

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43)

Veröffentlichungstag:

26.06.2002 Patentblatt 2002/26

(51)

Int Cl.7:

B44F 1/00, B44C 5/04,
B44C 1/10, B44C 1/17

(21)

Anmeldenummer: 01129049.1

(22)

Anmeldetag: 07.12.2001

(84)

Benannte Vertragsstaaten:

AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30)

Priorität: 22.12.2000 DE 10064521

(71)

Anmelder: DaimlerChrysler AG

70567 Stuttgart (DE)

(72)

Erfinder:

- Haas, Cornelius
88048 Friedrichshafen (DE)
- Holdik, Karl
Auburn Hills, MI 48326 (US)
- Sander, Jürgen
88677 Markdorf (DE)
- Scherber, Werner, Dr.
88697 Bermatingen (DE)

(54)

Dekorative Kunststoff-Folie

(57)

Die Erfindung betrifft eine dekorative Kunst-

stoff-Folie für die Oberflächenvergütung, insbesondere

von Fahrzeugkarosserien und Gebäudefassaden. Sie

weist eine mikro- oder nanoskalige Struktur auf, bei der

mikro- oder nanoskalige Partikel (4) in einheitlicher

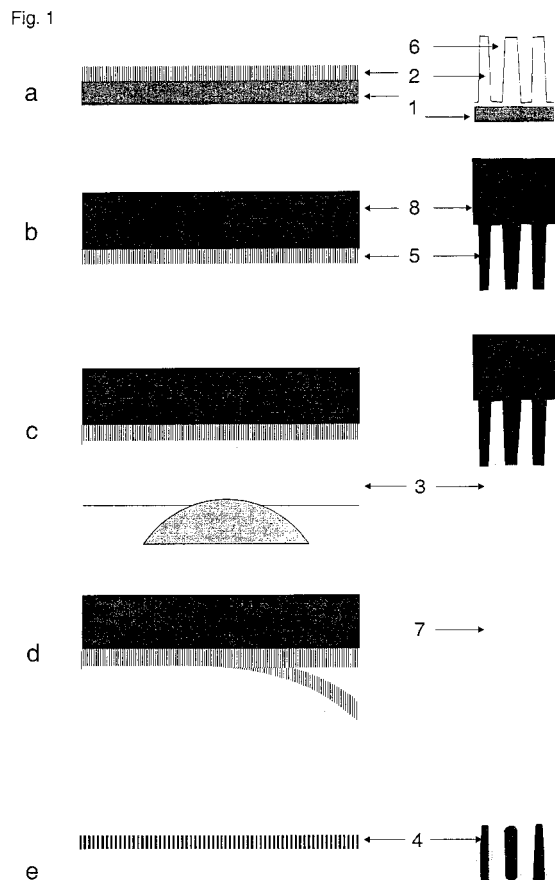
Form, Größe und Ausrichtung in einen transparenten

Polymerträger (3) eingebracht sind, so dass die optisch

wahrnehmbare Wirkung ausschließlich oder überwie-

gend durch optische Effekte an der kollektiven Anord-

nung der Partikel (4) hervorgerufen wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Kunststoff-Folien mit dekorativen Farbeffekten zur Vergütung von Gebrauchsgegenständen, insbesondere für die Oberflächenbeschichtung von Fahrzeugkarosserien und Gebäudefasaden, sowie Verfahren zu ihrer Herstellung.

[0002] Die Lackierung eines Kraftfahrzeuges und anderer Objekte stellt ein wichtiges Qualitätsmerkmal dar. Neben den technischen Anforderungen des Korrosionsschutzes und der mechanischen Festigkeit sollen durch Farbgebung und optische Qualität der Lackierung Individualität, Wertanmutung und Designaspekte vermittelt werden.

[0003] Die technischen Möglichkeiten zur Herstellung besonderer Effekte sind allerdings sehr begrenzt. Neben der normalen Farblackierung werden heute die sogenannten Metallic-Lackierungen angeboten, welche feinverteilte Metallpartikel enthalten und dadurch eine bessere Farbbrillanz ergeben.

