



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 02 441 T2 2004.05.06**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 153 246 B1**

(51) Int Cl.⁷: **F23Q 7/22**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 02 441.5**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US00/03450**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 908 586.1**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/49340**

(86) PCT-Anmeldetag: **10.02.2000**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **24.08.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **14.11.2001**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **02.05.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **06.05.2004**

(30) Unionspriorität:
253376 19.02.1999 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(73) Patentinhaber:
**Saint-Gobain Ceramics & Plastics, Inc. (n.d.Ges.d.
Staates Delaware), Worcester, Mass., US**

(72) Erfinder:
**COOPER, John, New Braintree, US; NAGY, Bela,
Acton, US; SHUM, David, Northboro, US;
KOCHAN, S., Brian, Milford, US; HAMEL, M., Scott,
Wilton, US**

(74) Vertreter:
Zimmermann & Partner, 80331 München

(54) Bezeichnung: **LÖTFREIER, KERAMISCHER ZÜNDER MIT LEITERRAHMEN**

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 eingelegt, 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

[0001] Keramische Materialien haben große Erfolge als Zündvorrichtungen in gasbeheizten Öfen, Zimeröfen und Wäschetrocknern erzielt. Eine keramische Zündvorrichtung enthält für gewöhnlich ein keramisches Heioberflächenelement mit einer Haarnadel- oder U-Form, das zwei leitende Endteile und einen hochohmigen Mittelteil enthält. Wenn die Elementenden an elektrifizierte Leiter angeschlossen werden, steigt die Temperatur im hochohmigen Mittelteil (oder der "Heizone").

[0002] Da diese Zündvorrichtungen durch Widerstand erwärmt werden, muss jedes ihrer Enden elektrisch an einen leitfähigen Leiter angeschlossen sein, für gewöhnlich einen Kupferdrahtleiter. Die Probleme, die jedoch mit dem Anschluss der Enden der keramischen Heioberflächenelemente an Leiter zusammenhängen, sind allgemein bekannt. Ein allgemeines Problem ist, dass das keramische Material und der Leitungsdraht nicht gut aneinander binden. EP 0486009 ("Miller") offenbart, und **Fig. 2** zeigt hierin, ein herkömmliches Zündvorrichtungssystem, in dem eine Hartlötstelle **91** auf ein Ende der leitenden Keramik **92** durch Bürsten aufgebracht wird, das Hartlötmedium dann vakuumgebrannt wird, ein Lötmedium **93** auf die Hartlötstelle aufgebracht wird, und der Leitungsdraht **95** dann an dem Lötmedium befestigt wird. Dieses Lötmedium wird für gewöhnlich aufgebracht durch sorgfältiges Richten einer Flamme von hoher Temperatur (1600 bis 1800°C) auf das Ende des hartgelöteten keramischen Schenkels, Aufbringen des Lötmediums auf den heißen Schenkel (wodurch das Lötmedium zum Fließen gebracht wird) und dann Anordnen des Leitungsdrahtes in dem noch flüssigen Lötmedium.

[0003] Die Verwendung eines Lötmediums, wie zuvor beschrieben, bringt jedoch viele Probleme für diese Technik mit sich. Erstens ist diese Methode ein sehr empfindlicher und zeitaufwendiger Vorgang. Zweitens, wenn das Heioberflächenelement der Flamme von hoher Temperatur ausgesetzt wird, führt dies häufig zu einem Riss in der Zündvorrichtung. Dieser Riss kann auf eine Fehlanpassung des Wärmeausdehnungskoeffizienten ("coefficient of thermal expansion" – CTE) zwischen dem keramischen Heioberflächenelement ("ceramic hot surface element" – CHSE) und entweder dem Lötmedium oder dem Hartlötmedium zurückzuführen sein. Er kann auch durch einen Wärmeschock des CHSE bedingt sein. Drittens, selbst wenn das Löten erfolgreich ist, ist für gewöhnlich nur eine Seite des Schenkels danach mit Lötmedium bedeckt (wie in **Fig. 2** dargestellt). Wenn auf die Spitze des Drahtes ein übermäßiger Druck ausgeübt wird (wie dies häufig beim Zementiervorgang der Fall ist), kann der Leitungsdraht aus seiner Bindung herausgezogen werden. Viertens ist bekannt, dass im Gebrauch das Lötmedium sehr zum Oxidieren neigt und somit häufig die Ursache einer frühzeitigen Alterung der Zündvorrichtung ist.

[0004] Einige Forscher haben versucht, die Probleme zu bewältigen, die durch Lötmedium verursacht werden. Zum Beispiel erkannte US-Patent Nr. 5,564,618 ("Axelson"), dass die CTE-Fehlanpassung zwischen dem Hartlötmedium und dem Lötmedium einen Bruch während des Lötmediums verursachte, und versuchte, das Hartlötmedium durch Verwendung einer Siebdruckmethode zu minimieren. Obwohl diese Methode einige Risse während des Lötmediums beseitigte, blieben die drei anderen, zuvor erwähnten Probleme bestehen. Ferner führte die geringe Menge an Hartlötmedium, die durch die Axelson-Methode erforderlich war, zu einer deutlich schwächeren Bindung zwischen dem Hartlötmedium, dem Lötmedium und dem Draht, was zu schweren Mängeln bei Abziehtests führte.

[0005] Bei einem anderen Versuch, dieses CTE-Fehlanpassungsproblem zu lösen, werden die Schenkel des keramischen Heioberflächenelements in ein Hartlötmediumreservoir getaucht und dann vakuumgebrannt, um das Hartlötmedium zu härten. Im Idealfall sollte diese Methode eine volle und sogar 360 Grad Beschichtung des Schenkels bereitstellen, so dass das Härten des Hartlötmediums den Schenkel in die gewünschte Kompression bringt. Da die Tauchprozedur jedoch nicht exakt ist, gibt es für gewöhnlich eine große Schwankung sowohl in der Beschichtungsdicke als auch der Beschichtungsfläche, was zu einer unerwünschten Spannungsverteilung führt. Ferner bleiben die drei anderen Probleme, die durch die Verwendung von Lötmedium verursacht werden, weiterhin bestehen. Schließlich wird in dem Verfahren eine große Menge an sehr teurem Hartlötmedium verwendet.

[0006] Einige Forscher haben versucht, auf das Lötmedium in den Abschlusssystemen der keramischen Zündvorrichtung zu verzichten. Zum Beispiel offenbart GB 2,095,959 einen keramischen Block, welcher dem Heioberflächenelement-Drahtsystem mechanische Stabilität verleiht. Nichrom-Drähte werden physisch in maschinell bearbeiteten Löchern oder Rillen in dem Heioberflächenelement angeordnet, und die Drähte werden mechanisch durch einen metallischen Überzug in Position gehalten, der entweder flammgesprüht, galvanisiert (d.h. plattiert) oder gefritet (Glas) oder mit Nichrom oder Silber überzogen werden kann. An den Leitungsdrähten werden Abschlüsse angebracht, und an den Leitungsdrähten werden Isolierklemmen angebracht. Ein Element in dem Block nimmt die Isolierklemmen an den Drähten auf. Das Übermaß an mechanischer Befestigung, das in dem System mit vollem Keramikblock/teurer Rille/Klemme von GB '959 vorhanden ist, zeigt, dass dieser Erfinder sehr besorgt war, dass die Leitungsdrähte von dem Heioberflächenelement brechen könnten und ein Versagen des Systems herbeiführen könnten.

[0007] US-Patent Nr. 5,804,092 ("Salzer") lehrt ein modulares keramisches Zündvorrichtungssystem, in dem das keramische Heioberflächenelement in

eine Buchse mit einem leitenden Kontakt darin gesteckt wird. In einigen Ausführungsformen haben diese Buchsen federartige Kontakte, die dazu beitragen, den Schenkel der keramischen Zündvorrichtung in Position zu halten. In anderen sind die Buchsen rohrförmig. Jedes dieser Systeme ist jedoch ein Einstecksystem, das eine zeitweilige Konstruktion und somit leicht auseinander zu ziehen ist.

[0008] Ferner beschreibt WO 96/38693 ein modulares Zündvorrichtungssystem, umfassend a) eine keramische Zündvorrichtung, umfassend i) ein keramisches Heioberflchenelement mit einem ersten und einem zweiten Ende und ii) eine metallisierte Beschichtung, die wenigstens einen Teil jedes Endes des keramischen Heioberflchenelements bedeckt, und b) eine Buchse, die einen ersten und einen zweiten Kontakt umfasst, die mit den metallisierten Beschichtungen der Zündvorrichtung in elektrischer Verbindung stehen, wobei die Kontakte einen Schmelzpunkt von wenigstens 485°C haben.

[0009] Zusammenfassend hat die Verwendung von Lötmittel in keramischen Zündvorrichtungssystemen eine Vielzahl von sowohl Verfahrens- als auch Leistungsproblemen verursacht. Versuche, Systeme zu entwerfen, die auf Lötmittel verzichten, haben entweder brüchige oder zeitweilige Systeme zur Folge gehabt. Daher besteht ein Bedarf an einem keramischen Zündvorrichtungssystem mit einer dauerhaften, ltmittelfreien elektrischen Verbindung für keramische Heioberflchenelemente.

[0010] Die gegenwärtigen Erfinder haben festgestellt, dass die Verwendung eines metallischen Leitrahmens zur dauerhaften elektrischen Verbindung eines mit Aktivmetall-Hartlötmittel beschichteten CHSE-Schenkels mit dem Leitungsdraht den Erfindern ermöglicht, in dem System auf Lötmittel zu verzichten, und dadurch sowohl wesentliche Verfahrensvorteile als auch Leistungsvorteile gegenüber den keramischen Zndvorrichtungsabschlssen nach dem Stand der Technik bietet.

[0011] In Bezug auf die Verfahrensvorteile können sowohl die Schritte des I) Verbindens des Leitrahmens mit der Hartlötstelle als auch des II) Verbindens des Leitrahmens mit dem Leitungsdraht ziemlich robuste verfahren sein. Dadurch kann der Zusammenbau an eine Automatisierung angepasst werden. Wie zuvor festgehalten wurde, beinhaltete das herkömmliche Zusammenbauverfahren die Verwendung von Lötmittel und war somit gegenüber vielen Faktoren empfindlich, die eine Überwachung durch den Menschen erforderten.

[0012] In Bezug auf Produktmerkmale hat sich gezeigt, dass die vorliegende Erfindung eine Vielzahl von Vorteilen gegenüber der herkömmlichen Zündvorrichtung besitzt, die eine Ltmittelgrenzflche zwischen der Hartlötstelle und dem Leitungsdraht erforderte. Erstens wurden die Risse, die durch die CTE-Fehl Anpassung während des Ltschrittes erzeugt wurden, beseitigt, wodurch eine stärkere Zündvorrichtung hergestellt wurde. Zweitens wurden die

Anstiege der elektrischen Widerstandsfähigkeit während des Gebrauchs deutlich verringert, was zu einer effektiven Lebensdauer der Zündvorrichtung führt, die mehr als das Zweifache jener der herkömmlichen ltmittelhaltigen Zündvorrichtung beträgt. Drittens ist die Abziehfestigkeit der Zündvorrichtung im Vergleich zu der Siebdruckmethode verbessert, da keine ltmittelbedingten Risse vorhanden sind. Schließlich kann durch den Verzicht auf Lötmittel die Zündvorrichtung in Hochtemperaturumgebungen von mehr als etwa 450°C (wie Küchenherde und selbstreinigenden Öfen) verwendet werden, die das Lötmittel beeinträchtigen würden.

