

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
20. August 2009 (20.08.2009)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2009/100874 A2**

- (51) **Internationale Patentklassifikation:** Nicht klassifiziert
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2009/000912
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**  
10. Februar 2009 (10.02.2009)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**  
10 2008 008 440.9  
11. Februar 2008 (11.02.2008) DE
- (71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US):** GIESECKE & DEVRIENT GMBH [DE/DE]; Prinzregentenstrasse 159, 81677 München (DE).

- (72) **Erfinder; und**
- (75) **Erfinder/Anmelder (nur für US):** SCHIFFMANN, Peter [DE/DE]; Angerstrasse 12a, 85354 Freising (DE). OTTO, Daniela [DE/DE]; Zeppelinstrasse 79, 81669 München (DE).
- (74) **Anwalt:** KLUNKER.SCHMITT-NILSON.HIRSCH; Destouchesstr. 68, 80796 München (DE).

- (81) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart):** AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,

KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart):** ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

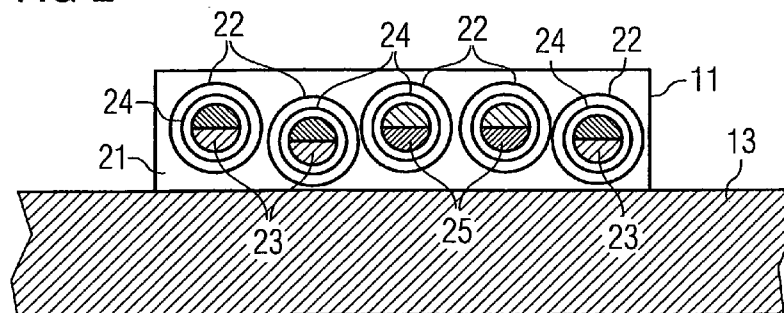
**Veröffentlicht:**

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

(54) **Title:** SECURITY ELEMENT

(54) **Bezeichnung:** SICHERHEITSELEMENT

**FIG 2**



(57) **Abstract:** The invention relates to a security element (12) for safeguarding valuables, comprising a substrate with a plurality of particles that are suitable to represent at least two distinct information states, the change between the information states being reversible and being effected under the reciprocal effect of an external mechanical force and gravitational force on the substrate.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Sicherheitselement (12) zur Absicherung von Wertgegenständen, umfassend ein Substrat mit einer Vielzahl von Teilchen, die zur Darstellung mindestens zweier unterscheidbarer Informationszustände geeignet sind, wobei der Wechsel zwischen den Informationszuständen reversibel ist und unter der Wechselwirkung von einer äußeren mechanisch Kraft und der Schwerkraft auf das Substrat bewirkt wird.



WO 2009/100874 A2

### Sicherheitselement

- Die Erfindung betrifft ein Sicherheitselement zur Absicherung von Wertge-  
5 genständen sowie einen mit dem Sicherheitselement ausgestatteten Daten-  
träger. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung eines der-  
artigen Sicherheitselements sowie ein Verfahren zur Echtheitsprüfung eines  
Sicherheitselementes und eines Datenträgers.
- 10 Datenträger, wie Wert- oder Ausweisdokumente, aber auch andere Wertge-  
genstände, wie etwa Markenartikel, werden zur Absicherung oft mit Sicher-  
heitselementen versehen, die eine Überprüfung der Echtheit des Datenträ-  
gers gestatten und die zugleich als Schutz vor unerlaubter Reproduktion  
dienen. Die Sicherheitselemente können beispielsweise in Form eines in eine  
15 Banknote eingebetteten Sicherheitsfadens, einer Abdeckfolie für eine Bank-  
note mit Loch, eines aufgebrachten Sicherheitsstreifens, eines selbsttragen-  
den Transferelements oder auch in Form eines direkt auf ein Wertdokument  
aufgedruckten Merkmalsbereichs ausgebildet sein.
- 20 Beispielsweise werden bei der Echtheitsabsicherung Sicherheitselemente  
eingesetzt, die beim Einbringen in ein magnetisches oder elektrisches Feld  
optisch erkennbare oder maschinell messbare Effekte produzieren. Diese  
Effekte können nur sehr schwer nachgeahmt werden und schützen vor uner-  
laubtem Kopieren. Aus der EP 1 747 906 A2 sind Sicherheitsdokumente mit  
25 Mikrokapseln bekannt, die beim Anlegen eines externen elektrischen oder  
magnetischen Feldes ihre Ausrichtung ändern und damit das Sicherheits-  
element optisch ändern.
- Nachteilig an den im Stand der Technik beschriebenen Varianten ist, dass  
30 die Echtheitsprüfung nur möglich ist, wenn ein externes elektrisches oder

- 2 -

magnetisches Feld zur Verfügung steht. Eine schnelle und einfache Prüfung ist somit nicht möglich.

Ausgehend davon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Sicherheitselement der eingangs genannten Art weiter zu verbessern und insbesondere ein Sicherheitselement mit hoher Fälschungssicherheit zu schaffen, dessen Echtheit dennoch leicht überprüft werden kann.

Diese Aufgabe wird durch das Sicherheitselement mit den Merkmalen des Hauptanspruchs gelöst. Ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Sicherheitselements, ein entsprechend ausgestatteter Datenträger sowie ein Verfahren zur Echtheitsprüfung eines Sicherheitselementes und eines Datenträgers sind in den nebengeordneten Ansprüchen angegeben. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Gemäß der Erfindung umfasst ein gattungsgemäßes Sicherheitselement ein Substrat mit einer Vielzahl von Teilchen. Die Teilchen sind zur Darstellung mindestens zweier unterscheidbarer Informationszustände geeignet, wobei der Wechsel zwischen den Informationszuständen reversibel ist und unter der Einwirkung der Schwerkraft und gegebenenfalls einer äußeren mechanischen Kraft bewirkt wird.

Die Gesamtheit der Teilchen stellt bei Einwirkung nur der Schwerkraft einen ersten Informationszustand dar. Bei zusätzlicher Einwirkung einer äußeren mechanischen Kraft stellt die Gesamtheit der Teilchen einen zweiten Informationszustand dar. Wird die Einwirkung der äußeren mechanischen Kraft verändert oder auch entfernt, so dass nur noch die Schwerkraft einwirkt, stellt die Gesamtheit der Teilchen beispielsweise den ersten Informationszu-

stand wieder dar oder geht in einen dritten, vom ersten und zweiten Informationszustand unterscheidbaren Informationszustand über.

5 Unter einem Informationszustand wird gemäß der Erfindung Folgendes verstanden. Jedes Teilchen befindet sich in einem bestimmten ersten Zustand, der eine erste Teilinformation darstellt. Die Gesamtheit der ersten Teilinformationen aller Teilchen bildet einen ersten Informationszustand. Beim Einwirken einer äußeren Kraft ändert sich der jeweilige Zustand der Teilchen und jedes Teilchen vermittelt eine von der ersten Teilinformation unter-  
10 scheidbare zweite Teilinformation. Die Gesamtheit der zweiten Teilinformationen ergibt dann den zweiten Informationszustand.

Bei der äußeren mechanischen Kraft handelt es sich vorzugsweise um Kippen oder Schütteln.

15 Unter „Kippen“ wird erfindungsgemäß die Rotation des Sicherheitselementes um eine beliebige Achse, vorzugsweise um eine durch das Sicherheitselement gelegte Achse verstanden.

20 Beim Schütteln wird das Sicherheitselement auf einer Bahn vor und zurück bewegt werden, so dass sich eine Schüttelbewegung ergibt.

