



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
18.07.2007 Patentblatt 2007/29

(51) Int Cl.:
C23C 18/12 (2006.01) C23C 28/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06000849.7**

(22) Anmeldetag: **16.01.2006**

(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

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

(72) Erfinder: **Biesenbach, Martin 40221 Düsseldorf (DE)**

(54) **Verfahren zur Oberflächenbeschichtung eines Verdichterbauteils**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Oberflächenbeschichtung eines Bauteils (Verdichterlaufrad 2) auf Sol-Gel-Basis, insbesondere eines geschlossenen Verdichterlaufrades (2). Es ist Aufgabe der Erfindung die Qualität der Beschichtung insbesondere an hinterschnittenen Oberflächen oder kanalartig geschlossenen Werkstücken zu verbessern. Es wird vorgeschlagen, in einem ersten Schritt (S1) ein flüssiges Beschichtungsmaterial

(1) umfassend nanoskalige Festkörper auf das Verdichterbauteil (3) aufzutragen, wobei das Verdichterbauteil (3) zumindest teilweise in das Beschichtungsmaterial (1) eingetaucht und dort gedreht wird, in einem zweiten Schritt (S2) das Verdichterbauteil (3) aus dem Beschichtungsmaterial (1) zu entnehmen und zu drehen, in einem dritten Schritt (S3) das Verdichterbauteil (3) einer Temperatur von 50°C bis 150°C auszusetzen.

FIG 1A

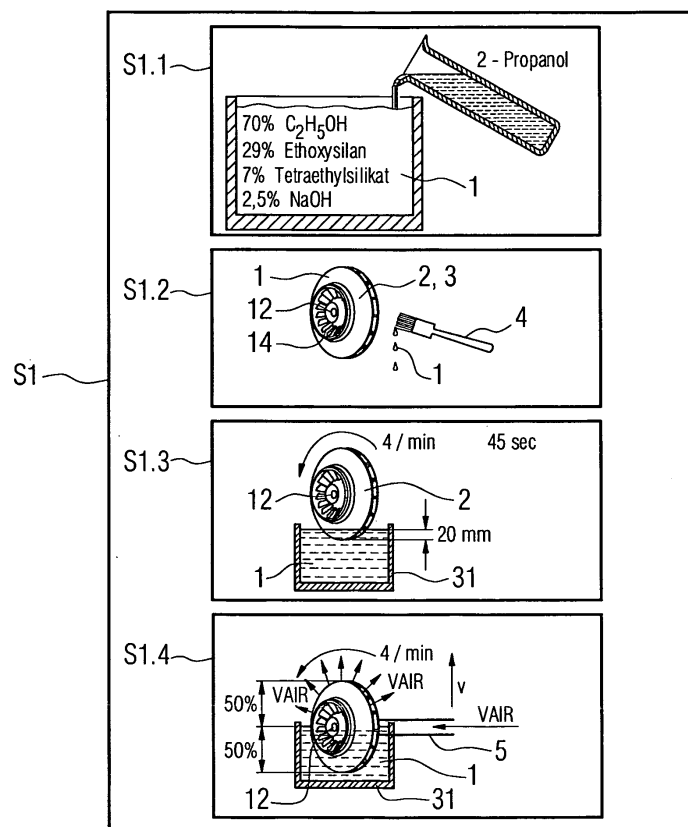
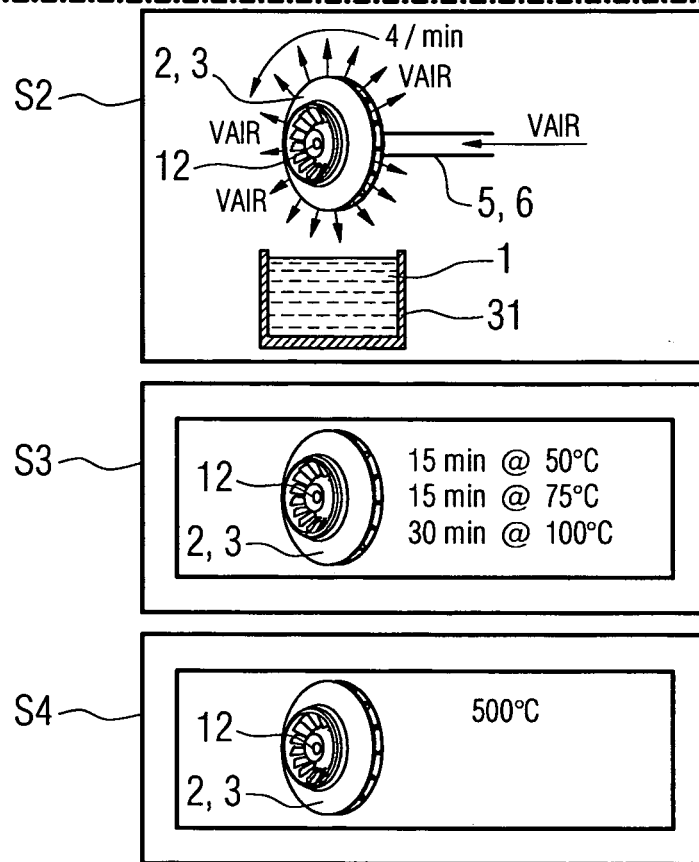


FIG 1B



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Oberflächenbeschichtung eines Bauteils auf Sol-Gel-Basis, insbesondere eines geschlossenen Verdichterlaufrades.

[0002] Bevorzugtes Anwendungsgebiet der Erfindung ist die Beschichtung von medienberührten Verdichterbauteilen. Hierbei sind besonders hinterschnittene oder kanalartig geschlossene Bauteile hervorzuheben, da die Erfindung in erster Linie die Probleme beseitigt, die bisher mit der Beschichtung dieser Komponenten einherging.

