(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 197 684 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
01.02.2012 Patentblatt 2012/05

(21) Anmeldenummer: **08839875.5**

(22) Anmeldetag: **08.10.2008**

(51) Int Cl.:
B41M 5/26 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2008/008479

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/049805 (23.04.2009 Gazette 2009/17)

(54) VERFAHREN ZUR LASERMARKIERUNG EINES POLYMERMATERIALS

METHOD FOR LASER MARKING A POLYMER MATERIAL

PROCÉDÉ DE MARQUAGE LASER D'UN MATÉRIAU POLYMÈRE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **15.10.2007 DE 102007050363**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.06.2010 Patentblatt 2010/25

(73) Patentinhaber: **Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.**
80686 München (DE)

(72) Erfinder:
- **SCHAUER, Thadeus**
  75382 Neuhengstett (DE)
- **GREISINGER, Heinz**
  72762 Reutlingen (DE)
- **MAURER, Roman**
  73037 Göppingen (DE)

(74) Vertreter: **Hoeger, Stellrecht & Partner Patentanwälte**
Uhlandstrasse 14c
70182 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 754 562
WO-A-2004/050380
WO-A-2005/047009
WO-A-2005/084956
WO-A-2006/067380
DE-A- 19 726 136

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 197 684 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Lasermarkierung eines Polymermaterials.

[0002] Die Lasermarkierung von Polymermaterialien ist eine bevorzugte Methode, um diese Materialien in einem schnellen und präzisen Verfahren mit einer dauerhaften Beschriftung oder sonstigen Kennzeichnung zu versehen. Bei den zu markierenden Polymermaterialien handelt es sich hierbei sowohl um Kunststoff-formkörper verschiedenster Art als auch um Lackierungen oder Beschichtungen von Gegenständen.

[0003] Die im Stand der Technik beschriebenen Lasermarkierungsverfahren für Polymermaterialien beruhen im Prinzip darauf, dass durch die Wechselwirkung des Laserlichts mit der Polymermatrix selbst oder mit einem lasersensitiven Additiv ein hoher Eintrag von thermischer Energie in das Polymermaterial erfolgt. In Folge dieses Energieeintrags kommt es zu einer Pyrolyse, Carbonisierung, Aufschäumung oder Ablation des Materials, d.h. einer makroskopischen Strukturänderung der Polymermatrix, in den mit Laserlicht beaufschlagten Bereichen, welche dann als Markierung optisch wahrnehmbar ist.

[0004] In der US 6,284,184 wird beispielsweise ein Verfahren zur Lasermarkierung mittels Ablation beschrieben. Dabei wird ein Kunststoffformteil eingesetzt, das an seiner Oberfläche eine oder mehrere Schichten unterschiedlich gefärbter Polymere aufweist. Durch das Abtragen einer oder mehrerer dieser Schichten mittels Laser kommt als Markierung die Farbe der jeweils darunter liegenden Schicht zum Vorschein.

[0005] In der EP 0 469 982 A2 wird ein Verfahren beschrieben zur Lasermarkierung von thermoplastischen Kunststoffen, wobei durch die Einwirkung des Lasers die in der Polymermatrix enthaltene Luft oder Feuchtigkeit expandiert und dadurch das Material aufgeschäumt wird.

[0006] Bei sämtlichen dieser Verfahren kommt es im Zuge der Lasermarkierung somit zu einer erheblichen Änderung der Struktur der Matrix des Polymermaterials, wodurch dieses in vielen Fällen seine gewünschten Eigenschaften an den markierten Stellen verliert. Insbesondere im Falle von Lacken oder Beschichtungen kann es je nach deren Dicke zur vollständigen Abtragung und/oder zur Verminderung der Haltbarkeit kommen. Bei einer Reihe von Anwendungen, bei denen es auf die Unversehrtheit der Oberfläche des zu markierenden Gegenstandes ankommt, sind solche Verfahren daher nicht anwendbar.

[0007] Die WO 2005/047009 A1 offenbart ein Verfahren zur Lasermarkierung eines Kunststoffmaterials mit Hilfe eines Lasermarkierungsadditivs mit einer Partikelgröße von weniger als 100 nm. Bei Verwendung eines YAG-Lasers wird ein Zinn-Antimon-Mischoxid mit einer Partikelgröße von 10 bis 70 nm eingesetzt. Ferner kann ein Metallpulver hinzugefügt werden, um den Markierungskontrast zu verbessern.

[0008] In der WO 2006/067380 A1 wird ein Verfahren zur Erzeugung einer maschinenlesbaren Markierung auf einem Kunststoffrohr beschrieben, wobei die Oberfläche des Rohrs mit einem Laser behandelt wird. Bei einer Ausführungsform dieses Verfahrens werden Pigmente hinzugefügt, die entweder selbst einen Farbwechsel vollziehen oder einen Farbwechsel des Polymermaterials bewirken.

[0009] Die WO 2004/050380 A1 offenbart eine mit einem Laserstrahl beschriftbare Folie, die mindestens eine für den Laserstrahl durchlässige, ein- oder mehrschichtige Oberfolie aufweist, unterhalb derer zumindest teilflächig ein durch den Laserstrahl veränderbares Medium angeordnet ist, welches mikroskopische metallische Partikel aufweist.

[0010] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Lasermarkierung eines Polymermaterials bereitzustellen, bei dem die zuvor genannten Nachteile der aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren vermieden werden.

[0011] Diese Aufgabe wird bei dem Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Verfahren folgende Schritte umfasst:

- das Bereitstellen eines Polymermaterials, wobei in, unter und/oder auf dem Polymermaterial Nanopartikel und/oder eine oder mehrere Nanoschichten vorgesehen sind, wobei die Nanopartikel und/oder Nanoschicht(en) mindestens eine lasersensitive Komponente aus einem oder mehreren Metallen, Legierungen oder Mischungen hiervon umfassen, und wobei die Nanopartikel in mindestens einer Dimension eine mittlere Abmessung von ca. 400 nm oder weniger aufweisen und/oder die Nanoschicht(en) eine Dicke von ca. 400 nm oder weniger aufweist; und

- das Einwirken von Laserlicht auf einen ausgewählten Bereich des Polymermaterials, so dass die lasersensitive Komponente in diesem Bereich zumindest partiell verdampft und/oder zerstäubt wird.

[0012] Indem durch die Einwirkung des Lasers eine lasersensitive Komponente der Nanopartikel und/oder Nanoschicht(en) modifiziert wird, kommt es zu einer Änderung des optischen Eindrucks des Polymermaterials in dem ausgewählten Bereich und somit zu einer sichtbaren Markierung, ohne dass dies mit einer Änderung der Struktur des Polymermaterials selbst (d.h. zum Beispiel der die lasersensitive Komponente enthaltenden polymeren Matrix) verbunden ist. Unter einer physikalischen Strukturänderung ist im Rahmen der Erfindung eine Verdampfung und/oder eine Zerstäubung der lasersensitiven Komponente zu verstehen.

