



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 304 395 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**23.04.2003 Patentblatt 2003/17**

(51) Int Cl.7: **C23C 4/02**

(21) Anmeldenummer: **02405815.8**

(22) Anmeldetag: **20.09.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Erfinder:  
• **Jansen, Franz, Dr.**  
**52499 Baesweiler (DE)**  
• **Damani, Rajiv, Dr.**  
**8404 Winterthur (CH)**  
• **Straub, Werner**  
**8477 Oberstammheim (CH)**

(30) Priorität: **19.10.2001 EP 01811022**

(71) Anmelder: **Sulzer Markets and Technology AG**  
**8401 Winterthur (CH)**

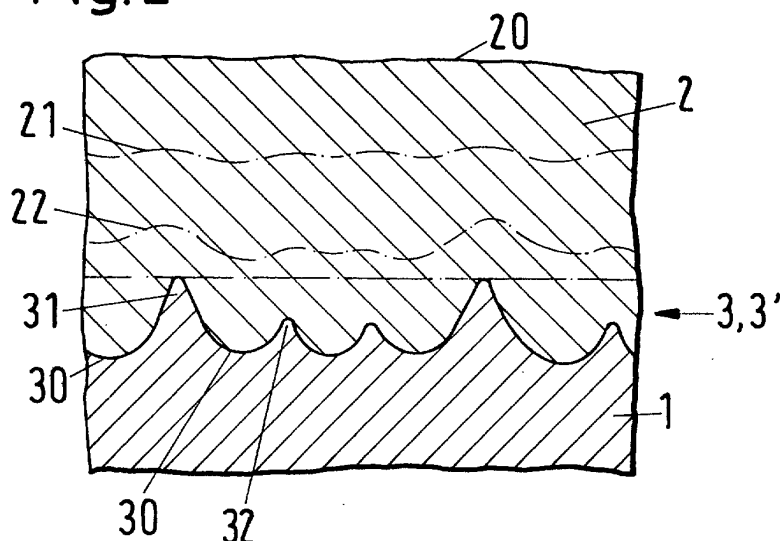
(74) Vertreter: **Sulzer Management AG**  
**KS/Patente/0067**  
**Zürcherstrasse 12**  
**8401 Winterthur (CH)**

(54) **Verfahren zum Herstellen einer thermischen Spritzschicht**

(57) Mit dem Verfahren zum Herstellen einer thermischen Spritzschicht (2) auf einem Substrat (1) wird insbesondere eine keramische Beschichtung auf einem metallischen Körper aufgebracht. Die Spritzschicht wird auf eine strukturierte Oberfläche (3, 10) des Substrats aufgebracht. Die Oberflächenstruktur (3) des Substrats wird durch Materialabtrag mittels einem Hochdruck-Flüssigkeitsstrahl (4) erzeugt. Eine Abtragsstelle (40) wird dabei auf dem Substrat unter Erzeugung einer Makrotopographie gesteuert bewegt, nämlich durch Bewegen des Flüssigkeitsstrahls und/oder des Substrats.

Durch den Materialabtrag wird eine rinnenartige Abtragsspur (41) erzeugt, die geradlinig oder gekrümmt sein kann und die eine Mikrotopographie aufweist. Durch ein Nebeneinanderlegen einer Vielzahl von Abtragsspuren und eine teilweise Überlagerung dieser Abtragsspuren wird ein Makroprofil (3') der Makrotopographie hergestellt. Dieses Makroprofil ist mindestens um einen Faktor 10 gröber als ein entsprechendes Mikroprofil der Mikrotopographie. Erhebungen (31') des Makroprofils weisen unterschiedliche Höhen auf. Das Mikroprofil ist insbesondere quasi-fraktal.

**Fig.2**



EP 1 304 395 A1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer thermischen Spritzschicht, insbesondere einer keramischen Beschichtung auf einem metallischen Substrat, gemäss Oberbegriff von Anspruch 1. Sie bezieht sich auch auf ein beschichtetes Substrat mit der erfindungsgemäss hergestellten Spritzschicht und auf eine Verwendung dieses beschichteten Substrats.

**[0002]** Bei einer Entwicklung von Fusionsreaktoren will man für eine Wandung, die Belastungen bei Temperaturen über 550°C standhalten muss, eine Titanbasislegierung (z.B. Ti5Al2.5Sn) als Werkstoff verwenden. Der Einsatz dieses Werkstoffs ist mit dem Problem verbunden, dass in Fusionsreaktoren Wasserstoff in den Werkstoff eindiffundiert und dabei dessen Eigenschaften ungünstig beeinflusst. Es ist daher vorgeschlagen worden, die genannte Wandung mit einer thermischen Spritzschicht aus keramischem Material abzudichten. Die Spritzschicht soll als eine Permeationsbarriere wirken, die den Wasserstoff an einem Eintritt in das Wandungsmaterial hindert. Damit diese Permeationsbarriere, die beispielsweise aus Aluminium- oder Chromoxid bestehen kann, die erwartete Funktion erfüllt, muss die Beschichtung relativ dick sein, mindestens 0.5 mm, aber vorzugsweise um Einiges dicker.