Die Teilchen, die beim Kippen einen Informationswechsel zeigen, sind drehbar gelagert, ihre jeweilige Oberfläche setzt sich aus mindestens zwei  
25 unterscheidbaren Oberflächenbereichen zusammen und ihr jeweiliger Massenschwerpunkt entspricht nicht dem jeweiligen geometrischen Volumenschwerpunkt, so dass die Teilchen im Feld der Schwerkraft räumlich ausgerichtet sind.

In bevorzugten Ausführungsformen ist der Informationswechsel bei einem Rotations- bzw. Kippwinkel von maximal  $90^\circ$ , besonders bevorzugt bei einem Rotations- bzw. Kippwinkel zwischen  $30^\circ$  und  $60^\circ$  beobachtbar. Beispielsweise bedeutet dies für einen Betrachter, für den der erste Informationszustand erkennbar ist, dass er nach dem Kippen des Sicherheitselementes um maximal  $90^\circ$  um eine geeignete Achse den zweiten Informationszustand erkennt. In einer erfindungsgemäßen, besonders bevorzugten Ausführungsform kann beim Zurückkippen der erste Informationszustand wieder hergestellt werden.

10

Vorzugsweise handelt es sich bei den Teilchen um Körper mit konkaven oder kugelförmigen Grenzflächen, bevorzugt um Kugeln, Zylinder, Tonnenkörper oder Ellipsoide, besonders bevorzugt um Kugeln.

15 Es versteht sich von selbst, dass unter die Bezeichnungen für die geometrischen Körper nicht nur der ideale Fall der perfekten geometrischen Ausgestaltung der Körper fällt, sondern auch Körper mit Abweichungen vom Ideal. Beispielsweise fällt unter den Begriff „Kugel“ nicht nur die Kugel als geometrisch perfekter Körper, sondern auch kugelförmige Gebilde.

20

Bei den Teilchen handelt es sich vorzugsweise um Mikroteilchen. Dies bedeutet, dass alle Größenabmessungen, wie z.B. Länge oder Durchmesser, im Mikrometerbereich liegen.

25 Der Teilchendurchmesser einer erfindungsgemäßen Kugel beträgt vorzugsweise  $200\ \mu\text{m}$  oder weniger, bevorzugt  $50\ \mu\text{m}$  oder weniger, besonders bevorzugt  $10$  bis  $30\ \mu\text{m}$ .

Die jeweiligen Oberflächen der Teilchen setzen sich aus mindestens zwei unterscheidbaren Oberflächenbereichen zusammen.

Vorzugsweise nehmen die unterscheidbaren Oberflächenbereiche jeweils  
5 mindestens ein Drittel, vorzugsweise die Hälfte der Teilchenoberfläche ein. Besonders bevorzugt überlappen die Oberflächenbereiche nicht. Überlappen die Oberflächenbereiche nicht, hat dies den Vorteil, dass die Eigenschaften der Teiloberflächen besonders gut beobachtet werden können.

10 Selbstverständlich ist es möglich, auch mehr als zwei unterscheidbare Oberflächenbereiche auf der Teilchenoberfläche vorzusehen. So können ohne Weiteres auch drei oder vier unterscheidbare Oberflächenbereiche vorliegen.

Die Oberflächenbereiche sind vorzugsweise mit sehr einfachen Hilfsmitteln,  
15 besonders bevorzugt mit bloßem Auge unterscheidbar.

Als einfache Hilfsmittel kommen z.B. Lupe, UV-Lampe, Polarisationsfilter und Ähnliches in Betracht.

20 In einer weiteren Ausführungsform können die Oberflächenbereiche zusätzlich maschinell unterschieden werden. Die Unterscheidung kann hierbei über die maschinelle Vermessung der Eigenschaft erfolgen, die auch mit den einfachen Hilfsmitteln oder dem bloßen Auge wahrgenommen wird. Vorzugsweise unterscheiden sich die Oberflächenbereiche aber in einer weite-  
25 ren, nur maschinell messbaren Eigenschaft.

Beispielsweise weist einer der Oberflächenbereiche oder mindestens zwei der Oberflächenbereiche magnetische, elektrische, lichtpolarisierende, im

nichtsichtbaren Wellenlängenbereich absorbierende und/oder emittierende und ähnliche Eigenschaften auf.

5 Mit den zusätzlichen maschinell messbaren Eigenschaften können alle Teilchen oder auch nur ein Teil der Teilchen im Sicherheitselement versehen sein.

Mithilfe der magnetischen und elektrischen Eigenschaften können die Teilchen zusätzlich gesteuert werden.

10

Besonders bevorzugt unterscheiden sich die mindestens zwei Oberflächenbereiche in einer nur mit bloßem Auge unterscheidbaren Eigenschaft und in einer nur maschinell messbaren Eigenschaft.

15 Unter einer mit bloßem Auge unterscheidbaren Eigenschaft handelt es sich erfindungsgemäß um Eigenschaften, die ein Betrachter im sichtbaren Spektralbereich (VIS) wahrnehmen kann.

20 Besonders bevorzugt unterscheiden sich die Oberflächenbereiche in spektralen Eigenschaften, wie Absorption, Emission und/oder Reflektion.

Beispielsweise weist ein Teilchen zwei im sichtbaren Spektralbereich unterschiedliche Farben auf. Die Farbe kann durch Aufbringen eines Buntpigments erzeugt werden.

25

Alternativ zeigen die mindestens zwei Oberflächenbereiche unterschiedliche Interferenzen aufgrund von Dünnschichtelementen oder LC-Beschichtungen, unterschiedliche Beugungsstrukturen oder Lumineszenzeigenschaften etc.

Die unterscheidbaren Eigenschaften können auch beliebig kombiniert werden. So kann ein Oberflächenbereich z.B. mit einem Buntpigment, der andere Oberflächenbereich mit einem Lumineszenzstoff versehen sein.

- 5 Die Eigenschaften eines Oberflächenbereiches können vollflächig den gesamten Oberflächenbereich einnehmen oder aber nur einen Teilbereich. Beispielsweise sind die Eigenschaften in Form eines Rasters oder in Form von anderen Mustern, Schriftzeichen oder Ziffern verteilt.
- 10 Die Oberflächeneigenschaften aller Teilchen können identisch sein. Selbstverständlich ist es auch möglich, einen Teil der Teilchen mit anderen Eigenschaften auszustatten. So kann beispielsweise ein Teil der Teilchen die Farbkombination weiß-schwarz aufweisen, während andere Teilchen die Farbkombination blau-rot tragen.
- 15 Bevorzugt werden die unterscheidbaren Oberflächenbereiche erzeugt, indem die Körperoberflächen partiell bedampft werden. Alternativ kann die Beschichtung auch durch „cold coating“ erzeugt werden.
- 20 Darüber hinaus entspricht der Massenschwerpunkt eines erfindungsgemäßen Teilchens nicht seinem geometrischen Volumenschwerpunkt. Dies bedeutet, dass sich das Teilchen im Feld der Schwerkraft räumlich ausrichtet.  
  
Der Massenschwerpunkt und der Volumenschwerpunkt fallen üblicherweise dann nicht zusammen, wenn die Dichteverteilung des Körpers inhomogen ist.
- 25 Inhomogene Dichten erreicht man beispielsweise mittels einer partiellen Beschichtung mit geeignetem spezifischem Gewicht auf der Körperoberfläche.

Aufgrund der resultierenden Dichteunterschiede richtet sich das Teilchen im Raum aus. Folglich richten sich auch die unterscheidbaren Oberflächenbereiche im Raum aus.

