

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 3 月 6 日 (06.03.2003)

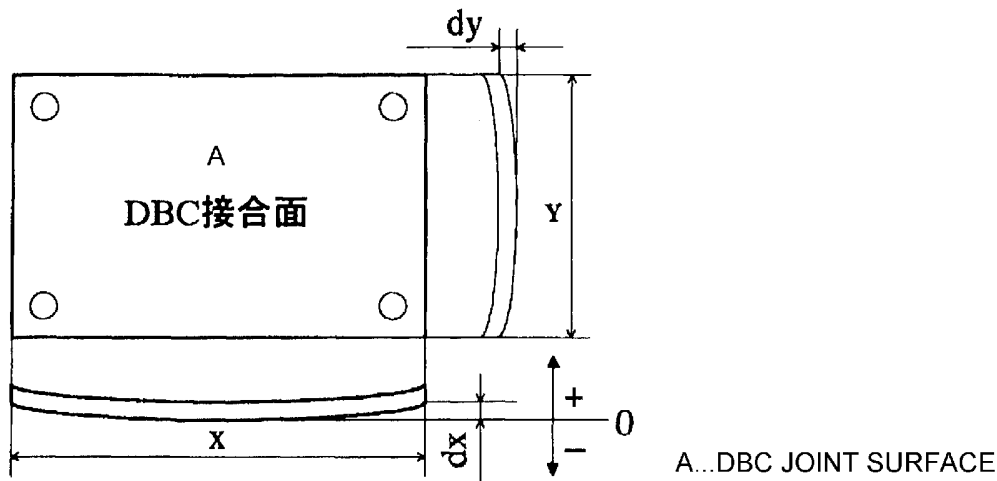
PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/019655 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01L 23/36
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/08479
- (22) 国際出願日: 2002 年 8 月 22 日 (22.08.2002)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2001-252488 2001 年 8 月 23 日 (23.08.2001) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 同和鉱業株式会社 (DOWA MINING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒100-8282 東京都千代田区丸の内 1 丁目 8 番 2 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 遠藤 秀樹 (ENDO, Hideki) [JP/JP]; 〒100-8282 東京都千代田区丸の内 1 丁目 8 番 2 号 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 丸岡 政彦 (MARUOKA, Masahiko); 〒104-0061 東京都中央区銀座 1 丁目 1 8 番 6 号 共同ビル (銀座) 7 0 3 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: RADIATION PLATE AND POWER SEMICONDUCTOR MODULE, IC PACKAGE

(54) 発明の名称: 放熱板およびパワー半導体モジュール、IC パッケージ



(57) Abstract: A copper-group alloy-made radiation plate (4) which is excellent in flatness after joining during a process of assembling a power semiconductor module, an IC package and the like, is free from cracks at a solder (3) joint portion that are otherwise to be developed by heat cycle at joining and in an application environment, and is excellent in heat conduction and cost effectiveness. A radiation plate (4) which uses a copper-group alloy having a 0.2% yield strength of at least 300 N/mm², a 0.2% yield strength after heated at 400°C for 10 min being at least 90% of that before heated, and a heat conductivity of at least 350 W/mK, and containing 0.01-0.3% of a total of P and at least one kind of element selected from a group consisting of Fe, Co, and Ni, and which has a side length of 10-200 mm and a plate thickness of 0.1-5 mm, characterized in that an excellent flatness is ensured and a heat radiation is improved after an assembling process by forming the plate into a curved shape with a radius of curvature of at least 100 mm and a warpage of up to 200 μm.

[続葉有]



(57) 要約:

パワー半導体モジュールや I C パッケージ等の組立工程において、接合後の平坦性に優れ、接合時や使用環境時のヒートサイクルによってはんだ (3) 接合部にクラックが発生せず、且つ熱伝導、コスト的に優れた銅基合金製放熱板 (4) を提案する。

0.2% 耐力が 300 N/mm^2 以上で、 400°C で 10 分間の加熱後の 0.2% 耐力が加熱前の 0.2% 耐力の 90% 以上であり、熱伝導率が $350\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上であって、Fe、Co および Ni からなる群から選ばれる少なくとも 1 種の元素と P とを合計で 0.01~0.3% 含有する銅基合金を用いた、各辺の長さがそれぞれ 10~200 mm で板厚が 0.1~5 mm の放熱板 (4) において、形状が曲率半径 100 mm 以上の湾曲状で、そり量がそれぞれ $200\text{ }\mu\text{m}$ 以下を与えることによって、組み立て工程後の平坦性に優れ、熱放散性を向上させたことを特徴とする放熱板 (4) を提供する。

明細書

放熱板およびパワー半導体モジュール、I Cパッケージ

5 技術分野

本発明は、パワー半導体モジュールやI Cパッケージ等の半導体装置における銅基合金を使用した放熱板に関するものである。

背景技術

10 パワー半導体モジュールは、半導体素子（1）、銅パターン（14）、絶縁板（15）、導体層（16）、放熱板（4）より構成される半導体装置で、エアコン、洗濯機といった家電製品や、自動車、産業用機器に広く使用されている。

また、P C等のI Cパッケージにおいては、近年の高密度化、高機能化に伴い、熱対策が重要な課題となっており、ヒートスプレッドと呼ばれる放熱板（4）が
15 使用されている。これらの放熱板（4）は、パワー半導体モジュールやI Cパッケージから発生する熱を効率良く放散する必要があるので、熱伝導性に優れていることが求められる。

その他にも放熱板（4）に求められる特性は多様で、例えばパワー半導体モジュールでは、組立工程において、図1に示すように金属-セラミックス接合基板
20 （2）（接合基板（2）という。）と放熱板（4）は、はんだ（3）で接合されており、はんだ（3）接合部の健全性やヒートシンクに取り付けられるので放熱板（4）の平坦度が重要になる。

また、使用時において、パワー半導体モジュールは作動状況に応じて温度変化が激しく、熱膨張係数が異なる接合基板（2）と放熱板（4）間のはんだ（3）
25 接合部には応力が負荷される。このヒートサイクルにおいて、はんだ（3）接合部にクラック等の欠陥が発生しないことが求められる。