**[0003]** Eine derartige Permeationsbarriere lässt sich in der Regel nicht auf ein metallisches Substrat aufbringen; denn aufgrund von Spannungen, die zwischen Substrat und Spritzschicht auftreten und welche die Bildung von Rissen zur Folge haben, ist eine ausreichende Haftung nicht herstellbar. Mit einem Aufräumen der Substratoberfläche beispielsweise mittels Sandstrahlen, durch das sich eine quasi-fraktale Oberflächenstruktur (vgl. EP-A- 1 070 488) ergibt, kann die Haftung verbessert werden. Beschichtungen, die die erforderliche Dicke haben, lassen sich jedoch auf diese Weise nicht ausreichend fest auf der Substratoberfläche verankern. Zugversuche zur Ermittlung der Haftfestigkeit haben gezeigt, dass sich solche Beschichtungen bereits bei einer Zugspannung von wenigen MPa von der Substratoberfläche ablösen. Bei einer weiteren Methode, die geprüft worden ist, wird eine "Duplex-Beschichtung" mit einer haftvermittelnden Grundhaftschrift (aus Ta) hergestellt. Wegen einer relativ glatten Oberfläche der Grundhaftschrift ist die Adhäsion zwischen dieser Schicht und der Permeationsbarriere ungenügend.

**[0004]** Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Herstellen einer thermischen Spritzschicht zu schaffen, die auf ein metallisches Substrat aus einer Titanbasislegierung auftragbar ist und die als Permeationsbarriere gegen einen Wasserstofftransport in das Substrat verwendbar ist. Dieses Verfahren soll sich also dazu eignen, eine gut haftende Beschichtung, die dick ist und aus keramischem Material besteht, auf einen metallischen Körper aufzubringen. Diese Aufgabe wird durch das im Anspruch 1 definierte Verfahren gelöst.

**[0005]** Mit dem Verfahren zum Herstellen einer thermischen Spritzschicht auf einem Substrat wird insbesondere eine keramische Beschichtung auf einem metallischen Körper aufgebracht. Die Spritzschicht wird auf eine strukturierte Oberfläche des Substrats aufgebracht. Die Oberflächenstruktur des Substrats wird durch Materialabtrag mittels einem Hochdruck-Flüssigkeitsstrahl erzeugt. Eine Abtragsstelle wird dabei auf dem Substrat unter Erzeugung einer Makrotopographie gesteuert bewegt, nämlich durch Bewegen des Flüssigkeitsstrahls und/oder des Substrats. Durch den Materialabtrag wird eine rinnenartige Abtragsspur erzeugt, die geradlinig oder gekrümmt sein kann und die eine Mikrotopographie aufweist. Durch ein Nebeneinanderlegen einer Vielzahl von Abtragsspuren und eine teilweise Überlagerung dieser Abtragsspuren wird ein Makroprofil der Makrotopographie hergestellt. Dieses Makroprofil ist mindestens um einen Faktor 10 gröber als ein entsprechendes Mikroprofil der Mikrotopographie. Erhebungen des Makroprofils weisen unterschiedliche Höhen auf. Das Mikroprofil ist insbesondere quasi-fraktal.

**[0006]** Die abhängigen Ansprüche 2 bis 6 betreffen besondere Spezifizierungen des erfindungsgemässen Verfahrens. Gegenstand der Ansprüche 7 und 8 ist ein Körper, der ein mit dem erfindungsgemässen Verfahren beschichtetes Substrat darstellt. Die Verwendung, die den Ausgangspunkt der Erfindung gebildet hat, ist Gegenstand von Anspruch 9.

**[0007]** Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 Durchführung einer Oberflächenstrukturierung, die einen ersten Schritt im erfindungsgemässen Verfahren bildet,

Fig. 2 Querschnitt durch ein erfindungsgemäss beschichtetes Substrat,

Fig. 3 Draufsicht auf eine Oberflächenstruktur, die mittels wellenförmigen Abtragsspuren hergestellt ist,

Fig. 4 parkettartige Oberflächenstruktur in schematischer Darstellung und

Fig. 5 Querschnitt, gezeichnet nach einem Schliffbild.

**[0008]** Fig. 1 illustriert ein Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur 3 auf einem Substrat 1, das als erster Schritt im erfindungsgemässen Verfahren angewendet wird. Fig. 2 zeigt einen Querschnitt durch eine Spritzschicht 3, die erfindungsgemäss auf das Substrat 1 mit einer strukturierten Oberfläche 10 aufgebracht worden ist.