- 5 Die partielle Beschichtung, die zu einer inhomogenen Dichteverteilung der Körper führt, kann bereits die Eigenschaften aufweisen, die die Oberflächenbereiche unterscheidbar macht. In diesem Fall sind die Bereiche mit unterschiedlicher Dichte und die unterscheidbaren Oberflächenbereiche identisch.
- 10 Unterscheiden sich die Oberflächenbereiche, aber haben die gleiche Dichte, ist eine zusätzliche Beschichtung mit geeignetem spezifischem Gewicht auf der Körperoberfläche aufzubringen.

- Wird eine zusätzliche Beschichtung aufgebracht, kann sich diese auch neben  
15 oder unterhalb der unterscheidbaren Oberflächenbereiche befinden. Vorzugsweise befindet sie sich unterhalb der partiellen Beschichtung, die die Oberflächenbereiche unterscheidbar macht.

- Die zusätzliche Beschichtung kann neben der die Dichte beeinflussenden  
20 Eigenschaft noch zusätzliche sicherheitsrelevante Eigenschaften aufweisen, die z.B. nur maschinell messbar sind, wie Lumineszenz, Lichtpolarisation, Absorption, Emission, Reflexion, jeweils im UV und/oder IR etc.

- Die Bereiche, in denen sich die Dichten unterscheiden, können unabhängig  
25 von den unterscheidbaren Oberflächenbereichen verteilt sein.

In bevorzugten Ausführungsformen sind die Bereiche mit unterschiedlicher Dichte so angeordnet, dass sich die unterscheidbaren Oberflächenbereiche in der Dichte unterscheiden.

Vorzugsweise ist die Dichte im Bereich des ersten Oberflächenbereiches größer oder kleiner als die Dichte des zweiten Oberflächenbereichs.

Die Dichteverteilung aller Teilchen kann identisch sein. Selbstverständlich ist  
5 es auch möglich einen Teil der Teilchen mit anderen Dichteverteilungen aus-  
zustatten. So können sich beispielsweise bei einem Teil der Teilchen die Be-  
reiche mit unterschiedlicher Dichte mit den unterscheidbaren Oberflächen-  
bereichen decken, während bei anderen Teilchen die Bereiche mit unter-  
schiedlicher Dichte nicht mit den unterscheidbaren Oberflächenbereichen  
10 übereinstimmen. Bei dieser Variante ist die Ausrichtung der Oberflächenbe-  
reiche zwischen den Teilchengruppen verschieden, so dass sich hieraus wei-  
tere attraktive optische Effekte ergeben.

Der Massenschwerpunkt und der Volumenschwerpunkt einer Kugel fallen  
15 beispielsweise dann nicht zusammen, wenn sich die Dichten der beiden  
Hemisphären unterscheiden. Beispielsweise befindet sich eine entsprechend  
schwere Beschichtung auf einem Teil einer Hemisphärenoberfläche oder be-  
deckt die gesamte Hemisphäre. Vorzugsweise deckt sich einer der mindes-  
tens zwei Oberflächenbereiche mit der weniger dichten, der andere Oberflä-  
chenbereich mit der dichteren Hemisphäre.  
20

Bei geeigneter Dichteverteilung im Bezug auf die Oberflächenbereiche rich-  
ten sich die Teilchen so aus, dass der Betrachter die Oberflächenbereiche, die  
den ersten Informationszustand bilden, erkennt. Bei Kugeln, die beispiels-  
25 weise eine schwarze und eine weiße Hemisphäre und alle die gleiche Dich-  
teverteilung aufweisen, sieht der Betrachter beispielsweise nur die schwar-  
zen Hemisphären. Wird das Sicherheitselement gekippt, werden die schwar-  
zen Hemisphären abgedeckt und die weißen Hemisphären erscheinen.

- Ein besonderer Effekt lässt sich dadurch erreichen, dass Teilchen verwendet werden, welche zwei durchsichtige Hemisphären aufweisen, die durch eine undurchsichtige Schicht getrennt sind. Solche Teilchen können durch passende Ausrichtung des Sicherheitselementes im Feld der Schwerkraft ent-
- 5 weder in eine undurchsichtige Position gebracht werden, in der die undurchsichtige Trennschicht in den einzelnen Teilchen senkrecht zur Blickrichtung steht. Durch eine andere Ausrichtung des Sicherheitselementes kann dafür gesorgt werden, dass die Blickrichtung auf die Teilchen um 90°
- 10 versetzt ist und somit die undurchsichtigen Trennschichten in den Teilchen jeweils parallel zur Sichtichtung des Betrachters liegen. Damit wird eine mittels der Teilchen aufgebaute Materialschicht durchsichtig, da der Betrachter wie durch einen Lamellenvorhang, dessen Lamellen parallel zur Blickrichtung des Betrachters ausgerichtet sind, zwischen den Trennschichten der Teilchen hindurchsehen kann.
- 15
- Beispielsweise können bei senkrechter Aufsicht auf das Substrat die opaken Trennschichten parallel zum Substrat ausgerichtet sein und das Substrat erscheint undurchsichtig. Wird das Substrat um 90 ° gekippt und der Betrachter sieht wiederum senkrecht auf das Substrat, sind die Trennschichten senk-
- 20 recht zum Substrat ausgerichtet und der Betrachter kann hindurchsehen. Ist das Sicherheitselement über einem Fenster angeordnet, kann der Betrachter hindurchsehen, ist das Sicherheitselement über einem Aufdruck auf einem opaken Untergrund aufgebracht, kann so der Aufdruck freigelegt werden.
- 25 Um eine reversible Ausrichtbarkeit der Teilchen zu gewährleisten, sind diese drehbar gelagert.

Die drehbare Lagerung kann durch Einbettung der Teilchen in Mikrohöhlräume erreicht werden. Jedes Teilchen befindet sich in einem eigenen Mikrohöhlraum.

- 5 Die Mikrohöhlräume befinden sich direkt im Substrat oder in einer zusätzlichen Schicht.

Zur Herstellung eines Substrats, das in Mikrohöhlräumen drehbar gelagerte Teilchen aufweist, werden beispielsweise Teilchen in ein Bindemittel einge-  
10 bracht. Aus dem Bindemittel können Folien hergestellt werden, die die Teilchen enthalten. Anschließend wird eine das Polymer der Folie quellende Flüssigkeit, z.B. Öl oder ein hochsiedendes Lösungsmittel, zugegeben. Die so  
ausgelöste Quellung hat zur Folge, dass die Teilchen nun in einem Hohlraum liegen, der mit dem Quellmittel gefüllt ist.

15

In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Teilchen verkapselt und sind in der Verkapselung drehbar gelagert. Die Teilchen werden mit üblichen Verkapselungstechniken verkapselt.

- 20 Die Kapsel ist fest in das Substrat oder die zusätzliche Schicht eingebracht und selbst nicht drehbar gelagert. Die drehbare Lagerung des Teilchens wird beispielsweise von einer Flüssigkeit oder einem Gas bewirkt, die bzw. das mit in der Kapsel eingeschlossen ist und als eine Art „Schmiermittel“ für das Teilchen in der Kapsel wirkt. Informationen zur Mikroverkapselung und der  
25 Weiterverarbeitung der Mikrokapseln können z.B. der EP 0 721 176 A2 entnommen werden.

Die Teilchen, die beim Schütteln einen Informationswechsel zeigen, sind als transluzente Mikrokapseln ausgebildet. Die Mikrokapseln sind mit mindes-

tens zwei Flüssigkeiten unterschiedlicher Dichte oder Oberflächenspannung befüllt.

