



(10) **DE 10 2019 008 288 A1** 2021.05.27

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2019 008 288.5**

(22) Anmeldetag: **27.11.2019**

(43) Offenlegungstag: **27.05.2021**

(51) Int Cl.: **C09C 1/62 (2006.01)**

**C09D 11/101 (2014.01)**

**B42D 25/29 (2014.01)**

**B41M 3/14 (2006.01)**

**B42D 25/369 (2014.01)**

(71) Anmelder:

**Giesecke+Devrient Currency Technology GmbH,  
81677 München, DE**

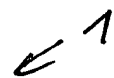
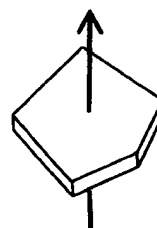
(72) Erfinder:

**Rahm, Michael, Dr., 83646 Bad Tölz, DE; Heim,  
Manfred, Dr., 83646 Bad Tölz, DE; Dehmel,  
Raphael, Dr., 83115 Neubuern, DE; Hoffmüller,  
Winfried, Dr., 83646 Bad Tölz, DE**

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

(54) Bezeichnung: **Effektpigment, Herstellungsverfahren, Wertdokument und Druckfarbe**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein plättchenförmiges magnetisches Effektpigment zur Verwendung in einer Druckfarbe, umfassend einen Schichtaufbau mit einer magnetischen Schicht und mindestens einer optischen Funktionsschicht, wobei die magnetische Schicht auf innerhalb einer festen Matrix fixierten magnetischen Partikeln mit einer weitgehend einheitlichen, von der Plättchenebene abweichenden magnetischen Vorzugsrichtung basiert.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein plättchenförmiges magnetisches Effektpigment zur Verwendung in einer Druckfarbe, umfassend einen Schichtaufbau mit einer magnetischen Schicht und einer optischen Funktionsschicht, wobei die magnetische Schicht auf innerhalb einer festen Matrix fixierten magnetischen Partikeln mit einer einheitlichen, von der Plättchenebene abweichenden magnetischen Vorzugsrichtung basiert. Die Erfindung betrifft des Weiteren ein Verfahren zum Herstellen des plättchenförmigen magnetischen Effektpigments, eine die Effektpigmente enthaltende Druckfarbe und ein mit den Effektpigmenten bedrucktes Wertdokument.

**[0002]** Datenträger, wie etwa Wert- oder Ausweisdokumente, oder andere Wertgegenstände, wie etwa Markenartikel, werden zur Absicherung oft mit Sicherheitselementen versehen, die eine Überprüfung der Echtheit der Datenträger gestatten und die zugleich als Schutz vor unerlaubter Reproduktion dienen. Eine besondere Rolle bei der Echtheitsabsicherung spielen Sicherheitselemente mit betrachtungswinkelabhängigen Effekten, da diese selbst mit modernsten Kopiergeräten nicht reproduziert werden können. Die Sicherheitselemente werden dabei mit optisch variablen Elementen ausgestattet, die dem Betrachter unter unterschiedlichen Betrachtungswinkeln einen unterschiedlichen Bildeindruck vermitteln und beispielsweise je nach Betrachtungswinkel einen anderen Farb- oder Helligkeitseindruck und/oder ein anderes graphisches Motiv zeigen.

**[0003]** Dünnschichtsysteme, die beim Betrachter mittels Interferenz einen betrachtungswinkelabhängigen Farbeindruck erzeugen, sind im Stand der Technik bekannt. Dieser optische Effekt kann als ein optisch variables Sicherheitselement dienen. Ein großflächiges Dünnschichtsystem kann mittels verschiedener Techniken zerkleinert werden. Die Größe der entstehenden Flocken bzw. Plättchen kann lateral bis zu wenige Mikrometer betragen, die Größe bewegt sich jedoch zumeist in einem Bereich von  $2\mu\text{m}$  bis  $100\mu\text{m}$ . Der vertikale Aufbau eines Plättchens ist durch die Anforderungen an die Interferenzschichten gegeben und ist in der Regel so dünn wie möglich, z.B. in einem Bereich von  $200\text{ nm}$  bis  $800\text{ nm}$ . Solche Plättchen kommen z.B. in optisch variabler Farbe (sogenannte OVI®-Farbe) zum Einsatz, die zur Bereitstellung eines Sicherheitselements dient.

**[0004]** Weiterhin bekannt ist die Möglichkeit, die einen Farbeindruck erzeugenden Dünnschichtsysteme auf ein ferromagnetisches Material aufzubringen. Somit besitzen die Pigmentplättchen ein magnetisches Moment. Magnetisch orientierbare Effektpigmente sind z.B. kommerziell unter dem Handelsnamen OVMI® der Firma SICPA erhältlich (die Abkürzung OVMI steht für den Begriff „optically variable magnetic ink“). Die Pigmente besitzen typischerweise einen plättchenförmigen Aufbau und liegen in Form eines Schichtverbunds vor, der häufig zwei Lagen optischer Effektschichten und eine dazwischen eingebettete magnetische Schicht beinhaltet. Mit Bezug auf die optischen Effektschichten kommen metallisch-spiegelnde Schichten ebenso wie farbschiebende Schichtsysteme, z.B. mit einem Absorber/Dielektrikum/Reflektor-Aufbau, infrage. Die eingebettete Magnetschicht ist in der Regel nicht sichtbar, ist aber zur Ausrichtung der Pigmente erforderlich.

**[0005]** Im Stand der Technik ist es weiterhin bekannt, solche ein magnetisches Moment besitzenden Farbpigmente für das Bereitstellen optisch variabler Sicherheitselemente einzusetzen. Hierzu werden die Pigmente in ein transparentes Bindemittel eingebracht. Mittels eines externen Magnetfelds kann die Ausrichtung der Pigmente unmittelbar nach dem Druck auf einen Bedruckstoff beeinflusst werden. Anschließend wird das Bindemittel z.B. mittels UV-Bestrahlung ausgehärtet, um die Ausrichtungen der Pigmente zu fixieren. Durch ein geschicktes Einstellen des räumlichen Verlaufs der Pigmentausrichtungen ist es möglich, das bedruckte Substrat mit optischen Bewegungseffekten auszustatten. Da die Magnetisierungsrichtung der Pigmente infolge der Formanisotropie vorzugsweise entlang der Richtung der größten Abmessung der Pigmente verläuft, ist das magnetische Moment der Partikel senkrecht zum Normalenvektor der Dünnschichten ausgerichtet. Wird ein Magnetfeld mit einer Feldstärke mit dem Formelzeichen „H“ angelegt, werden die Pigmente so ausgerichtet, dass ihre magnetischen Momente möglichst parallel zum Feldvektor liegen.

**[0006]** Als Konsequenz können die Magnetpigmente um Achsen parallel zu ihrer Magnetisierung, die senkrecht zum Normalenvektor der Dünnschichten angeordnet sind, rotieren. Bei der im Stand der Technik bekannten Verwendung der Magnetpigmente kann man davon ausgehen, dass die Ausrichtung der Pigmente in einer Richtung im Wesentlichen einheitlich ist, während sie in einer anderen Richtung im Wesentlichen zufallsverteilt ist. Dies führt zu einer Aufweitung der Lichtreflexion und zu einer verringerten Brillanz und Schärfe des optisch variablen Effektes.

**[0007]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist das Bereitstellen magnetischer Effektpigmente, die eine weitreichendere Kontrolle der räumlichen Ausrichtung ermöglichen, um auf diese Weise zu einem attraktiveren optischen Effekt zu gelangen.