**[0009]** Die Oberflächenstruktur 3 wird durch Materialabtrag mittels einem Hochdruck-Flüssigkeitsstrahl 4 erzeugt. Dabei wird eine Abtragsstelle 40 auf dem Substrat 1 unter Erzeugung einer Makrotopographie gesteuert bewegt, in der Regel durch Bewegen des Flüssigkeitsstrahls mit einer Vorschubgeschwindigkeit  $v$ . Es lässt sich aber auch das Substrat bewegen oder simultan sowohl das Substrat als auch den Flüssigkeitsstrahl. Durch den Materialabtrag wird eine rinnenartige Abtragsspur 41 erzeugt, die eine Mikrotopographie in Form von einer rauen Oberfläche aufweist. Die Abtragsspur 41 kann geradlinig oder gekrümmt sein. Durch ein Nebeneinanderlegen einer Vielzahl von Abtragsspuren 41 und eine teilweise Überlagerung dieser Abtragsspuren 41 wird ein Profil der Makrotopographie, ein Makroprofil 3', hergestellt. Das Profil ist die Kontur des Querschnitts durch die Oberflächenstruktur 3, wobei der Querschnitt senkrecht zu den Abtragsspuren 41 liegt. Das Makroprofil 3' umfasst Erhebungen 31', 32', die von zwischen Rinnen 30 liegenden Kammlinien 31, 32 gebildet werden. Die Erhebungen 31', 32' des Makroprofils 3' weisen unterschiedliche Höhen auf. Das Makroprofil 3' ist mindestens um eine Größenordnung gröber als ein entsprechendes Mikroprofil der Mikrotopographie. Die maximalen Erhebungen 31' des Makroprofils sind um mindestens einen Faktor 10 grösser als die maximalen Erhebungen des Mikroprofils.

**[0010]** Das Mikroprofil ist insbesondere quasi-fraktal. Die Bezeichnung "quasi-fraktal", die sich auf die Rauigkeit der Oberfläche in der Abtragsspuren 41 bezieht, ist in der EP-A- 1 070 488 erläutert. In dieser Veröffentlichung ist auch eine Oberflächenstrukturierung beschrieben, die mittels einem Hochdruck-Flüssigkeitsstrahl durchgeführt wird.

**[0011]** Für einen effizienten Materialabtrag werden in die Flüssigkeit des Hochdruckstrahls 4 abrasive Partikel zugemischt. Dieses Gemisch wird durch eine Düse 5 mit einem Durchmesser  $d$  und bei einem Druck  $p$  abgegeben. Für  $p$  und  $d$  werden Werte in folgenden Bereichen gewählt:  $500 \text{ bar} < p < 2000 \text{ bar}$  und  $0.15 \text{ mm} < d < 1 \text{ mm}$ .

**[0012]** Ein Abstand  $A$ , der zwischen einer Austrittsöffnung 50 der Düse 5 und der Abtragsstelle 40 der zu bearbeitenden Oberfläche 10 besteht, beträgt 1 bis 5 mm. Dieser Abstand  $A$  ist im wesentlichen die Strahlänge, die Länge des Flüssigkeitsstrahls 4. Dieser kann senkrecht auf die Oberfläche 10 gerichtet sein; ein Winkel  $\beta$  ( $= 90^\circ - \alpha$ , siehe Fig. 1) zwischen dem Flüssigkeitsstrahl 4 und der erzeugten Abtragsspur 41 ist aber vorzugsweise etwas kleiner als  $90^\circ$ .

**[0013]** Bei der Strukturierung der Substratoberfläche 10 werden die Rinnen 30 und Kammlinien 31, 32 hergestellt. Die erzeugte Makrotopographie weist ein periodisch wiederkehrendes Intervall  $P$  auf; dieses ist jeweils durch eine Mehrzahl - vorzugsweise zwei oder drei - nebeneinander angeordneter Kammlinien 31, 32 bzw. Rinnen 30 gebildet. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 umfasst das Intervall  $P$  die eine Kammlinie 31, die im Profil 3' als eine maximale Erhebung 31' erscheint, und die beiden Kammlinien 32, die weniger hohe Erhebungen 32' bilden. Die Kammlinien 31, 32 sind zumindest bereichsweise geradlinig und ihre Scheitel liegen jeweils auf einer gleich bleibenden Höhe.

