



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.08.2002 Patentblatt 2002/34

(51) Int Cl.7: **C23C 4/12**

(21) Anmeldenummer: **01103457.6**

(22) Anmeldetag: **14.02.2001**

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

(72) Erfinder:
• **Heuser, Claus, Dr.**
63755 Alzenau (DE)
• **Johner, Gerhard, Dr.**
63571 Gelnhausen (DE)
• **Reymann, Helge**
14167 Berlin (DE)

(71) Anmelder:
• **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
80333 München (DE)
• **COATEC GmbH & Co. KG**
36381 Schlüchtern (DE)

(74) Vertreter: **Zedlitz, Peter, Dipl.-Inf.**
Patentanwalt,
Postfach 22 13 17
80503 München (DE)

(54) **Verfahren zur Plasmabeschichtung einer Turbinenschaufel und Beschichtungsvorrichtung**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Plasma-
beschichtung einer Turbinenschaufel (11), bei dem min-
destens drei Plasmabrenner (19, 21, 23) gleichzeitig
verwendet werden. Hierdurch wird eine besonders

hochwertige Beschichtung (81), insbesondere aus
McrAlX auf einem Grundkörper (30) aus einer Nickel-
oder Kobaltbasis-Superlegierung erzielt. Die Erfindung
betrifft auch eine Beschichtungsvorrichtung (1) zur
Durchführung des Verfahrens.

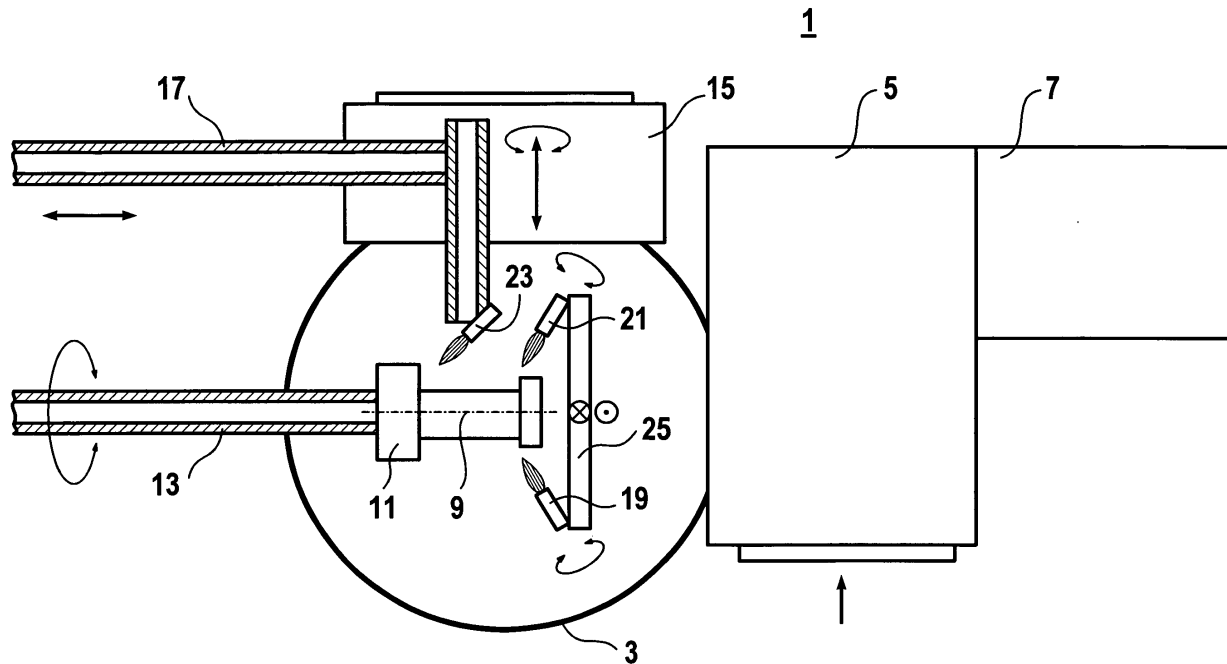


FIG 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Plasmabeschichtung einer entlang einer Schaufelachse gerichteten Turbinenschaufel mittels thermischen Plasmaspritzens. Die Erfindung betrifft auch eine Beschichtungsvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Ein Beschichtungsverfahren zur Plasmabeschichtung einer Turbinenschaufel geht hervor aus der EP 1 033 417 A1. Eine der möglichen, auf die Turbinenschaufel aufzubringenden Beschichtungen besteht aus einer MCrAIX-Legierung, wobei M für eines oder mehrere Elemente umfassend Eisen, Kobalt oder Nickel, Cr für Chrom, Al für Aluminium und X für eines oder mehrere Elemente der Gruppe umfassend Yttrium, Rhenium sowie die Elemente der Seltenen Erden stehen. Diese metallische Schicht wird durch thermisches Spritzen mit dem Verfahren VPS (Vacuum Plasma Spraying) oder LPPS (Low Pressure Plasma Spraying) auf die Turbinenschaufel aufgebracht. Die Gasturbinenschaufel besteht insbesondere aus einer Nickel- oder Eisen- oder Kobaltbasis-Superlegierung. Die MCrAIX-Legierung dient insbesondere einer Korrosions- und Oxidationshinderung. Sie dient aber auch häufig als Haftvermittlerschicht zwischen einer keramischen Wärmedämmschicht und dem Grundwerkstoff. An das Aufbringen einer Schicht schließt sich in der Regel eine Wärmenachbehandlung an. Für das Aufbringen einer MCrAIX-Schicht nach dem VPS- oder LPPS-Verfahren erhält man typischerweise eine Prozessdauer von etwa 30 Minuten, während die Wärmenachbehandlung der Gasturbinenschaufel eine Prozessdauer von etwa 120 Minuten hat. Das Plasmabeschichten wird mit einer Plasmakanone oder einem Plasmabrenner durchgeführt. Ein solcher Plasmabrenner wird häufig auch vor dem Beschichtungsvorgang zur Aufheizung des zu beschichtenden Bauteils verwendet. Die zu beschichtende Turbinenschaufel ist normalerweise auf einem Drehteller angeordnet, während der Plasmabrenner auf einem mehrachsigen Roboter angeordnet ist. Während der Beschichtung wird die Turbinenschaufel auf einer Beschichtungstemperatur von etwa 1100 °K bis 1200 °K gehalten.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist die Angabe eines Verfahrens zur Plasmabeschichtung einer Turbinenschaufel, das insbesondere eine verbesserte Qualität der durch thermisches Plasmaspritzen aufgetragenen Beschichtung zur Folge hat. Weitere Aufgabe der Erfindung ist die Angabe einer Beschichtungsvorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

