

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 1 591 561 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**02.11.2005 Patentblatt 2005/44**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **C23C 28/00, C23C 30/00,  
C23C 4/02, C23C 4/04,  
F01D 5/00**

(21) Anmeldenummer: **04101784.9**

(22) Anmeldetag: **28.04.2004**

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

(71) Anmelder: **ALSTOM (Switzerland) Ltd  
5401 Baden (CH)**

(72) Erfinder:  

- Kiliani, Stefan  
5301, Siggenthal-Station (CH)
- Stankowski, Alexander  
5432, Neuenhof (CH)
- Szücs, Frigyes  
4438, Langenbruck (CH)
- Duda Thomas  
CH 5301 Siggenthal-Station (CH)

(54) **Verfahren zum Aufbringen einer schützenden Beschichtung auf ein thermisch beanspruchtes Bauteil**

(57) Bei einem Verfahren zum Aufbringen einer Wärmedämmsschicht (11, 12, 13) oder einer metallischen Schutzschicht auf ein thermisch beanspruchtes, aus einem Basismaterial (10) bestehendes Bauteil (200) zum Beseitigen einer lokalen Beschädigung (14) bzw. Fehlstelle in der Beschichtung werden in einem ersten Schritt die lokale Beschädigung (14) bzw. Fehlstelle vorbehandelt, und in einem zweiten Schritt die für das Beseitigen der lokalen Beschädigung (14) bzw. Fehlstelle notwendigen Schichten (17, 18) aufgebracht.

Bei einem solchen Verfahren wird eine deutlich verbesserte Lebensdauer des bearbeiteten Bauteils dadurch erreicht, dass innerhalb des ersten Schrittes die Randbereiche (15) der an der lokalen Beschädigung (14) bzw. Fehlstelle endenden Schichten (11, 12, 13) derart bearbeitet werden, dass sie gleichmäßig abgeschrägte Randbereiche (16) bilden.

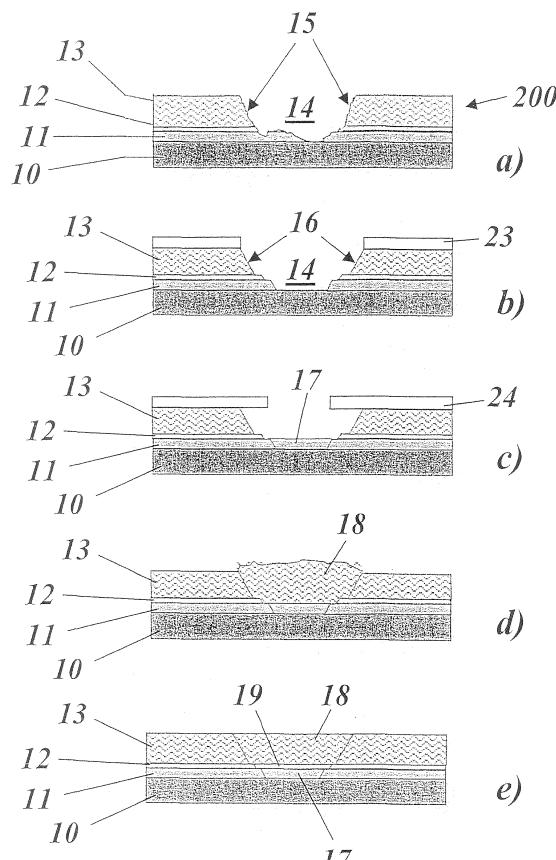


Fig. 7

**Beschreibung****TECHNISCHES GEBIET**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der thermischen Maschinen. Sie betrifft ein Verfahren zum Aufbringen einer Wärmedämmsschicht oder einer metallischen Schutzschicht auf ein thermisch beanspruchtes, aus einem Basismaterial bestehendes Bauteil gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**STAND DER TECHNIK**

**[0002]** Thermisch stark beanspruchte Bauteile, wie sie beispielsweise bei der Beschaufelung, der Brennkammerauskleidung oder als Schutzschild im Heissgaskanal einer Gasturbine eingesetzt sind, werden häufig mit einer metallischen Schutzschicht oder einer mehrschichtigen Wärmedämmsschicht überzogen, um das darunterliegende Basismaterial vor den hohen Heissgastemperaturen zu schützen. Die mehrschichtige Wärmedämmsschicht umfasst dabei eine auf das Basismaterial aufgebrachte Haftsenschicht (Bond Coating BC) und die eigentliche Wärmedämmsschicht (Thermal Barrier Coating TBC), die meist aus einem keramischen Material besteht. Im Betrieb bildet sich an der Grenze zwischen der Haftsenschicht und der Wärmedämmsschicht noch eine thermisch gewachsene Oxidschicht (Thermally Grown Oxide TGO) aus, welche die Haftsenschicht gegen weitere Oxidation und Korrosion schützt und die Haftung der Wärmedämmsschicht weiter verbessert.

**[0003]** Durch die ständige thermische Wechselbelastung und den Einfluss der strömenden Heissgase und im Heissgasstrom mitgeführter Fremdkörper kann es bei längerem Betrieb zu lokalen Abplatzungen der Schutzbeschichtung kommen, die dann möglichst rasch und zuverlässig ausgebessert werden müssen, um den Betrieb möglichst schnell wieder aufnehmen und möglichst lange ungestört aufrechterhalten zu können. Zur Ausbesserung muss in den Bereichen der lokalen Beschädigung die Abfolge der Schichten der Schutzbeschichtung wieder sukzessive aufgebaut werden, so dass das Bauteil wieder vollumfänglich geschützt ist.

**[0004]** Es ist aber auch denkbar, dass an einem Bauteil, dass ansonsten mit einer Schutzbeschichtung versehen ist, von vornherein schutzbeschichtungsfreie Fehlstellen, z.B. Schweißnähte oder dgl., vorhanden sind, die nachträglich lokal mit einer Schutzbeschichtung in Form einer metallischen Schutzschicht oder einer keramischen Wärmedämmsschicht versehen werden müssen.