[0013] Ferner bietet die besondere Geometrie, die durch den Leitrahmen bereitgestellt wird, besondere Vorteile gegenüber anderen metallischen Abschlusskonstruktionen. Zunächst, wobei auf **Fig. 1** Bezug genommen wird, kann der Leitrahmen **5** eine Hülse **56** enthalten, in die der Schenkel **1** des CHSE **3** leicht eingesetzt werden kann. Dies ermöglicht nicht nur einen exakten und wiederholbaren Zusammenbau, das erhaltene, ungebrannte Produkt ist auch ziemlich dauerhaft und kann belastenderen Produktionsschritten standhalten. Zweitens kann der Leitrahmen einen Kreisring enthalten, der ein Loch **9** in seinem Dach **55** bildet, das nicht nur ein Auftragen des Hartlötmittels nach dem Einsetzen des Schenkels in den Leitrahmen ermöglicht (wodurch eine exakte Positionierung der Hartlötkontaktfläche ohne folgendes, unkontrolliertes Verschmieren möglich ist), sondern auch als Führung sowohl für eine exakte Steuerung der Anordnung des Hartlötmittels in der Mitte des keramischen Schenkels (und somit weit weg von den Kanten, die für mehr Bearbeitungsfehler anfällig sind) als auch für eine Steuerung des Ausmaßes der Hartlötmittel-Oberflächenbeschichtung dient. Drittens kann der Leitrahmen einen V-förmigen Streifen **13** an seinem hinteren Ende enthalten, an den das Ende **11** eines Leitungsdrahtes angeschlossen werden kann, so dass jeder Leitungsdraht kollinear mit seinem entsprechenden anzuordnenden Schenkel des Heioberflchenelements sein kann (was zu einer stärkeren Anordnung führt, die keinen Beanspruchungen ausgesetzt ist, die mit der Befestigung der Zündvorrichtung für den endgültigen Zusammenbau in Zusammenhang stehen). Daher wird gemäß der vorliegenden Erfindung eine elektrische Verbindung für ein keramisches Heioberflchenelement bereitgestellt, umfassend:

- a) eine elektrisch leitende Keramik mit einem ersten Ende,
- b) eine elektrisch leitende Aktivmetall-Hartlötstelle, die mit zumindest einem Teil des ersten Endes kontaktiert ist, und
- c) einen Metallabschluss, der mit der Aktivmetall-Hartlötstelle kontaktiert ist,

wobei der Metallabschluss chemisch an die Aktivmetall-Hartlötstelle gebunden ist.

[0014] In bevorzugten Ausführungsformen dient die

Verbindung für ein keramisches Heioberflchenelement und umfasst:

- a) eine elektrisch leitende Keramik mit ersten und zweiten Enden,
- b) eine erste elektrisch leitende Aktivmetall-Hartlötkontaktfläche, die mit zumindest einem Teil des ersten Endes kontaktiert ist,
- c) eine zweite elektrisch leitende Aktivmetall-Hartlötkontaktfläche, die mit zumindest einem Teil des zweiten Endes kontaktiert ist,
- d) einen ersten Metallabschluss, der die erste Aktivmetall-Hartlötkontaktfläche kontaktiert, und
- e) einen zweiten Metallabschluss, der die zweite Aktivmetall-Hartlötkontaktfläche kontaktiert,

wobei jeder Metallabschluss chemisch an seine jeweilige Aktivmetall-Hartlötkontaktfläche gebunden ist.

[0015] Ferner wird eine keramische Zündvorrichtung beschrieben, umfassend:

- a) eine elektrisch leitende Keramik, umfassend zwei kalte Enden und eine dazwischenliegende, mit Widerstand behaftete Zone;
- b) ein Paar Abschlüsse, wobei jeder Abschluss eine Hülse mit einem ersten Ende und einem zweiten Ende umfasst;

wobei jedes Ende der elektrisch leitenden Keramik dauerhaft in dem ersten Ende seiner entsprechenden Hülse aufgenommen ist und mit dieser in elektrischer Verbindung steht, wobei jeder Abschluss ein metallischer Abschluss ist, wobei die Zündvorrichtung des Weiteren ein Paar Metallkontaktflchen umfasst, wobei jede Metallkontaktflche mit ihrem jeweiligen keramischen Ende und ihrem jeweiligen metallischen Abschluss in Kontakt steht, um eine elektrische Verbindung zwischen dem keramischen Ende und dem metallischen Abschluss bereitzustellen, und wobei jede Hülse einen Ringraum aufweist, der eine hindurchlaufende Öffnung definiert, und wobei jede Metallkontaktflche im Wesentlichen in ihrem jeweiligen Loch sitzt und mit dem Ende der Keramik in Kontakt steht, das in ihrer Hülse aufgenommen ist, und wobei jeder Ringraum mit seinem entsprechenden keramischen Ende in Kontakt steht.

[0016] Ferner wird ein Verfahren zur Herstellung eines keramischen Zndvorrichtungsabschlusses offenbart, umfassend die Schritte:

- a) Bereitstellen einer keramischen Zündvorrichtung mit ersten und zweiten Enden, wobei jedes Ende eine äußere Oberfläche aufweist,
- b) Bereitstellen eines Paares Hlsen, wobei jede Hülse eine innere Oberfläche aufweist, die im Wesentlichen der äußeren Oberfläche der ersten und zweiten Enden entspricht;
- c) Einsetzen der ersten und zweiten Enden der keramischen Zündvorrichtung in das Paar von Hlsen;
- d) chemisches Binden der inneren Oberfläche der Hülse an die äußere Oberfläche des darin aufge-

nommenen Schenkels.

[0017] **Fig. 1** ist eine Zeichnung einer perspektivischen Ansicht einer nicht zusammengebauten Verbindung der vorliegenden Erfindung.

[0018] **Fig. 2** ist eine Zeichnung eines Verbindungssystems für eine keramische Zündvorrichtung nach dem Stand der Technik, das Lötmittel verwendet.

[0019] **Fig. 3** ist ein Fließdiagramm, das ein bevorzugtes automatisiertes System zur Durchführung der vorliegenden Erfindung beschreibt.

[0020] **Fig. 4** ist eine Zeichnung eines axialen Querschnitts der Anordnung.

[0021] **Fig. 5** ist eine perspektivische Ansicht der gesamten Anordnung von **Fig. 4**.

[0022] **Fig. 6** ist eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0023] **Fig. 7** ist eine Zeichnung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit einfacher Vertiefung.

[0024] **Fig. 8** ist eine Zeichnung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit zweifacher Vertiefung.

[0025] **Fig. 9** ist eine Zeichnung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit Einzelpunktkontakt.

[0026] **Fig. 10** ist eine Zeichnung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, in der sich das Hartlötmittelloch und die Haltevorrichtung an gegenüberliegenden Seiten der Leitrahmenhülse befinden.

[0027] Mit Bezugnahme auf **Fig. 1** wird in einem bevorzugten Verfahren zur Herstellung der Zündvorrichtung ein keramisches Heioberflchenelement **3** (CHSE) mit zwei im Wesentlichen parallelen Enden **1** (oder "Schenkeln"), die durch eine Brücke verbunden sind, verwendet. Diese Schenkel werden in das erste Ende **88** entsprechender Hlsen **56** des Leitrahmens **5** geschoben. Danach wird Hartlötmittel (nicht dargestellt) zunächst in das Loch **9** in der Leitrahmenhülse eingebracht und dann vakuumgebrannt, um sowohl Keramik-Hartlötmittel- als auch Leitrahmen-Hartlötmittel-Bindungen zu erzeugen. Schließlich wird ein Ende **11** eines Leitungsdrahtes auf den V-förmigen Leitrahmenstreifen **13** gelegt und mechanisch in Position gequetscht.

[0028] In einem besonders bevorzugten automatisierten System zur Herstellung der Zündvorrichtung der vorliegenden Erfindung wird eine vorbestimmte Anzahl keramischer Zündvorrichtungen mittels Vibrationsschpfer in eine Przisionsstreckenbahn gebracht und in die Hlsen der entsprechenden Mehrzahl von Leitrahmen eingesetzt, die an einer Leitrahmen-Pressstromele aneinander befestigt werden. Siehe **Fig. 3**. Diese Kombination bewegt sich dann zu einer Hartlötmittel-Abgabestation, wo Hartlötmittel in die Dachlcher der Leitrahmen abgegeben wird. Diese Anordnung wird dann in einen Hochtemperatur-Vakuumofen gebracht, der das Hartlötmittel aufschmilzt und sowohl Keramik-Hartlötmittel- als auch

Leitrahmen-Hartlötmitte-Bindungen erzeugt. Danach wird die Anordnung zu einer Vereinzelungsstation gebracht, wo die Metallbindungen zwischen den Leitrahmen auf der Trommel getrennt werden, um eine Mehrzahl von einzelnen Zündvorrichtungen zu erzeugen. Schließlich wird ein Leitungsdraht auf den Leitrahmenstreifen gelegt und in den Streifen widerstandsgeschweißt.

[0029] Nunmehr unter Bezugnahme auf die bevorzugten Ausführungsformen, die in **Fig. 1, 4 und 5** offenbart sind, wird jeder Schenkel **1** des keramischen Heißeberflächenelements **3** dauerhaft in der Hülse **56** des Leitrahmens **5** durch die Hartlötstelle **7** in Position gehalten, die sich in dem Loch **9** des Leitrahmendachs **55** befindet. Ein erstes Ende des Leitungsdrahtes **11** ist elektrisch mit der oberen Oberfläche eines Streifenabschnittes **13** des Leitrahmens **15** verbunden und stellt somit ein Mittel zum Bereitstellen von elektrischem Strom zu dem Heißeberflächenelement **3** dar. Der Leitrahmen **5** hat eine flache Basis **51** mit einer oberen Oberfläche **81**, die an einem Ende einen Streifen **13** aufweist. Der Leitrahmen hat auch eine Seitenwand **53** und eine Lippe **54**, die parallel zueinander von der flachen Basis **51** hochragen. Das Dach **55** ist mit der flachen Basis **51** durch die Seitenwand **53** verbunden.

[0030] In **Fig. 1** bilden die Basis **51**, die Seitenwand **53**, die Lippe **54** und das Dach **55** eine Hülse **56**, deren axialer Querschnitt im Wesentlichen dem axialen Querschnitt des CHSE-Schenkels **1** entspricht. Die Vertiefung **61** von

[0031] **Fig. 1**, die sich vom Dach **55** nach unten erstreckt, stellt ein Mittel zur Herstellung eines Presssitzes mit dem Schenkel der Zündvorrichtung bereit, wenn der Schenkel in die Hülse **56** in Richtung A eingesetzt wird.

[0032] In **Fig. 4** bilden die Basis **51**, die Seitenwand **53** und das Dach **55** die Hülse **56**, und der Presssitz wird gebildet, indem die Höhe **84** der Seitenwand **53** etwas geringer als die Dicke **85** des Schenkels **1** des CHSE **3** gewählt wird.

[0033] Es wird angenommen, dass die vorliegende Erfindung zweckdienlich angewendet werden kann, um eine Befestigung für jedes herkömmliche keramische Heißeberflächenelement herzustellen. Da dieses Verfahren jedoch leicht an eine Automatisierung angepasst werden kann, wenn das CHSE zwei im Wesentlichen parallele Schenkel hat, hat das Verfahren einen besonderen Vorteil, wenn es bei CHSEs angewandt wird, die parallele Schenkel haben. In einigen Fällen ist das CHSE eine rekristallisierte SiC-keramische Zündvorrichtung, wie jene, die in US-Patent Nr. 3,875,477 ("Fredikson") offenbart ist, dessen Beschreibung hierin durch Bezugnahme aufgenommen wird. In diesen SiC-CHSEs bestehen die leitenden kalten Enden und die mit Widerstand behaftete Zone aus demselben SiC-Material. In anderen Ausführungsformen ist das CHSE eine volllichte keramische Zündvorrichtung, umfassend entweder AlN/SiC/MoSi₂ oder Si₃N₄/SiC/MoSi₂, wie jene, die in

US-Patent Nr. 5,045,237 ("Washburn") offenbart ist, deren Beschreibung hierin durch Bezugnahme aufgenommen wird. In den Washburn-Ausführungsformen umfasst das keramische Heißeberflächenelement ein Paar leitender (oder "kalter") Enden **71** und **72** und eine dazwischen liegende, mit Widerstand behaftete Heißezone **73**, wie in **Fig. 6** dargestellt ist.

