



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 199 32 939 B4 2008.04.17**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **199 32 939.7**  
 (22) Anmeldetag: **14.07.1999**  
 (43) Offenlegungstag: **18.01.2001**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **17.04.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **C04B 37/02 (2006.01)**  
**B01J 3/03 (2006.01)**  
**F16S 3/02 (2006.01)**  
**B23K 1/00 (2006.01)**  
**B23K 35/24 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Mitsubishi Denki K.K., Tokyo, JP**

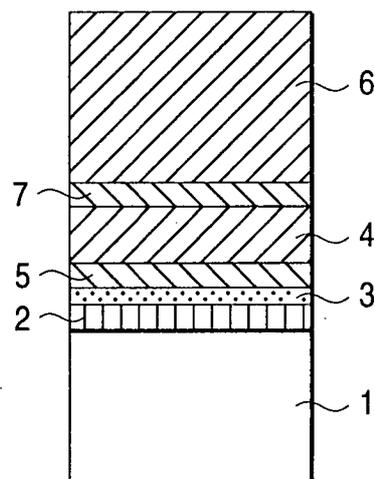
(74) Vertreter:  
**HOFFMANN & EITLE, 81925 München**

(72) Erfinder:  
**Ito, Takefumi, Chiyoda, Tokyo/Tokio, JP;**  
**Kawamata, Iwao, Chiyoda, Tokyo/Tokio, JP;**  
**Koyama, Kenichi, Chiyoda, Tokyo/Tokio, JP;**  
**Kimura, Toshinori, Chiyoda, Tokyo/Tokio, JP;**  
**Sato, Shinji, Chiyoda, Tokyo/Tokio, JP; Sekiya,**  
**Takashi, Chiyoda, Tokyo/Tokio, JP; Hisamori,**  
**Youichi, Chiyoda, Tokyo/Tokio, JP; Miyamoto,**  
**Seiichi, Chiyoda, Tokyo/Tokio, JP; Itotani,**  
**Takayuki, Chiyoda, Tokyo/Tokio, JP; Yorita,**  
**Mitsumasa, Chiyoda, Tokyo/Tokio, JP; Maruyama,**  
**Toshimasa, Chiyoda, Tokyo/Tokio, JP**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE 33 45 219 C1**  
**DE 30 14 645 C2**  
**DE 38 78 880 T2**  
**EP 03 23 207 A1**  
**JP 59-1 60 533 U**

(54) Bezeichnung: **Isolierender Arbeitsstab und ein diesen herstellendes Verfahren**

(57) Hauptanspruch: Isolierender Arbeitsstab zur Realisierung einer Isolierung und zur Übertragung von Arbeitskraft in einen Vakuumbehälter, umfassend ein Keramikteil; und ein Metallteil, die über ein Zwischenmaterial, das zwischen dem Keramikteil und dem Metallteil angeordnet ist, verbunden sind; gekennzeichnet dadurch, dass das Zwischenmaterial aus einem Kupfer-Verbundwerkstoff in Form eines Verbundwerkstoffs aus Cu und Mo- oder W-Teilchen in einer Menge von 40 bis 90 Masse-% besteht.



## Beschreibung

### 1. Fachgebiet der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen isolierenden Arbeitsstab für einen Öffnungs/Schließ-Apparat, der Isolierung und Übertragung von Arbeitskraft in einen Vakuumbehälter verlangt, und auf ein diesen herstellendes Verfahren.

### 2. Beschreibung des Standes der Technik

**[0002]** [Fig. 6](#) ist eine Querschnittsansicht, die eine isolierende Verbindung zeigt, welche in "Ceramics Joint and High-Tech Brazing", veröffentlicht vom Industrial Technical Service offenbart wurde. In [Fig. 6](#) stellt Bezugszeichen Nr. 2 eine metallisierte Schicht dar, stellt **11** eine zylindrische Keramik dar, stellt **12** eine Verbindung dar und stellt **13** ein hartlötendes Füllstoffmetall aus Ag dar.

**[0003]** Die Herstellung wird nachfolgend beschrieben. Die metallisierten Schichten **2** werden auf den zwei Oberflächenteilen an den beiden Enden der Keramik **11**, die aus Aluminiumoxid hergestellt ist, ausgebildet. Dann wird ein Erhitzungsprozeß in Wasserstoff bei 820°C durchgeführt und danach werden die zylindrische Keramik **11** und eine Kovar-Verbindung **10** mit dem hartlötenden Füllstoff aus Ag verbunden. Auf diese Weise wurde die isolierende Verbindung erhalten.