一方、I Cパッケージで使用される放熱板（4）では、半導体チップとの接合部の信頼性が重要であり、また、BGAパッケージ等にも使用される放熱板（4）

は、バックプレートとして強度（剛性）が必要となる。強度（剛性）は組立工程時に低下しないことが必要である。

以上のように、パワー半導体モジュールやI Cパッケージで使用される放熱板（4）は熱伝導性を始めとして多様な要求を満足する必要がある、更に家電製品やP Cの低価格化に伴い、価格が低廉であることが望まれる。

放熱板（4）に使用される材料（9）として、熱膨張係数が絶縁基板（15）やI Cチップに近いCu-Cu₂O系やAl-SiC系、Cu-W系等が考えられるが、コスト的に高価であり、熱伝導性が不足している。

そこで熱伝導性に優れ、コスト的にも優位性のある銅基合金が広く使用されている。熱伝導率が高く、放熱板（4）用材料（9）として一般的である無酸素銅は材料（9）の0.2%耐力が不足しているので、補強材としての役割も必要である放熱板（4）の変形を防止することができない。また、放熱板（4）は接合時に200～350℃で数分間の加熱が必要となる。無酸素銅はこの条件で加熱すると、材料（9）が軟化して、組立後に放熱板（4）の平坦性を得ることが難しい。

無酸素銅以外では、Cu-Zr系、Cu-Ag系、Cu-Sn系、Cu-Sn-P系、Cu-(Fe、Co、Ni)-P系が高い熱伝導性を有した実用銅基合金である。しかしPを含有していないCu-Zr系、Cu-Ag系、Cu-Sn系は鑄造工程において、大気中で溶解、凝固すると、酸素濃度が高くなってしまふ。そこで設備的に雰囲気制御が必要となるので、製造コストの面で不利になる。また、Cu-Zr系、Cu-Ag系は含有成分の価格面でも不利となる。更にCu-Ag系は0.2%耐力や耐熱特性が不足しており、Cu-Sn系はSn濃度が低いと0.2%耐力や耐熱特性が不足し、Sn濃度が高いと熱伝導性が低下してしまう。Cu-Sn-P系も特性面でCu-Sn系と同様である。従来は放熱板（4）用材料（9）として認知されていないが、Cu-(Fe、Co、Ni)-P系は析出強化型銅基合金で、0.2%耐力や耐熱性と導電率のバランスに優れた合金である。

しかし、これら銅基合金の熱膨張係数は $16 \times 10^{-6} \sim 18 \times 10^{-6} / K$ であ

り、パワー半導体モジュールの絶縁基板（１５）で使用される AlN や Al_2O_3 等、半導体チップに使用される Si 等の熱膨張係数はいずれも $10 \times 10^{-6}/K$ 未満なので、銅基合金を放熱板（４）用材料（９）として使用する場合は、組立工程における接合部の信頼性が課題とされていた。

- 5 例えばパワー半導体モジュールにおいては、放熱板（４）と接合基板（２）をはんだ（３）接合すると、図３に示したように、はんだ（３）の凝固に伴い、放熱板（４）が熱膨張係数の差によってそってしまう。このようにそった状態では、放熱板（４）とヒートシンクをねじ止めしても、接触面積が少ないので、必要とする放熱性が得られない。また、ヒートシンクと放熱板（４）の接触面積を増や
- 10 すために、ねじ止め箇所を増やして接合すると、はんだ（３）接合部にクラックが発生したり、絶縁基板（１５）が割れる恐れがある。よって組立後の放熱板（４）の平坦性が課題となっていた。

- 本発明は、上記問題を解決すべく価格が低廉で熱伝導性に優れ、且つ組立工程、使用時における接合部の信頼性に優れたパワー半導体モジュールやＩＣパッケー
- 15 ジ等の半導体装置で使用する放熱板（４）の提供を目的とするものである。

発明の開示

- 本発明は、熱伝導率が高く、組立工程時の加熱によって材料（９）が軟化せず、補強材として剛性に優れた銅基合金を用いた放熱板（４）を、また、パワー半導
- 20 体モジュールの絶縁基板（１５）やＩＣパッケージの半導体チップとの熱膨張係数の相違による接合部信頼性や放熱板（４）の平坦性を得るために、接合温度、時間、接合部面積等の接合条件に応じて、大きさやそり量を制御した放熱板（４）を、さらには、これらの放熱板（４）を用いたパワー半導体モジュールやＩＣパッケージを提供するものである。

- 25 すなわち、本発明は第１に、 0.2% 耐力が 300 N/mm^2 以上、熱伝導率が $350\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上の銅基合金であることを特徴とする放熱板（４）；第２に、 0.2% 耐力が 300 N/mm^2 以上、熱伝導率が $350\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上、 400°C で１０分間加熱後の 0.2% 耐力が該加熱前の 0.2% 耐力の 90% 以

上の銅基合金であることを特徴とする放熱板(4) ; 第3に、0.2%耐力が300 N/mm²以上、熱伝導率が350 W/m・K以上、400℃で10分間加熱後の結晶粒径が25 μm以下の銅基合金であることを特徴とする放熱板(4) ; 第4に、0.2%耐力が300 N/mm²以上、熱伝導率が350 W/m・K以上、400℃で10分間加熱後の0.2%耐力が該加熱前の0.2%耐力の90%以上、該加熱後の結晶粒径が25 μm以下の銅基合金であることを特徴とする放熱板(4) ; 第5に、前記銅基合金がFe、CoおよびNiからなる群から選ばれる少なくとも1種の元素とPとを合計で0.01~0.3重量%(合金組成の重量%を、単に、%という。)含有し、残部が不可避不純物および銅からなる銅基合金である、第1~4のいずれかに記載の放熱板(4) ; 第6に、各辺の長さがそれぞれ10~200 mmの正方形または長方形、該各辺のそり量がそれぞれ200 μm以下、厚さが0.1~5 mmである、第1~5のいずれかに記載の放熱板(4) ; 第7に、各辺の長さがそれぞれ10~200 mmの正方形または長方形、該各辺のそり形状が湾曲状で曲率半径が100 mm以上、厚さが0.1~5 mmである、第1~5のいずれかに記載の放熱板(4) ; 第8に、各辺の長さがそれぞれ10~200 mmの正方形または長方形、該各辺のそり量がそれぞれ200 μm以下、該各辺のそり形状が湾曲状で曲率半径が100 mm以上、厚さが0.1~5 mmである、第1~5のいずれかに記載の放熱板(4) ; 第9に、第1~8のいずれかに記載の放熱板(4)を用いたことを特徴とするパワー半導体モジュールまたはICパッケージを提供するものである。

