

(19)



(11)

EP 2 845 998 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.03.2015 Patentblatt 2015/11

(51) Int Cl.:
F01D 5/00 (2006.01) **F01D 5/28 (2006.01)**
C25F 5/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13183724.7**

(22) Anmeldetag: **10.09.2013**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder:
• **Felkel, Diana**
 13051 Berlin (DE)
• **Koch, Daniel**
 14624 Dallgow-Döberitz (DE)
• **Störmer, Jan**
 14163 Berlin (DE)
• **Weigt, Manfred**
 13591 Berlin (DE)
• **Willmann, Andre**
 13158 Berlin (DE)

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

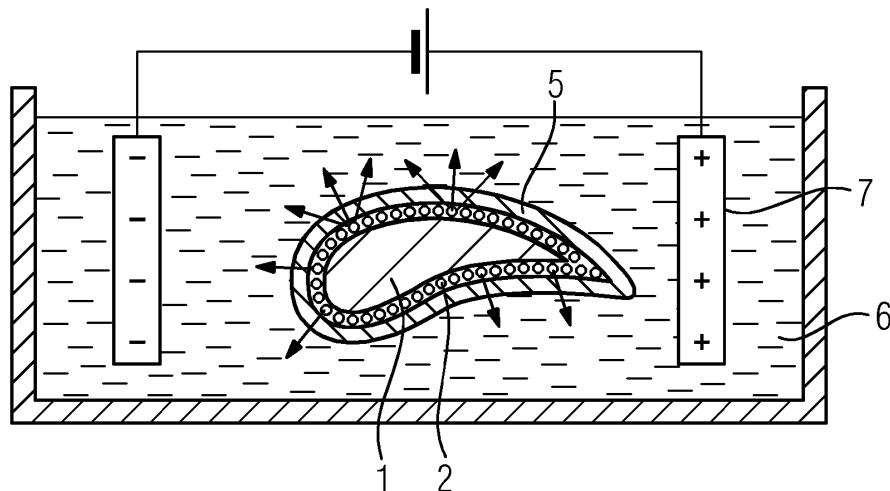
(54) **Bauteil und Verfahren zur Entschichtung eines Bauteils**

(57) Die Erfindung betrifft ein Bauteil umfassend einen Grundkörper aus einem Grundmaterial (1) und einer zu entfernenden Beschichtung (5), wobei zwischen dem Grundmaterial (1) und der zu entfernenden Beschichtung (5) eine Zwischenschicht (2) vorgesehen ist, welche

durch einen Impuls aktivierbar ist, so dass dadurch eine Ablösung der zu entfernenden Beschichtung (5) bewerkstelligbar ist.

Zudem betrifft die Erfindung noch ein Verfahren zur Entschichtung eines Bauteils.

FIG 2



EP 2 845 998 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Bauteil umfassend einen Grundkörper aus einem Grundmaterial und einer zu entfernenden Beschichtung sowie ein Verfahren zur Entschichtung eines solchen Bauteils.

[0002] Hochtemperaturbeständige Bauteile eines Kraftwerks, z.B. die Schaufel weisen im Allgemeinen einen Grundkörper aus einer Kobaltbasis- oder Nickelbasis-Superlegierung auf. Auf dieses Grundmaterial wird eine Haftvermittlerschicht der Art MCrAlY aufgebracht. Dabei bezeichnet M beispielsweise eine Kombination der Metalle Nickel und Kobalt. Cr steht für Chrom und Al für Aluminium sowie Y für Yttrium. Auf diese Haftvermittlerschicht kann eine keramische Schicht (TBC-Schicht) aus Zirkonoxid aufgebracht werden. Die Bauteile von Gasturbinen unterliegen während des Betriebs einem Verschleiß und können auf sonstige Art und Weise beschädigt werden, was zu einer Beschädigung der TBC Schicht und der Haftvermittlerschicht führt. Zur Wiederaufbereitung der Bauteile ist es in der Regel erforderlich, die Beschichtung vollständig zu entfernen. Das Entfernen bzw. Abtragen von Beschichtungen bezeichnet man auch als Entschichten. Durch eine anschließende Neubeschichtung kann ein weiterer Lebenszyklus der Turbinenschaufeln ermöglicht werden, weswegen sich ein großes Interesse an einer wirksamen Entschichtung ergibt.

