

(51) Int Cl.:
F01D 5/28 (2006.01)

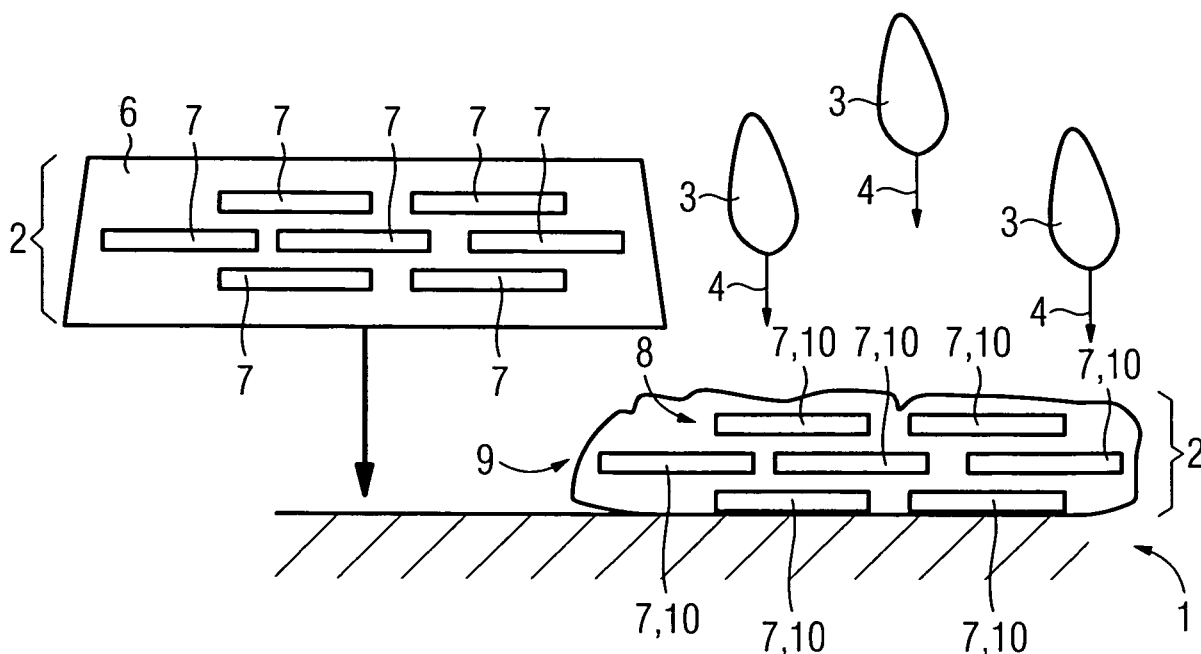
(22) Anmeldetag: 29.02.2008

(72) Erfinder:

- **David, Walter**
45481 Mülheim an der Ruhr (DE)
- **Schürhoff, Jörg, Dr.**
45479 Mülheim a. d. Ruhr (DE)

schicht (2) umfassend eine Matrix (6) und einen Hartstoff (7) angeordnet ist, wobei die Schutzschicht (2) aus überlappend nebeneinander und übereinander angeordneten Platten (10) besteht.

FIG 2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schaufel für eine Strömungsmaschine, wobei die Schaufel ein Schaufelblatt aufweist, wobei auf der Schaufelblattoberfläche eine Schutzschicht umfassend eine Matrix und einen Hartstoff angeordnet ist.

[0002] Unter der Bezeichnung Strömungsmaschinen werden Wasserturbinen, Dampf- und Gasturbinen, Windräder, Kreispumpen und Kreiselverdichter sowie Propeller zusammengefasst. Diesen Maschinen ist gemeinsam, dass sie dem Zweck dienen, einem Fluid Energie zu entziehen, um damit eine andere Maschine anzutreiben oder umgekehrt einem Fluid Energie zuzuführen, um dessen Druck zu erhöhen.

