(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 672 281 A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.06.2006 Patentblatt 2006/25

(51) Int Cl.:
F23R 3/00 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **04029874.7**

(22) Anmeldetag: **16.12.2004**

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

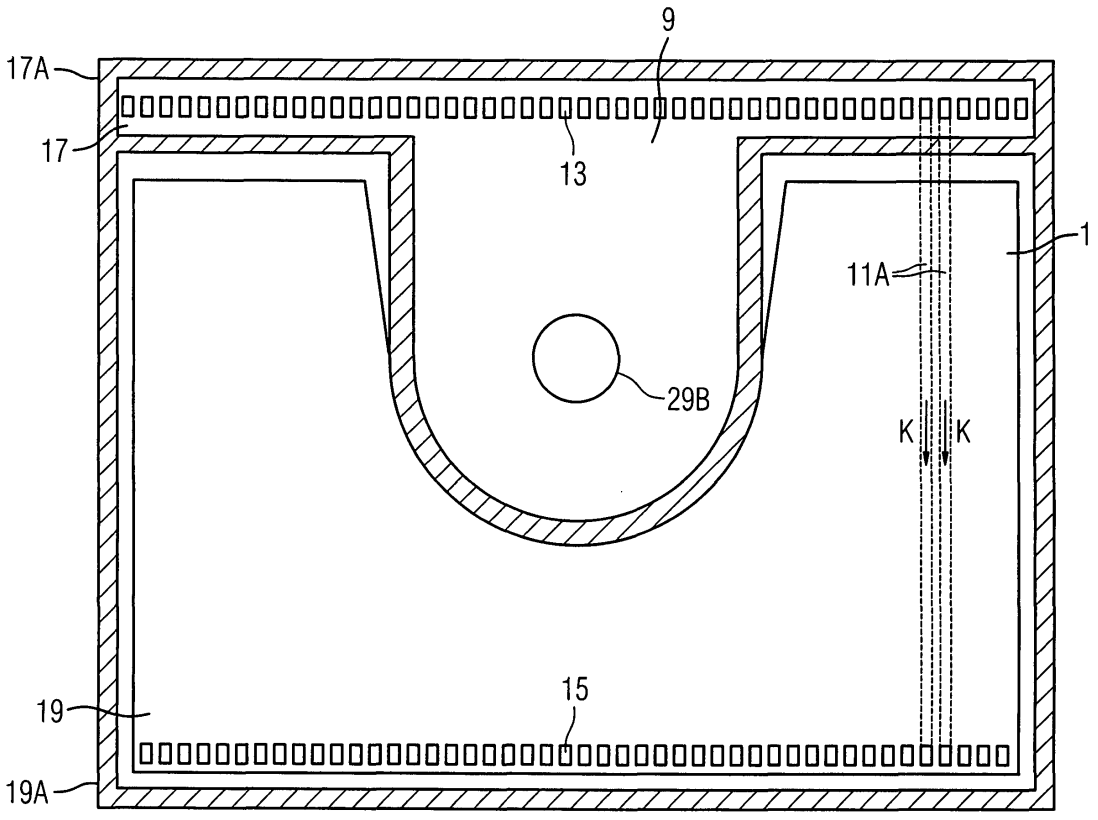
(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
80333 München (DE)

(72) Erfinder: **Pütz, Heinrich**
53804 Much (DE)

(54) Hitzeschildelement

(57) Die Erfindung betrifft ein Hitzeschildelement (1) mit einer Wand (3), die eine mit einem heißen Medium (M) beaufschlagbare Heißseite (5) und eine der Heißseite (5) gegenüberliegende Kaltseite (7) aufweist, und mit einem der Kaltseite (7) zugeordneten Verteilersystem (9) für Kühlmittel (K). Für eine besonders effektive Konvektivkühlung des Hitzeschildelements (1) sind innerhalb der Wand (3) eine Mehrzahl von entlang der Heißseite (5) verlaufenden Kühlkanälen (11A, 11B, 11C) vorgesehen. Die Kühlkanäle (11A, 11B, 11C) sind strömungstechnisch mit dem Verteilersystem (9) verbunden, so dass das Kühlmittel (K) mittels des Verteilersystems (9) auf die einzelnen Kühlkanäle (11A, 11B, 11C) verteilbar ist. Das konvektiv-kühlbare Hitzeschildelement (9) ist besonders vorteilhaft zur hitzebeständigen Auskleidung einer Brennkammer (23), insbesondere einer Brennkammer (23) einer Gasturbinenanlage (33) einsetzbar.

FIG 4



EP 1 672 281 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Hitzeschildelement mit einer Wand, die eine mit einem heißen Medium beaufschlagbare Heißseite und eine der Heißseite gegenüberliegende Kaltseite aufweist, und mit einem der Kaltseite zugeordneten Verteilersystem für Kühlmittel.

[0002] In einer Strömungsmaschine wird Nutzarbeit gewonnen durch die Expansion von einem strömenden heißen Medium, z. B. Heißgas. Mit Bezug auf die Erhöhung des Wirkungsgrades einer Strömungsmaschine wird unter anderem versucht eine möglichst hohe Temperatur des Heißgases zu erreichen, was aber zu einer sehr starken thermischen Belastung der Bauteile, die dem Heißgas unmittelbar ausgesetzt sind, führt. Deswegen ist es erforderlich, diese Bauteile möglichst temperaturresistent zu gestalten, so dass sie bei sehr hohen Temperaturen der Heißgase ausreichende Festigkeit besitzen. Hierzu bieten sich zum einen hochwarmfeste Werkstoffe, wie z. B. Keramiken an. Der Nachteil dieser Stoffe liegt sowohl in ihrer starken Sprödigkeit als auch in ihrer ungünstigen Wärme- und Temperaturleitfähigkeit. Als Alternative zu keramischen Werkstoffen bieten sich hochwarmfeste metallische Legierungen auf Eisen-, Chrom-, Nickel- und Kobaltbasis an. Da die Einsatztemperatur von hochwarmfesten Metalllegierungen aber deutlich unter der maximalen Einsatztemperatur von keramischen Werkstoffen liegt, ist es notwendig, metallische Hitzeschilde, die im Kontakt mit einem strömenden heißen Medium sind, zu kühlen.

[0003] In einer Gasturbine, die ein Beispiel für eine Strömungsmaschine ist, wird das zur Kühlung erforderliche Kühlmittel für gewöhnlich einem an die Turbine vorgeschalteten Verdichter in Form von Verdichterentnahmeluft entnommen. Um den Wirkungsgrad des thermodynamischen Prozesses trotz der Kühlluftentnahme vom Verdichter so hoch wie möglich zu halten, wird intensiv nach Kühlkonzepten gesucht, die einen möglichst effizienten Kühlmitteleinsatz gewährleisten.

[0004] Eine Möglichkeit der Kühlung wird in der DE 97 02 168 vorgeschlagen. In dieser Druckschrift wird eine Hitzschildanordnung mit einer Mehrzahl von Hitzeschildkomponenten beschrieben. Die Hitzeschildkomponenten sind an einer Tragstruktur befestigt und jede Hitzeschildkomponente ist entlang einer Hauptachse gerichtet, die im wesentlichen senkrecht zu dieser Tragstruktur angeordnet ist. Eine Hitzeschildkomponente weist eine parallel zur Tragstruktur verlaufende, einem Heißgas ausgesetzte Heißwand auf, die an einen Innenraum angrenzt. Eine entlang der Hauptachse gerichteter Einlasskanal für Kühlfluid verbreitet sich in Richtung der Heißgaswand in den Innenraum hinein. Er ist mit einer Abdeckwand abgeschlossen, welche Durchlässe zur Durchströmung von Kühlfluid aufweist. Die Abdeckwand ist im wesentlichen parallel zur Heißgaswand gerichtet und erstreckt sich über deren gesamte Ausdehnung. Das durch die Durchlässe unter hohem Druck strömende Kühlfluid prallt senkrecht auf der Innenoberfläche auf und bewirkt dort eine Prallkühlung. Von der Innenoberfläche gelangt das erwärmte Kühlfluid durch einen parallel zur Hauptachse verlaufenden Auslasskanal aus dem Innenraum der Hitzeschildkomponente heraus. An den Auslasskanal schließt sich ein Abfuhrkanal an, der beispielweise als Rohr ausgeführt sein kann. Der Abfuhrkanal führt vorzugsweise zu einem Brenner der Gasturbine, wo die erwärmte Kühlluft den Verbrennungsprozess unterstützt. Die DE 97 02 168 ist somit gekennzeichnet durch ein geschlossenes Kühlkonzept unter Einsatz einer Prallkühleinrichtung.