[0004] Erfindungsgemäß wird die auf ein Verfahren gerichtete Aufgabe gelöst durch Angabe eines Verfahrens zur Plasmabeschichtung einer entlang einer Schaufelachse gerichteten Turbinenschaufel, bei dem mindestens drei Plasmabrenner zum thermischen Plasmaspritzen gleichzeitig verwendet werden.

[0005] Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass bei der herkömmlichen Verwendung eines einzi-

gen Plasmabrenners bestimmte Qualitätseinbußen für die Beschichtung der Turbinenschaufel folgen. Insbesondere kommt es auf bestimmten kritischen Flächen wie dem Übergangsbereich zwischen dem Schaufelblatt und angrenzenden Schaufelplattformen zu einer unerwünscht hohen Schichtdicke, da die Beschichtung der Plattform einerseits und des Blattes andererseits im Grenzbereich zu einem nach konventioneller Beschichtungsmethode unvermeidbaren Überlapp und damit zu einer erhöhten Schichtdicke führen. Weiterhin kann es bei der Beschichtung mittels nur eines Brenners zu einer Porenbildung der Beschichtung aufgrund zu flacher Spritzwinkel kommen. Eine solche Porenbildung führt zu einer erhöhten Korrosion des eigentlich durch die Beschichtung zu schützenden Grundwerkstoffs. Weiterhin ergibt sich nach Erkenntnis der Erfindung bei einer Beschichtung mit nur einem Brenner eine ungünstige Temperaturführung für das zu beschichtende Bauteil, da mit dem nur einen Brenner nur eine ungenügend gleichmäßige Erwärmung des Bauteils möglich ist.

[0006] Der zunächst als unvermeidbar hoch anmutende Aufwand der Verwendung von mindestens drei Plasmabrennern ist geeignet, diese Nachteile zu vermeiden. Darüber hinaus bietet die Verwendung von mindestens drei Brennern auch die Möglichkeit, besonders große Turbinenschaufeln, wie etwa Laufschaufeln der letzten Laufschaufelreihe einer stationären Gasturbine mit Längsausdehnungen größer als 50 cm qualitativ hochwertig zu beschichten. Schließlich ist mit der Verwendung von mindestens drei Brennern eine insbesondere konstantere Schichtdickenverteilung erreichbar.

A) Vorzugsweise dient einer der Brenner der Aufheizung der Turbinenschaufeln. Hierdurch kann insbesondere sichergestellt werden, dass die Turbinenschaufel auf eine gleichmäßige Temperatur erwärmt wird und auch während des Beschichtungsvorgangs auf einer solchen gleichmäßigen Temperatur gehalten wird.

B) Vorzugsweise werden mindestens zwei der Plasmabrenner voneinander unabhängig angesteuert. Diese Plasmabrenner sind somit voneinander entkoppelt und können während des Beschichtungsvorgangs unabhängig voneinander bewegt werden, wodurch eine an alle Phasen des Beschichtungsvorgangs angepasste Optimierung von Einstrahlwinkeln, Beschichtungsraten etc. möglich ist. Insbesondere kann eine Aufteilung der Blattbeschichtung einerseits und der Plattformbeschichtung andererseits so erfolgen, dass ein oder zwei Brenner einer Blattbeschichtung dienen, während der andere oder die anderen Brenner einer Plattformbeschichtung dienen.

C) Vorzugsweise wird die Turbinenschaufel entlang der Schaufelachse rotiert.

D) Weiter bevorzugt spritzt ein erster der Brenner in einer ersten Spritzrichtung auf die Turbinenschaufel und wird um eine erste Rotationsachse rotiert, die senkrecht zu dieser ersten Spritzrichtung orientiert ist und in einer von dieser ersten Spritzrichtung und der Schaufelachse aufgespannten Ebene liegt. In dieser konstruktiv einfachen Ausführung wird also nur der Winkel verändert, unter dem der erste Brenner auf die Turbinenschaufel spritzt. Diese Winkelveränderung erfolgt durch eine Rotation um die erste Rotationsachse.