[0003] Bei Dampfturbinen als Ausführungsform einer Strömungsmaschine, bildet die Tropfenschlagerosion ein unerwünschtes Phänomen. Die Tropfenschlagerosion kann an den Eintrittskanten der Laufschaufeln auftreten. Im Dampfstrom bei Dampfturbinen können sich unter Umständen Nebeltröpfchen bilden, die von den Leitschaufeln eingefangen und gesammelt werden. Diese Nebeltröpfchen können zu vergleichsweise großen Wassertropfen heranwachsen und schließlich von der Abströmkannte der Leitschaufel abreißen. Aufgrund ihrer hohen kinetischen Energie führen diese Wassertropfen vorzugsweise an den Laufschaufeleintrittskanten zu der sogenannten Tropfenschlagerosion, bei der die Oberfläche der Laufschaufeleintrittskante durch Materialabtragung beschädigt wird. Die Tropfen weisen hierbei einen Durchmesser in der Größenordnung von $50\mu\text{m}$ bis $400\mu\text{m}$ auf. Wesentlich kleinere Tropfen sind harmlos und größere kommen nicht vor.

[0004] Es sind verschiedene Maßnahmen vorhanden, die eine Tropfenschlagerosion vermeiden sollen. So ist es beispielsweise bekannt, die auf den Leitschaufeln heranwachsenden Wassertröpfchen abzusaugen.

[0005] Des Weiteren ist es bekannt, die Laufschaufeleintrittskanten mit einer Schutzschicht zu versehen. Es ist ebenso bekannt die Laufschaufeleintrittskanten zu härten, damit eine Materialabtragung vermieden wird.

[0006] Wünschenswert wäre es Tropfenschlagerosion durch eine effektive Schutzschicht zu vermeiden. An dieser Stelle setzt die Erfindung an, deren Aufgabe es ist eine wirksame Schutzschicht auf einer Schaufel auszubilden, um die Tropfenschlagerosion zu vermeiden.

[0007] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Schaufel für eine Strömungsmaschine, wobei die Schaufel ein Schaufelblatt aufweist, wobei auf der Schaufelblattoberfläche eine Schutzschicht umfassend eine Matrix und einen Hartstoff angeordnet ist, wobei mehrere aus dem Hartstoff gebildete Platten derart in der Matrix angeordnet sind, dass die Platten überlappend zueinander entlang der Schaufelblattoberfläche angeordnet sind.

[0008] Somit wird der Weg eingeschlagen, eine Schutzschicht aus im Wesentlichen zwei Bestandteilen auszubilden, nämlich einer Matrix und einem in dieser Matrix angeordneten Hartstoff. Dieser Hartstoff ist als

Platte ausgebildet und derart in der Matrix angeordnet, dass die Platten zum einen übereinander und nebeneinander liegen und zum anderen überlappend zueinander angeordnet sind. Durch die Überlappung wird wirksam verhindert, dass ein Tropfen der auf diese Schutzschicht fällt höchstens die Matrix durch einen Aufprall bis zu einer Platte abtragen kann. Da die Platten nebeneinander, übereinander und dazu noch überlappend zueinander angeordnet sind, kann es höchstens vorkommen, dass die Materialabtragung der Matrix bis zu einer Platte erfolgt und somit eine weitere Materialabtragung gestoppt wird. Die unter der Schutzschicht liegende Schaufelblattoberfläche wird somit gänzlich von den Wassertropfen ferngehalten. Eine Tropfenschlagerosion ist demnach an der Schaufelblattoberfläche nicht mehr möglich.

[0009] Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0010] So ist es vorteilhaft, wenn die Platten im Wesentlichen parallel zur Schaufelblattoberfläche angeordnet sind. Denkbar sind jegliche Anordnungen der Platten zueinander, die sozusagen eine blickdichte Anordnung aufweisen. Unter der blickdichten Anordnung ist folgendes zu verstehen: Eine in Richtung der Schaufelblattoberfläche, d.h. zu einer Flächennormalen, führenden Blickrichtung wird ein durchgehender Blick auf die Schaufelblattoberfläche sozusagen verwehrt durch die Anordnung der Platten. Eine im Wesentlichen parallele Anordnung der Platten zur Schaufelblattoberfläche ist vergleichsweise kostengünstig herstellbar, da lediglich eine Verschiebung der Platten nebeneinander bzw. übereinander zu erfolgen hat.