[0005] Aus der EP 1 005 620 B1 geht auch eine Prallkühlvorrichtung zur Kühlung der Brennkammerwand einer Gasturbine hervor. Die ganze Brennkammerwand ist mit Hitzeschildkomponenten ausgekleidet, die die Form von hohlen Kacheln haben und diese Hitzeschildkomponenten werden auf einer Tragstruktur der Brennkammer befestigt. Jede Hitzeschildkomponente weist einen Hohlkörper auf, dessen Bodenseite einem Heißgas aussetzbar ist. In dem Hohlkörper befindet sich ein weiterer kleinerer Hohlkörper als Einsatz. Dieser Einsatz weist an seiner Bodenseite Durchlassöffnungen auf, so dass eine Prallkühleinrichtung vorliegt. Dadurch ist ein Innenraum gebildet, der durch den Einsatz und die Tragstruktur begrenzt ist. Die Tragstruktur weist ein oder mehrere Einlasskanäle auf, durch die Kühlfluid in den Innenraum gelangen kann. Die Tragstruktur weist weiterhin Auslasskanäle aus dem Zwischenraum auf, der durch den Einsatz, den Höhlkörper und die Tragstruktur begrenzt ist. Zu einer Prallkühlung der Bodenseite strömt Kühlfluid unter hohem Druck durch die Einlasskanäle in den Innenraum des Prallkühleinsatzes und gelangt durch die Vielzahl von Prallkühlöffnungen in den Zwischenraum, wobei es gegen die Innenseite der Bodenseite prallt. Das nach der Prallkühlung erwärmte Kühlfluid wird aus dem Zwischenraum über die Auslasskanäle ausgeführt. Das Kühlfluid wird somit, auch bei der EP 1 005 620 B1, in einem geschlossenen Kühlkreislauf geführt.

[0006] Der Stand der Technik dargestellt in den oben genannten Druckschriften weist zwei große Nachteile auf. Einerseits die Prallkühlvorrichtungen zur Kühlung der Brennkammerwand einer Gasturbine vorgeschlagen in DE 97 02 168 and EP 1 005 620 B1 benötigen eine vergleichsweise große Menge an Kühlluft, die dem Verdichter entnommen wird und das führt zu einem schlechteren Wirkungsgrad des thermodynamischen Prozesses. Andererseits hat eine Prallkühlung zur Folge, dass die Temperaturverteilung auf der zu kühlende Wand ungleichmäßig ist, da lediglich lokal die Wärme gut abgeführt wird. Dadurch entstehen Temperaturgradienten und es ergibt sich eine sehr starke thermomechanische Belastung des Werkstoffes. Die zitierten Druckschriften bieten durch einige technischkonstruktive Modifikationen nur eine Verbesserung bezüglich der großen Menge von Verdichterentnahmeluft an. Die geschilderten Hitzeschildelemente werden so ausgelegt, dass ein geringer Verbrauch an Kühlluft gewährleistet ist. Dies ermöglicht einen ökonomischen Betrieb der Anlage, aber immer

noch unter der Bedingung, dass die Kühlluft unter vergleichsweise hohem Druck zur Prallkühlung in das zu kühlende Hitzeschildelement eingeführt wird.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Hitzeschildelement anzugeben, so dass die beschriebenen Nachteile des Stands der Technik überwindet werden, wobei insbesondere eine gleichmäßige Kühlung der zu kühlenden Wand bei effizientem Kühlmitteleinsatz ermöglicht wird.

[0008] Die auf das Hitzeschildelement gerichtete Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Hitzeschildelement mit einer Wand, die eine mit einem heißen Medium beaufschlagbare Heißseite und eine der Heißseite gegenüberliegende Kaltseite aufweist, und mit einem der Kaltseite zugeordneten Verteilersystem für Kühlmittel, wobei innerhalb der Wand eine Mehrzahl von entlang der Heißseite verlaufenden Kühlkanälen vorgesehen ist und diese Kühlkanäle strömungstechnisch mit dem Verteilersystem verbunden sind.

[0009] Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass die bestehenden Kühlkonzepte, die auf einer Prallkühlung der zu kühlenden Wand basieren an die Auslegungs- und Optimierungsgrenzen bezüglich des Kühlmittelverbrauchs gelangen. Daher beschreitet die Erfindung einen völlig anderen Weg die Wand zu kühlen, wobei konvektive Konzepte zur Anwendung kommen. Dabei wird erstmals vorgeschlagen, die zu kühlende Wand selbst für eine effiziente Konvektivkühlung auszulegen, in dem Kühlkanäle innerhalb der Wand vorgesehen sind. Diese Kühlkanäle werden mittels des zugeordneten Verteilersystems jeweils mit Kühlmittel, z.B. Kühlluft geeigneter Druck- und Temperaturniveaus sowie Massenstroms versorgt.

[0010] Die konvektive Kühlung, die im Betrieb in den Kühlkanälen stattfindet, erzielt eine Reduzierung der Temperatur in der zu kühlenden Wand selbst, noch bevor der große Teil des Wärmestromes das Innere des Hitzeschildes erreicht hat. Bei einer Prallkühlung wird die Wärme von dem hohlen Inneren des Hitzeschildelementes abtransportiert. In der vorliegenden Erfindung wird mittels der Kanäle in der Wand sehr viel Wärme in einem früheren Stadium der Wärmeübertragung abtransportiert. Auf diese Weise wird der Temperaturgradient der zwischen der Heißseite und der Kaltseite der zu kühlenden Wand deutlich reduziert. Der Vorteil der konvektiven Kühlung, die bereits in der Wand stattfindet, gegenüber der Prallkühlung oder der konvektiven Kühlung in dem Innenraum des Hitzeschildes ist, dass die Temperatur des Innenraums deutlich niedriger ist als in den anderen Fälle und das ist besonders günstig für die Bauteile des Hitzeschildes (Bolzen, Dichtungen, Feder) die nicht thermisch belastet werden.

[0011] Das neue Konzept, das in der vorliegenden Patentanmeldung offenbart wird, überwindet beide Nachteile aus dem Stand der Technik und sorgt für einen viel effizienteren Kühlmitteleinsatz. Die Vorteile eines Hitzeschildelementes ausgelegt nach diesem Konzept sind, dass dank der vorwiegend konvektiven Kühlung die Menge an Verdichterentnahmeluft bei einer Gasturbine noch weiter reduziert werden kann, im Vergleich zu dem oben diskutierten Stand der Technik. Zeitgleich sorgt diese Art von Kühlung für eine gleichmäßige Temperaturverteilung in der Wand des Hitzeschildelementes.

[0012] Vorzugsweise weisen die Kühlkanäle einen Einlass und einen Auslass für das Kühlmittel auf. Dabei sind zwei Ausführungsformen und die Kombination von beiden möglich. Bei der ersten Ausführungsform weist jeder der Kühlkanäle einen jeweiligen Einlass und jeweiligen Auslass auf. Bei der zweiten Ausführungsform handelt es sich um einen gemeinsamen Einlass (bzw. Auslass) der mit mehreren Kanälen verbunden ist, bzw. strömungstechnisch kommuniziert.