**[0008]** Diese Aufgabe wird auf Grundlage der in den unabhängigen Ansprüchen definierten Merkmalskombinationen gelöst.

**[0009]** Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

#### Zusammenfassung der Erfindung

1. (Erster Aspekt der Erfindung) Plättchenförmiges magnetisches Effektpigment zur Verwendung in einer Druckfarbe, umfassend einen Schichtaufbau mit einer magnetischen Schicht und mindestens einer optischen Funktionsschicht, wobei die magnetische Schicht auf innerhalb einer festen Matrix fixierten magnetischen Partikeln mit einer weitgehend einheitlichen, von der Plättchenebene abweichenden magnetischen Vorzugsrichtung basiert.
2. (Bevorzugte Ausgestaltung) Plättchenförmiges magnetisches Effektpigment nach Absatz 1, wobei die weitgehend einheitliche magnetische Vorzugsrichtung der innerhalb der festen Matrix fixierten magnetischen Partikel im Wesentlichen senkrecht zur Plättchenebene des Effektpigments ausgerichtet ist.
3. (Bevorzugte Ausgestaltung) Plättchenförmiges magnetisches Effektpigment nach Absatz 1 oder 2, wobei die magnetischen Partikel eine Größe von weniger als 1000 nm, bevorzugt weniger als 500 nm, weiter bevorzugt weniger als 200 nm und insbesondere bevorzugt weniger als 100 nm aufweisen.
4. (Bevorzugte Ausgestaltung) Plättchenförmiges magnetisches Effektpigment nach einem der Absätze 1 bis 3, wobei die magnetischen Partikel eine uniaxiale magnetische Anisotropie aufweisen, vorzugsweise eine uniaxiale magnetische Kristallanisotropie oder eine uniaxiale magnetische Formanisotropie.
5. (Bevorzugte Ausgestaltung) Plättchenförmiges magnetisches Effektpigment nach einem der Absätze 1 bis 4, wobei das Material der magnetischen Partikel von der Gruppe bestehend aus  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ ,  $\text{FePt}$ ,  $\text{CoCrPt}$ ,  $\text{CoPt}$ ,  $\text{BiMn}$ ,  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  und  $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$  gewählt ist.
6. (Bevorzugte Ausgestaltung) Plättchenförmiges magnetisches Effektpigment nach einem der Absätze 1 bis 5, wobei die magnetischen Partikel jeweils auf mittels der Glancing-Angle-Deposition (GLAD)-Technik oder der Oblique-Angle-Deposition (OAD)-Technik erhältlichen Nadeln basieren.
7. (Bevorzugte Ausgestaltung) Plättchenförmiges magnetisches Effektpigment nach einem der Absätze 1 bis 6, wobei die optische Funktionsschicht eine metallische Schicht, eine drucktechnisch erhältliche Farbschicht, ein auf einer reflektierenden Schicht, einer dielektrischen Schicht und einer absorbierenden Schicht basierender Interferenzschichtaufbau oder eine Kombination zweier oder mehrerer der vorstehend genannten Elemente ist, z.B. eine oberhalb einer metallischen Schicht angeordnete drucktechnisch erhältliche Farbschicht.
8. (Bevorzugte Ausgestaltung) Plättchenförmiges magnetisches Effektpigment nach einem der Absätze 1 bis 6, wobei das Effektpigment einen Sandwich-artigen Schichtaufbau aufweist und die magnetische Schicht als eine zentrale Schicht sowohl auf der Vorderseite als auch auf der Rückseite mit jeweils einer optischen Funktionsschicht versehen ist, wobei die beiden optischen Funktionsschichten unabhängig voneinander von einer metallischen Schicht, einer drucktechnisch erhältlichen Farbschicht, einem auf einer reflektierenden Schicht, einer dielektrischen Schicht und einer absorbierenden Schicht basierenden Interferenzschichtaufbau oder einer Kombination zweier oder mehrerer der vorstehend genannten Elemente gewählt sind, z.B. eine oberhalb einer metallischen Schicht angeordnete drucktechnisch erhältliche Farbschicht.
9. (Bevorzugte Ausgestaltung) Plättchenförmiges magnetisches Effektpigment nach Absatz 8, wobei das Effektpigment einen asymmetrischen Schichtaufbau mit zwei voneinander abweichenden optischen Funktionsschichten aufweist.
10. (Bevorzugte Ausgestaltung) Plättchenförmiges magnetisches Effektpigment nach Absatz 8, wobei das Effektpigment einen symmetrischen Schichtaufbau mit zwei identischen optischen Funktionsschichten aufweist.
11. (Bevorzugte Ausgestaltung) Plättchenförmiges magnetisches Effektpigment nach Absatz 10, wobei das Effektpigment einen symmetrischen Schichtaufbau aufweist, wobei die magnetische Schicht als zentrale Schicht sowohl auf der Vorderseite als auch auf der Rückseite mit jeweils einer optischen Funktionsschicht versehen ist, wobei die beiden optischen Funktionsschichten jeweils ein auf einer reflektierenden Schicht, einer dielektrischen Schicht und einer absorbierenden Schicht basierender Interferenzschichtaufbau sind und das Effektpigment die folgende Schichtenfolge aufweist: absorbierende Schicht -

dielektrische Schicht - reflektierende Schicht - magnetische Schicht - reflektierende Schicht - dielektrische Schicht - absorbierende Schicht.

12. (Bevorzugte Ausgestaltung) Plättchenförmiges magnetisches Effektpigment nach Absatz 7, wobei die optische Funktionsschicht ein auf einer reflektierenden Schicht, einer dielektrischen Schicht und einer absorbierenden Schicht basierender Interferenzschichtaufbau ist und das Effektpigment die folgende Schichtenfolge aufweist: absorbierende Schicht - dielektrische Schicht - reflektierende Schicht - dielektrische Schicht - absorbierende Schicht - magnetische Schicht.

13. (Bevorzugte Ausgestaltung) Plättchenförmiges magnetisches Effektpigment nach Absatz 9, wobei das Effektpigment einen asymmetrischen Schichtaufbau aufweist, wobei die magnetische Schicht auf der Vorderseite mit einem auf einer reflektierenden Schicht, einer dielektrischen Schicht und einer absorbierenden Schicht basierenden Interferenzschichtaufbau versehen ist und die magnetische Schicht auf der Rückseite mit einer reflektierenden Schicht versehen ist, sodass das Effektpigment die folgende Schichtenfolge aufweist: absorbierende Schicht - dielektrische Schicht - reflektierende Schicht - magnetische Schicht - reflektierende Schicht.

14. (Zweiter Aspekt der Erfindung) Verfahren zum Herstellen eines plättchenförmigen magnetischen Effektpigments nach einem der Absätze 1 bis 13, umfassend

a) das Bereitstellen eines flüssigen Mediums mit darin beweglichen, zufällig ausgerichteten magnetischen Partikeln;

b) das Ausrichten der magnetischen Partikel mittels eines externen Magnetfelds;

c) das Aushärten des die magnetischen Partikel umgebenden flüssigen Mediums zu einer festen Matrix, sodass eine magnetische Schicht erhalten wird, die innerhalb der festen Matrix fixierte magnetische Partikel mit einer weitgehend einheitlichen, von der Ebene der magnetischen Schicht abweichenden magnetischen Vorzugsrichtung aufweist;

d) das Erzeugen eines die magnetische Schicht und mindestens eine optische Funktionsschicht aufweisenden Schichtaufbaus; und

e) das Zerkleinern des im Schritt d) erhaltenen Schichtaufbaus zu einzelnen plättchenförmigen magnetischen Effektpigmenten.

15. (Dritter Aspekt der Erfindung) Verfahren zum Herstellen eines Wertdokuments, umfassend

- das Bedrucken des Wertdokumentsubstrats mit einer plättchenförmige magnetische Effektpigmente nach einem der Absätze 1 bis 13 enthaltenden ersten Druckfarbe in einem ersten Bereich;

- das Ausrichten der plättchenförmigen magnetischen Effektpigmente in der im ersten Bereich aufgedruckten ersten Druckfarbe mittels eines externen Magnetfelds;

- das Aushärten der im ersten Bereich aufgedruckten ersten Druckfarbe.

16. (Bevorzugte Ausgestaltung) Verfahren nach Absatz 15, umfassend

- das Bedrucken des Wertdokumentsubstrats mit einer erste plättchenförmige magnetische Effektpigmente nach einem der Absätze 1 bis 13 enthaltenden ersten Druckfarbe in einem ersten Bereich;

- das Bedrucken des Wertdokumentsubstrats mit einer zweite plättchenförmige magnetische Effektpigmente nach einem der Absätze 1 bis 13 enthaltenden zweiten Druckfarbe in einem an den ersten Bereich angrenzenden zweiten Bereich, wobei die zweiten Effektpigmente sich visuell von den ersten Effektpigmenten unterscheiden;

- das Ausrichten der plättchenförmigen magnetischen Effektpigmente in der jeweils im ersten Bereich und im zweiten Bereich aufgedruckten ersten bzw. zweiten Druckfarbe mittels eines externen Magnetfelds;

- das Aushärten der jeweils im ersten Bereich und im zweiten Bereich aufgedruckten ersten bzw. zweiten Druckfarbe.

17. (Bevorzugte Ausgestaltung) Verfahren nach Absatz 15, umfassend

- das Bedrucken des Wertdokumentsubstrats mit einer plättchenförmige magnetische Effektpigmente nach einem der Absätze 1 bis 13 enthaltenden ersten Druckfarbe in einem ersten Bereich;

- das Bedrucken des Wertdokumentsubstrats mit einer konventionelle, plättchenförmige magnetische Effektpigmente enthaltenden zweiten Druckfarbe in einem an den ersten Bereich angrenzenden zweiten Be-

reich, wobei die konventionellen, plättchenförmigen magnetischen Effektpigmente eine entlang der Plättchenebene verlaufende magnetische Vorzugsrichtung aufweisen;

- das Ausrichten der plättchenförmigen magnetischen Effektpigmente in der jeweils im ersten Bereich und im zweiten Bereich aufgedruckten ersten bzw. zweiten Druckfarbe mittels eines externen Magnetfelds;

- das Aushärten der jeweils im ersten Bereich und im zweiten Bereich aufgedruckten ersten bzw. zweiten Druckfarbe, sodass die beiden Bereiche infolge der unterschiedlichen Ausrichtung der beiden Effektpigment-Arten ein deutlich voneinander unterscheidbares Erscheinungsbild aufweisen.

