



(11)

EP 1 923 490 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
11.03.2015 Patentblatt 2015/11

(51) Int Cl.:
C25F 3/16 *(2006.01)* **C25F 3/18** *(2006.01)*
C25F 3/20 *(2006.01)* **C25F 3/24** *(2006.01)*
C25F 3/26 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **07018327.2**

(22) Anmeldetag: **18.09.2007**

(54) **Elektropolierverfahren**

Electropolishing method

Procédé d'électropolissage

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

(30) Priorität: **14.11.2006 DE 102006053586**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.05.2008 Patentblatt 2008/21

(73) Patentinhaber: **POLIGRAT GMBH
81829 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **Pießlinger-Schweiger, Siegfried
85591 Vaterstetten (DE)**

• **Böhme, Olaf
85435 Erding (DE)**

(74) Vertreter: **Wibbelmann, Jobst
Wuesthoff & Wuesthoff
Patent- und Rechtsanwälte
Schweigerstrasse 2
81541 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**WO-A1-01/71068 DE-A1- 19 809 487
DE-C1- 3 302 011 GB-A- 978 091
US-A- 5 753 776 US-A1- 2006 163 083
US-B1- 6 352 636**

EP 1 923 490 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum elektrochemischen Polieren von Oberflächen von Metallen und Metalllegierungen. Der dabei verwendete Elektrolyt umfasst Methansulfonsäure sowie mindestens eine alkoholische Verbindung, die ausgewählt ist aus aliphatischen Diolen und alicyclischen Alkoholen. Dieses Verfahren eignet sich für Metalloberflächen, die aus Eisen, Wolfram, Magnesium, Aluminium oder einer Legierung dieser Metalle bestehen.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Das Verfahren des elektrochemischen Polierens oder Elektropolierens dient dazu, Metalloberflächen hoher Reinheit zu erzeugen, die Metalloberflächen zu glätten und zu entgraten. Durch ein Glätten im Mikrobereich kann auch ein Glänzen der so behandelten Oberflächen bewirkt werden. Darüber hinaus können durch das Elektropolieren etwaige Spannungen in den äußeren Werkstoffschichten abgetragen werden.

[0003] Es gibt eine Vielzahl unterschiedlicher Elektropolierverfahren, die zur Bearbeitung verschiedener Metalle bzw. Metalllegierungen verwendet werden können. In der Regel basieren diese Verfahren auf der Verwendung von Elektrolyten, die eine konzentrierte Mineralsäure wie etwa Phosphorsäure oder Schwefelsäure bzw. ein Gemisch konzentrierter Mineralsäuren umfassen, denen häufig Zusätze beigemischt werden, um die Wirkung der Elektrolyte weiter zu verbessern und so glattere und glänzendere Metalloberflächen zu erhalten. Beispiele für solche Zusätze sind etwa Chromsäure, Flusssäure, Aminfluoride oder organische Additive, wie beispielsweise Alkohole, Amine, Glycerin, usw.

[0004] All diesen herkömmlichen, vielfach industriell eingesetzten Elektrolyten ist jedoch gemein, dass sie nur für bestimmte Metalle und/oder Legierungen erfolgreich verwendet werden können und somit ein sehr begrenztes Einsatzprofil aufweisen. Zur Bearbeitung unterschiedlicher Metalle oder Legierungen ist es daher häufig notwendig, eine entsprechende Anzahl unterschiedlicher Elektrolyte bereitzuhalten. Dabei müssen die einzelnen Elektrolyte häufig streng getrennt voneinander gehalten werden und dürfen insbesondere nicht vermischt werden, da sie durch etwaige Vermischungen beschädigt und somit unbrauchbar werden könnten. Gelegentlich kann dies sogar dazu führen, dass gewisse Bestandteile der Elektrolyte miteinander reagieren und beispielsweise gesundheitsschädliche oder gefährliche Substanzen freisetzen. Darüber hinaus sind die Anforderungen an die Ausführung des Verfahrens und die Ausstattung der Elektropolieranlagen aufgrund der verschiedenen Elektrolyte oft auch sehr unterschiedlich, so dass für unterschiedliche Werkstoffe mehrere Anlagen bereitgehalten werden müssen.

[0005] Bei den Elektrolyten die hierbei für gewöhnlich verwendet werden, handelt es sich häufig um Gefahr-

stoffe, die entsprechend ihrer jeweiligen Toxizität, Brennbarkeit und/oder Gefährdungsklasse hinsichtlich ihrer Lagerung und Verwendung speziellen Anforderungen und Vorschriften unterliegen und entsprechende Vorkehrungen hinsichtlich Umweltschutz und Arbeitssicherheit erfordern. Dies verursacht wiederum einen nicht unerheblichen Aufwand und damit verbundene Kosten.