[0013] Das erfindungsgemäße Verfahren bietet somit die vorteilhafte Möglichkeit, ein Polymermaterial mittels Laser zu markieren, ohne seine mechanischen Eigenschaften, die gegebenenfalls in einer Schutz- oder Barrierefunktion bestehen, nachteilig zu beeinflussen. Insbesondere kann die ursprüngliche Oberflächenbeschaf-

fenheit des Polymermaterials, z.B. deren Rauigkeit, aufrecht erhalten werden.

[0014] Das erfindungsgemäße Verfahren und die mit ihm verbundenen Vorteile können unabhängig davon verwirklicht werden, ob das Polymermaterial z.B. in der Gestalt eines Formkörpers oder einer Beschichtung vorliegt. Auf bevorzugte Ausführungsformen des Polymermaterials im Rahmen der Erfindung wird weiter unten noch im Einzelnen einzugehen sein.

[0015] Ein weiterer Vorteil ist in der Vielseitigkeit der mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erzeugbaren Markierungen zu sehen. In Abhängigkeit von der Art und Menge der eingesetzten Nanopartikel und/oder Nanoschicht(en), sowie der Transparenz und Farbe des Polymermaterials, können Markierungen mit unterschiedlichen Helligkeiten und/oder Farbeindrücken erzeugt werden. Des Weiteren sind Markierungen mit einem stufenlosen Kontrast möglich, insbesondere durch Variation der Intensität des einwirkenden Laserlichts, wodurch das Ausmaß der Strukturmodifikation der lasersensitiven Komponente beeinflusst werden kann. Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich somit für eine Vielzahl verschiedener Einsatzbereiche und Arten von Markierungen, wie z. B. Beschriftungen, symbolische oder grafische Markierungen usw.

[0016] Der besondere Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens, eine Lasermarkierung des Polymermaterials ohne wesentliche Änderung der Eigenschaften der Polymermatrix erzeugen zu können, beruht unter Anderem auf den entsprechenden Abmessungen der vorgesehen Nanopartikel und/oder Nanoschicht(en). Dadurch können diese Partikel und/oder Schicht(en) im Verhältnis zu dem Polymermaterial eine relativ geringe Masse aufweisen und es genügen bereits relativ geringe Intensitäten des Laserlichts, um die physikalische Strukturänderung der lasersensitiven Komponente herbeizuführen. Durch diese geringen Intensitäten kann insbesondere eine Pyrolyse, Aufschäumung oder Ablation des Polymermaterials weitgehend vermieden werden.

[0017] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung werden unter Nanopartikeln bzw. Nanoschichten insbesondere solche Partikel bzw. Schichten verstanden, die in mindestens einer Dimension eine mittlere Abmessung von weniger als ca. 1000 nm aufweisen. Verschiedene Arten von Nanopartikeln und Nanoschichten, die dabei zum Einsatz kommen können, werden nachstehend erläutert.

[0018] Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst das Polymermaterial Nanopartikel. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Nanopartikel im Wesentlichen homogen in dem Polymermaterial verteilt sind. Das Polymermaterial bildet hierbei eine die Nanopartikel aufnehmende Matrix. Durch die erfindungsgemäße Modifikation der physikalischen Struktur der lasersensitiven Komponente der Nanopartikel ändert sich der optische Eindruck des Polymermaterials, der durch die darin verteilten Nanopartikel mitbestimmt wird, wodurch die erfindungsgemäße Markierung in dem entsprechenden Bereich erzeugt wird.

[0019] Wie bereits angesprochen, ermöglichen die geringen Abmessungen von Nanopartikeln die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit relativ geringen Laserintensitäten, d.h. mit einem relativ geringen Energieeintrag in das Polymermaterial. Die eingesetzten Nanopartikel weisen in mindestens einer Dimension eine mittlere Abmessung von ca. 400 nm oder weniger auf, bevorzugt von ca. 5 bis ca. 300 nm, weiter bevorzugt von ca. 10 bis ca. 200 nm, am meisten bevorzugt von ca. 50 bis ca. 100 nm.

[0020] Für die Verwirklichung der genannten Vorteile ist es hierbei ausreichend, wenn die Nanopartikel in nur einer oder in zwei Dimensionen eine Abmessung im Nanometerbereich aufweisen. Damit die Nanopartikel ausreichend sichtbar sind und ihre Modifikation zu einer wahrnehmbaren Änderung des optischen Eindrucks des Polymermaterials führt, ist es insbesondere vorteilhaft, wenn die Nanopartikel in mindestens einer Dimension eine mittlere Abmessung von ca. 100 nm oder mehr aufweisen. Besonders bevorzugt sind in dieser Hinsicht mittlere Abmessungen von ca. 5 bis ca. 500 μm, am meisten bevorzugt von ca. 25 bis ca. 100 μm. Nanopartikel in diesem Größenbereich bewirken einen deutlichen optischen Effekt.

[0021] Je nach dem Verhältnis der Abmessungen der Nanopartikel in verschiedenen Dimensionen sind verschiedene Formen denkbar, in denen die Nanopartikel vorliegen können. Bevorzugte Nanopartikel können in Form von Plättchen, Nadeln, Fasern, Voll- oder Hohlsphären oder dergleichen, oder Mischungen hiervon, ausgebildet sein. Liegen die Nanopartikel zum Beispiel als Plättchen (Flakes) vor, so weisen diese bevorzugt eine Dicke im Nanometerbereich und im Übrigen Abmessungen im Mikrometerbereich auf, entsprechend den oben genannten bevorzugten Größenbereichen.

[0022] Erfindungsgemäß umfassen die Nanopartikel mindestens eine lasersensitive Komponente, auf die bislang noch nicht im Einzelnen eingegangen wurde. Unter einer lasersensitiven Komponente ist hierbei jedes Material zu verstehen, das in der Lage ist, mit Laserlicht in Wechselwirkung zu treten, insbesondere zu absorbieren, derart, dass in Folge dieser Wechselwirkung die physikalische Struktur des Materials zumindest partiell modifiziert wird. Eine Vielzahl solcher Materialien sind bekannt und können im Rahmen der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden, wobei je nach Art der lasersensitiven Komponente(n) zum Teil Laserlicht mit unterschiedlichen Wellenlängen und/oder Intensitäten eingesetzt werden muss.

[0023] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Nanopartikel im Wesentlichen vollständig aus einer lasersensitiven Komponente gebildet. Nanopartikel mit einem solchen im Wesentlichen homogenen Aufbau sind auf einfache Weise herzustellen.

[0024] Im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es dabei insbesondere bevorzugt, wenn die Nanopartikel durch die Einwirkung des Laserlichts zumindest partiell verdampft und/oder zerstäubt werden. Eine

solche Verdampfung bzw. Zerstäubung der in dem Polymermaterial enthaltenen Nanopartikel führt zu einer deutlichen Änderung des optischen Eindrucks in dem betreffenden Bereich, indem die zuvor sichtbaren Nanopartikel zerstört werden, ohne dass dabei, wie oben ausgeführt, die Eigenschaften der Polymermatrix negativ beeinflusst würden.