図面の簡単な説明

第1図は、パワー半導体モジュールの側面図である。

第2図は、放熱板(4)の長さ、そり量を記入した平面図、側面図である。

25 第3図は、放熱板(4)の復元力を示す側面図である。

第4図は、放熱板(4)のそり形状を示す側面図であり、(a)は湾曲状のそり形状、(b)はV字型のそり形状、(c)はW字型のそり形状の側面図である。

第5図は、放熱板(4)の加熱装置の側面図である。

第 6 図は、銅基合金条材のプレス加工装置の断面図である。

第 7 図は、接合基板（２）の平面図、側面図である。

第 8 図は、放熱板（４）のそり量測定装置の側面図である。

5 発明を実施するための最良の形態

以下に本発明の内容を具体的に説明する。放熱板（４）はバックプレートとして補強材の役割を果たす必要があるので、機械的強度が必要となる。組立後のパワー半導体モジュールやＩＣパッケージが変形しないこと、つまり放熱板（４）自身の変形しないことが必要となる。そこで、放熱板（４）に使用される銅基合

10 金の変形しない指標となるのが 0.2%耐力である。特に板厚が薄い放熱板（４）に要求される特性であり、0.2%耐力が 300 N/mm^2 以上であれば変形を防ぐことができる。 300 N/mm^2 未満の場合は、組立工程中及び使用時において、ＩＣパッケージが変形し、動作信頼性が低下してしまう。好ましくは 0.2%耐力が 350 N/mm^2 以上であることが望まれる。

15 また、放熱板（４）の加工時において、例えばヒートスプレッタはエッチングにて成形される場合もあるが、コスト面でプレス加工する方が有利である。プレス加工を行う場合、材料（９）が平坦度を保つ強度を有していないと、金型内に材料（９）を送ることが難しくなる。0.2%耐力が 300 N/mm^2 以上であればプレス作業性は良好であるが、 300 N/mm^2 未満の場合は、材料（９）

20 を金型内に送り、精度良く打抜くことが困難になる。

放熱板（４）の主たる役割は、半導体素子（１）から発生する熱を放熱板（４）内に吸収して、外部へ伝達及び放出することである。パワー半導体モジュールにおいては高機能化、ＰＣのＣＰＵでは高機能化、高密度化が進んでおり、いずれも発熱量が増加しているので、高い熱伝導性を有した放熱板（４）が求められて

25 いる。そこで放熱板（４）に使用される材料（９）の熱伝導率は $350\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上であることが必要である。 $350\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 未満の場合は、使用時に半導体素子（１）から発生した熱をヒートシンクへ十分に伝達することができず、パワー半導体モジュールやＩＣパッケージの動作信頼性が低下する。

放熱板（４）は、パワー半導体モジュールにおいては接合基板（２）と、ＩＣパッケージにおいては半導体素子（１）とそれぞれ接合される。接合時に放熱板（４）は２００～３５０℃で、数分間加熱される。この時に材料（９）が軟化するとＩＣパッケージの放熱板（４）ではバックプレートの役割を果たすことができない。又、パワー半導体モジュールの放熱板（４）では、平坦性を保つことができず、そった状態となる。この状態ではヒートシンクに接合しても、接触面積が少なく、放熱性が低下する。更に組立工程時、使用時のヒートサイクルによって、はんだ（３）接合部にクラックが発生する恐れがある。

そこで実用上最も熱が加わる接合条件と考えられる４００℃で１０分間の加熱後で材料（９）が軟化しない、つまり加熱後の０．２％耐力が、加熱前の０．２％耐力の９０％以上であることが必要である。好ましくは全く低下しないことが望まれる。

パワー半導体モジュールの放熱板（４）は、接合基板（２）と接合する場合、図３に示したようにはんだ（３）が凝固すると、絶縁基板（１５）と放熱板（４）の熱膨張係数差によってそりが発生する。その後時間経過とともにはんだ（３）のクリープによって放熱板（４）が変形（復元）する。はんだ（３）凝固時のそり量は放熱板（４）に使用される材料（９）の０．２％耐力、耐熱性や接合基板（２）の大きさ、加熱条件に起因する。そこで放熱板（４）は平坦性を得るために、接合後の経時変化（復元）を考慮して、図２に示すようにそりをつける必要がある。そりは接合基板（２）との接合面を上面として、下に凸の場合を＋、上に凸の場合を－とする。そのそり量は－の場合、接合後の復元に全く意味をなさず、接合後の平坦性が得られない。＋２００μmより大きいと、接合基板（２）と放熱板（４）の接合部に空間やボイドが発生しやすくなり、接合部の健全性が低下してしまう。またそりを付けるのも難しくなり、生産性、コスト面で不利になる。よってそり量は２００μm以下であることが必要である。好ましくは１００μm以下であることが望まれる。

又、放熱板（４）のそりはその形状が図４（ａ）に示したように湾曲状であることが望ましい。図４（ｂ）のようにＶ字型や図４（ｃ）のようにＷ字型では、

同じようにそり量をつけても、接合基板（２）と放熱板（４）の接合部及び半導体素子（１）と放熱板（４）の接合部に空間やボイドが発生しやすくなり、接合部の健全性が低下する。又、パワー半導体モジュールにおいては絶縁板が割れる恐れがある。これは図４（ａ）においても、湾曲部の形状によって発生する場合がある。

そこで図４（ａ）、（ｂ）、（ｃ）のいずれの場合においても曲率半径が一定以上であれば良い。曲率半径が１００ mm以上であれば、接合部の健全性は低下せず、絶縁板が割れることも無い。また図４（ｃ）のように複数箇所に湾曲部が存在する場合は、すべてが１００ mm以上の曲率半径であれば良い。

このようにそり付けする放熱板（４）においては、大きさや板厚も制約が必要となる。放熱板（４）の形状は正方形または長方形が一般的である。放熱板（４）には、ヒートシンクとねじ止めするために必要な $\phi 20$ mm以下の穴が０～１０個加工されていても良い。又、用途によって正方形または長方形のコーナー部に加工が施されていても良い。放熱板（４）の大きさおよび板厚については、一辺の長さが１０ mm未満および２００ mmより大きい場合、板厚が０．１ mm未満および５ mmより厚い場合はそり付けが難しく、特に一辺の長さが２００ mm、板厚が５ mmを超える場合には設備も大きくなり、コスト面で不利になる。

