



(10) **DE 10 2011 015 837 A1** 2012.10.04

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 015 837.5**

(22) Anmeldetag: **01.04.2011**

(43) Offenlegungstag: **04.10.2012**

(51) Int Cl.: **B44F 1/12 (2006.01)**

**B44F 1/08 (2006.01)**

**B42D 15/10 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Giesecke & Devrient GmbH, 81677, München, DE**

(72) Erfinder:

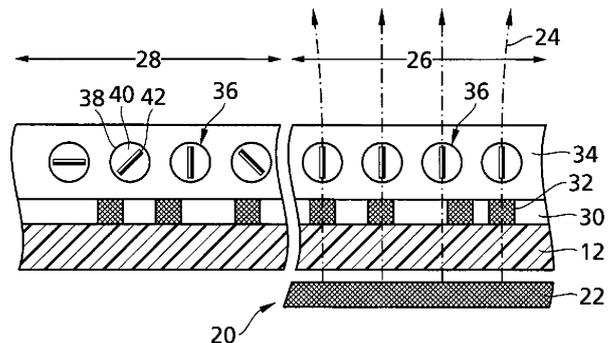
**Bornschlegl, Alexander, Dr., 81735, München, DE;  
Mengel, Christoph, Dr., 83607, Holzkirchen, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Der Inhalt dieser Schrift weicht von den am Anmeldetag eingereichten Unterlagen ab.

(54) Bezeichnung: **Optisch variables Sicherheitselement mit optisch variabler Farbschicht**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein optisch variables Sicherheitselement (14) zur Absicherung von Wertgegenständen mit einer optisch variablen Farbschicht (34). Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die optisch variable Farbschicht (34) eine Vielzahl von Mikrokapseln (36) enthält, die jeweils eine Kapselhülle (38), eine in der Kapselhülle (38) eingeschlossene Trägerflüssigkeit (40) und zumindest ein optisch variables und magnetisch ausrichtbares Pigment (42) aufweisen, welches in der Mikrokapsel (36) im Wesentlichen frei drehbar und durch ein äußeres Magnetfeld (24) reversibel ausrichtbar ist und welches mehrschichtig mit zumindest einer magnetischen Schicht (46) und mit zumindest einer nichtmagnetischen Schicht (48) ausgebildet ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein optisch variables Sicherheitselement zur Absicherung von Wertgegenständen mit einer optisch variablen Farbschicht. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Sicherheitselements, eine Sicherheitsanordnung mit einem solchen Sicherheitselement und einen entsprechend ausgestatteten Datenträger.

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

**[0003]** Eine besondere Rolle bei der Echtheitsabsicherung spielen Sicherheitselemente, die betrachtungswinkelabhängige visuelle Effekte zeigen, da diese selbst mit modernsten Kopiergeräten nicht reproduziert werden können. Für diesen Zweck werden seit einiger Zeit auch magnetisch ausrichtbare Effektpigmente eingesetzt, die magnetisch in Form eines darzustellenden Motivs ausgerichtet werden können.

**[0004]** Aus der Druckschrift WO 2009/074284 A2 ist eine Kombination von ersten optisch variablen Effektpigmenten und zweiten, durch ein äußeres Magnetfeld reversibel ausrichtbaren Effektpigmenten bekannt. Der optisch variable Effekt der ersten Effektpigmente tritt dabei mit den interaktiv auslösbaren, dreidimensional anmutenden Erscheinungsbildern in Wechselwirkung, die durch die magnetisch ausrichtbaren zweiten Effektpigmente erzeugt werden.

**[0005]** Ausgehend davon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, optisch variable Sicherheitselemente mit magnetisch ausrichtbaren Magnetpigmenten weiter zu verbessern und insbesondere einfach und kostengünstig herstellbare optisch variable Sicherheitselemente mit attraktivem visuellem Erscheinungsbild anzugeben. Im Idealfall sollen die vorteilhaften Eigenschaften bei sparsamstem Einsatz oder sogar bei vollständigem Verzicht auf gesundheitsgefährdende oder umweltschädliche Substanzen erzielt werden.

**[0006]** Diese Aufgabe wird durch das Sicherheitselement mit den Merkmalen des Hauptanspruchs gelöst. Ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Sicherheitselements, eine Sicherheitsanordnung mit einem solchen Sicherheitselement und ein entspre-

chend ausgestatteter Datenträger sind in den nebengeordneten Ansprüchen angegeben. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

**[0007]** Gemäß der Erfindung enthält die optisch variable Farbschicht eines gattungsgemäßen Sicherheitselements eine Vielzahl von Mikrokapseln, die jeweils eine Kapselhülle, eine in der Kapselhülle eingeschlossene Trägerflüssigkeit und zumindest ein optisch variables und magnetisch ausrichtbares Pigment aufweisen, welches in der Mikrokapsel im Wesentlichen frei drehbar und durch ein äußeres Magnetfeld reversibel ausrichtbar ist und welches mehrschichtig mit zumindest einer magnetischen Schicht und mit zumindest einer nichtmagnetischen Schicht ausgebildet ist.

**[0008]** Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird unter der Formulierung „optisch variabel“ oder „optische Variabilität“ die Änderung einer von einem Betrachter erfassbaren optischen Eigenschaft eines von dem Betrachter betrachteten erfindungsgemäßen Sicherheitselements oder Datenträgers mit einer erfindungsgemäßen Farbschicht verstanden. Zu den variablen optischen Eigenschaften werden in Übereinstimmung mit den Erläuterungen auf der Internetseite „<http://de.wikipedia.org/wiki/Farbs%C3%A4ttigung>“ insbesondere die vom Menschen als grundlegend empfundenen Eigenschaften einer Farbe, nämlich Farbton, Helligkeit und Farbsättigung verstanden. Die Qualität der Farbwirkung auf einen Betrachter eines erfindungsgemäßen Sicherheitselements kann ferner durch Wertigkeiten, wie Buntheit, Farbigekeit (Farbintensität), Chromatizität, Farbtiefe, Brillanz und Graustich beschrieben werden. Ferner können die erfindungsgemäßen Sicherheitselemente, Datenträger oder Farbschichten auch durch weitere optische Eigenschaften charakterisiert werden, z. B. durch ihr Reflexionsvermögen.

**[0009]** Ändert sich bei Betrachtung eines erfindungsgemäßen Sicherheitselements oder Datenträgers mit einer erfindungsgemäßen Farbschicht aus den nachstehend beschriebenen Gründen z. B. eine der vorstehend genannten optischen Eigenschaften, insbesondere der Farbton, die Helligkeit, die Farbsättigung oder das Reflexionsvermögen des betrachteten Sicherheitselements, Datenträgers oder der Farbschicht, wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung von einem optisch variablen Sicherheitselement, Datenträger oder einer optisch variablen Farbschicht gesprochen.

**[0010]** Ein erfindungsgemäßes Sicherheitselement oder ein erfindungsgemäßer Datenträger kann nun aus verschiedenen Gründen veränderte optische Eigenschaften gegenüber dem Betrachter aufweisen. Beispielsweise können sich die optischen Eigenschaften des betrachteten Sicherheitselements/Da-

tenträgers beim Kippen des Sicherheitselements/Datenträgers verändern, weil eine oder mehrere der vorstehend genannten optischen Eigenschaft unter verschiedenen Betrachtungswinkeln verschieden sind. D. h., der Betrachter nimmt bei Betrachtung eines erfindungsgemäßen Sicherheitselements/Datenträgers unter unterschiedlichen Betrachtungswinkeln unterschiedliche Bildeindrücke wahr. Ein für den Betrachter relativ eindeutig wahrnehmbarer Kippeffekt und damit für den Fälschungsschutz der erfindungsgemäßen Sicherheitselemente oder Datenträger besonders wertvoller Kippeffekt ist ein sogenannter Farbkippeffekt, also die Veränderung des Farbtons des betrachteten Sicherheitselements bei Änderung der Betrachtungsrichtung. Wie bereits erwähnt, umfasst der Begriff „optisch variabel“ erfindungsgemäß aber jede Änderung einer optischen Eigenschaft des betrachteten Sicherheitselements/Datenträgers, also z. B. auch die Änderung der Helligkeit, der Farbsättigung oder des Reflexionsvermögens beim Kippen des Sicherheitselements oder Datenträgers.

**[0011]** Der optisch variable Effekt eines erfindungsgemäßen Sicherheitselements/Datenträgers kann unterschiedliche Ursachen haben. Zum einen können sich die vom Betrachter erfassbaren optischen Eigenschaften des erfindungsgemäßen Sicherheitselements/Datenträgers bzw. der erfindungsgemäßen Farbschicht durch die erfindungsgemäß eingesetzten optisch variablen und magnetischen Pigmente, wie oben ausgeführt, beim Kippen des Sicherheitselements/Datenträgers ändern. D. h., die optische Variabilität des Sicherheitselements/Datenträgers ist auf die Änderung des Betrachtungswinkels bezüglich der optisch variablen und magnetisch ausrichtbaren Pigmente zurückzuführen. Andererseits kann der Betrachter bei feststehendem Betrachtungswinkel bezüglich des Sicherheitselements/Datenträgers zumindest in den Bereichen einen veränderten Bildeindruck des Sicherheitselements/Datenträgers wahrnehmen, in denen die Orientierung der optisch variablen, magnetisch ausrichtbaren Pigmente durch Anlegen eines Magnetfeldes geändert wird. Mit anderen Worten: es kommt für das erfindungsgemäße Sicherheitselement nicht darauf an, ob sich der Bildeindruck für den Betrachter durch Kippen des Sicherheitselements/Datenträgers und der in der Farbschicht enthaltenen optisch variablen, magnetisch ausrichtbaren Pigmente ändert, oder ob sich der Bildeindruck durch Änderung der Orientierung der Pigmente bei an sich feststehender Betrachtungsrichtung ändert.