[0025] Die lasersensitive Komponente umfasst ein oder mehrere Metalle, Legierungen oder Mischungen hiervon. Bei der Auswahl der lasersensitiven Komponente kann insbesondere auch deren Einfluss auf das gewünschte Aussehen (Farbe, Helligkeit, Reflektionseigenschaften usw.) des Polymermaterials berücksichtigt werden.

[0026] Metalle für den Einsatz als lasersensitive Komponente sind bevorzugt ausgewählt aus Aluminium, Chrom, Zink, Nickel, Magnesium, Zinn, Blei, Kupfer, Silber, Gold, Eisen, Edelstahl, Iridium, Vanadium, Cadmium, Titan und Platin.

[0027] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfassen die Nanopartikel eine Kernkomponente sowie eine zumindest bereichsweise Beschichtung aus einer lasersensitiven Komponente. Die Kernkomponente dient hierbei als Träger für die lasersensitive Komponente und bleibt durch das im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens eingesetzte Laserlicht im Wesentlichen unbeeinflusst.

[0028] Bevorzugt wird die Beschichtung der Nanopartikel durch die Einwirkung des Laserlichts zumindest partiell verdampft und/oder zerstäubt, wobei als laser-sensitive Komponente(n) der Beschichtung insbesondere die bereits oben aufgeführten Materialien zum Einsatz kommen können. Die Markierung wird in diesem Fall dadurch erzeugt, dass in dem betreffenden Bereich des Polymermaterials nach der Einwirkung des Laserlichts der optische Eindruck durch die Kernkomponente anstelle der Beschichtung mitbestimmt wird. Je nach Auswahl der entsprechenden Komponenten kann dadurch die Markierung sowohl heller als auch dunkler erscheinen als der nicht markierte Bereich des Polymermaterials.

[0029] Die Beschichtung der Nanopartikel weist vorzugsweise eine Dicke von ca. 5 bis ca. 300 nm auf, bevorzugt von ca. 10 bis ca. 200 nm, weiter bevorzugt von ca. 20 bis ca. 100 nm. Das Vorsehen dünner Schichtdikken im Nanometerbereich trägt auch in diesem Fall dazu bei, dass mit relativ geringen Laserintensitäten gearbeitet werden kann. Die Abmessungen der Kernkomponente sind in diesem Zusammenhang eher unkritisch.

[0030] Die Kernkomponente der Nanopartikel umfasst vorzugsweise Glas und/oder ein oder mehrere mineralische oder synthetische anorganische Materialien. Besonders bevorzugt umfasst die Kernkomponente ein Schichtsilikat, insbesondere Glimmer und/oder beschichteten Glimmer, Graphit, Al_2O_3, TiO_2, SiO_2, Fe_2O_3 oder BiOCl.

[0031] Die Kernkomponente kann ferner ein oder mehrere Kunststoffe umfassen, insbesondere Polymethylmethacrylat, Polystyrol oder Polyethylenterephthalat. Grundsätzlich sollte bei der Auswahl der Kernkomponente darauf geachtet werden, dass diese in dem für die lasersensitive Komponente relevanten Wellenlängenbereich im Wesentlichen nicht lasersensitiv ist.

[0032] Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst die Kernkomponente der beschichteten Nanopartikel mehrere anorganische und/oder organische Materialien. In diesem Fall kann die Kernkomponente insbesondere mehrschichtig aufgebaut sein, z.B. in Form mehrschichtiger Plättchen, sphärischer Partikel oder dergleichen.

[0033] Besonders bevorzugt können als beschichtete Nanopartikel Plättchen (Flakes) aus Glimmer oder Kunststoff eingesetzt werden, die mit einem der oben genannten Metalle beschichtet sind. Derartige Flakes werden auch als Effektpigmente für bestimmte Lacke verwendet (z.B. als Metalleffektpigmente, Perlglanzpigmente, Interferenzpigmente und dergeleichen).

[0034] Die Erzeugung der Beschichtung auf der Kernkomponente der Nanopartikel kann insbesondere mittels PVD (physical vapor deposition), mittels CVD (chemical vapor deposition), nasschemisch oder elektrochemisch erfolgen.

[0035] Die Menge der Nanopartikel in dem Polymermaterial kann unter Berücksichtigung verschiedener Aspekte gewählt werden, insbesondere der Intensität des optischen Eindrucks der Nanopartikel sowie des gewünschten maximalen Kontrasts der zu erzeugenden Markierung. Der Anteil an Nanopartikeln kann insbesondere im Bereich von ca. 0,001 bis ca. 20 Gew.%, bezogen auf das Polymermaterial, liegen. Bevorzugt ist ein Anteil von ca. 0,01 bis ca. 3 Gew.% , besonders bevorzugt von ca. 0,1 bis ca. 0,5 Gew.%.

[0036] Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in, auf und/oder unter dem Polymermaterial mindestens eine Nanoschicht angeordnet. Dies bietet sich insbesondere in den Fällen an, in denen auch das Polymermaterial selbst flächig ausgebildet ist, d. h. beispielsweise in Form einer Beschichtung oder einer Folie vorliegt.

[0037] Die Anordnung der Nanoschicht(en) "auf" oder "unter" dem Polymermaterial ist relativ zu einer Ausrichtung zu verstehen, bei der die zu markierende Seite des Polymermaterials nach oben orientiert ist.

[0038] Die Nanoschicht weist eine Dicke von ca. 400 nm oder weniger auf, bevorzugt von ca. 5 bis ca. 300 nm, weiter bevorzugt von ca. 20 bis 200 nm, am meisten bevorzugt von ca. 50 bis ca. 100 nm. Durch die geringe Schichtdicke im Nanometerbereich ist die Masse der Nanoschicht relativ gering im Verhältnis zum Polymermaterial, sodass mit geringen Laserintensitäten und einem geringen Energieeintrag in das Polymermaterial gearbeitet werden kann.

[0039] Bevorzugt ist die Nanoschicht im Wesentlichen vollständig aus einer lasersensitiven Komponente gebildet. Dabei können insbesondere die im Zusammenhang mit Nanopartikeln aufgeführten lasersensitiven Komponenten eingesetzt werden.

[0040] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Nanoschicht durch die Einwirkung des Laserlichts zumindest partiell verdampft und/oder zerstäubt wird. Die Markierung entsteht dabei durch den veränderten optischen Eindruck nach der Zerstörung der zuvor sichtbaren Nanoschicht in den betreffenden Bereichen des Polymermaterials.

[0041] Im Folgenden soll noch auf verschiedene Arten von Polymermaterialien eingegangen werden, die mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens markiert werden können.