[0004] Weitergehende Möglichkeiten entstehen, wenn statt der einfachen Metallflakes farbgebende Partikel eingebettet werden. Ein bekannter Weg ist, plättchenförmige Partikel aus Glas oder Glimmer (Mica) mit interferenzfähigen Schichten auszustatten und damit einen richtungsabhängigen Farbeindruck zu erzielen. Produkte dieser Art werden seit Jahren von den Firmen Merck, BASF u.a. angeboten und haben sich vor allem in den Anwendungsbereichen Kosmetik, Verpackungsmittel, Werbung, Design, etc. etabliert. Auch im Fahrzeugbereich haben diese Entwicklungen zu interessanten Ergebnissen geführt, die immer wieder an Messe-Exponaten zu besichtigen sind oder in begrenzten Auflagen hergestellt werden, aber bislang nicht als Serienlackierung eingeführt wurden. Hauptgründe hierfür sind die relativ hohen Kosten für die Herstellung der Interferenzschicht und ihrer Aufbereitung als Pigment. Weitere typische Nachteile sind die Farbtreue und Reproduzierbarkeit dieser Methoden. Generell ist zu beobachten, dass mit zunehmender Qualität und Zuverlässigkeit die Herstellungskosten des Pigmentes stark ansteigen und bei großflächigen Anwendungen schnell prohibitive Größen erreichen.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, hochwertige Oberflächenbeschichtungen zu schaffen, mit denen sich neuartige dekorative Farbeindrücke und designerische Effekte erzeugen lassen und die sich für rationelle Produktionsmethoden großer Flächen eignen.

[0006] Diese Aufgabe wird mit dem Gegenstand des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungen der Erfindungen sowie Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen Farbeffektfolie sind Gegenstände weiterer Ansprüche.

[0007] Die erfindungsgemäße Lösung besteht darin, die Farbwirkung, insbesondere richtungsabhängige Farberscheinungen oder richtungsabhängige Abdunkelung eines klaren Folienträgers allein oder überwiegend

durch Struktureffekte zu erzeugen. Bekannte Verfahren arbeiten mit herkömmlichen Farbpigmenten, also mit Substanzen, bei denen dem Einzelteilchen aufgrund seiner Größe (insbesondere weit größer als die Lichtwellenlänge) und seiner chemischen Beschaffenheit eine typische Farbe, ein bestimmter Reflexionsgrad oder ein Interferenzeffekt zugeordnet werden kann. Im Gegensatz dazu basiert die Erfindung auf optischen Effekten an nanoskaligen oder mikroskaligen Teilchen, welche schon aufgrund ihrer Dimensionen (vergleichbar oder kleiner als die Lichtwellenlänge, also insbesondere kleiner als 1 Mikrometer oder in der Größenordnung von 1 Mikrometer) keine inhärente Farbe besitzen, sondern erst aufgrund ihrer kollektiven Anordnung die gewünschte Wirkung entfalten. Beispiele für derartige Farbeindrücke, welche hauptsächlich durch Form und Größe von Teilchen und weniger durch ihre stoffliche Beschaffenheit hervorgerufen werden, sind die Streuung an kleinsten Teilchen mit geringer Extinktion (das Blau des Himmels), die Streuung an größeren Teilchen mit großer Extinktion (intensive Farben von Goldkolloiden), Interferenz an zusammengesetzten geschichteten Medien sowie Doppelbrechung und Dichroismus an ausgerichteten stäbchenförmigen Teilchen.

[0008] Wenn hier von nanoskaligen oder mikroskaligen Partikeln, Teilchen oder Strukturen die Rede ist, so ist darunter immer zu verstehen, dass zumindest eine Strukturdimension dieser Partikel, Teilchen oder Strukturen im Nano- oder Mikrometerbereich liegt, im folgenden auch vereinfachend "Mikrostrukturen" genannt.

[0009] Obwohl die obengenannten klassischen Phänomene allgemein bekannt sind, sind sie für dekorative Beschichtungen größerer Objekte technisch nicht zugänglich, da es bislang nicht möglich erscheint, die Teilchen auf einfache und kontrollierbare Weise in geeigneter Größe, Form, Konzentration und Ausrichtung in eine Lackschicht oder Kunststoff-Folie einzubringen.

[0010] Ein Vorteil der Erfindung ist auch darin zu sehen, dass die Oberflächenvergütung durch Aufbringen einer vorgefertigten Folie erzielt wird, wobei die Herstellung dieser Folie auf der Basis von Folien-Halbzeugen, folienartigen Lackschichten, auf Trägerfolien aufgetragene Polymer- oder Lackschichten, oder ähnlichen Konfigurationen erfolgt. Es ist leicht einzusehen, dass ein automatisierter Herstellungsprozess einer Folie einen ungleich höheren Grad an Farbhomogenität und Reproduzierbarkeit ermöglicht, als ein individuelles Tauch- oder Spritzverfahren, insbesondere wenn komplexe Feststoffpigmente mit definierter Ausrichtung und Konzentration eingebaut werden sollen. Speziell im Fahrzeugbau bieten vorgefertigte Folien anstelle der herkömmlichen Fahrzeuglackierung Kostenvorteile und höhere Flexibilität im Hinblick auf kommende ökologische Anforderungen.

