

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 9 月 7 日(07.09.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/117478 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 20/00 (2006.01) H01R 4/02 (2006.01)
B23K 20/14 (2006.01) H01R 43/02 (2006.01)
H01L 21/60 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/007044
- (22) 国際出願日: 2011 年 12 月 16 日(16.12.2011)
- (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 2011-042408 2011 年 2 月 28 日(28.02.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三洋電機株式会社 (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 柳瀬 康行 (YANASE, Yasuyuki) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口

市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号三洋電機株式会社内 Osaka (JP). 齋藤 浩一 (SAITO, Koichi) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号三洋電機株式会社内 Osaka (JP).

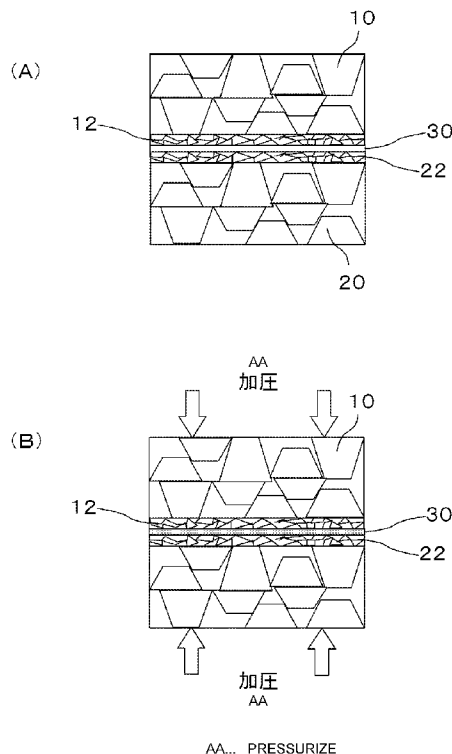
- (74) 代理人: 森下 賢樹 (MORISHITA, Sakaki); 〒1500021 東京都渋谷区恵比寿西 2-11-12 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,

[続葉有]

(54) Title: METAL JUNCTION STRUCTURE AND METAL JUNCTION METHOD

(54) 発明の名称: 金属接合構造および金属接合方法

【図3】



(57) Abstract: In the present invention, a fine crystal layer having a crystal grain diameter smaller than that of the base material is formed on at least one of the surface of a first joining portion (10) and the surface of a second joining portion (20), and then the space between the first joining portion (10) and the second joining portion (20) is filled with a solution (30) that elutes copper oxide, and the copper oxide in a surface oxide film is eluted into the solution (30). Components other than copper are removed from the solution (30) by pressurization and heating at a temperature no greater than the copper recrystallization temperature, and copper oxide is precipitated. The first joining portion (10) and the second joining portion (20) are joined by the copper that has been precipitated, causing the copper to solid phase diffuse in the first joining portion (10) and the second joining portion (20).

(57) 要約: 第1の被接合部(10)の表面、第2の被接合部(20)の表面のすくなくとも一方に母材に比べて結晶粒径が微細な微細結晶層を形成した後、第1の被接合部(10)と第2の被接合部(20)との間に、酸化銅が溶出する溶液(30)を充填し、表面酸化膜中の酸化銅を溶液(30)中に溶出させる。加圧および銅の再結晶化温度以下の加熱により溶液(30)中の銅以外の成分を除去して酸化銅を析出させ、第1の被接合部(10)と第2の被接合部(20)とを析出した銅により接合した後、第1の被接合部(10)と第2の被接合部(20)に銅を固相拡散させる。

WO 2012/117478 A1



MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラ
シア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：金属接合構造および金属接合方法

技術分野

[0001] 本発明は、金属の接合構造および金属の接合方法に関する。より具体的には、銅と銅の接合構造および接合方法に関する。

背景技術

[0002] 配線基板を構成する配線層や半導体チップの素子電極表面等の導電性材料として、銅が幅広く使用されている。従来、配線基板の配線層等の第1の被接合部材に半導体チップの素子電極など第2の被接合部材を電氣的に接続する金属の接合方法としては、はんだを介して接合面をはんだ接合する方法、接合面を高温に加熱しながら加圧下で接合する方法、真空中でイオン照射等により接合面を活性化させて接合する方法などが知られている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2003-100811号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] はんだを介して銅同士を接合する方法では、銅とはんだとの接合界面にCu-Sn合金が生じる。Cu-Sn合金は電気抵抗が比較的大きく、かつ延性が乏しいため、接合部分の電気特性や接続信頼性が低下するという課題がある。接合面を高温に加熱して加圧により接合する方法では、配線基板や半導体チップに熱や加圧によるダメージが生じる可能性がある。また、真空中で接合面を活性化させて接合する方法では、真空装置などの大がかりな設備が必要となりコストの増大が避けられない。

[0005] 本発明はこうした課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、接続信頼性を確保しつつ、比較的低温でかつ簡便な方法で銅同士を接合することのできる技術の提供にある。

課題を解決するための手段

- [0006] 本発明のある態様は、金属接合構造である。当該金属接合構造は、銅を主成分とする金属からなる第1の被接合部と、銅を主成分とする金属からなる第2の被接合部と、が拡散接合により接合し、第1の被接合部と第2の被接合部との接合界面と直交する方向の線上において、単位長さ当たりの銅の粒界の数が第1の被接合部および第2の被接合部に比べて接合界面近傍の方が多くなっている部分が存在することを特徴とする。
- [0007] 上記態様の金属接合構造によれば、第1の被接合部と第2の被接合部との接合界面近傍に母材の被接合部に比べて微細化された銅が介在することで、第1の被接合部と第2の被接合部との接合強度を増大させることができる。
- [0008] 本発明の他の態様は、金属接合方法である。当該金属接合方法は、銅を主成分とする金属からなる第1の被接合部と、銅を主成分とする金属からなる第2の被接合部を用意する工程と、第1の被接合部および第2の被接合部の少なくとも一方の表面に母材となる被接合部よりも銅の結晶粒径が小さい微細結晶層を形成する工程と、第1の被接合部と第2の被接合部との間に、酸化銅を主成分とする酸化物が溶出する溶液を充填する工程と、第1の被接合部と第2の被接合部との間の距離を縮めるように第1の被接合部と第2の被接合部とを加圧する工程と、第1の被接合部と第2の被接合部とを加圧した状態で、銅の再結晶化温度以下で加熱することにより第1の被接合部と第2の被接合部とを接合する工程と、を備えることを特徴とする。
- [0009] 以上説明した金属接合方法によれば、真空装置などの大がかりな設備を用いることなく、比較的低温な条件下で銅同士を高強度で接合することができる。より詳しくは、接合時の加熱温度を銅の再結晶化温度以下とすることで、被接合部間の接合界面近傍に微細結晶層が存在する。この微細結晶層によって、被接合部間の接合強度の増大を図ることができる。
- [0010] 上記態様の金属接合方法において、微細結晶層を形成する工程が、研磨工程、スパッタ工程またはメッキ工程であってもよい。溶液は銅に対して不活性であってもよい。溶液が銅と錯体を形成する配位子を含んでもよい。錯体

が加熱分解性であってもよい。また、溶液がアンモニア水またはカルボン酸水溶液であってもよい。

なお、上述した各要素を適宜組み合わせたものも、本件特許出願によって特許による保護を求める発明の範囲に含まれる。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、比較的低温でかつ簡便な方法で銅同士を高強度で接合することのできる技術の提供にある。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]実施の形態に係る金属接合構造を示す概略図である。