**[0004]** Der isolierende Arbeitsstab zur Realisierung einer Isolierung und einer Übertragung von Arbeitskraft in einem Vakuumbehälter wird gebildet, indem ein Metallteil mit ausgezeichneter Leitfähigkeit und ein Metallteil, das an einen Arbeitsmechanismus (Betriebsmechanismus) angeschlossen ist, zur Verwirklichung der Isolierung mit der Keramik verbunden wird. Da eine Wärmebehandlung im Vakuum durchgeführt wird, wenn der Stab in den Vakuumbehälter gebracht ist, werden zufriedenstellende Verbindungseigenschaften verlangt, selbst nachdem Wärme angewendet wurde. Außerdem wird ein Verbindungscharakteristikum zum Standhalten gegen die Arbeitskraft verlangt. Das in [Fig. 6](#) dargestellte herkömmliche Verfahren ist zur Verwirklichung von Isolierung und zur Übertragung der Arbeitskraft in der Atmosphäre oder in Gas angeordnet. So wird die aus Kovar hergestellte Verbindung **12** über das hartlötende Füllstoffmetall **13** aus Ag mit der zylindrischen Keramik verbunden. Die Erwärmungstemperatur, die ansteigt, sobald der Vakuumbehälter zusammengebaut worden ist, bewirkt, daß das hartlötende Füllstoffmetall wieder geschmolzen wird. Somit kann der ursprüngliche Verbindungszustand nicht aufrecht erhalten werden. D.h. die Verbindungseigenschaften verschlechtern sich. Da die verbundenen Oberflächen parallel zur Achsenrichtung verlaufen, trifft an den verbundenen Oberflächen Scherbeanspruchung auf, wenn eine Spannung ausgeübt wird, was das Auftreten von Zerstörung bewirkt. Da teures Kovar zur Herstellung der Verbindung verwendet wird, entsteht das Problem, daß die Kosten nicht gesenkt werden können.

**[0005]** DE 38 78 880 T2 und EP 32 207 B1 beschreiben eine Metall-Keramik-Verbindung und Verfahren zu ihrer Herstellung. Die Metall-Keramik-Anordnung wird durch Löten eines Metalls und eines Keramikelementes erhalten, wobei eine Zwischenschicht dazwischen angeordnet ist. Die Zwischenschicht kann ein Metallzwischen-schichtelement und ein paar Hartlötmetallschichten umfassen, die an gegenüberliegenden Oberflächen ausgebildet sind, so dass das Metall- und das Keramikelement durch die Lötmetallschichten miteinander verbunden sind.

**[0006]** DE 33 45 219 C1 beschreibt eine Lötfolie zur spannungsfreien Verbindung von Keramikkörpern mit Metall, bestehend aus zwei Schichten eines Aktivlots mit einer dazwischen liegenden, die Spannung aufnehmenden Zwischenschicht, wobei die Zwischenschicht aus Kupfer, Eisen, Nickel, einer Cu-, Be- oder NiFe-Legierung besteht und zwischen Zwischenschicht und Aktivlot jeweils eine Sperrschicht aus Silber angeordnet ist.

**[0007]** DE 30 14 645 C2 beschreibt ein Metall-Keramik-Bauteil, wobei zwischen Keramik und Metall ein Metallfilz eingesetzt ist, der jeweils an den Grenzflächen mit dem Metall und mit der Keramik unlösbar verbunden ist. Als Metallfilz kommt vorzugsweise X15 CrNi Si 2520 in Frage. Es können jedoch auch Werkstoffe der USA-Normbezeichnung SS 309 oder SS 316 oder der hinlänglich bekannte Werkstoff Incoel X 750 als Metallfilz Verwendung finden.

**[0008]** Zur Lösung der oben genannten Probleme besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung in der Bereitstellung eines isolierend Arbeitsstabs zur Realisierung einer Isolierung und zur Übertragung von Arbeitskraft in einem Vakuumbehälter, wobei dieser durch Verbinden eines Keramikteils und eines Metallteils mit-

einander, so daß das Keramikteil und das Metallteil in zufriedenstellender Weise miteinander verbunden sind, gebildet wird.

