



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2004 044 459 B4 2009.07.09

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2004 044 459.5

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: B44F 1/12 (2006.01)

(22) Anmelddetag: 15.09.2004

B42D 15/10 (2006.01)

(43) Offenlegungstag: 30.03.2006

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 09.07.2009

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
OVD Kinegram AG, Zug, CH

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

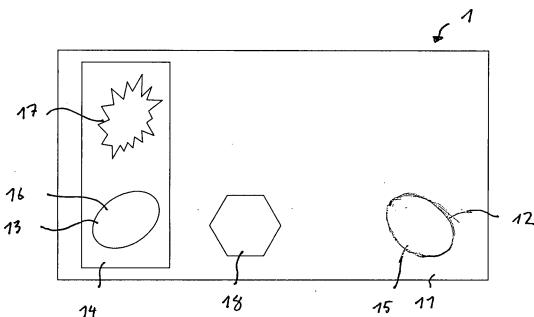
(74) Vertreter:  
LOUIS, PÖHLAU, LOHRENTZ, 90409 Nürnberg

DE 197 29 918 A1  
DE 102 54 499 A1  
DE 100 40 785 A1  
US 59 95 638 A  
WO 04/0 36 507 A2

(72) Erfinder:  
Schilling, Andreas, Dr., Hagendorf, CH; Tompkin, Wayne Robert, Dr., Baden, CH

(54) Bezeichnung: Sicherheitsdokument mit transparenten Fenstern

(57) Hauptanspruch: Sicherheitsdokument (1, 3, 4, 5), insbesondere Banknote oder Ausweis, mit einem ersten transparenten Fenster (12), in dem ein erstes optisches Element (15) angeordnet ist, und mit einem zweiten transparenten Fenster (13), in dem ein zweites optisches Element (16) angeordnet ist, wobei das erste transparente Fenster (12) und das zweite transparente Fenster (13) derart voneinander beabstandet auf einem Träger (11) des Sicherheitsdokuments angeordnet sind, dass das erste und das zweite optische Element (15, 16) in Überdeckung miteinander gebracht werden können, wobei das erste optische Element (15) ein erstes transmissives Mikrolinsen-Feld (15, 31, 41, 51) und das zweite optische Element (16) ein zweites transmissives Mikrolinsen-Feld (16, 32, 42, 52) aufweist, wobei sich bei Überdeckung des zweiten mit dem ersten Mikrolinsen-Feld ein erster optischer Effekt zeigt, und wobei das erste und das zweite transmissive Mikrolinsen-Feld (15, 16, 31, 32, 41, 42, 51, 52) durch Parameter Linsenabstand ( $p_1$ ,  $p_2$ ) der Mikrolinsen (21) und Brennweite...



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Sicherheitsdokument, insbesondere eine Banknote oder einen Ausweis, mit einem ersten optischen Element und mit einem transparenten Fenster, in dem ein zweites optisches Element angeordnet ist, wobei das erste und das zweite optische Element derart voneinander abstandet auf einem Träger des Sicherheitsdokuments angeordnet sind, dass das erste und das zweite optische Element in Überdeckung miteinander gebracht werden können.

**[0002]** So ist aus EP 0 930 979 B1 eine sich selbst überprüfende Banknote bekannt, die aus einem flexiblen Plastikträger besteht. Der flexible Plastikträger besteht aus einem transparenten Material und ist mit einer getrübten Ummantelung versehen, die eine klare transparente Fläche als Fenster frei lässt.

**[0003]** In dem Fenster ist eine Vergrößerungslinse als Verifizierungsmittel angeordnet. Weiter ist auf der Banknote ein Mikrodruck-Bereich vorgesehen, der ein kleines Zeichen, eine feine Linie oder ein filigranes Muster zeigt. Zur Prüfung oder Inspektion der Banknote wird nun die Banknote gefaltet und so das transparente Fenster und der Mikrodruck-Bereich in Überdeckung gebracht. Die Vergrößerungslinse kann nun dazu verwendet werden, den Mikrodruck dem Betrachter sichtbar zu machen und so die Banknote zu verifizieren.

**[0004]** Alternativ wird in EP 0 930 979 B1 vorgeschlagen, in dem transparenten Fenster eine Zerrlinse, einen optischen Filter oder ein Polarisations-Filter anzutragen.

**[0005]** Die DE 197 29 918 A1 beschreibt ein Sicherheitsdokument mit einem Sicherheitsmerkmal und einem Verifikationselement zur Verifizierung des Sicherheitsmerkmals, wobei das Verifikationselement erst zum Verifizieren durch Falten des Sicherheitsdokuments über das Sicherheitsmerkmal gebracht wird. Als Verifikationselement wird unter anderem eine Linsenrasterfolie verwendet. Als Sicherheitsmerkmal wird eine Mikroschrift, fluoreszierende Merkmale, Moiré-erzeugende Strukturen oder Hologramme verwendet.

**[0006]** Die US 5,995,638 A beschreibt ein Verfahren zum Authentifizieren von Sicherheitsdokumenten, welche ein Basisraster in Form eines Punktrasters aufweisen, das zur Erzeugung von Moiré-Strukturen mit einem Master-Raster überlagert wird. Als Master-Raster kann hierbei ein Mikrolinsenraster auf einem transparenten Substrat verwendet werden.

**[0007]** Die WO 2004/036507 A2 beschreibt die Authentifizierung von Sicherheitsdokumenten mittels Moiré-Mustern. Hierbei wird eine Basisschicht mit ei-

nem Basismuster mit einer Enttarnungsschicht überlagert, um das Moiré-Muster sichtbar werden zu lassen. Die Enttarnungsschicht kann hierbei aus zylindrischen Mikrolinsen gebildet sein.

**[0008]** Die DE 100 40 785 A1 beschreibt ein Sicherheitssystem für Wertdokumente, bei dem ein holographisches Sicherheitselement eine versteckte Information enthält, die durch Überlagerung des Sicherheitselements mit einem Verifikationselement, z. B. in Form einer Streifenlinsenstruktur, auslesbar ist.

**[0009]** Die DE 102 54 499 A1 beschreibt eine Schichtanordnung mit beugungsoptisch wirksamen Strukturen, die linsenartige Effekte erzeugen.

**[0010]** Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Sicherheitsdokument anzugeben.

**[0011]** Diese Aufgabe wird von einem Sicherheitsdokument gemäß Anspruch 1 gelöst.

**[0012]** Bei Überdeckung des ersten mit dem zweiten Mikrolinsen-Feld zeigen sich markante, einprägsame und mittels anderer Technologien nur sehr schwer nachahmbare optische Effekte, die im Weiteren auch stark abhängig von der Beabstandung zwischen den sich überdeckenden ersten und zweiten Mikrolinsen-Feldern sind. Aufgrund dieser Eigenschaften des sich bei Überdeckung des ersten und zweiten Mikrolinsen-Feldes zeigenden ersten optischen Effektes ergibt sich bei Anordnung der Mikrolinsen-Felder in den transparenten Fenstern eines Sicherheitsdokuments für den Benutzer die Möglichkeit, die Echtheit des Sicherheitsdokuments mittels eindeutig und markanter Sicherheitsmerkmale zu überprüfen. Dadurch wird es mittels der Erfindung ermöglicht, leicht überprüfbare und nur schwer nachahmbare Sicherheitsdokumente herzustellen.

**[0013]** Der Linsenabstand der Mikrolinsen des ersten Mikrolinsen-Feldes und der Linsenabstand der Mikrolinsen des zweiten Mikrolinsen-Feldes sind derart gewählt, dass sich die einzelnen Lichtbündel des durch die sich überlagernden Mikrolinsen-Felder aufgesplitteten Lichtstrahls in einem gemeinsamen Bildpunkt treffen. Unter Linsenabstand der Mikrolinsen wird hierbei die laterale Beabstandung der Mikrolinsen des jeweiligen Mikrolinsen-Feldes verstanden. Dadurch wird erreicht, dass durch die Überlagerung der beiden Mikrolinsen-Felder ein integrales Bild erzeugt wird und sich somit das Gesamtsystem in etwa wie eine einzelne makroskopische Linse verhält, deren Eigenschaften sich allerdings deutlich von denen einer konventionellen makroskopischen Linse unterscheiden. Mit einem derartigen System können sowohl reale als auch virtuelle Bilder erzeugt werden, Einzelbilder aber auch Vielfachbilder.

**[0014]** Damit sich bei Überlagerung des ersten und des zweiten Mikrolinsen-Feldes ein einer makroskopischen Linse ähnlicher Effekt ergibt, wird der Linsenabstand der Mikrolinsen der beiden Mikrolinsen-Felder so gewählt, dass die Änderung des Versatzes der zueinander zugeordneten Linsen des ersten und zweiten Mikrolinsen-Feldes ausgehend von der optischen Achse der virtuellen makroskopischen Linse konstant ist. Dies wird gemäss eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung durch zwei Mikrolinsen-Felder erreicht, bei denen die Mikrolinsen jeweils gemäss eines periodischen Rasters mit einem konstanten Linsenabstand voneinander beabstandet sind und sich hierbei der Linsenabstand der Mikrolinsen des ersten Mikrolinsen-Feldes von dem Linsenabstand der Mikrolinsen des zweiten Mikrolinsen-Feldes unterscheidet. Derartige Mikrolinsen-Felder lassen sich besonders einfach fertigen. Bevorzugt ist hierbei der Linsenabstand der Mikrolinsen des ersten Mikrolinsen-Feldes ein ganzzahliges Vielfaches des Linsenabstandes der Mikrolinsen des zweiten Mikrolinsen-Feldes.

**[0015]** Um ein integrales Bild hoher Auflösung durch Überdeckung der Mikrolinsen-Felder erzielen zu können, ist es hierbei vorteilhaft, den Durchmesser der Mikrolinsen kleiner als das Auflösungsvermögen des menschlichen Auges zu wählen, so dass der Linsenabstand der Mikrolinsen der ersten und zweiten Mikrolinsen-Felder bevorzugt kleiner als 300 µm zu wählen ist. Weiter ist hierzu die Brennweite der Mikrolinsen klein im Vergleich zur Bild- und Gegenstandsweite zu wählen.