[0011] Die Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen Farbeffektfolie umfassen mehrere Stufen, wobei sowohl Transfertechiken als auch Replikationstechniken in Betracht kommen. Die erste Stufe besteht

in der Erzeugung einer geeigneten mikrooder nanoskaligen Struktur auf einer Hilfsoberfläche oder einem Master (Matrize). Anschließend erfolgt die Übertragung der Strukturelemente (Transfer) auf einen folienartigen Polymerträger oder es wird alternativ nur die Strukturinformation auf einen Polymerträger aufgebracht (Replikation). Weitere fakultative Verfahrensschritte zur Verstärkung der optischen Effekte und zur Nachbehandlung und Weiterverarbeitung des Polymerträgers können folgen. Die verschiedenen Verfahrensstufen werden im folgenden beispielhaft und anhand von Schemazeichnungen näher beschrieben.

[0012] Es zeigen:

Fig. 1 ein Replikationsverfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen Farbeffektfolie in fünf Verfahrensschritten:

- a: Aluminiumschicht 1 mit porösem Oxid 2
- b: Abformen eines Werkzeuges 4 mit stäbchenartiger Oberfläche 5
- c: Heißprägen eines Polymerträgers 3
- d: Abziehen des Polymerträgers mit porenartigen Vertiefungen 7
- e: Einlagern von farbgebenden Partikeln 4.

Fig. 2 Transfervorgang zur Herstellung der erfindungsgemäßen Farbeffektfolie mit den Verfahrensschritten:

- a: Aluminiumfolie 1 mit porösem Oxid 2
- b: Einlagern von Partikeln 4
- c: Teilweises Entfernen der Oxidschicht 2
- d: Verbinden mit Polymerträger 3
- e: Abziehen der Aluminiumfolie 1 zusammen mit der restlichen Oxidschicht.

[0013] Gemäß dem in Fig. 1 dargestellten Replikationsverfahren wird in Schritt a eine regelmäßige Oberflächenstruktur hergestellt. Grundsätzlich können zur Erzeugung feinsten regelmäßiger Strukturen die bekannten lithografischen Strukturierungsverfahren auf Basis von Röntgen- und Elektronenstrahlbelichtung herangezogen werden. Besser für die gestellte Aufgabe geeignet erscheinen jedoch Verfahren, welche auf selbstorganisierenden Mechanismen beruhen; diese liefern in der Regel keine streng geordneten Strukturen, sind aber kostengünstig auf größere und komplex geformte Flächen übertragbar. Als ein bevorzugtes Beispiel sei die an sich bekannte anodische Oxidation von Aluminium (Aluminiumschicht 1 in Schritt a) und anderer Metalle genannt. Durch geeignete Wahl des Elektrolyten und der übrigen Anodisierungsparameter kann eine Oxidschicht 2 mit sehr regelmäßigen zylindrischen Poren 6 hergestellt werden. Die erreichbaren Strukturdimensionen, also Abstand und Durchmesser der Poren, liegen zwischen etwa 10 Nanometer und 1 Mikrometer, also in dem Wellenlängenbereich, in dem die genannten

optischen Effekte stattfinden,

[0014] Anschließend (Fig. 1, b) wird die Strukturinformation der Aluminiumoxidschicht in ein für die nachfolgenden Fertigungsschritte geeignetes Werkzeug also eine Druckwalze oder eine Werkzeugform 8 überführt. Dies geschieht nach bekannten Abformungstechniken, z.B. Galvanoformung, wobei die auf diesem Fachgebiet üblichen Methoden und Maßnahmen bezüglich der Materialauswahl, der Vor- und Nachbehandlung, der Oberflächenvergütung, etc. zu beachten sind, aber hier nicht weiter erwähnt werden. Aus der porenartigen Oberfläche der Ausgangsschicht entsteht ein stäbchenförmiges Negativabbild 5 in der Werkzeugo-berfläche.