[0011] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung ist die Matrix eine metallische Matrix. Die metallische Matrix kann beispielsweise aus lötbaren einzelnen Metallen (z.B. Kupfer Cu, Silber Ag, Nickel Ni, Kobalt Co, Zinn Sn, Blei Pb) oder auch aus Legierungen auf deren Basis bestehen (z.B. Ag-Sn, Cu-Ni, Sn-Cu, Pb-Ag, Ni-Cr).

[0012] Die Matrix soll neben der einfachen Aufnahme der aus Hartstoff gebildeten Platten auch einen gewissen Schutz vor Tropfenschlagerosion aufweisen. Eine metallische Matrix bietet einen Schutz vor Tropfenschlagerosion, was zu einer geringeren Materialabtragung führt.

[0013] Vorteilhafter Weise ist die Schutzschicht als Folie ausgebildet. Eine Folie ist naturgemäß leicht auf eine nicht ebene Flächen aufzubringen. Die Schaufelblattoberfläche weist eine in der Regel nicht ebene Geometrie auf. Eine Folie ist in der Regel flexibel und kann daher leicht auf die Schaufelblattoberfläche angeordnet werden. Vorteilhafter Weise ist die Matrix ein Lot. Ein Lot besteht meist aus einer Legierung aus verschiedenen Metallen und wird zum Löten verwendet. Das Lot hat die Eigenschaft, dass der Schmelzpunkt dieser Legierung niedriger ist als der der einzelnen Metalle. Es sind verschiedene Materialien für ein Lot im Stand der Technik bekannt. Das Lot muss grundsätzlich geeignet sein, um an eine Schaufel durch Lötung angeordnet zu werden. Das Lot kann beispielsweise aus lötbaren einzelnen Metallen (z.B. Kupfer Cu, Silber Ag, Nickel Ni, Kobalt Co,

Zinn Sn, Blei Pb) oder auch aus Legierungen auf deren Basis (z.B. Ag-Sn, Cu-Ni, Sn-Cu, Pb-Ag, Ni-Cr) bestehen.

[0014] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung besteht der Hartstoff aus einzelnen harten Metallen bzw. Stählen (z.B. gehärteter Stahl), Metall-Legierungen (z.B. Co-Basis Legierungen wie "Stellite") oder aus keramischen Werkstoffen (z.B. Karbide wie Wolframkarbid, Oxide wie Aluminiumoxid, Nitride wie Titanitrid).

[0015] Vorteilhafter Weise weist der Hartstoff eine Härte größer als 400 HV auf.

[0016] Diese Materialien haben sich als besonders vorteilhaft und geeignet für den Einsatz als Hartschicht erwiesen, die zu Platten geformt werden können und bieten einen hervorragenden Schutz vor Tropfenschlagerosion.

[0017] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der beigefügten schematischen Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Querschnittsansicht durch einen Teil der Schaufelblattoberfläche mit einer Schutzschicht aus einer Matrix und sphärischen Hartstoffen,

Figur 2 eine Querschnittsansicht einer Schaufelblattoberfläche mit einer Schutzschicht aus einer Matrix und einem aus Hartstoff ausgebildete Platten,

Figur 3 eine teilperspektivische Ansicht der Schutzschicht.

[0018] Gleiche Bezugszeichen haben in den verschiedenen Figuren die gleiche Bedeutung.