18. (Vierter Aspekt der Erfindung) Wertdokument, erhältlich durch das Verfahren nach einem der Absätze 15 bis 17.

19. (Bevorzugte Ausgestaltung) Wertdokument nach Absatz 18, wobei das Wertdokument eine Banknote oder ein Ausweisdokument ist.

20. (Fünfter Aspekt der Erfindung) Druckfarbe, umfassend plättchenförmige magnetische Effektpigmente nach einem der Absätze 1 bis 13.

21. (Bevorzugte Ausgestaltung) Druckfarbe nach Absatz 20, wobei die Druckfarbe ein Bindemittel, bevorzugt ein UV-härtendes Bindemittel, ein mittels Elektronenstrahlen härtendes Bindemittel oder ein wärme-härtendes Bindemittel, umfasst.

#### Ausführliche Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

**[0010]** Das erfindungsgemäße plättchenförmige magnetische Effektpigment umfasst einen Schichtaufbau mit einer magnetischen Schicht und zumindest einer optischen Funktionsschicht, wobei die magnetische Schicht auf innerhalb einer festen Matrix fixierten magnetischen Partikeln mit einer weitgehend einheitlichen, von der Plättchenebene abweichenden magnetischen Vorzugsrichtung basiert. Anstelle der Formulierung „eine von der Plättchenebene abweichende magnetische Vorzugsrichtung“ wird hierin auch die Formulierung „eine von der Senkrechten zum Normalenvektor des Plättchens abweichende magnetische Vorzugsrichtung“ verwendet. Die Formulierung „weitgehend einheitliche Vorzugsrichtung“ der magnetischen Partikel ist so zu verstehen, dass die einzelnen magnetischen Partikel des Effektpigments nicht unbedingt allesamt in genau die gleiche Richtung weisen müssen, sondern gegebenenfalls können die einzelnen, um einen Mittelwert bzw. Durchschnitt (insbesondere eng) verteilten magnetischen Partikel im Durchschnitt entlang genau einer Richtung orientiert sein. Die magnetischen Partikel besitzen insbesondere eine Größe von weniger als 1000 nm, bevorzugt weniger als 500 nm, weiter bevorzugt weniger als 200 nm und insbesondere bevorzugt weniger als 100 nm. Die weitgehend einheitliche magnetische Vorzugsrichtung der innerhalb der festen Matrix fixierten magnetischen Partikel ist vorzugsweise im Wesentlichen senkrecht zur Plättchenebene des Effektpigments ausgerichtet. Es wird bevorzugt, dass die weitgehend einheitliche magnetische Vorzugsrichtung der innerhalb der festen Matrix fixierten magnetischen Partikel eine uniaxiale magnetische Anisotropie, insbesondere bevorzugt eine uniaxiale magnetische Kristallanisotropie oder eine uniaxiale magnetische Formanisotropie ist. Die magnetischen Partikel sind insbesondere ferromagnetische Partikel oder ferrimagnetische Partikel. Die magnetischen Partikel können z.B. von der Gruppe bestehend aus Ba-Fe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> bzw. Bariumferrit, FePt, CoCrPt, CoPt, BiMn bzw. Bismanol, α-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bzw. Hämatit und (insbesondere tetragonalem) Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B gewählt sein.

**[0011]** Die Erzeugung plättchenförmiger magnetischer Effektpigmente mit einem senkrecht zur Plättchenebene stehenden magnetischen Moment erfordert die Herstellung einer dünnen Schicht mit einem magnetischen Moment, das dauerhaft senkrecht zur Schichtebene steht. Eine solche Herstellung stellt eine große technische Herausforderung dar, insbesondere wenn angesichts des Arbeitsschutzes auf giftige Stoffe wie etwa giftige Übergangsmetalle verzichtet werden soll. Mittels des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens lassen sich auf vorteilhafte Weise magnetische Schichten mit insbesondere einem senkrecht zur Schichtebene stehenden magnetischen Moment erzeugen, von denen ausgehend vorteilhafte plättchenförmige magnetische Effektpigmente mit insbesondere einem senkrecht zur Plättchenebene stehenden magnetischen Moment gewonnen werden können. Der Erfindungsgedanke basiert auf der Verwendung eines zunächst flüssigen, die magnetischen Partikel umgebenden Mediums, das z.B. durch UV-Strahlung, durch Elektronenstrahlhärten (ESH) oder mittels Wärme gezielt verfestigt werden kann. Im festen Aggregatzustand ist das Medium in der Lage, die darin eingebetteten magnetischen Partikel ortsfest zu umschließen, sodass eine weitere räumliche Ausrichtung der eingebetteten Partikel vermieden werden kann. Im Zuge der Herstellung wird zunächst ein flüssiges Medium mit darin eingebetteten magnetischen Partikeln bereitgestellt. Die magnetischen Partikel liegen innerhalb des flüssigen Mediums zufällig verteilt und mit zufälliger räumlicher Orientierung vor. In einem darauffolgenden Schritt erfolgt das Anlegen eines externen Magnetfelds, wobei die Richtung der Feldlinien der bei den magnetischen Partikeln angestrebten Magnetisierungsrichtung entspricht. Innerhalb des flüssigen Mediums

sind die magnetischen Partikel noch beweglich. Sie können folglich z.B. durch ein externes Magnetfeld ausgerichtet werden und währenddessen oder kurz danach durch Verfestigen des die magnetischen Partikel umschließenden Mediums gewissermaßen eingefroren werden, sodass die Position und die relative Orientierung bzw. Ausrichtung der magnetischen Partikel relativ zu dem umgebenden Medium nicht mehr veränderbar sind. Die bevorzugte uniaxiale Anisotropie sorgt dafür, dass die Magnetisierungsrichtung auch dann erhalten bleibt, wenn das externe Magnetfeld abgeschaltet bzw. entfernt wird. Um die bevorzugte senkrechte Magnetisierung zu erzielen, wird das externe Magnetfeld im Wesentlichen senkrecht zur Schicht des die magnetischen Partikel enthaltenden flüssigen Mediums angelegt. In diesem Magnetfeld werden die magnetischen Partikel so ausgerichtet, dass die Achse der leichten Magnetisierung (in der Fachliteratur auch „leichte Achse“ genannt) senkrecht zur Schichtoberfläche orientiert wird. Das Aushärten des flüssigen Mediums (oben auch als „Einfrieren“ bezeichnet) kann z.B. durch UV-Strahlung erfolgen, sofern das die magnetischen Partikel umschließende Medium UVhärtende Substanzen enthält. Das Aushärten des flüssigen Mediums kann alternativ durch die Zufuhr von Wärme erfolgen, was zur Trocknung des flüssigen Mediums führt. Nach der Immobilisierung der magnetischen Partikel verläuft die Achse der leichten Magnetisierung (bzw. „leichte Achse“) der entstandenen magnetischen Schicht senkrecht zur Schichtebene. Anstelle des UV-Härtens ist auch das Elektronenstrahlhärten (ESH) anwendbar.

**[0012]** Selbstverständlich kann die resultierende magnetische Schicht auf Grundlage der vorstehend beschriebenen Methode mit jeder beliebigen Magnetisierungsrichtung bereitgestellt werden, indem das externe Magnetfeld, solange die magnetischen Partikel noch beweglich sind, relativ zur Schichtebene in der Richtung der gewünschten Magnetisierung angelegt wird. Nach dem Aushärten des flüssigen Mediums mit dem damit verbundenen Immobilisieren der magnetischen Partikel entspricht die Achse der leichten Magnetisierung genau der Richtung, in der das externe Magnetfeld während bzw. vor dem „Einfrieren“ angelegt war. Prinzipiell kann die Richtung relativ zur Schicht frei gewählt werden, eine senkrechte Magnetisierung oder eine in der Schichtebene liegende Magnetisierung sind dabei spezielle Fälle.