[0015] Zur Übertragung der Mikrostruktur des Werkzeuges auf einen Polymerträger kommen mehrere Möglichkeiten in Betracht:

- Heißprägen einer Folie im Durchlaufverfahren (Fig. 1, Schritt c);
- Spritzguss in eine Form, welche die mikrostrukturierte Oberfläche trägt, mit einem Thermoplast;
- Füllen einer mikrostrukturierten Form oder eines Kalanders mit einem Monomer oder teilvernetztem Polymer und anschließendem Auspolymerisieren unter Verwendung von chemischen, thermischen oder UV-Startern, sowie Kombinationen;
- Übertragung der Mikrostruktur durch einen Druck- oder Stempelprozess. Die strukturierte Werkzeugo-berfläche dient dabei als walzenförmige Druckmatrize um eine flüssige oder pastöse Substanz auf den Polymerträger aufzubringen, der anschließend mit einem Monomer in Kontakt gebracht wird. Je nach Materialpaarung von Polymerträger und Monomer wird die aufzudruckende Substanz entweder mit stark benetzenden (Haftvermittler) oder stark entnetzenden Eigenschaften (Trennmittel) gewählt. Aufgrund von Oberflächeneffekten bilden sich tröpfchenartige Strukturen, welche nach bekannten Methoden polymerisiert werden und auf diese Weise wieder eine 3-dimensionale Replikation bzw. eine Negativform der Matrize entsteht.

[0016] Natürlich sind die unterschiedlichsten, aus der Kunststofftechnik an sich bekannten Varianten und Kombinationen dieser Basisverfahren anwendbar.

[0017] Als Materialien für den Polymerträger eignen sich aufgrund der Verarbeitbarkeit, der optischen Eigenschaften (Transparenz) und der Haltbarkeit besonders die Kunststoffe wie PMMA (Polymethylmethacrylat) und PU (Polyurethan), aber auch Polymere wie PE (Polyethylen), PP (Polypropylen), PVC (Polyvinylchlorid), PC (Polycarbonat), PET (Polyethylenterephthalat), PVDF (Polyvinylidenfluorid), Polyester, ABS (Acrylnitril-Butadien-Styrol), ASA (Acrylnitril-Styrol-Acrylester) und Copolymere dieser Verbindungen kommen in Betracht.

[0018] Nach Ablösen aus der Werkzeugform (Fig. 1, d), wird die in den Polymerträger eingebrachte Oberflächenstruktur im nächsten Behandlungsschritt genutzt,

um die eigentlichen farbbestimmenden Partikel zu erzeugen, wozu ebenfalls mehrere Wege zur Verfügung stehen. Aufgrund der folienartig vorliegenden Trägern eignen sich für diesen Prozessschritt beispielsweise Vakuumbeschichtungsverfahren, also Bedampfung oder Kathodenzerstäubung (Sputtern), welche im Durchlaufverfahren sehr kostengünstige und gleichmäßige Schichten liefern. Von Bedeutung dabei ist, Substanzen einzubringen, deren Brechungsindex n deutlich von dem der polymeren Trägermatrix 3 abweicht, also bevorzugt hochbrechende oxidische, halbleitende oder metallische Stoffe, wobei der Absorptionskoeffizient k (Imaginärteil des Brechungsindex) nicht zu hoch liegen sollte, um übermäßige Lichtabsorption in der Schicht zu vermeiden. Durch die Wahl des Materials und der Schichtdicke sind die unterschiedlichsten Farbtöne und -effekte zu erzielen, wobei die optische Wirkung bereits bei Metallen bereits bei sehr dünnen Filmen von wenigen Atomlagen einsetzt. Edelmetalle, insbesondere Gold, erzeugen aufgrund ihrer besonderen, mit der elektrischen Leitfähigkeit gekoppelten optischen Konstanten sehr starke Farbwirkungen, das Verfahren ist jedoch keinesfalls auf diese Materialklasse beschränkt. Es eignen sich vor allem transparente Metalloxide mit höherem Brechungsindex wie Al_2O_3 , Bi_2O_3 , CeO_2 , Fe_2O_3 , In_2O_3 , SnO_2 , Ta_2O_5 , TiO_2 . Als Ausgangsmaterialien für den Beschichtungsprozess können die Oxide direkt eingesetzt werden, es ist verfahrenstechnisch jedoch oft günstiger die entsprechenden Metalle zu verdampfen oder zu sputtern und anschließend in der Gasphase oder nach der Abscheidung zu oxidieren. Bei manchen Metallen und bei geringen Schichtdicken geschieht dies spontan bei Luftzutritt. Ebenfalls gut geeignet als Ausgangsmaterial für farbgebende Partikel sind Halbleiter wie Si und Ge aufgrund ihrer günstigen optischen Konstanten (hohes n/k Verhältnis) und beschichtungstechnischer Vorteile.