[0019] Die Figur 1 zeigt eine Querschnittsansicht eines Teils einer Schaufelblattoberfläche 1 und einer Schutzschicht 2. Die Schutzschicht 2 wird auf eine nicht näher dargestellte Schaufel einer Strömungsmaschine aufgebracht. Eine Strömungsmaschine ist beispielsweise ein Dampfturbine oder eine Gasturbine. Die Schaufel weist ein mit einem Schaufelblattprofil geformtes Schaufelblatt auf. Solche Schaufelblätter werden vorzugsweise in Niederdruck-Dampfturbinen eingesetzt. In Niederdruck-Dampfturbinen bilden sich Tropfen 3 auf den Leitschaufeln aus. Diese Tropfen 3 treffen mit hoher kinetischer Energie mit einer Aufprallrichtung 3 auf die Schutzschicht 2 auf. In Folge der hohen kinetischen Energie der Tropfen 3 wird aus der Schutzschicht 2 ein Stück Material herausgeschlagen. Zurück bleibt eine Mulde 5.

[0020] Die in der Figur 1 dargestellte Schutzschicht umfasst eine Matrix 6 und einen in der Matrix 6 angeordneten Hartstoff 7 auf. Der Hartstoff 7 ist allerdings sphärisch oder pratzig ausgebildet. Es ist daher möglich, dass zwischen zwei Hartstoffen 7 ein Abstand herrscht. In solch einem Raum zwischen zwei Hartstoffen 7 können Tropfen 3 die Matrix 6 bis zur Schaufelblattoberfläche 1 abtragen.

[0021] In der Figur 2 ist eine erfindungsgemäße Schutzschicht 2 zu sehen. Die in der Figur 2 dargestellte Schutzschicht 2 weist ebenso die Matrix 6 und einen Hartstoff 7 auf. Der Hartstoff 7 ist hier allerdings in mehrere Platten 10 ausgebildet. Die Platten 10 sind in der Figur 2 eben und gradlinig. Es ist aber auch denkbar, dass die Platten 10 eine gebogene Form aufweisen können. Beispielsweise wäre eine Hufeisenform oder eine U-Form möglich. Allerdings ist ein als Platte 10 ausgebildeter Hartstoff 7 vergleichsweise schnell und kostengünstig herstellbar. Die Schutzschicht 2 wird auf die Schaufelblattoberfläche 1 gelötet oder aufgeschmolzen.

[0022] Die Platten 10 werden dabei derart angeordnet, dass sie zum einen nebeneinander liegen und zum anderen auch übereinander allerdings versetzt zueinander angeordnet sind. Daher ist eine Überlappung der Platten 10 möglich. Ein aus der Aufprallrichtung 4 kommender Tropfen 3 kann nunmehr höchstens die Matrix 6 bis zu der Platte 10 abtragen. Ein Abtragen der Matrix 6 bis zur Schaufelblattoberfläche 1 ist nunmehr nicht mehr möglich, wegen der Versetzung bzw. Überlappung der Platten 10. In der Figur 2 rechtes Bild ist eine Momentaufnahme sozusagen dargestellt. Es ist zu sehen, dass die Tropfen 3 die Matrix 6 höchstens bis zur ersten und zweiten Plattenebene 8, 9 abtragen können.

[0023] Die Platten 10 können schräg zur Schaufelblattoberfläche 1 angeordnet sein. Eine Biegung der Platte 10 ist ebenso möglich. Die Matrix 6 ist eine metallische Matrix. Die Schutzschicht 2 wird als Folie ausgebildet, d.h. die Schutzschicht 2 wird mit einer möglichst geringen räumlichen Ausdehnung in der Richtung der Normalen der Schaufelblattoberfläche 1 ausgebildet. Darüber hinaus sollte das Material der Matrix 6 derart gewählt werden, dass die Schutzschicht 2 flexibel und leicht biegsam ist.

[0024] Die Matrix 6 wird in einer alternativen Ausführungsform aus Lot hergestellt. Mit diesem Material ist es möglich, die Schutzschicht 2 mittels einer Lötung mit der Schaufelblattoberfläche 1 direkt zu verbinden.

