



(11) **EP 2 539 155 B9**

(12) **KORRIGIERTE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(15) Korrekturinformation:
Korrigierte Fassung Nr. 1 (W1 B1)
Korrekturen, siehe
Ansprüche DE 8, 13, 15

(51) Int Cl.:
B41M 5/26 ^(2006.01) **B41J 2/47** ^(2006.01)
B41J 2/44 ^(2006.01) **B41M 3/14** ^(2006.01)

(48) Corrigendum ausgegeben am:
21.01.2015 Patentblatt 2015/04

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2011/052800

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
29.10.2014 Patentblatt 2014/44

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2011/104330 (01.09.2011 Gazette 2011/35)

(21) Anmeldenummer: **11707385.8**

(22) Anmeldetag: **25.02.2011**

(54) **MARKIERUNGSVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM MARKIEREN VON WERT- ODER
SICHERHEITSDOKUMENTEN MIT HOHER AUFLÖSUNG**

MARKING DEVICE AND METHOD FOR MARKING VALUABLE OR SECURITY DOCUMENTS WITH
HIGH RESOLUTION

DISPOSITIF DE MARQUAGE ET PROCÉDÉ DE MARQUAGE HAUTE RÉOLUTION DE
DOCUMENTS DE VALEUR OU DE SÉCURITÉ

(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**

(72) Erfinder: **BAUDACH, Steffen**
13189 Berlin (DE)

(30) Priorität: **26.02.2010 DE 102010010070**

(74) Vertreter: **Patentanwälte Bressel und Partner mbB**
Potsdamer Platz 10
10785 Berlin (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.01.2013 Patentblatt 2013/01

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A2-2006/114600 DE-A1-102005 001 443
DE-A1-102006 014 367 JP-A- 2007 261 114
US-A1- 2005 001 419 US-A1- 2010 040 836

(73) Patentinhaber: **Bundesdruckerei GmbH**
10969 Berlin (DE)

EP 2 539 155 B9

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 ein Verfahren zum Markieren von Wert- oder Sicherheitsdokumenten sowie eine Markierungsvorrichtung, die für ein dauerhaftes Markieren eines Wert- oder Sicherheitsdokuments mit Hilfe von Laserlicht ausgebildet sind.

[0002] Als Sicherheitsdokumente werden jene Dokumente und Gegenstände bezeichnet, die durch mindestens ein Sicherheitsmerkmal oder Sicherheitselement gegen eine Verfälschung und/oder ein unautorisiertes Kopieren geschützt sind. Sicherheitsdokumente, die einen Wert verkörpern, werden auch als Wertdokumente bezeichnet. Sicherheitsdokumente umfassen beispielsweise Ausweise, Führerscheine oder Kraftfahrzeugpapiere und Wertdokumente, wobei Wertdokumente, beispielsweise Banknoten, Postwertzeichen oder Schecks umfassen.

[0003] Zumindest bei einem Teil der Sicherheitsdokumente oder Wertdokumente ist es vorteilhaft, diese auch permanent, vorzugsweise individuell, markieren zu können. Aus dem Stand der Technik sind unterschiedliche Verfahren bekannt, mit denen Wert- und/oder Sicherheitsdokumente individualisiert markiert werden können. Während historisch die meisten Wert- und Sicherheitsdokumente auf Papierbasis hergestellt wurden und insbesondere mittels Drucktechniken individualisiert wurden, werden moderne Sicherheitsdokumente und Wertdokumente häufig zumindest teilweise aus Kunststoffmaterialien hergestellt. Moderne Personalausweise und Führerscheine werden beispielsweise als Laminationskörper aus mehreren Kunststoffschichten und gegebenenfalls einer oder mehrerer Papierschichten zusammengefügt.

[0004] Für die permanente individuelle Markierung von Kunststoffen sind im Stand der Technik so genannte Lasermarkierverfahren entwickelt worden. Hierfür wird den Kunststoffschichten, welche beispielsweise aus Polycarbonat bestehen, spezielle Pigmentstoffe zumindest in einzelnen Schichten, die später mit einem Laser markiert werden sollen, zugefügt. Diese beeinflussen eine Transparenz im optischen sichtbaren Bereich nicht oder für einen Nutzer nicht oder kaum wahrnehmbar. Wird eine solche Schicht mit Laserlicht ausreichender Intensität bestrahlt, so tritt an den Pigmenten eine verstärkte Absorption des Laserlichts auf. Hierdurch ist es möglich, Energie in den sonst transparenten Kunststoff einzukoppeln, welches anschließend über die hierbei deponierte Energiemenge zu einer lokalen Einfärbung, beispielsweise über eine Erwärmung und eine teilweise Carbonisierung des Kunststoffmaterials führt. Je nach eingebrachter Energiemenge lässt sich ein Schwärzungsgrad des Kunststoffs gezielt einstellen. Aus einzelnen lokalen Bildpunkten lassen sich Muster, insbesondere Graustufenbilder, Schriftzüge und andere Zeichen, dauerhaft in das Wert- oder Sicherheitsdokument markieren.

[0005] Aus der DE 100 11 486 A1 ist ein kartenförmiger Datenträger bekannt, bestehend aus mindestens einer

Schicht, in die visuell lesbare Informationen in Form einer Änderung der optischen Eigenschaften aufgrund einer irreversibel durch einen Laserstrahl bewirkten Materialveränderung eingebracht sind, wobei das Absorptionsvermögen dieser Schicht für mindestens eine Wellenlänge in Folge der Laserstrahlung zumindest teilweise reduziert wird. Bei diesem Verfahren werden ursprüngliche farbige oder opake Schichten hinsichtlich Absorption "ausgebleicht".

[0006] Aus der DE 30 48 733 A1 sind eine Ausweiskarte und ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Ausweiskarte mit aufgetragenen Informationen in Form von Mustern, beispielsweise Buchstaben, Zahlen und/oder Bildern, bekannt. Die Ausweiskarte weist auf mindestens einer Oberfläche unterschiedlich farbige, übereinander angeordnete Schichtenbereiche, die zumindest teilweise durch visuell erkennbare Personalisierungsdaten unterbrochen sind. Es ist vorgesehen, dass die Informationen durch Einwirkung eines gesteuerten Laserstrahls auf ein oder mehrere auf einem Kunststoffträger übereinander aufgetragene Farbschichten dargestellt werden. Durch die Lasereinstrahlung lässt sich somit lokal die Farbe verändern.

[0007] Aus der DE 696 05 788 T2 ist ein Verfahren zur Herstellung eines Gegenstands mit einem farbigen Zeichen durch Bestrahlung der Oberfläche des Gegenstands mit Laserlicht in Form des Zeichens bekannt, wobei der Gegenstand in mindestens jenem Bereich, wo das Zeichen aufgebracht wird, aus einer Kunststoffzusammensetzung besteht, die mindestens drei farbbildende Komponenten enthält, die ihre farbbildende Fähigkeit unter dem Einfluss von Laserlicht verlieren, die derart gewählt und in einer solchen Konzentration vorhanden sind, dass bei jeder Wellenlänge zwischen 400 und 700 nm mindestens ein Teil der Menge des einfallenden Lichts absorbiert wird, für das Zeichen eine oder mehrere Farben gewählt werden, die Wellenlänge des Laserlichts in der Folge auf einen Wert festgesetzt wird, der von der gewählten Farbe abhängt, und die Oberfläche des Gegenstands danach mit dem Laserlicht bestrahlt wird.

[0008] Aus der WO 01/28778 A2 ist ein Verfahren zur Aufbringung von farbigen Zeichen auf einem Datenträger, vorzugsweise aus Kunststoff, mittels eines Lasersystems bekannt, wobei in mindestens einer oberflächennahen Schicht des Datenträgers eingebrachte latente Pigmente, bei denen durch energetische Anregung eine Änderung des Absorptionsverhaltens erfolgt, an den für das Zeichen vorgesehenen Stellen des Datenträgers durch Laserbestrahlung, die im IR- und/oder sichtbaren Bereich liegt, energetisch dergestalt angeregt werden, dass bei denselben Pigmenten ein Farbumschlag stattfindet und dass nach dem Farbumschlag der laserbestrahlten latenten Pigmente, die nicht durch Laserbestrahlung angeregten latenten Pigmente durch eine Bestrahlung mit Lichtwellen im UV-Wellenlängenbereich energetisch dergestalt angeregt werden, dass bei den so bestrahlten Pigmenten eine Farblosigkeit herbeigeführt wird.

[0009] Aus der DE 100 53 264 A1 ist ein Verfahren zum Einschreiben von Daten, insbesondere Personalisierungsdaten, auf und/oder in einen Datenträger mittels elektromagnetischer Strahlung bekannt, wobei bei dem Verfahren ein beliebiger Datenträger bereitgestellt wird, auf und/oder in welchem mindestens ein Farbmittel mindestens lokal vorgesehen wird, und dieses Farbmittel mittels der elektromagnetischen Strahlung von mindestens einen Wellenlängenbereich bestrahlt wird, so dass sich im Bereich der Bestrahlung eine Änderung der Farbe des Farbmittels durch Bleichen ergibt, wobei die Farbänderung maschinell und/oder durch ein menschliches Auge feststellbar ist. Hierdurch ergibt sich eine erhöhte Fälschungs- und Manipuliersicherheit für den Datenträger.

[0010] Aus der DE 199 55 383 A1 ist ein Verfahren zum Aufbringen von farbigen Informationen auf einen Gegenstand bekannt, wobei der Gegenstand zumindest in einer oberflächennahen Schicht mindestens zwei verschiedenartige farbgebende Partikel aufweist, die unter Einfluss von Laserstrahlung die Farbe dieser Schicht verändern, wobei die Laserstrahlung mit mindestens zwei verschiedenen Wellenlängen verwendet wird, um die Farbe dieser Schicht zu ändern, die Beaufschlagung des Gegenstands mit Laserstrahlung im Vektor- und/oder Rasterverfahren über eine Zweikoordinatenstrahlableinrichtung und eine Fokussiereinrichtung zur Fokussierung der Laserstrahlung auf die Schicht des Gegenstands erfolgt. Es ist mindestens ein Strahlführungsmittel vorgesehen, um einen ersten Laserstrahl mit der Wellenlänge λ_1 und mindestens einen weiteren Laserstrahl mit einer Wellenlänge λ_2 , die von der Wellenlänge des ersten Laserstrahls verschieden ist, über die Zweikoordinatenstrahlableinrichtung und die Fokussiereinrichtung auf die Schicht des Gegenstands zu führen. Für die Zweikoordinatenstrahlableinrichtung ist eine Anordnung aus zwei um zueinander senkrecht stehende Achsen gelagerte Ablenkspiegel vorgeschlagen. Eine Fokussierung erfolgt durch eine feststehende Planfeldoptik. Da das Licht die Planfeldoptik nicht jeweils auf der optischen Achse durchläuft, treten chromatische Aberrationseffekte in der Fokussiereinrichtung auf. Insbesondere wenn unterschiedlich farbiges Laserlicht zum Markieren verwendet wird, ist hierfür eine aufwendige Kompensation notwendig.

[0011] Aus der DE 10 2006 014 367 A1 sind ein Datenträger und ein Verfahren zu seiner Herstellung bekannt. Der Datenträger umfasst eine visuell oder maschinell erkennbare Kennzeichnung in Form eines Musters, von Buchstaben, Zahlen oder Bildern. Bei dem Verfahren zur Herstellung wird ein Datenträger mit einem Datenträgersubstrat bereitgestellt und eine Markierungsschicht auf das Datenträgersubstrat aufgebracht. Die Kennzeichnung wird mittels kurzer Laserpulse in die Markierungsschicht eingebracht.