[0019] Die oben erwähnte starke Absorptionswirkung von Metallen kann ebenfalls im Sinne der Erfindung genutzt werden. Dieser Effekt tritt vor allem auf, wenn Metalle in Form feiner Fasern und geringer Anzahldichte eingelagert werden, was durch gezielte Einstellung der Aluminiumoxidmatrix (große Porenabstände) und Eindampfen geringer Materialmengen (leicht schräg zur Porenachse) gelingt. Derartige Strukturen zeigen bei senkrechter Betrachtung keinen besonderen Farbeffekt, dunkeln aber bei zunehmend flacheren Winkeln stark ab. In Verbindung mit einer darunterliegenden normalen Farbschicht und ergeben sich ebenfalls interessante optische Wirkungen, insbesondere bei gerichtetem Lichteinfall oder Sonnenbestrahlung (Bunt - Unbunt - Übergang).

[0020] Als eine verfahrenstechnische Variante zur Vakuumbeschichtung kann eine spezielle Form der chemischen Abscheidung von Metallen eingesetzt werden (Schritt e). Wie bei der Galvanisierung von Kunststoffen üblich, wird zunächst die zu beschichtende Fläche mit einer ionogenen oder kolloidalen Palladium-haltigen Lö-

sung aktiviert. An den aktivierten Palladiumkeimen können anschließend chemisch, d.h. stromlos, größere Metallpartikel 4 abgeschieden werden. Diese Methoden eignen sich im Sinne der Erfindung besonders gut zur Deposition vereinzelter Strukturelemente, da die Bekeimung in den Vertiefungen der abgeformten nanostrukturierten Oberfläche aufgrund von Kapillarkräften sehr gezielt und gleichmäßig prozessiert werden kann. Weitere Schritte wie das Reduzieren und Fixieren der Palladiumkeime, oberflächliches Abspülen, Rückätzen der abgeschiedenen Metallteilchen, u.a., können angewendet werden, um Form, Größe und Anzahl der Einlagerungen zu beeinflussen und damit die resultierenden Farbeindrücke zu modifizieren. Für die technischen Anwendungen der stromlosen Metallisierung werden hauptsächlich Metalle wie Kupfer und Nickel eingesetzt. Die erfindungsgemäße Lösung kann darüber hinaus auch auf andere chemisch abscheidbare Metalle zurückgreifen, da stets nur geringe Materialmengen und Prozesszeiten erforderlich sind, beispielsweise Edelmetalle oder Elemente aus der oben genannten Materialgruppe wie Indium und Zinn, bzw. ihre nachträgliche Umwandlung in die entsprechenden Oxide.

[0021] Alternativ zur Beschichtung eines abgeformten Polymerträgers können erfindungsgemäß weitere Methoden eingesetzt werden. Wird beispielsweise die strukturierte Oberfläche mit einer zweiten transparenten polymeren Substanz ausgefüllt oder verbunden und besitzt diese Substanz einen höheren Brechungsindex als die Trägerfolie, dann entstehen an den regelmäßig angeordneten Grenzflächen ebenfalls durch Interferenz Farberscheinungen. Ähnlich wirkt eine Anordnung, bei der die strukturierte Folie unmittelbar mit einer planen Unterlage verbunden ist, so dass regelmäßige nanoskalige Lufteinschlüsse entstehen. Die auf diese Weise erzielbaren Farbkontraste sind nicht so intensiv wie beim Einsatz von Metallen oder Oxiden, eignen sich aber dennoch gut zur Betonung und Verfremdung herkömmlicher Farben und Lacke, welche in darunter liegenden Schichten eingesetzt werden können.

[0022] Weitere Möglichkeiten entstehen, wenn die farbbestimmenden Elemente nicht auf dem vorstrukturierten Kunststoffträger erzeugt werden, sondern bereits auf dem Hilfsträger und anschließend in kollektiver Form in den Polymerträger eingebaut werden (Transferverfahren). Ein beispielhaftes Verfahren hierfür ist in Fig. 2 dargestellt. Zunächst wird, wie oben beschrieben, eine nanostrukturierte Hilfsschicht, bevorzugt durch anodische Oxidation einer dünnen Aluminiumfolie 1 oder einer aluminisierten Kunststoffolie erzeugt (Schritt a). Anschließend werden in den Poren der Oxidschicht 2 mittels galvanischer Verfahren Metallnadeln eingelagert, z.B. aus Nickel, Zinn, Indium oder Zink (Schritt b). Auch Edelmetalle wie Gold, Platin, Silber u.a. eignen sich, wobei diese bei geeigneter Prozessführung auch in Form von dünnwandigen Röhrchen aufwachsen können. Der Abscheidungsprozess wird gestoppt, sobald die Metallnadeln oder -röhrchen substantiell (etwa 100 nm