E) Weiter bevorzugt spritzt ein zweiter der Brenner in einer zweiten Spritzrichtung auf die Turbinenschaufel und wird um eine zweite Rotationsachse rotiert, die senkrecht zu dieser zweiten Spritzrichtung orientiert ist und in einer von dieser zweiten Spritzrichtung und der Schaufelachse aufgespannten Ebene liegt, wobei die erste Spritzrichtung und die zweite Spritzrichtung miteinander einen Winkel $> 90^\circ$ einschließen. Auch der zweite Brenner ist somit in einer konstruktiv sehr einfachen Weise lediglich um die Rotationsachse rotierbar und damit in seinem Spritzwinkel veränderbar. Die beiden Brenner bilden dabei zueinander einen stumpfen Winkel, so dass durch diese beiden Brenner besonders gut entweder nur eine Blattbeschichtung oder nur eine Plattformbeschichtung erfolgt. Bei der Plattformbeschichtung durch diese beiden Brenner ist jedem Brenner eine Plattform zugeordnet. Bei einer Laufschaufel wird eine solche an der Schaufelspitze angeordnete Plattform auch als Deckband bezeichnet.

F) Bevorzugt werden der erste und der zweite Brenner gemeinsam entlang der Schaufelachse verschoben. Dies kann weiter bevorzugt durch einen Ketten- oder Riemenantrieb erfolgen, der insbesondere außerhalb der Beschichtungskammer liegt und an dem die Brenner so befestigt sind, dass sie einer Bewegung der Kette oder des Riemens folgend entlang der Schaufelachse gemeinsam verschoben werden.

G) Bevorzugt spritzt ein dritter Brenner in einer dritten Spritzrichtung auf die Turbinenschaufel und wird um eine dritte Rotationsachse rotiert, die in einer von dieser dritten Spritzrichtung und der Schaufelachse aufgespannten Ebene liegt. Somit ist auch der dritte Brenner in konstruktiv einfacher Weise lediglich um die dritte Rotationsachse rotierbar ausgeführt.

H) Die dritte Rotationsachse liegt vorzugsweise entweder parallel zur Schaufelachse oder senkrecht zur Schaufelachse.

I) Vorzugsweise wird der dritte Brenner in eine Rich-

tung senkrecht zu der Ebene bewegt.

J) Vorzugsweise wird der dritte Brenner entlang der dritten Spritzrichtung bewegt.

K) Bevorzugtermaßen wird der dritte Brenner parallel zur Schaufelachse bewegt.

Die zusätzlichen Bewegungsmöglichkeiten des dritten Brenners führen zwar zu einer konstruktiv aufwendigeren Lösung, haben aber insbesondere den Vorteil, dass weniger Beschichtungspulver beim Plasmaspritzen an der Turbinenschaufel vorbeigespritzt werden muss, als dies bei im Abstand zur Turbinenschaufel unveränderlichen Brennern der Fall ist.

L) Das Verfahren wird vorzugsweise im Vakuum durchgeführt. Dies kann ein Vacuum Plasma Spraying (VPS)-Verfahren bei ca. 10^{-4} bis 10^{-6} mbar sein. Insbesondere kommt aber ein Verfahren bei ca. 10^{-1} bis 10^{-2} mbar in Betracht (Low Pressure Plasma Spraying, LPPS).

M) Das Verfahren wird vorzugsweise zum Plasmabeschichten eines Grundwerkstoffes aus einer Nickel- oder Kobaltbasis-Superlegierung angewendet, wobei eine MCrAlX-Schutzschicht, wie einleitend beschrieben, auf den Grundkörper aufgebracht wird.

[0007] Die auf eine Beschichtungsvorrichtung gerichtete Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch Angabe einer Beschichtungsvorrichtung zum Beschichten einer Turbinenschaufel mittels eines Verfahrens gemäß einem der vorstehend beschriebenen Möglichkeiten.

[0008] Die Ausführungsformen der Punkte A) bis M) können auch untereinander in einer beliebigen Weise kombiniert werden.

[0009] Die Erfindung wird anhand der Zeichnung beispielhaft näher erläutert. Es zeigen teilweise schematisch und nicht maßstäblich:

FIG 1 eine Beschichtungsvorrichtung zum thermischen Plasmaspritzen,

FIG 2-4 Verfahren zur Beschichtung einer Turbinenschaufel unter Verwendung von drei Plasmaprennern mit jeweils einer anderen Beweglichkeit der Plasmaprenner.

[0010] Gleiche Bezugszeichen haben in den verschiedenen Figuren die gleiche Bedeutung.

[0011] Figur 1 zeigt eine Beschichtungsvorrichtung 1. Die Beschichtungsvorrichtung 1 weist eine Beschichtungskammer 3 auf. Mit der Beschichtungskammer 3 ist vakuumdicht eine Vorkammer 5 verbunden. In der Beschichtungskammer 3 ist eine entlang einer Schaufelachse 9 gerichtete Turbinenschaufel 11 angeordnet. Die

Turbinenschaufel 11 ist auf einem in die Beschichtungskammer 3 hineinführenden Schaufelmanipulator 13 angeordnet. Über eine mit der Beschichtungskammer 3 verbundene Erweiterungskammer 15 führt ein Brennermanipulator 17 ebenfalls in die Beschichtungskammer 3. Ein erster Plasmabrenner 19 und ein zweiter Plasmabrenner 21 sind auf einem Brennerträger 25 angeordnet. Ein dritter Plasmabrenner 23 ist am Brennermanipulator 17 angeordnet. Die drei Plasmabrenner 19, 21, 23 sind voneinander entkoppelt und damit unabhängig voneinander ansteuerbar und beweglich.