**[0013]** Als magnetische Partikel können gemäß einer Variante Nadeln eingesetzt werden, die mittels der Glancing-Angle-Deposition (GLAD)-Technik oder der Oblique-Angle-Deposition (OAD)-Technik erhältlich sind. Hierbei handelt es sich um Untervarianten der physikalischen Gasphasenabscheidung (PVD). In der Regel sind bei PVD-Prozessen die Winkel, unter denen die Gasteilchen auf das zu bedampfende Substrat auftreffen, breit um einen Mittelwert von etwa  $90^\circ$  verteilt, weil man auf diese Weise einen möglichst hohen Anteil an Kondensation auf dem Substrat erzielt. Im Falle der GLAD- oder der OAD-Technik wählt man eine enge Einfallswinkelverteilung, deren Mittelwert mitunter sehr deutlich vom senkrechten Einfallswinkel abweicht und sogar annähernd parallel zur Substratebene verlaufen kann. Es hat sich gezeigt, dass in diesen Konfigurationen oft spezielle Morphologien des Kondensats resultieren. Es bilden sich gewissermaßen Wälder, die aus nadelartigen Strukturen bestehen, wobei die nadelförmigen Strukturen nahezu parallel angeordnet sind, hohe Aspektverhältnisse aufweisen und allesamt in einem bestimmten Winkel zur Substratoberfläche stehen. Wenn ein ferro- oder ein ferrimagnetisches Material auf diese Weise verdampft wird, so wird die Magnetisierungsrichtung bedingt durch die Formanisotropie parallel zur längsten Ausdehnungsrichtung der Nadelstrukturen sein. Somit kann ein magnetischer Film erzeugt werden, dessen Magnetisierungsrichtung in einem festen Winkel zur Substratebene steht. Dieser Winkel kann durch die Bedampfungsparameter beeinflusst werden und kann z.B. auch nahezu senkrecht zur Substratebene verlaufen. Durch ein Ablösen der erhaltenen, aus Nadeln bestehenden Schicht vom Substrat und ein nachfolgendes Zermahlen bzw. Zerkleinern in einzelne Nadeln resultieren nadelförmige magnetische Partikel mit uniaxialer Anisotropie, die aus der Streufeldenergieminimierung resultiert (Formanisotropie).

**[0014]** Die gemäß den oben beschriebenen Herstellungsmethoden erhaltene magnetische Schicht kann einseitig mit einer optischen Funktionsschicht kombiniert werden, um auf diese Weise einen optisch variablen magnetischen Schichtaufbau zu erzeugen. Alternativ kann die magnetische Schicht beidseitig mit jeweils einer optischen Funktionsschicht kombiniert werden, um auf diese Weise einen optisch variablen magnetischen Schichtaufbau zu erzeugen.

**[0015]** Ein bevorzugter Schichtaufbau ist ein symmetrischer Schichtaufbau mit z.B. der Schichtenfolge absorbierende Schicht - dielektrische Schicht - reflektierende Schicht - magnetische Schicht - reflektierende Schicht - dielektrische Schicht - absorbierende Schicht. Bei diesem Schichtaufbau liegt mit Bezug auf die zentrale magnetische Schicht auf beiden Seiten jeweils eine farbkippende Beschichtung auf Basis eines Absorber/ Dielektrikum/ Reflektor-Dünnschichtsystems vor. Die einzelnen Schichten können z.B. im Vakuum aufgedampft oder durch sogenanntes Sputtern aufgebracht werden.

**[0016]** Ein weiterer bevorzugter Schichtaufbau besitzt die Schichtenfolge absorbierende Schicht - dielektrische Schicht - reflektierende Schicht - dielektrische Schicht - absorbierende Schicht - magnetische Schicht. Bei diesem Schichtaufbau wird einseitig durch das Vorhandensein der magnetischen Schicht die Reflektivität bzw. der Reflexionsgrad des Schichtaufbaus beeinflusst.

**[0017]** Dieser Einfluss ist gering, wenn die magnetischen Partikel ausreichend klein sind, z.B. eine Größe von weniger als 500 nm, bevorzugt weniger als 200 nm und insbesondere bevorzugt weniger als 100 nm aufweisen, und wenn die Partikel lediglich einen geringen Anteil des Schichtvolumens einnehmen und wenn das Bindemittel im Wesentlichen transparent ist.

**[0018]** Anstelle einer Interferenzbeschichtung bzw. eines farbkippenden Dünnschichtsystems können darüber hinaus drucktechnisch erhältliche Farbschichten, bevorzugt transluzente Farbschichten, und/oder reine reflektierende Schichten bzw. metallische Schichten als eine optische Funktionsschicht herangezogen werden.

**[0019]** Anstelle eines symmetrischen Schichtaufbaus, bei dem der Farbeindruck unabhängig von der Betrachtungsseite ist, kann des Weiteren ein asymmetrischer Schichtaufbau verwendet werden. Da erfindungsgemäß das magnetische Moment insbesondere senkrecht zur Schichtebene steht, können die Sichtbarkeiten der Oberseite und der Unterseite mittels externer Magnetfelder bereichsweise gesteuert werden. Anders ausgedrückt, es können plättchenförmige magnetische Effektpigmente eingesetzt werden, die eine feste magnetische Nordseite und Südseite aufweisen, sich aber mit Bezug auf die optische Funktionsschicht dieser beiden Seiten voneinander unterscheiden. Beispielsweise können optisch variable magnetische Effektpigmente eingesetzt werden, die zugleich unterschiedliche farbkippende Effekte an der Oberseite und an der Unterseite aufweisen und deren magnetisches Moment relativ zur Oberseite und Unterseite fest definiert ist: Nordpol an der Oberseite mit dem ersten farbkippenden Effekt und Südpol an der Unterseite mit dem zweiten farbkippenden Effekt. Drückt man diese Pigmente auf ein transparentes (Wertdokument-)Substrat und richtet sie mit einem externen Magnetfeld vor der Aushärtung des Bindemittels der Druckfarbe aus, so sieht der Betrachter von einer Seite immer die Oberseite der Pigmente mit dem ersten farbkippenden Effekt und von der anderen Seite die Unterseite der Pigmente mit dem zweiten farbkippenden Effekt, der sich vom ersten farbkippenden Effekt unterscheidet.

**[0020]** Des Weiteren kann die magnetische Schicht des erfindungsgemäßen Effektpigments z.B. einseitig oder beidseitig mit (jeweils) einer optischen Funktionsschicht kombiniert werden, wobei die optische Funktionsschicht eine metallische Schicht, insbesondere eine reflektierende metallische Schicht, und eine lasierende bzw. transluzente Farbschicht aufweist. Mittels einer zwischen der magnetischen Schicht und der Farbschicht angeordneten metallischen Schicht sind ansprechende optische Effekte erzielbar.

**[0021]** Weiterhin kann die magnetische Schicht des erfindungsgemäßen Effektpigments z.B. einseitig oder beidseitig mit (jeweils) einer optischen Funktionsschicht kombiniert werden, wobei die optische Funktionsschicht eine dielektrische Schicht, z.B.  $\text{SiO}_2$ , und eine metallische Schicht, insbesondere eine reflektierende metallische Schicht, z.B. Al, aufweist. Mittels einer Kombination von  $\text{SiO}_2$  und Al lassen sich auch ohne eine weitere absorbierende Schicht und ohne eine weitere Farbschicht z.B. goldene Farbtöne erzielen.

**[0022]** Mit Bezug auf die weiter oben beschriebene Herstellungsmethode für die magnetische Schicht besteht die Gefahr, dass das Bindemittel der Magnetschicht (bzw. die Matrix) nach dem Aushärten keine optisch glatte Oberfläche aufweist, sodass die Reflektivität nachfolgender Schichten beeinträchtigt wird. Dem kann entgegengewirkt werden, indem die weiteren Schichten nicht direkt auf der magnetischen Schicht aufgebracht werden, sondern zunächst auf einem anderen Substrat, z.B. eine Folie wie etwa eine Polyethylenterephthalat (PET)-Folie, hergestellt werden. In einem weiteren Schritt kann eine flexible Kleberschicht auf die magnetische Schicht aufgebracht werden und deren raue Oberfläche dabei einebnen, bevor die weiteren Schichten auf die magnetische Schicht kaschiert bzw. aufgebracht werden. In einem optionalen Schritt kann das vorstehend erwähnte „andere“ Substrat vom erhaltenen Aufbau entfernt werden (sogenannte Transferkaschierung).

**[0023]** Alternativ lässt sich der Mangel an optisch glatter Oberfläche bei der magnetischen Schicht dadurch beheben, dass eine einebnende, glättende Zwischenschicht, z.B. ein geeigneter Zwischenlack, aufgebracht wird.

**[0024]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform für das Erhalten einer magnetischen Schicht werden die magnetischen Partikel in einen Kaschierlack gemischt und die beiden farbkippenden Schichtsysteme mit dem erhaltenen Kaschierlack zusammengeführt. In dieser zeitlichen Phase sind die Partikel noch beweglich und können in einem von außen angelegten Magnetfeld ausgerichtet werden. Anschließend erfolgt das Härten des

Kaschierlacks, was zu einer dauerhaften Verbindung der farbkippenden Schichtsysteme und zugleich zu einer Immobilisierung der homogen orientierten magnetischen Partikel führt.