**[0009]** Nach einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein isolierender Arbeitsstab bereitgestellt, der zur Realisierung einer Isolierung und zur Übertragung von Arbeitskraft in einem Vakuumbehälter angeordnet ist, und der hergestellt wird, indem Keramik und ein Metallteil miteinander verbunden werden, wobei der isolierende Arbeitsstab aus einem Zwischenmaterial, das zwischen dem Keramikteil und dem Metallteil angeordnet ist, und aus einem Kupfer-Verbundwerkstoff besteht, umfaßt.

**[0010]** Die vorliegende Erfindung hat einen Aufbau, der dem des ersten Aspektes der Erfindung entspricht, worin der Kupfer-Verbundwerkstoff, der das Zwischenmaterial bildet, in Form eines Verbundwerkstoffs aus Cu und Mo- oder W-Teilchen in einer Menge von 40 bis 90 Masse-% vorliegt.

**[0011]** Eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hat den Aufbau nach einem der vorangehenden Aspekte der vorliegenden Erfindung, worin das Zwischenmaterial, das mit einer Durchgangsbohrung, in die die Keramik eingreift, versehen ist, zwischen dem Keramikteil und dem Metallteil angeordnet ist.

**[0012]** Nach einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Herstellung eines isolierenden Arbeitsstabs bereitgestellt, der zur Realisierung einer Isolierung und zur Übertragung von Arbeitskraft in einem Vakuumbehälter angeordnet ist und ein Keramikteil und ein Metallteil zusammengefügt umfaßt, wobei das Verfahren zur Herstellung eines isolierenden Arbeitsstabs die folgenden Schritte umfaßt:

- Anordnen eines Kupfer-Verbundwerkstoffs zwischen dem Keramikteil und dem Metallteil, um als Zwischenmaterial zu dienen; und
- Verbinden des Keramikteils und des Metallteils miteinander.

**[0013]** Der isolierende Arbeitsstab gemäß der vorliegenden Erfindung hat einen Aufbau, bei dem das Zwischenmaterial aus einem Kupfer-Verbundwerkstoff zwischen dem Keramikteil und dem Metallteil angeordnet ist und mit diesen verbunden ist. Auf diese Weise kann eine Spannung (Beanspruchung) des verbundenen Teils, die aus der Differenz der thermischen Ausdehnung zwischen dem Keramikteil und dem Metallteil herrührt, entspannt oder gepuffert werden. Das Ergebnis ist, daß die Verbindungseigenschaften bei geringen Kosten verbessert werden können. Zur Verbesserung der Verbindungseigenschaften werden sowohl das Verfahren zum Einpassen durch Schrumpfung, bei dem ein oder mehrere vorspringende Teile und Aussparungen für das Keramikteil und das Metallteil bereitgestellt werden und ein Erwärmen und Verbinden (Zusammenfügen) durchgeführt werden, wie auch ein Verbindungsverfahren, bei dem die zusammengefügten Oberflächen hartgelötet werden, angewendet.

**[0014]** Nachfolgend wird die Zusammensetzung des Kupfer-Verbundwerkstoffs beschrieben. Der Kupfer-Verbundwerkstoff gemäß der vorliegenden Erfindung liegt in Form eines Verbundwerkstoffs aus Cu und Mo- oder W-Teilchen in einer Menge von 40 bis 90 Masse-% vor. Der vorstehend genannte Werkstoff wird verwendet, um den thermischen Ausdehnungskoeffizienten von  $4 \times 10^{-6}/K$  bis  $12 \times 10^{-6}/K$  zu erhalten, der nahe dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Keramik ist. Wenn der Kupfer-Verbundwerkstoff mit einer thermischen Ausdehnung, die zwischen der der Keramik und der des Metallteils liegt, ausgewählt wird, kann die produzierte Spannung entspannt werden. Auf diese Weise können die Verbindungseigenschaften verbessert werden. Der Verbundwerkstoff mit der Struktur, bei der Mo zwischen Cu angeordnet ist, bewirkt, daß Cu die thermische Spannung, die zwischen der Keramik und dem Metallteil produziert wird, gepuffert wird.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0015]** [Fig. 1](#) ist eine Querschnittsansicht, die eine Ausführungsform eines isolierenden Arbeitsstabs zeigt;