[図2]実施の形態に係る金属接合方法を示す工程図である。

[図3]実施の形態に係る金属接合方法を示す工程図である。

[図4]実施の形態に係る金属接合方法を示す工程図である。

[図5]実施例1で得られた接合体の断面SEM写真像である。

[図6]接合界面と直交する方向の距離と銅の粒界の数との関係を示すグラフである。

[図7]半導体装置の製造に金属接合方法を適用した場合の工程図である。

[図8]半導体装置の製造に金属接合方法を適用した場合の工程図である。

[図9]半導体装置の製造に金属接合方法を適用した場合の工程図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。なお、すべての図面において、同様な構成要素には同様の符号を付し、適宜説明を省略する。以下の説明において、「銅を主成分とする」および「酸化銅を主成分とする」という表現中、「主成分とする」は、銅または酸化銅の含有量が50%よりも大きいことを意味する。

[0014] 図1は、実施の形態に係る金属接合構造を示す模式図である。金属接合構造100は、第1の被接合部10と第2の被接合部20とが拡散接合により接合した構造である。

[0015] 第1の被接合部10および第2の被接合部20はそれぞれ銅を主成分とす

る金属で形成されている。

[0016] 第1の被接合部10と第2の被接合部20との接合界面Aと直交する方向の線B上において、単位長さ当たりの銅の粒界の数が母材となる第1の被接合部10および第2の被接合部20に比べて接合界面近傍の方が多くなっている部分（図1の領域Rの部分）が存在する。単位長さ当たりの銅の粒界の数は、銅の結晶粒径と逆相関の関係にあり、単位長さ当たりの銅の粒界の数が多領域ほど、銅の結晶粒径が微細になる。

[0017] 本実施の形態に係る金属接合構造100によれば、結晶粒径が微細な銅で接合された部分が存在することにより、第1の被接合部10と第2の被接合部20との接合強度を高くすることができる。

[0018] また、第1の被接合部10および第2の被接合部20の主成分を共に銅とし、第1の被接合部10と第2の被接合部20とを銅で接合する構造を採ることにより、金属接合構造100の熱膨張率にばらつきが生じることが抑制される。この結果、金属接合構造100の熱信頼性を向上させることができる。

[0019] （金属接合方法）

実施の形態に係る金属接合方法について、図2～図4を参照して説明する。

[0020] まず、図2（A）に示すように、第1の被接合部10および第2の被接合部20を用意する。第1の被接合部10および第2の被接合部20は、銅を主成分とする金属で形成されていればよく、その形態は特に制限されない。第1の被接合部10および第2の被接合部20は、たとえば、銅板であってもよく、スパッタ法によりSi基板などの基板上に形成された銅からなる堆積層であってもよく、銅箔などの銅板をパターンニングすることにより形成した配線層の外部端子部分であってもよい。

[0021] 第1の被接合部10の接合面側の表面、第2の被接合部20の接合面側の表面には、酸化銅を主成分とする酸化物層（図示せず）が形成されている。当該酸化物層は、 Cu_2O で形成された薄膜状の被膜であり、その厚さは、た

たとえば、10 nmである。当該酸化物層は、意図的に形成された被膜であっても、意図せず形成された被膜であってもよい。意図せず形成された被膜としては、銅が大気中で酸化することにより形成される自然酸化膜が挙げられる。

[0022] 次に、図2（B）に示すように、第1の被接合部10の接合面側の表面、第2の被接合部20（以下、第1の被接合部10、第2の被接合部20を総称して被接合部という）の接合面側の表面に、それぞれ第1の微細結晶層12、第2の微細結晶層22（以下、第1の微細結晶層12、第2の微細結晶層22を総称して微細結晶層という）を形成する。微細結晶層を構成する銅は、母材となる被接合部を構成する銅に比べて結晶粒径が小さい。微細結晶層の形成方法としては、被接合部の接合面側の表面に歪みを加えることで表面の結晶粒径を小さくする方法、被接合部の接合面側の表面にスパッタ法、メッキ法などを用いて微細結晶層を堆積する方法などが挙げられる。スパッタ法によれば、より微細な微細結晶層を作製することができる。

[0023] 次に、図3（A）に示すように、第1の微細結晶層12と第2の微細結晶層22との間に、酸化銅が溶出または溶解する溶液30を充填する。第1の微細結晶層12と第2の微細結晶層22との間に溶液30を充填したときの、第1の微細結晶層12の露出面と第2の微細結晶層22の露出面との距離は、たとえば、1 μ mである。溶液30は、銅と錯体を形成する配位子を含む溶液であり、たとえば、アンモニア水、カルボン酸水溶液が挙げられる。溶液30の濃度は、後述する加圧条件や加熱条件に応じて実験により設定することができる。

[0024] カルボン酸水溶液の調製に用いられるカルボン酸としては、酢酸などのモノカルボン酸、また、シュウ酸、マロン酸、コハク酸、グルタル酸、フタル酸、マレイン酸などのジカルボン酸、さらに、酒石酸、クエン酸、乳酸、サリチル酸などのオキシカルボン酸が挙げられる。

[0025] このうち、カルボン酸水溶液は多座配位子となるカルボン酸を有することが好ましい。多座配位子となるカルボン酸を有するカルボン酸水溶液では、

カルボン酸と銅がキレートを形成することにより銅錯体の安定性が非常に大きくなる。この結果、接合に必要な温度をより低温化させることができる。なお、酒石酸がキレートを形成することについては、「理化学辞典 第4版（岩波書店）」の第593頁に記載されている。また、酒石酸、シュウ酸などがキレートを形成することは「ヘスロップジョーンズ 無機化学（下） 齋藤喜彦 訳」の第666頁に記載されている。ここで、キレート化とは、多座配位子によって環が形成されることにより錯体の安定度が非常に大きくなることをいう。以下の説明では、溶液30としてクエン酸水溶液を用いた場合について記載する。

[0026] 室温で1分程度放置すると、第1の微細結晶層12の最表面に形成された酸化銅が溶液30中に溶出し、消失する。また、第2の微細結晶層22の最表面に形成された酸化銅が溶液30中に溶出し、消失する。第1の微細結晶層12および第2の微細結晶層22の最表面に形成された酸化銅が溶液30に溶出することにより、第1の被接合部10の最表面（接合面側の露出面）および第2の被接合部20の最表面（接合面側の露出面）にそれぞれ第1の微細結晶層12および第2の微細結晶層22を構成する銅が露出する。また、溶液30中では、配位子となるクエン酸イオンと銅イオンとにより銅錯体が形成される。本実施の形態では、銅錯体は、 $[\text{Cu}_2(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2]^{4-}$ で表される加熱分解性の銅錯イオンとして存在すると考えられる。なお、クエン酸は銅に対して不活性であるため、最表面の酸化物層を除く第1の微細結晶層12および第2の微細結晶層22の銅はクエン酸水溶液と応せずに残存している。

[0027] 次に、図3（B）に示すように、第1の被接合部10と第2の被接合部20との間の距離を縮めるように、プレス機を用いて第1の被接合部10と第2の被接合部20とを加圧する。加圧時の圧力は、たとえば、1～30MPaである。

[0028] 次に、図4（A）に示すように、第1の被接合部10と第2の被接合部20とを加圧した状態で銅の再結晶化温度以下の温度条件下（たとえば、12

5℃～200℃)で加熱することにより溶液30中の銅以外の成分を除去して銅を析出または部分的に再結晶化させる。本実施の形態では、加熱により水分が蒸発するとともに、銅錯イオン及びクエン酸成分が熱分解する。これにより、溶液30において銅の割合が徐々に高まるとともに、プレス機による加圧により第1の被接合部10の最表面と第2の被接合部20の最表面との距離が徐々に近づく。

