

(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
2011年9月1日(01.09.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/105598 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/60 (2006.01) H01L 23/50 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/054430
- (22) 国際出願日: 2011年2月22日(22.02.2011)
- (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 2010-039096 2010年2月24日(24.02.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 千住金属工業株式会社 (SENJU METAL INDUSTRY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1208555 東京都足立区千住橋戸町23番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 千葉 豊 (CHIBA, Yutaka) [JP/JP]; 〒1200038 東京都足立区千住橋戸町23番地 千住スプリングラー株式会社内 Tokyo (JP). 埜本 信一 (NOMOTO, Shinichi) [JP/JP]; 〒1208555 東京都足立区千住橋戸町23番地 千住金属工業株式会社内 Tokyo (JP). 渡辺 光司 (WATANABE, Koji) [JP/JP]; 〒1208555 東京都足立区千住橋戸町23番地 千住金属工業株式会社内 Tokyo (JP).

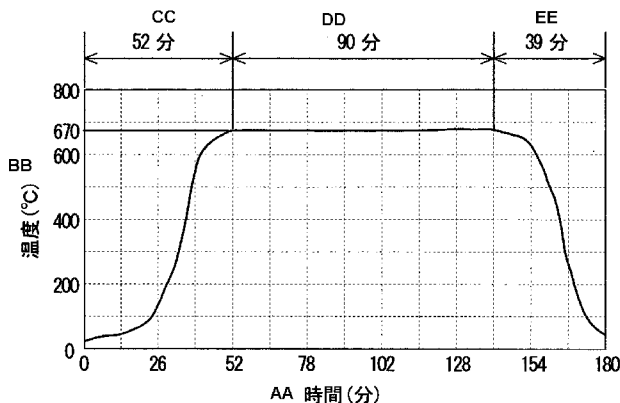
- (74) 代理人: 特許業務法人山口国際特許事務所 (YAMAGUCHI INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒1130034 東京都文京区湯島3-14-7 高村ビル5F Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, 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, RO, RS, RU, 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, MZ, NA, 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).

[続葉有]

(54) Title: COPPER COLUMN AND PROCESS FOR PRODUCING SAME

(54) 発明の名称: 銅カラム及びその製造方法

【図4】



AA Time (minutes)
BB Temperature (°C)
CC 52 minutes
DD 90 minutes
EE 39 minutes

(57) Abstract: The disclosure aims at preventing the destruction of joints between a ceramic substrate and a glass epoxy substrate. The disclosed copper column is formed by: a wire-drawing step of drawing a linearly-shaped copper wire to a predetermined diameter; a cutting step of cutting the copper wire, which has been drawn in the wire-drawing step, into a predetermined length; a pressing step of pressing one end of the copper wire, which has been cut in the cutting step, in the length direction to form a copper column member; and an annealing step of annealing the copper column member, which has been formed in the pressing step, by holding the copper column member at 600°C or higher for a heating time of 60 minutes or longer. Thus, the Vickers hardness of the copper column becomes 55 HV or less, and the copper column is softened. Therefore, when a ceramic substrate and a glass epoxy substrate are joined by means of said copper columns, the copper columns can absorb the thermal stress caused by the difference between the thermal expansion of the ceramic substrate and the thermal expansion of the glass epoxy substrate. As a result, the joints between the ce-

ramic substrate and the glass epoxy substrate can be prevented from being destroyed.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/105598 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

セラミック基板とガラスエポキシ基板との接合の破壊を防止する。線形状に成形された銅線を所定の径にするために伸線する伸線工程と、伸線工程で伸線した銅線を所定の長さに切断する切断工程と、切断工程で切断された銅線の一端を長手方向に向かってプレスして銅カラム部材を形成するプレス工程と、プレス工程で形成された銅カラム部材を、加熱時間が600℃以上で、60分間以上保持して焼鈍する焼鈍工程とによって、銅カラムを形成する。これにより、銅カラムのビッカース硬さが55HV以下になって、銅カラムを軟化し、セラミック基板とガラスエポキシ基板とを当該銅カラムを介して接合する際に、セラミック基板の熱膨張とガラスエポキシ基板の熱膨張との差に起因する熱ストレスを当該銅カラムによって吸収することができる。この結果、セラミック基板とガラスエポキシ基板との接合の破壊を防止できる。