[0012] Aus der DE 10 2005 001 443 A1 ist eine Sicherheitsmarkierung in einem transparenten Polymer bekannt. Die Sicherheitsmarkierung umfasst eine visuell nicht sichtbare Beugungsstruktur im Innern eines trans-

parenten Polymers, welche durch Multiphotonen-Absorption unter Verwendung von ultrakurzen Pulsen eines Femtosekundenlasers erzeugt sind. Die Beugungsstruktur wird im Volumen des Polymers über Brechzahländerungen generiert. Die Ausdehnungen der Brechzahländerung liegen im Submikrometerbereich. Zusätzlich können Strukturen über Multiphotonen-Ablationen erzeugt werden, deren Ausdehnung ebenfalls im Submikrometerbereich liegen. Ein Auslesen der Beugungsstruktur erfolgt mit leistungsschwachen Lasern und kann in Transmission oder Reflexion erfolgen.

[0013] Die US 2010/0040836 A1 beschreibt ein System und ein Verfahren zum Markieren von transparentem Kunststoff mit gepulsten Femtosekunden-, Pikosekunden- oder Nanosekundenlasern.

[0014] Die US 2005/0001419 A1 zeigt ein Verfahren zur farbigen Lasergravur eines Dokuments mit einer Oberflächenschicht und mehreren Unterschichten. Die Unterschichten umfassen unterschiedliche Farben und Orientierungen von Tinte. Ein Laser schafft Öffnungen in der Oberflächenschicht, um farbige Tinte in einer der Unterschichten freizulegen. Die verschiedenen Orientierungen der farbigen Tinte umfassen kreisförmige, lineare und überlappende Gruppierungen von Tinte. Die Unterschichten weisen sich wiederholende Gruppierungen auf.

[0015] Bei den aus dem Stand der Technik bekannten Markierungsverfahren, die visuell wahrnehmbar sind, ist es notwendig, das zu markierende Kunststoffmaterial im Herstellungsprozess zu dotieren, Farben oder Pigmente auf oder einzubringen, zumindest sofern kein Materialabtrag von der Oberfläche des Wert- oder Sicherheitsdokuments beabsichtigt ist. Auch bei solchen Markierverfahren werden in der Regel den zu ablatierenden Kunststoffschichten die Laserlichtabsorption erleichternde Pigmente oder andersartige Zusatzstoffe beigegeben. Darüber hinaus ist bei Verfahren nach dem Stand der Technik eine erreichbare Auflösung hinsichtlich der hergestellten Markierung in der Regel dadurch begrenzt, dass die Wechselwirkung zwischen dem Laserlicht und dem Wert- oder Sicherheitsdokument auf thermischen Effekten beruht.

[0016] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Verfahren und eine verbesserte Vorrichtung zum dauerhaften Markieren von Wert- oder Sicherheitsdokumenten zu schaffen, die Nachteile im Stand der Technik beseitigen oder verringern.

[0017] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 7 geschaffen. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Grundidee der Erfindung

[0018] Die Grundidee der Erfindung liegt darin, die Markierung des Wert- und/oder Sicherheitsdokuments mit Laserlicht auszuführen, welches mit einer Kurzpuls-

laserquelle erzeugt ist. Dies bedeutet, dass die einzelnen zur Markierung verwendeten Laserlichtpulse eine Pulsdauer von weniger als 100 Pikosekunden vorzugsweise weniger als 10 Pikosekunden aufweisen. Ein Vorteil bei der Verwendung von Kurzpuls-Laserlicht liegt darin, dass mit diesem Licht Intensitätsdichten erreichbar sind, wodurch auch nichtlineare optische Wechselwirkungen ausgelöst werden können. Hierüber ist es beispielsweise möglich, Markierungen mit einer höheren Auflösung zu erzeugen, da thermische Wechselwirkungsprozesse, die immer mit einer Dissipation der Wärme in umliegende Bereiche verknüpft sind und hierüber eine Auflösungsbegrenzung verursachen, vermieden werden können. Ferner ist es möglich, auch Materialien zu markieren, die für eine Lasermarkierung nicht gesondert, beispielsweise über Pigmentzusätze oder Ähnliches, präpariert sind. Hierbei werden nichtlineare Effekte ausgenutzt. Hierdurch ist eine größere Materialunabhängigkeit bei der Markierung gegeben. Ebenso können beugende Strukturen direkt in Dokumente markiert werden. Hervorzuheben ist, dass eine optische Beeinträchtigung von Bereichen benachbart zu den eingebrachten Markierungen unterbleibt. Besonders vorteilhaft kann eine Fokussierung des Laserlichts ausgeführt werden, so dass eine Wechselwirkung mit Material nur im Fokus erfolgt. Somit ist eine präzise Einbringung von Markierungen senkrecht zu einer Dokumentenoberfläche möglich. Auch eine Einbringung von Markierungen übereinander, d.h. in unterschiedlichen Ebenen eines Dokuments, ist möglich. Mit solchen Markierungen können Muster erzeugt werden, die bei einer seitlichen Betrachtung wahrnehmbar sind. Eine Höhe eines fokussierten Bereichs liegt beispielsweise vorzugsweise bei etwa 50 µm. Die geringe Schädigung ist auch auf die Tatsache zurückzuführen, dass bei nichtlinearen Prozessen, die eine quadratische Abhängigkeit von der Intensität aufweisen (I^2 -Abhängigkeit), eine Wechselwirkung außerhalb eines Fokus sehr schnell abfällt. Nahe der Oberfläche eingebrachte Markierungen können taktil ausgeführt werden, d.h. für eine taktil wahrnehmbare Erfassung ausgebildet sein.

Definitionen

[0019] Ein Sicherheitselement ist eine bauliche Einheit, die zumindest ein Sicherheitsmerkmal umfasst. Ein Sicherheitselement kann eine selbständige bauliche Einheit sein, die mit einem Sicherheitsdokument, welches auch ein Wertdokument sein kann, verbunden, beispielsweise verklebt, werden kann. Es kann sich aber auch um einen integralen Bestandteil eines Sicherheitsdokuments handeln. Ein Beispiel für ersteres ist ein auf eine Banknote aufklebbarer so genannter Holopatch (ein Hologramm aufweisender Patch, beispielsweise ein Hologrammfilmabschnitt) oder ein auf ein Sicherheitsdokument aufklebbares Visum. Ein Beispiel für letzteres ist ein in ein Ausweisdokument eingepprägtes beugendes Oberflächenrelief.

[0020] Ein Sicherheitsmerkmal ist eine Struktur, die

nur mit (gegenüber einfachen Kopieren) erhöhten Aufwand oder gar nicht unautorisiert herstellbar bzw. reproduzierbar ist, beziehungsweise eine Fälschung oder Verfälschung visuell und/oder maschinell erkennbar macht.

[0021] Als Sicherheitsdokumente seien lediglich beispielhaft genannt Personalausweise, Reisepässe, ID-Karten, Zugangskontrollausweise, Visa, Steuerzeichen, Tickets, Führerscheine, Kraftfahrzeugpapiere sowie Wertdokumente, welche insbesondere Banknoten, Schecks, Postwertzeichen und Kreditkarten umfassen, und beliebige Chipkarten und Haftetiketten (z.B. zur Produktsicherung). Sicherheitsdokumente, die ebenfalls einen Wert verkörpern, werden auch als Wertdokumente bezeichnet. Eine scharfe Abgrenzung dieser beiden Begrifflichkeiten ist häufig nicht möglich. Eine Kreditkarte stellt beispielsweise ein über Sicherheitsmerkmale und Sicherheitselemente gegen Nachahmung und Verfälschung geschütztes Sicherheitsdokument dar, welches über den reinen Materialwert der Karte keinen Wert unmittelbar repräsentiert, jedoch eine Verfügung über große Vermögenswerte ermöglicht.

[0022] Ein Pulslaser ist ein Laser, der im Gegensatz zu einem Dauerstrich- oder CW-Laser, welcher Laserlicht kontinuierlich emittiert, Laserlicht in zeitlich begrenzten Abschnitten, welche Pulse genannt werden, emittiert. Als Kurzpuls-Laser wird hier ein Laser verstanden, der Lichtpulse erzeugt, deren Pulsdauer kleiner als 100 Pikosekunden ist. In der Literatur wird zum Teil auch von ultrakurzen Laserpulsen gesprochen, wobei keine einheitliche Definition hierfür vorliegt. Als ultrakurze Pulse werden Pulse angesehen, deren Pulsdauer kleiner 10 Pikosekunden ist.

[0023] Eine Lichtleitfaser ist eine Faser aus einem transparenten Material, an dessen Grenzfläche über Totalreflexion eine Leitung von Licht im Innern der Faser erfolgen kann.

[0024] Ein Faserlaser ist ein Laser, dessen aktives Medium, in dem die lichtinduzierte Emission von elektromagnetischer Strahlung erfolgt, eine Lichtleitfaser ist.

[0025] Ein Muster besteht typischerweise aus einer Vielzahl nebeneinander angeordneter Mustereinheiten bzw. Pixelpunkten. Die Mustereinheiten bzw. Pixel eines Musters sind einander zugeordnet und in definierter Weise lateral zueinander angeordnet, typischerweise in Ein- oder Zweiraumdimensionen, und ergeben in der Gesamtbetrachtung eine Darstellung, beispielsweise ein Bild, ein Symbol, ein Logo, einen Schriftzug (Buchstaben, Zahlen, alphanumerische Zeichen) oder ein Code (z.B. ein Strichcode). Ein Individualisierungsmuster ist ein Muster, welches zur Individualisierung verwendet wird.

[0026] Individualisierend ist ein Muster, wenn es einzigartig für eine Person oder einen Gegenstand oder eine Gruppe von Personen oder Gegenständen aus einer größten Gesamtheit von Personen oder Gegenständen ist. Ein für eine Gruppe von Personen innerhalb der Gesamtmenge der Einwohner eines Landes individualisierender Code ist beispielsweise die Stadt des Wohnortes.

Ein für eine Person individualisierender Code ist beispielsweise die Nummer des Personalausweises oder das Passbild. Ein für eine Gruppe von Geldscheinen innerhalb der Gesamtmenge der Geldscheine individualisierender Code ist die Wertigkeit. Für einen Geldschein individualisierend ist die Seriennummer. Nicht individualisierend ist ein Muster, welches für alle Elemente einer Gesamtheit identisch ist. Für Geldscheine ist dies beispielsweise ein Wappen, welches auf allen Geldscheinen aufgedruckt ist.

Bevorzugte Ausführungsformen

[0027] Insbesondere wird eine Markierungsvorrichtung für Wert- oder Sicherheitsdokumente vorgeschlagen, welche mindestens eine Laserlichtquelle und eine Lichtführungsvorrichtung umfasst, die mit der Laserlichtquelle gekoppelt ist, so dass Licht der Laserlichtquelle auf einem Wert- oder Sicherheitsdokument gesteuert positionierbar ist, wobei die Laserlichtquelle eine Kurzpuls-laserquelle ist, die Laserpulse mit einer Pulsdauer von weniger als 100 Pikosekunden, vorzugsweise von weniger als 10 Pikosekunden, erzeugt. Besonders hervorzuheben ist, dass die kurzen Laserpulse über nicht lineare optische Effekte mit Material des zu markierenden Wert- oder Sicherheitsdokuments wechselwirken. Hierbei ist eine Farbveränderung, beispielsweise eine Schwärzung auch in unterschiedlichen Grauabstufungen, von transparenten Kunststoffmaterialien möglich. Eine Dotierung mit Farbpigmenten, die im Stand der Technik notwendig ist, um die Folien "laserfähig" zu machen, ist nicht mehr erforderlich. Somit treten optische Beeinträchtigungen durch die hierfür notwendigen Zusatzstoffe nicht mehr zwangsweise auf. Ein bevorzugtes Verfahren zum dauerhaften Markieren eines Wert- oder Sicherheitsdokuments umfasst somit die Schritte: Erzeugen von Laserlicht und Führen des Laserlichts mittels einer Lichtführungsvorrichtung, so dass aus der Lichtführungsvorrichtung austretendes Laserlicht auf dem Wert- oder Sicherheitsdokument positioniert wird und das Wert- oder Sicherheitsdokument lokal markiert wird, wobei das Laserlicht in Form von Laserlichtpulsen mit einer Pulsdauer von weniger als 100 Pikosekunden, vorzugsweise von weniger als 10 Pikosekunden erzeugt wird.