[0042] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung liegt das Polymermaterial in Form eines Lackes oder einer Beschichtung auf einem Substrat vor. Durch die vorteilhaften Eigenschaften der Erfindung können auch sehr dünne Lackschichten oder Beschichtungen mittels Laser markiert werden, da keine Ablation des Polymermaterials erfolgt und die Schutzfunktion des Lakkes bzw. der Beschichtung somit im Wesentlichen nicht beeinträchtigt wird. Insbesondere kann der Lack oder die Beschichtung eine Dicke im Bereich von ca. 1 bis ca. 250 μm aufweisen.

[0043] Da im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens keine Wechselwirkung des Laserlichts mit dem Polymermaterial selbst erforderlich ist, kann dessen Zusammensetzung weitgehend frei gewählt werden. Die eingesetzten Lacke oder Beschichtungen können insbesondere auf Basis von Acrylat-, Epoxid-, Polyurethan-, Silan-, Silikat-, Alkyd- und/oder Polyesterverbindungen gebildet sein.

[0044] In dem Fall, dass eine Nanoschicht vorgesehen ist, kann diese sowohl zwischen dem Substrat und dem Polymermaterial, d.h. unter dem Lack bzw. der Beschichtung, als auch auf dem Polymermaterial, d.h. als Deckschicht, angeordnet sein. Ebenso ist es möglich, die Nanoschicht in dem Polymermaterial, d.h. als Zwischenschicht, anzuordnen.

[0045] Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung liegt das Polymermaterial in Form eines selbsttragenden Formkörpers vor. Das Polymermaterial eines solchen Kunststoffformkörpers kann insbesondere auf Basis eines synthetischen Polymers gebildet sein, welches ausgewählt ist aus Polyolefinen, insbesondere Polyethylen und Polypropylen, Polyamiden, Polyestern, Polyacetaten, Polyethersulfonen, Polyacrylaten, Polyoxymethylenen, Polyimiden, Polycarbonaten, Polyetherketonen, Polystyrol, Polyvinylchlorid, AcrylnitrilButadien-Styrol-Copolymerisat und deren Mischungen.

[0046] Aufgrund der Tatsache, dass erfindungsgemäß die Wechselwirkung des Laserlichts mit den Nanopartikeln und/oder Nanoschichten(en) erfolgt, kann auch in diesem Fall die Zusammensetzung des Polymermaterials weitgehend beliebig gewählt werden. In Abhängigkeit von der Art der Nanopartikel und/oder Nanoschicht(en) und der dadurch bedingten Wellenlänge des eingesetzten Laserlichts sollte die Auswahl jedoch bevorzugt so erfolgen, dass eine Wechselwirkung des Laserlichts mit dem Polymermaterial im Wesentlichen vermieden wird.

[0047] Auf diese Weise können verschiedenste Arten von Polymermaterialien mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens markiert werden, indem jeweils geeignete lasersensitive Komponenten und Laser mit entsprechenden Wellenlängen, wie sie dem Fachmann bekannt sind, eingesetzt werden.

[0048] Formkörper, die aus dem Polymermaterial gebildet sind, können in verschiedenen Gestalten und für verschiedene Einsatzbereiche zur Anwendung kommen. Insbesondere kann es sich bei dem Formkörper um eine Folie handeln.

[0049] Die Lasermarkierung von Folien ist insbesondere in der Verpackungsindustrie von großem Interesse.

[0050] Ferner kann es sich bei dem Formkörper um ein Spritzgussteil handeln. Damit erlaubt das erfindungsgemäße Verfahren die Lasermarkierung verschiedenster Produkte für ein weites Feld von Anwendungen.

[0051] Unabhängig von der Art und Form des Polymermaterials kann dieses neben den Nanopartikeln und/oder Nanoschicht(en) auch weitere Additive, die im Wesentlichen nicht lasersensitiv sind, umfassen, beispielsweise Füllstoffe oder Farbpigmente.

[0052] Der Gegenstand der vorliegenden Erfindung erstreckt sich auch auf ein lasermarkiertes Polymermaterial, welches gemäß dem vorstehend beschriebenen Verfahren erhältlich ist.

[0053] Diese und weitere Vorteile der Erfindung werden anhand der Zeichnungen sowie der nachfolgenden Beispiele noch weiter erläutert.

[0054] Es zeigen im Einzelnen:

Fig. 1: Eine schematische Darstellung des Funktionsprinzips eines ersten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 2: eine schematische Darstellung des Aufbaus von Nanopartikeln gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 3: eine schematische Darstellung des Funktionsprinzips eines dritten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens; und

Fig. 4: eine schematische Darstellung des Funktionsprinzips eines vierten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0055] Die Fig. 1A zeigt schematisch und ohne Rücksicht auf die realen Größenverhältnisse einen Bereich eines mittels Laser zu markierenden Polymermaterials 10. Bei dem Polymermaterial 10 handelt es sich um eine Lackschicht, die auf die Oberfläche eines Substrats 12 aufgetragen ist.

[0056] In dem Polymermaterial 10 sind Nanopartikel 14 in Form von Plättchen (Flakes) verteilt, die aus einer lasersensitiven Komponente, z.B. Aluminium, gebildet

sind. Die Plättchen weisen eine Dicke im Nanometerbereich und im Übrigen Abmessungen im Mikrometerbereich auf, sodass sie einerseits eine sehr geringe Masse im Vergleich zu dem Polymermaterial 10 aufweisen und andererseits sichtbar sind und den optischen Eindruck des Polymermaterials 10 mitbestimmen.

[0057] Bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Polymermaterial 10 in dem zu markierenden Bereich mit Laserlicht, angedeutet durch den Pfeil 16, beaufschlagt, wobei die Wellenlänge und Intensität des Laserlichts so gewählt sind, dass dieses von der lasersensitiven Komponente der Nanopartikel 14 absorbiert wird. Dabei kommt es zu einer Verdampfung und/oder Zerstäubung der Nanopartikel 14.

[0058] Der Zustand des lasermarkierten Bereichs 18 des Polymermaterials 10 ist in der Fig. 1B dargestellt. Das Material der Nanopartikel ist nach deren Zerstäubung bzw. Verdampfung in dem Polymermaterial 10 dispergiert und nicht mehr sichtbar, sodass der optische Eindruck des Polymermaterials 10 in dem markierten Bereich 18 gegenüber den nicht markierten Bereichen 19 deutlich verändert ist. Gleichzeitig erfolgt im Wesentlichen keine Ablation oder Pyrolyse des Polymermaterials 10, da die erfindungsgemäße Lasermarkierung mit einem relativ geringen Energieeintrag durchgeführt werden kann.

[0059] Handelt es sich bei dem Polymermaterial 10 beispielsweise um einen transparenten Lack, so sind in den nicht markierten Bereichen 19 die Nanopartikel 14 und in dem markierten Bereich 18 das Substrat 12 sichtbar. Bei einer geringeren Intensität des Laserlichts können durch eine nur partielle Verdampfung bzw. Zerstäubung der Nanopartikel 14 auch Markierungen mit stufenlosem Kontrast erzeugt werden.