oder mehr) über die Oberfläche der Oxidmaske hinausragen, aber bevor sie zu einer geschlossenen Schicht zusammenwachsen. Dies gelingt nicht bei allen Metallen oder bei sehr feinen Poren; in diesen Fällen kann die Oxidmaske nach der Metallabscheidung teilweise chemisch abgeätzt werden (Schritt c), so dass ebenfalls eine Schicht aus freistehenden Metallpartikeln entsteht. Optional kann eine teilweise oder komplette Überführung der Metallpartikel in die Oxidphase vorgenommen werden (bei sehr feinen Strukturen geschieht dies unter Umständen spontan an Luft), z.B. durch nachträgliche anodische Oxidation oder eine Plasmabehandlung in oxidierender Atmosphäre.

[0023] Der Hilfsträger wird dann durch Kleben, Verschmelzen, Verschweißen, Laminieren o.ä. Techniken mit dem transparenten Polymerträger 3 verbunden (Schritt d) und anschließend (Schritt e) die Aluminiumfolie einschließlich der (restlichen) Oxidhaut mechanisch abgetrennt oder chemisch abgeätzt.

[0024] Entsprechend den optischen Gesetzmäßigkeiten sind bei der Auslegung der farbgebenden Strukturen bestimmte Randbedingungen zu beachten. Bei Verwendung sehr kleiner Partikel (im Vergleich zur Wellenlänge des sichtbaren Lichtes) bilden die Partikel in der Polymermatrix ein sogenanntes zusammengesetztes Medium, also eine Schichtzone, der ein homogener effektiver Brechungsindex zugeordnet werden kann. Dieser effektive Brechungsindex ergibt sich nach bekannten Mischungsformeln aus den optischen Konstanten der Partner; bei Metalleinlagerungen entsteht auf diese Weise ein relativ hoher Brechungsindex und Absorptionskoeffizient, bei Oxiden und Halbleitern ein mittlerer und bei rein organischen Mischstrukturen oder Lufteinschlüssen ein besonders kleiner Brechungsindex. In einem derartigen Medium kann eine Farbwirkung durch Interferenz erzeugt werden, wenn die Schichtdicke im Verhältnis zur Wellenlänge bestimmte vom effektiven Brechungsindex abhängige Werte annimmt. Je nach Art und Dichte der Einlagerungen muss also die Schicht auf eine gewisse interferenzfähige Dicke eingestellt werden. Beim Replikationsverfahren geschieht dies über die Dicke der Aluminiumoxidmatrix, bzw. die Porentiefe oder die Strukturhöhe der Form, beim Transferverfahren über die Höhe der freistehenden Strukturelemente. Bei größeren Teilchen treten zunehmend Streueffekte in Erscheinung, die den Interferenzeffekt überlagern.

[0025] Der durch Replikation oder über eine transferierte Schicht mit farbbestimmenden Strukturen ausgestattete Polymerträger wird anschließend nach gängigen Verfahren wie Tiefziehen, Hinterspritzen, Laminieren, Kleben, Wärmebehandlung, Strahlungshärtung, etc. die hier nicht im Einzelnen zu beschreiben sind, weiterverarbeitet und appliziert. Da die erfindungsgemäßen Farbeffekte vorwiegend durch Streuung und Interferenz zustande kommen, eignen sich als Unterlage vor allem schwarze oder dunkel gehaltene Lacke oder Oberflächen. Hellere Untergründe remittieren einen

größeren Lichtanteil, welcher die gestreuten und reflektierten Lichtstrahlen aus den eingelagerten Partikeln überlagert und den Farbkontrast abschwächt. Bei fein verteilten Metallstrukturen, welche eher einen richtungsabhängigen Abschattungseffekt hervorrufen, ist die Farbe des Untergrundes nicht so bedeutend, hier sind auch helle Farbtöne einsetzbar.

