



(11)

**EP 4 151 426 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**22.03.2023 Patentblatt 2023/12**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**B42D 25/324<sup>(2014.01)</sup> B42D 25/378<sup>(2014.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **22195109.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**B42D 25/378; B42D 25/324**

(22) Anmeldetag: **12.09.2022**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

(72) Erfinder:  
• **OLSZOWKA, Violetta**  
**90513 Zirndorf (DE)**  
• **SCHMIDT, Martina**  
**90547 Stein (DE)**

(74) Vertreter: **Louis Pöhlau Lohrentz**  
**Patentanwälte**  
**Postfach 30 55**  
**90014 Nürnberg (DE)**

(30) Priorität: **21.09.2021 DE 102021124407**

(71) Anmelder: **LEONHARD KURZ Stiftung & Co. KG**  
**90763 Fürth (DE)**

(54) **THERMOCHROMES SICHERHEITSELEMENT UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES THERMOCHROMEN SICHERHEITSELEMENTS**

(57) Die Erfindung betrifft ein Sicherheitselement (1) sowie ein Verfahren zur Herstellung eines Sicherheitselements (1). Das Sicherheitselement (1), insbesondere ein Sicherheitsstreifen oder ein Sicherheitsfaden oder ein Patch oder eine Transferfolie (2) oder eine Laminierfolie oder ein Druck zur Sicherung von Sicherheitsdoku-

menten (3), umfasst zumindest ein thermochromes Element (11), wobei

i) das zumindest eine thermochrome Element (11) haptische Eigenschaften aufweist; und/oder

ii) das Sicherheitselement (1) zumindest eine haptische Schicht (12) aufweist.

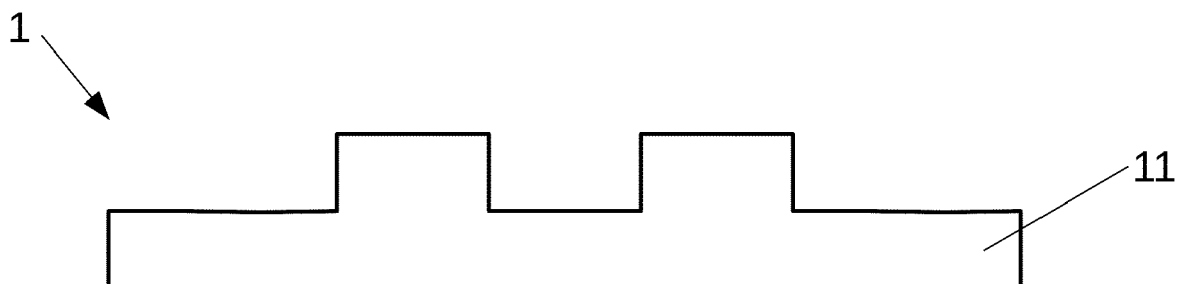


Fig. 1a

**EP 4 151 426 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Sicherheitselement und ein Verfahren zur Herstellung eines Sicherheitselements.

**[0002]** Thermochrome Komponenten ändern ihre Farbe bei Temperaturänderung. Die Farbumschlagtemperatur, bei der die thermochrome Komponente ihre Farbe ändert, hängt vom jeweiligen gewählten Rohstoff ab. Die Farbänderung resultiert aus einer Veränderung der Kristall- oder Molekülstruktur der thermochromen Komponente. Solche thermochromen Komponenten finden bereits Verwendung bei Verpackungen, Haushaltsartikeln (wie z.B. Tassen), Schmuck (z.B. Stimmungsringe) und Sicherheitsanstriche.

**[0003]** Aus der US 5826915 A ist bereits ein Verfahren zum Bedrucken eines Sicherheitsdokuments mit einem thermochromen Lack bekannt. Zur Überprüfung der Echtheit muss der Betrachter das thermochrome Material Wärme aussetzen. Dies kann in Form von Reibung und/oder Berührung und/oder andere Wärmequellen erfolgen. Dadurch ändert sich die Farbe des thermochromen Materials und die Echtheit des Sicherheitsdokuments kann verifiziert werden.

**[0004]** Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Sicherheitselement mit thermochromen Elementen und haptischen Eigenschaften sowie ein verbessertes Verfahren zur Herstellung eines solchen Sicherheitselements bereitzustellen.

**[0005]** Die Aufgabe wird von einem Sicherheitselement, insbesondere ein Sicherheitsstreifen oder ein Sicherheitsfaden oder ein Patch oder eine Transferfolie oder eine Laminierfolie oder ein Druck, zur Sicherung von Sicherheitsdokumenten, gelöst, wobei das Sicherheitselement zumindest ein thermochromes Element aufweist, wobei

- i) das zumindest eine thermochrome Element haptische Eigenschaften aufweist; und/oder
- ii) das Sicherheitselement zumindest eine haptische Schicht aufweist.

**[0006]** Insbesondere ist vorgesehen, dass das zumindest eine thermochrome Element derart ausgestaltet ist, dass dieses eine haptische Oberfläche aufweist.

**[0007]** Diese Aufgabe wird weiter von einem Verfahren zur Herstellung eines Sicherheitselements, insbesondere nach den Ansprüchen 1 bis 15, wobei die folgenden Schritte, insbesondere in der folgenden Reihenfolge durchgeführt werden, gelöst:

- Bereitstellen zumindest eines thermochromen Elements und/oder Aufbringen zumindest eines thermochromen Elements auf ein Zielsubstrat oder eine Trägerschicht, wobei

- i) das zumindest eine thermochrome Element haptische Eigenschaften aufweist; und/oder
- ii) zumindest eine haptische Schicht aufgebracht wird.

**[0008]** Hierbei hat sich gezeigt, dass durch das erfindungsgemäße Sicherheitselement und das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines Sicherheitselements ein verbessertes Sicherheitselement erhalten wird, das sowohl thermochrome wie auch haptische Eigenschaften aufweist und diese zu einem einzigartigen Sicherheitselement kombiniert. Dadurch, dass das Sicherheitselement sowohl haptische als auch thermochrome Eigenschaften aufweist, ist der Betrachter bzw. Anwender zur Überprüfung der Echtheit angehalten das Sicherheitselement zu berühren. Dadurch, dass das thermochrome Element selbst haptische Eigenschaften aufweist oder dass unter dem thermochromen Element eine haptische Schicht angeordnet ist, kann der Betrachter bzw. Anwender bei Berührung des Sicherheitselements, insbesondere mit einem oder mehrerer Finger seiner Hand, eine gewisse Taktilität wahrnehmen. Gleichzeitig bewirkt die Überprüfung der Taktilität durch Berührung auch einen Wärmeeintrag, insbesondere durch die Körperwärme des Betrachters bzw. Anwenders auf das thermochrome Element, welches dadurch einen Farbumschlag generiert. Der vordefinierte Farbumschlag ist ein weiteres Merkmal zur Überprüfung der Echtheit des Sicherheitselements. Die visuell wahrnehmbare Farbveränderung durch Berührung und den damit verbundene Wärmeeintrag ist also eine schnelle und ohne weitere Hilfsmittel zu bewerkstelligende Echtheitsprüfung des Sicherheitselements. Durch die Kombination der haptischen Eigenschaften mit den thermochromen Eigenschaften des Sicherheitselements findet also zwangsläufig durch die Berührung des Sicherheitselements eine doppelte Echtheitsprüfung statt, wofür der Betrachter bzw. Anwender lediglich einen Überprüfungsschritt, nämlich das Berühren des Sicherheitselements, durchführen muss.

**[0009]** Darüber hinaus kann durch die Taktilität dieses Sicherheitselement zum Beispiel Sehbehinderten helfen, die Denomination oder die Echtheit von Banknoten oder Sicherheitsdokumenten zu erkennen.

**[0010]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen bezeichnet.

**[0011]** Insbesondere ist vorgesehen, dass das Sicherheitselement eine Trägerschicht und/oder zumindest eine Grundierung und/oder zumindest eine Schutzlackschicht umfasst.

**[0012]** Es kann auch vorgesehen sein, dass die zumindest eine Grundierung auf der dem zumindest einen thermochromen Element gegenüberliegenden Seite der Trägerschicht angeordnet ist.

**[0013]** Es ist auch möglich, dass die zumindest eine Grundierung einen Kleber oder Kombinationen von Klebern

umfasst, ausgewählt aus: einschichtiger Kleber, mehrschichtiger Kleber, Kleber auf wässriger Basis, Kleber auf löse-  
mittelhaltiger Basis, Lösungsmittelfreier Kleber, strahlendhärtender Kleber, thermisch aktivierbarer Kleber, thermisch  
härter Kleber. Die Kombination dieser Kleber kann als Mischung derartiger Komponenten erfolgen und/oder als  
Kombination übereinander angeordneter mehrerer Schichten und/oder nebeneinander angeordneter mehrerer Flächen-  
bereiche, die jeweils Kleber mit unterschiedlichen und/oder ähnlichen Eigenschaften aufweisen.

**[0014]** Es ist bevorzugt vorgesehen, dass der Kleber oder die Kleber der zumindest einen Grundierung mittels eines  
Druckverfahrens und/oder mittels Gießens und/oder mittels Rakels aufgebracht wird. Weiter ist es vorteilhaft, wenn der  
Kleber oder die Kleber der zumindest einen Grundierung zumindest teilweise, bevorzugt vollflächig, aufgebracht wird.  
Insbesondere ist es möglich, dass die Schichtdicke der einzelnen Kleber der zumindest einen Grundierung eine Schicht-  
dicke im Bereich von 0,01  $\mu\text{m}$  bis 12  $\mu\text{m}$ , bevorzugt von 0,05  $\mu\text{m}$  bis 8  $\mu\text{m}$ , aufweisen.

**[0015]** Insbesondere ist es vorgesehen, dass der Kleber oder die Kleber der zumindest einen Grundierung zumindest  
ein Bindemittel oder Kombinationen von Bindemitteln aufweist, ausgewählt aus: Polyacrylate, Polyurethane, Epoxide,  
Polyester, Polyvinylchloride, Kautschukpolymere, Ethylen-Acrylsäure-Copolymere, Ethylen-Vinylacetate, Polyvinylace-  
tate, Styrol-Blockcopolymere, Phenol-Formaldehydharz-Klebstoffe, Melamine, Alkene, Allylether, Vinylacetat, Alkylvi-  
nylether, konjugierte Diene, Styrol, Acrylate.

**[0016]** Es ist weiter bevorzugt vorgesehen, dass der Lack aus welchem der Kleber der zumindest einen Grundierung  
durch ein Aufbringungsverfahren hergestellt wird, ein Lösungsmittel oder Kombinationen von Lösungsmittel aufweist,  
ausgewählt aus: Wasser, aliphatische (Benzin-) Kohlenwasserstoffe, cycloaliphatische Kohlenwasserstoffe, Terpen-  
kohlenwasserstoffe, aromatische (Benzol-) Kohlenwasserstoffe, Chlorkohlenwasserstoffe, Ester, Ketone, Alkohole, Gly-  
kole, Glykoether, Glykoetheracetate. Dieses Lösungsmittel oder Lösungsmittelgemisch wird in dem Aufbringungspro-  
zess zum Großteil wieder entfernt, insbesondere durch Trocknen bzw. Verdunsten.

**[0017]** Es ist weiter auch möglich, dass der Kleber oder die Kleber der zumindest einen Grundierung ein Zusatzstoff  
oder Kombination von Zusatzstoffen aufweist, ausgewählt aus: Härter, Vernetzer, Fotoinitiatoren, Füllstoffe, Stabilisa-  
toren, Inhibitoren, Korrosionsinhibitoren, Additive, insbesondere Verlaufsadditive, Entschäumer, Entlüfter, Dispergierad-  
ditiv, Netzmittel, Gleitmittel, Mattierungsmittel, Rheologieadditive, Pigmente, Korrosionsschutzpigmente, Farbstoffe,  
Wachse. Durch geeignete Wahl von Füllstoffen oder Wachsen kann beispielsweise die Klebrigkeit der zumindest einen  
Grundierung, insbesondere bei Raumtemperatur reduziert werden.

**[0018]** Insbesondere weist ein thermisch aktivierbarer Kleber und/oder ein Kleber, der thermoplastische und/oder UV-  
basierende Rohstoffe aufweist, einen Festkörperanteil im Bereich von 10% bis 100%, bevorzugt von 15% bis 35%, auf.  
Dadurch kann der Auftrag an der Lackiermaschine in guter Qualität erfolgen. Es ist bevorzugt auch vorgesehen, dass  
der Kleber nach dem Trocknen, insbesondere bei Raumtemperatur, eine nicht klebrige Oberfläche aufweist. Vorteilhaft  
ist auch, wenn die Wahl der Rohstoffe des Klebers derart gewählt wird, dass die Verarbeitungstemperatur bei der  
Herstellung des Sicherheitselements immer oberhalb der Glasübergangstemperatur und unterhalb des Schmelzpunktes  
des Klebers liegt.

**[0019]** Ein mehrschichtiger Kleber bietet insbesondere den Vorteil, dass auch zwischen sehr anspruchsvollen Ober-  
flächen eine ausreichende Haftung erzielt werden kann. Außerdem ermöglicht ein mehrschichtiger Aufbau eine Grun-  
dierung, mit der eine Vielzahl an chemischen und physikalischen Beständigkeiten erfüllt werden können. Als chemische  
Beständigkeit wird hierbei die Widerstandsfähigkeit des Klebers gegen die Einwirkung von Chemikalien bezeichnet. Die  
Zusammensetzung der Kleber wird vorzugsweise so gewählt, dass sie gegenüber vordefinierten Chemikalien eine  
ausreichende Beständigkeit aufweisen. Weiter ist es vorteilhafterweise vorgesehen, dass bei mehrschichtigen Klebern  
eine Zwischenhaftung der einzelnen Kleberschichten zueinander gegeben ist. Dies erfolgt durch eine geeignete Wahl  
der Klebstoffkomponenten.

**[0020]** Insbesondere ist es möglich, dass die zumindest eine Schutzlackschicht oberhalb des zumindest einen ther-  
mochromen Elements angeordnet ist. Bei der Schutzlackschicht handelt es sich vorzugsweise um eine transparente,  
insbesondere farblose, Schicht, welche das thermochrome Element vor äußeren Umwelteinflüssen schützt. Solche  
Umwelteinflüsse können physikalische, chemische oder mechanische Belastungen sein. Die Schutzlackschicht wird  
vorzugsweise mittels Druckverfahrens und/oder mittels Gießens und/oder mittels Rakels aufgebracht.

**[0021]** Insbesondere weist die zumindest Schutzlackschicht eine Dicke im Bereich von 0,01  $\mu\text{m}$  bis 10  $\mu\text{m}$ , bevorzugt  
von 0,05  $\mu\text{m}$  bis 7  $\mu\text{m}$ , besonders bevorzugt von 0,1  $\mu\text{m}$  bis 5  $\mu\text{m}$ , auf.

**[0022]** Insbesondere ist es vorgesehen, dass das Verfahren weiter folgenden Schritt umfasst:

- Aufbringen zumindest einer Grundierung, insbesondere wobei die zumindest eine Grundierung auf der dem zumin-  
dest einen thermochromen Element gegenüberliegenden Seite der Trägerschicht aufgebracht wird, und/oder Auf-  
bringen zumindest einer Schutzlackschicht, insbesondere wobei die zumindest Schutzlackschicht auf das zumindest  
eine thermochrome Element aufgebracht wird.

**[0023]** Es ist bevorzugt auch möglich, dass die zumindest eine Schutzlackschicht über dem zumindest einen thermo-  
chromen Element aufgebracht wird. Mit über dem zumindest einen thermochromen Element ist hier gemeint, dass das

thermochrome Element auf dessen Sichtseite mit einer Schutzlackschicht versehen wird, welche vorzugsweise transparent ist. D.h. die Schutzlackschicht stellt vorzugsweise die äußerste Schicht des Sicherheitselements dar, wobei das zumindest eine thermochrome Element direkt unterhalb der zumindest einen Schutzlackschicht angeordnet ist.

**[0024]** Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die Trägerschicht eine Dicke im Bereich von 1 µm bis 500 µm, bevorzugt von 3 µm bis 75 µm, besonders bevorzugt von 6 µm bis 50 µm, aufweist.

**[0025]** Vorteilhafterweise ist vorgesehen, dass die Trägerschicht einschichtig oder mehrschichtig ausgebildet ist und ein Material oder eine Kombination von Materialien umfasst, ausgewählt aus: PET (Polyethylenterephthalat), PP (Polypropylen), PE (Polyethylen), PEN (Polyethylenphthalat), PC (Polycarbonat), PVC (Polyvinylchlorid), Kapton® (Polyoxydiphenylenpyromellitimid), Polyimiden, PLA (Polylactat), PMMA (Polymethylmethacrylat), ABS (Acrylnitrilbutadienstyrol) und/oder cellulosebasierte Substrate.

**[0026]** Insbesondere ist es vorgesehen, dass das Verfahren weiter folgenden Schritt umfasst, insbesondere der vor dem Schritt des Aufbringens zumindest eines thermochromen Elements auf eine Trägerschicht durchgeführt wird:

- Bereitstellen einer Trägerschicht.

**[0027]** Es ist bevorzugt auch möglich, dass die Trägerschicht zumindest eine Haftvermittlerschicht aufweist, insbesondere wobei die Haftvermittlerschicht eine Dicke in einem Bereich von 1 nm bis 5 µm, bevorzugt von 5 nm bis 3 µm, aufweist. Diese Haftvermittlerschicht wird häufig während des Prozesses der Trägerherstellung aufgebracht. Es ist aber auch möglich, diese Haftvermittlerschicht zu einem späteren Zeitpunkt aufzubringen.

**[0028]** Eine Haftvermittlerschicht, oder auch Primer genannt, erhöht die Haftung zwischen zwei Schichten, die ansonsten keine ausreichend Haftung zueinander aufweisen würden. Zum Beispiel kann das die Haftung der Trägerschicht zum thermochromen Element oder zu einer Replizierlackschicht sein. Bevorzugt umfasst die Haftvermittlerschicht ein Material oder Kombinationen von Materialien ausgewählt aus: Polyester, Epoxid, Polyurethan, Acrylat, Copolymerharze.

**[0029]** Die Haftvermittlerschicht kann thermoplastisch oder UV-härtbar oder als Hybridvariante (thermoplastisch und UV-härtbar) oder als Kaltkleber/-primer bzw. selbstklebender Primer ausgeführt werden mit einer Schichtdicke von 0,01 µm bis 15 µm, bevorzugt von 0,1 µm bis 5 µm. Auch anorganische Materialien, wie Metalle, Metalloxide, Legierungen, Oxide oder Silikate können als Haftvermittler dienen oder Bestandteil eines solchen Systems sein.

**[0030]** Die Erhöhung der Haftung zwischen Trägerschicht und thermochromen Element oder Replizierlackschicht kann optional auch durch oberflächenaktivierende Prozesse wie Corona- oder Plasmabehandlung erzielt werden. Diese sind auch in Kombination mit einem Haftvermittler nutzbar.

**[0031]** Wird das Sicherheitselement als Transferfolie, insbesondere als Prägefolie, verwendet, kann auch eine Einbringung des thermochromen Elements in die Haftvermittlerschicht sinnvoll sein. Weist das thermochrome Element auch haptische Eigenschaften auf, dann können die haptischen Eigenschaften durch das lokal unterschiedliche Auftragsgewicht der Haftvermittlerschicht hervorgerufen werden. Zusätzlich oder anstatt eines unterschiedlich hohen Auftragsgewichts der Haftvermittlerschicht im Dekor können die haptischen Eigenschaften durch Additive oder thermochrome Elemente selbst entstehen.

**[0032]** Vorteilhafterweise ist es möglich, dass das Bereitstellen des zumindest einen thermochromen Elements und/oder Aufbringens des zumindest einen thermochromen Elements mittels Siebdruck und/oder Reversdruck und/oder Tiefdruck durchgeführt wird.

**[0033]** Insbesondere ist es vorgesehen, dass das Sicherheitselement eine von der Trägerschicht ablösbare Transferlage aufweist, insbesondere wobei die Transferlage das zumindest eine thermochrome Element und/oder die zumindest eine haptische Schicht und/oder zumindest eine Grundierung und/oder zumindest eine Schutzlackschicht umfasst.

**[0034]** Es ist weiter auch möglich, dass das Verfahren weiter folgenden Schritt umfasst, insbesondere der nach dem Schritt des Bereitstellens einer Trägerschicht durchgeführt wird:

- Aufbringen einer von der Trägerschicht ablösbaren Transferlage, insbesondere wobei die Transferlage das zumindest eine thermochrome Element und/oder die zumindest eine haptische Schicht und/oder zumindest eine Grundierung und/oder zumindest eine Schutzlackschicht umfasst.

**[0035]** Weiter ist es möglich, dass das Verfahren weiter folgenden Schritt umfasst, insbesondere der vor dem Schritt des Aufbringens der Transferlage durchgeführt wird:

- Aufbringen einer Ablöseschicht auf die Trägerschicht mittels Druckverfahren, insbesondere wobei die Ablöseschicht zwischen der Trägerschicht und der Transferlage angeordnet wird.

**[0036]** Vorzugsweise ist es möglich, dass die zumindest eine Grundierung derart angeordnet ist, dass diese nach Applikation der Transferlage auf ein Zielsubstrat unter dem zumindest einen thermochromen Element angeordnet ist. Dadurch wird sichergestellt, dass das zumindest eine thermochrome Element von dem Betrachter bei senkrechter

Betrachtung auf das Sicherheitselement bzw. Sicherheitsdokument visuell wahrgenommen werden kann.

**[0037]** Es ist auch möglich, dass die zumindest eine Schutzlackschicht derart angeordnet ist, dass diese nach Applikation der Transferlage auf ein Zielsubstrat über dem zumindest einen thermochromen Element angeordnet ist. Die Schutzlackschicht beeinträchtigt dabei die visuelle Wahrnehmbarkeit des zumindest einen thermochromen Elements nicht, da die Schutzlackschicht vorzugsweise transparent, insbesondere farblos, ausgestaltet ist. Die Schutzlackschicht dient zum Schutz des zumindest einen thermochromen Elements vor äußeren Umwelteinflüssen.

**[0038]** Weiter ist es insbesondere möglich, dass die zumindest eine Grundierung derart mittels Druckverfahren und/oder Rakels und/oder Gießens aufgebracht wird, sodass diese nach der Applikation der Transferlage auf ein Zielsubstrat unter dem zumindest einen thermochromen Element angeordnet ist.

