



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 025 582 A1** 2009.07.16

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 025 582.3**

(22) Anmeldetag: **28.05.2008**

(43) Offenlegungstag: **16.07.2009**

(51) Int Cl.⁸: **C01B 31/30** (2006.01)

C03C 17/22 (2006.01)

C03C 23/00 (2006.01)

(66) Innere Priorität:

10 2008 004 129.7 11.01.2008

(71) Anmelder:

tesa AG, 20253 Hamburg, DE

(72) Erfinder:

**Koops, Arne, 23881 Lankau, DE; Reiter, Sven,
22049 Hamburg, DE; Stähr, Jochen, 25524 Itzehoe,
DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung von Titancarbid**

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Herstellung von Titancarbid unter Verwendung einer Pigmentformulierung, enthaltend mindestens eine Titanverbindung und eine Kohlenstoffverbindung und/oder elementaren Kohlenstoff, wobei die Pigmentformulierung unter Laserbestrahlung zu TiC reagiert.

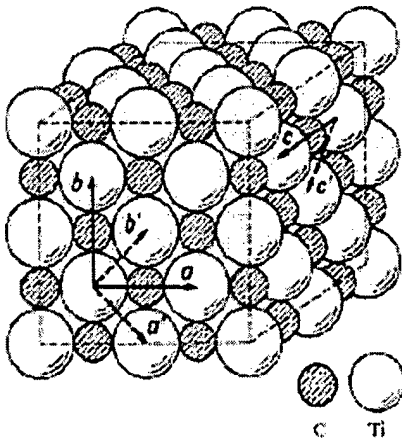
Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Titancarbid (TiC) gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie ein spezielles Markierungsverfahren basierend auf der Herstellung von TiC.

[0002] Titancarbid (auch als Titaniumcarbid bezeichnet) gehört zu den Nichtoxidkeramiken. Nichtoxidkeramiken zeichnen sich durch höhere kovalente und geringe ionische Bindungsanteile mit hoher chemischer und thermischer Stabilität gegenüber den Silikat- und Oxidkeramiken aus. Technisches Titancarbid enthält um etwa 19,5 Massen-% gebundenen und bis zu 0,5 Massen-% ungebundenen, so genannten freien Kohlenstoff. Der theoretische stöchiometrische Kohlenstoffgehalt liegt bei 20,05 Massen-%.

[0003] Titancarbidverbindung (TiC) weist die folgenden Eigenschaften auf:

Farbe:	grau-metallisch
Schmelzpunkt:	3157°C
Dichte:	4,93 g/cm ³
Kristallstruktur:	kubisch, besitzt dichteste Kugelpackung, beim Auffüllen aller Oktaedertücken: TiC



[0004] Insbesondere verbinden sich mit Titancarbid folgende Eigenschaften/Vorteile:

- eine relativ hohe Härte und damit Abrieb- und Verschleißfestigkeit
- eine sehr hohe Hitzebeständigkeit
- Korrosionsbeständigkeit
- eine gute Biokompatibilität
- ferroelektrische Eigenschaften
- eine niedrige Wärmeleitfähigkeit (bei hohem Kohlenstoffanteil)
- elektrische Halbleitung
- Beständigkeit gegenüber kalten Säuren und Laugen

[0005] Titancarbid ist ein titanähnlicher, harter, spröder Stoff und kommt in titanhaltigem Gusseisen vor. Titancarbid wurde erstmals von Moissan im elektrischen Ofen hergestellt und wird heute technisch durch Reduktion von TiO₂ mit Ruß oder reinstem Graphit erhalten (TiO₂ + 3C => TiC + 2CO).

[0006] Auch ist die Herstellung dünner TiC-Schichten durch Abscheidung aus der Gasphase (Chemische oder Physikalische Gasphasenabscheidung) bekannt, zum Beispiel aus einem Gemisch von TiCl₄ mit H₂ und CH₄ oder aus Tetra(neopentyl)titan.

[0007] Neben Wolframcarbid ist TiC das technisch wichtigste Carbid, das als Hartstoff für die Herstellung von Cermets und Hartmetallen wie zum Beispiel Titanit, zu härtenden, korrosionsschützenden Auflagen auf Stahl und zur Festigkeitserhöhung von Edelstählen in der Kerntechnik verwendet wird.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Herstellung von Titancarbid zu schaffen, das eine gezielte Beschichtung von Substraten mit einer Titancarbidsschicht ermöglicht.

[0009] Gelöst wird diese Aufgabe bei einem Verfahren mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1 durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils von Anspruch 1. Eine nebengeordnete Lösung beschreibt ein

Markierungsverfahren gemäß Anspruch 15 Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind Gegenstand der jeweiligen Unteransprüche.