明細書

【発明の名称】 銅カラム及びその製造方法

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、セラミック基板とガラスエポキシ基板とを接合する銅カラム及びその製造方法に関するものである。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

近年、通信機器の通信速度の高速化、集積回路の高密度化に伴い、これらに使用される電子部品のリード数が多くなる傾向にある。例えば、従来では、QFP(Quad Flat Package)、SOIC(Small Outline Integrated Circuit)等のリード数が多い電子部品が存在するが、近時の更なる多機能化を有する電子部品においては、QFP及びSOIC等であってもリード数が不足する。そこで、リード数を多くした電子部品としてBGA(Ball Grid Array)が使用されるようになってきた。このBGAには、PBGA(Plastic Ball Grid Array)、TBGA(Tape Ball Grid Array)及びCBGA(Ceramic Ball Grid Array)等の様々な種類がある。特に、CBGAは、スーパーコンピュータ等に使用されることが多く、高い信頼性が要求されている。

【 0 0 0 3 】

CBGAは、セラミック基板及びプリント基板（例えば、ガラスエポキシ基板等）で構成され、電圧印加により発熱する。この発熱によりセラミック基板及びガラスエポキシ基板が膨張する。また、CBGAへの電圧印加が解除されるとセラミック基板及びガラスエポキシ基板は収縮する。このように、セラミック基板及びガラスエポキシ基板は、CBGAへの電圧印加及び該印加解除により膨張及び収縮を繰り返す。

【 0 0 0 4 】

一般に、セラミック基板の熱膨張係数は、8 ppm/℃であり、ガラスエポキシ基板の熱膨張係数は、15～20 ppm/℃である。従って、セラミック基板の熱膨張とガラスエポキシ基板の熱膨張との差に起因して、セラミック基板及びガラスエポキシ基板には熱ストレスが発生する。そこで近年、はんだボールよりも熱ストレスを吸収する能力が優れているカラムで形成されたセラミック・カラム・グリッド・アレイ（以

下、CGAという)が、CBGAに替わって使用されるようになってきた。

【0005】

CGAの形成及びCGAをガラスエポキシ基板に実装する一般的な方法について説明する。図示しないが、まず、セラミック基板の電極部に溶ダペーストを塗布する。次に、当該電極部にカラムを垂直に載置するための搭載治具をセラミック基板の上に置く。そして、搭載治具に穿設された貫通孔にカラムを貫通させて、電極上の溶ダペースト中にカラムを立設させる。この状態を保持したままリフロー炉のような加熱装置に投入して、所定の温度条件で加熱する。すると、セラミック基板の電極部に塗布した溶ダペーストが溶融して、セラミック基板とカラムとがはんだ付けされてCGAが形成される。

【0006】

ガラスエポキシ基板にCGAを実装するには、まず、ガラスエポキシ基板の電極部に溶ダペーストを塗布する。次に、当該電極部にCGAのカラムを載置してから、リフロー炉で加熱する。すると、溶ダペーストが溶融して、カラムとガラスエポキシ基板とがはんだ付けされ、ガラスエポキシ基板にCGAが実装される。このように、CGAをガラスエポキシ基板に実装するまでに、リフロー炉によって二度加熱される。

【0007】

このため、リフロー炉による二度の加熱でカラムが溶融しないように、また、スーパーコンピュータ等に搭載されるICチップからの発熱でカラムが溶融しないように、CGAのカラムには高温はんだが用いられることが多い。

