

(19)



(11)

EP 3 018 772 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.05.2016 Patentblatt 2016/19

(51) Int Cl.:
H01R 39/20 (2006.01) H01R 39/26 (2006.01)
H01R 43/12 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15192874.4**

(22) Anmeldetag: **04.11.2015**

(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
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(72) Erfinder:
• **SPERLING, DR., Rainer**
35444 Biebertal (DE)
• **TONTSCH, Klaus-Georg**
35444 Biebertal (DE)
• **GÜNTHER, Stefan**
35452 Heuchelheim (DE)

(30) Priorität: **05.11.2014 DE 102014116114**

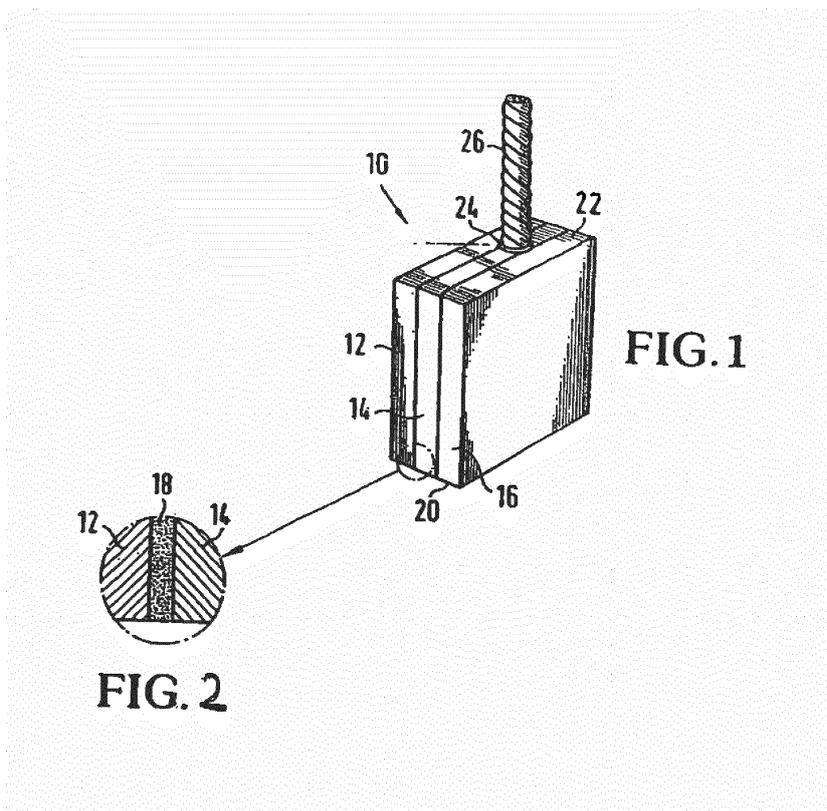
(74) Vertreter: **Stoffregen, Hans-Herbert**
Patentanwalt
Friedrich-Ebert-Anlage 11b
63450 Hanau (DE)

(71) Anmelder: **Schunk Kohlenstofftechnik GmbH**
35452 Heuchelheim (DE)

(54) **MEHRSCHICHT-KOHLEBÜRSTE UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER SOLCHEN**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Mehrschicht-Kohlebürste (10) und ein Verfahren zum Herstellen einer solchen. Die Kohlebürste besteht zumindest aus zwei Funktionsschichten (12, 14, 16) aus elektrisch

leitendem Material und zumindest einer zwischen diesen verlaufenden Isolierschicht (18) aus elektrisch isolierendem Material, das aus einer Mischung aus Bindemittel und Bornitrid besteht oder diese enthält.



EP 3 018 772 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Mehrschicht-Kohlebürste mit zumindest zwei Funktionsschichten aus elektrisch leitendem Material, wie Kohlenstoffmaterial, und zumindest einer zwischen diesen vorhandenen Isolierschicht aus elektrisch isolierendem Material. Auch nimmt die Erfindung Bezug auf ein Verfahren zur Herstellung einer Mehrschicht-Kohlebürste mit zumindest zwei Funktionsschichten aus elektrisch leitendem Material, wie Kohlenstoffmaterial, und zumindest einer Isolierschicht aus elektrisch isolierendem Material, die zwischen aufeinander folgenden Funktionsschichten verläuft, wobei schichtweise das elektrisch leitende Material oder ein dieses als Füllstoff enthaltendes Material und das elektrisch isolierende Material in einer dem Schichtverlauf der herzustellenden Mehrschicht-Kohlebürste entsprechenden Reihenfolge in eine Form eingebracht, sodann verpresst und anschließend wärmebehandelt werden.

[0002] Der DE 199 13 599 A1 ist eine Mehrschicht-Kohlebürste zu entnehmen, die mehrere untereinander elektrisch isolierend verklebte Funktionsschichten aus insbesondere Kohlenstoffmaterial aufweist. Die elektrisch isolierende Verklebung stellt eine Isolierschicht dar.

[0003] Es sind auch als Mehrschicht-Kohlebürste bezeichnete Kohlebürsten bekannt, bei denen die Schichten jeweils elektrisch leitend sind, jedoch gegebenenfalls unterschiedliche mechanische Eigenschaften aufweisen. Eine entsprechende Kohlebürste ist der DE 91 06 977 U1 zu entnehmen. Die verschiedenen Schichten - auch Zonen genannt -, die unterschiedliche Materialzusammensetzungen aufweisen, können dadurch ausgebildet werden, dass vor dem Pressen der Kohlebürsten nacheinander zwei Ausgangsschichten mit unterschiedlichen Materialzusammensetzungen in eine Pressform eingebracht und zusammen miteinander verpresst werden. Dabei kann eine Zone einen höheren Kupferanteil als die andere aufweisen.

[0004] Eine als Vielschicht-Schleifkontakt bezeichnete Kohlebürste nach der DE 44 30 745 A1 weist Schichten auf, die jeweils aus leitendem Pulver bestehen. Zur Herstellung des Vielschicht-Schleifkontaktes werden in eine Form gleichzeitig zwei leitende Pulver eingefüllt, um nach einem Kompressionsschritt eine Wärmebehandlung durchzuführen. Neben dem Ausbilden von Schichten durch gleichzeitiges Einbringen von Pulver in eine Form können zusätzlich Schichten dadurch ausgebildet werden, dass elektrisch leitendes Pulver nacheinander der Form zugeführt wird.