[0010] Demgemäß betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung von Titancarbid unter Verwendung einer Pigmentformulierung. Die Pigmentformulierung enthält zumindest einen Titanspender sowie einen Kohlenstoffspender. Als Titanspender wird dabei reines Titan oder eine Titanverbindung bezeichnet, das bzw. die eine Affinität hat, unter Energieeinwirkung jedenfalls kurzzeitig freies Titan als Reaktionspartner bereitzustellen. Ggf. kann die Bereitstellung des freien Titans auch über den Weg eines titanhaltigen Zwischenprodukts erfolgen. Ein Kohlenstoffspender hingegen stellt insbesondere unter Energieeinstrahlung freien Kohlenstoff bereit. Bei dem Kohlenstoffspender kann es sich um eine Kohlenstoffverbindung und/oder um freien, nicht gebundenen Kohlenstoff handeln. Zudem kann die Pigmentformulierung auch weitere Komponenten wie zum Beispiel Polymere, Absorber etc. enthalten. Zur Bildung von Titancarbid wird die Pigmentformulierung mittels eines Lasers bestrahlt. Durch die Laserbestrahlung kommt es zum Breistellen des Titans und des Kohlenstoff, beispielsweise durch ein Aufbrechen einer Titanverbindung sowie einer Kohlenstoffverbindung, und es bildet sich TiC.

[0011] In bevorzugter Ausgestaltung erfolgt die Bildung des Titancarbids derart, dass dieses unmittelbar auf einem zu beschichtenden Substrat abgeschieden wird. Dies erfolgt insbesondere dadurch, dass die Pigmentverbindung vor der Laserbestrahlung mit dem Substrat in Kontakt gebracht wird.

[0012] In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist die Pigmentformulierung als Polymermatrix ausgebildet, die zumindest den Titanspender sowie den Kohlenstoffspender aufweist. Der Kohlenstoffspender kann dabei durch die Polymermatrix selbst bereitgestellt werden, es kann aber auch eine zusätzliche Kohlenstoffkomponente, beispielsweise in Form von Ruß, vorgesehen sein. Die Polymermatrix ist derart ausgebildet, dass sie auf die Laserbestrahlung überwiegend mit Pulverisierung reagiert, wodurch die einzelnen Komponenten, insbesondere Ti und C freigesetzt werden und für die Reaktion zu TiC zur Verfügung stehen. Bei einer ausreichend hohen Konzentration freien Kohlenstoffs wird dieser zudem in das TiC eingelagert, wodurch dessen Farbintensität gezielt beeinflusst werden kann.

[0013] Diese laserinduzierte Pulverisierung wird vorzugsweise bei spröden Werkstoffen erzielt. Bei genügend hoher Leistung bildet sich in Verbindung mit einem Plasma eine Dampfkapillare aus. Durch die Kapillare nimmt die Absorption wesentlich höhere Werte an, so dass die Laserstrahlung tiefer in das Material eindringen kann und den Kunststoff partikelförmig um die Wärmeeinflusszone explosionsartig aus der Matrix herausschleudern kann. Dieser Effekt kann optimal zur Herstellung eines Transfermaterials genutzt werden, indem diese Kapillare als Reaktandenraum dient sowie das entstandene Pulver als Titan- und Kohlenstoffspender zur Synthese des Titancarbids umgesetzt wird.

[0014] Als Polymermatrix wird vorliegend jede Matrix basierend auf polymeren Bestandteilen bezeichnet. Neben den polymeren Bestandteilen kann die Matrix auch beliebige nicht polymere Bestandteile enthalten, lediglich der Hauptbestandteil sollte polymerer Art sein. Insbesondere bezeichnet der Begriff „Polymermatrix“ auch eine Mischung eines polymeren Pulvers. In besonders bevorzugter Ausgestaltung handelt es sich bei der Polymermatrix um eine duroplastische Polymermatrix. Es hat sich gezeigt, dass insbesondere Duroplaste besonders geeignet sind, um eine Pulverisierung zu erzielen. Im Gegensatz dazu neigen besonders Thermoplaste und Elastomere zum Aufschmelzen bei Laser-Strahlung, da mehr Laserleistung absorbiert wird als durch Wärmeleitung abtransportiert werden kann. Es kommt zu einer lokalen Überhitzung in Form einer Verflüssigung oder oberhalb einer kritischen Intensität sogar zu einer Verdampfung des Kunststoffwerkstoffs. Eine Schmelze eignet sich jedoch nur begrenzt zur dauerhaften Markierung von Substraten.

[0015] Nach einer ersten vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird als Titanspender Titandioxid verwendet, vorzugsweise in Rutil-Struktur. Bei der Rutil-Struktur handelt es sich um eine der vier Kristallmodifikationen von Titandioxid, wie sie aus der Fachliteratur bekannt ist. Die Titandioxid-Pigmente in Rutil-Struktur haben eine Brechzahl von $n = 2,75$ und absorbieren Anteile des sichtbaren Lichtes bereits bei Wellenlängen um 430 nm. Sie weisen eine Härte von 6 bis 7 auf.

