



⑫

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑬ Anmeldenummer: **95104352.0**

⑭ Int. Cl. 6: **C23G 5/00, C23G 5/024,  
C23G 5/032**

⑮ Anmeldetag: **24.03.95**

⑯ Priorität: **05.04.94 DE 4411677**

⑰ Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**11.10.95 Patentblatt 95/41**

⑱ Benannte Vertragsstaaten:  
**FR GB IT SE**

⑲ Anmelder: **MTU MOTOREN- UND  
TURBINEN-UNION MÜNCHEN GMBH  
Postfach 50 06 40  
D-80976 München (DE)**

⑳ Erfinder: **Schünke, Detlev  
Riesstrasse 50  
D-80993 München (DE)**  
Erfinder: **Manier, Monika, Dr.  
Fuchsberg 10  
D-85298 Mitterscheyern (DE)**  
Erfinder: **Thoma, Martin, Dr.  
Giselastrasse 3  
D-80802 München (DE)**

㉑ **Verfahren zum Entfernen organischer Materialien von Triebwerkskomponenten.**

㉒ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Entfernen organischer Materialien von Triebwerkskomponenten, insbesondere zum Entfernen von schmelzbaren organischen Abdeck-, Füll- oder Dämpfungs-materialien aus Hohlräumen und von Oberflächen von Triebwerkskomponenten. Dazu wird zunächst das organische Material in einer artgleichen Schmelze abgeschmolzen und ein anhaftender Restfilm mittels temperiertem Öl an der vorgewärmten Triebwerkskomponente verdünnt und angelöst. Danach erfolgt ein Verdünnen und Anlösen eines noch an den Oberflächen anhaftenden Materialfilms, der im wesentlichen aus Öl molekülen besteht mittels eines organischen Reinigers, der FCKW und CKW frei ist. Abschließend wird ein ein- oder mehrfaches Nachbehandeln der Oberflächen der Triebwerkskomponenten mittels verdünnten Reinigungslösungen mit zwischengeschalteten Spül- und/oder Trocknungsschritten durchgeführt, wobei die Reinigungslösungen schrittweise zunehmend verdünnt werden.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Entfernen organischer Materialien von Triebwerkskomponenten, insbesondere zum Entfernen von schmelzbaren organischen Abdeck-, Füll- oder Dämpfungsmaterialien aus Hohlräumen und von Oberflächen von Triebwerkskomponenten.

Für die Neuteilfertigung und Instandsetzung von Triebwerkskomponenten werden schmelzbare organische Abdeck-, Füll- oder Dämpfungsmaterialien wie beispielsweise Wachs oder Wachsgemische bei Beschichtungsprozessen, beim Laserbohren, beim Abätzen von Beschichtungen oder bei Dreh- und Schleifoperationen von Triebwerkskomponenten eingesetzt. Darüber hinaus werden die Oberflächen von nicht korrosionsbeständigen Werkstoffen während der Lagerung mit ölf- oder wachshaltigen Schutzschichten zur Konservierung versehen. Derartige schmelzbare organische Abdeck-, Füll- oder Dämpfungsmaterialien werden bisher in Anlagen, die mit CKWs (beispielsweise Trichlorethen oder Tetrachlorethen) oder FCKWs (beispielsweise Trichlortrifluorethan oder Dichlortetrafluorethan) zur Auflösung der wachsartigen Abdeck-, Füll- oder Dämpfungsmaterialien arbeiten, von den anhaftenden organischen Materialien befreit.

Anlagen die mit CKWs oder FCKWs betrieben werden sind aufwendig und teuer in ihrer Pflege, Wartung und Instandhaltung. Dies beruht teilweise auf verschärften Auflagen in Bezug auf Umwelt- und Arbeitsschutz. Weiterhin muß ein hoher analytischer Aufwand betrieben werden, um eine sichere Funktionsweise dieser Anlagen zu gewährleisten. Darüberhinaus sind CKWs nur begrenzt für die Reinigung von Oberflächen von Titanbauteilen, die häufig als Triebwerkskomponenten eingesetzt werden, wegen der Gefahr einer erhöhten Spannungsrißkorrosion des Titans nach Kontakt mit CKWS verwendbar.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Entfernen von abschmelzbaren organischen Materialien von Triebwerkskomponenten anzugeben, das die obigen Nachteile überwindet und kostengünstig, reproduzierbar und zuverlässig die Oberflächen von Triebwerkskomponenten reinigt und von organischen Restfilmen vollständig befreit, ohne Umwelt und Arbeitsplatz zu belasten.