[0005] Aus der DE 636 540 C ist ein Verfahren zur Herstellung mehrschichtiger Kohlebürsten bekannt. Fertige Kohleschichten werden glatt geschliffen und zwischen zwei fertige Kohleschichten dickflüssiges Kunstharz mit Isolierstoff angeordnet, um sodann die Kohleschichten in einem geeigneten Presswerkzeug einzuspannen, um eine Trocknung in einem Ofen zu ermög-

lichen.

[0006] Ein Verfahren zum Herstellen eines Schichtstoffes aus Kohlenstoff ist der DE 33 07 090 A1 zu entnehmen. Zur Erzielung gewünschter Endkörper werden durch Pressen und Wärmebehandlung zwischen übereinander anordbaren Kohlenstoffschichten, wie Kohlestoffilzschichten, Folien aus einem thermoplastischen Kunststoff angeordnet, um sodann gewünschten Drücken und Temperaturen ausgesetzt zu werden.

[0007] Die DE 199 02 938 A1 bezieht sich auf eine Kohlebürste, die aus Abschnitten unterschiedlicher Stoffzusammensetzungen besteht. Die Kohlebürste wird dabei in einem Pressvorgang hergestellt.

[0008] Aus der EP 1 128 496 A1 ist eine Starter-Kohlebürste bekannt, die aus einer ersten Schicht aus einem Material niedrigen Widerstands und einer Randschicht aus einem Material hohen Widerstandes besteht, die von der Lauffläche der Kohlebürste ausgehend im Abstand zur gegenüberliegenden Rückseitenfläche endet. Die erste und zweite Schicht werden gemeinsam in einer Form durch Einfüllen von Pulver in diese, Pressen und anschließendes Sintern hergestellt.

[0009] Mehrschicht-Kohlebürsten, die aus Kohleriegeln und zwischen diesen verlaufenden Isolierschichten bestehen, werden häufig für kleinere reversierbare Motoren wie z. B. Waschmaschinenmotoren eingesetzt. Die Isolierschicht kann dabei aus einer Folie oder aus isolierendem Klebstoff bzw. synthetischem Harz, einem oder mehreren Pulverharzen bestehen. Durch den höheren Querwiderstand wird der Strom, der zwischen den beiden von der Kohlebürste überdeckten Lamellen eines Kommutators fließt, reduziert und somit die Kommutierung verbessert.

[0010] Die bekannten Mehrschicht-Kohlebürsten zuvor beschriebener Art werden üblicherweise derart hergestellt, dass zunächst temperaturbehandelte Kohlenstoffplatten zueinander ausgerichtet werden, um zwischen diesen sodann eine Folie einzubringen. Anschließend erfolgt eine mechanische Bearbeitung, eine Maßbearbeitung und Einbringen der Seile oder Litzen.

[0011] Aus der DE 10 2005 0257 063 A1 ist eine Kohlebürste bekannt, die aus einer Niedrigwiderstandsschicht und einer Hochwiderstandsschicht besteht. Letztere enthält Kohlenstoffmaterial, Bindemittel und Bornitrid.

[0012] Gegenstand der DE 195 49 195 A1 ist eine Kohlebürste für Elektromotoren, wobei als Schmiermittel Molybdänsulfid oder Bornitrid beigemischt sein kann.

[0013] Eine Mehrschicht-Kohlebürste sowie ein Verfahren zu deren Herstellung der eingangs genannten Art ist der EP 1 481 449 B1 zu entnehmen. Zur Herstellung der Kohlebürste werden Pulvermaterialien schichtweise in eine Form eingebracht, verpresst und anschließend wärmebehandelt. Als Pulvermaterialien kommen für die elektrisch leitenden Funktionsschichten Mischungen aus Naturgraphit, synthetischem Graphit, Harz in Frage. Als isolierende Materialien werden Harzpulver vorgeschlagen.

[0014] Beim Befüllen der Form hat sich jedoch gezeigt, dass die zur Herstellung der elektrisch isolierenden Schicht verwendeten Pulvermaterialien nicht im hinreichenden Umfang fließfähig sind, um Schichten aufzubauen, die nach dem Verpressen die gewünschte gleichmäßige Dicke über die gesamte Höhe bzw. Länge der Kohlebürste aufweisen.

[0015] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Mehrschicht-Kohlebürste der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass die aus elektrisch isolierendem Material bestehende Isolierschicht eine gewünschte gleichmäßige Dicke über die gesamte Höhe bzw. Länge der Kohlebürste aufweist. Auch soll ein Verfahren zur Verfügung gestellt werden, mit dem die zur Herstellung der Isolierschicht verwendeten Materialien in hinreichendem Umfang fließfähig sind, so dass zur Bildung der elektrisch isolierenden Schichten in die Form, die für die Herstellung der Kohlebürste verwendet wird, ein gut füllendes Material eingebracht werden kann, so dass die Isolierschicht der fertigen Kohlebürste die gewünschte gleichmäßige Dicke aufweist.

[0016] Zur Lösung der Aufgabe wird eine Mehrschicht-Kohlebürste der eingangs genannten Art vorgeschlagen, die sich im Wesentlichen dadurch auszeichnet, dass das elektrisch isolierende Material aus einer Mischung aus Bindemittel und Bornitrid besteht oder Bindemittel und Bornitrid enthält. Insbesondere ist vorgesehen, dass das Bindemittel ein Harz, insbesondere Phenolharz, ist. Als Bindemittel kommen aber auch Pech oder eine Mischung aus Harz und Pech in Frage.

[0017] Insbesondere ist vorgesehen, dass das elektrisch isolierende Material - mit Ausnahme des in dem Bindemittel vorhandenen Kohlenstoffmaterials - Kohlenstoffmaterial nicht enthält.

[0018] Bei dem Bornitrid handelt es sich insbesondere um Bornitrid in der graphitähnlichen hexagonalen Modifikation, das gute Schmiermitteleigenschaften aufweist.

[0019] Ist hexagonales Bornitrid als besonders bevorzugt anzugeben, so kann ggfs. auch kubisches Bornitrid verwendet werden.