[0026] Da die beschriebenen Farberscheinungen mit der kollektiven Anordnung der eingelagerten Partikel verknüpft sind, ergibt sich eine weitere wichtige Besonderheit der Erfindung, welche insbesondere bei sehr kleinen Strukturdimensionen zu beobachten ist. Wie oben erwähnt ist die Volumenkonzentration kleiner Teilchen mitbestimmend für den effektiven Brechungsindex des zusammengesetzten Mediums, d.h. über die Teilchendichte kann auch die spektrale Lage und damit die Farbe einer Interferenzschicht gesteuert werden, im Gegensatz zu herkömmlichen Lackierungen. Dies macht sich bemerkbar an biaxial gekrümmten Oberflächen, da durch die Verformung zwangsläufig eine Ausdünnung des Materials stattfindet. Neben der oben beschriebenen **richtungsabhängigen** Farberscheinung ergibt sich hiermit eine zusätzliche **formabhängige** Farb- und Helligkeitsverschiebung an gekrümmten Flächen, was beispielsweise sehr vorteilhaft bei der Lackierung von Fahrzeugkarosserien genutzt werden kann. Einerseits wird bei dezenter Einstellung des Effektes eine interessante Betonung der Fahrzeugform (Plastizität) hervorgerufen, andererseits sind starke, poppige Farbeffekte möglich. Mit zunehmender Teilchengröße überwiegen Streueffekte am Einzelteilchen gegenüber der Kollektivwirkung des Mediums, so dass der Anteil der verschiedenen Phänomene über die Strukturgrößen an das jeweilige Objekt und die gewünschte dekorative Gesamtwirkung graduell angepasst werden kann.

Patentansprüche

1. Dekorative Kunststoff-Folie für die Oberflächenvergütung, insbesondere von Fahrzeugkarosserien und Gebäudefassaden, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine mikro- oder nanoskalige Struktur aufweist, wobei mikro- oder nanoskalige Partikel (4) in einheitlicher Form, Größe und Ausrichtung in einen transparenten Polymerträger (3) eingebracht sind, und dass die optisch wahrnehmbare Wirkung ausschließlich oder überwiegend durch optische Effekte an der kollektiven Anordnung der Partikel (4) hervorgerufen wird.
2. Dekorative Kunststoff-Folie nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei den optischen Effekten, die an der kollektiven Anordnung der Partikel (4) hervorgerufen wird, um richtungsabhängige Streuung, Dichroismus, Interferenz oder Absorption handelt.

3. Dekorative Kunststoff-Folie nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Partikel (4) aus Metallen, Metalloxiden oder Halbleitern bestehen. 5
4. Dekorative Kunststoff-Folie nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Partikel (4) aus einer transparenten polymeren Substanz bestehen. 10
5. Dekorative Kunststoff-Folie nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Partikel (4) einen gegenüber dem Polymerträger (3) unterschiedlichen Brechungsindex aufweisen. 15
6. Dekorative Kunststoff-Folie nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Polymerträger (3) nanoskalige Poren aufweist, in die die Partikel (4) eingebracht sind. 20
7. Dekorative Kunststoff-Folie nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** anstelle der Partikel (4) luftgefüllte Hohlräume oder Vertiefungen, jeweils in einheitlicher Form, Größe und Ausrichtung, in dem transparenten Polymerträger (3) eingebracht sind. 25
8. Dekorative Kunststoff-Folie nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die eingelagerten Partikel oder Hohlräume anisotrope Formen aufweisen und die Längsachse der Elemente im wesentlichen senkrecht zur Oberfläche ausgerichtet ist. 30
9. Verfahren zur Herstellung der dekorativen Kunststoff-Folie nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die kollektive Anordnung der Partikel (4) zunächst auf einem Hilfsträger (1) erzeugt wird und anschließend auf den Polymerträger (3) übertragen wird. 35 40
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hilfsträger (1) mit einer porenhaltigen Oxidschicht (2) versehen wird, dass in den Poren galvanisch Metallpartikel (4) eingelagert werden, und dass diese Metallstruktur, eventuell nach teilweiser Entfernung der Oxidschicht, in einer gleichmäßigen Höhe kollektiv auf den Polymerträger (3) durch Kleben, Verschmelzen oder Laminieren übertragen wird und schließlich der Hilfsträger (1) mechanisch oder chemisch wieder entfernt wird. 45 50
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die porenhaltige Oxidschicht (2) unter Anwendung eines selbstorganisierenden Mechanismus, wie z.B. der rücklösenden Anodisation von Aluminium, erzeugt wird. 55
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine teilweise oder komplette Überführung der in den Poren eingelagerten Metallpartikel in die Oxidphase vorgenommen wird, z.B. mittels nachträglicher anodischer Oxidation oder Plasmabehandlung in oxidierender Atmosphäre. 5
13. Verfahren zur Herstellung der dekorativen Kunststoff-Folie nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine porenhaltige Oberflächenstruktur (2) erzeugt wird, und die Oberflächenstruktur (2) mittels eines Abformprozesses auf den Polymerträger (3) übertragen wird, und die abgeformte Struktur anschließend mittels physikalischer oder chemischer Abscheideverfahren beschichtet wird. 10 15
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abformprozess mit an sich bekannten Methoden der Kunststoffverarbeitungstechnik, wie Heißprägen, Bedrucken, Spritzgießen oder In Mould-Technik erfolgt. 20
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die porenhaltige Oberflächenstruktur (2) unter Anwendung eines selbstorganisierenden Mechanismus, wie z.B. der rücklösenden Anodisation von Aluminium, erzeugt wird. 25
16. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die porenhaltige Oberflächenstruktur (2) mittels eines ersten Abformvorgangs auf ein Werkzeug, z.B. eine Druckwalze oder eine Werkzeugform übertragen wird, und die Oberflächenstruktur (5) des Werkzeugs mittels eines weiteren Abformvorgangs auf den Polymerträger (3) übertragen wird. 30 35 40

