

(19)



REPUBLIK  
ÖSTERREICH  
Patentamt

(10) Nummer: **AT 408 428 B**

(12)

## PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1453/99  
(22) Anmeldetag: 24.08.1999  
(42) Beginn der Patentdauer: 15.04.2001  
(45) Ausgabetag: 26.11.2001

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **B32B 18/00**  
B32B 15/04, 15/02

(56) Entgegenhaltungen:  
WO 93/20255A1 EP 350648A2 GB 751045A

(73) Patentinhaber:  
ELECTROVAC, FABRIKATION  
ELEKTROTECHNISCHER SPEZIALARTIKEL  
GESELLSCHAFT M.B.H.  
A-3400 KLOSTERNEUBURG,  
NIEDERÖSTERREICH (AT).

(72) Erfinder:  
HOFER HEIMO DIPL.ING.  
WIEN (AT).

(54) VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES KUPFER-KERAMIK-VERBUNDES

**AT 408 428 B**

(57) Verfahren zur Herstellung eines Kupfer-Keramik-Verbundes umfassend zumindest eine Keramikplatte und zumindest eine, an einer Oberflächenseite der Keramikplatte vorgesehene und dort flächig mit der Keramikplatte mittels des Direct-Copper-Bonding- (DCB-) Verfahrens verbundene Kupferplatte, bei welchem Direct-Copper-Bonding- (DCB-) Verfahren zwischen der Keramik- und der Kupferplatte durch Aufbringen von Sauerstoff auf eine dieser Platten oder auf beide Platten und nachfolgendes Erhitzen der beiden Platten über die eutektische Temperatur von Cu und Cu<sub>2</sub>O ein Cu/Cu<sub>2</sub>O-Eutektikum gebildet wird, welches nach Abkühlen der beiden Platten diese miteinander verbindet, wobei auf zumindest eine der beiden Platten (1) ein oxidhaltiges Pulver durch ein mechanisches Verfahren, wie z.B. Einreiben, Einbürsten oder Einpolieren, auf die Oberfläche der Keramik- und/oder der Kupferplatte aufgebracht wird.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Kupfer-Keramik-Verbundes umfassend zumindest eine Keramikplatte und zumindest eine, an einer Oberflächenseite der Keramikplatte vorgesehene und dort flächig mit der Keramikplatte mittels des Direct-Copper-Bonding- (DCB-) Verfahrens verbundene Kupferplatte, bei welchem Direct-Copper-Bonding- (DCB-) Verfahren zwischen der Keramik- und der Kupferplatte durch Aufbringen von Sauerstoff auf eine dieser Platten und/oder beide Platten und nachfolgendes Erhitzen der beiden Platten über die eutektische Temperatur von Cu und  $\text{Cu}_2\text{O}$  ein Cu/ $\text{Cu}_2\text{O}$ -Eutektikum gebildet wird, welches nach Abkühlen der beiden Platten diese miteinander verbindet.

Es sind auch andere Verfahren zur Festlegung einer Kupferschicht auf einem Keramikbauteil bekannt. So beschreibt beispielsweise die **WO 93/20255** ein Verfahren, mittels welchem eine Kupferschicht mit einer Dicke im Bereich von  $5\mu\text{m}$  bis  $300\mu\text{m}$  haftfest auf einem keramischen Bauteil festgelegt werden kann. Gemäß diesem Verfahren wird die Kupferschicht durch thermisches Aufspritzen von feinkörnigem Kupferpulver auf die Oberfläche des Keramik-Bauteiles in einem gemeinsamen Arbeitsschritt einerseits erzeugt und andererseits auf dem keramischen Bauteil festgelegt.