[0012] Während es bei einem konventionellen Beschichtungsverfahren mit nur einem Plasmabrenner zu Qualitätseinbußen bei der Beschichtung der Turbinenschaufel 11 kommt, werden durch die Beschichtung mittels dreier Plasmabrenner 19, 21, 23 qualitativ besonders hochwertige Beschichtungen der Turbinenschaufel 11 erreicht. Dies betrifft insbesondere eine Reduzierung des sogenannten Oversprays, d.h. Bereiche, in denen eine zu hohe Schichtdicke durch mehrfaches Übersprühen bei Verwendung nur eines Brenners auftritt. Durch Verwendung mehrerer Brenner und insbesondere durch die Aufteilung der Plasmabrenner 19 und 21 zur Beschichtung des Schaufelblattes der Turbinenschaufel 11 einerseits und der Verwendung des dritten Plasmabrenners 23 zur Beschichtung der Plattformen der Turbinenschaufel 11 wird dieses Overspray stark reduziert. Weiterhin kann gerade bei besonders großen Turbinenschaufeln einer der Plasmabrenner 19, 21, 23 zur Aufheizung der Turbinenschaufel 11 verwendet werden, wodurch ein gezielter Wärmeeintrag genau dort erreicht wird, wo er benötigt wird, wodurch sich wiederum eine qualitative Verbesserung für die Schicht ergibt. Überhaupt wird bei besonders großen Turbinenschaufeln, etwa in der Größenordnung einer Längserstreckung von 1 m, eine Beschichtung mit ausreichend hoher Qualität erst möglich durch die Verwendung von mindestens drei Plasmabrennern 19, 21, 23. Schließlich führt die Verwendung der drei Plasmabrenner 19, 21, 23 auch zu einer insgesamt konstanteren Schichtdickenverteilung auf der Turbinenschaufel 11.

[0013] Figur 2 zeigt eine konstruktiv besonders einfache Art der Installation der drei Plasmabrenner 19, 21, 23. Die Turbinenschaufel 11 ist also eine Gasturbinenschaufel aus einem Nickel- oder Kobaltbasis-Superlegierungs-Grundwerkstoff 30 ausgeführt. Sie weist ein Schaufelblatt 33 auf, an das an ihrer Schaufelspitze eine Spitzenplattform 31 und schaufelfußseitig eine Fußplattform 35 grenzt. Zwischen den Plattformen 31, 35, dem Schaufelblatt 33 ergeben sich abgerundete Bereiche 37, in denen es besonders zu dem Overspray bei Verwendung nur eines Plasmabrenners kommen kann, wie oben beschrieben. Die Turbinenschaufel 11 ist am Schaufelmanipulator 13 so befestigt, dass sie mittels des Schaufelmanipulators 13 in einer Rotationsrichtung 43 um die Schaufelachse 9 rotierbar ist. Zudem ist sie in einer Axialrichtung 41 entlang der Schaufelachse 9 axial verschieblich. Ein erster Plasmabrenner 19 spritzt

entlang einer ersten Spritzrichtung 67 auf die Turbinenschaufel 11. Der erste Plasmabrenner 19 ist um eine erste Rotationsachse 66 in der Rotationsrichtung 65 rotierbar. Ein zweiter Plasmabrenner 21 spritzt entlang einer zweiten Spritzrichtung 63 auf die Turbinenschaufel 11. Der zweite Plasmabrenner 21 ist entlang einer zweiten Rotationsachse 62 in einer Rotationsrichtung 61 rotierbar. Der erste Plasmabrenner 19 ist entlang einer Richtung parallel zur Schaufelachse 9 im Fußbereich der Turbinenschaufel 11 angeordnet, während der zweite Plasmabrenner 21 entlang dieser Richtung in der Höhe der Schaufelspitze der Turbinenschaufel 11 angeordnet ist. Die erste Spritzrichtung 67 bildet mit der zweiten Spritzrichtung 63 einen Winkel α , der größer als 90° ist. In dieser Konfiguration dient der erste Plasmabrenner 19 einer Beschichtung der Spitzenplattform 31, während der zweite Plasmabrenner 21 einer Beschichtung der Fußplattform 35 dient.

[0014] Etwa auf Höhe des Schnittpunktes der ersten Spritzrichtung 67 mit der zweiten Spritzrichtung 63 und auf der gegenüberliegenden Seite der Turbinenschaufel 11 angeordnet ist ein dritter Plasmabrenner 23. Dieser dritte Plasmabrenner 23 spritzt entlang einer dritten Spritzrichtung 53 auf die Turbinenschaufel 11. Der dritte Plasmabrenner 23 ist entlang einer Rotationsachse 56 um die Rotationsrichtung 55 rotierbar.

[0015] Vor der Beschichtung der Turbinenschaufel 11 mit einer aus einem Beschichtungsmaterial bestehenden Beschichtung 81, vorzugsweise eine MCrAlX-Oxidations-Korrosions-Schutzschicht, wird die Turbinenschaufel 11 aufgeheizt. Dies geschieht in besonders gleichmäßiger Weise durch alle drei Plasmabrenner 19, 21, 23 gleichzeitig. Nach Erreichen der gewünschten Temperatur wird das Beschichtungsmaterial aufgebracht, wobei, wie beschrieben, der erste Plasmabrenner 19 und der zweite Plasmabrenner 21 der Beschichtung der Plattformen 31, 35 dienen, während über den dritten Plasmabrenner 23 eine Beschichtung des Schaufelblatts 33 vorgenommen wird.