[0003] Bei der Entschichtung von Turbinenschaufeln müssen beispielsweise die verbrauchten Beschichtungen, wie MCrAlY-Beschichtungen als auch thermische Schutzschichten entfernt werden.

[0004] Ein solches Verfahren zur Entschichtung von Bauteilen ist in der EP 1 314 797 A2 beschrieben. Hierbei handelt es sich um ein chemisches Entschichtungsverfahren. Das zu entschichtende Bauteil wird in eine Lösung mit Salzsäure und einem den Angriff des Basismaterials des Bauteils verringernenden Inhibitor eingetaucht. Das durch die Salzsäure gebildete Entschichtungsbad führt die Auflösung der Beschichtung herbei.

[0005] Bei den Entschichtungsverfahren unterscheidet man solche, bei denen die Entschichtung auf mechanischem Wege, chemischem Wege oder elektrochemischem Wege erfolgt. Die elektrochemische Entschichtung beruht auf dem Prinzip der Elektrolyse.

[0006] Bei der Entschichtung wird beispielsweise die TBC-Schicht abrasiv mit Al_2O_3 als Strahlmittel abgestrahlt. Anschließend wird das MCrAlY durch Säure entfernt. Verbleibende Reste werden dann mechanisch entfernt. Dies sind jedoch langwierige Arbeitsprozesse, die mit Zeit und Kosten verbunden sind.

[0007] Die erste Aufgabe der Erfindung ist die Angabe eines beschichteten Bauteils, bei welchem eine einfache Ablösung der Beschichtung möglich ist. Die zweite Aufgabe der Erfindung ist die Angabe eines Verfahrens zur Entschichtung eines solchen Bauteils.

[0008] Die erste Aufgabe wird gelöst durch die Angabe eines Bauteils umfassend einen Grundkörper aus einem

Grundmaterial und einer zu entfernenden Beschichtung, wobei zwischen dem Grundmaterial und der zu entfernenden Beschichtung eine Zwischenschicht vorgesehen ist, welche durch einen Impuls aktivierbar ist, so dass dadurch eine Ablösung der zu entfernenden Beschichtung bewerkstelligbar ist.

[0009] Die zweite Aufgabe wird gelöst durch die Angabe eines Verfahrens zur Entschichtung eines Bauteils mit einer wie oben beschriebenen Zwischenschicht, wobei die Zwischenschicht durch einen Impuls aktiviert wird, so dass dadurch eine Ablösung der zu entfernenden Beschichtung bewerkstellig wird.

[0010] Damit wird erfindungsgemäß eine Zwischenschicht zwischen Grundmaterial und zu entfernender Beschichtung, z.B. MCrAlY eingebracht. Nach der Betriebsbeanspruchung wird bei der Wiederaufbereitung des Bauteils die Zwischenschicht durch einen Impuls aktiviert, was zur Ablösung der zu entfernenden Beschichtung führt. Durch das erfindungsgemäße Verfahren und das erfindungsgemäße Bauteil wird eine deutliche Reduktion der Durchlaufzeiten bei der Entschichtung bewirkt. So dauert beispielsweise die Entschichtung im Stand der Technik bis zu 16 Tage. Bei der erfindungsgemäßen Entschichtung wird hingegen lediglich ein Tag benötigt.

[0011] Zudem sind das erfindungsgemäße Verfahren und das erfindungsgemäße Bauteil umweltverträglicher, da keine aggressiven Säuren nebst Entsorgung notwendig sind. Beim Entschichten des Stands der Technik verbleiben Beschichtungsreste im Strahlgut und in der Säure, welche anschließend entsorgt werden müssen. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und dem erfindungsgemäßen Bauteil verbleiben nur noch reine Beschichtungsreste zur Entsorgung. Zudem unterbleibt mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und dem erfindungsgemäßen Bauteil der Grundmaterialangriff durch aggressive Säuren, wie z.B. beim Entschichtungsverfahren im Stand der Technik.

