

(19)



(11)

**EP 4 067 103 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

**13.09.2023 Patentblatt 2023/37**

(21) Anmeldenummer: **22020006.7**

(22) Anmeldetag: **12.01.2022**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

**B42D 25/324** <sup>(2014.01)</sup>      **B42D 25/351** <sup>(2014.01)</sup>  
**B42D 25/36** <sup>(2014.01)</sup>      **B42D 25/373** <sup>(2014.01)</sup>  
**B42D 25/378** <sup>(2014.01)</sup>      **B42D 25/425** <sup>(2014.01)</sup>  
**B42D 25/44** <sup>(2014.01)</sup>      **B42D 25/445** <sup>(2014.01)</sup>

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

**B42D 25/324; B42D 25/351; B42D 25/36;**  
**B42D 25/373; B42D 25/378; B42D 25/425;**  
**B42D 25/44; B42D 25/445**

(54) **HERSTELLUNGSVERFAHREN FÜR EIN OPTISCH VARIABLES SICHERHEITSELEMENT**

METHOD OF MANUFACTURING AN OPTICALLY VARIABLE SECURITY ELEMENT

PROCÉDÉ DE FABRICATION POUR UN ÉLÉMENT DE SÉCURITÉ OPTIQUEMENT VARIABLE

(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**

(30) Priorität: **25.03.2021 DE 102021001589**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

**05.10.2022 Patentblatt 2022/40**

(73) Patentinhaber: **Giesecke+Devrient Currency**

**Technology GmbH  
81677 München (DE)**

(72) Erfinder:

- **Hoffmüller, Winfried**  
**83646 Bad Tölz (DE)**
- **Sattler, Tobias**  
**83607 Holzkirchen (DE)**
- **Rauch, Andreas**  
**82441 Ohlstadt (DE)**

(74) Vertreter: **Giesecke + Devrient IP**

**Prinzregentenstraße 161  
81677 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**US-A- 5 714 231**

**EP 4 067 103 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft Herstellungsverfahren für ein optisch variables Sicherheitselement zur Absicherung von Wertgegenständen, das einen Träger und eine Merkmalsschicht mit ersten und zweiten Merkmalsbereichen enthält, in denen unterschiedliche erste bzw. zweite Prägelschichten vorliegen.

**[0002]** Datenträger, wie Wert- oder Ausweisdokumente, aber auch andere Wertgegenstände, wie etwa Markenartikel, werden zur Absicherung oft mit Sicherheitselementen versehen, die eine Überprüfung der Echtheit der Datenträger gestatten und die zugleich als Schutz vor unerlaubter Reproduktion dienen. Die Sicherheitselemente können beispielsweise in Form eines in eine Banknote eingebetteten Sicherheitsfadens, einer Abdeckfolie für eine Banknote mit Loch, eines aufgebracht Sicherheitsstreifens, eines selbsttragenden Transferelements oder auch in Form eines direkt auf ein Wertdokument aufgetragenen Merkmalsbereichs ausgebildet sein.

**[0003]** Vor einiger Zeit wurden optisch variable Sicherheitselemente vorgeschlagen, die zwei, in unterschiedlichen Höhenstufen angeordnete und jeweils mit einer Farbbeschichtung versehene Reliefstrukturen aufweisen, die in passend eingefärbte Prägelschichten eingepägt sind, siehe WO 2020/011390 A1, WO 2020/011391 A1 und WO 2020/011392 A1. Dabei muss der Betrachter allerdings zur Betrachtung der tiefer liegenden Reliefstruktur in der Regel durch die Prägelschicht der höher liegenden Reliefstruktur hindurchblicken, so dass ja nach gewünschtem optischen Eindruck für die Farbgebung der Prägelschichten, insbesondere des Prägelschichten der höher liegenden Prägelschicht, erhebliche Einschränkungen bestehen können.

**[0004]** Werden bei der Herstellung solcher Sicherheitselemente mehrere Druckfarben bzw. Prägelschichten auf ein Substrat aufgebracht, so verhindern unvermeidliche Registerschwankungen in den Druckmaschinen eine exakte Passerung der Schichten in der Ebene auf weniger als etwa 50 µm. Solche Passerschwankungen können dabei sowohl längs als auch quer zu einer bedruckten Bahn auftreten.

**[0005]** US 5 714 231 A offenbart ein Verfahren zum Herstellen eines Sicherheitselements für die Absicherung von Wertgegenständen, wobei das Sicherheitselement eine erste Prägelschicht und eine zweite Prägelschicht, wobei die erste und die zweite Prägelschichten unterschiedlich sind. US 5 714 231 A offenbart nicht, dass das Sicherheitselement eine Merkmalsschicht mit ersten und zweiten Merkmalsbereichen enthält, in denen unterschiedliche erste bzw. zweite Prägelschichten vorliegen, sondern offenbart zwei Merkmalsschichten.

**[0006]** Ausgehend davon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, mit dem gattungsgemäße optisch variable Sicherheitselemente mit hoher Passergenauigkeit der unterschiedlichen ersten

und zweiten Prägelschichten hergestellt werden können.

**[0007]** Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

**[0008]** Die Erfindung stellt zur Lösung der genannten Aufgabe ein Verfahren zum Herstellen eines Sicherheitselements bereit, welches insbesondere der Absicherung von Wertgegenständen dienen kann. Das herzustellende Sicherheitselement enthält eine Merkmalsschicht mit ersten und zweiten Merkmalsbereichen, in denen unterschiedliche erste bzw. zweite Prägelschichten vorliegen.

**[0009]** In einem ersten Erfindungsaspekt wird bei dem Verfahren auf einen Träger in den ersten Merkmalsbereichen eine hydrophile Schicht eines ersten Prägels aufgebracht, wird die aufgebrachte Schicht mit einer ersten optischen Effekt erzeugenden Prägestruktur geprägt und gehärtet.

**[0010]** Weiter wird auf einem Druckwerkzeug eine Schicht eines zweiten, unterschiedlichen Prägels bereitgestellt, und in einem Druckschritt wird das Druckwerkzeug mit dem Träger in Kontakt gebracht und dadurch der zweite Prägelschicht übertragen.

**[0011]** Der Träger kann dauerhaft in dem Sicherheitselement verbleiben oder er kann einen Produktionsträger darstellen, der nach dem Transfer des Sicherheitselements auf ein Zielsubstrat vom Sicherheitselement wieder abgezogen wird.

**[0012]** Der zweite Prägelschicht wird in dem Druckschritt mit Vorteil nur in die nicht mit hydrophilem Prägelschicht beschichteten zweiten Merkmalsbereiche übertragen.

**[0013]** Die Schicht des zweiten, unterschiedlichen Prägelschicht wird auf dem Druckwerkzeug vorteilhaft vollflächig bereitgestellt.

**[0014]** Der Träger mit der ersten Prägelschicht wird vorzugsweise vor dem Druckschritt gefeuchtet und dabei Feuchtmittel nur auf die hydrophile erste Prägelschicht der ersten Merkmalsbereiche übertragen.

**[0015]** Die zweiten Merkmalsbereiche stellen vorzugsweise Bereiche mit hydrophober Oberfläche dar.

**[0016]** Bei einer vorteilhaften Verfahrensführung wird bei dem genannten Druckschritt die Schicht des zweiten Prägelschicht auf einem flexiblen Druckwerkzeug, insbesondere einem Druckzylinder mit einem kompressiblen Element bereitgestellt, das durch Druckspitzen, die von der bereits gehärteten ersten Lackschicht erzeugt werden, lokal verformt wird.

**[0017]** Bei einer anderen, ebenfalls vorteilhaften Verfahrensführung wird bei dem genannten Druckschritt die Schicht des zweiten Prägelschicht auf einem Druckwerkzeug, insbesondere einem harten Druckzylinder bereitgestellt, und wird zur Erzeugung eines Gegendrucks ein weicher Presseur eingesetzt, der durch Druckspitzen, die von der bereits gehärteten ersten Lackschicht erzeugt werden, lokal verformt wird.

**[0018]** Bei einer weiteren, ebenfalls vorteilhaften Verfahrensführung ist auf dem Träger eine flexible Aus-

gleichschicht vorgesehen, die bei dem Druckschritt durch Druckspitzen, die von der bereits gehärteten ersten Lackschicht erzeugt werden, lokal verformt wird.

**[0019]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung wird der erste Prägelack strukturiert in den ersten Merkmalsbereichen aufgebracht, beispielsweise strukturiert aufgedruckt. Es ist allerdings auch möglich, den ersten Prägelack zunächst vollflächig aufzubringen und dann beispielsweise durch einen Ätzschritt bereichsweise wieder zu entfernen, um dadurch die gewünschte Strukturierung zu erreichen. Besonders hohe Auflösung kann erreicht werden, wenn der erste Prägelack gemäß einer vorteilhaften Gestaltung zunächst vollflächig auf den Träger aufgebracht wird und dann durch ein Verfahren rückstandsfreier Prägung durch ein Heranführen eines strukturierten Prägwerkzeugs in benetzte erste Merkmalsbereiche und entnetzte zweite Merkmalsbereiche strukturiert wird, wobei gleichzeitig durch das strukturierte Prägwerkzeug die benetzten ersten Merkmalsbereiche mit der den ersten optischen Effekt erzeugenden Prägestruktur geprägt werden.

**[0020]** Die Härtung des ersten Prägelacks kann mit Vorteil durch Strahlungseinwirkung, insbesondere durch UV-Bestrahlung, aber auch IR-Bestrahlung oder Elektronenstrahl-Beaufschlagung. Die Verwendung eines UV-härtenden Prägelacks ist insbesondere dann von Vorteil, wenn der Prägelack mit dem genannten Verfahren rückstandsfreier Prägung hochauflösend strukturiert wird.

**[0021]** Gemäß einem zweiten Erfindungsaspekt wird bei dem Verfahren auf einen Träger in den ersten Merkmalsbereichen eine Schicht eines ersten Prägelacks mit niedriger Oberflächenenergie aufgebracht, wird die aufgebrachte Schicht mit einer ersten optischen Effekt erzeugenden Prägestruktur geprägt und gehärtet.

**[0022]** Dann wird vollflächig eine Schicht eines zweiten, unterschiedlichen Prägelacks mit niedriger Viskosität und hohe Oberflächenspannung aufgebracht, und der zweite Prägelack wird von den mit dem ersten Prägelack beschichteten ersten Merkmalsbereichen in die zweiten Merkmalsbereiche hinein entnetzen gelassen.

**[0023]** Das Aufbringen und Entnetzenlassen wird gegebenenfalls wiederholt, um in den zweiten Merkmalsbereichen eine für eine Prägung ausreichende Menge an zweitem Prägelack anzusammeln.

**[0024]** Auch in dem zweiten Erfindungsaspekt kann der Träger dauerhaft in dem Sicherheitselement verbleiben oder er kann einen Produktionsträger darstellen, der nach dem Transfer des Sicherheitselements auf ein Zielsubstrat vom Sicherheitselement wieder abgezogen wird.

**[0025]** In beiden Erfindungsaspekten wird mit Vorteil eine zweite Prägestruktur in die Prägelackschicht des zweiten Prägelacks geprägt, die einen zweiten optischen Effekt erzeugt. Die zweite Prägestruktur wird dabei vorteilhaft nur in die zweite Prägelackschicht übertragen, vorzugsweise indem ein flexibles Prägwerkzeug, ein weicher Prägepresseur oder eine flexiblen Ausgleichschicht im Schichtaufbau des Sicherheitselements ein-

gesetzt wird, um die zweite Prägestruktur nur in die zweite Prägelackschicht zu übertragen.

**[0026]** Die Prägestrukturen der ersten und zweiten Prägelackschicht liegen mit Vorteil im Wesentlichen auf derselben Höhe, was insbesondere bedeutet, dass sich die mittleren Höhen der beiden Prägestrukturen um nicht mehr als die Höhendifferenz innerhalb jeder Prägestruktur unterscheiden.

**[0027]** In beiden Aspekten ist bevorzugt, dass die beiden Prägelacke unterschiedliche Verfestigungseigenschaften aufweisen, besonders bevorzugt weisen die Prägelacke zudem unterschiedliche optische Eigenschaften auf.

**[0028]** Als Prägelacke können jeweils durch physikalische Trocknung härtende Lacke, insbesondere thermoplastische Prägelacke aufgebracht werden. Sind sowohl der erste als auch der zweite Prägelack jeweils durch einen thermoplastischen Prägelack gebildet, so weisen diese vorteilhaft unterschiedliche Erweichungstemperaturen auf, welche sich vorzugsweise um mehr als 10 °C, besonders vorzugsweise um mehr als 25 °C, insbesondere um mehr als 50 °C unterscheiden.

**[0029]** In ebenfalls vorteilhaften Gestaltungen beider Aspekte ist vorgesehen, dass als ein Prägelack ein strahlungshärtender, insbesondere UV-härtender Prägelack und als ein anderer Prägelack ein thermoplastischer Prägelack aufgebracht werden.

**[0030]** Die Prägelacke können insbesondere in unterschiedlicher Farbe, unterschiedlicher Transparenz und/oder unterschiedlicher Lumineszenz aufgebracht werden. Die Prägelacke sind dabei vorzugsweise lasierend eingefärbt und sind daher sowohl farbig als auch teilweise lichtdurchlässig.

**[0031]** Die Prägelackschichten der ersten und zweiten Merkmalsbereiche werden vorteilhaft ohne Lücken und Überlappungen nebeneinander angeordnet.

**[0032]** In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung werden die erste und zweite Prägelackschicht mit einer gemeinsamen reflexionserhöhenden Beschichtung, insbesondere einer hochbrechenden oder metallischen Beschichtung versehen. Diese Beschichtung erfolgt vorzugsweise nach einer Prägung des ersten und zweiten Prägelacks mit einer jeweiligen Prägestruktur, die unterschiedliche erste und zweite optische Effekte erzeugt.

**[0033]** Mit Vorteil enthalten die Prägestrukturen der ersten und zweiten Prägelackschicht jeweils Strukturelemente mit Strukturabmessungen in der Ebene, die zwischen 30 µm und 200 µm, insbesondere zwischen 50 µm bis 150 µm liegen. Eine oder beide Prägestrukturen enthalten als Strukturelemente vorteilhaft Mikrospiegelanordnungen mit gerichtet reflektierenden Mikrosiegeln, insbesondere mit nicht-diffraktiv wirkenden Spiegeln, und vorzugsweise mit planen Spiegeln, Hohlspiegeln und/oder fresnelartigen Spiegeln.

**[0034]** Es versteht sich, dass das optisch variable Sicherheitselement weitere Schichten, wie etwa Schutz-, Abdeck- oder zusätzliche Funktionsschichten, maschi-

nenlesbare Elemente, Primerschichten oder Heißsiegel-lackschichten enthalten kann, die allerdings nicht die wesentlichen Elemente der vorliegenden Erfindung darstellen und daher nicht näher beschrieben sind. Das herzustellende Sicherheitselement ist mit Vorteil ein Sicherheitsfaden, insbesondere ein Fenstersicherheitsfaden oder ein Pendelsicherheitsfaden, ein Aufreißfaden, ein Sicherheitsband, ein Sicherheitsstreifen, ein Patch oder ein Etikett zum Aufbringen auf ein Sicherheitspapier, Wertdokument oder dergleichen.

**[0035]** Typischerweise haben die eingesetzten UV-Prägelacke und thermoplastischen Lacke (auch Thermoplasten genannt) die nachfolgend beschriebenen Eigenschaften, wobei allerdings für besondere Anwendungen auch Lacke mit abweichenden Eigenschaften eingesetzt werden können.

**[0036]** Typischer UV-Prägelack ist zunächst deutlich leichter prägbar als thermoplastischer Prägelack. Für eine UV-Prägung kann beispielsweise zunächst ein flüssiger Prägelack auf eine Folie aufgetragen werden. Dieser erreicht ohne Walzenkontakt das Prägwerkzeug. Die Folie mit dem Prägelack wird mithilfe eines Presseurs mit dem Prägwerkzeug in Kontakt gebracht, wobei die Lackoberfläche die Struktur des Prägwerkzeugs annimmt. Bei einem theoretischen, beliebig langsamen Prozess wäre kein Druck erforderlich, der Lack würde einfach in die Strukturen fließen und die Luft verdrängen. In der Praxis ist der Prägeprozess an der Maschine allerdings nicht beliebig langsam, so dass beim Prägen mit zu geringem Presseurdruck der Lack in der vorgegebenen Zeit die Luft nicht mehr vollständig verdrängen kann. Bei gewissen Anforderungen an die Geschwindigkeit und Blasenfreiheit wird daher in der Praxis mit einem gewissen Prägedruck gearbeitet. Würde keine UV-Härtung erfolgen, so würde der Lack nach dem Kontakt mit dem Prägwerkzeug nach dem Abziehen der Folie vom Prägwerkzeug sofort wieder verfließen. In der Praxis hat die Folie allerdings eine gewisse Umschlingung um das Prägwerkzeug. Wenn die Folie mit dem Lack durch den Presseur Kontakt zum Prägwerkzeug hat, entfernt sich die Folie normalerweise nicht mehr spontan vom Prägwerkzeug. Nach dem Presseur, im eigentlich drucklosen Bereich sind UV-Strahler angeordnet, die den UV-Lack, während er noch im Kontakt mit dem Prägwerkzeug steht, vernetzen. Erst nach dieser Reaktion wird die Folie vom Prägwerkzeug abgezogen. Der gesamte Prozess verläuft meist kontinuierlich. Bei dem so gehärteten Lack handelt es sich in der Regel um einen Duroplasten.