Gelöst wird diese Aufgabe durch folgende Verfahrensschritte

- a) Abschmelzen des organischen Materials in einer artgleichen Schmelze,
- b) Verdünnen und Anlösen eines anhaftenden Restfilms mittels temperiertem Öl an der vorgewärmten Triebwerkskomponente,
- c) Verdünnen und Anlösen eines noch an den Oberflächen anhaftenden Materialfilms mittels organischen Reinigern, die FCKW und CKW frei sind,

5 d) ein- oder mehrfaches Nachbehandeln der Oberflächen der Triebwerkskomponenten mittels verdünnten Reinigungslösungen mit zwischen geschalteten Spül- und/oder Trocknungsschritten, wobei die Reinigungslösungen schrittweise zunehmend verdünnt werden.

Der Vorteil dieser Lösung liegt darin, daß das aufschmelzbare organische Material bis auf einen an der Triebwerkskomponente anhaftenden Restfilm 10 vollständig und ohne großen technischen Aufwand im Verfahrensschritt a) zurückgewonnen wird. Die Dicke des Restfilms kann durch Erhöhung der Temperatur der Schmelze und der Temperatur der in die Schmelze eintauchenden Triebwerkskomponente 15 minimiert werden.

Auch das im Verfahrensschritt b) verwendete temperierte Öl kann mehrfach eingesetzt werden bis es mittels Destillation oder anderen Trennverfahren von dem im Verfahrensschritt b) aufgenommenem organischen Material getrennt und damit 20 regeneriert werden muß.

Schließlich können alle Reinigungs- und Spülprozesse dieses Verfahrens vorteilhaft in Kreisprozessen geführt werden, wobei die Reiniger und 25 Reinigungslösungen über Umkehrosmose, Ultrafiltration und/oder Destillation zurückgewonnen werden können, ohne die Umwelt zu belasten.

In einer bevorzugten Durchführung des Verfahrens erfolgt die Auflösung des anhaftenden Restfilms 30 in einem Mineralöl oder voll synthetischen Öl mit einer Dichte von 0,6-0,8 g/cm<sup>3</sup>. Dieses spezifisch leichte Öl hat den Vorteil, daß sich das spezifisch schwerere organische Material als Ölbadsumpf absetzt und das Ölbad darüber im oberen Bereich einsatzbereit bleibt.

Bei einer anderen bevorzugten Durchführung des Verfahrens erfolgt die Auflösung des anhaftenden Restfilms in einem Ölbad bei Badtemperaturen von 80 °C bis 150 °C. Diese relativ hohen Badtemperaturen tragen dazu bei, daß einerseits ein schnelles Anlösen und Verdünnen des Restfilms 40 erfolgt und andererseits der auf der Oberfläche der Triebwerkskomponente anhaftende Materialfilm aus im wesentlichen Öl molekülen in seiner Dicke minimiert wird.

Das Nachbehandeln des Materialfilms kann durch Reiniger auf Alkoholbasis erfolgen. Vorzugsweise erfolgt die Nachbehandlung des Materialfilms mittels eines Reinigers aus 0,1 Vol% bis 1 Vol% 45 Tensid und 99 Vol% bis 99,9 Vol% Glycolderivat oder Mischungen von Glycolderivaten. Dieser Reiniger ist in der Lage den auf der Oberfläche verbliebenen Materialfilm, der im wesentlichen aus Öl molekülen besteht, vollständig aufzulösen, ohne daß der Einsatz von CKWs oder FCKWs erforderlich wird. Die Glycolderivate ihrerseits sind wasserlöslich und können mit einfachen Spül schritten von den Oberflächen der Triebwerkskomponenten ab-

gespült werden. Dazu wird vorzugsweise destilliertes und/oder demineralisiertes Wasser verwendet.

Der Reiniger auf Glycolbasis enthält vorzugsweise mindestens eines der folgenden Glycolderivate :

- a) R1-(CH<sub>2</sub>O)OH, mit R1 = CH<sub>3</sub>, R1 = C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> oder R1 = C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>,
- b) R1-(C<sub>4</sub>H<sub>7</sub>O<sub>3</sub>), mit R1 = CH<sub>3</sub>, R1 = C<sub>2</sub>H oder R1 = C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>  
und
- c) R2-(C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O)nH, mit R2 = CH<sub>3</sub>O, R2 = C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>O oder R2 = C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>  
und mit n = 2 bis 5.