[0012] Bevorzugt ist der Impuls ein elektrischer und/oder chemischer und/oder elektrochemischer Impuls. Natürlich sind auch elektromagnetische Impulse oder andere möglich.

[0013] Bevorzugt ist die Zwischenschicht über das Anlegen einer elektrischen Spannung an das Bauteil aktivierbar. Dies kann beispielsweise eine Induktionsspannung sein. Ist das Bauteil eine Schaufel, so kann z.B. ein Hochfrequenzfeld zwischen Schaufelfuß und Schaufelspitze erzeugt werden.

[0014] Bevorzugt ist das Bauteil in eine Elektrolytlösung eingebettet. Die Zwischenschicht wird dann über das Anlegen einer Spannung, beispielsweise einer Induktionsspannung aktiviert. Dabei kann die Elektrolytlösung geeignet ausgewählt werden. Bevorzugt ist die Zwischenschicht eine volumenvergrößernde Zwischenschicht, welche durch Aktivieren des Impulses ausdehnbar ist. Hier wird nun eine volumenvergrößernde Zwischenschicht zwischen Grundmaterial und zu entfernender Beschichtung, z.B. MCrAlY eingebracht. Nach der

Betriebsbeanspruchung wird bei der Wiederaufbereitung des Bauteils die Zwischenschicht durch einen Impuls z.B. elektrischer und/oder chemischer und/oder elektrochemischer Natur aktiviert, was zur Ausdehnung der Zwischenschicht führt und wodurch somit die Ablösung der gesamten zu entfernenden Beschichtung erreicht wird.

[0015] Bevorzugt umfasst die volumenvergrößernde Zwischenschicht Nanoröhrchen. Diese eignen sich besonders gut bei Hochtemperaturbauteilen.

[0016] Bevorzugt ist eine vollständige Ablösung der zu entfernenden Beschichtung bewerkstelligbar. Bislang verbleiben Beschichtungsrückstände, welche mit aufwendigen Nacharbeiten entfernt werden müssen. Durch die Erfindung wird eine vollständige Ablösung der gesamten Schicht möglich. Dadurch wird die Entschichtung wesentlich beschleunigt.

[0017] Bevorzugt umfasst die zu entfernende Beschichtung zumindest eine Haftvermittlerschicht, insbesondere aus MCrAlY. Auch kann die zu entfernende Beschichtung zumindest eine Wärmedämmschicht, insbesondere eine keramische Wärmedämmschicht umfassen. Dies ist vor allem bei Gasturbinenschaufel oder anderen Bauteilen, die sehr hohen Temperaturen ausgesetzt sind, von Vorteil.

[0018] Bevorzugt umfasst das Grundmaterial ein Basismaterial und eine Schicht. Die Zwischenschicht ist in diesem Fall auf der Schicht angeordnet. Natürlich können auch mehrere Schichten auf dem Basismaterial aufgetragen sein.

[0019] Bevorzugt ist das Bauteil eine Turbinenschaufel.

[0020] Weitere Merkmale, Eigenschaften und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Figuren. Darin zeigen schematisch:

FIG 1 schematisch einen Ausschnitt eines erfindungsgemäßen

Bauteils,

FIG 2 schematisch das Verfahren anhand einer Schaufel.