**[0005]** In der Druckschrift US-A-6,569,492 ist bereits ein Verfahren zur Ausbesserung einer metallischen Schutzschicht beschrieben worden. Die EP-B1-0 808 913 offenbart ein Verfahren zum Ausbessern einer keramischen Wärmedämmsschicht. Weitere Ausbesserungsverfahren sind aus den Druckschriften US-A-5,735,448, US-A-6,042,880, US-A-6,203,847, US-A-

6,235,352, US-A-6,274,193, US-A-6,305,077, US-A-6,465,040 und US-A-6,605,364 bekannt.

**[0006]** Bei den bekannten Ausbesserungsverfahren für Schutzbeschichtungen ergeben sich die folgenden

5 Probleme:

- Es liegt in der Natur der metallischen Schutzschichten oder BC/TBC-Mehrschichtsysteme, dass die Ränder der beschädigten oder abgeplatzten Stellen eine beliebige Gestalt ohne eine bestimmte Form aufweisen. Es ist bisher keine Klassifizierung der Schäden als Voraussetzung für eine Entscheidung über die Reparierbarkeit und den Einsatz einer entsprechenden standardisierten Vorbereitung der Schadensstelle vorgeschlagen worden.
- Bereiche, die während des Betriebs in der metallischen Schutzschicht oder dem BC/TBC-Mehrschichtsystem vorgeschnitten worden sind, jedoch nicht sichtbar in Erscheinung treten, können bei den bekannten Verfahren nicht erkannt und damit auch nicht repariert werden. Daraus ergibt sich ein hohes Risiko für einen Ausfall des Bauteils, selbst wenn die Beschichtung lokale ausgebessert worden ist. Um einen vollen Lebensdauerzyklus garantieren zu können, müssen die gesamte beschichtete Fläche oder speziell die gefährdeten Bereiche mittels einer geeigneten zerstörungsfreien Prüfmethode auf ihre mechanische Integrität hin untersucht werden.
- Da die Randbereiche der beschädigten Beschichtungsflächen unregelmässig sind, können sie sehr steil sein und keine ausreichende Abschrägung zwischen dem Basismaterial, der BC-Schicht und der TBC-Schicht aufweisen. Wenn keine speziellen Vorkehrungen getroffen werden, kann sich daraus eine unkontrollierte Vorbereitung während der Reinigung ergeben (einschliesslich des Risikos, die angrenzenden intakten Beschichtungsflächen zu beschädigen), und es kann ein Überlappungseffekt während der anschliessenden Neubeschichtung auftreten. Dies kann zu Fehlanpassungen im BC/TBC-Mehrschichtsystem führen. Solcherart reparierte Bauteile sind einem hohen Risiko des Abplatzens wegen lokaler Fehlanpassung der thermischen Ausdehnungskoeffizienten bei thermischer Wechselbelastung ausgesetzt.
- Gemäss den bekannten Ausbesserungsmethoden wird die lokale Reparatur von Schutzbeschichtungen ausserhalb der thermischen Maschine vorgenommen. Dies erfordert den Ausbau und Transport der zu reparierenden Bauteile und führt zu Zeitverlusten und erhöhten Kosten.

**DARSTELLUNG DER ERFINDUNG**

55 **[0007]** Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Ausbessern von lokalen Beschädigungen bzw. Auffüllen von lokalen Fehlstellen anzugeben, welches die Nachteile bekannter Verfahren vermeidet und sich

insbesondere durch eine hohe Qualität und Belastbarkeit der bearbeiteten Bereiche auszeichnet und vor Ort durchgeführt werden kann.

**[0008]** Die Aufgabe wird durch die Gesamtheit der Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Der Kern der Erfindung besteht darin, bei der Vorbehandlung der zu bearbeitenden Stellen die Randbereiche der an der lokalen Beschädigung bzw. Fehlstelle endenden Schichten derart zu bearbeiten, dass sie gleichmässig abgeschrägte Randbereiche bilden. Die gleichmässig abgeschrägten Randbereiche, die sich im Verlauf der Schichtenfolge von unten nach oben zunehmend nach aussen zurücktreten, stellen für die nachfolgend aufgebrachten Schichten aufgrund ihrer Form und Gleichmässigkeit eine Grundlage zur optimalen Anpassung in einem kritischen Bereich dar.

**[0009]** Bevorzugt wird im Rahmen der Bearbeitung ein aus Sicherheitsgründen hinreichend breit gewählter Bereich der an der lokalen Beschädigung bzw. Fehlstelle endenden Schichten abgetragen, um Unregelmässigkeiten in den kritischen Randbereichen sicher ausschliessen zu können.

**[0010]** Gemäss einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemässen Verfahrens erfolgt die Bearbeitung der Randbereiche der Schichten nacheinander durch den jeweiligen Schichten zugeordnete Masken hindurch. Durch die Verwendung der Masken, die mit der Grösse ihrer Maskenöffnung an jede Schicht der Schichtfolge angepasst sind, können Geometrie und Form der kritischen Randschichten bei der Bearbeitung sicher und genau eingestellt werden.

**[0011]** Besondere Vorteile bringt auch die Ausgestaltung, nach der das Aufbringen der Schichten innerhalb des zweiten Schritts zur Vermeidung von Überlappungen der aufgebrachten Schichten mit den vorhandenen Schichten nacheinander durch den jeweiligen Schichten zugeordnete Masken hindurch erfolgt. Durch die Masken lässt sich die laterale Ausdehnung der aufgetragenen Schichtenbereiche so begrenzen, dass die aufgetragenen Schichten am Rand nicht die bereits vorhandenen Schichten überlappen und so Randbereiche mit reduzierter Festigkeit und Stabilität bilden, in denen ein späteres Abplatzen begünstigt wird. Die beim Aufbringen der Schichten benutzten Masken haben Maskenöffnungen, die in der gleichen Weise sukzessiv zunehmen, wie dies bei den Masken für die Bearbeitung der Fall ist. Vorzugsweise werden Masken mit einer runden, insbesondere kreisrunden, Maskenöffnung verwendet.

**[0012]** Eine besondere hohe Qualität des ausgebesserten bzw. aufgefüllten Bereiches ergibt sich, wenn innerhalb des zweiten Schritts vor dem Aufbringen einer Schicht die Oberfläche der darunterliegenden Schicht zur Verbesserung der Haftung der aufzubringenden Schicht bearbeitet, z.B. aufgerauht wird. Dies erfolgt vorzugsweise mittels Sandstrahlen.