[0016] In weiter bevorzugter Ausgestaltung weist die Pigmentformulierung Ruß oder Graphit zur Bereitstellung des für die Synthese von Titancarbid notwendigen freien Kohlenstoffs auf. Der Ruß spaltet unter Energieeinstrahlung, insbesondere unter Lasereinstrahlung auf und bildet dabei freien Kohlenstoff. Des Weiteren kann der freie Kohlenstoff auch aus der unter Energieeinwirkung, insbesondere durch Laserbestrahlung, zersetzten, verdampften, oxydierten, depolymerisierten und/oder pyrolysierten Polymermatrix stammen.

[0017] Vorzugsweise wird neutraler Ruß mit einem pH-Wert von 6 bis 8 verwendet. Dies ist insbesondere im Hinblick auf eine einfache Handhabung und zur Vermeidung spezieller Sicherheitsvorschriften im Umgang mit sauren oder basischen Materialien bevorzugt. Bevorzugt kommen vorwiegend Thermalruß, Acetylenruß und Flammruß in Frage. Besonders bevorzugt wird Flammruß. Der pH-Wert von Flammruß liegt üblicherweise bei 7 bis 8, von Thermalruß bei 7 bis 9 und von Acetylenruß bei 5 bis 8. Der pH-Wert von Furnacerußen liegt üblicherweise bei 9 bis 11, d. h. diese sind stark basisch. Der pH-Wert oxidierter Gasruße liegt üblicherweise bei 2,5 bis 6, d. h. diese sind sauer. Die Verwendung derartiger saurer oder basischer Ruße ist jedoch grundsätzlich nicht ausgeschlossen.

[0018] Die genannten Pigmentruße sind außerordentlich beständig gegen Chemikalien und zeichnen sich durch hohe Lichtechtheit und Witterungsbeständigkeit aus. Aufgrund der sehr hohen Farbtiefe und Farbstärke sowie anderer spezifischer Eigenschaften sind Pigmentruße die am häufigsten eingesetzten Schwarzpigmente. Die technische Herstellung von Pigmentrußen erfolgt durch thermisch-oxidative beziehungsweise thermische Spaltung von Kohlenwasserstoffen. Pigmentruße werden fast ausschließlich nach den aus der Literatur bekannten Furnaceruß-, Degussa-Gasruß- oder Flammruß-Verfahren hergestellt.

[0019] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Polymermatrix eine strahlengehärtete Polymermatrix. Die Polymermatrix besteht vorteilhaft aus einem Lack, insbesondere aus einem gehärteten Lack, vorzugsweise einem strahlengehärteten Lack, besonders vorzugsweise aus einem elektronenstrahlengehärteten aliphatischen, difunktionellen Polyurethanacrylat-Lack. In einer alternativen Ausführungsform besteht die Polymermatrix aus Polyesteracrylat.

[0020] In bevorzugter Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die Pigmentformulierung frei von unter Energieeinstrahlung aufschmelzenden Kunststoffen, insbesondere auch frei von anderen aufschmelzenden Materialien, ausgebildet ist. Hierdurch kann einerseits der Produktaufbau möglichst einfach gehalten werden, zum anderen wird eine Beschriftung nicht durch das Schmelzen von Kunststoff oder anderen Materialien beeinträchtigt. Zudem kann bei der vorliegenden Pigmentformulierung auch auf eine Glasfritte als Bestandteil verzichtet werden. Überraschenderweise hat sich gezeigt, dass eine dauerhafte Bindung der Markierung insbesondere an Glas auch ohne eine Glasfritte erzielt wird.

[0021] Grundsätzlich sind vier Lacktypen vorteilhaft für die Polymermatrix verwendbar, sofern ihre Stabilität ausreicht, zum Beispiel säurehärtende Alkydmelaminharze, additionsvernetzende Polyurethane, radikalisch härtende Styrollacke und ähnliche. Besonders vorteilhaft sind jedoch strahlenthärtende Lacke, da sie sehr schnell ohne langwieriges Verdampfen von Lösungsmitteln oder Einwirken von Wärme aushärten. Solche Lacke sind zum Beispiel von A. Vrancken beschrieben worden (Farbe und Lack 83,3 (1977) 171).

[0022] Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung weist die Pigmentformulierung die folgende Zusammensetzung auf:

100 phr	Polymermatrix, insbesondere ein strahlengehärteter aliphatischer, difunktioneller Polyurethanacrylat,
0,2 phr bis 2,5 phr	Ruß und
45 phr bis 65 phr	Titandioxid.

[0023] „phr“ bedeutet dabei „parts per hundred resin“, eine in der Polymerindustrie gebräuchliche Einheit zur Charakterisierung von Mischungszusammensetzungen, wobei alle polymeren Bestandteile (hier also die Polymermatrix) zu 100 phr gesetzt werden.

[0024] Weiter vorzugsweise ist die Zusammensetzung wie folgt:

100 phr	Polymermatrix, insbesondere ein strahlengehärteter aliphatischer, difunktioneller Polyurethanacrylat,
0,4 phr	Ruß und
63,2 phr	Titandioxid.