**[0039]** Vorteilhafterweise ist vorgesehen, dass die zumindest eine Grundierung zumindest teilweise, bevorzugt vollflächig, mit einer Schichtdicke im Bereich von 0,01  $\mu\text{m}$  bis 12  $\mu\text{m}$ , insbesondere von 0,05  $\mu\text{m}$  bis 8  $\mu\text{m}$ , aufgebracht wird.

**[0040]** Ferner ist es bevorzugt möglich, dass das Sicherheitselement eine Ablöseschicht umfasst, insbesondere welche zwischen der Trägerschicht und der Transferlage angeordnet ist.

**[0041]** Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Ablöseschicht zumindest ein Material oder eine Kombination von Materialien umfasst, ausgewählt aus: Wachs, Carnaubawachs, Montansäureester, Polyethylenwachs, Polyamidwachs, PTFE Wachs, Silikon, Melaminformaldehydharz.

**[0042]** In einer vorteilhaften Ausbildung kann vorgesehen sein, dass die Ablöseschicht eine Schichtdicke kleiner als 1  $\mu\text{m}$ , insbesondere kleiner als 0,5  $\mu\text{m}$ , aufweist.

**[0043]** Bevorzugt handelt es sich bei der Ablöseschicht um eine polymere Ablöseschicht, die ein besseres und/oder anderes Ablöseverhalten als herkömmliche Trägerschichten aufweisen. Solche Ablöseschichten werden irreversibel mit der Trägerschicht verbunden und auf der Ablöseschicht eine Transferlage angeordnet. Die Transferlage kann insbesondere mit einer polymeren Ablöseschicht leichter von der Trägerschicht abgelöst werden, sodass eine saubere Dekoration der Transferlage auf das Zielsubstrat erfolgen kann.

**[0044]** Es kann auch möglich sein, dass die Transferlage oder das Sicherheitselement eine Dekorlage aufweist, insbesondere wobei die Dekorlage zumindest eine Farbschicht und/oder zumindest eine Replizierlackschicht und/oder zumindest eine Metallschicht und/oder zumindest eine Linsenschicht aufweist. Bei der Dekorlage kann es sich also um ein oder mehrere Schichten der Transferlage oder um ein oder mehrere Schichten, welche direkt auf eine Trägerschicht oder ein Zielsubstrat, insbesondere Sicherheitsdokument, aufgedruckt werden, handeln.

**[0045]** Unter einer Replizierlackschicht wird hier vorzugsweise eine spezielle, funktionale Schicht verstanden, in welche optisch variable Strukturen, insbesondere mittels thermischer Replikation und/oder UV-Replikation, eingebracht und/oder fixiert werden. Bei einer hybriden Replizierlackschicht wird diese beispielsweise zuerst thermisch repliziert und anschließend mittels Strahlung, beispielsweise mittels UV-Strahlung und/oder zumindest einem Elektronenstrahl, gehärtet. Bei einer UV-basierten Replizierlackschicht wird diese bei Raumtemperatur repliziert und anschließend mittels Strahlung, beispielsweise mittels UV-Strahlung und/oder zumindest einem Elektronenstrahl, gehärtet. Beispielsweise ist es möglich, dass der Replizierlack bei einer UV-Replikation zusätzlich warm wird, insbesondere durch Wärmeeintrag während der UV-Bestrahlung.

**[0046]** Vorzugsweise ist es vorgesehen, dass die Replizierlackschicht eine Dicke im Bereich von 0,1  $\mu\text{m}$  bis 70  $\mu\text{m}$ , bevorzugt von 0,3  $\mu\text{m}$  bis 50  $\mu\text{m}$ , aufweist.

**[0047]** Es ist jedoch auch möglich, dass die Replizierlackschicht eine haptische Eigenschaft, insbesondere in Form von räumlichen Strukturen mit Höhen und Vertiefungen, aufweist. Insbesondere handelt es sich dabei um räumliche Strukturen, die bei Berührung für den Betrachter spürbar bzw. ertastbar sind. Vorzugsweise ist es dann vorgesehen, dass das thermochrome Element über der Replizierlackschicht derart angeordnet ist, dass sich diese an den räumlichen Strukturen der zumindest einen Replizierlackschicht anpasst. Insbesondere ist es vorgesehen, dass die zumindest eine haptische Schicht zumindest eine Replizierlackschicht umfasst.

**[0048]** Insbesondere ist es möglich, dass die zumindest eine Replizierlackschicht optisch variable Strukturen, einzeln oder in Kombination ausgewählt aus: diffraktive Strukturen, refraktive Strukturen, isotrope Mattstrukturen, anisotrope Mattstrukturen, aufweist, die vorzugsweise mittels thermischer Replikation und/oder UV-Replikation eingebracht sind. Insbesondere wenn die Replizierlackschicht vollflächig aufgetragen ist, ist die Replizierlackschicht in den Bereichen, in denen die Farbschicht und/oder die Metallschicht und/oder das zumindest eine thermochrome Element nicht vorgesehen sind, für den Betrachter sichtbar. Für den Betrachter ergibt sich durch die optisch variable Struktur der Replizierlackschicht ein besonders eindrucksvoller optischer Effekt. Dies erhöht zugleich auch die Sicherheit gegenüber Fälschungen.

**[0049]** Insbesondere ist es vorgesehen, dass die zumindest eine Replizierlackschicht passgenau bzw. registergenau zu der zumindest einen Farbschicht und/oder der zumindest einen Metallschicht und/oder dem zumindest einen thermochromen Element angeordnet ist.

**[0050]** Unter registriert oder Register bzw. passgenau bzw. registergenau oder Passgenauigkeit oder Registergenauigkeit ist eine Lagegenauigkeit zweier oder mehrerer Schichten relativ zueinander zu verstehen. Dabei soll sich die Registergenauigkeit innerhalb einer vorgegebenen Toleranz bewegen und dabei möglichst gering sein. Gleichzeitig ist die Registergenauigkeit von mehreren Elementen und/oder Schichten zueinander ein wichtiges Merkmal, um die Pro-

zessicherheit zu erhöhen. Die lagegenaue Positionierung kann dabei insbesondere mittels sensorisch, vorzugsweise optisch detektierbarer Passermarken oder Registermarken erfolgen. Diese Passermarken oder Registermarken können dabei entweder spezielle separate Elemente oder Bereiche oder Schichten darstellen oder selbst Teil der zu positionierenden Elemente oder Bereiche oder Schichten sein.

**[0051]** Insbesondere ist es vorgesehen, dass die zumindest eine Metallschicht ein Material oder eine Materialkombination umfasst, ausgewählt aus: Aluminium, Silber, Chrom, Kupfer, Zinn, Gold, Zink oder einer Legierung der vorgenannten Metalle. Es ist weiter auch möglich, dass die zumindest eine Metallschicht ein Material umfasst, ausgewählt aus: geschwärztes Aluminium, insbesondere unterstöchiometrisches  $Al_xO_y$ , oder oxidiertem Silber. Die Metallschicht kann dabei lediglich teilmetallisiert oder auch vollmetallisiert ausgestaltet sein.

**[0052]** Insbesondere ist es möglich, dass die zumindest eine Metallschicht registergenau bzw. passergenau, insbesondere im exakten Register, zu der zumindest einen Farbschicht und/oder zu dem zumindest einen thermochromen Element angeordnet ist.

**[0053]** Ferner ist es möglich, dass die zumindest eine Metallschicht in einem ersten Bereich vorgesehen ist und in einem zweiten Bereich nicht vorgesehen ist. Vorteilhafterweise ist vorgesehen, dass die zumindest eine Metallschicht in einem ersten Bereich aufgebracht wird und in einem zweiten Bereich nicht aufgebracht wird. Es ist weiter auch möglich, dass die zumindest eine Metallschicht vollflächig aufgebracht wird. Für diesen Fall ist insbesondere vorgesehen, dass die vollflächig aufgebrachte Metallschicht strukturiert bzw. demetallisiert wird, insbesondere mittels Ätzen und/oder mittels Waschverfahren.

**[0054]** Es ist ferner möglich, dass die zumindest eine Metallschicht mittels Aufdampfen und/oder Sputtern aufgebracht wird.

**[0055]** Vorteilhafterweise ist die zumindest eine Metallschicht transparent oder teiltransparent oder opak oder transluzent ausgestaltet.

**[0056]** Die zumindest eine Metallschicht kann als metallische Spiegelschicht oder als semitransparente Absorberschicht fungieren. Bevorzugt liegt die Schichtdicke einer solchen Metallschicht zwischen 1 nm und 500 nm, weiter bevorzugt zwischen 5 nm und 100 nm. Als metallische Spiegelschicht kann diese Schicht typischerweise ab einer Schichtdicke von ca. 15 nm dienen. Bei einer Schichtdicke geringer als 15 nm kann diese Schicht als semitransparente Absorberschicht fungieren. Es ist auch möglich, dass eine solche Schicht durch Aufbringen von metallpigmenthaltigen Lacken ausgebildet wird, wobei die Schichtdicke insbesondere zwischen 0,1  $\mu\text{m}$  bis 50  $\mu\text{m}$ , bevorzugt von 1  $\mu\text{m}$  bis 20  $\mu\text{m}$ , liegt.

**[0057]** Weiter kann auch ein sogenanntes Dünnschichtsystem vorgesehen sein, dass eine erste Metallschicht und eine zweite Metallschicht, sowie eine zwischen diesen beiden Metallschichten angeordnete Abstandsschicht umfasst. Die erste Metallschicht ist vorzugsweise opak ausgebildet und bildet eine sogenannte metallische Spiegelschicht. Die zweite Metallschicht ist vorzugsweise transparent oder teiltransparent ausgebildet und bildet eine sogenannte Absorberschicht. Die beiden Metallschichten können jeweils auch als HRI-Schichten ausgebildet sein. Die Abstandsschicht ist vorzugsweise gedruckt und besteht aus einem niedrigbrechenden Lack.

**[0058]** Die zumindest eine Farbschicht besteht vorzugsweise aus einem Bindemittel, einem Additiv, und/oder Füllstoffen. Unter Farbschicht wird vorzugsweise eine spezielle, funktionale Schicht verstanden, welche insbesondere einen für einen Betrachter erfassbaren Farbeindruck erzeugt und/oder weiter bevorzugt als Maskenschicht, insbesondere als Belichtungsmaske, und/oder als Ätzresist verwendet wird.

**[0059]** Unter Farbe wird insbesondere eine Einfärbung verstanden, welche bezüglich der Durchsichtigkeit und/oder der Klarheit bzw. des Streuvermögens bevorzugt glasklar transparent eingefärbt oder streuend transparent eingefärbt oder auch opak eingefärbt umfasst. Vorzugsweise tritt die Farbe als Eigenfarbe eines Materials auf und/oder ist als in Blickrichtung vor einer Schicht als zusätzliche eingefärbte Schicht angeordnet, wobei die darunterliegende Schicht, insbesondere die Metallschicht, insbesondere für einen Betrachter in ihrem farbigen Erscheinungsbild modifiziert wird. Die Farbe erscheint hierbei bevorzugt in ihrem Farbton und/oder ihrer Farbsättigung und/oder in ihrer Transparenz unter nahezu allen, insbesondere unter allen, Betrachtungs- und/oder Beleuchtungswinkeln optisch konstant bzw. invariabel. Es ist weiter möglich, dass die Farbe selbst optisch variabel ist, wobei sich der Farbton und/oder die Farbsättigung und/oder die Transparenz der Farbe bei sich änderndem Betrachtungs- und/oder Beleuchtungswinkel insbesondere ändert.

**[0060]** Bevorzugt ist die zumindest eine Farbschicht als lasierende Farbschicht, insbesondere als transparent oder transluzent durchscheinende Farbschicht, ausgebildet. Weiter bevorzugt umfasst die zumindest eine Farbschicht vorzugsweise ein Additiv, welches bevorzugt Licht im ultravioletten Wellenlängenbereich, insbesondere in einem Wellenlängenbereich zwischen 200 nm und 380 nm, absorbiert. Bevorzugt verstärken derartige UV-Blocker die Funktion der Farbschicht als Maskenschicht. Insbesondere weisen die UV-Blocker keine oder nur eine sehr geringe Absorption in dem für das menschliche Auge sichtbaren Wellenlängenbereich von 380 nm bis 780 nm auf, um den Farbeindruck der zumindest einen Farbschicht insbesondere nicht zu verändern.

**[0061]** Unter Bindemittel werden vorzugsweise polymerbasierte Systeme und deren Mischungen, wie beispielsweise Polyester, Polyacrylat, Polymethacrylat, Polyurethan, Polystyrol, Polybutyrat, Nitrocellulose, Polyvinylchloride, Ethylen-

vinylacetate deren Copolymere oder ähnliche Polymere, verstanden.

**[0062]** Unter Additiven werden vorzugsweise organische oder anorganische Stoffe verstanden, die die Verarbeitungseigenschaften, beispielsweise beim Aufbringen einer Farbschicht oder bei Verwendung des Sicherheitselements selbst, einen vorbestimmten Effekt erzielen.

**[0063]** Unter Füllstoffen werden vorzugsweise alle weiteren, einem System, insbesondere einem polymerbasierten System, zugefügten Materialien, wie beispielsweise Silica, Pigmente, Farbstoffe, UV-Blocker (UV = UV-Strahlung = Ultraviolette Strahlung = elektromagnetische Strahlung aus dem ultravioletten Teil des Spektrums der elektromagnetischen Strahlung oder aus einem oder mehreren Teilbereichen aus dem ultravioletten Teil des Spektrums der elektromagnetischen Strahlung), Tracer, insbesondere Taggants, und/oder ähnliche Materialien, verstanden.

**[0064]** Als farbgebende Stoffe der zumindest einen Farbschicht eignen sich bevorzugt Farbstoffe und/oder Pigmente. Diese farbgebenden Stoffe werden im Folgenden als Farbmittel bezeichnet. Vorzugsweise sind Pigmente im Medium, in welches sie integriert werden, praktisch unlöslich, insbesondere unlöslich. Farbstoffe lösen sich vorzugsweise während ihrer Anwendung auf und verlieren insbesondere ihre Kristall- und/oder Partikelstruktur. Mögliche Klassen von Farbstoffen sind basische Farbstoffe, fettlösliche Farbstoffe oder Metallkomplexfarbstoffe. Mögliche Klassen von Pigmenten sind organische und anorganische Pigmente. Vorzugsweise werden Pigmente aus einem einstückig vorliegenden Material aufgebaut oder weisen insbesondere alternativ dazu komplexe Aufbauten auf, beispielsweise als Schichtgebilde mit einer Vielzahl von Schichten aus unterschiedlichen Materialien und/oder beispielsweise als Kapseln aus unterschiedlichen Materialien, insbesondere mit Kern und Hülle.

**[0065]** Die Farben der zumindest einen Farbschicht sind insbesondere transparent oder zumindest transluzent, wobei das Transmissionsvermögen vorzugsweise zwischen 5% und 99%, insbesondere über einen Teilbereich des für das menschliche Auge sichtbaren Wellenlängenbereichs von 380 nm bis 780 nm, bevorzugt im Bereich von 430 nm bis 690 nm, liegt. Insbesondere sind optisch variable Effekte, die aus der Blickrichtung des Betrachters unterhalb der zumindest einen Farbschicht angeordneten optisch variablen Strukturen, die insbesondere in der zumindest einen Replizierlackschicht eingebracht sind, erfassbar.

**[0066]** Weiter ist es möglich, dass die zumindest eine Farbschicht aus mehreren unterschiedlichen Farben ausgebildet ist und/oder besteht, wobei diese hierbei vorzugsweise auch Bereiche mit Farbmischung aus der ersten und zweiten Farbe aufweisen, welche mittels Überlappung der Farbschichten und/oder durch Aufrasterung der Farbschichten entstehen. Insbesondere variiert die Farbsättigung in den Farbschichten.

**[0067]** Die Farbschicht kann mit mindestens einem Pigment oder einem Farbmittel der Farbe Cyan, Magenta, Gelb (Yellow) oder Schwarz (Black) (CMYK= Cyan Magenta Yellow Key: Schwarz als Farbtiefe) oder der Farbe Rot, Grün oder Blau (RGB) insbesondere zum Erzeugen einer subtraktiven Mischfarbe erzeugt werden.

**[0068]** Alternativ zur Mischfarbe können auch Pigmente oder Farbstoffe eingesetzt werden, die eine spezielle, insbesondere vorgemischte, Sonderfarbe oder Farbe aus einem speziellen Farbsystem (z.B. RAL, HKS, Pantone®) erzeugen, beispielsweise Orange oder Violett.

**[0069]** Insbesondere ist es vorgesehen, dass die zumindest eine Farbschicht eine Schichtdicke im Bereich von 0,1 µm bis 30 µm, bevorzugt im Bereich von 0,1 µm bis 5 µm, aufweist.

**[0070]** Es ist weiter auch bevorzugt möglich, dass die zumindest eine Farbschicht mit einer Schichtdicke im Bereich von 0,1 µm bis 30 µm, bevorzugt im Bereich von 0,1 µm bis 5 µm, aufgebracht wird.

**[0071]** Die Farbe kann direkt von thermochromen Komponenten erzeugt werden. Die thermochrome Substanz kann zusätzlich zu den farbgebenden Pigmenten oder Farbstoffen des Lacks zugegeben werden und so eine Mischfarbe bilden. Insbesondere ist es dann vorgesehen, dass die zumindest eine Farbschicht als das zumindest eine thermochrome Element ausgestaltet ist.

**[0072]** Insbesondere ist es möglich, dass die zumindest eine Farbschicht im Dekor angeordnet ist, vorzugsweise registergenau bzw. passergenau zu der zumindest einen Replizierlackschicht und/oder der zumindest einen Metallschicht und/oder dem zumindest einen thermochromen Element angeordnet ist. Es ist bevorzugt auch vorgesehen, dass die zumindest eine Farbschicht im Dekor aufgebracht wird, insbesondere passergenau bzw. registergenau zu der zumindest einen Replizierlackschicht und/oder der zumindest einen Metallschicht und/oder dem zumindest einen thermochromen Element aufgebracht wird.

**[0073]** Es ist möglich, dass die Schichten des Sicherheitselements, insbesondere der Dekorlage, organische UV-Absorber, insbesondere Benzotriazol-Derivate, mit einem Massenanteil in einem Bereich von ca. 3 % bis 5 % aufweisen, insbesondere falls das Material der Schichten keine ausreichende Menge an UV-absorbierenden Bestandteilen, wie beispielsweise UV-absorbierende Pigmente oder UV-absorbierende Farbstoffe enthält. Geeignete organische UV-Absorber werden unter dem Handelsnamen Tinuvin® von der Firma BASF vertrieben.

**[0074]** Die transparente Lackschicht mit dem UV-Blocker ist so gewählt, dass sie mit der gleichen Entwicklerlösung bzw. dem gleichen Lösungsmittel wie die Fotolackschicht gewaschen werden kann. Es entstehen hierdurch fein strukturierte Bereiche auf der Trägerschicht, welche vorzugsweise die UV-Blockerschicht und einen eingefärbten Fotolack aufweisen und Bereiche ohne diese beiden Schichten.

**[0075]** Bevorzugt wird zur Strukturierung der zumindest einen Metallschicht ein positiver Fotolack verwendet, insbe-

sondere dessen Löslichkeit bei Aktivierung durch Belichten zunimmt.

**[0076]** Insbesondere zeichnet sich ein positiver Fotolack dadurch aus, dass dieser Fotolack bei ausreichender Belichtung mit einer geeigneten Wellenlänge, wie beispielsweise mittels UV-Strahlung, in den belichteten Bereichen löslich in einem bestimmten Lösungsmittel, beispielsweise in sauren oder basischen wässrigen Lösungen, wird.

**[0077]** Bevorzugt umfasst ein positiver Fotolack beispielsweise Kondensationspolymer aus m- und p-Kresol und Formaldehyd (Novolak-Harz), Diazonaphthochinon-Derivat (DNQ) und Lösungsmittel bzw. Lösungsmittelgemisch, wie beispielsweise 1-Methoxy-2-propylacetat.

**[0078]** Insbesondere ist es vorgesehen, dass bei dem Verfahren weiter folgender Schritt ausgeführt wird:

- Vollflächiges Aufbringen zumindest einer Fotolackschicht, insbesondere sodass die Fotolackschicht unterhalb der zumindest einen Metallschicht und/oder des zumindest einen thermochromen Elements aufgebracht wird.

**[0079]** Es ist weiter auch bevorzugt vorgesehen, dass bei dem Verfahren nach dem Schritt des Aufbringens der zumindest einen Fotolackschicht weiter folgender Schritt ausgeführt wird:

- Belichten der zumindest einen Fotolackschicht des Sicherheitselements, insbesondere sodass die zumindest eine Farbschicht und/oder das zumindest eine thermochrome Element als Belichtungsmaske für die zumindest eine Fotolackschicht dient, und die zumindest eine Fotolackschicht aktiviert wird, wobei:

a) die zumindest eine Fotolackschicht in den zweiten Bereichen löslich in einem bestimmten Lösungsmittel, insbesondere sauren oder basischen Lösungen, wird,

oder

b) die zumindest eine Fotolackschicht in den ersten Bereichen unlöslich in einem bestimmten Lösungsmittel, insbesondere sauren oder basischen wässrigen Lösungen, wird.

**[0080]** Als zweiter Bereich ist dabei derjenige Bereich zu verstehen, welcher nicht mit einer Metallschicht bedeckt sein soll. Wohingegen vorzugsweise im ersten Bereich die Metallschicht vorhanden ist.

**[0081]** Vorteilhafterweise ist es möglich, dass bei dem Verfahren nach dem Schritt des Belichtens der zumindest einen Fotolackschicht weiter folgender Schritt ausgeführt wird:

- Strukturierung der zumindest einen Fotolackschicht mittels eines Lösungsmittels, insbesondere einer sauren oder basischen Lösung, sodass die zumindest eine Fotolackschicht in den zweiten Bereichen entfernt wird und in den ersten Bereichen erhalten bleibt.

**[0082]** Insbesondere ist vorgesehen, dass bei dem Verfahren nach dem Schritt der Strukturierung der zumindest einen Fotolackschicht weiter folgender Schritt ausgeführt wird:

- Demetallisierung der zumindest einen Metallschicht mittels Ätzen, wobei die zumindest eine Fotolackschicht als Ätzresist dient und die zumindest eine Metallschicht in den zweiten Bereichen entfernt wird und in den ersten Bereichen erhalten bleibt, insbesondere sodass die Metallschicht im exakten Register zu der zumindest einen Farbschicht und/oder dem zumindest einen thermochromen Element demetallisiert wird.

**[0083]** Vorteilhafterweise ist anschließend vorgesehen, dass die zumindest eine Fotolackschicht entfernt wird, sodass diese im Aufbau des Sicherheitselements nicht mehr vorhanden ist.

**[0084]** Vorzugsweise lässt sich das Register zwischen dem zumindest einen thermochromen Element und der zumindest einen Metallschicht mittels eines sogenannten Fotoresists, im Folgenden als negativer Fotolack bezeichnet, erzielen, welcher insbesondere eingefärbt ist. Dieser Fotolack kann mit einer thermochromen Komponente und/oder einer thermochromen Komponente mit einem zusätzlichen Farblack eingefärbt sein. Ein negativer Fotolack zeichnet sich dadurch aus, dass dieser Lack bei ausreichender Belichtung mit einer geeigneten Wellenlänge, z.B. mit UV-Licht, aushärtet und dadurch in den belichteten Bereichen unlöslich in einem bestimmten Lösungsmittel, z.B. in saurer oder basischer wässriger Lösung, wird. Durch eine maskierte Belichtung lassen sich folglich eingefärbte Bereiche definierter Form und Größe erzielen, wobei in dem beschriebenen Beispiel ein exaktes Register, also praktische Deckungsgleichheit zwischen dem negativen Fotolack und der Metallschicht erreicht wird.

**[0085]** Hauptbestandteile eines auf Epoxidharz basierenden Negativ-Fotolacks sind im Allgemeinen niedermolekulare organische Verbindungen, die mehr als eine Epoxidgruppe pro Molekül aufweisen. Epoxidharze basierend auf Bisphenol-A, epoxidiertem Phenolnovolac, Resorcinglycidylether sowie cycloaliphatisch aufgebaute Harze werden dabei häufig als Harzkomponente zur Herstellung von negativen Fotolacken verwendet.

**[0086]** In der Verbindung mit einem Vernetzer (Härter) liefert das so genannte Harz/Härter-System durch Polymeri-



sation der Epoxidgruppe ein makromolekulares Netzwerk. In der Praxis wird eine Vielzahl an verschiedenen Härtern verwendet, die durch die Ringöffnungsreaktion der Oxirangruppen unterschieden werden. Häufig werden Säureanhydride, Amine oder phenolhaltige Verbindungen eingesetzt oder Triarylsulfoniumsalze werden häufig als photoaktive Komponente verwendet.

**[0087]** Weiterhin werden Katalysatoren, wie z.B. Lewis-Basen und -Säuren eingesetzt. Der Härter wird dabei in die dreidimensionale Netzstruktur eingebaut. Der Katalysator begünstigt im Falle eines basischen Beschleunigers die Netzwerkbildung über Esterbrücken.

**[0088]** Als Standardlösungsmittel für expoxidharzbasierende negative Fotolacke wird beispielsweise g-Butyrolacton verwendet. So zum Beispiel auch für den Negativresist SU-8 (Epoxy-Novolac auf Basis Bisphenol A).

**[0089]** Additive wie zum Beispiel langkettige Epoxidharze dienen vorzugsweise als Haftvermittler, Reaktivdünnern oder als Zusatz bzw. Erniedrigung der Viskosität.

**[0090]** Insbesondere ist es vorgesehen, dass das zumindest eine thermochrome Element vollflächig oder zumindest bereichsweise, insbesondere teilweise oder im Dekor, angeordnet ist. Es ist bevorzugt auch möglich, dass das zumindest eine thermochrome Element vollflächig oder zumindest bereichsweise, insbesondere teilweise oder im Dekor, aufgebracht wird. Als vollflächige thermochrome Elemente bieten sich beispielsweise Sicherheitsstreifen an, welche mittels eines Transfervorgangs auf ein Zielsubstrat transferiert werden. Der gesamte Streifen ist in diesem Fall als thermochromes Element ausgestaltet und ändert bei Wärmeeintrag und gleichzeitiger Überschreitung des Farbumschlagpunkts seine Farbe. Bei einem thermochromen Element als Dekor bietet sich beispielsweise an, dass dieses ein Element aufweist, ausgewählt aus: graphisch gestalteter Umriss, eine figürliche Darstellung, ein Bild, ein Einzelbild, ein Muster, ein Endlosmuster, ein Motiv, ein Symbol, ein Logo, ein Portrait, ein Raster, ein alphanumerisches Zeichen, ein Text und/oder Kombinationen daraus. Bei einem thermochromen Element als Dekor ist es zudem bevorzugt möglich, dass dieses mittels eines Punktrasters, Linienrasters und/oder einer vordefinierten sich wiederholenden Musterung ausgestaltet ist.

**[0091]** Es ist weiter auch möglich, dass die zumindest eine Metallschicht unter dem zumindest einen thermochromen Element angeordnet ist, insbesondere wobei die zumindest eine Metallschicht registergenau und/oder passergenau, bevorzugt im exakten Register, zu dem zumindest einen thermochromen Element angeordnet ist. Weiter ist es vorgesehen, dass das zumindest eine thermochrome Element über der zumindest einen Metallschicht aufgebracht wird, insbesondere wobei das zumindest eine thermochrome Element registergenau und/oder passergenau, bevorzugt im exakten Register, zu der zumindest einen Metallschicht angeordnet wird.

**[0092]** Durch die passergenaue Anordnung ist es beispielsweise möglich, dass das thermochrome Element im nicht aktivierten Zustand die optische Information der darunter liegenden Metallschicht verdeckt. Wird das thermochrome Element jedoch aktiviert, insbesondere durch Wärmeeintrag und gleichzeitiger Überschreitung der Farbumschlagtemperatur, so wird die optische Information der Metallschicht für den Betrachter sichtbar. Beispielsweise ist es möglich, dass sowohl die Metallschicht als auch das thermochrome Element als Stern ausgebildet sind, welche passergenau übereinander angeordnet sind. Beispielsweise ist der Stern der Metallschicht dabei in einer ersten Farbe ausgestaltet und der Stern des thermochromen Elements in einer zweiten Farbe. Bei Aktivierung des thermochromen Elements ändert dieses seine Farbe von der zweiten Farbe zu farblos. Dadurch wird der Stern in der ersten Farbe der Metallschicht für den Betrachter sichtbar.

**[0093]** Es ist bevorzugt auch möglich, dass das zumindest eine thermochrome Element zur Strukturierung der zumindest einen Metallschicht als Ätzresist, insbesondere als negativer oder positiver Fotolack, und/oder als Belichtungsmaske zur Strukturierung eines Ätzresists ausgestaltet ist. Dadurch lässt sich eine passergenaue Anordnung und/oder registergenau Anordnung und/oder ein exaktes Register des zumindest einen thermochromen Elements zu der zumindest einen Metallschicht ermöglichen.

**[0094]** Insbesondere ist es vorgesehen, dass das zumindest eine thermochrome Element einen Farbumschlagpunkt in einem Temperaturbereich von -20°C bis 120°C, bevorzugt von 0°C bis 60°C, besonders bevorzugt von 15°C bis 45°C, aufweist, sodass sich bei Überschreitung dieses Farbumschlagpunkts das Erscheinungsbild des zumindest einen thermochromen Elements von einer ersten Farbe zu einer zweiten, insbesondere transparenten, Farbe ändert und/oder bei Unterschreitung dieses Farbumschlagpunkts das Erscheinungsbild des zumindest einen thermochromen Elements von der zweiten, insbesondere transparenten, Farbe zu einer ersten Farbe ändert. Somit ist es beispielsweise möglich, dass das thermochrome Element seine Farbe ändert und dieses stets für den Betrachter sichtbar ist. Für den Fall, dass das thermochrome Element sein Erscheinungsbild zu einer zweiten transparenten bzw. farblosen Farbe ändert, können optische Informationen, welche unterhalb des thermochromen Elements angeordnet sind, für den Betrachter sichtbar werden. Dies ermöglicht zudem eine einfache Überprüfung des Sicherheitselements auf dessen Echtheit, da für den Farbumschlag des thermochromen Elements kein weiteres Hilfsmittel benötigt wird. Vorzugsweise ist es vorgesehen, dass der Anwender, welcher die Überprüfung der Echtheit durchführt, den Farbumschlag des thermochromen Elements kennt. Dadurch kann die Echtheit schnell und einfach geprüft werden. Zudem wird durch den oben angegebenen Temperaturbereich des Farbumschlagpunkts sichergestellt, dass der Farbumschlag mit Körperwärme erzielt werden kann.

**[0095]** Es ist bevorzugt auch möglich, dass das zumindest eine thermochrome Element zumindest ein thermochromes

Farbmittel umfasst, und/oder dass das zumindest eine thermochrome Element eine erste Lackschicht mit zumindest einem thermochromen Farbmittel und eine zweite Lackschicht mit zumindest einem Farbmittel umfasst, insbesondere wobei das zumindest eine thermochrome Farbmittel und das zumindest eine Farbmittel unterschiedliche Farben aufweisen und in Kombination eine Mischfarbe als erste Farbe des zumindest einen thermochromen Elements in einem Temperaturbereich unterhalb des Farbumschlagpunkts aufweist und/oder in Kombination eine Mischfarbe als zweite Farbe des zumindest einen thermochromen Elements in einem Temperaturbereich oberhalb des Farbumschlagpunkts aufweist, welche im Wesentlichen der Farbe des zumindest einen Farbmittel entspricht. So ist es beispielsweise möglich, dass eine blaue Lackschicht mit roten thermochromen Farbmitteln versetzt ist, sodass eine erste Mischfarbe einen lilanen Farbeindruck für den Betrachter erzeugt. Bei Aktivierung des thermochromen Elements ändert das thermochrome Element seine Farbe von rot zu farblos. Der Betrachter nimmt lediglich den blauen Farbeindruck der Lackschicht wahr. Mit einer derartigen Ausgestaltung lassen sich also vielfältige Farbänderungseffekte erzielen, welche zur Überprüfung der Echtheit genutzt werden können.

**[0096]** Insbesondere ist es möglich, dass das zumindest eine thermochrome Element eine erste Lackschicht mit zumindest einem ersten thermochromen Farbmittel und eine zweite Lackschicht mit zumindest einem zweiten thermochromen Farbmittel umfasst, insbesondere wobei das zumindest eine erste thermochrome Farbmittel und das zumindest eine zweite thermochrome Farbmittel unterschiedliche Farben aufweisen und in Kombination eine Mischfarbe als erste Farbe des zumindest einen thermochromen Elements in einem Temperaturbereich unterhalb des Farbumschlagpunkts aufweist und/oder in Kombination eine Mischfarbe als zweite Farbe des zumindest einen thermochromen Elements in einem Temperaturbereich oberhalb des Farbumschlagpunkts aufweist, welche im Wesentlichen farblos erscheint.

**[0097]** Es kann auch möglich sein, dass die erste Lackschicht und die zweite Lackschicht einen Farbabstand  $\Delta E$  im Bereich von 50 bis 270, bevorzugt von 100 bis 270, besonders bevorzugt von 130 bis 270, aufweisen.

**[0098]** Insbesondere ist es vorgesehen, dass für einen guten Kontrast im CIELAB-Raum der Gesamtfarbabstand  $\Delta E$  aller Farbkomponenten L, a und b spezifiziert wird. Beim CIELAB-System wird der Farbraum durch eine Kugel mit drei Achsen L, a und b definiert. Der Farbabstand  $\Delta E$  ist also ein Maß für den empfundenen Farbabstand zwischen zwei Farborten  $p = (L_p, a_p, b_p)$  und  $v = (L_v, a_v, b_v)$  und ist abhängig vom Auftragsgewicht der ersten und/oder zweiten Lackschicht. Hierbei ist insbesondere  $L_{p,v}$  die Helligkeit,  $a_{p,v}$  der Farbwert auf der Rot-Grün-Achse und  $b_{p,v}$  der Farbwert auf der Gelb-Blau-Achse der zwei Farborte. Die Farbabweichung  $\Delta E_{pv}$  zwischen zwei Farborten wird insbesondere wie folgt berechnet:

$$\Delta E_{pv} = \sqrt{(L_p - L_v)^2 + (a_p - a_v)^2 + (b_p - b_v)^2},$$

wobei bevorzugt der Farbort mit dem Subscript v einer ersten Lackschicht mit oder ohne einer thermochromen Komponente und der Farbort mit dem Subscript p einer zweiten Lackschicht mit oder ohne einer thermochromen Komponente entspricht. Insbesondere für das menschliche Auge ist hierbei eine Farbabweichung ab  $\Delta E = 1,0$  frühestens wahrnehmbar. Vorzugsweise ist es vorgesehen, dass die erste Lackschicht eine dunkle Farbe mit einem niedrigen L-Wert, insbesondere einen L-Wert von weniger als 50, aufweist, und/oder die zweite Lackschicht eine helle Farbe mit einem hohen L-Wert, insbesondere einen L-Wert von mehr oder gleich 50, aufweist.

**[0099]** Es ist bevorzugt auch möglich, dass das zumindest eine thermochrome Element reversibel ist, insbesondere sodass beliebig oft ein Farbumschlag von der ersten Farbe zu der zweiten Farbe oder umgekehrt vorgesehen ist, oder dass das zumindest eine thermochrome Element irreversibel ist, insbesondere sodass lediglich ein einziger Farbumschlag von der ersten Farbe zu der zweiten Farbe oder umgekehrt vorgesehen ist. Bei einem thermochromen Element, welches reversibel ist, bietet sich der Vorteil, dass bei diesem eine Überprüfung der Echtheit beliebig oft durchgeführt werden kann. Aus diesem Grund werden reversible thermochrome Elemente vorteilhafterweise für Banknoten, Ausweise und andere Sicherheitsdokumente eingesetzt. Bei einem irreversiblen thermochromen Element ist ein Einsatz im Fälschungsschutz für kommerzielle Produkte vorteilhaft, beispielsweise zur einmaligen Überprüfung der Echtheit eines Parfüms oder ähnliches. Hierzu kann ein irreversibles thermochromes Element auf den Flakon aufgebracht sein, um so ein originales Parfüm von einem Plagiat zu unterscheiden. Als weiteres Einsatzgebiet für irreversible thermochrome Element bietet sich beispielsweise eine Kühlprüfung an. Hierfür ist vorzugsweise vorgesehen, dass ein irreversibles thermochromes Element auf ein zu kühlendes Produkt aufgebracht ist. Wird die Kühltemperatur des zu kühlenden Produkts einmalig überschritten, so ändert das thermochrome Element sein Erscheinungsbild. Das Erscheinungsbild des thermochromen Elements gibt dann also an, ob bei der Kühlkette die einzuhaltende Temperatur überschritten wurde oder nicht. Bei verderblicher Ware, welche vorzugsweise für den Lebensmittelhandel bestimmt ist, kann somit bei Überschreitung der zulässigen Temperatur, die Ware, bevor diese in den Handel gelangt, entsorgt werden.

**[0100]** Es ist bevorzugt auch möglich, dass das zumindest eine thermochrome Element eine Farbumschlagsdauer von weniger als 5 Sekunden, insbesondere von weniger als 1 Sekunde, aufweist, insbesondere wobei die Farbumschlagsdauer die Zeit angibt, welche für den Farbumschlag von der ersten Farbe zur zweiten Farbe oder umgekehrt

benötigt wird. Durch eine derartige Zeitdauer wird gewährleistet, dass die Überprüfung von Sicherheitselementen bzw. Sicherheitsdokumenten auf deren Echtheit schnell durchführbar ist. Dies ist insbesondere bei Banknoten vorteilhaft.

**[0101]** Insbesondere ist es vorgesehen, dass das zumindest eine thermochrome Element zu einer Sichtseite, welche für den Betrachter sichtbar ist, ausgerichtet ist und wobei unterhalb des zumindest einen thermochromen Elements angeordnete Schichten zumindest eine Information bereitstellen, welche bei einem Temperaturbereich unterhalb des Farbumschlagpunkts von der ersten Farbe des zumindest einen thermochromen Elements zumindest teilweise oder vollständig für einen Betrachter verdeckt ist, und bei einem Temperaturbereich oberhalb des Farbumschlagpunkts aufgrund der zweiten, insbesondere transparenten, Farbe des zumindest einen thermochromen Elements für den Betrachter sichtbar ist. Bei den unterhalb des zumindest einen thermochromen Elements angeordneten Schichten kann es sich beispielsweise um die Dekorlagen, wie zum Beispiel Farbschichten, Metallschichten und/oder Replizierlackschichten handeln, welche eine optische Information bereitstellen. Bei der optischen Information kann es sich beispielsweise um alphanumerische Zeichen, Muster, Symbole oder Motive handeln. Weiter ist es zweckmäßig, wenn die Dekorlage weitere optisch variable Schichten, beispielsweise mit Elementen und/oder Stoffen, einzeln oder in Kombination aufweist, ausgewählt aus: optisch variable Pigmente, Hologramme, Blazegitter, Reliefstrukturen, Kinegram®, optische Beugungsstrukturen, Linsen, Prismen, Dünnschichten, Flüssigkristalle. So ist es vorteilhaft, wenn die Dekorlage mindestens eine Schicht mit einem dekorativen Effekt aufweist.

**[0102]** Es ist auch möglich, dass der Anteil einer thermochromen Komponente im zumindest einen thermochromen Element im Bereich von 20% bis 80%, insbesondere von 30% bis 70%, liegt. Durch einen derartigen Anteil kann die gewünschte Farbe, der Effekt, die Verdruckbarkeit und/oder die Möglichkeit der Einarbeitung in Lacke individuell angepasst werden.

**[0103]** Bevorzugt ist es möglich, dass das zumindest eine thermochrome Element Festkörper, insbesondere Pigmente und/oder Bindemittel, und Lösungsmittel umfasst.

**[0104]** Es ist insbesondere vorgesehen, dass das zumindest eine thermochrome Element einen Festkörperanteil im Bereich von 20 Gew.-% bis 80 Gew.-%, bevorzugt von 30 Gew.-% bis 70 Gew.-%, aufweist (Gew.-% = Gewichtsprozent), insbesondere wobei bei dem Festkörperanteil der Bindemittelanteil in einem Bereich von 20 Gew.-% bis 80 Gew.-%, bevorzugt von 30 Gew.-% bis 70 Gew.-%, und der Farbmittelanteil 0,5 Gew.-% bis 80 Gew.-%, bevorzugt von 1 Gew.-% bis 70 Gew.-%, aufweist.

**[0105]** Bevorzugt ist es möglich, dass das zumindest eine thermochrome Element anorganische thermochrome Verbindungen ausgewählt aus: Rutil, Zinkoxid, Quecksilber(II)-iodid; und/oder organische thermochrome Verbindungen ausgewählt aus: 9,9'-Bixanthylen, 10,10'-Bianthronylen; umfasst. Beispielsweise können thermochrome Pigmente, eingekapselte Pigmente, Farbstoffe und Pasten durch die Zugabe bestehender Lackformulierungen, die bereits andere Funktionen erfüllen, wie Grundierungen, Replikationslacke, Farblacke, Schutzlacke, etc. eingebracht werden. Die Lacke können hierbei wässrig, lösungsmittelhaltig, UV-basiert oder auch Hybrid-Varianten sein.

**[0106]** Es ist bevorzugt möglich, dass das zumindest eine thermochrome Element eine Dicke im Bereich von 1,0  $\mu\text{m}$  bis 1,8  $\mu\text{m}$  aufweist und im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 800 nm, insbesondere von 300 nm bis 500 nm, bei einer Temperatur im Bereich von 20°C bis 25°C eine Transmission von maximal 70%, bevorzugt maximal 65%, besonders bevorzugt maximal 60%, aufweist.

**[0107]** Es ist auch möglich, dass das zumindest eine thermochrome Element eine Dicke im Bereich von 1,6  $\mu\text{m}$  bis 2,4  $\mu\text{m}$  aufweist und im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 800 nm, insbesondere von 300 nm bis 500 nm, bei einer Temperatur im Bereich von 20°C bis 25°C eine Transmission von maximal 50%, bevorzugt maximal 45%, besonders bevorzugt maximal 40%, aufweist.

**[0108]** Bevorzugt kann es auch vorgesehen sein, dass das zumindest eine thermochrome Element eine Dicke im Bereich von 2,7  $\mu\text{m}$  bis 3,3  $\mu\text{m}$  aufweist und im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 800 nm, insbesondere von 300 nm bis 500 nm, bei einer Temperatur im Bereich von 20°C bis 25°C eine Transmission von maximal 40%, bevorzugt maximal 35%, besonders bevorzugt maximal 30%, aufweist.

**[0109]** Ferner ist es möglich, dass das zumindest eine thermochrome Element eine Dicke im Bereich von 3,6  $\mu\text{m}$  bis 4,4  $\mu\text{m}$  aufweist und im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 800 nm, insbesondere von 300 nm bis 500 nm, bei einer Temperatur im Bereich von 20°C bis 25°C eine Transmission von maximal 30%, bevorzugt maximal 25%, besonders bevorzugt maximal 20%, aufweist.

**[0110]** Bevorzugt ist es möglich, dass das zumindest eine thermochrome Element eine Wärmeleitfähigkeit im Bereich von 0,001 W/m\*K bis 8000 W/m\*K, insbesondere von 0,005 W/m\*K bis 6000 W/m\*K, aufweist. Dadurch wird sichergestellt, dass der Wärmeeintrag und die daraus resultierende Temperaturänderung des zumindest einen thermochromen Elements zeitlich zügig erfolgt, sodass die Überprüfung der Echtheit ohne langes Warten durchgeführt werden kann.

**[0111]** Es ist bevorzugt auch vorgesehen, dass die beim Wärmeübergang durch Berührung des Fingers mit dem zumindest einen thermochromen Element übertragene Wärme mittels des Fourierschen Gesetzes, wie folgt berechnet werden kann:

$$Q = \frac{\lambda \cdot A \cdot \Delta T}{d}$$

5 wobei  $\lambda$  der Wärmeleitfähigkeit, A der Berührungsfläche,  $\Delta T$  der Temperaturdifferenz und d dem Abstand des Mediums 1 zum Medium 2 entspricht.

**[0112]** Insbesondere ist es vorgesehen, dass es sich bei dem Medium 1 um das thermochrome Element und bei dem Medium 2 um einen menschlichen Finger handelt. Da das thermochrome Element vorzugsweise von zumindest einer Schutzlackschicht bedeckt ist, entspricht die Dicke der Schutzlackschicht dem Abstand d. Generell lässt sich sagen, je  
10 höher die Wärmeleitfähigkeit des thermochromen Elements ist, desto schneller findet der Farbwechsel des thermochromen Elements statt.

**[0113]** Es ist bevorzugt vorgesehen, dass die zumindest eine haptische Schicht räumliche Strukturen unterschiedlicher Höhe und/oder Tiefe umfasst, insbesondere wobei die räumlichen Strukturen eine Höhe und/oder Tiefe im Bereich von 0,1  $\mu\text{m}$  bis 70  $\mu\text{m}$ , bevorzugt von 0,5  $\mu\text{m}$  bis 50  $\mu\text{m}$ , besonders bevorzugt von 0,5  $\mu\text{m}$  bis 30  $\mu\text{m}$ , aufweist. Insbesondere  
15 ist es möglich, dass die Dicke der zumindest einen haptischen Schicht auf der Trägerfolie unterschiedlich ausgebildet werden kann, sodass gleichzeitig die räumlichen Strukturen mit unterschiedlichen Höhen und/oder Tiefen erzeugt werden können. Vorteilhafterweise ist es möglich, dass in die zumindest eine haptische Schicht räumliche Strukturen unterschiedlicher Höhe und/oder Tiefe eingebracht werden, insbesondere mittels Stempel und/oder Drucken und/oder Walzen, wobei die räumlichen Strukturen eine Höhe und/oder Tiefe im Bereich von 0,1  $\mu\text{m}$  bis 70  $\mu\text{m}$ , bevorzugt von 0,5  
20  $\mu\text{m}$  bis 50  $\mu\text{m}$ , besonders bevorzugt von 0,5  $\mu\text{m}$  bis 30  $\mu\text{m}$ , aufweist.

**[0114]** Weiter kann die haptische Schicht auch in Form von Punkten, bevorzugt als Braille-Schrift ausgebildet sein. Die einzelnen Punkte weisen insbesondere jeweils einen Punktedurchmesser im Bereich von 0,8 mm bis 2,4 mm, bevorzugt von 1,1 mm bis 2,1 mm, besonders bevorzugt von 1,5 mm bis 1,7 mm auf. Weiter können die einzelnen Punkte einen bestimmten Punktabstand aufweisen. Der Punktabstand ist definiert durch den Abstand von Punktmitte  
25 zu Punktmitte und liegt insbesondere in einem Bereich von 1 mm bis 4 mm, bevorzugt in einem Bereich von 1,5 mm bis 3,5 mm, besonders bevorzugt in einem Bereich von 2 mm bis 3 mm.

**[0115]** Auch zwischen den einzelnen Zeichen kann ein bestimmter Zeichenabstand vorliegen. Der Zeichenabstand ist definiert durch den Abstand von Punktmitte zu Punktmitte und liegt insbesondere in einem Bereich von 2 mm bis 9 mm, bevorzugt von 4 mm bis 7 mm, besonders bevorzugt von 5 mm bis 7 mm.

**[0116]** Der Abstand zwischen den einzelnen Zeilen wird als Zeilenabstand bezeichnet und liegt insbesondere in einem Bereich von 5 mm bis 15 mm, bevorzugt von 7 mm bis 13 mm, besonders bevorzugt von 9 mm bis 11 mm.

**[0117]** Bevorzugt ist es vorgesehen, dass die zumindest eine haptische Schicht unterhalb des zumindest einen thermochromen Elements angeordnet ist, insbesondere wobei sich das zumindest eine thermochrome Element an die räumlichen Strukturen der zumindest einen haptischen Schicht anpasst. Vorteilhafterweise ist es vorgesehen, dass die  
35 zumindest eine haptische Schicht unter der zumindest einen thermochromen Elements aufgebracht wird, insbesondere wobei sich durch das nachfolgende Aufbringen des zumindest einen thermochromen Elements dieses an die räumlichen Strukturen der zumindest einen haptischen Schicht anpasst.

**[0118]** Bevorzugt ist es möglich, dass die räumlichen Strukturen der zumindest einen haptischen Schicht als Punkte, Wellen, Linien und/oder Kombinationen daraus und/oder als Dekorelement ausgestaltet sind.

**[0119]** Es ist bevorzugt auch vorgesehen, dass die zumindest eine haptische Schicht und/oder das zumindest eine thermochrome Element replizierte Strukturen, insbesondere Linsen, umfasst und/oder dass die zumindest eine haptische Schicht und/oder das zumindest eine thermochrome Element Additive, insbesondere Polymethylmethacrylat-Kugeln und/oder Polystyrol-Kugeln und/oder Polymethylsilsesquioxane-Kugeln mit einem Durchmesser im Bereich von 0,8  $\mu\text{m}$  bis 25  $\mu\text{m}$ , aufweist. Bevorzugt ist es auch möglich, dass in die zumindest eine haptische Schicht und/oder das zumindest eine thermochrome Element replizierte Strukturen, insbesondere Linsen, eingebracht werden und/oder dass in die  
45 zumindest eine haptische Schicht und/oder das zumindest eine thermochrome Element Additive, insbesondere Polymethylmethacrylat-Kugeln und/oder Polystyrol-Kugeln und/oder Polymethylsilsesquioxane-Kugeln mit einem Durchmesser im Bereich von 0,8  $\mu\text{m}$  bis 25  $\mu\text{m}$ , eingebracht werden. Durch den Zusatz von Additiven und/oder replizierten Strukturen lassen sich vielfältige haptische Effekte erzeugen.

**[0120]** Es ist insbesondere auch möglich, dass die zumindest eine haptische Schicht direkt auf die Trägerschicht, insbesondere die Haftvermittlerschicht der Trägerschicht, aufgebracht ist und/oder dass die zumindest eine haptische Schicht eine Schicht der Transferlage ist. Es ist weiter auch möglich, dass die zumindest eine haptische Schicht direkt auf die Trägerschicht, insbesondere die Haftvermittlerschicht der Trägerschicht, aufgebracht wird und/oder wobei die  
50 zumindest eine haptische Schicht eine Schicht der Transferlage ist.

**[0121]** Es ist weiter auch möglich, dass das zumindest eine thermochrome Element räumliche Strukturen unterschiedlicher Höhe und/oder Tiefe zur Generierung der haptischen Eigenschaften umfasst, insbesondere wobei die räumlichen Strukturen eine Höhe und/oder Tiefe im Bereich von 0,1  $\mu\text{m}$  bis 70  $\mu\text{m}$ , bevorzugt von 0,5  $\mu\text{m}$  bis 50  $\mu\text{m}$ , besonders bevorzugt von 0,5  $\mu\text{m}$  bis 30  $\mu\text{m}$ , aufweist. Bevorzugt ist es vorgesehen, dass in das zumindest eine thermochrome  
55

Element räumliche Strukturen unterschiedlicher Höhe und/oder Tiefe zur Generierung der haptischen Eigenschaften eingebracht werden, insbesondere mittels Stempel und/oder Druck und/oder Walze, wobei die räumlichen Strukturen eine Höhe und/oder Tiefe im Bereich von 0,1  $\mu\text{m}$  bis 70  $\mu\text{m}$ , bevorzugt von 0,5  $\mu\text{m}$  bis 50  $\mu\text{m}$ , besonders bevorzugt von 0,5  $\mu\text{m}$  bis 30  $\mu\text{m}$ , aufweist.

5 **[0122]** Bevorzugt ist es vorgesehen, dass die räumlichen Strukturen des zumindest einen thermochromen Elements durch Variation der Schichtdicke, insbesondere gedruckter und/oder replizierte Schichten und/oder durch Zusatz von Additiven entstehen.

**[0123]** Es ist auch möglich, dass die räumlichen Strukturen des zumindest einen thermochromen Elements als Punkte, Wellen, Linien und/oder Kombinationen daraus und/oder als Dekorelement ausgestaltet sind.

10 **[0124]** Eine Anwendung des erfindungsgemäßen Sicherheitselements kann bei Sicherheitsdokumenten, wie zum Beispiel Banknoten, Ausweisen oder ähnlichem erfolgen. Weiterhin sind derartige Sicherheitselemente auch im Fälschungsschutz für kommerzielle Produkte, insbesondere als Plagiatsschutz, und/oder als Kühlprüfung einer Kühlkette einsetzbar. Bei dem Sicherheitselement kann es sich um einen speziellen Sicherheitsdruck und/oder um einen auf eine Oberfläche eines Substrats applizierten Sicherheitsstreifen oder um einen Sicherheitsfaden, welcher bei Herstellung  
15 des Sicherheitsdokuments in dieses eingebettet wird und/oder um eine Transferfolie, welche auf ein Sicherheitsdokument oder auf ein Produkt oder auf eine Produktverpackung appliziert wird, handeln.

**[0125]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand von mehreren Ausführungsbeispielen unter Zuhilfenahme der beiliegenden Zeichnungen beispielhaft erläutert. Die gezeigten Ausführungsbeispiele sind daher nicht einschränkend zu verstehen.

- 20 Fig. 1a, b zeigen jeweils eine schematische Darstellung eines Schichtaufbaus eines Sicherheitselements
- Fig. 2a, b zeigen jeweils eine schematische Darstellung eines Schichtaufbaus eines Sicherheitselements
- 25 Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung eines Sicherheitselements als Transferfolie
- Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung eines Sicherheitselements als Transferfolie
- Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung eines Schichtaufbaus eines Sicherheitselements
- 30 Fig. 6 zeigt eine schematische Darstellung Sicherheitsdokuments mit einem applizierten Sicherheitselement
- Fig. 7 zeigt eine schematische Darstellung Sicherheitsdokuments mit einem applizierten Sicherheitselement
- 35 Fig. 8 zeigt eine schematische Darstellung Sicherheitsdokuments mit einem applizierten Sicherheitselement
- Fig. 9 zeigt eine schematische Darstellung Sicherheitsdokuments mit einem applizierten Sicherheitselement
- Fig. 10 zeigt eine schematische Darstellung Sicherheitsdokuments mit einem applizierten Sicherheitselement
- 40 Fig. 11 zeigt eine schematische Darstellung Sicherheitsdokuments mit einem applizierten Sicherheitselement
- Fig. 12 zeigt eine schematische Darstellung Sicherheitsdokuments mit einem applizierten Sicherheitselement
- 45 Fig. 13 zeigt eine schematische Darstellung Sicherheitsdokuments mit einem applizierten Sicherheitselement
- Fig. 14 zeigt ein Diagramm der Transmission eines thermochromen Elements mit einer Schichtdicke von 1,0  $\mu\text{m}$  bis 1,8  $\mu\text{m}$  für verschiedene Wellenlängen in Abhängigkeit der Farbe
- 50 Fig. 15 zeigt ein Diagramm der Transmission eines thermochromen Elements mit einer Schichtdicke von 1,6  $\mu\text{m}$  bis 2,4  $\mu\text{m}$  für verschiedene Wellenlängen in Abhängigkeit der Farbe
- Fig. 16 zeigt ein Diagramm der Transmission eines thermochromen Elements mit einer Schichtdicke von 2,7  $\mu\text{m}$  bis 3,3  $\mu\text{m}$  für verschiedene Wellenlängen in Abhängigkeit der Farbe
- 55 Fig. 17 zeigt ein Diagramm der Transmission eines thermochromen Elements mit einer Schichtdicke von 3,6  $\mu\text{m}$  bis 4,4  $\mu\text{m}$  für verschiedene Wellenlängen in Abhängigkeit der Farbe

**[0126]** Fig. 1a zeigt eine schematische Darstellung eines Sicherheitselements 1, wobei das Sicherheitselement 1 ein thermochromes Element 11 aufweist und wobei das thermochrome Element 11 haptische Eigenschaften aufweist. Unter haptische Eigenschaften sind hierbei die räumlichen Strukturen mit Erhöhungen und Vertiefungen des thermochromen Elements 11 zu verstehen. Diese sind vorzugsweise bei Berührung für den Menschen spürbar. Vorzugsweise weisen diese räumlichen Strukturen eine Höhe und/oder Tiefe im Bereich von 0,1  $\mu\text{m}$  bis 70  $\mu\text{m}$ , bevorzugt von 0,5  $\mu\text{m}$  bis 50  $\mu\text{m}$ , besonders bevorzugt von 0,5  $\mu\text{m}$  bis 30  $\mu\text{m}$ , auf. Diese räumlichen Strukturen können beispielsweise durch unterschiedliche Schichtdicken insbesondere beim Drucken erzeugt werden. Es ist jedoch zusätzlich oder alternativ auch möglich, dass das gedruckte thermochrome Element 11, vorzugsweise im noch nicht ausgehärteten Zustand, mittels eines Stempels oder einer Walze strukturiert wird, sodass diese räumlichen Strukturen entstehen.

**[0127]** Wird das Sicherheitselement 1 als Transferfolie, insbesondere als Prägefolie, verwendet, kann auch eine Einbringung des thermochromen Elements 11 in die Haftvermittlerschicht sinnvoll sein. Weist das thermochrome Element 11 auch haptische Eigenschaften auf, dann können die haptischen Eigenschaften durch das lokal unterschiedliche Auftragsgewicht der Haftvermittlerschicht hervorgerufen werden. Zusätzlich oder anstatt eines unterschiedlich hohen Auftragsgewichts der Haftvermittlerschicht im Dekor können die haptischen Eigenschaften durch Additive oder thermochrome Elemente 11 selbst entstehen.

**[0128]** Fig. 1b zeigt eine schematische Darstellung eines Sicherheitselements 1, wobei das Sicherheitselement 1 ein thermochromes Element 11 aufweist und wobei das Sicherheitselement 1 eine haptische Schicht 12 aufweist. Bei dieser Ausführungsvariante werden die haptischen Eigenschaften durch die haptische Schicht 12 erzeugt.

**[0129]** Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die zumindest eine haptische Schicht 12 räumliche Strukturen unterschiedlicher Höhe und/oder Tiefe umfasst, insbesondere wobei die räumlichen Strukturen eine Höhe und/oder Tiefe im Bereich von 0,1  $\mu\text{m}$  bis 70  $\mu\text{m}$ , bevorzugt von 0,5  $\mu\text{m}$  bis 50  $\mu\text{m}$ , besonders bevorzugt von 0,5  $\mu\text{m}$  bis 30  $\mu\text{m}$ , aufweist. Diese räumlichen Strukturen sind für den Menschen durch Berührung spürbar bzw. ertastbar. Auch hier können die räumlichen Strukturen mittels unterschiedlicher Auftragsdicken des Drucks realisiert werden und/oder mittels eines Stempels und/oder einer Walze Strukturen in die zumindest eine haptische Schicht 12 eingebracht werden.

**[0130]** In der in Fig. 1b gezeigten Ausführungsvariante ist die haptische Schicht 12 unterhalb des thermochromen Elements 11 angeordnet, wobei sich das zumindest eine thermochrome Element 11 an die räumlichen Strukturen der zumindest einen haptischen Schicht 12 anpasst. Das thermochrome Element 11 ist in dieser Ausführung auch vollflächig über der haptischen Schicht 12 angeordnet. In vorteilhaften Ausgestaltungen ist es jedoch auch möglich, dass das thermochrome Element 11 zumindest bereichsweise über der haptischen Schicht 12 angeordnet ist.

**[0131]** In Fig. 2a ist ein weiterer schematischer Schichtaufbau eines Sicherheitselements 1 gezeigt. Insbesondere ist vorgesehen, dass das Sicherheitselement 1 gemäß Fig. 2a als Sicherheitsstreifen ausgestaltet ist. Das in Fig. 2a gezeigte Sicherheitselement 1 umfasst drei thermochrome Elemente 11, welche partiell auf eine Trägerschicht 13 aufgebracht sind. Diese können beispielsweise durch partielles Drucken aufgebracht sein. Weiter umfasst das Sicherheitselement 1 eine Grundierung 14, welche auf der den thermochromen Elementen 11 gegenüberliegenden Seite der Trägerschicht 13 angeordnet ist. Bevorzugt ist, dass die Trägerschicht 13 eine Dicke im Bereich von 1  $\mu\text{m}$  bis 500  $\mu\text{m}$ , bevorzugt von 3  $\mu\text{m}$  bis 75  $\mu\text{m}$ , besonders bevorzugt von 6  $\mu\text{m}$  bis 50  $\mu\text{m}$ , aufweist.

**[0132]** Es kann auch vorgesehen sein, dass die Trägerschicht 13 zumindest eine Haftvermittlerschicht aufweist, insbesondere wobei die Haftvermittlerschicht eine Dicke in einem Bereich von 1 nm bis 5  $\mu\text{m}$ , bevorzugt von 5 nm bis 3  $\mu\text{m}$ , aufweist. Die Haftvermittlerschicht erhöht dabei die Haftung zwischen zwei Schichten, die ansonsten keine ausreichende Haftung zueinander aufweisen würden. Dies kann beispielsweise die Haftung zwischen der Trägerschicht 13 und dem thermochromen Element 11 sein.

**[0133]** In Fig. 2b ist eine alternative Ausgestaltung eines Sicherheitselements 1, insbesondere als Sicherheitsstreifen, gezeigt. Dabei umfasst das Sicherheitselement 1 eine Trägerschicht 13 und eine auf der Trägerschicht 13 aufgebrachten haptischen Schicht 12, über der vollflächig ein thermochromes Element 11 angeordnet ist. Die haptische Schicht 12 weist dabei wieder die aus Fig. 1b erläuterten räumlichen Strukturen auf, an die sich das thermochrome Element 11 anpasst. Auf der dem thermochromen Element 11 gegenüberliegenden Seite der Trägerschicht 13 ist eine Grundierung 14 angeordnet. Diese Grundierung 14 kann in der Regel eine Kleberschicht oder ein System aus mehreren Kleberschichten darstellen.

**[0134]** Fig. 3 zeigt einen schematischen Aufbau eines Sicherheitselements 1, insbesondere als Transferfolie 2. Das Sicherheitselement 1 umfasst eine Trägerschicht 13 und eine von der Trägerschicht 13 ablösbare Transferlage 21. Die Transferlage 21 umfasst dabei drei partiell angeordnete thermochrome Elemente 11, eine Grundierung 14 und eine Schutzlackschicht 15. Das Sicherheitselement 1 umfasst in der in Fig. 3 gezeigten Ausgestaltung eine Ablöseschicht 16, welche zwischen der Trägerschicht 13 und der Transferlage 21 angeordnet ist.

**[0135]** In der in Fig. 3 gezeigten Ausgestaltung die Grundierung 14 derart angeordnet ist, dass diese nach Applikation der Transferlage 21 auf ein Zielsubstrat unter den thermochromen Elementen 11 angeordnet ist. Wohingegen die Schutzlackschicht 15 derart angeordnet ist, dass diese nach Applikation der Transferlage 21 auf ein Zielsubstrat über den thermochromen Elementen 11 angeordnet ist. Die Schutzlackschicht 15 hat dabei die Funktion die thermochromen Elemente 11 vor äußeren Umwelteinflüssen, wie zum Beispiel mechanische, physikalische oder chemische Beanspru-

chung, zu schützen. Insbesondere ist vorgesehen, dass die Schutzlackschicht 15 sich den räumlichen Strukturen des zumindest einen thermochromen Elements 11 anpasst. Dadurch kann zum einen die nötige Schutzwirkung sichergestellt werden und zum anderen bleiben die haptischen Eigenschaften bzw. die räumlichen Strukturen durch diese Ausgestaltung für den Menschen bei Berührung des Sicherheitselements 1 spürbar bzw. fühlbar.

**[0136]** In Fig. 4 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Sicherheitselements 1 als Transferfolie 2 schematisch dargestellt. Dabei umfasst das Sicherheitselement 1 eine Trägerschicht 13 und eine von der Trägerschicht 13 ablösbare Transferlage 21. Die Transferlage 21 umfasst dabei die Grundierung 14, drei thermochrome Elemente 11, eine Dekorlage 17, sowie eine Schutzlackschicht 15. Zwischen der Transferlage 21 und der Trägerschicht 13 ist zudem eine Ablöseschicht 16 angeordnet.

**[0137]** Die Dekorlage 17 umfasst vorzugsweise zumindest eine Farbschicht und/oder zumindest eine Replizierlackschicht und/oder zumindest eine Metallschicht und/oder zumindest eine Linsenschicht. Weiter ist es möglich, dass die Dekorlage 17 vollflächig oder musterförmig, beispielsweise in Form von alphanumerischen Zeichen, Mustern, Symbolen oder Motiven, ausgeformt ist. Weiter ist es zweckmäßig, wenn die Dekorlage 17 weitere optisch variable Schichten, beispielsweise mit Elementen und/oder Stoffen, einzeln oder in Kombination umfasst, ausgewählt aus: optisch variable Pigmente, Hologramme, Blazegitter, Reliefstrukturen, Kinegram®, optische Beugungsstrukturen, Linsen, Prismen, Dünnschichten oder Flüssigkristalle. So ist es vorteilhaft, wenn die Dekorlage 17 mindestens eine Schicht mit einem dekorativen Effekt aufweist.

**[0138]** Wie in Fig. 4 zu sehen ist, ist die Dekorlage 17 partiell aufgebracht. Die beiden rechten partiellen Dekorlagen 17 werden dabei zumindest teilweise von den thermochromen Elementen 11 überdeckt. Bei Überschreitung des Farbumschlagpunkts des thermochromen Elements 11 durch Wärme, werden die unter den thermochromen Elementen 11 angeordneten Dekorlagen 17 für den Betrachter sichtbar. Somit können Informationen der Dekorlagen 17 bei Temperaturen unterhalb des Farbumschlagpunkts des thermochromen Elements 11 verdeckt werden, welche bei Überschreitung dieses Farbumschlagpunkts sichtbar werden. Dadurch lassen sich einzigartige Sicherheitselemente 1 bereitstellen, welche zudem durch den Anwender bzw. Betrachter auf einfache Art und Weise durch Berührung und dem damit verbundenen Wärmeübergang auf deren Echtheit geprüft werden können.

**[0139]** Wie in Fig. 4 auch zu sehen ist, kann eine Dekorlage 17 auch alleine stehen und eine dauerhaft für den Betrachter sichtbare Information bereitstellen. D.h. die Dekorlage 17 wird von keinem thermochromen Element 11 überdeckt. Dies ist bei der linken Dekorlage 17 in Fig. 4 der Fall.

**[0140]** In Fig. 5 ist eine weitere Ausgestaltung eines Sicherheitselements 1, insbesondere als Sicherheitsstreifen, schematisch dargestellt. Dabei umfasst das Sicherheitselement 1 eine Trägerschicht 13 und eine unter der Trägerschicht 13 angeordnete Grundierung 14. Auf der Oberseite der Trägerschicht 13 sind partiell Dekorlagen 17 angeordnet und ein partielles thermochromes Element 11. Über den beiden rechten Dekorlagen 17 ist jeweils ein thermochromes Element 11 angeordnet. Diese überdecken die Dekorlage 17 zumindest teilweise. Es ist auch möglich, dass die Dekorlage 17 vollständig von dem thermochromen Element 11 überdeckt ist.

**[0141]** Darüber hinaus kann die Dekorlage 17 auch eine haptische Schicht 12 umfassen, welche räumliche Strukturen erzeugt bzw. die Dekorlage 17 selbst kann eine haptische Schicht 12 sein und selbst räumliche Strukturen erzeugen. In Kombination mit den thermochromen Elementen 11, die ebenfalls haptische Eigenschaften aufweisen, können somit vielfältige taktile, für einen Betrachter spürbare, Strukturen erzeugt werden.

**[0142]** Fig. 6 zeigt ein Sicherheitsdokument 3 mit einem darauf applizierten Sicherheitselement 1. Bei dem Sicherheitsdokument 3 handelt es sich vorzugsweise um ein Banknotensubstrat aus Papier oder einem Polymer. In der gezeigten Ausgestaltung wurde die Transferlage 21 einer Heißprägefolie auf das Sicherheitsdokument 3 in Form eines Streifens auf das Sicherheitsdokument 3 appliziert. Insbesondere ist vorgesehen, dass die Transferlage 21 eine Kleberschicht, insbesondere eine Heißkleberschicht, umfasst, welche thermisch durch einen beheizbaren Prägestempel oder einer Prägewalze aktiviert wird. Durch die Aktivierung der Kleberschicht wird ein fester Verbund zwischen Sicherheitsdokument 3 und Transferlage 21 bzw. Sicherheitselement 1 hergestellt. Insbesondere ist auch vorgesehen, dass die Kleberschicht mittels Strahlung, insbesondere UV-Strahlung, ausgehärtet wird. Es kann auch vorgesehen sein, dass der Kleber unmittelbar vor Aufbringen der Transferlage 21 auf die Transferlage 21 oder dem Sicherheitsdokument 3 aufgebracht wird. Auch hier wird anschließend der Kleber ausgehärtet, insbesondere mittels UV-Strahlung.

**[0143]** Das in Fig. 6 gezeigte Sicherheitselement 1 umfasst dabei vier thermochrome Elemente 11 in Form von Kreisen, d.h. das thermochrome Element 11 ist nur teilweise im Sicherheitselement 1 angeordnet.

**[0144]** In Fig. 7 ist eine weitere Ausgestaltungsvariante eines Sicherheitsdokuments 3 mit einem darauf applizierten Sicherheitselement 1 dargestellt. Dabei wurde die Transferlage 21 einer Heißprägefolie auf das Sicherheitsdokuments 3 in Form eines Streifens appliziert. Im Gegensatz zu der in Fig. 6 gezeigten Ausführungsvariante ist bei der in der Fig. 7 gezeigten Ausführung das thermochrome Element 11 vollflächig angeordnet. D.h., das gesamte Sicherheitselement 1 verfügt über thermochrome Eigenschaften, sodass dieses bei Wärmeeintrag einen Farbumschlag erzeugt. Der Farbumschlag erfolgt allerdings nur lokal, an der Stelle, an der die Wärme eingebracht wird, beispielsweise durch Berühren eines Fingers eines Betrachters bzw. Anwenders. Je nach Wärmeleitfähigkeit des thermochromen Elements 11 kann die Wärme innerhalb des thermochromen Elements 11 schneller oder langsamer geleitet werden, sodass auch benach-

barte Stellen des Wärmeeintragspunkts einen Farbumschlag vollziehen können.

**[0145]** In Fig. 8 ist eine weitere Ausgestaltung eines Sicherheitsdokuments 3 mit einem darauf applizierten Sicherheitselement 1 dargestellt. Hierbei ist das Sicherheitselement 1 als Patch ausgestaltet, welches als Transferlage 21 einer Heißprägefolie auf das Sicherheitsdokument 3 mittels eines Heißprägestempels aufgebracht wurde. Alternativ kann ein derartiger Patch auch als Kaltprägefolie oder als Laminierfolie aufgebracht werden. Das Sicherheitselement 1 in Form eines Patch weist dabei vier partiell angeordnete thermochrome Elemente 11 in Form von Kreisen auf. Zudem weisen diese thermochromen Elemente 11 Erhebungen und Vertiefungen als räumliche Strukturen auf, welche für den Menschen bei Berührung spürbar bzw. ertastbar sind.

**[0146]** In Fig. 9 ist eine weitere Ausgestaltungsvariante eines Sicherheitsdokuments 3 mit einem darauf applizierten Sicherheitselement 1 dargestellt. Bei dem Sicherheitselement 1 handelt es sich um einen Streifen, welcher als Transferlage 21 einer Heißprägefolie oder einer Kaltprägefolie oder als in das Dokumentensubstrat eingebetteter Faden oder als Laminierfolie auf bzw. in das Sicherheitsdokument 3 übertragen wurde. Das Sicherheitselement 1 umfasst dabei sechs thermochrome Elemente 11, welche in Form von Wellen ausgestaltet sind. Die Wellen sind dabei erhaben gegenüber den Rest des Sicherheitselements 1, sodass diese eine haptische Oberfläche erzeugen, welche für den Menschen bei Berührung spürbar ist. Vorteilhaft ist, dass bei Berührung der Wellen, zeitgleich ein Wärmeeintrag einhergeht, welcher dafür sorgt, dass die Wellen ihre Farbe ändern. Somit ist dies eine doppelte Authentifizierung des Sicherheitsdokuments 3 auf dessen Echtheit, wobei lediglich ein Überprüfungsschritt, nämlich das Berühren der Wellen, durchgeführt werden muss. Der Betrachter nimmt bei Berührung die räumlichen Strukturen der Wellen wahr und kann zudem eine Farbänderung der Wellen beobachten.

**[0147]** Fig. 10 zeigt eine weitere Ausführungsvariante eines Sicherheitsdokuments 3 mit einem darauf applizierten Sicherheitselement 1. Der Aufbau ist dabei ähnlich zu der in Fig. 9 gezeigten Ausführungsvariante, jedoch mit dem Unterschied, dass die thermochromen Elemente 11 mit haptischen Eigenschaften als Punkte ausgeführt sind.

**[0148]** In Fig. 11 ist eine weitere Ausgestaltungsvariante eines Sicherheitsdokuments 3 mit einem darauf applizierten Sicherheitselement 1 als Streifen dargestellt. Das Sicherheitselement 1 umfasst dabei sechs thermochrome Elemente 11, die abwechselnd als Welle und als Punkt ausgestaltet sind. Hierdurch lässt sich ein vielfältiger haptischer Eindruck generieren, da der Betrachter bei Berührung eine fortlaufende Bewegung entlang des Streifens ausführen muss, um sämtliche haptischen Eindrücke wahrnehmen zu können und das Sicherheitselement 1 auf dessen Echtheit zu prüfen. Durch die fortlaufende Bewegung während des Berührens erfolgt auch ein Wärmeeintrag über die gesamte Länge des Streifens, sodass die thermochromen Elemente 11 aufgrund des Wärmeeintrags durch Körperwärme einen Farbumschlag erzeugen.

**[0149]** Fig. 12 zeigt eine weitere Ausgestaltung eines Sicherheitsdokuments 3 mit einem darauf applizierten Sicherheitselement 1 als Streifen. Das Sicherheitselement 1 weist fünf thermochrome Elemente 11 auf, wobei die äußeren beiden als Wellen ausgestaltet sind. Das mittlere thermochrome Element 11 ist als eine "20" ausgestaltet, welche mit Freiformlinsen kombiniert ist. Vorzugsweise sind die Freiformlinsen oberhalb des thermochromen Elements 11 angeordnet und suggerieren aufgrund der optischen Linsenstruktur ein Surface Relief, welches für den Betrachter stets sichtbar ist. Durch Wärmeeinwirkung auf das thermochrome Element 11 verändert dieses beispielsweise seine Farbe von blau nach farblos. Der optische Linseneffekt bleibt vor und nach der Wärmeeinwirkung bestehen und für den Betrachter sichtbar.

**[0150]** Fig. 13 zeigt eine weitere schematische Darstellung eines Sicherheitsdokuments 3 mit einem darauf applizierten Sicherheitselement 1. Das Sicherheitselement 1 umfasst vier thermochrome Elemente 11. Das erste thermochrome Element 11 ist als Welle, das zweite thermochrome Element 11 als Punkt, das dritte thermochrome Element 11 als "20" mit optischer Linsenstruktur und das vierte thermochrome Element 11 als Stern ausgestaltet. Bei Wärmeeinwirkung und der daraus resultierenden Temperaturänderung wird ein Farbumschlag der "20" von beispielsweise blau nach farblos bewirkt. Bei dem Stern ist das thermochrome Element 11 über einer goldenen Farbschicht angeordnet, wobei die goldene Farbschicht ebenfalls als Stern ausgebildet ist. Das thermochrome Element 11 ist dabei registergenau zu der Farbschicht angeordnet. Das thermochrome Element 11 erscheint für den Betrachter bei einer Temperatur unterhalb des Farbumschlagpunkts schwarz und bei einer Temperatur oberhalb des Farbumschlagpunkts farblos. Erfolgt also ein Wärmeeintrag auf den Stern, somit ändert das thermochrome Element 11 im Bereich des Sterns seine Farbe von schwarz nach farblos. Die darunterliegende goldene Farbschicht in Form eines Sterns wird für den Betrachter sichtbar. Mit dieser Anordnung aus thermochromen Element 11 oberhalb einer Farbschicht sind sämtliche denkbaren Farbkombinationen und Farbänderungen möglich, wodurch ein vielfältiger optischer Eindruck erzeugt wird, welcher zugleich eine Prüfung des Sicherheitselements 1 auf Echtheit ermöglicht.

**[0151]** In den Figuren 14 bis 17 sind Ergebnisse einer Messung von Transmissionswerten verschiedener thermochromer Elemente 11 in Abhängigkeit der Schichtdicke und der jeweiligen Farbe des thermochromen Elements 11 dargestellt. Hierzu wurden unterschiedliche thermochrome Elemente 11 mit unterschiedlichen Farbeindrücken gelb g, blau b, rosa r und schwarz s herangezogen. Diese weisen jeweils einen Farbumschlagpunkt in einem Temperaturbereich von 25°C bis 30°C auf. Vorzugsweise weist das zumindest eine thermochrome Element 11 zumindest einen Farblack auf, wobei der Farblack zumindest einen Farbstoff und zumindest ein Bindemittel umfasst. Bei dem Farbstoff kann es sich um eine



Kombination aus herkömmlichen und thermochromen Farbmitteln handeln Vorzugweise handelt es sich bei den herkömmlichen und thermochromen Farbmitteln um Festkörper.

**[0152]** Zur Transmissionsmessung wurden die thermochromen Elemente 11 bzw. thermochromen Schichten auf einen PET-Träger aufgebracht und gemeinsam mit diesem gemessen. Um jedoch die Transmission der thermochromen Elemente 11 bzw. der thermochromen Schichten zu ermitteln, wurde die Transmission des PET-Trägers ohne thermochrome Schicht gemessen. Bei dieser Messung stellte sich heraus, dass der PET-Träger im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 800 nm, insbesondere von 300 nm bis 500 nm, eine Transmission von annähernd 90% aufweist. Daher kann für die Beurteilung der Messergebnisse die Auswirkung der PET-Trägerschicht 13 als vernachlässigbar betrachtet werden.

**[0153]** Die Transmissionsmessungen der thermochromen Schichten wurde bei Raumtemperatur, ca. 21°C, und somit unterhalb des Farbumschlagpunkts der thermochromen Elemente 11 durchgeführt.

**[0154]** Zur Messung der Transmission wurde ein Spektralphotometer des Herstellers Hitachi mit der Modellbezeichnung U-2000 verwendet.

**[0155]** Fig. 14 zeigt die Ergebnisse der Transmissionsmessungen bei einer Temperatur von 21 °C für eine gelbe thermochrome Schicht g, eine blaue thermochrome Schicht b und eine rosa thermochrome Schicht r mit einer Dicke im Bereich von 1,0 µm bis 1,8 µm im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 500 nm. Insbesondere ist vorgesehen, dass das zumindest eine thermochrome Element 11 eine Dicke im Bereich von 1,0 µm bis 1,8 µm aufweist und im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 800 nm, insbesondere von 300 nm bis 500 nm, bei einer Temperatur im Bereich von 20°C bis 25°C eine Transmission von maximal 70%, bevorzugt maximal 65%, besonders bevorzugt maximal 60%, aufweist.

**[0156]** Es ist bevorzugt auch möglich, dass das zumindest eine thermochrome Element 11 eine Dicke im Bereich von 1,0 µm bis 1,8 µm aufweist und einen Farbton der RAL-Skala ausgewählt aus RAL 1000 bis RAL 1037, insbesondere einen Gelbton aus der Sammlung RAL Classic, aufweist und im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 800 nm, insbesondere von 300 nm bis 500 nm, bei einer Temperatur im Bereich von 20°C bis 25°C eine Transmission von maximal 70%, bevorzugt maximal 65%, besonders bevorzugt maximal 60%, aufweist.

**[0157]** Es ist bevorzugt auch möglich, dass das zumindest eine thermochrome Element 11 eine Dicke im Bereich von 1,0 µm bis 1,8 µm aufweist und einen Farbton der RAL-Skala ausgewählt aus RAL 5000 bis RAL 5026, insbesondere einen Blauton aus der Sammlung RAL Classic, aufweist und im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 800 nm, insbesondere von 300 nm bis 500 nm, bei einer Temperatur im Bereich von 20°C bis 25°C eine Transmission von maximal 70%, bevorzugt maximal 65%, besonders bevorzugt maximal 60%, aufweist.

**[0158]** Es ist bevorzugt auch möglich, dass das zumindest eine thermochrome Element 11 eine Dicke im Bereich von 1,0 µm bis 1,8 µm aufweist und einen Farbton der RAL-Skala ausgewählt aus RAL 4001 bis RAL 4012, insbesondere einen Violettton aus der Sammlung RAL Classic, aufweist und im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 800 nm, insbesondere von 300 nm bis 500 nm, bei einer Temperatur im Bereich von 20°C bis 25°C eine Transmission von maximal 70%, bevorzugt maximal 65%, besonders bevorzugt maximal 60%, aufweist.

**[0159]** Fig. 15 zeigt die Ergebnisse der Transmissionsmessungen bei einer Temperatur von 21 °C für eine gelbe thermochrome Schicht g, eine blaue thermochrome Schicht b, eine schwarze thermochrome Schicht s und eine rosa thermochrome Schicht r mit einer Dicke im Bereich von 1,6 µm bis 2,4 µm im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 500 nm. Insbesondere ist vorgesehen, dass das zumindest eine thermochrome Element 11 eine Dicke im Bereich von 1,6 µm bis 2,4 µm aufweist und im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 800 nm, insbesondere von 300 nm bis 500 nm, bei einer Temperatur im Bereich von 20°C bis 25°C eine Transmission von maximal 50%, bevorzugt maximal 45%, besonders bevorzugt maximal 40%, aufweist.

**[0160]** Es ist bevorzugt auch möglich, dass das zumindest eine thermochrome Element 11 eine Dicke im Bereich von 1,6 µm bis 2,4 µm aufweist und einen Farbton der RAL-Skala ausgewählt aus RAL 1000 bis RAL 1037, insbesondere einen Gelbton aus der Sammlung RAL Classic, aufweist und im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 800 nm, insbesondere von 300 nm bis 500 nm, bei einer Temperatur im Bereich von 20°C bis 25°C eine Transmission von maximal 50%, bevorzugt maximal 45%, besonders bevorzugt maximal 40%, aufweist.

**[0161]** Es ist bevorzugt auch möglich, dass das zumindest eine thermochrome Element 11 eine Dicke im Bereich von 1,6 µm bis 2,4 µm aufweist und einen Farbton der RAL-Skala ausgewählt aus RAL 5000 bis RAL 5026, insbesondere einen Blauton aus der Sammlung RAL Classic, aufweist und im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 800 nm, insbesondere von 300 nm bis 500 nm, bei einer Temperatur im Bereich von 20°C bis 25°C eine Transmission von maximal 50%, bevorzugt maximal 45%, besonders bevorzugt maximal 40%, aufweist.

**[0162]** Es ist bevorzugt auch möglich, dass das zumindest eine thermochrome Element 11 eine Dicke im Bereich von 1,6 µm bis 2,4 µm aufweist und einen Farbton der RAL-Skala ausgewählt aus RAL 4001 bis RAL 4012, insbesondere einen Violettton aus der Sammlung RAL Classic, aufweist und im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 800 nm, insbesondere von 300 nm bis 500 nm, bei einer Temperatur im Bereich von 20°C bis 25°C eine Transmission von maximal 50%, bevorzugt maximal 45%, besonders bevorzugt maximal 40%, aufweist.

**[0163]** Es ist bevorzugt auch möglich, dass das zumindest eine thermochrome Element 11 eine Dicke im Bereich von 1,6 µm bis 2,4 µm aufweist und einen Farbton der RAL-Skala ausgewählt aus RAL 9004, RAL 9005, RAL 9011, RAL

9017, insbesondere einen Schwarztönen aus der Sammlung RAL Classic, aufweist und im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 800 nm, insbesondere von 300 nm bis 500 nm, bei einer Temperatur im Bereich von 20°C bis 25°C eine Transmission von maximal 50%, bevorzugt maximal 45%, besonders bevorzugt maximal 40%, aufweist.

**[0164]** Fig. 16 zeigt die Ergebnisse der Transmissionsmessungen bei einer Temperatur von 21 °C für eine gelbe thermochrome Schicht g, eine blaue thermochrome Schicht b, eine schwarze thermochrome Schicht s und eine rosa thermochrome Schicht r mit einer Dicke im Bereich von 2,7 µm bis 3,3 µm im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 500 nm. Insbesondere ist vorgesehen, dass das zumindest eine thermochrome Element 11 eine Dicke im Bereich von 2,7 µm bis 3,3 µm aufweist und im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 800 nm, insbesondere von 300 nm bis 500 nm, bei einer Temperatur im Bereich von 20°C bis 25°C eine Transmission von maximal 40%, bevorzugt maximal 35%, besonders bevorzugt maximal 30%, aufweist.

**[0165]** Es ist bevorzugt auch möglich, dass das zumindest eine thermochrome Element 11 eine Dicke im Bereich von 2,7 µm bis 3,3 µm aufweist und einen Farbton der RAL-Skala ausgewählt aus RAL 1000 bis RAL 1037, insbesondere einen Gelbton aus der Sammlung RAL Classic, aufweist und im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 800 nm, insbesondere von 300 nm bis 500 nm, bei einer Temperatur im Bereich von 20°C bis 25°C eine Transmission von maximal 40%, bevorzugt maximal 35%, besonders bevorzugt maximal 30%, aufweist.

**[0166]** Es ist bevorzugt auch möglich, dass das zumindest eine thermochrome Element 11 eine Dicke im Bereich von 2,7 µm bis 3,3 µm aufweist und einen Farbton der RAL-Skala ausgewählt aus RAL 5000 bis RAL 5026, insbesondere einen Blautönen aus der Sammlung RAL Classic, aufweist und im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 800 nm, insbesondere von 300 nm bis 500 nm, bei einer Temperatur im Bereich von 20°C bis 25°C eine Transmission von maximal 40%, bevorzugt maximal 35%, besonders bevorzugt maximal 30%, aufweist.

**[0167]** Es ist bevorzugt auch möglich, dass das zumindest eine thermochrome Element 11 eine Dicke im Bereich von 2,7 µm bis 3,3 µm aufweist und einen Farbton der RAL-Skala ausgewählt aus RAL 4001 bis RAL 4012, insbesondere einen Violettönen aus der Sammlung RAL Classic, aufweist und im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 800 nm, insbesondere von 300 nm bis 500 nm, bei einer Temperatur im Bereich von 20°C bis 25°C eine Transmission von maximal 40%, bevorzugt maximal 35%, besonders bevorzugt maximal 30%, aufweist.

**[0168]** Es ist bevorzugt auch möglich, dass das zumindest eine thermochrome Element 11 eine Dicke im Bereich von 2,7 µm bis 3,3 µm aufweist und einen Farbton der RAL-Skala ausgewählt aus RAL 9004, RAL 9005, RAL 9011, RAL 9017, insbesondere einen Schwarztönen aus der Sammlung RAL Classic, aufweist und im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 800 nm, insbesondere von 300 nm bis 500 nm, bei einer Temperatur im Bereich von 20°C bis 25°C eine Transmission von maximal 40%, bevorzugt maximal 35%, besonders bevorzugt maximal 30%, aufweist.

**[0169]** Fig. 17 zeigt die Ergebnisse der Transmissionsmessungen bei einer Temperatur von 21 °C für eine gelbe thermochrome Schicht g, eine blaue thermochrome Schicht b, eine schwarze thermochrome Schicht s und eine rosa thermochrome Schicht r mit einer Dicke im Bereich von 3,6 µm bis 4,4 µm im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 500 nm. Insbesondere ist vorgesehen, dass das zumindest eine thermochrome Element 11 eine Dicke im Bereich von 3,6 µm bis 4,4 µm aufweist und im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 800 nm, insbesondere von 300 nm bis 500 nm, bei einer Temperatur im Bereich von 20°C bis 25°C eine Transmission von maximal 30%, bevorzugt maximal 25%, besonders bevorzugt maximal 20%, aufweist.

**[0170]** Es ist bevorzugt auch möglich, dass das zumindest eine thermochrome Element 11 eine Dicke im Bereich von 3,6 µm bis 4,4 µm aufweist und einen Farbton der RAL-Skala ausgewählt aus RAL 1000 bis RAL 1037, insbesondere einen Gelbton aus der Sammlung RAL Classic, aufweist und im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 800 nm, insbesondere von 300 nm bis 500 nm, bei einer Temperatur im Bereich von 20°C bis 25°C eine Transmission von maximal 30%, bevorzugt maximal 25%, besonders bevorzugt maximal 20%, aufweist.

**[0171]** Es ist bevorzugt auch möglich, dass das zumindest eine thermochrome Element 11 eine Dicke im Bereich von 3,6 µm bis 4,4 µm aufweist und einen Farbton der RAL-Skala ausgewählt aus RAL 5000 bis RAL 5026, insbesondere einen Blautönen aus der Sammlung RAL Classic, aufweist und im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 800 nm, insbesondere von 300 nm bis 500 nm, bei einer Temperatur im Bereich von 20°C bis 25°C eine Transmission von maximal 30%, bevorzugt maximal 25%, besonders bevorzugt maximal 20%, aufweist.

**[0172]** Es ist bevorzugt auch möglich, dass das zumindest eine thermochrome Element 11 eine Dicke im Bereich von 3,6 µm bis 4,4 µm aufweist und einen Farbton der RAL-Skala ausgewählt aus RAL 4001 bis RAL 4012, insbesondere einen Violettönen aus der Sammlung RAL Classic, aufweist und im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 800 nm, insbesondere von 300 nm bis 500 nm, bei einer Temperatur im Bereich von 20°C bis 25°C eine Transmission von maximal 30%, bevorzugt maximal 25%, besonders bevorzugt maximal 20%, aufweist.

**[0173]** Es ist bevorzugt auch möglich, dass das zumindest eine thermochrome Element 11 eine Dicke im Bereich von 3,6 µm bis 4,4 µm aufweist und einen Farbton der RAL-Skala ausgewählt aus RAL 9004, RAL 9005, RAL 9011, RAL 9017, insbesondere einen Schwarztönen aus der Sammlung RAL Classic, aufweist und im Wellenlängenbereich von 300 nm bis 800 nm, insbesondere von 300 nm bis 500 nm, bei einer Temperatur im Bereich von 20°C bis 25°C eine Transmission von maximal 30%, bevorzugt maximal 25%, besonders bevorzugt maximal 20%, aufweist.

Bezugszeichenliste

[0174]

|    |    |                               |
|----|----|-------------------------------|
| 5  | 1  | Sicherheitselement            |
|    | 11 | thermochromes Element         |
|    | 12 | haptische Schicht             |
|    | 13 | Trägerschicht                 |
|    | 14 | Grundierung                   |
| 10 | 15 | Schutzlackschicht             |
|    | 16 | Ablöseschicht                 |
|    | 17 | Dekorlage                     |
|    | 2  | Transferfolie                 |
| 15 | 21 | Transferlage                  |
|    | 3  | Sicherheitsdokument           |
|    | b  | blaue thermochrome Schicht    |
|    | g  | gelbe thermochrome Schicht    |
| 20 | r  | rosa thermochrome Schicht     |
|    | s  | schwarze thermochrome Schicht |

**Patentansprüche**

- 25
1. Sicherheitselement (1), insbesondere ein Sicherheitsstreifen oder ein Sicherheitsfaden oder ein Patch oder eine Transferfolie (2) oder eine Laminierfolie oder ein Druck zur Sicherung von Sicherheitsdokumenten (3),  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Sicherheitselement (1) zumindest ein thermochromes Element (11) aufweist, wobei
- 30
- i) das zumindest eine thermochrome Element (11) haptische Eigenschaften aufweist; und/oder  
 ii) das Sicherheitselement (1) zumindest eine haptische Schicht (12) aufweist.
- 35
2. Sicherheitselement nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**
- dass** das Sicherheitselement (1) eine Trägerschicht (13) und/oder zumindest eine Grundierung (14) und/oder zumindest eine Schutzlackschicht (15) umfasst,  
 insbesondere wobei
- 40
- die zumindest eine Grundierung (14) auf der dem zumindest einen thermochromen Element (11) gegenüberliegenden Seite der Trägerschicht (13) angeordnet ist und/oder  
**dass** die zumindest eine Schutzlackschicht (15) oberhalb des zumindest einen thermochromen Elements (11) angeordnet ist.
- 45
3. Sicherheitselement nach Anspruch 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Sicherheitselement (1) eine von der Trägerschicht (13) ablösbare Transferlage (21) aufweist, insbesondere wobei die Transferlage (21) das zumindest eine thermochrome Element (11) und/oder die zumindest eine haptische Schicht (12) und/oder zumindest eine Grundierung (14) und/oder zumindest eine Schutzlackschicht (15) umfasst,
- 50
- insbesondere wobei die zumindest eine Grundierung (14) derart angeordnet ist, dass diese nach Applikation der Transferlage (21) auf ein Zielsubstrat unter dem zumindest einen thermochromen Element (11) angeordnet ist und/oder dass die zumindest eine Schutzlackschicht (15) derart angeordnet ist, dass diese nach Applikation der Transferlage (21) auf ein Zielsubstrat über dem zumindest einen thermochromen Element (11) angeordnet ist.
- 55
4. Sicherheitselement nach einem der Ansprüche 2 oder 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**
- dass** das Sicherheitselement (1) eine Ablöseschicht (16) umfasst, insbesondere welche zwischen der Träger-

schicht (13) und der Transferlage (21) angeordnet ist und/oder

**dass** die Transferlage (21) oder das Sicherheitselement (1) eine Dekorlage (17) aufweist, insbesondere wobei die Dekorlage (17) zumindest eine Farbschicht und/oder zumindest eine Replizierlackschicht und/oder zumindest eine Metallschicht und/oder zumindest eine Linsenschicht aufweist.

- 5  
10  
15
5. Sicherheitselement nach Anspruch 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** das zumindest eine thermochrome Element (11) vollflächig oder zumindest bereichsweise, insbesondere teilweise oder im Dekor, angeordnet ist und/oder

**dass** die zumindest eine Metallschicht unter dem zumindest einen thermochromen Element (11) angeordnet ist, insbesondere wobei die zumindest eine Metallschicht registergenau und/oder passergenau, bevorzugt im exakten Register, zu dem zumindest einen thermochromen Element (11) angeordnet ist, insbesondere wobei das zumindest eine thermochrome Element (11) zur Strukturierung der zumindest einen Metallschicht als Ätzresist, insbesondere als negativer oder positiver Fotolack, und/oder als Belichtungsmaske zur Strukturierung eines Ätzresists ausgestaltet ist.

- 20  
25
6. Sicherheitselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** das zumindest eine thermochrome Element (11) einen Farbumschlagpunkt in einem Temperaturbereich von -20°C bis 120°C, bevorzugt von 0°C bis 60°C, besonders bevorzugt von 15°C bis 45°C, aufweist, sodass sich bei Überschreitung dieses Farbumschlagpunkts das Erscheinungsbild des zumindest einen thermochromen Elements (11) von einer ersten Farbe zu einer zweiten, insbesondere transparenten, Farbe ändert und/oder bei Unterschreitung dieses Farbumschlagpunkts das Erscheinungsbild des zumindest einen thermochromen Elements (11) von der zweiten, insbesondere transparenten, Farbe zu einer ersten Farbe ändert.

- 30  
35
7. Sicherheitselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** das zumindest eine thermochrome Element (11) zumindest ein thermochromes Farbmittel umfasst, und/oder dass das zumindest eine thermochrome Element (11) eine erste Lackschicht mit zumindest einem thermochromen Farbmittel und eine zweite Lackschicht mit zumindest einem Farbmittel umfasst, insbesondere wobei das zumindest eine thermochrome Farbmittel und das zumindest eine Farbmittel unterschiedliche Farben aufweisen und in Kombination eine Mischfarbe als erste Farbe des zumindest einen thermochromen Elements (11) in einem Temperaturbereich unterhalb des Farbumschlagpunkts aufweist und/oder in Kombination eine Mischfarbe als zweite Farbe des zumindest einen thermochromen Elements (11) in einem Temperaturbereich oberhalb des Farbumschlagpunkts aufweist, welche im Wesentlichen der Farbe des zumindest einen Farbmittel entspricht.

- 40  
45
8. Sicherheitselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** das zumindest eine thermochrome Element (11) eine erste Lackschicht mit zumindest einem ersten thermochromen Farbmittel und eine zweite Lackschicht mit zumindest einem zweiten thermochromen Farbmittel umfasst, insbesondere wobei das zumindest eine erste thermochrome Farbmittel und das zumindest eine zweite thermochrome Farbmittel unterschiedliche Farben aufweisen und in Kombination eine Mischfarbe als erste Farbe des zumindest einen thermochromen Elements (11) in einem Temperaturbereich unterhalb des Farbumschlagpunkts aufweist und/oder in Kombination eine Mischfarbe als zweite Farbe des zumindest einen thermochromen Elements (11) in einem Temperaturbereich oberhalb des Farbumschlagpunkts aufweist, welche im Wesentlichen farblos erscheint.

- 50
9. Sicherheitselement nach Anspruch 7 oder 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die erste Lackschicht und die zweite Lackschicht einen Farbabstand  $\Delta E$  im Bereich von 50 bis 270, bevorzugt von 100 bis 270, besonders bevorzugt von 130 bis 270, aufweisen.

- 55
10. Sicherheitselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** das zumindest eine thermochrome Element (11) eine Farbumschlagsdauer von weniger als 5 Sekunden, insbesondere von weniger als 1 Sekunde, aufweist, insbesondere wobei die Farbumschlagsdauer die Zeit angibt, welche für den Farbumschlag von der ersten Farbe zur zweiten Farbe oder umgekehrt benötigt wird, und/oder dass

das zumindest eine thermochrome Element (11) zu einer Sichtseite, welche für den Betrachter sichtbar ist, ausgerichtet ist und wobei unterhalb des zumindest einen thermochromen Elements (11) angeordnete Schichten zumindest eine Information bereitstellen, welche bei einem Temperaturbereich unterhalb des Farbumschlagpunkts von der ersten Farbe des zumindest einen thermochromen Elements (11) zumindest teilweise oder vollständig für einen Betrachter verdeckt ist, und bei einem Temperaturbereich oberhalb des Farbumschlagpunkts aufgrund der zweiten, insbesondere transparenten, Farbe des thermochromen Elements (11) für den Betrachter sichtbar ist.

11. Sicherheitselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** der Anteil einer thermochromen Komponente im zumindest einen thermochromen Element (11) im Bereich von 20% bis 80%, insbesondere von 30% bis 70%, liegt, und/oder  
**dass** das zumindest eine thermochrome Element (11) Festkörper, und Lösungsmittel umfasst, und/oder  
**dass** das zumindest eine thermochrome Element (11) einen Festkörperanteil im Bereich von 20 Gew.-% bis 80 Gew.-%, bevorzugt von 30 Gew.-% bis 70 Gew.-%, aufweist, insbesondere wobei bei dem Festkörperanteil der Bindemittelanteil in einem Bereich von 20 Gew.-% bis 80 Gew.-%, bevorzugt von 30 Gew.-% bis 70 Gew.-%, und der Farbmittelanteil 0,5 Gew.-% bis 80 Gew.-%, bevorzugt von 1 Gew.-% bis 70 Gew.-%, aufweist.

12. Sicherheitselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** das zumindest eine thermochrome Element (11) eine Wärmeleitfähigkeit im Bereich von 0,001 W/m\*K bis 8000 W/m\*K, insbesondere von 0,005 W/m\*K bis 6000 W/m\*K, aufweist.

13. Sicherheitselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die zumindest eine haptische Schicht (12) räumliche Strukturen unterschiedlicher Höhe und/oder Tiefe umfasst, insbesondere wobei die räumlichen Strukturen eine Höhe und/oder Tiefe im Bereich von 0,1  $\mu\text{m}$  bis 70  $\mu\text{m}$ , bevorzugt von 0,5  $\mu\text{m}$  bis 50  $\mu\text{m}$ , besonders bevorzugt von 0,5  $\mu\text{m}$  bis 30  $\mu\text{m}$ , aufweist, insbesondere wobei  
die zumindest eine haptische Schicht (12) unterhalb des zumindest einen thermochromen Elements (11) angeordnet ist, insbesondere wobei sich das zumindest eine thermochrome Element (11) an die räumlichen Strukturen der zumindest einen haptischen Schicht (12) anpasst, und/oder dass die räumlichen Strukturen der zumindest einen haptischen Schicht (12) als Punkte, Wellen, Linien und/oder Kombinationen daraus und/oder als Dekorelement ausgestaltet sind.

14. Sicherheitselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die zumindest eine haptische Schicht (12) und/oder das zumindest eine thermochrome Element (11) replizierte Strukturen, insbesondere Linsen, umfasst und/oder dass die zumindest eine haptische Schicht (12) und/oder das zumindest eine thermochrome Element (11) Additive, insbesondere Polymethylmethacrylat-Kugeln und/oder Polystyrol-Kugeln und/oder Polymethylsilsesquioxane-Kugeln mit einem Durchmesser im Bereich von 0,8  $\mu\text{m}$  bis 25  $\mu\text{m}$ , aufweist.

15. Sicherheitselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** das zumindest eine thermochrome Element (11) räumliche Strukturen unterschiedlicher Höhe und/oder Tiefe zur Generierung der haptischen Eigenschaften umfasst, insbesondere wobei die räumlichen Strukturen eine Höhe und/oder Tiefe im Bereich von 0,1  $\mu\text{m}$  bis 70  $\mu\text{m}$ , bevorzugt von 0,5  $\mu\text{m}$  bis 50  $\mu\text{m}$ , besonders bevorzugt von 0,5  $\mu\text{m}$  bis 30  $\mu\text{m}$ , aufweist, insbesondere wobei  
die räumlichen der Strukturen des zumindest einen thermochromen Elements (11) durch Variation der Druckdicke und/oder durch Zusatz von Additiven entstehen, und/oder  
die räumlichen Strukturen des zumindest einen thermochromen Elements (11) als Punkte, Wellen, Linien und/oder Kombinationen daraus und/oder als Dekorelement ausgestaltet sind.

16. Verfahren zur Herstellung eines Sicherheitselements (1), insbesondere nach den Ansprüchen 1 bis 15, wobei die folgenden Schritte, insbesondere in der folgenden Reihenfolge, durchgeführt werden:

- Bereitstellen zumindest eines thermochromen Elements (11) und/oder Aufbringen zumindest eines thermochromen Elements (11) auf ein Zielsubstrat oder eine Trägerschicht (13), wobei

- 5                   i) das zumindest eine thermochrome Element (11) haptische Eigenschaften aufweist; und/oder  
ii) zumindest eine haptische Schicht (12) aufgebracht wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16,

**dadurch gekennzeichnet,**

10           **dass** das Verfahren weiter folgenden Schritt umfasst, insbesondere der vor dem Schritt des Aufbringens zumindest eines thermochromen Elements (11) auf eine Trägerschicht (13) durchgeführt wird:

- Bereitstellen einer Trägerschicht (13).

15           18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** das Verfahren weiter folgenden Schritt umfasst:

20                   - Aufbringen zumindest einer Grundierung (14), insbesondere wobei die zumindest eine Grundierung (14) auf der dem zumindest einen thermochromen Element (11) gegenüberliegenden Seite der Trägerschicht (13) aufgebracht wird, und/oder Aufbringen zumindest einer Schutzlackschicht (15), insbesondere wobei die zumindest Schutzlackschicht (15) auf das zumindest eine thermochrome Element (11) aufgebracht wird.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18,

25           **dadurch gekennzeichnet,**

**dass** das Verfahren weiter folgenden Schritt umfasst, insbesondere der nach dem Schritt des Bereitstellens einer Trägerschicht (13) durchgeführt wird:

30                   - Aufbringen einer von der Trägerschicht (13) ablösbaren Transferlage (21), insbesondere wobei die Transferlage (21) das zumindest eine thermochrome Element (11) und/oder die zumindest eine haptische Schicht (12) und/oder zumindest eine Grundierung (14) und/oder zumindest eine Schutzlackschicht (15) umfasst

und/oder

35           **dass** das Verfahren weiter folgenden Schritt umfasst, insbesondere der vor dem Schritt des Aufbringens der Transferlage (21) durchgeführt wird:

- Aufbringen einer Ablöseschicht (16) auf die Trägerschicht (13) mittels Druckverfahren, insbesondere wobei die Ablöseschicht (16) zwischen der Trägerschicht (13) und der Transferlage (21) angeordnet wird.

40           20. Verfahren nach Anspruch 19,

**dadurch gekennzeichnet,**

45                   **dass** die Transferlage (21) eine Dekorlage (17) aufweist, insbesondere wobei die Dekorlage (17) zumindest eine Farbschicht und/oder zumindest eine Replizierlackschicht und/oder zumindest eine Metallschicht und/oder zumindest eine Linsenschicht aufweist und/oder

**dass** das zumindest eine thermochrome Element (11) über der zumindest einen Metallschicht aufgebracht wird, insbesondere wobei das zumindest eine thermochrome Element (11) registergenau und/oder passergenau, bevorzugt im exakten Register, zu der zumindest einen Metallschicht angeordnet wird.

50           21. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 20,

**dadurch gekennzeichnet,**

55           **dass** die in zumindest eine haptische Schicht (12) und/oder das zumindest eine thermochrome Element (11) replizierte Strukturen, insbesondere Linsen, eingebracht werden und/oder dass in die zumindest eine haptische Schicht (12) und/oder das zumindest eine thermochrome Element (11) Additive, insbesondere Polymethylmethacrylat-Kugeln und/oder Polystyrol-Kugeln und/oder Polymethylsilsesquioxane-Kugeln mit einem Durchmesser im Bereich von 0,8 µm bis 25 µm, eingebracht werden.

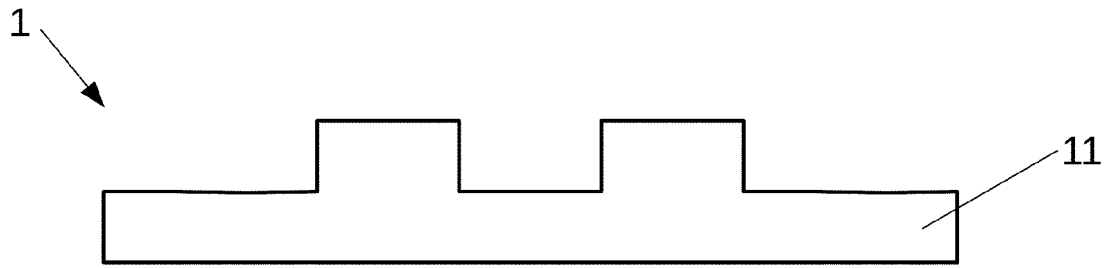


Fig. 1a

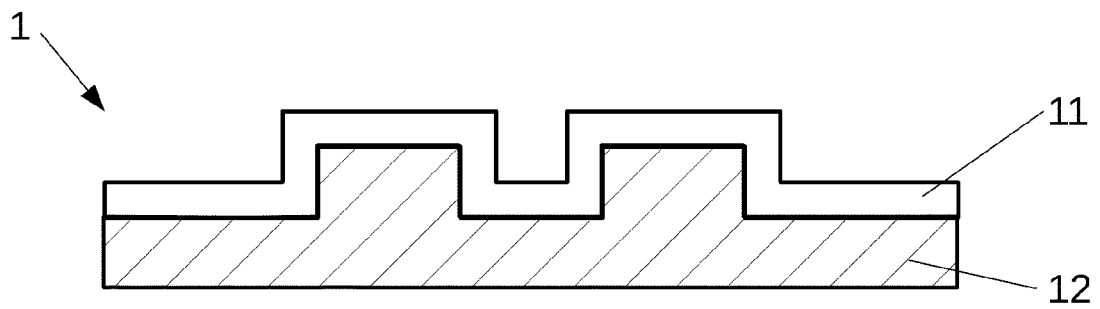


Fig. 1b

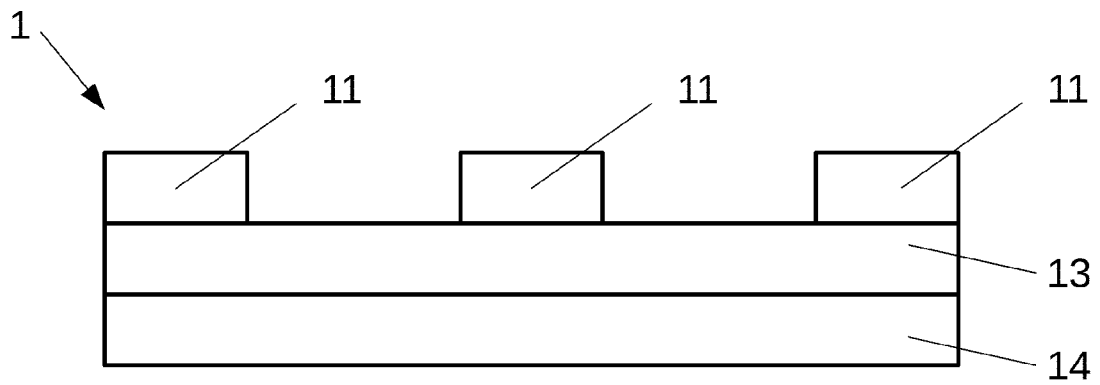


Fig. 2a

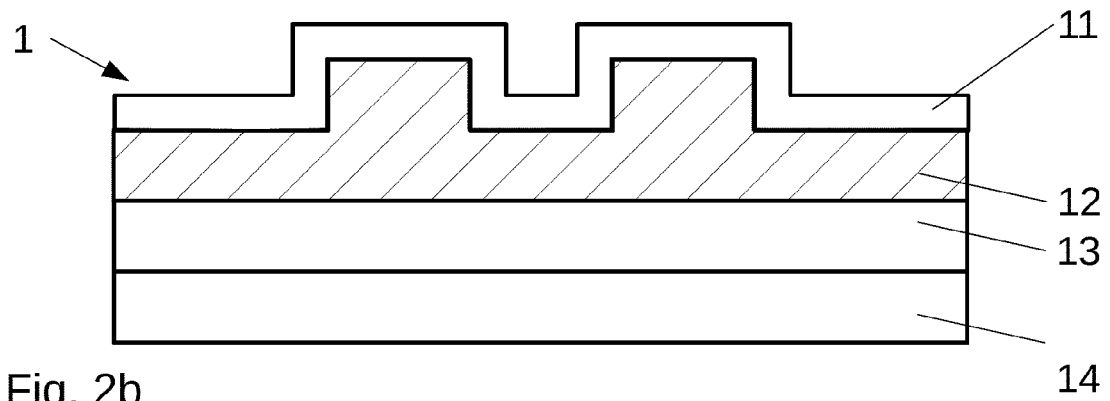


Fig. 2b

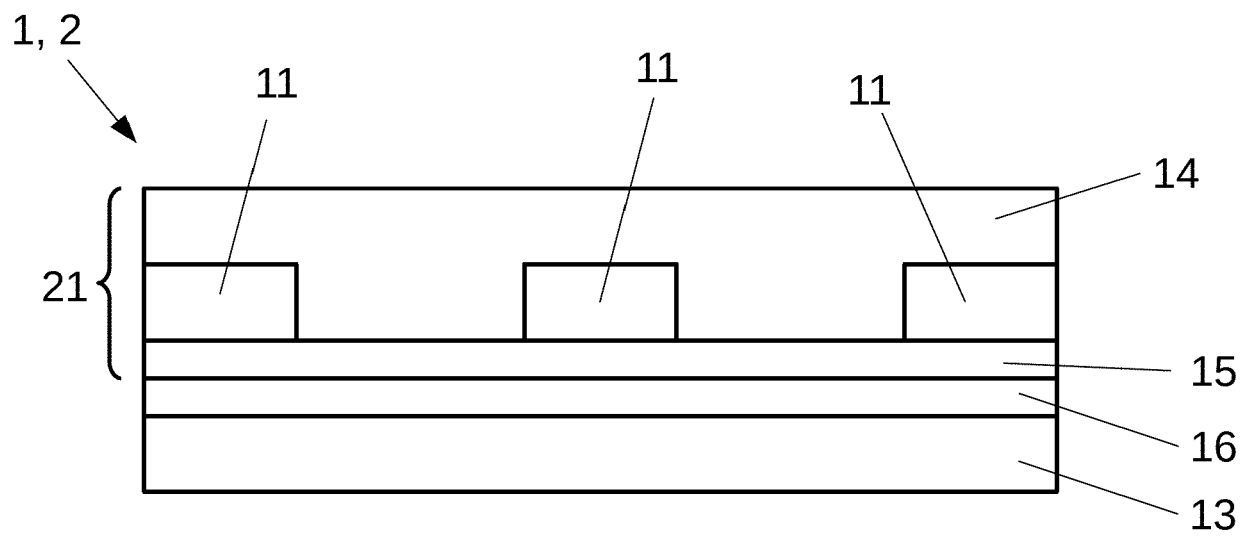


Fig. 3

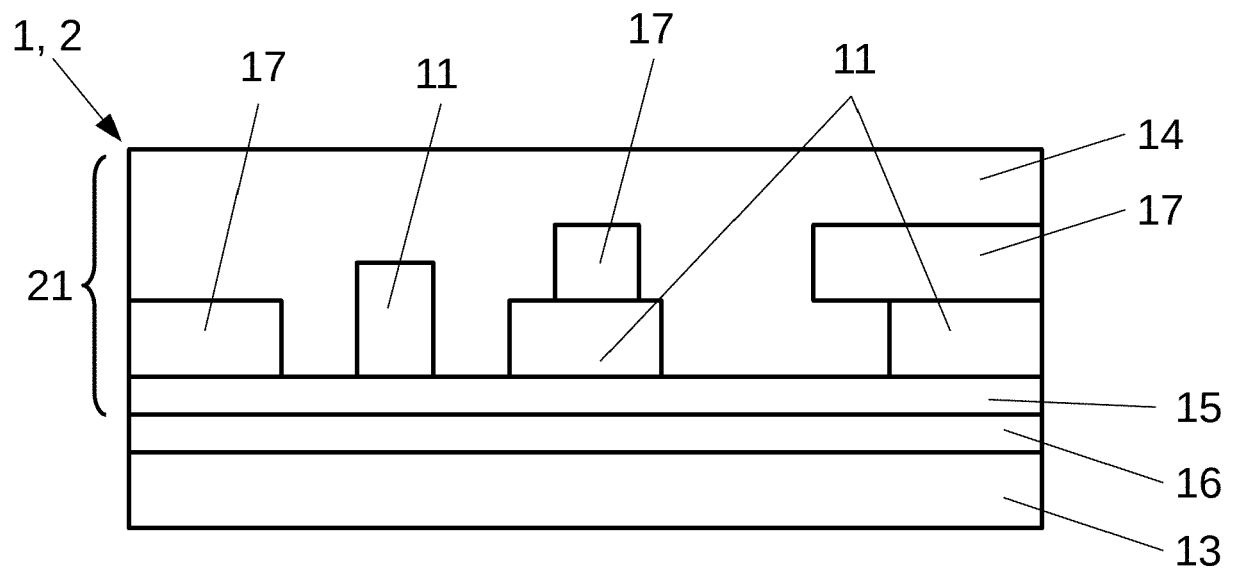


Fig. 4



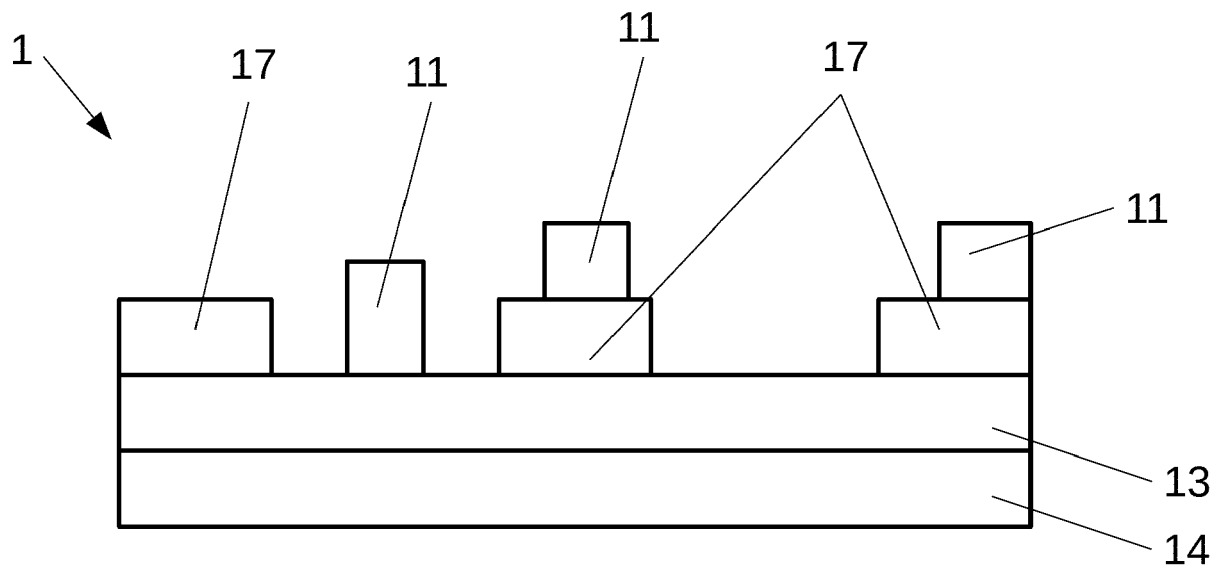


Fig. 5

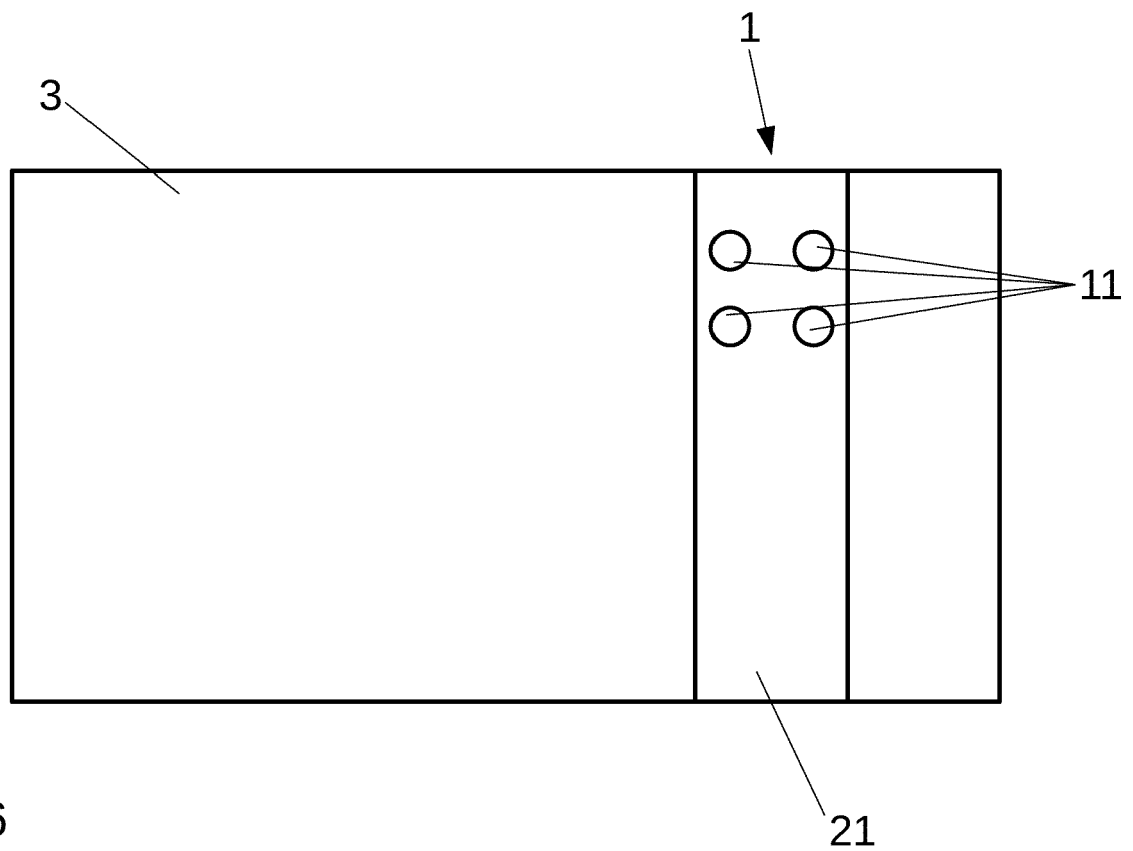


Fig. 6

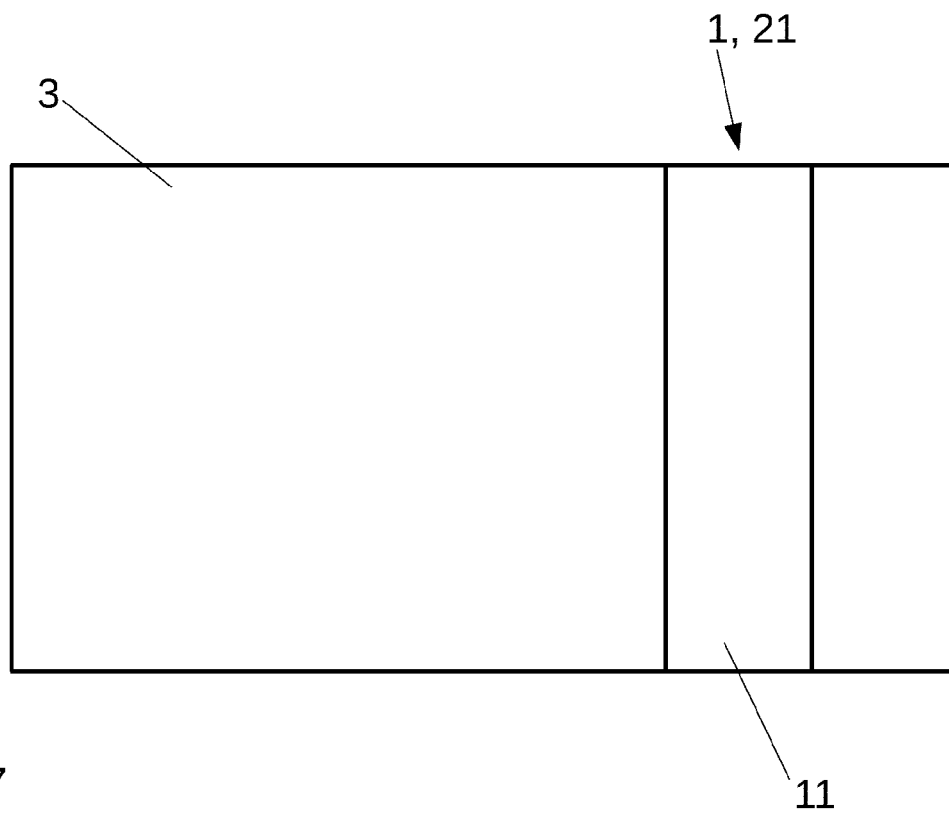


Fig. 7

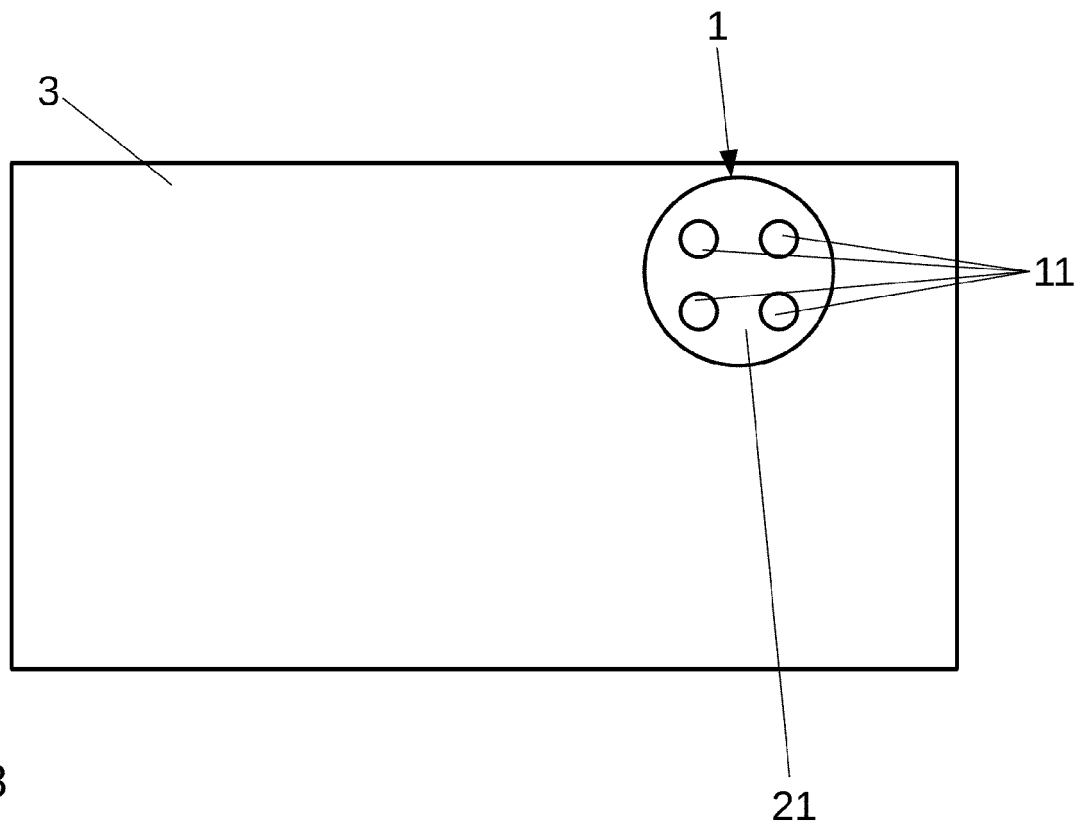


Fig. 8

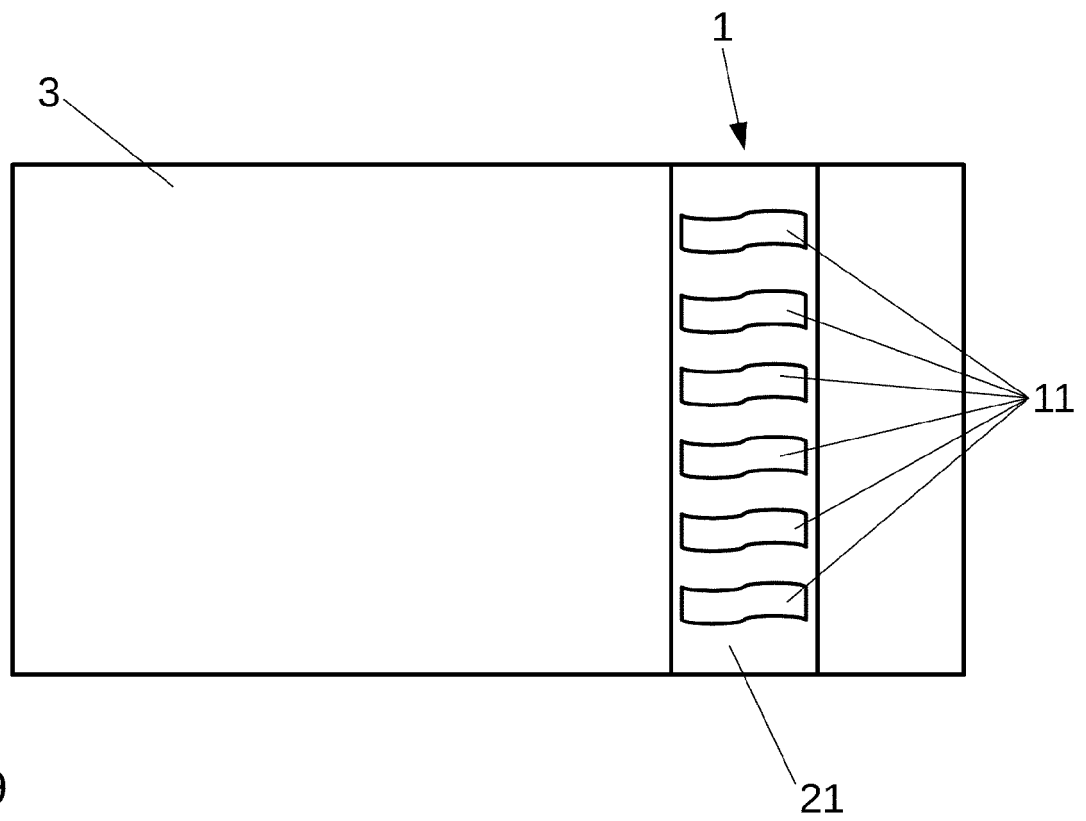


Fig. 9

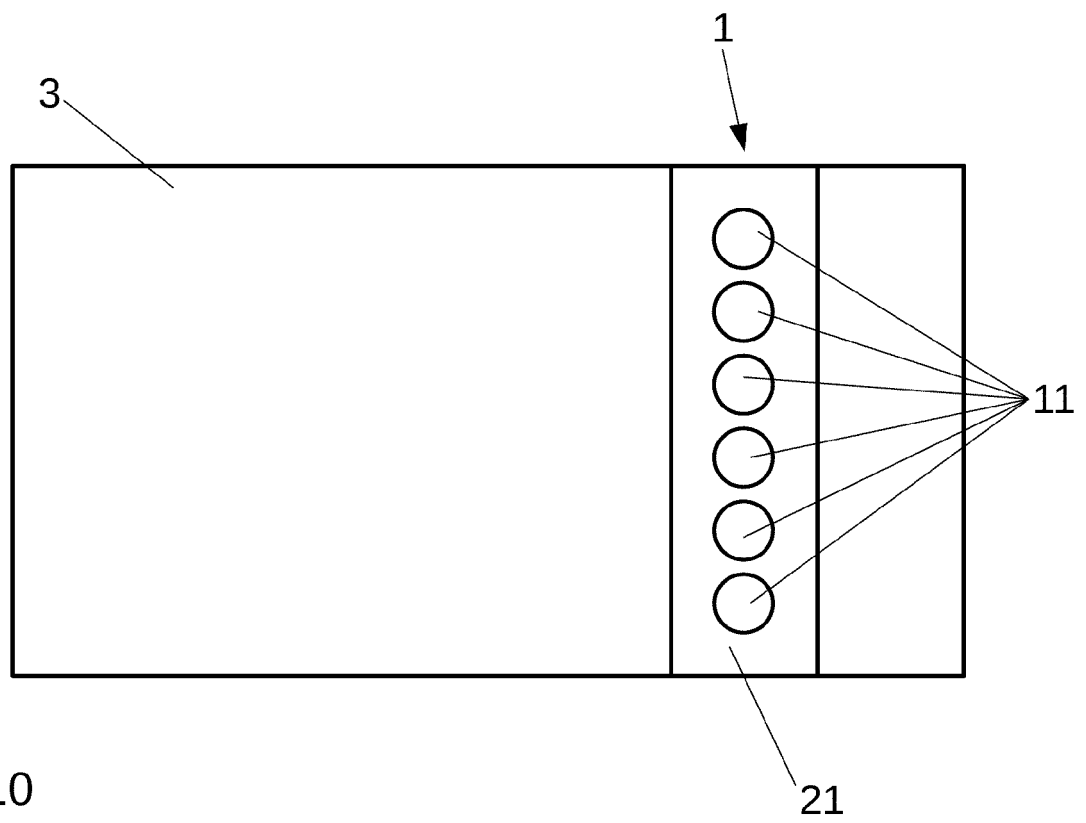
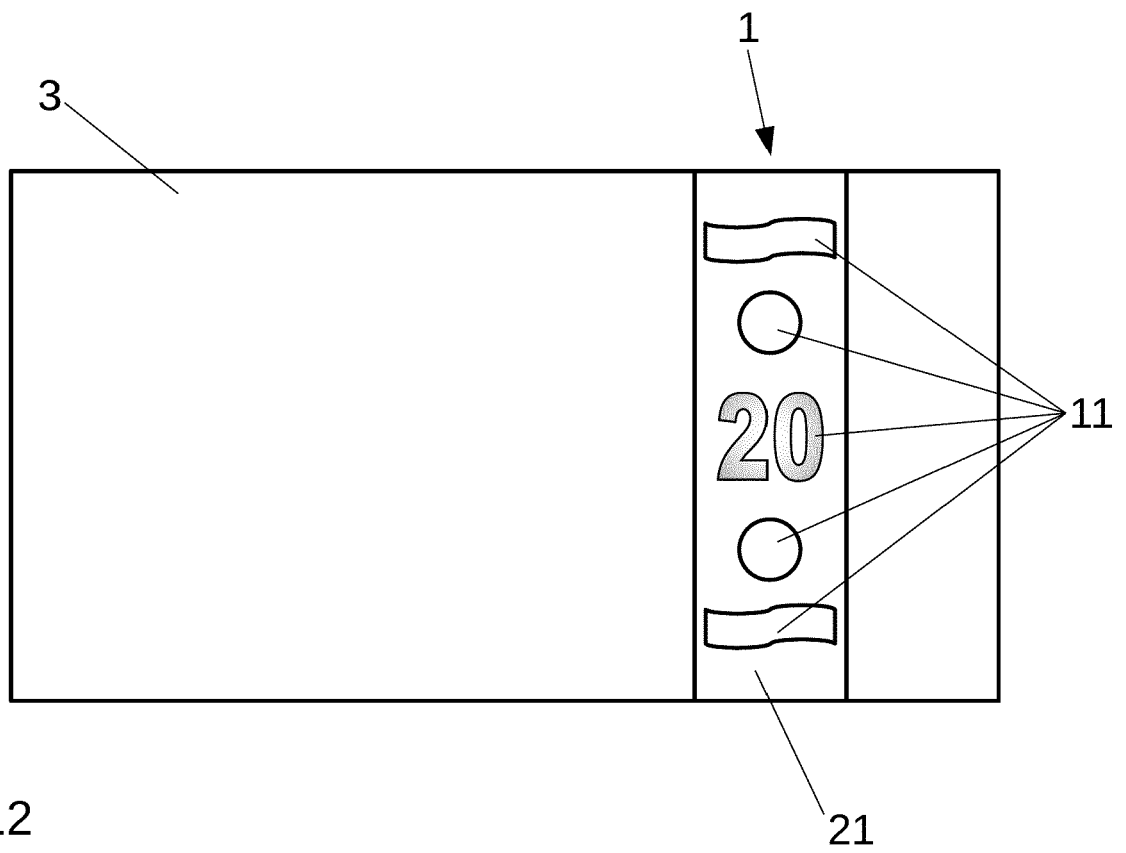
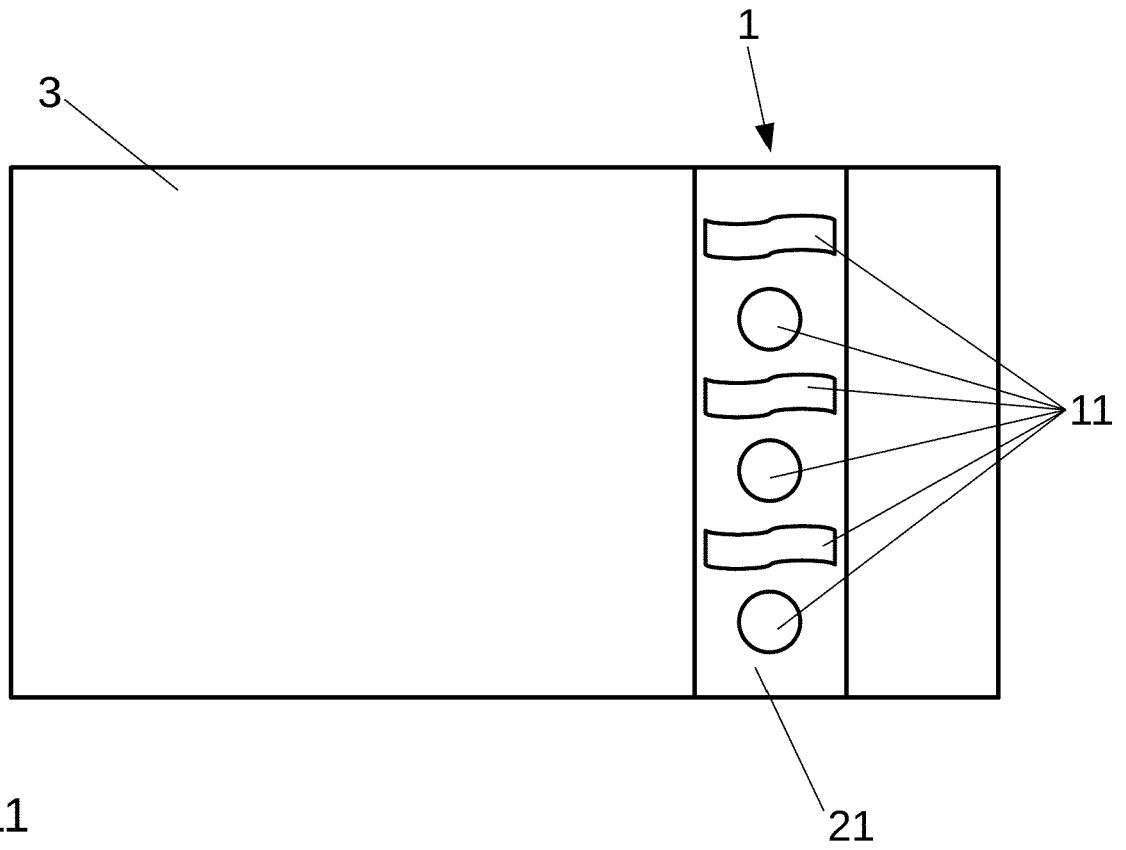


Fig. 10



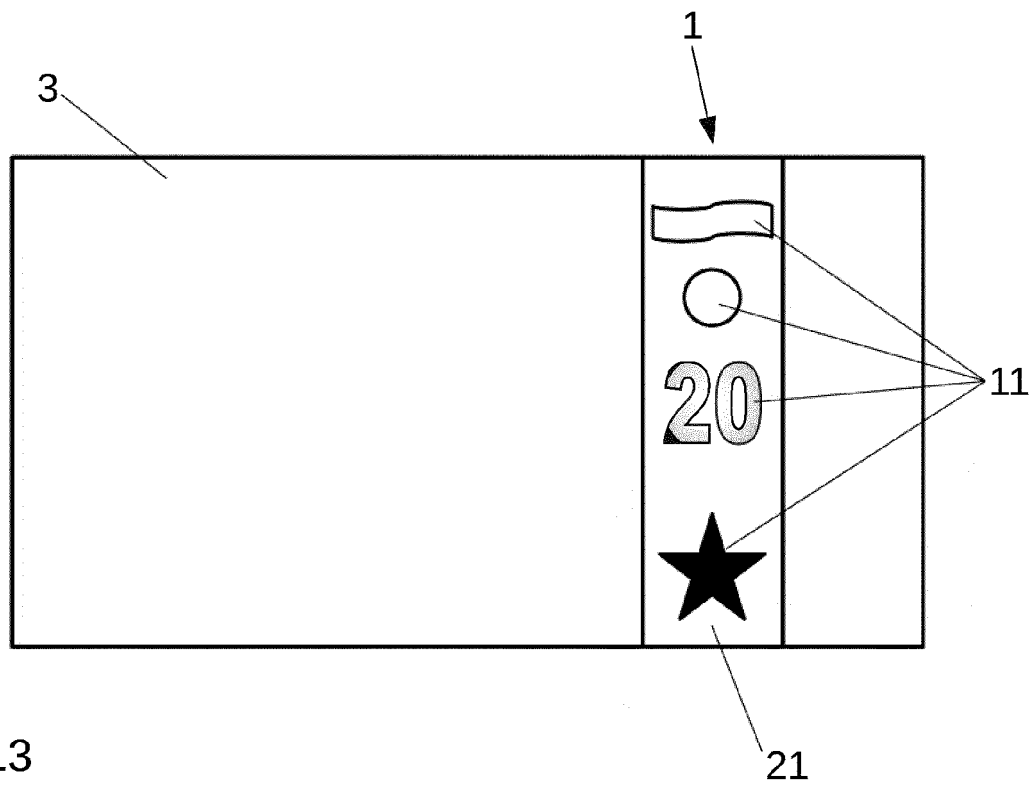


Fig. 13

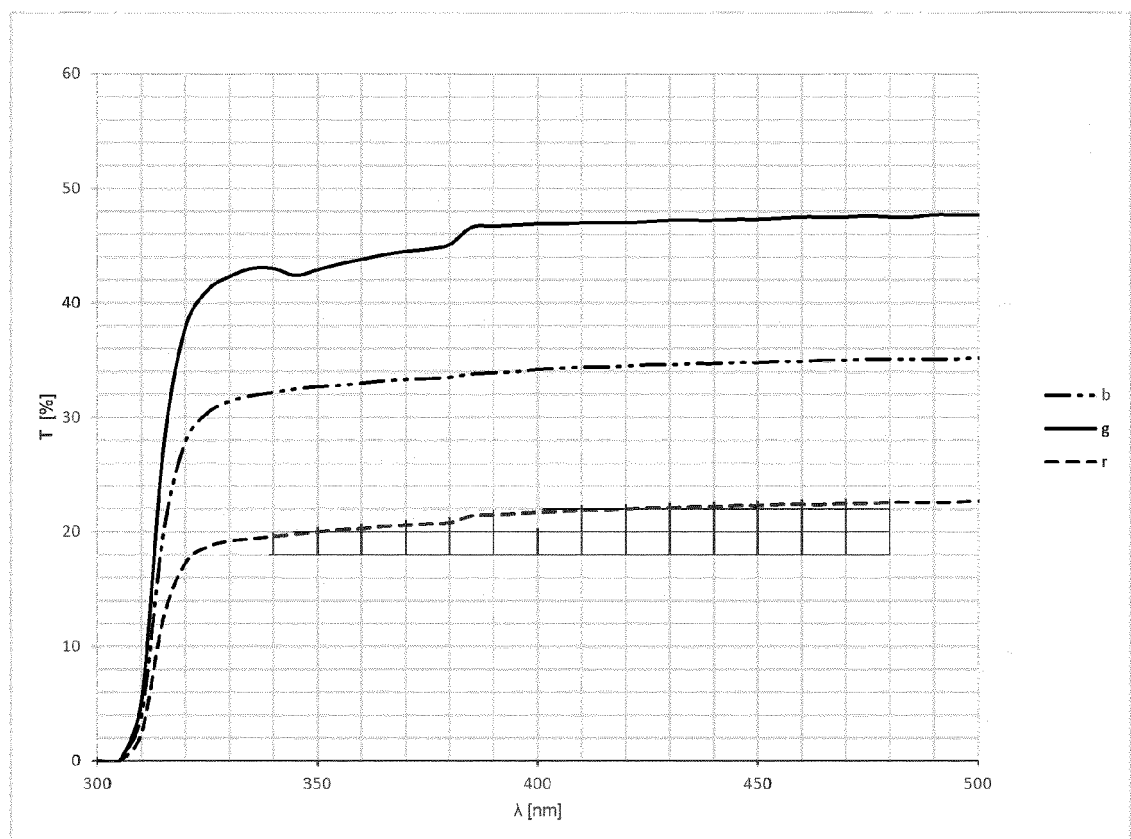


Fig. 14

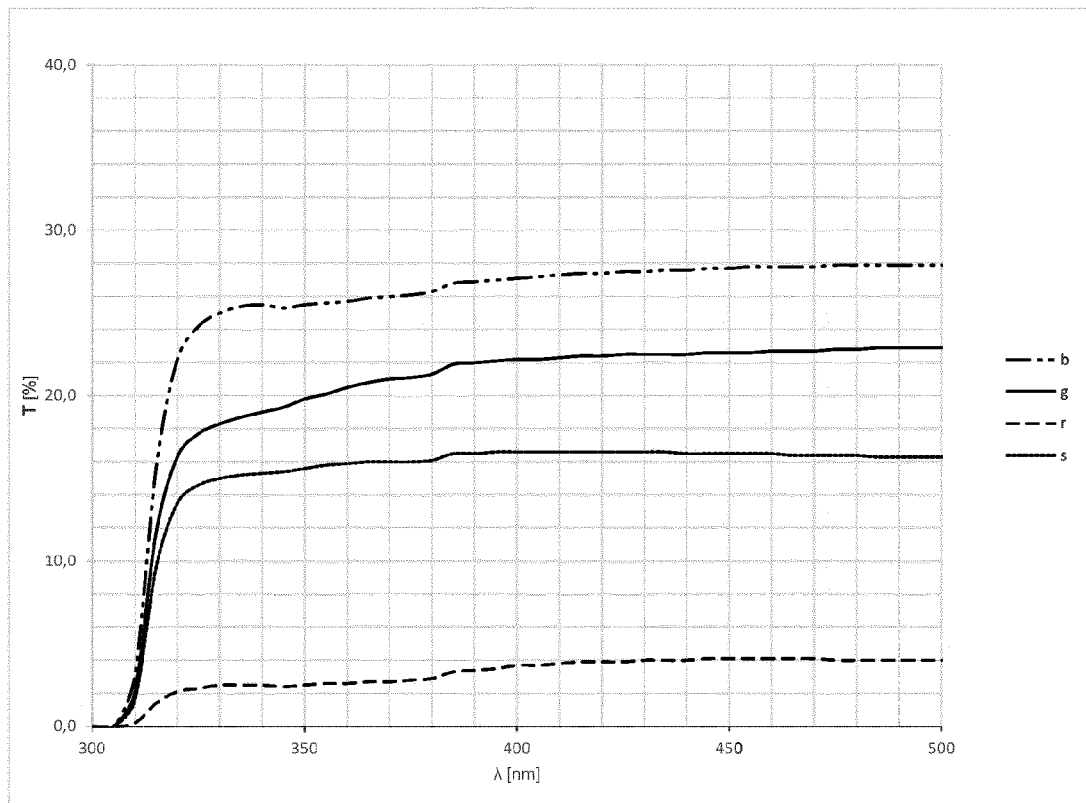


Fig. 15

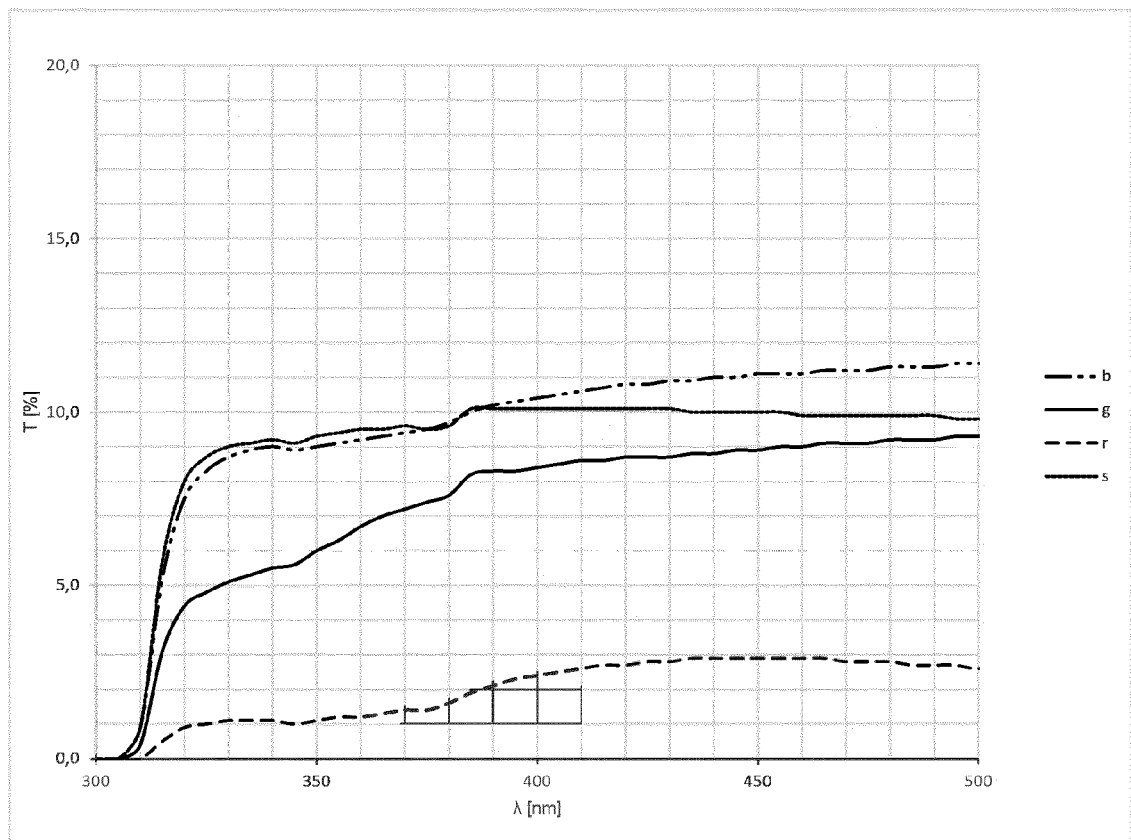


Fig. 16

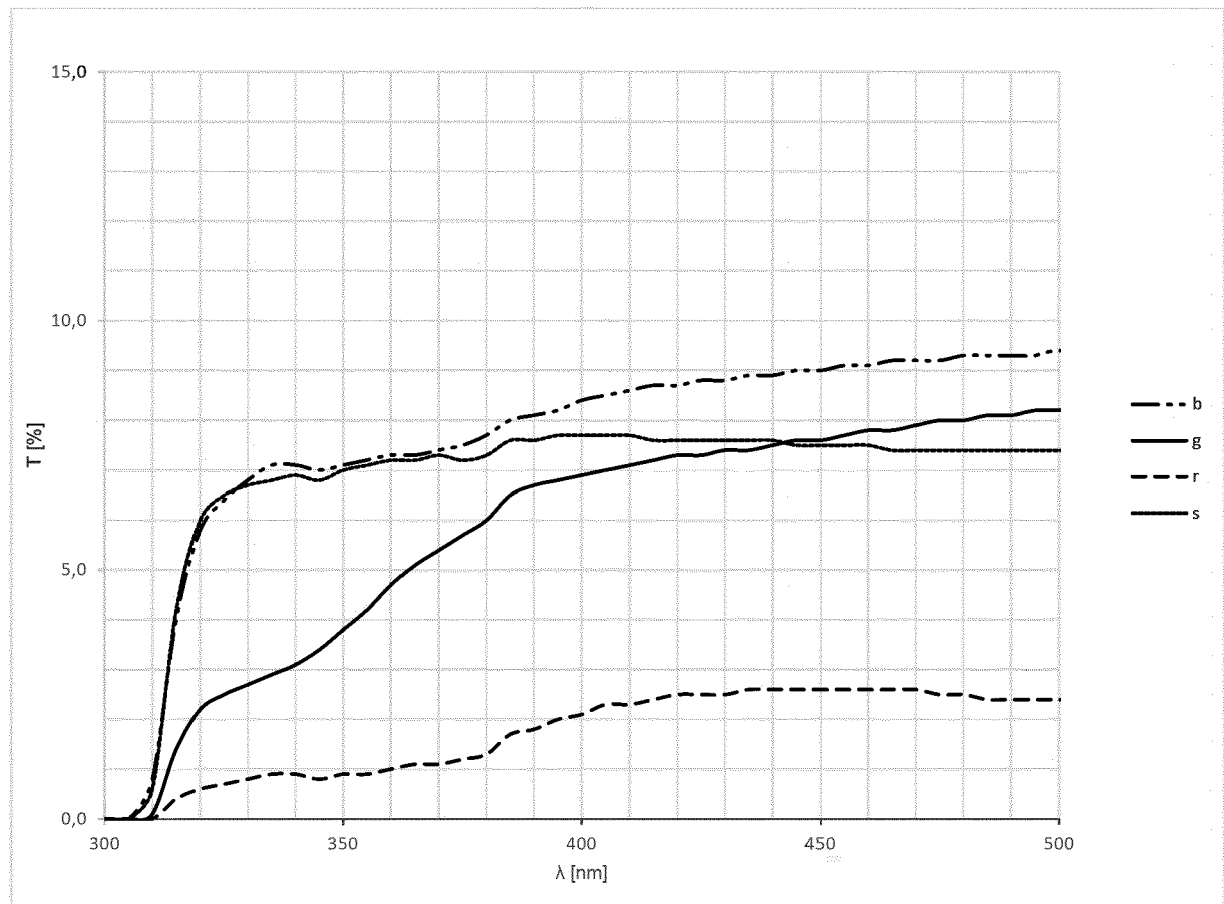


Fig. 17



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 19 5109

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                 | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)          |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                         | DE 10 2011 108239 A1 (GIESECKE & DEVRIENT GMBH [DE]) 24. Januar 2013 (2013-01-24)<br><br>* Absätze [0017], [0018], [0035], [0057] * | 1-7, 9-17, 19, 21                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | INV.<br>B42D25/324<br>B42D25/378            |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                         | DE 10 2006 016118 A1 (GIESECKE & DEVRIENT GMBH [DE]) 11. Oktober 2007 (2007-10-11)<br>* Abbildung 3 *                               | 1, 8, 18, 20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                             |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)<br><br>B42D |
| Recherchenort<br><b>München</b>                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                     | Abschlußdatum der Recherche<br><b>3. Februar 2023</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Prüfer<br><b>Langbroek, Arjen</b>           |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                     | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>.....<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                             |



**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 22 19 5109

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

03-02-2023

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentedokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| <b>DE 102011108239 A1</b>                           | <b>24-01-2013</b>             | <b>CA 2841862 A1</b>              | <b>24-01-2013</b>             |
|                                                     |                               | <b>DE 102011108239 A1</b>         | <b>24-01-2013</b>             |
|                                                     |                               | <b>EP 2734382 A1</b>              | <b>28-05-2014</b>             |
|                                                     |                               | <b>WO 2013010673 A1</b>           | <b>24-01-2013</b>             |
| -----                                               |                               |                                   |                               |
| <b>DE 102006016118 A1</b>                           | <b>11-10-2007</b>             | <b>AT 451245 T</b>                | <b>15-12-2009</b>             |
|                                                     |                               | <b>CA 2647225 A1</b>              | <b>18-10-2007</b>             |
|                                                     |                               | <b>DE 102006016118 A1</b>         | <b>11-10-2007</b>             |
|                                                     |                               | <b>EP 2004414 A1</b>              | <b>24-12-2008</b>             |
|                                                     |                               | <b>MY 145809 A</b>                | <b>30-04-2012</b>             |
|                                                     |                               | <b>PL 2004414 T3</b>              | <b>30-07-2010</b>             |
|                                                     |                               | <b>RU 2008143185 A</b>            | <b>10-05-2010</b>             |
|                                                     |                               | <b>WO 2007115662 A1</b>           | <b>18-10-2007</b>             |
| -----                                               |                               |                                   |                               |

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- US 5826915 A [0003]