[0021] FIG 1 zeigt einen Ausschnitt eines erfindungsgemäßen Bauteils. Diese zeigt einen Grundkörper, welcher aus einem Grundmaterial 1 besteht. Selbstverständlich kann dieses Grundmaterial auch ein mit einer oder mehreren Schichten beschichtetes Basismaterial sein. Auf diesem Grundmaterial 1 wird nun eine Zwischenschicht 2 aufgebracht. Auf der Zwischenschicht 2 sind hier beispielsweise eine Haftvermittlerschicht 3, z. B. aus MCrAlY und eine Wärmedämmschicht 4 aufgebracht. Selbstverständlich kann auch nur eine Wärmedämmschicht 4 ohne Haftvermittlerschicht 3 aufgebracht sein, oder eine Haftvermittlerschicht 3 ohne Wärmedämmschicht 4. Werden betriebsbeanspruchte Bauteile wiederaufbereitet, ist die alte Beschichtung 5 (hier: Haftvermittlerschicht 3 + Wärmedämmschicht 4) zu entfer-

nen.

[0022] Erfindungsgemäß ist nun die Zwischenschicht 2 zwischen Grundmaterial 1 und der zu entfernenden Beschichtung 5, d.h. hier der Wärmedämmschicht 4 und der Haftvermittlerschicht 3 aufgebracht. Nach der Betriebsbeanspruchung wird bei der Wiederaufbereitung die Zwischenschicht 2 durch einen Impuls chemischer und/oder elektrischer und/oder elektrochemischer Natur aktiviert, was zur Ablösung der gesamten zu entfernenden Beschichtung 5 führt. Die zu entfernende Beschichtung 5 wird quasi vollständig "abgesprengt".

[0023] Die Zwischenschicht 2 kann beispielsweise eine volumenvergrößernde Zwischenschicht 2 sein. Diese kann z.B. Nanoröhrchen umfassen. Nach der Betriebsbeanspruchung wird bei der Wiederaufbereitung die volumenvergrößernde Zwischenschicht 2 durch einen Impuls chemischer und/oder elektrischer und/oder elektrochemischer Natur aktiviert, was zur Ausdehnung der volumenvergrößernden Zwischenschicht 2 führt und wodurch somit die Ablösung der gesamten zu entfernenden Beschichtung 5 erreicht wird.

[0024] Die Aktivierung der Zwischenschicht 2 erfolgt über Anlegen einer elektrischen Spannung. Ist das Bauteil eine Schaufel so kann z.B. ein Hochfrequenzfeld zwischen Schaufelfuß und Schaufelspitze erzeugt werden.

[0025] Auch kann das Bauteil, hier eine Schaufel, in eine Elektrolytlösung 6 einbetten werden, wie in FIG 2 gezeigt. Durch Anlegen einer elektrischen Induktionsspannung 7 wird die Zwischenschicht 2 aktiviert (FIG 2). Dies führt zu einer vollständigen Ablösung der gesamten zu entfernenden Beschichtung 5. Ist die Zwischenschicht 2 als eine volumenvergrößernde Zwischenschicht 2 ausgestaltet, dehnt sie sich dadurch aus, dass die zu entfernende Beschichtung 5 vollständig abgelöst wird.

[0026] Durch die Erfindung ergibt sich eine deutliche Reduktion der Durchlaufzeiten bei der Entschichtung. Dies spart Zeit und Kosten. Zudem ist das Bauteil mit dem erfindungsgemäßen Verfahren umweltverträglicher, da keine aggressiven Säuren sowie deren Entsorgung notwendig sind.

[0027] Auch treten keine Beschichtungsrückstände auf, welche im Stand der Technik mit aufwendigen Nacharbeiten zu entfernen sind. Erfindungsgemäß wird hingegen eine vollständige Ablösung der gesamten Beschichtung 5 ermöglicht. Auch wird das Grundmaterial 1 nicht durch aggressive Säuren beschädigt oder angegriffen. Dadurch ist eine erneute Beschichtung der Bauteile problemlos möglich.

[0028] Im Stand der Technik verbleiben die Beschichtungsreste sowohl im Strahlgut (bei abrasiver Entfernung) als auch in der Säure. Diese müssen anschließend mit entsorgt werden. Durch die Erfindung sind nur noch Beschichtungsreste vorhanden, welche entsorgt werden müssen.