[0028] Erfindungsgemäß werden in dem Dokument Markierungen im Register in unterschiedlichen Ebenen erzeugt. Bei einer Ausführungsform sind zumindest ein Teil der Markierungen senkrecht zur Oberfläche des Wert- oder Sicherheitsdokuments betrachtet übereinander angeordnet.

[0029] Markierungen, die in unterschiedlichen Ebenen parallel zur Oberfläche des Wert- oder Sicherheitsdokuments in das Wert- oder Sicherheitsdokument markiert werden, können beispielsweise genutzt werden, um unterschiedliche Informationen für unterschiedliche Betrachtungsrichtungen darzustellen, indem die Markierungen der unterschiedlichen Ebenen einander ganz oder teilweise bei den unterschiedlichen Betrachtungsrichtun-

gen verdecken. Ferner können hierüber unterschiedliche Schichten, aus denen das Wert- oder Sicherheitsdokument gegebenenfalls zusammengefügt ist, miteinander informationstechnisch verknüpft werden. Einzelne Schichten können somit nur erschwert ausgetauscht oder verfälscht werden, ohne die durch die dreidimensional eingebrachte Markierung bereitgestellte Gesamtinformation zu verändern.

[0030] Besonders vorteilhaft lassen sich kurze Laserpulse mit Pulsdauern im Bereich weniger als 100 Pikosekunden, vorzugsweise im Bereich von 100 Femtosekunden bis 10 Pikosekunden, mit einem Faserlaser erzeugen. Gegenüber anderen Festkörperlasern weisen Faserlaser den Vorteil auf, dass diese sehr kompakt aufgebaut sein können und einen hohen elektro-optischen Wirkungsgrad aufweisen. Darüber hinaus sind Faserlaser hinsichtlich einer Justage und Handhabung sehr viel anspruchsloser als die meisten bekannten Festkörperlaser.

[0031] Ein Vorteil der Verwendung von kurzen Laserpulsen mit Pulsdauern von weniger als 100 Pikosekunden, bevorzugt weniger als 10 Pikosekunden, liegt darin, dass eine sehr präzise örtliche bzw. räumliche Begrenzung der Wechselwirkungszone zwischen dem Laserlicht und dem Material des Wert- oder Sicherheitsdokuments erzielbar ist, wenn nicht lineare optische Wechselwirkungseffekte zum Ausbilden der Markierung genutzt werden. Eine bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens sieht daher vor, dass die Markierung über einen nicht linearen optischen Effekt in dem Wert- oder Sicherheitsdokument ausgelöst wird.

[0032] Bei einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Lichtführungsvorrichtung eine relativ zu dem Wert- und/oder Sicherheitsdokument beweglich gelagerte Lichtleitfaser umfasst, die mit mindestens einer Antriebseinrichtung so gekoppelt ist, dass das Licht über eine Bewegung einer Austrittsfläche der Lichtleitfaser in einer Positionierebene relativ zu dem Wert- und/oder Sicherheitsdokument lateral auf dem Wert- oder Sicherheitsdokument positionierbar ist. Das Licht der Laserlichtquelle wird somit mittels einer Lichtleitfaser geführt und eine Positionierung des Lichts auf dem zu markierenden Wert- oder Sicherheitsdokument erfolgt über ein Bewegen der Austrittsfläche der Lichtleitfaser relativ zu dem Wert- oder Sicherheitsdokument. Gegenüber dem Stand der Technik besteht der Vorteil, dass das zur Markierung verwendete Licht bei geeigneter Orientierung der Positionierebene relativ zu einer Oberfläche des Wert- oder Sicherheitsdokuments, vorzugsweise parallel hierzu, jeweils unter demselben Winkel, vorzugsweise senkrecht, auf das Wert- und/oder Sicherheitsdokument auftrifft und darüber hinaus eine Weglänge des zurückgelegten Lichtwegs unabhängig von der beleuchteten lateralen Position auf dem Wert- und/oder Sicherheitsdokument gleich ist. Hierdurch ist es möglich, das verwendete Licht stärker zu fokussieren und dennoch an allen lateralen Positionen des Wert- oder Sicherheitsdokuments eine identische Fokusaussdehnung bei der Markierung

zu verwenden. Probleme, die aufgrund einer leicht unterschiedlichen Einstrahlrichtung bei den Führungsvorrichtungen aus dem Stand der Technik bekannt sind, können somit vermieden werden.

[0033] Bei einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass das Wert- und/oder Sicherheitsdokument relativ zur Lichtleitfaser beweglich gelagert ist. Aufbau und Verwendung sind analog dem der beweglichen Lichtleitfaser.

[0034] Bei einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass sowohl die Lichtführungsvorrichtung eine relativ zu dem Wert- und/oder Sicherheitsdokument beweglich gelagerte Lichtleitfaser umfasst als auch das Wert- und/oder Sicherheitsdokument relativ zur Lichtleitfaser beweglich ist. Besonders bevorzugt ist, dass das Wert- und/oder Sicherheitsdokument entlang einer Transportrichtung beweglich ist und dass die Lichtleitfaser in einer zur Transportrichtung orthogonalen Richtung parallel zur zu personalisierenden Oberfläche des Wert- und/oder Sicherheitsdokuments beweglich ist.

[0035] Um eine hohe Auflösung bei der Markierung zu erreichen, ist eine gute Fokussierung vorteilhaft. Hierfür kann eine Fokussieroptik verwendet werden. Bevorzugt ist, eine Fokussieroptik, sofern eine solche verwendet wird, mit der jeweiligen Austrittsfläche der Lichtleitfaser zu koppeln. Dies bedeutet, dass die Fokussieroptik mittels der Antriebseinrichtung gemeinsam mit der Austrittsfläche der Lichtleitfaser bewegt wird. Vorteil ist, dass der Lichtweg durch die Fokussieroptik jeweils derselbe ist, unabhängig von der Position auf oder in dem Wert- oder Sicherheitsdokument, die gerade markiert wird.

[0036] Bei einem bevorzugten Verfahren wird die Position des Fokus in dem Dokument variiert. Dieses bedeutet, dass das die Fokusposition entlang einer Normale zu einer planen Oberfläche des Dokuments oder einer als plan idealisierten Oberfläche des Wert- oder Sicherheitsdokuments, sofern dieses ein Oberflächenrelief oder andere Unebenheiten aufweist, an der selben lateralen Position oder an unterschiedlichen lateralen Positionen auf dem Wert- oder Sicherheitsdokument variiert wird. Es werden somit Markierungen in unterschiedlichen Ebenen des Wert- oder Sicherheitsdokuments vorgenommen. Diese können übereinander oder lateral versetzt, jeweils bezogen auf die Oberfläche des vorzugsweise kartenförmig ausgebildeten Wert- oder Sicherheitsdokuments angeordnet sein.

[0037] Es sind unterschiedliche Realisierungen möglich, um eine Fokusposition in dem Wert- oder Sicherheitsdokument gezielt einzustellen.

[0038] Bei einer Ausführungsform erfolgt die Fokussierung mittels des Kerr-Effektes. Hierbei ändert sich die Brennweite des Materials der fokussierenden Linse aufgrund der nichtlinearen Wechselwirkung der elektromagnetischen Strahlung mit dem Material der Linse. Die Brennweite der Linse ist umgekehrt proportional der Intensität der elektromagnetischen Strahlung bei einem gaußförmigen Strahlungsprofil.

[0039] Bei einer Ausführungsform, bei der die Licht-

führung mittels einer Lichtleitfaser ausgeführt wird, ist vorgesehen, dass zusätzlich zu der Bewegung in der Positionierebene, welche in der Regel parallel zu einer Oberfläche eines planen Sicherheitsdokuments orientiert ist, eine Bewegung der Austrittsfläche der Lichtleitfaser möglich ist, um einen Lichtweg zwischen der Austrittsfläche und einer Oberfläche des Dokuments zu variieren. Hierüber kann eine Fokusposition innerhalb des Wert- oder Sicherheitsdokuments variiert werden. Eine solche Wegänderung kann beispielsweise bei einer Ausführungsform darüber erreicht werden, dass die Austrittsfläche, von der das Licht geradlinig auf die Dokumentoberfläche geführt ist, zusätzlich zu der Bewegung in der Positionierebene, die parallel zur Oberfläche des Wert- oder Sicherheitsdokuments gewählt ist, senkrecht zu der Positionierebene bzw. der Oberfläche des Wert- oder Sicherheitsdokuments bewegbar ist.

[0040] Bei anderen Ausführungsformen, bei denen die Austrittsfläche beispielsweise gemeinsam mit einer Abbildungs- und/oder Fokussieroptik in der Positionierebene bewegt wird, um das austretende Licht lateral auf der Oberfläche des Wert- oder Sicherheitsdokuments zu positionieren, kann eine Änderung des Lichtwegs beispielsweise bei einigen Ausführungsformen dadurch erreicht werden, dass die Austrittsfläche des Lichtwellenleiters zusätzlich relativ zu Elementen der Abbildungs- und/oder Fokussieroptik, beispielsweise einen Umlenkspiegel, in der Positionierebene relativ bewegbar ist. Somit ist zum einen eine Positionierung lateral auf dem Dokument über eine Bewegung der Austrittsfläche gemeinsam mit der Abbildungs- und/oder Fokussierungsoptik möglich und zusätzlich durch eine Relativbewegung der Austrittsfläche relativ zu der Abbildungs- und/oder Fokussieroptik in der Positionierebene eine Veränderung der Fokusposition senkrecht zur Oberfläche des Wert- oder Sicherheitsdokuments möglich.

[0041] Bei einer weiteren Ausführungsform besteht die Fokussieroptik aus einem piezoelektrischen Material. Durch Anlegen von Spannung kann das Material verformt und somit die Brennweite des Materials eingestellt werden.

[0042] Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die Laserlichtquelle in die Lichtleitfaser integriert. Hierdurch werden etwaige Koppelverluste bei der Einkopplung in die Faser reduziert. Somit ist ein kompakter und einfacher Aufbau möglich. Gegenüber Festkörperlasern, beispielsweise Ti:Saphir-Lasern, benötigen Faserlasersysteme keine aufwendige Kühlung und erzielen einen hohen elektro-optischen Wirkungsgrad. Ferner kann über eine parametrische Abstimmung mit derselben Hardware Laserlicht unterschiedlicher Wellenlängen erzeugt werden. Dieses ist bei Faserlasern effektiv.

[0043] Um eine schnellere Markierung des Wert- oder Sicherheitsdokuments zu ermöglichen ist bei einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Lichtführungsvorrichtung mindestens eine weitere bewegliche, vorzugsweise sogar mehrere weitere beweglich gelagerte Lichtleitfasern umfasst. Hierdurch wird es mög-

lich, zeitgleich an mehreren Stellen oder zeitgleich mit unterschiedlichen Lichtwellenlängen eine Markierung auf dem Wert- oder Sicherheitsdokument anzubringen oder in das Wert- oder Sicherheitsdokument einzubringen. Werden unterschiedliche Lichtwellenlängen verwendet, so kann jede Lichtleitfaser mit einer auf die entsprechende Lichtwellenlänge angepasste Fokussieroptik versehen sein. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass bei Pulsdauern von mehr als 10 ps noch von einer definierten Wellenlänge gesprochen werden kann. Bei Puls-
längen, welche kürzer als 10 ps sind, ist die Verbreitung aufgrund der Heisenbergschen Unschärferelation bedeutend. So beträgt die Unschärfe bei einem Puls von 10 ps etwa 0,41 meV, was bei einer Wellenlänge von 620 nm (2 eV) etwa 0,12 nm entspricht. Bei Pulsdauern von 10 fs beträgt die Unschärfe etwa 0,41 eV, was bei einer Wellenlänge von 620 nm (2 eV) bedeutet, dass die Bandbreite wenigstens 125 nm beträgt.