[0029] 次に、図4(B)に示すように、溶液30中の銅以外の成分の除去が完了すると、第1の被接合部10の最表面と第2の被接合部20の最表面とが酸化銅由来の銅からなる析出銅(図示せず)により拡散接合される。この析出銅は、配向性および安定性が優れている。最終的な析出銅の厚さは、第1の微細結晶層12の最表面に形成された酸化銅の厚さと、第2の微細結晶層22の最表面に形成された酸化銅の厚さの和と同程度である。析出銅により拡散接合が完了した後、加熱を停止して析出銅による接合部分を徐々に室温程度まで冷却する。なお、加熱開始から加熱停止までの時間は、たとえば、10分間である。冷却完了後、加圧を解除し、第1の被接合部10と第2の被接合部20との接合工程が完了する。

[0030] 以上の工程により、第1の被接合部10と第2の被接合部20との接合界面Aと直交する方向の線B上において、単位長さ当たりの銅の粒界の数が母材となる第1の被接合部10および第2の被接合部20に比べて、接合界面近傍、すなわち、第1の微細結晶層12、第2の微細結晶層22および両者の間に形成された析出銅からなる領域の方が多くなっている金属接合構造100が得られる。

[0031] 図4(B)に示した金属接合構造100では、第1の微細結晶層12および第2の微細結晶層22が接合界面Aに沿って延在している。このため、接合界面Aと直交する方向の任意の線B上において、単位長さ当たりの銅の粒界の数が母材となる第1の被接合部10および第2の被接合部20に比べて、接合界面近傍の方が多くなっている。これに対して、接合時の温度、圧力、時間等の接合条件を変えることにより、第1の微細結晶層12および第2

の微細結晶層 22 の一部の再結晶化を進行させることで、微細結晶層を被接合部の銅の結晶粒径と同等な銅の結晶層とすることができる。これにより、図 1 に示すような、第 1 の被接合部 10 と第 2 の被接合部 20 と接合界面と直交する方向の線上において、単位長さ当たりの銅の粒界の数が母材となる第 1 の被接合部 10 および第 2 の被接合部 20 に比べて接合界面近傍の方が多くなっている領域が部分的に存在する金属接合構造 100 を得ることができる。

[0032] なお、上述した金属接続方法では、第 1 の被接合部 10 と第 2 の被接合部 20 の両方に微細結晶層を設けているが、微細結晶層を第 1 の被接合部 10 、第 2 の被接合部 20 のいずれか一方にのみ形成してもよい。この場合には、第 1 の被接合部 10 と第 2 の被接合部 20 との接合界面に対していずれか一方の側に微細結晶層が部分的または全面的に形成される。

[0033] 以上説明した金属接続方法によれば、真空装置などの大がかりな設備を用いることなく、比較的低温な条件下で銅同士を接合することができる。具体的には、微細結晶層の最表面に形成された酸化銅が溶液 30 中に溶出することにより、被接合部の最表面に銅が露出する、言い換えると被接合部の接合面が活性化される。被接合部の接合面が活性化された後、析出銅 40 を介して第 1 の被接合部 10 と第 2 の被接合部 20 とが接合される。これにより、第 1 の被接合部 10 の接合面と析出銅 40 との間および第 2 の被接合部 20 の接合面と析出銅 40 との間にボイドが発生したり副生成物が介在することが抑制されるため、第 1 の被接合部 10 と第 2 の被接合部 20 との接続信頼性を高めることができる。

[0034] さらに、本実施の形態では、接合時の加熱温度を銅の再結晶化温度以下とすることで、被接合部間の接合界面近傍に微細結晶層が存在している。この微細結晶層によって、被接合部間の接合強度の増大を図ることができる。微細結晶層がより微細になるほど、接合強度が高まる。このため、より微細な微細結晶層を作製する方法として、スパッタ法が好適である。

[0035] また、第 1 の被接合部 10 と第 2 の被接合部 20 との接合を担う析出銅と

して、第1の微細結晶層12と第2の微細結晶層22の酸化被膜として存在していた酸化銅由来の銅が用いられているため、第1の被接合部10と第2の被接合部20とを接合するために、接合材料を別途用意する必要がない。このため、第1の被接合部10と第2の被接合部20との接続に要するコストを低減することができる。

[0036] (実施例1)

実施例1では、厚さ1mmの一对の銅板の表面に、それぞれ研磨により微細結晶層を形成した。微細結晶層が対向するように銅板の間にクエン酸水溶液（濃度10%）を充填し、200℃、5.8MPa、60分の接合条件にて上述した拡散接合により銅板同士を接合した。得られた接合体について引っ張り強度を測定したところ、最大応力は48.3MPaであった。

[0037] 図5は、実施例1で得られた接合体の断面SEM写真像である。図5の右図のSEM写真像において、接合界面Aを含む長方形の領域R内について銅の粒界に沿って点線を引いた。接合界面Aと直交する方向の線B上について、2μmごとに銅の粒界の数をカウントした。図6に、接合界面と直交する方向の距離と銅の粒界の数との関係を示す。接合界面と直交する方向の距離が4～6μmの領域は、図5の接合界面Aを含む領域（接合界面近傍の領域）に相当する。図6に示すように、接合界面近傍の領域はこれ以外の領域に比べて銅の粒界の数が大幅に増大しており、接合界面近傍の領域に上述した銅の微細結晶層が形成されていることが確認された。

[0038] (比較例1)

比較例1では、微細結晶層を形成せず、厚さ1mmの一对の銅板の間にクエン酸水溶液（濃度10%）を充填し、400℃、5.8MPa、60分の接合条件にて上述した拡散接合により銅板同士を接合した。得られた接合体について引っ張り強度を測定したところ、最大応力は23.1MPaであった。

[0039] 実施例1および比較例1の結果により、被接合部の接合面側の表面に微細結晶層を形成し、接合時に温度を銅の再結晶化温度以下とすることにより、

得られる接合体の接合強度を大幅に向上させることができることが確認された。

[0040] (金属接合構造の応用例)

上述した金属接合構造および金属接合方法の応用例として、図7～図9を参照して半導体装置に適用した例を説明する。

[0041] まず、図7(A)に示すように、半導体チップ500を準備する。半導体チップ500は、半導体基板510、素子電極520および絶縁樹脂層530を有する。半導体基板510はたとえば、Si基板であり、集積回路(IC)、大規模集積回路(LSI)などが形成されている。素子電極520は、たとえばAlをパターニングすることにより形成することができる。絶縁樹脂層530は、半導体基板510の電極形成面を被覆する保護層であり、素子電極520が露出するような開口が設けられている。絶縁樹脂層530は、たとえば、ポリイミドで形成される。

[0042] 次に、図7(B)に示すように、素子電極520の上にメッキ法やスパッタ法などにより銅ポスト540を形成する。銅ポスト540の高さは、たとえば、 $5\mu\text{m}$ ～ $100\mu\text{m}$ である。

[0043] 次に、図7(C)に示すように、銅ポスト540の頂部面が露出するように、絶縁樹脂層530の上に絶縁樹脂層550を形成する。この工程では、絶縁樹脂層550の厚さを予め調節してラミネートする方法や、銅ポスト540より厚い絶縁樹脂層を形成した後、 O_2 プラズマエッチングにより、銅ポスト540の頂部面を露出させる方法を用いることができる。

[0044] 次に、図8(A)に示すように、銅ポスト540の頂部面に微細結晶層560を形成する。微細結晶層560の形成方法は、上述した金属接合方法の図2(B)で説明した方法(研磨法、スパッタ法、メッキ法など)のいずれかを採用することができる。

[0045] 半導体チップ500とは別に、図8(B)に示すように、配線基板600を用意する。配線基板600は、絶縁樹脂層610、基板電極620、基板電極630、絶縁樹脂層640および絶縁樹脂層650を有する。