**[0012]** Ferner ist noch anzumerken, dass der Begriff „optisch variabel“ auch auf Sicherheitselemente, Datenträger, Farbschichten oder erfindungsgemäße magnetisch ausrichtbare Pigmente zutrifft, bei denen die optische Variabilität nicht durch Kippen des Sicherheitselements oder Änderung der Orientierung der magnetisch ausrichtbaren Pigmente, son-

dern durch Veränderung der Beleuchtungsrichtung einer eingesetzten Lichtquelle hervorgerufen wird.

**[0013]** Des Weiteren ist noch anzumerken, dass der vorstehend beschriebene optisch variable Effekt für einen Betrachter wahrnehmbar, also zumindest im sichtbaren Wellenlängenbereich von ca. 380 nm bis 780 nm vorhanden sein muss. Selbstverständlich kann der optisch variable Effekt darüber hinaus auch im Wellenlängenbereich von weniger als 380 nm oder mehr als 780 nm auftreten, wodurch eine maschinelle Detektion auch in dem nicht sichtbaren Wellenlängenbereich möglich ist.

**[0014]** Die Erfindung beruht auf dem Gedanken, die Eigenschaften der Sicherheitselemente dadurch zu optimieren, dass gezielt ausgewählte Magnetpigmente in den Mikrokapseln der optisch variablen Farbschicht angeordnet werden, nämlich magnetisch ausrichtbare Pigmente, die gleichzeitig die gewünschte optische Variabilität bereitstellen. Die Erfinder haben nämlich überraschend gefunden, dass sich mit Pigmenten, die die beiden genannten Eigenschaften vereinen, visuell sehr eindrucksvolle Kippeffekte, insbesondere Farbkippeffekte, erzeugen lassen. Auf die bisher übliche Hinzufügung von Farbmittel zur Trägerflüssigkeit der Mikrokapseln oder die Hinzufügung weiterer farbiger oder optisch variabler Pigmente zur Farbschicht kann daher verzichtet werden. Die Herstellung der Sicherheitselemente wird dadurch vereinfacht und kostengünstiger gestaltet, ohne dass der visuelle Eindruck der Sicherheitselemente nachteilig beeinflusst wird. Zudem ermöglicht die Mehrschichtigkeit der Pigmente eine große Designfreiheit des Schichtaufbaus, da unterschiedliche Teilschichten mit gewünschter Funktionalität in einem Pigment kombiniert werden können. Ferner weist das erfindungsgemäße Sicherheitselement mit optisch variablen und zugleich magnetischen Eigenschaften aufgrund der erzielbaren eindrucksvollen optisch variablen Effekte einen sehr hohen Wiedererkennungswert und damit einen sehr hohen Fälschungsschutz auf. Auch kann durch diese Maßnahme weitestgehend auf Stoffe verzichtet werden, die aus Gesundheits- und/oder Umweltsichtpunkten bedenklich sind.

**[0015]** Der Gewichtsanteil der magnetischen Substanzen in den verkapselten Pigmenten liegt mit Vorteil zwischen 10% und 90%, vorzugsweise zwischen 35% und 75%.

**[0016]** Ohne äußeres Magnetfeld sind die Pigmente innerhalb der Mikrokapseln vorzugsweise isotrop ausgerichtet, weisen also als Gesamtheit keine Vorzugsrichtung auf. Dabei können in der Praxis natürlich gewisse Abweichungen von der idealen isotropen Ausrichtung auftreten, abhängig beispielsweise von der geometrischen Form, der Magnetisierbarkeit, der

Viskosität der Trägerflüssigkeit oder der Struktur der Verkapselung.

**[0017]** In einer bevorzugten Ausgestaltung umfassen die Pigmente nichtsphärische Pigmente, insbesondere Pigmente, die plättchenförmig ausgebildet sind, wobei das Verhältnis des größten zum kleinsten Durchmesser (Durchmesser-zu-Dickenverhältnis) der nichtsphärischen Pigmente mehr als 4:1, bevorzugt mehr als 10:1 beträgt und besonders bevorzugt zwischen 20:1 und 200:1 liegt. Der größte Durchmesser der nichtsphärischen Pigmente liegt bevorzugt zwischen 2 µm und 150 µm, insbesondere zwischen 5 µm und 50 µm.

**[0018]** Plättchenförmige Magnetpigmente, insbesondere im bevorzugten Größenbereich und im bevorzugten Durchmesser-zu-Dicken-Bereich können durch ein externes Magnetfeld relativ zur Schichtebene nach Wunsch orientiert werden. Sie geben dann, wie die Lamellen einer Jalousie, je nach Orientierung den Blick auf darunterliegende Schichten entweder weitgehend frei (annähernd senkrechte Orientierung relativ zur Schichtebene) oder blockieren ihn teilweise (schräge Orientierung relativ zur Schichtebene) oder vollständig (im Wesentlichen waagrechte Orientierung relativ zur Schichtebene). Bei hohen Durchmesser-zu-Dicken-Verhältnissen lassen sich so hohe Kontraste zwischen transluzenten und deckenden Schichtbereichen einstellen.

**[0019]** Als besonders gut geeignet haben sich magnetische Interferenzpigmente mit einer Fabry-Perot-Struktur, magnetische oxidische Mehrschichtpigmente und beschichtete magnetische Reineisenpigmente herausgestellt. Die Mikrokapseln enthalten daher mit Vorteil eine oder mehrere dieser Pigmentarten.

**[0020]** Ebenfalls vorteilhaft ist der Einsatz von Pigmenten in Form von magnetischen metallischen Nanopartikeln mit einer nichtmagnetischen Kohlenstoffummantelung, insbesondere einer Graphenummantelung. Derartige Nanopartikel weisen vorzugsweise einen Durchmesser zwischen 20 nm und 50 nm auf. Sie können alternativ oder zusätzlich zu den nichtsphärischen, insbesondere plättchenförmige Magnetpigmente in den Mikrokapseln vorgesehen sein.

**[0021]** Die Trägerflüssigkeit besteht vorzugsweise aus einer Mischung von bis zu vier Substanzklassen, nämlich aus 10% bis 98% eines unpolaren Trägermediums, aus 0 bis 90% eines amphiphilen Trägermediums, aus 0 bis 10% eines Oxidationsschutzstoffs und aus 0 bis 10% Additiven. Bei den Additiven handelt es sich insbesondere um Netz- und Dispergieradditive, z. B. Block-Copolymere, UV- oder IR-Absorber, Polymerisations-Inhibitoren oder Stabilisatoren jeglicher Art.

**[0022]** Mit besonderem Vorteil enthalten die Mikrokapseln neben dem zumindest einen optisch variablen und magnetisch ausrichtbaren Pigment keine zusätzlichen Farbmittel. Mit besonderem Vorteil enthält auch die optisch variable Farbschicht neben den in den Mikrokapseln enthaltenen Pigmenten keine weiteren farbigen oder optisch variablen Pigmente.

**[0023]** Die Mikrokapseln selbst weisen einen Durchmesser zwischen 1 µm und 200 µm, vorzugsweise zwischen 2 µm und 80 µm auf. Es versteht sich, dass der Durchmesser der Mikrokapseln mit Vorteil auf die Größe der verkapselten Magnetpigmente abgestimmt ist. Die Wandstärke der Mikrokapseln liegt typischerweise zwischen 2% und 30%, vorzugsweise zwischen 5% und 15% des Durchmessers der Mikrokapseln.

**[0024]** Die optisch variable Farbschicht kann in einer Weiterbildung der Erfindung auf einer informationsführenden Untergrundschrift, insbesondere einer Siebdruck-, Flexodruckschicht oder einer Stichtiefdruckschicht aufgebracht sein. Darüber hinaus kann die optisch variable Farbschicht auch mit Vorteil auf einer im Wesentlichen vollflächigen Untergrundschrift, insbesondere einer farbigen Untergrundschrift, angeordnet sein. Z. B. kann die Untergrundschrift eine Komplementärfarbe zu der Farbe der optisch variablen Schicht ohne Beaufschlagung mit einem Magnetfeld aufweisen, so dass der Betrachter bei Beaufschlagung der optisch variablen Schicht mit einem Magnetfeld und der daraus resultierenden Ausrichtung der Magnetpigmente den Farbton der Komplementärfarbe der Untergrundschrift zumindest teilweise wahrnehmen kann. Auch Ausgestaltungen sind denkbar, bei denen der Farbton der Untergrundschrift auf den Farbton der optisch variablen Farbschicht so abgestimmt ist, dass sich der Farbeindruck für den Betrachter bei Beaufschlagung des Sicherheitselements mit einem Magnetfeld verändert.

**[0025]** Die optisch variable Farbschicht kann auch mit einer thermochromen oder magnetischen Untergrundschrift kombiniert sein, wobei die magnetische Untergrundschrift vorzugsweise in Form von Mustern, Zeichen oder einer Codierung vorliegt.