[0060] Gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens werden anstelle der Nanopartikel 14 des ersten Ausführungsbeispiels Nanopartikel mit einer Kernkomponente und einer Beschichtung aus einer lasersensitiven Komponente eingesetzt. Ein Beispiel für derartige Nanopartikel ist schematisch in der Fig. 2A dargestellt.

[0061] Die Nanopartikel 20 umfassen als Kernkomponente z.B. Glimmerplättchen 22, welche eine Beschichtung 24 aus einer lasersensitiven Komponente, z.B. Aluminium, aufweisen. Die Dicke der Beschichtung 24 liegt im Nanometerbereich und kann z.B. mittels PVD oder CVD auf die Glimmerplättchen 22 aufgebracht werden.

[0062] Bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird durch die Einwirkung des Laserlichts in dem zu markierenden Bereich des Polymermaterials die Beschichtung 24 der Nanopartikel 20 verdampft und/oder zerstäubt, sodass nur noch die Kernkomponente 22 übrig bleibt (siehe Fig. 2B). Somit wird der optische Eindruck des Polymermaterials vor der Markierung durch die Beschichtung 24 und nach der Markierung durch die Kernkomponente 22 bestimmt, wobei auch in diesem Fall durch die Variation der Intensität des Laserlichts Markierungen mit einem stufenlosen Kontrast erzeugt werden können.

[0063] Bei einem dritten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens wird auf ein Substrat 30 zunächst eine Nanoschicht 32 aus einem lasersensitiven Material, z.B. Aluminium, aufgebracht. Auf diese Nanoschicht 32 wird ein Polymermaterial 34 in Form einer Lackschicht aufgebracht, wie dies in der Fig. 3A schematisch dargestellt ist.

[0064] Bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Nanoschicht 32 durch die Einwirkung von Laserlicht, angedeutet durch den Pfeil 36, verdampft und/oder zerstäubt und ist in dem markierten Bereich 38 nicht mehr sichtbar, wie in der Fig. 3B dargestellt. Durch die Zerstörung der unter dem Polymermaterial 34 angeordneten Nanoschicht 32 wird somit in dem markierten Bereich 38 das Substrat 30 sichtbar, während in den nicht markierten Bereichen 39 die Nanoschicht 32 sichtbar ist.

[0065] Bei einem vierten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt das Polymermaterial 40 in Form eines selbsttragenden Formkörpers vor, z.B. in Form einer Kunststofffolie, wie dies in Fig. 4A schematisch dargestellt ist. In dem Polymermaterial 40 sind Nanopartikel 44 in Form von Plättchen (Flakes) verteilt, die aus einer lasersensitiven Komponente, z.B. Aluminium, gebildet sind, entsprechend dem ersten Ausführungsbeispiel.

[0066] Bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Polymermaterial 40 in dem zu markierenden Bereich mit Laserlicht, angedeutet durch den Pfeil 46, beaufschlagt. Dabei kommt es zu einer Verdampfung und/oder Zerstäubung der Nanopartikel 44.

[0067] Der Zustand des lasermarkierten Bereichs 48 des Polymermaterials 40 ist in der Figur 4B dargestellt. Das Material der Nanopartikel ist nach deren Zerstäubung bzw. Verdampfung in dem Polymermaterial 40 dispergiert und nicht mehr sichtbar, sodass der optische Eindruck des Polymermaterials 40 in dem markierten Bereich 48 gegenüber dem nicht markierten Bereich 49 deutlich verändert ist.

Beispiele

Beispiel 1

[0068] Für die Lasermarkierung gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren wurde als Polymermaterial ein 2K-PUR-Klarlack der Firma Wörwag (Woeropur® R-3203H) verwendet, der mit Schichtdicken von ca. 20 bis 50 μm auf ein farbiges Substrat aufgetragen wurde.

[0069] Dem Klarlack wurden Nanopartikel in Form von PVD-Aluminiumflakes von der Firma Schlenk (z.B. Decomet® 1008/10) zugegeben. Die Menge der Aluminiumflakes bezogen auf das Polymermaterial betrug 0,1 Gew.%, 0,2 Gew.% oder 0,5 Gew.%.

[0070] Die Markierung des Polymermaterials mittels Verdampfung bzw. Zerstäubung der Aluminiumflakes erfolgte durch den Einsatz eines Nd:YAG-Lasers (FOBA®-LAS FD84S) bei einer Wellenlänge von 1064

nm.

[0071] Durch Variation der Intensität des Lasers konnten Markierungen mit hoher Kantenschärfe und stufenlosem Kontrast erzeugt werden, ohne dass es zu einer Ablation der Lackschicht kam. Dabei wurde mit einem Lampenstrom im Bereich von 21 A bis 32 A und einer entsprechenden Leistung von ca. 1 W bis 8 W, einer Vorschubgeschwindigkeit von 80 bis 2000 mm/s und einer Modenblende 1.0 gearbeitet.

Beispiel 2

[0072] Ausgehend von Beispiel 1 wurde anstelle von PVD-Aluminiumflakes ein Effektpigment ChromaFlair® 190 der Firma JDS Uniphase verwendet. Hierbei handelt es sich um Flakes aus einem anorganischen Träger (Kernkomponente), die eine metallische Beschichtung im Nanometerbereich aufweisen.

[0073] Die Lasermarkierung mittels Verdampfung bzw. Zerstäubung der metallischen Beschichtung des anorganischen Trägers erfolgte wie in Beispiel 1 beschrieben.

Beispiel 3

[0074] Ein 2K-PUR-Klarlack der Firma Wörwag (Woeropur® R-3203H) wurde mit einer Schichtdicke von 20 µm auf eine 60 nm dicke PVD-Aluminiumschicht aufgetragen, welche auf eine 100 µm dicke PET-Folie der Firma Hück Folien appliziert worden war.

[0075] Die Lasermarkierung mittels Verdampfung bzw. Zerstäubung der Aluminiumschicht erfolgte wie in Beispiel 1 beschreiben.

Beispiel 4

[0076] PVD-Aluminiumflakes der Firma Schlenk (z.B. Decomet® 1008/10) wurden in ein Polypropylenpolymer Moplen® HP501H der Firma Basell Deutschland in einer Konzentration von 0,1 Gew.-%, 0,2 Gew.-% oder 0,5 Gew.-% eingearbeitet. Aus dem Polymermaterial wurden Formkörper in Form von 1mm dicken Platten mittels Extrusion hergestellt.