**[0016]** Es ist hierbei möglich, das erste Mikrolinsen-Feld aus einer Vielzahl von Mikrolinsen mit positiver Brennweite und das zweite Mikrolinsen-Feld aus einer Vielzahl von Mikrolinsen mit positiver Brennweite aufzubauen, die nach Art eines Kegler-Teleskops bei der Abbildung der Vielzahl von aufgesplitteten Lichtbündeln zusammenwirken. Bei einer derartigen Ausgestaltung der Mikrolinsen-Felder lässt sich ein einem makroskopischen Linsensystem ähnlicher optischer Effekt erzielen, der jedoch Eigenschaften zeigt, welche sich deutlich von denen eines konventionellen Linsensystems unterscheidet. Es lassen sich so besonders auffällige und damit einprägsame optische Effekte erzielen.

**[0017]** Weiter ist es auch möglich, das erste Mikrolinsen-Feld aus einer Vielzahl von Mikrolinsen mit positiver Brennweite und das zweite Mikrolinsen-Feld aus einer Vielzahl von Mikrolinsen mit negativer Brennweite aufzubauen, die nach Art eines Galileo-Teleskops zusammenwirken. Auch hierbei lassen sich bei Überlagerung der ersten und zweiten Mikrolinsen-Felder Effekte erzielen, die denen einer makroskopischen Linse ähnlich sind, sich von einem konventionellen makroskopischen Linsensystem jedoch unterscheiden.

**[0018]** Gemäss eines weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung sind die beiden Mikrolinsen-Felder nicht homogen und verfügen lokal über unterschiedliche Parameter wie Linsenabstand, Durchmesser der Linsen oder Brennweite der Linsen. Durch eine laterale Verschiebung können so verschiedene Mikrolinsen-Kombinationen und somit verschiedene optische Funktionen erzeugt werden, wodurch neuartige und einprägsame weitere Sicherheitsmerkmale in das Sicherheitsdokument integriert werden können.

**[0019]** Bevorzugt ändern sich hier ein oder mehrere Parameter des ersten und/oder des zweiten Mikrolinsen-Feldes periodisch gemäss eines (gemeinsamen) Rasters. Des weiteren können Parameter der Mikrolinsen-Felder auch in vorgegebener Weise quasi kontinuierlich variieren.

**[0020]** So ist es beispielsweise möglich, Informationen zumindest in einem Mikrolinsen-Feld einzubringen, indem das Mikrolinsen-Feld zwei oder mehr Bereiche mit unterschiedlichem Linsenabstand der Mikrolinsen und/oder mit unterschiedlicher Brennweite der Mikrolinsen aufweist. Bei Überdeckung der Mikrolinsen-Felder unterscheidet sich die sich ergebende Abbildungs-Funktion in ersten und zweiten Bereichen, wodurch die in die Änderung der Parameter der Mikrolinsen-Felder codierte Information dem Betrachter sichtbar gemacht wird.

**[0021]** Weiter ist es auch möglich, durch Phasenverschiebung des Linsenabstandes von Mikrolinsen gegenüber einem periodischen Grundraster versteckte Informationen in ein oder mehrere Mikrolinsen-Felder nach Art eines Moiré-Musters zu codieren und diese Informationen bei Überlagerung der ersten und zweiten Mikrolinsen-Felder sichtbar zu machen.

**[0022]** Durch die oben beschriebenen Massnahmen zur Codierung zusätzlicher Informationen in das erste und zweite Mikrolinsen-Feld lässt sich die Fälschungssicherheit des Sicherheitsdokuments weiter verbessern.

**[0023]** Gemäss eines weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung weist das Sicherheitselement ein opakes drittes optisches Element auf, wobei sich bei Überdeckung des ersten und/oder des zweiten Mikrolinsen-Feldes mit dem dritten optischen Element ein oder mehrere weitere optische Effekte zeigen. Zusätzlich zu dem primären, durch die Überdeckung der beiden Mikrolinsen-Felder generierten Sicherheitsmerkmal können so zusätzliche Sicherheitsmerkmale durch die Überdeckung der Mikrolinsen-Felder z. B. mit einem reflektiven optisch variablen Element oder mit einem hochauflösenden Druck generiert werden, wobei das Mikrolinsen-Feld beispielsweise als Moiré-Analysator dienen kann.

**[0024]** Gemäss eines weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung besteht das erste und/oder das zweite optische Element jeweils aus zwei Teil-Mikrolinsen-Feldern, die übereinander in dem ersten bzw. zweiten optischen Element angeordnet sind. Die zwei Teil-Mikrolinsen-Felder sind so beispielsweise auf gegenüberliegenden Seiten einer Folie angeordnet und bilden so übereinanderliegende Mikrolinsen-Flächen einer Folie. So wird beispielsweise die eine Oberfläche des ersten optischen Elements von der Geometrie des einen Teil-Mikrolinsen-Feldes und die dieser Oberfläche gegenüberliegende Oberfläche des ersten optischen Elements von der Geometrie des anderen Teil-Mikrolinsen-Feldes bestimmt. Löscht nun die Geometrie eines Teil-Mikrolinsen-Feldes des einen optischen Elements die Geometrie eines Teil-Mikrolinsen-Feldes des zweiten optischen Elements aus, so ist der bei der Überlagerung des ersten und zweiten optischen Elements generierte optische Effekt abhängig von der Orientierung des ersten und zweiten optischen Elements, d. h. abhängig davon, ob das Sicherheitsdokument in die eine oder in die andere Richtung gefaltet oder gebogen wird, um die transparenten Fenster in die Überdeckung zu bringen.

**[0025]** Ein ähnlicher Effekt lässt sich auch dadurch erzielen, dass die Mikrolinsen-Felder derart in den transparenten Fenstern des Sicherheitsdokuments angeordnet sind, dass sich der Abstand zwischen den Linsen der beiden Mikrolinsen-Felder abhängig von der Faltung bzw. Biegerichtung ändert.

**[0026]** Bevorzugt weist das erste und/oder das zweite optische Element eine Replizierlackschicht auf, in die eine Reliefstruktur abgeformt ist, die das erste bzw. das zweite Mikrolinsen-Feld bildet. Weiter hat sich hier eine Kapselung der Reliefstruktur mittels einer zusätzlichen optischen Trennschicht und/oder eine Abformung der Reliefstruktur mittels UV-Replikation als vorteilhaft erwiesen.

**[0027]** Die Mikrolinsen des ersten und/oder zweiten Mikrolinsen-Feldes werden hierbei vorzugsweise von einer beugungsoptisch wirksamen Reliefstruktur gebildet, die beugungsoptisch den Effekt eines Mikrolinsen-Feldes erzeugt. Derartige „diffraktive Linsen“ können von einer diffraktiven binären Reliefstruktur gebildet werden, deren Profiltiefe kleiner als die Wellenlänge des sichtbaren Lichtes ist (binäre, dünne diffraktive Linse), von einem kontinuierlichen diffraktiven Reliefprofil mit einer Profiltiefe kleiner als die Wellenlänge des sichtbaren Lichtes gebildet werden (dünne diffraktive Linse mit kontinuierlichem Profil) und von einem diffraktiven kontinuierlichen Reliefprofil mit einer Profiltiefe größer als die Wellenlänge des sichtbaren Lichtes (dicke diffraktive Linse mit kontinuierlichem Reliefprofil) gebildet werden. Es ist jedoch auch möglich, das Mikrolinsen-Feld als refraktiv wirkende Makrostruktur in der Replizierlackschicht ab-

zuformen, die ein kontinuierliches, stetiges Oberflächenprofil ohne Sprungstellen besitzt. Die Profiltiefe dieser Makrostruktur ist hierbei um ein Vielfaches größer als die Wellenlänge des sichtbaren Lichtes.

**[0028]** Vorzugsweise wird das erste und/oder das zweite optische Element von der Übertragungslage einer Transferfolie gebildet. Hierdurch ist es möglich, die Anforderungen an die Qualität der Mikrolinsen-Felder sowie die Toleranzen bezüglich Abständen, Planheit usw. zu erfüllen.

**[0029]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand von mehreren Ausführungsbeispielen unter Zuhilfenahme der beiliegenden Zeichnungen beispielhaft erläutert.

**[0030]** [Fig. 1](#) zeigt eine Darstellung eines erfindungsgemässen Sicherheitsdokuments.

**[0031]** [Fig. 2](#) zeigt eine schematisierte, nicht massstabsgerechte Schnitt-Darstellung des Sicherheitsdokuments nach [Fig. 1](#) in einer Betrachtungssituation, in der das Sicherheitsdokument zur Überdeckung der transparenten Fenster gefaltet ist.

**[0032]** [Fig. 3a](#) zeigt eine schematische Darstellung zweier sich überdeckender Mikrolinsen-Felder des Sicherheitsdokuments nach [Fig. 1](#).

**[0033]** [Fig. 3b](#) zeigt eine Skizze zur Verdeutlichung der bei der Überdeckung der Mikrolinsen-Felder nach [Fig. 3a](#) auftretenden optischen Effekte.

**[0034]** [Fig. 3c](#) zeigt eine schematisierte Draufsicht auf ein Mikrolinsen-Feld nach [Fig. 3a](#).

**[0035]** [Fig. 4](#) zeigt eine Schnitt-Darstellung eines Ausschnitts des Sicherheitsdokuments nach [Fig. 1](#).

**[0036]** [Fig. 5](#) zeigt eine schematische Darstellung eines weiteren erfindungsgemässen Sicherheitsdokuments.

**[0037]** [Fig. 6](#) zeigt eine schematische Darstellung eines weiteren erfindungsgemässen Sicherheitsdokuments.

**[0038]** [Fig. 7a](#) bis [Fig. 7c](#) zeigen schematisch die Darstellung eines weiteren erfindungsgemässen Sicherheitsdokuments in verschiedenen Betrachtungssituationen.

**[0039]** [Fig. 1](#) zeigt ein Wertdokument 1, beispielsweise eine Banknote oder einen Scheck. Es ist aber auch möglich, dass das Wertdokument 1 ein Identifikations-Dokument, beispielsweise einen Ausweis, darstellt.

**[0040]** Das Sicherheitsdokument 1 besteht aus ei-

nem flexiblen Träger **11** mit transparenten Fenstern **12** und **13**. Bei dem Träger **11** handelt es sich vorzugsweise um einen Träger aus Papiermaterial, der mit einem Aufdruck versehen ist und in den weitere Sicherheitsmerkmale, beispielsweise Wasserzeichen oder Sicherheitsfäden, eingebracht sind. In diesem Papierträger werden sodann beispielsweise durch Stanzen oder mittels eines Lasers fensterförmige Durchbrechungen eingebracht, so dass die in [Fig. 1](#) gezeigten transparenten Fenster **12** und **13** entstehen. Die transparenten Fenster **12** und **13** werden sodann durch optische Elemente wieder verschlossen, die ein transmissives Mikrolinsen-Feld aufweisen. Damit ist im Bereich des transparenten Fensters **12** ein erstes transmissives Mikrolinsen-Feld **15** und im Bereich des transparenten Fensters **13** ein zweites transmissives Mikrolinsen-Feld **16** angeordnet.