Patentansprüche

1. Bauteil umfassend einen Grundkörper aus einem Grundmaterial (1) und einer zu entfernenden Beschichtung (5),
dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Grundmaterial (1) und der zu entfernenden Beschichtung (5) eine Zwischenschicht (2) vorgesehen ist, welche durch einen Impuls aktivierbar ist, so dass dadurch eine Ablösung der zu entfernenden Beschichtung (5) bewerkstelligbar ist.
2. Bauteil nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass der Impuls ein elektrischer und/oder chemischer und/oder elektrochemischer Impuls ist.
3. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenschicht (2) über das Anlegen einer Spannung an das Bauteil aktivierbar ist.
4. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1-3,
dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil in eine Elektrolytlösung (6) eingebettet ist und die Zwischenschicht (2) über das Anlegen einer Spannung (7) aktivierbar ist.
5. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenschicht (2) eine volumenvergrößernde Zwischenschicht (2) ist, welche durch Aktivieren des Impulses ausdehnbar ist.
6. Bauteil nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass die volumenvergrößernde Zwischenschicht (2) Nanoröhrchen umfasst.
7. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass eine vollständige Ablösung der zu entfernenden Beschichtung (5) bewerkstelligbar ist.
8. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die zu entfernende Beschichtung (5) zumindest eine Haftvermittlerschicht (3), insbesondere aus MCrAlY, umfasst.
9. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die zu entfernende Beschichtung (5) zumindest eine Wärmedämmschicht (4), insbesondere eine keramische Wärmedämmschicht, umfasst.
10. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Grundmaterial
- (1) ein Basismaterial und eine Schicht umfasst.
11. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil eine Turbinenschaufel ist.
12. Verfahren zur Entschichtung eines Bauteils mit einer Zwischenschicht (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenschicht (2) durch einen Impuls aktiviert wird, so dass dadurch eine Ablösung der zu entfernenden Beschichtung (5) bewerkstelligt wird.
13. Verfahren zur Entschichtung eines Bauteils nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass der Impuls elektrisch oder/und chemisch und/oder elektrochemisch ausgeführt wird.
14. Verfahren zur Entschichtung eines Bauteils nach Anspruch 12 oder 13,
dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenschicht (2) als eine volumenvergrößernde Schicht ausgestaltet wird, welche sich bei Aktivieren des Impulses ausdehnt, wodurch ein Ablösen der zu entfernenden Beschichtung (5) bewirkt wird.
15. Verfahren zur Entschichtung eines Bauteils nach einem der Ansprüche 12 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil in eine Elektrolytlösung (6) eingebettet wird und die Aktivierung der Zwischenschicht (2) über das Anlegen einer Spannung (7) erfolgt.
16. Verfahren zur Entschichtung eines Bauteils nach einem der Ansprüche 12 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, dass die Aktivierung der Zwischenschicht (2) über das Anlegen einer Spannung an das Bauteil erfolgt.