[0025] Der Hartstoff besteht aus einzelnen harten Metallen bzw. Stählen (z.B. gehärteter Stahl), Metall-Legierungen (z.B. Co-Basis Legierungen wie "Stellite") oder aus keramischen Werkstoffen (z.B. Karbide wie Wolframkarbid, Oxide wie Aluminiumoxid, Nitride wie Titanitrid).

[0026] Des Weiteren kann die Schutzschicht 2 mittels einer Schmelzung mit der Schaufelblattoberfläche 1 verbunden werden.

[0027] In der Figur 3 ist eine perspektivische Ansicht der Schutzschicht 2 dargestellt. Die Platten 10 sind entlang der Schaufelblattoberfläche 1 nebeneinander und übereinander angeordnet. Die Platten 10 sind dabei überlappend zueinander angeordnet. Ein aus der Aufprallrichtung 4 kommender Tropfen 3 wird durch die versetzten übereinander und nebeneinander angeordneten Platten 10 daran gehindert, auf die Schaufelblattoberfläche 1 zu treffen.

Patentansprüche

1. Schaufel für eine Strömungsmaschine, wobei die Schaufel ein Schaufelblatt aufweist, wobei auf der Schaufelblattoberfläche (1) eine Schutzschicht (2) umfassend eine Matrix (6) und einen Hartstoff (7) angeordnet ist, 5
dadurch gekennzeichnet,
dass mehrere aus dem Hartstoff (7) ausgebildete Platten (10) derart in der Matrix (6) angeordnet sind, 10
 dass die Platten (10) überlappend zueinander entlang der Schaufelblattoberfläche (1) angeordnet sind.

2. Schaufel nach Anspruch 1, 15
 wobei die Platten (10) im Wesentlichen parallel zur Schaufelblattoberfläche (1) angeordnet sind.

3. Schaufel nach Anspruch 1 oder 2, 20
 wobei die Matrix (6) eine metallische Matrix ist.

4. Schaufel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 25
 wobei die Schutzschicht (2) als Folie ausgebildet ist.

5. Schaufel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 30
 wobei die Matrix (6) ein Lot ist.

6. Schaufel nach Anspruch 5, 35
 wobei die Schutzschicht (2) mittels einer Lötung mit der Schaufelblattoberfläche (1) verbunden ist.

7. Schaufel nach einem der Ansprüche 1 bis 5, 40
 wobei die Schutzschicht (2) mittels einer Schmelzung mit der Schaufelblattoberfläche (1) verbunden ist. 45

8. Schaufel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 50
 wobei der Hartstoff (7) aus einzelnen harten Metallen bzw. Stählen (z.B. gehärteter Stahl), Metall-Legierungen (z.B. Co-Basis Legierungen wie "Stellite") oder aus keramischen Werkstoffen (z.B. Karbide wie Wolframkarbid, Oxide wie Aluminiumoxid, Nitride wie Titanitrid) besteht. 55