放熱板（４）に使用される材料（９）について、組立工程時の加熱後の結晶粒径が $25\ \mu\text{m}$ より大きい場合は、結晶粒径のバラツキが大きくなりやすく、局所的に機械特性値が異なってしまうので、図３に示したような復元力が得られない。よって放熱板（４）に使用される材料（９）は 400°C で１０分間の加熱後に結晶粒径が $25\ \mu\text{m}$ 以下でなくてはならない。好ましくは $20\ \mu\text{m}$ 以下が望まれる。

熱伝導率が $350\ \text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以上、 0.2% 耐力が $300\ \text{N}/\text{mm}^2$ 以上であり、 400°C で１０分間の加熱で軟化せず、且つ製造コストが低廉であるためには、（Fe、Co、Ni）－P系析出物を利用した銅基合金が適している。一般的に銅基合金の 0.2% 耐力、耐熱性を向上させる手段として、析出強化と固溶強化が利用される。析出強化型銅基合金は、固溶強化型銅基合金と比べて、熱伝導率を低下させずに 0.2% 耐力、耐熱性を向上することができる。このような

析出強化型銅基合金のうち、(Fe、Co、Ni)－P系析出物を利用することは、製造上、原料費及び設備面でコスト的に有利なためである。

このように(Fe、Co、Ni)－P系析出物を利用するにあたって、Fe、Co、Niのうち少なくとも1種以上と更にPを合計で0.01～0.3%含有する必要がある。0.01%未満の場合は、析出物量が少ないので、十分な0.2%耐力や耐熱性が得られない。又0.3%より多い場合は、必要となる熱伝導率が得られないためである。

以下に本発明の実施例を示すが本発明はこれら実施例に限定されるものではない。

10 [実施例1] 表1に化学成分(単位：%)を示す、本発明の放熱板(4)用の銅基合金No.1～No.5および比較用銅基合金No.6～No.16を高周波誘導溶解炉を用いて溶製し、40×40×150(mm)の铸塊を铸造した。その後、40×40×30(mm)の試片(8)を切り出し、900℃で60分の均質化処理を行い、8.0mmまで熱間圧延し、水冷、酸洗を行った。しかる後に、冷間

15 圧延、焼鈍、冷間圧延を繰り返して、板厚3.0mmの試片(8)を作製した。

表1

	No.	合金系	Fe	Co	Ni	P	Fe+Co+Ni+P	その他	Cu
本発明材	1	Cu-Fe-P	0.05			0.02	0.07		残部
	2	Cu-Fe-P	0.08			0.03	0.11		残部
	3	Cu-Co-P		0.11		0.035	0.145		残部
	4	Cu-Fe-Co-P	0.06	0.04		0.036	0.136		残部
	5	Cu-Fe-Ni-P	0.15		0.06	0.05	0.26		残部
比較材	6	Cu(C1020)							>99.9
	7	Cu(C1020)							>99.9
	8	Cu-Zr						Zr:0.10	残部
	9	Cu-Ag						Ag:0.10	残部
	10	Cu-P				0.03	0.03		残部
	11	Cu-Sn						Sn:0.15	残部
	12	Cu-Sn-P				0.006	0.006	Sn:0.15	残部
	13	Cu-Ni-Sn-P			0.15	0.05	0.20	Sn:0.07	残部
	14	Cu-Mg-P				0.12	0.12	Mg:0.20	残部
	15	Cu-Fe-P	0.006			0.002	0.008		残部
	16	Cu-Fe-Ni-P	0.20		0.15	0.07	0.42		残部

このようにして得られた銅基合金No.1～16について、表2に示したように熱伝導率、0.2%耐力、400℃で10分間加熱後の0.2%耐力及び結晶粒径、

ビッカース硬さを調査した。熱伝導率は導電率から算出し、導電率、0.2%耐力、ビッカース硬さは、それぞれJIS H 0505、JIS Z 22441、JIS Z 2244に準拠して測定した。400℃で10分間の加熱は、図5に示す装置を用いた。結晶粒径は材料(9)表面をエメリー紙を用いて研磨した後5にバフ研磨、エッチングして、光学顕微鏡を用いて測定した。

又、製造コストについては、実機で製造した場合の原料コスト、品質面からの不良ロスを考慮して評価した。○は製造コストが低廉なものであり、△は添加元素コスト問題、製品品質問題、製法時の特定の処理の必要性、のいずれか1つに該当するもの、×は2つ以上該当するものを示す。

10 表2

	No.	ビッカース 硬さ (HV)	熱伝導率 (W/m・K)	0.2%耐力(N/mm ²)		400℃,10分間加熱 後の結晶粒径 (μm)	製造 コスト
				加熱前	400℃,10分間 加熱後		
本 発 明 材	1	109	364	313	309	20	○
	2	114	358	350	345	17	○
	3	115	360	381	377	18	○
	4	130	358	400	385	11	○
	5	121	353	389	372	14	○
比 較 材	6	110	395	348	62	70	○
	7	104	394	283	260	51	○
	8	119	369	382	376	15	×
	9	114	380	331	286	31	△
	10	109	336	350	268	40	○
	11	114	342	341	291	29	○
	12	108	332	337	289	38	○
	13	120	286	372	369	20	○
	14	152	328	520	494	10	×
	15	104	376	308	142	53	○
	16	136	310	450	442	14	○

以上のように測定を行った銅基合金を図6に示した装置でプレス加工した。プレス加工後の板形状は図2に示したような長辺側X=100mm、短辺側Y=50mmの長方形で、長辺側に $d_x = +80\mu\text{m}$ 、図4(a)に示す湾曲状のそりを付けた。その曲率半径は1200mmとした。プレス加工した板に図7に示した15 接合基板(2)をはんだ(3)で接合した。はんだ(3)はJIS Z 3282のH60Aを用いた。接合条件は350℃で7分間とした。接合直後及び接合後

から10時間、50時間、100時間経過したときのそり量を測定した。その結果を表3に示す。そり量はダイヤルゲージ（17）で構成された図8に示す装置で測定した。試験結果は100時間後の平坦度で判定した。判定基準は $0 \pm 50 \mu\text{m}$ 以内を合格とした。