**[0041]** Es ist jedoch auch möglich, dass es sich bei dem Träger **11** um eine Kunststofffolie oder um eine aus ein oder mehreren Papier- und Kunststoff-Schichten bestehendes Laminat handelt. So ist es auch möglich, dass als Material für den Träger **11** bereits ein transparentes oder teil-transparentes Material verwendet wird und der Träger somit zur Generierung der transparenten Fenster **12** und **13** nicht partiell durch Stanzen oder Schneiden entfernt zu werden braucht. Dies ist beispielsweise der Fall, falls der Träger **11** aus einer transparenten Kunststofffolie besteht, die im Bereich der transparenten Fenster **12** und **13** nicht mit einer Trübungsschicht versehen ist. Weiter ist es auch möglich, die transparenten Fenster **12** und **13** bereits bei der Papierherstellung zu erzeugen und die optischen Elemente mit den transparenten Mikrolinsen-Feldern **15** und **16** nach Art eines Sicherheitsfadens in den Träger **11** einzubringen.

**[0042]** Weiter ist es auch möglich, daß der Träger **11** – beispielsweise im Fall eines Reisepasses – aus zwei miteinander durch Heftung oder Klebung verbundenen Seiten besteht.

**[0043]** Wie in [Fig. 1](#) dargestellt, ist weiter ein streifenförmiger Patch **14** auf dem Träger **11** appliziert, der den Bereich des transparenten Fensters **13** abdeckt. Das transparente Mikrolinsen-Feld **16** ist in den Patch **14** eingebracht. Bei dem Patch **14** handelt es sich vorzugsweise um die Übertragungslage einer Transferfolie, beispielsweise einer Heissprägefolie, die unter Einwirkung von Druck und Hitze mittels einer Haftschicht mit dem Träger **11** verbunden ist. Wie in [Fig. 1](#) gezeigt, kann der Patch **14** neben dem transmissiven Mikrolinsen-Feld **16**, das im Bereich des transparenten Fensters **13** angeordnet ist, noch ein oder mehrere weitere optische Elemente aufweisen, beispielsweise das in [Fig. 1](#) gezeigte weitere optische Element **17**. Bei dem optischen Element **17** handelt es sich beispielsweise um ein Beugungsgitter, ein Hologramm, ein Kinegram®, eine partielle Me-

tallisierung, eine HRI-Schicht (HRI = High Refraction Index), ein Interferenzschichtsystem, eine vernetzte Flüssigkristallschicht oder einem mit Effektpigment ausgeführten Ausdruck.

**[0044]** Weiter ist es auch möglich, daß das transparente Fenster **12** nicht auf der in [Fig. 1](#) dargestellten Position in den Träger **11** eingebracht ist, sondern ebenfalls im Bereich des streifenförmigen Patches **14** in den Träger **11** eingearbeitet ist und der streifenförmige Patch so beide transparenten Fenster **12** und **13** abdeckt. Beide Mikrolinsen-Felder **15** und **16** können so in ein gemeinsames Folienelement eingebracht sein, wodurch sich die Produktion des Wertdokumentes **1** erheblich vergünstigt.

**[0045]** Das Sicherheitsdokument **1** kann noch weitere, beispielsweise mittels einer Transferfolie aufgebrachte Sicherheitsmerkmale aufweisen, die durch Biegen, Falten oder Verdrehen des Trägers **11** in Überdeckung mit den transparenten Fenstern **12** und **13** gebracht werden können. So zeigt [Fig. 1](#) beispielhaft ein weiteres optisches Element **18**, bei dem es sich vorzugsweise um ein reflektives, optisch variables Element oder um einen Sicherheitsaufdruck handelt.

**[0046]** Zur Verifizierung des Sicherheitsdokuments **1** werden die transparenten Fenster **12** und **13** des Trägers **11** beispielsweise durch Faltung des Trägers **11** in die Überdeckung gebracht, so dass sich die Mikrolinsen-Felder **15** und **16**, wie in [Fig. 2](#) gezeigt, überdecken. Sodann wird der sich bei Betrachtung durch die beiden übereinander angeordneten Mikrolinsen-Felder **15** und **16** ergebende optische Effekt überprüft. So wird beispielsweise ein in Betrachtungsrichtung **2** liegender Gegenstand, eine beliebige zeichnerische Darstellung oder ein spezielles Verifikationsmuster durch die transmissiven Mikrolinsen-Felder **15** und **16** betrachtet. Weiter ist es auch möglich, dass durch weitere Faltung des Sicherheitsdokuments **1** ein optisches Element des Sicherheitsdokuments **1** in Betrachtungsrichtung plaziert wird und durch die transparenten Mikrolinsen-Felder **15** und **16** betrachtet wird.

**[0047]** Die sich bei der Betrachtung eines Gegenstandes durch die transmissiven Mikrolinsen-Felder **15** und **16** ergebenden optischen Effekte werden nun anhand der Figuren [Fig. 3a](#) und [Fig. 3b](#) erläutert.

**[0048]** [Fig. 3a](#) zeigt einen Ausschnitt der Mikrolinsen-Felder **15** und **16**, die in einem Abstand **d** voneinander beabstandet gemäss der Betrachtungssituation nach [Fig. 2](#) zueinander angeordnet sind.

**[0049]** Das Mikrolinsen-Feld **15** besteht aus einer Vielzahl von Mikrolinsen **21**, die – wie in [Fig. 3c](#) angedeutet – nebeneinander angeordnet sind. Das Mikrolinsen-Feld **16** besteht aus einer Vielzahl von Mi-

krolinsen **22**. Werden nun zwei zueinander zugeordnete Linsen **21** und **22**, die in einem Abstand  $r$  von einer gedachten optischen Achse des von den Mikrolinsen-Feldern **15**, **16** gebildeten Systems beabstandet sind, betrachtet, so besitzen deren parallele optische Achsen eine Abweichung  $\Delta_r$ . Unter der Annahme, dass der Abstand der beiden Mikrolinsen-Felder der Summe der Brennweiten der Mikrolinsen **21** und **22** entspricht, werden die unter einem Winkel  $\alpha$  einfallenden parallelen Lichtstrahlen auf einen Punkt fokussiert, der  $f_1\alpha$  von der Achse der Linse **21** entfernt ist, wobei  $f_1$  die Brennweite der Linse **21** ist. Aufgrund des Versatzes  $\Delta_r$  zwischen den Linsen **21** und **22** tritt das Lichtbündel sodann in einem Winkel  $\beta$  durch die Linse **22** wobei

$$\beta = \frac{f_1\alpha - \Delta_r}{f_2}$$

und  $f_2$  die Brennweite der Linse **22** ist. Wird nun der Fall betrachtet, dass die Quelle eines Lichtstrahls einer Entfernung  $u$  von dem Mikrolinsen-Feld **15** besitzt und die Linse **21** die radiale Position  $r$  besitzt, so ist die laterale Position  $y$  des Lichtbündels bei einem Abstand  $x$  von der Mikrolinse **22**  $r - \beta x$ , wodurch sich aus obiger Gleichung und durch Ersetzen des Winkels  $\alpha$  durch  $\alpha = r/u$  ergibt:

$$y = r - \frac{x}{f_2} \left[ \frac{r}{u} f_1 - \Delta_r \right] = r \left[ 1 - \frac{xf_1}{uf_2} \right] + \frac{x\Delta_r}{f_2}$$

**[0050]** Damit alle der durch das Mikrolinsen-Feld **15** und **16** aufgesplitteten Teilstrahlen nach Durchlaufen der Mikrolinsen-Felder **15** und **16** auf denselben Punkt fokussiert werden, ist es notwendig, dass  $y$  unabhängig von  $r$  ist. Unter der Annahme, dass die Gegenstandsweite unendlich ist und die Bildweite der Brennweite entspricht, ergibt sich so für die Brennweite  $F$  der in [Fig. 3a](#) gezeigten Anordnung der beiden Mikrolinsen-Felder **15** und **16**:

$$F = \frac{f_2}{\partial \Delta_r / \partial r}$$

**[0051]** Dies bedeutet, dass die Brennweite  $F$  des von den Mikrolinsen-Feldern **15** und **16** gebildeten Abbildungssystems konstant ist, falls die Ableitung  $\partial \Delta_r / \partial r$  konstant ist, was beispielsweise der Fall ist, wenn die Mikrolinsen der Mikrolinsen-Felder **15** und **16** mit einem konstanten, sich unterscheidenden Linsenabstand voneinander beabstandet sind. Dies ist beispielsweise in dem in [Fig. 3a](#) gezeigten Beispiel der Fall, wo die Mikrolinsen **21** und **22** jeweils mit einem konstanten Linsenabstand  $p_1$  und  $p_2$  voneinander beabstandet sind und, wie in [Fig. 3c](#) gezeigt, gemäss eines periodischen Rasters zueinander ausgerichtet sind.

**[0052]** Falls diese Bedingung erfüllt ist, wird ein integrales Bild erzeugt und die Abbildungs-Funktion des in [Fig. 3a](#) gezeigten Systems entspricht in etwa der

eines konventionellen Linsensystems bestehend aus zwei makroskopischen Linsen.