Im Rahmen der vorliegenden Beschreibung bedeutet "transluzent" dabei  
5 durchscheinend im Sinn einer gewissen oder vollständigen Lichtdurchlässigkeit und schließt somit auch Transparenz mit ein. Eine transluzente Schicht erlaubt es, die hinter bzw. unter ihr befindlichen Objekte wahrzunehmen, auch wenn durch die transluzente Schicht die Helligkeit der Objekte reduziert und/oder die Farbe der Objekte verändert sein kann. Ist die  
10 Lichtdurchlässigkeit einer Schicht dagegen so gering, dass die hinter bzw. unter ihr befindlichen Objekte nicht mehr erkennbar sind, ist sie nicht mehr transluzent, sondern wird als opak oder deckend bezeichnet.

Aufgrund der unterschiedlichen Dichte oder Oberflächenspannung liegen  
15 die beiden Flüssigkeiten unter Einwirkung von Schwerkraft im entmischten Zustand vor. Werden die Teilchen geschüttelt, vermischen sich die beiden Flüssigkeiten. Lässt man die gemischten Flüssigkeiten in Ruhe, tritt Phasentrennung auf. Vorzugsweise erscheinen die entmischten Flüssigkeiten einem Betrachter als transluzente Flüssigkeit, während die vermischten Flüssigkeiten trüb erscheinen. Denkbar sind auch reversible Farbänderungen zwischen  
20 dem entmischten und vermischten Zustand.

Der Informationswechsel ergibt sich aus den unterschiedlichen Zuständen „entmischt“ und „vermischt“. Der Informationswechsel ist vorzugsweise mit  
25 bloßem Auge erkennbar.

Beispielsweise handelt es sich bei den beiden Flüssigkeiten um Wasser und Öl.

Vorzugsweise handelt es sich bei den Mikrokapseln um Körper mit konkaven oder kugelförmigen Grenzflächen, bevorzugt um Kugeln, Zylinder, Tonnenkörper oder Ellipsoide, besonders bevorzugt um Kugeln.

- 5 Es versteht sich von selbst, dass unter die Bezeichnungen für die geometrischen Körper nicht nur der ideale Fall der perfekten geometrischen Ausgestaltung der Körper fällt, sondern auch Körper mit Abweichungen vom Ideal. Beispielsweise fällt unter den Begriff „Kugel“ nicht nur die Kugel als geometrisch perfekter Körper, sondern auch kugelförmige Gebilde.

10

Bei den Mikrokapseln liegen alle Größenabmessungen, wie z.B. Länge oder Durchmesser, im Mikrometerbereich.

- 15 Der Kapseldurchmesser einer erfindungsgemäßen Kugel beträgt vorzugsweise 200  $\mu\text{m}$  oder weniger, bevorzugt 50  $\mu\text{m}$  oder weniger, besonders bevorzugt 10 bis 30  $\mu\text{m}$ .

- 20 In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Mikrokapsel einen Durchmesser von ca. 50  $\mu\text{m}$ , das innen liegende Teilchen einen Durchmesser von 40  $\mu\text{m}$  auf.

- 25 Die Herstellung der Teilchen und Kapseln erfolgt nach bekannten Methoden wie Koarzervierung, Polymerisation/Polykondensation, „in situ“-Polymerisation, „Emulsion-Diffusion“-Technik, „Miniemulsions“-Polymerisation.

25

Erfindungsgemäß wird eine Vielzahl von Teilchen eingesetzt.

Die Teilchen können in das Substrat eingebettet sein oder auf dem Substrat in einer zusätzlichen Schicht aufgebracht sein.

Die Teilchen bzw. Kapseln können über das Volumen des Substrates bzw. der zusätzlichen Schicht verteilt sein. Vorzugsweise liegen die Teilchen bzw. Kapseln in einer Ebene.

- 5 Vorzugsweise beträgt der Anteil der Teilchen bzw. Kapseln im Volumen des Substrates oder der zusätzlichen Schicht 5 Gew.-% bis 50 Gew.-%.

Die zusätzliche Schicht ist vorzugsweise eine Druckschicht. Die Teilchen werden dazu in Druckfarben eingearbeitet.

10

Die zusätzliche Schicht ist besonders bevorzugt durch eine Siebdruckschicht oder Flexodruckschicht, in manchen Ausgestaltungen auch durch eine Stichtiefdruckschicht gebildet.

- 15 Beispielsweise umfasst eine Stichtruckfarbe 30 bis 40 Gew.-% Bindemittel und 10 bis 20 Gew.-% Teilchen. Zusätzlich sind die für Stichtiefdruckfarben üblichen Zusatzstoffe enthalten. Alle Komponenten ergänzen sich entsprechend zu 100 Gew.-%.
- 20 Beispielsweise umfasst eine Flexodruckfarbe 70 bis 90 Gew.-% Bindemittel und 10 bis 30 Gew.-% Teilchen. Zusätzlich können die für Flexodruckfarben üblichen Zusatzstoffe enthalten sein. Alle Komponenten ergänzen sich entsprechend zu 100 Gew.-%.
- 25 Beispielsweise umfasst eine Siebdruckfarbe 70 bis 90 Gew.-% Bindemittel und 10 bis 30 Gew.-% Teilchen. Zusätzlich sind die für Siebdruckfarben üblichen Zusatzstoffe, wie Entschäumer und Vernetzer, enthalten. Alle Komponenten ergänzen sich entsprechend zu 100 Gew.-%.

Die unterschiedlichen erfindungsgemäßen Teilchen können in einem Sicherheitselement beliebig kombiniert werden. So können Teilchen, die beim Kippen einen Informationswechsel zeigen, mit Teilchen, die beim Schütteln einen Informationswechsel zeigen, in einem Sicherheitselement vorliegen.

5

In weiteren Ausführungsvarianten ist ein Teil der Teilchen im Sicherheitselement nicht mehr zur Darstellung mindestens zweier Informationszustände geeignet. Vorzugsweise wird dieser Teil der Teilchen gezielt zerstört oder in seiner Beweglichkeit geändert.

10

Werden Teilchen gezielt zerstört, handelt es sich vorzugsweise um die Kapselsysteme. Wird die Kapsel mittels Wärme, Druck, UV-Licht oder Laser zerstört, z.B. durch Zerplatzen der Kapsel, ist bei den Kippsystemen der eingelagerte Körper nicht mehr drehbar gelagert. Auch eine Erhöhung der Viskosität der Kapsel Flüssigkeit, z.B. durch Vernetzung, stört die Drehbarkeit. Bei

15

den Schüttelsystemen wird das Behältnis der Flüssigkeiten zerstört.

Besonders bevorzugt wird ein Laser zur Zerstörung der Kapseln eingesetzt, da hier besonders gezielt und in einfacher Weise Teilchen angesteuert und

20

verändert werden können.

In anderen Ausführungsformen kann durch Erniedrigung der Viskosität der Kapsel Flüssigkeit erst die Drehbarkeit ausgelöst werden.

25

In diesen Varianten ist somit eine einfache Individualisierung des Sicherheitselements möglich.

Das erfindungsgemäße Sicherheitselement bietet einen attraktiven visuellen Effekt, nämlich einen vom Benutzer interaktiv erzeugten Informationswech-

sel, der ohne zusätzliche Hilfsmittel veranlasst und auch erkannt werden kann. In diesem Fall spricht man von einem sogenannten Humanmerkmal.

Als Substrat können verschiedenste Materialien eingesetzt werden. Vorzugsweise kommt jede Art von Papier in Betracht, insbesondere Baumwoll-Velinpapier. Selbstverständlich kann auch Papier eingesetzt werden, das einen Anteil  $x$  an polymeren Material enthält, wobei  $x$  zwischen 0 und 100 Gew.-% liegen kann.