**[0014]** Für die Düse 5 wird ein Durchmesser  $d$  gewählt, der zwischen 0.18 und 0.5 mm liegt. Das periodisch wiederkehrende Intervall  $P$  wird beim Verfahren nach Fig. 1 so hergestellt, dass die beiden zur hohen Kammlinie 31 benachbarten Rinnen 30 einen Abstand  $a$  von 0.8 bis 1.2 mm - bezogen auf die Mittellinien der Rinnen 30 - aufweisen. Die zu den niedrigen Kammlinien 32 benachbarten Rinnen 30 haben jeweils einen kleineren Abstand  $b$ , der - bezogen auf den grösseren Abstand  $a$  - um einen Faktor 0.55 bis 0.70, vorzugsweise um den Faktor 0.6 (Fig. 1) kleiner ist. Die Rinnen 30 werden durch die Überlagerung von drei Abtragsspuren mit Zwischensohlen 301 sowie 302 und der die Rinne 30 bildenden Sohle 303 hergestellt.

**[0015]** Die aufgetragene Spritzschicht 2 - siehe Fig. 2 - hat eine Dicke von mindestens 0.5 mm, vorzugsweise mindestens 1 mm. Das Profil 3' der Makrotopographie weist einen maximalen Höhenunterschied zwischen den Scheitelpunkten der Erhebungen 31' und den Sohlenpunkten der Rinnen 30 auf, der in einem Bereich zwischen 0.1 und 1 mm, vorzugsweise zwischen 0.3 und 0.6 mm liegt.

**[0016]** Auf der Oberfläche 20 einer dicken Spritzschicht 2 zeichnet sich die Oberflächenstruktur 3 praktisch nicht mehr ab. Momentane Oberflächen 21 oder 22, die während des Aufbringens der Spritzschicht 2 auftreten, weisen noch eine Profilierung auf; diese wird aber mit wachsender Schichtdicke stets weniger erkennbar.

**[0017]** Fig. 3 ist eine Draufsicht auf eine Oberflächenstruktur 3, die mittels wellenförmigen Abtragsspuren 41 hergestellt ist und deren Kammlinien 31, 32 entsprechend auch wellenförmig sind.

**[0018]** Es wurden Oberflächenstrukturen 3 getestet, bei denen eine erste Schar von gleich gerichteten Abtragsspuren 41 mit einer zweiten Schar anders orientierter Abtragsspuren in einer kreuzenden Weise überlagert sind. Die Haftfestigkeit hat sich als weniger gut erwiesen als bei der ursprünglichen Oberflächenstrukturierungen mit lediglich einer Schar von gleich orientierten Abtragsspuren 41.

**[0019]** Das Substrat besteht beispielsweise aus einer Titanbasis- oder einer Eisenbasislegierung und die Spritzschicht aus einem keramischen Material, beispielsweise aus Aluminium- oder Chromoxid. Diese keramische Beschichtung hat eine gute Adhäsion auf dem metallischen Substrat; in einem Zugversuch widersteht sie einer senkrecht zur Substratoberfläche angelegten Zugspannung, die mindestens 10 MPa gross ist.

**[0020]** Die Spritzschicht, vorzugsweise aus Aluminium- oder Chromoxid, kann bei ausreichender Dicke als eine Permeationsbarriere verwendet werden, die gegen einen Transport von Wasserstoff in das Substrat abdichtet. Für eine gute Abdichtung muss die Spritzschicht dicker als 0.5 mm sein.

**[0021]** Die hinsichtlich der Haftfestigkeit zu bevorzugende Oberflächenstruktur 3 ist anisotrop. Es lässt sich eine

quasiisotrope Struktur herstellen, wenn eine parkettartige Anordnung von anisotropen Teilbereichen gemäss Fig. 4 erzeugt wird. In dieser schematischen Darstellung geben die Doppelpfeile jeweils die Ausrichtung der Rinnen 30 an.

[0022] Es wurden Zugversuche an erfindungsgemäss beschichteten Titanproben ausgeführt, mit folgenden Versuchsparametern für die besten Beschichtungen:

Oberflächenstrukturierung mit Vorschubgeschwindigkeit  $v = 2.5$  m/min; Düsendurchmesser  $d = 0.30$  mm; Strahllänge  $A = 1$  mm; Strahldruck  $p = 1.5 \cdot 10^3$  bar; Sand (Granat 80 mesh) als abrasives Material mit 100 g/min; Abstände  $a$ ,  $b$  zwischen benachbarten Rinnen 30 (Fig. 1):  $a = 1.0$  mm und  $b = 0.6$  mm.