Die **EP-A2-350 648** beschreibt ein Verfahren zur Herstellung einer Kupferbeschichtung auf anorganischen Dielektrika, wie Keramik oder Email durch chemische und galvanische Metallabscheidung. Die Herstellung der Kupferschicht wird gemäß Anspruch 1 der **EP-A2-350 648** zweistufig durchgeführt: Zunächst wird eine (dünne) Kupferschicht chemisch am Dielektrikum abgeschieden, diese Kupferschicht mechanisch, z.B. durch Polieren oder Bürsten behandelt und abschließend eine zweite (wesentlich dickere) Kupferschicht galvanisch auf der ersten Kupferschicht abgeschieden.

Die in diesen beiden Dokumenten beschriebenen Verfahren weichen grundsätzlich von einem Direct-Copper-Bonding-Verfahren ab und kommen damit nicht in die Nähe der gegenständlichen Erfindung.

Bei der in eingangs angeführter Weise erfolgenden Herstellung eines Kupfer-Keramik-Verbundes wird die physikalische Tatsache ausgenutzt, daß ein Cu/ $\text{Cu}_2\text{O}$ -Eutektikum sowohl Kupfer als auch Keramik sehr gut benetzt bzw. daß dieses Eutektikum nach dem Erkalten besonders gut an Keramik und Kupfer haftet und somit diese beiden Komponenten besonders innig miteinander verbindet.

Voraussetzung für die Bildung eines solchen Cu/ $\text{Cu}_2\text{O}$ -Eutektikums ist die Anwesenheit von  $\text{Cu}_2\text{O}$  im Bereich jener Oberflächen der Kupfer- und der Keramikplatte, mit welchen diese beiden Platten aneinander anliegen sollen. Nach bisher bekannten Formen des Direct-Copper-Bonding (DCB), das auch als Direct-Bonding-Copper (DBC) bezeichnet wird, wird an einer Oberfläche der Kupferplatte eine  $\text{Cu}_2\text{O}$ -Schicht erzeugt.

Dies kann beispielsweise durch Erhitzen der Kupferplatte in einer sauerstoffhaltigen Atmosphäre erfolgen. Ein anderer, häufiger gewählter Weg liegt darin, die Kupferplatte in einem naß-chemischen Prozeß, d.h. durch Ätzen der Kupferplatte in verschiedenen Säurebädern, mit einer Oxidschicht zu überziehen. Diese Oxidschicht kann durch Kupferoxid, aber auch aus anderen Mischoxiden, wie beispielsweise Manganoxid, gebildet sein.

Ein solches Direct-Copper-Bonding-Verfahren ist beispielsweise in der **GB-A-761 045** beschrieben. Die zur Bildung des Eutektikums notwendige Oxidschicht wird hier durch Oxidieren der Kupferoberfläche hergestellt. Diese Oxidation kann auf verschiedene Weise erfolgen, beispielsweise dadurch, daß der Kupferbauteil in Wasserdampf enthaltender Atmosphäre oder bei in seiner Nähe angeordneten, Sauerstoff abgebenden Substanzen erhitzt wird.

Nach Herstellung einer Oxidschicht wird die Kupferplatte auf die Keramikplatte aufgelegt. Es ist in der Regel egal, mit welcher Seite die Kupferplatte auf die Keramik gelegt wird, weil das sich bildende Eutektikum durch die Kupferfolie hindurchdringen kann. Tatsächlich ist es so, daß die Kupferplatte beim Eintauchen in ein chemisches Bad auf beiden Seiten oxidiert wird, wenn nicht besondere Vorkehrungen getroffen werden, die das verhindern, d.h. durch Anwendung welcher lediglich auf einer Seite der Kupferplatte eine Oxidschicht gebildet wird.

Die beiden Platten werden anschließend über die eutektische Temperatur von Cu und  $\text{Cu}_2\text{O}$ , aber unterhalb der Schmelztemperatur von Kupfer erhitzt. Das Cu/ $\text{Cu}_2\text{O}$ -Eutektikum verbindet sich dadurch mit der Keramik und stellt nach Erkalten die bereits erwähnte gute Verbindung der Kupferplatte mit der Keramikplatte her.