[0044] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Austrittsfläche der mindestens einen Lichtleitfaser relativ zu der mindestens einen weiteren Lichtleitfaser oder gegebenenfalls relativ zu den mehreren Austrittsflächen der mehreren Lichtleitfasern in der Positionierebene positionierbar. Besonders bevorzugt sind die mehreren Lichtleitfasern bzw. deren Austrittsflächen in der Positionierebene individuell angetrieben und relativ zueinander positionierbar. Es versteht sich für den Fachmann, dass hierbei mechanische Restriktionen existieren, da die Lichtleitfasern einander nicht durchdringen können und somit nicht an ein und derselben Position zeitgleich anordenbar sind.

[0045] Bei einer Ausführungsform der Erfindung ist die Anzahl der Lichtleitfasern so gewählt, dass bei einer Relativbewegung der Gesamtheit der Lichtleitfasern entlang einer Raumrichtung das gesamte Wert oder Sicherheitsdokument oder zumindest ein Streifen des Wert- oder Sicherheitsdokuments mit einem zweidimensionalen/dreidimensionalen Muster markiert werden kann. Hierbei können die Lichtleitfasern entlang einer Linie oder einer beliebigen anderen Anordnung relativ zueinander starr angeordnet sein.

[0046] Bei einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass mit der mindestens einen Lichtleitfaser ein optisches Veränderungselement gekoppelt oder in diese integriert ist, über welches das ausgekoppelte Licht hinsichtlich seiner Frequenz und/oder Intensität modifizierbar ist. Dieses ist insbesondere dann von Vorteil, wenn die Lichtführungsvorrichtung mehrere weitere Lichtleitfasern umfasst. Diese weisen dann vorzugsweise ebenfalls jeweils ein der Faser zugeordnetes optisches Veränderungselement auf.

[0047] Da die von einer Laserlichtquelle erzeugte Lichtenergie in der Regel ausreicht, das Dokument an mehreren Stellen gleichzeitig zu markieren, ist bei einer Ausführungsform vorgesehen, dass das Licht der einen Laserlichtquelle in die mindestens eine Lichtleitfaser und die mindestens eine weitere oder gegebenenfalls mehrere weitere Lichtleitfasern eingekoppelt wird. Auch bei

einer solchen Ausführungsform ist es vorteilhaft, wenn den einzelnen Lichtleitfasern jeweils ein optisches Veränderungselement zugeordnet ist. Es versteht sich, dass auch Ausführungsformen vorteilhaft sind, die mehrere Laserlichtquellen umfassen, deren Licht jeweils in eine oder mehrere der mehreren weiteren Lichtwellenleiter eingekoppelt wird.

[0048] Sind mehrere Lichtleitfasern vorhanden, so kann für diese die Fokusposition innerhalb des Wert- oder Sicherheitsdokument entlang einer Normalen zur Oberfläche des Wert- oder Sicherheitsdokuments bei einer Ausführungsform individuell eingestellt werden. Hierüber können gezielt Markierungen in unterschiedlichen Ebenen bzw. Schichten, aus denen das Wert- oder Sicherheitsdokument zusammengefügt ist, eingebracht werden. Vorzugsweise ist dies gesteuert möglich.

[0049] Die Merkmale des erfindungsgemäßen Verfahrens weisen dieselben Vorteile wie die entsprechenden Merkmale der erfindungsgemäßen Markierungsvorrichtung auf.

[0050] Nachfolgend wird die Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf eine Zeichnung näher erläutert. Hierbei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Markierungsvorrichtung für Wert- oder Sicherheitsdokumente;

Fig. 2 eine weitere Ausführungsform einer Markierungsvorrichtung;

Fig. 3 noch eine andere Ausführungsform einer Markierungsvorrichtung;

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Anordnung von Austrittsflächen von Lichtleitfasern relativ zu einem zu markierenden Wert- und/oder Sicherheitsdokument;

Fig. 5a, 5b eine Abbildungs- und Fokussieroptik zum Variieren in Fokuslänge;

Fig. 6 eine schematische Darstellung eines Strahlprofils im Fokus; und

Fig. 7 eine schematische Darstellung eines Wert- oder Sicherheitsdokuments, bei dem Markierungen in unterschiedliche Ebenen eingebracht sind.

[0051] In Fig. 1 ist schematisch eine Markierungsvorrichtung 1 zum permanenten Markieren eines Wert- oder Sicherheitsdokuments 2 dargestellt. Das Wertdokument 2 ist auf einer Halterung 3 angeordnet. Dieser kann das Wert- oder Sicherheitsdokument 2 mittels einer Transportvorrichtung 4 zugeführt und/oder von dieser abgeführt werden. Bei einigen Ausführungen ist es möglich, dass die Transportvorrichtung 4 die Halterung 3 ausbil-

det. Dem Fachmann sind unterschiedliche Vorrichtungen zum Transportieren von Wert- oder Sicherheitsdokumenten bekannt. In der Regel wird die Markierung des Wert- oder Sicherheitsdokuments 2 durchgeführt, nachdem dieses bis auf die noch anzubringende Markierung fertiggestellt ist. Ebenso ist es jedoch auch möglich, die Markierung vorzunehmen, bevor das Wert- oder Sicherheitsdokument 2 vollständig fertiggestellt ist, beispielsweise bevor dieses aus einem Bogen oder einem Streifen vereinzelt ist.

[0052] Die Markiervorrichtung 1 umfasst eine Laserlichtquelle 5. Die Laserlichtquelle 5 ist ausgebildet, Laserlicht 6 zu erzeugen. Die Laserlichtquelle 5 ist eine gepulste Lichtquelle. Beispielsweise kann es sich um einen Festkörperlaser, z.B. einen Ti:Saphir-Laser, handeln. Um das Wert- oder Sicherheitsdokument 2 zu markieren, muss das Laserlicht 6 gezielt auf dem Wert- oder Sicherheitsdokument 2, d.h. auf dessen Oberfläche 7 oder im Innern des Wert- oder Sicherheitsdokuments 2, positioniert werden. Hierfür ist eine Lichtführungsvorrichtung 8 vorgesehen. Die Lichtführungsvorrichtung 8 umfasst in der hier beschriebenen Ausführungsform eine Lichtleitfaser 9, in die das Laserlicht 6 eingekoppelt wird. Eine Austrittsfläche 10 der Lichtleitfaser 9 wird in einer Positionierebene 11 bewegt. Die Positionierebene 11 ist bei einer bevorzugten Ausführungsform parallel zu der Oberfläche 7 des Wert- oder Sicherheitsdokuments 2 ausgebildet. Um die Austrittsfläche 10 in der Positionierebene 11 bewegen bzw. positionieren zu können, ist die Lichtleitfaser 9 mit einer Antriebseinrichtung 12 gekoppelt. Die Antriebseinrichtung 12 umfasst bei der dargestellten Ausführungsform einen X-Achsenaktor 13, einen Y-Achsenaktor 14 und einen Z-Achsenaktor 15. Diese sind so miteinander verbunden und ausgerichtet, dass der X-Achsenaktor eine Bewegung der Austrittsfläche 10 der Lichtleitfaser 9 parallel zu einer X-Achse 16, der Y-Achsenaktor 14 parallel zu einer Y-Achse 17 und der Z-Achsenaktor 15 parallel zu einer Z-Achse 18 bewirkt. Hierbei wird angemerkt, dass eine Bewegung parallel zur Z-Achse eine Veränderung der Positionierebene 11 bewirkt. Über die Antriebseinrichtung 12 ist es somit möglich, eine Lage eines Fokuspunktes 19 des aus der Austrittsfläche 10 austretenden Laserlichts 6' entlang einer Normalen zur Oberfläche 7 des Wert- oder Sicherheitsdokuments 2 zu positionieren. Eine Bewegung der Austrittsfläche 10 in der Positionierebene 11 bewirkt hingegen eine laterale Ausrichtung und Positionierung des aus der Austrittsfläche 10 austretenden Laserlichts 6' bzw. des hiervon gebildeten Fokuspunktes 19. Es sei angemerkt, dass andere Ausführungsformen anders ausgebildete Lichtführungseinrichtungen aufweisen und nutzen können.

[0053] Bei einigen Ausführungsformen ist vorgesehen, dass mit der Austrittsfläche 10 der Lichtleitfaser 9 eine Abbildungs- und/oder Fokussieroptik 20 gekoppelt ist. Diese wird mit der Austrittsfläche 10 der Lichtleitfaser mitbewegt. Bei einigen Ausführungsformen ist die Austrittsfläche 10 der Lichtleitfaser so ausgestaltet, dass das

austretende Laserlicht 6' fokussiert wird und keine oder eine ergänzende Fokussieroptik notwendig ist. Über die an der jeweiligen Position in das Wert- oder Sicherheitsdokument eingebrachte Energiemenge, welche beispielsweise über eine Pulsintensität bzw. eine Anzahl von an derselben Position eingebrachten Lichtpulsen variiert werden kann, wird die Art der Markierung, beispielsweise eine Schwärzung hinsichtlich einer Graustufe, geregelt. Über die Antriebseinrichtung 12 ist es möglich, eine Markierung vektoriell (jedoch in einzelne Pixel (Markierungspunkte) zerlegt) oder im Raster vorzunehmen.

[0054] Ein Abstand 27 der Positionierebene 11 von der Oberfläche 7 bzw. dem Wert- oder Sicherheitsdokument 2 muss in vielen Anwendungsfällen bei der Markierung nicht variiert werden. Somit reicht eine Positioniereinrichtung 8 aus, die lediglich einen X-Achsenaktor 13 und einen Y-Achsenaktor 14 umfasst. Es versteht sich für den Fachmann, dass für die Positionierung der Austrittsfläche 10 der Lichtleitfaser 9 in der Positionierebene 11 auch ein Satz von Aktoren verwendet werden kann, die keine Bewegungen parallel zu den Koordinatenachsen bewirken, jedoch im Zusammenwirken in der Lage sind, die Austrittsfläche 10 in der Positionierebene 11 lateral flächig an unterschiedlichen Stellen zu positionieren.

[0055] Es versteht sich für den Fachmann, dass die Lichtaustrittsfläche 10 in der Positionierebene 11 nicht in allen Ausführungsformen so positionierbar sein muss, dass sämtliche Stellen auf der Oberfläche des Dokuments mit dem austretenden Laserlicht 6' beleuchtet werden können. Das Laserlicht muss lediglich an jene Positionen auf dem Wert- oder Sicherheitsdokument positionierbar sein, an welchen Markierungen vorgenommen werden sollen. Ist nur ein begrenzter Bereich des Wert- oder Sicherheitsdokuments für eine Markierung vorgesehen, so reicht auch ein an diesen Bereich angepasster Positionierbereich 26, in dem die Austrittsfläche 10 der Lichtleitfaser 9 positionierbar ist.

[0056] Um die Lichtintensität oder auch eine Lichtwellenlänge zu steuern, ist bei einigen Ausführungsformen ein Veränderungselement in die Lichtleitfaser 9 integriert oder mit dieser gekoppelt. Das Veränderungselement 21 kann beispielsweise als elektro-optischer oder akusto-optischer Modulator bzw. Schalter ausgebildet sein. Somit kann individuell unabhängig von der vom Laser bereitgestellten Pulsenergie die lokal zugeführte Energiemenge und hierüber beispielsweise eine Schwärzung in Graustufen gesteuert werden.