[0020] Unabhängig hiervon wird die Erfindung auch dann nicht verlassen, wenn Bornitrid durch andere Materialien zumindest teilweise ersetzt wird, die reibwertreduzierende und elastifizierende Eigenschaften bzw. die Wirkung von isolierenden Schmierstoffen aufweisen. Beispielhaft ist zu nennen Molybdänsulfid, Bentonit, Wolframsulfid, Carcassenruß oder Talcum.

[0021] Überraschenderweise hat sich gezeigt, dass eine ein Bindemittel, insbesondere Phenolharz, und Bornitrid enthaltende oder aus diesen bestehende feinkörnige Mischung bzw. ein Granulat, das die Materialien enthält oder aus diesen besteht, hinreichend fließfähig ist, so dass sich eine Form, in der die Kohlebürste hergestellt wird, im gewünschten Umfang und in der Höhe gleichmäßig befüllen lässt.

[0022] In hervorzuhebender Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Isolierschicht aus einem verpressten Granulat aus einer homogenisierten Mi-

schung gebildet ist, die aus Bindemittel, insbesondere Phenolharz, und Bornitrid, insbesondere hexagonalem Bornitrid, besteht oder diese enthält.

[0023] Die Erfindung zeichnet sich auch aus durch eine Mehrschicht-Kohlebürste mit zumindest zwei Funktionsschichten aus elektrisch leitendem Material, wie Kohlenstoffmaterial, und zumindest einer zwischen diesen vorhandenen Isolierschicht aus elektrisch isolierendem Material, wobei die Isolierschicht aus einem verpressten Granulat aus einer homogenisierten Mischung besteht, das aus Bindemittel und Bornitrid besteht oder Bindemittel und Bornitrid enthält.

[0024] Insbesondere ist vorgesehen, dass das Granulat aus Körnern eines mittleren Durchmessers zwischen 1 μm und 300 μm besteht.

[0025] Das Bindemittel sollte feinkörniger als das Bornitrid sein, wobei für das Bindemittel $45 \mu\text{m} \leq d_{90} \leq 50 \mu\text{m}$, $15 \mu\text{m} \leq d_{50} \leq 20 \mu\text{m}$ und $1 \mu\text{m} \leq d_{10} \leq 5 \mu\text{m}$ gelten sollte.

[0026] Hinsichtlich des Bornitrid hat sich überraschenderweise gezeigt, dass zwei bevorzugte Bereiche an Korngrößenverteilungen zu dem gewünschten Ergebnis führen, dass die in die Form einzufüllende Mischung hinreichend fließfähig ist, und zwar einerseits, wenn $3 \mu\text{m} \leq d_{10} \leq 5 \mu\text{m}$ und $30 \mu\text{m} \leq d_{50} \leq 40 \mu\text{m}$ und andererseits wenn $30 \mu\text{m} \leq d_{10} \leq 70 \mu\text{m}$ und $170 \mu\text{m} \leq d_{50} \leq 220 \mu\text{m}$ beträgt.

[0027] Ferner kann das Granulat durch eine Korngrößenverteilung $d_{90} = 250 \mu\text{m}$ und/oder $50 \mu\text{m} \leq d_{50} \leq 350 \mu\text{m}$, insbesondere $d_{50} = 100 \mu\text{m}$, ausgezeichnet sein, insbesondere dann, wenn eine homogenisierte Mischung aus hexagonalem Bornitrid und Phenolharz verpresst und sodann grob abgebaut und zerkleinert wird.

[0028] Die Erfindung zeichnet sich daher auch aus durch eine Mehrschicht-Kohlebürste mit zumindest zwei Funktionsschichten aus elektrisch leitendem Material, wie Kohlenstoffmaterial, und zumindest einer zwischen diesen vorhandenen Isolierschicht aus elektrisch isolierendem Material, wobei die Isolierschicht aus einem verpressten Granulat aus einer homogenisierten Mischung besteht, das aus Bindemittel und Bornitrid besteht oder Bindemittel und Bornitrid enthält, wobei das Granulat aus Körnern eines mittleren Durchmessers zwischen 1 μm und 350 μm besteht, wobei insbesondere das Bornitrid in Granulatform vorliegt und Korngrößenwerte einerseits $3 \mu\text{m} \leq d_{10} \leq 5 \mu\text{m}$ und $30 \mu\text{m} \leq d_{50} \leq 40 \mu\text{m}$ oder andererseits $30 \mu\text{m} \leq d_{10} \leq 70 \mu\text{m}$ und $170 \mu\text{m} \leq d_{50} \leq 220 \mu\text{m}$ aufweist sowie die Korngrößenwerte für das Bindemittel $1 \mu\text{m} \leq d_{10} \leq 5 \mu\text{m}$ und $15 \mu\text{m} \leq d_{50} \leq 20 \mu\text{m}$ und $45 \mu\text{m} \leq d_{90} \leq 50 \mu\text{m}$ betragen. Dabei sollte das Bindemittel in Pulverform vorliegen.

[0029] Pulverform bedeutet, dass das Ausgangsprodukt eine Ausgangskörnung aufweist, ohne das zusätzliche Verfahren zur Korngrößenveränderung zur Anwendung gelangen, wie dies bei der Herstellung von Granulat der Fall ist, wobei bei der Herstellung des Granulats insbesondere abbauende Verfahren zum Einsatz gelangen wie Pressen und Mahlen.

[0030] Die Isolierschicht ist insbesondere derart zusammengesetzt, dass der Anteil von dem Bindemittel, insbesondere dem Phenolharz, sich zu dem Anteil von Bornitrid verhält wie 2 : 1 bis 0,8 : 1 .

[0031] Bevorzugterweise sollte das Bindemittel, das erwähtermaßen ein Harz und/oder Pech ist, einen maximalen Gewichtsanteil von 60 Gew.-% und einen minimalen Gewichtsanteil von 20 Gew.-% des elektrisch isolierenden Materials betragen. Insbesondere sollten die Gewichtsverhältnisse von Bornitrid : Bindemittel 65 Gew.-% : 35 Gew.-% oder 50 Gew.-% : 50 Gew.-% betragen. In beiden Verhältnisbereichen erhält man eine fließfähige Mischung, die den Anforderungen zur Herstellung einer Isolierschicht genügen.