【0008】

また、カラムはセラミック基板とガラスエポキシ基板とを接続するので、当該カラムが硬いと、上述の熱ストレスが原因で、セラミック基板とカラムとの接合部、ガラスエポキシ基板とカラムとの接合部及びカラム自体にクラックが生じたり、破断を生じることもある。従って、カラムに用いられる高温はんだには、熱ストレスを吸収するために軟らかい材料が使用され、例えば、ビッカース硬さが低い95Pb-5Snや89.5Pb-10.5Sn等のPb（鉛）ベースのPb-Snはんだが用いられてきた。

【0009】

ところで、今日の環境問題に対する配慮からPbを含有しない、所謂鉛フリータイプのコラムが求められている。Pb-Snはんだの代替品とされているはんだには、Cu（銅）とSn（錫）を反応させて形成される Cu_3Sn や Cu_6Sn_5 等の金属間化合物や、Bi（ビスマス）を主成分としたBi-Snはんだ等が知られている。

【0010】

しかしながら、 Cu_3Sn や Cu_6Sn_5 等の金属間化合物やBi-Snはんだ等は、硬く脆いために、CGAのようにセラミック基板とガラスエポキシ基板との接合するコラムとして用いると、熱ストレスを吸収できずに、上述のように、セラミック基板とコラムとの接合部、ガラスエポキシ基板とコラムとの接合部及びコラム自体にクラックが生じたり、破断を生じたりする。

【0011】

はんだ以外のコラムの材料として、導電性及び熱伝導性が良好なCu（銅）を用いた銅コラムが知られている。特許文献1にはCGA用ではないがCuに酸化防止のためにめっきされた電気ピンが開示されている。この電気ピンによれば、銅線にSn又はFeめっきした多数のピン部材を硬化性樹脂内で保持し、該保持したピン部材の一端をCuめっきし、他端をセラミック基板に載置する。そして、硬化性樹脂及びSn又はFeめっきをエッチングすることで、セラミック基板にピン部材を立設して接続させる。

【0012】

また、特許文献2にはCGA用ではないがCuを加熱して残留応力を除去したピンが開示されている。このピンによれば、銅線の一端をプレスしてヘッド部を形成して、該ヘッド部が形成された銅線を $600^{\circ}\text{C} \sim 900^{\circ}\text{C}$ で5分間加熱する。この加熱により、プレスで生じた加工歪みによる残留応力が除去される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0013】

【特許文献1】特開平2-275660号公報

【特許文献2】特開2002-289729号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】**【0014】**

ところで、Pb-SnはんだとCuとを比較すると、Cuのビッカース硬さが110～120HVであるのに対して、Pb-Snはんだのビッカース硬さが3HVであるので、CuはPb-Snはんだに比べてはるかに硬い。そのため、従来の銅カラムは、セラミック基板及びガラスエポキシ基板に発生する熱ストレスを吸収することができず、セラミック基板とカラムとの接合部及びガラスエポキシ基板とカラムとの接合部にクラックが生じるという問題がある。

【0015】

特許文献1に記載の電気ピンは、上述のようにビッカース硬さが110～120HVのCuを用いており、当該電気ピンの端面にCuめっきが形成されているために更に硬くなってしまい、CGAとして適用できない。

【0016】

また、特許文献2に記載のピンは、熱処理してプレスで生じた加工歪みによる残留応力を除去させているが、CGAとして適用できるまで軟化されていない。

【0017】

そこで、本発明は、このような従来例に係る課題を解決したものであって、セラミック基板とガラスエポキシ基板との接合の破壊を防止して、CGAに適用可能な銅カラム及びその製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0018】**

本発明者らは、伸線工程、切断工程及びプレス工程等で加工硬化した銅線を所定の温度及び時間で焼鈍すると、ビッカース硬さが55HV以下になって、セラミック基板と銅カラムとの接合部及びガラスエポキシ基板と銅カラムとの接合部にクラックが生じにくくなることを見出して、本発明を完成させた。

【0019】

上述の課題を解決するために、請求項1に係る銅カラムは、セラミック基板とガラスエポキシ基板とを接合する銅カラムであって、ビッカース硬さが55HV以下であることを特徴とするものである。