Diese Reiniger haben den Vorteil, daß durch einen einfachen Destillationsvorgang die Glycolderivate zurückgewonnen werden können und damit wiederverwendbar sind, so daß ein Kreisprozess ermöglicht wird..

Vorzugsweise wird der Reiniger in Verdünnungsgraden mit Wasser im Verhältnis 1:1 bis 1:10 als Reinigungslösung für die Nachbehandlung eingesetzt. Dabei werden die Reinigungslösungen schrittweise zunehmend verdünnt. Innerhalb der bevorzugten Grenzen der Verdünnung zeigt sich eine besonders effektive Reinigung der Oberflächen, die ohne zusätzliche Kontrollverfahren durchgeführt werden kann.

Zum Reinigen werden vorzugsweise der Reiniger und/oder die Reinigungslösungen auf 60 °C bis 80 °C aufgeheizt. Das verbessert die Wirkung insbesondere der Tenside im Reiniger und erhöht die Reinigungswirkung der Reinigungslösungen. Beim Spülen wird vorzugsweise das Wasser auf 80 °C bis 95 °C aufgeheizt. Wenn mit Alkohol gespült oder gereinigt wird, kann der Alkohol bis kurz unter seinen Siedepunkt erhitzt werden, um eine Reinigung von anhaftenden Restmaterialien oder ein Abspülen verbliebener Restsubstanzen von der Oberfläche zu gewährleisten..

Zwischen den Spül- und Reinigungsschritten können vorzugsweise Trocknungsschritte mit Heißluft einer Temperatur zwischen 110 und 150 °C erfolgen. Mit diesem bevorzugten Temperaturbereich werden vorteilhaft wässrige Flüssigkeiten abgedampft. Um vorteilhaft die Oberflächen von jeglicher Kontamination zu befreien, kann vorzugsweise als letzter Trocknungsschritt ein Vakuumtrocknen durchgeführt werden.

Im folgenden wird das erfundungsgemäße Verfahren an Durchführungsbeispielen erläutert.

#### Beispiel 1

Die Kühlkanäle einer Turbinenschaufel werden für das Laserbohren mit Wachs, das bei 75 °C erweicht und einen Tropfpunkt zwischen 80° und 85 °C aufweist ausgegossen. Dieses Wachs ist vorzugsweise ein mineralisch gesättigtes Kohlenwas-

serstoffwachs, das zwischen 73 °C 73 °C und 78 °C fest wird. Nach dem Laserbohren wird die Turbinenschaufel auf 80 °C erwärmt und in eine artgleiche Wachsschmelze, die auf 110 °C erhitzt wurde, getaucht. Beim Herausziehen der Turbinenschaufel aus der Wachsschmelze fließt das Wachs aus den Kühlkanälen der Turbinenschaufel. Der Restfilm aus Wachs, der an den Innenwänden der Kühlkanäle anhaftet, wird anschließend in einem 120 °Cheißen Ölbad für 15 bis 30 Minuten verdünnt und angelöst. Beim Herausnehmen der Turbinenschaufel aus dem Ölbad verbleibt ein dünner Materialfilm auf den Oberflächen und Innenflächen der Turbinenschaufel, der im wesentlichen aus Ölkettenmolekülen besteht. Dieser Materialfilm wird mit einem Reiniger auf der Basis von DI-Alkoholderivaten mit einem Flammepunkt von 80 bis 130 °C bei einer Temperatur zwischen 60 und 80 °C für 15 bis 30 Minuten verdünnt und angelöst und anschließend in demineralisiertem Wasser abgespült.

Danach wird die Turbinenschaufel in einem für alle Metalle verwendbaren Neutralreiniger bei einer Temperatur von 60 bis 80 °C für 15 bis 30 Minuten getaucht und schließlich in heißem demineralisiertem Wasser bei einer Temperatur von 95 °C für 5 Minuten gespült.

Abschließend wird die Turbinenschaufel bei 130 °C für eine Zeit von 15 bis 45 Minuten getrocknet.

Die zeitliche Länge der einzelnen Verfahrensschritte hängt von der Größe der Triebwerkskomponente und von der Komplexität der Gestalt der Triebwerkskomponente ab. Neben dem hier beschriebenen Entfernen einer Wachsfüllung können auf gleiche Weise auch Schutzschichten und Konservierungsschichten entfernt werden, sofern diese aus einem aufschmelzbaren, organischen Material bestehen .