[0025] Zur Optimierung der Eigenschaften kann die Pigmentformulierung mit einem oder mehreren Additiven wie Weichmachern, Füllstoffen, Pigmenten, UV-Absorbern, Lichtschutz-, Alterungsschutzmitteln, Vernetzungsmitteln, Vernetzungspromotoren oder Elastomeren abgemischt sein.

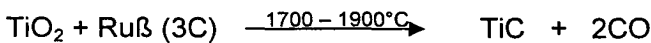
[0026] Beim Auftreffen des Laserstrahlung wird die Pigmentformulierung im Wesentlichen in kleinen Teilchen im Bereich des Auftreffpunkts abgesprengt, so dass der mit dem Laser erzeugte pulverisierte Abbrand der Pig-

mentformulierung eine zahlenmittlere Teilchengröße von 0,5 bis 2,0 aufweist.

[0027] Bei Einstrahlung von Laserstrahlung, beispielsweise als Laserpuls, tritt die Strahlung beziehungsweise das Laserlicht direkt in Kontakt oder in Wechselwirkung mit der Oberfläche der Pigmentformulierung, durch das Auftreffen des Laserlichts auf die Schicht wird das Laserlicht in Wärme umgewandelt, welche sich auf die Oberfläche auswirkt. Der Laserstrahl wird durch Absorption in das Material eingekoppelt. Die Absorption hat die Auswirkung, dass Material verdampft wird, Partikel aus der Pigmentformulierung herausgeschlagen werden und es zu einer Plasmabildung kommen kann. Besonders an den Rändern der Laserstrahlexposition treten thermische Schmelzprozesse auf.

[0028] Typischerweise werden langkettige Polymerbestandteile der Pigmentformulierung bei Umwandlung der eingestrahnten Energie in Wärme aufgespalten, und es entsteht unter anderem durch thermisches Cracken elementarer Kohlenstoff. Zusammenfassend partikuliert/verdampft/zersetzt sich die Polymermatrix durch den hohen Energieeintrag der Laserstrahlung.

[0029] Dieser Kohlenstoff schlägt sich in Form von Titaniumcarbid auf dem zu beschriftenden Gut nieder. Die Emissionsbestandteile bei der Beschriftung sind damit der elementar vorliegende Kohlenstoff, das TiO_2 und die Crackprodukte aus der Polymermatrix der Pigmentformulierung. Folgende Reaktion vermag den Vorgang widerzuspiegeln, die als carbothermische Synthesereaktion zur Herstellung von Titancarbid beschrieben werden kann.



[0030] Der Energieeintrag wird durch den Wechselwirkungskoeffizienten der Recktanten, insbesondere deren Absorptionsverhalten, sowie durch Lasertyp und die Parametrierung der Strahlungsquelle bestimmt. Die Steuerung wird vorwiegend über die Laserleistung und die Beschriftungsgeschwindigkeit vorgenommen.

[0031] Bevorzugt ist, wenn ein diodenendgepumpter Feststoffkörperlaser eingesetzt wird, die Pulsdauer des Lasers zwischen 40 und 90 ns liegt, die Ausgangsleistung 20 Watt beträgt und/oder die Beschriftungsgeschwindigkeit bei 250 mm/sec bis 750 mm/sec liegt, je nach Beschriftungsinhalten. Im Hinblick auf die fortschreitende Lasertechnologie sind jedoch auch noch kürzer Pulslängen denkbar, insbesondere bis hin zu Pulsdauern im Bereich der ns oder ps. Eine derartig kurze Pulsdauer ist insbesondere hinsichtlich kurzer Belichtungszyklen besonders vorteilhaft.

[0032] Neben der Anwendung für Beschriftungen kann das Titancarbid auch für dünne Hartstoffschichten verwendet werden, die vor allem auf Schneide- und Formwerkzeugen zur Verbesserung des Verschleißverhaltens zum Einsatz kommen. Die Dicke derartiger Hartstoffschichten beträgt üblicherweise etwa 5 μm .

[0033] Vorzugsweise liegt die Polymerformulierung in einer Pigmentschicht vor. Eine Pigmentschicht ist insbesondere im Hinblick auf eine einfache Anwendbarkeit vorteilhaft. Die Dicke der Pigmentschicht liegt vorteilhaft in einem Bereich von etwa 20 μm bis etwa 500 μm , insbesondere in einem Bereich von etwa 30 μm bis etwa 100 μm , um die an sie gestellten Anforderungen hervorragend zu erfüllen.

[0034] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist die Pigmentschicht partiell oder vollflächig mit einer insbesondere druckempfindlichen Klebemasse beschichtet. Eine derartige Ausgestaltung ist besonders vorteilhaft, um eine einfache Anwendung der Pigmentschicht zu ermöglichen. Mittels der so gebildeten (partiellen) Klebeschicht kann die Pigmentschicht auf einfache Weise während der Laserbestrahlung auf einem Zielsubstrat festgelegt werden, ohne dass die Gefahr einer Verschiebung der Pigmentschicht besteht.