**[0016]** [Fig. 2](#) ist eine horizontale Querschnittsansicht, die ein Beispiel eines Kupfer-Verbundwerkstoffs zeigt;

**[0017]** [Fig. 3](#) ist eine senkrechte Querschnittsansicht, die eine Ausführungsform des isolierenden Arbeitsstabs gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

**[0018]** [Fig. 4](#) ist eine Querschnittsansicht, die eine Ausführungsform eines isolierenden Arbeitsstabs zeigt, der ein erfindungsgemäßes Aktivmetallverfahren anwendet;

**[0019]** [Fig. 5](#) ist eine Querschnittsansicht, die eine Ausführungsform eines isolierenden Arbeitsstabs zeigt, der sowohl Anpassung durch Schrumpfung wie auch Oberflächenverbindung gemäß der vorliegenden Erfindung

dung angewendet wurden; und

[0020] [Fig. 6](#) ist eine Querschnittsansicht, die eine herkömmliche isolierende Verbindung zeigt.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0021] Im folgenden wird eine detailliertere Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung an Hand der beigefügten Zeichnungen gegeben.

##### (Ausführungsform 2)

[0022] Ausführungsform 2 wurde so durchgeführt, daß ein Kupfer-Verbundwerkstoff als Zwischenmaterial verwendet wurde und das Mo-Mn-Verfahren zur Durchführung eines Verbindungsprozesses angewendet wurde. Die metallisierte Mo-Mn-Schicht **2** mit einer Dicke von 30 µm wurde auf der Verbindungsoberfläche der isolierenden Keramik **1**, welche einen Durchmesser von 15 mm und eine Länge von 25 mm hatte und aus Aluminiumoxid hergestellt war, ausgebildet. Danach wurde die elektrochemisch hergestellte Ni-Schicht mit einer Dicke von 5 µm durch das elektrolytische Verfahren auf der metallisierten Schicht **2** gebildet. Es wurden drei Typen von Zwischenmaterialien **4**, die jeweils eine Dicke von 1 mm hatten, verwendet; dies waren Cu-20 Masse-% W, Cu-50 Masse-% Mo und Cu/Mo/Cu (1:2:1, 47 Masse-% Cu). Eine Folie aus hartlötendem Füllstoffmaterial **a5**, die eine Dicke von 50 µm hatte und aus BNi-7 (Ni-13 % Cr-10 % P) war, wurde zwischen dem Zwischenmaterial **4** und der elektrochemisch beschichtete isolierende Keramik **1** angeordnet. Danach wurde während eines Aufbringens einer Last von 1 kg, ein 20-minütiges Erhitzen bei 950°C im Vakuum durchgeführt, so daß eine Verbindung erreicht wurde. Um das Metallteil **6**, das einen Durchmesser von 15 mm und eine Länge von 25 mm hatte und aus Stainless Steel (SUS304) bestand, mit der oberen Oberfläche des Zwischenmaterials **4**, die an die isolierende Keramik **1** gebunden war, zu verbinden, wurde das hartlötende Füllstoffmetall **b7**, das aus BAg-18 (Ag-30 % Cu-10 % Sn-0,025 % P) bestand, zwischen dem Zwischenmaterial **4** und dem Metallteil **6** angeordnet. Während eine Belastung von 1 kg ausgeübt wurde, wurde 20-minütiges Erhitzen bei 820°C im Vakuum durchgeführt, so daß ein verbundenes Teil erhalten wurde. Bei dem Zwischenmaterial **4** wurde kein Vergleichsmaterial bereitgestellt. Außerdem wurden die isolierende Keramik **1**, die aus Aluminiumoxid bestand, und das Metallteil **6**, das aus SUS304 bestand, für 20 min durch das Mo-Mn-Verfahren unter Verwendung von BNi-7 im Vakuum auf 950°C erhitzt, so daß eine Verbindung hergestellt wurde. Zur Beurteilung der Verbindungseigenschaften der isolierenden Arbeitsstäbe wurden visuelle Untersuchungen und Zugversuche durchgeführt, so daß die Verbindungsfestigkeit gemessen wurde. Die Resultate sind für Beispiel 2 (Nr. 4 bis 6) in Tabelle 1 angegeben. Probe Nr. 4 bis Probe Nr. 6, die Beispiele der vorliegenden Erfindung waren, zeigten keine Risse der Keramik, keine Trennung des verbundenen Bereichs und Verformung. Als Resultat der Zugversuche war die Zugfestigkeit der erfindungsgemäßen Proben 225 MPa (23 kgf/mm<sup>2</sup>) oder größer im Vergleich zu Vergleichsmaterial Nr. 12 wurde eine größere Verbindungsfestigkeit erzielt. Da gebrochene (gerissene) Bereiche, die durch die Zugversuche produziert wurden, in der Keramik in der Nähe der verbundenen Teile lagen, wurden zufriedenstellende Verbindungen erzielt. In dem erfindungsgemäßen Beispiel wurde eine Verbindung der isolierenden Keramik **1** und des Zwischenmaterials **4** nach dem Mo-Mn-Verfahren erreicht. Als Alternative dazu kann das Aktivmetallverfahren angewendet werden, um den Verbindungsprozeß durchzuführen, welcher ein hartlötendes Füllstoffmetall aus Ti-Ag-Cu, ein hartlötendes Füllstoffmetall aus Zr-Ag-Cu, ein hartlötendes Füllstoffmetall aus Ti-Cu verwendet. Der Kupfer-Verbundwerkstoff, kann in Form eines Verbundwerkstoffs aus Teilchen aus Cr, WC, C, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiC oder dgl. und Cu vorliegen.