Die gegenständliche Erfindung setzt bei der Beobachtung an, daß der angeführte naßchemische Ätzprozeß zur Erzeugung einer  $\text{Cu}_2\text{O}$ -Schicht vor allem den Nachteil eines relativ hohen Säureverbrauches, eines hohen Wasserverbrauches (zum Abspülen der Säureresten nach Abschluß des Ätzens) und eines damit verbundenen Anfalls großer Mengen von Abwässern aufweist. Ein weiterer Nachteil dieses Verfahrens liegt in seiner schlechten Reproduzierbarkeit, weil die aufgebraachte Oxidmenge von mehreren Faktoren, wie Zusammensetzung der Säurebäder, Verweilzeit der Kupferplatte in diesen Bädern, Strömungsvorgänge und Temperaturgradienten im Bad sowie von der immer verschiedenen Aktivität der Kupferoberfläche abhängig ist.

Es ist daher Aufgabe der gegenständlichen Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung eines Kupfer-Keramik-Verbundes der eingangs angeführten Art anzugeben, bei welchem diese Nachteile vermieden werden, d.h. bei welchem beim Erzeugen des oxidierten Kupfers nur wenig Abfälle entstehen sowie die entstehende Menge von Oxid gut reproduzierbar ist.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß auf zumindest eine der beiden Platten ein oxidhaltiges Pulver durch ein mechanisches Verfahren, wie z.B. Einreiben, Einbürsten oder Einpolieren, auf die Oberfläche der Keramik- und/oder der Kupferplatte aufgebracht wird.

Es wird hier bereits fertiges, an anderer Stelle erzeugtes Oxid verwendet, wodurch ein gesonderter, vom ohnehin notwendigen Erhitzen der Kupfer- und der Keramikplatte verschiedener Verfahrensschritt zur Bildung des Oxids vollkommen entfallen kann. Die mit einem derartigen gesonderten Schritt verbundenen Abfälle können daher nicht entstehen. Die Menge an aufgebrachtem Oxid kann mittels Verwägung des auf die Keramik- und/oder Kupferplatte aufgetragenen Pulvers exakt ermittelt werden und ist bei einem bestimmten Aufbringungsverfahren nur von der Oberflächenrauigkeit der betreffenden Platte abhängig.

Ein weiterer, entscheidender Vorteil dieses mechanischen Aufbringungsverfahrens liegt darin, daß dieses wesentlich rascher abläuft, als ein bisher bekanntes chemisches Ätzverfahren. Mußte letzteres - weil ein mehrmaliges Einbringen der Kupferplatte in verschiedene Säure- und Abspülbäder erfordernd - völlig losgelöst von den übrigen Schritten des DCB-Verfahrens durchgeführt werden, kann das bevorzugt eingesetzte Reibverfahren problemlos in das DCB-Verfahren eingebaut werden. Das Reibverfahren umfaßt nämlich lediglich einen einzigen Verfahrensschritt, welcher den Schritten des DCB-Verfahrens (Keramik- auf die Kupferplatte auflegen, erhitzen und abkühlen) vorgesetzt werden kann.

Weiters kann vorgesehen sein, daß eine Keramikplatte aus Aluminiumnitrid, Aluminiumoxid, Siliziumnitrid, Siliziumkarbid, Berylliumoxid od. dgl. verwendet wird.

Jede dieser Keramiken kann wegen ihrer spezifischen chemischen und mechanischen Eigenschaften für bestimmte, gerade die der eingesetzten Keramik eigenen Eigenschaften erfordernde Anwendung eingesetzt werden. Beispielsweise liegt ein Vorteil von Aluminiumnitrid im Vergleich zu Aluminiumoxid in dessen bedeutend höherer Wärmeleitfähigkeit, was bei DCB-Anwendungen von großer Wichtigkeit ist.