**[0026]** Die Erfindung umfasst auch ein Verfahren zum Herstellen eines optisch variablen Sicherheitselements zur Absicherung von Wertgegenständen, bei dem auf ein Substrat eine optisch variable Farbschicht aufgebracht wird, die eine Vielzahl von Mikrokapseln enthält, die jeweils eine Kapselhülle, eine in der Kapselhülle eingeschlossene Trägerflüssigkeit und zumindest ein optisch variables und magnetisch ausrichtbares Pigment aufweisen, welches in der Mikrokapsel im Wesentlichen frei drehbar und durch ein äußeres Magnetfeld reversibel ausrichtbar ist und welches mehrschichtig mit zumindest einer magneti-

schen Schicht und mit zumindest einer nichtmagnetischen Schicht ausgebildet ist.

**[0027]** Die Erfindung enthält ferner eine Sicherheitsanordnung zur Absicherung von Sicherheitspapieren, Wertdokumenten und dergleichen, mit einem Sicherheitselement der oben beschriebenen Art und mit einem Verifikationselement mit einem Magnetbereich. In dem Magnetbereich liegt vorteilhaft magnetisches Material in Form von Mustern, Linien, Zeichen oder einer Codierung vor. Das von dem magnetischen Material dargestellte Motiv kann offen sichtbar sein oder auch ohne Hilfsmittel verborgen sein, beispielsweise durch Überdeckung mit einer dunklen Druckschicht. Vorzugsweise ist der Magnetbereich im Wesentlichen senkrecht zur Ebene des Verifikationselements magnetisiert.

**[0028]** Die Erfindung umfasst weiter einen Datenträger, insbesondere ein Wertdokument, wie eine Banknote, einen Pass, eine Urkunde, eine Ausweiskarte oder dergleichen, der mit einem Sicherheitselement der beschriebenen Art oder mit einer Sicherheitsanordnung der beschriebenen Art ausgestattet ist. Enthält der Datenträger sowohl ein erfindungsgemäßes Sicherheitselement als auch ein zugehöriges Verifikationselement, so sind diese mit Vorteil geometrisch so auf dem Datenträger angeordnet, dass das Sicherheitselement durch Biegen oder Falten des Datenträgers über das Verifikationselement bringbar ist.

**[0029]** Bei dem Datenträger in Form einer Banknote kann es sich insbesondere um eine Papierbanknote, Polymerbanknote oder eine Folien-Papier-Verbundbanknote handeln. Bei dem Datenträger in Form einer Ausweiskarte kann es sich mit Vorteil um eine Kreditkarte, Bankkarte, eine Barzahlungskarte, eine Berechtigungskarte, einen Personalausweis oder eine Pass-Personalisierungsseite handeln.

**[0030]** Darüber hinaus kann das erfindungsgemäße Sicherheitselement aber auch zur Sicherung von Produkten jeglicher Art, also zur sogenannten Produktsicherung verwendet werden. Z. B. können mit dem erfindungsgemäßen Sicherheitselement Verpackungen, jeglicher Art gegen Nachahmung geschützt werden. Auch kann das erfindungsgemäße Sicherheitselement neben dem Produktschutz für den Markenschutz mit Vorteil verwendet werden.

**[0031]** Weitere Ausführungsbeispiele sowie Vorteile der Erfindung werden nachfolgend anhand der Figuren erläutert, bei deren Darstellung auf eine maßstabs- und proportionsgetreue Wiedergabe verzichtet wurde, um die Anschaulichkeit zu erhöhen.

**[0032]** Es zeigen:

**[0033]** **Fig. 1** eine schematische Darstellung einer Banknote mit einem erfindungsgemäßen Sicherheitselement,

**[0034]** **Fig. 2** einen Querschnitt durch ein Sicherheitselement nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, in der linken Bildhälfte ohne und in der rechten Bildhälfte mit Verifikationseinrichtung,

**[0035]** **Fig. 3** schematisch eine aus der Farbschicht der **Fig. 2** herausgegriffene Mikrokapsel mit ihren Bestandteilen im Querschnitt,

**[0036]** **Fig. 4** ein optisch variables, magnetisches Interferenzpigment nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung,

**[0037]** **Fig. 5** ein magnetisches Mehrschichtpigment nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung,

**[0038]** **Fig. 6** in (a) ein magnetisches Mehrschichtpigment in Form eines Nanopartikels mit einem magnetischen metallischen Kern und einer nichtmagnetischen Kohlenstoffummantelung, in (b) eine Mikrokapsel mit einer Vielzahl solcher Nanopartikel ohne äußeres Magnetfeld, und in (c) die Mikrokapsel von (b) im Magnetfeld einer Verifikationseinrichtung,

**[0039]** **Fig. 7** in (a) und (b) eine Banknote mit einer erfindungsgemäßen Sicherheitsanordnung aus einem Sicherheitselement und einem spiegelbildlich zur Mittellinie angeordneten Verifikationselement,

**[0040]** **Fig. 8** in (a) eine Identifikationskarte mit einem erfindungsgemäßen Sicherheitselement, in (b) eine Kartenaufnahme mit einer Verifikationseinrichtung für die Identifikationskarte von (a) und in (c) die Kartenaufnahme mit eingelegter Identifikationskarte, und

**[0041]** **Fig. 9** eine Identifikationskarte mit einer weiteren erfindungsgemäßen Sicherheitsanordnung.

**[0042]** Die Erfindung wird nun am Beispiel von Sicherheitselementen für Banknoten und andere Wertdokumente erläutert. **Fig. 1** zeigt dazu eine schematische Darstellung einer Banknote **10** mit einem direkt auf das Banknotenpapier **12** aufgedruckten, optisch variablen Sicherheitselement **14**. Die Erfindung ist allerdings nicht auf aufgedruckte Sicherheitselemente und Banknoten beschränkt ist, sondern kann bei allen Arten von Sicherheitselementen eingesetzt werden, beispielsweise bei Etiketten auf Waren und Verpackungen oder bei der Absicherung von Dokumenten, Ausweisen, Pässen, Kreditkarten, Gesundheitskarten und dergleichen. Bei Banknoten und ähnlichen Dokumenten kommen neben aufgedruckten Elementen beispielsweise auch Transfer-elemente, Sicher-

heitsfäden oder Sicherheitsstreifen und neben Aufsichtselementen auch Durchsichtselemente infrage.

**[0043]** Das Sicherheitselement **14** weist ein reversibles und durch eine magnetische Verifikationseinrichtung **20** ([Fig. 2](#)) interaktiv auslösbares Echtheitskennzeichen auf. Ohne Verifikationseinrichtung bzw. mit einem ausreichenden räumlichen Abstand von der Verifikationseinrichtung zeigt das Sicherheitselement **14** einen metallischen Glanz, der mit einem schwach ausgeprägten, einheitlichen optischen Effekt, bevorzugt einem Farbkippereffekt kombiniert ist.

**[0044]** Die Verifikationseinrichtung **20** enthält im Ausführungsbeispiel einen starken Permanentmagneten **22** aus einer Neodym-Eisen-Bor-Legierung, der in Form von Mustern, Linien, Zeichen oder einer Codierung, beispielsweise in Form der Buchstaben "OK" gestaltet ist. Die Oberseite des Magneten **22** bildet dabei einen magnetischen Nordpol und die Unterseite einen magnetischen Südpol, so dass die Magnetfeldlinien **24** des Magneten **22** im Wesentlichen senkrecht auf der Ebene des Magneten **22** stehen.

**[0045]** Wird das Sicherheitselement **14** nun durch den Benutzer unmittelbar über den Magneten **22** der Verifikationseinrichtung **20** gebracht, so wird das visuelle Erscheinungsbild des Sicherheitselements **14** interaktiv verändert. In einem Bereich unmittelbar über dem Magneten **22**, der die Form des von dem Magneten **22** dargestellten Motivs, hier beispielsweise die Form der Buchstaben "OK" aufweist, wird der metallische Glanz des Sicherheitselements deutlich reduziert und eine farbige oder informationsführende Untergrundschicht wird sichtbar. Diese visuelle Änderung ist vollständig reversibel. Wird das Sicherheitselement **14** nämlich wieder von der Verifikationseinrichtung **20** entfernt, stellt sich nach kurzer Zeit der Ausgangszustand mit dem metallischen Glanz und dem einheitlichen optischen Effekt, bevorzugt einheitlichen Farbkippereffekt des Sicherheitselements **14** wieder ein.

**[0046]** Der Aufbau eines erfindungsgemäßen Sicherheitselements **14** und das Zustandekommen der reversiblen Änderung des visuellen Erscheinungsbilds werden nun mit Bezug auf die Querschnittsdarstellung der [Fig. 2](#) genauer erläutert. Dabei zeigt die linke Bildhälfte der Figur das Sicherheitselement **14** ohne Verifikationseinrichtung **20** bzw. einen Bereich **28** abseits des Magneten **22**, während die rechte Bildhälfte einen Bereich **26** des Sicherheitselements zeigt, der sich unmittelbar über dem Magneten **22** befindet.

**[0047]** Auf das Banknotenpapier **12** der Banknote **10** ist im Bereich des Sicherheitselements **14** eine Druckschicht **30** aufgebracht, die eine beliebige Information, wie etwa ein Linienmuster **32**, eine alphanumerische Zeichenfolge, ein Logo, ein Portrait oder

dergleichen darstellen kann. Über diese Druckschicht **30** ist im Siebdruckverfahren eine unter Normalbedingungen opake, optisch variable Farbschicht **34** aufgebracht, die einen Farbkippereffekt, beispielsweise von Grün bei senkrechter Aufsicht zu Blau bei schräger Betrachtung zeigt.