[0057] Die einzelnen Komponenten der Markiervorrichtung werden über eine Steuerung 22 gesteuert, so dass die Markierung automatisiert ausgeführt wird. Der Steuerung 22 werden lediglich Daten zugeführt, die das Muster für die Markierung enthalten, so dass die entsprechenden Bereiche des Wert- oder Sicherheitsdokuments 2 mit einer entsprechenden Laserlichtintensität bestrahlt werden, um die entsprechende Markierung in dem Wert- oder Sicherheitsdokument 2 zu bewirken.

[0058] Die Ausführungsform nach Fig. 1 zeichnet sich dadurch aus, dass das Laserlicht 6 als gepulstes Laser-

licht mit kurzen Pulsdauern von weniger als 100 ps, vorzugsweise von weniger als 10 ps erzeugt wird. Hierdurch ist eine Ausnutzung von nicht linearen optischen Effekten zum Einbringen der Markierungen auf oder in das Wert- oder Sicherheitsdokument möglich.

[0059] Durch das Verwenden der Lichtleiterfaser 9 zum Führen des Laserlichts 6' auf oder in das Wert- oder Sicherheitsdokument 2 kann eine Weglänge 27 zwischen der Lichtführungsvorrichtung 8 und dem Wert- oder Sicherheitsdokument 2 gering gehalten werden. Diese kann im Bereich vom Kontakt bis zu wenigen cm, bevorzugt 0,2 bis 10 mm, gewählt werden. Hierdurch ist es möglich die Strahlführung stark divergent auszubilden und scharf zu fokussieren. Sowohl quer zur Strahlrichtung (Ausbreitungsrichtung) als auch Längs der Strahlrichtung kann somit eine sehr enge Fokussierung erreicht werden.

[0060] Bei geeignet gewählter Intensität und geeignet gewähltem Strahlprofil wird eine nicht lineare Wechselwirkung nur in einem "Kernbereich" des Strahls des Laserlichts im Fokus erreicht. Hierdurch wird eine gegenüber der geometrischen Lichtfokussierung noch engere Lichtfokussierung erreicht. Hierdurch kann sowohl lateral (quer zur Einstrahlungsrichtung des Laserlichts 6' als auch longitudinal, das heißt in Ausbreitungsrichtung des Laserlichts 6' eine verbesserte Auflösung beim Markieren erreicht werden. Beispielsweise kann Mikroschrift mit einer Zeichengröße im Bereich von einigen Mikrometern realisiert werden.

[0061] In Fig. 6 ist ein sogenanntes Strahlprofil 61 im Fokus schematisch gezeigt. Aufgetragen ist eine Lichtintensität I gegen die Position r quer zur Ausbreitungsrichtung (z -Richtung in Fig. 1) dargestellt. (r wird beispielsweise parallel zur x -Achse gemäß Fig. 1 gewählt.) Angenommen wird hier, dass ein Strahlprofil 61 des Laserlichts 6' (nach Fig. 1) im Fokus 19 (nach Fig. 1) ein Gaußprofil aufweist. Da nichtlineare Wechselwirkungen von dem Quadrat I^2 62 der Intensität I des Laserlichts abhängig sind, das heißt eine sogenannte I^2 -Abhängigkeit zeigen, findet bei geeignet gewählter Pulsintensität die nichtlineare Wechselwirkung nur im Kernbereich 63 des Strahlprofils statt, in dem das Quadrat I^2 62 der Intensität I des Strahlprofils 61 einen Schwellenwert 64 überschreitet. Hierdurch wird die Fokusaussdehnung der Markierung durch eine Ausdehnung 65 des Kernbereichs 63 festgelegt und nicht durch die Ausdehnung 66 des Fokus 19 des Laserlichts 6', die der Ausdehnung des Strahlprofils 61 entspricht.

[0062] Durch die Möglichkeit auch eine sehr gute Fokussierung entlang der Ausbreitungsrichtung (z -Richtung in Fig. 1) des Laserlichts 6' zu erreichen, ist es über eine Variation der Fokusposition, beispielsweise über eine Variation des Abstands 27 zwischen der Austrittsfläche 10 des Lichtleitfaser 9 und dem Wert- oder Sicherheitsdokuments 2 bzw. dessen Oberfläche 7, möglich, hochaufgelöste Markierungen auch in unterschiedliche Ebenen zu markieren. Hierbei wird davon ausgegangen, dass die Ebenen parallel zur Oberfläche 7 orientiert sind.

Es ist beispielsweise bei kartenförmigen Wert- oder Sicherheitsdokumenten, die eine Ausdehnung von 500 μm bis 1000 μm senkrecht zur Oberfläche 7 aufweisen, möglich, mehrere voneinander getrennte Markierungen 71', 71" im Register entlang einer Flächennormalen 72 zu der Oberfläche 7 zu markieren. Ebenso können die Markierungen 71 in den unterschiedlichen Ebenen 73-79, jedoch lateral versetzt bezogen auf die Oberfläche 7 des Wert- oder Dokuments 2 in diesem angeordnet sein, wie dieses in Fig. 7 schematisch dargestellt ist. Die senkrecht übereinander angeordneten voneinander getrennt ausgebildeten Markierungen 71', 71" können durch dieselbe Oberfläche 7 markiert werden und beispielsweise oberhalb der opaken Ebene 77 angeordnet sein.

[0063] Neben einer Markierung durch Herbeiführen von Verfärbungen in dem Wert- oder Sicherheitsdokument können auch andere Materialveränderungen herbeigeführt werden, die beispielsweise eine Streuung oder Beugung von Licht im Ultraviolett und/oder Sichtbaren und/oder Infraroten Wellenlängenbereich bewirkt.

[0064] In Fig. 2 ist eine weitere Ausführungsform einer Markiervorrichtung 1 schematisch dargestellt. Technisch gleich wirkende Merkmale sind mit identischen Bezugszeichen versehen. Die dargestellte Ausführungsform unterscheidet sich von der nach Fig. 1 dadurch, dass die Lichtführungsvorrichtung 8 bei dieser Ausführungsform zwei Lichtleitfasern 9, 9' umfasst. Diese sind entsprechend jeweils mit einer Antriebseinrichtung 8 bzw. 8' gekoppelt, die analog zu der Antriebseinrichtung 8 nach Fig. 1 ausgebildet sind. Diese Ausführungsform bietet den Vorteil, dass das Wert- oder Sicherheitsdokument 2 zeitgleich oder quasi zeitgleich an mehreren Stellen markiert werden kann.

[0065] Die Laserlichtquelle 5 ist bei dieser Ausführungsform als Faserlaser 23 mit einem Seed-Laser 24 und einem Verstärkerring 25 schematisch dargestellt. Es versteht sich für den Fachmann, dass auch eine andere Laserlichtquelle zusammen mit dieser Ausführungsform eingesetzt werden kann. Ebenso kann ein Faserlaser 23 als Laserlichtquelle 5 in der Ausführungsform nach Fig. 1 verwendet werden.

[0066] Das aus der Laserlichtquelle 5 austretende Licht 6 wird entweder über einen Strahlteiler (nicht dargestellt) geteilt und in die Lichtleitfaser 9, 9' simultan eingekoppelt oder über einen elektro-optischen oder elektro-akustischen Schalter alternierend in die Lichtleitfasern 9, 9' eingekoppelt. Da die mechanische Bewegungsgeschwindigkeit der Austrittsflächen 10, 10' über die Antriebseinrichtungen 8, 8' in der Regel begrenzt sind, kann bei geeignet gewählter Repetitionsrate des Laserlichts 6, 6' selbst bei maximaler Bewegungsgeschwindigkeit der Austrittsflächen 10, 10' eine Markierung des Wert- oder Sicherheitsdokuments 2 erfolgen, auch wenn jeder zweite Laserpuls in die jeweils andere Lichtleitfaser 9, 9' eingekoppelt wird. In diesem Fall wird das Markieren immer noch als zeitgleich bzw. quasi zeitgleich angesehen.

[0067] In Fig. 3 ist eine weitere Ausführungsform einer

Markiervorrichtung 1 schematisch dargestellt. Bei dieser Ausführungsform sind zwei Laserlichtquellen 5, 5' vorgesehen. Hierdurch ist es auf einfache Weise möglich, an unterschiedlichen Stellen mit unterschiedlichen Repetitionsraten, Wellenlängen usw. Markierungen auf oder in das Wert- oder Sicherheitsdokument 2 einzubringen.

[0068] In Fig. 4 sind schematisch die Austrittsflächen 10 einer weiteren Ausführungsform einer Markiervorrichtung schematisch dargestellt, bei der eine Vielzahl von Lichtleitfasern 9 miteinander gekoppelt über eine Antriebseinrichtung gemeinsam relativ zu dem Wert- oder Sicherheitsdokument 2 bewegbar sind. Bei einer solchen Ausführungsform können auch großflächige Markierungen in kurzer Zeit bewerkstelligt werden. Auch bei dieser Ausführungsform ist vorzugsweise jede der Lichtleitfaser 9 mit einem Veränderungselement (nicht dargestellt) gekoppelt, so dass über jede Lichtleitfaser 9 die jeweils eingekoppelte Laserlichtintensität und/oder Laserfrequenz steuerbar ist. Gegenüber einer Verwendung von Festkörperlaseren, wie beispielsweise Ti:Saphir-Lasern, sind mit einem Faserlasersystem höhere elektro-optische Wirkungsgrade zu erreichen. Somit kann die benötigte Energie deutlich gesenkt werden. Der gesamte Aufbau kann sehr viel kompakter ausgeführt werden, so dass ein Einpassen in eine Fertigungsstraße oder Anlage deutlich einfacher ist. Da Faserlasersysteme darüber hinaus einen geringeren Wartungsaufwand und Installationsaufwand erforderlich machen, können Lasermarkierungssysteme auch dezentral aufgestellt werden.

[0069] In Fig. 5a und 5b ist eine Ausführungsform gezeigt, bei der eine Fokuspositionierung, d.h. eine Positionierung des Fokuspunktes parallel zur Z-Achse, analog zu der Geometrie nach Fig. 1 beschrieben ist. Die Ausführungsform umfasst eine Abbildungs- und Fokussieroptik 20. Diese umfasst eine Fokussierlinse 31 und einen Ablenkspiegel 32. Zusätzlich ist ein Fokussieraktor 33 vorgesehen. Über diesen kann eine Relativbewegung zwischen dem Ablenkspiegel 32 und der Austrittsfläche 10 der Lichtleitfaser 9 bewirkt werden. Hierüber verändert sich die Fokusposition entlang der Z-Achse. Insgesamt wird die Abbildungs- und Fokussiereinrichtung 20 gemeinsam mit der Austrittsfläche 10 der Lichtleitfaser in der Positionierebene 11, welche mit der XY-Ebene zusammenfällt, bewegt werden, um das Laserlicht 6' auf dem Wert- oder Sicherheitsdokument lateral zu positionieren. Zusätzlich wird über den Fokussieraktor 33 ebenfalls eine Bewegung der Lichtaustrittsfläche 10 in der Positionierebene 11 bewirkt, die jedoch lediglich den Abstand zum Umlenkspiegel 32 und hierüber die Fokusposition senkrecht zur Positionierebene verändert.

