



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**29.01.2020 Patentblatt 2020/05**

(51) Int Cl.:  
**B42D 25/435** (2014.01) **B42D 25/41** (2014.01)  
**B42D 25/346** (2014.01) **B42D 25/382** (2014.01)  
**B42D 25/29** (2014.01)

(21) Anmeldenummer: **19000346.7**

(22) Anmeldetag: **25.07.2019**

(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**

(71) Anmelder: **Giesecke+Devrient Currency Technology GmbH**  
**81677 München (DE)**

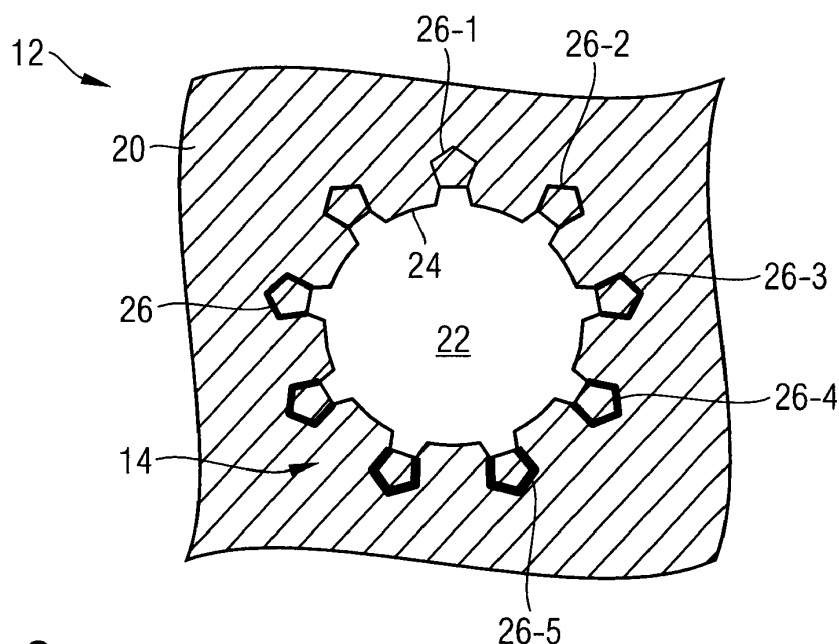
(72) Erfinder:  
• **Gregarek, André**  
**81671 München (DE)**  
• **Distler, Andreas**  
**90762 Fürth (DE)**

(30) Priorität: **27.07.2018 DE 102018005990**

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES SICHERHEITSMERKMALS MITTELS LASERSTRAHLUNG**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Sicherheitsmerkmals für ein Sicherheitselement, ein Sicherheitspapier oder einen Datenträger (10), bei dem ein Träger (20) bereitgestellt wird, dessen Farbeindruck durch die Einwirkung von Laserstrahlung modifizierbar ist, und durch Führen eines Laserstrahls (42) über die Oberfläche des Trägers (20) einerseits durchgehende Öffnungen (22) in den Träger eingebracht werden und andererseits in Markierungsbereichen (24,

26-1,26-2, ..., 26,5) der Farbeindruck des Trägers (20) modifiziert wird. Erfindungsgemäß ist dabei vorgesehen, dass beim Führen des Laserstrahls über die Trägeroberfläche die Fokusslage ( $F_L$ ) und/oder die Fokusgröße (FG) des Laserstrahls (42) schnell verändert werden, um eine variable Breite der durchgehenden Öffnungen (22; 84) und/oder eine variable Breite der Markierungsbereiche (82, 86; 26-1,26-2, ..., 26,5) zu erzeugen.



**Fig. 2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Sicherheitsmerkmals für ein Sicherheitselement, ein Sicherheitspapier oder einen Datenträger. Bei dem Verfahren wird ein Träger bereitgestellt, dessen Farbeindruck durch die Einwirkung von Laserstrahlung modifizierbar ist. Durch Führen eines Laserstrahls über die Oberfläche des Trägers werden einerseits durchgehende Öffnungen in den Träger eingebracht und wird andererseits in Markierungsbereichen der Farbeindruck des Trägers modifiziert.

**[0002]** Es ist bekannt, ein Substrat aus Papier oder Folie mit einem Laserstrahl zu schneiden oder zu perforieren und eine auf dem Substrat applizierte Beschichtung bereichsweise abzutragen oder zu verfärben, um dadurch visuell attraktive und passergenau zueinander angeordnete Effekte zu erzeugen. Beispiele solcher Verfahren finden sich in den Druckschriften DE 43 34 848 C1, WO 2009/003 587 A, WO 2010/072 329 A1, WO 2011/154112 A1, DE 10 2010 053 052 A1 und DE 10 2008 046 513 A1.

**[0003]** Bei den genannten Verfahren wird durch die Laserbeaufschlagung oft neben der Schneidewirkung des Laserstrahls ein zusätzlicher Effekt, beispielsweise eine Verfärbung des Substrats im Randbereich des geschnittenen Lochs ausgelöst. Die Sicherungswirkung entsteht durch die exakte und schwer nachstellbare Passerung des geschnittenen Lochs mit dem farbigen Lochrand.

**[0004]** Nachteilig ist allerdings, dass bei komplexeren Designs die Produktionsgeschwindigkeit solcher Verfahren abnimmt. Zur Abhilfe ist beispielsweise in der WO 2009/003 587 A1 vorgeschlagen worden, die Locherzeugung und die Farbeffekterzeugung mit zwei hintereinandergeschalteten Lasermodulen durchzuführen. Auch diese Methode stößt allerdings bei der Verwendung üblicher Laserquellen an ihre Grenzen.

**[0005]** Ein weiterer Nachteil bekannter Verfahren besteht darin, dass der Laserstrahl zum Schneiden etwa eines Papiersubstrats idealerweise einen möglichst feinen Fokus aufweist. Durch einen feinen Fokus wird wenig Papier verbrannt und es kann schnell geschnitten werden. Allerdings ist wegen der kleinen Fokusgröße dann auch die Linienbreite des beim Schneiden erzeugten Randeffekts gering und es können nur schmale und visuell weniger attraktive Ränder erzeugt werden. Bei Verwendung eines größeren Fokusdurchmessers können breitere und visuell auffälligere Farbränder erzeugt werden, allerdings sinkt dafür die Schnittgeschwindigkeit. Es muss daher stets ein Kompromiss zwischen Arbeitsgeschwindigkeit und gutem visuellen Erscheinungsbild gefunden werden.