- [0046] 絶縁樹脂層 610 を構成する材料としては、たとえば、BT レジン等のメラミン誘導体、液晶ポリマー、エポキシ樹脂、PPE 樹脂、ポリイミド樹脂、フッ素樹脂、フェノール樹脂、ポリアミドビスマレイミド等の熱硬化性樹脂が例示される。
- [0047] 基板電極 620 は絶縁樹脂層 610 の一方の側（本実施の形態では半導体素子接続面）に設けられており、銅で形成されている。基板電極 620 は絶縁樹脂層 610 の一方の側に設けられた所定パターンの配線層（図示せず）と電氣的に接続されている。基板電極 630 は、絶縁樹脂層 610 の他方の側に設けられており、銅で形成されている。基板電極 630 は、絶縁樹脂層 610 の他方の側に設けられた所定パターンの配線層（図示せず）と電氣的に接続されている。基板電極 620 と基板電極 630 とは絶縁樹脂層 610 を貫通するビア導体（図示せず）により電氣的に接続されている。
- [0048] 次に、図 9（A）に示すように、配線基板 600 に設けられた基板電極 620 と、半導体チップ 500 に設けられた銅ポスト 540 とが対向するように、配線基板 600 と半導体チップ 500 とを位置合わせする。
- [0049] 次に、上述した金属接合方法の図 3（A）～図 4（B）で説明した接合方法を適用することにより、図 9（B）に示すように、基板電極 620 と銅ポスト 540 とを接合することができる。
- [0050] 以上の工程により、上述した金属接続構造を有する半導体装置 700 を作製することができる。半導体装置 700 に上述した金属接続構造を適用することにより、基板電極 620 と銅ポスト 540 との接続強度を向上させることができ、ひいては、半導体装置の動作信頼性を向上させることができる。

符号の説明

- [0051] 10 第 1 の被接合部、12 第 1 の微細結晶層、20 第 2 の被接合部、22 第 2 の微細結晶層、500 半導体チップ、510 半導体基板、520 素子電極、540 銅ポスト、600 配線基板、620 基板電極、700 半導体装置

産業上の利用可能性

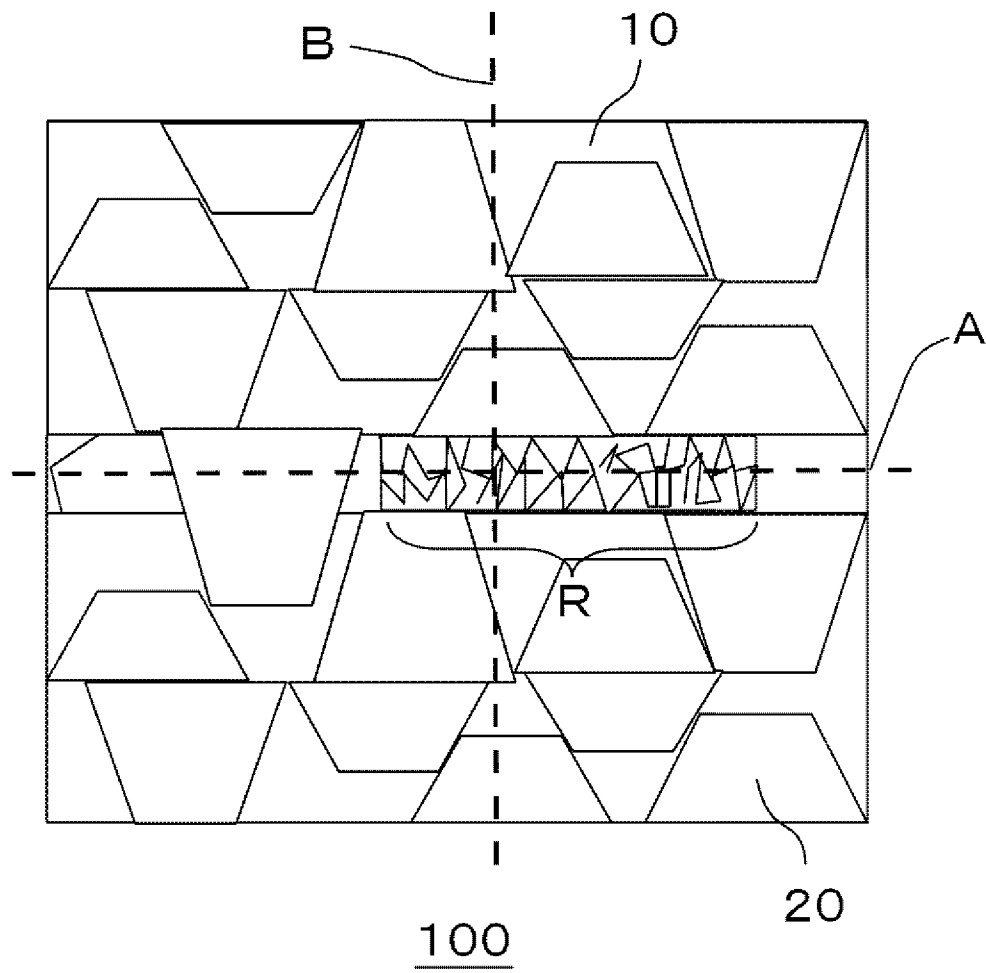
[0052] 本発明は、金属の接合構造および金属の接合方法に適用される。

請求の範囲

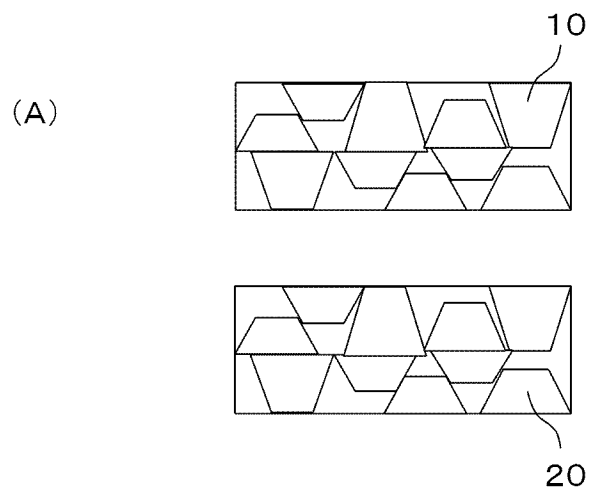
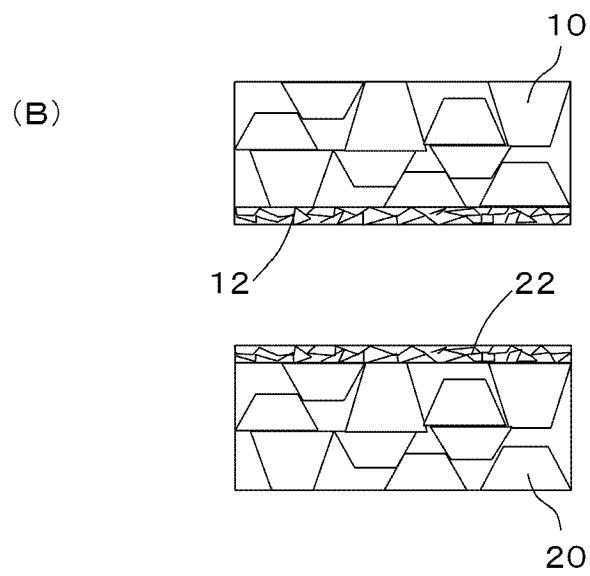
- [請求項1] 銅を主成分とする金属からなる第1の被接合部と、
銅を主成分とする金属からなる第2の被接合部と、
が拡散接合により接合し、
前記第1の被接合部と前記第2の被接合部との接合界面と直交する方向の線上において、単位長さ当たりの銅の粒界の数が前記第1の被接合部および前記第2の被接合部に比べて接合界面近傍の方が多くなっている部分が存在することを特徴とする金属接合構造。
- [請求項2] 銅を主成分とする金属からなる第1の被接合部と、銅を主成分とする金属からなる第2の被接合部を用意する工程と、
前記第1の被接合部および前記第2の被接合部の少なくとも一方の表面に母材となる被接合部よりも銅の結晶粒径が小さい微細結晶層を形成する工程と、
前記第1の被接合部と前記第2の被接合部との間に、酸化銅を主成分とする酸化物が溶出する溶液を充填する工程と、
前記第1の被接合部と前記第2の被接合部との間の距離を縮めるように前記第1の被接合部と前記第2の被接合部とを加圧する工程と、
前記第1の被接合部と前記第2の被接合部とを加圧した状態で、銅の再結晶化温度以下で加熱することにより前記第1の被接合部と前記第2の被接合部とを接合する工程と、
を備えることを特徴とする金属接合方法。
- [請求項3] 前記微細結晶層を形成する工程が、研磨工程、スパッタ工程またはメッキ工程である請求項2に記載の金属接合方法。
- [請求項4] 前記溶液は銅に対して不活性である請求項2または3に記載の金属接合方法。
- [請求項5] 前記溶液が銅と錯体を形成する配位子を含む請求項2乃至4のいずれか1項に記載の金属接合方法。
- [請求項6] 前記錯体が加熱分解性である請求項5に記載の金属接合方法。