[0077] Die Lasermarkierung der Platten mittels Verdampfung bzw. Zerstäubung der Aluminiumflakes erfolgte wie in Beispiel 1 beschrieben.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Lasermarkierung eines Polymermaterials (10), umfassend

   - das Bereitstellen eines Polymermaterials (10), wobei in, unter und/oder auf dem Polymermaterial (10) Nanopartikel (14) und/oder eine oder mehrere Nanoschichten (32) vorgesehen sind, wobei die Nanopartikel (14) und/oder Nanoschicht(en) (32) mindestens eine lasersensitive Komponente aus einem oder mehreren Metallen, Legierungen oder Mischungen hiervon umfassen, und wobei die Nanopartikel (14) in mindestens einer Dimension eine mittlere Abmessung von ca. 400 nm oder weniger aufweisen und/oder die Nanoschicht(en) (32) eine Dikke von ca. 400 nm oder weniger aufweist; und
   - das Einwirken von Laserlicht (16) auf einen ausgewählten Bereich (18) des Polymermaterials (10), so dass die lasersensitive Komponente in diesem Bereich (18) zumindest partiell verdampft und/oder zerstäubt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Nanopartikel (14) in mindestens einer Dimension eine mittlere Abmessung ca. 5 bis ca. 300 nm aufweisen, bevorzugt von ca. 10 bis ca. 200 nm, weiter bevorzugt von ca. 50 bis ca. 100 nm.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Nanopartikel (14) in mindestens einer Dimension eine mittlere Abmessung von ca. 100 nm oder mehr aufweisen, bevorzugt von ca. 5 bis ca. 500 µm, weiter bevorzugt von ca. 25 bis ca. 100 µm.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Nanopartikel (14) im Wesentlichen vollständig aus einer lasersensitiven Komponente gebildet sind.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Nanopartikel (20) eine Kernkomponente (22) sowie eine zumindest bereichsweise Beschichtung (24) aus einer lasersensitiven Komponente umfassen.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die Beschichtung (24) eine Dicke von ca. 5 bis ca. 300 nm aufweist, bevorzugt von ca. 10 bis ca. 200 nm, weiter bevorzugt von ca. 20 bis ca. 100 nm.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, wobei die Kernkomponente (22) ein Schichtsilikat, insbesondere Glimmer und/oder beschichteten Glimmer, Graphit, Al_2O_3, TiO_2, SiO_2, Fe_2O_3, BiOCl, oder einen oder mehrere Kunststoffe, insbesondere Polymethylmethacrylat, Polystyrol oder Polyethylenterephthalat, umfasst.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Anteil an Nanopartikeln (14) in dem Polymermaterial ca. 0,001 bis ca. 20 Gew.% beträgt, bevorzugt ca. 0,01 bis ca. 3 Gew.%, weiter bevorzugt ca. 0,1 bis ca. 0,5 Gew.%.

9. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Nanoschicht (32) eine Dicke von ca. 5 bis ca. 300 nm aufweist, bevorzugt von ca. 20 bis ca. 200 nm, weiter bevor-

zugt von ca. 50 bis ca. 100 nm.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Nanoschicht (32) im Wesentlichen vollständig aus einer lasersensitiven Komponente gebildet ist.

11. Verfahren nach einer der Ansprüche 1 bis 10, wobei das oder die Metalle der lasersensitiven Komponente ausgewählt sind aus Aluminium, Chrom, Zink, Nikkel, Magnesium, Zinn, Blei, Kupfer, Silber, Gold, Eisen, Edelstahl, Iridium, Vanadium, Cadmium, Titan und Platin.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei das Polymermaterial (10) in Form eines Lacks oder einer Beschichtung auf einem Substrat (12) vorliegt, wobei der Lack oder die Beschichtung insbesondere auf Basis von Acrylat-, Epoxid-, Polyurethan-, Silan-, Silikat-, Alkyd- und/oder Polyesterverbindungen gebildet ist.

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei eine Nanoschicht (32) zwischen dem Substrat (30) und dem Polymermaterial (34) und/oder auf dem Polymermaterial (34) angeordnet ist.

14. Verfahren nach Anspruch 12, wobei eine Nanoschicht (32) in dem Polymermaterial (34) angeordnet ist.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei das Polymermaterial (40) in Form eines selbsttragenden Formkörpers vorliegt, wobei das Polymermaterial (40) insbesondere auf Basis eines synthetischen Polymers gebildet ist, welches ausgewählt ist aus Polyolefinen, insbesondere Polyethylen und Polypropylen, Polyamiden, Polyestern, Polyacetaten, Polyethersulfonen, Polyacrylaten, Polyoxymethylenen, Polyimiden, Polycarbonaten, Polyetherketonen, Polystyrol, Polyvinylchlorid, AcrylnitrilButadien-Styrol-Copolymerisat und deren Mischungen.

Claims

1. Method for laser marking a polymer material (10) comprising

- providing a polymer material (10), wherein nanoparticles (14) and/or one or more nanolayers (32) are provided in, under and/or on the polymer material (10), wherein the nanoparticles (14) and/or nanolayer(s) (32) comprise at least one laser-sensitive component made of one or more metals, alloys or mixtures thereof, and wherein in at least one dimension the nanoparticles (14) have an average size of approximately 400 nm or less and/or the nanolayer(s) (32) has/have a thickness of approximately 400 nm or less; and
- applying laser light (16) to a selected region (18) of the polymer material (10) so that the laser-sensitive component in this region (18) is at least partially vaporised and/or atomised.

2. Method according to claim 1, wherein in at least one dimension the nanoparticles (14) have an average size of approximately 5 to approximately 300 nm, preferably approximately 10 to approximately 200 nm, further preferred approximately 50 to approximately 100 nm.

3. Method according to claim 1 or 2, wherein in at least one dimension the nanoparticles (14) have an average size of approximately 100 nm or more, preferably approximately 5 to approximately 500 μm, further preferred approximately 25 to approximately 100 μm.

4. Method according to one of claims 1 to 3, wherein the nanoparticles (14) are formed substantially completely from a laser-sensitive component.

5. Method according to one of claims 1 to 4, wherein the nanoparticles (14) comprise a core component (22) and also a coating (24), at least in some areas, of a laser-sensitive component.

6. Method according to claim 5, wherein the coating (24) has a thickness of approximately 5 to approximately 300 nm, preferably approximately 10 to approximately 200 nm, further preferred approximately 20 to approximately 100 nm.

7. Method according to claim 5 or 6, wherein the core component (22) comprises a sheet silicate, in particular mica and/or coated mica, graphite, Al_2O_3, TiO_2, SiO_2, Fe_2O_3, BiOCl, or one or more plastics, in particular polymethyl methacrylate, polystyrene or polyethylene terephthalate.

8. Method according to one of claims 1 to 7, wherein the proportion of nanoparticles (14) in the polymer material amounts to approximately 0.001 to approximately 20% by weight, preferably approximately 0.01 to approximately 3% by weight, further preferred approximately 0.1 to approximately 0.5% by weight.

9. Method according to claim 1, wherein the nanolayer (32) has a thickness of approximately 5 to approximately 300 nm, preferably approximately 20 to approximately 200 nm, further preferred approximately 50 to approximately 100 nm.

