

(19)



REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer:

AT 407 535 B

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1948/99
(22) Anmeldetag: 17.11.1999
(42) Beginn der Patentdauer: 15.08.2000
(45) Ausgabetag: 25.04.2001

(51) Int. Cl.⁷: C23C 18/38
C04B 41/88, 41/89, H05K 3/00

(56) Entgegenhaltungen:
DE 19603822A1 DE 4444681A1

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

(72) Erfinder:
SCHMITT THEODORE NICOLAS DR.
WIEN (AT).

(54) VERFAHREN ZUR FESTLEGUNG EINER KUPFERSCHICHT AUF EINEM KERAMISCHEN
SUBSTRAT

AT 407 535 B

(57) Verfahren zur Festlegung einer Kupferschicht (4) auf
einem keramischen Substrat (1), wie z.B. AlN- oder Al₂O₃-
Substrat, wobei in einem ersten Verfahrensschritt auf die
Oberfläche des keramischen Substrates (1) eine Alumi-
niumschicht (3) aufgebracht wird und in einem zweiten
Verfahrensschritt die Kupferschicht (4) durch Galvanisieren
aufgebracht wird.

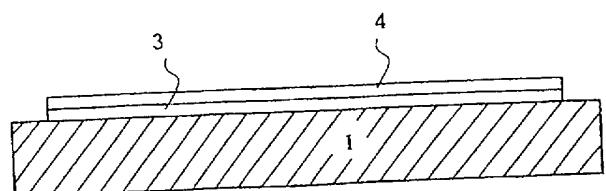


Fig.1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Festlegung einer Kupferschicht auf einem keramischen Substrat, wie z.B. AlN- oder Al_2O_3 -Substrat.

Im Stand der Technik ist es bekannt, eine Kupferschicht auf einem keramischen Substrat mittels eines Direct-Copper-Bonding- (DCB)-Verfahrens festzulegen. Dabei existiert sowohl das keramische Substrat als auch die Kupferschicht -diese in Gestalt einer dünnen Kupferfolie- bereits vor Durchführung des Verfahrens. Mittels des DCB-Verfahrens wird die Kupferfolie mit der Oberfläche des Substrates verbunden.

Bei einem solchen Direct-Copper-Bonding- (DCB)-Verfahren wird zwischen dem keramischen Substrat und der Kupferfolie durch Aufbringen von Sauerstoff auf eine dieser beiden Komponenten und/oder beide Komponenten und nachfolgendes Erhitzen über die eutektische Temperatur von Cu und Cu_2O ein Cu/ Cu_2O -Eutektikum gebildet, welches nach Abkühlen der beiden Komponenten diese miteinander verbindet. Bei der auf diese Weise erfolgenden Herstellung eines Kupfer-Keramik-Verbundes wird die physikalische Tatsache ausgenutzt, daß ein Cu/ Cu_2O -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.

Besagtes DCB-Verfahren ist besonders gut zur Festlegung von Kupferschichten auf Al_2O_3 -Substraten geeignet, weil bei diesen Keramiken der zur Bildung des Cu/ Cu_2O -Eutektikums notwendige Sauerstoff auf der Oberfläche des Substrates bereits vorhanden ist und somit keine zusätzlichen Maßnahmen zur Aufbringung dieses Sauerstoffes gesetzt werden müssen.

Bei der DCB-Herstellung wird die Keramik immer beidseitig mit Cu versehen. Dies geschieht aufgrund des großen Unterschiedes im Ausdehnungskoeffizienten zwischen der Keramik und dem Cu. Bei nur einseitiger Beschichtung würde ein starker Bimetall-Effekt eintreten, welcher eine große Verbiegung des Materials hervorruft und im ungünstigsten Fall zu einem Bruch des Systems führen kann.