**[0025]** Bezüglich der Herstellung der erfindungsgemäßen Pigmente bestehen verschiedene Möglichkeiten. Allen Methoden ist gemeinsam, dass zunächst oberhalb eines Trägersubstrats, z.B. eine Trägerfolie wie etwa eine Polyethylenterephthalat(PET)-Folie, ein Schichtaufbau erzeugt wird, wobei der Schichtaufbau zumindest die magnetische Schicht und eine optische Funktionsschicht aufweist. Anschließend wird der Schichtaufbau vom Trägersubstrat abgelöst und gegebenenfalls zerkleinert, z.B. mittels Zermahlen, bis Partikel mit einer adäquaten Größenverteilung erhalten werden. Zu diesem Zweck ist es von Vorteil, zwischen dem Trägersubstrat und dem Schichtaufbau eine weitere Schicht anzuordnen, die kontrolliert bzw. selektiv entfernt werden kann, z.B. durch Auflösen in einem geeigneten Lösungsmittel. Danach können die erhaltenen Effektpigmente mit einem UV-härtenden Bindemittel zu einer (Sieb-)Druckfarbe vermischt werden. Die Effektpigmente sind insbesondere flächige optisch-variable Pigmente und besitzen vorzugsweise ein magnetisches Moment, das senkrecht zur Effektpigmentebene orientiert ist, in Entsprechung zu der senkrechten Orientierung der einzelnen magnetischen Partikel, die sich innerhalb der festen Matrix der magnetischen Schicht befinden. Um eine magnetische Vorzugsrichtung eines gesamten Pigments zu erhalten, ist es ausreichend, wenn die einzelnen magnetischen Partikel dieses Pigments im Durchschnitt entlang dieser Richtung orientiert sind. Es ist nicht erforderlich, dass die magnetischen Momente aller magnetischen Partikel in genau die gleiche Richtung weisen. Im Schritt des drucktechnischen Aufbringens der Farbe auf einen Bedruckstoff wie etwa ein Sicherheitspapier oder ein Wertdokumentsubstrat wird zweckmäßigerweise ein externes Magnetfeld angelegt und die Farbe ausgehärtet, z.B. durch UV-Strahlung oder durch Wärmeeinwirkung, sodass die Effektpigmente unbeweglich werden.

**[0026]** Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Herstellen eines Wertdokuments, umfassend

- das Bedrucken des Wertdokumentsubstrats mit einer erfindungsgemäße, plättchenförmige magnetische Effektpigmente enthaltenden ersten Druckfarbe in einem ersten Bereich;
- das Ausrichten der plättchenförmigen magnetischen Effektpigmente in der im ersten Bereich aufgedruckten ersten Druckfarbe mittels eines externen Magnetfelds;
- das Aushärten der im ersten Bereich aufgedruckten ersten Druckfarbe.

**[0027]** Verglichen mit den Effektpigmenten gemäß dem Stand der Technik mit einer in der Ebene des Effektpigments verlaufenden Magnetisierung richten sich die erfindungsgemäßen magnetischen Effektpigmente in einem extern angelegten Magnetfeld so aus, dass das daraus resultierende Sicherheitsmerkmal brillanter wirkt und die Lichtreflexe glatter aussehen, weil weniger Licht in abweichende Richtungen gestreut wird. Dieser optische Effekt ist bei einer senkrecht zur Effektpigmentebene verlaufenden Magnetisierung besonders vorteilhaft.

**[0028]** Ein bevorzugtes Verfahren zum Herstellen eines Wertdokuments umfasst:

- das Bedrucken des Wertdokumentsubstrats mit einer erfindungsgemäße erste plättchenförmige magnetische Effektpigmente enthaltenden ersten Druckfarbe in einem ersten Bereich;
- das Bedrucken des Wertdokumentsubstrats mit einer erfindungsgemäße zweite plättchenförmige magnetische Effektpigmente enthaltenden zweiten Druckfarbe in einem an den ersten Bereich angrenzenden zweiten Bereich, wobei die zweiten Effektpigmente sich visuell von den ersten Effektpigmenten unterscheiden;
- das Ausrichten der plättchenförmigen magnetischen Effektpigmente in der jeweils im ersten Bereich und im zweiten Bereich aufgedruckten ersten bzw. zweiten Druckfarbe mittels eines externen Magnetfelds;
- das Aushärten der jeweils im ersten Bereich und im zweiten Bereich aufgedruckten ersten bzw. zweiten Druckfarbe.

**[0029]** Ein weiteres bevorzugtes Verfahren zum Herstellen eines Wertdokuments umfasst:

- das Bedrucken des Wertdokumentsubstrats mit einer die erfindungsgemäßen, plättchenförmigen magnetischen Effektpigmente enthaltenden ersten Druckfarbe in einem ersten Bereich;
- das Bedrucken des Wertdokumentsubstrats mit einer konventionelle, plättchenförmige magnetische Effektpigmente enthaltenden zweiten Druckfarbe in einem an den ersten Bereich angrenzenden zweiten Bereich, wobei die konventionellen, plättchenförmigen magnetischen Effektpigmente eine entlang der Plättchenebene verlaufende magnetische Vorzugsrichtung aufweisen;



- das Ausrichten der plättchenförmigen magnetischen Effektpigmente in der jeweils im ersten Bereich und im zweiten Bereich aufgedruckten ersten bzw. zweiten Druckfarbe mittels eines externen Magnetfelds;
- das Aushärten der jeweils im ersten Bereich und im zweiten Bereich aufgedruckten ersten bzw. zweiten Druckfarbe, sodass die beiden Bereiche infolge der unterschiedlichen Ausrichtung der beiden Effektpigment-Arten ein deutlich voneinander unterscheidbares Erscheinungsbild aufweisen.

**[0030]** Der markante Sprung im Erscheinungsbild an den Bereichsgrenzen, der auf die unterschiedlichen optisch-variablen Eigenschaften der Bereiche mit den verschiedenen Effektpigment-Typen zurückgeht, stellt ein auffälliges und vorteilhaftes Sicherheitsmerkmal dar.

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

**[0032]** Es zeigen:

**Fig. 1** ein für das Erzeugen des erfindungsgemäßen plättchenförmigen magnetischen Effektpigments geeignetes magnetisches Partikel;

**Fig. 2** ein im Zuge des Erzeugens der magnetischen Schicht des erfindungsgemäßen Effektpigments vorübergehend vorliegendes flüssiges Medium mit darin beweglichen, zufällig ausgerichteten magnetischen Partikeln;

**Fig. 3** ein Beispiel für eine magnetische Schicht eines erfindungsgemäßen Effektpigments mit mittels eines externen Magnetfelds ausgerichteten magnetischen Partikeln;

**Fig. 4** ein Beispiel eines Schichtaufbaus (Ausschnitt), von dem ausgehend mittels Zerkleinern erfindungsgemäße plättchenförmige magnetische Effektpigmente erhältlich sind;

**Fig. 5** ein Beispiel eines erfindungsgemäßen plättchenförmigen magnetischen Effektpigments; und

**Fig. 6** ein konventionelles plättchenförmiges magnetisches Effektpigment gemäß dem Stand der Technik, dessen magnetisches Moment senkrecht zum Normalenvektor der Dünnschichten verläuft.

**[0033]** Die **Fig. 6** zeigt ein konventionelles plättchenförmiges magnetisches Effektpigment **9** gemäß dem Stand der Technik, dessen magnetisches Moment senkrecht zum Normalenvektor der Dünnschichten verläuft. Solche Effektpigmente **9** sind kommerziell unter dem Handelsnamen OVMI® der Firma SICPA erhältlich, besitzen einen plättchenförmigen Aufbau und liegen in Form eines Schichtverbunds vor, der zwei Lagen optischer Effektschichten, z.B. jeweils ein farbschiebendes Schichtsystem mit Absorber/Dielektrikum/Reflektor-Aufbau, und eine dazwischen eingebettete magnetische Schicht beinhaltet. Die optischen Effektschichten stellen jeweils eine Farbfläche dar. Die Seitenflächen des Pigments **9** sind mehr oder weniger unfarbig. Die Magnetisierung des Magnetpigments **9** wird mit dem Formelzeichen „m“ bezeichnet. Wird ein Magnetfeld mit einer Feldstärke mit dem Formelzeichen „H“ angelegt, werden die Pigmente **9** so ausgerichtet, dass ihre Magnetisierung möglichst parallel zum Feldvektor liegt (siehe **Fig. 6**). Als Konsequenz können die Magnetpigmente **9** um Achsen parallel zu ihrer Magnetisierung „m“ rotieren. Die Verwendung solcher Magnetpigmente **9** z.B. beim Bedrucken eines Wertdokuments führt somit zu einer in einer Richtung im Wesentlichen einheitlichen Ausrichtung der Pigmente **9**, während die Ausrichtung der Pigmente **9** in einer anderen Richtung im Wesentlichen zufallsverteilt ist. Beim Betrachten eines auf diese Weise erhaltenen Wertdokuments zeigt somit nicht immer eine Farbfläche des Pigments **9** nach oben in die Richtung des Betrachters. Dies führt zu einer Aufweitung der Lichtreflexion und zu einer verringerten Brillanz und Schärfe des optisch variablen Effekts.