[0013] Weiter bevorzugt weist die zu kühlende Wand einen ersten Seitenbereich und einen gegenüberliegenden zweiten Seitenbereich auf, so dass der Einlass des Kühlkanals im ersten Seitenbereich angeordnet ist und der Auslass im zweiten Seitenbereich angeordnet ist. Auf diese Weise kann das Kühlmittel über das Verteilersystem in den ersten Seitenbereich geleitet werden und über den Einlass im ersten Seitenbereich in die zu kühlende Wand eintreten. Das Kühlmittel tritt dann an dem gegenüberliegenden Seitenbereich aus und das führt zu einer gleichmäßigen Kühlung entlang und innerhalb der ganzen Wand. Auf ihrem Weg vom ersten Seitenbereich bis zum zweiten Seitenbereich kann das Kühlmittel aufgrund der Wegstrecke im Kühlkanal und der mittleren Verweilzeit entsprechend viel Wärmeenergie aufnehmen, was zu einem geringen Kühlmittelbedarf führt. Die Länge der Kühlkanäle und damit die Länge des Hitzeschildelementes werden so gewählt, dass bei der höchstmöglichen Kühlmittelaufheizung alle Temperaturrandbedingungen eingehalten werden, d.h. die Aufheizung des Kühlmittels kann durch Variationen der Hitzeschild- bzw. Wandlänge bis an die zulässige Grenze erhöht werden.

[0014] In einer anderen bevorzugten Ausführungsform sind der Einlass und der Auslass der Kühlkanäle im ersten Seitenbereich der Wand angeordnet. Bei dieser Ausgestattung werden die oben genannten Vorteile beibehalten - das Hitzeschildelement wird vom ersten Seitenbereich bis zum zweiten Seitenbereich von Kühlkanälen durchgezogen, die für eine gleichmäßige Temperaturverteilung an der zu kühlenden Wand sorgen und gleichzeitig ermöglicht diese Ausführung einen effizienteren Kühlmitteleinsatz. Bei dieser Konfiguration, bei der Einlass und Auslass in demselben Seitenbereich der Wand angeordnet sind, vollzieht der Kühlkanal und damit das Kühlmittel eine Richtungsänderung beim Durchströmen der Wand. Dadurch können Temperaturgradienten weiter verringert werden, da im Mittel in einem Seitenbereich der Wärmeabtransport gleichmäßiger ist, z. B. nur bis zur Mitte der Wand.

[0015] Ein weiteres bevorzugtes Merkmal des Hitzeschildelementes umfasst einen Kühlkanal dessen Einlass sich im ersten Seitenbereich der Wand befindet und mindestens eine Kehrtwendung im zweiten Seitenbereich der Wand aufweist, so dass bei einer Kühlung ne-

beneinander liegende Kanäle entgegengesetzt durchströmbar sind, so dass ein Gegenstrom von Kühlmittel in der Wand erzeugbar ist. Das Prinzip hier ist, dass die zulässige Menge an Wärme, die das Kühlmittel von der zu kühlenden Wand aufnehmen kann, nicht durch Variationen der Wandlänge erreicht wird, sondern bei konstanter Größe des Hitzeschildelementes wird die Länge des Kanals erhöht, was zu mindestens einer Kehrtwendung im zweiten Seitenbereich führt.

[0016] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung dieses Prinzips umfasst die Anwendung eines Kühlkanals der serpentinenförmig ist. Dies bedeutet mehr als eine Kehrtwendung des Kühlkanals und weist mehrere nebeneinander liegende Kanäle auf, in denen ein Gegenstrom von Kühlmittel erzeugt ist. Dabei kann der Auslass des Kühlkanals sowohl im ersten als auch im zweiten Seitenbereich angeordnet sein.

[0017] Bevorzugtermaßen sind die Kühlkanäle näher an der Heißseite als an der Kaltseite der zu kühlenden Wand angeordnet. Diese Ausführung führt zu einem deutlich verbesserten Wärmeübergang zwischen der Heißseite der Wand und dem Kühlmittel in den Kanälen. Dabei wird die Gesamtdicke der Wand so ausgelegt, dass Verformungen und Spannungen berücksichtigt und beherrscht werden. Vorzugsweise beträgt der Abstand der Kühlkanäle von der Heißseite zwischen 20% und 40% der Wandstärke. Ein höherer Abstand würde den Wärmeübergang beeinträchtigen, einen kleineren würde zu erheblichen Verformungen der Heißenseite der Wand führen.

[0018] Bevorzugt ist das Verteilersystem direkt auf der Kaltseite der zu kühlenden Wand angebracht. Das Kühlmittel kann - z.B. im montierten Zustand an einer Brennkammerwand mit einer mit einer Tragstruktur - durch einen abgedichteten Zufuhrkanal in das Hitzeschild eintreten: dabei werden im System keine Leckagen auftreten. Dieser Zufuhrkanal ist z.B. in der Tragstruktur gebildet. Er mündet im montierten Zustand des Hitzeschildelementes in das Verteilersystem selbst und kann auch als einen Teil des Verteilersystems angesehen werden. Über das Verteilersystem auf der Kaltseite des Hitzeschildelementes gelangt das Kühlmittel zum ersten Seitenbereich und tritt dort in die Kühlkanäle ein. Das Verteilersystem und die Kühlkanäle können sowohl für eine geschlossene als auch für eine offene Kühlung ausgelegt werden, jedoch bevorzugt ist eine offene Kühlung vorgesehen. Bei dieser Ausführung werden die Auslässe der Kühlkanäle vorzugsweise an der Kaltseite angebracht, so dass Kühlmittel die Wand beim Austritt aus den Kühlkanälen teilweise unterströmt bzw. eine Sperrluftwirkung erzielt ist. Der Druck des Kühlmittels ist höher als der Umgebungsdruck der Heißgase. Dadurch wird verhindert, dass Heißgas in das Hitzeschildelement eindringt oder die Tragstruktur angreift.

[0019] Das Hitzeschildelement besteht vorzugsweise aus einem hochtemperaturbeständigen Material, insbesondere einem Metall oder Metalllegierung, z.B. hochtemperaturresistente Legierungen auf Eisen-, Chrom-, Nickel- and Kobaltbasis. Die Länge des Hitzschildelementes von dem äußeren Rand des ersten Seitenbereichs bis zum äußeren Rand des zweiten Seitenbereichs ist vorzugsweise zwischen 200mm und 400mm. Mit diesen Abmessungen ist typischerweise eine flächendeckende Auskleidung einer zu schützenden Wand, z.B. einer Brennkammerwand, erreichbar.

[0020] Das Hitzeschildelement wird zur Kühlung einer heißgasführenden Komponente benutzt, insbesondere eine Brennkammer, vorzugsweise eine ringförmige Brennkammer einer Gasturbine, die eine Tragstruktur aufweist, an der solche Hitzeschildelemente angebracht sind. Das Hitzeschildelement ist dabei vorzugsweise mit einem Befestigungsbolzen an der Tragstruktur der Brennkammer befestigt. Der Bolzen befindet sich bevorzugt auf der Kaltseite der zu kühlenden Wand, was im Betrieb sehr vorteilhaft ist.

[0021] Die Tragstruktur der Brennkammer weist bevorzugt mindestens einen Zufuhrkanal auf, so dass Kühlmittel über den Zufuhrkanal dem Hitzeschildelement zuführbar ist. Der Zufuhrkanal ist dabei in die Tragstruktur eingebracht, z.B. als Bohrung oder als eine Mehrzahl von dem Zufuhrkanal bildenden Bohrungen. Dieser Zufuhrkanal mündet vorzugsweise in das Verteilersystem ein. Der Zufuhrkanal ist gegenüber der Umgebung abgedichtet um Leckagen zu vermeiden.

[0022] Die Brennkammer, an der Hitzeschildelemente angebracht sind, ist bevorzugtermaßen Teil einer Gasturbinenanlage. Diese Gasturbinenanlage weist einen Verdichter auf, von dem vorzugsweise Kühlluft als Kühlmittel zur Kühlung der Brennkammer abzweigbar ist. Diese Verdichterentnahmeluft dient zur Kühlung der Hitzeschildelemente.