Fig. 1

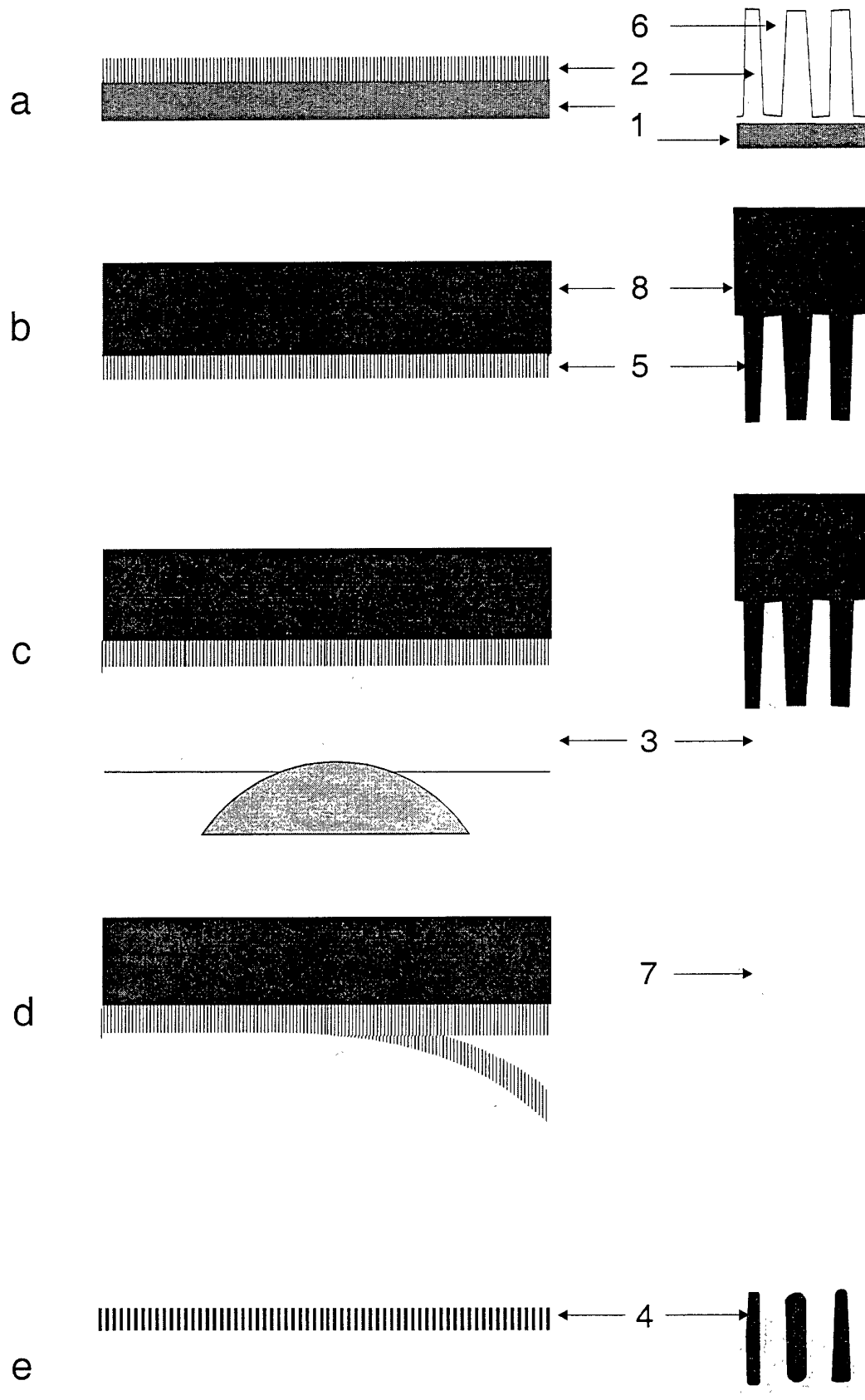


Fig. 2