**[0034]** Die **Fig. 5** zeigt ein Beispiel eines erfindungsgemäßen plättchenförmigen magnetischen Effektpigments **8**, dessen magnetisches Moment „m“ senkrecht zur Plättchenebene ausgerichtet ist. Wird ein Magnetfeld mit einer Feldstärke mit dem Formelzeichen „H“ angelegt, werden die Pigmente **8** so ausgerichtet, dass ihre Magnetisierung möglichst parallel zum Feldvektor liegt. Genau wie bei den im Stand der Technik bekannten magnetischen Effektpigmenten **9** verbleibt ein Freiheitsgrad: die Plättchen können um eine Achse rotieren, die parallel zu ihrem magnetischen Moment angeordnet ist, ohne ihre potentielle Energie im Magnetfeld zu verändern. Im Gegensatz zu den im Stand der Technik bekannten Magnetpigmenten **9** hat die Rotation im Falle der erfindungsgemäßen Pigmente **8** aber keinen wesentlichen Einfluss auf die Reflexionseigenschaften der Pigmente **8**. Die Reflexionseigenschaften können folglich besser kontrolliert werden. Im Falle der im Stand der Technik bekannten Magnetpigmente **9** sieht der Betrachter eine Vielzahl kleiner Pigmente mit einer jeweils im Wesentlichen zufälligen Helligkeit. Die auf diese Weise erhaltenen Sicherheitselemente haben folglich eine granulare bzw. eine sozusagen „verrauschte“ optische Textur. Demgegenüber können mittels der erfindungs-

gemäßigen Pigmente **8** homogen glänzende Flächen erzeugt werden. Auf diese Weise lassen sich z.B. sogenannte Mikrospiegel-Wölbeffekte erzielen.

**[0035]** Das erfindungsgemäße, in der **Fig. 5** gezeigte plättchenförmige magnetische Effektpigment **8** besitzt einen Sandwich-artigen Schichtaufbau mit einer speziellen magnetischen Schicht als eine zentrale Schicht, die sowohl auf der Vorderseite als auch auf der Rückseite mit jeweils einer optischen Funktionsschicht versehen ist. Die beiden optischen Funktionsschichten sind im vorliegenden Beispiel identisch und werden jeweils durch einen Interferenzschichtaufbau mit einer reflektierenden Schicht (z.B. eine Al-Schicht), einer dielektrischen Schicht (z.B. eine SiO<sub>2</sub>-Schicht) und einer absorbierenden Schicht (z.B. eine Cr-Schicht) gebildet. Das Effektpigment **8** hat also einen symmetrischen Schichtaufbau mit der Schichtenfolge: absorbierende Schicht - dielektrische Schicht - reflektierende Schicht - magnetische Schicht - reflektierende Schicht - dielektrische Schicht - absorbierende Schicht.

**[0036]** Anhand der **Fig. 1** bis **Fig. 4** wird nachfolgend das Erzeugen des erfindungsgemäßen plättchenförmigen magnetischen Effektpigments **8** gemäß der **Fig. 5** beschrieben. Die **Fig. 1** bis **Fig. 3** veranschaulichen dabei insbesondere die Herstellung der magnetischen Schicht.

**[0037]** Gemäß der **Fig. 1** werden zunächst magnetische Partikel **1** mit einer Größe von 100 nm bereitgestellt, die im Beispiel auf  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Hämatit) beruhen.

**[0038]** Das magnetische Moment des Partikels wird in der **Fig. 1** mit einem Pfeil bezeichnet.

**[0039]** Die magnetischen Partikel **1** werden in einem darauffolgenden Schritt in ein flüssiges, UV-härtendes Medium **2** als ein umgebendes Medium eingebracht (siehe **Fig. 2**). Auf diese Weise erhält man zunächst eine auf einem flüssigen Medium basierende Schicht mit einer Vielzahl an zufällig ausgerichteten magnetischen Partikeln **1**.

**[0040]** Anschließend erfolgt das Anlegen eines externen Magnetfelds, wobei die Richtung der Feldlinien der angestrebten Magnetisierungsrichtung entspricht. Die **Fig. 3** zeigt die mittels des externen Magnetfelds weitgehend einheitlich im flüssigen Medium **2** ausgerichteten magnetischen Partikel **1**.

**[0041]** Das flüssige Medium **2** wird daraufhin mittels UV-Strahlung ausgehärtet, d.h. die magnetischen Partikel **1** werden auf diese Weise in ihrer räumlichen Ausrichtung fixiert.

**[0042]** Die erhaltene, aus einer festen Matrix mit darin eingebetteten und räumlich fixierten magnetischen Pigmenten bestehende magnetische Schicht **3** wird gemäß der **Fig. 4** sowohl an der Vorderseite als auch an der Rückseite mittels Aufdampfen mit jeweils einem farbkippenden Interferenzschichtaufbau versehen, der eine reflektierende Schicht **4** (bzw. 4'), eine dielektrische Schicht **5** (bzw. 5') und eine absorbierende Schicht **6** (bzw. 6') aufweist. Die **Fig. 4** zeigt einen Ausschnitt des auf diese Weise erhaltenen Schichtaufbaus **7**, von dem ausgehend mittels Zerkleinern die erfindungsgemäßen, plättchenförmigen magnetischen Effektpigmente **8** erhältlich sind.

#### Weitere Anmerkungen:

**[0043]** Grundsätzlich muss das Aushärten des flüssigen Mediums **2** (siehe **Fig. 3**) nicht zwangsläufig mittels UV-Härten erfolgen, sondern alternativ wäre auch ein Härten mittels Elektronenstrahlen (ESH) möglich. Gerade im Bereich stark pigmentierter Schichten oder beim Einsatz der magnettragenden Schicht als Kaschierkleber kann das Elektronenstrahlhärten interessant sein, weil es hierbei nicht auf die UV-Transparenz des Aufbaus ankommt. Die magnetische Ausrichtung besitzt eine so große Kraft, dass die Ausrichtung auch in einer Matrix stattfinden kann, die so hochviskos ist, dass sich ohne aktive äußere Einwirkung die Ausrichtung des einzelnen magnetischen Partikels nicht mehr wesentlich ändert. Deshalb könnte die Matrix sogar ein 100%-System eines Kaschierklebers sein.

**[0044]** Beim Einsatz eines kationischen Kaschierklebersystems könnte z.B. zunächst die Belichtung, dann das Zusammenführen der Substrate und unmittelbar danach die Ausrichtung der Magnetpartikel erfolgen.

**[0045]** Bei radikalisch-härtenden Systemen kann die Ausrichtung der Partikel z.B. entweder kurz vor der Härtung oder während der Härtung erfolgen, weil hier die Vernetzungsreaktion in der Regel so schnell erfolgt, dass später keine Ausrichtung mehr möglich ist. Radikalisch-härtende Systeme können z.B. durch UV oder ESH vernetzt werden.

**[0046]** Die UV-Härtung benötigt in der Regel einen geeigneten Photoinitiator, der mit Vorteil so zu wählen ist, dass die UV-Strahlung, die die Schicht ausreichend durchdringen kann, auch den Photoinitiator anregen kann. Es existiert eine große Anzahl von geeigneten Photoinitiatoren. Typische Typ-I-Initiatoren sind z.B. die BAPO (Bisacylphosphinoxid)-Typen, z.B. Omnirad 819, die Aminoketone (z.B. Omnirad 369, 379). Typische Typ-II-Initiatoren sind ITX und die Benzophenone. Diese benötigen in der Regel noch Coinitiatoren, wie z.B. tertiäre Amine.

**[0047]** Radikalisch-härtende Systeme bestehen weiterhin meist aus Acrylsäureestern (einerseits die Präpolymere, andererseits die Reaktivverdünner). Hersteller, wie z.B. die Firmen Allnex, Arkema, BASF, Miwon, bieten von beiden Produktgruppen zahlreiche Vertreter an. Um die Reaktivität zu erhöhen, können weiterhin z.B. Thiole eingesetzt werden. Zusätzlich können Stabilisatoren erforderlich sein.