Bezugszeichenliste

[0070]

- | | |
|---|--------------------------------|
| 1 | Markiervorrichtung |
| 2 | Wert- oder Sicherheitsdokument |
| 3 | Halterung |

- | | |
|------------|-------------------------------------|
| 4 | Transportvorrichtung |
| 5 | Laserlichtquelle |
| 6, 6' | Laserlicht |
| 7 | Oberfläche |
| 5 8, 8' | Lichtführungsvorrichtung |
| 9, 9' | Lichtleitfaser |
| 10, 10' | Austrittsfläche |
| 11 | Positionierebene |
| 12, 12' | Antriebseinrichtung |
| 10 13, 13' | X-Achsenaktor |
| 14, 14' | Y-Achsenaktor |
| 15, 15' | Z-Achsenaktor |
| 16 | X-Achse |
| 17 | Y-Achse |
| 15 18 | Z-Achse |
| 19 | Fokuspunkt |
| 20 | Abbildungs- und/oder Fokussieroptik |
| 21 | Veränderungselement |
| 22 | Steuerung |
| 20 23 | Faserlaser |
| 24 | Seed-Laser |
| 25 | Verstärkerring |
| 26 | Positionierbereich |
| 27 | Abstand |
| 25 31 | Linse |
| 32 | Umlenkspiegel |
| 33 | Fokussieraktor |
| 61 | Strahlprofil |
| 62 | Quadrat der Intensität (I^2) |
| 30 63 | Kernbereich |
| 64 | Schwellenwert |
| 65 | Ausdehnung des Kernbereichs |
| 66 | Ausdehnung des Fokus |
| 71 | Markierungen |
| 35 72 | Flächennormale |
| 73-79 | Ebenen |

Patentansprüche

1. Markierungsvorrichtung (1) für Wert- oder Sicherheitsdokumente umfassend mindestens eine Laserlichtquelle (5),
eine Lichtführungsvorrichtung, die mit der Laserlichtquelle gekoppelt ist, so dass Laserlicht (6) der Laserlichtquelle auf einem Wert- oder Sicherheitsdokument (2) gesteuert positionierbar ist, die Laserlichtquelle (5) eine Kurzpuls-Laserquelle ist, die Laserpulse mit einer Pulsdauer von weniger als 100 ps erzeugt,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Fokusposition senkrecht zur Oberfläche (7) des Wert- oder Sicherheitsdokuments (2) in dem Wert- oder Sicherheitsdokument (2) variiert ist, um in dem Wert- oder Sicherheitsdokument (2) Markierungen (71) im Register in unterschiedlichen Ebenen (72-78) zu erzeugen.

2. Markierungsvorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Laserlichtquelle (5) einen Faserlaser (23) umfasst.
3. Markierungsvorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lichtföhrungsvorrichtung (8) eine relativ zu dem Wert- oder Sicherheitsdokument (2) beweglich gelagerte Lichtleitfaser (9) umfasst, die mit mindestens einer Antriebseinrichtung (12) so gekoppelt ist, dass das Laserlicht (6') über eine Bewegung einer Austrittsfläche (10) der Lichtleitfaser (9) in einer Positionierebene (11) lateral auf dem Wert- oder Sicherheitsdokument (2) positionierbar ist.
4. Markierungsvorrichtung (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Austrittsfläche (10) der mindestens einen Lichtleitfaser (9) relativ zu dem der Oberfläche (17) des Wert- oder Sicherheitsdokuments (2) so bewegbar ist, dass eine Fokusposition (19) des Laserlichts (6') im Innern des Wert- oder Sicherheitsdokuments (2) variierbar ist.
5. Markierungsvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Laserlicht (6) ein gaußförmiges Strahlungsprofil aufweist und eine fokussierende Linse die Fokussierung mittels des Kerr-Effektes bewirkt, wobei sich die Brennweite des Materials der fokussierenden Linse aufgrund der nichtlinearen Wechselwirkung der elektromagnetischen Strahlung mit dem Material der Linse umgekehrt proportional der Intensität der elektromagnetischen Strahlung ändert.
6. Markierungsvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fokusposition senkrecht zur Oberfläche (7) des Wert- oder Sicherheitsdokuments (2) in dem Wert- oder Sicherheitsdokument (2) variierbar ist, um mindestens zwei voneinander getrennt ausgebildete Markierungen (71) senkrecht zur Oberfläche (7) des Wert- oder Sicherheitsdokuments (2) übereinander durch dieselbe Oberfläche (7) in das Wert- oder Sicherheitsdokument (2) zu markieren.
7. Verfahren zum dauerhaften Markieren eines Wert- oder Sicherheitsdokuments (2) umfassend die Schritte:

Erzeugen von Laserlicht (6) und
Föhren des Laserlichts (6) mittels einer Lichtföhrungsvorrichtung (8), sodass aus der aus der Lichtföhrungsvorrichtung austretendes Laserlicht (6') auf dem Wert- oder
Sicherheitsdokument (2) positioniert wird und
das Wert- oder Sicherheitsdokument (2) lokal markiert wird, und
Laserlicht (6) in Form von Laserlichtpulsen mit
- einer Pulsdauer von weniger als 100 ps erzeugt wird
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Fokusposition (19) des Laserlichts (6') im Innern des Wert- oder
Sicherheitsdokuments (2) variiert wird, um in dem Wert- oder Sicherheitsdokument (2) Markierungen (71) im Register in unterschiedlichen Ebenen (72-78) zu erzeugen.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Laserlicht (6) mittels einer Lichtleitfaser (9) geföhrt wird und eine Positionierung des Laserlichts (6') auf dem zu markierenden Wert- oder Sicherheitsdokument (2) über eine Bewegung einer Austrittsfläche (10) der Lichtleitfaser (9) relativ zu dem Wert- oder Sicherheitsdokument (2) erfolgt.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Laserlicht (6) mittels eines Faserlasers (23) erzeugt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die im Register in unterschiedlichen Ebenen ausgebildete Markierungen (71) über eine Farbänderung in dem Wert- oder Sicherheitsdokument markiert werden..
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Markierung (71) über einen nichtlinearen optischen Effekt in dem Wert- oder Sicherheitsdokument (2) ausgelöst wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens zwei voneinander getrennt ausgebildete Markierungen (71) senkrecht zur Oberfläche (7) des Wert- oder Sicherheitsdokuments (2) übereinander durch dieselbe Oberfläche (7) in das Wert- oder Sicherheitsdokument (2) markiert werden.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** Markierungen (71) als beugende und/oder streuende Strukturen ins Innere des Wert- oder Sicherheitsdokuments (2) eingebracht sind.
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels des Laserlichts (6) eine lokale Modifizierung des Brechungsindex eines Materials des Wert- oder Sicherheitsdokuments (2) bewirkt wird, um die beugende und/oder streuende Struktur einzubringen.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Laserlicht (6) mit einem gaußförmigen Strahlungsprofil erzeugt wird und eine fokussierende Linse die Fokussierung mit-

tels des Kerr-Effektes bewirkt, wobei sich die Brennweite des Materials der fokussierenden Linse aufgrund der nichtlinearen Wechselwirkung der elektromagnetischen Strahlung mit dem Material der Linse umgekehrt proportional der Intensität der elektromagnetischen Strahlung ändert.

Claims

1. Marking device (1) for valuable or security documents, comprising at least one laser light source (5), one light guiding device, which is coupled to the laser light source, such that laser light (6) from the laser light source can be positioned in a controlled manner on a valuable or security document (2), the laser light source (5) is a short-pulse laser source, which generates the laser pulses with a pulse duration of less than 100 ps, **characterized in that** a focus position perpendicular to the surface (7) of the valuable or security document (2) is variable in the valuable or security document (2), in order to produce in the valuable or security document (2) markings (71) in the register in different planes (72-78).
2. Marking device (1) according to claim 1, **characterized in that** the laser light source (5) comprises a fibre laser (23).
3. Marking device (1) according to claim 1 or 2, **characterized in that** the light guiding device (8) comprises an optical fibre (9) mounted movably relative to the valuable or security document (2), said optical fibre being coupled to at least one drive unit (12) in such a way that the laser light (6') can be positioned by means of a movement of an exit surface (10) of the optical fibre (9) in a positioning plane (11) laterally on the valuable or security document (2).
4. Marking device (1) according to claim 3, **characterized in that** the exit surface (10) of the at least one optical fibre (9) can be moved relative to the surface (17) of the valuable or security document (2) in such a way that a focus position (19) of the laser light (6') is variable in the interior of the valuable or security document (2).
5. Marking device (1) according to any one of claims 1 to 3, **characterized in that** the laser light (6) has a Gauss-shaped beam profile and a focusing lens which causes the focusing by means of the Kerr effect, wherein the focal width of the material of the focusing lenses changes due to the non-linear reciprocal effect of the electromagnetic radiation with the material of the lenses inversely proportional to the intensity of the electromagnetic radiation.
6. Marking device (1) according to any one of claims 1 to 5, **characterized in that** the focus position perpendicular to the surface (7) of the valuable or security document (2) is variable in the valuable or security document (2), in order to mark at least two markings (71), formed separately from one another, perpendicular to the surface (7) of the valuable or security document (2) above one another through the same surface (7) into the valuable or security document (2).
7. Method for the permanent marking of a valuable or security document (2) comprising the steps of:
 - generating a laser light (6) and
 - guiding the laser light (6) by means of a light guiding device (8), such that laser light (6') emerging from the light guiding device is positioned on the value or security document, and the valuable or security document (2) is marked locally, and
 - laser light (6) is generated in the form of laser light pulses with a pulse duration of less than 100 ps,
 - characterized in that**
 - a focus position (19) of the laser light (6') is varied in the interior of the valuable or security document (2), in order to produce markings (71) in the valuable or security document (2) in the register in different planes (72-78).
8. Method according to claim 7, **characterized in that** the laser light (6) is guided by means of an optical fibre (9) and a positioning of the laser light (6') on the valuable or security document (2) which is to be marked takes place by way of a movement of an exit surface (10) of the optical fibre (9) relative to the valuable or security document (2).
9. Method according to claim 7 or 8, **characterized in that** the laser light (6) is generated by means of a fibre laser (23).
10. Method according to any one of claims 7 to 9, **characterized in that** the markings (71) formed in the register in different planes (71) are marked by way of a colour change in the valuable or security document.
11. Method according to any one of claims 7 to 10, **characterized in that** the marking (71) is actuated by means of a non-linear optical effect in the valuable or security document (2).
12. Method according to any one of claims 7 to 11, **characterized in that** at least two markings (71) formed separately from one another are marked perpendicular to the surface (7) of the valuable or security doc-

uments (2) above one another through the same surface (7) into the valuable or security document (2).

13. Method according to any one of claims 7 to 12, **characterized in that** markings (71) are introduced as diffracted and/or scattered structures into the interior of the valuable or security document (2).
14. Method according to claim 13, **characterized in that**, by means of the laser lights (6), a local modification of the refractive index of a material of the valuable or security document (2) is caused, in order to introduce the diffracted and/or scattered structure.
15. Method according to any one of claims 7 to 14, **characterized in that** the laser light (6) is generated with a Gauss-shaped radiation profile and a focusing lens causes the focusing by means of the Kerr effect, wherein, due to the non-linear reciprocal effect of the electromagnetic radiation with the material of the lenses, the focal width of the material of the focusing lenses changes inversely proportionally to the intensity of the electromagnetic radiation.