[0006] Die ideale Lösung für diese Probleme wäre ein Elektropolierverfahren, das sich zur Bearbeitung aller Metalle und Metalllegierungen gleichermaßen eignet und weitgehend unbedenklich hinsichtlich der damit verbundenen Umweltgefährdung und Arbeitssicherheit ist.

[0007] Aus dem Stand der Technik ist seit langem ein Elektrolyt bekannt, der den Anforderungen für eine universelle Verwendbarkeit weitgehend entspricht. Dabei handelt es sich um ein Gemisch aus Perchlorsäure und Essigsäureanhydrid. Dieses Gemisch ist jedoch aufgrund der mit seiner Verwendung verbundenen Explosionsgefahr häufig industriell nicht einsetzbar, bzw. nur unter erheblichem sicherheitstechnischem Aufwand verwendbar.

[0008] Die Patentanmeldung WO 01/71068 A1 offenbart elektrolytische Polierverfahren, die offenbar für ein breites Spektrum an Metallen bzw. Metalllegierungen eingesetzt werden können. Diese Elektropolierverfahren verwenden unter anderem einen Elektrolyten aus Methansulfonsäure und Methanol. Dieser Elektrolyt hat jedoch den gravierenden Nachteil, dass er aufgrund seines hohen Anteils von über 80% an leicht flüchtigem Methanol gesundheitsgefährdend, feuer- und explosionsgefährlich ist. Daher kann ein solches Verfahren in der Regel nur bei sehr niedrigen Temperaturen, beispielsweise von höchstens 10°C, oder mit einem aufwendigen System zum sicheren Auffangen und Ableiten der entstehenden Dämpfe betrieben werden. Darüber hinaus ist eine Eignung dieses Verfahrens für Kohlenstoffstähle, Magnesium, Magnesiumlegierungen bzw. Aluminium-Silizium-Legierungen nicht offenbart.

[0009] Ein relativ breites Anwendungsspektrum scheint auch das in der Patentanmeldung US 2005/0045491 A1 offenbarte Verfahren aufzuweisen, das jedoch ebenfalls keine Eignung für Magnesiumhaltige Metalloberflächen oder solche aus Aluminium-Silizium-Legierungen offenbart. Der dabei verwendete Elektrolyt enthält mindestens 75 Gew.-% eines Alkylenglykols, wobei der Rest aus einem Chloridsalz der Alkali- und/oder Erdalkalimetalle besteht.

Gegenstand der Erfindung

[0010] Gegenstand der hier vorliegenden Erfindung ist ein Elektropolierverfahren, das auf eine breite Palette von Metallen und Metalllegierungen mit gutem Erfolg angewendet werden kann und dabei weitestgehend unbedenklich hinsichtlich Arbeitssicherheit und Umweltschutz ist. Das Verfahren eignet sich zum Elektropolieren von Oberflächen aus so unterschiedlichen Metallen wie Eisen, Wolfram, Magnesium und Aluminium, sowie von

Oberflächen aus Legierungen dieser Metalle. Insbesondere eignet es sich für Oberflächen aus Eisen oder einer Eisenlegierung, wie Nickleisen, Edelstahl (nichtrostende Stähle) oder Kohlenstoffstahl, der sowohl in gehärteter als auch in ungehärteter Form gemäß dem vorliegenden Verfahren elektropoliert werden kann; aus Wolfram oder eine Wolframlegierung, aus Magnesium, einer Magnesiumlegierung, Aluminium oder einer Aluminiumlegierung, etwa auch einer Aluminium-Silizium-Legierung. Unter einer Legierung eines bestimmten Metalls werden Legierungen verstanden, in denen dieses Metall der Hauptbestandteil der Legierung ist, bezogen auf das Gewicht der Bestandteile der Legierung. Häufig umfasst dieses Metall (bzw. diese Metalle) mehr als 50 Gew.-% der Legierung.

[0011] Das Elektropolierverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet dabei als Elektrolyten eine Lösung, die Methansulfonsäure und mindestens eine alkoholische Verbindung umfasst, wobei die mindestens eine alkoholische Verbindung ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus aliphatischen Diolen der allgemeinen Formel $C_nH_{2n}(OH)_2$ mit $n = 3-6$ und alicyclischen Alkoholen der allgemeinen Formel $C_mH_{2m-1}OH$ mit $m = 5-8$. Insbesondere kann die alkoholische Verbindung mindestens ein aliphatisches Diol der allgemeinen Formel $C_nH_{2n}(OH)_2$ umfassen, wobei $n = 3, 4, 5$ oder 6 ist. Dabei können sämtliche Isomere dieser aliphatischen Dirole eingesetzt werden, solange die beiden Hydroxylgruppen an verschiedene Kohlenstoffatome gebunden sind. Beispiele hierfür sind etwa die Verbindungen 1,2-Propanediol, 1,2-Butandiol oder 1,4-Butandiol.