[0023] Anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele werden der Aufbau und die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Hitzeschildelemente näher erläutert. Es zeigen hierbei teilweise schematisch und vereinfacht:

- FIG 1 einen Halbschnitt durch eine Gasturbinenanlage mit Verdichter, Brennkammer und Turbine,
- FIG 2 einen Längsschnitt durch das Hitzeschildelement,
- FIG 3 einen Querschnitt durch das Hitzeschildelement gemäß Fig. 2,
- FIG 4 einen Querschnitt durch ein Hitzeschildelement gemäß Fig. 2, mit einer bezüglich der zu kühlenden Wand tieferen Schnittebene als in Fig. 3,
- FIG 5 einen Querschnitt durch eine Hälfte eines Hitzeschildelementes mit Kühlkanälen, und
- FIG 6 einen Querschnitt durch eine Hälfte eines Hitzeschildelementes mit gegenüber Fig. 5 alternativer Ausgestaltung der Kühlkanäle.

[0024] FIG 1 zeigt eine Gasturbinenanlage 33, die teilweise längs aufgeschnitten dargestellt ist. Die Gasturbinenanlage 33 weist einen Verdichter 35, eine Ringbrennkammer 23 mit einer Mehrzahl von Brennern 37 für einen

flüssigen oder gasförmigen Brennstoff sowie eine Gasturbine 25 zum Antrieb des Verdichters 35 und eines in FIG 1 nicht dargestellten Generators auf. Dabei ist die ganze Brennkammerwand mit in der FIG 2 näher dargestellten Hitzeschildelementen 1 ausgekleidet, bzw. die Hitzeschildelemente 1 sind an einer Tragstruktur 27 an der Brennkammerwand angebracht. Im Betrieb der Gasturbinenanlage 33 wird Luft L aus der Umgebung angesaugt. Im Verdichter 35 wird die Luft L verdichtet und dadurch teilweise erwärmt. Ein kleiner Teil der Luft L wird dem Verdichter 35 entnommen und als Kühlmittel K den Hitzeschildelementen 1 zugeführt, der größere Teil der Luft L wird den Brennern zur Verbrennung zugeführt. In der Brennkammer 23 wird der größere Teil der Luft L aus den Verdichtern 35 mit dem flüssigen oder gasförmigen Brennstoff zusammengebracht und verbrannt. Dabei entsteht das heiße Medium M, insbesondere Heißgas, das die Gasturbine 27 antreibt. In der Gasturbine 27 erfolgt eine Entspannung und Abkühlung des Heißgases M.

[0025] In FIG 2 ist in einem Längsschnitt ein Hitzeschildelement 1, das an der Tragstruktur 27 angebracht ist, schematisch dargestellt. Das Hitzeschildelement 1 ist mit einem Befestigungsbolzen 29 an der Tragstruktur 27 befestigt. Das Hitzeschildelement 1 weist eine Wand 3 auf. Die Wand 3 weist eine mit dem heißen Medium M beaufschlagbare Heißseite 5 und eine der Heißseite 5 gegenüberliegende Kaltseite 7 auf. Entlang der Heißseite 5 innerhalb der Wand 3 verlaufen Kühlkanäle 11. Ein Verteilersystem 9 für Kühlmittel K ist der Kaltseite 7 zugeordnet; vorliegend ist das Verteilersystem 9 direkt auf der Kaltseite 7 angebracht und ist damit Bestandteil des Hitzeschildelementes 1 selbst. Das Verteilersystem 9 ist strömungstechnisch mit den Kühlkanälen 11 verbunden, so dass Kühlmittel K über das Verteilersystem 9 auf die Kühlkanäle 11 verteilbar ist. Hierbei wird durch die Zufuhrkanäle 31, die in der Tragstruktur 27 eingebracht sind, Kühlmittel K, insbesondere Kühlluft L, die dem Verdichtern 35 entnommen wird, in das Verteilersystem 9 geleitet und gelangt dadurch in den Raum auf der Kaltseite 7 der Wand 3. Das Verteilersystem 9 sorgt dafür, dass das Kühlmittel K, das immer noch unter hohem Druck steht, in die Kühlkanäle 11 eingeführt wird, wo es durch seine Strömung innerhalb der Vielzahl von Kühlkanälen 11 zu einer besonders effektiven Konvektivkühlung der Wand 3 führt. Um Leckagen zu vermeiden sind die Zufuhrkanäle 31 gegenüber der Umgebung mit Dichtungen 41 an den Verbindungsstellen zwischen dem Hitzeschildelement 1 und der Tragstruktur 27 abgedichtet.

[0026] FIG 3 zeigt einen Querschnitt durch das Hitzeschildelement gemäß FIG. 2, auf dem das Verteilersystem 9 und die Auslässe 15 der Kanäle 11 im Detail dargestellt sind. Das Kühlmittel K strömt durch die Zufuhrkanäle 31 in das Hitzeschildelement 1 ein. Von dort gelangt es durch das Verteilersystem 9, das sich bezüglich der in FIG 3 gezeigten Schnittebene tiefer in Richtung der zu kühlenden Wand 3 erstreckt, zum ersten Seitenbereich 17 des Hitzeschildelementes 1. Im ersten Seitenbereich 17 befinden sich die Einlässe (siehe FIG 4) der Kühlkanäle 11. Der erste Seitenbereich 17 wird außerdem durch seinen äußeren Rand 17A begrenzt. Gegenüber dem ersten Seitenbereich 17 an der Wand 3 liegt der zweite Seitenbereich 19. Der zweite Seitenbereich 19 weist einen äußeren Rand 19A auf. Das Kühlmittel K, das innerhalb der Kühlkanäle 11 vom ersten Seitenbereich 17 bis zum zweiten Seitenbereich 19 strömt entweicht durch die Auslässe 15 der Kühlkanäle 11 aus dem Hitzeschildelement 1. Auf FIG 3 ist auch eine Befestigungsöffnung 29B zu erkennen. Die Befestigungsöffnung 29B ist von einer Mehrzahl von Zufuhrkanälen 31 konzentrisch umgeben und diese weisen folglich den gleichen Abstand von der Befestigungsöffnung auf. Die ringförmige Dichtung 41 ist um die Zufuhrkanäle 31 angelegt, damit das ganze System von Zufuhrkanälen 31 und vom Befestigungsbolzen 31 das sie umschließt, von der Umgebung abgedichtet wird.

[0027] FIG 4 stellt einen Querschnitt durch ein Hitzeschildelement 1 gemäß FIG 2 dar, mit einer bezüglich der zu kühlenden Wand 3 tieferen Schnittebene als in FIG 3. Das Verteilersystem 9 umschließt die Befestigungsöffnung 29B und steht in Strömungsverbindung mit den Einlässen 13 der Kühlkanäle 11A. Die Einlässe 13 sind im ersten Seitenbereich 17 angeordnet. Die Auslässe 15 sind im zweiten Seitenbereich 19 angeordnet. Somit erstrecken sich die Kühlkanäle 11A vom ersten Seitenbereich 17 direkt, insbesondere geradlinig, zum zweiten Seitenbereich 19 entlang der zu kühlenden Wand 3. Das Kühlmittel K erzeugt bei dieser Anordnung einen Gleichstrom von Kühlmittel K vom ersten Seitenbereich 17 bis zum zweiten Seitenbereich 19, wo das Kühlmittel K aus dem Hitzeschildelement 1 ausströmt. Das Kühlmittel K kann weiterhin nach der Kühlaufgabe zur Sperrung gegenüber Heißgasen M verwendet werden, um die Tragstruktur vor einem Heißgasangriff zu schützen.