**[0013]** Um nach und trotz der Reparatur eine möglichst glatte Oberfläche des beschichteten Bauteils zu

erhalten, ist es von Vorteil, wenn nach dem Aufbringen der Schichten die Oberfläche im Bereich der vormaligen lokalen Beschädigung bzw. Fehlstelle zur Beseitigung von Unebenheiten bearbeitet wird, wobei dies vorzugsweise mittels Schleifen und/oder Polieren erfolgt.

**[0014]** Um sichere Aussagen über den Erfolg einer Reparatur zu erhalten, ist es von Vorteil, wenn nach dem Beseitigen der lokalen Beschädigung bzw. Fehlstelle der Bereich der vormaligen lokalen Beschädigung bzw. Fehlstelle einer Qualitätsprüfung unterzogen wird. Dies erfolgt vorzugsweise mittels zerstörungsfreier Verfahren, insbesondere der Thermographie oder der FSEC (Frequency Scanning Eddy Current)-Technik.

**[0015]** Bewährt hat sich das erfindungsgemäss Verfahren bei einer Beschichtung, die ein Wärmedämmeschicht-System darstellt, welche eine auf das Basismaterial aufgetragene Haftsicht und eine auf die Haftsicht aufgetragene Wärmedämmeschicht umfasst.

**[0016]** Vorteilhafterweise wird das Verfahren vor Ort an eingebauten Bauteilen durchgeführt, wobei zum Bearbeiten der lokalen Beschädigung bzw. Fehlstelle kleine, tragbare Bearbeitungssysteme, insbesondere zum Reinigen und Plasmasprühen, verwendet werden.

**[0017]** Damit ein Bauteil im Rahmen des erfindungsgemässen Verfahrens in vollem Umfang behandelt werden kann, ist es von Vorteil, wenn zunächst die Oberfläche des Bauteils zumindest in besonders gefährdeten Bereichen mittels eines zerstörungsfreien Prüfverfahrens auf ihre mechanische Integrität untersucht und dabei die zu reparierenden Gebiete identifiziert und in ihrer Ausdehnung festgelegt werden. Hierzu wird vorzugsweise die FSEC(Frequency Scanning Eddy Current)-Technik verwendet.

#### 35 KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN

**[0018]** Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1 eine photographische Darstellung der Draufsicht auf eine gereinigte und nach dem erfindungsgemässen Verfahren für die Neubeschichtung vorbereitete lokale Beschädigung eines mit einer Wärmedämmeschicht versehenen Bauteils bzw. Substrats;

Fig. 2 das Bauteil aus Fig. 1 nach der Neubeschichtung und abschliessenden Behandlung der Oberfläche;

Fig. 3 in einer schematischen, perspektivischen Darstellung der Einsatz einer typischen Maske zur Vorbehandlung und Neubeschichtung einer lokalen Beschädigung bzw. Fehlstelle;

Fig. 4 ein Schliffbild durch eine reparierte lokale Be-

- schädigung mit aufgrund fehlender Maskierung auftretender Überlappung der erneuerten Haftsicht;
- Fig. 5 eine vergrösserte Darstellung des Schlifffbildes aus Fig. 4;
- Fig. 6 ein Schlifffbild einer Überlappung der erneuerten Haftsicht entlang einer angeschrägten Kante der Wärmedämmsschicht;
- Fig. 7 in verschiedenen Teilfiguren verschiedene Schritte bei der Ausbesserung vor Ort einer lokalen Beschädigung eines mit einer Wärmedämmsschicht versehenen Bauteils gemäss einem bevorzugten Ausführungsbeispiel des erfundungsgemässen Verfahrens; und
- Fig. 8 in verschiedenen Teilfiguren verschiedene Schritte bei der Ausbesserung vor Ort einer lokalen Fehlstelle eines mit einer Wärmedämmsschicht versehenen Bauteils gemäss einem bevorzugten Ausführungsbeispiel des erfundungsgemässen Verfahrens.

#### WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

**[0019]** Ein erster Schritt zur Ausbesserung einer beschädigten metallischen oder BC/TBC-Beschichtung auf dem Basismaterial eines Bauteils umfasst eine Einteilung der Defekte in bestimmte Kategorien, gefolgt von der Entscheidung, ob und mit welchen standardisierten Methoden die Defekte behandelt werden können. Dazu werden die ganze beschichtete Oberfläche des Bauteils oder zumindest die besonders gefährdeten Gebiete mittels zerstörungsfreier Prüfmethoden auf ihre mechanische Integrität hin untersucht. Als zerstörungsfreie Prüfmethode kommt dabei insbesondere die FSEC(Frequency Scanning Eddy Current)-Technik in Betracht, bei der die im Oberflächenbereich des Bauteils induzierten Wirbelströme in Abhängigkeit von der Frequenz untersucht und ausgewertet werden.

**[0020]** Wenn diese vorbereitenden Untersuchungen abgeschlossen sind, werden Masken 21 der in Fig. 3 dargestellten Art ausgewählt deren Maskenöffnungen 22 der Ausdehnung des Defektes entsprechend. Die Masken 21 werden auf das Substrat bzw. Bauteil 20 aufgelegt und durch die Maskenöffnung 22 hindurch wird die beschädigte Beschichtung sukzessive abgetragen. Die Grösse der Maskenöffnung 22 wird dabei so gewählt, dass bei der abzutragenden Schicht aus Sicherheitsgründen immer ein Randbereich hinreichender Breite abgetragen wird, um alle beschädigten Gebiete sicher zu entfernen, ohne jedoch die unbeschädigten Gebiete der Schicht zu beeinträchtigen. Es werden nacheinander Masken 21 mit unterschiedlich grossen Maskenöffnungen 22 eingesetzt, um die metallische Schutzschicht bzw. die TBC-Schicht, die BC-Schicht

und allfälliges oxidiertes Basismaterial des Substrats zu entfernen. Mit der Verwendung der Masken 21 werden in den jeweiligen Schichten gleichmässig abgeschrägte Randbereiche (16 in Fig. 1, 7 und 8) erzeugt, die für den nachfolgenden Ausbesserungs- bzw. Auffüllprozess entscheidend sind.