Substrate, auf welchen Kupferschichten mittels DCB-Verfahren festgelegt sind, werden beispielsweise eingesetzt als Leiterplatten zur Aufnahme von Hochleistungsbaugruppen, wie z.B. Gleichrichterschaltungen umfassend IGBTs zur Bereitstellung von Gleichspannung für Gleichstrommaschinen. Bei diesen Anwendungen ist auf der ersten Oberfläche eine großflächige, im allgemeinen vollflächig durchgängig ausgebildete Kupferschicht aufgebondet, auf welcher ein Kühlkörper befestigt werden kann und sind auf der zweiten Oberfläche Kupferschichten in Gestalt von Leiterbahnen zur Verbindung der einzelnen Leistungsbauteile aufgebondet.

Insbesondere in diesem Anwendungsbereich besteht der Bedarf, das keramische Substrat aus AlN zu bilden. Das Aufboden von Kupfer auf die Oberflächen eines solchen Materials ist insofern schwieriger als das Aufboden von Kupfer auf Al_2O_3 -Substraten, weil eine AlN-Oberfläche selbst keinen Sauerstoff beinhaltet und dieser durch zusätzliche Verfahrensschritte, beispielsweise durch Anbringen eines entsprechenden Katalysators, auf die AlN-Oberfläche aufgebracht werden muß.

Um das Verwenden derartiger Katalysatoren zu vermeiden, ist im Stand der Technik bereits vorgeschlagen worden, jene Oberfläche eines AlN-Substrates, auf welche eine Kupferschicht aufgebondet werden soll, zu oxidieren, sodaß an dieser Oberfläche Al_2O_3 entsteht, auf welchem Material ein DCB-Verfahren durchgeführt werden kann.

Nachteilig ist bei einem solchen Oxidations-Verfahren insbesondere der langsame Ablauf des Oxidationsprozesses, was bedingt, daß das Substrat sehr lange auf der erhöhten Temperatur gehalten werden muß.

Dieses lange Halten der erörterten hohen Temperatur ist einerseits sehr energieaufwendig und führt andererseits dazu, daß der gesamte DCB-Prozeß zur Aufbringung einer Kupferschicht auf ein AlN-Substrat sehr lange dauert und damit kostenaufwendig ist.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Festlegung einer Kupferschicht auf einem keramischen Substrat, wie z.B. AlN- oder Al_2O_3 -Substrat anzugeben, bei welchem diese Nachteile vermieden sind, welches also besonders schnell und mit wenig Energieaufwand verbunden abläuft.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß in einem ersten Verfahrensschritt auf die Oberfläche des keramischen Substrates eine Aluminiumschicht aufgebracht wird und daß in einem zweiten Verfahrensschritt die Kupferschicht durch Galvanisieren aufgebracht wird.

Dieses Verfahren kommt völlig ohne einen DCB-Prozeß aus, weshalb sämtliche mit einem