**[0048]** Die optisch variable Farbschicht **34** enthält eine Vielzahl von Mikrokapseln **36**, die jeweils eine Kapselhülle **38**, eine in der Kapselhülle **38** eingeschlossene Trägerflüssigkeit **40** und zumindest ein optisch variables und magnetisch ausrichtbares Pigment **42** aufweisen. Wie am besten in der Detaildarstellung der [Fig. 3](#) zu erkennen, ist das Pigment **42** dabei in der Mikrokapsel **36** im Wesentlichen frei drehbar **44** und durch ein äußeres Magnetfeld, wie etwa das Feld **24** des Permanentmagneten **22**, reversibel ausrichtbar. Weiter ist das Pigment **42** erfindungsgemäß mehrschichtig ausgebildet und weist zumindest eine magnetische Schicht **46** und zumindest eine nichtmagnetische Schicht **48** auf.

**[0049]** Im Ausführungsbeispiel der [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) stellen die Pigmente **42** beschichtete magnetische Reineisenpigmente dar, bei denen magnetische Carboneisenplättchen **46** mit einer nichtmagnetischen Siliziumdioxidbeschichtung **48** versehen sind. Derartige Pigmente zeigen bei Änderung des Betrachtungswinkels einen ausgeprägten Farbwechsel von grau-metallic zu schwarz-metallic. Pigmente dieser Art sind beispielsweise unter dem Handelsnamen Ferricon (R) Resist von Eckart erhältlich.

**[0050]** Im Rahmen der Erfindung werden die plättchenförmigen Pigmente **42** mit einem hohen Verhältnis von Plättchendurchmesser zu Plättchendicke erzeugt, wobei der (größte) Plättchendurchmesser vorzugsweise zwischen 2 µm und 150 µm, insbesondere zwischen 5 µm und 50 µm, und die Plättchendicke, bevorzugt zwischen 40 nm und 1,5 µm, insbesondere zwischen 200 nm und 1,3 µm liegt.

**[0051]** Da die Pigmente **42** innerhalb der Kapselhülle **38** im Wesentlichen frei drehbar sind, weisen sie ohne äußeres Magnetfeld keine Vorzugsorientierung auf. Die Pigmente **42** sind dann im Wesentlichen zufällig und damit insgesamt isotrop ausgerichtet. Die gleichmäßige Verteilung der Ausrichtung der Pigmente **42** in alle Richtungen ist in der linken Bildhälfte der [Fig. 2](#) schematisch dargestellt.

**[0052]** Im Bereich **26** unmittelbar über dem Magneten **22** werden die magnetisch ausrichtbaren Pigmente **42** dagegen aufgrund ihrer freien Drehbarkeit in der Kapselhülle **38** magnetisch ausgerichtet. Die plättchenförmigen Pigmente **42** orientieren sich dabei mit ihrer Plättchenausdehnung entlang der Magnetfeldlinien **24**. Bei der in [Fig. 2](#) gezeigten Situation treten die Magnetfeldlinien **24** im Bereich **26** im Wesentlichen senkrecht durch die Farbschicht **34** hindurch

und richten die Pigmente **42** somit ebenfalls im Wesentlichen senkrecht zur Ebene der Farbschicht **34** aus (rechte Bildhälfte der [Fig. 2](#)).

**[0053]** Wegen ihrer plättchenförmigen Gestalt wirken die Pigmente **42** für den Betrachter wie die Lamellen einer Jalousie, die den Blick auf die darunterliegende Druckschicht **30**, **32** freigeben oder ganz oder teilweise blockieren. In den Bereichen **28**, in denen die Pigmente **42** im Wesentlichen isotrop in ihren Kapselhüllen **38** angeordnet sind (linke Bildhälfte der [Fig. 2](#)), schränken sie die Sicht auf die Druckschicht **30** so stark ein, dass die Farbschicht **34** in diesem Bereich opak erscheint und der metallischen Glanz und der Farbkippereffekt der Pigmente **42** den visuellen Eindruck des Sicherheitselements **14** dominieren. Es versteht sich, dass in der Praxis die deckenden Wirkung der isotrop orientierten Pigmente **42** durch die Vielzahl der vorhandenen Pigmente verstärkt wird, deren Anzahl die wenigen Pigmente **42** der schematischen Darstellung der [Fig. 2](#) natürlich um ein Vielfaches übersteigt.

**[0054]** Im Bereich **26**, in dem die Pigmente **42** durch den Magneten **22** im Wesentlichen senkrecht zur Ebene der Farbschicht **34** ausgerichtet sind, geben diese dagegen wie die parallel gestellten Lamellen einer Jalousie den Blick auf die darunterliegende Druckschicht **30** und das Linienmuster **32** frei. Wegen des großen Verhältnisses von Plättchendurchmesser zu Plättchendicke ergibt sich ein hoher Kontrast zwischen deckenden Teilbereichen **28** und transluzenten Teilbereichen **26**. Darüber hinaus erscheint das durch die Plättchenausrichtung in den Teilbereichen **26**, **28** erzeugte Motiv für das menschliche Auge mit einem effektvollen, dreidimensional anmutenden Erscheinungsbild.

**[0055]** Wird das Sicherheitselement **14** wieder von dem Magneten **22** entfernt, so relaxieren die magnetisch ausgerichteten Pigmente **42** aufgrund ihrer Beweglichkeit innerhalb der Kapselhülle **38** nach einiger Zeit wieder in den im Wesentlichen isotropen Ausgangszustand der linken Bildhälfte der [Fig. 2](#). Die Änderung des visuellen Erscheinungsbildes des Sicherheitselements **14** wird also interaktiv ausgelöst und ist vollständig reversibel. Die Geschwindigkeit, mit der die Pigmente **42** in ihren Ausgangszustand zurückkehren, kann beispielsweise durch die Viskosität der Trägerflüssigkeit **40** in weitem Rahmen nach Wunsch eingestellt werden.

**[0056]** Es hat sich herausgestellt, dass durch die Mikroverkapselung der sowohl optisch variablen als auch magnetisch ausrichtbaren Pigmente **42** visuell sehr eindrucksvolle Effekte, insbesondere Farbkippereffekt, entstehen, die, wie oben beschrieben, mit einem interaktiven auslösbaren 3D-Effekt kombiniert sind. Wegen der erzielbaren eindrucksvollen Effekte, insbesondere Farbkippereffekte, kann erfindungs-

gemäß auf die Hinzufügung von Farbmittel zur Trägerflüssigkeit **40** und die Hinzufügung weiterer farbiger oder optisch variabler Pigmente zur Farbschicht **34** verzichtet werden. Auf diese Weise wird eine einfache und kostengünstige Herstellung der Sicherheitselemente ermöglicht, ohne dass Abstriche bei der Qualität des visuellen Erscheinungsbildes in Kauf genommen werden müssen. Ferner weist das erfindungsgemäße Sicherheitselement mit optisch variablen und zugleich magnetischen Eigenschaften aufgrund der erzielbaren eindrucksvollen optisch variablen Effekte einen sehr hohen Wiedererkennungswert und damit einen sehr hohen Fälschungsschutz auf. Schließlich erlaubt die Mehrschichtigkeit der Pigmente **42**, weitestgehend auf Stoffe zu verzichten, die aus Gesundheits- und/oder Umweltgesichtspunkten bedenklich sind, wie etwa Nickel oder Kobalt.

**[0057]** Besonders vorteilhafte Ausgestaltungen erfindungsgemäßer Mikrokapseln und magnetisch ausrichtbarer Pigmente werden nun mit Bezug auf die [Fig. 3](#) bis [Fig. 6](#) näher beschrieben.

**[0058]** In [Fig. 3](#) ist zur Illustration eine einzelne Mikrokapsel **36** der Farbschicht **34** der [Fig. 2](#) herausgegriffen und schematisch mit ihren Bestandteilen im Querschnitt gezeigt.

**[0059]** Der Durchmesser der Mikrokapseln **36** liegt erfindungsgemäß zwischen 1 µm und 200 µm, vorzugsweise zwischen 2 µm und 80 µm. Die Kapselhülle **38** der Mikrokapseln **36** besteht aus einem polymeren Hüllenmaterial. Verkapselungsverfahren und geeignete Hüllenmaterialien sind dem Fachmann bekannt. Insbesondere sind Aminoplaste, Phenoplaste, Gelatine und modifizierte Gelatine, Polyurethane und Polyacrylate als Hüllenmaterial geeignet. Die Dicke der Kapselhülle **38** beträgt im Rahme der Erfindung typischerweise zwischen 5% und 30%, vorzugsweise zwischen 10% und 20% des Kapseldurchmessers.

**[0060]** In vorteilhaften Gestaltungen enthält die Kapselhülle **38** neben dem polymeren Basismaterial eine weitere Schicht, die gewünschte Eigenschaften der Hülle verbessert, beispielsweise der Hülle eine höhere Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einflüsse verleiht.