[0012] In einer speziellen Ausführungsform enthält der Elektrolyt als alkoholische Verbindungen sowohl mindestens ein aliphatisches Diol der allgemeinen Formel $C_nH_{2n}(OH)_2$ als auch mindestens einen alicyclischen Alkohol der allgemeinen Formel $C_mH_{2m-1}OH$, wobei $n = 3-6$ und $m = 5-8$ sind.

[0013] Die alicyclischen Alkohole der vorliegenden Erfindung umfassen ebenfalls sämtliche Isomere, die der allgemeinen Formel $C_mH_{2m-1}OH$ mit $m = 5-8$ genügen. Dabei können sämtliche Kohlenstoffatome die Ringstruktur bilden, wie in Cyclopentanol, Cyclohexanol, Cycloheptanol und Cyclooctanol; es ist aber ebenfalls möglich, dass ein oder mehrere Kohlenstoffatome eine Hydroxyalkyl- und/oder eine oder mehrere Alkyl-Seitenkette(n) bilden. Insbesondere bevorzugt sind Elektrolytlösungen die Cyclohexanol umfassen.

[0014] In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst der Elektrolyt gemäß dem Verfahren zum Elektropolieren der vorliegenden Erfindung ein Gemisch, das aus 5-93% Methansulfonsäure und 95-7% der mindestens einen alkoholischen Verbindung besteht. Diese Prozentangaben, wie auch alle weiteren in der vorliegenden Anmeldung beziehen sich, soweit nichts Gegenteiliges angegeben ist, auf das Gewicht der jeweiligen Substanzen und Lösungen. Insbesondere bevorzugt ist, dass der Elektrolyt aus 10-80% Methansulfonsäure und 90-20% der mindestens einen alkoholischen Verbindung besteht.

So kann der Elektrolyt beispielsweise 20-50 % Methansulfonsäure und 50-80% der mindestens einen alkoholischen Verbindung umfassen.

[0015] Insbesondere zeichnet sich das Verfahren zum Elektropolieren gemäß der vorliegenden Erfindung dadurch aus, dass neben Methansulfonsäure und alkoholischen Verbindungen keine weiteren Zusatzstoffe für den Elektrolyten benötigt werden. Dabei ist insbesondere zu erwähnen, dass der in diesem Verfahren verwendete Elektrolyt weder Chromsäure oder Chromate enthält, noch Perchlorsäure bzw. deren Salze. Auch verwendet das Verfahren keine leicht flüchtigen Zusatzstoffe wie Methanol, Ethanol oder Ester, deren hoher Dampfdruck eine besondere Herausforderung für die Arbeitssicherheit sowohl hinsichtlich ihrer Brennbarkeit als auch ihrer Toxizität darstellt. Zudem enthält der Elektrolyt auch keine Flusssäure und ist auch aus diesem Grund erheblich unproblematischer im Betrieb.

[0016] Vorzugsweise enthält der in den Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung verwendete Elektrolyt kein oder nur geringe Mengen an Wasser. So sollte der Wassergehalt des Elektrolyten einen Anteil von 10% Wasser nicht überschreiten. Darüber hinaus benötigt der Elektrolyt auch keinen Zusatz von Salzen zur Leitwerterhöhung.

[0017] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird das Verfahren bei einer Temperatur zwischen 60°C und 100°C durchgeführt. Da der Elektrolyt des vorliegenden Verfahrens keine leicht flüchtigen Bestandteile enthält, können solche höheren Temperaturen, beispielsweise Temperaturen bis 80°C, bis 90°C, bis 100°C oder sogar darüber verwendet werden, ohne dass spezielle Vorkehrungen, beispielsweise zum sicheren Auffangen und Ableiten entstehender Dämpfe notwendig sind. Die Möglichkeit, dass das Verfahren auch bei höheren Temperaturen durchgeführt werden kann, gestattet einerseits, dass das Elektropolierverfahren bei Bedarf in relativ kurzer Zeit durchgeführt werden kann, andererseits ermöglicht es, die beim Prozess des Elektropolierens freigesetzte Wärme nicht aufwendig abführen zu müssen. Somit kann auf eine aufwendige Kühlung weitgehend oder sogar ganz verzichtet werden. Sollte eine Kühlung verwendet werden muss diese daher auch keinen höheren Anforderungen an die Leistungsfähigkeit genügen.