**[0037]** Eine Thermoplastenprägung verläuft in der Regel anders als die geschilderte UV-Prägung. Ein Thermoplast ist bei Raumtemperatur fest und dementsprechend nicht fließfähig, bei erhöhter Temperatur wird er bei einer bestimmten Temperatur prägbar. Bei weiter erhöhter Temperatur wird der Lack klebrig, wodurch die sinnvolle Prägbarkeit mit einem Standardprägwerkzeug eingeschränkt wird. Gegebenenfalls können allerdings antihaftbeschichtete Werkzeuge zum Einsatz kom-

men. Bei einer Thermoplastenprägung kann beispielsweise der Prägestempel erhitzt werden, bei erhöhter Temperatur geprägt und der Prägestempel vor der Entformung gegebenenfalls wieder etwas abgekühlt werden. Bei einem Rolle-zu-Rolle Prozess findet in der Regel keine Abkühlung vor der Entformung statt. Dort kann bei der Thermoplastenprägung beispielsweise die Folie gegebenenfalls mit Kontakt zum Prägwerkzeug aufgeheizt und bei höchster Temperatur geprägt und gleich entformt werden, ohne in den klebrigen Bereich des Thermoplasten zu kommen. Eine so hohe Aufheizung, dass der Thermoplast tatsächlich flüssig wird, wird vorteilhaft vermieden.

**[0038]** Um Anhaftungen eines niedriger schmelzenden Thermoplasten zu vermeiden, ist vorteilhaft das Prägwerkzeug mit einer Antihaftbeschichtung versehen. Alternativ kann eine Anhaftungen vermeidende Metallisierung des ungeprägten Prägelacks vorgesehen sein, oder es wird dafür gesorgt, dass der höherschmelzende Thermoplast erst zu einem späteren Zeitpunkt höher schmelzend wird. Dies kann beispielsweise mithilfe der an anderer Stelle genannten Vernetzer (beispielsweise Isocyanate) oder auch durch eine Strahlungsvernetzung sichergestellt werden. Beispielsweise können zwei thermoplastisch prägbare UV-Rohstoffe nebeneinander liegen, wobei eine dieser beiden Formulierungen einen Photoinitiator enthält. Nach der ersten Prägung kann belichtet werden - in diesem Fall ist danach eine Entformung möglich, da der feste Lack die geprägte Struktur auch ohne Kontakt zum Prägwerkzeug erhält. Die den Photoinitiator enthaltende Formulierung steigt dadurch im Schmelzpunkt an und ist bei den vorherigen Prägebedingungen nicht mehr verformbar. Dann kann die zweite Prägung vorgenommen werden. Entweder lässt man den zweiten "Thermoplasten" unvernetzt oder er wird durch Elektronenstrahlhärtung nachvernetzt, da letzterer Prozess ohne Photoinitiatoren vorgenommen werden kann. Alternativ kann der zweite Thermoplast ebenfalls einen Photoinitiator enthalten, der bei der(n) Wellenlänge(n) des ersten Strahlers nicht angesprochen wird.

**[0039]** Neben den bereits erwähnten und vorteilhaften Ausbildungen der Prägelacke ist es grundsätzlich auch möglich, Prägelacke zu verwenden, die thermisch anstatt photochemisch aushärten bzw. vernetzen. Beispielsweise haben manche Prägelacke eine Erweichungstemperatur  $T_1$  und eine Aushärtungstemperatur  $T_2 > T_1$ . Solche Prägelacke können beispielsweise auf Basis von Acrylaten mit Isocyanaten gebildet sein.

**[0040]** Eine weitere Vorgehensweise besteht in einer selektiven Erwärmung eines der Prägelacke. Dabei führt ein Bereich mit einem selektiv anregbaren Stoff (im UV/Sichtbaren/IR- oder elektrisch/kapazitiv/magnetisch mit Wechselfeld) selektiv nur zur Erwärmung des diesen Stoff enthaltenen Bereichs. Auf diese Weise können beispielsweise auch zwei Bereiche mit UV-Prägelack vorgesehen sein und nacheinander bearbeitet, insbesondere geprägt werden.

**[0041]** Eine passergenaue Anordnung von Merkmals-

bereichen bezeichnet im Rahmen der vorliegenden Beschreibung insbesondere eine Anordnung, bei der die Merkmalsbereiche aneinander anstoßen oder in einem vorbestimmten, definierten geringen Abstand voneinander angeordnet sind. Ein geringer Abstand ist insbesondere ein Abstand von einigen Mikrometern oder einigen zehn Mikrometern bis hin zu 100 µm und in einigen Anwendungen bis zu 200 µm.

**[0042]** Weitere Ausführungsbeispiele sowie Vorteile der Erfindung werden nachfolgend anhand der Figuren erläutert, bei deren Darstellung auf eine maßstabs- und proportionsgetreue Wiedergabe verzichtet wurde, um die Anschaulichkeit zu erhöhen.

**[0043]** Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Banknote mit einem optisch variablen Sicherheitselement,
- Fig. 2 in schematischer Darstellung ein Sicherheitselement mit einem Trägersubstrat mit einer geprägten Merkmalschicht,
- Fig. 3 in (a) bis (d) vier Zwischenschritte bei der Herstellung eines Sicherheitselements mit einer Merkmalschicht mit zwei thermoplastischen Prägelacken unterschiedlicher Erweichungstemperatur,
- Fig. 4 in (a) bis (d) vier Zwischenschritte bei der Herstellung eines Sicherheitselements mit einer Merkmalschicht aus einem thermoplastischen Prägelack und einem UV-Prägelack,
- Fig. 5 in (a) bis (c) Zwischenschritte bei der Herstellung eines Sicherheitselements unter Verwendung eines flexiblen Prägwerkzeugs,
- Fig. 6 in (a) bis (c) Zwischenschritte bei der Herstellung eines Sicherheitselements unter Verwendung eines harten Prägwerkzeugs in Verbindung mit einem weichen Prägepresseur,
- Fig. 7 in (a) bis (c) Zwischenschritte bei der Herstellung eines Sicherheitselements, in dessen Schichtaufbau eine flexible Ausgleichsschicht vorgesehen ist,
- Fig. 8 in (a) bis (d) Zwischenschritte bei der Aufbringung zweier unterschiedlicher Prägelacke in einer Merkmalschicht ohne Registerschwankungen nebeneinander,
- Fig. 9 in (a) bis (c) Zwischenschritte bei einer anderen Variante zur Aufbringung zweier unterschiedlicher Prägelacke in einer Merkmalschicht ohne Registerschwankungen neben-

einander,

- Fig. 10 in (a) bis (c) Zwischenschritte bei einer weiteren Variante zur Aufbringung zweier unterschiedlicher Prägelacke in einer Merkmalschicht ohne Registerschwankungen nebeneinander,
- Fig. 11 in (a) und (b) Zwischenschritte bei der Aufbringung und hochaufgelösten Strukturierung einer UV-Prägelackschicht,
- Fig. 12 in (a) und (b) Zwischenschritte bei einer weiteren Möglichkeit, zwei unterschiedliche Prägelacke in einer Merkmalschicht ohne Registerschwankungen nebeneinander aufzubringen,
- Fig. 13 in (a) bis (c) Zwischenschritte bei einem Verfahren zur registrierten Aufbringung zweier unterschiedlicher Prägelacke mit Hilfe eines mechanischen Schichtabtrags, und
- Fig. 14 in (a) bis (d) Zwischenschritte bei einem Verfahren zur registrierten Aufbringung zweier unterschiedlicher Prägelacke mittels Hilfe eines selektiven Abtragsmediums.

**[0044]** Die Erfindung wird nun am Beispiel von Sicherheitselementen für Banknoten erläutert. Figur 1 zeigt dazu eine schematische Darstellung einer Banknote 10 mit einem optisch variablen Sicherheitselement 12 in Form eines aufgeklebten Transferelements. Es versteht sich allerdings, dass die Erfindung nicht auf Transferelemente und Banknoten beschränkt ist, sondern bei allen Arten von Sicherheitselementen eingesetzt werden kann, beispielsweise bei Etiketten auf Waren und Verpackungen oder bei der Absicherung von Dokumenten, Ausweisen, Pässen, Kreditkarten, Gesundheitskarten und dergleichen. Bei Banknoten und ähnlichen Dokumenten kommen neben Transferelementen (wie Patches mit oder ohne eigene Trägerschicht) beispielsweise auch Sicherheitsfäden oder Sicherheitsstreifen in Betracht.

**[0045]** Das Sicherheitselement 12 vermittelt dem Betrachter trotz seiner flachen Ausbildung einen dreidimensionalen Eindruck und zeigt beispielsweise zugleich einen binären Farb- und Effektwechsel beim Kippen der Banknote 10, bei dem aus einer ersten Betrachtungsrichtung ein erstes dreidimensionales Motiv in einer ersten Farbe und aus einer zweiten Betrachtungsrichtung zweites dreidimensionales Motiv in einer zweiten Farbe erscheint.

**[0046]** Solche und zahlreiche andere visuelle Effekte können vorteilhaft mit Sicherheitselementen erzeugt werden, bei denen in einer Ebene des Sicherheitselements zwei oder mehr Prägelackschichten gepassert nebeneinander angeordnet sind, welche gezielt mit verschiedenen, voneinander unabhängigen Prägestrukturen

ren versehen sind. Die Prägelackschichten weisen neben der unterschiedlichen Prägung zweckmäßig auch andere unterschiedliche Eigenschaften auf, nämlich insbesondere unterschiedliche visuelle Eigenschaften, wie etwa unterschiedliche Farbe, Transparenz und/oder Lumineszenz. Auf diese Weise lassen sich die durch die Prägung erzeugten optisch variablen Effekte einerseits und die durch die Zusatzeigenschaften der Prägelackschichten erzeugten visuellen Wirkungen andererseits perfekt gepasst aufeinander abstimmen.

**[0047]** Zur Illustration zeigt Fig. 2 in schematischer Darstellung ein Sicherheitselement 20 mit einer Trägerfolie 22 in Form einer transparenten PET-Folie, die mit einer geprägten Merkmalschicht 24 versehen ist. Die Merkmalschicht 24 besteht aus einer alternierenden Abfolge von Merkmalsbereichen 30, 40 gewünschter Form und Größe (nur einer der Merkmalsbereiche ist jeweils mit Bezugszeichen versehen), die sich voneinander sowohl durch die unterschiedliche lasierende Färbung der aufgetragenen Prägelackschichten 32, 42, als auch durch die unterschiedliche Ausbildung der jeweiligen Prägestrukturen 34, 44 unterscheiden.

**[0048]** Die Prägestrukturen 34, 44 der beiden Merkmalsbereiche 30, 40 liegen in einer gemeinsamen Ebene im Wesentlichen auf gleichem Höhenniveau und sind mit einer gemeinsamen reflexionserhöhende Metallbeschichtung 26, beispielsweise einer aufgedampften Aluminiumschicht versehen. Die metallisierten Prägestrukturen sind im Ausführungsbeispiel mit einer Lackschicht 28 eingeebnet und das Sicherheitselement ist über eine Klebeschicht 29 auf dem gewünschten Zielsubstrat, wie etwa der Banknote 10 aufklebbar. Nach dem Aufkleben kann das Trägersubstrat 22 abgezogen werden oder als Schutzfolie im Sicherheitselement verbleiben.

**[0049]** Das Sicherheitselement 20 ist auf Betrachtung durch die lasierenden Prägelackschichten 32, 42 hindurch ausgelegt. Dabei blickt der Betrachter 14 in den Merkmalsbereichen 30 durch die Prägelackschichtbereiche 32 auf die metallisierten Prägestrukturen 34, während er in den Merkmalsbereichen 40 durch die Prägelackschichtbereiche 42 auf die metallisierten Prägestrukturen 44 blickt. Beispielsweise kann der Prägelack 32 lasierend rot eingefärbt sein und die Prägestrukturen 34 können als Motiv eine gewölbte Darstellung der Wertzahl "10" erzeugen, während der Prägelack 42 lasierend grün eingefärbt ist und die Prägestrukturen 44 als Motiv eine gewölbte Darstellung eines Wappens erzeugen. Die beiden Motive können auch aus unterschiedlichen Betrachtungsrichtungen erkennbar sein. Wie aus Fig. 2 ersichtlich, sind die Merkmalsbereiche 30, 40 mit ihren durch die Prägelackschichten 32, 42 erzeugten unterschiedlichen Farbwirkungen und ihren durch die Prägungen 34, 44 erzeugten unterschiedlichen Motiven unmittelbar nebeneinander, ohne Lücken oder Überlappungen gepasst angeordnet.

**[0050]** Das Grundprinzip einer vorteilhaften Herstellung der Merkmalschicht 24 beispielsweise des Sicherheitselements 20 wird nun mit Bezug auf die Figuren 3

und 4 näher erläutert, die jeweils in (a) bis (d) vier Zwischenschritte bei der Herstellung des Sicherheitselements 20 zeigen.

**[0051]** Zunächst wird mit Bezug auf Fig. 3(a) eine Trägerfolie 22, beispielsweise eine transparente, farblose PET-Folie, bereitgestellt und in den gewünschten Merkmalsbereichen 30, 40 jeweils mit einem thermoplastischen Prägelack 32 bzw. 42 der gewünschten Farbwirkung beschichtet. Die thermoplastischen Prägelacke 32, 42 sind dabei so aufeinander abgestimmt, dass sie neben den unterschiedlichen Farben auch unterschiedliche Erweichungstemperaturen aufweisen und daher bei unterschiedlichen Temperaturen prägbar sind. Beispielsweise ist der thermoplastische Prägelack 42 bereits bei einer niedrigeren Temperatur  $T_2$  prägbar, während der thermoplastische Prägelack 32 erst bei einer höheren Temperatur  $T_1 > T_2$  prägbar ist.

**[0052]** Dann werden in einem ersten Prägeschritt, der bei höherer Temperatur  $T_1$  durchgeführt wird, mit einem ersten Prägwerkzeug 50 beide Prägelacke 32, 42 mit der ersten Prägestruktur 34 versehen, wie in Fig. 3(b) illustriert.

**[0053]** Die Trägerfolie mit der geprägten Merkmalschicht wird dann auf die niedrigere Temperatur  $T_2$  abgekühlt und entformt, und dadurch der Prägelack 32 in den Merkmalsbereichen 30 mit der eingepägten Prägestruktur 34 verfestigt, während der Prägelack 42 noch verformbar bleibt. Der Prägelack 42 wird daher nach der Entformung noch teilweise oder vollständig verfließen und die erste Prägung allenfalls unvollständig annehmen, wie in Fig. 3(c) durch das Bezugszeichen 34' angedeutet.

**[0054]** In Fig. 3(c) ebenfalls dargestellt ist das zweite Prägwerkzeug 52 für den zweiten Prägeschritt, mit dem bei der niedrigeren Temperatur  $T_2$  die zweite Prägestruktur 44 in die noch verformbare Prägelackschicht 42 der Merkmalsbereiche 40 eingepägt wird. Die Prägestruktur 34 der Merkmalsbereiche 30 ist bereits verfestigt, sie wird insbesondere aufgrund der nachfolgend genauer beschriebenen Maßnahmen von dem zweiten Prägeschritt nicht mehr wesentlich beeinflusst.

**[0055]** Nach dem zweiten Prägeschritt wird die Trägerfolie mit der zweifach geprägten Merkmalschicht auf eine Temperatur  $T < T_2$ , beispielsweise auf Zimmertemperatur abgekühlt und dadurch auch der Prägelack 42 in den Merkmalsbereichen 40 verfestigt.

**[0056]** Auf diese Weise wird eine Merkmalschicht 24 mit der gewünschten, auf die Merkmalsbereiche 30, 40 gepassten Doppelprägung 34, 44 erhalten, wie in Fig. 3(d) dargestellt. Anschließend kann die Merkmalschicht 24 metallisiert werden, wie in Fig. 2 illustriert, oder das Zwischenprodukt der Fig. 3(d) kann in anderer Weise zu einem gewünschten Sicherheitselement weiterverarbeitet werden.

**[0057]** Bei der Ausgestaltung der Fig. 4 kommen anstelle zweier thermoplastischer Prägelacke mit unterschiedlichen Erweichungstemperaturen ein thermoplastischer Prägelack 32 und ein UV-Prägelack 42 zum Ein-

satz. Anders als bei den weiter unten beschriebenen Ausgestaltungen wird bei der Gestaltung der Fig. 4 zunächst der thermoplastische Prägelack und erst danach der UV-Prägelack geprägt. Auch wenn ein UV-Prägelack typischerweise leichter prägbare ist als ein thermoplastische Prägelack, kann beim Einsatz geeigneter Prägelacke und/oder unter geeigneten Bedingungen auch eine Prägereihenfolge wie in Fig. 4 zum Einsatz kommen.

**[0058]** Mit Bezug auf Fig. 4(a) wird eine Trägerfolie 22, beispielsweise eine transparente, farblose PET-Folie, bereitgestellt und in den Merkmalsbereichen 30 mit einem thermoplastischen Prägelack 32 und in den Merkmalsbereichen 40 mit einem UV-Prägelack 42, jeweils mit einer gewünschten unterschiedlichen Farbwirkung beschichtet.

**[0059]** Dann wird in einem ersten Prägeschritt mit einem ersten Prägewerkzeug 50 unter Prägebedingungen, bei denen der thermoplastische Prägelack 32 prägbare ist, die erste Prägestruktur 34 eingeprägt, wie in Fig. 4(b) illustriert. Die Prägebedingungen können beispielsweise eine Temperatur  $T_1$  von 120 °C und hohen Prägedruck umfassen.