**[0053]** Wird nun dieser Spezialfall, bei dem die Mikrolinsen des Mikrolinsen-Feldes **15** mit dem konstanten Linsenabstand  $p_1$  voneinander beabstandet sind und die Linsen des Mikrolinsen-Feldes **16** mit dem konstanten Linsenabstand  $p_2$  voneinander beabstandet sind, weiter betrachtet, so ergeben sich basierend auf dem in [Fig. 3b](#) dargestellten Szenario folgende Zusammenhänge:

**[0054]** [Fig. 3b](#) zeigt die Mikrolinsen-Felder **15** und **16**, einen in einer Distanz  $g$  von dem Mikrolinsen-Feld **16** beabstandeten Punkt auf der optischen Achse, der von dem ersten Mikrolinsen-Feld auf einen Satz von Punkten abgebildet wird, die von dem Mikrolinsen-Feld **16** eine Distanz  $s$  entfernt sind und einen lateralen Abstand  $y_n$  besitzen. Diese Punkte sind von dem Mikrolinsen-Feld **16** eine Distanz  $s_2$  entfernt und werden in einer Distanz  $b$  auf einen Punkt auf der optischen Achse abgebildet. [Fig. 3b](#) stellt hierbei die Situation in Bezug auf den lateralen Abstand  $y_n$  dieser Punkte dar, bei dem – wie in [Fig. 3b](#) gezeigt – die Lichtstrahlen die Mikrolinsenfelder **15** und **16** in einer Beabstandung  $n \cdot p_1$  bzw.  $n \cdot p_2$  schneiden, d. h. für die rechte Mikrolinse

**[0055]** Damit die in [Fig. 3b](#) gezeigte Situation eintritt, muss die Bedingung

$$np_1 \frac{g - s_1}{g} = np_2 \frac{b - s_2}{b}$$

erfüllt sein. Wird das System der Mikrolinsen-Felder **15** und **16** als System dünner Linsen betrachtet, so ergibt sich für die Brennweite des Systems bei Lichteinfall von Seiten des Mikrolinsen-Feldes **15** eine Brennweite

$$F = f_2 \frac{p_1}{(p_2 - p_1)}$$

und bei einem Lichteinfall von Seiten des Mikrolinsen-Feldes **16** eine Brennweite

$$F' = f_1 \frac{p_2}{(p_1 - p_2)}.$$

**[0056]** Damit kann die Abbildungs-Funktion bei Lichteinfall von Seiten des Mikrolinsen-Feldes **15** wie folgt beschrieben werden:

$$\frac{1}{F} = \frac{f_1}{f_2} \frac{1}{(f_1 + g)} + \frac{p_2}{p_1} \frac{1}{(b - f_2)}.$$

**[0057]** Im Gegensatz zu einer normalen Linse besitzt die von den Mikrolinsen-Feldern **15** und **16** generierte Abbildungsfunktion somit im Falle der Verwendung von Mikrolinsen positiver Brennweite für die Mikrolinsen-Felder **15** und **16** (Kepler-Teleskop) ge-

genüber einem „konventionellen“ Linsensystem folgende Besonderheiten:

Bei der Betrachtung eines Gegenstandes von Seiten des Mikrolinsen-Feldes **15** zeigt sich ein anderes Bild als bei der Betrachtung des Gegenstandes von Seiten des Mikrolinsen-Feldes **16**. Je nach Betrachtungsrichtung ändert sich das Vorzeichen der Brennweite. Weiter ergibt sich bei negativer Brennweite ein reelles Bild für Gegenstandsweiten  $s$  mit  $|s| < f_1/f_2$ . Die Bildweite ist bei einer positiven Brennweite immer kleiner als die Brennweite. Weiter wird ein aufrechtes Bild generiert.

**[0058]** Für den Fall, dass die Mikrolinsen des Mikrolinsen-Feldes **15** eine positive Brennweite und die Mikrolinsen des Mikrolinsen-Feldes **16** eine negative Brennweite aufweisen (Gallileo-Teleskop) ergeben sich gegenüber der Abbildungsfunktion einer konventionellen Linse folgende Unterschiede:

Das Vorzeichen der Brennweite des Systems ändert sich – wie bei einer konventionellen Linse – nicht, wenn das System gedreht wird. Die Brennweite hängt jedoch trotzdem von der Betrachtungsrichtung ab. Das System verhält sich wie eine konventionelle Linse, bei der sich das Objekt in einem Medium mit einem Brechungsindex  $f_1/f_2$  befindet.

**[0059]** Anstelle der Verwendung von Mikrolinsen-Feldern für die Mikrolinsen-Felder **15** und **16**, die die oben beschriebenen Bedingungen erfüllen und somit bei ihrem Zusammenwirken eine einer konventionellen Linse ähnliche optische Funktion generieren, ist es auch möglich, Mikrolinsen-Felder zu verwenden, die die oben aufgezeigten Bedingungen nicht erfüllen. So ist es beispielsweise möglich, dass sich der Linsenabstand der Mikrolinsen eines oder beider Mikrolinsen-Felder bereichsweise kontinuierlich ändert, so dass interessante und eindrucksvolle Zerr-Effekte entstehen. Ebenso ist es möglich, dass die Brennweite der Mikrolinsen eines Mikrolinsen-Feldes zumindest in einem Bereich des Mikrolinsen-Feldes kontinuierlich verändert wird, wodurch sich ebenso derartige Zerr-Effekte erzielen lassen. Wird der Brechungsindex der Mikrolinse und damit die effektive Brennweite der Mikrolinse oder die Beabstandung der Mikrolinsen in beiden Mikrolinsen-Felder **15** und **16** zumindest bereichsweise verändert, so verändert sich die sich ergebende Abbildung-Funktion bei lateraler Verschiebung der beiden Mikrolinsen-Felder **15** und **16** zueinander, was als weiteres Sicherheitsmerkmal bei der Verifizierung des Sicherheitsdokuments **1** dienen kann.

**[0060]** Weiter ist es auch möglich, Bereiche in den Mikrolinsen-Feldern **15** und **16** vorzusehen, in denen die Brennweite der Mikrolinsen und die Beabstandung der Mikrolinsen zwar konstant, jedoch unterschiedlich von benachbarten Bereichen ist. Wird nur eines der beiden Mikrolinsen-Felder **15** und **16** derart ausgestaltet, so ergibt sich eine Abbildung-Funkti-

on, die der mehrerer nebeneinander angeordneter unterschiedlicher konventioneller Linsen entspricht. Die in den einzelnen Teilbereichen geltende optische Abbildungs-Funktion wird hierbei durch die oben beschriebenen Zusammenhänge definiert. Werden beide Mikrolinsen-Felder **15** und **16** derart ausgestaltet, so verändert sich die optische Abbildungs-Funktion bei lateraler Verschiebung der beiden Mikrolinsen-Felder **15** und **16** gegeneinander, was als weiteres Sicherheitsmerkmal zur Verifizierung des Sicherheitsdokuments genutzt werden kann.

**[0061]** Der Linsenabstand der Mikrolinsen-Felder **15** und **16** ist vorzugsweise so gewählt, dass die durch die Aufsplittung des einfallenden Lichtstrahles generierten Teilstrahlen einen Durchmesser besitzen, der unterhalb des Auflösungsvermögens des menschlichen Auges liegt. Vorzugsweise liegt der Abstand der Mikrolinsen-Felder **15** und **16** demnach in einem Bereich zwischen 250 µm und 25 µm. Hierdurch wird sichergestellt, dass das durch die Mikrolinsen-Felder **15** und **16** generierte integrale Bild über eine gute Auflösung verfügt. Werden geringe Anforderungen an die optische Qualität der durch die Mikrolinsen-Felder **15** und **16** generierte Abbildungs-Funktion gestellt, so ist es auch möglich, den Linsenabstand der Mikrolinsen der Mikrolinsen-Felder **15** und **16** zu erhöhen.

**[0062]** Der detaillierte Aufbau des im Bereich des transparenten Fensters **12** angeordneten optischen Elements mit dem Mikrolinsen-Feld **15** wird nun anhand der Figuren [Fig. 3c](#) und [Fig. 4](#) erläutert.

**[0063]** [Fig. 4](#) zeigt den Träger **11**, der aus einem Papiermaterial einer Dicke von etwa 100 µm besteht und der im Bereich des transparenten Fensters **12** eine mittels eines Stanz- oder Schneidvorganges erzeugte Durchbrechung aufweist. Ein Folienelement **20** wird vorzugsweise unter Hitze und Druck auf dem Papiermaterial des Trägers **11** appliziert, indem durch Hitze und Druck eine Haftschicht des Folienelements **20** aktiviert wird. Durch den ausgeübten Druck wird gleichzeitig im Bereich des optischen Elements **20** die in [Fig. 4](#) gezeigte Vertiefung geschaffen.

**[0064]** Das Folienelement **20** besteht aus einem Trägerfilm **22**, einer Haftvermittlerschicht **23**, einer Replizierlackschicht **24**, einer optischen Trennschicht **25** und einer Kleberschicht **26**.

**[0065]** Der Trägerfilm **22** besteht aus einer PET- oder BOPP-Folie einer Schichtdicke von 10 bis 200 µm. Die Funktion des Trägerfilms **22** besteht darin, für die notwendige Stabilität zur Überbrückung der Durchbrechung des Trägers **11** zu sorgen. Die Haftvermittlerschicht **23** hat eine Stärke von 0,2 bis 2 µm und wird auf den Trägerfilm **22** mittels eines Druckverfahrens aufgebracht. Die Replizierlackschicht **24**

besteht aus einem thermoplastischen oder vernetzten Polymer, in das mittels eines Replizierwerkzeugs unter Einwirkung von Hitze und Druck oder durch UV-Replikation eine Reliefstruktur **27** repliziert ist. Die optische Trennschicht **25** besteht aus einem Material, dessen Brechungsindex sich deutlich von dem Brechungsindex der Replizierlackschicht **24** unterscheidet. Vorzugsweise besteht die optische Trennschicht **25** hierbei aus einer HRI- oder LRI-Schicht (HRI = High Refraction Index, LRI = Low Refraction Index), so dass der Brechungsindex-Unterschied zwischen Replizierlackschicht **24** und der optischen Trennschicht **25** besonders hoch ist. Weiter ist es möglich, einen möglichst hohen Brechungsindex der Replizierlackschicht **24** zu erzielen, indem die Polymere der Replizierlackschicht mit Nanopartikeln doziert werden oder indem ein Polymer mit hohem Brechungsindex, beispielsweise ein Fotopolymer, für die Replizierlackschicht **24** verwendet wird. Weiter ist es vorteilhaft, die optische Trennschicht möglichst dick auszustalten. Hierdurch ist es möglich, die Relieftiefe der Reliefstruktur **27** zu reduzieren, was insbesondere dann von Vorteil ist, falls die Mikrolinsen des Mikrolinsen-Feldes **1** als refraktive, durch eine makroskopische Struktur definierte Linsen gefertigt sind.

**[0066]** Es ist jedoch auch möglich, das Mikrolinsen-Feld **15** nicht in einem derart gekapselten Aufbau auszuführen, und so auf die optische Trennschicht **25** zu verzichten. Weiter ist es auch möglich, dass die Kleberschicht **26** im Bereich der Reliefstruktur **27** entfällt, so dass die Reliefstruktur **27** direkt in Kontakt mit der Luft tritt.