FIG 1

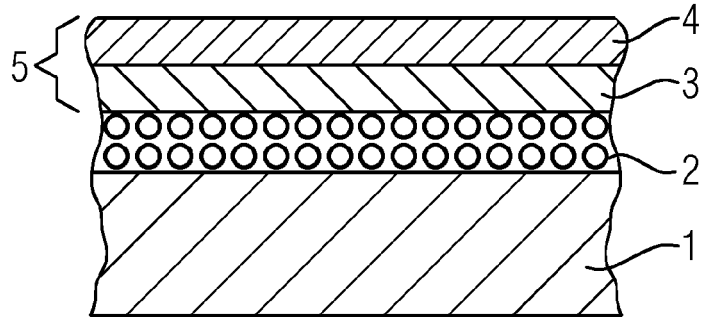
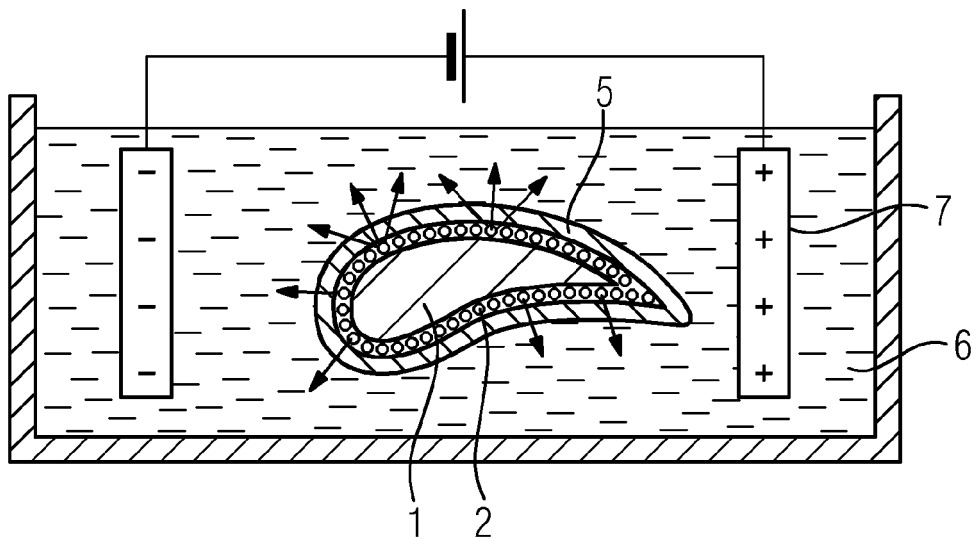


FIG 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 13 18 3724

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 870 497 A1 (SIEMENS AG [DE]) 26. Dezember 2007 (2007-12-26) * Absatz [0017] - Absatz [0028]; Abbildungen *	1-4, 7-13,15, 16	INV. F01D5/00 F01D5/28 C25F5/00
X	EP 1 860 210 A1 (SIEMENS AG [DE]) 28. November 2007 (2007-11-28) * Absatz [0007] - Absatz [0066]; Abbildungen *	1-4, 7-13,15, 16	
A,D	EP 1 314 797 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 28. Mai 2003 (2003-05-28) * das ganze Dokument *	1-16	
A	EP 2 053 145 A1 (SIEMENS AG [DE]) 29. April 2009 (2009-04-29) * das ganze Dokument *	1-16	
A	WO 00/36184 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 22. Juni 2000 (2000-06-22) * das ganze Dokument *	1-16	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01D C23C C25F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 13. Februar 2014	Prüfer Teissier, Damien
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

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

EP 13 18 3724

5

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.

13-02-2014

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1870497 A1	26-12-2007	EP 1870497 A1	26-12-2007
		EP 2032745 A1	11-03-2009
		JP 2009541582 A	26-11-2009
		RU 2009102042 A	27-07-2010
		RU 2010122166 A	10-12-2011
		US 2010089768 A1	15-04-2010
		WO 2007147655 A1	27-12-2007
EP 1860210 A1	28-11-2007	EP 1860210 A1	28-11-2007
		EP 2021530 A2	11-02-2009
		WO 2007134917 A2	29-11-2007
EP 1314797 A2	28-05-2003	BR 0204770 A	16-09-2003
		EP 1314797 A2	28-05-2003
		JP 4471066 B2	02-06-2010
		JP 2003193276 A	09-07-2003
		SG 113438 A1	29-08-2005
		US 6454870 B1	24-09-2002
EP 2053145 A1	29-04-2009	EP 2053145 A1	29-04-2009
		WO 2009053154 A1	30-04-2009
WO 0036184 A2	22-06-2000	BR 9915274 A	07-08-2001
		DE 69929243 T2	24-08-2006
		EP 1137823 A2	04-10-2001
		JP 2002532628 A	02-10-2002
		US 6354310 B1	12-03-2002
		US 2002066470 A1	06-06-2002
		US 2005268942 A1	08-12-2005
		WO 0036184 A2	22-06-2000

EPO FORM P0481

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1314797 A2 [0004]