[0035] Insbesondere kann die Klebstoffschicht in Form von Dots oder im Siebdruck aufgebracht sein, gegebenenfalls auch als Randbedruckung, so dass die Pigmentschicht in beliebiger Art und Weise auf dem Untergrund verklebt werden kann.

[0036] Vorzugsweise handelt es sich bei der Klebemasse um Haftkleber. Die Pigmentschicht wird ein- oder beidseitig mit dem bevorzugten Haftkleber als Lösung oder Dispersion oder 100%ig (zum Beispiel Schmelze) beschichtet. Die Klebeschicht(en) können durch Wärme oder energiereiche Strahlen vernetzt und erforderlichenfalls mit Trennfolie oder Trennpapier abgedeckt werden. Geeignete Haftkleber sind bei D. Satas, Handbook of Pressure Sensitive Adhesive Technology (Van Nostrand Reinhold) beschrieben. Insbesondere sind Haftkleber auf Basis Acrylat, Naturkautschuk, thermoplastischem Styrolblockcopolymer oder Silikon geeignet.

[0037] Zur Optimierung der Eigenschaften kann die zum Einsatz kommende Selbstklebemasse mit einem oder mehreren Additiven wie Klebrigmachern (Harzen), Weichmachern, Füllstoffen, Pigmenten, UV-Absorbieren, Lichtschutz-, Alterungsschutzmitteln, Vernetzungsmitteln, Vernetzungspromotoren oder Elastomeren abgemischt sein. Die Abstimmung der Klebemasse richtet sich insbesondere nach dem Einsatzzweck, also der Art des Klebeuntergrunds, der voraussichtlichen Klebedauer, den Umweltbedingungen etc.

[0038] Geeignete Elastomere zum Abmischen sind zum Beispiel EPDM- oder EPM-Kautschuk, Polyisobutylen, Butylkautschuk, Ethylen-Vinylacetat, hydrierte Blockcopolymere aus Dienen (zum Beispiel durch Hydrierung von SBR, cSBR, BAN, NBR, SBS, SIS oder IR, solche Polymere sind zum Beispiel als SEPS und SEBS bekannt) oder Acrylatcopolymere wie ACM.

[0039] Geeignete Klebrigmacher sind beispielsweise Kohlenwasserstoffharze (zum Beispiel aus ungesättigten C₅- oder C₇-Monomeren), Terpenphenolharze, Terpenharze aus Rohstoffen wie α - oder β -Pinen, aromatische Harze wie Cumaron-Inden-Harze oder Harze aus Styrol oder α -Methylstyrol wie Kolophonium und seine Folgeprodukte wie disproportionierte, dimerisierte oder veresterte Harze, wobei Glycole, Glycerin oder Pentaerythrit eingesetzt werden können, sowie weitere wie aufgeführt in Ullmanns Enzyklopädie der technischen Chemie, Band 12, Seiten 525 bis 555 (4. Auflage), Weinheim. Besonders geeignet sind alterungsstabile Harze ohne olefinische Doppelbindung wie zum Beispiel hydrierte Harze.

[0040] Geeignete Weichmacher sind beispielsweise aliphatische, cycloaliphatische und aromatische Mineralöle, Di- oder Poly-Ester der Phthalsäure, Trimellitsäure oder Adipinsäure, flüssige Kautschuke (zum Beispiel Nitril- oder Polyisoprenkautschuke), flüssige Polymerisate aus Buten und/oder Isobuten, Acrylsäureester, Polyvinylether, Flüssig- und Weichharze auf Basis der Rohstoffe zu Klebharze, Wollwachs und andere Wachse oder flüssige Silikone.

[0041] Geeignete Vernetzungsmittel sind beispielsweise Phenolharze oder halogenierte Phenolharze, Melamin- und Formaldehydharze. Geeignete Vernetzungspromotoren sind zum Beispiel Maleinimide, Allylester wie Triallylcyanurat, multifunktionelle Ester der Acryl- und Methacryläure.

[0042] Die Beschichtungstärke mit Klebemasse liegt vorzugsweise im Bereich von 5 bis 100 g/m², insbesondere 10 bis 25 g/m².

[0043] Weiter vorzugsweise ist die Pigmentschicht auf einem Träger, vorzugsweise auf einer Trägerfolie aufgebracht. Die Aufbringung erfolgt vorteilhaft durch eine Beschichtung der Pigmentschicht auf den Träger.

[0044] Als Trägerfolie lassen sich vorzugsweise Folien einsetzen, die transparent sind, insbesondere monoaxial und biaxial gereckte Folien auf Basis von Polyolefinen, Folien auf Basis von gerecktem Polyethylen oder gereckten Copolymeren, enthaltend Ethylen- und/oder Polypropyleneinheiten, gegebenenfalls auch PVC-Folien und/oder Folien auf Basis von Vinylpolymeren, Polyamiden, Polyester, Polyacetalen, Polycarbonaten. Auch PET-Folien sind hervorragend als Träger geeignet. Auch Folien auf Basis von gerecktem Polyethylen oder gereckten Copolymeren, enthaltend Ethylen- und/oder Polypropyleneinheiten, sind als Trägerfolie geeignet.