10. Method according to claim 9, wherein the nanolayer

(32) is formed substantially completely from a laser-sensitive component.

11. Method according to one of claims 1 to 10, wherein the metal or metals of the laser-sensitive component are selected from aluminium, chromium, zinc, nickel, magnesium, tin, lead, copper, silver, gold, iron, special steel, iridium, vanadium, cadmium, titanium and platinum.

12. Method according to one of claims 1 to 11, wherein the polymer material (10) is present in the form of a lacquer or a coating on a substrate (12), wherein the lacquer or coating is formed in particular on the basis of acrylate, epoxy, polyurethane, silane, silicate, alkyd and/or polyester compounds.

13. Method according to claim 12, wherein a nanolayer (32) is arranged between the substrate (30) and the polymer material (34) and/or on the polymer material (34).

14. Method according to claim 12, wherein a nanolayer (32) is arranged in the polymer material (34).

15. Method according to one of claims 1 to 11, wherein the polymer material (40) is present in the form of a self-supporting shaped body, wherein the polymer material (40) is formed in particular on the basis of a synthetic polymer, which is selected from polyolefins, in particular polyethylene and polypropylene, polyamides, polyesters, polyacetates, polyether sulphones, polyacrylates, polyoxymethylenes, polyimides, polycarbonates, polyether ketones, polystyrene, polyvinyl chloride, acrylonitrile-butadien-styrene copolymer and mixtures thereof.

Revendications

1. Procédé de marquage laser d'un matériau polymère (10), comprenant :

(i) la préparation d'un matériau polymère (10), dans lequel il est prévu dans, sous et/ou sur le matériau polymère (10), des nanoparticules (14) et/ou une ou plusieurs nanocouches (32), dans lequel les nanoparticules (14) et/ou les nanocouches (32) comprennent au moins un composant sensible au laser en un métal ou plusieurs métaux, alliages ou mélanges de ceux-ci, et dans lequel les nanoparticules (14) présentent dans au moins une dimension une dimension moyenne d'environ 400 nm ou moins et/ou les nanocouches (32) présentent une épaisseur d'environ 400 nm ou moins ; et
(ii) l'action d'une lumière laser (16) sur une zone sélectionnée (18) du matériau polymère (10), de telle manière que le composant sensible au laser soit au moins partiellement vaporisé et/ou pulvérisé dans cette zone.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel les nanoparticules (14) présentent dans au moins une dimension une dimension moyenne d'environ 5 à environ 300 nm, de préférence d'environ 10 à environ 200 nm, de préférence encore d'environ 50 à environ 100 nm.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle les nanoparticules (14) présentent dans au moins une dimension une dimension moyenne d'environ 100 nm ou plus, de préférence d'environ 5 à environ 500 μm, de préférence encore d'environ 25 à environ 100 μm.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel les nanoparticules (14) sont formées essentiellement complètement d'un composant sensible au laser.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel les nanoparticules (20) comprennent un composant de noyau (22) ainsi qu'un revêtement au moins local (24) en un composant sensible au laser.

6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel le revêtement (24) présente une épaisseur d'environ 5 à environ 300 nm, de préférence d'environ 10 à environ 200 nm, de préférence encore d'environ 20 à environ 100 nm.

7. Procédé selon la revendication 5 ou 6, dans lequel le composant de noyau (22) comprend un silicate feuilleté, en particulier du mica et/ou du mica revêtu, du graphite, Al_2O_3, TiO_2, SiO_2, Fe_2O_3, BiOCl, ou un ou plusieurs matériaux synthétiques, en particulier du polyméthacrylate de méthyle, polystyrène ou polyéthylène téréphtalate.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel la proportion de nanoparticules (14) dans le matériau polymère vaut environ 0,001 à environ 20 % en poids, de préférence environ 0,01 à environ 3 % en poids, de préférence encore environ 0,1 à environ 0,5 % en poids.

9. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la nanocouche (32) présente une épaisseur d'environ 5 à environ 300 nm, de préférence d'environ 20 à environ 200 nm, de préférence encore d'environ 50 à environ 100 nm.

10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel la nanocouche (32) est formée essentiellement entière-

ment d'un composant sensible au laser.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel le métal ou les métaux du composant sensible au laser est/sont choisi(s) parmi l'aluminium, le chrome, le zinc, le nickel, le magnésium, l'étain, le plomb, le cuivre, l'argent, l'or, le fer, l'acier inoxydable, l'iridium, le vanadium, le cadmium, le titane et le platine.

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans lequel le matériau polymère (10) se présente sous la forme d'une laque ou d'un revêtement sur un substrat (12), dans lequel la laque ou le revêtement est formé(e) en particulier à base de composés acrylate, époxyde, polyuréthane, silane, silicate, alkyde et/ou polyester.

13. Procédé selon la revendication 12, dans lequel une nanocouche (32) est formée entre le substrat (30) et le matériau polymère (34) et/ou sur le matériau polymère (34).

14. Procédé selon la revendication 12, dans lequel une nanocouche (32) est disposée dans le matériau polymère (34).

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans lequel le matériau polymère (40) se présente sous la forme d'un corps moulé autoportant, dans lequel le matériau polymère (40) est formé en particulier à base d'un polymère synthétique, qui est choisi parmi les polyoléfines, en particulier le polyéthylène et le polypropylène, les polyamides, les polyesters, les polyacétates, les polyéthersulfones, les polyacrylates, les polyoxyméthylènes, les polyimides, les polycarbonates, les polyéthercétones, le polystyrène, le chlorure de polyvinyle, le copolymérisat acrylonitrile-butadiène-styrène, et leurs mélanges.