[請求項7] 前記溶液がアンモニア水またはカルボン酸水溶液である請求項2乃至6のいずれか1項に記載の金属接合方法。

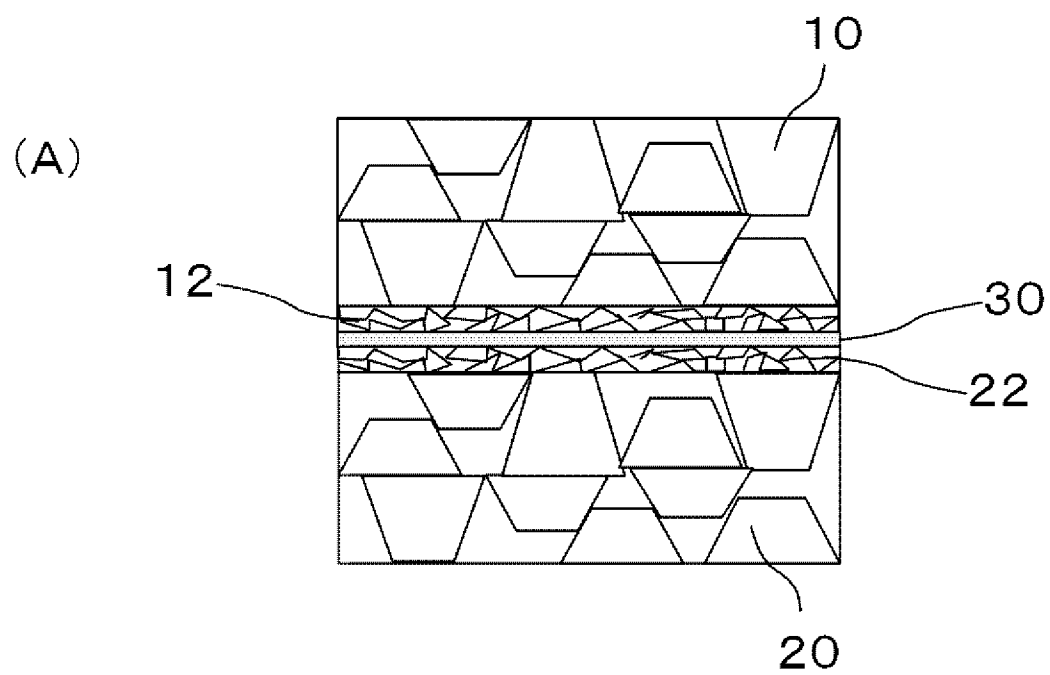
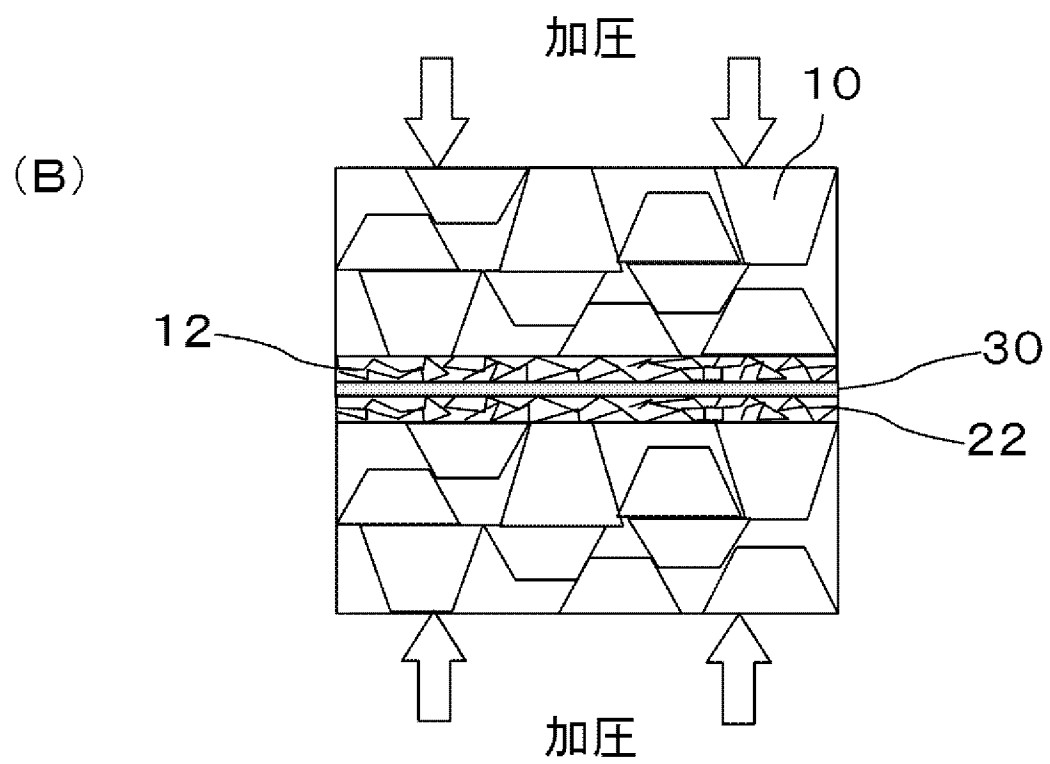
[図1]