**[0021]** Beim nachfolgenden Aufbringen neuer TBC/BC-Schichtfolgen bzw. metallischer Schutzschichten werden gleichartige oder identische Masken benutzt, um die laterale Ausdehnung der neu aufgebrachten Schichten zu begrenzen und so zu verhindern, dass randseitige Überlappungen der neu aufgebrachten Schichten und der bestehenden Schichten auftreten. Beispiele für derartige Überlappungen sind in den Fig. 4, 5 und 6 gezeigt. Fig. 4 und 5 zeigen in unterschiedlicher Vergrösserung Schlifffelder einer randseitigen Überlappung 25 einer nachträglich aufgebrachten Haftsicht 17, die dazu führt, dass die darüberliegende keramische Wärmedämmsschicht 13 dort eine mechanische Schwächung erfährt. Fig. 6 zeigt eine Überlappung 25 an einem schrägen Randbereich der Wärmedämmsschicht 13, die ebenfalls zu einer mechanischen Schwächung führt.

**[0022]** In Fig. 7 sind in verschiedenen Teilfiguren verschiedene Schritte bei der Ausbesserung Ort einer lokalen Beschädigung eines mit einem BC/TBC-Wärmedämmsschicht-System versehenen Bauteils 200 gemäss einem bevorzugten Ausführungsbeispiel des erfundungsgemässen Verfahrens wiedergegeben. Gemäss Fig. 7a ist zum Schutz des Bauteils 200 auf dem Basismaterial 10 des Bauteils 200 eine Schichtenfolge aus einer Haftsicht 11, einer thermisch gewachsenen Oxidschicht 12 und einer keramischen Wärmedämmsschicht 13 aufgebracht, die eine lokale Beschädigung 14 aufweist. Die einzelnen Schichten 11, 12 und 13 weisen im Bereich der lokalen Beschädigung 14 unregelmässig ausgebildete Randbereiche 15 auf.

**[0023]** Wenn die lokale Beschädigung 14 entdeckt und zur Reparatur ausgewählt ist, werden gemäss Fig. 7b in einem ersten Schritt durch geeignete Masken 23 hindurch die unregelmässigen Randbereiche 15 der Schichten sukzessive abgetragen, so dass alle Schichten 11, 12, 13 gleichmässig abgeschrägte Randbereiche 16 aufweisen, die eine Öffnung in der Schichtenfolge mit nach aussen zunehmendem Durchmesser bilden. In Fig. 7b ist nur eine Maske 23 eingezzeichnet. Tatsächlich werden die einzelnen Schichten 11, 12, 13 in Teilschritten nacheinander unter Einsatz einer jeweils auf die Schicht abgestimmten Maske abgetragen, so dass bei den 3 Schichten 11, 12, 13 wenigstens 3 Masken 23 zum Einsatz kommen.

**[0024]** Ist die lokale Beschädigung 14 auf diese Weise vorbehandelt, können nacheinander die fehlenden Schichten ergänzt werden. In Fig. 7c ist die Ergänzung der Haftsicht 11 durch eine erneuerte Haftsicht 17 gezeigt, die zur Vermeidung von Überlappungen durch eine Maske 24 hindurch geschieht. In gleicher Weise wird auch eine erneuerte Wärmedämmsschicht 18 auf-

getragen (Fig. 7d), die dann durch Schleifen und/oder Polieren der übrigen Oberfläche angepasst wird (Fig. 7e). Wird das so reparierte Bauteil 200 hohen Temperaturen ausgesetzt, bildet sich eine neu gewachsene Oxidschicht 19 (Fig. 7e), so dass die ursprüngliche Schichtenfolge vollständig wiederhergestellt ist.

**[0025]** Während sich die Fig. 7 auf die Ausbesserung einer lokalen Beschädigung 14 bezieht, sind in Fig. 8 in verschiedenen Teilfiguren verschiedene Schritte bei der Ausbesserung einer lokalen Fehlstelle 14' eines mit einem BC/TBC-Wärmedämmsschicht-System versehenen Bauteils 300 wiedergegeben. Eine solche lokale Fehlstelle 14' ergibt sich beispielsweise im Bereich einer Schweißnaht, wenn zwei bereits vorher beschichtete Teile miteinander verschweisst werden. Da ein solches Bauteil 300 noch vor dem ersten Einsatz bearbeitet werden muss, um die Wärmedämmsschicht zu vervollständigen, ist in der Schichtenfolge hier noch keine thermisch gewachsene Oxidschicht vorhanden (Fig. 8a). Auch in diesem Fall werden zunächst durch Masken 23 hindurch die unregelmäßigen Randbereiche 15 der Schichten 11, 13 durch gezieltes Abtragen in gleichmäßig abgeschrägte Randbereiche 16 überführt (Fig. 8b). Dann werden durch entsprechende Masken 24 hindurch die Schichten 17 und 18 neu aufgebracht (Fig. 8c und d) und der Oberfläche angepasst (Fig. 8e).

**[0026]** Eine photographische Darstellung einer lokalen Beschädigung eines Bauteils 100 vor dem Aufbringen der Schichten und nach der Reparatur ist in Fig. 1 und 2 gezeigt. Fig. 1 zeigt in der Draufsicht von oben die vorbehandelte lokale Beschädigung 14 mit dem freigelegten Basismaterial 10, der Haftsicht 11 und der Wärmedämmsschicht 13. Durch Einsatz von Masken der in Fig. 3 dargestellten Art mit kreisrunden Maskenöffnungen ergeben sich in Fig. 1 Randbereiche mit deutlich sichtbarer, gleichmäßiger Abschrägung. Fig. 2 zeigt die durch Schleifen angepasste Oberfläche der erneuerten Wärmedämmsschicht 18 nach der Reparatur (vergleichbar mit Fig. 7e).

**[0027]** Die Bearbeitung der lokalen Beschädigungen 14 bzw. Fehlstellen 14' erfolgt vorzugsweise am eingebauten Bauteil "vor Ort", wobei zum Reinigen, Abtragen der alten und Auftragen der neuen Schichten Plasma-, Mikro-TIG-, Mikro-Plasma-, Laser-, MIG- oder HVOF-Verfahren zum Einsatz kommen.

#### BEZUGSZEICHENLISTE

##### **[0028]**

10	Basismaterial
11	Haftsicht
12	Oxidschicht (thermisch gewachsen)
13	Wärmedämmsschicht
14	lokale Beschädigung
14'	lokale Fehlstelle
15	Randbereich (unbehandelt)
16	Randbereich (abgeschrägt)

17	Haftsicht (erneuert)
18	Wärmedämmsschicht (erneuert)
19	Oxidschicht (neu gewachsen)
20	Substrat (Bauteil)
5 21	Maske
22	Maskenöffnung
23.24	Maske
25	Überlappung
100,200,300	Bauteil

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufbringen einer Wärmedämmsschicht (11, 12, 13) oder einer metallischen Schutzschicht auf ein thermisch beanspruchtes, aus einem Basismaterial (10) bestehendes Bauteil (100, 200, 300) zum Beseitigen einer lokalen Beschädigung (14) bzw. Fehlstelle (14') in der Beschichtung, bei welchem Verfahren in einem ersten Schritt die lokale Beschädigung (14) bzw. Fehlstelle (14') vorbehandelt wird, und in einem zweiten Schritt die für das Beseitigen der lokalen Beschädigung (14) bzw. Fehlstelle (14') notwendigen Schichten (17, 18) aufgebracht werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** innerhalb des ersten Schrittes die Randbereiche (15) der an der lokalen Beschädigung (14) bzw. Fehlstelle (14') endenden Schichten (11, 12, 13) derart bearbeitet werden, dass sie gleichmäßig abgeschrägte Randbereiche (16) bilden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Rahmen der Bearbeitung ein aus Sicherheitsgründen hinreichend breit gewählter Bereich der an der lokalen Beschädigung (14) bzw. Fehlstelle (14') endenden Schichten (11, 12, 13) abgetragen wird
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bearbeitung der Randbereiche (15) der Schichten (11, 12, 13) nacheinander durch den jeweiligen Schichten (11, 12, 13) zugeordnete Masken (21, 23) hindurch erfolgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Aufbringen der Schichten (17, 18) innerhalb des zweiten Schritts zur Vermeidung von Überlappungen (25) der aufgebrachten Schichten mit den vorhandenen Schichten nacheinander durch den jeweiligen Schichten (17, 18) zugeordnete Masken (24) hindurch erfolgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** innerhalb des zweiten Schritts vor dem Aufbringen einer Schicht (17, 18) die Oberfläche der darunterliegenden Schicht zur Verbesserung der Haftung der aufzubringenden

- Schicht bearbeitet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bearbeitung mittels Sandstrahlen erfolgt. 5
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Aufbringen der Schichten (17, 18) die Oberfläche im Bereich der vormaligen lokalen Beschädigung (14) bzw. Fehlstelle (14') zur Beseitigung von Unebenheiten bearbeitet wird. 10
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bearbeitung mittels Schleifen und/oder Polieren erfolgt. 15
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Beseitigen der lokalen Beschädigung (14) bzw. Fehlstelle (14') der Bereich der vormaligen lokalen Beschädigung (14) bzw. Fehlstelle (14') einer Qualitätsprüfung unterzogen wird. 20
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Qualitätsprüfung mittels zerstörungsfreier Verfahren, insbesondere der Thermo graphie oder der FSEC(Frequency Scanning Eddy Current)-Technik, erfolgt. 25
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** Masken (21, 23, 24) mit einer runden, insbesondere kreisrunden, Maskenöffnung (22) verwendet werden. 30
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beschichtung ein Wärmedämmsschicht-System ist, welche eine auf das Basismaterial (10) aufgetragene Haftschiicht (11) und eine auf die Haftschiicht (11) aufgetragene Wärmedämmsschicht (13) umfasst. 40
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren vor Ort an eingebauten Bauteilen (100, 200, 300) durchgeführt wird, und dass zum Bearbeiten der lokalen Beschädigung (14) bzw. Fehlstelle (14') kleine, tragbare Bearbeitungssysteme, insbesondere zum Reinigen und Plamaspritzen, verwendet werden. 45
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** zunächst die Oberfläche des Bauteils (100, 200, 300) zumindest in besonders gefährdeten Bereichen mittels eines zerstörungsfreien Prüfverfahrens auf ihre mechanische Integrität untersucht und dabei die zu reparierenden Gebiete identifiziert und in ihrer Ausdeh- 50  
55
- nung festgelegt werden.
15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** als zerstörungsfreies Prüfverfahren die FSEC(Frequency Scanning Eddy Current)-Technik verwendet wird.

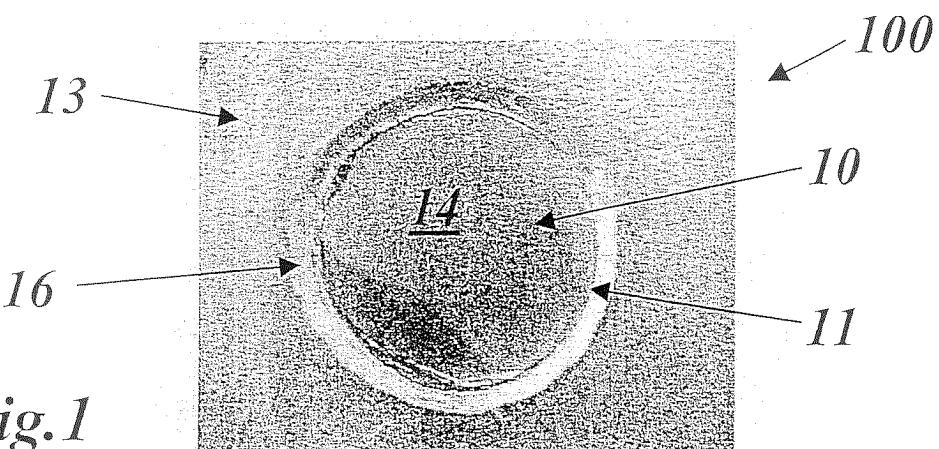


Fig.1

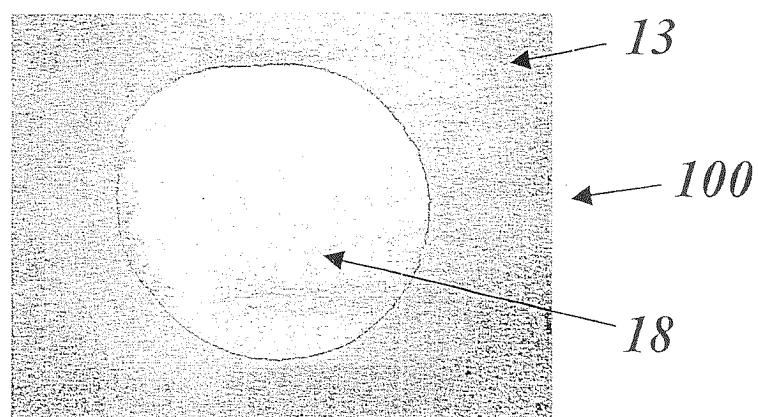
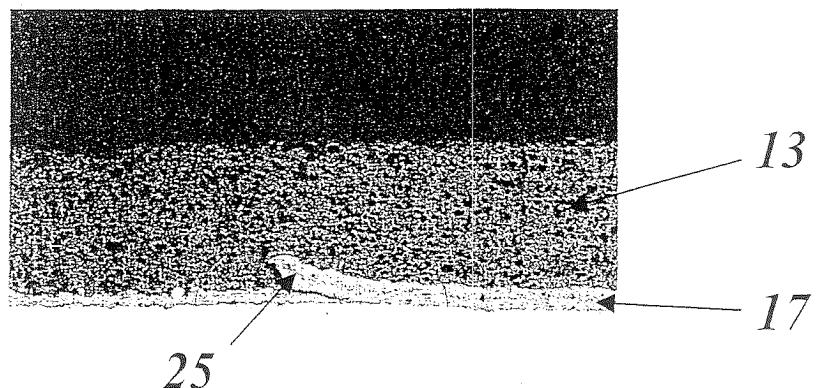
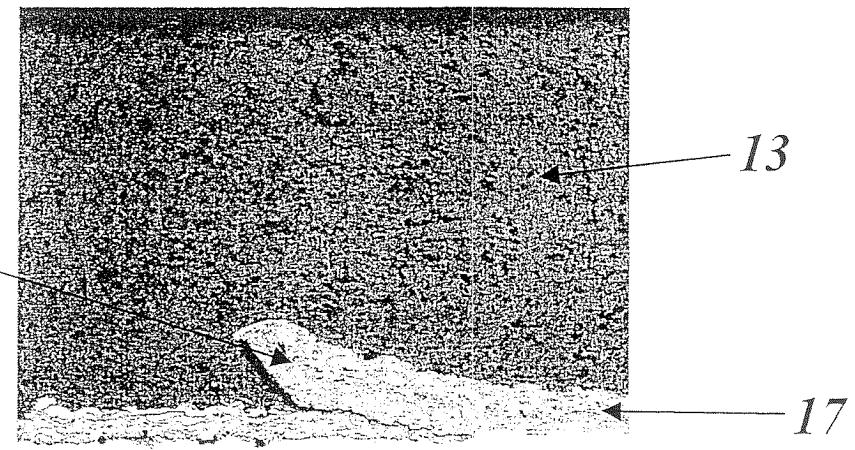