- solchen Verfahren verbundenen Probleme von vornherein vermieden sind. Aluminium kann bei relativ niedrigen Temperaturen (etwa bei 700°C) auf keramische Substrate aufgebracht werden. Diese Temperaturen sind wesentlich niedriger, als jene Temperaturen, die notwendig sind, um Kupfer mittels DCB oder Aktivlöten an einer Keramik festzulegen (hierfür treten Temperaturen bis zu 1150°C auf).
- Das keramische Substrat wird bei Durchführung des ersten Schrittes des erfindungsgemäßen Verfahrens wesentlich geringeren thermischen Belastungen ausgesetzt, als bei einem DCB- oder Aktivlöt-Prozeß. Das galvanische Aufbringen von Kupfer im zweiten Verfahrensschritt läuft überhaupt bei Raumtemperatur ab, sodaß dabei das keramisch Substrat thermisch überhaupt nicht mehr belastet wird.
- Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, daß zum Aufbringen der Kupferschicht durch Galvanisieren ein Galvanikbad mit an sich zur Erzeugung einer Kupferschicht bekannter Zusammensetzung verwendet wird, in welchem Galvanikbad jedoch keine Glanzzusätze enthalten sind.
- Glanzzusätze führen dazu, daß innerhalb der entstehenden Kupferschicht mechanische Spannungen entstehen. Diese Spannungen bedingen, daß sich die Kupferschicht bei Temperaturwechselbeanspruchungen vom keramischen Substrat lösen kann, somit eine schlechte Temperaturwechsel-Beständigkeit gegeben ist. Durch Weglassen dieser Glanzzusätze können in der Kupferschicht die erörterten Spannungen nicht mehr entstehen, sodaß eine hohe Temperaturwechsel-Beständigkeit erreicht wird.
- In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, daß ein aus AlTiO_3 , SiAlO_xN_y , AlN , Al_2O_3 , BN , SiC , Si_3N_4 , SiO_xN_y gebildetes keramisches Substrat verwendet wird.
- All diese Materialien eignen sich zur Bildung von keramischen Leiterplatten, worin eines der Hauptanwendungsgebiete von kupferbeschichteten keramischen Substraten zu sehen ist.
- Gemäß einer besonderen Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, daß nach dem Aufbringen der ersten Teilschicht Kanäle, beispielsweise mittels eines lithographischen Verfahrens, in diese erste Teilschicht eingebracht und diese Kanäle mittels eines Füllmaterials, wie z.B. Wachs, verfüllt werden.
- Durch das Einbringen von Füllmaterial in die Kanäle können diese im nachfolgenden zweiten Verfahrensschritt, mittels welchem die Kupferschicht erzeugt wird, nicht mit Kupfer gefüllt werden. Die Kupferschicht bedeckt diese Kanäle, sodaß nach vollständigem Abschluß des erfindungsgemäßen Verfahrens Kupferschichten entstehen, unterhalb welcher Kanäle angeordnet sind. In diesen Kanälen kann ein Kühlmittelstrom erzeugt werden, womit auf die Kupferschicht aufgebrachte Wärme besonders effektiv abgeführt werden kann. Werden derartige, mit Kühlmittelkanälen versehene Kupferschichten als Leiterbahnen eingesetzt, können diese Leiterbahnen mit besonders hohen Strömen beaufschlagt werden.
- In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, daß die Aluminiumschicht mittels eines Druckgußprozesses, wie z.B. mittels einer Gasdruckinfiltration, auf die Oberfläche des keramischen Substrates aufgebracht wird.
- Mittels dieses Verfahrens lassen sich Aluminiumschichten erzeugen, welche besonders gut auf keramischen Substraten haften, womit letztendlich auch eine sehr gute Haftung der erfindungsgemäß zu erzeugenden Kupferschicht erreicht wird.
- In diesem Zusammenhang kann vorgesehen sein, daß an das keramische Substrat bei Durchführung des Druckgußprozesses massive Körper aus Aluminium angegossen werden.
- Es kann damit in einem Arbeitsschritt sowohl die für die Haftung der Kupferschicht auf dem keramischen Substrat notwendige Aluminiumschicht erzeugt werden also auch ein Kühlkörper hergestellt und integral mit dem keramischen Substrat verbunden werden.
- Gemäß einer anderen Variante kann vorgesehen sein, daß das keramische Substrat zur Durchführung des Druckgußprozesses auf einer Vorform für ein MMC-Material angeordnet wird und daß durch den Druckgußprozeß einerseits diese Vorform mit Aluminium infiltriert und an das keramische Substrat angegossen wird und andererseits auf die Oberfläche des keramischen Substrates eine Aluminiumschicht aufgebracht wird.
- Auch hierbei wird gleichzeitig mit dem Festlegen der Aluminiumschicht am keramischen Substrat ein Kühlkörper hergestellt und am keramischen Substrat festgelegt.
- Die Erfindung wird unter Bezugnahme auf die beigeschlossenen Zeichnungen, in welchen

besonders bevorzugte Ausführungsbeispiele dargestellt sind, näher beschrieben. Dabei zeigt:

Fig.1 einen vertikal geführten Schnitt durch ein keramisches Substrat 1, auf welchem mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens eine Kupferschicht 4 festgelegt ist;

Fig.2 das keramische Substrat 1 der Fig.1 in derselben Darstellung, bei welchem aber gemäß einer bevorzugten Erfindungsvariante Kanäle 5 innerhalb der Aluminiumschicht 3 erzeugt wurden;