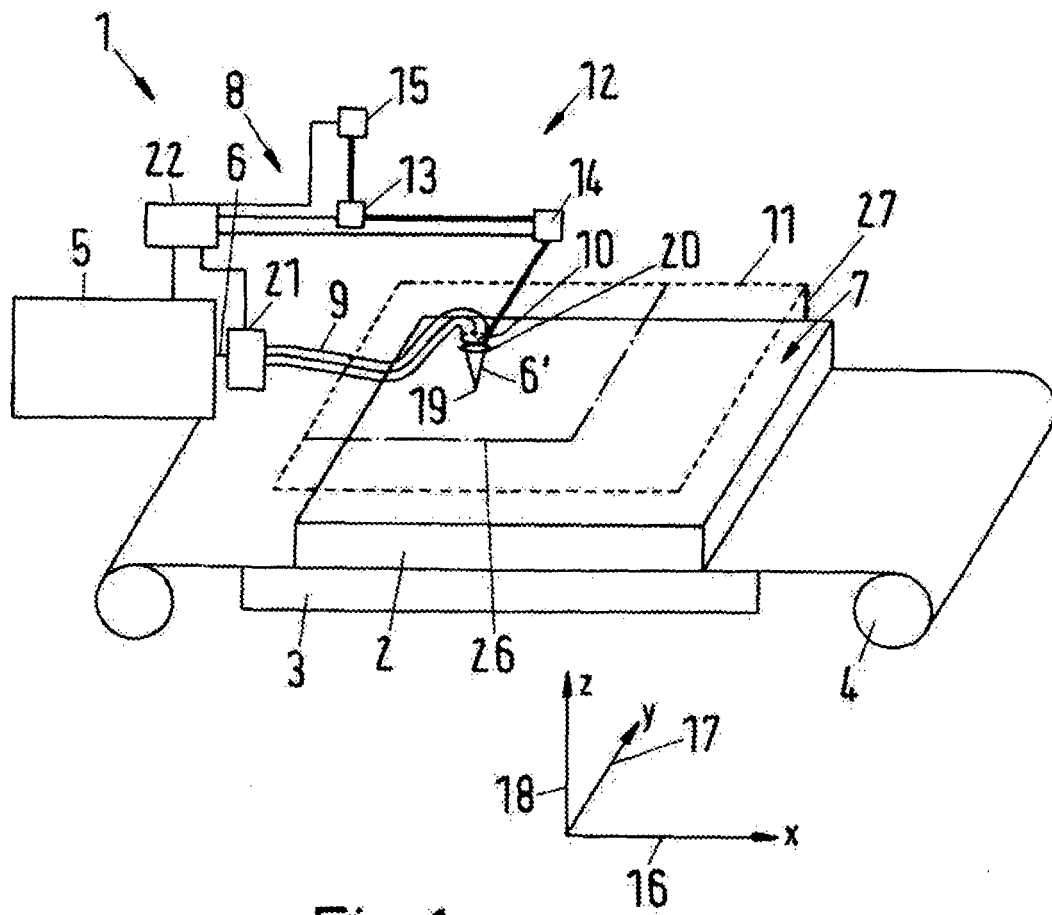
Revendications

1. Dispositif de marquage (1) destiné à des documents de valeur ou de sécurité, comprenant au moins une source de lumière laser (5), un dispositif de guidage de lumière, qui est couplé à la source de lumière laser de sorte que la lumière laser (6) de la source de lumière laser puisse être positionnée de manière commandée sur un document de valeur ou de sécurité (2), la source de lumière laser (5) étant une source laser à impulsions courtes, laquelle génère des impulsions laser présentant une durée d'impulsion inférieure à 100 ps, **caractérisé en ce qu'une position focale peut varier dans le document de valeur ou de sécurité (2) de manière perpendiculaire par rapport à la surface (7) du document de valeur ou de sécurité (2), afin de générer, dans le document de valeur ou de sécurité (2), des marquages (71) dans le registre dans divers plans (72 - 78).**
2. Dispositif de marquage (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la source de lumière laser (5) comprend un laser à fibre (23).
3. Dispositif de marquage (1) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le dispositif de guidage de lumière (8) comprend une fibre optique (9) installée de manière mobile par rapport au document de valeur ou de sécurité (2), laquelle est couplée à au moins un système d'entraînement (12) de telle sorte que la lumière laser (6') peut être positionnée dans un plan de positionnement (11), de manière latérale

sur le document de valeur ou de sécurité (2), par l'intermédiaire d'un mouvement de la surface de sortie (10) de la fibre optique (9).

4. Dispositif de marquage (1) selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la surface de sortie (10) de la au moins une fibre optique (9) peut être déplacée par rapport à la surface (17) du document de valeur ou de sécurité (2) de telle sorte qu'une position focale (19) de la lumière laser (6') peut varier à l'intérieur du document de valeur ou de sécurité (2).
5. Dispositif de marquage (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la lumière laser (6) présente un profil de rayonnement de forme gaussienne, et qu'une lentille focalisante entraîne la focalisation au moyen de l'effet Kerr, sachant que la distance focale du matériau de la lentille focalisante se modifie sur la base de l'interaction non linéaire du rayonnement électromagnétique avec le matériau de la lentille inversement de manière proportionnelle à l'intensité du rayonnement électromagnétique.
6. Dispositif de marquage (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la position focale peut varier dans le document de valeur ou de sécurité (2) de manière perpendiculaire par rapport à la surface (7) du document de valeur ou de sécurité (2) afin de marquer l'un sur l'autre, par la même surface (7), dans le document de valeur ou de sécurité (2), au moins deux marquages (71) réalisés séparément l'un de l'autre, de manière perpendiculaire par rapport à la surface (7) du document de valeur ou de sécurité (2).
7. Procédé servant à marquer de manière durable un document de valeur ou de sécurité (2), comprenant les étapes suivantes consistant à :
générer de la lumière laser (6) et
guider la lumière laser (6) au moyen d'un dispositif de guidage de lumière (8) de manière à positionner sur le document de valeur ou de sécurité (2) la lumière laser (6') sortant du dispositif de guidage de lumière, et
de manière à marquer localement le document de valeur ou de sécurité (2), et
à générer de la lumière laser (6) sous la forme d'impulsions de lumière laser présentant une durée d'impulsion inférieure à 100 ps,
caractérisé en ce qu'une position focale (19) de la lumière laser (6') varie à l'intérieur du document de valeur ou de sécurité (2) afin de générer dans le document de valeur ou de sécurité (2), des marquages (71) dans le registre dans divers plans (72 - 78).

8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** la lumière laser (6) est guidée au moyen d'une fibre optique (9) et qu'un positionnement de la lumière laser (6') est effectué sur le document de valeur ou de sécurité (2) à marquer par l'intermédiaire d'un mouvement de la surface de sortie (10) de la fibre optique (9) par rapport au document de valeur ou de sécurité (2). 5
9. Procédé selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** la lumière laser (6) est générée au moyen d'un laser à fibre (23). 10
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, **caractérisé en ce que** les marquages (71) réalisés dans divers plans dans le registre sont marqués dans le document de valeur ou de sécurité par l'intermédiaire d'une modification de couleur. 15
11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, **caractérisé en ce que** le marquage (71) est déclenché dans le document de valeur ou de sécurité (2) par l'intermédiaire d'un effet optique non linéaire. 20
25
12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 11, **caractérisé en ce qu'**au moins deux marquages (71) réalisés séparément l'un de l'autre sont marqués dans le document de valeur ou de sécurité (2) de manière perpendiculaire à la surface (7) du document de valeur ou de sécurité (2) l'un sur l'autre, par la même surface (7). 30
13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 12, **caractérisé en ce que** des marquages (71) sont pratiqués sous la forme de structures diffractives et/ou dispersives à l'intérieur du document de valeur ou de sécurité (2). 35
14. Procédé selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** la lumière laser (6) permet d'entraîner une modification locale de l'indice de diffraction d'un matériau du document de valeur ou de sécurité (2) afin de pratiquer la structure diffractive et/ou dispersive. 40
45
15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 14, **caractérisé en ce que** la lumière laser (6) est générée avec un profil de rayonnement de forme gaussienne et qu'une lentille focalisante entraîne la focalisation au moyen de l'effet Kerr, sachant que la distance focale du matériau de la lentille focalisante se modifie sur la base de l'interaction non linéaire du rayonnement électromagnétique avec le matériau de la lentille, de manière inversement proportionnelle à l'intensité du rayonnement électromagnétique. 50
55