[0003] Die in der chemischen Prozesstechnik genutzten Stoffreaktionen laufen oft bei hohen Drücken ab. Hierzu ist es erforderlich, die an den Reaktionen teilnehmenden Prozessgase auf die hohen Drücke zu verdichten, wozu häufig Turbokompressoren verwendet werden. Teilweise sind die Prozessgase nicht vollständig gereinigt, so dass die Verdichter verschmutzen können und dementsprechend der Wirkungsgrad dezimiert wird durch beispielsweise Ablagerungen an den rotierenden Teilen, insbesondere an Radiallaufrädern, welche mehrere Millimeter dick sein können. Diese Ablagerungen können auch zu Betriebsstörungen und zum Versagen des Verdichters führen. In der modernen Prozesstechnik ist jedoch die Verfügbarkeit von Anlagen ein hohes Gut, so dass eine Erhöhung der Verfügbarkeit auch hohe Investitionskosten rechtfertigt.

[0004] Eine Möglichkeit, die Ablagerungen, welche die Funktion gefährden, zu vermeiden, ist mittels einer Beschichtung von niedriger Oberflächenenergie gegeben. Derartige Beschichtungen an den Bauelementen des Verdichters, welche den zu verdichtenden Medien ausgesetzt sind, verhindern ein Anhaften der Verschmutzungen aus dem Prozessgas. Eine keramische Schicht mit organischen Anteilen kann hierbei besonders wirksam sein. Derartige Schichten sind beispielsweise in der DE 197 14 949 A1 und der DE 199 52 040 A1 beschrieben. Wichtige Bestandteile einer derartigen Schicht können nanoskalige Siliziumdioxidteilchen oder Verbindungen aus der Gruppe der Oxide und Hydroxide der Alkali- und Erdalkalimetalle sein. Diese Schichten weisen neben der niedrigen Oberflächenenergie noch eine besondere Härte auf, welche die Oberfläche auch noch nach langer Betriebszeit schützt und dadurch die Standzeit des Verdichters erhöht.

[0005] Die Schichten der zuvor genannten Art werden mittels der so genannten Sol-Gel-Technologie aufgebracht. Aufgrund von Mischung und Reaktion verschiedener organischer und anorganischer Materialien entsteht hierbei eine Lösung, welche auch als Sol bezeichnet wird. Diese Lösung erstarrt zu einem Gel, wenn das beigesetzte Lösungsmittel verdampft und eine Reaktion mit der Feuchtigkeit aus der Umgebung stattfindet. Eine anschließende Wärmebehandlung lässt dieses Gel zu einem Festkörper mit amorphen bis kristallinen Zuständen erstarren.

[0006] Während nicht hinterschnittene Oberflächen,

insbesondere Flächen, die gut zugänglich sind, verhältnismäßig einfach mittels der Sol-Gel-Technologie zu beschichten sind, ist es bei nicht allseitig zugänglichen Flächen, beispielsweise in Strömungskanälen von Verdichterlaufrädern schwierig, eine Schicht mit der gewünschten Funktion vorzusehen. Während an allseitig zugänglichen Flächen schon hinreichende Schwierigkeiten aufkommen, eine gleichmäßige Schichtdicke zu erzeugen gestaltet es sich an den schlecht zugänglichen Stellen nahezu unmöglich. Die Schwierigkeiten beginnen mit der Applikation des Beschichtungsmaterials in einer geeigneten Schichtdicke und setzen sich fort bei dem Verdampfen des Lösungsmittels und dem Erstarren des Gels unter Aufnahme der Umgebungsfeuchtigkeit, da nicht alle Stellen gleich exponiert zu der Umgebung sind. Schließlich führt auch eine anschließende Wärmebehandlung bei nicht optimalem Verlauf der vorhergehenden Verfahrensschritte zu einem nur unbefriedigenden Ergebnis, da schon die unterschiedlichen Schichtdicken hierbei zu inakzeptablen Fehlern führen, beispielsweise Risse in der Oberfläche zur Folge haben.

[0007] Ausgehend von den beschriebenen Problemen des Standes der Technik hat es sich die Erfindung zur Aufgabe gemacht, ein Verfahren zur Beschichtung von Verdichterbauteilen zu schaffen, welches eine hohe Qualität ermöglicht und mittels dessen insbesondere hinterschnittene oder kanalartig geschlossene Bauelemente mit akzeptablem Aufwand mit einer Beschichtung versehen werden können.

[0008] Die erfindungsgemäße Lösung der Aufgabe sieht vor, dass in einem ersten Schritt ein flüssiges Beschichtungsmaterial umfassend nanoskalige Festkörper auf das Verdichterbauteil aufgetragen wird, wobei das Verdichterbauteil zumindest teilweise in das Beschichtungsmaterial eingetaucht und dort um eine Achse gedreht wird, in einem zweiten Schritt das Verdichterbauteil aus dem Beschichtungsmaterial entnommen und um eine Achse gedreht wird, in einem dritten Schritt das Verdichterbauteil einer Temperatur von 50°C bis 150°C ausgesetzt wird und in einem vierten Schritt das Verdichterbauteil zum Aushärten der Beschichtung im Hochvakuum einer Temperatur von bis zu 500°C ausgesetzt wird.

[0009] Wesentliches Merkmal des erfindungsgemäßen Verfahrens ist das teilweise Eintauchen und Drehen des zu beschichtenden Verdichterbauteils in dem Beschichtungsmaterial, wodurch zunächst sichergestellt wird, dass auch in einem hinterschnittenen oder kanalartig aufgebauten Bauteil sämtliche Oberflächen mit dem Beschichtungsmaterial benetzt werden. Auf diese Weise wird die Basis für eine lückenlose Beschichtung geschaffen. Ebenfalls sehr wichtig ist das Drehen des Bauteils außerhalb des Beschichtungsmaterials (1), was nicht nur für eine gleichmäßige Benetzung sorgt, sondern auch für eine im Wesentlichen konstante Schichtdicke auf den Oberflächen. Gleichzeitig gewährleistet das Drehen außerhalb des Beschichtungsmaterials auch eine Gaszirkulation, so dass auch an weniger exponierten Oberflächen einerseits die erforderliche Verdampfung des Lö-

sungsmittels erfolgen kann und andererseits genügend Feuchte aus der Umgebungsluft das gewünschte Gel auf der Oberfläche als Vorstufe zur Beschichtung entstehen lassen kann. Die abschließende Wärmebehandlung kann auf diese Weise eine lückenlose und gleichmäßige Schicht entstehen lassen.