##### (Ausführungsform 3)

[0023] In Ausführungsform 2 lag der Kupfer-Verbundwerkstoff in Form eines Verbundwerkstoffs aus Mo- oder W-Teilchen mit Cu und dem Verbundwerkstoff aus Cu/Mo/Cu vor. Wie in [Fig. 2](#), die eine horizontale Querschnittsansicht ist, gezeigt wird, kann ein Zwischenmaterial **4**, das ein Kupfer-Verbundwerkstoff ist, in den Durchgangsbohrungen, die in Kupfer oder einer Kupfer-Legierung **8** ausgebildet sind, verbunden werden. Darüber hinaus wurde die Keramik **9** erhitzt und in die Durchgangslöcher eingebracht. Das vorstehende Beispiel wird nun näher beschrieben.

[0024] Der erhitzte und in Eingriff gebrachte Kupfer-Verbundwerkstoff wurde erhalten, indem sieben Durchgangsbohrungen jeweils mit einem Durchmesser von 5,000 mm in sauerstofffreiem Kupfer **8**, das einen Durchmesser von 30 mm und eine Länge von 10 mm hatte, gebildet wurden. Darüber hinaus wurde Aluminiumoxid-Keramik mit einem Durchmesser von 5,002 mm und einer Länge von 10 mm auf 1000°C erhitzt und in Eingriff gebracht, so daß das Volumenverhältnis der Keramik auf 20 % gebracht wurde. Dann wurde das Zwischenmaterial **4** aus dem Kupfer-Verbundwerkstoff zwischen der isolierenden Keramik **1**, die einen Durchmes-

ser von 30 mm und eine Länge von 25 mm hatte und aus Aluminiumoxid bestand, und dem Metallteil **6**, das einen Durchmesser von 30 mm und eine Länge von 25 mm hatte und aus Stainless Steel (SUS304) bestand, angeordnet. Außerdem wurde eine Folie aus hartlötendem Füllstoffmetall, die aus aktiven Metall, nämlich Cu-28 Gew.-% Ti bestand, zwischen der isolierenden Keramik **1** aus Aluminiumoxid und dem Zwischenmaterial sowie zwischen dem Metallteil **6** und dem Zwischenmaterial **4** angeordnet. Während eine Belastung von 1 kg ausgeübt wurde, wurde ein 20-minütiges Erhitzen bei 950°C im Vakuum durchgeführt, so daß ein verbundenes Teil erhalten wurde. [Fig. 3](#) ist vertikale Querschnittsansicht, die den isolierenden Arbeitsstab zeigt. Zur Beurteilung der Verbindungseigenschaften des vorstehend genannten isolierenden Arbeitsstabs wurden eine visuelle Untersuchung und der Zugversuch durchgeführt, um so die Verbindungsfestigkeit zu messen. Das Resultat der vorstehend genannten Versuche wurde in Nr. 7 von Beispiel 3 dargestellt, das in Tabelle 1 aufgeführt ist. Auch das vorstehend aufgeführte Beispiel führte zu zufriedenstellenden Verbindungsmerkmalen und wies eine Zugfestigkeit von 225 MPa (23 kgf/mm<sup>2</sup>) oder größer auf.