[0023] Für die Zugspannungen, bei denen die Spritzschicht vom Substrat (Ti5Al2.5Sn) abgerissen wird, haben sich folgende Messresultate ergeben:

Material	Schichtdicke	Messresultate in MPa
Chromoxid	0.98 mm	29.0 / 36.6
	2.10 mm	18.3 / 14.5 / 13.7 / 16.4
Aluminiumoxid	0.975 mm	24.2 / 27.3 / 22.1 / 23.8

[0024] Während Fig. 2 die Abbildung eines schematisch dargestellten Querschnitts durch ein erfindungsgemäss beschichtetes Substrat ist, zeigt Fig. 5 ausschnittsweise einen entsprechenden Querschnitt, der nach einer echten Probe gezeichnet worden ist. Ein Schliffbild dieser Probe lässt eine Lamellarstruktur erkennen, die eine Folge eines Mehrfachauftrags ist und die in Fig. 2 durch gestrichelte Linien 25 angedeutet ist. Die Lamellarstruktur erscheint relativ deutlich in den Bereichen oberhalb der Rinnen 30 und weniger deutlich oberhalb der Kammlinien 31 und 32, wo in der Darstellung die Linien 25 unterbrochen sind. In den Bereichen über den Rinnen 30 ist offenbar die Schicht 2 aufgrund einer erhöhten Porosität etwas weniger dicht als über den Kammlinien 31 und 32. Die unterschiedliche Porosität ist vermutlich der Grund für die verbesserte Haftung der Schicht 2.

## Patentansprüche

- Verfahren zum Herstellen einer thermischen Spritzschicht (2) auf einem Substrat (1), insbesondere einer keramischen Beschichtung auf einem metallischen Körper, bei welchem Verfahren die Spritzschicht auf eine strukturierte Oberfläche (3, 10) des Substrats aufgebracht wird,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächenstruktur (3) des Substrats durch Materialabtrag mittels einem Hochdruck-Flüssigkeitsstrahl (4) erzeugt wird, dass dabei eine Abtragsstelle (40) auf dem Substrat unter Erzeugung einer Makrotopographie gesteuert bewegt wird, nämlich durch Bewegen des Flüssigkeitsstrahls und/oder des Substrats, dass durch den Materialabtrag eine rinnenartige Abtragsspur (41) erzeugt wird, die geradlinig oder gekrümmt sein kann und die eine Mikrotopographie aufweist, und dass durch ein Nebeneinanderlegen einer Vielzahl von Abtragsspuren und eine teilweise Überlagerung dieser Abtragsspuren ein Makroprofil (3') der Makrotopographie hergestellt wird, wobei dieses Makroprofil mindestens um einen Faktor 10 gröber als ein entsprechendes Mikroprofil der Mikrotopographie ist, Erhebungen (31') des Makroprofils unterschiedliche Höhen aufweisen und das Mikroprofil insbesondere quasi-fraktal ist.
- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in die Flüssigkeit des Hochdruckstrahls (4) abrasive Partikel zugemischt werden, dass dieses Gemisch durch eine Düse (5) mit einem Durchmesser  $d$  einer Austrittsöffnung (50) und bei einem Druck  $p$  abgegeben wird und dass für  $p$  und  $d$  Werte in folgenden Bereichen gewählt werden:  
 $500 \text{ bar} < p < 2000 \text{ bar}$  und  $0.15 \text{ mm} < d < 1 \text{ mm}$ .
- Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Abstand ( $A$ ) zwischen der Austrittsöffnung (50) der Düse (5) und der zu bearbeitenden Oberfläche (10) zwischen 0.8 und 5 mm liegt und dass ein Winkel ( $\beta = 90^\circ - \alpha$ ) zwischen dem Flüssigkeitsstrahl (4) und der erzeugten Abtragsspur (41) maximal gleich  $90^\circ$ , vorzugsweise kleiner als  $90^\circ$  ist.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Strukturierung der Substratoberfläche (10) Kammlinien (31, 32) und Rinnen (30) hergestellt werden und dass die erzeugte Makrotopographie ein periodisch wiederkehrendes Intervall ( $P$ ) aufweist, das jeweils durch eine Mehrzahl, vorzugsweise zwei oder drei nebeneinander angeordnete Kammlinien bzw. Rinnen gebildet ist.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kammlinien (31, 32) zumindest bereichsweise geradlinig sind und auf einer konstanten Höhe liegen.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** für den Hochdruckstrahl (4) eine Düse (5) mit einem Durchmesser d von 0.18 bis 0.5 mm verwendet wird und dass das periodisch wiederkehrende Intervall (P) so hergestellt wird, dass es eine hohe Kammlinie (31) und zwei niedrige Kammlinien (32) umfasst, dass die zur hohen Kammlinie benachbarten Rinnen (30) einen Abstand a von 0.8 bis 1.2 mm - bezogen auf die Mittellinien der Rinnen - aufweisen und dass die zu den niedrigen Kammlinien benachbarten Rinnen jeweils einen kleineren Abstand b haben, der - bezogen auf den grösseren Abstand a - um einen Faktor 0.55 bis 0.70, vorzugsweise um den Faktor 0.6 kleiner ist.
7. Beschichtetes Substrat (1), hergestellt mit dem Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die aufgetragene Spritzschicht (2) eine Dicke von mindestens 0.5 mm, vorzugsweise mindestens 1 mm aufweist und dass das Profil (3') der Makrotopographie einen maximalen Höhenunterschied zwischen Scheitelpunkten der Erhebungen (31') und Sohlenpunkten der Abtragsspuren (41) aufweist, der in einem Bereich zwischen 0.1 und 1 mm, vorzugsweise zwischen 0.3 und 0.6 mm liegt.
8. Beschichtetes Substrat (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Substrat aus einer metallischen Legierung, insbesondere einer Titanbasislegierung oder einer Eisenbasislegierung, besteht, dass die Beschichtung (2) aus einem keramischen Material besteht und dass die Beschichtung in einem Zugversuch mit einer senkrecht zur Substratoberfläche angelegten Zugspannung, die grösser als 10 MPa ist, widersteht.
9. Verwendung eines beschichteten Substrats (1) gemäss Anspruch 7 oder 8, wobei die Spritzschicht (2) eine Permeationsbarriere gegen einen Wasserstofftransport in das Substrat bildet und vorzugsweise aus Aluminium- oder Chromoxid besteht sowie eine Dicke grösser als 1 mm aufweist.

