



(11) **EP 1 808 576 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
18.07.2007 Patentblatt 2007/29

(51) Int Cl.:
F01D 5/28 (2006.01) F01D 5/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06000534.5**

(22) Anmeldetag: **11.01.2006**

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

(72) Erfinder:
• **Kern, Torsten-Ulf Dr
46485 Wesel (DE)**
• **Richter, Christoph Dr
40470 Düsseldorf (DE)**

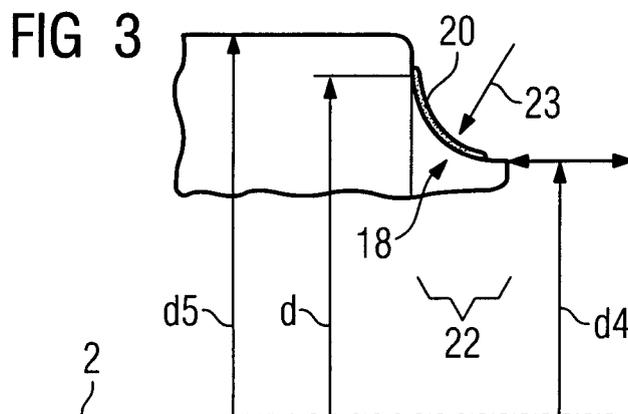
(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

Bemerkungen:
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 86 (2)
EPÜ.

(54) **Turbinenwelle für eine Strömungsmaschine**

(57) Die Erfindung betrifft eine Welle (3) und ein Verfahren zur Herstellung einer Oberfläche (15) und zumindest eine Wellenkerbe (18) aufweisenden Welle (3), wobei die Welle (3) zur Vermeidung der Dauerfestig-

keits-Reduzierung durch Nassdampf infolge Spannungsrissskorrosion wenigstens auf einen Teil der Oberfläche (15) mit einem Lack (20), insbesondere einem Hochtemperaturlack beaufschlagt wird.



EP 1 808 576 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Welle für eine Strömungsmaschine sowie ein Verfahren zur Herstellung einer Oberfläche und zumindest eine Wellenkerbe aufweisenden Welle.

[0002] Turbinenwellen für Strömungsmaschinen zählen zu den am stärksten thermisch und mechanisch belasteten Bauteilen. Unter der Sammelbezeichnung "Strömungsmaschinen" werden Wasserturbinen, Dampf- und Gasturbinen, Windräder, Kreiselpumpen und Kreiselerdichter sowie Propeller zusammengefasst. Allen 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. In der Strömungsmaschine ist die Energieumsetzung indirekt und nimmt stets den Weg über die kinetische Energie des Fluids. Am Beispiel einer Dampfturbine lässt sich das verfolgen. Das Strömungsmedium tritt in die Dampfturbine ein und strömt zunächst durch einen Kranz feststehender Leitschaufeln. Dabei erhöht sich die Geschwindigkeit und damit die kinetische Energie des Strömungsmediums auf Kosten seines Druckes oder exakter seiner potentiellen Energie. Zugleich entsteht durch die Form der Leitschaufeln eine Geschwindigkeitskomponente in der Umfangsrichtung des Laufrades. Im Laufrad gibt das Fluid seine kinetische Energie an den Läufer ab, indem die Richtung und oft auch der Betrag der Geschwindigkeit beim Durchströmen der von den Leitschaufeln gebildeten Kanäle verändert wird. Die dabei entstehenden Kräfte treiben das Laufrad an. Mit vermindertem Energiegehalt tritt das Strömungsmedium aus der Dampfturbine aus.

[0003] Dampfturbinen können für verschiedene Druckbereiche des Strömungsmediums ausgebildet werden. So sind z. B. Hochdruck-Teilturbinen, Mitteldruckteilturbinen und Niederdruckteilturbinen bekannt. Der in eine Hochdruck-Teilturbine strömende Dampf kann Temperaturen von über 600°C und einen Druck von über 300 bar aufweisen. Der in die Niederdruckteilturbine strömende Dampf hat vergleichsweise eine niedrige Temperatur um 40°C.