[0034] In bevorzugten Ausführungsformen umfasst die Heißezone:

- (a) zwischen etwa 50 und etwa 75 Vol.-% eines elektrisch isolierenden Materials, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Aluminiumnitrid, Bornitrid, Siliziumnitrid und Mischungen davon,
- (b) zwischen etwa 10 und etwa 45 Vol.-% eines halbleitenden Materials, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Siliziumcarbid und Borcarbid und Mischungen davon, und
- (c) zwischen etwa 5 und etwa 25 Vol.-% eines metallischen Leiters, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Molybdändisilizid, Wolframdililid, Wolframcarbid, Titanitrid und Mischungen davon.

[0035] In den bevorzugteren Ausführungsformen mit AlN umfasst die Heißezone ein erstes mit Widerstand behaftetes Material, umfassend zwischen 50 Vol.-% und 75 Vol.-% AlN, zwischen 13 Vol.-% und 41,5 Vol.-% SiC und zwischen 8,5 Vol.-% und 12 Vol.-% MoSi₂. In den bevorzugteren Ausführungsformen mit Si₃N₄ umfasst die Heißezone ein erstes mit Widerstand behaftetes Material, umfassend zwischen 50 Vol.-% und 75 Vol.-% Si₃N₄, zwischen 15 Vol.-% und 45 Vol.-% SiC und zwischen 10 Vol.-% und 25 Vol.-% MoSi₂. In anderen Ausführungsformen umfasst die Heißezone ferner zwischen 1 Vol.-% und 10 Vol.-% Aluminiumoxid, vorzugsweise gemäß US-Patent Nr. 5,514,630, dessen Beschreibung hierin durch Bezugnahme aufgenommen wird.

[0036] Die leitenden kalten Enden **71** und **72** stellen Mittel zur elektrischen Verbindung des CHSE mit dem Leitrahmen und den Leitungsdrähten bereit. Vorzugsweise umfassen sie auch AlN, SiC und MoSi₂ haben aber einen deutlich höheren Prozentanteil der leitenden und halbleitenden Materialien (d.h. SiC und MoSi₂) als die bevorzugten Heißezonenzusammensetzungen. Daher haben sie für gewöhnlich einen deutlich geringeren Leitungswiderstand als die Heißezone und erwärmen sich nicht auf die Temperaturen, die in der Heißezone entstehen. Sie umfassen vorzugsweise a) 20 bis 65 Vol.-% einer Keramik, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Aluminiumnitrid, Siliziumnitrid und Bornitrid und Mischungen davon, und b) etwa 35 bis 80 Vol.-% MoSi₂ und SiC in einem Volumenverhältnis von etwa 1 : 1 bis etwa 1 : 3.

[0037] Bevorzugter umfassen die leitenden Enden etwa 60 Vol.-% AlN, 20 Vol.-% SiC und 20 Vol.-% MoSi₂. In bevorzugten Ausführungsformen sind die Dimensionen der leitenden Enden **9** und **13** 0,05 cm (Breite) × 4,2 cm (Tiefe) × 0,1 cm (Dicke). Für ge-

wöhnlich haben die kalten Enden einen Raumtemperatur-Leitungswiderstand von nicht mehr als 1 Ohm-cm, vorzugsweise nicht mehr als 0,1 Ohm-cm. [0038] Bei der Durchführung der vorliegenden Erfindung zogen die gegenwärtigen Erfinder die elektrische Verbindung des Heioberflächenelementes **3** mit dem Leitrahmen **56** auf zahlreiche verschiedene Weisen in Betracht. Ein Verfahren beinhaltete die feuerfeste Metall-Reaktionsbindung, wobei der Schenkel eines porösen rekristallisierten SiC-CHSE gekerbt wurde, ein Streifen Wolfram in die Kerbe gelegt und ein Leitungsdraht an das Wolfram widerstandsgeschweißt wurde. Es zeigte sich jedoch, dass das erhaltene Produkt an einer starken Oxidation litt. Ein zweites Verfahren beinhaltete die Verwendung eines Aktivmetall-Hartlötmittels zur Verbindung einer Haltevorrichtung (die entweder aus rostfreiem Stahl, einer BeCu-Legierung oder einer Ni/Fe-Legierung bestand) mit einem porösen rekristallisierten SiC-Zündvorrichtungsschenkel. Es zeigte sich jedoch, dass die Abziehfestigkeit der erhaltenen Zündvorrichtungen äußerst schwach war. Daher machten die gegenwärtigen Erfinder die Erfahrung, dass die simple Bildung einer ltmittelfreien Leitungsdraht-Befestigung an einem CHSE keine einfache Aufgabe ist, selbst wenn ein Aktivmetall-Hartlötmittel verwendet wird.

[0039] Das Metall-Hartlötmittel muss nicht nur elektrisch leitend sein, es muss auch sowohl mit dem CHSE als auch dem Leitrahmen kompatibel sein. Das heißt, es muss imstande sein, mit der Keramik und dem Leitrahmen zu binden, um sowohl eine mechanische Integrität als auch elektrische Leitung bereitzustellen, und es muss auch einen CTE aufweisen, der ebenso mit jedem kompatibel ist. Da jedoch sowohl der Leitrahmen als auch das Hartlötmittel für gewöhnlich Metalle sind, wird die Eignung des Hartlötmittels durch die Eignung der Hartlötmittel-Keramik-Bindung bestimmt. Im Allgemeinen ist die Hartltmittelzusammensetzung jede herkömmliche Hartltmittelzusammensetzung, die eine elektrische Verbindung mit den Schenkeln des CHSE bildet. In einigen bevorzugten Ausführungsformen muss das Hartlötmittel einen CTE aufweisen, der innerhalb etwa 25% des CTE der Keramik liegt.

[0040] Um ein bevorzugtes erforderliches hohes Adhsionsma an die Keramik zu erreichen, enthält das Hartlötmittel für gewöhnlich ein Aktivmetall, das feucht werden und mit den keramischen Materialien reagieren und so eine chemisch gebundene Haftung an diese durch Zusatzwerkstoffe bereitstellen kann, die in dem Hartlötmittel enthalten sind. Ohne sich auf eine bestimmte Theorie festlegen zu wollen, wird angenommen, dass das Aktivmetall-Hartlötmittel auch chemisch mit den Metallen in dem metallischen Leitrahmen reagiert und auch zwischen diesen eine chemische Bindung erzeugt. Bevorzugte Aktivmetall-Hartlötmittel sind in US-Patent Nr. 5,564,618 offenbart, dessen Beschreibung hierin durch Bezugnahme aufgenommen wird. Beispiele für spezifische

Aktivmetalle umfassen Titan, Zirkonium, Niob, Nickel, Palladium und Gold. Vorzugsweise ist das Aktivmetall Titan oder Zirkonium, insbesondere Titan. Zusätzlich zu dem Aktivmetall enthält das Hartlötmittel auch einen oder mehrere Zusatzwerkstoffe, wie Silber, Kupfer, Indium, Zinn, Zink, Blei, Cadmium und Phosphor. Vorzugsweise wird eine Mischung der Zusatzwerkstoffe verwendet. Insbesondere enthält das Hartlötmittel Titan als Aktivmetall und eine Mischung aus Silber und Kupfer als Zusatzwerkstoffe. Im Allgemeinen enthält das Hartlötmittel zwischen etwa 0,1 und 5 Gewichtsprozent (Gew.-%) Aktivmetall und zwischen 95 und 99,9 Gew.-% Zusatzwerkstoffe. Einige geeignete Hartlötmittel sind im Handel unter dem Handelsnamen Lucanex von LucasMilhaupt Inc., Cudahy, Wis., USA, und Cusil and Cusin of Wesgo, Inc., Belmont, Kal., USA, erhältlich. In bevorzugten Ausführungsformen ist das Hartlötmittel Wesgo Cusin-1-ABA, erhältlich von wesgo, Inc., Belmont, Kal., USA. Spezifische Hartlötmittel, die sich als besonders zweckdienlich in der vorliegenden Erfindung erwiesen haben, umfassen Lucanex 721 und Cusil Braze, von welchen jedes etwa 70,5 Gew.-% Silber, etwa 27,5 Gew.-% Kupfer und etwa 2 Gew.-% Titan enthält.

[0041] Beim Aufschmelzen des Hartlötmittels, nachdem es auf die CHSE-Oberfläche aufgebracht wurde, muss darauf geachtet werden, das Zeit-Temperatur-Hartltprofil richtig zu steuern. Ein inkorrektes Profil kann einen mangelhaften Fluss des Hartlötmittels zur Folge haben, wodurch es zu einem elektrischen Versagen in der Zündvorrichtung kommt. In einigen Ausführungsformen wird das Hartlötmittel bei etwa 805°C bis 850°C und einer Durchwrmungszeit von etwa 0 Minuten bis 10 bis 30 Minuten (abhängig von der Zeit, die erforderlich ist, damit die thermische Masse einen Beharrungszustand erreicht) in einem Vakuum von nicht mehr als etwa $1,3 \times 10^{-4}$ Pa (etwa 10^{-6} Torr) aufgeschmolzen und bei einer Rate zwischen 2°C/Minute und 20°C/Minute abgekühlt. Obwohl langsamere Khlungsraten bevorzugt sind, sind sie nicht besonders kritisch. Vorzugsweise werden die Durchwrmungszeit und Temperaturen an den unteren Enden dieser zuvor beschriebenen Bereiche eingestellt. Ebenso ist die Menge an Hartlötmittel wichtig. Wenn eine unzureichende Menge an Hartlötmittel verwendet wird, kann die mechanische und elektrische Integrität der Bindungen beeinträchtigt sein. wenn zuviel Hartlötmittel verwendet wird, besteht die Gefahr, dass die Hartlötmittel-Keramik-CTE-Fehlanpassung während des Hartlötmittel-Hrtungsschrittes Risse in der Fläche erzeugt, die unter dem Hartlötmittel liegt. Die richtige Menge an Hartlötmittel kann für gewöhnlich durch standardmäßige finite Element-Analysetechniken bestimmt werden.

[0042] Zusätzlich zeigte sich, dass das Zentrieren des Hartlötmittels **7** zwischen den parallelen Kanten **82** und **83** des Schenkels (wie in **Fig. 6** dargestellt) auch sehr wichtig ist. Wenn das Hartlötmittel nahe ei-

ner Kante des Schenkels aufgetragen wird, sind die daraus resultierenden Spannungen nicht gleichmäßig verteilt, und es können scharfe Spannungsspitzen beobachtet werden. Zusätzlich sind die Kanten des Schenkels häufig eine allgemeinere Quelle von maschinellen Bearbeitungsfehlern als die ziemlich flachen Oberflächen des Schenkels. Daher wird in einigen bevorzugten Ausführungsformen das Hartlötmittel zwischen den parallelen Kanten des Schenkels zentriert, um die Möglichkeit eines Bruchs zu verringern.

[0043] Beim Auftragen des Hartlötmittels zeigte sich, dass der Metallisierungsprozess viel zu lang war, wenn die Dichte des keramischen Heioberflächenelementes etwa 85% betrug. Wenn im Gegensatz dazu die Zündvorrichtung im Wesentlichen keine offene Porosität aufweist (d.h. mehr als etwa 95% Dichte), ist die Dauer des Metallisierungsschrittes kommerziell annehmbar. Daher hat in einigen bevorzugten Verfahrensausführungsformen die keramische Zündvorrichtung im Wesentlichen keine offene Porosität.