**[0048]** Eine geeignete Formulierung basiert auf der folgenden Zusammensetzung (die Prozentangaben sind in Gewichtsprozent (Gew.-%) zu verstehen):

CN111 (epoxidised soya bean oil acrylate)	35 %
DPGDA (Reaktivverdünner)	15 %
Eb130 (Reaktivverdünner, Allnex)	15 %
TMP(EO)9TA (Reaktivverdünner)	13 %
Magnetpigment	10 %
Dispergieradditiv	1 %
Ebecryl 116 (Aminsynergist)	6%
Omnirad 2100 (Photoinitiator, IGM)	2%
Esacure KIP160 (Photoinitiator, IGM)	3%

**[0049]** Die obige Formulierung könnte z.B. für einen UV-Lack mit Magnetpigment angewendet werden. Insbesondere für Kaschierkleber sind mit Vorteil weichere Rohstoffe mit besserer Haftung auf Metallen sinnvoll.

**[0050]** Beim Einsatz saurer Haftvermittler für die Haftung auf Metallen kann man unter Umständen auf den Aminsynergisten verzichten.

### Patentansprüche

1. Plättchenförmiges magnetisches Effektpigment zur Verwendung in einer Druckfarbe, umfassend einen Schichtaufbau mit einer magnetischen Schicht und mindestens einer optischen Funktionsschicht, wobei die magnetische Schicht auf innerhalb einer festen Matrix fixierten magnetischen Partikeln mit einer weitgehend einheitlichen, von der Plättchenebene abweichenden magnetischen Vorzugsrichtung basiert.

2. Plättchenförmiges magnetisches Effektpigment nach Anspruch 1, wobei die weitgehend einheitliche magnetische Vorzugsrichtung der innerhalb der festen Matrix fixierten magnetischen Partikel im Wesentlichen senkrecht zur Plättchenebene des Effektpigments ausgerichtet ist.

3. Plättchenförmiges magnetisches Effektpigment nach Anspruch 1 oder 2, wobei die magnetischen Partikel eine Größe von weniger als 1000 nm, bevorzugt weniger als 500 nm, weiter bevorzugt weniger als 200 nm und insbesondere bevorzugt weniger als 100 nm aufweisen.

4. Plättchenförmiges magnetisches Effektpigment nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die magnetischen Partikel eine uniaxiale magnetische Anisotropie aufweisen, vorzugsweise eine uniaxiale magnetische Kristallanisotropie oder eine uniaxiale magnetische Formanisotropie.

5. Plättchenförmiges magnetisches Effektpigment nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Material der magnetischen Partikel von der Gruppe bestehend aus  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ , FePt, CoCrPt, CoPt, BiMn,  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  und  $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$  gewählt ist.

6. Plättchenförmiges magnetisches Effektpigment nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die magnetischen Partikel jeweils auf mittels der Glancing-Angle-Deposition (GLAD)-Technik oder der Oblique-Angle-Deposition (OAD)-Technik erhältlichen Nadeln basieren.

7. Plättchenförmiges magnetisches Effektpigment nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die optische Funktionsschicht eine metallische Schicht, eine drucktechnisch erhältliche Farbschicht, ein auf einer reflektierenden Schicht, einer dielektrischen Schicht und einer absorbierenden Schicht basierender Interferenzschichtaufbau oder eine Kombination zweier oder mehrerer der vorstehend genannten Elemente ist, z.B. eine oberhalb einer metallischen Schicht angeordnete drucktechnisch erhältliche Farbschicht.

8. Plättchenförmiges magnetisches Effektpigment nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Effektpigment einen Sandwich-artigen Schichtaufbau aufweist und die magnetische Schicht als eine zentrale Schicht sowohl auf der Vorderseite als auch auf der Rückseite mit jeweils einer optischen Funktionsschicht versehen ist, wobei die beiden optischen Funktionsschichten unabhängig voneinander von einer metallischen Schicht, einer drucktechnisch erhältlichen Farbschicht, einem auf einer reflektierenden Schicht, einer dielektrischen Schicht und einer absorbierenden Schicht basierenden Interferenzschichtaufbau oder einer Kombination zweier oder mehrerer der vorstehend genannten Elemente gewählt sind, z.B. eine oberhalb einer metallischen Schicht angeordnete drucktechnisch erhältliche Farbschicht.

9. Plättchenförmiges magnetisches Effektpigment nach Anspruch 8, wobei das Effektpigment einen asymmetrischen Schichtaufbau mit zwei voneinander abweichenden optischen Funktionsschichten aufweist.

10. Plättchenförmiges magnetisches Effektpigment nach Anspruch 8, wobei das Effektpigment einen symmetrischen Schichtaufbau mit zwei identischen optischen Funktionsschichten aufweist.

11. Plättchenförmiges magnetisches Effektpigment nach Anspruch 10, wobei das Effektpigment einen symmetrischen Schichtaufbau aufweist, wobei die magnetische Schicht als zentrale Schicht sowohl auf der Vorderseite als auch auf der Rückseite mit jeweils einer optischen Funktionsschicht versehen ist, wobei die beiden optischen Funktionsschichten jeweils ein auf einer reflektierenden Schicht, einer dielektrischen Schicht und einer absorbierenden Schicht basierender Interferenzschichtaufbau sind und das Effektpigment die folgende Schichtenfolge aufweist: absorbierende Schicht - dielektrische Schicht - reflektierende Schicht - magnetische Schicht - reflektierende Schicht - dielektrische Schicht - absorbierende Schicht.

12. Plättchenförmiges magnetisches Effektpigment nach Anspruch 7, wobei die optische Funktionsschicht ein auf einer reflektierenden Schicht, einer dielektrischen Schicht und einer absorbierenden Schicht basierender Interferenzschichtaufbau ist und das Effektpigment die folgende Schichtenfolge aufweist: absorbierende Schicht - dielektrische Schicht - reflektierende Schicht - dielektrische Schicht - absorbierende Schicht - magnetische Schicht.

13. Plättchenförmiges magnetisches Effektpigment nach Anspruch 9, wobei das Effektpigment einen asymmetrischen Schichtaufbau aufweist, wobei die magnetische Schicht auf der Vorderseite mit einem auf einer reflektierenden Schicht, einer dielektrischen Schicht und einer absorbierenden Schicht basierenden Interferenzschichtaufbau versehen ist und die magnetische Schicht auf der Rückseite mit einer reflektierenden Schicht versehen ist, sodass das Effektpigment die folgende Schichtenfolge aufweist: absorbierende Schicht - dielektrische Schicht - reflektierende Schicht - magnetische Schicht - reflektierende Schicht.

14. Verfahren zum Herstellen eines plättchenförmigen magnetischen Effektpigments nach einem der Ansprüche 1 bis 13, umfassend

- a) das Bereitstellen eines flüssigen Mediums mit darin beweglichen, zufällig ausgerichteten magnetischen Partikeln;
- b) das Ausrichten der magnetischen Partikel mittels eines externen Magnetfelds;
- c) das Aushärten des die magnetischen Partikel umgebenden flüssigen Mediums zu einer festen Matrix, sodass eine magnetische Schicht erhalten wird, die innerhalb der festen Matrix fixierte magnetische Partikel mit einer weitgehend einheitlichen, von der Ebene der magnetischen Schicht abweichenden magnetischen Vorzugsrichtung aufweist;
- d) das Erzeugen eines die magnetische Schicht und mindestens eine optische Funktionsschicht aufweisenden Schichtaufbaus; und
- e) das Zerkleinern des im Schritt d) erhaltenen Schichtaufbaus zu einzelnen plättchenförmigen magnetischen Effektpigmenten.

15. Verfahren zum Herstellen eines Wertdokuments, umfassend  
 - das Bedrucken des Wertdokumentsubstrats mit einer plättchenförmige magnetische Effektpigmente nach einem der Ansprüche 1 bis 13 enthaltenden ersten Druckfarbe in einem ersten Bereich;

- das Ausrichten der plättchenförmigen magnetischen Effektpigmente in der im ersten Bereich aufgedruckten ersten Druckfarbe mittels eines externen Magnetfelds;
- das Aushärten der im ersten Bereich aufgedruckten ersten Druckfarbe.