**[0060]** Danach wird die Trägerfolie mit der geprägten Merkmalschicht auf eine Temperatur eine niedrigere Temperatur  $T_2 < T_1$  abgekühlt und entformt und dadurch der Prägelack 32 in den Merkmalsbereichen 30 verfestigt. Die niedrigere Temperatur  $T_2$  kann beispielsweise  $T_2 = 30$  °C betragen. Der UV-Prägelack 42 wird bei den Prägebedingungen des ersten Prägeschritts nicht verprägt, so dass nach dem ersten Prägeschritt in den Merkmalsbereichen 30 der mit der Prägestruktur 34 versehenen Prägelack 32 und in den Merkmalsbereichen 40 der unverprägte UV-Prägelack 42 vorliegt, wie in Fig. 4(c) dargestellt.

**[0061]** Ebenfalls in Fig. 4(c) gezeigt ist das zweite Prägewerkzeug 52, mit dem bei der niedrigeren Temperatur  $T_2$  und unter UV-Bestrahlung 54 die zweite Prägestruktur 44 in die UV-härtbare Prägelackschicht 42 der Merkmalsbereiche 40 eingeprägt wird. Durch die Härtung der Prägelackschicht 42 mittels der Strahlung einer UV-LED kann der Wärmeeintrag in die thermoplastische Schicht 32 minimiert werden. Wegen der niedrigen Temperatur beim zweiten Prägeschritt und aufgrund der nachfolgend genauer beschriebenen Maßnahmen wird die bereits verfestigte Prägestruktur 34 der Merkmalsbereiche 30 von dem zweiten Prägeschritt nicht wesentlich beeinflusst.

**[0062]** Nach dem zweiten Prägeschritt und der UV-Härtung ist auch der Prägelack 42 in den Merkmalsbereichen 40 verfestigt, so dass wie bei Fig. 3 eine Merkmalschicht 24 mit einer gewünschten, auf die Merkmalsbereiche 30, 40 gepasserten Doppelprägung 34, 44 erhalten wird, wie in Fig. 4(d) dargestellt.

**[0063]** Bei den im Zusammenhang mit den Figuren 3 und 4 beschriebenen Gestaltungen liegen beim ersten Prägeschritt bereits beiden Prägelackschichten 32, 42 auf der Trägerfolie vor. Es ist allerdings auch möglich, die später zu prägende Schicht erst nach der erfolgten

Prägung der zuerst zu prägenden Schicht aufzubringen. Auch in diesem Fall ist es wesentlich, dass die Prägung der zuerst geprägten Schicht bei den Prägebedingungen der später geprägten Schicht erhalten bleibt. Hierfür sind in der Regel besondere Maßnahmen erforderlich, die mit Bezug auf die Figuren 5 bis 7 nunmehr näher erläutert werden.

**[0064]** Eine Möglichkeit sicherzustellen, dass die Prägung der zuerst geprägten Schicht durch den nachfolgenden Prägeschritt nicht zerstört oder beschädigt wird, besteht im Einsatz eines flexiblen Prägewerkzeugs für die zweite Prägung.

**[0065]** Dies ist anhand der Gestaltung der Fig. 5 illustriert, in der die Merkmalschicht 24 ähnlich wie in dem Beispiel der Fig. 4 einerseits Merkmalsbereiche 30 mit einem thermoplastischen Prägelack 32 und andererseits Merkmalsbereiche 40 mit einem UV-Prägelack 42 enthält. Die jeweils einzuprägenden Strukturen 34 bzw. 44 weisen in der Ebene Strukturabmessungen  $L_1$  bzw.  $L_2$  von 50 µm bis 150 µm auf. Die Strukturhöhe liegt typischerweise in einer Größenordnung von einigen Mikrometern.

**[0066]** Bei der Variante der Fig. 5 wird zunächst der UV-Prägelack 42 mit der gewünschten zweiten Prägestruktur 44 versehen und dann gehärtet, wie in Fig. 5(a) dargestellt. Der thermoplastische Prägelack 32 kann ebenfalls verprägt sein oder er kann, wie in Fig. 5(a), durch Verfließen ohne eingeprägte Struktur verblieben sein.

**[0067]** Nun wird die erste Prägestruktur 34 mit Hilfe eines flexiblen Prägewerkzeugs 60 eingeprägt, welches an seiner Oberfläche die gewünschte Prägestruktur 34 trägt. Das flexible Prägewerkzeug 60 ist beispielsweise aus Silikonkautschuk gebildet und verformt sich durch Druckspitzen auf einer Längenskala  $\lambda$  von einigen Mikrometern. Die Merkmalsbereiche 40 mit dem bereits gehärteten UV-Prägelack 42 bewirken bei der Prägung eine entsprechende Verformung 62 des flexiblen Prägewerkzeugs 60, so dass einerseits die bereits gehärteten Prägelackbereiche 42 nicht beschädigt werden, andererseits aber Prägelack 32 in den Merkmalsbereichen 30 mit der Prägestruktur 34 geprägt werden kann, wie in Fig. 5(b) illustriert.

**[0068]** Da die Übergangsbereiche 64, in denen sich die Form des Prägewerkzeugs 60 stark ändert, eine Abmessung der Größenordnung  $\lambda \ll L_1, L_2$  aufweisen, die Übergangsbereiche 64 also deutlich kleiner als die Strukturabmessungen der Prägungen 34, 44 sind, hat eine eventuell geringere, mangelhafte oder sogar fehlende Prägung in den Übergangsbereichen 64 keinen nennenswerten Einfluss auf die Qualität der Prägestrukturen 34 im Merkmalsbereich 30 insgesamt.

**[0069]** Nach dem Abkühlen des thermoplastischen Prägelacks 32 und dem Entformen des flexiblen Prägewerkzeugs 60 ist die Merkmalschicht 24 daher in den Merkmalsbereichen 30, 40 mit der gewünschten gepasserten Doppelprägung 34, 44 versehen, wie in Fig. 5(c) dargestellt.

**[0070]** Eine andere Möglichkeit besteht mit Bezug auf Fig. 6 in der Verwendung eines harten Prägwerkzeugs 70 in Verbindung mit einem weichen Prägepresseur 72 und einer geeigneten Trägerfolie 74 im Sicherheitselement.

**[0071]** Bei dieser Gestaltung entspricht die in Fig. 6(a) dargestellte Ausgangssituation weitgehend der Ausgangssituation der Fig. 5(a), das heißt, auf einer geeigneten, weiter unten genauer beschriebenen Trägerfolie 74, liegt eine Merkmalschicht 24 vor, bei der in Merkmalsbereichen 30 ein thermoplastischer Prägelack 32 und in Merkmalsbereichen 40 ein UV-Prägelack 42 aufgebracht ist. Der UV-Prägelack 42 wurde dabei in einem ersten Prägeschritt bereits mit einer gewünschten Prägung 44 versehen. Auch hier weisen die einzuprägenden Strukturen 34, 44 Strukturabmessungen  $L_1$  bzw.  $L_2$  in der Ebene auf, die zwischen  $50 \mu\text{m}$  und  $150 \mu\text{m}$  liegen.

**[0072]** Für die Prägung der Prägestruktur 34 in dem zweiten Prägeschritt wird bei dem Verfahren der Fig. 6 ein hartes Prägwerkzeug 70 eingesetzt, das beispielsweise aus Nickel bestehen kann. Das harte Prägwerkzeug 70 ist besonders gut für die Prägung von thermoplastischem Lack 32 geeignet, es kann allerdings Höhenunterschiede weniger gut ausgleichen als das flexible Prägwerkzeug 60 der Gestaltung der Fig. 5.

**[0073]** Um dennoch sicherzustellen, dass die bereits geprägten und gehärteten Lackbereiche 42 im zweiten Prägeschritt nicht verformt oder beschädigt werden, wird ausgenutzt, dass für eine Prägung stets ein Gegendruck erforderlich ist, der in der Regel von einem Prägepresseur 72 aufgebracht wird. Als Besonderheit wird bei dem Verfahren der Fig. 6 ein relativ weicher Prägepresseur 72 eingesetzt, der aus einem Elastomer mit einer Härte von weniger als 90 Shore, insbesondere von weniger als 85 Shore besteht.

**[0074]** Wie in Fig. 6(b) schematisch illustriert, werden im zweiten Prägeschritt die bereits gehärteten UV-Prägelackbereiche 42 von dem harten Prägwerkzeug 70 zusammen mit der Trägerfolie 74 ausreichend weit in den weichen Prägepresseur 72 gedrückt, um die Prägung des thermoplastischen Prägelacks 32 ohne Beschädigung oder Zerstörung der UV-Prägelackebereiche 42 vornehmen zu können.

**[0075]** Nach dem Abkühlen und Entformen des thermoplastischen Prägelacks 32 ist die Merkmalschicht 24 dann in den Merkmalsbereichen 30, 40 mit der gewünschten gepasserten Doppelprägung 34, 44 versehen, wie in Fig. 6(c) dargestellt.

**[0076]** Als Alternative oder als Ergänzung zur Verwendung eines weichen Prägepresseurs 72 kann der Presseur auch mit einer strukturierten Oberfläche ausgestattet werden, die eine Deformation des Presseurs lokal begrenzt. Beispielsweise kann die Oberfläche in unabhängige Waben mit einer charakteristischen Abmessung  $\lambda_c \approx 25 \mu\text{m}$  unterteilt sein, so dass beispielsweise bei Strukturabmessungen der Prägestrukturen 34, 44 von  $L_1, L_2 = 100 \mu\text{m}$  zu erwarten ist, dass jeweils mehrere, insbesondere 9 Wabensegmente ihren idealen Prägdruck

ausüben können, während die daneben liegenden Segmente stark deformiert werden.

**[0077]** Zurückkommend auf die vorteilhaften Eigenschaften der Trägerfolie 74, muss diese unter den Prägebedingungen des zweiten Prägeschritts ausreichend leicht verformbar sein, um den in Fig. 6(b) illustrierten Höhenausgleich durch den Prägepresseur 72 zu erlauben.

**[0078]** Zu diesem Zweck kann beispielsweise eine sehr dünne Trägerfolie 74 eingesetzt werden, deren Dicke bevorzugt kleiner als  $23 \mu\text{m}$ , insbesondere kleiner als  $19 \mu\text{m}$  ist und besonders bevorzugt zwischen  $6 \mu\text{m}$  und  $15 \mu\text{m}$  liegt. Alternativ oder zusätzlich kann die Trägerfolie 74 auch dadurch auf die Prägebedingungen abgestimmt sein, dass die Glasübergangstemperatur  $T_g$  der Trägerfolie bei den Prägebedingungen des zweiten Prägeschritts überschritten und die Folie daher besonders leicht verformbar wird.

**[0079]** Eine weitere Möglichkeit um sicherzustellen, dass die zuerst geprägte Schicht unter den Prägebedingungen der später geprägten Schicht nicht zerstört oder beschädigt wird, besteht im Vorsehen einer Ausgleichsschicht 80 im Schichtaufbau des Sicherheitselements selbst.

**[0080]** Zur Erläuterung zeigt Fig. 7 den Schichtaufbau des herzustellenden Sicherheitselements, bei dem zwischen einer Trägerfolie 22 und der Merkmalschicht 24 eine Ausgleichsschicht 80 vorgesehen ist, die zumindest bei den Prägebedingungen der zweiten Prägung flexibel ist und dabei vorzugsweise elastische Eigenschaften aufweist. Falls vorgesehen ist, dass der optische Effekt des Sicherheitselements von der Seite der Prägelackschichten 32, 42 her und damit auch durch die Ausgleichsschicht hindurch betrachtet wird, ist die Ausgleichsschicht vorzugsweise transparent und mit geringer Streuungswirkung ausgebildet. Konkret kann die Ausgleichsschicht 80 beispielsweise aus einem Silikonkautschuk gebildet sein.

**[0081]** Die in Fig. 7(a) dargestellte Ausgangssituation entspricht weitgehend der Ausgangssituation der Fig. 6(a), insbesondere enthält die Merkmalschicht 24 in den Merkmalsbereichen 30 einen thermoplastischen Prägelack 32 und in den Merkmalsbereichen 40 einen UV-Prägelack 42, welcher in einem ersten Prägeschritt bereits mit einer gewünschten Prägung 44 versehen wurde.

**[0082]** Für die Prägung der Prägestruktur 34 in dem zweiten Prägeschritt kann dann ein hartes Prägwerkzeug 70 eingesetzt werden, das besonders gut für die Prägung eines thermoplastischen Lacks 32 geeignet ist. Mit Bezug auf die Darstellung der Fig. 7(b) findet der zweite Prägeschritt des thermoplastischen Lacks 32 bei einer erhöhten Temperatur statt, bei der die Ausgleichsschicht 80 elastisch ist, so dass die bereits gehärteten UV-Prägelackbereiche 42 von dem harten Prägwerkzeug 70 lokal in die Ausgleichsschicht 80 eingedrückt werden. Dadurch wird eine Verformung oder Beschädigung der Prägestruktur 44 verhindert und gleichzeitig eine Prägung der Prägelackschicht 32 ermöglicht.

**[0083]** Um ein ausreichendes Eindringen der UV-Prägelackbereiche 42 zu gestatten, sollte die Schichtdicke der Ausgleichsschicht 80 etwas größer sein als der ausgleichende Höhenunterschied, der bei typischen geprägten Mikrostrukturen 44 in der Regel zwischen 2 bis 15  $\mu\text{m}$  liegt. Die Ausgleichsschicht 80 kann sich vorteilhaft auch in solcher Weise verformen, dass beim Eindringen der UV-Prägelackbereiche 42 gleichzeitig die thermoplastischen Prägelackbereiche 32 etwas nach oben gedrückt werden und die zweite Prägung dadurch unterstützen. Eine solche Verformung kann insbesondere volumenerhaltend erfolgen.

**[0084]** Nach Abschluss des zweiten Prägeschritts und dem Abkühlen und Entformen des thermoplastischen Prägelacks 32 bildet sich die Verformung der elastischen Ausgleichsschicht 80 zurück, so dass die erzeugte Merkmalschicht 24 in den Merkmalsbereichen 30, 40 mit der gewünschten gepasserten Doppelprägung 34, 44 versehen ist, wie in Fig. 7(c) dargestellt.

**[0085]** Bei den bisher beschriebenen Gestaltungen wurde von einer Situation ausgegangen, in der in den Merkmalsbereichen 30, 40 bereits gepasserte Prägelackbereiche auf einer Trägerfolie vorliegen. Nachfolgend werden nun einige vorteilhafte Möglichkeiten beschrieben, um zwei oder mehr unterschiedliche Prägelacke in einer Merkmalschicht ohne Registerschwankungen nebeneinander und damit idealerweise ohne unbeabsichtigte Lücken oder Überlappungen aufzubringen.

**[0086]** Dabei werden zunächst Varianten beschrieben, bei denen das Phänomen der Oberflächenenergie bzw. Oberflächenspannung ausgenutzt wird. Dabei kann es je nach dem Material der verwendeten Trägerfolie notwendig sein, diese zunächst mit einer Beschichtung zu versehen, die eine geeignete Oberflächenenergie besitzt. Zu diesem Zweck können weitere Schichten, beispielsweise eine Primerschicht oder eine Releaseschicht für eine spätere Ablösung erforderlich sein. Für eine ausreichende Haftung kann auch eine Koronabehandlung, eine Plasmabehandlung oder eine Beflammung der Folie hilfreich sein. Bei der nachfolgenden Schilderung wird davon ausgegangen, dass der genannte Träger 90 eine geeignete Trägerfolie ist oder umfasst, und gegebenenfalls entsprechend vorbehandelt oder mit weiteren Schichten versehen wurde, um eine für das jeweilige Verfahren geeignete Oberflächenenergie bereitzustellen.

**[0087]** Bei der in Fig. 8 illustrierten Verfahrensvariante wird ein Träger 90 zunächst in den Merkmalsbereichen 40 nach einem beliebigen Verfahren mit einer prägbaren, nach Trocknung hydrophilen Formulierung 42 bedruckt, welche die in den Merkmalsbereichen 40 gewünschte Farbe oder Transparenz aufweist. Bei der beschriebenen Gestaltung ist die Formulierung ein UV-Prägelack 42, welcher nach dem Aufdrucken in den Merkmalsbereichen 40 mit der zugehörigen Prägestruktur 44 geprägt und schließlich durch UV-Vernetzung gehärtet wurden, wie in Fig. 8(a) dargestellt. Die Merkmalsbereiche 30 sind dabei zunächst noch unbeschichtet und stellen Bereiche

mit hydrophober Oberfläche dar.

**[0088]** Die mit dem UV-Prägelack versehene Trägerfolie wird dann inline oder in einem separaten Prozess mit einem Feuchtmittel 92 gefeuchtet. Dabei nehmen nur die hydrophil beschichteten Merkmalsbereiche 40 das Feuchtmittel 92 an, während die hydrophoben Merkmalsbereiche 30 feuchtmittelfrei bleiben, wie in Fig. 8(b) illustriert.

**[0089]** Anschließend wird eine zweite Prägelackschicht eines thermoplastischen Prägelacks 32 auf die Trägerfolie aufgebracht, wozu im Ausführungsbeispiel ein druckender Zylinder 94 eingesetzt wird, auf dem die Prägelackschicht 32 vollflächig bereitgestellt ist, wie in Fig. 8(b) gezeigt. Um zu erreichen, dass der Prägelack 32 nur in den Zwischenräumen 30 zwischen den bereits beschichteten Bereichen 40 aufgebracht wird, ist die Oberfläche des druckenden Zylinders 94 mit einem kompressiblen Element 96 ausgestattet.