[0010] Weist das zu beschichtende Bauteil besonders spitzwinklige Kanten auf, ist es sinnvoll, wenn diese zuvor mit dem Beschichtungswerkstoff versehen worden sind, so dass auch an diesen Stellen eine hinreichende Schichtdicke im Ergebnis erzielt werden kann. Diese Beschichtung kann beispielsweise mittels Tauchen, Sprühen, Fluten, Aufschleudern, Rollen, Pinseln oder auch mittels einer Kombination dieser Methoden durchgeführt werden. Gegebenenfalls können auch besonders beanspruchte Stellen zunächst auf diese Weise gesondert beschichtet werden, beispielsweise Eintrittskanten an einem Verdichterlaufrad.

[0011] Besonders gute Ergebnisse wurden erzielt, wenn das Verdichterbauteil während des ersten Schrittes mit etwa vier Umdrehungen in der Minute gedreht wird. Diese Winkelgeschwindigkeit hat sich insbesondere für Verdichterlaufräder bewährt.

[0012] Da bei einem Verdichterlaufrad auch die radial außen liegenden Innenbereiche einer besonderen Beanspruchung unterliegen, ist es zweckmäßig, wenn das zu beschichtende Bauteil vor dem ersten Schritt mit den radial außen liegenden Bereichen in das Beschichtungsmaterial eintaucht. Hierbei sind beispielsweise 20 mm Eintauchtiefe für ein gutes Ergebnis ausreichend. Nach ein bis zehn Wiederholungen wird das sich um die Achse drehende (4 Umdrehungen pro Minute) Verdichterlaufrad aus dem Beschichtungsmaterial entnommen und an der Luft für eine bestimmte Zeit weitergedreht. Die Erfahrung hat gezeigt, dass etwa ein bis drei Minuten ausreichen, um eine Tropfen- und Laufnasenbildung an der Beschichtung zu verhindern. Anschließend das Verdichterlaufrad bis zur Hälfte des Durchmessers eingetaucht, mit einer Winkelgeschwindigkeit von 4 Umdrehungen pro Minute ein bis zehn mal durch das Beschichtungsmaterial gedreht. Unter ein bis drei Drehbewegung wird das Bauteil aus dem Beschichtungsmaterial entnommen.

[0013] Das Beschichtungsergebnis verbessert sich weiterhin, wenn in dem zweiten Schritt das Verdichterbauteil unter fortgesetzter Drehung mit einem Gasstrom, insbesondere Luftstrom beaufschlagt wird. Einerseits sorgt der Luftstrom für eine gleichmäßigere Verteilung des flüssigen Beschichtungsmaterials und andererseits findet zum einen eine schnellere aber auch gleichmäßigere Verdampfung des Lösungsmittels des Beschichtungsmaterials statt und es bildet sich aus dem Sol gleichmäßig und schnell das Gel unter Aufnahme der Feuchtigkeit der strömenden Luft. Auch weniger exponierte Flächen werden hierbei hinreichend umströmt.

[0014] Insbesondere bei einem Verdichterlaufrad ist es sinnvoll, wenn der Luftstrom mittels einer Strömungsführung in die besonders kritischen Bereiche gelenkt wird. Bei einem geschlossenen Verdichterlaufrad kann

der Luftstrom direkt in die Einströmung im Bereich radial außen um die Nabe eingeleitet werden, so dass entsprechend dem normalen Strömungsmuster im Betrieb die Luft im Außenbereich wieder austritt und alle Kanäle trotz der eigentlich eher schlechten Expositionslage zur Umgebung hinreichend viel Kontakt zur feuchten Luft der Umgebung haben und die gewünschte Gel-Bildung in der erforderlichen Qualität eintritt. Zusätzlich kann beim Beschichten der äußeren Flächen eines Verdichterlaufrades auch ein Gasstrom bzw. Luftstrom appliziert werden, dieses Vorgehen ist bei sehr großen Verdichterrädern von Vorteil um Tropfen- und Laufnasenbildung zu verhindern.

[0015] In weiterer Ausgestaltung des ersten Schrittes wird das Verdichterbauteil vorteilhaft zunächst 20 mm sich drehend in das Beschichtungsmaterial eingetaucht und nach ein bis zehn Wiederholungen sich um die Achse drehend aus dem Beschichtungsmaterial entnommen und nach einer bestimmten Zeit unter Drehung etwa bis zur Hälfte des Durchmessers in das Beschichtungsmaterial eingetaucht, wobei durch das Innere des Verdichterbauteils ein Gasstrom geblasen wird. Die Erfahrung hat gezeigt, dass zwischen den beiden Tauchvorgängen etwa ein bis drei Minuten liegen sollten, während dessen das Verdichterbauteil außerhalb des Beschichtungsmaterials und von der Luft umströmt gedreht werden kann, was eine Tropfen- und Laufnasenbildung an der Beschichtung verhindert.

[0016] Dieses erfindungsgemäße Vorgehen ermöglicht erstmalig eine qualitativ hochwertige Beschichtung eines geschlossenen Verdichterlaufrades.

[0017] Bevor die abschließende Wärmebehandlung erfolgt, ist es vorteilhaft, die Beschichtung zuvor zu Trocknen, so dass das noch im Gel vorhandene Lösungsmittel sich langsam verflüchtigt. Vorteilhaft kann dieser Trocknungsvorgang in der Weise erfolgen, dass das Verdichterbauteil 15 Minuten einer Temperatur von 50°C, 15 Minuten einer Temperatur von 75°C und 60 Minuten einer Temperatur von 100°C ausgesetzt wird bevor das Abkühlen des Werkstücks eingeleitet wird. Dieser schonende schrittweise Temperaturverlauf sorgt für eine spannungsarme und damit rissfreie Beschichtung.