Sämtliche aufgezählten Keramiken weisen einen wesentlich höheren Elastizitätsmodul als Kupfer auf, wodurch das thermische Dehnungsverhalten eines DCB-Verbundes jenem der ungebundenen Keramik sehr nahe kommt. Man kann daher mit der Auswahl der Keramik die mechanischen Eigenschaften des entstehenden DCB-Verbundes bestimmen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, daß das oxidhaltige Pulver Oxide der Nebengruppenelemente beinhaltet.

Solche Oxide sind auf einfache Weise herstellbar bzw. fertig am Markt erhältlich, sodaß durch deren Verwendung beim erfindungsgemäßen Verfahren kein bzw. ein nur geringfügiger technischer Zusatzaufwand notwendig ist.

Als besonders günstig hat es sich erwiesen, daß das oxidhaltige Pulver gebildet ist durch eine Mischung aus  $\text{MnO}_2$  und  $\text{CuO}$ .

Manganoxid zerfällt bei höheren Temperaturen in andere Oxidationsstufen wie etwa  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  oder  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  und gibt dabei kontinuierlich Sauerstoff ab. Dieser Zerfall wirkt sich auf die Beständigkeit von  $\text{CuO}$  ( $\text{CuO}$  zerfällt beim Erhitzen bei ca.  $400^\circ\text{C}$  in  $\text{Cu}_2\text{O}$ ) aus. Die Beständigkeit von Kupferoxid gegen eine Reduktion wird mit steigender Temperatur immer geringer, weil die damit verbunden zunehmende Entropie das Kupferoxid in Kupfer und Sauerstoff aufzubrechen versucht. Eine derartige Reduktion kann in der Bondphase zu einer Gasentwicklung und damit zum Entstehen von Aufwürfen der Kupferfolie führen. Die Stabilität von Kupferoxid- bzw. das Maß der statt-

findenden Reduktion - kann bei diesen hohen Temperaturen nur durch einen erhöhten Sauerstoffanteil - durch den Zerfall des Manganoxids in andere Oxidationsstufen zusammen mit dem Sauerstoffgehalt in der Ofenatmosphäre - gewährleistet werden. Ein weiterer Vorteil dieses Zerfalls des Manganoxids beruht auf der Tatsache, daß oxidische Schmelzen in sauerstoffreichen Atmosphären wesentlich besser benetzen als in sauerstoffarmen, weil Sauerstoff deren Oberflächenspannung herabzusetzen vermag.

Es kann auch vorgesehen sein, daß das oxidhaltige Pulver  $\text{Cu}_2\text{O}$  enthält.

Das für die Bildung eines  $\text{Cu}/\text{Cu}_2\text{O}$ -Eutektikums notwendige  $\text{Cu}_2\text{O}$  ist damit unmittelbar im Bereich der Verbindungsschicht zwischen dem Keramik- und dem Kupferbauteil vorhanden, sodaß zu seiner Entstehung führende chemische Reaktionen nicht abgewartet werden müssen.

Die Erfindung wird nachstehend unter Bezugnahme auf die beigeschlossenen Zeichnungen, in welchen besonders bevorzugte Ausführungsbeispiele dargestellt sind, näher beschrieben. Dabei zeigt:

Fig.1 einen vertikal geführten Schnitt durch eine Kupfer- oder Keramikplatte, auf dessen Oberfläche gerade ein oxidhaltiges Pulver gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren aufgebracht wird und

Fig.2 einen vertikal geführten Schnitt durch eine Kupfer- oder Keramikplatte, auf dessen Oberfläche unter Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens Oxid aufgebracht ist.

Ein Kupfer-Keramik-Verbund, der aus zumindest einer Keramikplatte und zumindest einer Kupferplatte besteht, welche Kupferplatte an einer Oberflächenseite der Keramikplatte vorgesehen bzw. dort flächig festgelegt ist, wird nach bereits bekanntem Stand der Technik mittels eines Direct-Copper-Bonding (DCB-) Verfahrens (auch als Direct-Bonding-Copper (DBC-) Verfahren bezeichnet) hergestellt.