**[0090]** Das kompressible Element 96 verformt sich beim Aufdrucken der Prägelackschicht 32 durch die von der bereits gehärteten UV-Lackschicht 42 erzeugten Druckspitzen, wie in Fig. 8(c) dargestellt, so dass der Prägelack 32 in den nicht erhabenen Merkmalsbereichen 30 in Kontakt mit dem Träger 90 gelangt und dort übertragen wird, ohne dass die bereits vorhandene Prägestruktur 44 beschädigt wird. Der UV-Prägelack 42 der Merkmalsbereiche 40 steht beim Aufdrucken zwar ebenfalls in Kontakt mit der Prägelackschicht 32, er ist durch das zuvor aufgebrachte Feuchtmittel 92 aber farbabweisend und nimmt den Prägelack 32 daher nicht an.

**[0091]** Auf diese Weise wird der thermoplastische Prägelack 32 im Aufdruckschritt nur in den Merkmalsbereichen 30 abgelegt, wie in Fig. 8(d) dargestellt. In den Merkmalsbereichen 40 liegt der bereits geprägte und gehärtete UV-Prägelack 42 vor. Das so erhaltene Zwischenprodukt kann dann, wie beispielsweise im Zusammenhang mit den Figuren 5 bis 7 beschrieben, weiterverarbeitet und dabei auch die Prägelackschicht 32 mit der gewünschten Prägung versehen werden. Anstelle eines thermoplastischen Prägelack kann auch ein weiterer UV-Prägelack verwendet werden, der, da der erste Prägelack beim Aufdrucken des weiteren Prägelacks bereits verfestigt ist, auch dieselben Verfestigungseigenschaften wie der erste Prägelack aufweisen kann.

**[0092]** Bei der Verfahrensvariante der Fig. 9 wird anstelle eines kompressiblen Elements im druckenden Zylinder ein weicher Presseur 98 mit einer Shorehärte von weniger als 90, insbesondere von weniger als 85 eingesetzt.

**[0093]** Die in Fig. 9(a) gezeigte Ausgangssituation entspricht im Wesentlichen der Ausgangssituation der Fig. 8 und zeigt einen Träger 90, der in Merkmalsbereichen 40 mit einem nach Härtung hydrophilen UV-Prägelack 42 beschichtet wurde. Der UV-Prägelack 42 wurde mit der gewünschten Prägestruktur 44 geprägt und durch UV-Vernetzung gehärtet. Die so beschichtete Trägerfolie wurde dann inline oder in einem separaten Prozess mit einem Feuchtmittel 92 gefeuchtet, wobei nur die hydro-

phil beschichteten Merkmalsbereiche 40 das Feuchtmittel 92 annehmen, während die nicht beschichteten Merkmalsbereiche 30 feuchtmittelfrei bleiben.

**[0094]** Anschließend wird eine zweite Prägelschicht eines thermoplastischen Prägelsacks 32 vollflächig auf einem druckenden Zylinder 94 bereitgestellt. Ein weicher Presseur 98 stellt einen Gegendruck für den Aufdruckschritt bereit, er ist aufgrund seiner geringen Härte von weniger als 90 oder weniger als 85 Shore aber durch Druckspitzen lokal verformbar. Wie in Fig. 9(b) schematisch illustriert, werden beim Aufdrucken der Prägelschicht 32 die bereits gehärteten UV-Prägelsackbereiche 42 von dem Druckzylinder 94 zusammen mit der Trägerfolie 90 etwas in den weichen Presseur 98 eingedrückt, so dass der thermoplastische Prägelsack 32 in den Markierungsbereichen 30 in Kontakt mit der Trägerfolie 90 gelangt und dort übertragen wird, ohne dass dabei die bereits vorhandene Prägestructur 44 beschädigt wird.

**[0095]** Die UV-Prägelsackbereiche 42 stehen zwar ebenfalls mit der Prägelschicht 32 in Kontakt, sie sind aber durch das aufgebraute Feuchtmittel 92 farbabweisend und nehmen den Prägelsack 32 daher nicht an. Durch den Aufdruckschritt entsteht daher eine Gestaltung mit ungeprägtem thermoplastischem Prägelsack 32 in den Merkmalsbereichen 30 und mit geprägtem, gehärtetem UV-Prägelsack 42 in den Merkmalsbereichen 40, welche wie oben beschrieben weiterverarbeitet werden kann. Anstelle eines thermoplastischen Prägelsack kann auch hier ein weiterer UV-Prägelsack verwendet werden, der, da der erste Prägelsack beim Aufdrucken des weiteren Prägelsacks bereits verfestigt ist, auch dieselben Verfestigungseigenschaften wie der erste Prägelsack aufweisen kann.

**[0096]** Bei dieser Variante muss die Trägerfolie 90 unter den Aufdruckbedingungen des zweiten Prägelsacks 32 ausreichend leicht verformbar sein, um den in Fig. 9(b) illustrierten Höhenausgleich durch den Presseur 98 zu erlauben. Hierzu kann beispielsweise eine sehr dünne Trägerfolie 90 eingesetzt werden (Dicke bevorzugt kleiner als 23  $\mu\text{m}$ , insbesondere 19  $\mu\text{m}$ , insbesondere Dicke zwischen 6  $\mu\text{m}$  und 15  $\mu\text{m}$ ) und/oder es kann eine Trägerfolie 90 mit einer niedrigen Glasübergangstemperatur verwendet werden, die den Aufdruckbedingungen des zweiten Prägelsacks überschritten ist, so dass die und die Folie besonders leicht verformbar wird.

**[0097]** Eine weitere Möglichkeit besteht im Vorsehen einer Ausgleichsschicht 80 im Schichtaufbau des Sicherheitselements selbst. Mit Bezug auf Fig. 10 ist im Schichtaufbau des herzustellenden Sicherheitselements auf der Trägerfolie 22 eine Ausgleichsschicht 80 angeordnet, die zumindest bei den Aufdruckbedingungen der Prägelschicht 32 flexibel ist und dabei vorzugsweise elastische Eigenschaften aufweist.

**[0098]** Die in Fig. 10(a) gezeigte Ausgangssituation entspricht bis auf die Ausgleichsschicht der Ausgangssituation der Fig. 9(a) und zeigt eine Trägerfolie 22 mit einer aufgebrauten Ausgleichsschicht 80, beispielsweise aus Silikonkautschuk, die in Merkmalsbereichen 40 mit ei-

nem nach Härtung hydrophilen UV-Prägelsack 42 beschichtet wurde. Die Ausgleichsschicht kann auch mit einer dünnen Abdeckschicht versehen sein, um das nachfolgende Aufbringen der Prägelsackschichten 32, 42 zu erleichtern und/oder eine geeignete Oberflächenenergie bereitzustellen. Der UV-Prägelsack 42 wurde mit der gewünschten Prägestructur 44 geprägt und durch UV-Vernetzung gehärtet. Die so beschichtete Trägerfolie wurde dann inline oder in einem separaten Prozess mit einem Feuchtmittel 92 gefeuchtet, wobei nur die hydrophil beschichteten Merkmalsbereiche 40 das Feuchtmittel 92 annehmen, während die nicht beschichteten Merkmalsbereiche 30 feuchtmittelfrei bleiben.

**[0099]** Anschließend wird eine zweite Prägelschicht eines thermoplastischen Prägelsacks 32 vollflächig auf einem druckenden Zylinder 94 bereitgestellt. Wie in Fig. 10(b) illustriert, ist die Ausgleichsschicht 80 bei den Aufdruckbedingungen des thermoplastischen Lacks 32 elastisch, so dass die bereits gehärteten UV-Prägelsackbereiche 42 von dem Druckzylinder 94 lokal in die Ausgleichsschicht 80 eingedrückt werden. Dadurch wird eine Verformung oder Beschädigung der Prägestructur 44 verhindert und ein problemloses Aufbringen der Prägelsackschicht 32 gerade in die Zwischenräume 30 zwischen den UV-Prägelsackbereichen 42 ermöglicht.

**[0100]** Um ein ausreichend weites Eindringen der UV-Prägelsackbereiche 42 zu ermöglichen, sollte die Schichtdicke der Ausgleichsschicht 80 etwas größer sein als der ausgleichende Höhenunterschied, der typischerweise zwischen 2 bis 15  $\mu\text{m}$  liegt.

**[0101]** Die UV-Prägelsackbereiche 42 stehen zwar ebenfalls mit der Prägelschicht 32 in Kontakt, sie sind aber durch das aufgebraute Feuchtmittel 92 farbabweisend und nehmen den Prägelsack 32 daher nicht an.

**[0102]** Nach Abschluss des Aufdruckschritts bildet sich die Verformung der elastischen Ausgleichsschicht 80 zurück, so dass die in Fig. 10(c) gezeigte gewünschte Gestaltung mit ungeprägtem thermoplastischem Prägelsack 32 in den Merkmalsbereichen 30 und geprägtem, gehärtetem UV-Prägelsack 42 in den Merkmalsbereichen 40 entsteht, welche wie oben beschrieben weiterverarbeitet werden kann.

**[0103]** Soll bei den beschriebenen Gestaltungen eine besonders hochaufgelöste Strukturierung der UV-Prägelsackschicht 42 erreicht werden, kann die Prägelsackschicht 42, anstatt sie wie in den Ausführungsbeispielen der Figuren 8 bis 10 strukturiert aufzudrucken, auch in einem Prozess rückstandsfreier Prägung aufgebracht werden, wie er grundsätzlich in der Druckschrift EP 3 230 795 B1 beschrieben ist.

**[0104]** Um eine solche hochauflösende rückstandsfreier Prägung erfolgreich durchführen zu können, müssen die Oberflächenenergien des Trägers, des eingesetzten Prägwerkzeugs und die Oberflächenspannung des Prägelsacks aufeinander abgestimmt werden.

**[0105]** Mit Bezug auf Fig. 11(a) wird bei dem genannten Verfahren zunächst ein UV-Prägelsack 42 vollflächig auf den Träger 90 aufgetragen. Ein strukturiertes Präge-

werkzeug 100 enthält Werkzeugbereiche 102, 104 mit unterschiedlichem Höhenniveau, die in ihrer Form und Größe den Merkmalsbereichen 30 (vorstehende Werkzeugbereiche 102) bzw. 40 (zurückgesetzte Werkzeugbereiche 104) entsprechen. Die gewünschte Prägestruktur 44 der Merkmalsbereiche 40 ist in den zurückgesetzten Werkzeugbereichen 104 angeordnet, die bei dem nachfolgenden Prägeschritt weiter von der zu prägenden Schicht 42 entfernt liegen.

**[0106]** Bei der Annäherung des strukturierten Prägewerkzeugs 100 an die vollflächige und noch nicht gehärtete Prägelschicht 42 verringern die vorstehenden Bereiche 102 aufgrund ihrer Geometrie durch Verdrängung die dort vorhandene Schichtdicke des Prägelsacks 42. Genauer wird aufgrund der Benetzungseigenschaften des Prägelsacks 42 der Spaltungskoeffizient, also die Grenzflächenenergie zwischen Träger 90 und Prägelsack 42 und zwischen Prägelsack 42 und strukturiertem Prägewerkzeug 100 negativ, so dass sich der Prägelsack 42 aus den Merkmalsbereichen 30 unterhalb der vorstehenden Werkzeugbereiche 102 in die Merkmalsbereiche 40 unterhalb der zurückgesetzten Werkzeugbereiche 104 zurückzieht.

**[0107]** Diese Tendenz von Benetzung und Entnetzung ist nicht nur oberflächenenergieabhängig, sondern auch schichtdickenabhängig. In den Merkmalsbereichen 30 führen die erhabenen Werkzeugbereiche 102 des Prägewerkzeugs 100 bei der Annäherung somit lokal zu einer rückstandsfreien Entnetzung des Prägelsacks 42. Der sich in den Merkmalsbereichen 40 sammelnde Prägelsack 42 wird dort von der in den zurückgesetzten Werkzeugbereichen 104 angeordneten Prägestruktur 44 verprägt.

**[0108]** Nach der Härtung des Prägelsacks 42 enthält die Trägerfolie 90 somit die gewünschte hochauflösende Struktur mit verprägten, gehärteten UV-Lackbereichen 42 und dazwischenliegenden noch unbeschichteten Merkmalsbereichen 30, wie in Fig. 11(b) dargestellt. Die weitere Verarbeitung kann dann beispielsweise wie im Zusammenhang mit den Figuren 8 bis 10 bereits beschrieben erfolgen.

**[0109]** Gemäß einer weiteren Verfahrensvariante, die ebenfalls das Phänomen der Oberflächenenergie bzw. Oberflächenspannung nutzt, wird mit Bezug auf Fig. 12(a) auf einen Träger 90 zunächst eine Schicht eines ersten Prägelsacks 32 aufgedruckt, welcher nach seiner Trocknung oder Vernetzung eine besonders niedrige Oberflächenenergie aufweist. Der aufgedruckte erste Prägelsack 32 wird verprägt und getrocknet oder gehärtet. Die Aufbringung des ersten Prägelsacks 32 erfolgt dabei strukturiert, so dass Merkmalsbereiche 30 mit diesem ersten Prägelsack und noch unbeschichtete Merkmalsbereiche 40 ohne Prägelsack vorliegen. Es hat sich dabei als vorteilhaft herausgestellt, wenn etwa die Hälfte der insgesamt zu beschichtenden Fläche mit dem ersten Prägelsack 32 versehen wird.

**[0110]** Anschließend wird vollflächig eine zweite Prägelsackformulierung 42 aufgebracht, die eine niedrige

Viskosität und eine hohe Oberflächenspannung aufweist. Dies entspricht der Situation des in Fig. 12 (a) dargestellten Zwischenschritts. Die zweite Prägelsackformulierung 42 kann ein UV-Prägelsack sein, insbesondere eine wasserverdünnbare Formulierung, die gegebenenfalls vor der Prägung noch physikalisch getrocknet werden muss.

**[0111]** Aufgrund ihrer niedrigen Viskosität und hohen Oberflächenspannung entnetzt die zweite Formulierung 42 von dem ersten Prägelsack 32 niedriger Oberflächenenergie, wie in Fig. 12(a) durch die Pfeile 110 angedeutet, so dass nach der Entnetzung die in Fig. 12(b) dargestellte Situation entsteht. Im Fall einer vollständigen Entnetzung wie sie in Fig. 12(b) illustriert ist, kann der Auftrag der zweiten Prägelsackformulierung 42 auch mehrfach wiederholt werden, so dass in den Merkmalsbereichen 40 sukzessive Material hoher Oberflächenspannung aufgebaut wird, bis dort eine für die gewünschte zweite Prägung ausreichende Menge an zweitem Prägelsack 42 vorliegt.

**[0112]** Neben der beschriebenen Ausnutzung des Phänomens der Oberflächenenergie und Oberflächenspannung gibt es auch auf einem Schichtabtrag beruhende vorteilhafte Möglichkeiten, zwei oder mehr unterschiedliche Prägelsackschichten ohne Registerschwankungen nebeneinander aufzubringen, welche nunmehr im Zusammenhang mit den Figuren 13 und 14 näher beschrieben werden.

**[0113]** Mit Bezug zunächst auf Fig. 13 wird auf eine Trägerfolie 22 strukturiert eine erste Schicht aus einem ersten thermoplastischen Prägelsack 42 mit einer gewünschten ersten Färbung aufgebracht und getrocknet. Die Aufbringung des ersten Prägelsacks 42 erfolgt strukturiert im Muster der Merkmalsbereiche 40, allerdings mit einer größeren Schichtdicke  $d_1$  als der tatsächlich am Ende benötigten Schichtdicke  $d_0$ , wie in Fig. 13(a) gezeigt.

**[0114]** Dann wird vollflächig eine zweite Schicht aus einem zweiten thermoplastischen Prägelsack 32 mit einer gewünschten zweiten Färbung aufgebracht.

**[0115]** Wie in Fig. 13(b) gezeigt, wird der zweite Prägelsack 32 vorteilhaft in einer Schichtdicke  $d_2 > d_1$  aufgebracht, grundsätzlich genügt es allerdings, wenn der zweite Prägelsack in einer Schichtdicke  $d_2 > d_0$  aufgebracht wird. Das Aufbringen des zweiten Prägelsacks 32 kann auch in mehreren Schritten und jeweils verbunden mit Wisch- oder Rakelschritten erfolgen, um die Schichtdicke des zweiten Prägelsacks 32 auf den zuerst aufbrachten Prägelsackbereichen 42 gering zu halten.

**[0116]** Nach dem Erstarren oder der physikalischen Trocknung des zweiten Prägelsacks 32 wird die entstandene Struktur mechanisch bis auf die gewünschte Schichtdicke  $d_0$  abgetragen, beispielsweise durch Abfräsen 120 der über die Schichtdicke  $d_0$  überstehenden Schichtbereiche 122. Wird die Fräse 120 auf die gewünschte Zielschichtdicke eingestellt, kann im einfachsten Fall bis zu dieser Zielschichtdicke gefräst werden, bei der beide Prägelsacke 32, 42 in den Merkmalsberei-

chen 30, 40 genau nebeneinander angeordnet freiliegen, wie in Fig. 13(c) gezeigt.

**[0117]** Eine Feineinstellung und Rückkopplung des Frässchritts 120 kann mit Hilfe des Fräsabtrags, also des aus den Schichtbereichen 122 entfernten Materials vorgenommen werden. Wie in Fig. 13(b) illustriert, wird anfänglich beim Fräsen bei einem noch geringen Schichtabtrag 124 nur Material des höherliegenden zweiten Prägelacks 32 entfernt, erst bei größerem Schichtabtrag wird auch Material des ersten Prägelacks 42 abgetragen. Durch eine spektroskopische Untersuchung oder gegebenenfalls auch einfach durch eine Kontrolle der Farbe des Fräsabtrags kann daher eine gewünschte Abtragstiefe kontrolliert werden. Dadurch kann sichergestellt werden, dass der Überschuss des zweiten Prägelacks 32, der auf den ersten Prägelackbereichen 42 vorliegt, vollständig abgetragen und die in Fig. 13(c) gezeigte Endposition zuverlässig erreicht wird.