**[0061]** Die in der Kapselhülle **38** eingeschlossene Trägerflüssigkeit **40** weist zweckmäßig eine Viskosität von 1 mPa·s bis 4000 mPa·s, insbesondere von 5 mPa·s bis 120 mPa·s, jeweils gemessen bei 20°C, auf. Durch die Viskosität der Trägerflüssigkeit **40** kann die Geschwindigkeit der Ausrichtung und der Rückkehr der Pigmente **42** zum isotropen Ausgangszustand gezielt beeinflusst werden.

**[0062]** Die Trägerflüssigkeit **40** besteht mit Vorteil aus einer Mischung von bis zu vier Substanzklassen, nämlich aus 10% bis 98% eines unpolaren Trägerme-

diums, aus 0 bis 90% eines amphiphilen Trägermediums, aus 0 bis 10% eines Oxidationsschutzstoffs und aus 0 bis 10% Additiven.

**[0063]** Als unpolares Trägermedium kommen vor allem Fettsäureester, insbesondere Triglyceride, gebildet aus Fettsäuren mit durchschnittlich nicht mehr als 1,5 Doppelbindungen infrage. Alternativ oder zusätzlich können Kohlenwasserstoffe, zweckmäßig mit einem Flammpunkt oberhalb von 65°C, bevorzugt sogar oberhalb von 80°C, als unpolares Trägermedium eingesetzt werden. Gesättigte Kohlenwasserstoffe sind dabei bevorzugt, besonders gut sind nach gegenwärtiger Kenntnis Isoparaffine geeignet. Auch Pflanzenöle, wie Sonnenblumen-, Oliven- oder Traubenkernöl und/oder Siliconöle können alternativ oder zusätzlich als unpolares Trägermedium verwendet werden.

**[0064]** Das amphiphile Trägermedium liegt besonders bevorzugt in einem Gewichtsanteil von 4% bis 40% vor. Als amphiphiles Trägermedium eignen sich beispielsweise ionische Tenside, Phospholipide, Fettalkohole, Fettalkoholderivate und Fettsäurederivate. Besonders bevorzugt sind gegenwärtig nichtionische Tenside bzw. generell oberflächenaktive Substanzen mit einem HLB(Hydrophilic-Lipophilic-Balance)-Wert nach Davies von weniger als 4,0, insbesondere von 1,0 bis 1,1. Beispielsweise kann als amphiphiles Trägermedium eine Substanz eingesetzt werden, die einen HLB-Wert nach Davies von 1,03 aufweist. Selbstverständlich kommen auch Mischungen der genannten Substanzen als amphiphiles Trägermedium infrage.

**[0065]** Als Oxidationsschutz kann die Trägerflüssigkeit beispielsweise Tocopherole, Tocotrienole oder Aldehyde enthalten. Als Additive kommen insbesondere Infrarot-Absorber oder UV-Absorber wie Hydroxyphenylbenzotriazole, Polymerisations-Inhibitoren, Stabilisatoren, Netz- und Dispergieradditive, Hydroxybenzophenon-Derivate oder nanopartikuläre UV-Absorber in Betracht.

**[0066]** Schließlich enthalten die Mikrokapseln **36** jeweils eines oder mehrere optisch variable, magnetisch ausrichtbare Mehrschichtpigmente **42**. Im Ausführungsbeispiel der [Fig. 3](#) sind die Mehrschichtpigmente **42** Reineisenpigmente in Form von magnetischen Carbonyleisenplättchen **46**, die mit einer nichtmagnetischen Siliziumdioxidbeschichtung **48** versehen sind, wie oben bereits genauer beschrieben.

**[0067]** Neben solchen beschichteten magnetischen Reineisenpigmenten können erfindungsgemäß auch andere magnetische Mehrschichtpigmente vorteilhaft eingesetzt werden. In einer bevorzugten Erfindungsvariante sind die magnetischen Mehrschichtpigmente dabei nichtsphärisch, insbesondere plättchenförmig ausgebildet und weisen einen größten Durch-

messer zwischen 2 µm und 150 µm, vorzugsweise zwischen 5 µm und 50 µm auf. Die magnetischen Mehrschichtpigmente weisen zumindest eine magnetische Schicht und zumindest eine nichtmagnetische Schicht auf. Der Gewichtsanteil der magnetischen Substanzen liegt dabei mit Vorteil zwischen 10% und 90%, insbesondere zwischen 35% und 75%.

**[0068]** Für die magnetischen Schichten kommen magnetische Metalloxide, insbesondere Eisenoxide, und dabei besonders bevorzugt Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, oder auch Chromoxid in Betracht. Auch magnetische Mischmetalloxide, wie etwa Chromeisenoxid, oder magnetische Metalle, wie Eisen, Kobalt, Nickel oder Gadolinium, können als magnetische Schichten eingesetzt werden.

**[0069]** Für die unmagnetischen Schichten kommen insbesondere Oxide, wie Siliziumdioxid, Titandioxid oder Zinnoxid, oder unmagnetische Metalle, wie etwa Aluminium, Chrom, Kupfer oder Gold, in Betracht.

**[0070]** Eine der magnetischen oder unmagnetischen Schichten kann auch durch das Trägermaterial des Pigments gebildet sein, beispielsweise bei Pigmenten, die auf Glimmer-, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-, SiO<sub>2</sub>-, Reineisen- oder Eisenoxid-Flocken basieren.

**[0071]** Ein konkretes Beispiel für ein besonders vorteilhaftes optisch variables, magnetisches Interferenzpigment **50** ist in [Fig. 4](#) dargestellt. Das magnetische Interferenzpigment **50** besteht aus insgesamt sieben Schichten und enthält neben einer Magnetischen Schicht zwei Fabry-Perot-Strukturen, die dem Pigment sein optisch variables Erscheinungsbild verleihen. Das magnetische Interferenzpigment **50** enthält eine metallische oder oxidische Magnetschicht **52**, die auf beiden Seiten mit Fabry-Perot-Strukturen **54**, **56** versehen ist, die jeweils aus einer dünnen Chrom-Absorberschicht **58**, einer dielektrischen MgF<sub>2</sub>-Abstandsschicht **60** aus und einer Aluminium-Reflektorschicht **62** bestehen. Die beiden Fabry-Perot-Strukturen **54**, **56** können identisch oder auch unterschiedlich ausgebildet sein und im letzteren Fall von gegenüberliegenden Seiten unterschiedliche Farbkipp-effekte zeigen.

**[0072]** [Fig. 5](#) zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen magnetischen Mehrschichtpigments **70**. Das Pigment **70** enthält Korund (α-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)-Kristallflocken **72** als Trägermaterial und eine Interferenzbeschichtung **74** aus Eisenoxid (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) und gegebenenfalls zusätzlich Titandioxid (TiO<sub>2</sub>).

**[0073]** Alternativ kann ein für das erfindungsgemäße Sicherheitselement eingesetztes magnetisches oxidisches Mehrschichtpigment auch Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, insbesondere Korund, als Trägermaterial und einer bevorzugt zweischichtigen Interferenzbeschichtung aus Eisenoxid und Magnesiumoxid aufweisen. Ein solches

Mehrschichtpigment weist einen optisch variablen, goldenen Farbton auf.

[0074] Um ein silberfarbiges, optisch variables und magnetisches Pigment zu erhalten, kann ein  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -, insbesondere Korund-Trägermaterial mit einer Interferenzbeschichtung aus  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (Eisenoxid) sowie einer oder mehreren Schichten aus  $\text{SiO}_2$  (Siliziumdioxid),  $\text{TiO}_2$  (Titandioxid) oder  $\text{SnO}_2$  (Zinnoxid) versehen werden.

[0075] Anzumerken ist bezüglich der magnetischen oxydischen Mehrschichtpigmente, dass als Trägermaterial und als Material der Interferenzbeschichtung selbstverständlich auch andere Substanzen eingesetzt werden können. Beispielsweise kann als Trägermaterial neben  $\text{Al}_2\text{O}_3$  auch Siliziumdioxid ( $\text{SiO}_2$ ) oder natürliches Mica (ein natürlich vorkommendes Mineral) oder aber synthetische Mica eingesetzt werden. Denkbar sind als Trägermaterial ferner auch synthetische Glasmaterialien. Alle vorstehend genannten magnetischen oxydischen Mehrschichtpigmente sind optisch variabel im Sinne der vorliegenden Erfindung und eignen sich deshalb als optisch variable und magnetisch ausrichtbare Pigmente in Mikrokapseln der optisch variablen Farbschicht.

[0076] Schließlich sind nach einer weiteren, ebenfalls bevorzugten Erfindungsvariante die magnetischen Mehrschichtpigmente durch Nanopartikel **80** mit einem magnetischen metallischen Kern **82** und einer nichtmagnetischen Kohlenstoffummantelung **84** gebildet, wie in **Fig. 6(a)** gezeigt. Derartige Nanopartikel weisen einen Durchmesser auf, der lediglich zwischen 20 nm und 50 nm, beispielsweise bei etwa 30 nm liegt. Als magnetische Metalle für den Kern **82** kommen beispielsweise Eisen oder Kobalt infrage. Die Kohlenstoffummantelung kann insbesondere aus einer oder mehreren Graphenschichten bestehen, die den Metallkern vor Oxidation schützt. Die Dicke der Kohlenstoffummantelung liegt vorzugsweise im Bereich von 1 nm. Weisen die beschichteten Nanomagnete zumindest in gewissem Umfang optisch variable Eigenschaften im Sinne der weiter oben gegebenen Definition auf, können sie im Rahmen der Erfindung alternativ oder zusätzlich zu den oben beschriebenen nichtsphärischen Pigmenten eingesetzt werden.