Dabei wird im Bereich jener Oberflächen der Kupfer- und der Keramikplatte, mit welchen diese beiden Platten aneinander anliegen, ein  $\text{Cu}/\text{Cu}_2\text{O}$ -Eutektikum gebildet, das die beiden Platten innig aneinander festlegt.

Dieses Eutektikum hat den Vorteil, daß es bei einer unter der Schmelztemperatur von Kupfer liegenden Temperatur (der sog. eutektischen Temperatur, die etwa bei  $1065^\circ\text{C}$  liegt) schmelzflüssig wird und in diesem Zustand sowohl Kupfer- als auch Keramikplatte benetzen kann. Die eutektische Temperatur von etwa  $1065^\circ$  wird so lange beibehalten, bis das Eutektikum sowohl die Kupfer- als auch die Keramikplatte vollständig benetzt hat. Danach werden die beiden Platten abkühlen gelassen, wobei das  $\text{Cu}/\text{Cu}_2\text{O}$ -Eutektikum erstarrt und die beiden Platten miteinander verbindet.

Damit ein  $\text{Cu}/\text{Cu}_2\text{O}$ -Eutektikum entstehen kann, muß im Bereich der aneinander anliegenden Oberflächen der Kupfer- und der Keramikplatte während der gesamten Aufheizphase und auch noch beim Erreichen der eutektischen Temperatur  $\text{Cu}_2\text{O}$  vorhanden sein. Eine im Stand der Technik hierzu bereits angewandte Methode liegt darin, auf die Oberfläche der Kupferplatte Sauerstoff aufzubringen, welcher mit dem dortigen Kupfer reagiert, womit das benötigte  $\text{Cu}_2\text{O}$  schon von Beginn des gesamten DCB-Verfahrens an präsent ist.

Beim Verfahren der vorliegenden Erfindung ist hingegen vorgesehen, daß das  $\text{Cu}_2\text{O}$  in der Regel erst beim Aufheizen der beiden Platten auf die eutektische Temperatur entsteht. Damit diese Entstehung von statten gehen kann, wird erfindungsgemäß zur Aufbringung von Sauerstoff auf zumindest eine der beiden Platten ein oxidhaltiges Pulver, insbesondere ein Pulver beinhaltend Oxide der Nebengruppenelemente, d.h. Metalloxide, deren metallische Komponenten durch ein Element der Nebengruppe des Periodensystems gebildet sind, aufgebracht.

Dieses Oxid, insbesondere Metalloxid, ist im Gegensatz zum eben erörterten Stand der Technik aber noch nicht chemisch mit der Kupferoberfläche oder der Keramikoberfläche verbunden, sondern bloß auf mechanischem Weg auf diese aufgebracht.

Dieses mechanische Festlegen des (Metall-)Oxids auf der Oberfläche von zumindest einer der beiden zu verbindenden Platten erfolgt erfindungsgemäß durch ein mechanisches Verfahren, wie z.B. Einreiben, Einbürsten oder Einpolieren des oxidhaltigen Pulvers in die Oberfläche der Keramik- und/oder Kupferplatte.

Nach dem Aufbringen des oxidhaltigen Pulvers auf Kupfer- und/oder Keramikplatte werden diese beiden Komponenten aufeinander gelegt und gemäß DCB-Verfahren auf die eutektische Temperatur aufgeheizt.

Die Bildung von  $\text{Cu}_2\text{O}$  erfolgt während dieses Aufheizens der Keramik- und der Kupferplatte,

bei welchem Vorgang der im Oxid des eingeriebenen Pulvers gebundene Sauerstoff an das Kupfer abgegeben wird und somit das benötigte  $\text{Cu}_2\text{O}$  entsteht.