[0018] Die abschließende Wärmebehandlung zum Aushärten der Beschichtung erfolgt zwischen 300 und 500°C in einer Stickstoffatmosphäre, im Teilvakuum oder im Hochvakuum (bis zu 10⁻⁵ mbar). Vorzugweise ist eine Aufheizgeschwindigkeit von 100°C/h nicht zu überschreiten und die gewählte Wärmebehandlungstemperatur für 1 Stunde zu halten. Insbesondere bewirkt eine Wärmebehandlung im Hochvakuum für eine Stunde bei 500°C, dass die Beschichtung eine niedrige Oberflächenenergie bei gleichzeitig hoher Härte aufweist.

[0019] Im Folgenden ist die Erfindung anhand eines speziellen Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf Zeichnungen zur Verdeutlichung näher beschrieben. Die Erfindung ist nicht auf das Ausführungsbeispiel beschränkt, vielmehr ergeben sich für den Fachmann da-

neben weitere Ausgestaltungsmöglichkeiten.

[0020] Es zeigen:

- Figur 1 eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Verfahrens als Ablaufdiagramm (aufgeteilt auf 1a, 1b),
- Figur 2 eine perspektivische Darstellung eines Verdichterlaufrades in der besonders schwierig zu beschichtenden geschlossenen Variante und
- Figur 3 eine schematische Anordnung eines Aufbaus zur Beschichtung eines geschlossenen Verdichterlaufrades.

[0021] Figur 1 zeigt eine Aufgliederung des erfindungsgemäßen Verfahrens in drei Schritten S1, S2, S3, wobei der erste Schritt S1 in vier Unterschritten S1.1, S1.2, S1.3, S1.4 untergliedert ist. Eingangs des ersten Schrittes S1 wird ein Beschichtungsmaterial (1) zur Beschichtung eines als Verdichterlaufrad 2 ausgebildeten Verdichterbauteils 3 bestehend aus maximal 70 Gew-% Ethanol, 29 Gew-% alkylgruppenhaltiges Etoxysilan, 7 Gew-% Tetraethylsilikat und dessen Kondensate und 2,5 Gew-% Natriumhydroxid mittels einer Zugabe von 2-Propanol verdünnt. Hierbei wird die ursprüngliche Zusammensetzung des Beschichtungsmaterials 1 auf 28 Vol-% durch Hinzugabe von 72 Vol-% 2-Propanol verdünnt.

[0022] Mit der so verdünnten Lösung des Beschichtungsmaterials 1 wird im Verfahrensschritt S1.2 das Verdichterlaufrad 2 an besonders beanspruchten Stellen, insbesondere an spitzwinkligen Kanten, beispielsweise an den Eintrittskanten, mittels eines Pinsels 4 mit dem Beschichtungsmaterial 1 beschichtet. Das Auftragen des Beschichtungsmaterials 1 wird mehrmals, etwa 2-bis 5-mal wiederholt, wobei zwischen den einzelnen Aufträgen eine dreiminütige Lufttrocknung des Beschichtungsmaterials 1 an dem Verdichterlaufrad 2 erfolgt.

[0023] Anschließend wird in einem Schritt 1.3 das Verdichterlaufrad 2 mit dem radial außen liegenden Bereich etwa 20 mm tief in das Beschichtungsmaterial 1 eingetaucht und mit einer Frequenz von vier Umdrehungen pro Minute etwa 45 Sekunden lang gedreht. Auf diese Weise wird das Beschichtungsmaterial 1 lediglich auf die 20 mm tief eingetauchten, schwierig zu beschichtenden Flächen und spitzwinkligen Kanten dünn verteilt. Nach einer anschließenden Trocknungsphase von bis zu 3 Minuten unter Drehung wird der Verfahrensschritt S1.4 eingeleitet. Die Drehung verhindert dass es zu Nasen oder Tropfenbildung kommt.

[0024] Während des Schrittes S1.4 wird das Verdichterlaufrad 2 zunächst an einer Strömungsführung 5 angeschlossen, welche ein Durchströmen des Verdichterlaufrades 2 mit einem Luftstrom VAIR ermöglicht. Anschließend wird das Verdichterlaufrad 2 in die Lösung des Beschichtungsmaterials 1 eingetaucht bis es etwa bis zur radialen Hälfte in der Lösung angeordnet ist. Der

Luftstrom VAIR wird zugeschaltet und durchströmt permanent die Strömungskanäle des Verdichterlaufrades 2. Mit einer Winkelgeschwindigkeit von 4 Umdrehungen pro Minute wird das Verdichterlaufrad 2 etwa 30 Sekunden lang durch das Beschichtungsmaterial 1 gedreht. Unter gleichförmiger Drehbewegung wird nun das Verdichterlaufrad 2 mit einer Geschwindigkeit v aus dem Beschichtungsmaterial 1 gehoben, so dass nach etwa 30 Sekunden - also 2 Umdrehungen - das Verdichterlaufrad 2 sich nicht mehr in dem Beschichtungsmaterial 1 befindet

[0025] Anschließend wird das Verdichterlaufrad 2 unter Drehung in die Lösung des Beschichtungsmaterials 1 eingetaucht bis es etwa bis zur radialen Hälfte in der Lösung angeordnet ist. Der Luftstrom VAIR durch die Strömungskanäle des Verdichterlaufrades 2 erfolgt hierbei permanent. Mit einer Winkelgeschwindigkeit von 4 Umdrehungen pro Minute wird das Verdichterlaufrad 2 nun mit einer Geschwindigkeit v aus dem Beschichtungsmaterial 1 gehoben, so dass nach etwa 30 Sekunden - also zwei Umdrehungen - das Verdichterlaufrad 2 sich nicht mehr in dem Beschichtungsmaterial 1 befindet.