Fig.3a einen vertikal geführten Schnitt durch eine Gußform, innerhalb welcher eine Aluminiumschicht 3 auf ein keramisches Substrat 1 aufgebracht werden kann, wobei gleichzeitig massive Körper aus Aluminium an das keramische Substrat angegossen werden;

Fig.3b einen vertikal geführten Schnitt durch eine Gußform, innerhalb welcher eine Aluminiumschicht 3 auf ein keramisches Substrat 1 aufgebracht werden kann, in welcher unter dem keramischen Substrat eine Vorform 7 für einen MMC-Körper angeordnet ist;

Fig.4a das keramische Substrat 1 gemäß Fig.3a nach Abschluß des Druckgußverfahrens und

Fig.4b das keramische Substrat 1 gemäß Fig.3b nach Abschluß des Druckgußverfahrens.

Wie aus Fig.1 hervorgeht, liegt die gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren auf einem keramischen Substrat 1 aufgebrachte Kupferschicht 4 nicht unmittelbar an der Oberfläche dieses Substrates 1 an. Es ist vielmehr vorgesehen, zwischen der Substrat-Oberfläche und der Kupferschicht 4 eine Aluminiumschicht 3 vorzusehen. Das erfindungsgemäße Verfahren zur Festlegung einer Kupferschicht 4 auf einem keramischen Substrat 1 gliedert sich demgemäß auch in zwei Verfahrensschritte auf.

Im ersten Verfahrensschritt wird auf die Oberfläche des keramischen Substrates 1 die Aluminiumschicht 3 aufgebracht. Die Technologie, welche hierfür verwendet wird, ist nicht erfindungswesentlich und kann daher beliebig gewählt werden. Es muß allerdings eine solches Verfahren eingesetzt werden, mittels welchem eine gut auf dem keramischen Substrat 1 haftende Aluminiumschicht 3 erzeugt werden kann. Wird z.B. ein aus AlN gebildetes Substrat 1 verwendet, so hat es sich als günstig erwiesen, die Aluminiumschicht 3 mittels eines Druckgußprozesses aufzubringen.

Bevorzugterweise wird die Aluminiumschicht 3 mittels einer Gasdruckinfiltration auf das Substrat 1 aufgebracht. Unter dem Begriff „Gasdruckinfiltration“ ist im Rahmen der gegenständlichen Beschreibung und den angeschlossenen Ansprüchen ein Verfahren zu verstehen, bei welchem Aluminium durch Erhitzen über seinen Schmelzpunkt verflüssigt, auf das Substrat 1 aufgegossen und durch Erhöhung des Gasdrucks der Umgebungsatmosphäre unter (Gas-)Druck gesetzt wird.

Es erfolgt dabei kein Durchdringen des Substrates 1 mit Aluminium, weil das eingesetzte Substrat 1 dichte Konsistenz aufweist. Es wird lediglich eine oberflächliche Aluminiumschicht 3 ausgebildet. Besagter Gasdruck kann erzeugt werden durch Kompression der Normalluft-Atmosphäre oder durch Einbringen eines von Normalluft-Atmosphäre verschiedenen Gases, insbesondere eines inerten Gase, wie beispielsweise N_2 , in das Druckgefäß, innerhalb welchem besagte Gasdruckinfiltration durchgeführt wird. Das konkrete Ausmaß des aufgebrachten Gasdruckes muß dabei so gewählt werden, daß sich eine innige Festlegung der Aluminiumschicht 3 am Substrat 1 ergibt. Lediglich beispielsweise können Drücke im Bereich zwischen 60 bar bis 140 bar, vorzugsweise von 60 bar bis 80 bar, insbesondere etwa 70 bar, angegeben werden.

Anstelle eines Druckgußprozesses oder einer Gasdruckinfiltration kann auch ein Heißpreßverfahren angewandt werden, bei welchem eine Aluminiumfolie bei erhöhter Temperatur mittels eines Preßstempels auf die Substrat-Oberfläche aufgepreßt wird.