[0004] Wird bei der weitergehenden Entspannung des Dampfes in der Niederdruckteilturbine die Grenzkurze zum Nassdampfgebiet unterschritten, so entsteht zunächst ein unterkühlter Dampf, dessen Temperatur unter der zum Dampfdruck gehörigen Sättigungstemperatur liegt. In diesem instabilen Zustand ist der Dampf noch rein gasförmig, denn wegen des Fehlens so genannter Kondensationskerne bilden sich zunächst keine Flüssigkeitströpfchen. Bei einer bestimmten Unterkühlung setzt jedoch eine spontane Kondensation ein, die so rasch abläuft, dass man von einem Kondensationsstoß spricht. Die Nebeltröpfchen, die sich dabei bilden, die Primärtröpfchen, sind sehr klein. Auch bei der weiteren Expansion wachsen sie durch die fortschreitende Kondensation kaum auf Durchmesser über etwa 0,2 µm an.

[0005] Durch die Stromlinienkrümmung in der Beschauelfung wird ein Teil der Feuchtigkeit auszentrifugiert und sammelt sich in Form eines Wasserfilms oder einzelner Wasserstrahlen auf den Hohlseiten der Leit- und Laufschaufeln. Von deren Hinterkante löst sich der Wasserfilm ab und bildet die größeren Sekundärtropfen mit Durchmessern bis zu etwa 400 µm. Noch größere Wasserteilchen sind in der Turbinenströmung nicht stabil, da sie wieder zerstäubt werden.

[0006] Die in Niederdruckteilturbinen eingesetzten Turbinenwellen sind einer hochzyklischen Schwingbelastung durch Umlaufbiegung in Folge Eigengewicht stark beansprucht. Die Dauerfestigkeit dieser Turbinenwellen wird besonders durch das Umgebungsmedium, insbesondere dem Strömungsmedium Dampf bestimmt. Dabei liegen einige Bereiche der Turbinenwelle im so genannten Nassdampfbereich.

[0007] Außer der Wirkungsgradminimierung hat die Anwesenheit flüssigen Wassers noch eine andere nachteilige Wirkung. Die metallischen Werkstoffe können angegriffen werden. Die so genannte Tropfenschlagerosion kann an den Eintrittskanten der Laufschaufeln auftreten. Im Nachlauf der Leitschaufeln, wo die Dampfgeschwindigkeit wegen des Grenzschichtinflusses plan ist, werden die Wassertropfen nur mäßig beschleunigt. Ihre Relativgeschwindigkeit ist wegen der hohen Umfangsgeschwindigkeit von Endstufenschaufeln dennoch groß. Beim Aufprall auf die Laufschaufel kann es zu einem Materialabtrag kommen, und zwar dann, wenn die Tropfen Durchmesser in der Größenordnung von 50 bis 400 µm haben. Wesentlich kleinere Tropfen sind harmlos und größere kommen nicht vor.

[0008] Der Einfluss des Nassdampfes, der zur Tropfenschlagerosion an den Eintrittskanten der Laufschaufeln führt, ist auch auf der Welle bemerkbar. Der Nassdampf führt zu einem starken Abfall der Dauerfestigkeit von Turbinenwellen. Schätzungen haben gezeigt, dass die Dauerfestigkeit um einen Faktor 3 absinken kann gegenüber einer Turbinenwelle, die als Umgebungsmedium Luft erfährt.

[0009] Der Dauerfestigkeitsreduzierung der Turbinenwelle durch Nassdampf wurde bislang dahingehend begegnet, dass die Turbinenwelle derart konstruiert wurde, dass der Einfluss von Nassdampf minimiert wird. Allerdings kann durch andere Konstruktionen das Problem der Dauerfestigkeitsreduzierung durch Nassdampf nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Eine andere bekannte Maßnahme ist es, Stellen an der Turbinenwelle, die besonders durch den Nassdampf hinsichtlich Korrosion belastet werden, zu rolieren. Das Rolieren führt zu einer Erhöhung der Dauerfestigkeit an der kritischen Stelle, ohne den Zutritt des Mediums Nässe an die metallische Oberfläche zu verhindern. Der Effekt beruht auf der Einbringung von Druckeigenstressungen, die die Betriebsstressungen infolge Überlagerung reduzieren. Das Rolieren erfordert allerdings einen nicht zu vernachlässigenden Aufwand, der zu hohen Kosten bei der Herstellung der Turbinenwelle führt.

[0010] Wünschenswert wäre es, eine Möglichkeit zu finden, um den Einfluss von Nassdampf auf die Dauerfestigkeit von Turbinenwellen zu minimieren.