**[0006]** Ausgehend davon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, das die Nachteile des Stands der Technik vermeidet und das insbesondere die Herstellung visuell attraktiver Sicherheitsmerkmale mit hoher Produktionsgeschwindigkeit ermöglicht.

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

**[0008]** Gemäß der Erfindung ist bei einem gattungsgemäßen Verfahren vorgesehen, dass beim Führen des Laserstrahls über die Trägeroberfläche die Fokusslage und/oder die Fokusgröße des Laserstrahls schnell verändert werden, um eine variable Breite der durchgehenden Öffnungen und/oder eine variable Breite der Markierungsbereiche zu erzeugen.

**[0009]** Der die Veränderung der Fokusgröße bzw. Fokusslage beschreibende Begriff "schnell" bezieht sich als Vergleichsgröße stets auf die Vorschubgeschwindigkeit, mit der der Schneid- bzw. Markierungslaserstrahl über den Träger geführt wird. Allgemein wird eine Veränderung der Fokusgröße bzw. Fokusslage als schnell bezeichnet, wenn sie während des Vorschubs des Laserstrahls eine für den Betrachter visuell erkennbare Änderung der Schnittbreite bzw. der Markierungsbreite ermöglicht.

**[0010]** Mit Bezug auf die Fokusslage, die die Lage des Fokus des Laserstrahls senkrecht zur Bearbeitungsebene angibt, besteht eine schnelle Veränderung insbesondere in einer Änderung der Fokusslage pro Laser-Vorschubstrecke von mehr als 1 mm/mm, insbesondere von mehr als 2 mm/mm und bevorzugt von mehr als 5 mm/mm. Das bedeutet, dass die Fokusslage pro Laservorschub von 1 mm um 1 mm (oder 2 mm oder 5 mm) senkrecht zur Bearbeitungsebene nach oben oder unten verschoben werden kann.

**[0011]** Mit Bezug auf die Fokusgröße, die den Durchmesser des Laserspots im Fokus des Laserstrahls angibt, besteht eine schnelle Veränderung insbesondere in einer Änderung der Fokusgröße pro Laser-Vorschubstrecke von mehr als 10%/mm, insbesondere von mehr als 50%/mm und bevorzugt von mehr als 100%/mm. Das bedeutet, dass die Fokusgröße pro Laservorschub von 1 mm um 10% (oder 50% oder 100%) vergrößert oder verkleinert werden kann.

**[0012]** Die Fokusgröße des Laserstrahls gibt dabei die Größe des Laserspots im Fokus an, welcher nicht zwingend in der Bearbeitungsebene (der Trägeroberfläche) liegt. Die Spotgröße des Lasers in der Bearbeitungsebene entspricht der Fokusgröße, wenn der Fokus in der Bearbeitungsebene liegt. Bei einer Fokusslage oberhalb oder unterhalb der Bearbeitungsebene ist die Spotgröße des Lasers in der Bearbeitungsebene in der Regel größer als die Fokusgröße, so dass die Fokusgröße eine durch Verschiebung des Fokus minimal erreichbare Größe des Laserspots darstellt.

**[0013]** Die Angabe, dass durchgehende Öffnungen in den Träger eingebracht werden in Markierungsbereichen der Farbeindruck des Trägers modifiziert wird, schließt die Möglichkeit ein, dass nur eine durchgehende Öffnungen eingebracht wird und der Farbeindruck des Trägers nur in einem Markierungsbereich modifiziert wird. Anstelle von durchge-

henden Öffnungen können mit der Laserstrahlung in Teilbereichen auch Ausnehmungen im Trägermaterial erzeugt werden, die nicht vollständig durch den Träger hindurchgreifen, und die ebenfalls mit einem farbigen Markierungsbereich kombiniert sein können. Solche Ausnehmungen können beispielsweise in Form von Schwächungslinien vorgesehen sein.

5 **[0014]** In einer bevorzugten Ausgestaltung werden durch die Markierungsbereiche zumindest in Teilbereichen markierter Randbereiche der durchgehenden Öffnungen gebildet. Die markierten Randbereiche werden dabei vorzugsweise gleichzeitig mit den zugehörigen durchgehenden Öffnungen durch denselben Laserstrahl erzeugt.

**[0015]** Mit Vorteil ist vorgesehen, dass der Laserstrahl vor der Beaufschlagung der Trägeroberfläche eine Einstellrichtung durchläuft, in der der Strahldurchmesser und/oder die Konvergenz bzw. Divergenz des Laserstrahls eingestellt werden. Bevorzugt werden die schnelle Veränderung der Fokusslage und/oder der Fokusgröße durch Einstellungsvariationen in der genannten Einstellrichtung erzeugt.

10 **[0016]** Die Einstellungsvariationen in der Einstellrichtung werden mit besonderem Vorteil mit Hilfe einer oder mehrerer Linearachsen vorgenommen.

**[0017]** Bei einer vorteilhaften Weiterbildung des Verfahrens ist vorgesehen, dass ein erster Laserstrahl zum Erzeugen der durchgehenden Öffnungen bereitgestellt wird, ein zweiter Laserstrahl zum Erzeugen der Markierungsbereiche bereitgestellt wird, dass der erste und zweite Laserstrahl mit einem Strahlkombinierer vereinigt werden und der vereinigte Laserstrahl über die Trägeroberfläche geführt wird, um die genannten Öffnungen in den Träger einzubringen und in den genannten Markierungsbereichen den Farbeindruck des Trägers zu modifizieren.

20 **[0018]** Mit Vorteil werden dabei zumindest teilweise gleichzeitig sowohl Öffnungen in den Träger eingebracht als auch Farbmarkierungen erzeugt. Es ist natürlich auch möglich, in Teilbereichen lediglich eine Farbänderung in dem Träger zu erzeugen, ohne den Träger zu schneiden.

**[0019]** Beim Führen des vereinigten Laserstrahls über die Trägeroberfläche werden dabei mit Vorteil die Fokusslage und/oder die Fokusgröße des ersten Laserstrahls schnell verändert, um eine variable Breite der durchgehenden Öffnungen zu erzeugen.