Eine Aluminiumschicht 3, die mittels eines Verfahrens aufgebracht wird, bei welchem Aluminium aufgeschmolzen und auf das Substrat 1 aufgegossen wird, sollte aufgrund der starken Unterschiede in den Ausdehnungskoeffizienten zwischen Keramik und Aluminium möglichst dünn bleiben. Da das Aluminium von der schmelzflüssigen Phase in den festen Zustand übergeht und die Verbindung im oberen Temperaturbereich stattfindet, wird eine dicke Aluminiumschicht starke Spannungen auf die Übergangsschicht zwischen Keramik und Aluminium ausüben, sodaß bei größeren Flächen Risse in der Keramik auftreten können. Die Aluminiumschicht 3 wird zur Vermeidung derartiger Probleme dünn, soll heißen im Bereich zwischen 10 und 100 μm , gehalten.

Sollen beide einander gegenüberliegende Oberflächen des Substrates 1 mit einer Kupferschicht 4 versehen werden, so wird der erste Verfahrensschritt der gegenständlichen Erfindung auf beiden Oberflächen des Substrates 1 angewandt, d.h. es wird auf beide Oberflächen des

Substrates 1 eine Aluminiumschicht 3 aufgebracht.

Im zweiten Verfahrensschritt wird die Kupferschicht 4 durch Galvanisieren auf die Aluminiumschicht 3 und damit auf das keramische Substrat 1 aufgebracht.

Die Herstellung einer Kupferschicht auf einer anderen, bereits bestehenden Metallschicht (hier der Aluminiumschicht 3) ist für sich betrachtet bekannt und als solches nicht Gegenstand der vorliegenden Erfindung. Es wird hierfür auch ein Galvanikbad eingesetzt, dessen Zusammensetzung einem Fachmann auf dem Gebiet der Galvanik bekannt ist. Es hat sich als günstig erwiesen, ein solches, bekanntes Galvanikbad insofern abzuändern, als ihm keine Glanzzusätze beigegeben werden. Der Begriff „Glanzzusatz“ ist ein jedem Galvanik-Fachmann geläufiger Begriff, mit welchem organische Badzusätze bezeichnet werden, welche zur Bildung einer besonders glatten und damit glänzenden Kupferoberfläche führen. Da für die Anwendungsbereiche der nach dem gegenständlichen Verfahren hergestellten keramischen Substrate 1 mit Kupferbeschichtung eine glänzende Oberfläche nicht erforderlich ist, stört das Weglassen von Glanzzusätzen im Galvanikbad nicht, sondern führt -wie eingangs erläutert- zur Vermeidung der Ausbildung von Spannungen in der Kupferschicht 4.

Die in einem Galvanikbad zur Herstellung von Kupferschichten ebenfalls enthaltenen, mit „Einebner“ bezeichneten Zusätze werden hingegen auch zur Durchführung des erfindungsgemäßen zweiten Verfahrensschrittes im Galvanikbad vorgesehen. Einebner sind ebenfalls organische Zusätze, welche bewirken, daß die Oberfläche einer auf galvanischem Weg erzeugten Kupferschicht ebener ist als die Oberfläche des darunterliegenden Substrates. Die entstehende Oberfläche ist bei Verwendung von Einebnern aber nicht so eben, daß eine glänzende Oberfläche entsteht, hierfür müßten die eben erörterten Glanzzusätze verwendet werden.

Die sonstigen Parameter des Galvanisierungsvorganges können gemäß Stand der Technik gewählt werden und beeinflussen die Erreichung des erfindungsgemäßen Ziels nicht. Es hat sich allerdings als günstig erwiesen, mit Stromdichten von kleiner 6 A/dm² zu arbeiten, weil sich bei größeren Stromdichten die Einebner in der entstehenden Kupferschicht eingelagern und damit wieder unerwünschte Spannungen in der Kupferschicht 4 entstehen könnten.

Die Kupferschicht 4 kann grundsätzlich beliebig dick gemacht werden, wobei eine Obergrenze natürlich durch das Galvanisierverfahren gegeben ist. Als günstig hat es sich erweisen, besagte Kupferschicht in einer Dicke im Bereich zwischen 0,2 und 0,5mm herzustellen.