(Ausführungsform 6)

**[0025]** In diesem Beispiel werden sowohl das Verfahren der Einpassung durch Schrumpfung unter Ausnutzung der Differenz in der thermischen Ausdehnung zwischen der Keramik und dem Metall als auch ein Oberflächenverbindungsverfahren unter Verwendung von hartlötendem Füllstoffmetall zur Durchführung der Verbindung angewendet. [Fig. 5](#) ist eine vertikale Querschnittsansicht, die einen isolierenden Arbeitsstab gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt. Bezugszeichen Nr. 1 stellt eine isolierende Keramik in Form eines vorstehenden Teils dar, **6** stellt ein Metallteil dar, das einen Verbindungsteil hat, der zu einer Aussparung (Vertiefung) geformt ist, und **8** stellt ein hartlötendes Füllstoffmetall aus Aktivmetall dar.

**[0026]** Es wurden die isolierende Aluminiumoxid-Keramik **1**, die einen Außendurchmesser von 20 mm und eine Länge von 60 mm hatte, und ein Verbindungsteil, der einen vorstehenden Teil aufwies, dessen Durchmesser 14,001 mm und dessen Höhe 5 mm war, und das Metallteil **6**, das einen Außendurchmesser von 20 mm und eine Länge von 30 mm hatte und das einen Verbindungsteil aufwies, der die Aussparung hatte, deren Durchmesser 14,000 mm war, deren 5 mm war und das aus SUS304 bestand, wurden hergestellt. Danach wurden die Verbindungsteile der isolierenden Keramik **1** und des Metallteils **6** aneinander gefügt. Dann wurde hartlötendes Füllstoffmetall **10**, das aus Aktivmetall bestand, welches Cu-28 Gew.-% Ti war, zwischen Oberflächen, die senkrecht zur Achsenrichtung waren, angeordnet. Während eine Belastung von 1 kg aufgebracht wurde, wurde ein 20-minütiges Erhitzen im Vakuum bei 950°C durchgeführt, so daß ein Verbinden und Hartlöten gleichzeitig durchgeführt wurden. Das Ergebnis war, daß ein verbundenes Teil erhalten wurde. Ein Vergleichsmaterial wurde erhalten, indem eine zylindrische isolierende Keramik **1** und ein Metallteil **6** mit gleichen Abmessungen wie die der Beispiele hergestellt wurden, und durch ein gleiches Verbindungsverfahren eine Verbindung hergestellt wurde.

**[0027]** Die Resultate der Zugversuche für den isolierenden Arbeitsstab gemäß der vorliegenden Erfindung sind in Nr. 11 von Ausführungsform 6 angegeben. Die vorliegende Erfindung führte zu einer Zugfestigkeit von 225 MPa (23 kgf/mm<sup>2</sup>) oder mehr. Die Zugfestigkeit des Vergleichsbeispiels 15 war 73 MPa (7,5 kgf/mm<sup>2</sup>). Das gebrochene (gerissene) verbundene Teil wurde betrachtet. Die vorliegende Erfindung führte dazu, daß der Bruch in der Keramik erfolgte und daher eine feste Verbindung geschaffen worden war. Vergleichsbeispiel Nr. 15 wies einen Bruch in der Grenzfläche zwischen der Keramik und dem hartlötenden Füllstoffmetall auf. Das Resultat war, daß das Vergleichsbeispiel eine schlechtere Zugfestigkeit hatte als das erfindungsgemäße Beispiel. Die vorliegende Erfindung, die sowohl ein Verbinden unter Anwendung des Verfahrens der Anpassung durch Schrumpfung als auch der Oberflächenverbindung unter Anwendung des Hartlötens verwendete, führte zu zufriedenstellenden Resultaten. Obgleich die vorstehenden Beispiele bezüglich der Struktur, bei der in der Keramik ein vorstehender Teil bereitgestellt war und beim Metallteil eine Einsparung bereitgestellt war, beschrieben wurden, können auch zwei oder mehrere vorstehende Teile und Aussparungen bereitgestellt werden, um Teile mit großen Verbindungsflächen zu verbinden.