16. Verfahren nach Anspruch 15, umfassend

- das Bedrucken des Wertdokumentsubstrats mit einer erste plättchenförmige magnetische Effektpigmente nach einem der Ansprüche 1 bis 13 enthaltenden ersten Druckfarbe in einem ersten Bereich;
- das Bedrucken des Wertdokumentsubstrats mit einer zweite plättchenförmige magnetische Effektpigmente nach einem der Ansprüche 1 bis 13 enthaltenden zweiten Druckfarbe in einem an den ersten Bereich angrenzenden zweiten Bereich, wobei die zweiten Effektpigmente sich visuell von den ersten Effektpigmenten unterscheiden;
- das Ausrichten der plättchenförmigen magnetischen Effektpigmente in der jeweils im ersten Bereich und im zweiten Bereich aufgedruckten ersten bzw. zweiten Druckfarbe mittels eines externen Magnetfelds;
- das Aushärten der jeweils im ersten Bereich und im zweiten Bereich aufgedruckten ersten bzw. zweiten Druckfarbe.

17. Verfahren nach Anspruch 15, umfassend

- das Bedrucken des Wertdokumentsubstrats mit einer plättchenförmige magnetische Effektpigmente nach einem der Ansprüche 1 bis 13 enthaltenden ersten Druckfarbe in einem ersten Bereich;
- das Bedrucken des Wertdokumentsubstrats mit einer konventionelle, plättchenförmige magnetische Effektpigmente enthaltenden zweiten Druckfarbe in einem an den ersten Bereich angrenzenden zweiten Bereich, wobei die konventionellen, plättchenförmigen magnetischen Effektpigmente eine entlang der Plättchenebene verlaufende magnetische Vorzugsrichtung aufweisen;
- das Ausrichten der plättchenförmigen magnetischen Effektpigmente in der jeweils im ersten Bereich und im zweiten Bereich aufgedruckten ersten bzw. zweiten Druckfarbe mittels eines externen Magnetfelds;
- das Aushärten der jeweils im ersten Bereich und im zweiten Bereich aufgedruckten ersten bzw. zweiten Druckfarbe, sodass die beiden Bereiche infolge der unterschiedlichen Ausrichtung der beiden Effektpigment-Arten ein deutlich voneinander unterscheidbares Erscheinungsbild aufweisen.

18. Wertdokument, erhältlich durch das Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17.

19. Wertdokument nach Anspruch 18, wobei das Wertdokument eine Banknote oder ein Ausweisdokument ist.

20. Druckfarbe, umfassend plättchenförmige magnetische Effektpigmente nach einem der Ansprüche 1 bis 13.

21. Druckfarbe nach Anspruch 20, wobei die Druckfarbe ein Bindemittel, bevorzugt ein UV-härtendes Bindemittel, ein mittels Elektronenstrahlen härtendes Bindemittel oder ein wärmehärtendes Bindemittel, umfasst.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

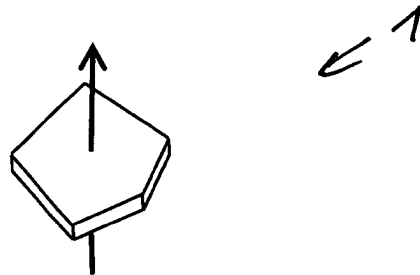


FIG 2

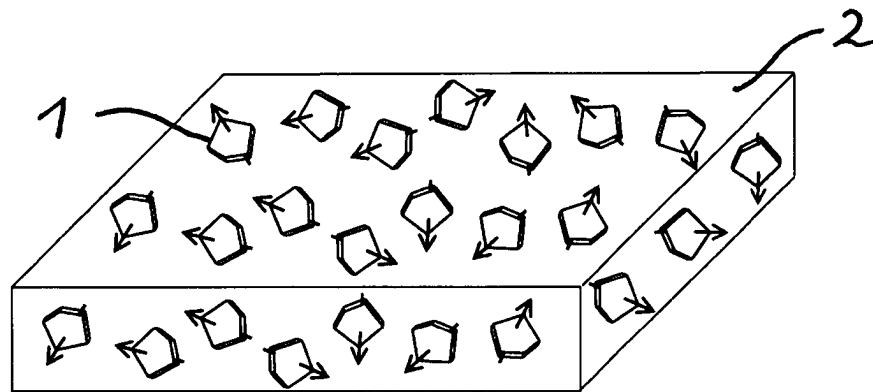


FIG 3

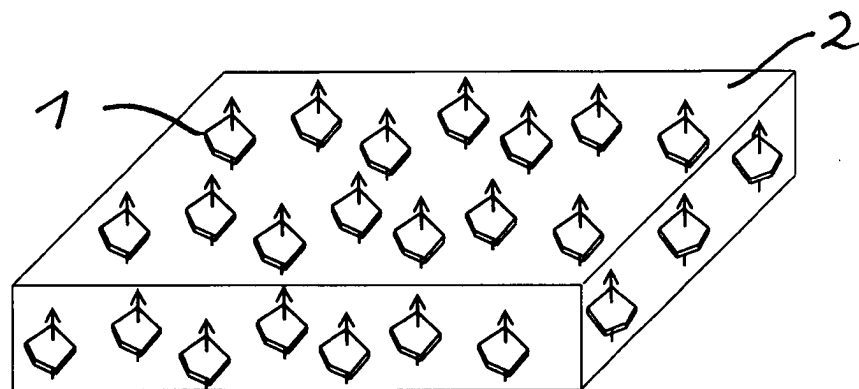


FIG 4

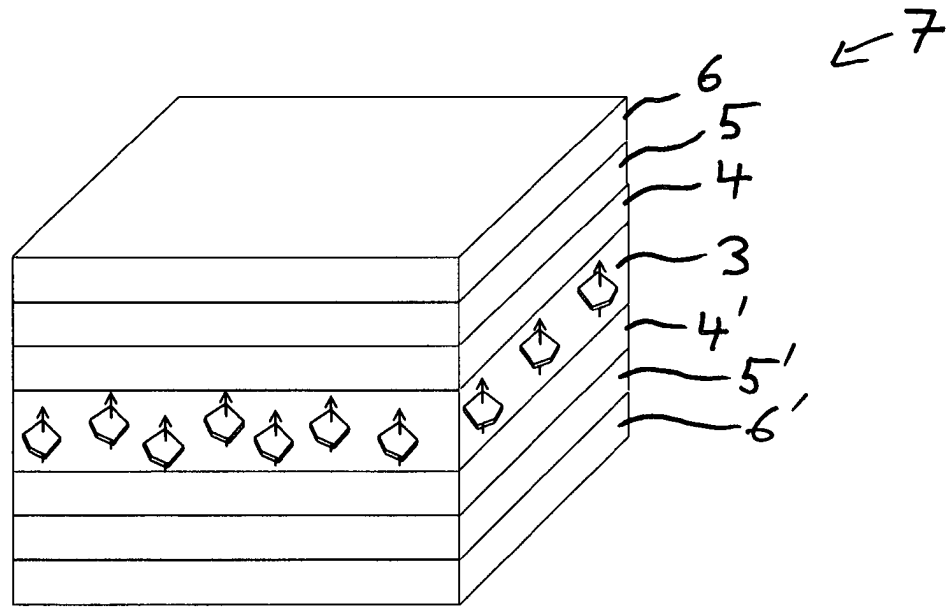


FIG 5

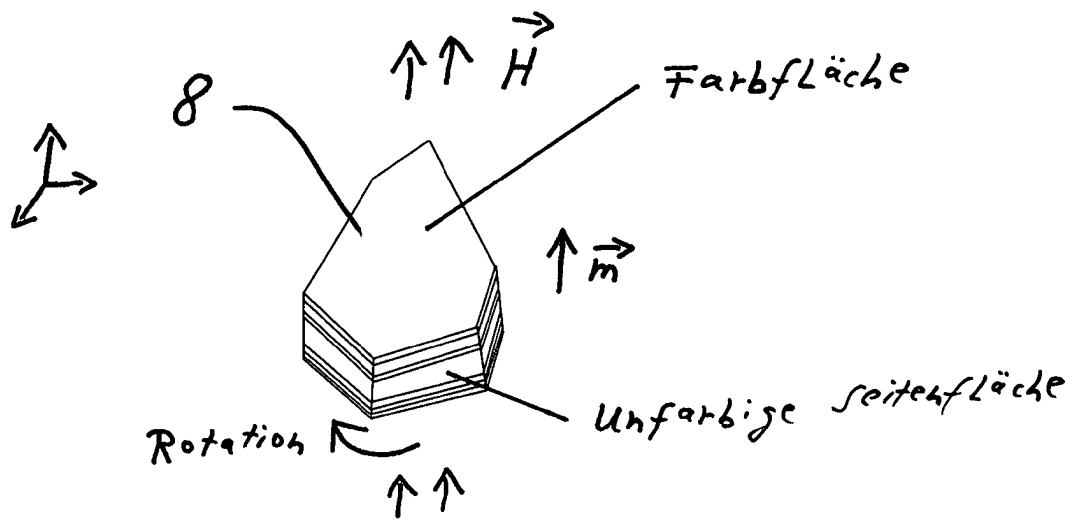


FIG 6