**[0067]** Bei der Reliefstruktur **27** handelt es sich um eine Reliefstruktur, die das Mikrolinsen-Feld **15** mittels einer Vielzahl nebeneinander liegender makroskopischer Linsen in der in [Fig. 3c](#) angedeuteten Form implementiert. Es ist jedoch auch möglich, dass die Reliefstruktur **27** eine diffraktive Reliefstruktur ist, die beugungsoptisch den Effekt eines aus konvexen oder konkaven Mikrolinsen bestehenden Mikrolinsen-Feldes erzeugt.

**[0068]** Der Effekt einer konvexen oder konkaven Linse kann hierbei durch eine diffraktive Reliefstruktur generiert werden, die sich hinsichtlich ihrer Gitterfrequenzen und ggf. weitere Gitterkonstanten über einen Flächenbereich kontinuierlich verändert. Beispielsweise kann beugungsoptisch der Effekt einer konvexen Linse erzeugt werden, in der ausgehend von einem paraboloidförmigen Zentralabschnitt im Zentrum der Linse eine Vielzahl von zu diesem Zentralabschnitt ringförmig angeordneten Furchen vorgesehen ist, deren Gitterfrequenz sich ausgehend vom Zentralabschnitt kontinuierlich erhöht. Der Effekt einer konkaven Linse kann beugungsoptisch durch eine inverse Struktur erzeugt werden. Um beugungsoptisch den Effekt eines Mikrolinsen-Feldes mit einer Vielzahl von nebeneinander angeordneten Mikrolin-

sen zu erzeugen, werden eine Vielzahl derartiger Reliefstrukturen schachbrettartig nebeneinander angeordnet. Weiter ist es auch möglich, daß diese Reliefstruktur hexagonal nebeneinander angeordnet sind. Im weiteren wird in Bezug auf die Ausgestaltung derartiger „diffraktiver Linsen“ auf das Kapitel ... des Buches „Micro-optics“, Hans Peter Herzig, Taylor and Francis-Verlag, London, 1997 verwiesen.

**[0069]** Die Verwendung eines derartigen „diffraktiven“ Mikrolinsen-Feldes hat den Vorteil, dass die zur Erzeugung des Mikrolinsen-Feldes notwendige Relieftiefe der Reliefstruktur **27** verringert werden kann, was insbesondere bei grösserem Linsenabstand der Mikrolinsen des Mikrolinsen-Feldes **15** speziell bei kurzen Brennweiten von Vorteil ist.

**[0070]** Der in [Fig. 4](#) gezeigte Aufbau und die Anordnung des optischen Elements **20** hat den Vorteil, dass die das Mikrolinsen-Feld generierende Oberflächenstruktur vor Beschädigungen oder Manipulationen weitestgehend geschützt ist.

**[0071]** Anhand von [Fig. 5](#) werden nun weitere Ausführungsbeispiele der Erfindung verdeutlicht.

**[0072]** [Fig. 5](#) zeigt eine schematische Darstellung einer Betrachtungssituation eines Sicherheitsdokuments **3**, bei welchem zwei in transparenten Fenstern des Sicherheitsdokuments **3** angeordnete Mikrolinsen-Felder **31** und **32** zur Überprüfung des Sicherheitsdokuments **3** in Überdeckung gehalten werden. Das Mikrolinsen-Feld **31** weist einen Bereich **33** mit gemäss eines periodischen Rasters angeordneten Mikrolinsen mit einer positiven Brennweite auf. Weiter ist das optische Element, das das Mikrolinsen-Feld **31** implementiert, im Bereich **33** so ausgestaltet, dass das Mikrolinsen-Feld von der Unterseite des Sicherheitsdokuments **3** einen Abstand  $d_1$  besitzt.

**[0073]** Das Mikrolinsen-Feld **32** weist einen Bereich **34** auf, in dem eine Vielzahl von Mikrolinsen mit einer positiven Brennweite gemäss eines ersten Rasters angeordnet sind und weist weiter einen diesen Bereich umgebenden Bereich **35** auf, in dem eine Vielzahl von Mikrolinsen mit negativer Brennweite gemäss eines zweiten periodischen Rasters angeordnet sind. Durch die Ausgestaltung des das Mikrolinsen-Feld **32** implementierten optischen Elements sind hier die Mikrolinsen des Bereiches **34** von der Unterseite des Sicherheitsdokuments **3** mit einem Abstand  $d_2$  beabstandet.

**[0074]** Das optische Element, in dem die Mikrolinsen-Felder **31** und **32** implementiert sind, besteht hierbei aus einem thermoplastischen Folienkörper, beispielsweise einer PET- oder BOPP-Folie einer Schichtdicke von 10 bis 50 µm, in den die die Mikrolinsen-Felder **31** und **32** generierende Oberflächen-

strukturen wie in [Fig. 5](#) dargestellt mittels eines Replicierwerkzeuges durch Hitze und Druck eingebracht sind. Dieser Folienkörper wird sodann unter Umständen noch mit weiteren Schichten, beispielsweise mit einer optischen Trennschicht oder einer Schutzlackschicht, beschichtet und sodann im Bereich des transparenten optischen Fensters auf den Träger des Sicherheitsdokuments **3** appliziert. Es ist jedoch auch möglich, dass die optischen Elemente nach [Fig. 5](#) wie das optische Elemente **20** nach [Fig. 4](#) aufgebaut sind.

**[0075]** Wird nun das Sicherheitsdokument **3** gefaltet und die Mikrolinsen-Felder **31** und **32** in Überdeckung gebracht, so wird in dem Bereich, in dem sich der Bereich **33** und der Bereich **34** der Mikrolinsen-Felder **31** bzw. **32** überdecken, eine erste optische Abbildungs-Funktion generiert und in dem Bereich, in dem sich die Bereiche **33** und **35** des Mikrolinsen-Feldes **31** bzw. **32** überdecken, eine zweite optische Abbildungs-Funktion generiert. Die erste optische Abbildungs-Funktion besitzt hierbei abhängig von den Brennweiten der Mikrolinsen des Bereiches **33** und **34** sowie von der Beabstandung der Mikrolinsen der Bereiche **33** und **34** die oben diskutierten Eigenschaften (Kegler-Teleskop), wohingegen die zweite optische Abbildungs-Funktion, die von den Brennweiten der Mikrolinsen der Bereiche **33** und **35** sowie der Beabstandung der Mikrolinsen in den Bereichen **33** und **35** bestimmt wird, davon stark unterschiedliche Eigenschaften (Gallileo-Teleskop) aufweist. Die Abstände  $d_1$  und  $d_2$  werden hierbei vorzugsweise so gewählt, dass bei direktem Aufeinanderliegen der Unterseiten des Sicherheitsdokuments **3** die Summe der Abstände  $d_1$  und  $d_2$  der Summe der Brennweiten der Mikrolinsen im Bereich **33** und **34** entspricht und der Abstand  $d_1$  der Summe der Brennweiten der Mikrolinsen in den Bereichen **33** und **35** entspricht. Beispielsweise können hierfür die Abstände  $d_1$  und  $d_2$  und für die Brennweiten der Mikrolinsen in den Bereichen **33**, **34** und **35** folgende Werte gewählt werden:  $d_1 = d_2 = 1$  mm,  $f_{33} = 0,125$  mm,  $f_{34} = 0,075$  mm,  $f_{35} = -0,025$  mm, wobei  $f_{33}$  die Brennweite der Mikrolinsen im Bereich **33**,  $f_{34}$  die Brennweite der Mikrolinsen im Bereich **34** und  $f_{35}$  die Brennweite der Mikrolinsen im Bereich **35** bezeichnet.

**[0076]** Weiter wird die von den sich überdeckenden Mikrolinsen-Feldern **31** und **32** generierte Abbildungs-Funktion noch durch die Beabstandung des sie überdeckenden transparenten Fensters bestimmt, wobei diese Veränderung der optischen Abbildungs-Funktion durch Veränderung der Beabstandung der optischen Fenster voneinander als zusätzliches markantes optisches Sicherheitsmerkmal dient. Durch die oben beschriebene Wahl der Abstände  $d_1$  und  $d_2$  wird hierbei sichergestellt, dass beim unmittelbaren Aufeinanderliegen der optischen Elemente klar definierte und aufeinander abgestimmte erste und zweite Abbildungs-Funktionen generiert werden.

**[0077]** Der Bereich **34** bildet hierbei vorzugsweise einen in Form eines Musters, beispielsweise einer graphischen Darstellung oder eines Schriftzuges, ausgeformten Musterbereich, so dass Bereiche mit unterschiedlichen Abbildungs-Funktionen eine zusätzliche codierte Information erhalten. Ein derartiges Nebeneinanderliegen von musterförmigen Bereichen mit unterschiedlichen Abbildungs-Funktionen ist durch ein konventionelles Linsensystem nicht nachahmbar, so dass durch die Erfindung einprägsame und mit anderen Technologien nur schwer nachahmbare optische Effekte generiert werden können.

**[0078]** Weiter ist es auch möglich, dass – wie oben bereits angedeutet – nicht nur das Mikrolinsen-Feld **31** zwei Bereiche aufweist, in denen sich die Beabstandung und/oder die Brennweite der Mikrolinsen unterscheidet. Es ist auch möglich, dass auch das Mikrolinsen-Feld **31** derart ausgestaltet ist. In diesem Fall hängen die sich bereichsweise ergebenden optischen Abbildungs-Funktionen weiter auch von der lateralen Lage der Mikrolinsen-Felder **31** und **32** zueinander ab, so dass sich die optische Abbildungs-Funktion bei lateraler Verschiebung der Mikrolinsen-Felder **31** und **32** zueinander verändert und so dem Beobachter unterschiedliche, in die Abbildungs-Funktion codierte Informationen je nach lateraler Lage sichtbar gemacht werden.

**[0079]** [Fig. 6](#) zeigt eine Betrachtungssituation eines Sicherheitsdokuments **4**, bei der zwei in transparenten optischen Fenstern des Sicherheitsdokuments **4** angeordnete Mikrolinsen-Felder **41** und **42** zur Verifikation des Sicherheitsdokuments in Überdeckung gehalten werden. Das Mikrolinsen-Feld **41** weist hierbei in einem Bereich **46** eine Vielzahl von an einem periodischen Raster ausgerichteten Mikrolinsen konstanter Brennweite auf. Das Mikrolinsen-Feld **42** weist Bereiche **48** und **47** auf, in den sich die Brennweite der Mikrolinsen sowie der Linsenabstand der Mikrolinsen unterscheidet. Hierdurch werden die bereits anhand von [Fig. 5](#) geschilderten optischen Effekte bei Überdeckung der Mikrolinsen-Felder **41** und **42** generiert. Zusätzlich weist das Sicherheitsdokument **4** noch weitere optische Elemente **45** und **44** auf, die, wie in [Fig. 6](#) dargestellt, auf dem Träger des Sicherheitsdokuments **4** appliziert sind.