Es ist natürlich möglich, einen mehr als eine Kupfer- und eine Keramikplatte umfassenden Verbund mittels dem erfindungsgemäßen Verfahren herzustellen. Dabei muß selbstredend an jeder Stoßstelle zwischen einer Kupfer- und einer Keramikplatte das zur  $\text{Cu}_2\text{O}$ -Bildung führende oxidhaltige Pulver aufgebracht werden.

Das zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens verwendete Oxidpulver kann auch aus  $\text{Cu}_2\text{O}$  bestehen. In diesem speziellen Fall wird der oben angegebene Grundsatz, daß das  $\text{Cu}_2\text{O}$  erst während des Aufheizens entsteht, durchbrochen, denn der im von der Kupferplatte separaten  $\text{Cu}_2\text{O}$ -Pulver enthaltene Sauerstoff wird nicht an das Kupfer der Platte abgegeben.

Das auf Kupfer- und/oder Keramikplatte aufgebrachte Pulver muß nicht ein reines Oxidpulver sein, für die Erreichung des hier benötigten Effektes der  $\text{Cu}_2\text{O}$ -Bildung ist es ausreichend, wenn ein oxidhaltiges Pulver verwendet wird.

Die von Oxid verschiedenen Bestandteile eines solchen Pulvers können beispielsweise aus Kupfer oder Keramik bestehen, wenn das Verfahren zusammen mit der Oberflächenrauigkeit eine Aufbringung von derart viel Pulver gestattet, daß ein rein oxidisches Pulver zu einer zu großen Menge an gebildetem Eutektikum führen würde. Im Extremfall kann das zum völligen Aufschmelzen der Kupferplatte führen.

Das Pulver braucht weiters nicht rein zu sein, d.h. aus einem einzigen Metalloxid bestehen, vielmehr können Mischungen aus mehreren verschiedenen Metalloxiden eingesetzt werden.

In der Praxis hat es sich als günstig herausgestellt, das Oxid- bzw. oxidhaltige Pulver durch ein mechanisches Verfahren, wie. z.B. Einreiben, Einbürsten oder Einpolieren in die Oberfläche der Keramik- und/oder Kupferplatte einzubringen. Damit wird das Pulver mechanisch an der/den betreffenden Oberflächen fixiert und kann sich bei Handhabung der Platten nicht mehr von diesen lösen, so wie dies bei bloßem Aufstreuen des Pulvers der Fall wäre.

Die Durchführung dieses mechanischen Einreibens ist in Fig.1 dargestellt. Mit 1 ist dabei die Kupfer- oder Keramikplatte bezeichnet, auf dessen Oberfläche das oxidhaltige Pulver aufzubringen ist. Mit 2 sind die einzelnen Partikeln des oxidhaltigen Pulvers bezeichnet. Nach dem Aufstreuen dieses oxidhaltigen Pulvers wird ein Reibschuh 3 auf dieses aufgelegt und mit einer Anpresskraft  $F$  gegen die Kupfer- oder Keramikplatte 1 gedrückt. Wie mit dem Pfeil 4 symbolisiert, wird der Reibschuh 3 in eine parallel zur Oberfläche der Kupfer- oder Keramikplatte 1 gerichtete Hin- und Herbewegung versetzt.

Dadurch werden die Partikel 2 des oxidhaltigen Pulvers in die Nähe der Plattenoberfläche gebracht, wobei Adhäsionskräfte entstehen, welche die Partikel 2 an der Oberfläche halten.

Das Ergebnis des erfindungsgemäßen mechanischen Aufbringungsverfahrens, d.h. die Oberfläche der Kupfer- oder Keramikplatte 1 nach Abschluß des Verfahrens nach Fig.1 zeigt Fig.2: Die einzelnen Pulverpartikel 2 haben sich in den Oberflächenrauigkeiten der Kupfer- oder Keramikplattenoberfläche festgesetzt.

Als Materialien, aus welchen die Keramikplatte gebildet sein kann, können insbesondere Aluminiumnitrid, Aluminiumoxid, Siliziumnitrid, Siliziumkarbid, Berylliumoxid od. dgl. angegeben werden.