[0018] Die anodische Stromdichte des hier vorgestellten Verfahrens liegt in Abhängigkeit der jeweiligen Metalle bei Werten zwischen 3 und 40 A/dm² der zu polierenden Oberfläche, bevorzugt bei 5-30 A/dm². Insbesondere Wolfram oder Wolframlegierungen erlauben die Verwendung höherer anodischer Stromdichten von beispielsweise etwa 30-40 A/dm². Aber auch die anderen hier beschriebenen Werkstoffe können erfolgreich bei höheren anodischen Stromdichten elektropoliert werden. Für Eisen-, Aluminium- und Magnesium-haltige Oberflächen reichen jedoch meistens anodische Stromdichten von etwa 5-20 A/dm² völlig aus.

[0019] Die Dauer des Elektropoliervorgangs richtet sich natürlich jeweils nach dem bearbeiteten Metall, der

Rauheit des zu polierenden Werkstücks, der gewünschten Abtragsmenge und der gewünschten Glättung der Oberflächen des Werkstücks, sowie der Temperatur und der Stromdichte.

[0020] Neben der breiten Anwendbarkeit besitzt das erfindungsgemäße Verfahren gegenüber herkömmlichen Elektropolierverfahren weitere wesentliche Vorteile. So ist der verwendete Elektrolyt chemisch nicht aggressiv und verhält sich daher nach dem Abschalten des Elektropolierstroms, wie auch während der nachfolgenden Spülprozesse den elektropolierten Oberflächen gegenüber weitestgehend inert. Die Oberflächen werden nicht chemisch angegriffen und verätzt, so dass die Qualität der elektropolierten Oberflächen erhalten bleibt und keine speziellen Vorkehrungen erforderlich sind, den Elektrolyten so schnell als möglich von dem bearbeiteten Werkstück zu entfernen. Dies ist vor allem bei der Bearbeitung von Werkstücken mit geringer Korrosionsbeständigkeit von Bedeutung, wie sie etwa Normalstahl, Magnesium, Aluminium und deren Legierungen aufweisen.

[0021] Neben dem Verfahren selbst in all seinen dargestellten Aspekten, richtet sich ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung auf Elektrolyte gemäß Anspruch 5.

[0022] Die Erfindung wird in den folgenden Beispielen näher erläutert. Diese Beispiele stellen lediglich mögliche Ausführungsformen des hier beschriebenen Elektropolierverfahrens und der dabei verwendeten Elektrolyte dar und sollen in keiner Weise eine Beschränkung auf die hier verwendeten Bedingungen implizieren.

Beispiele

[0023]

1.
Behandelte Oberfläche: Edelstahl Wst. Nr. 1.4301
Elektrolyt: 37% Methansulfonsäure + 63% 1,2-Propandiol
Temperatur: 80°C
Anodische Stromdichte: 10 A/dm²
Dauer: 15 min
Ergebnis: Spiegelglanz
2.
Behandelte Oberfläche: Werkzeugstahl (Kohlenstoffstahl)
Elektrolyt: 37% Methansulfonsäure + 63% 1,2-Pentandiol
Temperatur: 80°C
Anodische Stromdichte: 20 A/dm²
Dauer: 10 min
Ergebnis: Hochglanz
3.
Behandelte Oberfläche: Wolfram
Elektrolyt: 50% Methansulfonsäure + 50% 1,2-Pro-

pandiol
Temperatur: 80°C
Anodische Stromdichte: 40 A/dm²
Ergebnis: Hochglanz

4.
Behandelte Oberfläche: Magnesium
Elektrolyt: 20% Methansulfonsäure + 40% 1,2-Propandiol + 40% Cyclohexanol Temperatur: 60°C
Anodische Stromdichte: 10 A/dm²
Dauer: 8 Minuten
Ergebnis: Hochglanz

5.
Behandelte Oberfläche: Aluminium-Silizium-Legierung AlSi₂O
Elektrolyt: 20% Methansulfonsäure + 80% 1,2-Butandiol
Temperatur: 80°C
Anodische Stromdichte: 10 A/dm²
Dauer: 12 min
Ergebnis: Hochglanz

6.
Behandelte Oberfläche: Aluminium-Magnesium-Legierung AlMg₁
Elektrolyt: 50% Methansulfonsäure + 50% 1,2-Propandiol
Temperatur: 80°C
Anodische Stromdichte: 10 A/dm²
Dauer: 10 min
Ergebnis: Hochglanz