[0028] FIG 5 zeigt einen Querschnitt durch eine Hälfte eines Hitzeschildelementes 1 mit Kühlkanälen 11B, die einen Gegenstrom von Kühlmittel K in der zu kühlenden Wand 3 erzeugen. Im zweiten Seitenbereich 19 nah an dem äußeren Rand 19A weisen die Kühlkanäle 11B eine Kehrtwendung 21 auf, bei der Kühlmittel K seine Richtung ändert und zurück in Richtung des ersten Seitenbereichs 17 strömt. Die Auslässe 15 der Kühlkanäle 11B befinden sich in der vorliegenden Anordnung im ersten Seitenbereich 17 in einem vom Verteilersystem 9 abgetrennten Raum und liegen näher an dem äußeren Rand 17A als die Einlässe 13. In diesem Ausführungsbeispiel sind Einlässe 13 und Auslässe 15 gegeneinander versetzt in dem ersten Seitenbereich 17 angeordnet. Von dem Verteilersystem 9 werden die Einlässe 13 mit Kühlmittel K beaufschlagt.

[0029] In FIG 6 wird ein Querschnitt durch eine Hälfte eines Hitzeschildelementes 1 mit gegenüber FIG 5 alternativer Ausgestaltung der Kühlkanäle 11C gezeigt. Das Kühlmittel K, das vom Verteilersystem 9 in die Einlässe 13 der Kühlkanäle 11C eingeführt wird, strömt vom ersten Seitenbereich 17 entlang der zu kühlenden Wand

3 in Richtung des zweiten Seitenbereichs 19. Im zweiten Seitenbereich 19 weisen die Kühlkanäle eine Kehrtwendung 21 auf. Hier ändert das Kühlmittel K zum ersten Mal seine Strömungsrichtung. Wenn die Kühlkanäle 11C wieder den ersten Seitenbereich 17 erreichen, kehren sie noch einmal um und weisen an der Stelle eine zweite Kehrtwendung 21 auf. Dadurch werden nebeneinander liegende Kanäle entgegengesetzt durchströmt, so dass ein Gegenstrom von Kühlmittel K erzeugt ist. Die Auslässe 15 der Kühlkanäle 11C sind in diesem Fall im zweiten Seitenbereich 19 angeordnet.

[0030] Bei einer serpentinenförmigen Ausführung der Kühlkanäle (11B, 11C) ist es möglich, dass die Einlässe 13 und Auslässe 15 der Kühlkanäle 11B in demselben Seitenbereich angeordnet sind, oder dass die Einlässe 13 im ersten Seitenbereich 17 und die Auslässe 15 im zweiten Seitenbereich 19 angeordnet sind. Dabei weisen beide Konfigurationen mindestens eine Kehrwendung 21 auf und dadurch wird ein Gegenstrom von Kühlmittel K erzeugt. Es kann somit je nach Kühlungsanforderung eine Vielzahl von Kehrtwendungen 21 vorgesehen sein, um eine serpentinenförmige Kühlstruktur zu erreichen. Es sind auch verschiedene Kühlanordnungen möglich, bei denen die geraden Kühlkanäle 11A und die serpentinenförmigen Kühlkanälen 11B und 11C miteinander bei einem Hitzeschildelement 1 kombiniert sind.

[0031] Zusammenfassend kann man insbesondere festhalten, dass die vorliegende Erfindung eine neuartige besonders effiziente Kühlung eines Hitzeschildelementes vorschlägt. Die Grundidee dabei ist, dass Kühlkanäle innerhalb der zu kühlenden Wand des Hitzeschildelementes vorgesehen sind. Dadurch kann die Wand, die im Betrieb mit heißem Medium beaufschlagt ist, sehr wirkungsvoll konvektiv gekühlt werden. Die Konvektivkühlung, die in der Wand selbst erreicht wird, sorgt einerseits für einen sehr effizienten Kühlmitteleinsatz und andererseits für eine sehr gleichmäßige Temperaturverteilung der zu kühlenden Wand.

Patentansprüche

1. Hitzeschildelement (1) mit einer Wand (3), die eine mit einem heißen Medium (M) beaufschlagbare Heißseite (5) und eine der Heißseite (5) gegenüberliegende Kaltseite (7) aufweist, und mit einem der Kaltseite (7) zugeordneten Verteilersystem (9) für Kühlmittel (K) **dadurch** ge-k e n n z e i c h n e t, dass innerhalb der Wand (3) eine Mehrzahl von entlang der Heißseite (5) verlaufenden Kühlkanälen (11A, 11B, 11C) vorgesehen ist, wobei die Kühlkanäle (11A, 11B, 11C) strömungstechnisch mit dem Verteilersystem (9) verbunden sind.

2. Hitzeschildelement (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet , dass** die Kühlkanäle (11A, 11B, 11C) einen Einlass (13) und einen Auslass (15) für das Kühlmittel (K) aufweisen.

3. Hitzeschildelement (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wand (3) einen ersten Seitenbereich (17) und einen gegenüberliegenden zweiten Seitenbereich (19) aufweist, und dass der Einlass (13) des Kühlkanals (11A) im ersten Seitenbereich angeordnet ist und der Auslass (15) im zweiten Seitenbereich (19) angeordnet ist.

4. Hitzeschildelement (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Einlass (13) und der Auslass (15) der Kühlkanäle (11B) im ersten Seitenbereich (17) der Wand (3) angeordnet sind.

5. Hitzeschildelement (1) nach einem der Ansprüche 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Kühlkanal (11B, 11C) dessen Einlass (13) sich im ersten Seitenbereich (17) der Wand (3) befindet mindestens eine Kehrtwendung (21) im zweiten Seitenbereich (19) der Wand (3) aufweist, so dass bei einer Kühlung nebeneinanderliegende Kanäle (11A, 11B) entgegengesetzt durchströmbar sind, so dass ein Gegenstrom von Kühlmittel (K) in der Wand (3) erzeugbar ist.

6. Hitzeschildelement (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kühlkanal (11B, 11C) serpentinenförmig ist.

7. Hitzeschildelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlkanäle (11A, 11B, 11C) näher an der Heißseite (5) als an der Kaltseite (7) der Wand (3) angeordnet sind.

8. Hitzeschildelement (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand der Kühlkanale (11A, 11B, 11C) von der Heißseite (5) zwischen 20% und 40% der Wandstärke beträgt.

9. Hitzeschildelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verteilersystem (9) direkt auf der Kaltseite (7) der Wand (3) angebracht ist.

10. Hitzeschildelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verteilersystem (9) und die Kühlkanäle (11A, 11B, 11C) für eine offene Kühlung ausgelegt sind.

11. Hitzeschildelement (1) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet , dass** der Auslass (13) eines Kühlkanals (11A, 11B, 11C) an der Kaltseite (7) angebracht ist.

12. Hitzeschildelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass das Hitzeschild-

element (1) aus einem hochtemperaturbeständigen Metall oder Metalllegierung besteht.

13. Hitzeschildelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Länge das Hitzeschildelement (1) zwischen von dem äußeren Rand (17A) des ersten Seitenbereichs (17) bis zum äußeren Rand (19A) des zweiten Seitenbereichs (19) zwischen 200mm and 400mm ist.

14. Brennkammer (23), vorzugsweise eine ringförmige Brennkammer einer Gastrubine (25), die eine Tragstruktur (27) aufweist an der Hitzeschildelemente (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12 angebracht sind.

15. Brennkammer (23) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hitzschildelement (1) mit einem Befestigungsbolzen (29) an der Tragstruktur (27) befestigt ist.

16. Brennkammer (23) nach einem der Ansprüche 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Tragstruktur (27) mindestens ein Zufuhrkanal (31) eingebracht ist, so dass Kühlmittel (K) über den Zufuhrkanal (31) dem Hitzeschildelement (1) zuführbar ist.

17. Brennkammer (23) nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zufuhrkanal (31) in das Verteilersystem (9) einmündet.

18. Gasturbinenanlage (33) mit einer Brennkammer (23) nach einem der Ansprüche 14 bis 17.

19. Gasturbinenanlage (33) nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese einen Verdichter (35) aufweist, von dem Luft (L) als Kühlmittel (K) zur Kühlung der Brennkammer (23) abzweigbar ist.