Als bevorzugt beim erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzte Oxide können Manganoxid in der Form von  $\text{MnO}_2$  und Kupferoxid in der Form von  $\text{CuO}$  angegeben werden.

Das oxidhaltige Pulver kann auch durch eine Mischung aus  $\text{MnO}_2$  und  $\text{CuO}$  gebildet sein, oder  $\text{Cu}_2\text{O}$  enthalten.

#### PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zur Herstellung eines Kupfer-Keramik-Verbundes umfassend zumindest eine Keramikplatte und zumindest eine, an einer Oberflächenseite der Keramikplatte vorgesehene und dort flächig mit der Keramikplatte mittels des Direct-Copper-Bonding- (DCB-) Verfahrens verbundene Kupferplatte, bei welchem Direct-Copper-Bonding- (DCB-) Verfahren zwischen der Keramik- und der Kupferplatte durch Aufbringen von Sauerstoff auf eine dieser Platten oder auf beide Platten und nachfolgendes Erhitzen der beiden Platten über

die eutektische Temperatur von Cu und  $\text{Cu}_2\text{O}$  ein Cu/ $\text{Cu}_2\text{O}$ -Eutektikum gebildet wird, welches nach Abkühlen der beiden Platten diese miteinander verbindet, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf zumindest eine der beiden Platten (1) ein oxidhaltiges Pulver durch ein mechanisches Verfahren, wie z.B. Einreiben, Einbürsten oder Einpolieren, auf die Oberfläche der Keramik- und/oder der Kupferplatte aufgebracht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Keramikplatte aus Aluminiumnitrid, Aluminiumoxid, Siliziumnitrid, Siliziumkarbid, Berylliumoxid od. dgl. verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das oxidhaltige Pulver Oxide der Nebengruppenelemente beinhaltet.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das oxidhaltige Pulver gebildet ist durch eine Mischung aus  $\text{MnO}_2$  und  $\text{CuO}$ .
5. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das oxidhaltige Pulver  $\text{Cu}_2\text{O}$  enthält.

## HIEZU 1 BLATT ZEICHNUNGEN

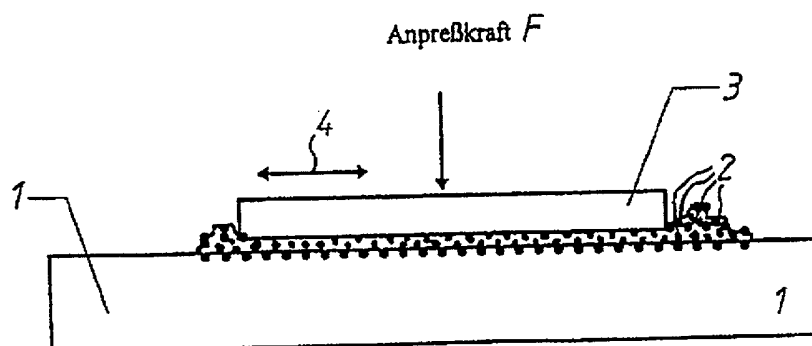


Fig.1

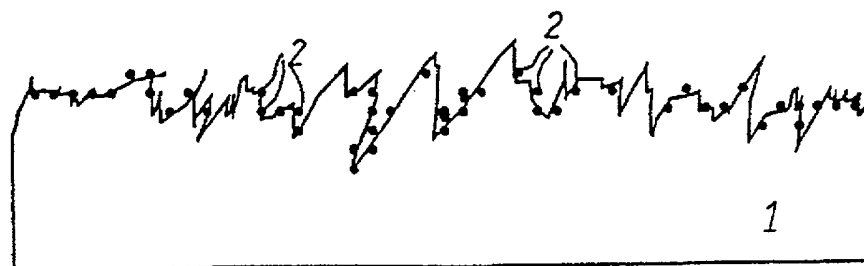


Fig.2