5 表3

	No.	0.2%耐力(N/mm^2)		そり量 $\text{dx}(\mu\text{m})$					平坦度判定
		加熱前	400°C, 10分間加熱後	基板接合前	基板接合直後	10hr.後	50hr.後	100hr.後	
本発明品	1	313	309	80	-196	-84	-63	-41	○
	2	350	345	80	-184	-80	-60	-38	○
	3	381	377	80	-173	-61	-39	-21	○
	4	400	385	80	-168	-56	-34	-18	○
	5	389	372	80	-175	-64	-41	-24	○
比較品	6	348	62	80	-250	-220	-220	-220	×
	7	283	260	80	-240	-150	-145	-140	×
	8	382	376	80	-177	-65	-46	-28	○
	9	331	286	80	-228	-110	-94	-82	×
	10	350	268	80	-240	-147	-141	-135	×
	11	341	291	80	-208	-90	-78	-57	×
	12	337	289	80	-218	-103	-87	-68	×
	13	372	369	80	-180	-73	-53	-31	○
	14	520	494	80	-130	-20	-6	+8	○
	15	308	142	80	-242	-210	-204	-197	×
	16	450	442	80	-156	-41	-16	-3	○

表2、3の結果から、本発明品No. 1～5は、製造コストが低廉で、熱伝導性が優れ、機械的強度が十分であり、且つ接合基板（2）と接合後の平坦性に優れている。従って、本発明品はパワー半導体モジュールやICパッケージ等に使用する放熱板（4）として優れている。

- 10 これに対して、0.2%耐力が $300 \text{ N}/\text{mm}^2$ 未満であり、400°Cで10分間加熱した後の結晶粒径が $25 \mu\text{m}$ より大きいNo. 7と、400°Cで10分間の加熱後の0.2%耐力が加熱前の90%未満であり、結晶粒径が $25 \mu\text{m}$ より大きいNo. 6、No. 9～12、15は、はんだ（3）接合時に材料（9）が軟化してしまい、接合後の経時変化で材料（9）の平坦性が復元しないので、接合基板（2）
- 15 を接合して100時間後のそり量が大きく、放熱板（4）の平坦性が劣っている。そり量の判定基準を満足しているNo. 13、14、16は熱伝導率が $350 \text{ W}/$

m・K未満であって熱放散性が劣っている。そり量が判定基準を満たしており、放熱性が優れているNo.8は、Zrを使用しているために、原料コストが高く、また鋳造、熱間圧延工程でZr-O系酸化物が品質面に悪影響を及ぼすので、製造コストの面でも劣っている。

- 5 〔実施例2〕 実施例1の表1に示す組成の本発明銅基合金No.1およびこれと同一組成の銅基合金No.17～22を用いて、プレス加工時につけたそりの大きさと接合基板(2)と接合後の平坦性について調査した。No.1、17～22の銅基合金を、図6に示した装置でプレス加工した。プレス加工後の板形状は、図2に示したような長辺側X=100mm、短辺側Y=50mmの長方形とした。長辺
- 10 側に図4(a)に示す湾曲状で、表4に示すそり量をつけた。

- このようにプレス加工した板に接合基板(2)を接合した。接合方法及び平坦度の測定方法、接合基板(2)と接合後のそり量判定基準は実施例1と同じである。接合部健全性は、接合基板(2)と接合後100時間までに、はんだ(3)接合部にクラックが発生した場合を×、発生しなかった場合を○で評価した。そ
- 15 りつけ性は図6の装置だけではそりつけができず、レベラー(10)やハンマーによる矯正が必要な場合を×、図6に示した装置でそり付け可能な場合は○で評価した。

表4

	No.	そり量dx(μm)					平坦度判定	接合部健全性	そりつけ性
		基板接合前	基板接合直後	10hr.後	50hr.後	100hr.後			
本発明品	1	+80	-196	-84	-63	-41	○	○	○
	17	+30	-230	-96	-74	-48	○	○	○
	18	+130	-150	-58	-49	-26	○	○	○
	19	+200	-61	+8	+24	+31	○	○	○
比較品	20	-20	-260	-117	-94	-75	×	○	○
	21	+250	-17	+31	+42	+48	○	×	×
	22	+300	+29	+68	+77	+81	×	×	×

- 表4の結果から、本発明品No.1、17～19は、接合基板(2)と接合後の平坦性が優れ、且つはんだ(3)接合部にクラック等の発生がなく、そりつけ性が優れている。一方、そりつけ量が0μm未満のNo.20は接合基板(2)と接合後
- 20

の平坦性が劣っており、そり量が $200\mu\text{m}$ より大きいNo. 21、22ははんだ
 (3) 接合部にクラックが発生し健全性が劣っており、さらにそり付け性も劣っている。したがって本発明品はパワー半導体モジュールの放熱板(4)として優れている。

- 5 [実施例3] 実施例1の表1に示す組成の本発明銅基合金No. 1と同一組成の銅基合金No. 23～32を用いて、板の形状とそり付け性について調査した。No. 1銅基合金と同一組成の銅基合金について、実施例1の製法で板厚 8.0mm の試片(8)を作製し、その後冷間圧延、焼鈍を繰り返して、表5に示すNo. 23～32の各種の板厚の試片(8)を作製した。このように製造したNo. 23～32の
 10 銅基合金を図6に示した装置でプレス加工した。プレス後の板形状は表5に示す大きさ及びそり量とし、そり形状は図4(a)に示す湾曲状とした。そり量 $0\mu\text{m}$ は、プレス後にそり付けを行わず、打抜き後の平坦性を調査するために実施した。

- 表5に示した本発明の形状であるNo. 23～27及び比較の形状であるNo. 28
 15 ～32は、それぞれ10枚ずつプレス加工した。そり付け性の評価はレベラー(10)やハンマーで矯正が必要な枚数で判定した。そり量の判定基準は狙い値 $\pm 10\mu\text{m}$ 以内とした。

表5

	No.	板厚(mm)	長さ(mm)		長辺そり量(μm)	そり付け性
			長辺	短辺		
本 発 明 品	23	0.30	100	50	0 ± 10	0/10
	24	0.30	100	50	100 ± 10	0/10
	25	0.30	150	100	0 ± 10	0/10
	26	1.00	100	50	0 ± 10	0/10
	27	3.00	100	50	0 ± 10	0/10
比 較 品	28	0.08	100	50	0 ± 10	2/10
	29	0.30	250	180	100 ± 10	1/10
	30	1.00	250	180	100 ± 10	3/10
	31	3.00	250	180	100 ± 10	5/10
	32	6.00	100	50	0 ± 10	3/10