[0016] Figur 3 zeigt eine Modifikation der Beschichtungsvorrichtung 1 aus Figur 2, wobei diese Modifikation den dritten Plasmabrenner 23 betrifft. Dieser ist nunmehr auch in einer Richtung 51 senkrecht zur Ebene E beweglich, die durch die Schaufelachse 9 und die dritte Spritzrichtung 53 festgelegt ist. Weiterhin ist der dritte Plasmabrenner 23 auch in seinem Abstand zur Turbinenschaufel 11 über eine Beweglichkeit entlang der dritten Spritzrichtung 53 beweglich angeordnet. Während die Rotationsachse 56 des dritten Plasmabrenners 23 gemäß der Anordnung in Figur 2 parallel zur Schaufelachse 9 ausgerichtet war, ist sie nunmehr entlang der Spritzrichtung 53 und somit senkrecht zur Schaufelachse 9 gerichtet. Die Rotationsachse 56 liegt in der Ebene E. Wie auch schon in Figur 2 liegen auch die Rotationsachsen 56 und 62 des ersten Plasmabrenners 19 und des zweiten Plasmabrenners 21 in der Ebene E, die auch gleichzeitig von der ersten Spritzrichtung 67 mit der Schaufelachse 9 und der zweiten Spritzrichtung 63

mit der Schaufelachse 9 aufgespannt wird.

[0017] Als weitere Modifikation zeigt Figur 4 eine gemeinsame Beweglichkeit des ersten Plasmabrenners 19 und des zweiten Plasmabrenners 21 mittels einer Antriebseinheit 71, die einen Träger 72 für den ersten und zweiten Plasmabrenner 19, 21 parallel zur Schaufelachse 9 bewegt. Hierzu wird eine Kette 73 parallel zur Schaufelachse 9 bewegt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Plasmabeschichtung einer entlang einer Schaufelachse (9) gerichteten Turbinenschaufel (11),
bei dem mindestens drei Plasmabrenner (19, 21, 23) zum thermischen Plasmaspritzen gleichzeitig verwendet werden. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1,
bei dem einer der Plasmabrenner (19, 21, 23) einer Aufheizung der Turbinenschaufel (11) dient. 10
3. Verfahren nach Anspruch 1,
bei dem mindestens zwei der Plasmabrenner (19, 21, 23) voneinander unabhängig angesteuert werden. 15
4. Verfahren nach Anspruch 1,
bei dem die Turbinenschaufel (11) entlang der Schaufelachse (9) rotiert wird. 20
5. Verfahren nach Anspruch 4,
bei dem ein erster der Brenner (19) in einer ersten Spritzrichtung (67) auf die Turbinenschaufel (11) spritzt und um eine erste Rotationsachse (66) rotiert wird, die senkrecht zu dieser ersten Spritzrichtung (67) orientiert ist und in einer von dieser ersten Spritzrichtung (67) und der Schaufelachse (9) aufgespannten Ebene (E) liegt. 25
6. Verfahren nach Anspruch 5,
bei dem ein zweiter der Brenner (21) in einer zweiten Spritzrichtung (63) auf die Turbinenschaufel (11) spritzt und um eine zweite Rotationsachse (62) rotiert wird, die senkrecht zu dieser zweiten Spritzrichtung (63) orientiert ist und in einer von dieser zweiten Spritzrichtung (63) und der Schaufelachse (9) aufgespannten Ebene (E) liegt, wobei die erste Spritzrichtung (67) und die zweite Spritzrichtung (63) miteinander einen Winkel (α) grösser als 90° einschliessen. 30
7. Verfahren nach Anspruch 6,
bei dem der erste Brenner (19) und der zweite Brenner (21) gemeinsam entlang der Schaufelachse (9) verschoben werden. 35
8. Verfahren nach Anspruch 1,
bei dem ein dritter der Brenner (23) in einer dritten Spritzrichtung (53) auf die Turbinenschaufel (11) spritzt und um eine dritte Rotationsachse (56) rotiert wird, die in einer von dieser dritten Spritzrichtung (53) und der Schaufelachse (9) aufgespannten Ebene (E) liegt. 40
9. Verfahren nach Anspruch 8,
bei dem die dritte Rotationsachse (56) parallel zur Schaufelachse (9) liegt. 45
10. Verfahren nach Anspruch 8,
bei dem die dritte Rotationsachse (56) senkrecht zur Schaufelachse (9) liegt. 50
11. Verfahren nach Anspruch 8,
bei dem der dritte Brenner (23) in einer Richtung (51) senkrecht zu der Ebene (E) bewegt wird. 55
12. Verfahren nach Anspruch 8,
bei dem der dritte Brenner (23) entlang der dritten Spritzrichtung (53) bewegt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 8,
bei dem der dritte Brenner (23) parallel zur Schaufelachse (9) bewegt wird.
14. Verfahren nach Anspruch 1,
das im Vakuum durchgeführt wird.
15. Verfahren nach Anspruch 1,
bei dem durch das Plasmabeschichten eine Korrosions- und Oxidationsschutzschicht (81) aus MCrALX auf einen aus einer Nickel- oder Kobaltbasislegierung bestehenden Grundkörper (30) der Turbinenschaufel (11) aufgebracht wird.
16. Beschichtungsvorrichtung (1) zum Beschichten einer Turbinenschaufel (11) mittels eines Verfahrens gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche.