[0045] Weiter bevorzugt sind einschichtige, biaxial oder monoaxial gereckte Folien und mehrschichtige, biaxiale oder monoaxiale Folien auf Basis von Polypropylen. Folien auf Basis von Hart-PVC werden ebenso verwendet wie Folien auf Basis von Weich-PVC.

[0046] Folien auf Polyesterbasis, wie zum Beispiel Polyethylenterephthalat sind ebenfalls bekannt und eignen sich als Träger der Pigmentschicht.

[0047] Sodann können Teile der Pigmentschicht durch eine partiell aufgebrachte Passivierschicht deaktiviert sein. Dies erfolgt insbesondere in Bereichen, in denen keine Titancarbidbeschichtung oder -markierung erfolgen soll. Insbesondere erfolgt eine Passivierung auf der Seite der Pigmentschicht, die sich während der Laserbestrahlung mit dem Substrat in Kontakt befindet. Die Passivierung kann beispielsweise in Gestalt einer Negativdarstellung der gewünschten Markierung erfolgen, so dass die Markierung selbst anschließend durch flächige Bestrahlung erfolgen kann.

[0048] Die Pigmentschicht beziehungsweise diese mit Trägerfolie und/oder Klebebeschichtung sowie allen weiteren Schichten kann im Sinne dieser Erfindung in Form aller flächigen Gebilde wie in zwei Dimensionen ausgedehnte Folien oder Folienabschnitte, Bänder mit ausgedehnter Länge und begrenzter Breite,

Bandabschnitte, Stanzlinge, Etiketten und dergleichen vorliegen. Möglich ist auch die Wicklung einer vergleichsweise langen Pigmentschicht zu einer archimedischen Spirale, von der jeweils für den Einsatz ein Stück gewünschter Länge abgetrennt wird.

[0049] Weiter vorzugsweise lässt sich die erfindungsgemäße Pigmentschicht in einem Verfahren zur Markierung eines Substrats, insbesondere von Glas, verwenden, wobei die Pigmentschicht durch Andrücken in direkten Kontakt mit dem zu beschriftenden Substrat gebracht wird und anschließend die Pigmentschicht mittels Laserstrahlung bestrahlt wird. Durch die Bestrahlung wird die Polymermatrix pulverisiert, freier Kohlenstoff gebildet und in den bestrahlten Bereichen eine Markierung auf dem Substrat ausgebildet.

[0050] Durch den direkten Kontakt zwischen Pigmentschicht und Substrat wird ein Zwischenraum vermieden, der zu einer Vergrößerung des Reaktionsraums während der Laserbestrahlung führt. Dies hätte zur Folge, dass sich der Niederschlag auf dem Substrat über eine größere Oberfläche verteilen kann, so dass die Konturschärfe der entstehenden Beschriftung geringer würde.

[0051] Insbesondere eignet sich dieses Verfahren zur Markierung transparenter Substrate, wie zum Beispiel Glas, da die Beschriftung durch das Substrat hindurch erfolgen kann. Die Strahlung durchdringt also das Substrat, bei einem entsprechenden Gebilde wie einem Röhrchen ggf. auch mehrere Schichten des Substrats, und interagiert mit der auf dem Substrat angeordneten Pigmentschicht, wodurch, wie zuvor beschrieben wurde, die Markierung auf der der Strahlungsquelle abgewandten Substratseite ausgebildet wird. Insbesondere die Beschriftung von Glas mittels der zuvor beschriebenen Pigmentschicht hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen. Die Beschriftung kann mit relativ kurzen Belichtungszeiten erfolgen und wird dauerhaft mit dem Glas verbunden. Zudem kann die Beschriftung ohne sichtbare Beschädigung des Glases durchgeführt werden.

[0052] Besonders vorteilhaft lässt sich die Pigmentschicht zur Markierung von Glas einsetzen. Unter einem entsprechenden Glaskörper werden Scheiben, Behältnisse oder Röhren, allgemein konvex oder konkav gebogenen Glasflächen subsumiert. Gerade bei Glas werden alle Vorteile der erfindungsgemäßen Pigmentschicht genutzt: Die Markierung erfolgt äußerst widerstandsfähig. Es wird ein sehr gutes Beschriftungsergebnis erzielt. Es zeigt sich zudem eine überraschend geringe Schmauchbildung. Die Schriftzüge zeigten direkt nach der Beschriftung eine stark kontrastreiche Beschriftung. Über trockenes oder feuchtes Abwischen der Kennzeichnungsoberfläche kann der nicht fixierte Rückstand entfernt werden.

[0053] Insbesondere bei Nutzung der Standardlaser, speziell der weitverbreiteten Nd-YAG-Festkörperlaser mit einer Wellenlänge von 1,06 μm , werden scharfe, kontrastreiche Beschriftungen und Kennzeichnungen erhalten.