**[0080]** Bei dem optischen Element **45** handelt es sich vorzugsweise um einen Aufdruck in Form eines Moiré-Musters. Das Moiré-Muster ist hierbei derart auf das Mikrolinsen-Feld **41** abgestimmt, dass der Bereich **46** des Mikrolinsen-Feldes **41** als Moiré-Analysator fungieren kann und so bei Überdeckung des optischen Elements **45** mit dem Mikrolinsen-Feld **41** sich ein in dem Moiré-Muster des optischen Elements **45** codiertes Moiré-Bild zeigt. Die Mikrolinsen des Mikrolinsen-Feldes **41** bilden hierbei eine Moiré-Magnifier und moiré-vergrößert einer kodierten (repetitive kleine) Information, wodurch eine versteckte (z. B.

phasenkodierte) Information sichtbar gemacht wird.

**[0081]** Weiter ist es auch möglich, daß es sich bei dem optischen Element **45** um einen Aufdruck in Form eines Moiré-Analysators handelt und das Mikrolinsen-Feld **41** ein Moiré-Muster bildet, in das ein verstecktes (z. B. phasenkodiertes) Moiré-Bild kodiert ist.

**[0082]** Unter einem Moiré-Muster ist hierbei ein aus sich wiederholenden Strukturen gebildetes Muster zu verstehen, das bei Überlagerung mit oder in Betrachtung durch ein weiteres, von sich wiederholenden Strukturen gebildetes Musters, das als Moiré-Analysator wirkt, ein neues Muster, nämlich ein Moiré-Bild zeigt, das in dem Moiré-Muster versteckt ist. Im einfachsten Fall ergibt sich dieser Moiré-Effekt aus der Überlagerung zweier Linienraster, wobei das eine Linienraster bereichsweise zur Erzeugung des Moiré-Bildes phasenverschoben ist. Neben einem linearen Linienraster ist es auch möglich, dass die Linien des Linienrasters gekrümmte Bereiche aufweisen, beispielsweise wellen- oder kreisförmig angeordnet sind. Weiter ist es auch möglich, ein auf zwei oder mehr gegeneinander verdrehte oder sich überlagernde Linienrastern aufgebautes Moiré-Muster zu verwenden. Die Decodierung des Moiré-Bildes in einem derartigen Linienraster erfolgt ebenfalls durch eine bereichsweise Phasenverschiebung des Linienrasters, wobei sich in einem derartigen Moiré-Muster zwei oder mehr verschiedene Moiré-Bilder codieren lassen. Weiter ist auch der Einsatz von Moiré-Mustern und Moiré-Analysatoren möglich, die auf der sog. „Scrambled Indica®“-Technologie oder auf einem Lochmuster (runde, ovale, eckige Löcher diverser Ausgestaltung) basieren.

**[0083]** Bei dem optischen Elemente **44** handelt es sich um ein reflektives optisches Element, beispielsweise um eine in Form eines Moiré-Musters ausgeführte partielle Metallisierung oder um eine partiell metallisierte diffraktive Struktur. Das optische Element **44** kann hierbei auch ein Feld von reflektiven Mikrolinsen aufweisen, welche, wenn sie von dem in dem Bereich **46** angeordneten Mikrolinsen-Feld überdeckt werden, interessante optische Effekte in Reflexion zeigen.

**[0084]** [Fig. 7a](#) bis [Fig. 7c](#) zeigen verschiedene Betrachtungssituationen eines Sicherheitsdokuments **5**. In der Betrachtungssituation nach [Fig. 7a](#) ist das Sicherheitsdokument **5** gefaltet, so dass sich transparente Fenster mit Mikrolinsen-Feldern **51** und **52** des Sicherheitsdokuments **5** überdecken. Wie in [Fig. 7b](#) angedeutet, wird nun das Sicherheitsdokument **5** in die andere Richtung gefaltet, so dass, in der Betrachtungssituation nach [Fig. 7c](#), nicht die Unterseiten der Mikrolinsen-Felder **51** und **52**, wie in [Fig. 7a](#) gezeigt, aufeinander liegen, sondern nun die Oberseiten der Mikrolinsen-Felder **51** und **52** aufein-

ander liegen.

**[0085]** Wie in den Figuren [Fig. 7a](#) bis [Fig. 7c](#) angedeutet, besitzen die Mikrolinsen-Felder **51** und **52** jeweils einen Linsenkörper einer Dicke  $d_1$  bzw.  $d_2$  und sind beidseitig strukturiert, so dass sich die optische Funktion des Mikrolinsen-Feldes **51** aus dem Zusammenwirken zweier sich überlagernden Teil-Mikrolinsen-Felder **53** und **54** gemäss den in Bezug auf [Fig. 3a](#) bis [Fig. 3c](#) erläuterten Zusammenhänge ergibt. Entsprechend wird das Mikrolinsen-Feld **52** von zwei nebeneinander angeordneten Teil-Mikrolinsen-Feldern **55** und **56** gebildet. Wie weiter in [Fig. 7a](#) bis [Fig. 7c](#) angedeutet, ist der Linsenkörper der Mikrolinsen-Felder **51** und **52** gekapselt und damit beidseitig mit einer optischen Trennschicht oder einer Schutzschicht beschichtet.

**[0086]** Die Teil-Mikrolinsen-Felder **54** und **55** besitzen hierbei, wie in [Fig. 7a](#) angedeutet, eine inverse Geometrie, so dass sich die von den Teil-Mikrolinsen-Feldern **54** und **55** generierten optischen Abbildungs-Funktionen auslöschen. Bei der in [Fig. 7a](#) gezeichneten Betrachtungssituation wird demnach eine optische Abbildungs-Funktion als optischer Effekt generiert, der sich aus der Überlagerung der Teil-Mikrolinsen-Felder **53** und **56**, also aus dem Linsenabstand und der Brennweite dieser Mikrolinsen-Felder, ergibt. Dies ist bei der Betrachtungssituation nach [Fig. 7c](#) nicht der Fall, so dass bei dieser Betrachtungssituation nicht ein einer konventionellen Linse ähnlicher Effekt generiert wird.

## Patentansprüche

1. Sicherheitsdokument (**1, 3, 4, 5**), insbesondere Banknote oder Ausweis, mit einem ersten transparenten Fenster (**12**), in dem ein erstes optisches Element (**15**) angeordnet ist, und mit einem zweiten transparenten Fenster (**13**), in dem ein zweites optisches Element (**16**) angeordnet ist, wobei das erste transparente Fenster (**12**) und das zweite transparente Fenster (**13**) derart voneinander beabstandet auf einem Träger (**11**) des Sicherheitsdokuments angeordnet sind, dass das erste und das zweite optische Element (**15, 16**) in Überdeckung miteinander gebracht werden können, wobei das erste optische Element (**15**) ein erstes transmissives Mikrolinsen-Feld (**15, 31, 41, 51**) und das zweite optische Element (**16**) ein zweites transmissives Mikrolinsen-Feld (**16, 32, 42, 52**) aufweist, wobei sich bei Überdeckung des zweiten mit dem ersten Mikrolinsen-Feld ein erster optischer Effekt zeigt, und wobei das erste und das zweite transmissive Mikrolinsen-Feld (**15, 16, 31, 32, 41, 42, 51, 52**) durch Parameter Linsenabstand ( $p_1, p_2$ ) der Mikrolinsen (**21**) und Brennweite der Mikrolinsen (**21**) definiert sind, **durch gekennzeichnet**, dass die optischen Achsen der Mikrolinsen des ersten Mikrolinsen-Feldes (**15**) gemäss eines ersten periodischen Rasters mit einem

konstanten Linsenabstand ( $p_1$ ) parallel zueinander beabstandet sind und die optischen Achsen der Mikrolinsen des zweiten Mikrolinsen-Feldes (16) gemäss eines zweiten periodischen Rasters mit einem konstanten Linsenabstand ( $p_2$ ) parallel zueinander beabstandet sind und dass der Linsenabstand ( $p_1$ ) der Mikrolinsen des ersten Mikrolinsen-Feldes sich von dem Linsenabstand ( $p_2$ ) der Mikrolinsen des zweiten Mikrolinsen-Feldes unterscheidet.

2. Sicherheitsdokument nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Linsenabstand der Mikrolinsen des ersten Mikrolinsen-Feldes ein ganzzahliges Vielfaches des Linsenabstandes der Mikrolinsen des zweiten Mikrolinsen-Feldes ist.

3. Sicherheitsdokument nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Linsenabstand der Mikrolinsen der ersten und zweiten Mikrolinsen-Felder kleiner als  $300 \mu\text{m}$  ist.

4. Sicherheitsdokument nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Mikrolinsen-Feld (15, 31, 41, 51) eine Vielzahl von Mikrolinsen mit positiver Brennweite und das zweite Mikrolinsen-Feld (16, 32, 42, 52) eine Vielzahl von Mikrolinsen mit positiver Brennweite aufweist.

5. Sicherheitsdokument nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Mikrolinsen-Feld (15, 31, 41, 51) eine Vielzahl von Mikrolinsen mit positiver Brennweite und das zweite Mikrolinsen-Feld (16, 32, 42, 52) eine Vielzahl von Mikrolinsen mit negativer Brennweite aufweist.

6. Sicherheitsdokument nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennweite der Mikrolinsen der ersten und zweiten Mikrolinsen-Felder derart gewählt sind, dass die Mikrolinsen der ersten und zweiten Mikrolinsen-Felder bei Übereinanderliegen der ersten und zweiten transparenten Fenster gemäss der Summe ihrer Brennweiten voneinander beabstandet sind.

7. Sicherheitsdokument nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das erste und/oder das zweite Mikrolinsen-Feld zwei oder mehr Bereiche mit unterschiedlichem Linsenabstand der Mikrolinsen aufweist.

8. Sicherheitsdokument nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das erste und/oder das zweite Mikrolinsen-Feld (32, 42) zwei oder mehr Bereiche mit unterschiedlicher Brennweite der Mikrolinsen aufweist.

9. Sicherheitsdokument nach einem der vorher-

gehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das erste und/oder das zweite Mikrolinsen-Feld ein oder mehrere Bereiche aufweist, in denen der Linsenabstand der Mikrolinsen gegenüber einem periodischen Grundraster phasenverschoben ist.