[0026] Im folgenden Schritt S2 wird das Verdichterlaufrad 2 fortgesetzt mit einer Winkelgeschwindigkeit von 4 Umdrehungen pro Minute und unter Beaufschlagung mit dem Luftstrom VAIR. bis zu 3 Minuten getrocknet.

[0027] Im Anschluss daran erfolgt im dritten Schritt S3 des Verfahrens eine schrittweise Wärmebehandlung, wobei in einem nicht dargestellten Trockenschrank das Verdichterlaufrad 2 15 Minuten einer Temperatur von 50°C, 15 Minuten einer Temperatur von 75°C und 60 Minuten einer Temperatur von 100°C ausgesetzt ist. Nach dem anschließenden Abkühlen des Werkstücks kann das Verdichterlaufrad 2 einer abschließenden Wärmebehandlung unter Hochvakuum unterzogen werden und ggf. weiteren Bearbeitungsschritten unterzogen werden.

[0028] In einem vierten Schritt S4 ist es sinnvoll, wenn das Verdichterbauteil 3 zum Aushärten der Beschichtung im Hochvakuum einer Temperatur von bis zu 500°C ausgesetzt wird.

[0029] Ein Vorbeschichten entsprechend dem mit S1.2 bezeichneten Verfahrensschritt im Schritt S1 des Verfahrens ist insbesondere im Bereich des Eintritts 10, nämlich an Schaufeleintrittskanten 14 und im Bereich der Nabe 12 sinnvoll. Ebenso ist ein Vorbeschichten entsprechend dem mit S1.3 bezeichneten Verfahrensschritt im Schritt S1 des Verfahrens im Bereich des Austritts zweckmäßig.

[0030] Figur 2 zeigt das Verdichterlaufrad 2 mit einem axialen Eintritt 10 und einem radialen Austritt 11. Die Achse zur Drehung des Verdichterlaufrades 2 wird temporär im Bereich einer Nabe 12 durchgesteckt entsprechend der konstruktiven Anordnung der Drehachse im Normalbetrieb. Wichtig ist eine Beschichtung im Bereich der Nabe 12 und im Inneren, also an den Oberflächen der Strömungskanäle 13, die sich von dem Eintritt 10 zu dem Austritt 11 erstrecken. Die Außenflächen 14 müssen nicht beschichtet sein, da hier eine Ablagerung weder

wahrscheinlich ist noch den Betrieb beeinträchtigt.

[0031] Figur 3 zeigt einen Aufbau 20, wie er zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens benutzt werden kann. Auf einer Hebebühne 30 befindet sich ein nach oben offener Behälter 31 mit dem Beschichtungsmaterial 1 als Lösung. Von oben taucht das Verdichterlaufrad 2 in die Lösung des Beschichtungsmaterials 1 ein und ist drehbar auf einer Achse 33 gelagert. Eine Strömungsführung 5, welche hier als Plastikhaube 6 ausgebildet ist, ist an den Eintritt 10 des Verdichterlaufrades 2 angeschlossen und führt den aus einem Gebläse 34 stammenden Luftstrom VAIR in das zu beschichtende Bauteil hinein. Der Luftstrom VAIR tritt aus den Öffnungen des radialen Austritts 11 wieder aus. Während des Auftragens des Beschichtungsmaterials 1 im Rahmen des Schrittes S1 des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt ein Heben und Absenken des Behälters 31 relativ zu dem Verdichterlaufrad 2 mit der Lösung des Beschichtungsmaterials 1, so dass stets der gewünschte Anteil des Verdichterlaufrades 2 eintaucht.

Bezugszeichenliste

[0032]

S1	erster Schritt
S2	Schritt
S3	Schritt
S4	Schritt
v	Geschwindigkeit
VAIR	Luftstrom
S1.1	Unterschritt
S1.2	Unterschritt
S1.3	Unterschritt
S1.4	Unterschritt
1	Beschichtungsmaterial
2	Verdichterlaufrad
3	Verdichterbauteil
4	Pinzel
5	Strömungsführung
6	Plastikhaube
10	Eintritt
11	Austritt
12	Nabe
13	Strömungskanal
14	Schaufeleintrittskanten
15	Außenfläche
20	Aufbau
30	Hebebühne
31	Behälter
33	Achse
34	Gebläse

Patentansprüche

1. Verfahren zur Oberflächenbeschichtung eines Bauteils Verdichterlaufrad (2) auf Sol-Gel-Basis, insbe-

sondere eines geschlossenen Verdichterlaufrades (2), **dadurch gekennzeichnet, dass**

- in einem ersten Schritt (S1) ein flüssiges Beschichtungsmaterial (1) umfassend nanoskalierte Festkörper auf das Verdichterbauteil (3) aufgetragen wird, wobei das Verdichterbauteil (3) zumindest teilweise in das Beschichtungsmaterial (1) eingetaucht und dort gedreht wird,
- in einem zweiten Schritt (S2) das Verdichterbauteil (3) aus dem Beschichtungsmaterial (1) entnommen und gedreht wird,
- in einem dritten Schritt (S3) das Verdichterbauteil (3) einer Temperatur von 50°C bis 150°C ausgesetzt wird,
- in einem vierten Schritt (S4) das Verdichterbauteil (3) zum Aushärten der Beschichtung im Hochvakuum einer Temperatur von bis zu 500°C ausgesetzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

im ersten Schritt (S1) zunächst einzelne Bereiche, insbesondere Kanten, mit dem Beschichtungsmaterial (1) versehen werden.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Beschichtungsmaterial (1) im Sol-Gel Verfahren aufgebracht wird, wobei nach dem Auftragen im ersten Schritt (S1) die Schicht als Sol-Lösung vorliegt, nach dem Abdampfen flüssiger Bestandteile des zweiten Schritts (S1) die Schicht als Gel vorliegt und nach einer Wärmebehandlung (Schritte S3, S4) die Schicht als Feststoff vorliegt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Verdichterbauteil (3) in dem ersten Schritt (S1) mit etwa 4 Umdrehungen pro Minute gedreht wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Verdichterbauteil (3) während des ersten Schrittes (S1) mit den radial außen liegenden Bereichen in das Beschichtungsmaterial (1) eintaucht.

6. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

in dem zweiten Schritt (S2) das Verdichterbauteil (3) unter fortgesetzter Drehung mit einem Gasstrom, insbesondere Luftstrom (VAIR) beaufschlagt wird.

7. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass**

der Luftstrom (VAIR) mittels mindestens einer Strömungsführung (5) durch die Strömungskanäle des Verdichterbauteiles geleitet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1, 5
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Schicht eine Dicke von 15µm in einem Durchgang der Verfahrensschritte nicht übersteigt.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 10
dadurch gekennzeichnet, dass
 in dem ersten Schritt (S1) das Verdichterbauteil (3) zunächst etwa 20mm in des Beschichtungsmaterial (1) eingetaucht wird und das Verdichterbauteil (3) 15
 nach ein bis zehn Umdrehungen sich drehend aus dem Beschichtungsmaterial (1) entnommen wird und nach einer bestimmten Zeit das Verdichterbauteil (3) etwa bis zur Hälfte des Durchmessers in das Beschichtungsmaterial (1) eingetaucht wird, 20
 wobei durch das Innere des Verdichterbauteiles ein Gasstrom (Luftstrom VAIR) geblasen wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 25
dadurch gekennzeichnet, dass
 in dem dritten Schritt (S3) das Verdichterbauteil (3) 15 min einer Temperatur von 50°C, 15min einer Temperatur von 75°C und 60 min einer Temperatur von 100°C ausgesetzt wird. 30