[0044] Im Allgemeinen kann die Geometrie des Abschlusses jede Form annehmen, wie eine flache Oberfläche, eine U-Form oder eine Röhre. In einigen bevorzugten Ausführungsformen weist der Abschluss eine Hülseform auf. In einigen Ausführungsformen (wie in **Fig. 4**) kann die Hülseseitenwand **53** eine Höhe **84** haben, die etwas geringer als die Schenkeldicke **85** ist, so dass beim Einsetzen des Schenkels die Hülse den Schenkel in einem Presssitz festhält und somit Vorteile gegenüber einem Abschluss bietet, der einfach eine flache Oberfläche ist. Als Alternative kann die Hülse Vertiefungen **61** aufweisen (wie in **Fig. 1**) oder Haltevorrichtungen **65** (wie in **Fig. 10**), die Presssitze verwenden, um den Schenkel in Position zu halten.

[0045] Bei einer einfachen Hülse-Ausführungsform, bei der die Hülse eine ringförmige Röhre ohne Innenloch ist, erfordert die Befestigung des Leitungsdrahtes für gewöhnlich ein sorgfältiges und zeitaufwendiges mechanisches Quetschen des Leitungsdrahtes in die Röhre. Ferner muss bei dieser Ausführungsform die Beschichtung mit ungebranntem Hartlötmittel zunächst auf die Schenkel der keramischen Zündvorrichtung vor deren Einsetzen in die Röhre aufgebracht werden. Während des Einsetzens wird das Hartlötmittel häufig über den Schenkel geschmiert, wobei es häufig die problematischen Schenkelkanten erreicht.

[0046] Im Gegensatz dazu stellt bei der Leitrahmen-Ausführungsform der vorliegenden Erfindung der Streifenteil des Leitrahmens eine leicht zugängliche flache Oberfläche bereit, auf welcher die elektrische Verbindung gebildet wird, wodurch die Notwendigkeit eines mechanischen Quetschens entfällt. Ferner ermöglicht das Lochelement des Leitrahmens eine kontrollierte Ablagerung des Hartlötmittels, nachdem der Schenkel in die Hülse eingeschoben wurde, wodurch ein Verschmieren verhindert wird.

Daher hat in bevorzugten Ausführungsformen jede Hülse ein hindurchgehendes Loch, und der chemische Bindungsschritt wird durch folgende Schritte ausgeführt:

- i) Abscheiden eines Aktivmetall-Hartlötmittels in das Loch nach dem Einsetzen des Schenkels und
- ii) Aufschmelzen des Hartlötmittels.

[0047] Nunmehr unter Bezugnahme nun auf **Fig. 1** trägt schließlich die Vertiefung **1** zur Sicherung jedes Schenkels **61** in seiner Hülse **56** bei. Daher ist in besonders bevorzugten Ausführungsformen der Abschluss ein Leitrahmen, dessen Hülse ein hindurchgehendes Loch hat, dessen Dach eine Vertiefung oder eine abstehende Haltevorrichtung hat, und ein Streifenteil, das sich von dem zweiten Ende der Hülse erstreckt.

[0048] Der Leitrahmen muss elektrisch leitend sein (um Strom von dem Leitungsdraht zu dem Hartlötmittel zu führen). Er muss jedoch keine besonders große Hochtemperatur-Oxidationsbeständigkeit haben und besteht daher für gewöhnlich aus Metall. In einigen bevorzugten Ausführungsformen umfasst der metallische Leitrahmenabschluss ein oxidationsbeständiges Material, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Zusammensetzungen auf Nickelbasis, die wenigstens 85% Nickel (vorzugsweise wenigstens 95% Nickel), Ni-Cr-Legierungen, Silber, Gold und Platin enthalten. In einigen Ausführungsformen besteht er im Wesentlichen aus dem oxidationsbeständigen Material, das nicht dazu neigt, bei typischen Betriebstemperaturen zwischen etwa 600 °C und 800°C feucht zu werden. Dieses Material sollte einen Schmelzpunkt von wenigstens 485°C, vorzugsweise wenigstens 600°C haben. Es hat für gewöhnlich einen CTE, der mit jenem des Hartlötmittels kompatibel ist. In einer Ausführungsform besteht der metallische Abschluss aus Alloy 42, einer Nickel-Eisen-Legierung, die von Heyco Metals Inc., Reading, PA, USA, erhältlich ist. In einigen Ausführungsformen umfasst der Leitrahmen ein darunter liegendes Substrat, das aus einem relativ billigen Metall (wie Kupfer oder einer Legierung auf Kupferbasis) und einer darüber liegenden Beschichtung aus einem teureren, stärker oxidationsbeständigen Material, wie den zuvor offenbarten, besteht. Es gibt für gewöhnlich keine Bedenken hinsichtlich der Kompatibilität dieser metallischen Abschlussmaterialien und der Aktivmetall-Hartlötmittel.

[0049] In einigen Ausführungsformen hat das CHSE einen Einsatz zwischen seinen Schenkeln, wie in US-Patent Nr. 5,786,565 offenbart, dessen Beschreibung hierin durch Bezugnahme aufgenommen wird. In diesen Ausführungsformen, welche diese Art von Zündvorrichtung enthalten, ist es besonders bevorzugt, dass die Leitrahmenhülse im Wesentlichen aus drei Wänden besteht, wie in **Fig. 5** (d.h., sie hat im Wesentlichen keine Lippe, die ein leichtes Einsetzen der Art von Zündvorrichtung behindern würde).

[0050] In einigen Ausführungsformen wird die Zünd-

vorrichtung der vorliegenden Erfindung als Einsteck-Zündvorrichtung verwendet, wie jene, die in dem zuvor besprochenen Salzer-Patent offenbart ist. In diesen Ausführungsformen ist ein Ende eines Stiftes, der aus einem Hochtemperaturmetall gebildet ist, mit einem Schmelzpunkt von wenigstens 600°C (wie Ni-Cr) an dem Streifen als Leitungsdraht befestigt. Das andere Ende des Stiftes wird dann als Stecker für eine Steckverbindung verwendet.

[0051] Wegen der kritischen Rolle, welche die Hartlötstelle bei der Bereitstellung sowohl einer mechanischen als auch elektrischen Verbindung spielt, wurde zunächst angenommen, dass die Bereitstellung von soviel Hartlötmittelebeschichtung wie möglich eine bessere Zündvorrichtung liefert. Gleichzeitig wurde festgestellt, dass die Konstruktion mit einer einzigen Vertiefung von **Fig. 7** natürlich die Beschichtung mit Hartlötmittele **7** im Wesentlichen auf die Fläche des Lochs **9** beschränkt. Daher wurde das Dach des Leitrahmens verändert, so dass es zwei Kontaktvertiefungen und dazwischen ein Hartlötmitteleloch enthält. Diese Modifikation ist in **Fig. 8** dargestellt. Da das Hartlötmitteleloch **9** von **Fig. 8** nun zwischen den beiden Kontaktvertiefungen **61** liegt, ist es natürlich von der Oberfläche des Zündvorrichtungsschenkels abgehoben, wodurch sich das Hartlötmittele **7** während des Aufschmelzens frei ausbreiten und den Schenkel maximal beschichten kann. Daher steht in einigen Ausführungsformen der Ringraum, der das Hartlötmitteleloch **9** definiert, mit dem keramischen Schenkel **1** nicht in Kontakt. In diesem Fall hat das Dach **55** des Leitrahmens zwei Vertiefungen **61** und ein dazwischen liegendes Hartlötmitteleloch **9**, wodurch der Hartlötmittele-Lochring von dem Schenkel abgehoben ist und ein uneingeschränktes Verteilen des Hartlötmittels während des Aufschmelzens ermöglicht.

[0052] Wenn zusätzlich die Lippe entfernt wird (so dass die Hülse nur eine Basis, eine Seitenwand und ein Dach hat), kann der Zündvorrichtungsschenkel senkrecht zu der Seitenwand ausgerichtet und auch in die Hülse eingesetzt werden, wodurch ein Sitz entsteht, wie in **Fig. 6** dargestellt ist. Dieser Einsetzmodus hat einen besonderen Vorteil, wenn der Zündvorrichtungsschenkel eine unregelmäßige Form hat, die sein Einsetzen in die Hülse parallel zu der Seitenwand schwierig macht. In diesem Fall definieren die parallelen Kanten **82** und **83** jedes Schenkels eine zentrale Achse, und der Schenkel **1** ist in der Hülse **56** so angeordnet, dass die zentrale Achse senkrecht zu der Seitenwand **53** ist. Der Leitrahmen hat in dieser Ausführungsform zusätzlich einen Streifen **13**, der sich von der Seitenwand **53** erstreckt, wodurch der Streifen **13** mit der zentralen Achse des Schenkels ausgerichtet wird. Dieser Schenkel wird durch einen Presssitz in Position gehalten, wobei das Dach **55** auch als eine in zwei Richtungen wirkende Haltevorrichtung dient, die sich zunächst von dem Schenkel **1** und der Basis **51** weg und dann zu dem Schenkel **1** und der Basis **51** hin erstreckt, um mit dem Schenkel **1** in Kontakt zu gelangen.

[0053] Im Gegensatz dazu definieren in **Fig. 1** die parallelen Kanten jedes Schenkels eine zentrale Achse, und der Schenkel **1** ist in der Hülse **56** so angeordnet, dass die zentrale Achse parallel zu der Seitenwand **53** liegt.

[0054] Vorzugsweise sind der Zündvorrichtungsschenkel und die Hülse so dimensioniert, dass der Schenkel einen Presssitz hat, wenn er in die Hülse eingesetzt wird. Dieser Presssitz ist vorteilhaft, da dieser Sitz der Anordnung vor dem Hartlöten Stabilität verleiht. Der Presssitz wird vorzugsweise durch mindestens eines von drei Mitteln erreicht. Bei dem ersten Mittel wird der Presssitz im Wesentlichen durch eine kleinere Seitenwand (wie in **Fig. 4**) erreicht. Das heißt, die Höhe **84** der Seitenwand ist geringer als die Dicke **85** des Schenkels, so dass während des Einsetzens des Schenkels **1** in die Hülse der Schenkel sowohl mit dem Dach **55** als auch der Basis **51** in Kontakt gelangt (die sich verbiegen, um in einem leichten Winkel zueinander zu stehen), bevor er die Seitenwand berührt. Bei dem zweiten Mittel wird der Presssitz durch die Vertiefung **61** bereitgestellt, wie in **Fig. 1**. In dieser Ausführungsform überschreitet die Höhe der Seitenwand **53** die Dicke des Schenkels **1**, und entweder das Dach oder die Basis hat eine innere Vertiefung, die sich von dieser Fläche zu dem gegenüberliegenden Schenkel erstreckt und einen Zwischenraum zwischen Dach und Basis erzeugt, der kleiner als die Dicke der Zündvorrichtung ist. Wenn der Zündvorrichtungsschenkel in die Hülse eingesetzt wird, kommt er daher mit der Vertiefung und der gegenüberliegenden Wand in Kontakt, um den Presssitz zu erzeugen. Bei dem dritten Mittel wird der Presssitz durch eine in eine Richtung wirkende Haltevorrichtung bereitgestellt, wie in **Fig. 10**. In dieser Ausführungsform überschreitet die Höhe der Seitenwand die Dicke des Schenkels, und entweder das Dach oder die Basis hat eine äußere Haltevorrichtung **65**, die sich von dieser Fläche zu dem gegenüberliegenden Schenkel erstreckt und einen Zwischenraum zwischen Dach und Basis erzeugt, der kleiner als die Dicke der Zündvorrichtung ist. Wenn daher der Zündvorrichtungsschenkel in die Hülse eingesetzt wird, kommt dieser mit der Haltevorrichtung und der gegenüberliegenden Wand in Kontakt, um den Presssitz zu erzeugen. Als Variation der Haltevorrichtungsausführungsform kann eine in zwei Richtungen wirkende Haltevorrichtung verwendet werden, die einen ersten Abschnitt **86** aufweist, der sich von der gegenüberliegenden Fläche entfernt, und dann einen zweiten Abschnitt **87**, der zu der gegenüberliegenden Fläche zurückläuft, wie in **Fig. 6**.