25 **[0020]** Alternativ oder zusätzlich werden beim Führen des vereinigten Laserstrahls über die Trägeroberfläche mit Vorteil die Fokusslage und/oder die Fokusgröße des zweiten Laserstrahls schnell verändert, um eine variable Breite der Markierungsbereiche zu erzeugen.

**[0021]** Der Träger wird vorteilhaft mit einem lasermodifizierbaren Markierungsstoff versehen. Insbesondere wird der Träger mit einem lasermodifizierbaren Markierungsstoff beschichtet und/oder es wird ein lasermodifizierbarer Markierungsstoff in das Volumen des Trägers eingebracht.

30 **[0022]** In vorteilhaften Gestaltungen ist der Träger aus Papier gebildet ist oder umfasst eine Papierlage. Auch Träger aus Kunststoff oder mit einer Kunststofflage sind möglich. Der Träger kann insbesondere ein Verbundsubstrat, beispielsweise mit der Schichtenfolge Folie/Papier/Folie oder Papier/ Folie/ Papier darstellen.

35 **[0023]** 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.

**[0024]** Es zeigen:

40 Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Banknote mit einem Merkmalsbereich mit einem Laserloch mit variablem Randeffect,

Fig. 2 eine Detailansicht auf den Merkmalsbereich von Fig. 1,

45 Fig. 3 schematisch eine Vorrichtung zur schnellen Veränderung der Fokusgröße und Fokusslage eines Laserstrahls,

Fig. 4 schematisch eine Laserbearbeitungsvorrichtung zur Erzeugung eines kombinierten Laserstrahls mit unabhängig einstellbarer Breite von Zentralbereich und Außenbereich, und

50 Fig. 5, 6 zwei Beispiele für Laserlöcher mit variablem Randeffect und variabler Schnittbreite wie sie mit einer Vorrichtung nach Fig. 4 erzeugt werden können.

**[0025]** Die Erfindung wird nun am Beispiel eines Sicherheitsmerkmals einer Banknote 10 erläutert. Figur 1 zeigt dazu eine schematische Darstellung einer Banknote 10, die in einem in Fig. 2 in Aufsicht genauer dargestellten Merkmalsbereich 12 mit einem Laserloch 14 mit variablem Randeffect versehen ist.

55 **[0026]** Das Banknotenpapier der Banknote 10 stellt einen Träger 20 dar, dessen Farbeindruck in dem Merkmalsbereich 12 durch die Einwirkung von Laserstrahlung modifizierbar ist bzw. bei der Herstellung durch Laserbeaufschlagung bereits modifiziert wurde. Die Lasermodifizierbarkeit des Banknotenpapiers kann beispielsweise durch eine Beschichtung des Papiers erzeugt werden, die durch die Laserbeaufschlagung lokal abgetragen oder in ihrer Farbe verändert wird. Die

Lasermodifizierbarkeit kann beispielsweise auch durch in das Volumen des Papiers eingebrachte lasermodifizierbare Substanzen, wie etwa Effektpigmente erzeugt werden.

**[0027]** Das Laserloch 14 zeigt ein komplexes, schwer nachzuahmendes Design mit einer zentralen, durch den Träger 20 durchgehenden Öffnung 22, einem schmalen, um die Öffnung 22 umlaufenden farbigen Rand 24 und mit einer Mehrzahl von farbigen Fünfecken 26, die passergenau auf Ausstülpungen der zentralen Öffnung 22 aufgesetzt sind. Der Farbeindruck der Fünfecke 26 ist dabei derselbe wie der des farbigen Rands 24, beispielsweise ein roter Farbeindruck vor weißem Hintergrund. Als Besonderheit sind die Fünfecke 26 mit unterschiedlichen Strichstärken ausgebildet, die von einer schmalen, feinen Linie 26-1 an der Oberseite der Öffnung 22 über mehrere, sukzessive zunehmende Linienbreiten 26-2, 26-3, 26-4 bis zu den fetten Linien 26-5 der an der Unterseite der Öffnung 22 liegenden Fünfecken reichen.

**[0028]** Um ein solches komplexes Laserloch 14 mit hoher Produktionsgeschwindigkeit erzeugen zu können, wird der Laserstrahl bei der Laserbeaufschlagung des Banknotenpapiers 20 mit einer schnell veränderbaren Fokusgröße und/oder Fokusslage über das Papier geführt, wie nachfolgend genauer erläutert. Wie oben bereits genauer erläutert, beziehen sich die die Veränderung der Fokusgröße bzw. Fokusslage beschreibende Begriff "schnell" stets auf die Vorschubgeschwindigkeit, mit der der Schneid- bzw. Markierungslaserstrahl über den Träger geführt wird.

**[0029]** Figur 3 illustriert schematisch den Aufbau einer Laserbearbeitungsvorrichtung 30 mit einer schnell veränderbaren Fokusgröße und Fokusslage eines Laserstrahls. Der im Wesentlichen parallele Laserstrahl 32 einer Laserquelle 34, beispielsweise eines CO<sub>2</sub>-Lasers, wird zunächst mit einem Strahlaufweiter 36 aufgeweitet, und dadurch der aufgeweitete Laserstrahl 38 erzeugt. Der aufgeweitete Laserstrahl 38 kann, wie links in Fig. 3 dargestellt, ein paralleler Laserstrahl sein, er kann durch den Strahlaufweiter 36 aber auch leicht konvergent oder leicht divergent eingestellt werden (Strahlen 38', 38" weiter rechts in Fig. 3). Der aufgeweitete Laserstrahl 38 wird von einer Scaneinrichtung 40 umgelenkt und fokussiert und der umgelenkte Laserstrahl 42 wird über eine Spiegelanordnung der Scaneinrichtung in der Bearbeitungsebene verschwenkt, wie in Fig. 3 schematisch durch die Pfeile 46 angedeutet. In Fig. 3 sind schematisch auch die Brennweite  $f$  der Fokussiereinrichtung, der Fokus  $F$  des Laserstrahls, die Fokusgröße  $F_G$  und die Fokusslage  $F_L$  des umgelenkten Laserstrahls 42 gezeigt. Der zu bearbeitende Träger ist typischerweise in der Brennebene 44 der Fokussiereinrichtung im Abstand einer Brennweite  $f$  von der Scaneinrichtung 40 angeordnet.