FIG.1A

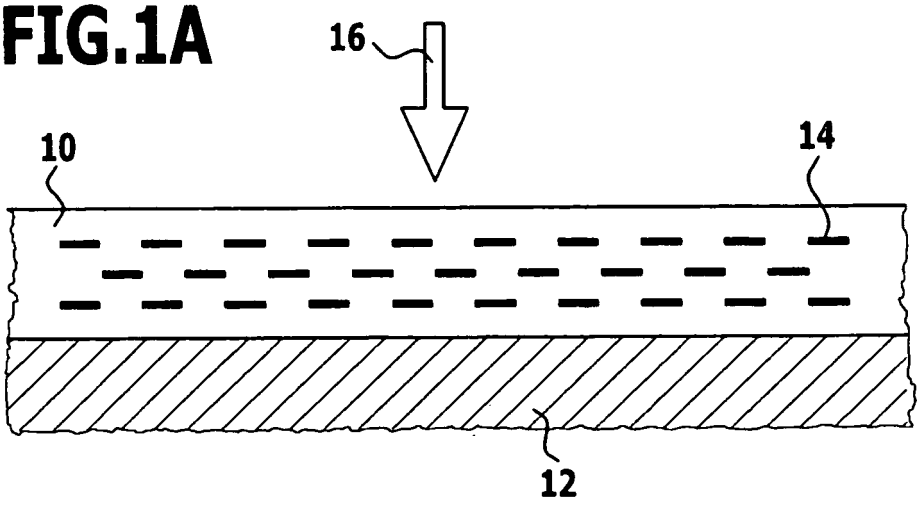


FIG.1B

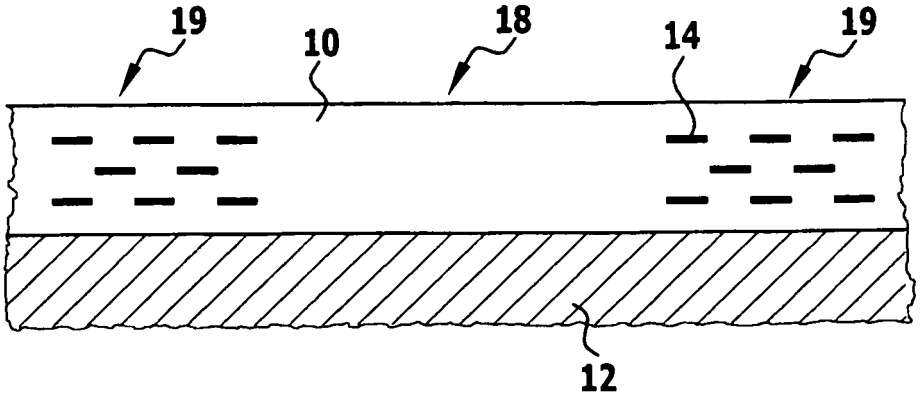


FIG.2A

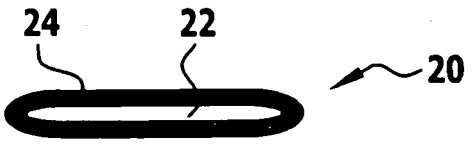


FIG.2B

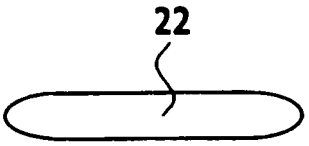


FIG.3A

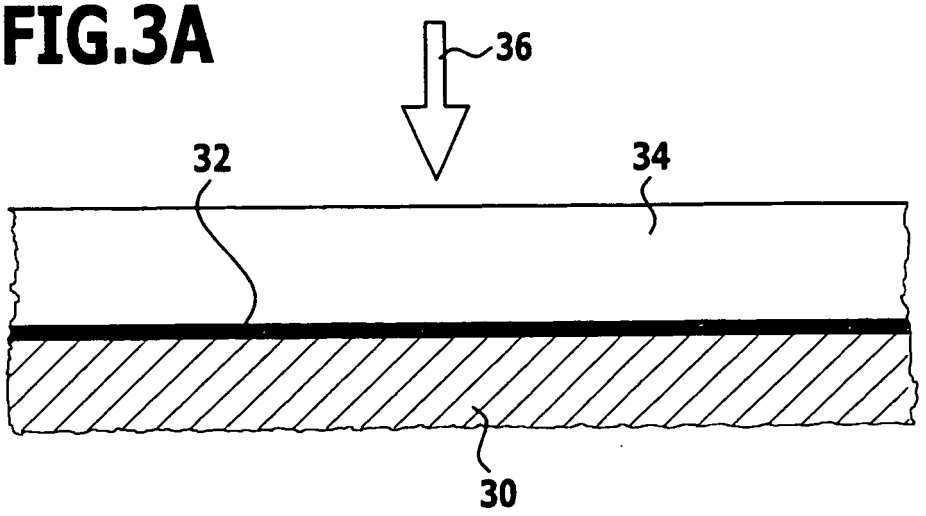


FIG.3B

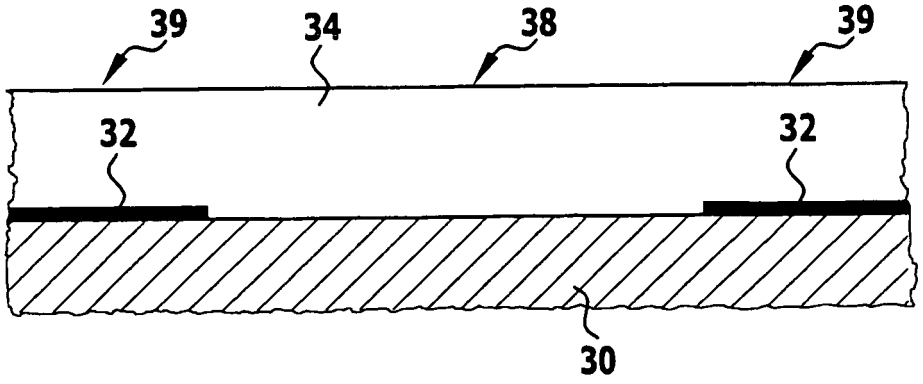


FIG.4A

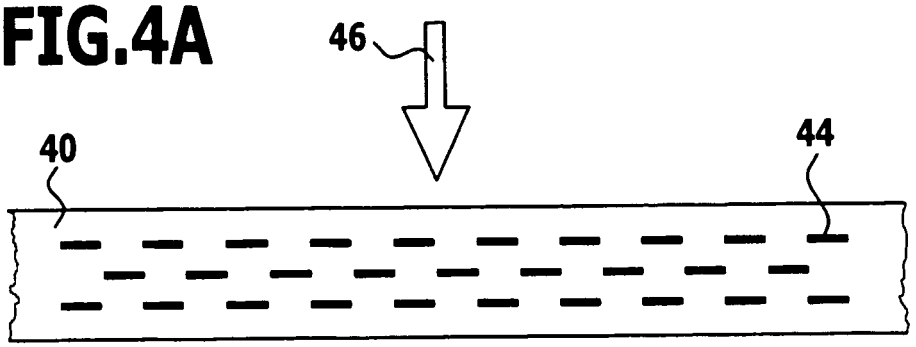
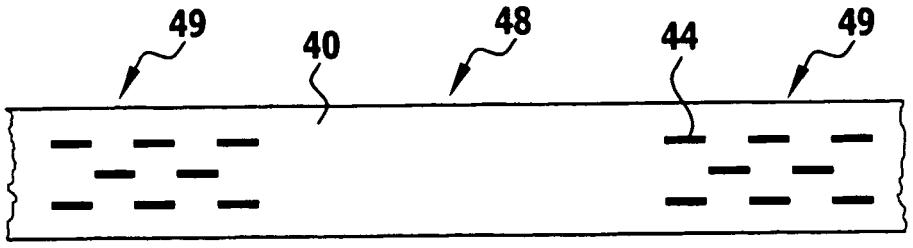


FIG.4B



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 6284184 B **[0004]**
- EP 0469982 A2 **[0005]**
- WO 2005047009 A1 **[0007]**
- WO 2006067380 A1 **[0008]**
- WO 2004050380 A1 **[0009]**