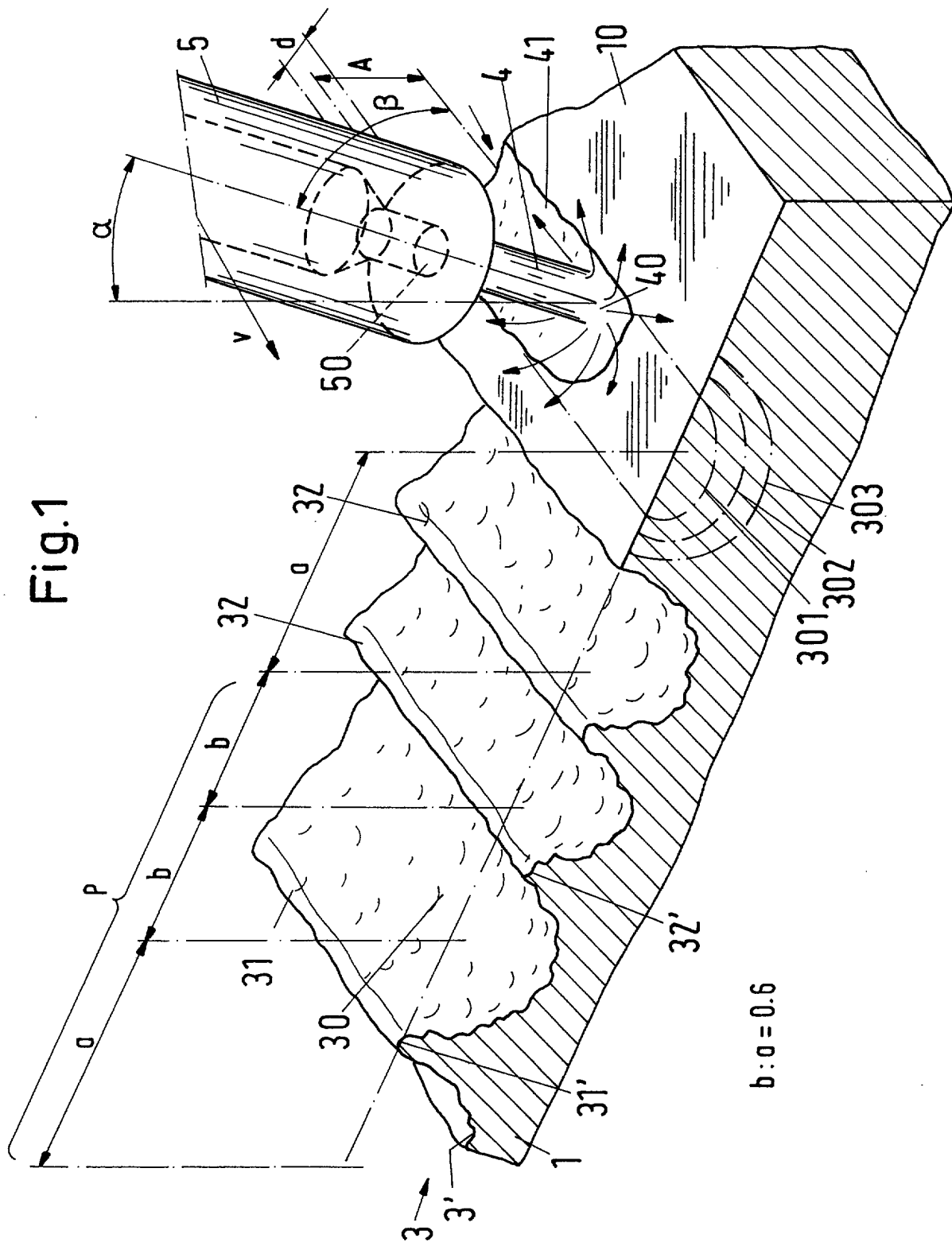


Fig.2

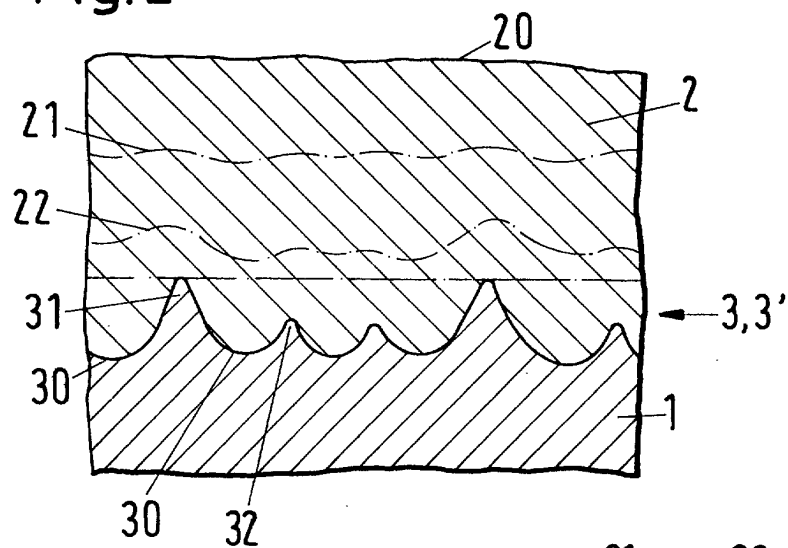


Fig.3