10. Sicherheitsdokument nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das erste und/oder das zweite Mikrolinsen-Feld einen Bereich aufweist, in dem sich der Linsenabstand der Mikrolinsen stetig ändert.

11. Sicherheitsdokument nach Anspruch 1 oder Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das erste und/oder das zweite Mikrolinsen-Feld einen Bereich aufweist, in dem sich die Brennweite der Mikrolinsen stetig ändert.

12. Sicherheitsdokument nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Sicherheitsdokument (4) ein opakes drittes optisches Element (45, 44) aufweist, wobei sich bei Überdeckung des ersten oder des zweiten mit dem dritten optischen Element ein zweiter optischer Effekt zeigt.

13. Sicherheitsdokument nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das dritte optische Element (45) ein verstecktes Moiré-Muster aufweist.

14. Sicherheitsdokument nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das erste und/oder das zweite optische Element eine Replizierlackschicht (24) aufweist, in die eine Reliefstruktur abgeformt ist (27), die das erste bzw. das zweite Mikrolinsen-Feld bildet.

15. Sicherheitsdokument nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrolinsen des ersten und/oder des zweiten Mikrolinsen-Feldes von einer beugungsoptisch wirksamen Reliefstruktur (27) gebildet sind, die beugungsoptisch den Effekt eines Mikrolinsen-Feldes erzeugt und deren Strukturtiefe höchstens  $10 \mu\text{m}$  beträgt.

16. Sicherheitsdokument nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das erste und/oder das zweite optische Element (15, 16) aus der Übertragungslage (20) einer Transferfolie, insbesondere einer Heißprägefolie, besteht.

17. Sicherheitsdokument nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Träger (11) des Sicherheitsdokuments aus einem Papiermaterial besteht, in das die transparenten Fenster (12, 13) eingebracht sind.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