- 表5の結果から、本発明の板形状であるNo. 23～27は、いずれもプレス後の
 20 板矯正が必要なく、プレス加工性に優れている。従って本発明品はプレス生産性に優れており、プレス打抜き後の平坦性も優れていることから、パワー半導体モ

ジュールやI Cパッケージ用放熱板（４）として優れている。これに対して、板厚が0.1mm未満であるNo.28、板厚が5mmより大きいNo.32、長辺が200mmより長いNo.29～31はいずれもそり量にバラツキがあるので、そりつけ性が劣っている。

- 5 【実施例４】 実施例１の表１に示す本発明銅基合金No.1と同一組成の銅基合金No.33～39を用いて、そり形状と、接合基板（２）と放熱板（４）のはんだ（３）接合部健全性について調査した。No.1の本発明材と同一組成の銅基合金を、図６に示した装置でプレス加工した。プレス加工後の板形状は、図２に示したような長辺側 $X=100\text{mm}$ 、短辺側 $Y=50\text{mm}$ の長方形とし、長辺側に $d_x=+$
- 10 $80\mu\text{m}$ のそり量で、表６に示す曲率半径でそりをつけた。湾曲部は図４（a）、（c）に示すようにそれぞれ１個か３個とした。３個の場合は中心部の曲率半径を一番小さくした。このようにプレス加工した板に接合基板（２）を接合した。接合方法及び平坦度の測定方法、そり量判定基準は実施例１と同じである。接合部健全性は、接合基板（２）接合後100時間までに、はんだ（３）接合部にク
- 15 ラックが発生した場合を×、発生しなかった場合を○で評価した。

表 6

	No.	湾曲部数	曲率半径 (mm)	接合基板接合 前そり量 (μm)	接合基板接合100時 間後そり量(μm)	接合部 健全性
本 発 明 品	33	1	1500	+80	-38	○
	34	1	800	+80	-42	○
	35	1	100	+80	-45	○
	36	3	500	+80	-44	○
比 較 品	37	1	50	+80	-63	×
	38	3	80	+80	-59	×
	39	3	30	+80	-72	×

- 表６の結果から、本発明品であるNo.33～36は、いずれも接合基板（２）接合後の平坦性に優れ、はんだ（３）接合部にクラックは発生しなかった。一方曲率半径が100mm未満であるNo.37～39は平坦度に劣り、はんだ（３）接合部にクラックが発生した。更にNo.38、39は絶縁基板（15）に割れが発生した。従って本発明品は、パワー半導体モジュール用放熱板（４）として優れている。
- 20

産業上の利用の可能性

5 以上の実施例から明らかなように、本発明の銅基合金を使用した放熱板（４）は強度、熱伝導性、耐熱性およびプレス加工性に優れ、組立工程、使用時における接合部信頼性に優れており、且つ安価に製造できることから、この放熱板（４）を用いて特性の優れたパワー半導体モジュールやＩＣパッケージ等の半導体装置を提供することができる。

請求の範囲

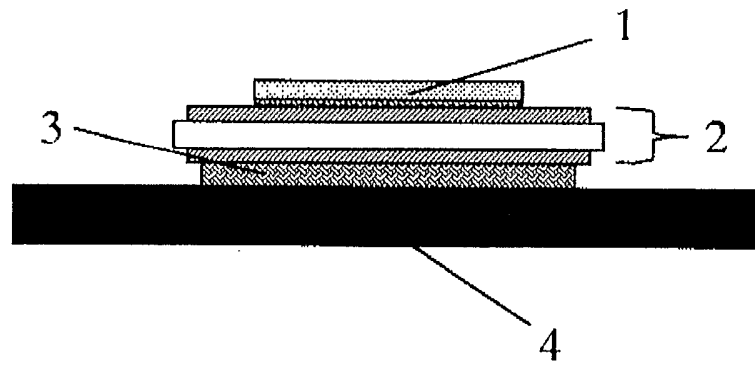
1. 0.2%耐力が 300 N/mm^2 以上、熱伝導率が $350\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上の銅基合金であることを特徴とする放熱板(4)。
5. 2. 0.2%耐力が 300 N/mm^2 以上、熱伝導率が $350\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上、 400°C で10分間加熱後の0.2%耐力が該加熱前の0.2%耐力の90%以上の銅基合金であることを特徴とする放熱板(4)。
10. 3. 0.2%耐力が 300 N/mm^2 以上、熱伝導率が $350\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上、 400°C で10分間加熱後の結晶粒径が $25\text{ }\mu\text{m}$ 以下の銅基合金であることを特徴とする放熱板(4)。
15. 4. 0.2%耐力が 300 N/mm^2 以上、熱伝導率が $350\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上、 400°C で10分間加熱後の0.2%耐力が該加熱前の0.2%耐力の90%以上、該加熱後の結晶粒径が $25\text{ }\mu\text{m}$ 以下の銅基合金であることを特徴とする放熱板(4)。
20. 5. 前記銅基合金がFe、CoおよびNiからなる群から選ばれる少なくとも1種の元素とPとを合計で0.01~0.3%含有し、残部が不可避不純物および銅からなる銅基合金である、請求項1~4のいずれかに記載の放熱板(4)。
25. 6. 各辺の長さがそれぞれ10~200mmの正方形または長方形、該各辺のそり量がそれぞれ $200\text{ }\mu\text{m}$ 以下、厚さが0.1~5mmである、請求項1~5のいずれかに記載の放熱板(4)。
7. 各辺の長さがそれぞれ10~200mmの正方形または長方形、該各辺のそり形状が湾曲状で曲率半径が100mm以上、厚さが0.1~5mmである、