Wurden im ersten Verfahrensschritt auf beiden Substrat-Oberflächen Aluminiumschichten 3 festgelegt, können mit dem eben erörterten, im zweiten Verfahrensschritt durchgeführten Galvanierprozeß auf beiden Aluminiumschichten 3 und somit auf beiden Substrat-Oberflächen Kupferschichten 4 festgelegt werden.

Das Material des keramischen Substrates 1 kann grundsätzlich beliebig gewählt werden, lediglich beispielhaft sollen folgende keramische Materialien zur Ausbildung des Substrates angegeben werden: AlTiO₃, SiAlO_xN_y, AlN, Al₂O₃, BN, SiC, Si₃N₄, SiO_xN_y.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden nach Abschluß des ersten Verfahrensschrittes, also nachdem die Aluminiumschicht 3 am Substrat 1 festgelegt wurde, in diese Aluminiumschicht 3 Kanäle 5 eingearbeitet. Dazu können beliebige, im Stand der Technik bekannte Verfahren, wie z.B. mechanische Bearbeitungsverfahren oder lithographische Verfahren eingesetzt werden.

Diese Kanäle 5 werden nun mittels eines beliebigen Füllmaterials, wie z.B. Wachs, verfüllt und anschließend der zweite erfindungsgemäße Verfahrensschritt -Aufbringen der Kupferschicht 4 durch Galvanisieren- durchgeführt.

Dabei verhindert das in den Kanälen 5 befindliche Füllmaterial ein Einlagern von Kupfer in diesen Kanälen 5, sodaß die Kupferschicht 4 diese Kanäle 5 überdeckend aufwächst. Nach Abschluß dieses zweiten Verfahrensschrittes liegt eine Kupferschicht 4 vor, unterhalb welcher freie Kanäle 5 verlaufen sind. Diese Kanäle 5 können -nachdem das Füllmaterial z.B. durch Erhitzen ausgetrieben worden ist- mit einem Kühlmittel gefüllt bzw. kann in den Kanälen 5 ein Kühlmittelstrom aufgebaut werden. Damit kann auf die Kupferschicht 4 (beispielsweise durch die oben erwähnten Hochleistungsbauteile) aufgebrachte Wärme besonders effektiv abgeführt werden.

Ein wichtiges Anwendungsgebiet für mit Metallbeschichtungen versehene keramische Substrate 1 liegt in deren Verwendung als Leiterplatten, insbesondere zur Aufnahme von elektrischen/elektronischen Schaltungen, welche Hochleistungsbauteile umfassen und damit große

Verlustwärme-Mengen produzieren. Die Metallbeschichtungen bilden dabei die Leiterbahnen, welche die einzelnen elektrischen/elektronischen Bauteile miteinander verbinden. Bei derartigen Anwendungen ist es notwendig, die Metallbeschichtungen nicht die gesamte Substratoberfläche durchgängig und vollflächig bedeckend, sondern eben in Gestalt von Leiterbahnen auszuführen.

5 Dies kann natürlich auch beim erfindungsgemäßen Verfahren vorgesehen werden, wozu die Metallbeschichtungen in entsprechender Weise strukturiert werden. Betreffend den Zeitpunkt der Durchführung dieser Strukturierung bestehen verschiedene Möglichkeiten: Einerseits kann die Aluminiumschicht 3 schon in der Gestalt der Leiterbahnen aufgebracht werden, wozu all jene Bereiche der Substratoberfläche, welche frei von Aluminium und Kupfer gehalten werden sollen, 10 mit entsprechend geformten Masken abgedeckt werden.

Daneben ist es möglich, die Aluminiumschicht 3 zunächst vollflächig auszubilden, aber vor Aufbringung der Kupferschicht 4 diese Aluminiumschicht 3 beispielsweise durch lithographische Verfahren oder mechanische Bearbeitungsverfahren (Fräsen, Schleifen od. dgl.) entsprechend zu strukturieren.