**[0118]** Bei der weiteren Gestaltung der Fig. 14 werden zur Erzeugung der Merkmalschicht 24 zwei unterschiedliche Prägelacke eingesetzt, von denen einer in einem Abtragsmedium löslich und der andere unlöslich ist.

**[0119]** Mit Bezug zunächst auf Fig. 14(a) wird auf eine Trägerfolie 22 zunächst in Merkmalsbereichen 40 strukturiert ein UV-Prägelack 42 einer ersten Farbe aufgebracht. Der UV-Prägelack 42 wird typischerweise mit der gewünschten Prägestruktur 44 geprägt und gehärtet. Die zwischen den Prägelackbereichen 42 liegenden Merkmalsbereiche 30 bleiben idealerweise vollkommen unbeschichtet.

**[0120]** Anschließend wird ein thermoplastischer Prägelack 32 mit einer zweiten Farbe bereitgestellt, für den ein passendes Abtragsmedium existiert, mit dem der getrocknete Prägelack 32 mit einer gut definierten Abtragsrate entfernt werden kann, das aber den UV-Prägelack 42 nicht löst.

**[0121]** Mit diesem Prägelack 32 wird vollflächig eine zweite Schicht auf die Trägerfolie 22 aufgebracht, wie in Fig. 14(b) dargestellt. Das Aufbringen kann beispielsweise im Flexodruck erfolgen, wobei der Flexosleeve bei hohem Druck bereits einen erheblichen Teil des Prägelacks 32 in die Vertiefungen 130 zwischen den bereits gehärteten UV-Prägelack-Bereichen 42 presst und nur relativ wenig Farbe auf den Prägelackbereichen 42 zu liegen kommt.

**[0122]** Unmittelbar nach dem Auftragen des Prägelacks 32 ist dieser noch flüssig, so dass der Überschuss von der bedruckten Folie abgewischt oder abgerakelt werden kann und damit insbesondere von den bereits gehärteten Prägelackbereichen 42 entfernt werden kann. Nach einer physikalischen Trocknung des Prägelacks 32 sind die Vertiefungen 130 zwischen den bereits gehärteten UV-Prägelack-Bereichen 42 teilweise gefüllt, wie in Fig. 14(b) dargestellt. Auch auf den Prägelackbereichen 42 liegt in der Regel ein dünner Tonungsfilm 132 aus Prägelackmaterial vor.

**[0123]** Das Auftragen von Prägelack 32 und das Ent-

fernen von Überschussmaterial werden wiederholt, bis die Vertiefungen 130 ausreichend gefüllt oder sogar überfüllt sind, wie in Fig. 14(c) dargestellt. Durch die Wiederholung verbessert sich die Relation zwischen dem Füllgrad der Vertiefungen 130 und der unerwünschten Tonung 132 der Prägelackbereiche 42. Dabei kann es sich empfehlen, bei dem schrittweisen Füllprozess die Farbkonzentration des Prägelacks 32 zu variieren, insbesondere hin zu einer zunehmend geringen Farbkonzentration, da beim Abwischen bzw. Abrakeln auch die Tonung des jeweils vorletzten Aufbringungsschritts reduziert und damit der Anteil der unerwünschten Farbe auf den Prägelackbereichen 42 reduziert wird.

**[0124]** Nach der letzten Wiederholung des Aufbringens und Abwischens bzw. Abrakelns wird der thermoplastische Prägelack 32 physikalisch getrocknet, so dass die in Fig. 14(c) gezeigte Situation entsteht.

**[0125]** Anschließend wird für den Prägelack 32 ein Entwicklungsschritt mit dem zugehörigen Abtragsmedium vorgenommen. Das Abtragsmedium kann wässrig sein, einen definierten pH-Wert aufweisen oder auch lösungsmittelbasiert sein. Es kann dabei erforderlich sein, den Prägelack 32 vor der Abtragung zu belichten.

**[0126]** Sobald der Prägelack 32 durch das Abtragsmedium ausreichend abgetragen ist um die Prägelackbereiche 42 freizulegen, wird der Abtragungsprozess gestoppt, beispielsweise durch eine Spülung mit einem weiteren Medium. Der gehärtete UV-Prägelack 42 wird durch das Abtragsmedium des Prägelacks 32 nicht abgetragen, so dass die Freilegung mit einer hohen Selektivität erfolgt.

**[0127]** Nach der Beendigung des Abtragsschritts liegt auf der Trägerfolie 22 die gewünschte Struktur mit Merkmalsbereichen 40 mit der geprägten UV-Prägelackschicht 42 der ersten Farbe und mit dazwischenliegenden Merkmalsbereichen 30 mit der noch unverprägten thermoplastischen Prägelackschicht 32 der zweiten Farbe vor, wie in Fig. 14(d) gezeigt. Die weitere Verarbeitung kann beispielsweise der bereits beschriebenen Vorgehensweise folgen.

**[0128]** Anstelle des UV-Prägelacks 42 kann bei der Vorgehensweise der Fig. 14 auch ein weiterer thermoplastischer Prägelack eingesetzt werden. Dieser kann von Anfang in dem Abtragsmedium des Prägelacks 32 unlöslich sein oder er kann einen Vernetzer enthalten, der ihn für das Abtragsmedium des Prägelacks 32 unlöslich macht, dessen Vernetzungsreaktion zum Zeitpunkt der ersten Prägung aber noch nicht so weit fortgeschritten ist, dass eine Prägung verhindert würde. Ein solcher Vernetzer kann beispielsweise ein Isocyanat sein, wobei der Einsatz aliphatischer Isocyanate zu einer langsameren Reaktion führt, wenn die Prägung mit einem gewissen Zeitversatz nach dem Auftragsschritt erfolgen soll.

**[0129]** Die Aufbringung der ersten Prägelackschicht 42 kann durch Aufbringen eines gewünschten Motivs strukturiert auf die Merkmalsbereiche 40 erfolgen. Insbesondere bei UV-Prägelacken ist es allerdings auch

möglich, die Prägelschicht zunächst vollflächig aufzubringen und dann wie gewünscht zu strukturieren. Vorteilhafte Möglichkeiten hierzu, insbesondere zur hochauflösenden Strukturierung einer UV-Prägelschicht, sind weiter oben bereits geschildert. Wird als erste Prägelschicht ein thermoplastischer Prägelsack aufgebracht, so kann für eine erfolgreiche Feinstrukturierung bei ausreichender Schichtdicke ein Druck bei erhöhter Temperatur oder aus der Schmelze erforderlich sein.

**[0130]** Vor und/oder nach der Prägung der ersten Prägelschicht 42 kann ein weiterer Verfahrensschritt vorgesehen sein, mit dem der Prägelsack in eine beständige und/oder prägbare Form überführt wird. Dabei kann es sich beispielsweise um einen Belichtungsschritt oder einen Tempersschritt handeln. Auch eine nasschemische Behandlung, bei der der Prägelsack mit einem flüssigen Medium in Kontakt gebracht wird, um eine Härtung bzw. Vernetzung zu bewirken, kann vorgesehen sein.

#### Bezugszeichenliste

#### **[0131]**

10	Banknote
12	Sicherheitselement
14	Betrachter
20	Sicherheitselement
22	Trägerfolie
24	Merkmalsschicht
30	Merkmalsschicht
32	Prägelschicht
34	Prägestrukturen
34'	unvollständig angenommene Prägestrukturen
40	Merkmalsschicht
42	Prägelschicht
44	Prägestrukturen
50, 52	Prägewerkzeuge
60	flexibles Prägewerkzeug
62	Verformung
64	Übergangsbereiche
70	hartes Prägewerkzeug
72	weicher Prägepresseur
74	Trägerfolie
80	Ausgleichsschicht
90	Träger
92	Feuchtmittel
94	druckender Zylinder
96	kompressibles Element
98	weicher Presseur
100	strukturiertes Prägewerkzeug
102	vorstehende Werkzeugbereiche
104	zurückgesetzte Werkzeugbereiche
110	Entnetzung
120	Fräse
130	Vertiefungen
132	Tönungsfilm

#### **Patentansprüche**

- Verfahren zum Herstellen eines Sicherheitselements für die Absicherung von Wertgegenständen, das eine Merkmalsschicht (24) mit ersten und zweiten Merkmalsbereichen (30, 40) enthält, in denen unterschiedliche erste bzw. zweite Prägelschichten vorliegen, wobei bei dem Verfahren
  - auf einen Träger (90) in den ersten Merkmalsbereichen (40) eine hydrophile Schicht eines ersten Prägelsacks (42) aufgebracht wird, die aufgebraute Schicht mit einer ersten optischen Effekt erzeugenden Prägestruktur (44) geprägt und gehärtet wird,
  - auf einem Druckwerkzeug (94) eine Schicht eines zweiten, unterschiedlichen Prägelsacks (32) bereitgestellt wird, und
  - in einem Druckschritt das Druckwerkzeug (94) mit dem Träger (90) in Kontakt gebracht und dadurch der zweite Prägelsack (32) übertragen wird.
- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Prägelsack (32) in dem Druckschritt nur in die nicht mit hydrophilem Prägelsack (42) beschichteten zweiten Merkmalsbereiche (30) übertragen wird.
- Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Träger mit der ersten Prägelschicht vor dem Druckschritt gefeuchtet und dabei Feuchtmittel (92) nur auf die hydrophile erste Prägelschicht der ersten Merkmalsbereiche (40) übertragen wird.
- Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schicht des zweiten, unterschiedlichen Prägelsacks (32) auf dem Druckwerkzeug (94) vollflächig bereitgestellt wird.
- Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei dem Druckschritt die Schicht des zweiten Prägelsacks (32) auf einem flexiblen Druckwerkzeug, insbesondere einem Druckzylinder (94) mit einem kompressiblen Element (96) bereitgestellt wird, das durch Druckspitzen, die von der bereits gehärteten ersten Lackschicht (42) erzeugt werden, lokal verformt wird.
- Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei dem Druckschritt die Schicht des zweiten Prägelsacks (32) auf einem Druckwerkzeug, insbesondere einem harten Druckzylinder (94) bereitgestellt wird, und zur Erzeugung eines Gegendrucks ein weicher Presseur (98) eingesetzt wird, der durch Druckspitzen,

die von der bereits gehärteten ersten Lackschicht (42) erzeugt werden, lokal verformt wird.

7. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf dem Träger (22) eine flexible Ausgleichschicht (80) vorgesehen ist, die bei dem Druckschritt durch Druckspitzen, die von der bereits gehärteten ersten Lackschicht (42) erzeugt werden, lokal verformt wird.
8. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Prägelack (42) zunächst vollflächig auf den Träger (90) aufgebracht wird und dann durch ein Verfahren rückstandsfreier Prägung durch ein Heranführen eines strukturierten Prägwerkzeugs (100) in benetzte erste Merkmalsbereiche (40) und entnetzte zweite Merkmalsbereiche (30) strukturiert wird und dass gleichzeitig durch das strukturierte Prägwerkzeug (100) die benetzten ersten Merkmalsbereiche mit der den ersten optischen Effekt erzeugenden Prägestruktur (44) geprägt werden.
9. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Prägelack (42) durch Strahlungseinwirkung, insbesondere durch UV-Bestrahlung gehärtet wird.
10. Verfahren zum Herstellen eines Sicherheitselements für die Absicherung von Wertgegenständen, das eine Merkmalschicht (24) mit ersten und zweiten Merkmalsbereichen (30, 40) enthält, in denen unterschiedliche erste bzw. zweite Prägelackschichten vorliegen, wobei bei dem Verfahren
- auf einen Träger (90) in den ersten Merkmalsbereichen (30) eine Schicht eines ersten Prägelacks (32) mit niedriger Oberflächenenergie aufgebracht wird, die aufgebrachte Schicht mit einer ersten optischen Effekt erzeugenden Prägestruktur (34) geprägt und gehärtet wird,
  - vollflächig eine Schicht eines zweiten, unterschiedlichen Prägelacks (42) mit niedriger Viskosität und hoher Oberflächenspannung aufgebracht wird und der zweite Prägelack (42) von den mit dem ersten Prägelack beschichteten ersten Merkmalsbereichen (30) in die zweiten Merkmalsbereiche (40) hinein entnetzen gelassen wird, und
  - das Aufbringen und Entnetzenlassen gegebenenfalls wiederholt wird, um in den zweiten Merkmalsbereichen (40) eine für eine Prägung ausreichende Menge an zweitem Prägelack (42) anzusammeln.
11. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine zweite Prägestruktur (44) in die Prägelackschicht des zwei-

ten Prägelacks (42) geprägt wird, die einen zweiten optischen Effekt erzeugt.

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Prägestruktur nur in die zweite Prägelackschicht übertragen wird, vorzugsweise indem ein flexibles Prägwerkzeug (60), ein weicher Prägepressours (72) oder eine flexible Ausgleichschicht (80) im Schichtaufbau des Sicherheitselements eingesetzt wird, um die zweite Prägestruktur nur in die zweite Prägelackschicht zu übertragen.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Prägelacke (32, 42) thermoplastische Prägelacke mit unterschiedlichen Erweichungstemperaturen aufgebracht werden.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** als ein Prägelack ein strahlungshärtender, insbesondere UV-härtender Prägelack (42) und als ein anderer Prägelack ein thermoplastischer Prägelack (32) aufgebracht werden.
15. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** Prägelacke (32, 42) unterschiedlicher Farbe, unterschiedlicher Transparenz und/ oder unterschiedlicher Lumineszenz aufgebracht werden.
16. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Prägelackschichten der ersten und zweiten Merkmalsbereiche (30, 40) ohne Lücken und Überlappungen nebeneinander angeordnet werden.
17. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste und zweite Prägelackschicht mit einer gemeinsamen reflexionserhöhenden Beschichtung (26), insbesondere einer hochbrechenden oder metallischen Beschichtung versehen werden.

#### Claims

1. Method for manufacturing a security element for securing valuable objects, which includes a feature layer (24) with first and second feature regions (30, 40) in which different first or second embossing lacquer layers are present, wherein, in the method,
- a hydrophilic layer of a first embossing lacquer (42) is applied to a carrier (90) in the first feature regions (40), the applied layer is embossed with an embossed structure (44) that generates a first optical effect and cured,

- a layer of a second, different embossing lacquer (32) is provided on a printing tool (94), and,  
- in a printing step, the printing tool (94) is brought into contact with the carrier (90), and the second embossing lacquer (32) is thereby transferred.
- 5
2. Method according to claim 1, **characterized in that** the second embossing lacquer (32) is transferred in the printing step only into the second feature regions (30) that are not coated with a hydrophilic embossing lacquer (42).
- 10
3. Method according to claim 1 or 2, **characterized in that** the carrier with the first embossing lacquer layer is dampened prior to the printing step, and the dampening solution (92) is transmitted only on the hydrophilic first embossing lacquer layer of the first feature regions (40).
- 15
4. Method according to at least one of claims 1 through 3, **characterized in that** the layer of the second, different embossing lacquer (32) is provided over the entire surface on the printing tool (94).
- 20
5. Method according to at least one of claims 1 through 4, **characterized in that**, in the printing step, the layer of the second embossing lacquer (32) is provided on a flexible printing tool - in particular, a printing cylinder (94) with a compressible element (96) - which is locally deformed by pressure peaks generated by the already-cured first lacquer layer (42).
- 25
6. Method according to at least one of claims 1 through 4, **characterized in that**, in the printing step, the layer of the second embossing lacquer (32) is provided on a printing tool - in particular, a hard pressure cylinder (94) - and a soft impression cylinder (98) is used for generating a counterpressure and locally deformed by pressure peaks which are generated by the already-cured first lacquer layer (42).
- 30
7. Method according to at least one of claims 1 through 4, **characterized in that** a flexible compensating layer (80) is provided on the carrier (22), which, in the printing step, is locally deformed by pressure peaks produced by the already-cured first lacquer layer (42).
- 35
8. Method according to at least one of claims 1 through 7, **characterized in that** the first embossing lacquer (42) is first applied over the entire surface of the carrier (90) and is then structured by means of a residue-free embossing method by moving a structured embossing tool (100) into wetted first feature regions (40) and dewetted second feature regions (30), and that, simultaneously, the wetted first feature regions are embossed by the structured embossing tool (100) with the embossed structure (44) that generates the first optical effect.
- 40
9. Method according to at least one of claims 1 through 8, **characterized in that** the first embossing lacquer (42) is cured by exposure to radiation - in particular, by UV irradiation.
- 45
10. Method for manufacturing a security element for securing valuable objects, which includes a feature layer (24) with first and second feature regions (30, 40) in which different first or second embossing lacquer layers are present, wherein, in the method,  
- a layer of a first embossing lacquer (32) having low surface energy is applied to a carrier (90) in the first feature regions (30), the applied layer is embossed with an embossed structure (34) that generates a first optical effect and cured,  
- a layer of a second, different embossing lacquer (42) having low viscosity and high surface tension is applied over the entire surface, and the second embossing lacquer (42) is dewetted out of the first feature regions (30) coated with the first embossing lacquer into the second feature regions (40), and  
- the application and dewetting is optionally repeated in order to accumulate in the second feature regions (40) an amount of second embossing lacquer (42) sufficient for an embossing.
- 50
11. Method according to at least one of claims 1 through 10, **characterized in that** a second embossed structure (44) is embossed in the embossing lacquer layer of the second embossing lacquer (42), which generates a second optical effect.
- 55
12. Method according to claim 11, **characterized in that** the second embossed structure is transferred only into the second embossing lacquer layer - preferably by using a flexible embossing tool (60), a soft embossing impression roller (72), or a flexible compensation layer (80) in the layer structure of the security element in order to transfer the second embossed structure only into the second embossing lacquer layer.
13. Method according to one of claims 1 through 8, 10 through 12, **characterized in that** thermoplastic embossing lacquers with different softening temperatures are applied as embossing lacquer (32, 42).