[0054] Mit der Pigmentschicht können Beschriftungen mit einer Auflösung in μm -Größenordnung erzielt werden. Weiter vorzugsweise ist die aufgebrachte Markierung ein Interferenzhologramm, da die Auflösungsqualität des Verfahrens Strukturen zur Lichtverstärkung und -auslöschung zulässt. Alternativ kann die Beschriftung auch in Form eines computergenerierten Hologramms erfolgen. Ein computergeneriertes Hologramm erlaubt durch Berechnung der Hologrammstruktur und Aufbringen dieser Struktur durch Laserbestrahlung eine Individualisierung der Kennzeichnung, die aufgrund ihrer Ausgestaltung nur schwer fälschbar ist und demzufolge einen hohen Fälschungsschutz bietet. Zudem können in eine derartige Struktur auf einfache Weise Informationen versteckt eingebracht werden.

[0055] Bevorzugt erfolgt vor dem Aufbringen der Pigmentschicht eine Reinigung der zu beschriftenden Oberfläche. Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn nach dem Applizieren der Laserstrahlung und somit der Markierung die Substratoberfläche von Rückständen gereinigt und/oder die nicht weiter benötigte Pigmentschicht entfernt wird. Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn die Pigmentschicht im Wesentlichen nur auf später zu beschriftende oder zu markierende Oberflächenbereiche aufgebracht wird.

[0056] Aufgrund der Bildung von Einlagerungsverbindungen oder interstitiellen Verbindungen (Besetzung von Zwischengitterplätzen), können kleine Kohlenstoffatome auf Zwischengitterplätzen oder Lücken des Kristallgitters eingelagert werden, die dann dem Titancarbid eine schwarze Farbe geben. Daraus resultiert letztendlich eine kontrastreiche schwarze Beschriftung auf dem zu beschriftenden Substrat.

[0057] Mit anderen Worten, die sehr kontrastreiche Beschriftung auf dem zu beschriftenden Gut entsteht dadurch, dass sich Titancarbid auf dem Gut niederschlägt, wobei in die Lücken des Kristallgitters freie Kohlenstoffatome eindringen, die beispielsweise aus dem Ruß oder aus ge-crackten elementaren Kohlenstoff aus der Polymermatrix stammen.

[0058] Die sich auf dem Glas einstellende Beschriftung hat eine Höhe von 0,25 µm bis 3,0 µm, je nach Beschriftungsinhalt und Parametrierung. Die Temperaturstabilität liegt nachgewiesenermaßen im Bereich von -50°C bis 1200°C. Die Tieftemperatur- und Hitzebeständigkeit ist aber deutlich höher. Die mechanische Beständigkeit gegenüber Abrieb ist extrem hoch (Crockmetertest > 1000 Hübe).

[0059] Die Beschriftung zeigt eine hohe Auflösungsgenauigkeit, je nach verwendeter Strahlqualität, die Linienebreite beträgt 70 µm bis 80 µm. Es sind beispielsweise maschinenlesbare 2D-Codes von 1,5 mm × 1,5 mm Kantenlänge mit einem Inhalt von 16 Zeichen darstellbar. Zudem können alle üblichen Kennzeichnungsinhalte wie Logos, Piktogramme, Zeichnungen, alphanumerische Zeichen, Sonderzeichen und Pixelgraphiken realisiert werden.

[0060] Zudem können alle üblichen Kennzeichnungsinhalte wie Logos, Piktogramme, Zeichnungen, alphanumerische Zeichen, Sonderzeichen und Pixelgraphiken realisiert werden.

[0061] Die zuvor beschriebene Pigmentformulierung sowie das entsprechende Beschriftungsverfahren eignen sich insbesondere für folgende Anwendungsfelder, in denen eine sichere Kennzeichnung von insbesondere Glasbehältern eine große Bedeutung hat:

- Biotechnologische, medizinische und pharmazeutische Primär-, Sekundär- und Tertiärverpackungsmittel aus Glas
- Verpackungsmittel aus Glas für Chemikalien, Hilfsmittel, Lebensmittel und Genussmittel
- Behältnisse und/oder Bauteile aus Glas für chirurgische, therapeutische und diagnostische Verfahren.
- Behältnisse und/oder Bauteile für industrielle und analytische Verfahren (Pipetten, pH-Meter etc.).
- Behältnisse und/oder Bauteile für biologische Verfahren, die aktives/inaktives Zellmaterial betreffen.