10 Das Substrat kann auch eine Kunststofffolie, wie etwa eine Polyesterfolie, sein. Die Folie kann monoaxial oder biaxial gereckt sein. Eine Reckung der Folie führt unter anderem dazu, dass sie lichtpolarisierende Eigenschaften erhält, die als weiteres Sicherheitsmerkmal genutzt werden können.

15 Das Substrat kann auch ein mehrschichtiger Verbund sein, der wenigstens eine Schicht aus Papier oder einem papierähnlichen Material enthält. Ein solcher Verbund, der auch als Substrat für Banknoten eingesetzt werden kann, zeichnet sich durch eine außerordentlich große Stabilität aus, die für die Haltbarkeit der Note bzw. des Datenträgers von großem Vorteil ist.

20

Als Substrat kann ferner ein mehrschichtiges, papierfreies Kompositmaterial eingesetzt werden, das insbesondere in manchen Klimaregionen der Erde mit Vorteil eingesetzt werden kann.

25 Alle Substrate können Zusatzstoffe enthalten, die als Echtheitsmerkmale dienen können. Dabei kommen insbesondere Lumineszenzstoffe infrage, die im sichtbaren Wellenlängenbereich vorzugsweise transparent sind und in einem nicht sichtbaren Wellenlängenbereich durch geeignete Hilfsmittel, wie etwa eine UV- oder IR-Strahlung emittierende Quelle, angeregt werden können,

um eine direkt sichtbare oder mit Hilfsmitteln nachweisbare Lumineszenzstrahlung zu erzeugen.

Als Substrat kommt jedoch auch eine transparente oder transluzente Folie  
5 infrage. In diesem Fall kann das Sicherheitselement mit Vorteil in oder über  
einem Fensterbereich oder einer durchgehenden Öffnung eines Wertdokuments  
als Durchsichtssicherheitselement verwendet werden. Die Folie kann  
als ein eine Teilfläche des Substrats bedeckendes Patch oder als ein sich über  
die gesamte Länge oder Breite des Datenträgers erstreckender Streifen aus-  
10 gebildet sein. Als Materialien für die Folie kommen in erster Linie die Kunst-  
stoffe PET (Polyethylenterephthalat), PBT (Polybutylenterephthalat), PEN  
(Polyethylenphthalat), PP (Polypropylen), PA (Polyamid) und PE (Poly-  
ethylen) in Betracht. Die Folie kann ferner monoaxial oder biaxial gereckt  
sein, wie oben bereits erläutert.

15 Eine Öffnung in einer Banknote kann bereits bei der Herstellung des für die  
Banknote verwendeten Sicherheitspapiers erzeugt werden und weist dann  
einen faserigen, unregelmäßigen Rand auf. Ein solcher Rand ist charakteris-  
tisch für bereits bei der Blattbildung hergestellte Öffnungen und kann nicht  
20 nachträglich erzeugt werden. Einzelheiten zur Herstellung derartiger unre-  
gelmäßiger Ränder können der Druckschrift WO 03/054297 A2 entnommen  
werden, deren Offenbarungsgehalt insoweit in die vorliegende Anmeldung  
aufgenommen wird. In anderen Ausgestaltungen wird die Öffnung erst nach  
der Papierherstellung durch Stanzen oder Schneiden, beispielsweise durch  
25 Laserstrahlschneiden erzeugt.

Die Erfindung umfasst auch ein Verfahren zum Herstellen eines Sicherheits-  
elements zur Absicherung von Wertgegenständen, bei dem ein Substrat mit  
einer Vielzahl von Teilchen, die zur Darstellung mindestens zweier unter-

scheidbarer Informationszustände geeignet sind, versehen wird, wobei der Wechsel zwischen den Informationszuständen reversibel ist und unter der Wechselwirkung von einer äußeren mechanischen Kraft und der Schwerkraft auf das Substrat bewirkt wird. Die Teilchen werden vorzugsweise auf  
5 das Substrat aufgedruckt oder in das Substrat eingebracht.

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  
10 ausgestattet ist. Das Sicherheitselement kann, insbesondere wenn es auf einem transparenten oder transluzenten Substrat vorliegt, auch in oder über einem Fensterbereich oder einer durchgehenden Öffnung des Datenträgers angeordnet sein.

15 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.

20 Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Banknote mit einem erfindungsgemäßen Sicherheitselement,

25 Fig.2 einen Querschnitt durch ein Sicherheitselement nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 3a, b, c ein Sicherheitselement nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer Aufsichtsdarstellung wie in Fig. 2,

Fig. 4 einen Querschnitt durch ein Sicherheitselement nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 5a, b ein Sicherheitselement nach einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer Aufsichtsdarstellung wie in Fig. 4.

Die Erfindung wird nun am Beispiel einer Banknote erläutert. Fig. 1 zeigt dazu eine schematische Darstellung einer Banknote 10 mit einem Sicherheitselement in Form eines Folienstreifens 11, der auf das Banknotenpapier 13 transferiert wurde, und mit einem direkt auf das Banknotenpapier 13 aufgedruckten Sicherheitselement 12. Es versteht sich, dass die Erfindung nicht auf diese Sicherheitselemente und Banknoten beschränkt ist, sondern bei allen Arten von Sicherheitselementen eingesetzt werden kann, beispielsweise bei Etiketten auf Waren und Verpackungen oder bei der Absicherung von

10 13 transferiert wurde, und mit einem direkt auf das Banknotenpapier 13 aufgedruckten Sicherheitselement 12. Es versteht sich, dass die Erfindung nicht auf diese Sicherheitselemente und Banknoten beschränkt ist, sondern bei allen Arten von Sicherheitselementen eingesetzt werden kann, beispielsweise bei Etiketten auf Waren und Verpackungen oder bei der Absicherung von

15 Dokumenten, Ausweisen, Pässen, Kreditkarten, Gesundheitskarten und dergleichen. Bei Banknoten und ähnlichen Dokumenten kommen neben aufgedruckten Elementen beispielsweise auch Transferelemente, Sicherheitsfäden oder Sicherheitsstreifen und neben Aufsichtselementen auch Durchsichtselemente infrage.

20

Fig. 2 zeigt einen Querschnitt entlang der Linie A-A durch das mit dem Folienstreifen 11 versehene BN-Papier 13. Der Streifen umfasst eine transluzente Kunststofffolie 21, in der in Mikrohohlräumen 22 die erfindungsgemäßen Teilchen 23, 25 eingelagert sind. Die Teilchen 23, 25 sind verkapselt und in ihrer Kapsel 24 frei drehbar gelagert. Die Kapsel 24 selbst ist nicht drehbar gelagert, sondern fest in der Folie verankert.

Bei den verkapselten Teilchen handelt es sich vorzugsweise um kugelförmige Mikroteilchen. Im Beispiel ist eine Kugelhemisphäre weiß, die andere Ku-

gelhemisphäre schwarz ausgestaltet. Zusätzlich weisen die schwarze bzw. weiße Hemisphäre unterschiedliche Dichten auf.