[0032] Ein Verfahren zur Herstellung einer Mehrschicht-Kohlebürste, insbesondere zuvor erfolgter Charakterisierung, zeichnet sich dadurch aus, dass als das elektrisch isolierende Material ein feinkörniges Pulver und/oder ein Granulat einer homogenisierten Mischung in die Form eingebracht wird, wobei das feinkörnige Pulver bzw. das Granulat aus einem Bindemittel und Bornitrid besteht oder ein Bindemittel und Bornitrid enthält. Dabei sollte insbesondere das Bindemittel Phenolharz und das Bornitrid hexagonales Bornitrid sein.

[0033] Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass die Mischung Kohlenstoffmaterial nicht enthält. Dabei bleibt das in dem Bindemittel vorhandene Kohlenstoffmaterial unberücksichtigt.

[0034] Hervorzuheben ist des Weiteren, dass zur Herstellung der Mehrschicht-Kohlebürste nach Einbringen von dem jeweils eine Schicht bildenden Material, dieses zunächst vorverdichtet wird, bevor das Material der nachfolgenden Schicht eingebracht wird. Ist das Material der letzten Schicht eingebracht, so erfolgt die Endverdichtung.

[0035] In hervorzuhebender Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass Bornitrid, also insbesondere das hexagonale Bornitrid, und Bindemittelpulver, gleichfalls bevorzugt Phenolharzpulver, homogenisiert werden und sodann z.B. durch ein aufbauendes Verfahren, insbesondere Wirbelschichtverfahren, das Granulat hergestellt wird.

[0036] Alternativ kann auch ein abbauendes Verfahren zum Einsatz gelangen. Dabei werden aus der homogenisierten Mischung aus dem insbesondere hexagonalen Bornitridpulver und dem Bindemittel, wie Phenolharz, durch Pressen zunächst ein oder mehrere Körper hergestellt, um sodann insbesondere durch Mahlen des bzw. der Körper das Granulat gewünschter Korngröße herzustellen.

[0037] Das Homogenisieren sollte bei Raumtemperatur durchgeführt werden.

[0038] Unabhängig von Obigem kann das Bornitrid zumindest teilweise durch eines oder mehrere Ersatzmaterialien ersetzt werden, die reibwertsreduzierende und elastifizierende Eigenschaften bzw. isolierende Schmierstoffeigenschaften aufweisen. Als solche kommen insbesondere in Frage Molybdänsulfid (MoS_2), Ben-

tonit, Wolframsulfid (WS_2), Talcum, Carcassenruß und/oder Mischungen dieser.

[0039] Auch ist zu erwähnen, dass ggfs. auch kubisches Bornitrid verwendet werden könnte, gleichwenn hexagonales Bornitrid besonders geeignet und hervorzuheben ist, das als Bestandteil für das elektrisch isolierende Material zusammen mit einem Bindemittel wie Harz und/oder Pech zum Einsatz gelangt.

[0040] Die Erfindung zeichnet sich daher auch aus durch ein Verfahren zur Herstellung einer Mehrschicht-Kohlebürste mit zumindest zwei Funktionsschichten aus elektrisch leitendem Material, wie Kohlenstoffmaterial, und zumindest einer Isolierschicht aus elektrisch isolierendem Material, die zwischen aufeinander folgenden Funktionsschichten verläuft, wobei schichtweise das elektrisch leitende Material oder ein das elektrische leitende Material als Füllstoff enthaltende Material und das elektrisch isolierende Material in einer dem Schichtverlauf der herzustellenden Mehrschicht-Kohlebürste entsprechenden Reihenfolge in eine Form eingebracht, sodann verpresst und anschließend wärmebehandelt werden, wobei als das elektrisch isolierende Material ein Granulat bestehend aus einem Bindemittel und Bornitrid oder Bindemittel und Bornitrid enthaltend in die Form eingebracht wird, wobei zuvor Bornitrid-Pulver und Bindemittelpulver homogenisiert werden und entweder aus so hergestellter Mischung durch ein aufbauendes Verfahren oder so hergestellte Mischung zu einem oder mehreren Körpern verpresst wird und sodann in einem abbauenden Verfahren aus dem bzw. den Körpern das Granulat hergestellt wird.

[0041] Als Bindemittelpulver wird insbesondere ein Pulver einer Korngrößenverteilung 1 bis $100 \mu\text{m}$ verwendet. Diese Werte gelten insbesondere für Phenolharzpulver.

[0042] Als Bornitridpulver kann ein solches verwendet werden, das eine Korngrößenverteilung $1 \mu\text{m} \leq d_{50} \leq 10 \mu\text{m}$ aufweist.

[0043] Insbesondere ist jedoch vorgesehen, dass eine homogenisierte Mischung aus Bornitrid, vorzugsweise vorgranuliertem Bornitrid, insbesondere hexagonales Bornitrid, und Bindemittel, insbesondere Phenolharz, verpresst, anschließend die verpresste Mischung zu einem Granulat aufgemahlen und sodann in die Form eingebracht wird, wobei die Korngröße des aufgemahlenden Granulats insbesondere beträgt $d_{10} = 10 \mu\text{m}$ und /oder $d_{50} = 180 \mu\text{m}$ und/oder $d_{90} = 325 \mu\text{m}$.

[0044] Hervorzuheben ist auch, dass das Bornitrid grobkörniger als das Bindemittel ist. Dabei sollte das Bindemittel eine Korngröße $1 \mu\text{m} \leq d_{10} \leq 5 \mu\text{m}$ und/oder $15 \mu\text{m} \leq d_{50} \leq 20 \mu\text{m}$ und/oder $45 \mu\text{m} \leq d_{90} \leq 50 \mu\text{m}$, insbesondere $1 \mu\text{m} \leq d_{10} \leq 5 \mu\text{m}$ und $15 \mu\text{m} \leq d_{50} \leq 20 \mu\text{m}$ und $45 \mu\text{m} \leq d_{90} \leq 50 \mu\text{m}$, aufweisen.