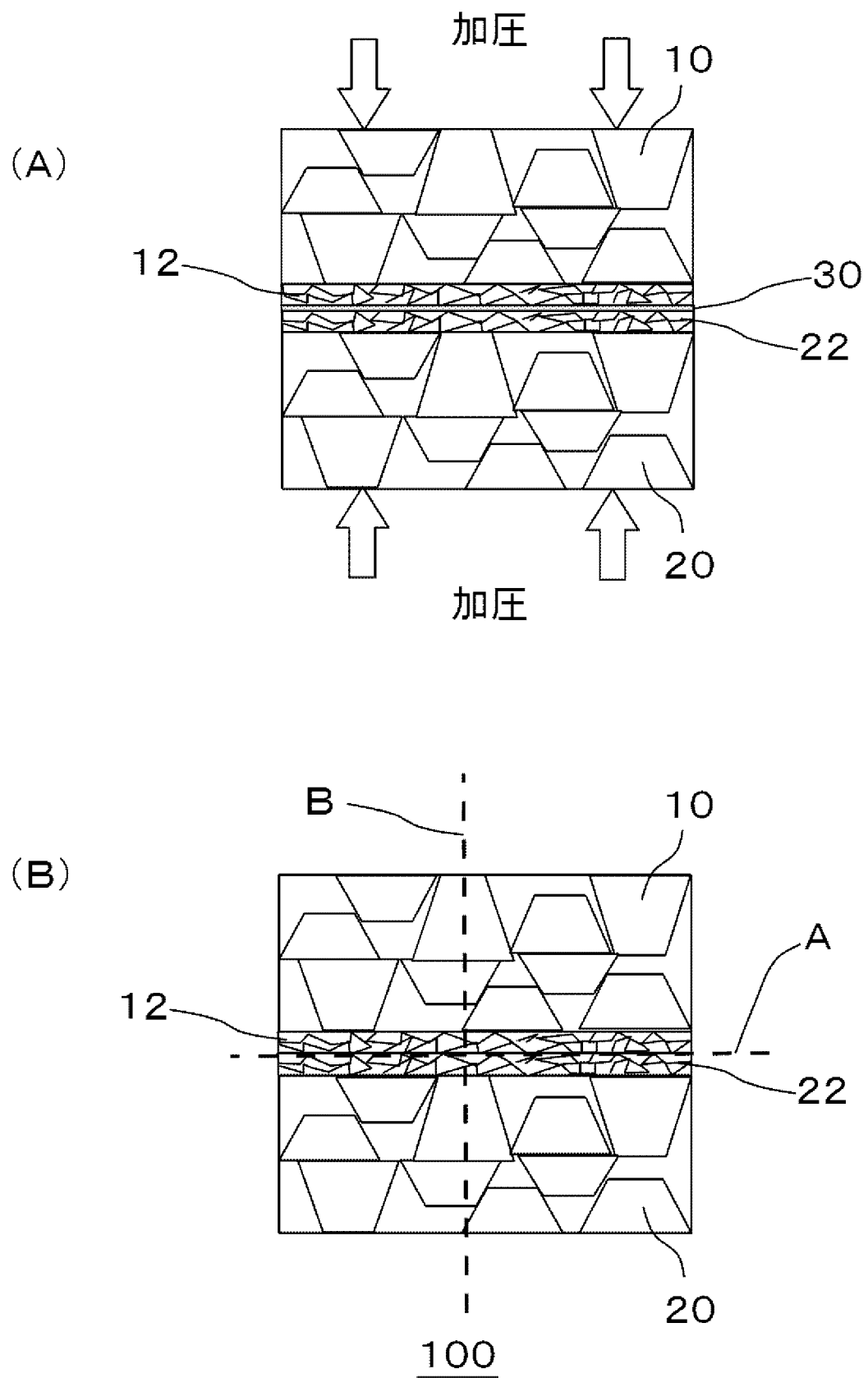
[図2]



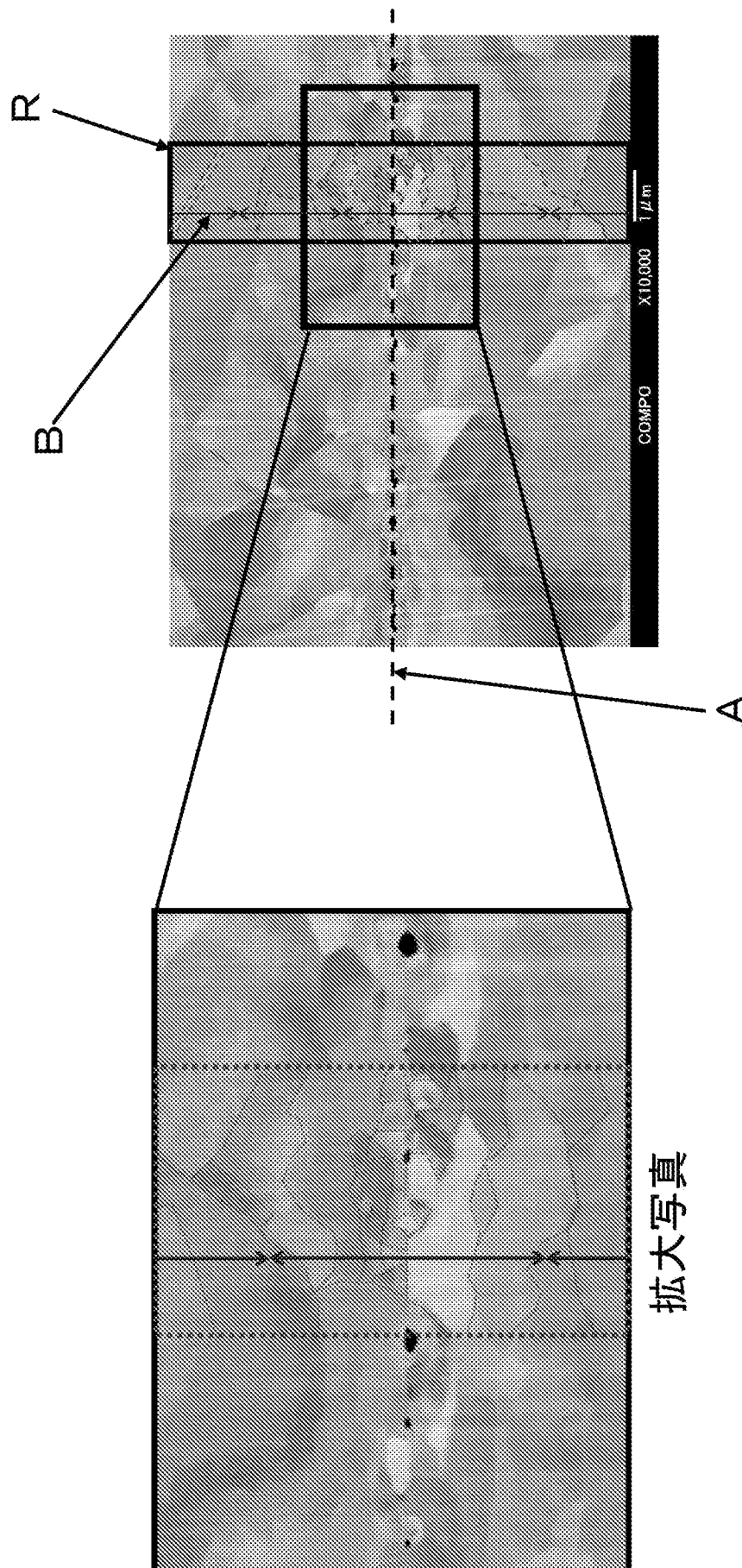
[図3]



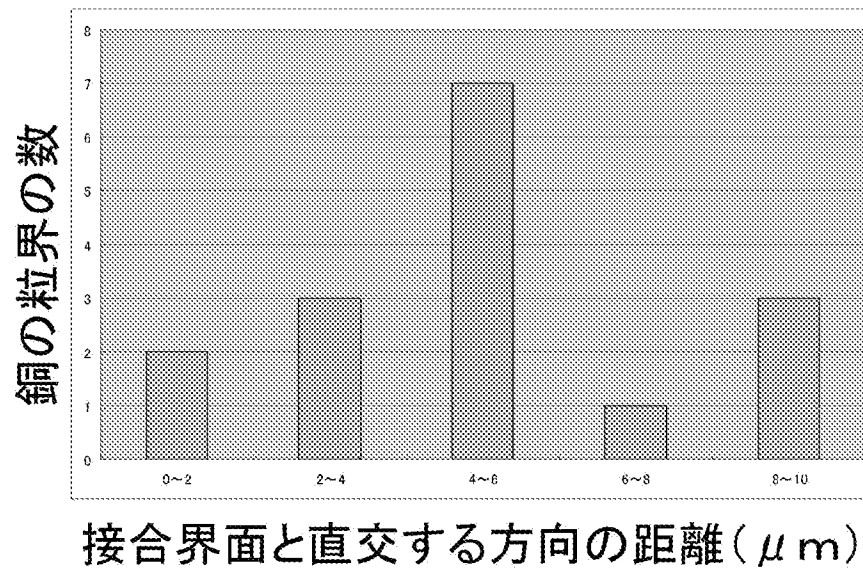
[図4]