35

40

45

50

55

FIG 1



FIG 1A

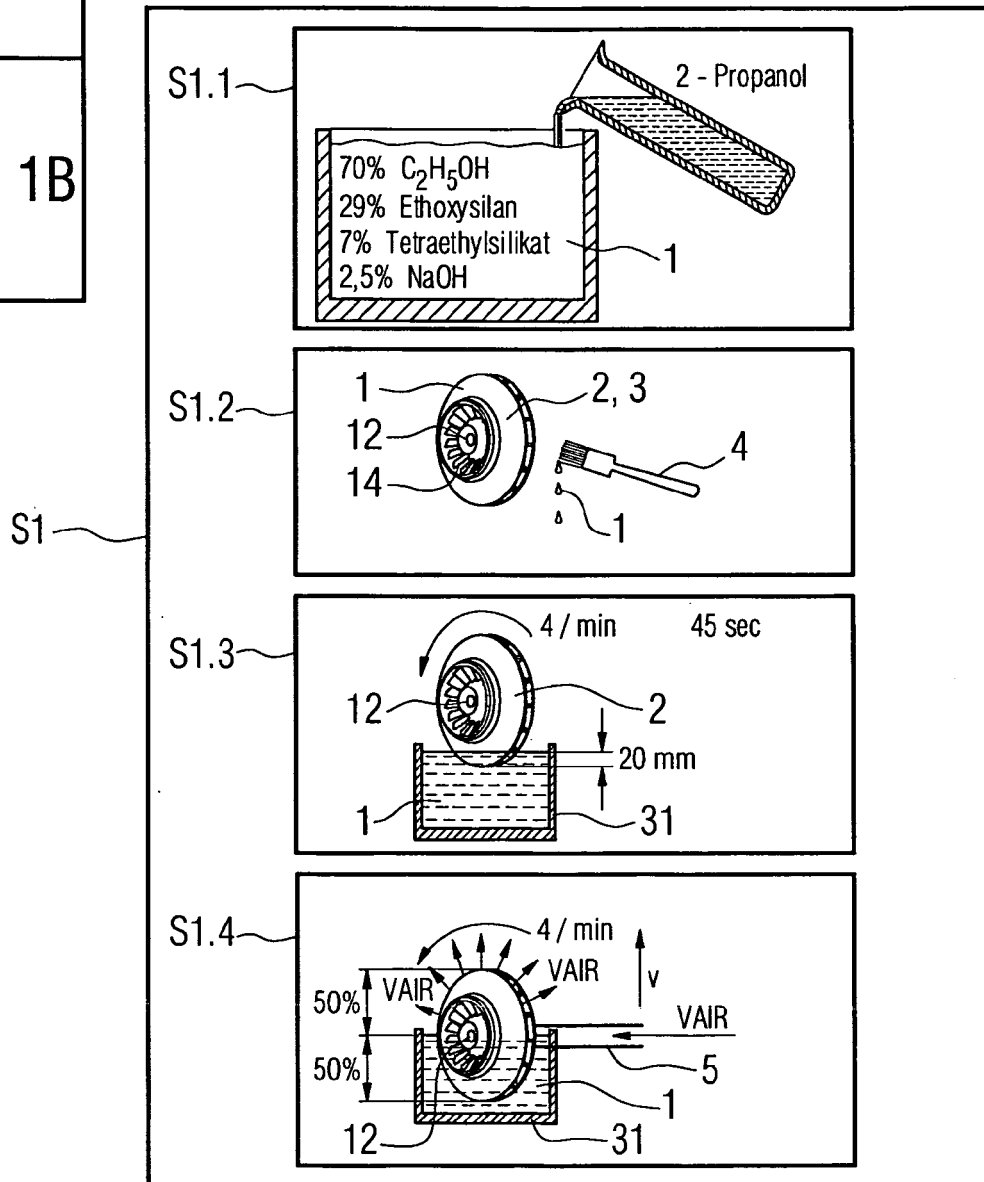


FIG 1B

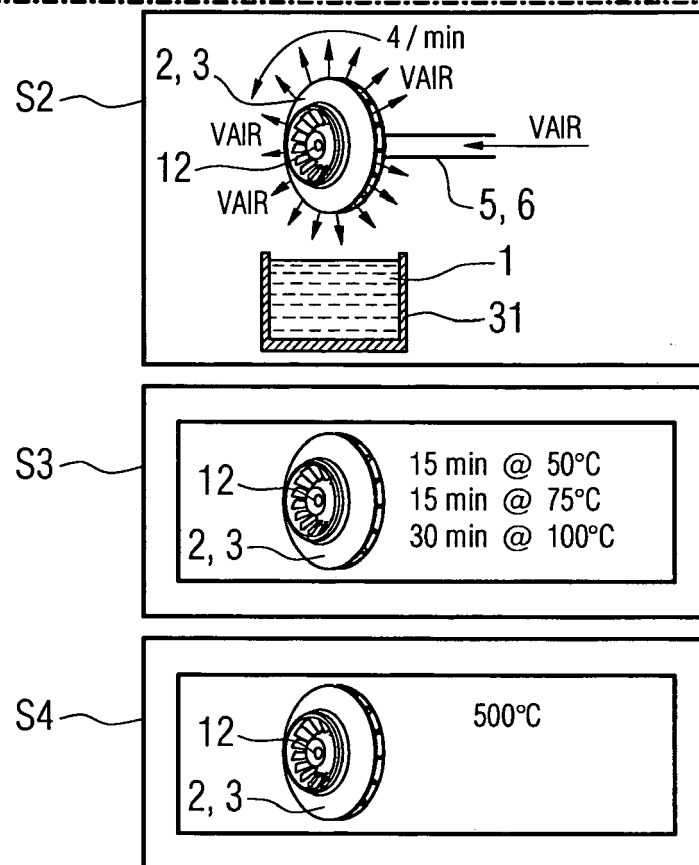


FIG 2

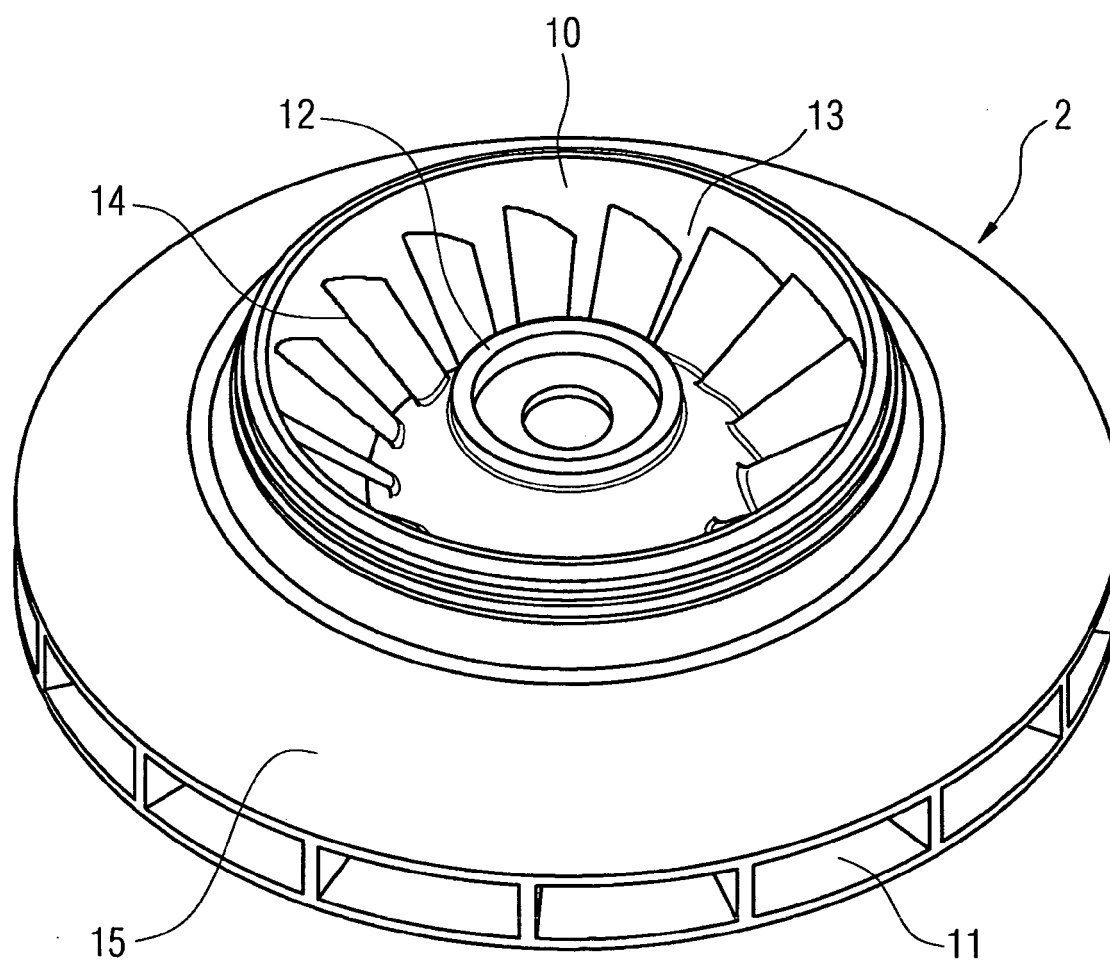
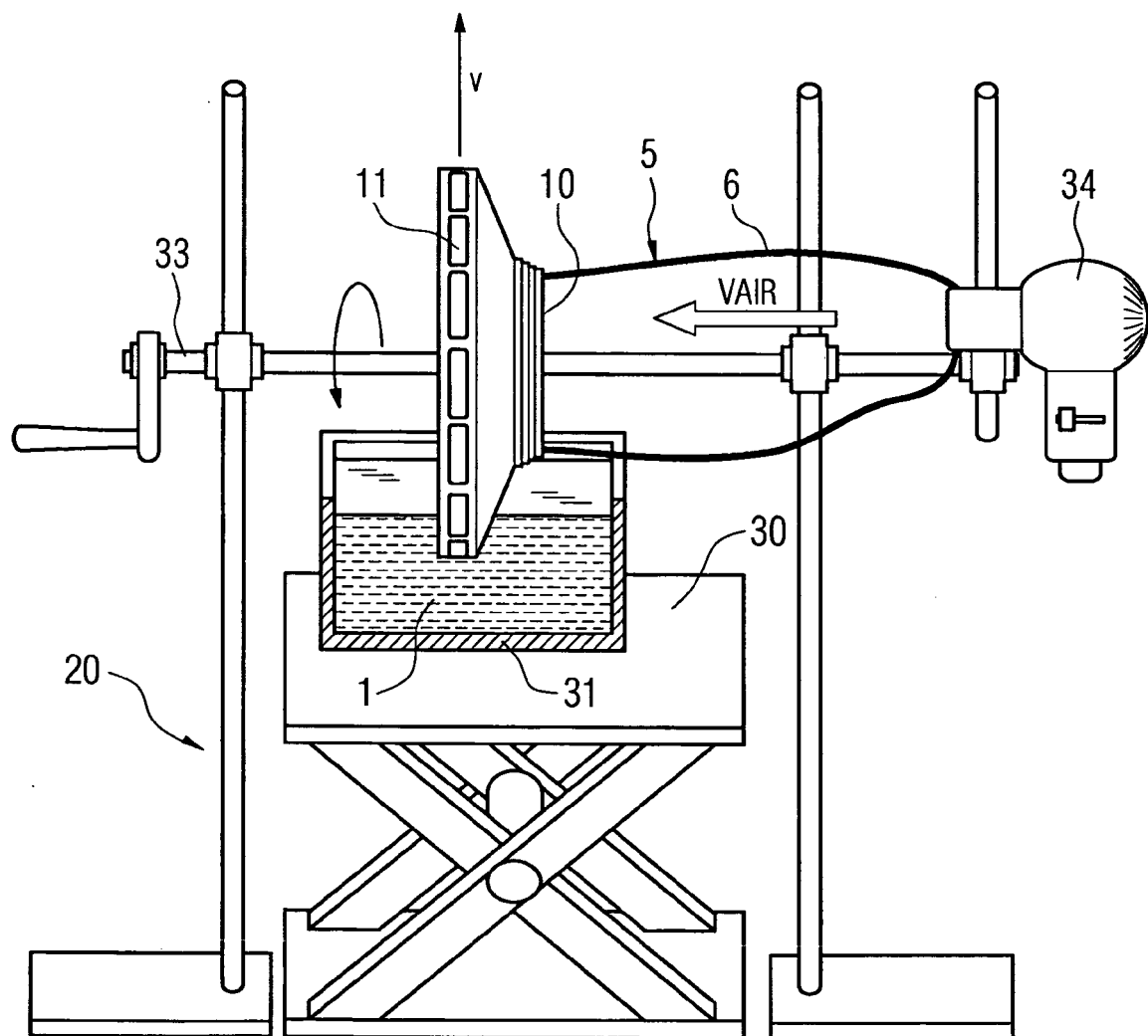