15 In beiden Fällen kann sich während des zweiten Verfahrensschrittes Kupfer nur an den verbliebenen Abschnitten der Aluminiumschicht 3 festsetzen, eine galvanische Abscheidung von Metall auf einem nichtleitenden Material (hier: blank gelegte Oberfläche des keramischen Substrates) ist nicht möglich.

20 Die Bearbeitung der Metallisierung der Substratoberfläche kann auch erst nach Abschluß des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgenommen werden. Es wird dabei sowohl die Aluminiumschicht 3 als auch die Kupferschicht 4 vollflächig hergestellt und werden beide Schichten gemeinsam soweit abgetragen, daß nur noch die für den konkreten Anwendungsfall benötigten Leiterbahnen bestehen bleiben.

25 Es kann vorgesehen sein, daß gleichzeitig mit der Herstellung der Aluminiumschicht 3 auf der ersten Oberfläche des Substrates 1 ein Kühlkörper für dieses Substrat 1 hergestellt und auf der zweiten Oberfläche des Substrates 1 festgelegt wird.

Diese gleichzeitige Herstellung eines Kühlkörpers kann besonders einfach dann erfolgen, wenn die Aluminiumschicht 3 mittels eines Druckgußprozesses, insbesondere mittels einer Gasdruckinfiltration, auf das keramische Substrat 1 aufgebracht wird. Der Kühlkörper wird dabei ebenfalls 30 aus Aluminium gebildet und während des Druckgußprozesses bzw. der Gasdruckinfiltration mittels des dabei verwendeten flüssigen Aluminiums gebildet und an das keramische Substrat 1 angegossen.

35 Das keramische Substrat 1 wird dazu, wie in Fig.3a dargestellt, in eine Gußform 6 eingebracht und durch beliebige Maßnahmen, wie z.B. Abstandhalter 8 aus Graphit, beabstandet vom Boden dieser Gußform 6 gehalten.

40 Teile des auf das keramische Substrat 1 aufgebrachten flüssigen Aluminiums fließen unter das Substrat 1 und bilden nach Abschluß des Druckgußprozesses bzw. der Gasdruckinfiltration, also nach Abkühlung, massive Aluminiumkörper 9, die an der Unterseite des keramischen Substrates 1 angegossen sind (vgl. Fig.4a). Diese massiven Aluminiumkörper 9 wirken bei späterer Verwendung des keramischen Substrates 1 als Leiterplatte als Kühlkörper.

45 Derartige Kühlkörper müssen aber nicht notwendigerweise durch massive Aluminiumkörper 9 gebildet sein, sondern können auch aus MMC-Material gebildet werden, welches während des Druckgußprozesses bzw. der Gasdruckinfiltration erst entsteht. Dazu wird, wie in Fig.3b dargestellt, das keramische Substrat 1 zur Durchführung des Druckgußprozesses bzw. der Gasdruckinfiltration auf einer Vorform 7 für ein MMC-Material, also auf einem porösen Verstärkungsmaterial, wie z.B. SiC, Al₂O₃, AlN, porösem Graphit oder dgl., angeordnet.

50 Während des Druckgußprozesses bzw. der Gasdruckinfiltration gelangt flüssiges Aluminium wieder in den unterhalb des Substrates 1 liegenden Raum und infiltriert dabei die dort situierte Vorform 7. Der somit entstehende MMC-Körper 10 wird mittels des Aluminiums an das keramische Substrat 1 angegossen. Gleichzeitig bildet sich auf der oben liegenden Oberfläche des keramischen Substrates 1 die Aluminiumschicht 3 (vgl. Fig.4b).