[0045] Insbesondere ist vorgesehen, dass das vorgranulierte Bornitrid eine Korngröße $3 \mu\text{m} \leq d_{10} \leq 5 \mu\text{m}$ und/oder $30 \mu\text{m} \leq d_{50} \leq 40 \mu\text{m}$, insbesondere $3 \mu\text{m} \leq d_{10} \leq 5 \mu\text{m}$ und $30 \mu\text{m} \leq d_{50} \leq 40 \mu\text{m}$, oder das vorgranulierte Bornitrid eine Korngröße $30 \mu\text{m} \leq d_{10} \leq 70 \mu\text{m}$

und/oder $170 \mu\text{m} \leq d_{50} \leq 220 \mu\text{m}$, insbesondere $30 \mu\text{m} \leq d_{10} \leq 70 \mu\text{m}$ und $170 \mu\text{m} \leq d_{50} \leq 220 \mu\text{m}$ aufweist.

[0046] d_{10} , d_{50} bzw. d_{90} bedeutet, dass 10 %, 50 % bzw. 90 % der vorhandenen Partikel kleiner als der angegebene Wert für den Durchmesser sind.

[0047] Vorgranuliert bedeutet, dass das Ausgangsprodukt in Granulatform vorliegt. Sodann wird aus dem Vorgranulat und dem Bindemittel bevorzugterweise nach zuvor beschriebenen Verfahrensweisen die Mischung hergestellt, die in die Form zur Herstellung der Kohlebürste gefüllt wird.

[0048] Dabei kann unmittelbar ein Homogenisieren mit dem Bindemittel erfolgen, um die Mischung zu erhalten. Alternativ kann durch ein aufbauendes, insbesondere jedoch durch ein abbauendes Verfahren die Mischung hergestellt werden.

[0049] Insbesondere sollte die Mischung aus Bornitrid und Bindemittel bei Raumtemperatur homogenisiert werden.

[0050] Insbesondere ist vorgesehen, dass das Bindemittelpulver mit dem Bornitridpulver im Verhältnis von 1 : 2 bis 1 : 0,8 gemischt wird, wobei bevorzugterweise der Anteil von Phenolharzpulver gleich dem des Bornitridpulvers sein kann. Die Anteile beziehen sich dabei jeweils auf das Gewicht der Mischung.

[0051] Bevorzugterweise wird eine Mischung mit 50 Gew.-% Bornitrid und 50 Gew.-% Bindemittel, insbesondere Phenolharz, verwendet. Gute Ergebnisse lassen sich jedoch auch dann erreichen, wenn 35 Gew.-% Bindemittel, wie Phenolharzpulver, und 65 Gew.-% Bornitrid gemischt werden.

[0052] In beiden Verhältnisbereichen ist eine fließfähige Mischung erzielbar, die problemlos in die Form gefüllt werden kann, in der die Kohlebürste hergestellt wird.

[0053] Wird als Bindemittel bevorzugterweise ein Harz verwendet, so besteht auch die Möglichkeit, das Harz ganz oder teilweise durch Pech zu ersetzen.

[0054] Das erfindungsgemäß zum Einsatz gelangende Granulat, das für die Isolierschicht benutzt wird, ist bevorzugterweise durch nachstehende Verfahren herstellbar. So kann nach einer Alternative hexagonales Bornitrid und Phenolharz homogenisiert werden und die so hergestellte Mischung verspresst und anschließend durch Zerkleinern grob abgebaut werden. Dabei werden Granulatkörner eines mittleren Durchmessers zwischen $125 \mu\text{m}$ und $250 \mu\text{m}$ erzielt, wobei die Korngrößenverteilung $d_{90} = 250 \mu\text{m}$ und d_{50} zwischen $50 \mu\text{m}$ und $350 \mu\text{m}$ betragen sollte.

[0055] Alternativ kann bereits vorgranuliertes Bornitrid und Phenolharzpulver gemischt werden. Die diesbezügliche Mischung wird sodann zur Herstellung der Isolierschicht verwendet. Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass das vorgranulierte Bornitrid grobkörniger als das Phenolharz ist. So kann der mittlere Durchmesser der Bornitridkörner zwischen $30 \mu\text{m}$ und $50 \mu\text{m}$ liegen, wobei $3 \mu\text{m} \leq d_{10} \leq 5 \mu\text{m}$ und $30 \mu\text{m} \leq d_{90} \leq 40 \mu\text{m}$ betragen sollte. Das Phenolharzpulver sollte eine Korngrößenverteilung $1 \mu\text{m} \leq d_{10} \leq 5 \mu\text{m}$ und/oder $5 \mu\text{m} \leq d_{50} \leq 20 \mu\text{m}$

und /oder $45 \mu\text{m} \leq d_{90} \leq 50 \mu\text{m}$ aufweisen, wobei bevorzugterweise alle drei Wertebereiche erfüllt sein sollten.

[0056] Als elektrisch leitendes Material wird vorzugsweise eine Mischung aus Naturgraphit und synthetischem Graphit benutzt. Bezogen auf dessen Gesamtgewichtsanteil können sodann in etwa 25 Gew.-% Harz, wie Phenolharz, und in etwa 40 Gew.-% Pech hinzugegeben werden, um beispielhaft Zahlenwerte anzugeben, d. h., insgesamt 100 Gewichtseinheiten Naturgraphit und synthetisches Graphit, 25 Gewichtseinheiten Harz und 40 Gewichtseinheiten Pech, letztere bezogen jeweils auf die 100 Gewichtseinheiten.

[0057] Weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich nicht nur aus den Ansprüchen, den diesen zu entnehmenden Merkmalen - für sich und/oder in Kombination-, sondern auch aus der nachfolgenden Beschreibung von der Zeichnung zu entnehmenden bevorzugten Ausführungsbeispielen.

[0058] Es zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung einer Mehrschicht-Kohlebürste mit drei Funktionschichten,

Fig. 2 einen Teil der Kohlebürste nach Fig. 1,

Fig. 3 eine Prinzipdarstellung einer Form zur Herstellung von Platten und

Fig. 4 Mehrschicht-Platten zur Herstellung von Mehrschicht-Kohlebürsten.

[0059] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung einer Mehrschicht-Kohlebürste. Unter Mehrschicht-Kohlebürste wird dabei eine solche verstanden, bei der zwischen zwei aus elektrisch leitendem Material bestehenden auch als Kohleriegel bezeichneten Funktionsschichten aus Kohlenstoffmaterial oder dieses enthaltend eine Isolierschicht verläuft. Dabei umfasst die erfindungsgemäße Lehre die Herstellung von Mehrschicht-Kohlebürsten mit zwei oder mehr Funktionschichten.