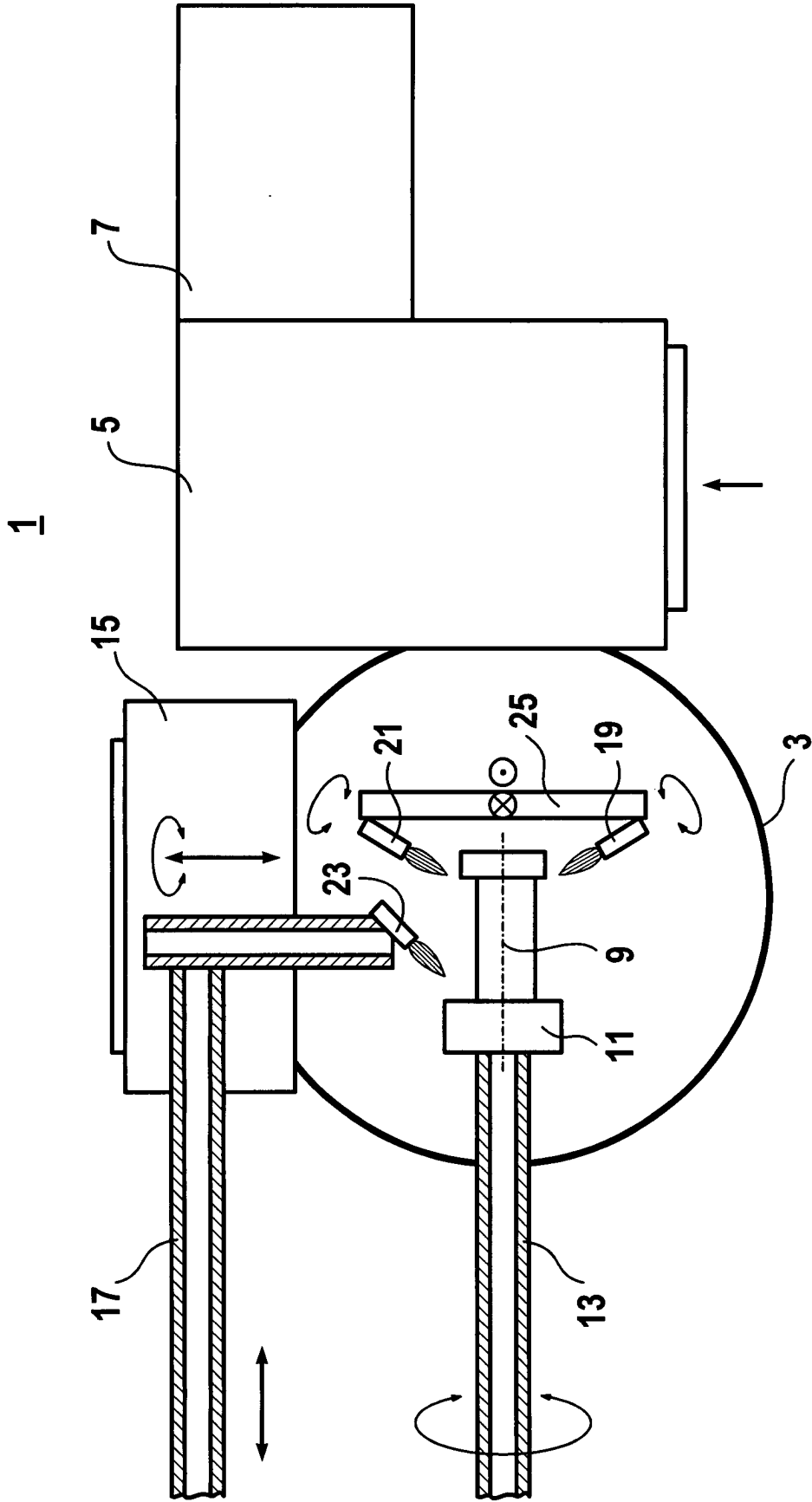


FIG 1

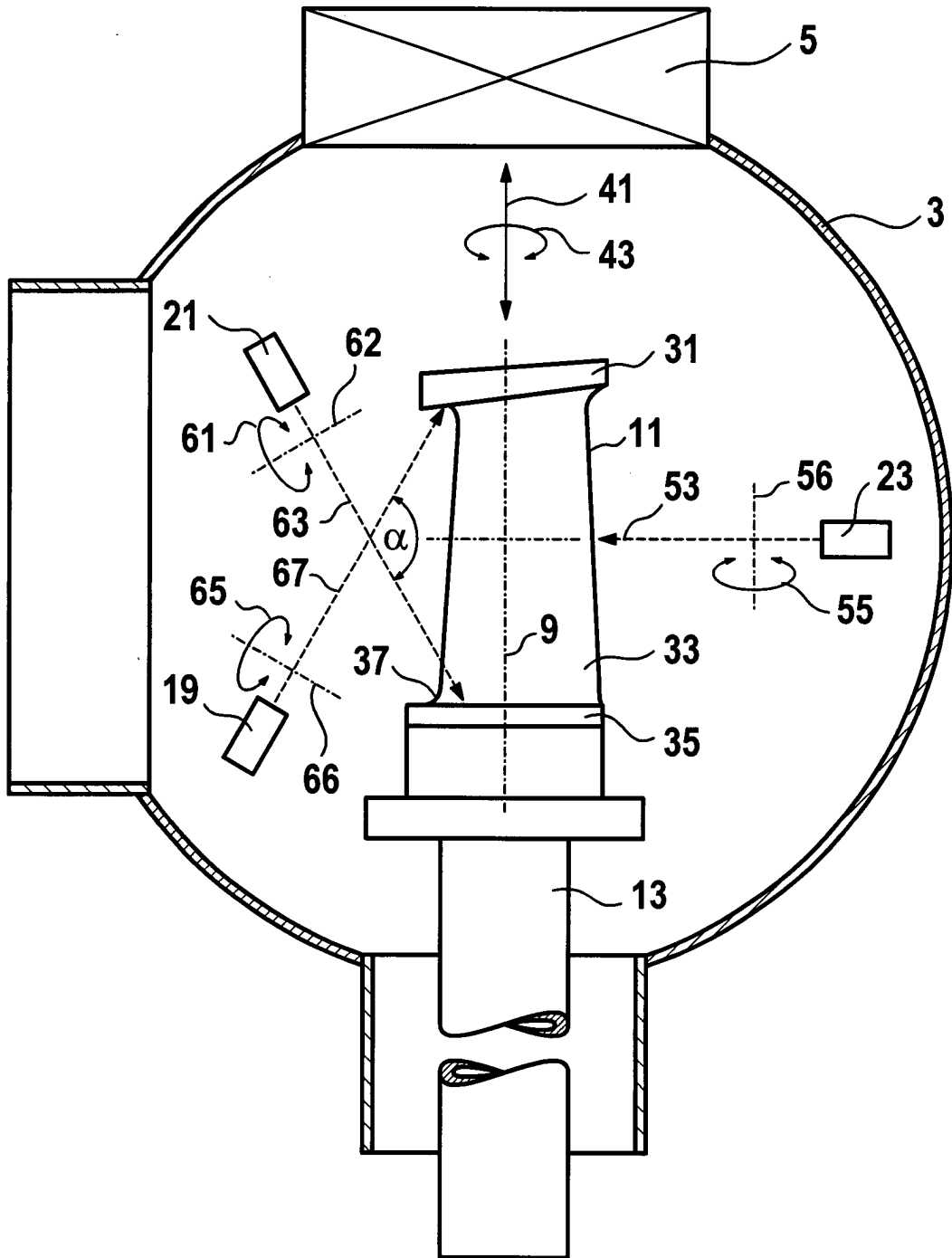


FIG 2

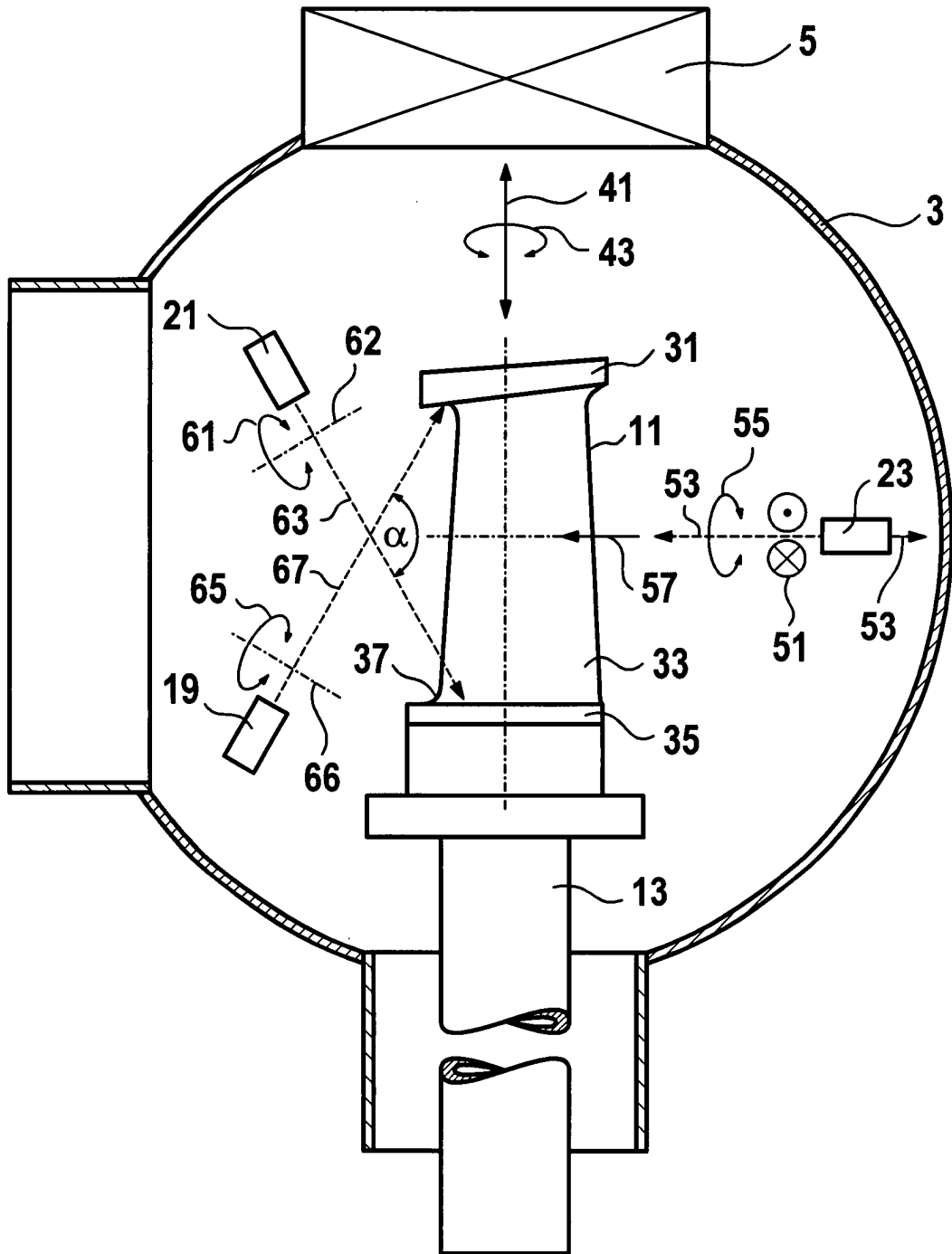


FIG 3

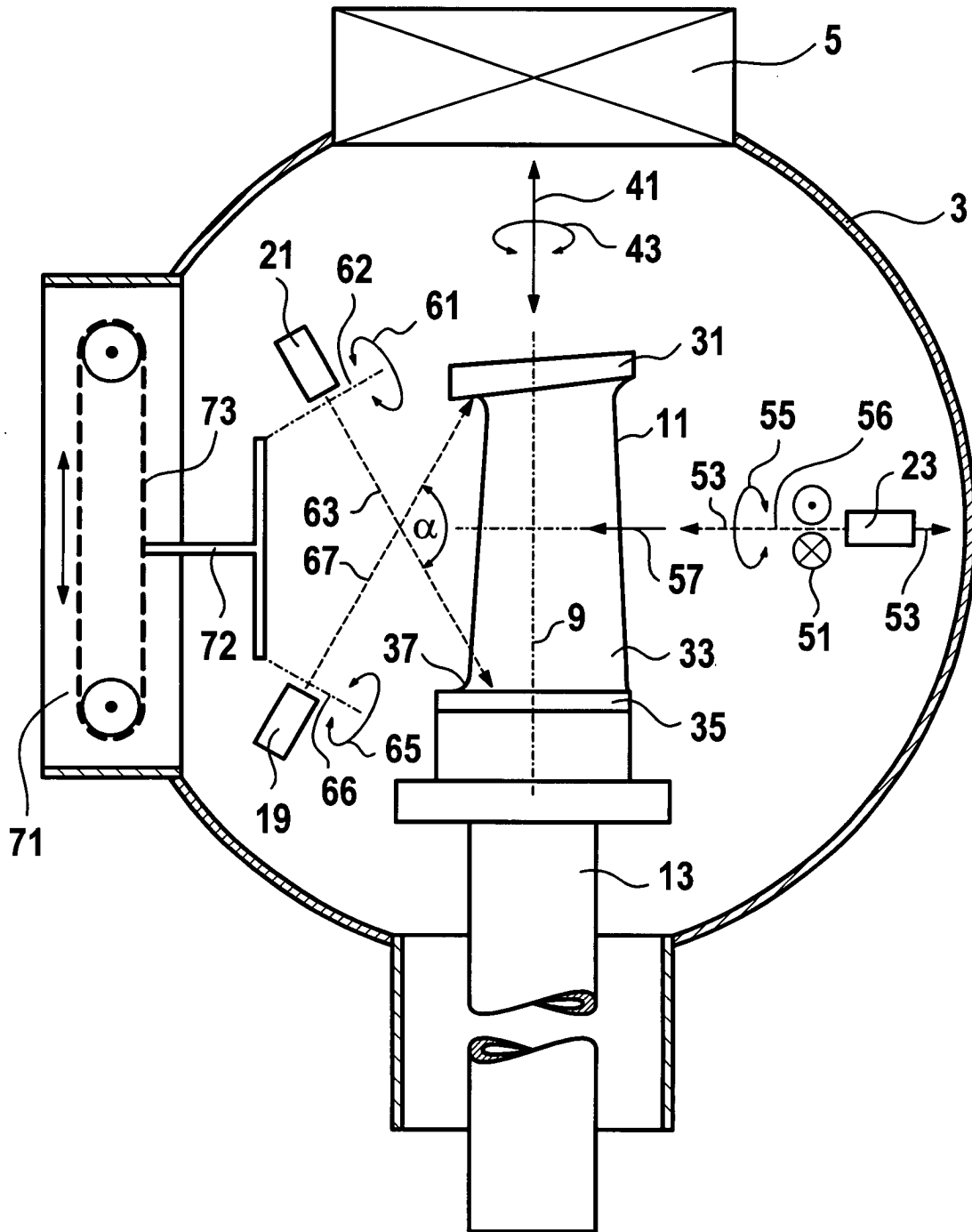


FIG 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 10 3457

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.CI.7)
X	US 4 683 148 A (RAIRDEN III JOHN R) 28. Juli 1987 (1987-07-28) * Spalte 3, Zeile 67 - Spalte 4, Zeile 26; Ansprüche 1,3 * * Spalte 13, Zeile 3 - Zeile 14 * -----	1-4, 14-16	C23C4/12
X	DE 40 40 893 A (GEN ELECTRIC) 27. Juni 1991 (1991-06-27) * Seite 14, Zeile 55 - Zeile 62; Beispiele * -----	1-3, 14-16	
A	US 3 461 268 A (INOUE KIYOSHI) 12. August 1969 (1969-08-12) * Spalte 8, Zeile 18 - Spalte 9, Zeile 2 * -----	1-16	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.CI.7)
			C23C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Forschortenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 11. Juli 2001	Prüfer Patterson, A
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	

EPC FORM 1503 03/92 (P04C03)

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

EP 01 10 3457

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.

11-07-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4683148 A	28-07-1987	DE 3784548 A	15-04-1993
		DE 3784548 T	07-10-1993
		EP 0244753 A	11-11-1987
		JP 62297452 A	24-12-1987
DE 4040893 A	27-06-1991	CA 2025302 A	27-06-1991
		FR 2656335 A	28-06-1991
		GB 2239462 A	03-07-1991
		IT 1243498 B	15-06-1994
		JP 4116149 A	16-04-1992
US 3461268 A	12-08-1969	KEINE	

EPC FORM P0461

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