**[0030]** Sofern der aufgeweitete Laserstrahl 38 ein paralleler Laserstrahl ist, wie links in Fig. 3 dargestellt, liegt der von der Scaneinrichtung 40 erzeugte Fokus  $F$  in der Brennebene 44 der Fokussiereinrichtung und erzeugt am Bearbeitungsort einen Laserspot der Fokusgröße  $F_G$ .

**[0031]** Ist der aufgeweitete Laserstrahl 38' leicht konvergent eingestellt, wie schematisch rechts anschließend in Fig. 3 dargestellt, so liegt der von der Scaneinrichtung 40 erzeugte Fokus  $F$  des umgelenkten Laserstrahls 42' etwas oberhalb der Brennebene 44, so dass die Spotgröße des Lasers in der Brennebene etwas größer als die Fokusgröße  $F_G$  ist. Falls der aufgeweitete Laserstrahl 38" leicht divergent eingestellt ist, wie schematisch wiederum rechts anschließend in Fig. 3 dargestellt, so liegt der von der Scaneinrichtung 40 erzeugte Fokus  $F$  des umgelenkten Laserstrahls 42" etwas unterhalb der Brennebene 44, so dass die Spotgröße des Lasers in der Brennebene auch hier etwas größer als die Fokusgröße  $F_G$  ist.

**[0032]** Obwohl die Fokusgröße  $F_G$  bei diesen Veränderungen der Fokusslage  $F_L$  nahezu gleich bleibt, wird durch die Verschiebung der Fokusslage  $F_L$  eine unterschiedliche Spotgröße in der Brennebene 44 und damit am Bearbeitungsort erreicht. Der Laserstrahl 38, 38', 38" kann durch kleine Veränderungen einer Linse im Strahlaufweiter 36 parallel, konvergent oder divergent eingestellt werden. Da die erforderlichen Variationen sehr klein sind, können sie bezogen auf die Vorschubgeschwindigkeit des Laserstrahls sehr schnell vorgenommen werden. Hinzu kann insbesondere eine Linsenachse im Strahlaufweiter 36 eingesetzt werden.

**[0033]** Neben der Fokusslage  $F_L$  kann auch die Fokusgröße  $F_G$  schnell verändert werden, nämlich insbesondere durch das Ausmaß der Strahlaufweitung im Strahlaufweiter 36. Da die numerische Apertur einer Fokussierlinse mit ihrer Ausleuchtung zunimmt und die minimal erreichbare Fokusgröße  $F_G$  umgekehrt proportional zur numerischen Apertur ist, kann mit einem stärker aufgeweiteten Laserstrahl 38" ein kleinerer Fokusdurchmesser  $F_G$  erzeugt werden, wie schematisch ganz rechts in Fig. 3 illustriert. Auch die Aufweitung des Laserstrahls 38, 38" kann durch kleine Veränderungen im Strahlaufweiter 36 nach Wunsch eingestellt und damit sehr schnell vorgenommen werden.

**[0034]** Zurückkommend auf die Darstellung der Fig. 2 wird der Umriss der durchgehenden Öffnung 22 des Laserlochs 14 mit einem stark fokussierten Laserstrahl hoher Energiedichte geschnitten. Die Laserquelle 34 wird dabei so angesteuert, dass die Energiedichte des Laserstrahls 42 im Zentralbereich des Laserspots am Bearbeitungsort die zum Schneiden des Papierträgers 20 erforderliche Schwellenergie  $E_{cut}$  überschreitet. In einem schmalen Randbereich des Laserspots wird die zum Schneiden erforderliche Energie nicht mehr überschritten, die Energiedichte liegt aber über der für eine Farbänderung im Merkmalsbereich 12 erforderlichen Schwellenergie  $E_{color} < E_{cut}$ . Außerhalb dieses schmalen Randbereichs wird der Träger weder verfärbt noch geschnitten. Auf diese Weise wird beim Schneiden der Öffnung 22 gleichzeitig ein umlaufender farbiger Rand 24 erzeugt, der wegen seiner Erzeugung im Schneidvorgang perfekt zum Umriss der Öffnung 22 gepasst ist.

**[0035]** Zur Erzeugung der Fünfecke 26 wird die Energie des Laserstrahls auch im Zentralbereich auf einen Wert zwischen der Schwellenergie  $E_{color}$  für eine Farbänderung und der zum Schneiden benötigten Schwellenergie  $E_{cut}$

abgesenkt. Zugleich wird mit einer oder mehreren der im Zusammenhang mit Fig. 3 beschriebenen Maßnahmen die Spotgröße des Laserstrahls 42 am Bearbeitungsort variiert, so dass die Schwellenergie  $E_{\text{Color}}$  in unterschiedlich großen Bereichen überschritten wird, und damit unterschiedlich breite farbige Ränder 26-1 bis 26-5 der Fünfecke 26 erzeugt werden. Da diese Änderungen sehr schnell erfolgen, wird die Produktionsgeschwindigkeit des Laserschreibens durch die Änderung der Markierungsbreiten praktisch nicht verringert.

**[0036]** Das Schneiden und die Farbänderung des Trägers können auch mit einem kombinierten Laserstrahl erfolgen, der aus einer Überlagerung zweier zunächst getrennter und unabhängig voneinander bezüglich Konvergenz/Divergenz und Strahlbreite eingestellter Laserstrahlen gebildet wird. Dadurch können die Breite der geschnittenen Öffnungen und die Breite der an die Öffnung angrenzenden Markierungen unabhängig voneinander eingestellt werden.

**[0037]** Figur 4 zeigt hierzu schematisch eine Laserbearbeitungsvorrichtung 50 mit einem Schneidlaser 52 und einem Markierungslaser 54, deren Laserstrahlen zum Schneiden bzw. Markierung des Bearbeitungsguts vorgesehen sind. Die Laserstrahlen der Laser 52, 54 durchlaufen jeweils eine zugehörige Einstelleinrichtung 56, 58, in der der jeweilige Laserstrahl aufgeweitet und bezüglich seiner Konvergenzeigenschaften eingestellt wird, wie grundsätzlich bei Fig. 3 beschrieben. Das Strahlprofil 72 des eingestellten Schneid-Laserstrahls 62 und das Strahlprofil 74 des eingestellten Markierungs-Laserstrahls 64 sind in Fig. 4 schematisch als Insets gezeigt.