50

55

FIG 1

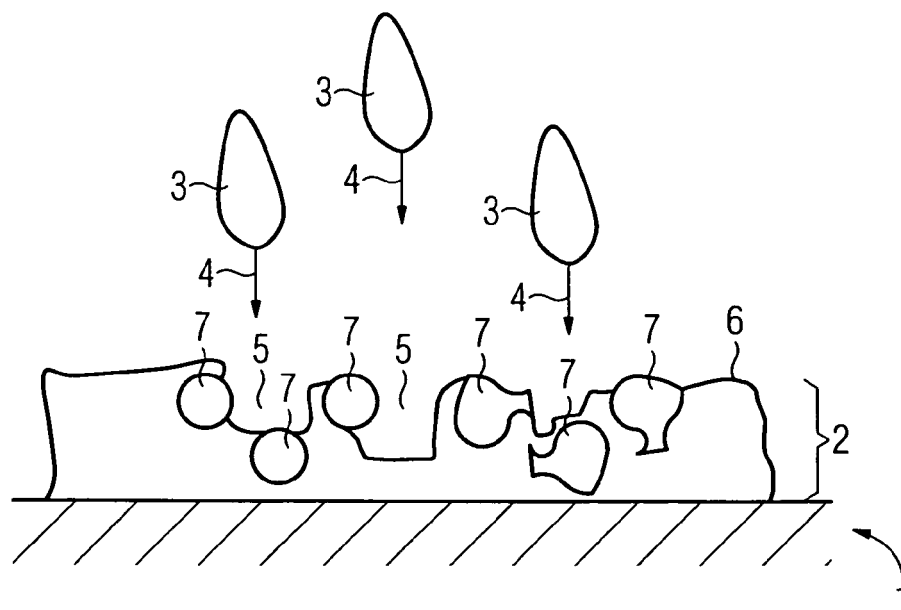


FIG 2

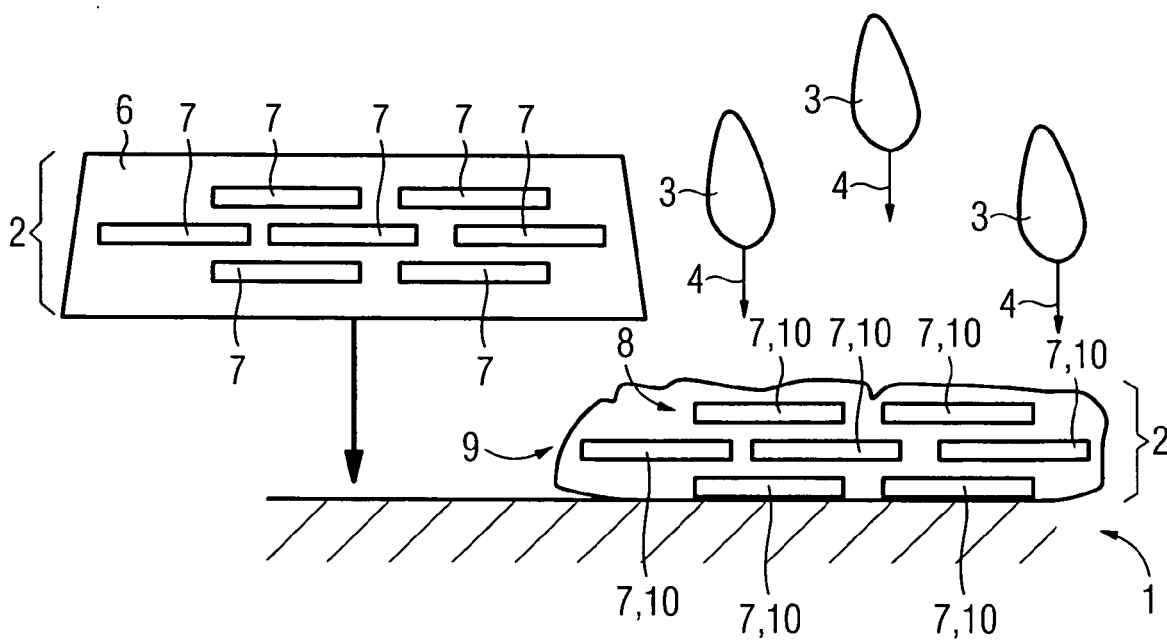
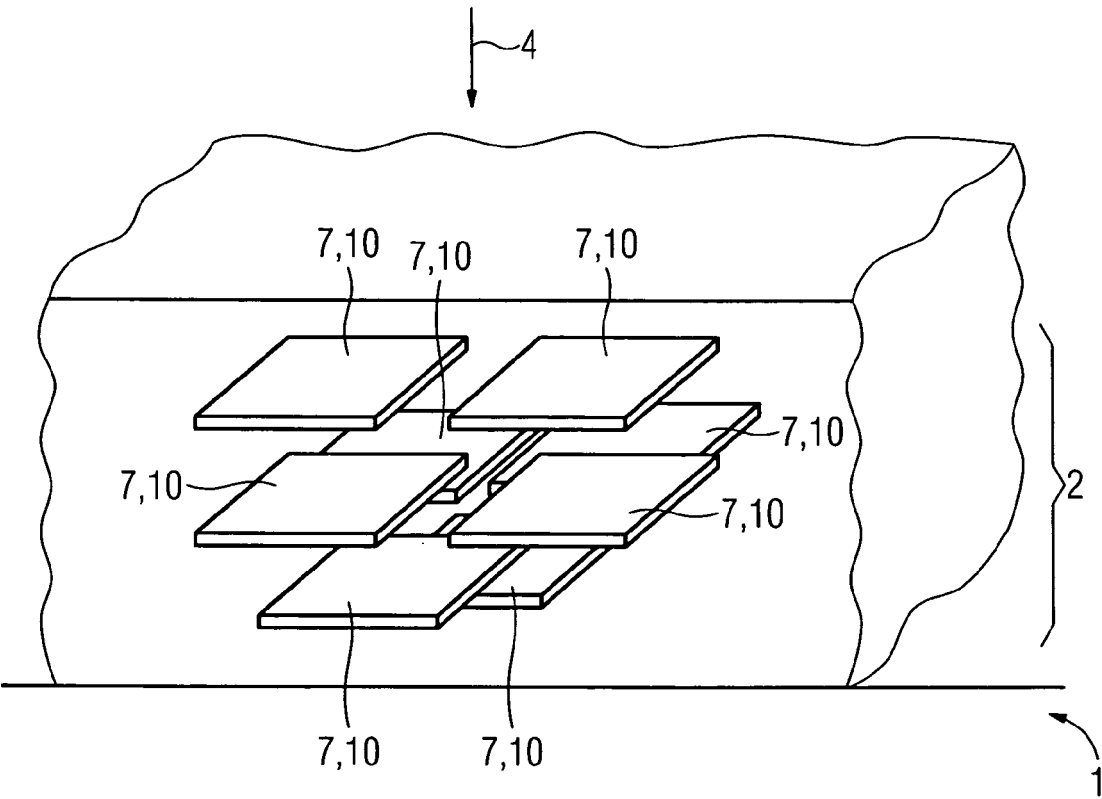