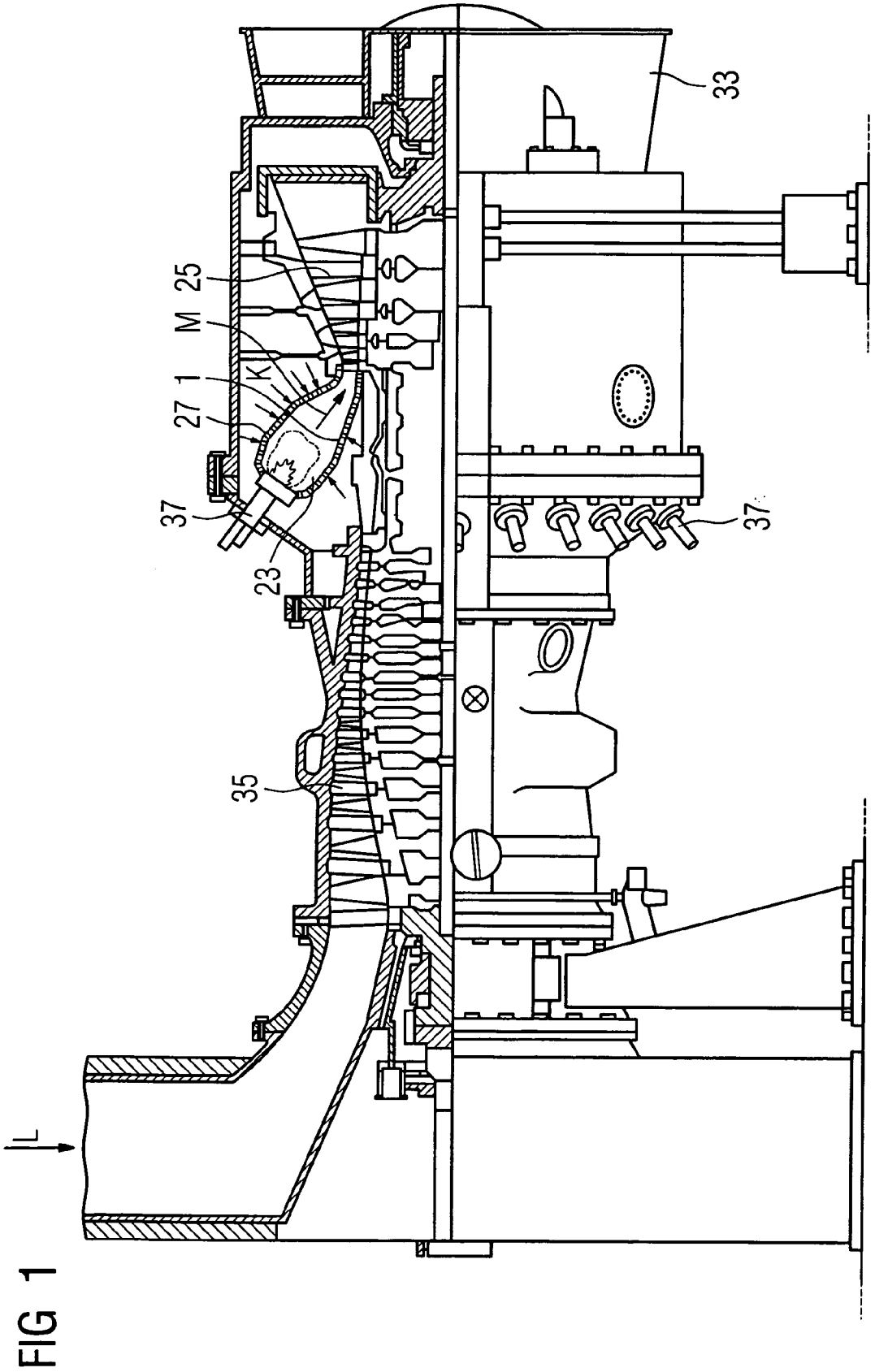


FIG 1

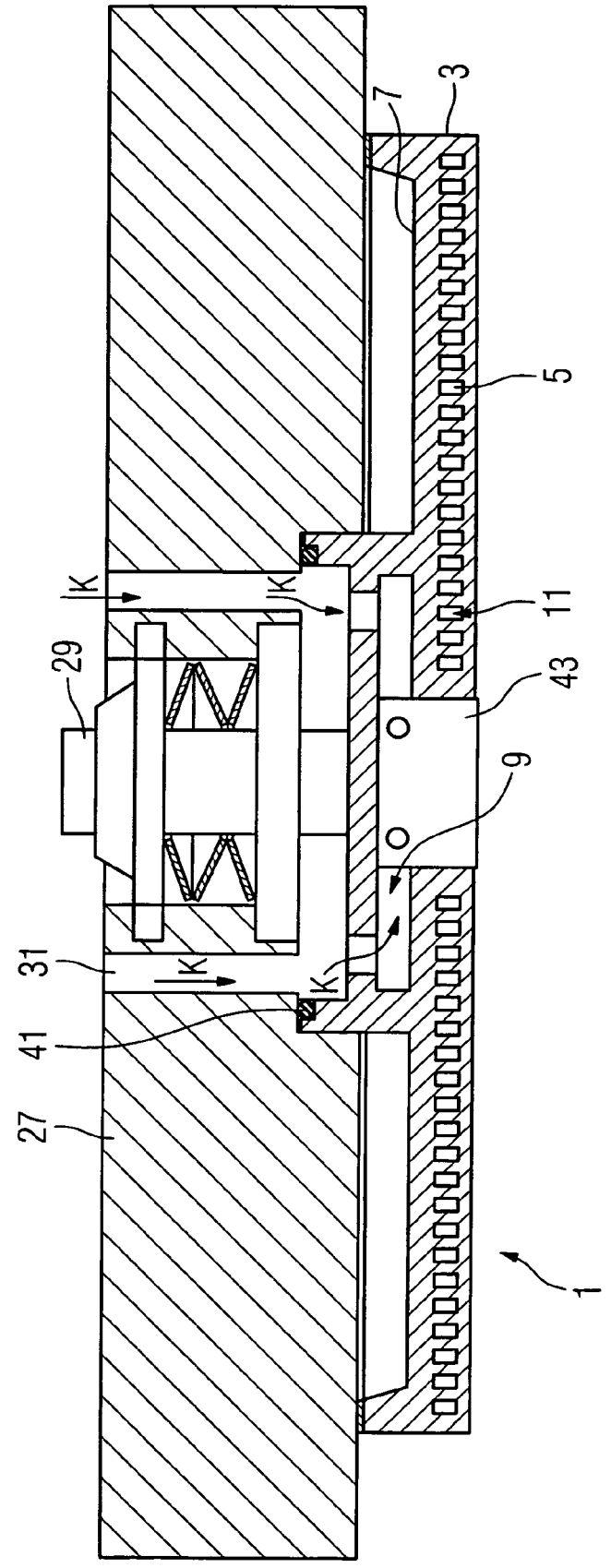


FIG 2

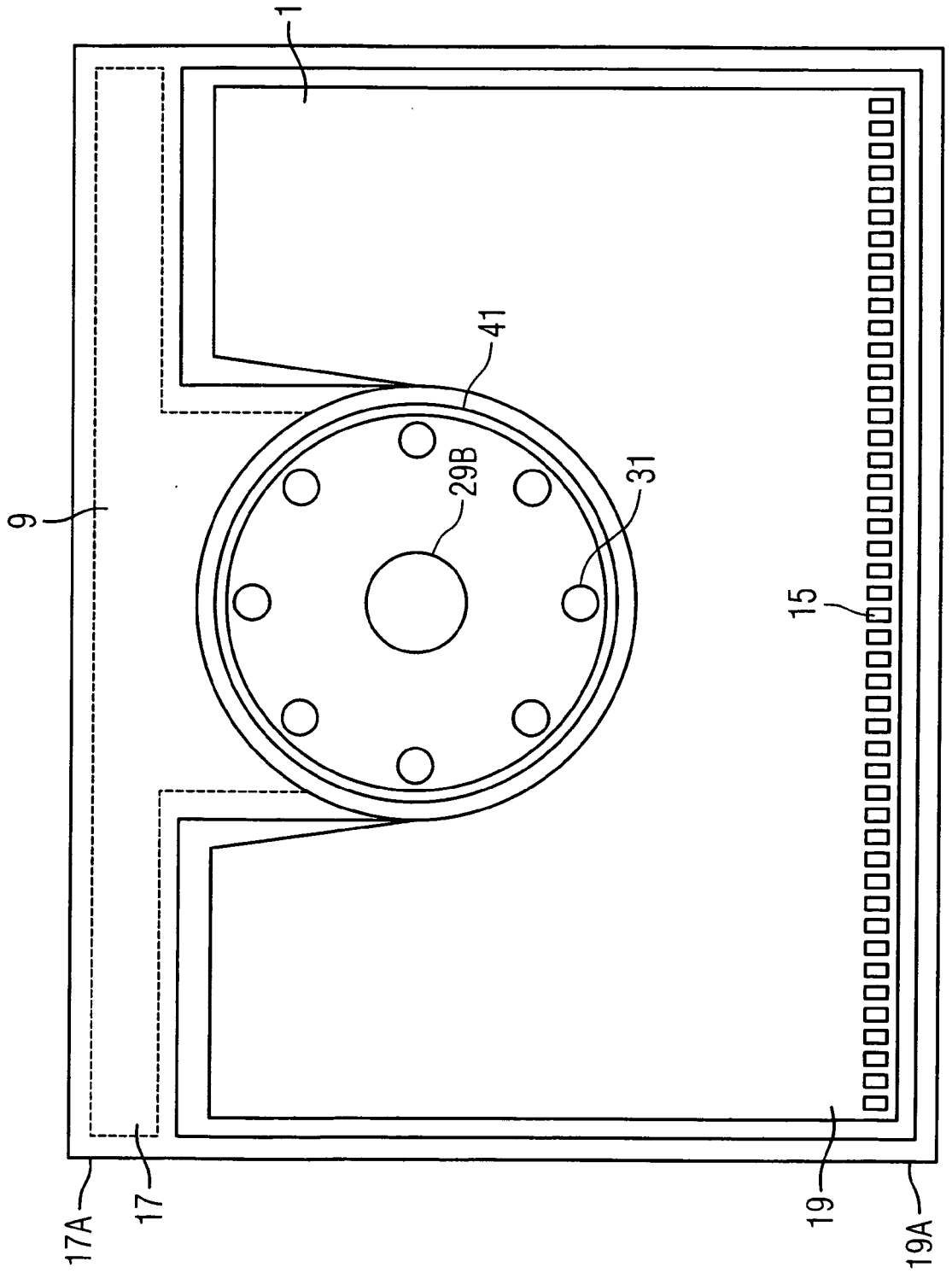


FIG 3

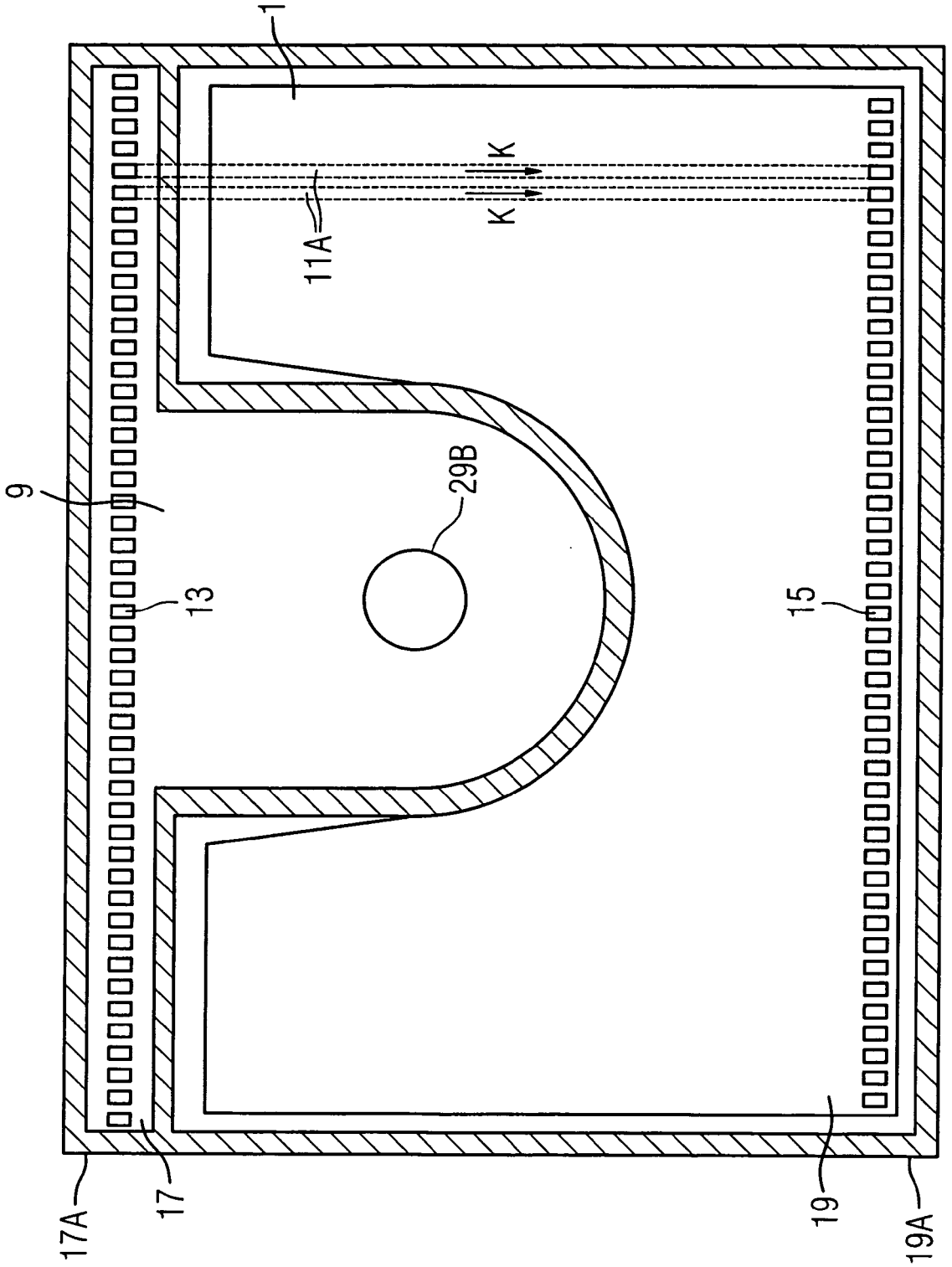


FIG 4

FIG 6

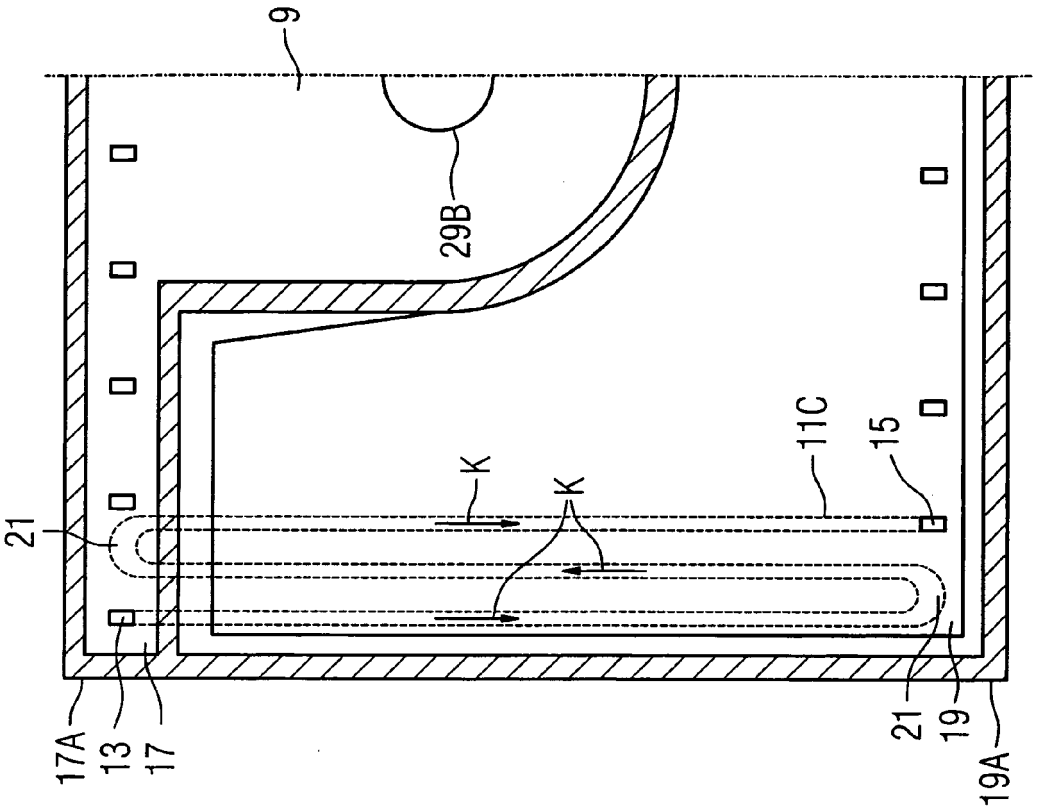
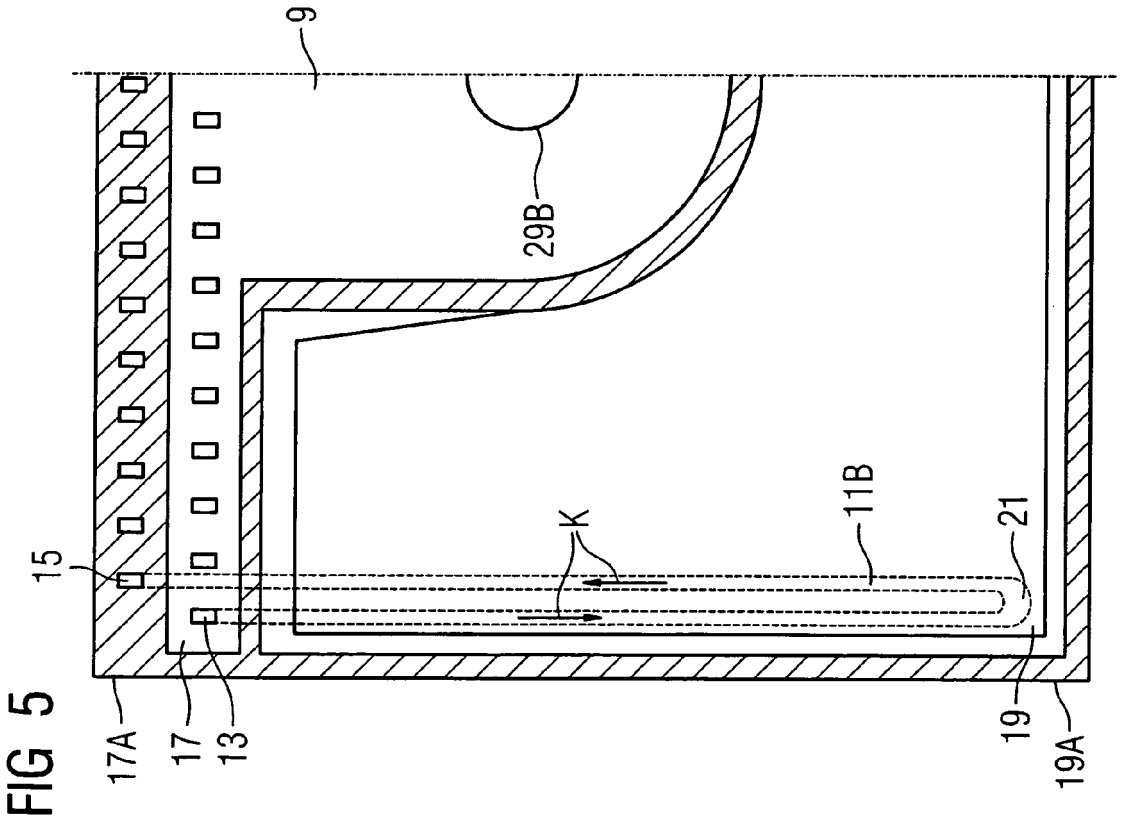

9
29B
11C
15
K
K
21
17A
13
17
21
19
19A

FIG 5


9
29B
11B
21
15
K
17A
17
13
19
19A

Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 02 9874

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X Y	DE 196 43 715 A1 (ASEA BROWN BOVERI AG, BADEN, AARGAU, CH) 30. April 1998 (1998-04-30) * Spalte 2, Zeile 57 - Spalte 3, Zeile 8; Abbildungen 1-3 *	1-3,9,13 4-8,12, 14-19	F23R3/00
Y	US 6 341 485 B1 (LIEBE ROLAND) 29. Januar 2002 (2002-01-29) * Spalte 5, Zeile 53 - Zeile 55; Abbildungen 2,5 *	4-6	
Y	US 6 397 581 B1 (VIDAL JEAN-PIERRE ET AL) 4. Juni 2002 (2002-06-04) * Spalte 5, Zeile 26 - Zeile 31 *	7,8	