TABELLE 1

Beispiele	Nr.	Material des isolierenden Arbeitsstabs				
		Zwischenmaterial	Keramik	Metallteil	Material zum Verbinden von Zwischenmaterial und Keramik	Material zum Verbinden von Zwischenmaterial und Metallteil
2 vorliegende Erfindung	4	Cu-20W	dito	dito	dito	dito
	5	Cu-50Mo	dito	dito	dito	dito
	6*	Cu/Mo/Cu (1:2:1)	dito	dito	dito	dito
3 Referenzbeispiel	7	Verbundwerkstoff	dito	dito	Cu-28Ti	Cu-28Ti

\*Referenzbeispiel

TABELLE 1 (Fortsetzung)

Beispiele	Nr.	Material des isolierenden Arbeitsstabs				
		Zwischenmaterial	Keramik	Metallteil	Material zum Verbinden von Zwischenmaterial und Keramik	Material zum Verbinden von Zwischenmaterial und Metallteil
6	Referenzbeispiel	-	Aluminiumoxid	SUS304	-	Cu-28Ti
Vergleichsbeispiel	11	-	Aluminiumoxid	SUS304	-	Cu-28Ti
	12	nicht bereitgestellt	dito	dito	-	Ni-13Cr-10P
	13	S45C	Zirkonia	dito	Cu-28Ti	AG-30Cu-10Sn-0,025P
	14	Cu-30Ni	Aluminiumoxid	dito	Ni-13Cr-10P	dito
	15	nicht bereitgestellt	dito	dito	-	Cu-28Ti

Beispiel	Nr.	Zustand nach Hartlöten	Verbindungsfestigkeit (kgf/mm <sup>2</sup> )	Bemerkungen
2 vorliegende Erfindung	4	dito	dito	
	5	dito	dito	
	6	dito	dito	
3	Referenz	dito	dito	Abkühlungsgeschwindigkeit 50°C/s oder höher
6	Referenz	dito	dito	Einpassen durch Schrumpfung und Oberflächen-Hartlöten wurden angewendet
	Vergleichsbeispiel	12	Risse traten auf	3
	13	Trennung trat auf	-	Abkühlungsgeschwindigkeit 50°C/s oder höher
	14	Risse traten auf	5	
	15	ausgezeichnet	7,5	

**[0028]** Nach dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein isolierender Arbeitsstab bereitgestellt, der zur Realisierung einer Isolierung und zur Übertragung von Arbeitskraft in einem Vakuumbehälter angeord-

net ist und durch Verbinden von Keramik und einem Metallteil miteinander gebildet wird, wobei der isolierende Arbeitsstab ein Zwischenmaterial, das zwischen der Keramik und dem Metallteil angeordnet ist und aus einem Kupfer-Verbundwerkstoff besteht, umfaßt. Dadurch kann Spannung, die aus der Differenz bei der thermischen Ausdehnung resultiert, reduziert und gepuffert werden. Das Resultat ist, daß ein isolierender Arbeitsstab erhalten werden kann, der hervorragende Verbindungseigenschaften aufweist.

**[0029]** Nach der vorliegenden Erfindung wird ein isolierender Arbeitsstab bereitgestellt, der den Aufbau hat, daß der Kupfer-Verbundwerkstoff, der das Zwischenmaterial ist, in Form eines Verbundwerkstoffs aus Cu und Mo- oder W-Teilchen in einer Menge von 40 bis 90 Masse-% vorliegt. Dadurch kann ein isolierender Arbeitsstab erhalten werden, der außerdem zufriedenstellende Verbindungseigenschaften hat.

**[0030]** Nach einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein isolierender Arbeitsstab bereitgestellt, der die Struktur hat, daß das Zwischenmaterial, das mit einer Durchbohrung versehen ist, die mit Keramik im Eingriff steht, zwischen der Keramik und dem Metallteil angeordnet ist. Daher kann ein isolierender Arbeitsstab mit zufriedenstellenden Verbindungseigenschaften erhalten werden.

**[0031]** Nach einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Herstellung eines isolierenden Arbeitsstabs bereitgestellt, der zur Realisierung einer Isolierung und zur Übertragung von Arbeitskraft in einem Vakuumbehälter angeordnet ist und ein Keramikteil und ein Metallteil zusammengefügt umfaßt, wobei das Verfahren zur Herstellung eines isolierenden Arbeitsstabs die folgenden Schritte umfaßt: Anordnen eines Kupfer-Verbundwerkstoffs zwischen der Keramik und dem Metallteil, um als Zwischenmaterial zu dienen und Verbinden der Keramik und des Metallteil miteinander. Dadurch kann Spannung, die aus der Differenz der thermischen Ausdehnung resultiert, reduziert und gepuffert werden. Auf diese Weise kann ein isolierender Arbeitsstab mit zufriedenstellenden Verbindungseigenschaften erhalten werden.