[0011] An dieser Stelle setzt die Erfindung an, deren Aufgabe es ist, eine Welle für eine Strömungsmaschine anzugeben, deren Dauerfestigkeitsreduzierung durch Nassdampf wirksam begegnet werden kann. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Herstellung einer Oberfläche und zumindest eine Wellenkerbe aufweisenden Welle anzugeben, wobei die Dauerfestigkeitsreduzierung durch Nassdampf wirksam begegnet wird.

[0012] Die auf die Welle hin gerichtete Aufgabe wird gelöst, indem auf wenigstens einen Teil der Oberfläche eine Schutzschicht aufgebracht wird.

[0013] Die Erfindung geht von dem Gedanken aus, dass dem Einfluss des Nassdampfes im Wesentlichen durch eine wirksame Schutzschicht begegnet werden kann. Die Stellen, die besonders durch den Nassdampf belastet werden, d. h. die Dauerfestigkeit wird durch Nassdampf infolge Spannungsrissskorrosion stark reduziert, werden auf wenigstens einen Teil der Oberfläche mit einer Schutzschicht beaufschlagt. Die Schutzschicht hat die Wirkung, dass die kleinen Tröpfchen des Nassdampfes an der Lackoberfläche abperlen, ohne diese dabei wesentlich zu beschädigen. In jedem Fall wird die spannungsbeaufschlagte Oberfläche des Turbinenwellen-Materials durch die Anwesenheit des Nassdampfes nicht beeinflusst, da gerade die Oberfläche aufgrund der hohen Spannung dort einen wesentlichen Einfluss auf die Dauerfestigkeit der gesamten Turbinenwelle ausübt. Dadurch ist eine Reduzierung der Dauerfestigkeit in Folge des korrosiven Angriffs von Tröpfchen aus dem Nassdampf wirksam begegnet.

[0014] Die Schutzschicht kann ein Lack sein oder aus einem Material mit elastischen Eigenschaften, wie z. B. Gummi bestehen.

[0015] Vorteilhaft ist es, den Lack in Wellenachsrichtung gesehen in einem axialen Abschnitt über den gesamten Umfang anzubringen. Da die Turbinenwelle in der Regel mit hohen Drehzahlen, 50 Hz bzw. 60 Hz, betrieben wird, üben die Tröpfchen aus dem Nassdampf einen Einfluss auf den gesamten Umfang der Wellenoberfläche aus. Daher ist es von Vorteil, wenn die Welle über den gesamten Umfang hinweg mit diesem Lack versehen wird.

[0016] Die Erfindung geht auch von dem Aspekt aus, dass es nicht notwendig erscheint, die gesamte Turbinenwellenoberfläche mit der Schutzschicht aus Kostengründen zu versehen. Vielmehr liegt der Gedanke zugrunde, lediglich an den höchstbeanspruchten Stellen, an denen die Dauerfestigkeit durch Nassdampf reduziert werden würde, mit dem Lack erfindungsgemäß zu behandeln.

[0017] Vorteilhafterweise wird die Schutzschicht an einer Wellenkerbe aufgebracht. Es hat sich gezeigt, dass besonders eine Welle, die Wellenkerben aufweist, genau an diesen Stellen durch Nassdampf infolge Spannungs-

risskorrosion (SpRK) belastet wird. Insbesondere wird die Dauerfestigkeit an den Wellenkerben durch Nassdampf reduziert.

[0018] Die Wellenkerbe ist hierbei zwischen einem ersten Bereich der Welle mit einem ersten Radius und einem zweiten Bereich der Welle mit einem zweiten Radius angeordnet. Der erste Radius ist gegenüber dem zweiten Radius verschieden. Die Wellenkerbe weist darüber hinaus einen Kerbradius auf.

[0019] In einer vorteilhaften Weiterbildung wird ein Hochtemperaturlack als Lack verwendet, der für Temperaturen über 600°C geeignet ist.

[0020] Unter einem Lack im Sinne dieser Erfindung ist ein Lack oder ein lackähnlicher Stoff zu verstehen, der zur gezielten Beschichtung einzelner lokaler Bereiche verwendet wird und seine hohe Schutzwirkung, wie z. B. die Haftfestigkeit, die Dichte und/oder chemische Beständigkeit durch eine anschließende Wärmebehandlung erhält. Die Wärmebehandlung erfolgt derartig, dass der Grundwerkstoff in seiner Festigkeit nicht beeinflusst wird. Der Lack oder lackähnliche Stoff ist bis zu Temperaturen von über 600°C einsetzbar und bleibt nach dem Einbrennen auf der Turbinenwelle ausreichend elastisch. Dadurch ist es vorteilhaft, wenn als Lack ein Hochtemperaturlack verwendet wird und dieser bei Temperaturen bis über 600°C geeignet ist.