Y	EP 1 400 750 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 24. März 2004 (2004-03-24) * Absatz [0009] *	12	
Y	DE 198 09 568 A1 (SIEMENS AG) 19. August 1999 (1999-08-19) * Spalte 4, Zeile 50 - Spalte 5, Zeile 2 *	14-19	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F23R
X	EP 0 716 268 A (ABB MANAGEMENT AG) 12. Juni 1996 (1996-06-12) * Spalte 2, Zeile 57 - Spalte 3, Zeile 16; Abbildungen 1-3 *	1-3,9-11	
A	DE 43 43 332 A1 (ABB MANAGEMENT AG, BADEN, AARGAU, CH) 22. Juni 1995 (1995-06-22) * das ganze Dokument *	1	
A	US 2004/020212 A1 (HIROTA NORIHIDE ET AL) 5. Februar 2004 (2004-02-05) * das ganze Dokument *	1	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag	8. Juni 2005	Mougey, M

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 04 02 9874

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.

08-06-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19643715 A1	30-04-1998	KEINE	
US 6341485 B1	29-01-2002	DE 19751299 A1	02-06-1999
		WO 9927304 A1	03-06-1999
		DE 59805132 D1	12-09-2002
		EP 1032791 A1	06-09-2000
		JP 2001524643 T	04-12-2001
US 6397581 B1	04-06-2002	FR 2785664 A1	12-05-2000
		AT 263916 T	15-04-2004
		CA 2317707 A1	18-05-2000
		CN 1113164 C	02-07-2003
		DE 69916240 D1	13-05-2004
		DE 69916240 T2	14-04-2005
		EP 1045971 A1	25-10-2000
		WO 0028202 A1	18-05-2000
		IL 137097 A	31-07-2003
		JP 2002529679 T	10-09-2002
		NO 20003477 A	04-09-2000
EP 1400750 A	24-03-2004	US 2004050059 A1	18-03-2004
		EP 1400750 A2	24-03-2004
		JP 2004108770 A	08-04-2004
DE 19809568 A1	19-08-1999	KEINE	
EP 0716268 A	12-06-1996	DE 4443864 A1	13-06-1996
		CN 1134505 A	30-10-1996
		EP 0716268 A2	12-06-1996
		JP 8233253 A	10-09-1996
		US 5647202 A	15-07-1997
DE 4343332 A1	22-06-1995	JP 7198142 A	01-08-1995
US 2004020212 A1	05-02-2004	JP 2003056358 A	26-02-2003
		EP 1416135 A1	06-05-2004
		CN 1464937 A	31-12-2003
		WO 03016695 A1	27-02-2003

EPO FORM P0461

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