[0055] Der zuvor besprochene Leitrahmen von **Fig. 8** hat zwei charakteristische Merkmale. Erstens hat sein Dach zwei Vertiefungen **61**. Wenn eine richtig dimensionierte Zündvorrichtung in den Leitrahmen eingeschoben wird, erzeugt das Element mit zweifacher Vertiefung einen Presssitz mit der Zündvorrichtung und hält diese somit in Position. Zweitens hat das Dach auch ein Loch **9**, durch welches Hartlöt-

mittel **7** einfach aufgebracht werden kann. Obwohl diese zwei Merkmale deutliche Vorteile bieten, wollten die Erfinder diese Konstruktion verbessern und fanden zunächst drei bedenkliche Bereiche: mechanische Beanspruchungen, die durch den Presssitz erzeugt wurden, der zu Sicherung des keramischen Schenkels in dem Leitrahmen verwendet wurde, Wärmebeanspruchungen, die durch das Hartlöten erzeugt wurden, und Dehnungsbeanspruchungen in dem zusammengebauten Teil aufgrund des Gebrauchs. Die gegenwärtigen Erfinder analysierten dann jede dieser drei Belastungssituationen für die Zündvorrichtung, die im Wesentlichen in **Fig. 8** dargestellt ist, mit Hilfe der finiten Element-Analyse (FEA).

[0056] Hinsichtlich der mechanischen Beanspruchungen, die durch den Presssitz erzeugt wurden, zeigte sich, dass der Presssitz unschädliche kompressive mechanische Beanspruchungen in der Keramik über die eigentliche Kontaktfläche mit der Keramik herbeiführt, aber auch gewisse schädliche Dehnungsbeanspruchungen in der Fläche herbeiführt, welche die Kontaktfläche unmittelbar umgibt. Die tatsächliche Größe dieser Dehnungsbeanspruchungen ist jedoch nicht sehr signifikant. Daher erzeugt die Verwendung eines Presssitzes an sich nicht automatisch wesentliche Beanspruchungen bei diesen Leitrahmenkonstruktionen.

[0057] Beanspruchungen, die mit dem Hartlöten in Zusammenhang stehen, erwiesen sich als die wichtigsten Beanspruchungen bei jedem Aspekt dieser Zündvorrichtungen mit Leitrahmen. Einfach nur die Schritte des Aufschmelzens des Hartlötmittels bei etwa 850°C und des anschließenden Abkühlens auf Raumtemperatur erzeugen signifikante Wärmebeanspruchungen über der Hartlötmittelfläche und Dehnungsbeanspruchungen über deren Umfang. Diese Beanspruchungen liegen in der Größenordnung von etwa 200 MPa. Die durch das Hartlöten herbeigeführten Beanspruchungen an dem keramischen Schenkel und an der Keramik-Hartlötmedium-Grenzfläche erwiesen sich als weniger bedeutend. Daher wurde das Hartlötmedium selbst als das Merkmal der Zündvorrichtung identifiziert, das am anfälligsten für einen mit dem Hartlöten in Zusammenhang stehenden Bruch ist.

[0058] Zusätzliche Analysen führten zu dem Schluss, dass einfach das Ersetzen verschiedener keramischer oder Leitrahmen-Materialien zu keinen nennenswerten Veränderungen in der Größe der Beanspruchungen führen würde, die auf das Hartlötmedium wirken. Vielmehr könnte eine richtige Behandlung dieser Beanspruchungen nur durch Ändern von Merkmalen des Hartlötmittels erreicht werden. Insbesondere erwiesen sich folgende als die wichtigsten Faktoren dieser Merkmale:

- a) Kontrolle der flächigen Oberflächenbeschichtung des Hartlötmittels,
- b) Art des Hartlötmittels und
- c) Wärmeausdehnungskoeffizient des Hartlötmit-

tels.

[0059] Überraschenderweise wurde bei der finiten Element-Analyse der Konstruktion mit zweifacher Vertiefung festgestellt, dass ein Kompromiss bei der Menge an Hartlötmedium, welche die Oberfläche des Schenkels bedeckt, getroffen werden muss. Das Ausmaß der Hartlötmediumbeschichtung beeinflusst den elektrischen Widerstand der Zündvorrichtung, die Beanspruchungen, welchen die keramische Zündvorrichtung ausgesetzt wird, und die Stärke des Hartlötmittels, den Hartlötbelastungen standzuhalten. Wenn daher eine zu geringe Beschichtung des Schenkels vorhanden ist, ist die elektrische Verbindung beeinträchtigt und die Hartlötstelle schwach. Wenn im Gegensatz dazu zuviel Hartlötmedium vorhanden ist, verletzen die Beanspruchungen die Integrität der Zündvorrichtung. Daher besteht ein Bedarf an einer präzisen Steuerung der verwendeten Menge an Hartlötmedium.

[0060] Angesichts dieses Bedarfs an einer präzisen Anordnung des Hartlötmittels untersuchten die gegenwärtigen Erfinder die Stelle des aufgeschmolzenen Hartlötmittels in der Zündvorrichtung mit zweifacher Vertiefung von **Fig. 8** und stellten fest, dass nach dem Aufschmelzen des Hartlötmittels die Position des Hartlötmittels extrem unterschiedlich war. Angesichts des Bedarfs an einer präzisen Steuerung der Fläche und Anordnung des Hartlötmittels wurde die Position des Hartlötmittellochs nochmals betrachtet. Die gegenwärtigen Erfinder stellten fest, dass in dem Leitrahmen mit zweifacher Vertiefung das Loch über der Oberfläche der Zündvorrichtung angehoben war, und spekulierten, dass der Raum zwischen dem Boden des Lochs **9** und dem Schenkel **1** einen unkontrollierten Fluss des Hartlötmittels ermöglichte. Daher betrachteten die Erfinder die Konstruktion mit einfacher Vertiefung von **Fig. 7** nochmals. Im Gegensatz zu der Konstruktion mit zweifacher Vertiefung hält der Kontakt zwischen dem keramischen Schenkel und dem Ringraum, der das Hartlötmittelloch definiert, wenn das Hartlötmedium in einer Konstruktion mit einer Vertiefung aufgeschmolzen wird, das Hartlötmedium genau in der gewünschten Fläche, und somit werden Unterschiede in der Position des Hartlötmittels beseitigt. Daher ist in einigen bevorzugten Ausführungsformen der Ringraum, der das Hartlötmittelloch **9** definiert, mit dem keramischen Schenkel **1** in Kontakt.

[0061] Die finite Element-Analyse der Konstruktion mit zweifacher Vertiefung zeigte ferner, dass der typische Hartlötvorgang eine Restdehnung in dem Hartlötmedium von etwa 15 bis 20% erzeugte, was signifikant ist. Wie zuvor festgehalten, würde eine Vergrößerung der Hartlötmittelfläche diesen Wert verringern, aber auch die Belastung an der Zündvorrichtung erhöhen. Angesichts dieses Kompromisses wurde entschieden, dass die Verwendung eines Hartlötmittels mit einer erhöhten Bruchdehnung annehmbarer wäre. Daher hat in bevorzugten Ausführ-

rungsformen der vorliegenden Erfindung das Hartlötmittel eine Restdehnung von wenigstens 22%, insbesondere wenigstens 25%.

[0062] Obwohl die Beanspruchung, die das Hartlötmittel erfährt, der wichtigste Punkt in dem Hartlötvorgang zu sein scheint, gibt es nichtsdestoweniger eine gewisse Beanspruchung in der Zündvorrichtung, die während des Hartlötens erzeugt wird, insbesondere in dem Bereich der Keramik (in der Größenordnung von Mikrometern), der an der Kante der Hartlötmittelekante anliegt. Der CTE des Hartlötmittels und der Keramik unterschieden sich in dieser Auswertung um etwa 50% (d.h., der geringere Wert betrug die Hälfte des höheren Wertes). Da die Restbeanspruchung auf diesem Bereich durch weitere Verringerung der CTE-Fehlanpassung gesenkt werden kann, ist in einigen Ausführungsformen die CTE-Fehlanpassung zwischen dem Hartlötmittel und der Keramik über den Temperaturbereich von 22 bis 850°C kleiner als 25%.

[0063] In Bezug auf die Beanspruchungen während des Betriebs der Konstruktion mit zweifacher Vertiefung waren die Hauptbedenken, dass CTE-Fehlanpassungen zwischen dem keramischen Schenkel, dem Hartlötmittel, dem Leitrahmenmaterial und der Einkapselung hohe Beanspruchungen erzeugen würden. Die finite Element-Analyse zeigte, dass die Hauptbeanspruchungen, die daraus resultieren, in der Keramik lägen, aber nicht allzu groß wären, und somit wurde die Wahrscheinlichkeit funktionsfähiger Teile mit nahezu 100% eingeschätzt. Dennoch wird angenommen, dass diese Beanspruchungen weiter verringert werden könnten, wenn die CTE-Fehlanpassung zwischen dem keramischen Schenkel und dem Hartlötmittelmateriel weiter verringert würde. Daher ist in einigen Ausführungsformen die CTE-Fehlanpassung zwischen dem keramischen Schenkel und dem Hartlötmittel über den Temperaturbereich von 22 bis 850°C geringer als 25%.

[0064] Obwohl die Verwendung eines Hartlötmittellochs in der Konstruktion mit einfacher Vertiefung dem Fachmann ein praktisches Mittel zur präzisen Positionierung des Hartlötmittels bereitstellt, enthält sie dennoch Einschränkungen. Insbesondere wenn Hartlötmittel durch das Hartlötmittelloch der Konstruktion mit einfacher Haltevorrichtung von **Fig. 7** (welche die Verteilungsfläche steuert) abgegeben wird, tritt die elektrische Verbindung zwischen dem Hartlötmittel und Leitrahmen nur um den Umfang des Hartlötmittels auf. Dieser Umfang ist sehr dünn. Da Elektrizität durch diesen dünnen Bereich wandern muss, hat der Bereich einen hohen elektrischen Widerstand. Daher erfordert diese Konstruktion die Verwendung einer relativ großen Menge an Hartlötmittel, um den Widerstand dieses Bereichs zu senken. Da jedoch eine große Menge Hartlötmittel Beanspruchungsprobleme verursachen kann, die mit dem CTE in Zusammenhang stehen, ist gleichzeitig der Wunsch vorhanden, die Menge an verwendetem Hartlötmittel zu senken. Somit stellt die Notwendig-

keit einer elektrischen Leitung durch den dünnen Rand des Hartlötmittels ein Problem dar.

[0065] Daher werden in einigen Ausführungsformen (wie in **Fig. 9** dargestellt) der Leitrahmen und der Zündvorrichtungsschenkel durch den großen Oberflächenbereich des Hartlötmittels in elektrische Verbindung gebracht, und dies erfolgt unter Verwendung eines sogenannten "Einzelpunktkontaktes". Der Einzelpunktkontakt wird durch das In-Kontakt-Bringen einer halbkugelförmigen Hartlötstelle **7** mit einer massiven Haltevorrichtung **65** an dem Leitrahmen erzeugt. Da der elektrische Kontakt sich von der Haltevorrichtung **65** durch im Wesentlichen die gesamte Halbkugel der Hartlötstelle **7** fortsetzt, ist das Hartlötmittel elektrisch effizienter, und daher muss weniger Hartlötmittel verwendet werden. Daher hat die "Einzelpunkt"-Konstruktion den Vorteil, die Menge an Hartlötmittel, die zur Bereitstellung eines annehmbaren elektrischen Widerstandes an der Hartlötmitteilverbindung erforderlich ist, zu minimieren. In dieser Konstruktion wird der Schenkel **1** sowohl über das erste Ende **88** als auch das zweite Ende **89** der Leitrahmenhülse hinaus geschoben.