[0060] In Fig. 1 ist rein prinzipiell eine Mehrschicht-Kohlebürste 10 mit drei Kohleriegeln 12, 14, 16 dargestellt, die gegeneinander über Isolierschichten 18 elektrisch isoliert sind.

[0061] Die Kohleriegel 12, 14, 16 sowie die Isolierschichten 18 verlaufen senkrecht zur Lauffläche 20 der Kohlebürste. Von der der Lauffläche 20 gegenüberliegenden Fläche 22 geht ein Stampfkontakt 24 mit Seil bzw. Litze 26 aus. Insoweit wird jedoch auf hinlänglich bekannte Bauarten von Mehrschicht-Kohlebürsten zuvor beschriebener Art verwiesen.

[0062] Zur Herstellung von Mehrschicht-Kohlebürsten wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass die die einzelnen Schichten 12, 14, 16, 18 bildenden Materialien nacheinander in der gewünschten Schichtreihenfolge in ein Gesenk 28 einer Pressvorrichtung 30 eingebracht werden. In dem Gesenk 28 ist ein Stempel 32 verstellbar

angeordnet, um im gewünschten Umfang das Gesenk 28 mit verschiedenen Materialien zu füllen. Nach dem Einfüllen des jeweiligen eine Schicht bildenden Materials wird mittels eines Schiebers 34 überschüssiges Material entfernt. Sodann erfolgt ein Vorverdichten des eingebrachten Materials - und zwar nach jeweiligem Befüllen des Materials einer jeden Schicht.

[0063] Nachdem in das Gesenk 28 schichtweise die gewünschten Materialien - einerseits aus Kohlenstoff und andererseits aus elektrisch isolierendem Material - eingebracht worden sind und nach jedem Einbringen des Materials für eine Schicht ein Vorverdichten erfolgt ist, wird nach Befüllen des Freiraums des Gesenks 28 mit dem Material für die oberste Schicht eine Endverdichtung durchgeführt. Vorverdichten und Endverdichten erfolgt über einen Stempel 36.

[0064] Dabei ist vorzugsweise vorgesehen, dass der Querschnitt des Gesenks 28 derart ist, dass sich eine Mehrschichtplatte 38 ergibt, die nach Entfernen aus dem Gesenk 28 und Wärmebehandlung in gewohnter Weise in Abschnitte 40, 42, 44 unterteilt wird, deren Abmessungen denen der herzustellenden Mehrschicht-Kohlebürsten entsprechen. Sodann erfolgt eine Maßbearbeitung der Abschnitte 40, 42, 44 und Einsetzen des Seils in gewohnter Weise.

[0065] Die in Fig. 4 dargestellte Platte 38 besteht aus den aus Kohlenstoffmaterial bestehenden Funktionsschichten 46, 48, zwischen denen die aus elektrisch isolierendem Material bestehende Schicht 50 verläuft, die aus einem homogenisierten Granulatgemisch aus Phenolharz und hexagonalem Bornitrid hergestellt worden ist. Dabei sollte der Gewichtsanteil von Phenolharz zwischen 60 % und 30 % und der des Bornitrids zwischen 40 % und 70 % liegen.

[0066] Bei dem Bornitrid handelt es sich insbesondere um hexagonales Bornitrid, gleichwenn auch kubisches Bornitrid verwendet werden könnte. Auch besteht die Möglichkeit, dass das Bornitrid zumindest teilweise durch zumindest ein Ersatzmaterial aus der Gruppe Molybdänsulfid (MoS_2), Bentonit, Wolframsulfid (WS_2), Talcum, Carcassenruß, Mischungen dieser ersetzt wird.

[0067] Die Dicke der aus dem elektrisch isolierenden Material bestehenden Schicht 50 kann im Bereich zwischen $30 \mu\text{m}$ und $400 \mu\text{m}$, insbesondere im Bereich zwischen $100 \mu\text{m}$ und $200 \mu\text{m}$ liegen. Entsprechend sind die mittleren Durchmesser der das Granulat bildenden Körner auszuwählen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Mehrschicht-Kohlebürste (10) mit zumindest zwei Funktionsschichten (12, 14, 16) aus elektrisch leitendem Material, wie Kohlenstoffmaterial, und zumindest einer Isolierschicht (18) aus elektrisch isolierendem Material, die zwischen aufeinander folgenden Funktionsschichten verläuft, wobei schichtweise das elektrisch lei-

tende Material oder ein das elektrisch leitende Material als Füllstoff enthaltendes Material und das elektrisch isolierende Material in einer dem Schichtverlauf der herzustellenden Mehrschicht-Kohlebürste entsprechenden Reihenfolge in eine Form (28) eingebracht, sodann verpresst und anschließend wärmebehandelt werden,

dadurch gekennzeichnet,

dass als das elektrisch isolierende Material ein feinkörniges Pulver und/oder ein Granulat einer homogenisierten Mischung in die Form (28) eingebracht wird, das aus einem Bindemittel, wie Phenolharz, und Bornitrid, insbesondere hexagonales Bornitrid, besteht oder Bindemittel und Bornitrid enthält.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass eine homogenisierte Mischung aus vorgranuliertem Bornitrid, insbesondere hexagonalem Bornitrid, und Bindemittel, insbesondere Phenolharz, in die Form (28) eingebracht wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass eine homogenisierte Mischung aus Bornitrid, vorzugsweise vorgranuliertem Bornitrid, insbesondere hexagonalem Bornitrid, und Bindemittel, insbesondere Phenolharz, verpresst, anschließend die verpresste Mischung zu einem Granulat aufgemahlen und sodann in die Form (28) eingebracht wird, wobei die Korngröße des aufgemahlten Granulats insbesondere beträgt $d_{10} = 10 \mu\text{m}$ und /oder $d_{50} = 180 \mu\text{m}$ und/oder $d_{90} = 325 \mu\text{m}$.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Bornitrid grobkörniger als das Bindemittel ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Bindemittel eine Korngröße $1 \mu\text{m} \leq d_{10} \leq 5 \mu\text{m}$ und/oder $15 \mu\text{m} \leq d_{50} \leq 20 \mu\text{m}$ ist und/oder $45 \mu\text{m} \leq d_{90} \leq 50 \mu\text{m}$ ist.