[0021] Die auf das Verfahren hin gerichtete Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung einer Oberfläche und zumindest eine Wellenkerbe aufweisenden Welle, wobei auf die Wellenkerbe ein Lack aufgebracht wird und anschließend eine Wärmebehandlung erfolgt.

[0022] Die Vorteile des Verfahrens entsprechen den bei der Vorrichtung erwähnten Vorteilen. Daher wird an dieser Stelle zu den Ausführungen zur Welle verwiesen.

[0023] Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn die Wärmebehandlung folgende Schritte umfasst: Erwärmen auf 430°C - 450°C, Haltezeit 0,1h bis 3h und ein Abkühlen mit 20°C - 80°C/h auf 300°C.

[0024] Die Erfinder haben erkannt, dass mit den vorgenannten Temperaturwerten und Zeiten die Schicht besonders wirksam aufgebracht werden kann. Insbesondere ist die Schutzwirkung, wie z. B. die Haftfestigkeit, die Dichte oder die chemische Beständigkeit besonders hoch.

[0025] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher beschrieben. Dabei haben mit demselben Bezugszeichen versehene Komponenten die gleiche Funktionsweise.

[0026] Dabei zeigen:

Figur 1 eine Schnittdarstellung durch einen Teil einer Niederdruckteilturbine;

Figur 2 eine Seitenansicht einer Turbinenwelle;

Figur 3 eine Seitenansicht eines Teiles einer Welle

mit Wellenkerbe.

[0027] In der Figur 1 ist eine Niederdruckteilturbine 1 in einer Schnittdarstellung gezeigt. Die Niederdruckteilturbine 1 weist um eine Rotationsachse 2 symmetrisch ausgebildete Turbinenwelle 3 auf. Die Turbinenwelle 3 weist verschiedene Radien auf, die zur Mitte 4 der Turbinenwelle hin größer werden. Auf die Turbinenwelle 3 sind so genannte Radscheiben 5 aufgebracht. Der Übersichtlichkeit wegen sind lediglich zwei Radscheiben 5 mit dem Bezugszeichen 5 versehen. Die Radscheiben 5 werden in der Regel durch Aufschrumpfen auf die Turbinenwelle 3 angeordnet. Auf die Radscheiben 5 werden die Laufschaufeln 6 angebracht. Besonders im Niederdruckteil einer Dampfturbine sind die Laufschaufeln 6 lang und können Werte von über 1,20 m betragen. Ebenfalls rotationssymmetrisch um die Rotationsachse 2 ist das Innengehäuse 7 ausgebildet. Das Innengehäuse 7 trägt die Leitschaufeln 8. Der Übersichtlichkeit wegen sind lediglich zwei Leitschaufeln 8 mit dem Bezugszeichen 8 versehen. Durch nicht näher dargestellte Einströmkanäle strömt Niederdruckdampf in die Niederdruckteilturbine 1 und strömt im Strömungskanal 9 in die Richtung 10 und 11. Die Temperatur und der Druck des Dampfes werden dabei gesenkt, wobei es nicht auszuschließen ist, dass dadurch der Dampf "nass" wird und Tröpfchen gebildet werden.

[0028] Die Welle 3 wird durch die Energieumsetzung in Rotation versetzt. Der Niederdruckdampf strömt anschließend aus dem Abströmbereich 12 aus der Dampfturbine heraus. Der Niederdruckdampf wird hierbei in einem Diffusorgehäuse 13 umgelenkt und zu einem Kondensator geführt, wo der Dampf zu Wasser kondensiert.