[0066] Die Einzelpunktkonstruktion von **Fig. 9** kann weiter durch Verwendung einer Haltevorrichtung mit einer flachen Kontaktfläche **66** verbessert werden, wie in **Fig. 10** dargestellt. Die flache Kontaktfläche hat die Wirkung, die Hartlötstelle weiter abzuflachen, wodurch der Widerstand der Hartlötstelle verringert wird und eine noch effektivere Verwendung der Hartlötstelle möglich ist.

[0067] Obwohl die Leitrahmenkonstruktion mit Einzelpunktkontakt von **Fig. 9** viele Vorteile gegenüber den Ausführungsformen mit einfacher und zweifacher Vertiefung bietet, besitzt sie weiterhin Merkmale, die bei typischen Zündvorrichtungsanwendungen Probleme verursachen könnten. Somit versuchten die gegenwärtigen Erfinder, diese Probleme zu beseitigen, und stellten eine verbesserte Leitrahmenkonstruktion her, die in **Fig. 10** dargestellt ist. Diese neuen Merkmale der verbesserten Zündvorrichtung werden nun besprochen.

[0068] Trotz der verbesserten Einzelpunktkonstruktion von **Fig. 9** stellten die gegenwärtigen Erfinder fest, dass weiterhin Probleme mit der elektrischen Integrität während des Gebrauchs bestanden, und mutmaßten, dass diese Probleme auf einen Mangel an mechanischer Integrität in der Haltevorrichtung-Hartlötmittel-Schenkel-Verbindung zurückzuführen seien. Zunächst stellten die Erfinder fest, dass bei jeder der Konstruktionen von **Fig. 1, 7 bis 9** die Zündvorrichtung schließlich vollständig in Zement eingebettet ist (als **C** in **Fig. 9** dargestellt). Die gegenwärtigen Erfinder mutmaßten, dass, wenn die Zündvorrichtung auf Betriebstemperaturen erwärmt wird, der hohe CTE des sich ausdehnenden Zements, der zwischen der Haltevorrichtung und dem keramischen Schenkel angeordnet ist, manchmal eine Trennung der Haltevorrichtung von dem Hartlötmittel verursache, wodurch die elektrische Verbindung an der

Hartlötstelle in dem Trennungsvorgang zerstört wurde.

[0069] Zusätzlich zeigte sich, dass der Kontaktwiderstand der Einzelpunkt-Ausführungsformen in unerwünschter Weise 2-bis 4mal höher als jener der Konstruktion mit einfacher Vertiefung von **Fig. 1** war (die ein Hartlötmittelloch zur Steuerung der Hartlötmittelfläche verwendete). Ohne sich auf eine Theorie festlegen zu wollen, wird angenommen, dass die Federkontakt-Ausführungsform stärker von der Oberflächenkontaktleitfähigkeit abhängig ist als die Loch-Ausführungsform und somit die Leitfähigkeit dieser Verbindung stärker von der Leitfähigkeit des Leitrahmenmaterials abhängig und daher für eine Leitrahmenoxidation anfällig ist.

[0070] Daher wird die elektrische Verbindung zwischen dem Heioberflächenelement und dem Leitrahmen besonders bevorzugt durch Bereitstellen einer Hartlötstelle in dem Loch des Leitrahmens hergestellt. In der bevorzugten Ausführungsform (wie in **Fig. 10** dargestellt) ist die Hartlötstelle von der Haltevorrichtung entfernt angeordnet, vorzugsweise in einem Loch **7** in der Basis **51** gegenüber dem Dach **55**, wobei der Ringraum des Leitrahmens mit dem keramischen Schenkel in Kontakt steht. In dieser Ausführungsform kann Zement nicht zwischen den Leitrahmen und den keramischen Schenkel in der Nähe der Hartlötstelle gelangen. Selbst wenn der Zement mit hohem CTE die gegenüberliegende Haltevorrichtung während des Betriebs von dem Zündvorrichtungsschenkel wegzieht, wird somit in dieser Ausführungsform die kritische Leitrahmen-Hartlötstelle-Schenkel-Verbindung nicht durch diese Trennung beeinflusst und die elektrische Integrität der Hartlötstelle aufrechterhalten.

[0071] In der Konstruktion von **Fig. 10** stellt eine Haltevorrichtung **65** mit einem flachen Oberflächenbereichkontakt **66** eine größere mechanische Stabilität während der Handhabung vor dem Hartlöten bereit.

[0072] Ein weiteres Problem bei Konstruktionen mit einfacher Vertiefung, zweifacher Vertiefung und Einzelpunktkontakt betrifft die Verwendung einer Innenwand **54** (oder "Lippe") in jedem Leitrahmen. Wie zuvor festgestellt wurde, tragen diese Lippen dazu bei, die Stabilität der Anordnung während der Handhabung vor dem Hartlöten aufrechtzuerhalten und zu gewährleisten, dass die Zündvorrichtungsschenkel gerade bleiben. Wenn die Leitrahmen **56** jedoch über das Ende jedes Schenkels einer Zündvorrichtung vom Haarnadeltyp in Position gelegt werden, weisen die Innenwände **54** des leitenden Leitrahmens zueinander und kommen sehr nahe zueinander. Da der Abstand von Schenkel zu Schenkel ohne Leitrahmen für gewöhnlich bereits sehr gering ist (nur etwa 37/1000 eines Zolls) und jede Leitrahmen-Innenwand eine signifikante Dicke hat (etwa 10/1000 eines Zolls), verringert das Vorhandensein der Innenwände den effektiven Abstand zwischen den Schenkeln um etwa 50%, wodurch die Gefahr eines Kurzschlusses

(über den Wandzu-Wand-Kontakt) deutlich erhöht wird. Diese Gefahr ist besonders problematisch, da die Schenkel von Zündvorrichtungen mit Haarnadelkonstruktion bekannt für ihre Fähigkeit sind, sich etwas zu biegen. Tatsächlich waren beim anfänglichen Testen der Konstruktion, im Wesentlichen wie in **Fig. 1** dargestellt, die Zündvorrichtungen in einigen Hochspannungs-Testsituationen von Kurzschlüssen geplagt.

[0073] Zusätzlich stellt die Lippe **54** der Zündvorrichtung von **Fig. 1** ein zusätzliches Konstruktionsproblem dar. Obwohl viele keramische Zündvorrichtungen eine Haarnadelgeometrie aufweisen, enthalten andere keramische Zündvorrichtungen (wie jene, die in US-Patent Nr. 5,786,565 offenbart sind) einen massiven Einsatz zwischen ihren Schenkeln. Obwohl dieser Einsatz für eine zusätzliche Stütze für die Zündvorrichtung sorgen kann, stellt er ein Hindernis für ein leichtes Einsetzen der Zündvorrichtungsschenkel in die Leitrahmen in Richtung A dar.

[0074] Schließlich wurde angenommen, dass das Vorhandensein dieser Lippen den Fluss des feuerfesten Zements behindert, der zum Einkapseln der Zündvorrichtung verwendet wird.

[0075] Daher wird in der bevorzugten Ausführungsform (wie in **Fig. 5** und **10** dargestellt) die innere Lippe jedes Leitrahmens entfernt, wodurch ein Leitrahmen entsteht, der nur drei Wände hat. Die lippenlose Konstruktion von **Fig. 5** und **10** hält den effektiven Abstand zwischen den leitenden keramischen Schenkeln aufrecht (wodurch das erhöhte Risiko eines Kurzschlusses beseitigt wird) und ermöglicht ein leichtes Einsetzen der keramischen Zündvorrichtungen vom Haarnadeltyp, zwischen deren keramischen Schenkeln Einsätze angeordnet sind.

[0076] Ein weiteres Problem bei den Konstruktionen mit einfacher Vertiefung und zweifacher Vertiefung von **Fig. 1**, **7** bis **9** betrifft deren Verwendung von kreisförmigen Hartlötmittellöchern. Ein kreisförmiges Loch hat die Vorteile, die Wirksamkeit der Eigenschaft des Hartlötmittels, eine gute elektrische Verbindung zu bilden, zu maximieren und für gewöhnlich gleichmäßige Beanspruchungen an seinen Kanten bereitzustellen. In Fällen jedoch, in welchen relativ große Kontaktflächen von Hartlötmittel erforderlich sind, bringt die ständige Ausdehnung des Kreises die Kante des Hartlötmittels zu dem Kantenbereich des Zündvorrichtungsschenkels. Da von der Kante des Schenkels bekannt ist, dass sie relativ häufig Fehler aufweist, die mit der maschinellen Bearbeitung zusammenhängen, ist das Ausdehnen des Hartlötmittels in den Kantenbereich unerwünscht.

[0077] Daher ist in einer bevorzugten Ausführungsform (wie in **Fig. 5** dargestellt) das Hartlötmittelloch entlang der Richtung des Schenkels länglich. Dies hat den Vorteil, dass die Oberflächenbeschichtung mit Hartlötmittel vergrößert wird, ohne zu nahe zu den problematischen Seitenkanten des Schenkels zu gelangen. Daher ist in einigen Ausführungsformen die Hartlötmittelbeschichtung durch eine nicht gleich-

achsige Kontaktfläche mit einem Längenverhältnis von wenigstens 1,5 : 1 gekennzeichnet, deren Hauptachse entlang der Länge des Schenkels verläuft. Vorzugsweise ist die Form ein Oval.

[0078] Ein weiteres Problem bei der Konstruktion mit einfacher Haltevorrichtung von **Fig. 1** betrifft die Verwendung eines V-förmigen Streifens **13**. Wie zuvor festgehalten wurde, wird ein Leitungsdraht in die V-förmige Mulde des Streifens **13** gelegt, und dann werden die Seitenwände der Mulde mechanisch zusammengequetscht, wodurch eine mechanisch sichere elektrische Verbindung zwischen dem Leitrahmen und dem Leitungsdraht gebildet wird. Es hat sich jedoch gezeigt, dass die Kraft dieses Zusammenfürgeschrittes so signifikant ist, dass sie häufig zu einem Bruch der Zündvorrichtung und/oder des aufgeschmolzenen Hartlötmittels führte. Es zeigte sich, dass die Sicherheit dieser mechanischen Verbindung unterschiedlich war, was zu unerwünschten Unterschieden in den elektrischen Eigenschaften der Zündvorrichtung führte.

[0079] Daher wird in der bevorzugten Ausführungsform (wie in **Fig. 5** dargestellt) auf die V-förmige Mulde verzichtet, die durch einen einfachen flachen Streifen **13** ersetzt wird. In dieser Ausführungsform wird die Leitungsdraht-Leitrahmen-Verbindung durch Widerstandsschweißen des Leitungsdrahtes an den Leitrahmenstreifen gebildet. Da die Kraft, die zur Bildung dieser Verbindung notwendig ist, gering ist, ist die Gefahr eines Bruchs entweder des Zündvorrichtungsschenkels oder der Hartlötstelle ebenfalls gering. Ferner zeigte sich, dass die Schweißverbindung ein ziemlich reproduzierbares Ergebnis im Sinne der elektrischen Eigenschaften lieferte. Aus diesen beiden Gründen ist die Option mit einem widerstandsgeschweißten Streifen besser als die Ausführungsform mit V-förmiger Mulde. Somit hat in bevorzugten Ausführungsformen der Leitrahmen einen Streifen **13**, und der Leitungsdraht wird an den Streifen widerstandsgeschweißt.