### Patentansprüche

1. Isolierender Arbeitsstab zur Realisierung einer Isolierung und zur Übertragung von Arbeitskraft in einen Vakuumbehälter, umfassend  
ein Keramikteil; und  
ein Metallteil, die über ein Zwischenmaterial, das zwischen dem Keramikteil und dem Metallteil angeordnet ist, verbunden sind; gekennzeichnet dadurch, dass  
das Zwischenmaterial aus einem Kupfer-Verbundwerkstoff in Form eines Verbundwerkstoffs aus Cu und Mo- oder W-Teilchen in einer Menge von 40 bis 90 Masse-% besteht.

2. Isolierender Arbeitsstab nach Anspruch 1, bei dem das Zwischenmaterial mit einer Durchgangsbohrung versehen ist, in die das Keramikteil eingreift.

3. Verfahren zur Herstellung eines isolierenden Arbeitsstabs gemäß Anspruch 1, wobei das Verfahren die folgenden Schritt umfasst:

- Anordnen eines Kupfer-Verbundwerkstoff in Form eines Verbundwerkstoffs aus Cu und Mo- oder W-Teilchen in einer Menge von 40 bis 90 Masse-% zwischen dem Keramikteil und dem Metallteil, um als Zwischenmaterial zu dienen; und
- Verbinden des Keramikteils und des Metallteils miteinander.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

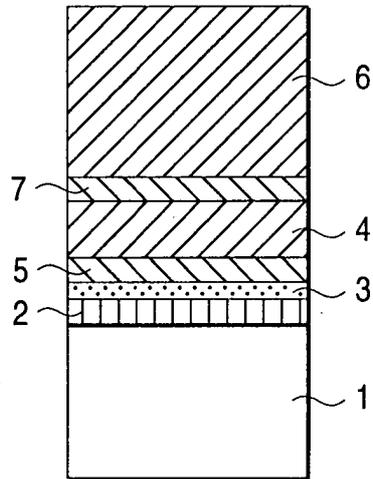


FIG. 2

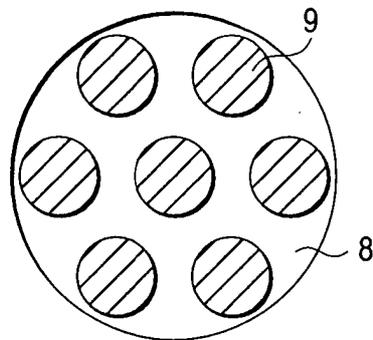
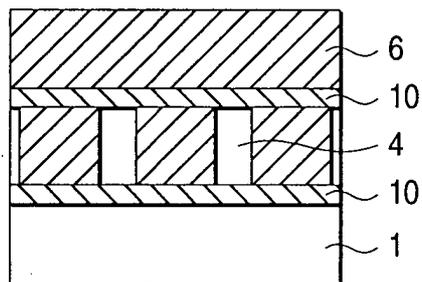
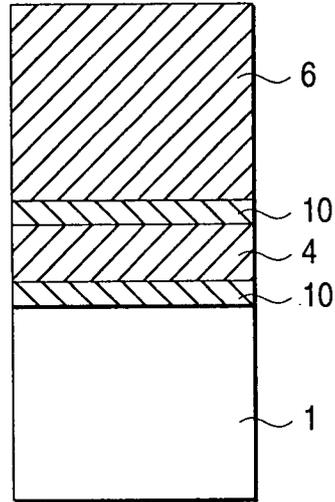


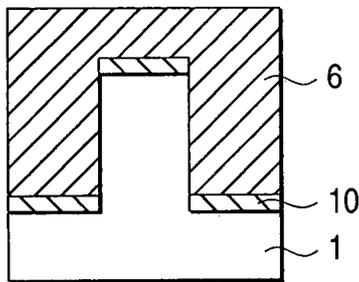
FIG. 3



**FIG. 4**



**FIG. 5**



**FIG. 6**