[0029] In der Figur 2 ist die Welle 3 einer Niederdruckteilturbine 1 dargestellt. Die Niederdruckwelle 3 weist in ihrer Längsrichtung verschiedene Durchmesser auf. Dabei kann die Turbinenwelle 3 spiegelsymmetrisch zur Spiegelachse 14 ausgebildet sein. Allerdings muss die Turbinenwelle nicht zwingend spiegelsymmetrisch zur Spiegelachse 14 ausgebildet sein. Die verschiedenen Durchmesser d_0 , d_1 , d_2 , d_3 , d_4 und d_5 sind voneinander unterschiedlich. Die Durchmesser d_0 bis d_5 links der Spiegelachse 14 sind in der Regel gleich groß wie die Durchmesser d_5 bis d_0 auf der rechten Seite der Spiegelachse. Dies ist allerdings nicht zwingend erforderlich, insbesondere können die Durchmesser leicht unterschiedlich sein.

[0030] Die Turbinenwelle 3 weist dadurch eine Oberfläche auf, die sozusagen un stetig verläuft.

[0031] Zwischen einem ersten Bereich 16 der Welle 3 mit einem Radius d_4 und einem zweiten Bereich 17 der Welle mit einem zweiten Radius d_5 ist ein un stetiger Übergang, wobei zwischen diesen beiden Bereichen 16, 17 eine Wellenkerbe 18 ausgebildet ist. In der Figur 2 ist die Wellenkerbe mit einem Kreis 19 der Übersichtlichkeit wegen besser kenntlich gemacht.

[0032] Die Bereiche 16 und 17 mit den Radien d_4 bzw. d_5 sind lediglich beispielhaft aufgeführt. Wellenkerben

treten selbstverständlich überall dort auf, wo zwei unterschiedliche Bereiche mit zwei unterschiedlichen Radien sind. Weitere Beispiele wäre der Übergang von dem Bereich mit dem Durchmesser d_1 zu dem Bereich mit dem Durchmesser d_2 oder der Übergang des Bereiches mit dem Durchmesser d_3 zu dem Bereich mit dem Durchmesser d_4 . Um dennoch in der Figur 2 deutlich zu machen, an welchen Stellen die Turbinenwelle besonders durch den Einfluss des Nassdampfes stark belastet wird, sind durch Kreise 19 die Wellenkerben kenntlich gemacht.

[0033] Die Welle 3 ist für eine Strömungsmaschine, insbesondere für eine Niederdruckteilturbine 1 einsetzbar. Wenigstens auf einen Teil der Oberfläche 15 wird eine Schutzschicht 20 aufgebracht.

[0034] Die Schutzschicht kann ein Lack sein oder aus einem Material mit elastischen Eigenschaften, wie z. B. Gummi bestehen.

[0035] In Wellenachsrichtung 21 gesehen ist die Schutzschicht in einem axialen Abschnitt, beispielsweise zwischen 17 und 18 über den gesamten Umfang der Welle angebracht.

[0036] Die Wellenkerbe weist einen Kerbradius 23 auf und stellt somit einen stetigen Übergang vom Radius d_4 und stellt somit einen stetigen Übergang vom Radius d_4 beispielsweise zum Radius d_5 . Der Verlauf der Wellenkerbe 18 muss nicht zwingend einem Kreissegment entsprechen, vielmehr soll der Begriff Kerbradius 23 dahin verstanden werden, dass der erste Bereich 16 und der zweite Bereich 17, die unterschiedliche Radien d_4 bzw. d_5 aufweisen, nicht un stetig ineinander übergehen, d. h. der Wellenradius d_4 ändert sich im Bereich 22 vom Radius d_4 zu einem unter Umständen von d_5 unterschiedlichen Radius.

[0037] Unter Lack ist ein Lack oder lackähnlicher Stoff zu verstehen, der zur gezielten Beschichtung einzelner lokaler Bereiche verwendet werden kann und seine hohe Schutzwirkung, z. B. Haftfestigkeit, Dichte, chemische Beständigkeit durch eine anschließende Wärmebehandlung erhält. Die Wärmebehandlung erfolgt derartig, dass der Grundwerkstoff in seiner Festigkeit nicht beeinflusst wird. Der Lack ist bis über 600° schützend und bleibt nach dem Einbrennen ausreichend elastisch.

[0038] In einem Verfahren zum Herstellen einer Oberfläche und zumindest eine Wellenkerbe aufweisende Welle 3 weist die Wärmebehandlung folgende Schritte auf:

[0039] Erwärmen auf 430°C - 450°C , Haltezeit 0,1h bis 3h und Abkühlen mit 20°C - 80°C/h auf 300°C .