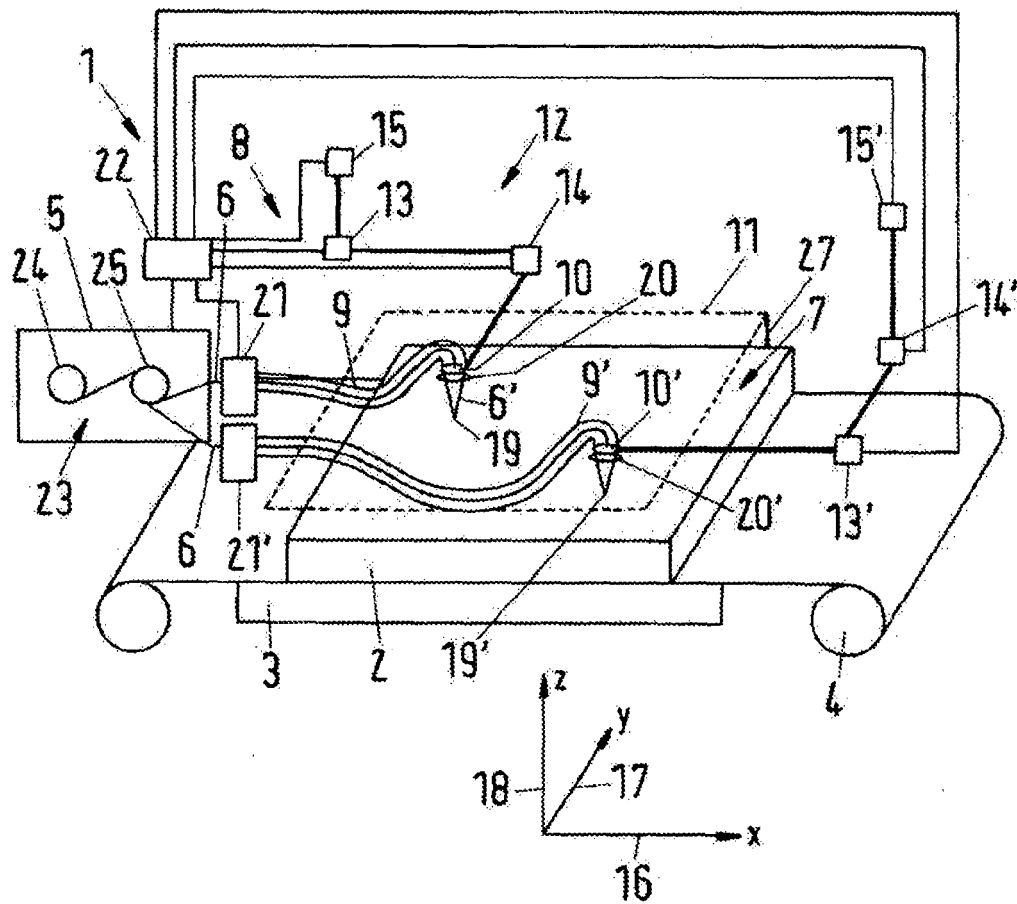


Fig. 2

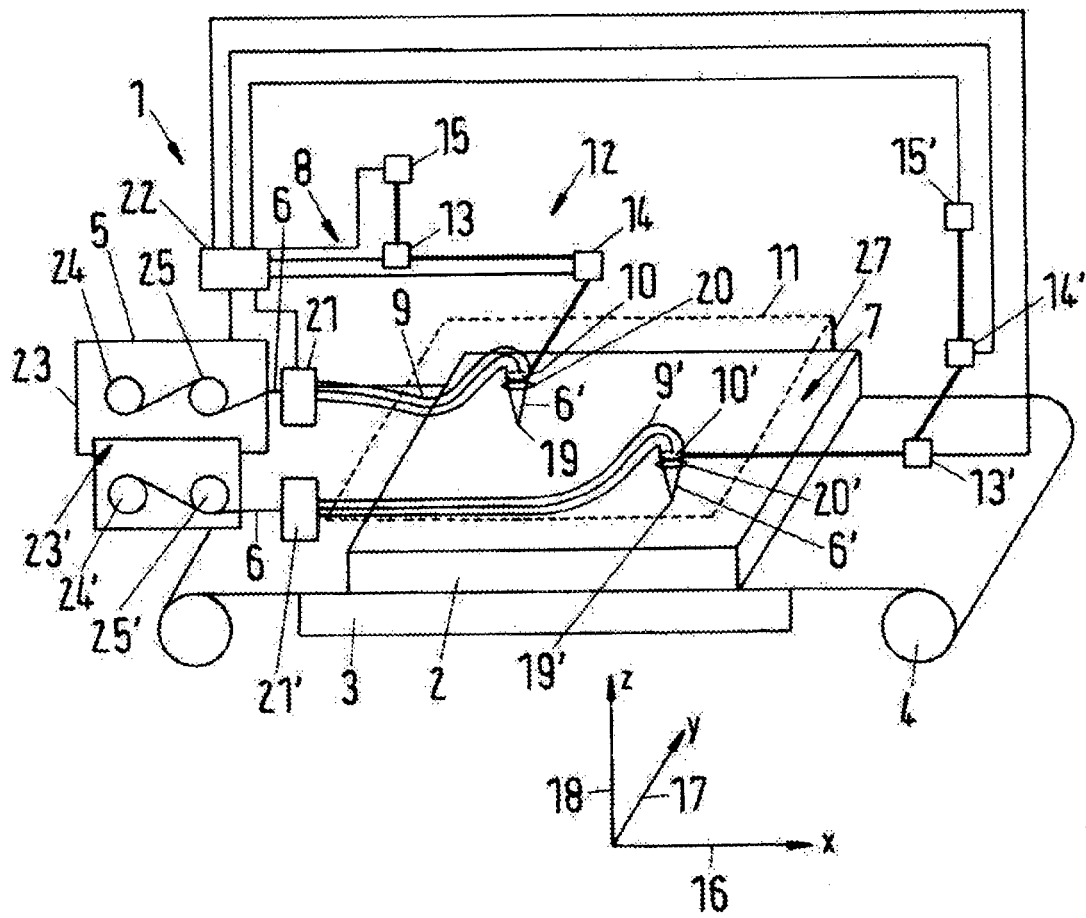


Fig.3

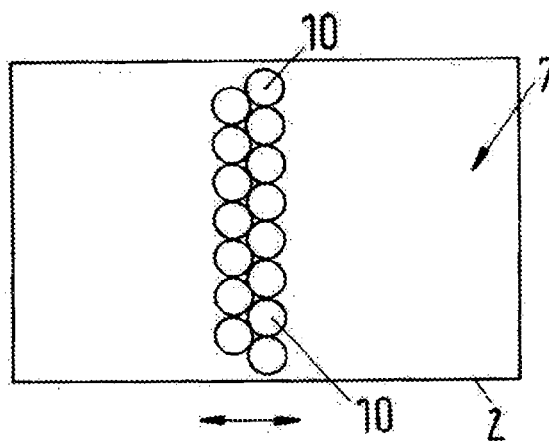


Fig.4

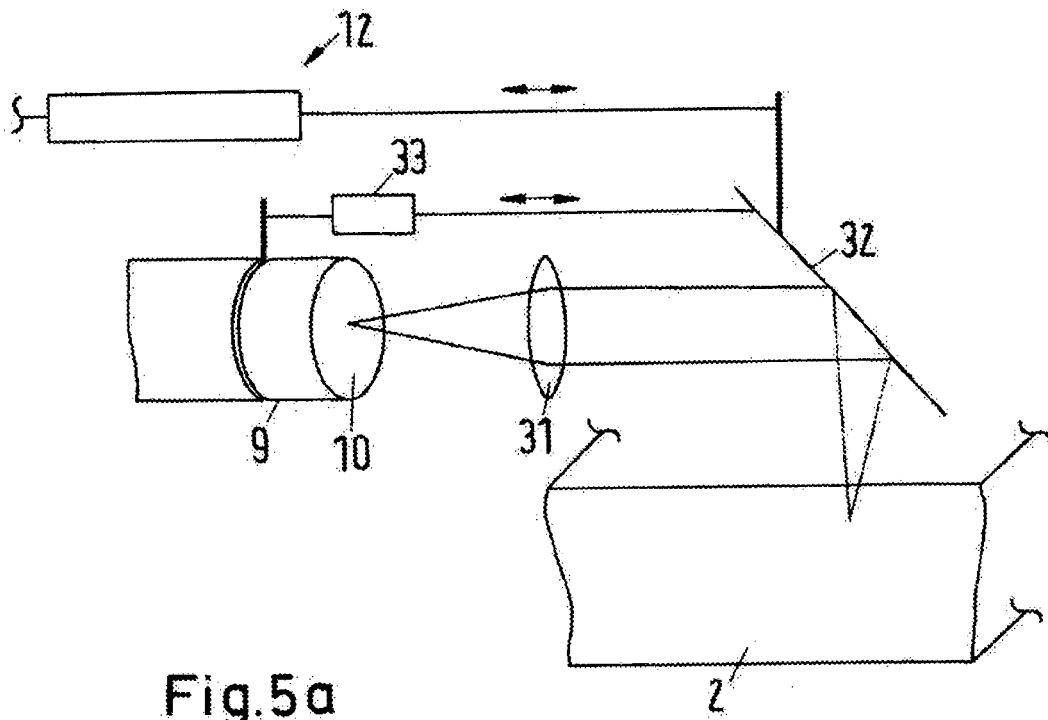


Fig. 5a

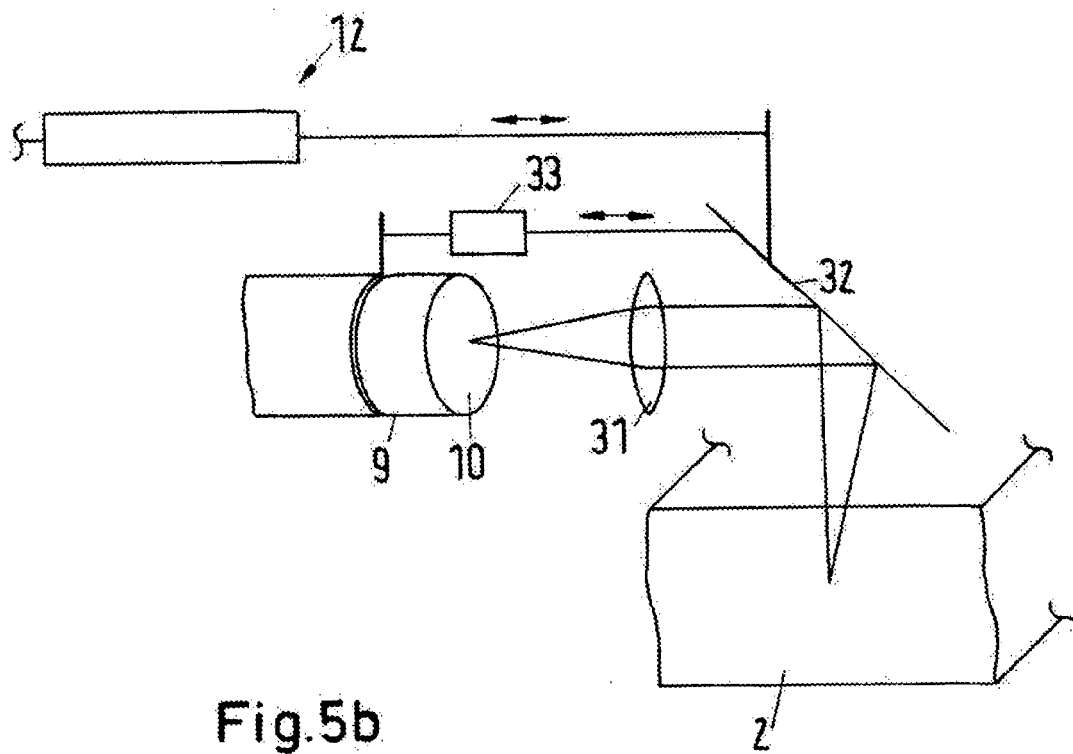


Fig. 5b

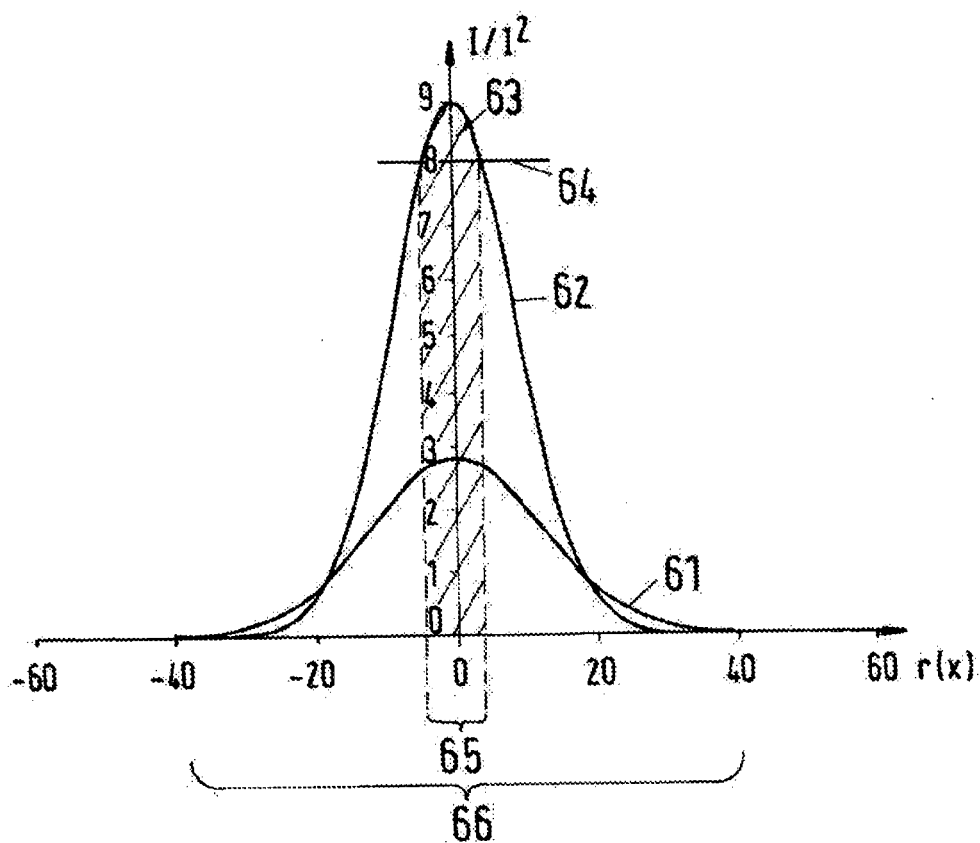


Fig.6

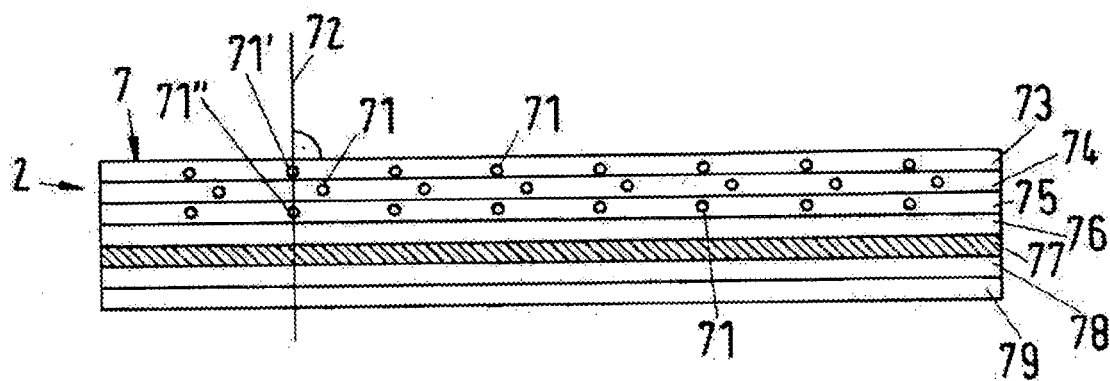


Fig.7

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 10011486 A1 [0005]
- DE 3048733 A1 [0006]
- DE 69605788 T2 [0007]
- WO 0128778 A2 [0008]
- DE 10053264 A1 [0009]
- DE 19955383 A1 [0010]
- DE 102006014367 A1 [0011]
- DE 102005001443 A1 [0012]
- US 20100040836 A1 [0013]
- US 20050001419 A1 [0014]