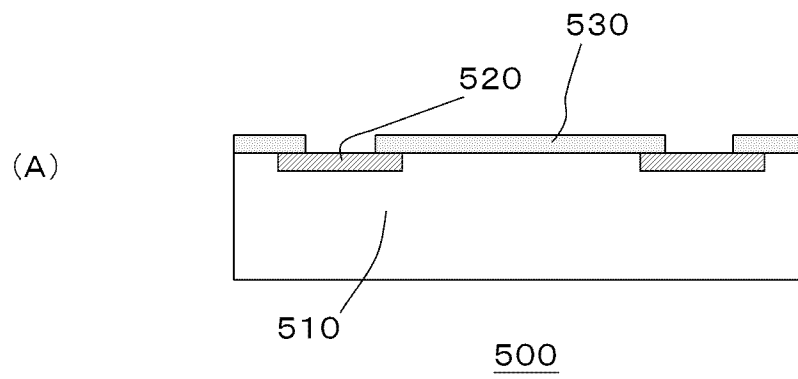
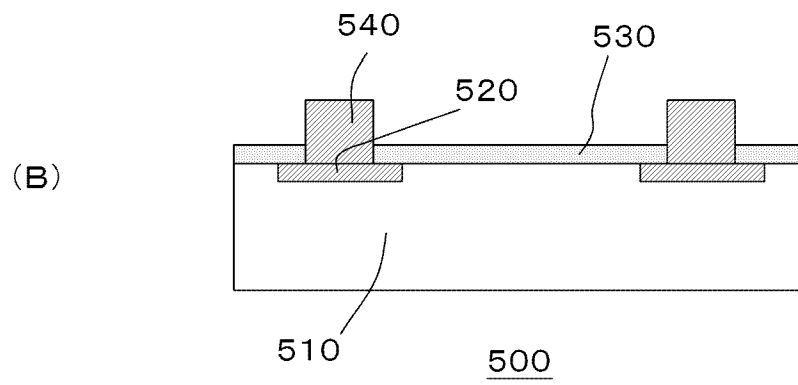
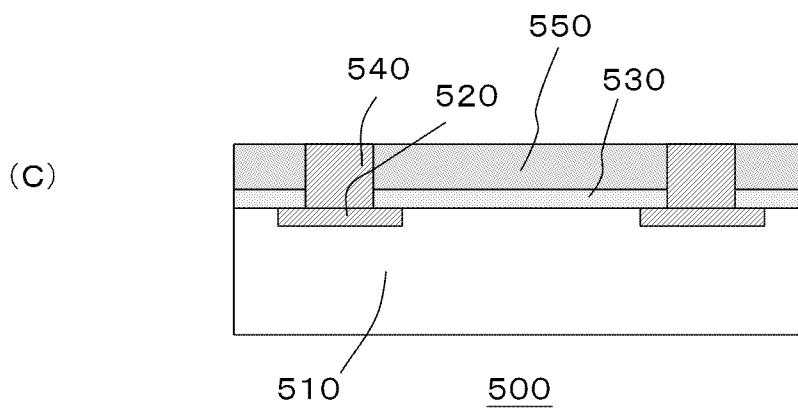
[図5]



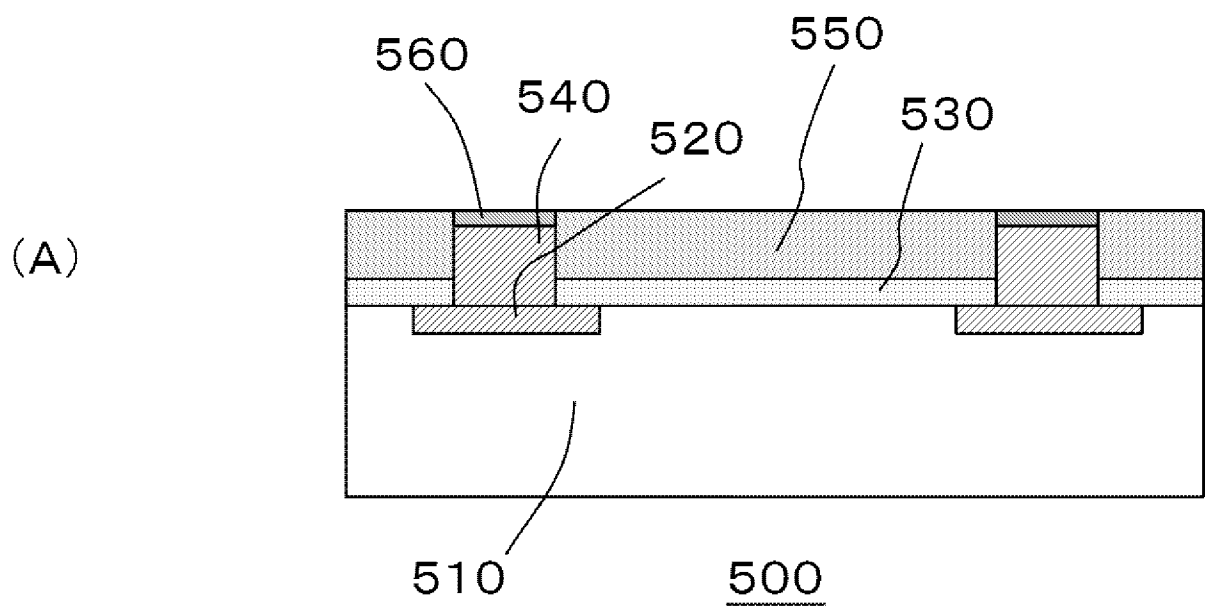
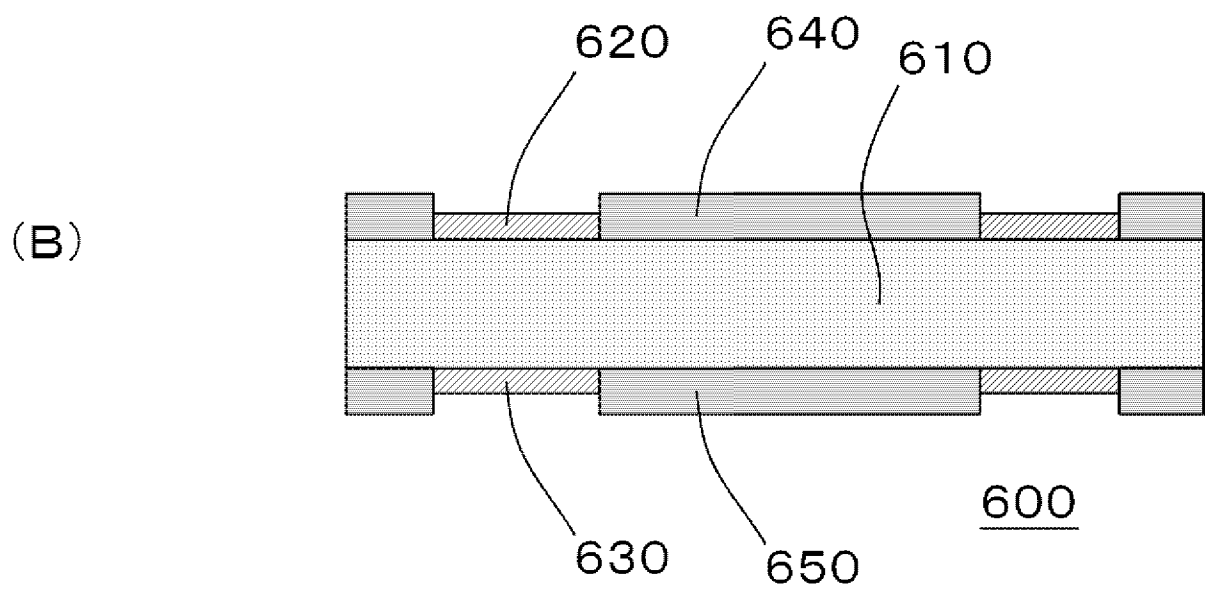
[図6]