FIG 3





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	US 6 284 682 B1 (TROCZYNSKI TOMASZ ET AL) 4. September 2001 (2001-09-04) * Spalte 1, Zeile 48 - Spalte 2, Zeile 5 * * Spalte 3, Zeile 52 - Zeile 58 * * Spalte 6, Zeile 1 - Zeile 13 * * Spalte 7, Zeile 58 - Spalte 8, Zeile 6 * * Spalte 10, Zeile 20 - Spalte 11, Zeile 21 * * Beispiel 4 * * Anspruch 1 *	1-10	INV. C23C18/12 C23C28/00
A	US 5 585 136 A (BARROW ET AL) 17. Dezember 1996 (1996-12-17) * Spalte 4, Zeile 35 - Zeile 55 * * Ansprüche 1,9,10 *	1-10	
A	DE 101 63 646 A1 (HERMSDORFER INSTITUT FUER TECHNISCHE KERAMIK E.V) 3. Juli 2003 (2003-07-03) * Spalte 2, Absatz 10 - Absatz 17 * * Spalte 4, Absatz 20 - Absatz 21 * * Ansprüche 1,5-9 *	1-10	
A	DE 197 14 949 A1 (INSTITUT FUER NEUE MATERIALIEN GEMEINNUETZIGE GMBH, 66123 SAARBRUECKEN) 15. Oktober 1998 (1998-10-15) * Ansprüche 1-19 *	1-10	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) C23C
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 12. April 2006	Prüfer Ovejero, E
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 (03.02) (P04C03)

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

EP 06 00 0849

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.

12-04-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6284682	B1	04-09-2001	AT 280743 T	15-11-2004
			AU 6813600 A	26-03-2001
			WO 0116052 A2	08-03-2001
			CA 2382591 A1	08-03-2001
			DE 60015377 D1	02-12-2004
			DE 60015377 T2	02-02-2006
			EP 1218315 A2	03-07-2002
			JP 2003508627 T	04-03-2003

US 5585136	A	17-12-1996	AT 204617 T	15-09-2001
			AU 4617496 A	08-10-1996
			CA 2213209 A1	26-09-1996
			WO 9629447 A1	26-09-1996
			DE 69614673 D1	27-09-2001
			DE 69614673 T2	27-06-2002
			DK 815285 T3	08-10-2001
			EP 0815285 A1	07-01-1998
			ES 2159716 T3	16-10-2001
			HK 1007889 A1	22-03-2002
			JP 11502262 T	23-02-1999
			PT 815285 T	28-12-2001

DE 10163646	A1	03-07-2003	KEINE	

DE 19714949	A1	15-10-1998	AT 244321 T	15-07-2003
			AU 7523498 A	30-10-1998
			CN 1252107 A	03-05-2000
			CZ 9902870 A3	12-04-2000
			WO 9845502 A1	15-10-1998
			EP 0973958 A1	26-01-2000
			ES 2202854 T3	01-04-2004
			HU 0001688 A2	28-09-2000
			JP 2001518979 T	16-10-2001
			PT 973958 T	28-11-2003
			TR 9902502 T2	21-04-2000
			US 6162498 A	19-12-2000

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19714949 A1 [0004]
- DE 19952040 A1 [0004]