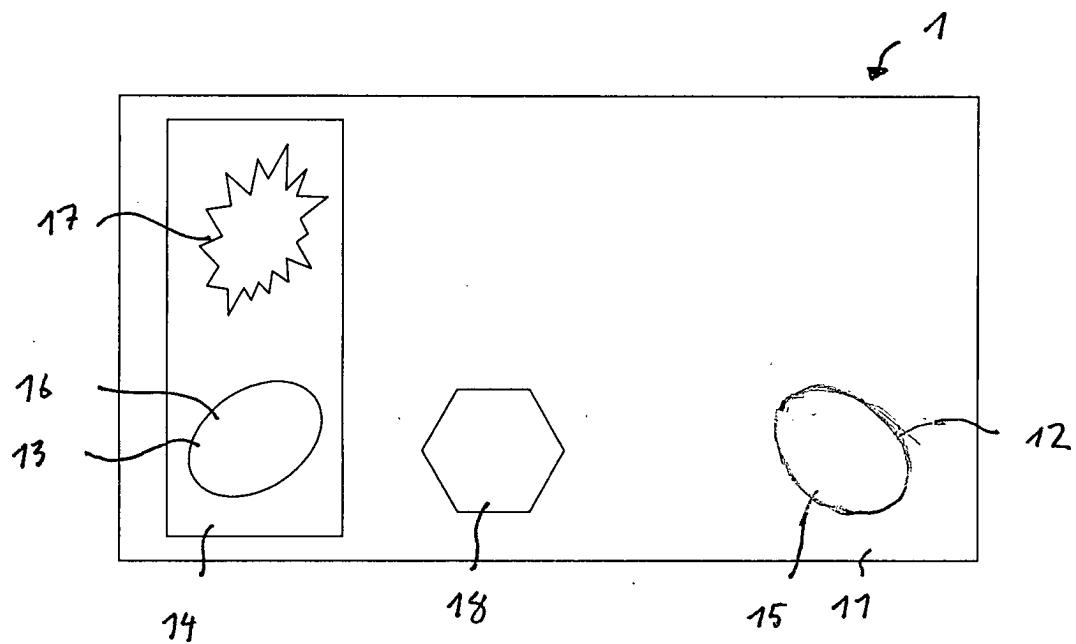


Fig. 1

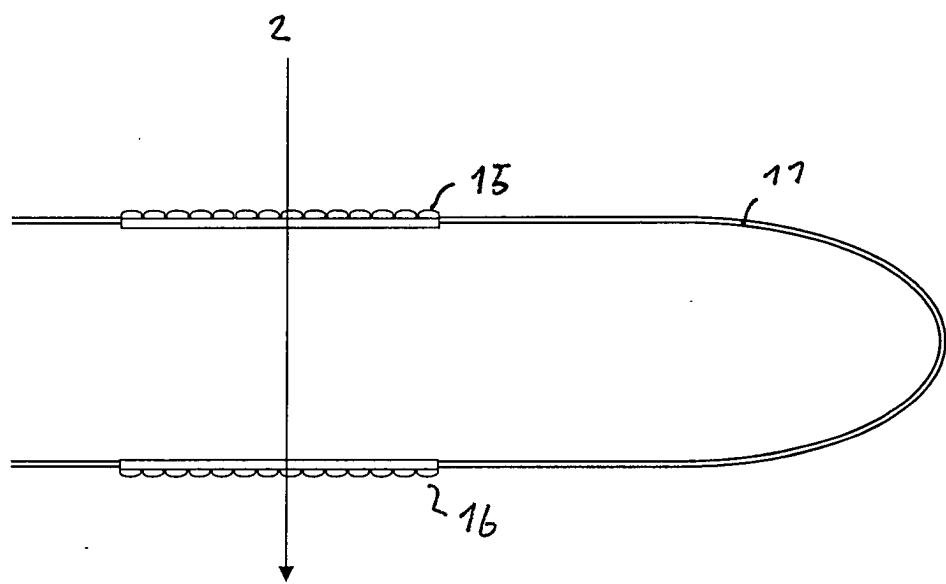


Fig. 2

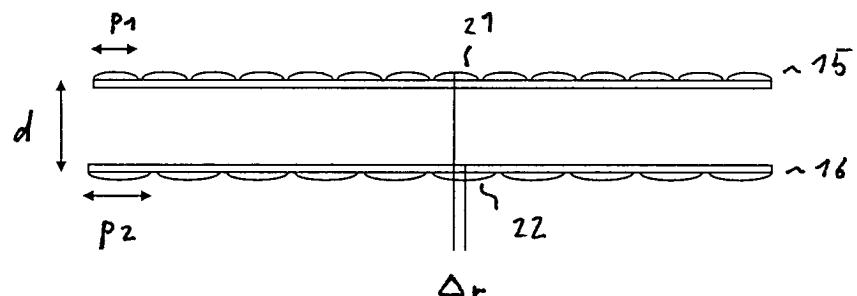


Fig. 3a

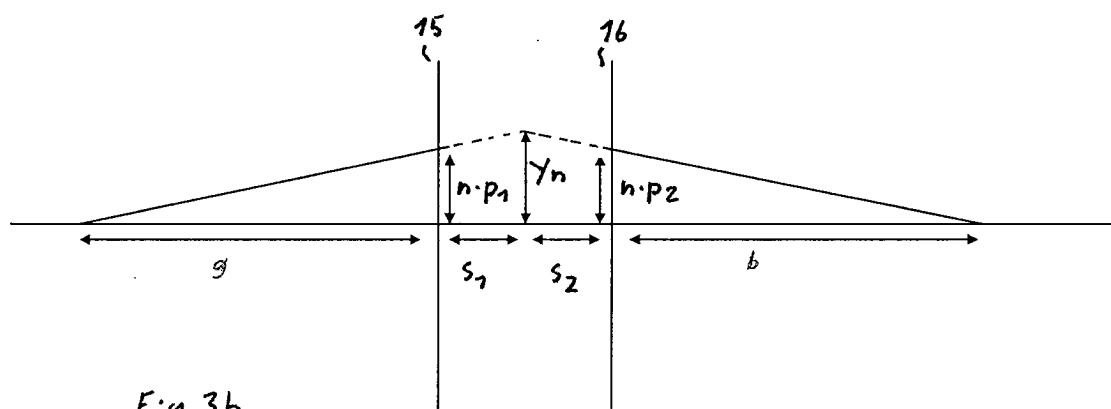


Fig. 3b

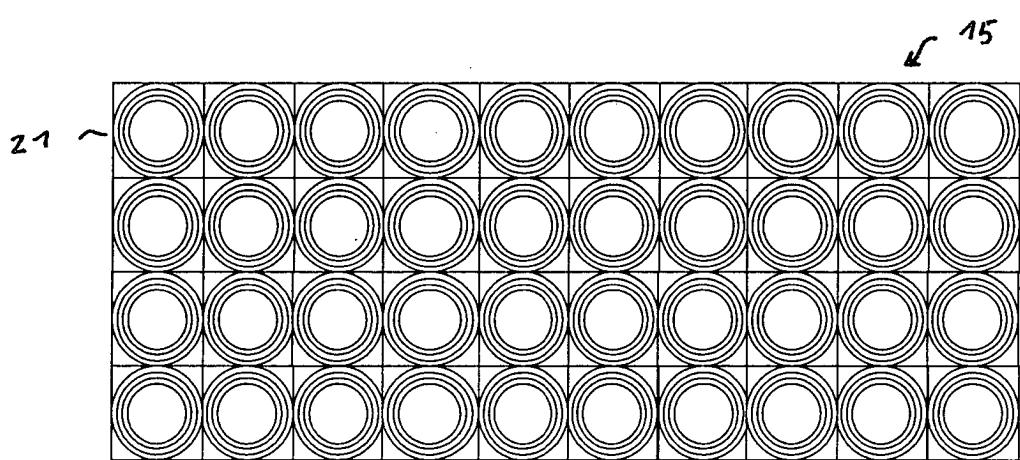


Fig. 3c

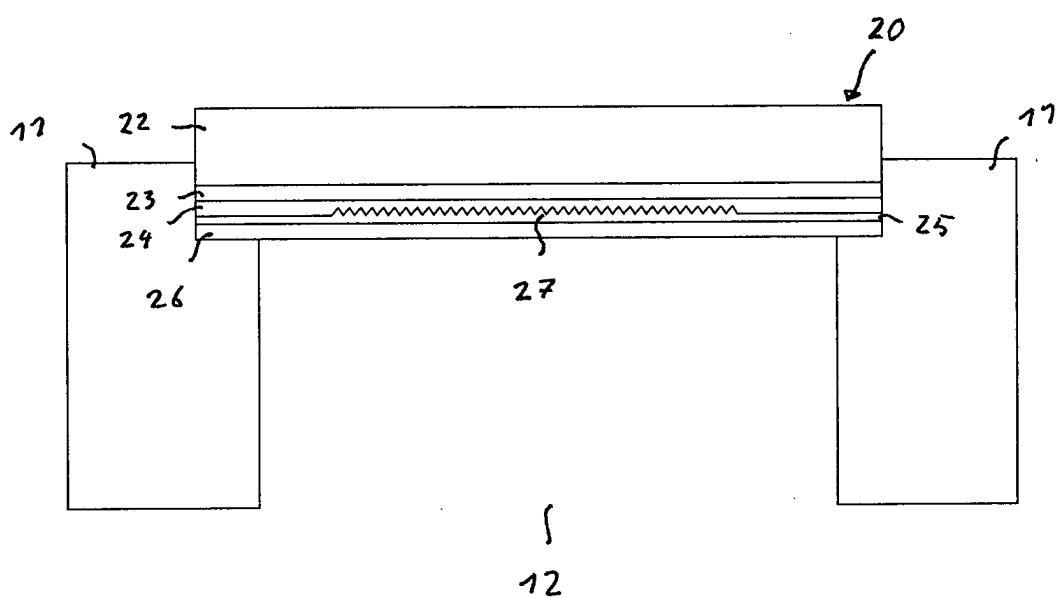


Fig. 4

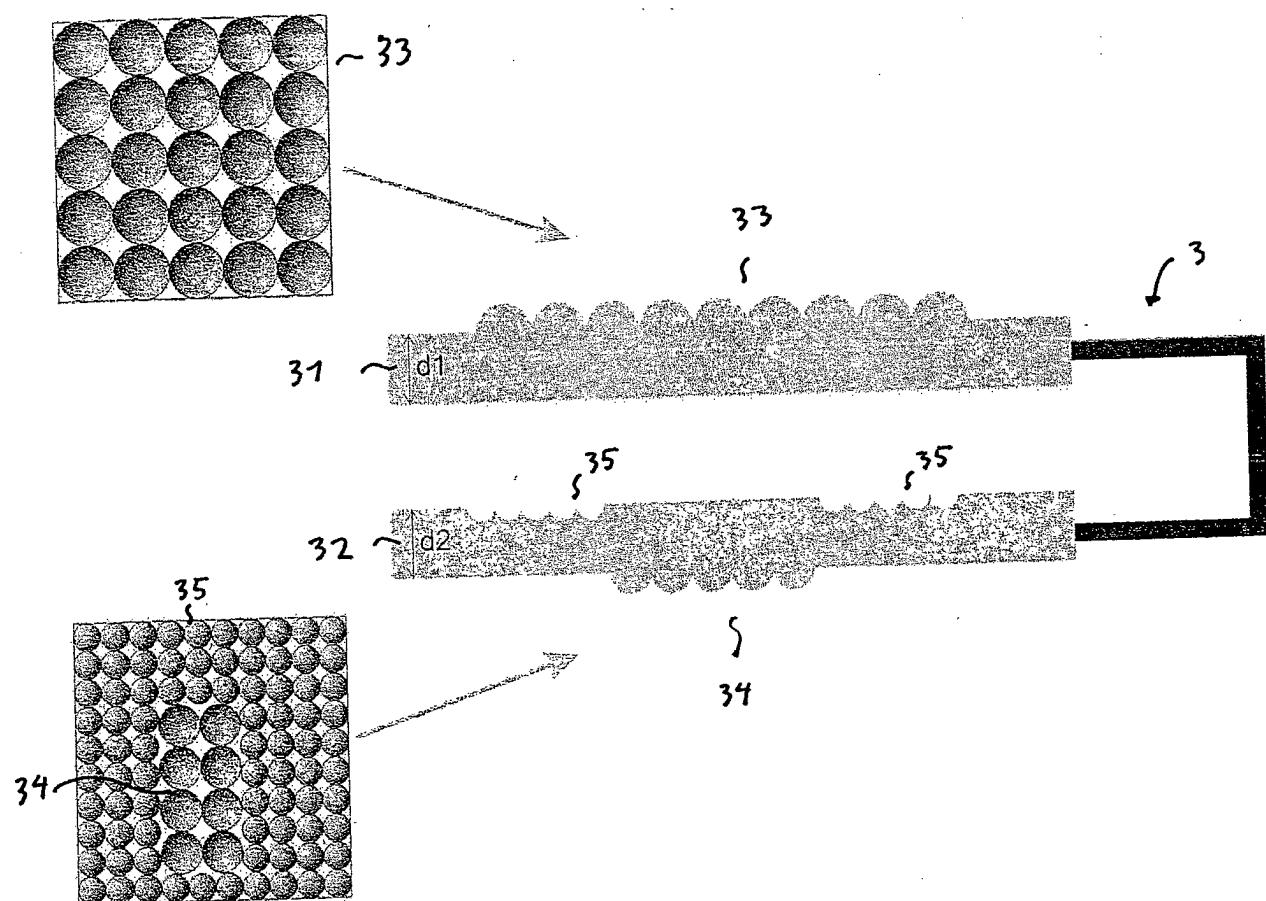


Fig. 5

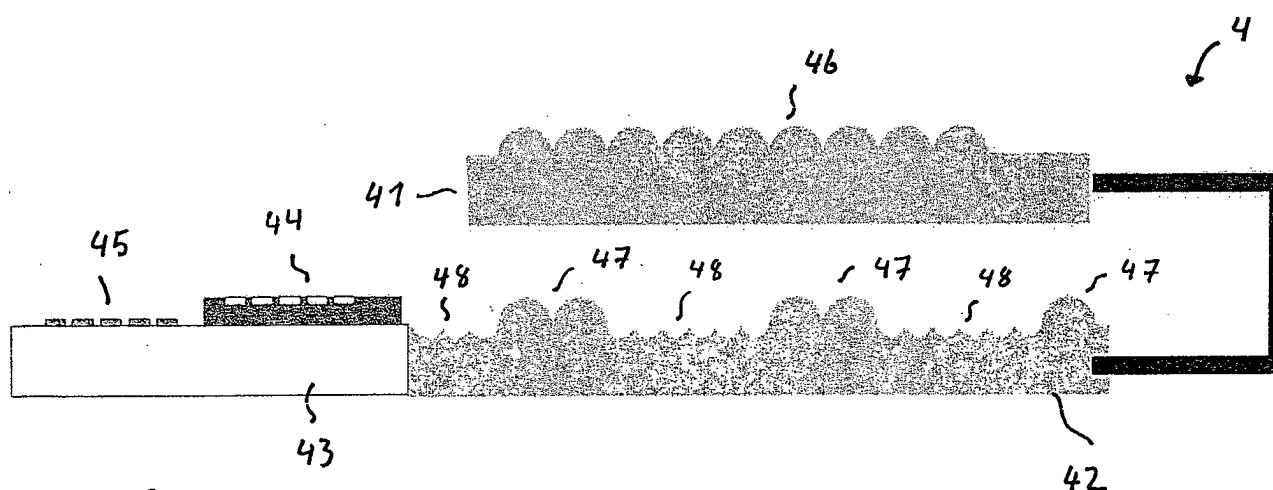


Fig. 6

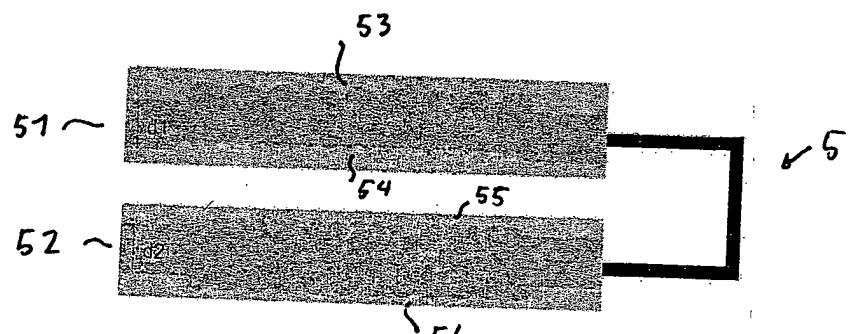


Fig. 7a

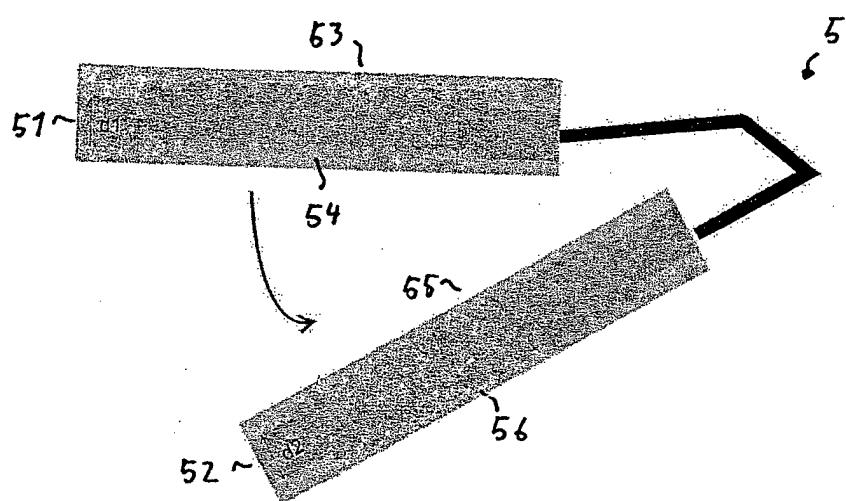


Fig. 7b

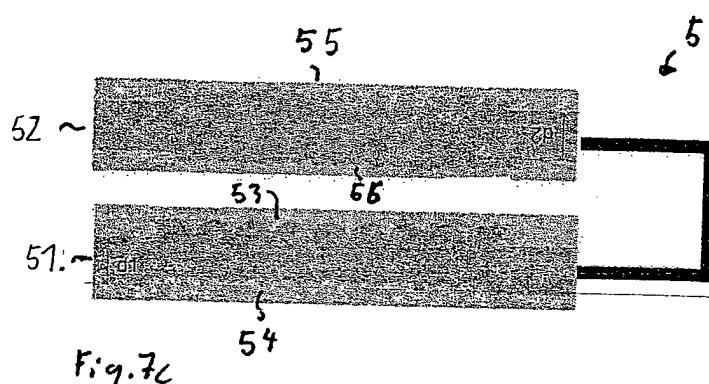


Fig. 7c