[0077] Werden Nanopartikel **80** als magnetische Pigmente verwendet, so sind in jeder Mikrokapsel jeweils mehrere Nanopartikel **80** verkapselt, wie in **Fig. 6(b)** gezeigt. Ohne äußeres Magnetfeld sind die Nanopartikel **80** in der Trägerflüssigkeit **40** der Mikrokapsel **36** gleichförmig verteilt und führen daher zu einem opaken, optisch variablen Erscheinungsbild der Farbschicht **34**. Wird die Farbschicht **34** über eine Verifikationseinrichtung **20** gebracht, so richten sich die Nanopartikel **80** kettenförmig **86** entlang der Magnetfeldlinien **24** aus, wie in **Fig. 6(c)** schematisch darge-

stellt. In diesem Zustand geben die Nanopartikel **80** den Blick auf eine darunterliegende Druckschicht frei. Nach dem Entfernen des äußeren Magnetfelds relaxieren die Nanopartikel **80** aus der Kettenanordnung **86** und verteilen sich im Volumen der Mikrokapsel **36**, so dass nach einiger Zeit wieder ein Zustand wie in **Fig. 6(b)** erreicht wird. Auch mit sphärischen Nanopartikeln **80** lässt sich so ein reversibles, interaktiv auslösbares Echtheitskennzeichen verwirklichen.

[0078] Bei der mit Bezug auf **Fig. 2** beschriebenen Gestaltung erfolgt die Echtheitsprüfung des Sicherheitselements **14** mit einer separaten Verifikationseinrichtung **20**. Es ist jedoch auch möglich, für die Echtheitsprüfung ein Verifikationselement auf einer Banknote selbst vorzusehen, so dass das Sicherheitselement und das Verifikationselement eine zusammengehörige Sicherheitsanordnung bilden, wie nunmehr anhand des Ausführungsbeispiels der **Fig. 7** erläutert.

[0079] Die in **Fig. 7(a)** gezeigte Banknote **90** enthält ein Sicherheitselement **92** der oben beschriebenen Art sowie ein Verifikationselement **94**, das bezüglich der Mittellinie **96** der Banknote **90** spiegelsymmetrisch zu dem Sicherheitselement **92** aufgebracht ist. Das Verifikationselement **94** weist einen Magnetbereich **98** auf, in dem magnetisches Material mit einer Magnetisierung senkrecht zur Papierebene und in Form eines gewünschten Motivs, wie etwa des in **Fig. 7(a)** dargestellten Wappens, vorliegt. Die Motivform des Magnetbereichs **98** kann offen sichtbar sein oder auch verdeckt sein, beispielsweise durch einen dunklen Überdruck.

[0080] Durch Falten der Banknote **90** um die Mittellinie **96** kommt das Verifikationselement **96** mit seinem Magnetbereich **98** auf dem Sicherheitselement **92** zu liegen, wie in **Fig. 7(b)** gezeigt. Durch die Magnetisierung des Magnetbereichs **98** wird der visuelle Eindruck des Sicherheitselements **92** in der oben beschriebenen Art interaktiv und reversibel verändert. Insbesondere zeigt das Sicherheitselement **92** bei der Überlagerung das Wappenmotiv des Magnetbereichs **98**. Im Innern des Wappenmotivs können auch weitere Informationen, wie etwa die Denomination **95** der Banknote, sichtbar werden. Die Banknote **90** kann daher durch einfaches Falten auf Echtheit geprüft werden, ohne dass externe Verifikationsmittel erforderlich wären.

[0081] Die Erfindung kann auch bei Karten vorteilhaft eingesetzt werden, wie anhand des Ausführungsbeispiels der **Fig. 8** illustriert. **Fig. 8(a)** zeigt eine Aufsicht auf eine Identifikationskarte **100**, wie etwa eine Ausweiskarte, Bankkarte, Kreditkarte oder einen Führerschein. Die Identifikationskarte **100** enthält typischerweise eine oder mehrere offene Kennzeichnungen, beispielsweise eine Seriennummer **102** und/oder ein Portrait **104** des Karteninhabers.

<b>[0082]</b> Zusätzlich enthält die Identifikationskarte <b>100</b> ein erfindungsgemäßes Sicherheitselement <b>106</b> , das im Ausführungsbeispiel durch eine Druckschicht mit einer zweiten verkleinerten Portraitdarstellung des Karteninhabers und eine auf die zweite Portraitdarstellung aufgedruckte, optisch variable Farbschicht der in Zusammenhang mit <b>Fig. 2</b> beschriebenen Art gebildet ist. Wegen der im Wesentlichen isotropen Ausrichtung der verkapselten Pigmente <b>42</b> ist die optisch variable Farbschicht unter Normalbedingungen opak, so dass die zweite Portraitdarstellung für einen Betrachter verborgen ist ( <b>Fig. 8(a)</b> ).	<b>22</b> <b>24</b> <b>30</b> <b>32</b> <b>34</b> <b>36</b> <b>38</b> <b>40</b> <b>42</b> <b>44</b> <b>46</b> <b>48</b> <b>50</b> <b>52</b>	Permanentmagnet Magnetfeldlinien Druckschicht Linienmuster optisch variable Farbschicht Mikrokapseln Kapselhülle Trägerflüssigkeit magnetisch ausrichtbares Pigment Drehung magnetische Schicht nichtmagnetische Schicht Interferenzpigment Magnetschicht
<b>[0083]</b> Zur Authentifizierung wird die Identifikationskarte <b>100</b> in eine zugehörige Kartenaufnahme <b>110</b> gelegt, die, wie in <b>Fig. 8(b)</b> gezeigt, als Verifikationseinrichtung einen auf die Lage, Größe und Form des Sicherheitselements <b>106</b> abgestimmten Permanentmagneten <b>112</b> enthält. Bei einer echten Identifikationskarte <b>100</b> werden die magnetisch ausrichtbaren Pigmente <b>42</b> durch die Magnetisierung des Magneten <b>112</b> senkrecht zur Ebene des Sicherheitselements <b>106</b> ausgerichtet und geben dadurch den Blick auf die zweite Portraitdarstellung <b>114</b> frei, wie in <b>Fig. 8(c)</b> dargestellt. Das Erscheinen der zweiten Portraitdarstellung <b>114</b> und die Übereinstimmung mit dem ersten Portrait <b>104</b> kann somit zur Echtheitsprüfung der Karte <b>100</b> und als Berechtigungsnachweis des Karteninhabers eingesetzt werden.	<b>54, 56</b> <b>58</b> <b>60</b> <b>62</b> <b>70</b> <b>72</b> <b>74</b> <b>80</b> <b>82</b> <b>84</b> <b>86</b> <b>90</b> <b>92</b> <b>94</b> <b>95</b> <b>96</b> <b>98</b>	Fabry-Perot-Strukturen Chrom-Absorberschicht dielektrische MgF <sub>2</sub> -Abstandsschicht Aluminium-Reflektorschicht magnetisches Mehrschichtpigment Korund( $\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )-Kristallflocken Interferenzbeschichtung Nanopartikel magnetischer metallischer Kern Kohlenstoffummantelung kettenförmige Ausrichtung Banknote Sicherheitselement Verifikationselement Denomination Mittellinie Magnetbereich
<b>[0084]</b> Es versteht sich, dass die Echtheitsprüfung auch auf andere Weise erfolgen kann. Beispielsweise kann der Permanentmagnet <b>112</b> selbst in Form eines Motivs, etwa der Buchstaben "OK" ausgebildet sein, wobei das Motiv des Permanentmagneten <b>112</b> beim Einlegen einer echten Identifikationskarte <b>100</b> in die Kartenaufnahme <b>110</b> im Sicherheitselement <b>106</b> erscheint.	<b>100</b> <b>102</b> <b>104</b> <b>106</b> <b>110</b> <b>112</b> <b>114</b> <b>120</b> <b>122</b>	Identifikationskarte Seriennummer Portrait Sicherheitselement Kartenaufnahme Permanentmagnet zweite Portraitdarstellung Identifikationskarte Verifikationselement
<b>[0085]</b> Mit Bezug auf <b>Fig. 9</b> können Identifikationskarten <b>120</b> auch in einem weiteren Bereich selbst ein Verifikationselement <b>122</b> mit einem motivförmigen Magnetbereich enthalten, mit dem das Sicherheitselement <b>106</b> einer zweiten Karte <b>120</b> geprüft werden kann. Zur Authentifizierung wird die zweite Karte um 180° gedreht auf die erste Karte aufgelegt, so dass das Sicherheitselement <b>106</b> der zweiten Karte auf das Verifikationselement <b>122</b> der ersten Karte zu liegen kommt. Das Motiv des Verifikationselements <b>122</b> der ersten Karte wird dann in dem Sicherheitselement <b>106</b> der zweiten Karte sichtbar. Auf diese Weise können sich zwei Identifikationskarten <b>120</b> gegenseitig verifizieren.		

## Bezugszeichenliste

<b>10</b>	Banknote
<b>12</b>	Banknotenpapier
<b>14</b>	Sicherheitselement
<b>20</b>	Verifikationseinrichtung

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- WO 2009/074284 A2 [[0004](#)]

**Zitierte Nicht-Patentliteratur**

- [http://de.wikipedia.org/wiki/Farbs  
%C3%A4ttigung](http://de.wikipedia.org/wiki/Farbs%C3%A4ttigung) [[0008](#)]

### Patentansprüche

1. Optisch variables Sicherheitselement zur Absicherung von Wertgegenständen mit einer optisch variablen Farbschicht, **dadurch gekennzeichnet**, dass die optisch variable Farbschicht eine Vielzahl von Mikrokapseln enthält, die jeweils eine Kapselhülle, eine in der Kapselhülle eingeschlossene Trägerflüssigkeit und zumindest ein optisch variables und magnetisch ausrichtbares Pigment aufweisen, welches in der Mikrokapsel im Wesentlichen frei drehbar und durch ein äußeres Magnetfeld reversibel ausrichtbar ist und welches mehrschichtig mit zumindest einer magnetischen Schicht und mit zumindest einer nichtmagnetischen Schicht ausgebildet ist.

2. Sicherheitselement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Gewichtsanteil der magnetischen Substanzen in den verkapselten Pigmenten zwischen 10% und 90%, vorzugsweise zwischen 35% und 75% liegt.

3. Sicherheitselement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Pigmente innerhalb ihrer Mikrokapsel ohne äußeres Magnetfeld im Wesentlichen isotrop ausgerichtet sind.

4. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Pigmente nichtsphärische Pigmente umfassen, insbesondere Pigmente, die plättchenförmig ausgebildet sind, wobei das Verhältnis des größten zum kleinsten Durchmesser (Durchmesser-zu-Dickenverhältnis) der nichtsphärischen Pigmente mehr als 4:1, bevorzugt mehr als 10:1 beträgt und besonders bevorzugt zwischen 20:1 und 200:1 liegt.

5. Sicherheitselement nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der größte Durchmesser der nichtsphärischen Pigmente zwischen 2 µm und 150 µm, vorzugsweise zwischen 5 µm und 50 µm liegt.

6. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Pigmente magnetische Interferenzpigmente mit einer Fabry-Perot-Struktur, magnetische oxidische Mehrschichtpigmente und/oder beschichtete magnetische Reineisenpigmente umfassen.

7. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Pigmente magnetische metallische Nanopartikel mit einer nichtmagnetischen Kohlenstoffummantelung, insbesondere einer Graphenummantelung, umfassen, die vorzugsweise einen Durchmesser zwischen 20 nm und 50 nm aufweisen.

8. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerflüssigkeit besteht aus 10% bis 98% eines un-

polaren Trägermediums, aus 0 bis 90% eines amphiphilen Trägermediums, aus 0 bis 10% eines Oxidationsschutzstoffs und aus 0 bis 10% Additiven, insbesondere UV- oder IR-Absorbern, Netz- und Dispergieradditiven, Polymerisations-Inhibitoren oder Stabilisatoren.

9. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrokapseln neben dem zumindest einen optisch variablen und magnetisch ausrichtbaren Pigment keine zusätzlichen Farbstoffe enthalten.

10. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die optisch variable Farbschicht neben den in den Mikrokapseln enthaltenen Pigmenten keine weiteren farbigen oder optisch variablen Pigmente enthält.

11. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrokapseln einen Durchmesser zwischen 1 µm und 200 µm, vorzugsweise zwischen 2 µm und 80 µm aufweisen.

12. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die optisch variable Farbschicht auf einer informationsführenden Untergrundschrift, insbesondere einer Offset-, Siebdruck-, Flexodruckschicht oder einer Stichtiefdruckschicht aufgebracht ist und/oder dass die optisch variable Farbschicht mit einer thermochromen oder magnetischen Untergrundschrift kombiniert ist, wobei die magnetische Untergrundschrift vorzugsweise in Form von Muster, Zeichen oder einer Codierung vorliegt.

13. Verfahren zum Herstellen eines optisch variablen Sicherheitselements zur Absicherung von Wertgegenständen, bei dem auf ein Substrat eine optisch variable Farbschicht aufgebracht wird, die eine Vielzahl von Mikrokapseln enthält, die jeweils eine Kapselhülle, eine in der Kapselhülle eingeschlossene Trägerflüssigkeit und zumindest ein optisch variables und magnetisch ausrichtbares Pigment aufweisen, welches in der Mikrokapsel im Wesentlichen frei drehbar und durch ein äußeres Magnetfeld reversibel ausrichtbar ist und welches mehrschichtig mit zumindest einer magnetischen Schicht und mit zumindest einer nichtmagnetischen Schicht ausgebildet ist.

14. Sicherheitsanordnung zur Absicherung von Sicherheitspapieren, Wertdokumenten, Datenträgern und dergleichen mit einem Sicherheitselement nach einem der Ansprüche 1 bis 12 und mit einem Verifikationselement mit einem Magnetbereich.

15. Sicherheitsanordnung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Magnetbereich magnetisches Material in Form von Muster, Linien,

Zeichen oder einer Codierung vorliegt und/oder dass der Magnetbereich im Wesentlichen senkrecht zur Ebene des Verifikationselements magnetisiert ist.

16. Datenträger mit einem Sicherheitselement nach einem der Ansprüche 1 bis 12 oder mit einer Sicherheitsanordnung nach einem der Ansprüche 14 oder 15, wobei das Sicherheitselement und das Verifikationselement der Sicherheitsanordnung bevorzugt geometrisch so auf dem Datenträger angeordnet sind, dass das Sicherheitselement durch Biegen oder Falten des Datenträgers über das Verifikationselement bringbar ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