35 Patentansprüche

1. Verfahren zum Elektropolieren von Oberflächen von Metallen, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus
Eisen oder einer Eisenlegierung,
Wolfram oder einer Wolframlegierung,
Magnesium oder einer Magnesiumlegierung, und
Aluminium oder Aluminiumlegierung;
mit einem Elektrolyten, der
- 10-80 Gew.-% Methansulfonsäure und
- 90-20 Gew.-% mindestens einer alkoholischen Verbindung ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus aliphatischen Diolen der allgemeinen Formel C_nH_{2n}(OH)₂ mit n=3-6 und alicyclischen Alkoholen der allgemeinen Formel C_mH_{2m-1}OH mit m=5-8
umfasst, wobei das Verfahren bei einer Temperatur zwischen 60 und 100°C und einer anodischen Stromdichte von 3-40 A/dm² durchgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-

zeichnet, dass das aliphatische Diol 1,2-Propandiol und/oder 1,2-Butandiol umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der alicyclische Alkohol Cyclohexanol umfasst. 5
4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Elektrolyt keine Chromsäure oder Chromate enthält. 10
5. Elektrolyt zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Elektrolyt aus 10 bis 80 Gew.-% Methansulfonsäure und 90 bis 20 Gew.-% mindestens einer alkoholischen Verbindung ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus aliphatischen Diolen der allgemeinen Formel $C_nH_{2n}(OH)_2$ mit $n=3-6$ und alicyclischen Alkoholen der allgemeinen Formel $C_mH_{2m-1}OH$ mit $m=5-8$ besteht. 15 20

Claims

1. A method for electro polishing of surfaces of metals, which are selected from iron or an iron alloy, tungsten or an tungsten alloy, magnesium or a magnesium alloy, and aluminum or an aluminum alloy; with an electrolyte, comprising 25
 - 10-80 percent by weight methane sulfonic acid and
 - 90-20 percent by weight of at least one alcoholic compound selected from the group consisting of aliphatic diols of general formula $C_nH_{2n}(OH)_2$ with $n = 3-6$ and alicyclic alcohols of general formula $C_mH_{2m-1}OH$ with $m = 5-8$, 30

wherein the method is carried out at a temperature between 60 and 100 °C and an anodic current density of 3-40 A/dm². 40
2. The method of claim 1, **characterized in that** the aliphatic diol comprises 1,2-propanediol and/or 1,2-butanediol. 45
3. The method of claim 1 or 2, **characterized in that** the alicyclic alcohol comprises cyclohexanol. 50
4. The method of anyone of the preceding claims, **characterized in that** the electrolyte does not contain any chromic acid or chromate. 55
5. An electrolyte for carrying out the method according to anyone of the preceding claims, **characterized in that** the electrolyte consists of 10 to 80 percent by

weight of methane sulfonic acid and 90 to 20 percent by weight of at least one alcoholic compound, selected from the group, consisting of aliphatic diols of the general formula $C_nH_{2n}(OH)_2$ with $n=3-6$ and alicyclic alcohols of the general formula $C_mH_{2m-1}OH$ with $m=5-8$.

Revendications

1. Procédé d'électropolissage de surfaces de métaux choisis parmi le groupe constitué par le fer ou un alliage de fer, le tungstène ou un alliage de tungstène, le magnésium ou un alliage de magnésium et l'aluminium ou un alliage d'aluminium ; avec un électrolyte qui comprend
 - 10 à 80 % en poids d'acide méthylsulfonique et
 - 90 à 20 % en poids d'au moins un composé alcoolique choisi parmi le groupe constitué par des diols aliphatiques de formule générale $C_nH_{2n}(OH)_2$ avec $n = 3$ à 6 et des alcools alicycliques de formule générale $C_mH_{2m-1}OH$ avec $m = 5$ à 8, 25

le procédé étant mis en oeuvre à une température comprise entre 60 et 100 °C et une densité de courant anodique de 3 à 40 A/dm². 30
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le diol aliphatique comprend du 1,2-propanediol et/ou du 1,2-butanediol. 35
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'alcool alicyclique comprend du cyclohexanol. 40
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'électrolyte ne contient pas d'acide chromique ni de chromates. 45
5. Electrolyte pour mettre en oeuvre un procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'électrolyte est composé de 10 à 80 % en poids d'acide méthylsulfonique et de 90 à 20 % en poids d'au moins un composé alcoolique choisi parmi le groupe constitué par des diols aliphatiques de formule générale $C_nH_{2n}(OH)_2$ avec $n = 3$ à 6 et des alcools alicycliques de formule générale $C_mH_{2m-1}OH$ avec $m = 5$ à 8. 50

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

- WO 0171068 A1 [0008]
- US 20050045491 A1 [0009]