Aufgrund der Schwerkraft und der nicht übereinstimmenden Volumen- und  
5 Massenschwerpunkte richten sich die Teilchen im Raum mit einer Vorzugs-  
richtung aus. Die Dichteverteilung einer ersten Gruppe von Teilchen 23 ist so  
ausgestaltet, dass die weiße Hemisphäre im Vergleich zur schwarzen Hemi-  
sphäre eine höhere Dichte aufweist und sich die Kugeln im Feld der Schwer-  
kraft so ausrichten, dass die weißen Hemisphären in Richtung der Schwer-  
10 kraft weisen. Die Dichteverteilung einer zweiten Gruppe von Teilchen 25 ist  
so ausgestaltet, dass die schwarze Hemisphäre im Vergleich zur weißen  
Hemisphäre eine höhere Dichte aufweist und sich die Kugeln im Feld der  
Schwerkraft so ausrichten, dass die schwarzen Hemisphären in Richtung der  
Schwerkraft weisen. Durch geschickte Anordnung der Teilchen 23 und 25  
15 kann so über weiße und schwarze Bereiche eine zusätzliche Information in  
das Sicherheitselement eingebracht werden.

Das Zustandekommen der reversiblen Änderung des visuellen Erschei-  
nungsbilds des Sicherheitselements 11 wird nun mit Bezug auf die Auf-  
20 sichtsdarstellungen der Fig. 3a, b und c genauer erläutert.

Fig. 3a zeigt einen Ausschnitt der Banknote mit dem auf das Banknotenpa-  
pier 13 aufgebrachten Sicherheitselement 11 der Fig. 2 in Aufsicht. Die  
Ebene, in der die Banknote liegt, ist dabei senkrecht zur Schwerkraft ausge-  
25 richtet. Die Richtung, in die die Schwerkraft wirkt, ist durch Pfeil 35 ange-  
deutet. Blickt ein Betrachter senkrecht auf die Banknote, und zwar in Rich-  
tung der Wirkung der Schwerkraft, sieht er die durch die Schwerkraft ausge-  
richteten Teilchen 23, 25. Die Blickrichtung ist mit Pfeil 30 angedeutet. Die  
Teilchen 23 der ersten Gruppe sind mit der schwarzen Hemisphäre zum Be-

trichter orientiert, die Teilchen 25 der zweiten Gruppe mit der weißen Hemisphäre. Durch geeignete Anordnung der Teilchen 23 und 25 kann dem Betrachter eine komplexe Information vermittelt werden. Im vorliegenden Fall erscheint der Buchstabe „L“ als weißer Buchstabe in schwarzem Umfeld.

- 5 Die Gesamtheit aller Teilinformationen, die die Oberflächenbereiche der einzelnen Teilchen darstellen, gibt einen ersten Informationszustand wieder.

Fig. 3b zeigt die um  $90^\circ$  um die Längsachse C-C (s. Fig.1) gekippte Banknote 10. Die Ebene, in der die Banknote liegt, ist nun parallel zur Schwerkraft  
10 ausgerichtet. Die Richtung, in die die Schwerkraft wirkt, ist wieder durch Pfeil 35 angedeutet. Die Teilchen 23 und 25 behalten ihre räumliche Ausrichtung durch die Wirkung der Schwerkraft bei. Die schwarzen Hemisphären der Teilchen 23 und die weißen Hemisphären der Teilchen 25 weisen weiterhin entgegen die Richtung der Schwerkraft. Der Betrachter blickt wieder-  
15 um senkrecht auf die Banknote und in diesem Falle auch senkrecht zur Richtung der Schwerkraft. Die Blickrichtung ist mit Pfeil 30 angedeutet. Durch das Kippen wurden für den Betrachter nun andere Teilbereiche der Teilchenoberflächen freigelegt. So sieht der Betrachter in dieser Stellung der Banknote auf halb weiß und halb schwarz gefärbte Kugeln. Bei sehr kleinen Kugeln  
20 ergibt sich für den Betrachter ein Mischeffekt der beiden Farben, so dass die Kugeln scheinbar grau gefärbt sind. Die Fläche, die mit den Teilchen belegt ist erscheint dem Betrachter deshalb vollständig grau. Der Buchstabe „L“ verschwindet. . Die Gesamtheit aller Teilinformationen, die die Oberflächenbereiche der einzelnen Teilchen darstellen, gibt einen zweiten Informations-  
25 zustand wieder.

Fig. 3c zeigt die um weitere  $90^\circ$  um die Längsachse C-C (s. Fig.1) gekippte Banknote 10. Insgesamt wurde die Banknote zu der in Fig. 3a gezeigten Lage um  $180^\circ$  gekippt. Die Ebene, in der die Banknote liegt, ist dabei wiederum

senkrecht zur Schwerkraft ausgerichtet. Die Richtung, in die die Schwerkraft wirkt, ist durch Pfeil 35 angedeutet. Der Betrachter blickt wiederum senkrecht auf die Banknote, aber nun entgegen der Richtung der Schwerkraft. Die Teilchen 23 und 25 behalten weiterhin ihre räumliche Ausrichtung durch die  
5 Wirkung der Schwerkraft bei. Die Blickrichtung ist mit Pfeil 30 angedeutet. Die Teilchen 23 der ersten Gruppe sind nun mit der weißen Hemisphäre zum Betrachter hin orientiert, die Teilchen 25 der zweiten Gruppe mit der schwarzen Hemisphäre. Der Buchstabe „L“ erscheint nun schwarz in weißem Umfeld. Die Gesamtheit aller Teilinformationen, die die Oberflächenbe-  
10 reiche der einzelnen Teilchen darstellen, gibt einen dritten Informationszustand wieder.

Durch Zurückkippen der Banknote um jeweils  $90^\circ$  können wieder der erste und zweite Informationszustand hergestellt werden. Ein reversibler Wechsel  
15 zwischen den Zuständen ist also ohne Weiteres möglich.

Durch Kippen der Banknote kann der Benutzer interaktiv und reversibel verschiedene Information sichtbar machen. Eine derartige interaktive Gestaltung hat für den Betrachter einen hohen Wiedererkennungswert und weist  
20 daher im Allgemeinen eine sehr hohe Fälschungssicherheit auf.

Fig. 4 zeigt einen Querschnitt entlang der Linie B-B durch das mit dem Sicherheitselement 12 versehene Banknotenpapier 13. Das Sicherheitselement ist in Form eines Quadrates als Druckschicht auf das Banknotenpapier auf-  
25 gebracht. Die Druckschicht umfasst zumindest ein Bindemittel 40, in dem die erfindungsgemäßen Teilchen eingebracht sind. Bei den Teilchen handelt es sich um mit zwei Flüssigkeiten 42, 43 befüllte Kapseln 41. Unter der erfindungsgemäßen Druckschicht befindet sich ein weiterer Aufdruck 44.

Fig. 5a zeigt das Sicherheitselement 12 der Fig. 4 in Aufsicht, wobei die beiden Flüssigkeiten 42, 43 im Ruhezustand entmischt vorliegen und somit einem Betrachter transluzent, vorzugsweise klar erscheinen. In entmischem Zustand ist das Sicherheitselement 12 für einen Betrachter zumindest trans-  
5 luzent und er kann den zusätzlichen Aufdruck 44, hier in Form der Buchstaben „XY“ erkennen.

Schüttelt der Betrachter die Banknote, mischen sich die Flüssigkeiten und ergeben eine trüb erscheinende Dispersion. Die zuerst mögliche Durchsicht  
10 wird gestört. Aufgrund der Eintrübung ist der Aufdruck nicht mehr erkennbar. Diesen Zustand zeigt Fig. 5b.