**[0038]** Der Schneid-Laserstrahl 62 und der Markierungs-Laserstrahl 64 werden mit Hilfe eines Strahlkombinierers 60, der durch einen umgekehrt arbeitenden Strahlteiler gebildet sein kann, zu dem gewünschten Bearbeitungs-Laserstrahl 66 zusammengeführt, dessen Strahlprofil 76 in Fig. 4 als Inset ebenfalls schematisch gezeigt ist. Das Strahlprofil 76 des Bearbeitungs-Laserstrahls 66 weist einen Zentralbereich Z hoher Energiedichte auf, der zum Schneiden des Trägermaterials dient, sowie einen Außenbereich A geringerer Energiedichte, der zum Erzeugen einer Farbänderung im Trägermaterial dient.

**[0039]** Die Breite des Zentralbereichs Z und die Breite des Außenbereichs A können mit Hilfe der Einstelleinrichtungen 56, 58 unabhängig voneinander eingestellt werden. Bei der Laserbeaufschlagung des Trägers mit dem Laserstrahl 66 können daher die Schnittbreite und die Markierungsbreite unabhängig voneinander verändert werden.

**[0040]** Wie bereits im Zusammenhang mit Fig. 3 erläutert, können die entsprechenden Änderungen an den Laserstrahlen 62, 64 und damit auch an dem zusammengeführten Laserstrahl 66 sehr schnell vorgenommen werden, so dass die Produktionsgeschwindigkeit des Laserschreibens durch die Änderung der Schnittbreite und/oder der Markierungsbreite praktisch nicht verringert wird.

**[0041]** Falls die Schnittbreite oder die Markierungsbreite für eine Anwendung nicht variiert werden soll, kann auf die entsprechende Einstelleinrichtung 56 bzw. 58 natürlich auch verzichtet werden.

**[0042]** Figuren 5 und 6 zeigen schematisch zwei Beispiele für Laserlöcher mit variablem Randeffect und variabler Schnittbreite wie sie mit einer Vorrichtung 50 nach Fig. 4 erzeugt werden können.

**[0043]** Zunächst zeigt Fig. 5 einen durch Einwirkung von Laserstrahlung modifizierbaren Träger 20, der mit mehreren durchgehenden Öffnungen 80 konstanter Breite versehen ist. Die Öffnungen 80 und der Zwischenraum zwischen den Öffnung 80 sind mit einer Farbmarkierung 82 variabler Breite versehen.

**[0044]** Zur Erzeugung dieser Gestaltung wurde der kombinierte Laserstrahl 66 der Fig. 4 von links nach rechts über den Träger 20 geführt und der Schneid-Laserstrahl 62 dabei bei konstanter Fokusgröße und Fokusslage zeitweise ein- bzw. ausgeschaltet. Zugleich wurde die Fokusgröße bzw. Fokusslage des Markierungs-Laserstrahls 64 und damit auch die Größe des Außenbereichs A im zusammengeführten Laserstrahl 66 kontinuierlich verändert. Die Änderung erfolgt praktisch instantan, so dass sich trotz einer hohen Arbeitsgeschwindigkeit des Laserstrahls 66 auf dem Träger 20 große Änderungen in der Markierungsbreite der Farbmarkierung 82 erreichen lassen.

**[0045]** Figur 6 zeigt eine weitere Gestaltung, bei der ein durch Einwirkung von Laserstrahlung modifizierbarer Träger 20 mit einer länglichen Schnitt-Öffnung 84 variable Breite versehen ist. Die längliche Schnitt-Öffnung 84 ist von einer Farbmarkierung 86 mit wellenförmig variierender Breite umgeben.

**[0046]** Zur Erzeugung dieser Gestaltung wurde der kombinierte Laserstrahl 66 der Fig. 4 von links nach rechts über den Träger 20 geführt und dabei sowohl für den Schneid-Laserstrahl 62 als auch für den Markierungs-Laserstrahl 64 die Fokusgröße bzw. Fokusslage schnell verändert. Entsprechend verändern sich sowohl die Größe des Zentralbereichs Z als auch die Größe des Außenbereichs A im zusammengeführten Laserstrahl 66 schnell und unabhängig voneinander, so dass die Schnittbreite der Öffnung 84 und die Markierungsbreite der Farbmarkierung 86 unabhängig voneinander variieren können.

#### Bezugszeichenliste

#### **[0047]**

10	Banknote
12	Merkmalsbereich
14	Laserloch

	20	Träger
	22	durchgehende Öffnung
	24	farbiger Rand
	26	Fünfecke
5	26-1 bis 26-5	Linien unterschiedlicher Breite
	30	Laserbearbeitungsvorrichtung
	32	Laserstrahl
	34	Laserquelle
	36	Strahlaufweiter
10	38, 38', 38", 38'''	aufgeweiteter Laserstrahl
	40	Scaneinrichtung
	42, 42', 42", 42'''	umgelenkter Laserstrahl
	44	Brennebene
	50	Laserbearbeitungsvorrichtung
15	52	Schneidlaser
	54	Markierlaser
	56, 58	Einstelleinrichtungen
	60	Strahlkombinierer
	62	Schneid-Laserstrahl
20	64	Markierungs-Laserstrahl
	66	Bearbeitungs-Laserstrahl
	72, 74, 76	Strahlprofile
	F	Fokus
	F <sub>G</sub>	Fokusgröße
25	F <sub>L</sub>	Fokusslage
	A	Außenbereich
	Z	Zentralbereich

30 **Patentansprüche**

1. Verfahren zur Herstellung eines Sicherheitsmerkmals für ein Sicherheitselement, ein Sicherheitspapier oder einen Datenträger, bei dem

- 35 - ein Träger bereitgestellt wird, dessen Farbeindruck durch die Einwirkung von Laserstrahlung modifizierbar ist, und  
 - durch Führen eines Laserstrahls über die Oberfläche des Trägers einerseits durchgehende Öffnungen in den Träger eingebracht werden und andererseits in Markierungsbereichen der Farbeindruck des Trägers modifiziert wird,

40 **dadurch gekennzeichnet, dass**

- 45 - beim Führen des Laserstrahls über die Trägeroberfläche die Fokusslage und/oder die Fokusgröße des Laserstrahls schnell verändert werden, um eine variable Breite der durchgehenden Öffnungen und/oder eine variable Breite der Markierungsbereiche zu erzeugen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Markierungsbereiche zumindest in Teilbereichen markierte Randbereiche der durchgehenden Öffnungen gebildet werden.