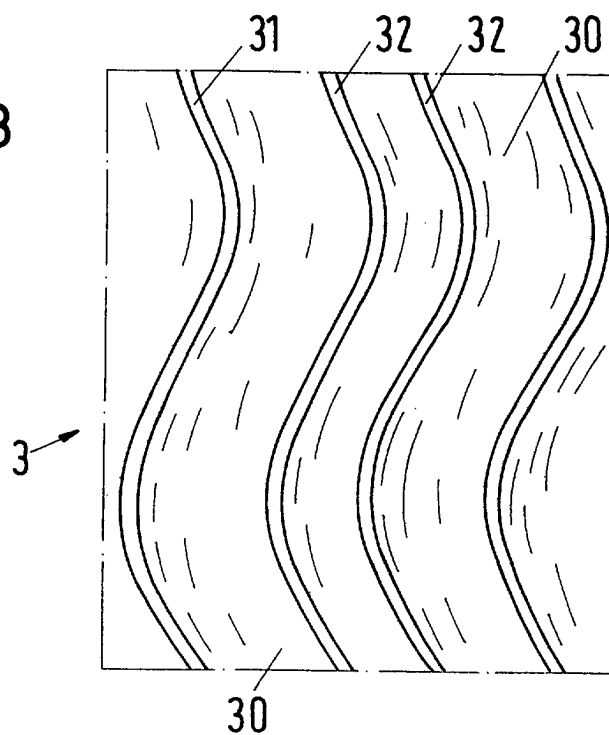


Fig.4

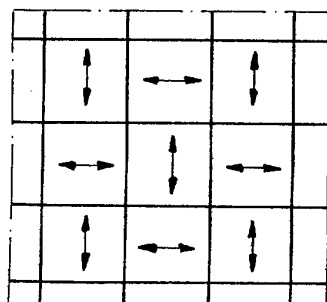
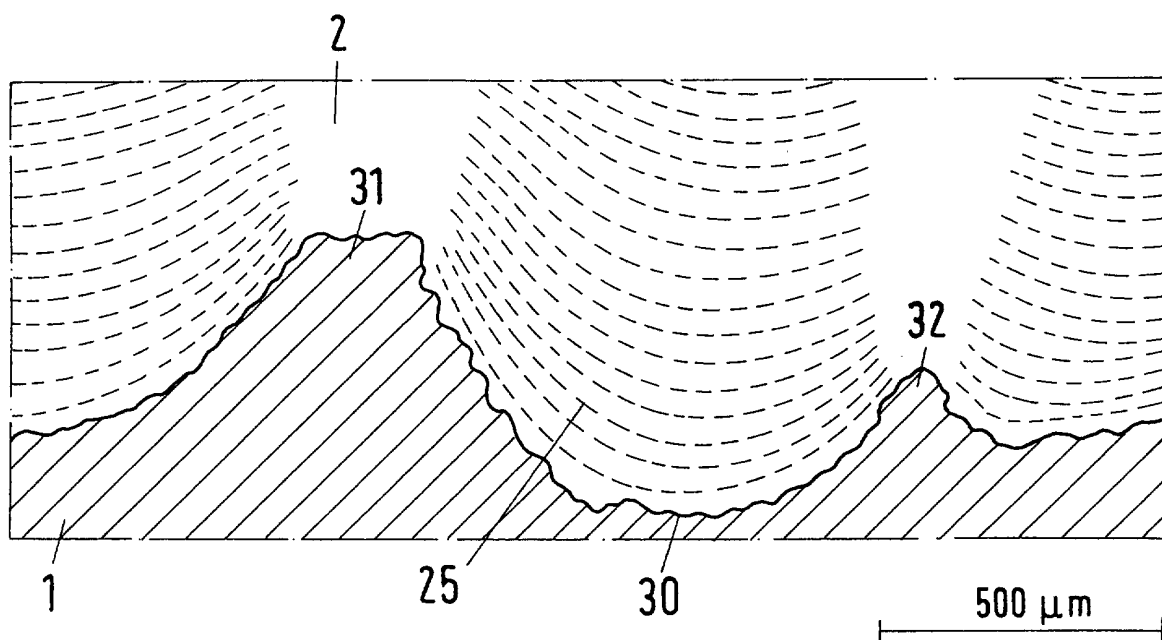