Wird die Banknote nicht mehr bewegt, entmischen sich die Flüssigkeiten wieder und eine Durchsicht, wie in Fig. 5a beschrieben, ist wieder möglich.  
15

Patentansprüche

1. Sicherheitselement zur Absicherung von Wertgegenständen umfas-  
5 send
  - ein Substrat
  - mit einer Vielzahl von Teilchen, die zur Darstellung mindestens zwei-  
er unterscheidbarer Informationszustände geeignet sind,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**
- 10
  - der Wechsel zwischen den Informationszuständen reversibel ist und
  - unter Einwirkung der Schwerkraft und gegebenenfalls einer äußeren  
mechanischen Kraft bewirkt wird.
2. Sicherheitselement nach Anspruch 1, wobei es sich bei der äußeren  
15 mechanischen Kraft um Kippen oder Schütteln handelt.
3. Sicherheitselement nach Anspruch 1 oder 2, wobei
  - die Teilchen drehbar gelagert sind,
  - sich deren jeweilige Oberfläche aus mindestens zwei unterscheidba-  
20 ren Oberflächenbereichen zusammensetzt und
  - deren jeweiliger Massenschwerpunkt nicht dem jeweiligen geometri-  
schen Volumenschwerpunkt entspricht, so dass die Teilchen im Feld  
der Schwerkraft räumlich ausgerichtet sind.
- 25 4. Sicherheitselement nach Anspruch 3, wobei die mindestens zwei  
Oberflächenbereiche mit bloßem Auge unterscheidbar sind.
5. Sicherheitselement nach Anspruch 3 oder 4, wobei die mindestens  
zwei Oberflächenbereiche maschinell unterscheidbar sind.

6. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei die Oberflächenbereiche unterschiedliche spektrale Eigenschaften, wie Absorption, Emission und/oder Reflektion, aufweisen.
- 5 7. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 3 bis 6, wobei die Oberflächenbereiche unterscheidbare Farben, vorzugsweise im sichtbaren Spektralbereich (VIS) unterscheidbare Farben, aufweisen.
8. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7,  
10 wobei die Teilchen verkapselt sind und in der Verkapselung drehbar gelagert sind.
9. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 3 bis 7,  
15 wobei die mindestens zwei unterscheidbaren Oberflächenbereiche jeweils mindestens ein Drittel, vorzugsweise die Hälfte der Teilchenoberfläche einnehmen.
10. Sicherheitselement nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Teilchen transluzente Mikrokapseln sind, die mit mindestens zwei Flüssigkeiten unterschiedlicher Dichte oder Oberflächenspannung befüllt sind.  
20
11. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Teilchen in das Substrat eingebettet sind oder auf das Substrat in einer zusätzlichen Schicht aufgebracht sind.  
25
12. Sicherheitselement nach Anspruch 11, wobei die zusätzliche Schicht ein Bindemittel oder eine Druckfarbe umfasst.

13. Sicherheitselement nach Anspruch 11 oder 12, wobei die zusätzliche Schicht eine Siebdruckschicht oder eine Flexodruckschicht ist.
14. Sicherheitselement nach Anspruch 11 oder 12, wobei die zusätzliche  
5 Schicht eine Stichtiefdruckschicht ist.
15. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei es sich bei den Teilchen und/oder Kapseln um Körper mit kugelförmigen Grenzflächen, bevorzugt um Kugeln, Zylinder, Tonnenkörper oder  
10 Ellipsoide, besonders bevorzugt um Kugeln, handelt.
16. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei es sich bei den Teilchen um Mikroteilchen handelt.
- 15 17. Sicherheitselement nach Anspruch 15, wobei die Kugeln einen Durchmesser von weniger als 200  $\mu\text{m}$ , bevorzugt von 50  $\mu\text{m}$  oder weniger, besonders bevorzugt von 10 bis 30  $\mu\text{m}$  aufweisen.
18. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 17,  
20 wobei einige der Teilchen so verändert sind, dass kein reversibler Informationswechsel möglich ist.
19. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 18, wobei das Substrat eine transparente oder transluzente Folie umfasst.  
25
20. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 18, wobei das Substrat Papier umfasst.

21. Verfahren zum Herstellen eines Sicherheitselements zur Absicherung von Wertgegenständen gemäß einem der Ansprüche 1 bis 20, bei dem ein Substrat mit einer Vielzahl von Teilchen, die zur Darstellung mindestens zweier unterscheidbarer Informationszustände geeignet sind, versehen wird,  
5 wobei der Wechsel zwischen den Informationszuständen reversibel ist und unter der Wechselwirkung von einer äußeren mechanischen Kraft und der Schwerkraft auf das Substrat bewirkt wird.
22. Verfahren nach Anspruch 21, wobei die Teilchen auf das Substrat auf-  
10 gedruckt, vorzugsweise mittels Siebdruck, Flexodruck oder im Stichtiefdruck aufgedruckt werden.
23. Verfahren nach Anspruch 21, wobei die Teilchen in das Substrat eingebracht werden.  
15
24. Datenträger mit einem Sicherheitselement nach einem der Ansprüche 1 bis 20.
25. Datenträger nach Anspruch 24, wobei das Sicherheitselement in oder  
20 über einem Fensterbereich oder einer durchgehenden Öffnung des Datenträgers oder über einem Aufdruck angeordnet ist.
26. Datenträger nach Anspruch 24 oder 25, wobei der Datenträger eine Banknote oder ein anderes Wertdokument, ein Pass, eine Urkunde oder eine  
25 Ausweiskarte ist.
27. Verwendung eines Sicherheitselements nach einem der Ansprüche 1 bis 20 oder eines Datenträgers nach einem der Ansprüche 24 bis 26 zur Absicherung von Gegenständen beliebiger Art.

- 28 -

28. Verfahren zur Echtheitsprüfung, bei dem ein Sicherheitselement nach einem der Ansprüche 1 bis 20 oder ein Datenträger nach einem der Ansprüche 24 bis 26 gekippt oder geschüttelt wird, um einen Informationswechsel zu erzeugen