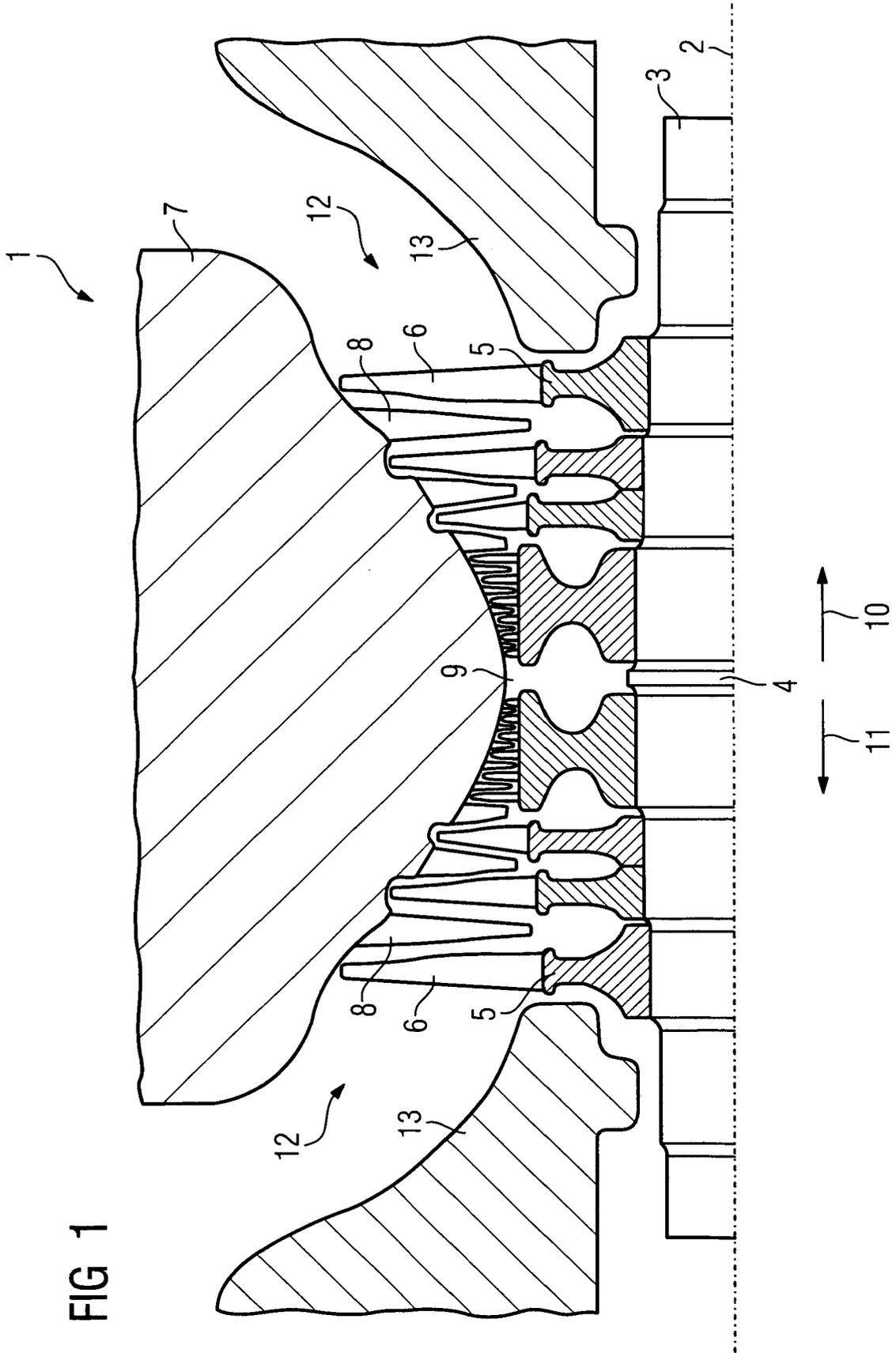
Patentansprüche

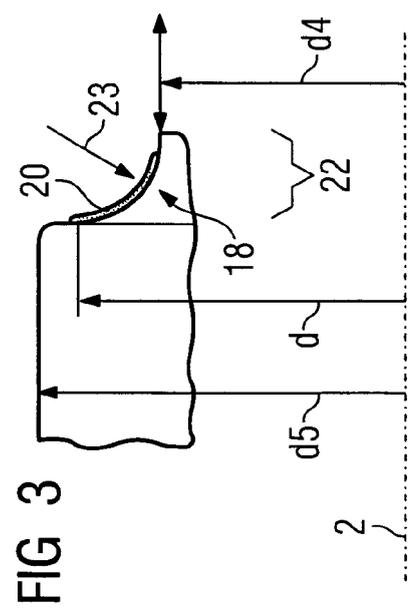
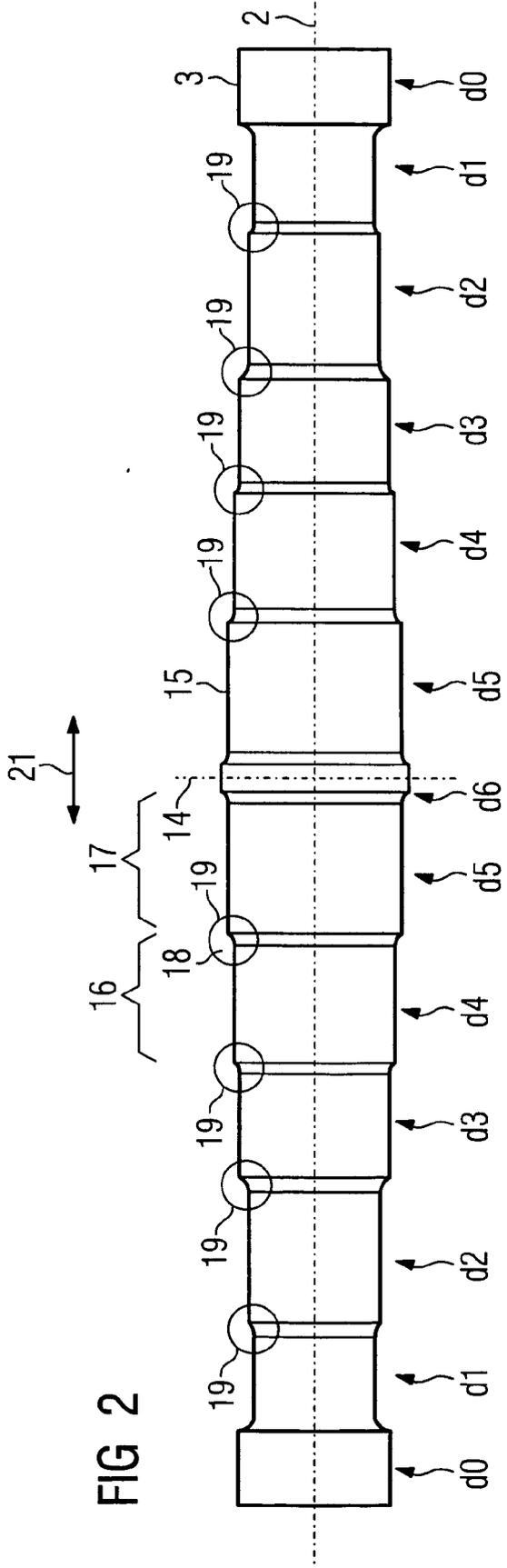
1. Welle (3) für eine Strömungsmaschine, **gekennzeichnet durch**, eine auf wenigstens einen Teil der Oberfläche (15) aufgebraachte Schutzschicht (20).
2. Welle (3) nach Anspruch 1,