Die zuletzt in Verbindung mit den Fig.3a,b und Fig.4a,b erörterten Verfahrensvarianten bringen insbesondere den Vorteil, daß gesonderte Verfahrensschritte zur Herstellung und zur Festlegung von Kühlkörpern auf dem keramischen Substrat 1 vollkommen entfallen können.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zur Festlegung einer Kupferschicht (4) auf einem keramischen Substrat (1), wie z.B. AlN- oder Al₂O₃-Substrat, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einem ersten Verfahrensschritt auf die Oberfläche des keramischen Substrates (1) eine Aluminiumschicht (3) aufgebracht wird und daß in einem zweiten Verfahrensschritt die Kupferschicht (4) durch Galvanisieren aufgebracht wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zum Aufbringen der Kupferschicht (4) durch Galvanisieren ein Galvanikbad mit an sich zur Erzeugung einer Kupferschicht bekannter Zusammensetzung verwendet wird, in welchem Galvanikbad jedoch 10 keine Glanzzusätze enthalten sind.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein aus AlTiO₃, SiAlO_xN_y, AlN, Al₂O₃, BN, SiC, Si₃N₄, SiO_xN_y gebildetes keramisches Substrat (1) verwendet wird.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach 15 dem Aufbringen der Aluminiumschicht (3) Kanäle (5), beispielsweise mittels eines lithographischen Verfahrens, in diese Aluminiumschicht (3) eingebracht und diese Kanäle (5) mittels eines Füllmaterials, wie z.B. Wachs, verfüllt werden.
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die 20 Aluminiumschicht (3) mittels eines Druckgußprozesses, wie z.B. mittels einer Gasdruckinfiltration, auf die Oberfläche des keramischen Substrates (1) aufgebracht wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß an das keramische Substrat (1) bei Durchführung des Druckgußprozesses massive Körper (9) aus Aluminium angegossen werden.
7. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß das keramische Substrat (1) 25 zur Durchführung des Druckgußprozesses auf einer Vorform (7) für ein MMC-Material angeordnet wird und daß durch den Druckgußprozeß einerseits diese Vorform (7) mit Aluminium infiltriert und an das keramische Substrat (1) angegossen wird und andererseits auf die Oberfläche des keramischen Substrates (1) eine Aluminiumschicht (3) aufgebracht wird.

30

HIEZU 1 BLATT ZEICHNUNGEN

35

40

45

50

55

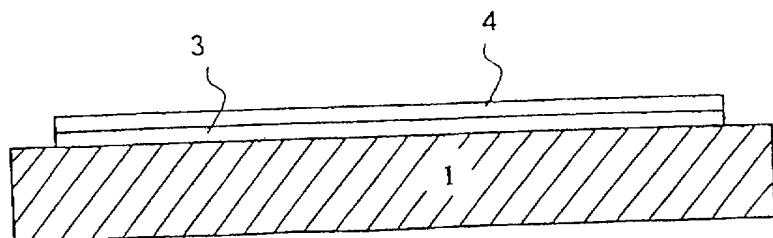


Fig.1

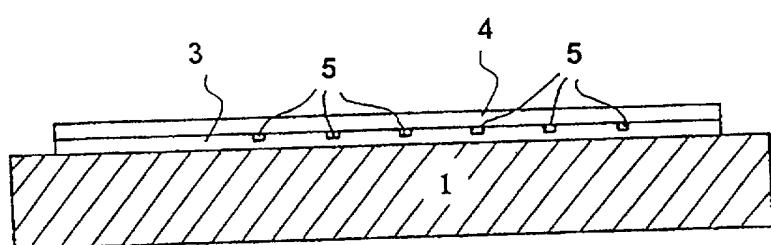


Fig. 2

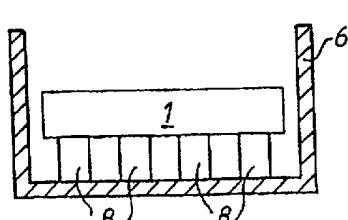


Fig. 3a

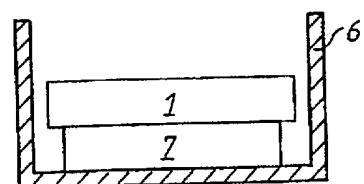


Fig. 3b

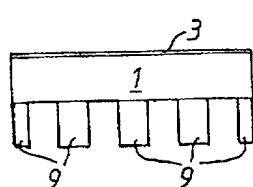


Fig. 4a

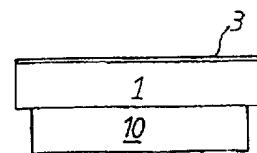


Fig. 4b