FIG 1

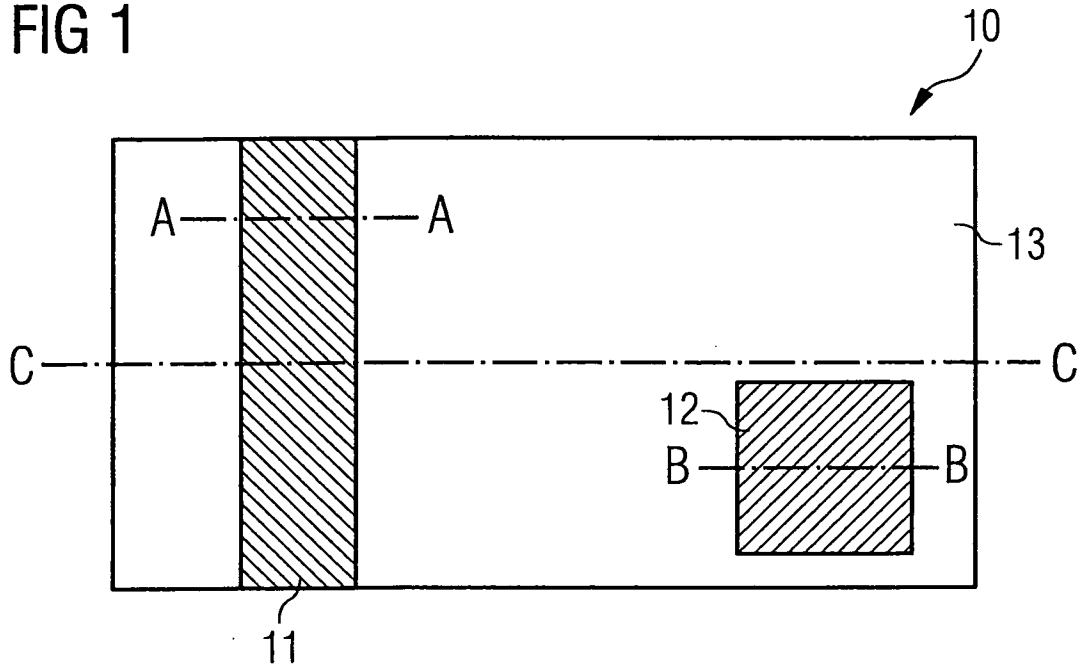


FIG 2

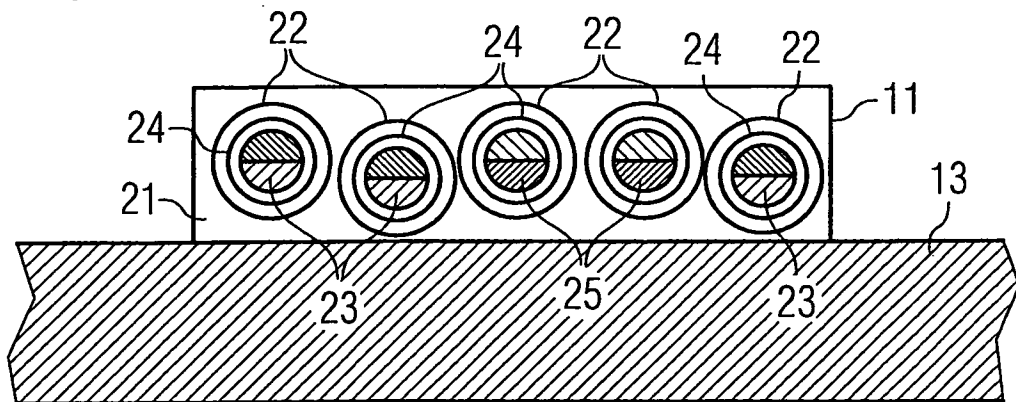


FIG 3a

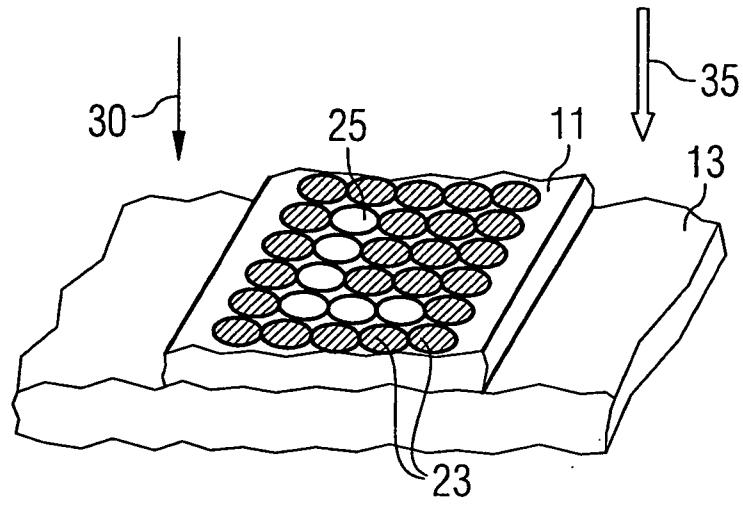


FIG 3b

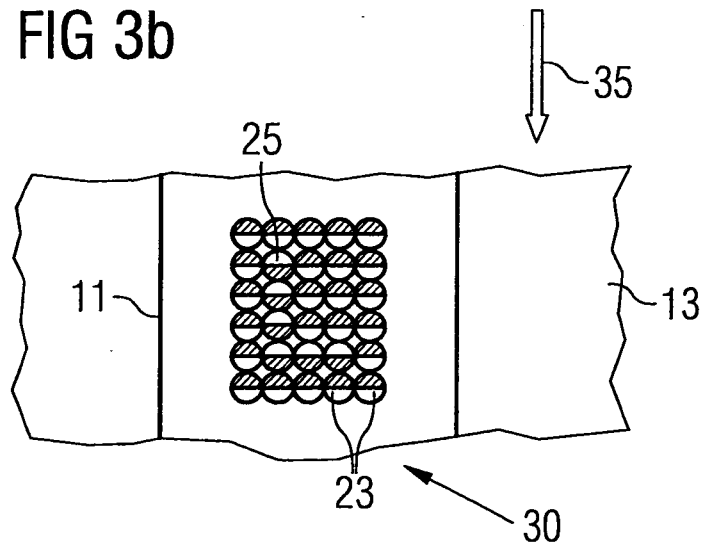


FIG 3c

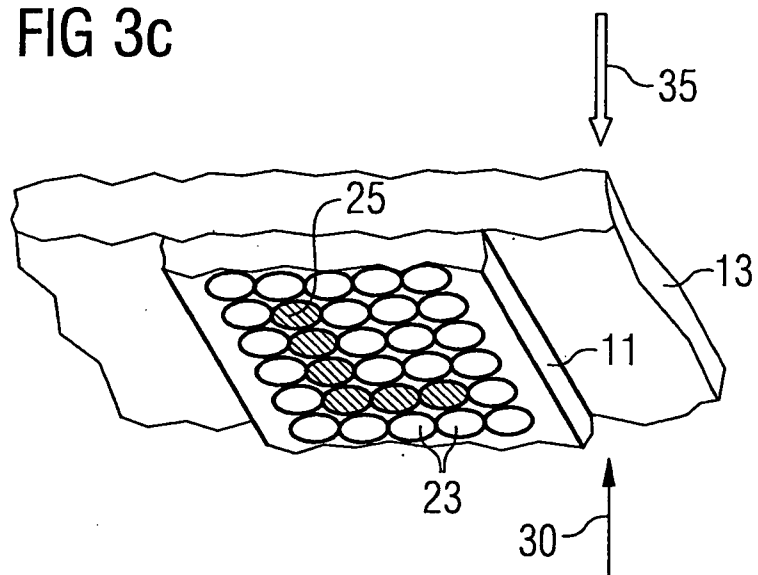


FIG 4

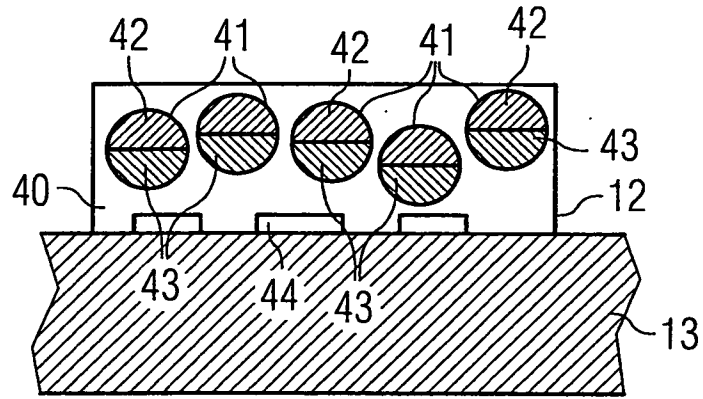


FIG 5a

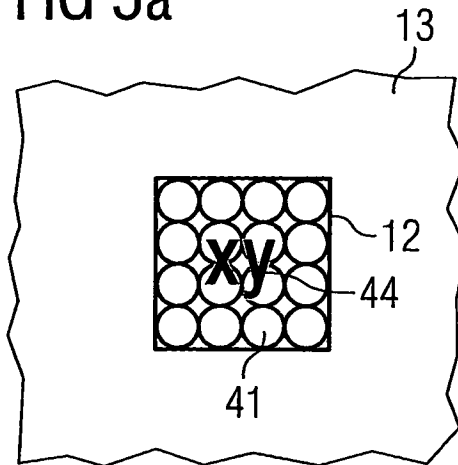


FIG 5b