- wobei die Schutzschicht (20) ein Lack ist.
3. Welle (3) nach Anspruch 1,
wobei die Schutzschicht (20) aus einem Material mit elastischen Eigenschaften besteht. 5
4. Welle (3) nach Anspruch 3,
wobei das Material mit elastischen Eigenschaften ein Gummi ist. 10
5. Welle (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Schutzschicht (20) in Wellenachsrichtung (21) gesehen in einem axialen Abschnitt (16, 17, 22) über den gesamten Umfang angebracht ist. 15
6. Welle (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Welle (3) eine Wellenkerbe (18), auf die die Schutzschicht (20) angebracht ist, aufweist. 20
7. Welle (3) nach Anspruch 6,
wobei die Wellenkerbe (18) zwischen einem ersten Bereich (16) der Welle (3) mit einem ersten Radius (d4) und einem zweiten Bereich (17) der Welle (3) mit einem zweiten Radius (d5) angeordnet ist,
wobei der erste Radius (d4) und der zweite Radius (d5) unterschiedlich sind, wobei die Wellenkerbe (18) einen Kerbradius (23) aufweist. 25
8. Welle (3) nach Anspruch 1, 2, 5, 6 oder 7,
wobei der Lack (20) ein Hochtemperaturlack ist und bei Temperaturen bis über 600° C geeignet ist. 30
9. Verfahren zur Herstellung einer Oberfläche (15) und zumindest eine Wellenkerbe (18) aufweisenden Welle (3),
dadurch gekennzeichnet, dass
auf die Wellenkerbe (18) ein Lack (20) aufgebracht wird und anschließend eine Wärmebehandlung erfolgt. 35
10. Verfahren nach Anspruch 6,
wobei die Wärmebehandlung folgende Schritte umfasst: Erwärmen auf 430°C - 450°C, Haltezeit 0,1h bis 3h und Abkühlen mit 20°C - 80°C/h auf 300°C. 40
- Temperaturen bis über 600° C geeignet ist.
2. Welle (3) nach Anspruch 1,
wobei die Schutzschicht (20) in Wellenachsrichtung (21) gesehen in einem axialen Abschnitt (16, 17, 22) über den gesamten Umfang angebracht ist.
3. Welle (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Welle (3) eine Wellenkerbe (18), auf die die Schutzschicht (20) angebracht ist, aufweist.
4. Welle (3) nach Anspruch 3,
wobei die Wellenkerbe (18) zwischen einem ersten Bereich (16) der Welle (3) mit einem ersten Radius (d4) und einem zweiten Bereich (17) der Welle (3) mit einem zweiten Radius (d5) angeordnet ist,
wobei der erste Radius (d4) und der zweite Radius (d5) unterschiedlich sind, wobei die Wellenkerbe (18) einen Kerbradius (23) aufweist.
5. Verfahren zur Herstellung einer Oberfläche (15) und zumindest eine Wellenkerbe (18) aufweisenden Welle (3),
dadurch gekennzeichnet, dass
auf die Wellenkerbe (18) ein Lack (20) aufgebracht wird und anschließend eine Wärmebehandlung erfolgt.
6. Verfahren nach Anspruch 5,
wobei die Wärmebehandlung folgende Schritte umfasst: Erwärmen auf 430°C - 450°C, Haltezeit 0,1h bis 3h und Abkühlen mit 20°C - 80°C/h auf 300°C.

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 86(2) EPÜ. 50

1. Welle (3) für eine Strömungsmaschine,
wobei die Welle (3) eine auf wenigstens einen Teil der Oberfläche (15) aufgebrachte Schutzschicht (20) aufweist, 55
wobei die Schutzschicht (20) ein Lack ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Lack (20) ein Hochtemperaturlack ist und bei







EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1996, Nr. 09, 30. September 1996 (1996-09-30) & JP 08 128302 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 21. Mai 1996 (1996-05-21) * Zusammenfassung *	1-10	INV. F01D5/28 F01D5/02
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 012, Nr. 373 (C-534), 6. Oktober 1988 (1988-10-06) & JP 63 125581 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 28. Mai 1988 (1988-05-28) * Zusammenfassung *	1-8	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1996, Nr. 02, 29. Februar 1996 (1996-02-29) & JP 07 279604 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 27. Oktober 1995 (1995-10-27) * Zusammenfassung *	1,3,5-7	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 010, Nr. 163 (M-487), 11. Juni 1986 (1986-06-11) & JP 61 016205 A (TOSHIBA KK), 24. Januar 1986 (1986-01-24) * Zusammenfassung *	1,3,5-7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01D F02C
X	DE 35 21 664 A1 (BBC AKTIENGESELLSCHAFT BROWN,BOVERI & CIE) 18. Dezember 1986 (1986-12-18) * Spalte 7, Zeile 22 - Spalte 8, Zeile 14 * * Zusammenfassung; Abbildungen *	1,3,5	
3 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 15. Juni 2006	Prüfer O'Shea, G
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	

EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)

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

EP 06 00 0534

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente 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.

15-06-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 08128302 A	21-05-1996	KEINE	

JP 63125581 A	28-05-1988	KEINE	

JP 07279604 A	27-10-1995	KEINE	

JP 61016205 A	24-01-1986	KEINE	

DE 3521664 A1	18-12-1986	EP 0207259 A1	07-01-1987
		JP 2077989 C	09-08-1996
		JP 7110415 B	29-11-1995
		JP 61289973 A	19-12-1986
		US 4710103 A	01-12-1987

EPO FORM P0461

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