[0080] Ein weiteres Problem bei der Konstruktion mit einfacher Haltevorrichtung von **Fig. 1** betrifft ihre relative Unfähigkeit, eine Mehrzahl von verschiedenen Zündvorrichtungskonstruktionen mit verschiedenen Abständen zwischen den Mittellinien ihrer Schenkel aufzunehmen. Wie zuvor festgehalten wurde, ist es wünschenswert, die Hartlötkontaktfläche auf jedem keramischen Schenkel zu zentrieren. Es ist jedoch auch wünschenswert, denselben Satz Leitrahmen für so viele verschiedene Zündvorrichtungskonstruktionen wie möglich zu verwenden. Da keramische Zündvorrichtungen mit jeder Art von Schenkelaabstand und Schenkeldicke erhältlich sind, unterscheidet sich der Abstand zwischen den Mittellinien der Schenkel von Zündvorrichtung zu Zündvorrichtung. Daher bietet die Verwendung eines einzigen Satzes bereits verbundener Leitrahmen (die einen unveränderlichen Abstand zwischen ihren entsprechenden zentrierten Hartlötkontaktflächenlöchern, die auf den Dächern zentriert sind, aufweisen) nicht

die gewünschte Zentrierung der Hartlötkontaktfläche auf den Zündvorrichtungsschenkeln für jede Konstruktion.

[0081] Da der Wunsch groß ist, denselben Basisatz Leitrahmen für so viele verschiedene Zündvorrichtungskonstruktionen wie möglich zu verwenden, entschieden die gegenwärtigen Erfinder, die Position des Hartlötkontaktflächenlochs in Positionen zu ändern, die sich nicht in der Mitte des Leitrahmens befanden, um zu gewährleisten, dass das Hartlötmedium immer auf dem darunter liegenden keramischen Schenkel zentriert ist. Daher ist in einigen Ausführungsformen (wie in **Fig. 5**) das Hartlötmitelloch **9** nicht auf dem Dach des Leitrahmens zentriert.

[0082] Die Zündvorrichtungen der vorliegenden Erfindung können in vielen Anwendungen, einschließlich Gasphasenkraftstoffzündungsanwendungen, wie Öfen und Küchengeräten, Fußleistenheizungen, Gas- oder Ölboilern und Kochflächen verwendet werden. Da das System keine temperaturempfindliche Lötmittelschicht mehr enthält (die bei etwa 635°C schmilzt), kann das System in Anwendungen verwendet werden, in welchen die Betriebsatmosphäre 635°C übersteigt. Dieses Merkmal hat einen besonderen Vorteil bei Kochfeldanwendungen, bei denen die Temperatur im Bereich des Abschlusses mehr als 635°C beträgt.

Patentansprüche

1. Elektrische Verbindung für ein keramisches Heißeoberflächenelement (**3**) umfassend:

- a) eine elektrisch leitende Keramik mit einem ersten Ende,
- b) eine elektrisch leitende Aktivmetall-Hartlötstelle (**7**), die mit zumindest einem Teil des ersten Endes kontaktiert ist, und
- c) einen Metallabschluß, der mit der Aktivmetall-Hartlötstelle (**7**) kontaktiert ist, wobei der Metallabschluß chemisch an die Aktivmetall-Hartlötstelle (**7**) gebunden ist.

2. Eine Keramik-Heißeoberflächenelement-Verbindung, umfassend:

- a) eine elektrisch leitende Keramik mit ersten und zweiten Enden (**1**),
- b) einer ersten elektrisch leitenden Aktivmetall-Hartlötkontaktfläche, die mit zumindest einem Teil des ersten Endes kontaktiert ist,
- c) einer zweiten elektrisch leitenden Aktivmetall-Hartlötkontaktfläche, die mit zumindest einem Teil des zweiten Endes kontaktiert ist,
- d) einen ersten Metallabschluß, der die erste elektrisch leitende Aktivmetall-Hartlötkontaktfläche kontaktiert, und
- e) einem zweiten Metallabschluß, der die zweite elektrisch leitende Aktivmetall-Hartlötkontaktfläche kontaktiert, wobei jeder Metallabschluß chemisch an seine jeweilige Aktivmetall-Hartlötkontaktfläche gebunden ist.

3. Verbindung gemäß Anspruch 2, wobei jeder Metallabschluß eine Hülse (56) mit einem ersten Ende (88) und einem zweiten Ende (89) umfasst und wobei jedes Ende der elektrisch leitenden Keramik in das erste Ende ihrer jeweiligen Hülse (56) aufgenommen wird.

4. Verbindung gemäß Anspruch 3, wobei jede Hülse (56) eine hindurchlaufende Öffnung (9) aufweist und wobei jede Hartlötkontaktfläche sich im Wesentlichen in der Öffnung (9) befindet und das Ende der in der jeweiligen Hülse (56) aufgenommenen Keramik kontaktiert.

5. Verbindung gemäß Anspruch 4, weiterhin umfassend einen Leitungsdraht mit einem ersten Ende (11), jeder Metallabschluß weiterhin umfassend einen Streifen (13), der sich ausgehend von dem zweiten Ende (89) jeder Hülse (56) erstreckt, und wobei das erste Ende (11) des Leitungsdrahts mit dem Streifen (13) elektrisch verbunden ist.

6. Verbindung gemäß Anspruch 5, wobei die leitfähige Keramik Siliziumcarbid umfasst.

7. Verbindung gemäß Anspruch 5, wobei die ersten und zweiten Enden (1) der leitfähigen Keramik:
a) von 20 bis 65 Volumenprozent eines keramischen Materials, ausgesucht aus der Gruppe bestehend aus Aluminiumnitrid, Siliziumnitrid und Bornitrid, sowie deren Gemische, und
b) von etwa 35 bis 80 Volumenprozent MoSi_2 und SiC in einem Volumenverhältnis von etwa 1 : 1 bis etwa 1 : 3 umfassen.

8. Verbindung gemäß Anspruch 7, wobei die Aktivmetall-Hartlötstelle (7)
a) zwischen etwa 0,1 Gew-% und 5 Gew-% Aktivmetall, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Titan, Zirkonium, Niob, Nickel, Palladium und Gold, sowie deren Mischungen, und
b) zwischen etwa 95 Gew-% und 99,9 Gew-% Zusatzwerkstoff, ausgesucht aus der Gruppe bestehend aus Silber, Kupfer, Indium, Zinn, Zink, Blei, Cadmium und Phosphor, sowie deren Mischungen, umfasst.

9. Verbindung gemäß Anspruch 8, wobei ein Leitrahmen (5) ein Metall ausgesucht aus der Gruppe bestehend aus Zusammensetzungen auf Nickelbasis, die mindestens 85% Nickel, Ni-Cr-Legierungen, Silber, Gold und Platin enthalten, umfasst.

10. Verbindung gemäß Anspruch 3, wobei jede Hülse (56):
a) eine Basis (51) mit einer im Wesentlichen flachen oberen Oberfläche,
b) eine Seitenwand (53), die sich im Wesentlichen senkrecht von der Basis (51) erhebt, und
c) ein mit der Seitenwand verbundenes Dach (55),

wobei das Dach (55) im Wesentlichen parallel zu der Basis (51) ist, umfasst.

11. Verbindung gemäß Anspruch 10, wobei das Dach (55) eine Haltevorrichtung (65) umfasst, die sich in Richtung der Basis (51) erstreckt.

12. Verbindung gemäß Anspruch 11, wobei jede Basis (51) eine hindurchgehende Öffnung aufweist, und wobei jede Metall-Kontaktfläche sich innerhalb seiner jeweiligen Öffnung befindet und das Ende der in der jeweiligen Hülse (56) aufgenommenen Keramik kontaktiert.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