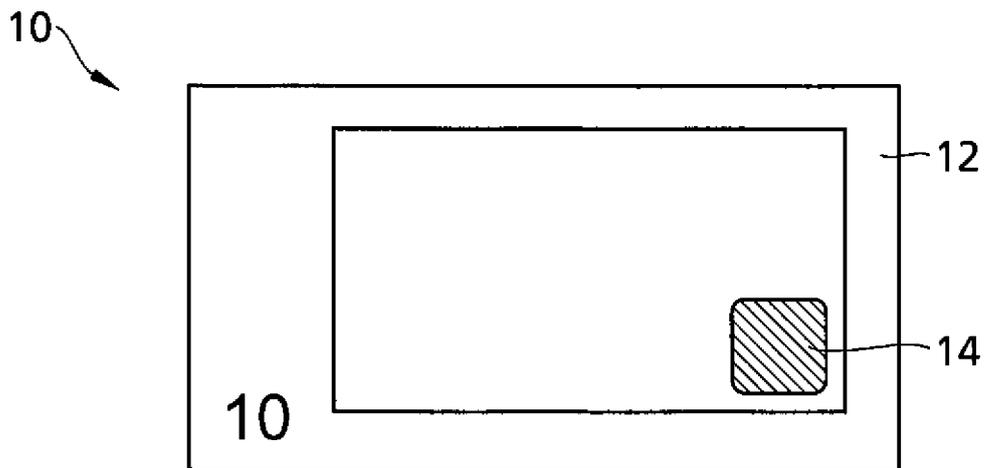


Fig. 1

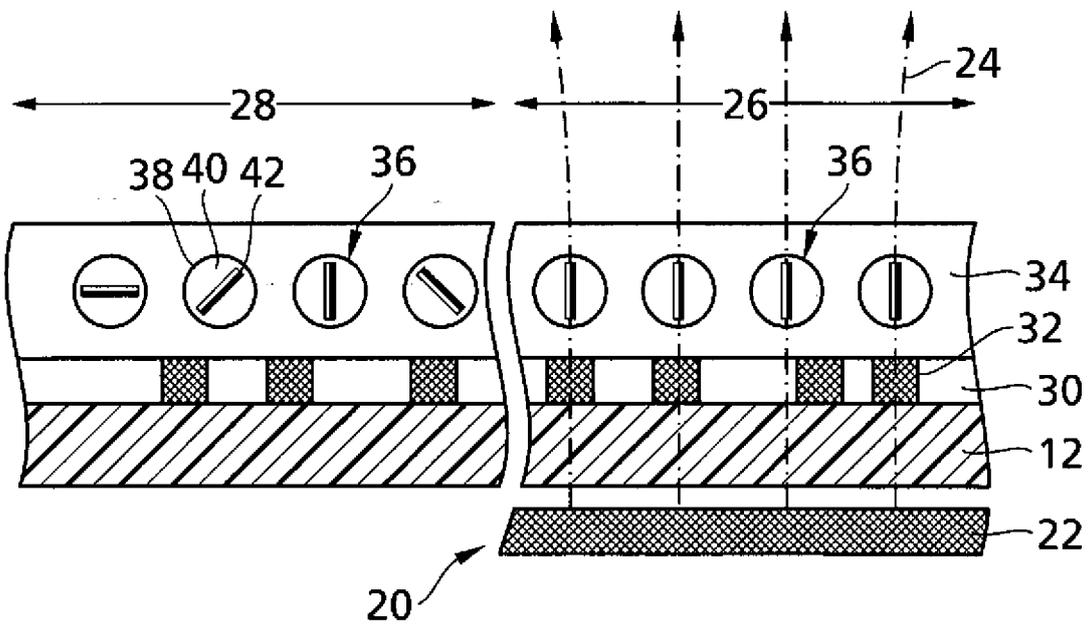


Fig. 2

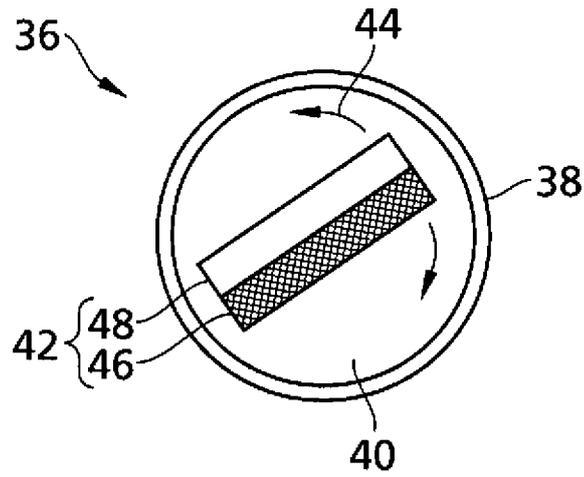


Fig. 3

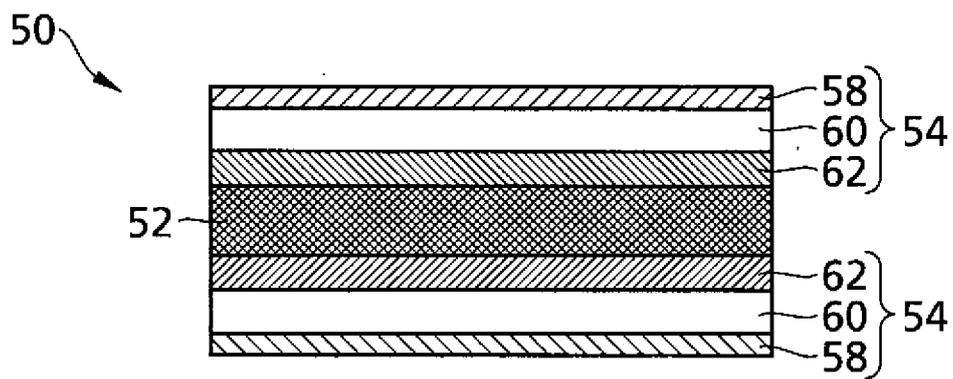


Fig. 4



Fig. 5

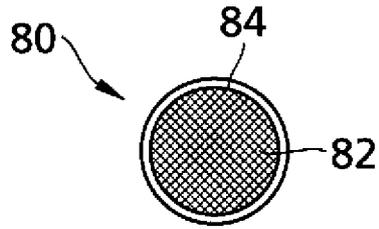


Fig. 6a

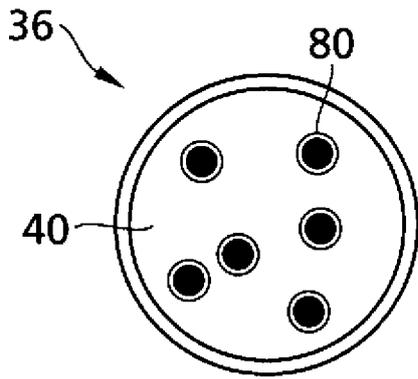


Fig. 6b

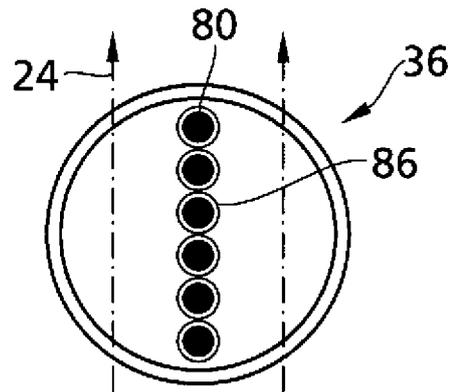


Fig. 6c

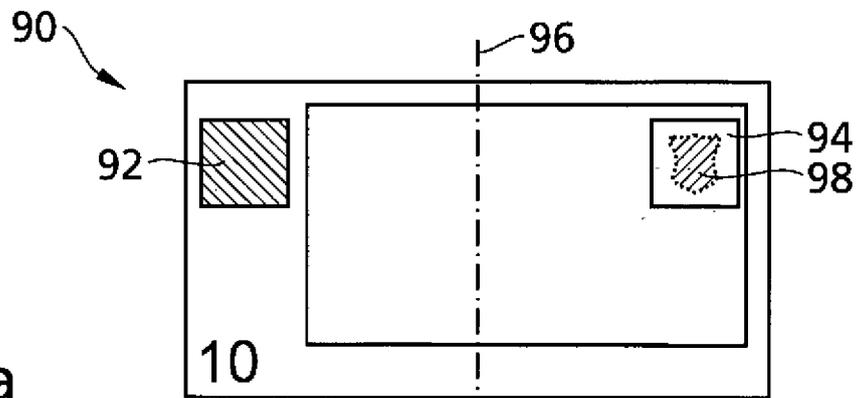


Fig. 7a

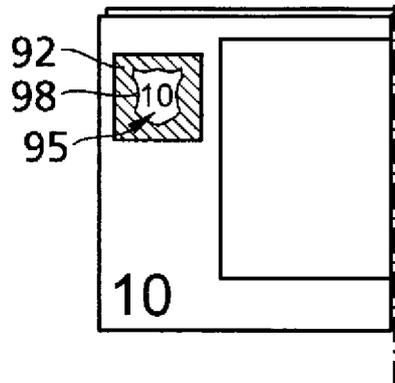


Fig. 7b

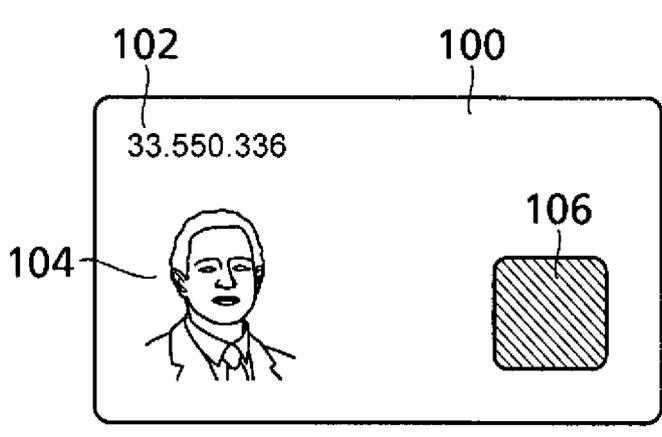


Fig. 8a

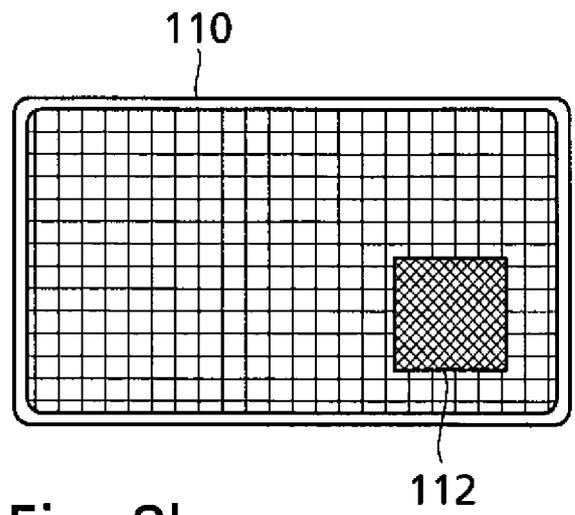


Fig. 8b

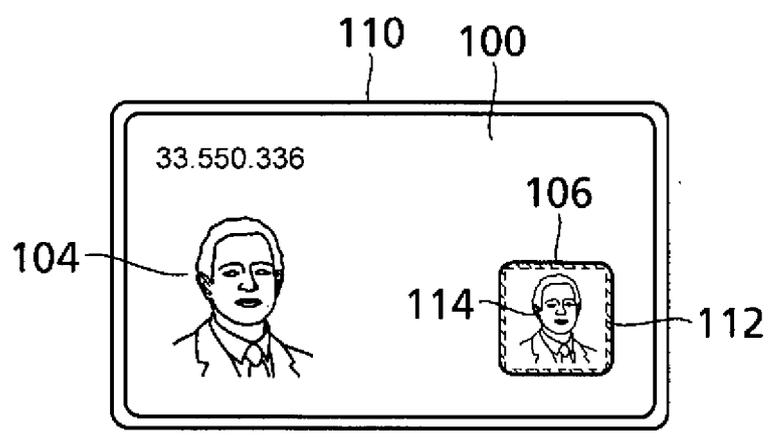


Fig. 8c

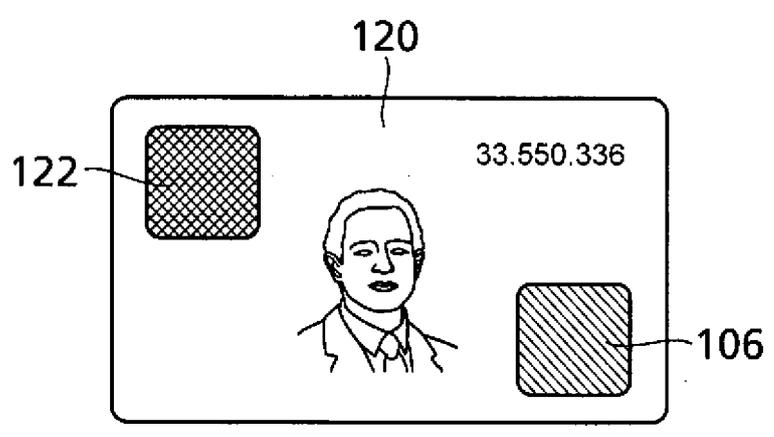


Fig. 9