請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の放熱板（４）。

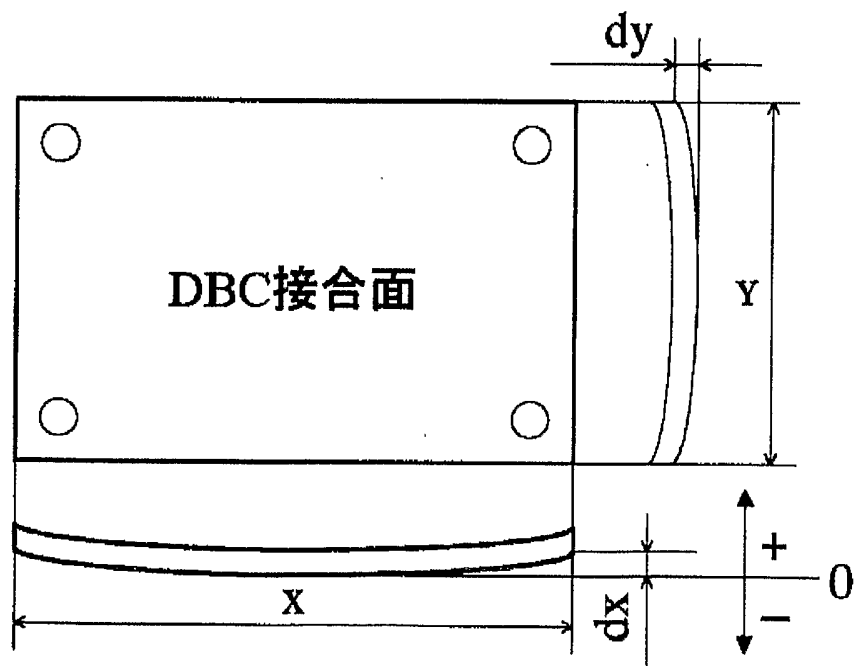
8. 各辺の長さがそれぞれ 1 0 ～ 2 0 0 mm の正方形または長方形、該各辺の
そり量がそれぞれ 2 0 0 μ m 以下、該各辺のそり形状が湾曲状で曲率半径が 1 0
5 0 mm 以上、厚さが 0 . 1 ～ 5 mm である、請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の放
熱板（４）。

9. 請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の放熱板（４）を用いたことを特徴とする
パワー半導体モジュールまたは I C パッケージ。