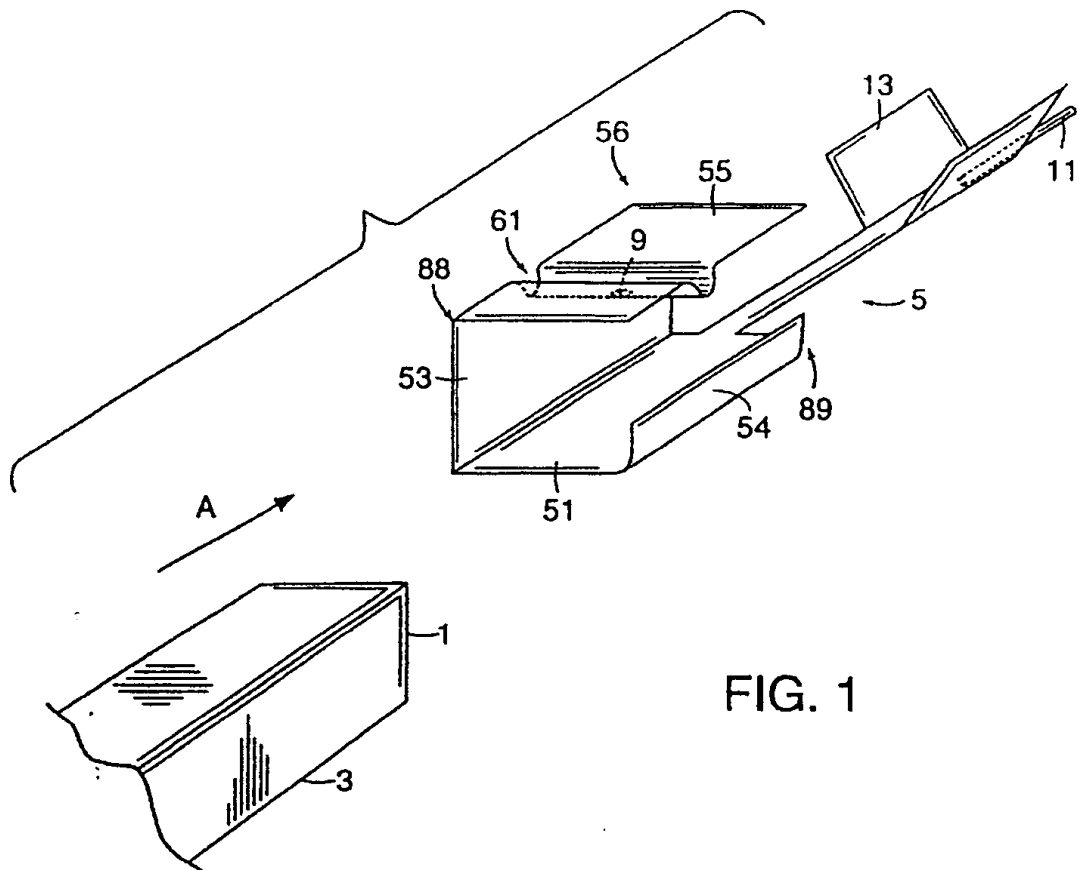


FIG. 1

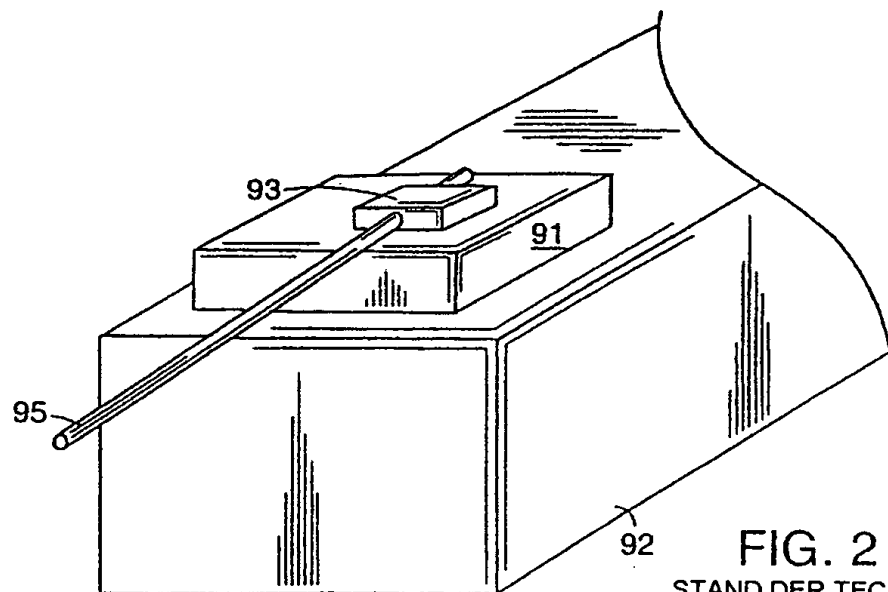
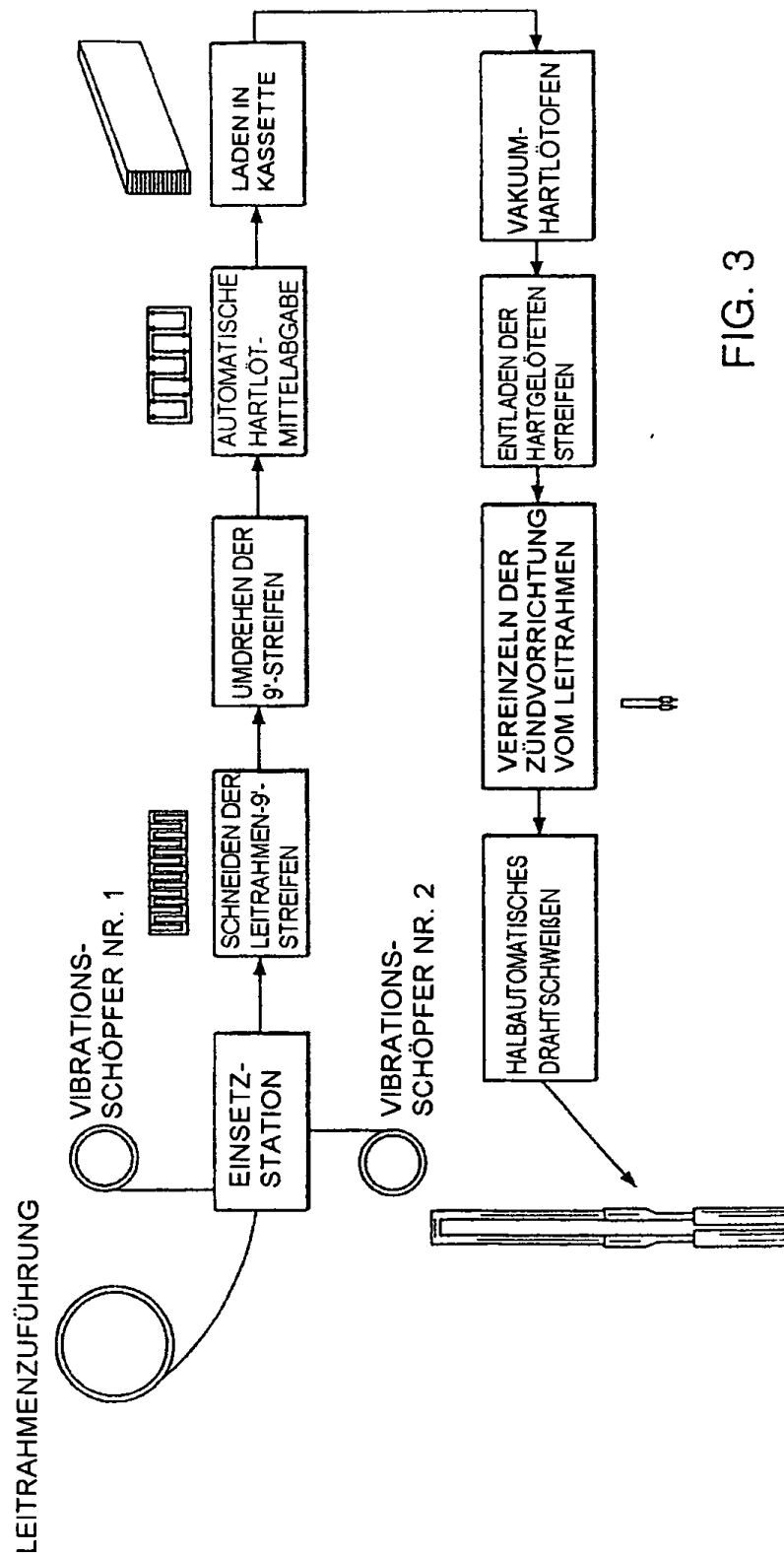


FIG. 2
STAND DER TECHNIK

AUTOMATISIERTE VERFAHRENSSCHRITTE FÜR ELEKTRISCHE ABSCHLÜSSE BEI MINI-ZÜNDVORRICHTUNGEN UND FUNKTIONSLAYOUT



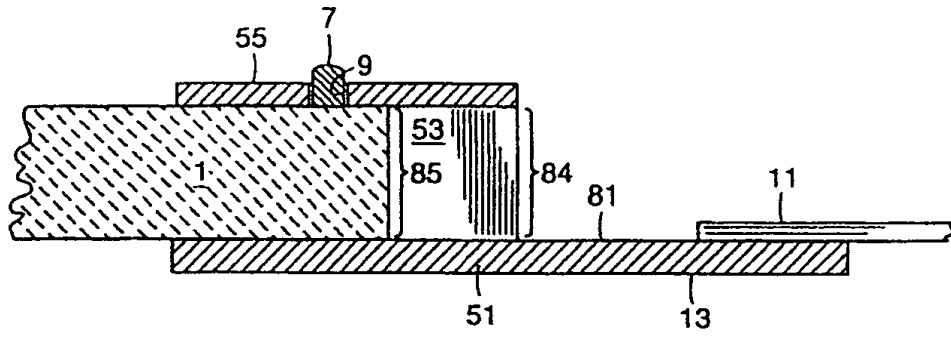


FIG. 4

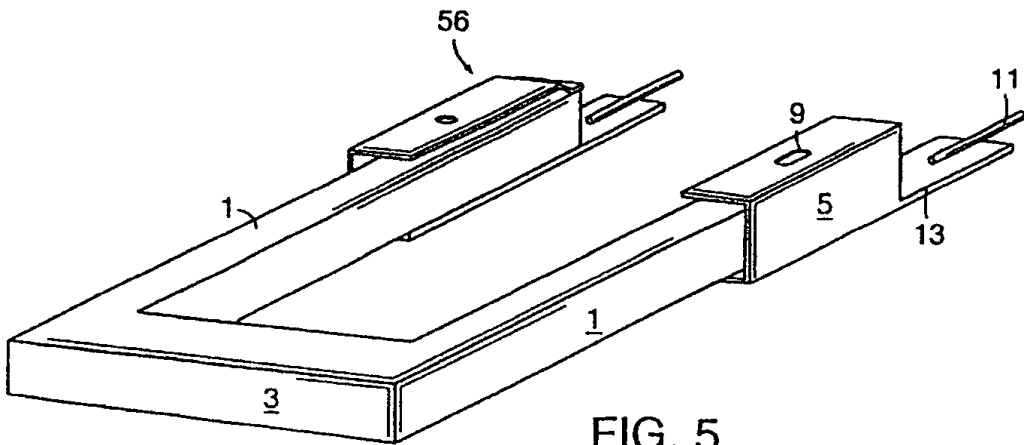


FIG. 5

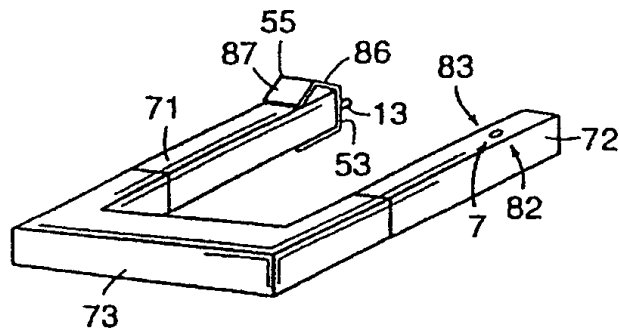


FIG. 6

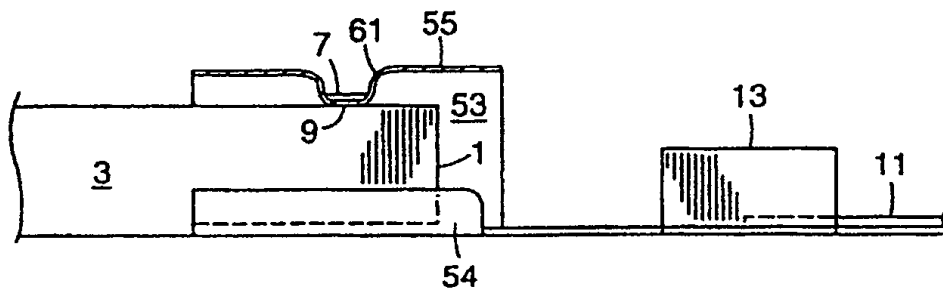


FIG. 7

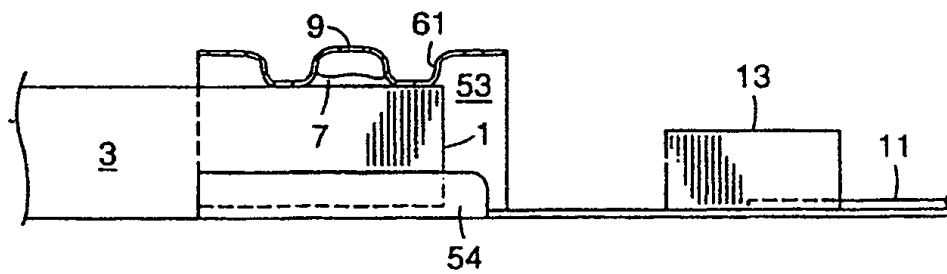


FIG. 8

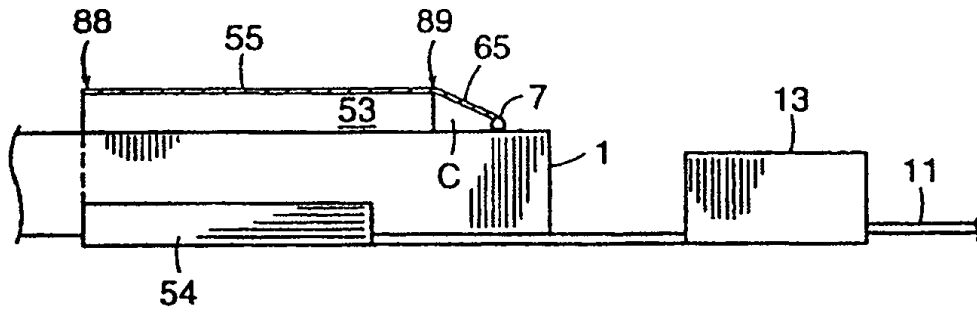


FIG. 9

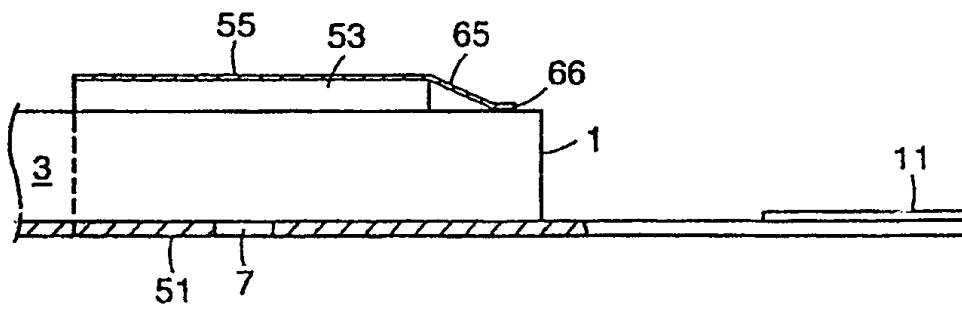


FIG. 10