50 3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die markierten Randbereiche gleichzeitig mit den zugehörigen durchgehenden Öffnungen durch denselben Laserstrahl erzeugt werden.

4. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Führen des Laserstrahls über den Träger die Fokusslage des Laserstrahls schnell verändert wird, insbesondere, dass die Fokusslage pro Laser-Vorschubstrecke um mehr als 1 mm/mm, insbesondere um mehr als 2 mm/mm und bevorzugt um mehr als 5 mm/mm verändert wird.

5. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Führen des La-

## EP 3 599 105 A1

serstrahls über den Träger die Fokusgröße des Laserstrahls schnell verändert wird, insbesondere, dass die Fokusgröße pro Laser-Vorschubstrecke um mehr als 10%/mm, insbesondere um mehr als 50%/mm und bevorzugt um mehr als 100%/mm verändert wird.

- 5     **6.** Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Laserstrahl vor der Beaufschlagung der Trägeroberfläche eine Einstelleinrichtung durchläuft, in der der Strahldurchmesser und/ oder die Konvergenz bzw. Divergenz des Laserstrahls eingestellt werden, wobei bevorzugt die schnelle Veränderung der Fokusslage und/ oder der Fokusgröße durch Einstellungsvariationen in der Einstelleinrichtung erzeugt werden.
- 10    **7.** Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einstellungsvariationen in der Einstelleinrichtung mit Hilfe einer oder mehrerer Linearachsen vorgenommen werden.
- 15    **8.** Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erster Laserstrahl zum Erzeugen der durchgehenden Öffnungen bereitgestellt wird, ein zweiter Laserstrahl zum Erzeugen der Markierungsbereiche bereitgestellt wird, dass der erste und zweite Laserstrahl mit einem Strahlkombinierer vereinigt werden und der vereinigte Laserstrahl über die Trägeroberfläche geführt wird, um die genannten Öffnungen in den Träger einzubringen und in den genannten Markierungsbereichen den Farbeindruck des Trägers zu modifizieren.
- 20    **9.** Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Führen des vereinigten Laserstrahls über die Trägeroberfläche die Fokusslage und/oder die Fokusgröße des ersten Laserstrahls rasch verändert werden, um eine variable Breite der durchgehenden Öffnungen zu erzeugen.
- 25    **10.** Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Führen des vereinigten Laserstrahls über die Trägeroberfläche die Fokusslage und/oder die Fokusgröße des zweiten Laserstrahls rasch verändert werden, um eine variable Breite der Markierungsbereiche zu erzeugen.
- 30    **11.** Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Träger mit einem lasermodifizierbaren Markierungsstoff versehen wird, insbesondere, dass der Träger mit einem lasermodifizierbaren Markierungsstoff beschichtet wird und/oder dass ein lasermodifizierbarer Markierungsstoff in das Volumen des Trägers eingebracht wird.
- 35    **12.** Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Träger aus Papier gebildet ist oder eine Papierlage umfasst.