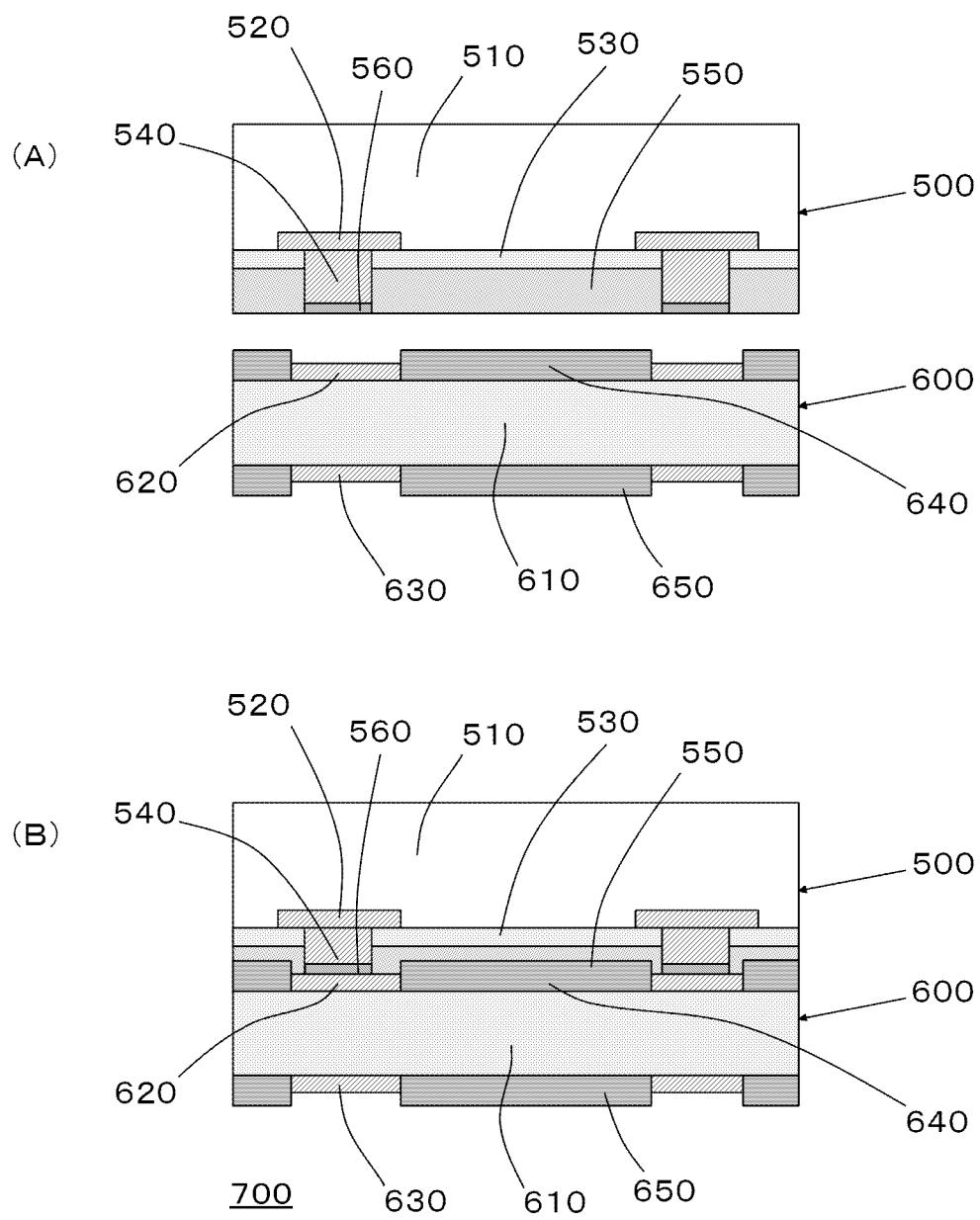
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/007044

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K20/00(2006.01)i, B23K20/14(2006.01)i, H01L21/60(2006.01)n, H01R4/02(2006.01)n, H01R43/02(2006.01)n

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)

B23K20/00, B23K20/14, H01L21/60, H01R4/02, H01R43/02

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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	JP 2006-334652 A (Ebara Corp.), 14 December 2006 (14.12.2006), page 5, line 9 to page 8, line 17, fig. 1 to 3 (Family: none)	1-7
A	JP 6-262375 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 20 September 1994 (20.09.1994), entire text; drawings & US 5439164 A & US 5551626 A & EP 576872 A1	1-7
A	JP 2004-273230 A (Octec Inc., Ulvac, Inc.), 30 September 2004 (30.09.2004), entire text; drawings (Family: none)	1-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 March, 2012 (07.03.12)

Date of mailing of the international search report
19 March, 2012 (19.03.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/007044

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-19360 A (Fuji Electric Holdings Co., Ltd.), 25 January 2007 (25.01.2007), entire text; drawings (Family: none)	1-7
A	JP 2007-83288 A (Harima Chemicals, Inc.), 05 April 2007 (05.04.2007), entire text; drawings (Family: none)	1-7
A	JP 2008-177378 A (Hitachi, Ltd.), 31 July 2008 (31.07.2008), entire text; drawings (Family: none)	1-7
A	WO 2009/60954 A1 (Aida Chemical Industries Co., Ltd.), 14 May 2009 (14.05.2009), entire text; drawings (Family: none)	1-7
A	JP 2010-277754 A (Mikuro Denshi Co., Ltd.), 09 December 2010 (09.12.2010), entire text; drawings (Family: none)	1-7
E,X	WO 2011/152423 A1 (Sanyo Electric Co., Ltd.), 08 December 2011 (08.12.2011), entire text; drawings (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B23K20/00 (2006.01)i, B23K20/14 (2006.01)i, H01L21/60 (2006.01)n, H01R4/02 (2006.01)n,
H01R43/02 (2006.01)n

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 (I P C))

Int.Cl. B23K20/00, B23K20/14, H01L21/60, H01R4/02, H01R43/02

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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 請求項の番号
X	JP 2006-334652 A (株式会社荏原製作所) 2006. 12. 14, 第5ページ第9行-第8ページ第17行、及び図1-図3 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 6-262375 A (松下電器産業株式会社) 1994. 09. 20, 全文及び図面 & US 5439164 A & US 5551626 A & EP 576872 A1	1-7

☒ 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

0 7 . 0 3 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 9 . 0 3 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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)

松本 公一

3 P

3 5 0 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 6 4

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 請求項の番号
A	JP 2004-273230 A (株式会社オクテック、株式会社アルバック) 2004. 09. 30, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2007-19360 A (富士電機ホールディングス株式会社) 2007. 01. 25, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2007-83288 A (ハリマ化成株式会社) 2007. 04. 05, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2008-177378 A (株式会社日立製作所) 2008. 07. 31, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-7
A	WO 2009/60954 A1 (相田化学工業株式会社) 2009. 05. 14, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2010-277754 A (マイクロ電子株式会社) 2010. 12. 09, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-7
E, X	WO 2011/152423 A1 (三洋電機株式会社) 2011. 12. 08, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-7