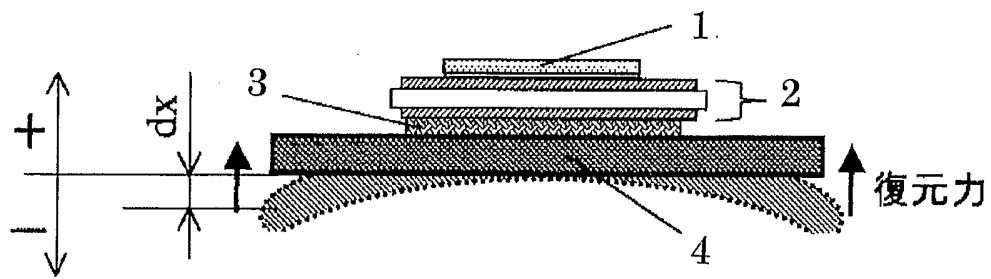
第1図



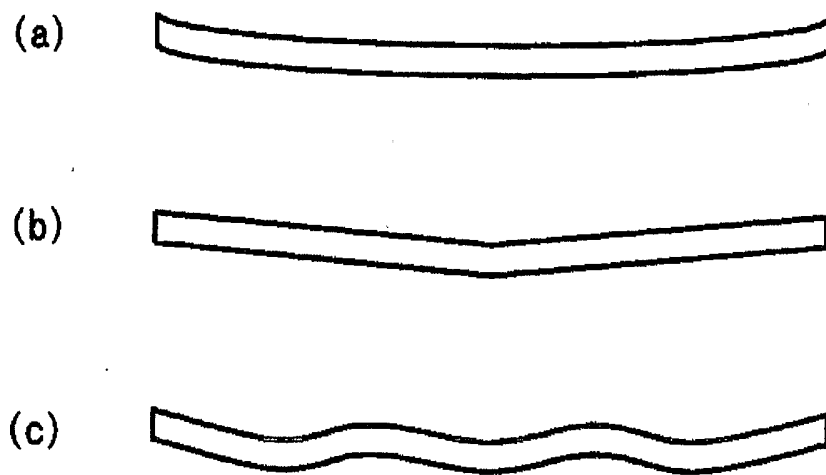
第2図



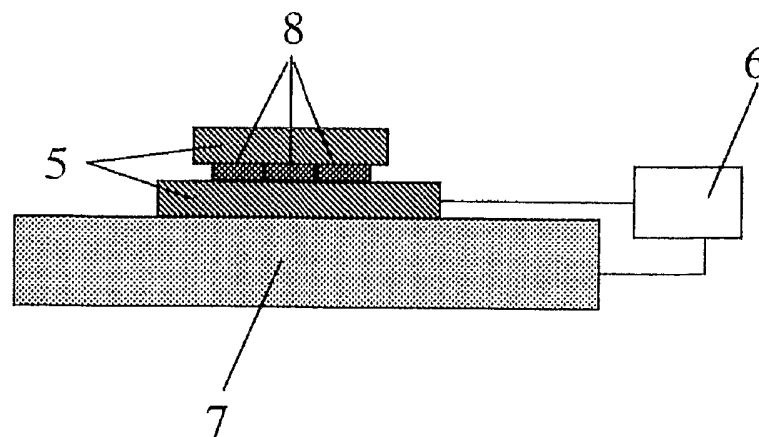
第3図



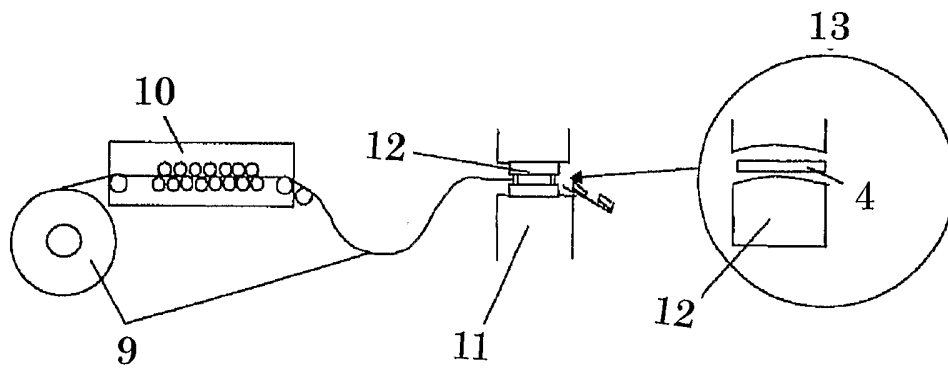
第4図



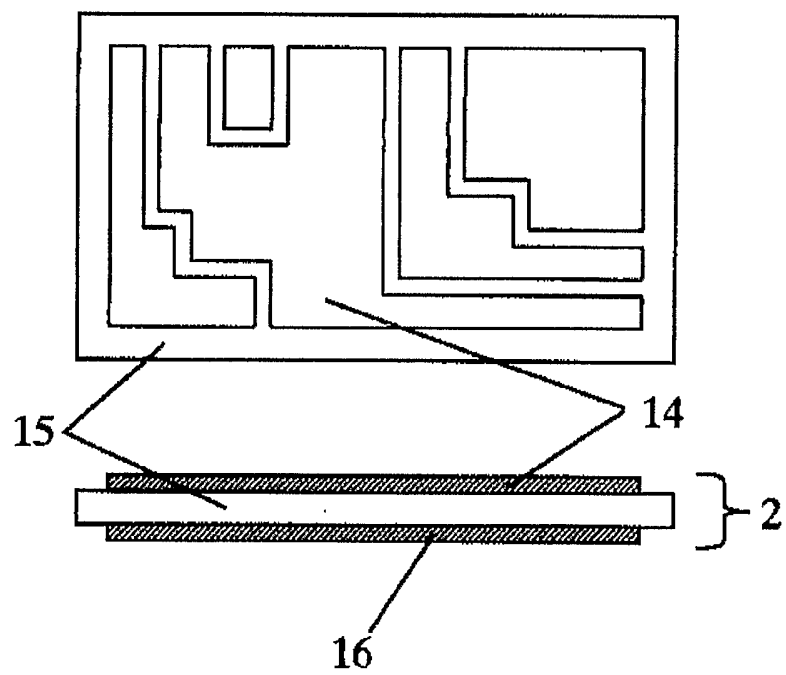
第5図



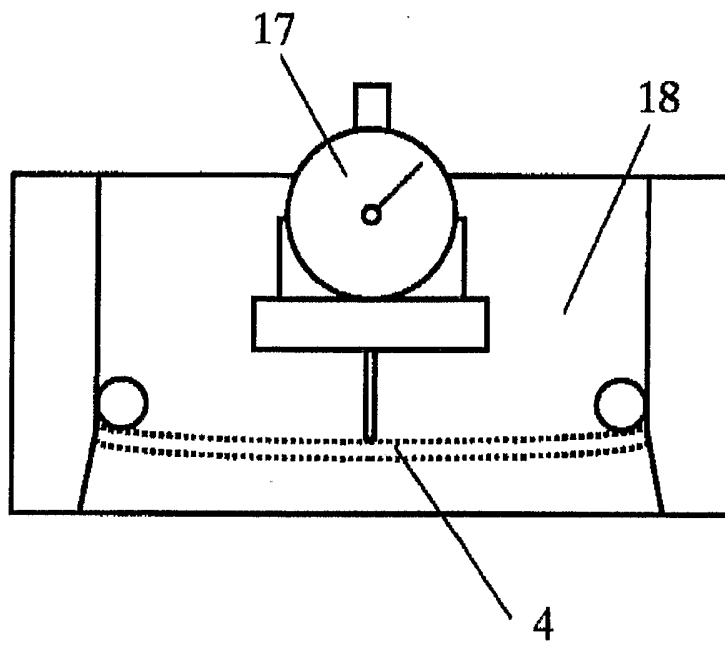
第6図



第7図



第8図



図面の符号の説明

- 1 半導体素子
- 2 金属—セラミックス接合基板
- 3 はんだ
- 4 放熱板
- 5 純銅板
- 6 温度制御装置
- 7 ホットプレート
- 8 試片
- 9 材料
- 10 レベラー
- 11 プレス機
- 12 順送金型
- 13 そりつけ部
- 14 銅パターン
- 15 絶縁基板
- 16 導体層
- 17 ダイヤルゲージ
- 18 放熱板固定台
- X 放熱板の長辺側長さ (mm)
- Y 放熱板の短辺側長さ (mm)
- d_x 放熱板の長辺側そり量 (μm)
- d_y 放熱板の短辺側そり量 (μm)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/08479

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L23/36

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L23/34-23/473

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 11-251483 A (Hitachi, Ltd.), 17 September, 1999 (17.09.99), Column 3, lines 15 to 47 (Family: none)	1, 2, 9 3, 4, 6-8 5
Y	JP 7-331363 A (Nippon Mining & Metals Co., Ltd.), 19 December, 1995 (19.12.95), Claims 3, 4 (Family: none)	3, 4
Y	US 6139975 A (Hitachi Powered Metals Co., Ltd.), 31 October, 2000 (31.10.00), Column 1, lines 29 to 33 & JP 11-21602 A & WO 98/56526 A1	6-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 19 November, 2002 (19.11.02)	Date of mailing of the international search report 03 December, 2002 (03.12.02)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
--	--------------------

Facsimile No.	Telephone No.
---------------	---------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/08479

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 8-222658 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 30 August, 1996 (30.08.96), Column 5, lines 19 to 26 (Family: none)	6-8
A	JP 2000-311971 A (Hitachi, Ltd.), 07 November, 2000 (07.11.00), Column 2, lines 41 to 47 (Family: none)	1-9
A	JP 6-100983 A (Nippon Steel Corp.), 12 April, 1994 (12.04.94), Full text (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L 23/36

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L 23/34-23/473

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2002年

日本国登録実用新案公報 1994-2002年

日本国実用新案登録公報 1996-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	J P 11-251483 A (株式会社日立製作所), 1999. 09. 17, 第3欄第15行-第47行 (ファミリーなし)	1, 2, 9 3, 4, 6-8 5
Y	J P 7-331363 A (日鉱金属株式会社), 1995. 12. 19, 請求項3, 4 (ファミリーなし)	3, 4
Y	US 6139975 A (Hitachi Powered Metals Co., Ltd.), 2000. 10. 31, 第1欄第29行-第33行 & J P 11-21602 A & WO 98/56526 A1	6-8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

19. 11. 02

国際調査報告の発送日

03.12.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

北島 健次

4E 8225

電話番号 03-3581-1101 内線 3423



C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 8-222658 A (住友電気工業株式会社) , 1996. 08. 30, 第5欄第19行-第26行, (ファミリーなし)	6-8
A	JP 2000-311971 A (株式会社日立製作所) , 2000. 11. 07, 第2欄第41行-第47行, (ファミリーなし)	1-9
A	JP 6-100983 A (新日本製鐵株式会社) , 1994. 04. 12, 全文, (ファミリーなし)	1-9