6. Verfahren nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass das vorgranulierte Bornitrid eine Korngröße $3 \mu\text{m} \leq d_{10} \leq 5 \mu\text{m}$ und/oder $30 \mu\text{m} \leq d_{50} \leq 40 \mu\text{m}$, insbesondere $3 \mu\text{m} \leq d_{10} \leq 5 \mu\text{m}$ und $30 \mu\text{m} \leq d_{50} \leq 40 \mu\text{m}$, oder das vorgranulierte Bornitrid eine Korngröße $30 \mu\text{m} \leq d_{10} \leq 70 \mu\text{m}$ und/oder $170 \mu\text{m} \leq d_{50} \leq 220 \mu\text{m}$, insbesondere $30 \mu\text{m} \leq d_{10} \leq 70 \mu\text{m}$ und $170 \mu\text{m} \leq d_{50} \leq 220 \mu\text{m}$, aufweist.

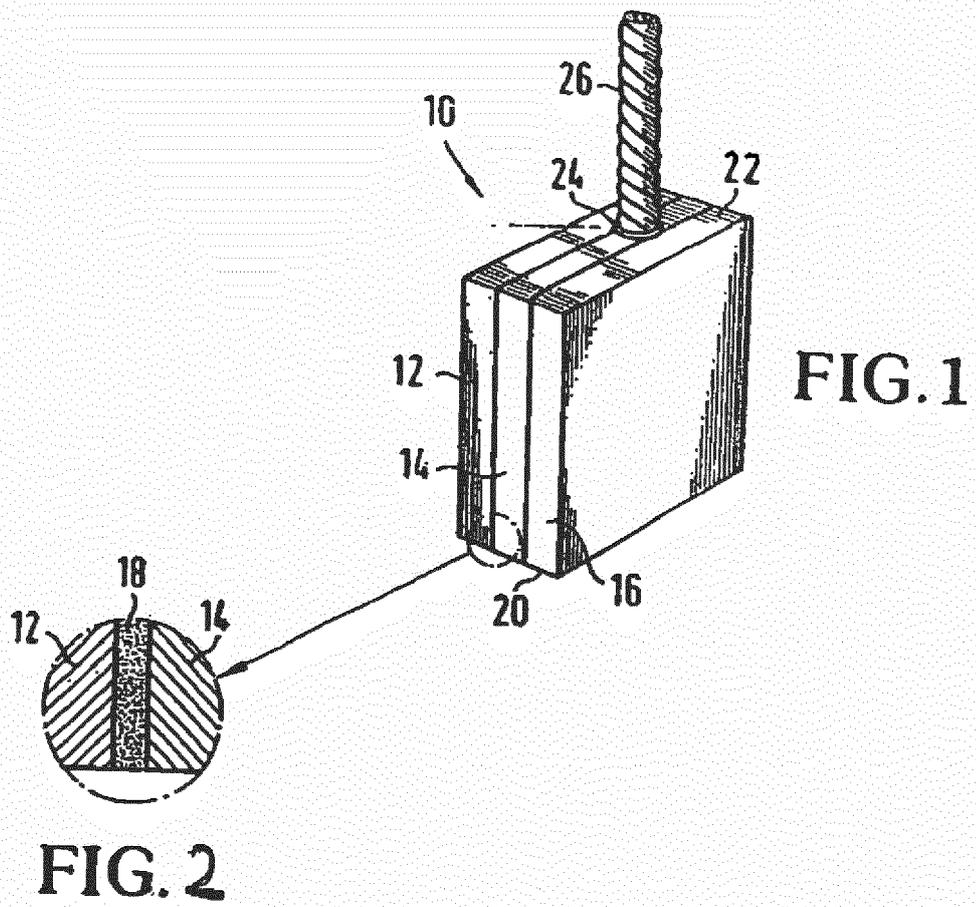
7. Verfahren nach zumindest Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Mischung aus Bornitrid und Bindemittel bei

Zimmertemperatur homogenisiert wird.

8. Verfahren nach zumindest Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** aus der homogenisierten Mischung durch ein aufbauendes Verfahren, insbesondere Wirbelschichtverfahren, das in die Form (28) einzubringende Granulat hergestellt wird, oder dass die homogenisierte Mischung zu einem oder mehreren Körpern verpresst und sodann in einem abbauenden Verfahren, insbesondere durch Mahlen das in die Form (28) einzubringende Granulat hergestellt wird. 5
9. Verfahren nach zumindest Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das Bindemittel, wie Phenolharz, eine Korngrößenverteilung $1 \mu\text{m} \leq d_{50} \leq 100 \mu\text{m}$ und/oder das Bornitrid, insbesondere das hexagonale Bornitrid, eine Korngrößenverteilung von $1 \mu\text{m} \leq d_{50} \leq 10 \mu\text{m}$ und/oder $30 \mu\text{m} \leq d_{90} \leq 40 \mu\text{m}$ und/oder $3 \mu\text{m} \leq d_{10} \leq 5 \mu\text{m}$ aufweist. 10 15 20
10. Verfahren nach zumindest Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** in der Mischung der Anteil von dem Bindemittel, insbesondere Phenolharz, sich zu dem Anteil von Bornitrid, insbesondere hexagonalem Bornitrid, sich verhält wie 2:1 bis 0,8:1. 25
11. Mehrschicht-Kohlebürste (10) mit zumindest zwei Funktionsschichten (12, 14, 16) aus elektrisch leitendem Material, wie Kohlenstoffmaterial, und zumindest einer zwischen diesen vorhandenen Isolierschicht (18) aus elektrisch isolierendem Material, insbesondere hergestellt nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das elektrisch isolierende Material aus einer Mischung aus Bindemittel, insbesondere Phenolharz, und Bornitrid, insbesondere hexagonalem Bornitrid, besteht oder diese enthält. 30 35 40
12. Mehrschicht-Kohlebürste nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das Bindemittel ein Kunstharz-Material, wie Phenolharz, und/oder Pech ist und/oder dass das Bornitrid hexagonales Bornitrid ist. 45
13. Mehrschicht-Kohlebürste nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** in der Mischung der Anteil von dem Bindemittel, insbesondere Phenolharz, sich zu dem Anteil von Bornitrid verhält wie 2 : 1 bis 0,8 : 1 . 50 55
14. Mehrschicht-Kohlebürste nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das Bornitrid zumindest teilweise durch ein Er-
15. Mehrschicht-Kohlebürste nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** außer in dem Bindemittel vorhandenem Kohlenstoffmaterial die Isolierschicht weiteres Kohlenstoffmaterial nicht enthält.