FIG 3





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 08 00 3815

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 6 670 049 B1 (SCHAEFFER JON C [US] ET AL) 30. Dezember 2003 (2003-12-30) * Spalte 4, Zeile 7 - Spalte 4, Zeile 18 *	1-3,8	INV. F01D5/28
Y	* Spalte 4, Zeile 41 - Spalte 5, Zeile 6; Abbildung 3b *	4-7	
Y	----- US 6 527 165 B1 (BUDINGER DAVID E [US] ET AL) 4. März 2003 (2003-03-04) * Spalte 3, Zeile 27 - Spalte 3, Zeile 41 *	4-7	
A	----- GB 347 138 A (CHARLES ALGERNON PARSONS; ALFRED QUINTIN CARNEGIE; FRANCIS WILLIAM GAR) 22. April 1931 (1931-04-22) * Seite 5, Zeile 37 - Seite 5, Zeile 64; Abbildungen 31,32 *	1-8	
A	----- EP 0 507 131 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 7. Oktober 1992 (1992-10-07) * Spalte 3, Zeile 5 - Spalte 4, Zeile 5; Abbildung 1 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D B23K C23C B22F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 20. August 2008	Prüfer Rau, Guido
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 : nichtschriftliche 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	

1
EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

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

EP 08 00 3815

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.

20-08-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6670049	B1	30-12-2003	KEINE
US 6527165	B1	04-03-2003	KEINE
GB 347138	A	22-04-1931	KEINE
EP 0507131	A	07-10-1992	DE 4110941 A1 01-10-1992

EPO FORM P0461

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