35

40

45

50

55

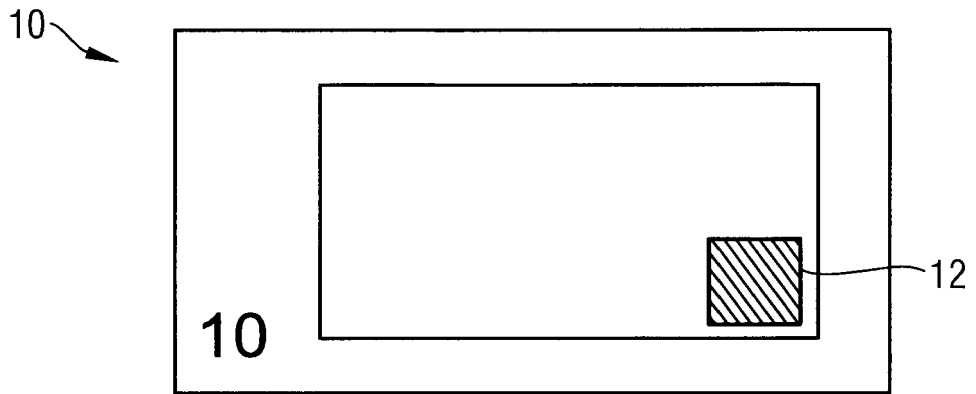


Fig. 1

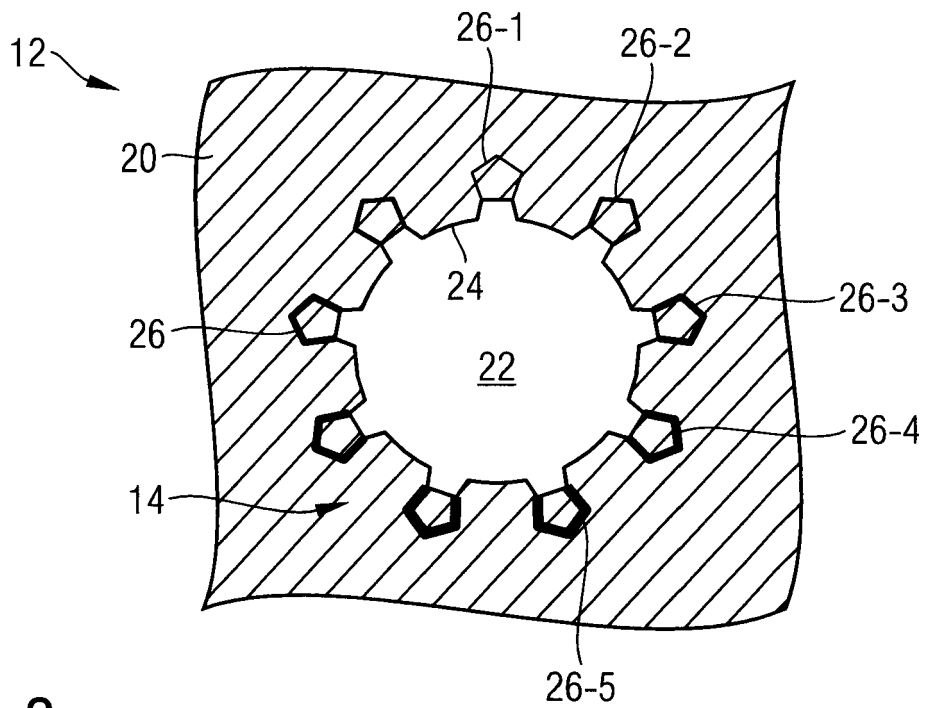


Fig. 2

Fig. 3

30 ↗

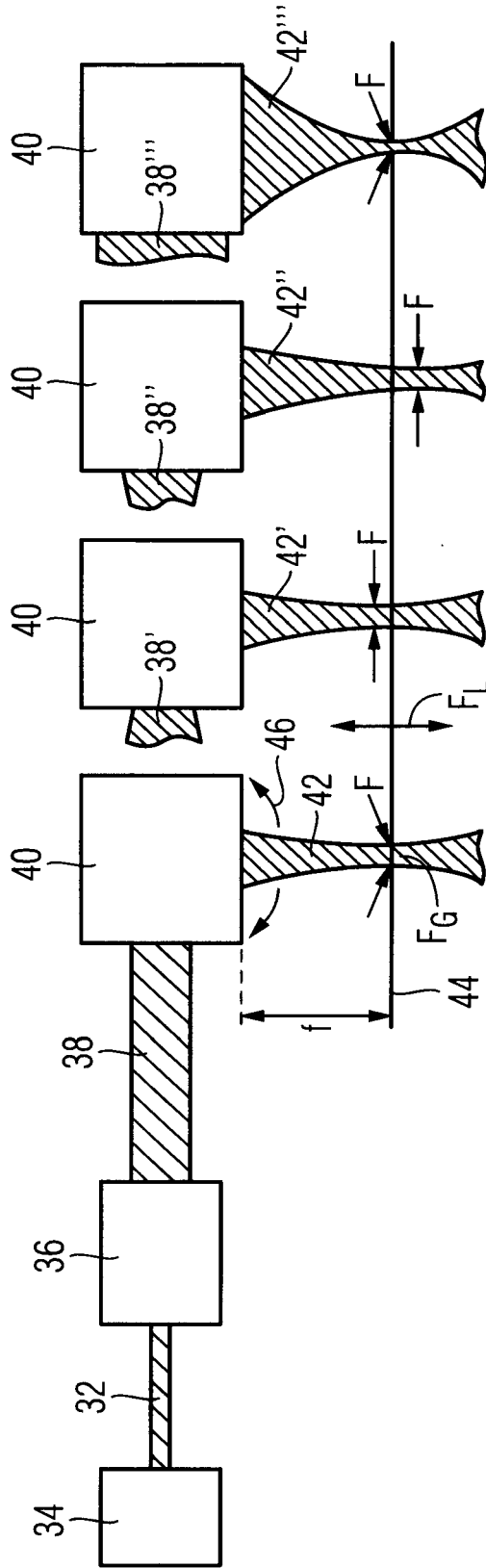


Fig. 4

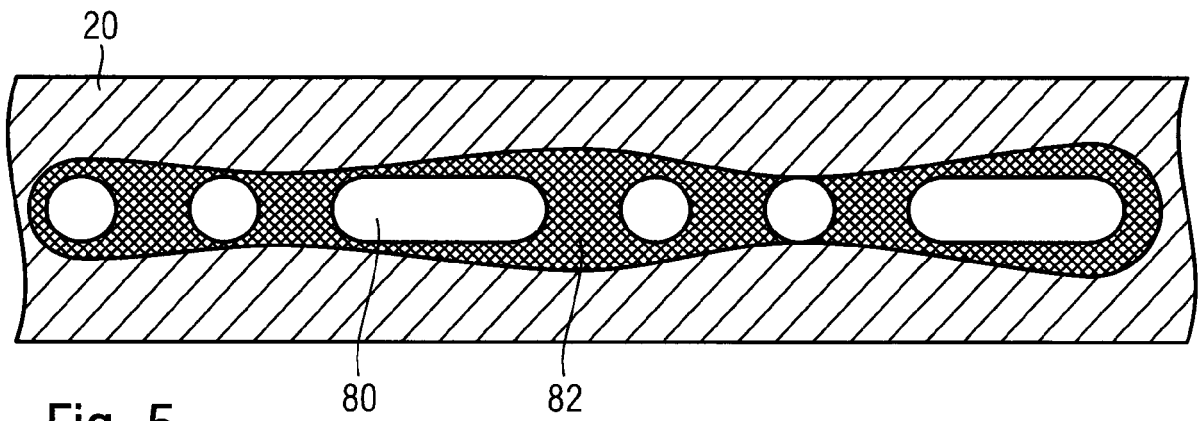
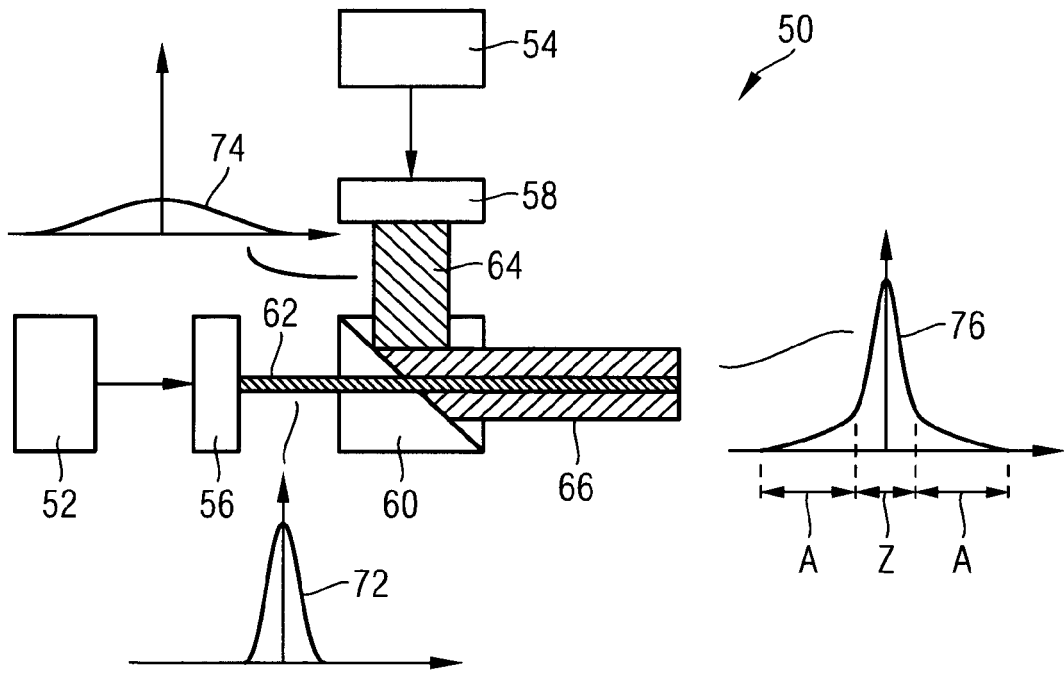