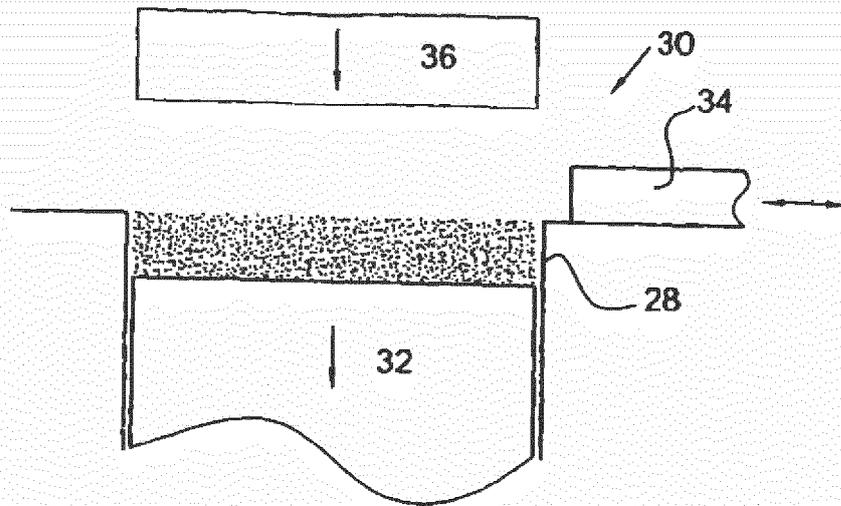


Fig. 3

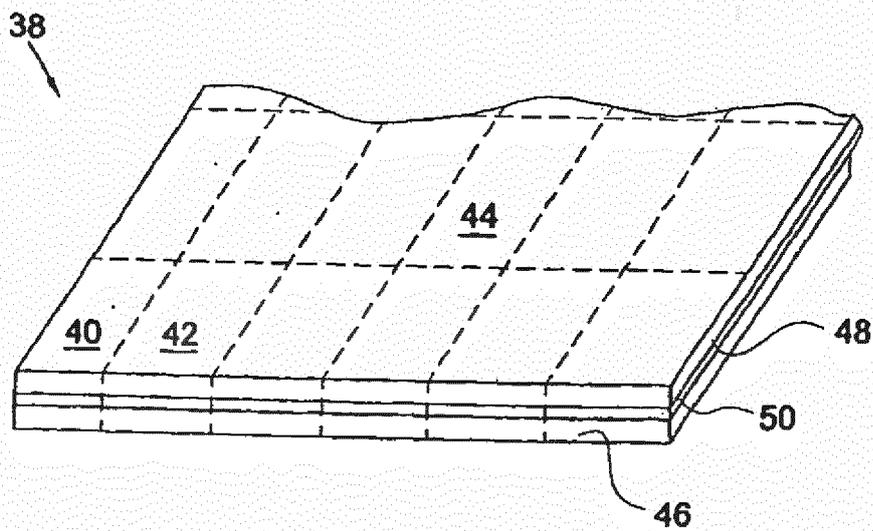


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 15 19 2874

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)
Y,D	EP 1 481 449 B1 (SCHUNK KOHLENSTOFFTECHNIK GMBH [DE]) 15. August 2007 (2007-08-15) * das ganze Dokument * -----	1-15	INV. H01R39/20 H01R39/26 H01R43/12
Y	DE 10 2005 057063 A1 (DENSO CORP [JP]; TRIS INC [JP]) 6. Juli 2006 (2006-07-06) * das ganze Dokument * -----	1-15	
Y,D	DE 195 49 195 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 3. Juli 1997 (1997-07-03) * Spalte 2, Zeile 44 - Spalte 2, Zeile 54 * -----	1-15	
Y	EP 1 662 638 A1 (TOTANKAKO CO LTD [JP]) 31. Mai 2006 (2006-05-31) * Absatz [0013] - Absatz [0015]; Abbildungen 1,3 * -----	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01R
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 10. März 2016	Prüfer Salojärvi, Kristiina
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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 15 19 2874

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.

10-03-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1481449 B1	15-08-2007	AT 370536 T	15-09-2007
		AU 2003208783 A1	16-09-2003
		CN 1639925 A	13-07-2005
		DE 10209199 A1	02-10-2003
		EP 1481449 A1	01-12-2004
		JP 2005519444 A	30-06-2005
		KR 20040104477 A	10-12-2004
		US 2005223538 A1	13-10-2005
		WO 03075417 A1	12-09-2003
		-----	-----
DE 102005057063 A1	06-07-2006	DE 102005057063 A1	06-07-2006
		JP 2006187190 A	13-07-2006
		US 2006131983 A1	22-06-2006
-----	-----	-----	-----
DE 19549195 A1	03-07-1997	DE 19549195 A1	03-07-1997
		FR 2743203 A1	04-07-1997
		IT MI962417 A1	20-05-1998
		JP H09205760 A	05-08-1997
-----	-----	-----	-----
EP 1662638 A1	31-05-2006	AT 420477 T	15-01-2009
		CN 1839529 A	27-09-2006
		EP 1662638 A1	31-05-2006
		SI 1662638 T1	30-06-2009
		WO 2005025034 A1	17-03-2005
-----	-----	-----	-----

EPO FORM P0461

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

- DE 19913599 A1 **[0002]**
- DE 9106977 U1 **[0003]**
- DE 4430745 A1 **[0004]**
- DE 636540 C **[0005]**
- DE 3307090 A1 **[0006]**
- DE 19902938 A1 **[0007]**
- EP 1128496 A1 **[0008]**
- DE 1020050257063 A1 **[0011]**
- DE 19549195 A1 **[0012]**
- EP 1481449 B1 **[0013]**