[0062] Im Folgenden ist anhand eines Beispiels die Zusammensetzung einer Polymerformulierung näher erläutert, ohne in irgendeiner Form einschränkend zu wirken:

Substrat	Anteil [phr]
EB 284	85,1
HDDA	5,0
DVE 3	9,9
Ruß	0,4
Titandioxid	63,2
Gesamt Summe	163,6

EB 284: Aliphatisches, difunktionelles Polyurethanacrylat (Hersteller Cytec)

HGDDA: Hexandioldiacrylat (Hersteller BASF)

DVE-3: Divinylether (Hersteller ISP oder BASF)

Ruß: Furnaceruß mit einer Teilchengröße von 56 nm, Oberfläche 45 m²/g (Hersteller Evonik, Printex 25)

TiO₂: (Hersteller Kronos, Kronos 2160)

[0063] Die Zusammensetzung wird zu einer Schicht mit einer Dicke von 100 µm ausgestrichen. Aus dem Ausstrich werden Stanzlinge mit den Maßen 30 × 50 mm hergestellt.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- A. Vrancken beschrieben worden (Farbe und Lack 83,3 (1977) 171) [\[0021\]](#)
- D. Satas, Handbook of Pressure Sensitive Adhesive Technology (Van Nostrand Reinhold) [\[0036\]](#)
- Ullmanns Enzyklopädie der technischen Chemie, Band 12, Seiten 525 bis 555 (4. Auflage), Weinheim. [\[0039\]](#)

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Titancarbid (TiC) unter Verwendung einer Pigmentformulierung, enthaltend mindestens einen Titanspender einerseits sowie einen Kohlenstoffspender andererseits, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Pigmentformulierung laserbestrahlt wird und unter Laserbestrahlung zu TiC reagiert.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Titancarbid auf einem Substrat abgeschieden wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Pigmentformulierung als Polymermatrix ausgebildet ist, dass die Polymermatrix den Titanspender sowie den Kohlenstoffspender aufweist und dass die Polymermatrix durch die Laserbestrahlung überwiegend pulverisiert wird.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Herstellung von Titancarbid unter Ausschluss einer Glasfritte und/oder unter Ausschluss eines unter Energieeinstrahlung schmelzenden Kunststoffes durchgeführt wird.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Titanspender Titandioxid verwendet wird.

6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Kohlenstoffspender freier Kohlenstoff aus Ruß gebildet wird und/oder aus der unter der Lasereinwirkung zersetzten, verdampften, oxydierten, depolymerisierten und/oder pyrolysierten Polymermatrix freigesetzt wird, vorzugsweise, dass der freie Kohlenstoff ausschließlich aus Ruß und/oder der Polymermatrix bereitgestellt wird.

7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Polymermatrix eine strahlengehärtete Polymermatrix verwendet wird und/oder dass als Polymermatrix eine duroplastische Polymermatrix verwendet wird.

8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Pigmentformulierung die folgende Zusammensetzung aufweist:

100 phr	Polymermatrix, insbesondere ein strahlengehärteter aliphatischer, difunktioneller Polyurethanacrylat,
0,2 phr bis 2,5 phr	Ruß und
45 phr bis 65 phr	Titandioxid.

9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Laserbestrahlung ein pulverisierter Abbrand der Pigmentformulierung mit einer zahlenmittleren Teilchengröße von 0,5 µm bis 2,0 µm erzeugt wird.

10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Pigmentformulierung eine Pigmentschicht mit einer Dicke in einem Bereich von 20 µm bis 500 µm verwendet wird.

11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Pigmentformulierung eine Pigmentschicht verwendet wird, die partiell oder vollflächig mit einer, insbesondere druckempfindlichen, Klebmasse beschichtet ist.

12. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Pigmentformulierung eine Pigmentschicht verwendet wird, die auf einem Träger, vorzugsweise auf einer Trägerfolie, aufgebracht ist.

13. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Pigmentformulierung eine Pigmentschicht verwendet wird, die durch eine partiell aufgebrachte Passivierschicht deaktiviert ist, vorzugsweise, dass die Passivierung auf der Seite der Pigmentschicht erfolgt ist, die sich während der Abscheidung des TiC auf dem Substrat mit dem Substrat in Kontakt ist.

14. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Laserbestrahlung mit einem gepulsten Laser, vorzugsweise mit einer Pulsdauer kleiner 90 ns, weiter vorzugsweise mit einer Pulsdauer zwischen 40 ns und 90 ns, durchgeführt wird.

15. Verfahren zur Markierung eines Substrats unter Bildung von Titancarbid, insbesondere gemäß dem Verfahren eines der vorherigen Ansprüche, bei dem eine Pigmentformulierung auf das zu markierende Substrat aufgebracht und mittels eines Lasers bestrahlt wird, bei dem die Laserstrahlung mit der Pigmentformulierung interagiert und in den bestrahlten Bereichen TiC als Markierung auf dem Substrat abgeschieden wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15 dadurch gekennzeichnet, dass als Substrat ein transparentes Substrat, insbesondere Glas, verwendet wird und dass die Bestrahlung der Pigmentverbindung durch das Substrat hindurch erfolgt, so dass die Markierung auf der der Laserquelle abgewandten Substratseite ausgebildet wird.

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16 dadurch gekennzeichnet, dass die Markierung unter Ausschluss einer Glasfritte und/oder unter Ausschluss eines unter Energieeinstrahlung schmelzenden Kunststoffes durchgeführt wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17 dadurch gekennzeichnet, dass als Markierung ein Interferenzhologramm oder ein computergeneriertes Hologramm aufgebracht wird.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen