



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 13 541 T2 2006.03.02**

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 105 269 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 13 541.1**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/EP00/05876**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 943 884.7**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 01/000378**

(86) PCT-Anmeldetag: **23.06.2000**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **04.01.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **13.06.2001**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **08.09.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **02.03.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B28B 1/24 (2006.01)**

**C04B 37/00 (2006.01)**

**C04B 35/58 (2006.01)**

**C04B 35/593 (2006.01)**

**F23Q 7/00 (2006.01)**

**H05B 3/14 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

**339309 23.06.1999 US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, ES, FR, GB, IT**

(73) Patentinhaber:

**Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:

**LINDEMANN, Gert, D-72805 Lichtenstein, DE;**

**AICHELE, Wilfried, D-71364 Winnenden, DE;**

**LINDNER, Friedericke, D-70839 Gerlingen, DE**

(54) Bezeichnung: **KERAMISCHER STIFTHEIZER MIT INTEGRIEREN ANSCHLUSSKONTAKTEN UND VERFAHREN  
ZU DESSEN HERSTELLUNG**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingeleitet, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung****GEBIET DER ERFINDUNG**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft Keramiknadelheizelemente, und insbesondere ein Keramiknadelheizelement für einen Verbrennungsmotor, wobei das Nadelheizelement integrierte Anschlusskontakte aufweist.

**INFORMATION ZUM STAND DER TECHNIK**

**[0002]** Der Anschluss von Keramiknadelheizelementen mit außen befindlichen Heizelementsschäften in einem Metallgehäuse mit gleichzeitigem Abdichten von der Verbrennungskammer ist komplex. Die Einstellungsposition bewirkt Kontakt zwischen den 10 Heizelementsschäften mit unterschiedlicher Polung und dem geerdeten Gehäuse. Daher muss zum Vermeiden von Kurzschlüssen einer der zwei Heizelementsschäfte im Bereich des Abdichtungssitzes vom Gehäuse elektrisch isoliert sein. Außerdem muss der andere Heizelementsschacht mit entgegengesetzter Polung vom Anschlussbolzen elektrisch isoliert sein. Die Anbringung von elektrischen Isolationsschichten wird gegenwärtig über mehrere Verglasungsstufen oder über die Anbringung, beispielsweise durch Drucken, und Einbrennen von elektrischen Isolierschichten implementiert. Um einseitige mechanische Belastungen des eingerichteten Nadelheizelements aufgrund der angebrachten Isolationsschichten zu vermeiden, ist der entsprechende offene Anschluss schaft außerdem mit einer Schicht derselben Stärke, jedoch mit elektrisch leitfähigen Eigenschaften, versehen, da sonst eine Bruchgefahr des Keramiknadelheizelements im Bereich des Abdichtungssitzes bestehen könnte. Es besteht die weitere Möglichkeit, dass das Keramiknadelheizelement durch Anbringung einer Beschichtung völlig von dem Gehäuse isoliert ist. Wie bei einer potentialfreien A-Sonde ist der Kontakt durch einen geteilten Anschlussbolzen hergestellt.

**[0003]** JP-A-08 268760 offenbart ein Verfahren zum Herstellen eines Keramiknadelheizelements, das durch Gießen einer pulvigen Mischung von spezifischen Rohmaterialien und Sintern des resultierenden Gussteils zum Ausbilden einer spezifischen Reaktionsergebnisstruktur erhalten wird. Es wird ein ein stückig gegossener Körper ausgebildet, der mit integrierten Elektrodendrähten versehen ist.

**KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG**

**[0004]** Die vorliegende Erfindung stellt ein Verfahren zur Herstellung eines Keramiknadelheizelements mit außen befindlichen Wärmeleitern und integrierten elektrischen Anschlussoberflächen gemäß Anspruch 1 bereit.

**[0005]** Die vorliegende Erfindung stellt außerdem ein Keramiknadelheizelement gemäß Anspruch 15 bereit.

**[0006]** Ein Keramiknadelheizelement gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist außen befindliche, auf  $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{MSi}_2$  basierte Wärmeleiter auf, wobei M mindestens eines aus Mo, Nb, Ti und W ist, und weist integrierte elektrische Anschlussoberflächen unter Verwendung von Mehrkomponenten-Spritzguss-technologie auf.

**[0007]** Ein Vorteil des Verfahrens und Heizelements der vorliegenden Erfindung ist das direkte Formen des Nadelheizelements ohne zusätzliche Stufen zum Schützen (Isolieren) des Elements, um zu verhindern, dass die außen befindlichen, komplementären Wärmeleiter das Gehäuse und/oder die Anschlussbolzen berühren. Ein weiterer Vorteil gemäß der vorliegenden Erfindung ist die Minimierung der Bruchgefahr der Nadeln an der Anbringungsstelle und/oder dem Abdichtungssitz durch Veränderungen in der Stärke von Kontakt- und/oder Isolationsbeschichtungen.

**KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN**

**[0008]** [Fig. 1A](#) zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines Keramiknadelheizelements gemäß der vorliegenden Erfindung.

**[0009]** [Fig. 1B](#) zeigt einen Querschnitt durch Linie B-B von [Fig. 1A](#).

**[0010]** [Fig. 1C](#) zeigt einen Querschnitt durch Linie C-C von [Fig. 1A](#).

**[0011]** [Fig. 1D](#) zeigt einen Querschnitt durch Linie D-D von [Fig. 1A](#).

**[0012]** [Fig. 2](#) zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung.

**DETAILLIERTE BESCHREIBUNG**

**[0013]** Unter Bezugnahme auf [Fig. 1A](#) enthält ein beispielhaftes Keramiknadelheizelement der vorliegenden Erfindung einen Wärmeleiter **2**, ein Gehäuse **12**, einen Isolierkörper **22** und einen Anschlussbolzen **32**. Der Wärmeleiter **2** weist einen negativen Pol **3**, einen positiven Pol **6** und eine Spitze **9** auf, die beim Betrieb des Heizelements erhitzt wird. Der negative Pol **3** weist einen unteren Abschnitt **4**, der im Gehäuse **12** angeordnet ist, und einen im Allgemeinen halbzylindrischen oberen Abschnitt **5** auf, der vom Gehäuse **12** vorsteht. Der positive Pol **6** weist einen unteren Abschnitt **7**, der im Gehäuse **12** angeordnet ist, und einen im Allgemeinen halbzylindrischen oberen Abschnitt **8** auf, der vom Gehäuse **12** vorsteht. Das Gehäuse **12** bildet eine im Allgemeinen

zylindrische, ringförmige Verkleidung um die unteren Abschnitte **4** und **7** des negativen Pols **3** bzw. des positiven Pols **6** und um Teile des Isolierkörpers **22** herum aus. Der Isolierkörper **22** weist einen im Allgemeinen zylindrischen Stababschnitt **24**, der durch den negativen Pol **3** und den positiven Pol **6** verkleidet ist, einen gekrümmten Abschnitt **26**, der zwischen dem Gehäuse **12** und einem Teil des unteren Abschnitts **4** des negativen Pols **3** angeordnet ist, und einen halbkreisförmigen Abschnitt **28** auf, der zwischen dem Anschlussbolzen **32** und dem unteren Abschnitt **4** des negativen Pols **3** angeordnet ist. Wie hierin ausgeführt ist der Anschlussbolzen **32** elektrisch an den positiven Pol **6** und das Gehäuse **12** elektrisch an den negativen Pol **3** angeschlossen.

**[0014]** Der Wärmeleiter **2** ist aus einem spritzgießbaren Keramikverbundkomound mit einer verhältnismäßig hohen Leitfähigkeit hergestellt. Der Isolierkörper **22** ist aus einem spritzgießbaren Keramikverbundkomound mit einer verhältnismäßig niedrigen Leitfähigkeit hergestellt. Das Gehäuse **12** ist vorzugsweise aus Automatenstahl hergestellt. Alternativ kann das Gehäuse **12** aus anderen geeigneten Metallen oder Materialien hergestellt sein. Der Anschlussbolzen **8** ist vorzugsweise gleichfalls aus Automatenstahl hergestellt, kann jedoch auch aus anderen geeigneten Metallen oder Materialien hergestellt sein. [Fig. 1B](#) bis [Fig. 1D](#) zeigen Querschnittsansichten auf verschiedenen Höhen durch das Heizelement von [Fig. 1A](#).

**[0015]** Unter Bezugnahme auf [Fig. 2](#) schließt ein beispielhaftes Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung das Spritzgießen eines ersten Körpers aus einem ersten spritzgießbaren Keramikverbundkomound mit einem ersten elektrischen Widerstand ein, wie in Block **102** gezeigt. Wie in Block **104** gezeigt ist die nächste Stufe eines beispielhaften Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung das Spritzgießen eines zweiten Körpers aus einem spritzgießbaren Keramikverbundkomound mit einem zweiten elektrischen Widerstand um den ersten Körper herum, um einen Komoundkörper zu bilden. Der erste Körper kann das Heizelement **2** oder alternativ den Isolierkörper **22** des Keramiknadelheizelements bilden, während der zweite spritzgießbare Keramikverbundkomound den Isolierkörper **22** bzw. das Heizelement **2** bildet. Dann wird das Sintern des Komoundkörpers durchgeführt, wie in Block **106** gezeigt.

**[0016]** Die Keramiknadelheizvorrichtung wird unter Verwendung geeigneter organischer Vorgangshilfsmittel erzeugt. Wie hierin ausgeführt schließen geeignete Vorgangshilfsmittel gepropftes Polypropylen, wie POLYBOND 1001, hergestellt von der Firma Uniroyal Chemical, in Kombination mit Cyclododecan und/oder Cyclododecanol ein. Andere geeignete organische Vorgangshilfsmittel schließen Kombinationen von Polyolefinwachsen, wie HOSTAMONT

TPEK 583, hergestellt von der Firma Ticone GmbH, oder von Polyoxymethylen, wie CATAMOLD, hergestellt von der Firma BASF AG, ein. Das (die) geeigneten organischen Vorgangshilfsmittel werden den Verbundstoffen  $Si_3N_4/MSi_2$  (wobei M mindestens eines aus Mo, Nb, W und Ti ist) zugesetzt, wobei die Verbundstoffe nach dem Sintern verschiedene spezifische elektrische Widerstände aufweisen. Die Verbundstoffe werden dann durch Spritzgießen zu Gusskörpern ausgebildet. Das Sintern wird dann vorzugsweise in einem zweistufigen Vorgang, der eine Vorsinter- und eine primäre Sinterstufe einschließt, durchgeführt.

**[0017]** Ein Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung nutzt ein vorbehandeltes  $Si_3N_4$ -Pulver mit zweckmäßigen Sinteradditiven wie  $Al_2O_3$ ,  $Y_2O_3$  und dergleichen und eine Beimischung aus  $MSi_2$  (M: Mo, Nb, W, Ti) zu unterschiedlichen Anteilen. Die Beimischung aus  $MSi_2$  ist derart, dass eine Komponente A, die nach dem Sinterfeuer hochgradig isolierend ist, und eine sehr hochgradig leitfähige Komponente B geschaffen ist.

**[0018]** Die spritzgießbaren Komounds AS und BS werden aus den vorbehandelten Keramikpulvermischungen A und B mit einem geeigneten organischen Bindemittelsystem hergestellt, das gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung aus gepropftem Polypropylen in Kombination mit Cyclododecan und/oder Cyclododecanol gebildet ist.

**[0019]** Ein aus dem Komound AS hergestellter Isolierkörper wird durch Spritzgießen ausgebildet. Ein leitfähiger Komound BS wird um den Isolierkörper AS herum spritzgegossen, z.B. in dem zweistufigen Spritzgussvorgang.

**[0020]** Das Entbinden und Vorsintern wird unter einem Inertgas bei einem Druck von 1 Bar und einer Temperatur von bis zu 900 °C durchgeführt. Ein primärer Sintervorgang folgt dem Ausbildungsvorgang nach dem Entbinden und Vorsintern. Das primäre Vorsintern findet unter einem definierten  $N_2$ -Partialdruck statt, wobei der  $N_2$ -Partialdruck nicht höher als 10 Bar und der Sintergesamtdruck durch Zusetzen eines Inertgases, wie beispielsweise Ar, auf Werte bis zu 100 Bar erhöht wird, wobei das Sintergas auf einer Temperatur zwischen 1000 °C und der Sintertemperatur liegt, die nicht höher als 1900 °C ist.

**[0021]** Alternativ wird das primäre Sintern unter einem definierten  $N_2$ -Partialdruck durchgeführt, wobei der  $N_2$ -Partialdruck mit der Temperatur variiert wird, sodass der Partialdruck innerhalb eines Bereichs liegt, der durch die folgenden Beziehungen gebunden ist, und der Sintergesamtdruck durch Zusetzen eines Inertgases, wie beispielsweise Ar, auf Werte bis zu 100 Bar erhöht wird: Obergrenze:

$$\log p(N_2) = 7,1566 \cdot \ln(T) - 52,719$$

Untergrenze:

$$\log p(N_2) = 9,8279 \cdot \ln(T) - 73,988,$$

wobei T die Sintertemperatur in °C und p(N<sub>2</sub>) der Partialdruck von N<sub>2</sub> in Bar ist. Die Sintertemperatur liegt nicht höher als 1900 °C.

**[0022]** Die elektrischen Kontaktobertächen können außerdem mit einer dünnen Metallbeschichtung wie einer auf Ni oder dergleichen basierten versehen sein.

**[0023]** In einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein Verbundpulver A aus 54 gew.-% Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, 2,58 gew.-% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 3,42 gew.-% Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und 40 gew.-% MoSi<sub>2</sub> und ein Verbundpulver B aus 36 gew.-% Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, 1,72 gew.-% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2,28 gew.-% Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und 60 gew.-% MoSi<sub>2</sub> erzeugt. Die mittlere Partikelgröße des verwendeten Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> beträgt 0,7 µm und die des verwendeten MoSi<sub>2</sub> beträgt 1,8 µm. Aus diesen Verbundpulvern werden die spritzgießbaren Komounds AS und BS erzeugt. Spritzgießbare Pulverkomounds stellen hochgradig gefüllte Dispersionen dar.

**[0024]** Ein Bindemittelsystem, das für Pulverspritzguss geeignet ist, entspricht vorzugsweise den folgenden Anforderungen: (1) Dispersionswirkung zum Vermeiden von Verklumpen von Pulver; (2) gute Fließqualität der Komounds während des Spritzgießens; (3) angemessenes Binden eines zweiten Komounds, der über einen Rohling gespritzt ist; (4) niedrige Ausbildung von Pyrolysekohlenstoff während des Wärmeentbindens in Inertgasatmosphäre und in Luft, da Kohlenstoff die Eigenschaften des gesinterten Gusskörpers negativ beeinflusst; und (5) rasches Entbinden ohne Ausbildung von Defekten.

**[0025]** Die Kombination von gepropften Polypropylenen und Cyclododecan und/oder Cyclododecanol gemäß einem Verfahren der vorliegenden Erfindung, stellt beispielsweise ein Bindemittelsystem dieser Art dar. Die polaren Komounds, die auf die Polypropylenkette gepropft sind, wie Acrylsäure oder Maleinsäureanhydrid, setzen sich an die Oberfläche des Pulvers an. Das Polypropylen POLYBOND 1001, das in der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform verwendet ist, ist ein Homopolypropylen, das mit 6% Acrylsäure der Firma Uniroyal Chemical gepropft ist.

**[0026]** Zur Erzeugung des Komounds BS aus der leitfähigen Keramik wird 82 gew.-% vorbehandelte Pulvermischung B unter Schutzgas bei 180 °C mit 12 gew.-% POLYBOND 1001 und 6 gew.-% Cyclododecan verknetet und durch Kühlen bei laufendem Kneten granuliert.

**[0027]** Auf diese Art und Weise wird ein Wirkstoff AS aus dem isolierenden Keramikpulver A erzeugt, dessen Füllstoffgehalt mit dem des Komounds BS abgestimmt ist, sodass Testkörper, die aus beiden Komounds unter denselben Sinterbedingungen spritzgegossen und entbunden werden, dieselbe Sinterschwindung aufweisen.

**[0028]** Zunächst wird der leitfähige Körper mit dem Komound BS durch zweistufiges Spritzgießen ausgebildet. Nach der Entnahme oder dem Austausch der Stoßvorrichtung, die die Ausnehmungen für die Isolierbereiche in dem Spritzgusswerkzeug ausbildet, werden die ausgebildeten Leerräume mit dem Komound AS ausgespritzt. Bei diesem Vorgang entwickelt sich eine Bindung zwischen dem Isolierkörper und dem leitfähigen Weg.

**[0029]** Nach dem Wärmeentbinden und Sintern gemäß den Sinterbedingungen 2, weist die AS-Komponente einen spezifischen Widerstand von 10<sup>7</sup> Ωcm und die BS-Komponente einen spezifischen Widerstand von 6\*10<sup>-3</sup> Ωcm auf.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Keramiknadelheizelements mit außen befindlichen Wärmeleitern und integrierten elektrischen Anschlussoberflächen, wobei das Verfahren durch die Stufen gekennzeichnet ist, in denen ein erster Körper aus einem ersten spritzgießbaren Keramikverbundkomound mit einem ersten elektrischen Widerstand (**102**) spritzgegossen wird; ein zweiter spritzgießbarer Keramikverbundkomound mit einem zweiten elektrischen Widerstand um den ersten Körpers herum spritzgegossen wird, um einen Komoundkörper (**104**) zu bilden; und der Komoundkörper (**106**) gesintert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der erste spritzgießbare Keramikverbundkomound im Wesentlichen isolierend ist und der zweite spritzgießbare Keramikverbundkomound im Wesentlichen leitfähig ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der erste spritzgießbare Keramikverbundkomound Trisiliziumtetraniitrid, ein erstes Metallsilizid und ein erstes Bindemittelsystem enthält, und bei dem der zweite spritzgießbare Keramikverbundkomound Trisiliziumtetraniitrid, ein zweites Metallsilizid und ein zweites Bindemittelsystem enthält.

4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem das erste und/oder zweite Bindemittelsystem mindestens ein gepropftes Polypropylen sowie Cyclododecan und/oder Cyclodecanol enthält.

5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem das min-

destens eine gepropfte Polypropylen ein Homopolypropylen enthält, das mit 6 % Acrylsäure gepropft ist.

6. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem das erste Metallsilizid in der Form  $(M1)Si_2$  vorliegt, wobei  $(M1)$  ein Metall ausgewählt aus Mo, Nb, W und Ti ist, und wobei das zweite Metallsilizid die Form  $(M2)Si_2$  hat, wobei  $(M2)$  ein Metall ausgewählt aus Mo, Nb, W und Ti ist.

7. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem das erste und das zweite Metallsilizid das gleiche Metallsilizid ist.

8. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem der erste spritzgießbare Verbundkomound ein erstes Sinteradditiv enthält und der zweite spritzgießbare Verbundkomound ein zweites Sinteradditiv enthält, wobei mindestens eines der ersten und zweiten Sinteradditive  $Al_2O_3$  und/oder  $Y_2O_3$  einschließt.

9. Verfahren nach Anspruch 1, das des Weiteren die Stufe des Vorsinterns des Komoundkörpers umfasst.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem das Vorsintern bei atmosphärischem Druck unter einem Inertgas bei einer Maximaltemperatur von 900 °C stattfindet.

11. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Sintern unter einem Stickstoff-Partialdruck stattfindet, der einen Maximalwert von 10 bar hat, wenn eine Sintertemperatur zwischen 1000 °C und 1900 °C liegt.

12. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem eine Sintertemperatur ein Maximum von 1900 °C hat.

13. Verfahren nach Anspruch 1, das des Weiteren die Stufe des Entbindens des Komoundkörpers umfasst.

14. Verfahren nach Anspruch 1, das des Weiteren das Beschichten von mindestens einem Teil der elektrischen Anschlussoberflächen mit einer Metallbeschichtung umfasst.

15. Keramiknadelheizelement mit außen befindlichen Wärmeleitern, das einen ersten Körper, der einen ersten Keramikverbundkomound umfasst, wobei der erste Körper einen ersten elektrischen Widerstand aufweist, und einen zweiten Körper umfasst, der einen zweiten Keramikverbundkomound umfasst, wobei der zweite Körper einen zweiten elektrischen Widerstand aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass  
– der erste Körper spritzgegossen ist;  
– der zweite Körper um den ersten Körper herum spritzgegossen ist, und

wobei der erste Körper und der zweite Körper einen Komoundkörper bilden, wobei der Komoundkörper nach dem Spritzgießen des ersten Körpers und des zweiten Körpers gesintert wird.

16. Heizelement nach Anspruch 15, bei dem der erste spritzgießbare Keramikverbundkomound im Wesentlichen isolierend ist und der zweite spritzgießbare Keramikverbundkomound im Wesentlichen leitfähig ist.

17. Heizelement nach Anspruch 15, bei dem der erste spritzgießbare Keramikverbundkomound Trisiliziumtetratitanid, ein erstes Metallsilizid und ein erstes Bindemittelsystem enthält, und bei dem der zweite spritzgießbare Keramikverbundkomound Trisiliziumtetratitanid, ein zweites Metallsilizid und ein zweites Bindemittelsystem enthält.

18. Heizelement nach Anspruch 17, bei dem das erste und/oder zweite Bindemittelsystem mindestens ein gepropftes Polypropylen sowie Cyclododecan und/oder Cyclodecanol enthält.

19. Heizelement nach Anspruch 17, bei dem das erste Metallsilizid in der Form  $(M1)Si_2$  vorliegt, wobei  $(M1)$  ein Metall ausgewählt aus Mo, Nb, W und Ti ist, und wobei das zweite Metallsilizid die Form  $(M2)Si_2$  hat, wobei  $(M2)$  ein Metall ausgewählt aus Mo, Nb, W und Ti ist.

20. Heizelement nach Anspruch 17, bei dem das erste und das zweite Metallsilizid das gleiche Metallsilizid ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Fig. 1B

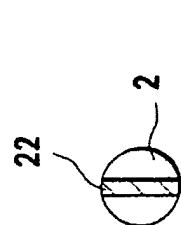


Fig. 1C

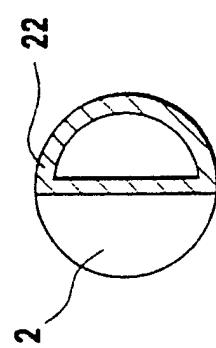


Fig. 1D

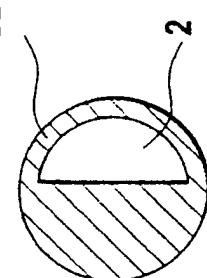
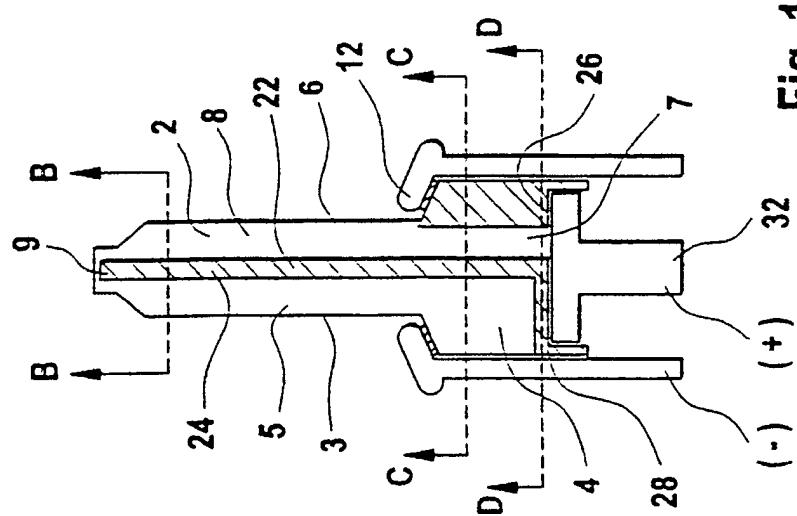


Fig. 1A



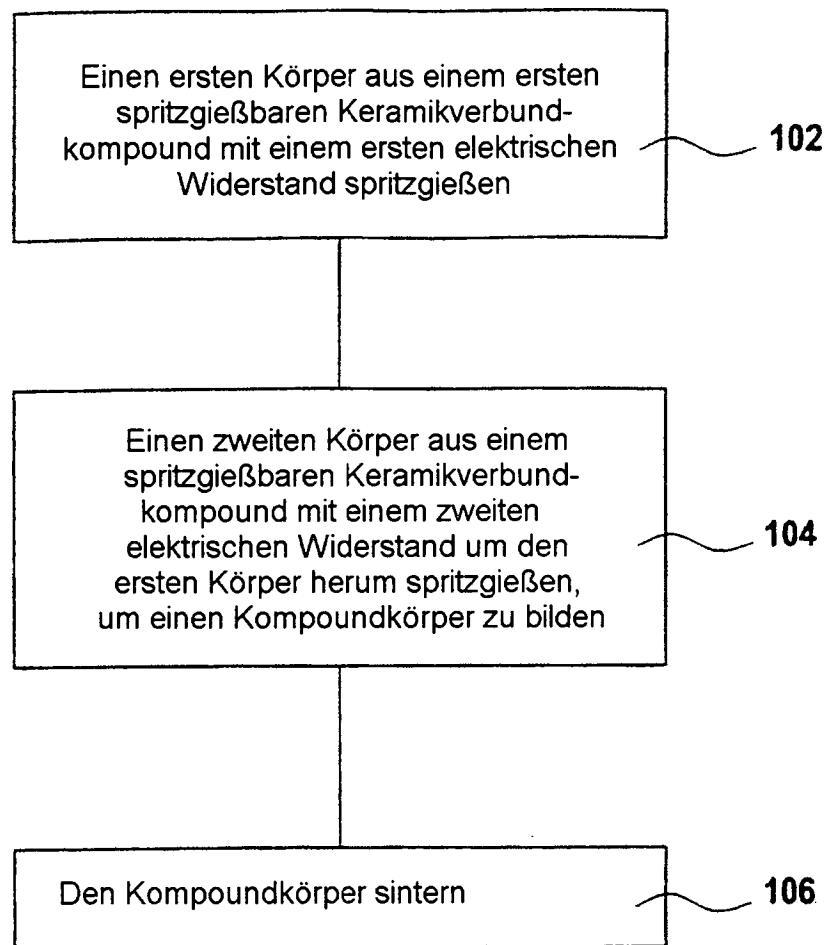


Fig. 2