#### Beispiel 2

Vor dem Abdrehen der Schaufel spitzen eines BLISK-Rotors, der einstückig aus Rotscheibe und Schaufeln besteht, auf einen Endradius werden zunächst die Zwischenräume zwischen den Schaufeln des BLISK-Rotors mit Wachs ausgegossen, um die Schwingungen der Schaufeln beim Abdrehen der Schaufel spitzen zu dämpfen.

Nach dem Erreichen des Endmaßes der Schaufel spitzen wird der BLISK-Rotor erwärmt und in eine Wachsschmelze getaucht, so daß nach dem Abschmelzen des Hauptanteils des Wachses nur ein Restfilm an organischem Material auf der Rotoroberfläche anhaftet.

Dieser Restfilm wird in einem temperierten Ölbad bei 130 °C angelöst und weiter verdünnt, so daß nur ein dünner Materialfilm zurückbleibt, der im wesentlichen aus Ölkettenmolekülen besteht. Dieser

Materialfilm wird anschließend in einem Reiniger der zu 0, 1 Vol% aus Tensiden und zu 99,9 Vol% aus einer Mischung von Glycolderivaten besteht, angelöst und weiter verdünnt, so daß er mit mehreren nachfolgenden Spül- und Reinigungsschritten, bei denen die Verdünnung einer Reinigungslösung schrittweise vergrößert wird, vollständig von der Oberfläche verschwindet.

Zum Abschluß wird der BLISK-Rotor einer Vakuumtrocknung ausgesetzt, so daß er vollständig von Kontaminationen befreit wird.

### Beispiel 3

Zum Schutz vor Beschichtung beim galvanischen Abscheiden von Platinschichten auf einer Triebwerkskomponente werden die nicht zu beschichtenden Bereiche zunächst mit einer Schutzschicht aus einem aufschmelzbaren organischen Material geschützt. Nach der Abscheidung des Platin wird das aufschmelzbare organische Material entfernt. Dazu wird die Triebwerkskomponente nach einem gründlichen Spül- und Trocknungsschritt in eine artgleiche Schmelze aus organischem Material getaucht, bis nur noch ein Restfilm von minimaler Dicke auf der Turbinenkomponente haftet. Dieser Restfilm wird wie in Beispiel 2 in einem temperierten Ölbad behandelt, so daß nur noch ein Materialfilm aus im wesentlichen Öl molekülen auf der Oberfläche verbleibt. Mit Hilfe eines Reinigungsbades aus 0,8 Vol% Tensiden und 99,2 Vol% Glycolderivaten wird dieser Materialfilm angelöst und weiter verdünnt, so daß ein Abspülen durch eine Reinigungslösung und ein Spülen mit destilliertem und demineralisiertem Wasser die Oberfläche, die nicht mit Platin beschichtet werden sollte, vollständig freilegt.

### Beispiel 4

Von einem Turbinenbauteil soll zur Vorbereitung einer Reparatur selektiv eine Metallspritzschicht aus Ni/Al abgeätzt werden. Während des Abätzens ist eine Nickelschicht, die sich stellenweise auf dem Bauteil befindet, partiell zu schützen. Das Bauteil selber besteht aus einem Nickelbasiswerkstoff. Ein Hauptbestandteil der Ätzlösung ist ein Nitroaromat. In dieser Lösung sind der Grundwerkstoff, die Metallspritzschicht und die Nickelschicht chemisch nicht beständig.

Zur Vorbereitung der selektiven Ätzung wird das Bauteil in einem Neutralreiniger gereinigt und mit Wachs des Beispiels abgedeckt. Die Stellen, an denen die Metallspritzschicht aus Ni/Al abgeätzt werden soll, werden mechanisch freigelegt.

Nach dem selektiven Ätzen der Metallspritzschicht aus Ni/Al wird zunächst das Bauteil mit kaltem Wasser abgesprühlt und anschließend trok-

kengeblasen.

Zum Entfernen der Wachsabdeckung über der Nickelschicht und dem Nickelbasiswerkstoff des Bauteils nach Beendigung der Ätzung wird dieses in einer Wachsschmelze abgeschmolzen, in einem Ölbad behandelt und in einen Reiniger entsprechend Beispiel 2 für 15 bis 30 Minuten bei 78 °C getaucht. Nach einer Zwischenspülung in demineralisiertem Wasser wird das Bauteil in eine Reinigungslösung mit einer ersten Verdünnungsstufe getaucht und wieder mit heißem Wasser abgespült. Danach wird das Bauteil in eine Reinigungslösung mit größerer Verdünnung getaucht und wiederholt mit heißem Wasser abgespült. Die Verdünnung der Reinigungslösung wird solange schrittweise vergrößert, bis nur noch Wasser an den Oberflächen des Bauteils haftet, so daß mit einer anschließenden Vakuumtrocknung das Bauteil von Kontaminationen vollständig befreit werden kann.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Entfernen von schmelzbaren organischen Abdeck-, Füll- oder Dämpfungsmaterialien aus Hohlräumen und von Oberflächen von Triebwerkskomponenten mit den folgenden Verfahrensschritten

a) Abschmelzen des organischen Materials in einer artgleichen Schmelze,  
 b) Verdünnen und Anlösen eines anhaftenden Restfilms mittels temperiertem Öl an der vorgewärmten Triebwerkskomponente,  
 c) Verdünnen und Anlösen eines noch an den Oberflächen anhaftenden Materialfilms mittels organischen Reinigern, die FCKW und CKW frei sind,  
 d) ein- oder mehrfaches Nachbehandeln der Oberflächen der Triebwerkskomponenten mittels verdünnten Reinigungslösungen mit zwischengeschalteten Spül- und/oder Trocknungsschritten, wobei die Reinigungslösungen schrittweise zunehmend verdünnt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Auflösung des anhaftenden Restfilms in einem Mineralöl oder voll synthetischen Öl mit einer Dichte von 0,6-0,8 g/cm<sup>3</sup> erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Auflösung des anhaftenden Restfilms in einem Ölbad bei Badtemperaturen von 80 °C bis 150 °C erfolgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Nachbehandeln des Materialfilms mittels eines Reinigers

- aus 0,1 Vol% bis 1 Vol% Tensid und 99 Vol% bis 99,9 Vol% Glycolderivat oder Mischungen von Glycolderivaten erfolgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Reiniger mindesten eines der folgenden Glycolderivate enthält:
    - a)  $R1-(CH_4O)OH$ , mit  $R1 = CH_3$ ,  $R1 = C_2H_5$  oder  $R1 = C_4H_9$ , 10
    - b)  $R1-(C_4H_7O_3)$ , mit  $R1 = CH_3$ ,  $R1 = C_2H$  oder  $R1 = C_4H_9$   
und
    - c)  $R2-(C_2H_4O)nH$ , mit  $R2 = CH_3O$ ,  $R2 = C_2H_5O$  oder  $R2 = C_4H_9O$  15  
und mit  $n = 2$  bis 5.
  6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Reiniger in Verdünnungsgraden mit Wasser im Verhältnis 1:2 bis 1:10 als Reinigungslösung eingesetzt wird. 20
  7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Reiniger und/oder die Reinigungslösungen auf 60 °C bis 80 °C aufgeheizt werden. 25
  8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verdünnung und für die Spülsschritte demineralisiertes Wasser eingesetzt wird. 30
  9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß für die Spülsschritte das Wasser auf 80 °C bis 95 °C aufgeheizt wird. 35
  10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß beim Trocknungsschritt Heißluft einer Temperatur zwischen 110 und 150 °C eingesetzt wird. 40
  11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß als letzter Trocknungsschritt ein Vakuumtrocknen durchgeführt wird. 45

50

55



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 95 10 4352

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	WO-A-93 09270 (UNITED TECHNOLOGIES CORP) 13.Mai 1993 * Seite 7, Zeile 12 - Seite 8, Zeile 31; Ansprüche 1,3 * ---	1-3, 7-11	C23G5/00 C23G5/024 C23G5/032
A	WO-A-93 06204 (DOW CHEMICAL CO) 1.April 1993 * Seite 1, Absatz 3; Ansprüche 1,8 * ---	4-6	
A	CH-A-513 991 (MOTAG BMW-IMPORT) 15.Oktober 1971 * Ansprüche 1,4 * ---	1	
A	EP-A-0 464 652 (ARAKAWA CHEM IND) 8.Januar 1992 * Anspruch 1 * ---	4-6	
A	EP-A-0 426 943 (ARAKAWA CHEM IND) 15.Mai 1991 * Anspruch 1 * ---	4-6	
A	EP-A-0 541 892 (LEYBOLD AG) 19.Mai 1993 * Spalte 3, Zeile 27 - Spalte 4, Zeile 37 * -----	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) C23G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche		Prüfer
DEN HAAG	11.Juli 1995		Torfs, F
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldeatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
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			