Fig. 5

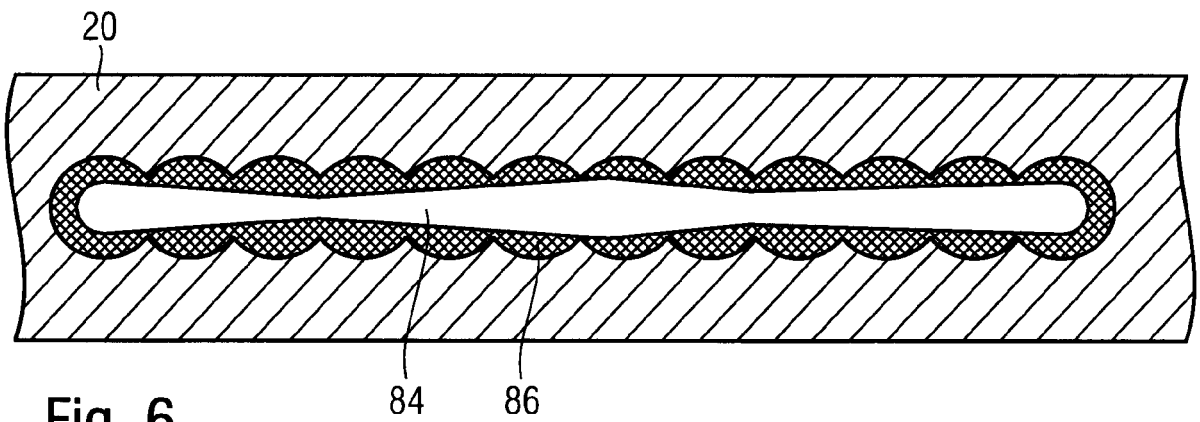


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 19 00 0346

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,D	WO 2010/072329 A1 (GIESECKE & DEVRIENT GMBH [DE]; GREGAREK ANDRE [DE]; LIEBLER RALF [DE]) 1. Juli 2010 (2010-07-01)	1,3,5, 11,12	INV. B42D25/435 B42D25/41
Y	* Seite 11, Zeile 12 - Seite 23, Zeile 6; Ansprüche 1-31; Abbildungen 1-15 *	1-4,6-12	B42D25/346 B42D25/382 B42D25/29
X,D	WO 2011/154112 A1 (GIESECKE & DEVRIENT GMBH [DE]; GREGAREK ANDRE [DE] ET AL.) 15. Dezember 2011 (2011-12-15)	1,3,5, 11,12	
Y	* Seite 11, Zeile 6 - Seite 24, Zeile 24; Ansprüche 1-24; Abbildungen 1-11 *	1-4,6-12	
Y	EP 3 335 900 A1 (GIESECKE DEVRIENT CURRENCY TECH GMBH [DE]) 20. Juni 2018 (2018-06-20)	1-4,6-12	
	* Absatz [0018] - Absatz [0030]; Ansprüche 1-5; Abbildungen 1-10 *		
Y	WO 2014/106517 A1 (GIESECKE & DEVRIENT GMBH [DE]) 10. Juli 2014 (2014-07-10)	1-4,6-12	
	* Seite 15, Zeile 1 - Seite 21, Zeile 14; Ansprüche 1-25; Abbildungen 1-3 *		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B42D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 25. November 2019	Prüfer Seiler, Reinhold
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 19 00 0346

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente 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.

25-11-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	WO 2010072329 A1	01-07-2010	BR PI0918341 A2	06-09-2016
			CA 2748091 A1	01-07-2010
			DE 102009011424 A1	01-07-2010
			EP 2379339 A1	26-10-2011
			RU 2011129698 A	27-01-2013
			WO 2010072329 A1	01-07-2010
			ZA 201105340 B	28-03-2012
20	WO 2011154112 A1	15-12-2011	BR 112012030608 A2	16-08-2016
			CA 2801794 A1	15-12-2011
			CN 103068584 A	24-04-2013
			DE 102010022990 A1	08-12-2011
			EP 2580069 A1	17-04-2013
25			ES 2727274 T3	15-10-2019
			HK 1182363 A1	28-10-2016
			PL 2580069 T3	30-08-2019
			WO 2011154112 A1	15-12-2011
30	EP 3335900 A1	20-06-2018	DE 102016014845 A1	14-06-2018
			EP 3335900 A1	20-06-2018
35	WO 2014106517 A1	10-07-2014	DE 102013000152 A1	10-07-2014
			EP 2941355 A1	11-11-2015
			WO 2014106517 A1	10-07-2014
40				
45				
50				
55				

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**

- DE 4334848 C1 **[0002]**
- WO 2009003587 A **[0002]**
- WO 2010072329 A1 **[0002]**
- WO 2011154112 A1 **[0002]**
- DE 102010053052 A1 **[0002]**
- DE 102008046513 A1 **[0002]**
- WO 2009003587 A1 **[0004]**