Fig.5







Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 02 40 5815

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.CI.7)
Y,D	EP 1 070 488 A (SULZER INNOTECH) 24. Januar 2001 (2001-01-24) * Ansprüche 1,6,9-11 *	1-9	C23C4/02
Y	EP 0 750 054 A (PRAXAIR S.T. TECHNOLOGY) 27. Dezember 1996 (1996-12-27) * Seite 6, Zeile 6 - Zeile 11; Ansprüche 1-7 *	1-9	
A	DE 100 14 486 A (KAMPMEIER DIETER) 11. Oktober 2001 (2001-10-11) * Zusammenfassung; Ansprüche 1,4,5; Abbildungen 1-4 *	1-7,9	
A	EP 0 685 574 A (HERAEUS ELEKTROCHEMIE) 6. Dezember 1995 (1995-12-06) * Spalte 3, Zeile 13 - Spalte 4, Zeile 14; Ansprüche 1-4; Abbildungen 1-3 *	1-7	
A	DE 40 32 862 A (BERGMANN-BORSIG) 16. April 1992 (1992-04-16) * Anspruch 1 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.CI.7)
A	"SURFACE PREPARATION" THERMAL SPRAYING: PRACTICE, THEORY AND APPLICATION, AMERICAN WELDING SOCIETY, US, 1985, Seiten 16-28, XP000617767 * Seite 16, Absatz 3.1 * * Seite 27, Absatz 3.8.4 *	1	C23C
A	EP 0 618 040 A (FUJI OOX) 5. Oktober 1994 (1994-10-05) * Ansprüche 1-4 *	1	
A	DE 42 38 369 A (MTU MOTOREN-UND TURBINEN-UNION MÜNCHEN) 19. Mai 1994 (1994-05-19) * Ansprüche 1,11 *	1,7	
		-/--	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>21. Januar 2003</b>	Prüfer <b>Elsen, D</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 B2 (P04C03)



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 02 40 5815

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	HOCHENG H ET AL: "FEASIBILITY STUDY OF ABRASIVE-WATERJET MILLING OF FIBER-REINFORCED PLASTICS" TRANSACTIONS OF THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS, SERIES B: JOURNAL OF ENGINEERING FOR INDUSTRY, ASME. NEW YORK, US, Bd. 119, Nr. 2, 1. Mai 1997 (1997-05-01), Seiten 133-142, XP000696386 ISSN: 0022-0817		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>21. Januar 2003</b>	Prüfer <b>Elsen, D</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P4/C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 02 40 5815

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

21-01-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1070488	A	24-01-2001	EP 1070488 A1	24-01-2001
			US 6482076 B1	19-11-2002
EP 750054	A	27-12-1996	CA 2179335 A1	20-12-1996
			EP 0750054 A1	27-12-1996
			JP 9011200 A	14-01-1997
DE 10014486	A	11-10-2001	DE 10014486 A1	11-10-2001
EP 685574	A	06-12-1995	DE 4419276 A1	07-12-1995
			AT 167901 T	15-07-1998
			DE 59502673 D1	06-08-1998
			EP 0685574 A2	06-12-1995
			ES 2120103 T3	16-10-1998
			JP 7331477 A	19-12-1995
DE 4032862	A	16-04-1992	DE 4032862 A1	16-04-1992
EP 618040	A	05-10-1994	DE 69311302 D1	10-07-1997
			DE 69311302 T2	08-01-1998
			EP 0618040 A1	05-10-1994
			JP 3263799 B2	11-03-2002
			JP 7243307 A	19-09-1995
			US 5455078 A	03-10-1995
DE 4238369	A	19-05-1994	DE 4238369 A1	19-05-1994
			FR 2698105 A1	20-05-1994
			GB 2272453 A , B	18-05-1994

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82