14. Method according to one of claims 1 through 12, **characterized in that**, as one embossing lacquer, a radiation-curing - in particular, UV-curing - embossing lacquer (42) and, as another embossing lacquer, a thermoplastic embossing lacquer (32) are applied. 5
15. Method according to at least one of claims 1 through 14, **characterized in that** embossing lacquers (32, 42) of different colors, different transparency, and/or different luminescence are applied. 10
16. Method according to at least one of claims 1 through 15, **characterized in that** the embossing lacquer layers of the first and second feature regions (30, 40) are arranged next to each other without gaps and overlaps. 15
17. Method according to at least one of claims 1 through 16, **characterized in that** the first and second embossing lacquer layers are provided with a common reflection-increasing coating (26) - in particular, a high-refractive or metallic coating. 20 25

### Revendications

1. Procédé pour la fabrication d'un élément de sécurité pour la sécurisation d'objets de valeur, lequel contient une couche caractéristique (24) comportant des premières et secondes zones caractéristiques (30, 40), dans lesquelles des première respectivement seconde couches de vernis de gaufrage différentes existent, dans lequel dans le cadre du procédé
- une couche hydrophile d'un premier vernis de gaufrage (42) est appliquée dans les premières zones caractéristiques (40) sur un support (90), la couche appliquée est gaufrée avec une structure de gaufrage (44) générant un premier effet optique et durcie, 40
  - une couche d'un second vernis de gaufrage (32) différent est fournie sur un outil de pression (94), et 45
  - l'outil de pression (94) est mis, dans une étape de pression, en contact avec le support (90) et le second vernis de gaufrage (32) est ainsi transféré. 50
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le second vernis de gaufrage (32) n'est transféré dans l'étape de pression que dans les secondes zones caractéristiques (30) non recouvertes avec le vernis de gaufrage (42) hydrophile. 55
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le support comportant la première couche de vernis de gaufrage est humidifié avant l'étape de pression et la solution de mouillage (92) est ce faisant transférée uniquement sur la première couche de vernis de gaufrage hydrophile des premières zones caractéristiques (40).
4. Procédé selon au moins une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la couche du second vernis de gaufrage (32) différent est fournie sur toute la surface sur l'outil de pression (94).
5. Procédé selon au moins une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que**, dans l'étape de pression, la couche du second vernis de gaufrage (32) est fournie sur un outil de pression flexible, en particulier un cylindre de pression (94), comportant un élément compressible (96), lequel est déformé localement par des pointes de pression qui sont générées par la première couche de vernis (42) déjà durcie.
6. Procédé selon au moins une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que**, dans l'étape de pression, la couche du second vernis de gaufrage (32) est fournie sur un outil de pression, en particulier sur un cylindre de pression (94) dur et un presseur (98) souple, qui est déformé localement par des pointes de pression qui sont générées par la première couche de vernis (42) déjà durcie, est utilisé pour la génération d'une contre-pression.
7. Procédé selon au moins une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** une couche de nivellement (80) flexible est prévue sur le support (22), laquelle est, dans l'étape de pression, déformée localement par des pointes de pression qui sont générés par la première couche de vernis (42) déjà durcie.
8. Procédé selon au moins une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le premier vernis de gaufrage (42) est appliqué en premier sur toute la surface sur le support (90), puis structuré par un procédé de gaufrage sans résidus en approchant un outil de gaufrage (100) structuré dans les premières zones caractéristiques (40) mouillées et les secondes zones caractéristiques (30) démouillées et **en ce que** simultanément les premières zones caractéristiques mouillées sont gaufrées par l'outil de gaufrage (100) structuré avec la structure de gaufrage (44) générant le premier effet optique.
9. Procédé selon au moins une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** le premier vernis de gaufrage

(42) est durci par une exposition à un rayonnement, en particulier un rayonnement UV.

10. Procédé pour la fabrication d'un élément de sécurité pour la sécurisation d'objets de valeur, lequel contient une couche caractéristique (24) comportant des premières et secondes zones caractéristiques (30, 40), dans lesquelles des première respectivement seconde couches de vernis de gaufrage différentes existent, dans lequel dans le cadre du procédé
- une couche d'un premier vernis de gaufrage (32) à faible énergie de surface est appliquée dans les premières zones caractéristiques (30) sur un support (90), la couche appliquée est gaufrée avec une structure de gaufrage (34) générant un premier effet optique et durcie,
  - une couche d'un second vernis de gaufrage (42) différent, à faible viscosité et forte tension de surface, est appliquée sur toute la surface et le second vernis de gaufrage (42) est laissé se dé-mouiller des premières zones caractéristiques (30) revêtues du premier vernis de gaufrage dans les secondes zones caractéristiques (40), et
  - l'application et le dé-mouillage sont répétés, le cas échéant, pour accumuler dans les secondes zones caractéristiques (40) une quantité de second vernis de gaufrage (42) suffisante pour un gaufrage.
11. Procédé selon au moins une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce qu'**une seconde structure de gaufrage (44) est gaufrée dans la couche de vernis de gaufrage du second vernis de gaufrage (42), laquelle génère un second effet optique.
12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** la seconde structure de gaufrage n'est transférée que dans la seconde couche de vernis de gaufrage, de préférence par l'utilisation d'un outil de gaufrage flexible (60), d'un presseur de gaufrage (72) souple ou d'une couche de nivellement flexible (80) dans la structure de couches de l'élément de sécurité, pour transférer la seconde structure de gaufrage uniquement dans la seconde couche de vernis de gaufrage.
13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, 10 à 12, **caractérisé en ce que** des vernis de gaufrage thermoplastiques avec différentes températures de ramollissement sont appliqués comme vernis de gaufrage (32, 42).
14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce qu'**un vernis de gaufrage (42)
- durcissable par un rayonnement, en particulier durcissable par UV, est appliqué comme un vernis de gaufrage et un vernis de gaufrage thermoplastique (32) est appliqué comme un autre vernis de gaufrage.
15. Procédé selon au moins une des revendications 1 à 14, **caractérisé en ce que** des vernis de gaufrage (32, 42) de différentes couleurs, de différentes transparences et/ou de différentes luminescences sont appliqués.
16. Procédé selon au moins une des revendications 1 à 15, **caractérisé en ce que** les couches de vernis de gaufrage des premières et secondes zones caractéristiques (30, 40) sont disposées l'une à côté de l'autre sans espaces et chevauchements.
17. Procédé selon au moins une des revendications 1 à 16, **caractérisé en ce que** les première et seconde couches de vernis de gaufrage sont munies d'un revêtement (26) commun augmentant la réflexion, en particulier un revêtement fortement réfringent ou métallique.

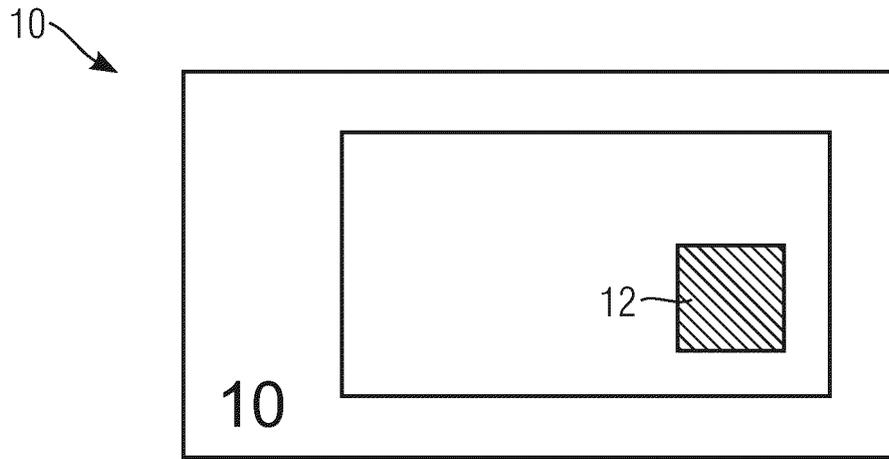


Fig. 1

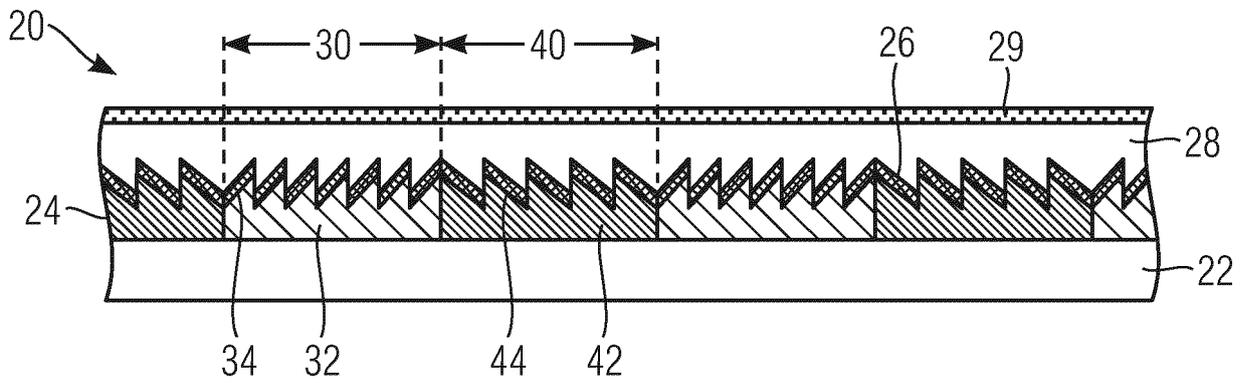


Fig. 2



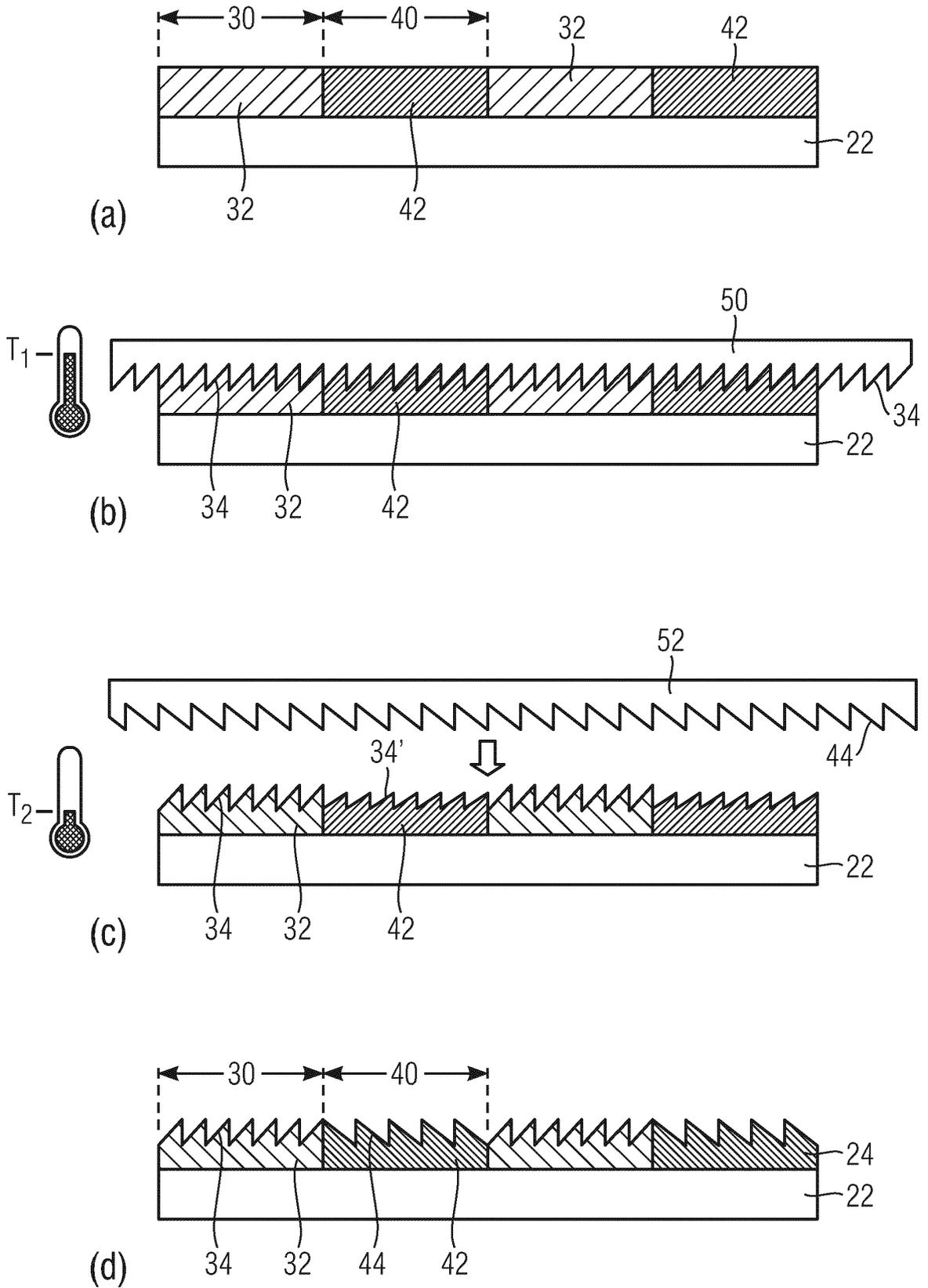


Fig. 3

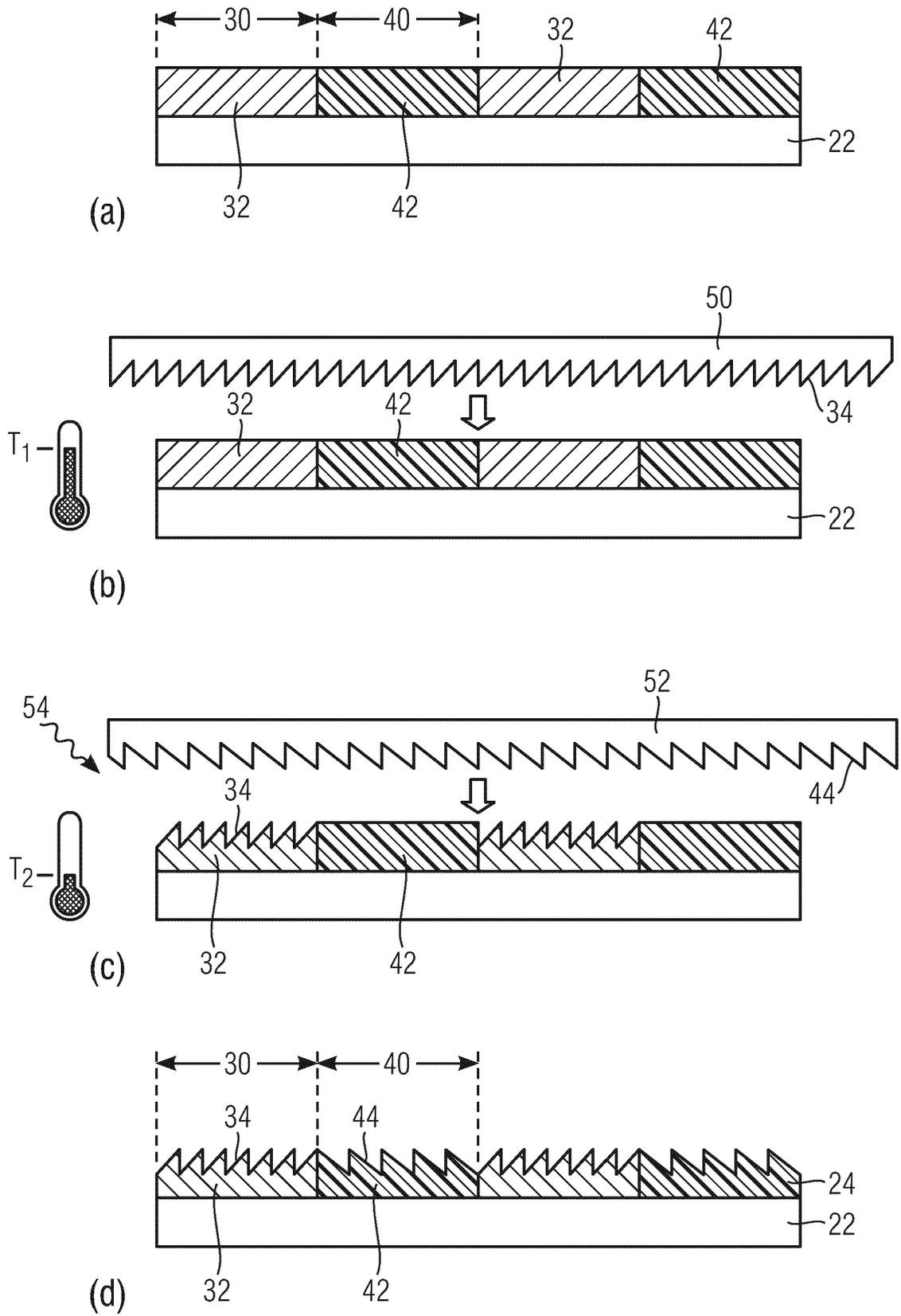


Fig. 4

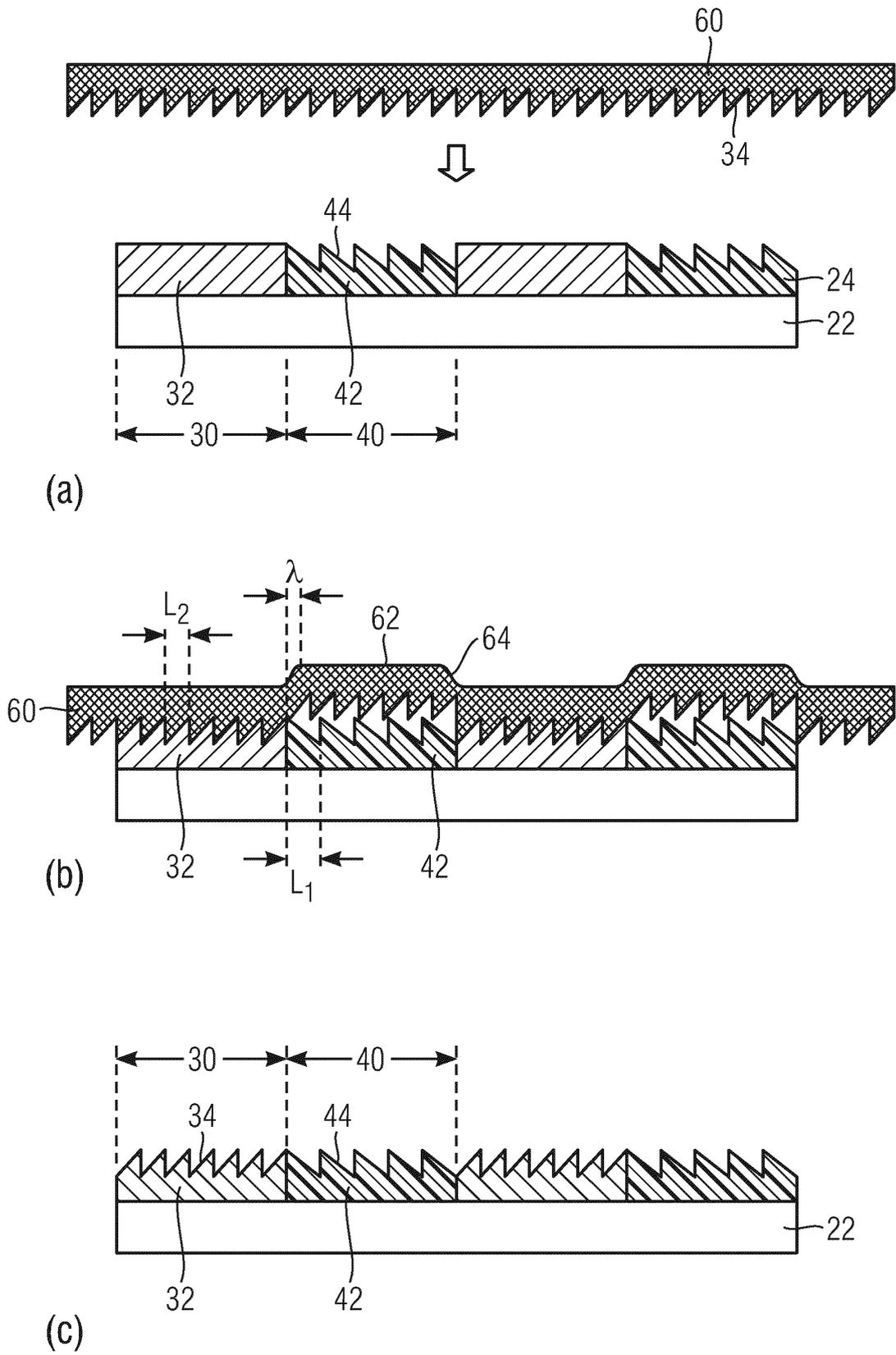


Fig. 5

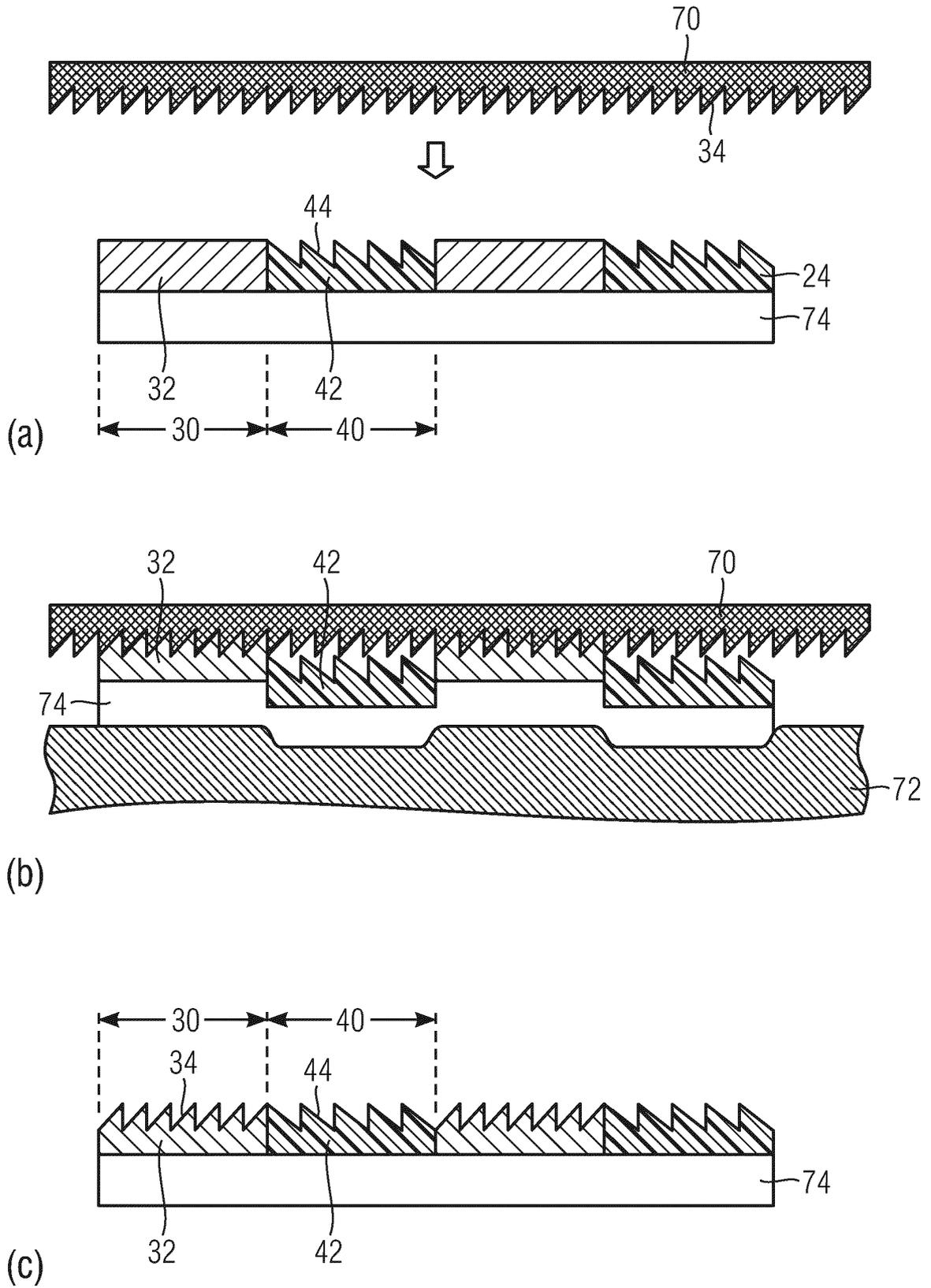


Fig. 6

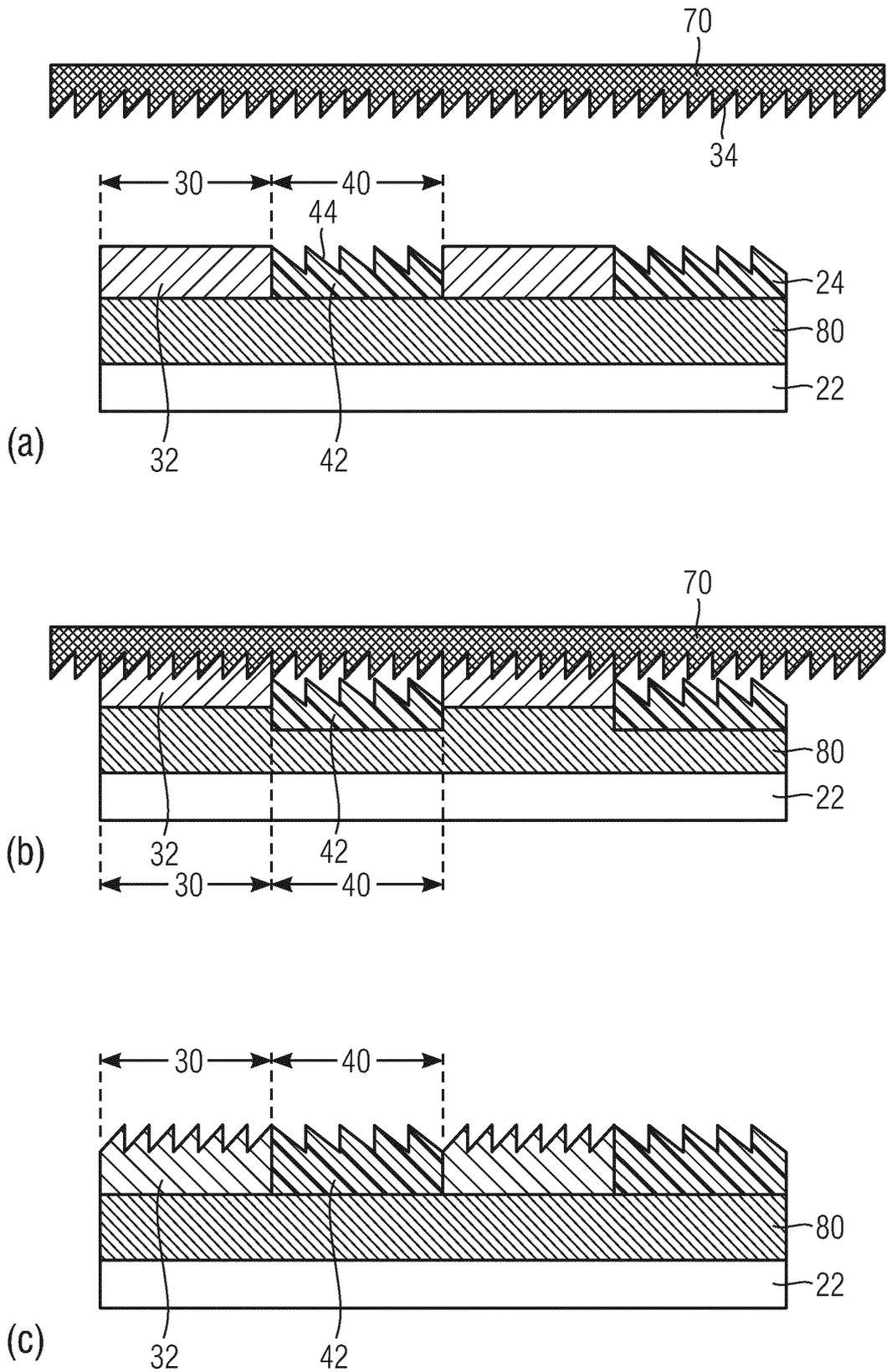


Fig. 7

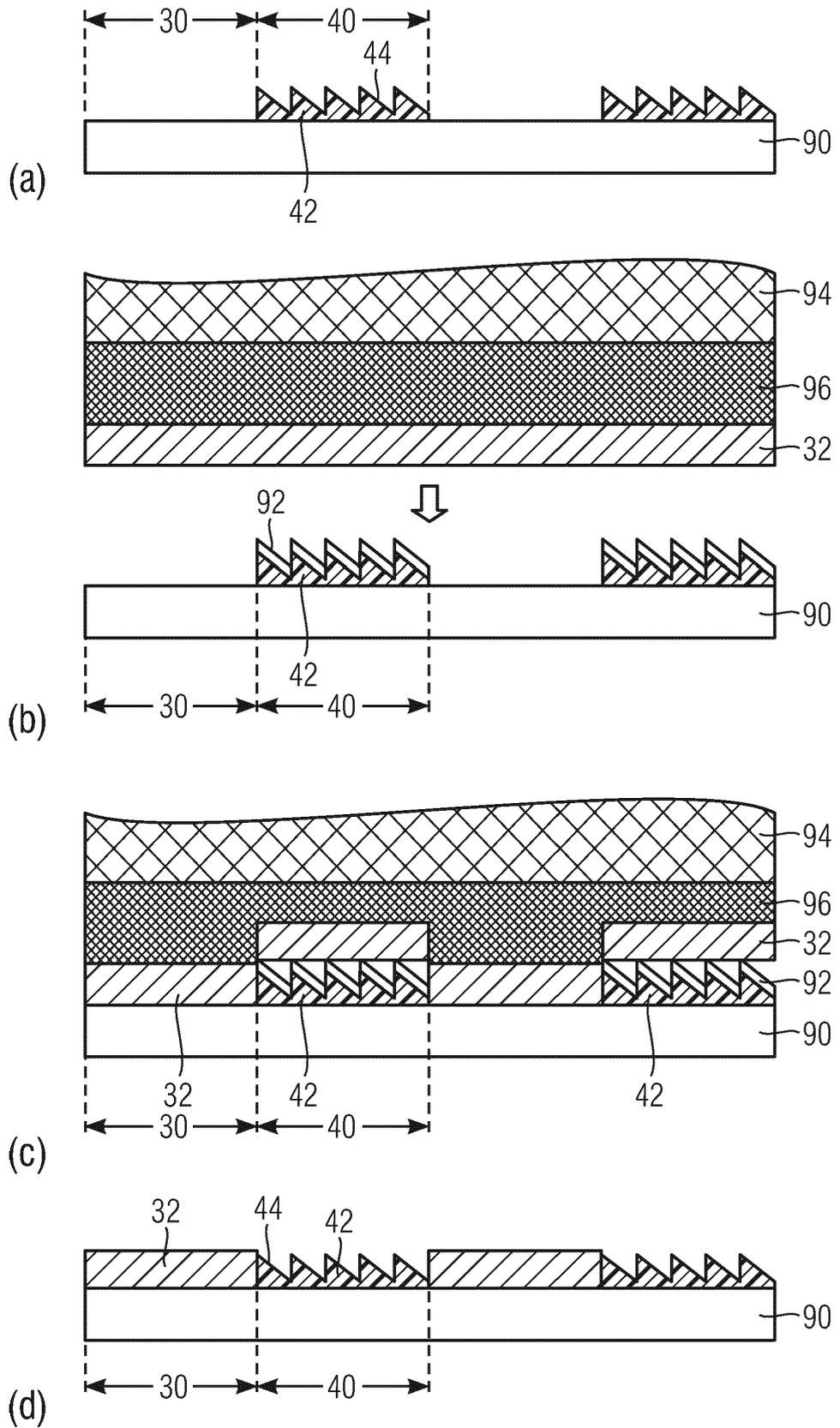


Fig. 8

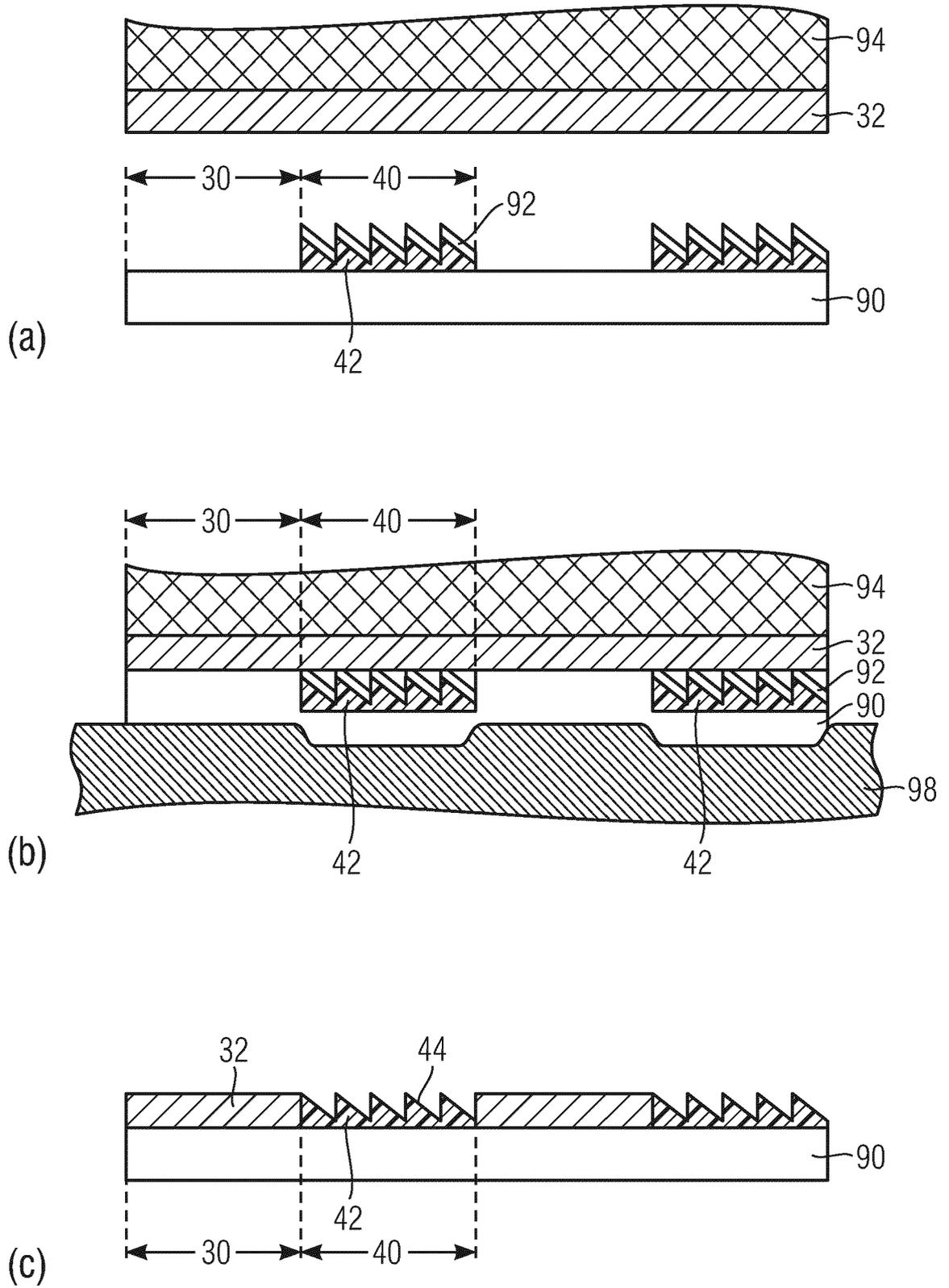


Fig. 9

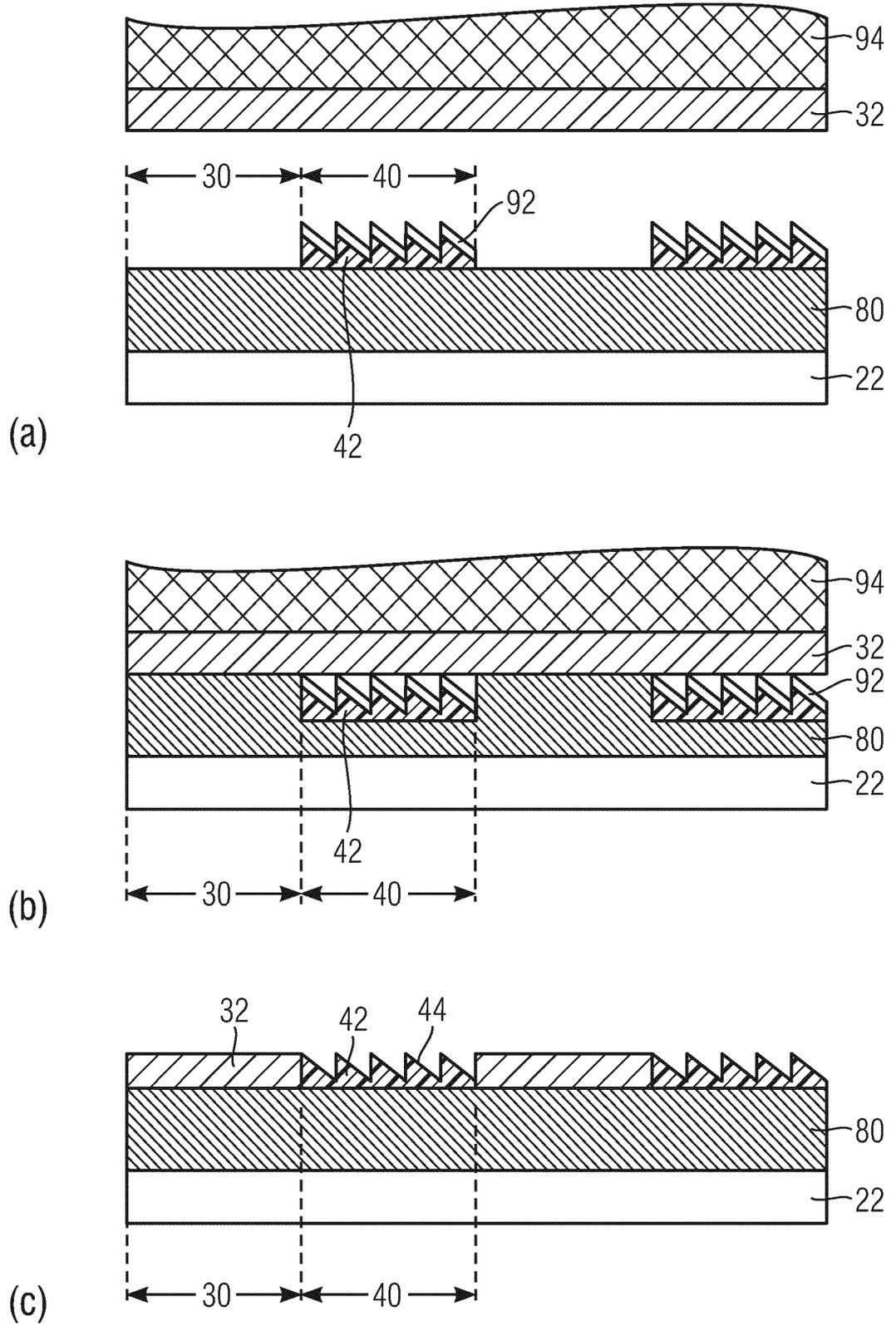


Fig. 10

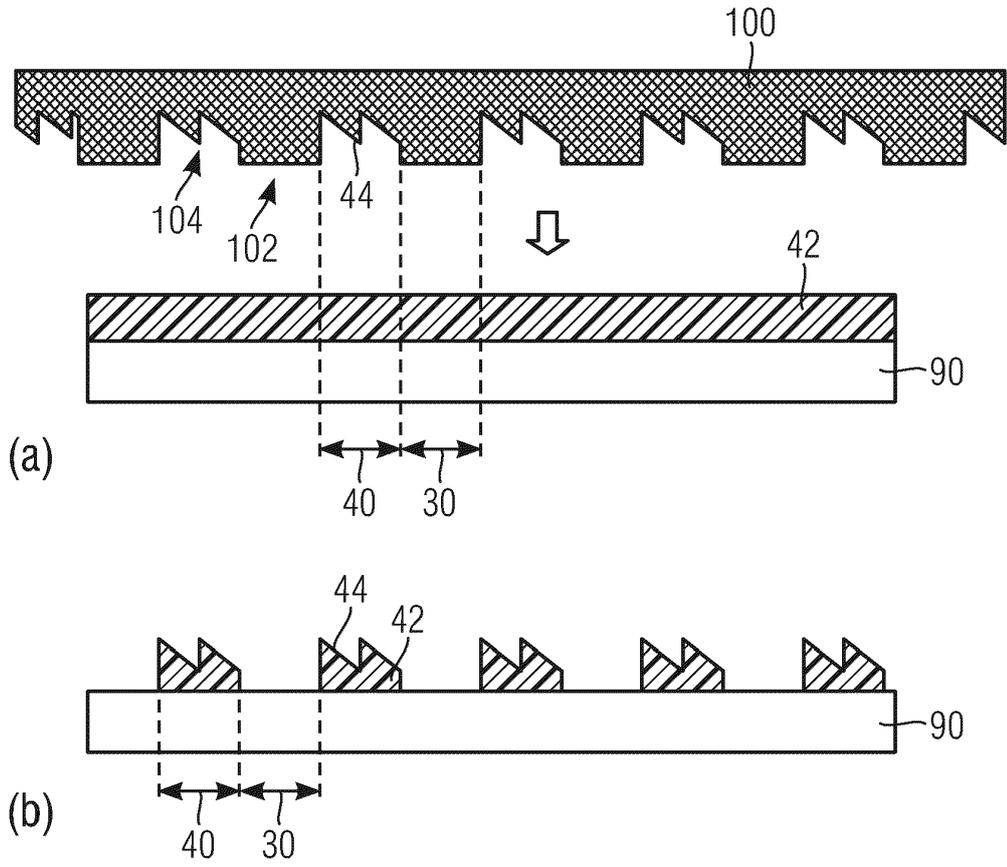


Fig. 11

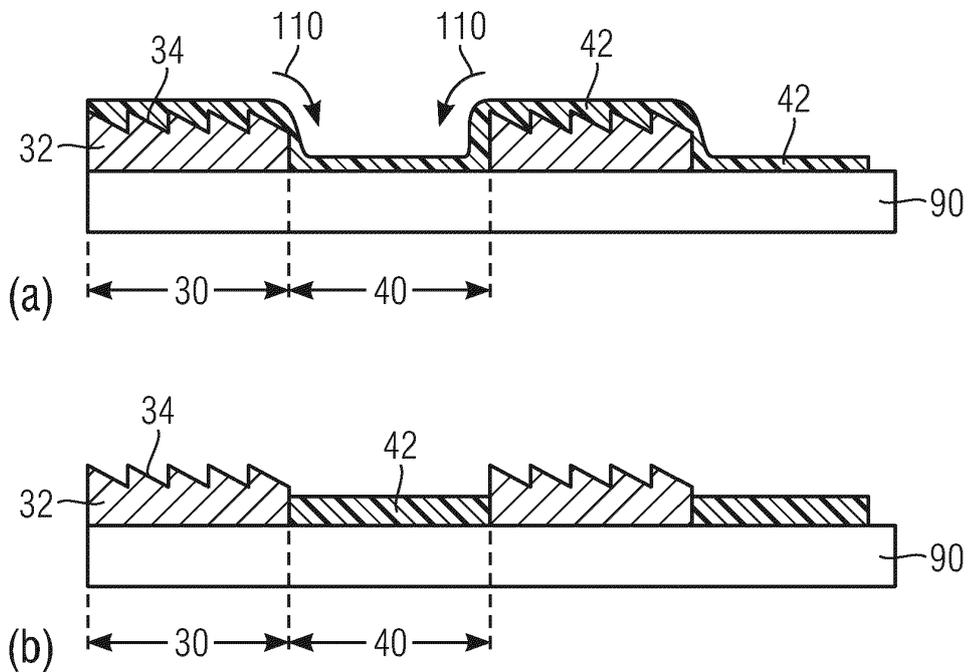


Fig. 12

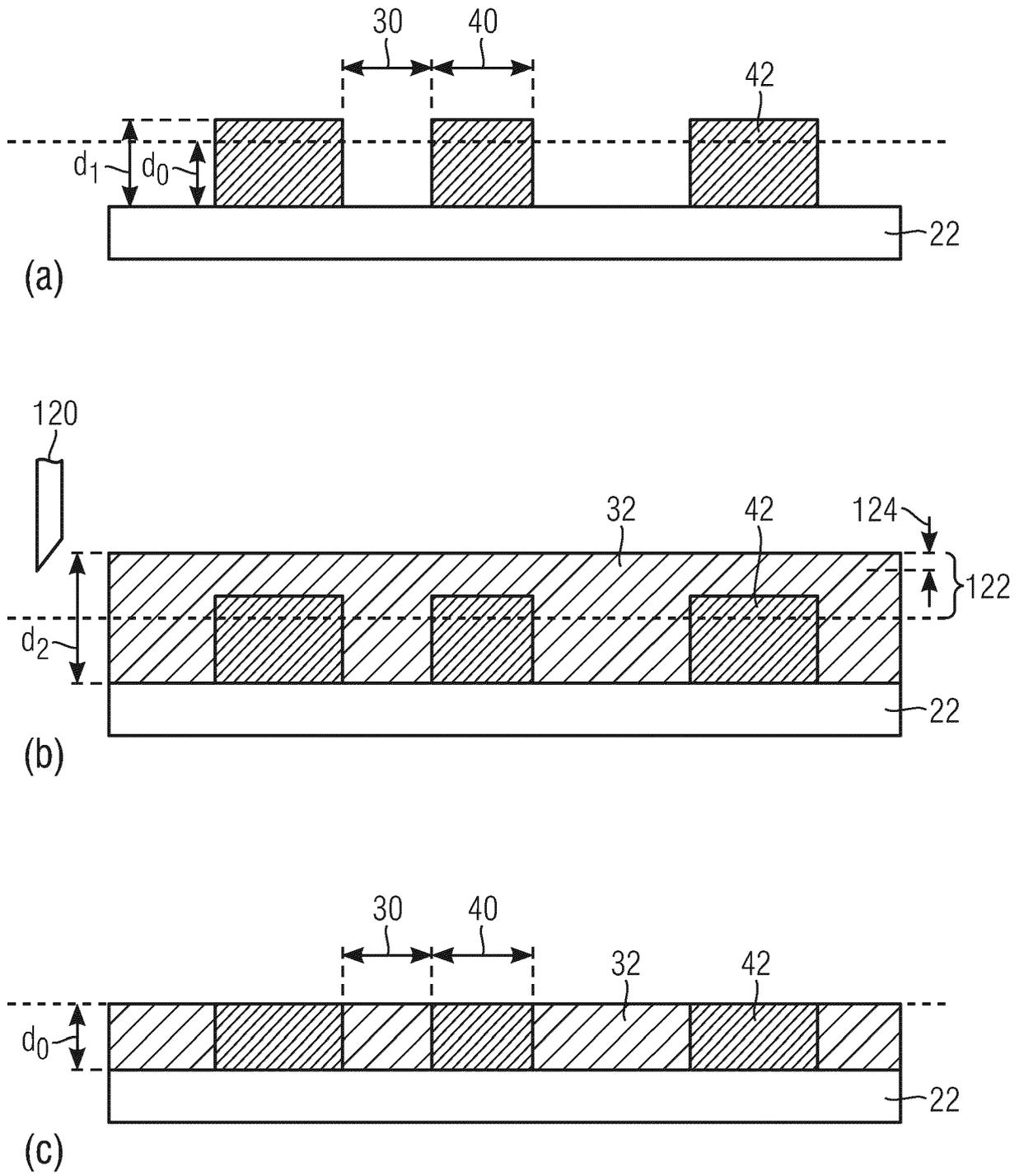


Fig. 13

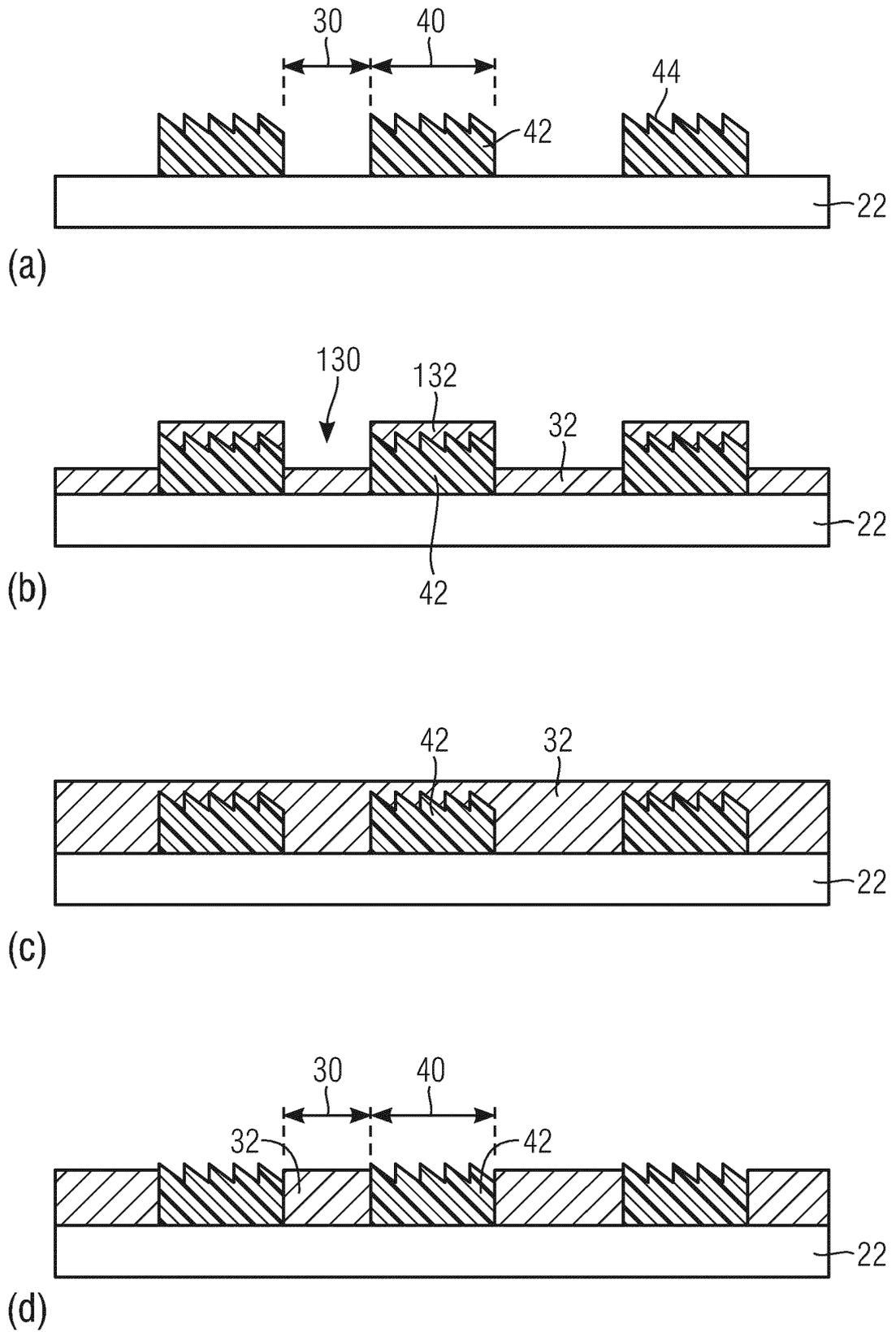


Fig. 14

**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**

- WO 2020011390 A1 **[0003]**
- WO 2020011391 A1 **[0003]**
- WO 2020011392 A1 **[0003]**
- US 5714231 A **[0005]**
- EP 3230795 B1 **[0103]**