Fig.2

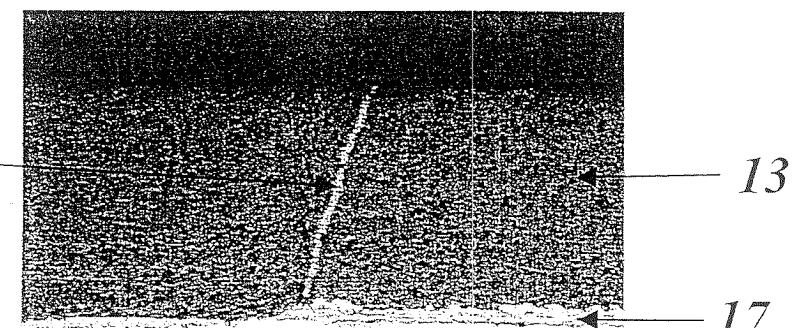
*Fig.4*



*Fig.5*



*Fig.6*



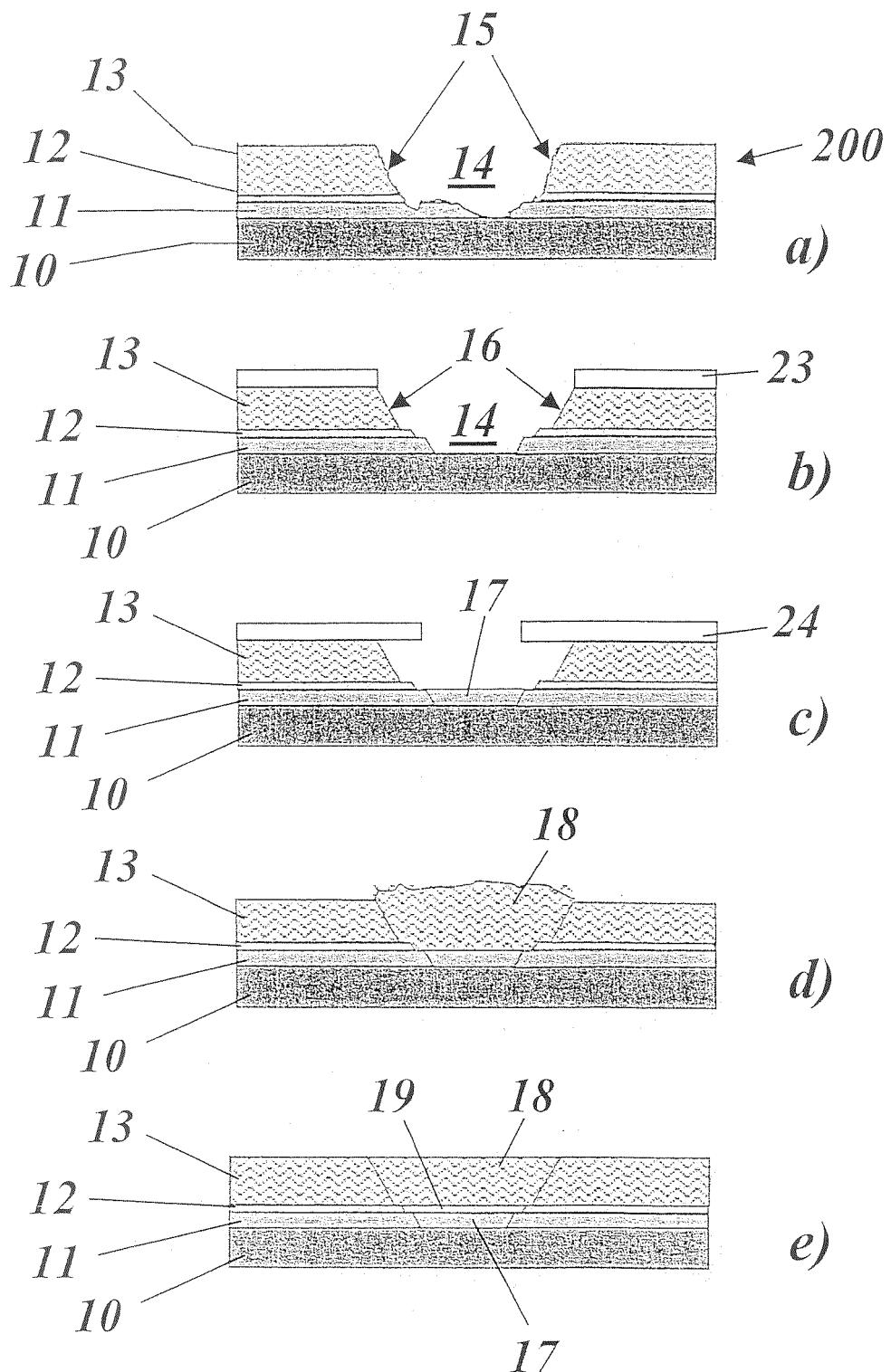


Fig. 7

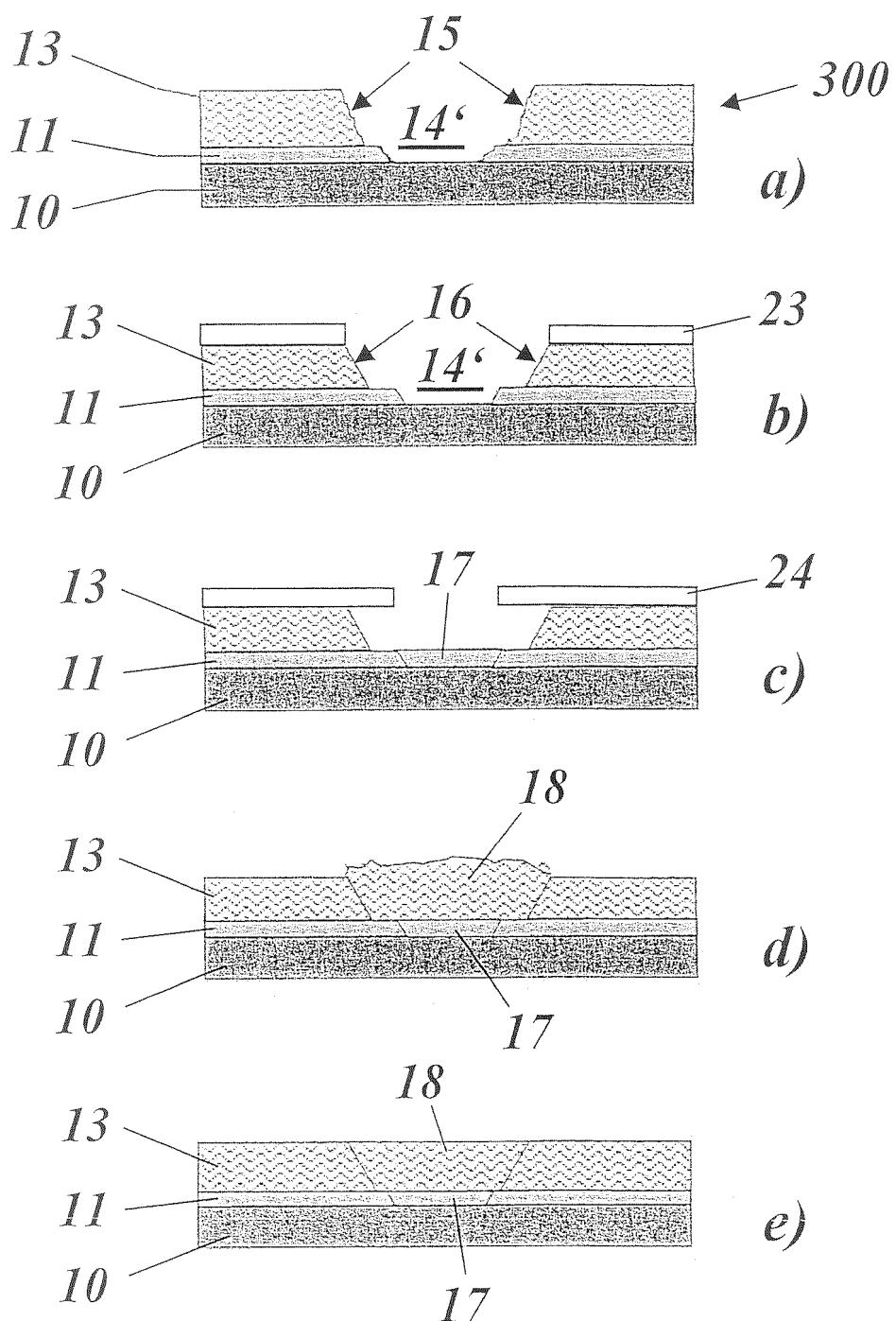


Fig.8

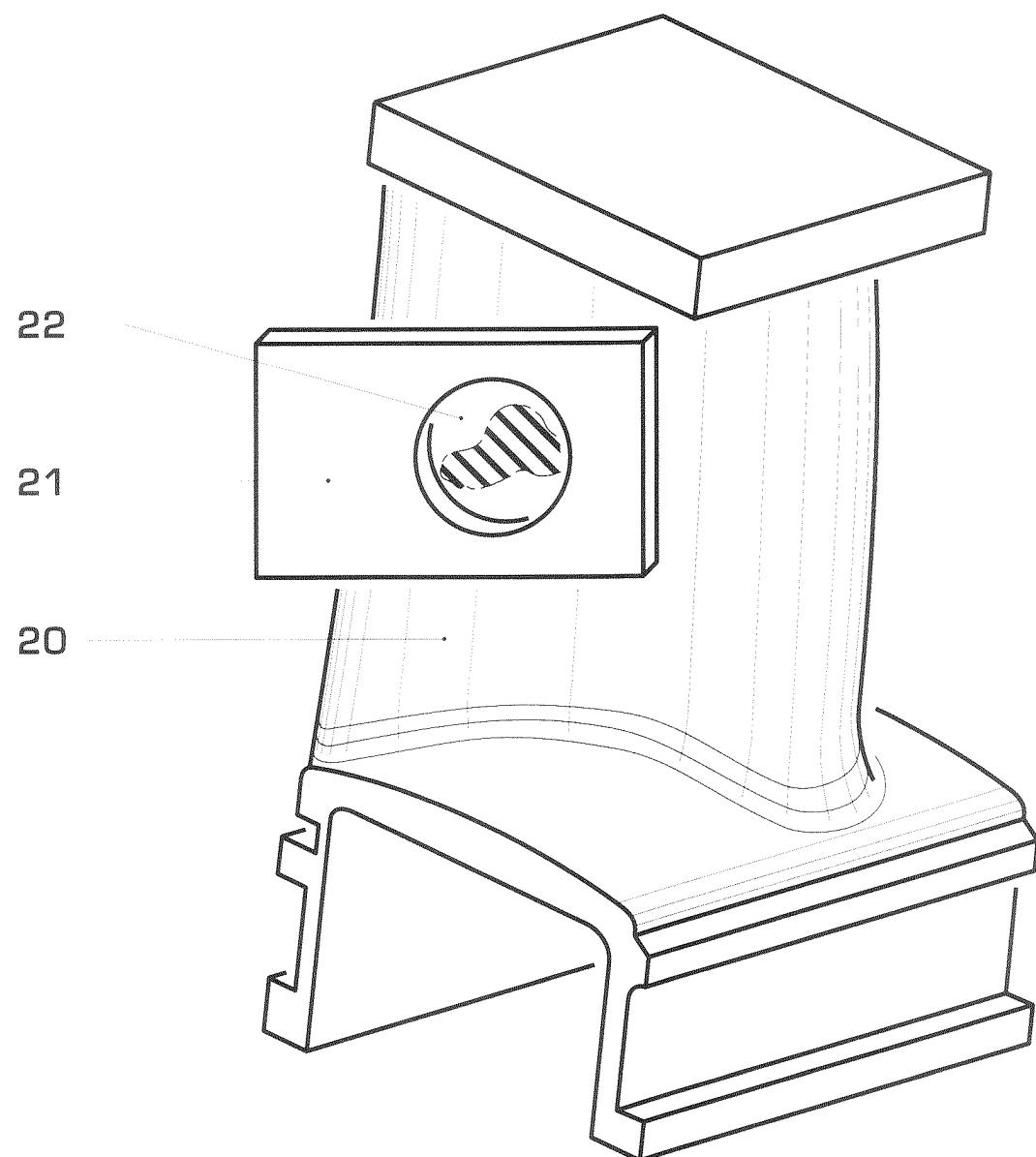


Fig. 3



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 1 408 134 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 14. April 2004 (2004-04-14)	1-4, 11-13	C23C28/00 C23C30/00
Y	* Spalte 1, Zeile 54 - Spalte 2, Zeile 22 * * Spalte 3, Zeile 39 - Spalte 5, Zeile 27 * * Spalte 6, Zeile 3 - Zeile 19 * * Abbildungen 1-5 *	5-10	C23C4/02 C23C4/04 F01D5/00
Y	EP 0 808 913 A (GEN ELECTRIC) 26. November 1997 (1997-11-26) * Spalte 3, Zeile 25 - Zeile 35 * * Spalte 5, Zeile 15 - Zeile 37 * * Spalte 6, Zeile 28 - Zeile 36 * * Ansprüche 1-4,9 *	5-8	
Y	US 2003/082297 A1 (WOLKERS LUTZ WOLFGANG ET AL) 1. Mai 2003 (2003-05-01) * Seite 2, Absatz 26 - Absatz 27 * * Seite 3, Absatz 38 - Absatz 42 * * Anspruch 1 *	9,10	
A	EP 1 217 090 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP) 26. Juni 2002 (2002-06-26) * Spalte 1, Absatz 7 * * Spalte 3, Absatz 26 * * Ansprüche 1,5,9-12 *	1-13	C23C F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
3	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 18. August 2004	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 : 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			

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

EP 04 10 1784

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

18-08-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1408134	A	14-04-2004	JP	2002371346 A		26-12-2002
			CA	2450723 A1		27-12-2002
			EP	1408134 A1		14-04-2004
			US	2004126486 A1		01-07-2004
			CN	1463299 T		24-12-2003
			WO	02103075 A1		27-12-2002
<hr/>						
EP 0808913	A	26-11-1997	US	5723078 A		03-03-1998
			DE	69707056 D1		08-11-2001
			DE	69707056 T2		27-06-2002
			EP	0808913 A1		26-11-1997
<hr/>						
US 2003082297	A1	01-05-2003		KEINE		
<hr/>						
EP 1217090	A	26-06-2002	US	2002076573 A1		20-06-2002
			EP	1217090 A1		26-06-2002
			JP	2002235557 A		23-08-2002
			SG	101519 A1		30-01-2004
<hr/>						