【0020】

請求項2に係る銅カラムは、セラミック基板とガラスエポキシ基板とを接合する、めっきされた銅カラムであって、ビッカース硬さが55HV以下であることを特徴とするものである。

【0021】

請求項1及び2に係る銅カラムでは、銅カラムのビッカース硬さが55HV以下であるので、セラミック基板とガラスエポキシ基板とを当該銅カラムを介して接合する際に、セラミック基板の熱膨張とガラスエポキシ基板の熱膨張との差に起因する熱ストレスを吸収することができるようになる。

【0022】

請求項3に係る銅カラムの製造方法は、銅線を所定の径にするために伸線する伸線工程と、伸線工程で伸線した銅線を所定の長さに切断する切断工程とを有する銅カラムの製造方法であって、切断工程で切断した銅線を、加熱温度が600℃以上で、60分間以上保持して焼鈍する焼鈍工程を有することを特徴とするものである。

【0023】

請求項3に係る銅カラムの製造方法では、銅線を所定の径にするために伸線する伸線工程と、伸線工程で伸線した銅線を所定の長さに切断する切断工程とを有する。これを前提として、切断工程で切断した銅線を、加熱温度が600℃以上で、60分間以上保持して焼鈍する焼鈍工程を有する。

【0024】

銅線は伸線工程及び切断工程で当該銅線の銅組織が塑性変形して加工硬化を生じる。しかし、この加工硬化した銅線は、焼鈍工程で当該銅線の銅組織が再結晶化して結晶粒が成長し、柔軟性が良くなる。これにより、銅カラムのビッカース硬さが55HV以下になって、銅カラムを軟化できるようになる。

【0025】

請求項4に係る銅カラムの製造方法は、銅線を所定の径にするために伸線する伸線工程と、伸線工程で伸線した銅線を所定の長さに切断する切断工程と、切断工程で切断された銅線の一端を長手方向に向かってプレスして銅カラム部材を形成するプレス工程とを有する銅カラムの製造方法であって、プレス工程で形成された銅カラム部材

を、加熱温度が600℃以上で、60分間以上保持して焼鈍する焼鈍工程を有することを特徴とするものである。

【0026】

請求項4に係る銅カラムの製造方法では、銅線を所定の径にするために伸線する伸線工程と、伸線工程で伸線した銅線を所定の長さに切断する切断工程と、切断工程で切断した銅線の一端を長手方向に向かってプレスして銅カラム部材を形成するプレス工程とを有する。これを前提として、プレス工程で形成された銅カラム部材を、加熱温度が600℃以上で、60分間以上保持して焼鈍する焼鈍工程を有する。

【0027】

銅カラム部材は伸線工程、切断工程及びプレス工程で当該銅カラム部材の銅組織が塑性変形して加工硬化を生じる。しかし、この加工硬化した銅カラム部材は、焼鈍工程で当該銅カラム部材の銅組織が再結晶化して結晶粒が成長し、柔軟性が良くなる。これにより、銅カラムのビッカース硬さが55HV以下になって、銅カラムを軟化できるようになる。

【0028】

請求項5に係る銅カラムの製造方法は、請求項3又は4の記載において、焼鈍工程で焼鈍した銅線若しくは銅カラム部材を、アミン系の表面処理剤で表面処理する表面処理工程を有することを特徴とするものである。

【0029】

請求項5に係る銅カラムの製造方法では、銅線若しくは銅カラム部材をアミン系の表面処理剤で表面処理するので、当該銅線若しくは銅カラム部材の表面を粗くして、めっき液を付着しやすくできる。

【0030】

請求項6に係る銅カラムの製造方法は、請求項3乃至5のいずれかの記載において、焼鈍工程で焼鈍した銅線若しくは銅カラム部材、又は、表面処理工程で表面処理した銅線若しくは銅カラム部材を、メタンスルホン酸系のめっき液でめっきするめっき工程を有することを特徴とするものである。

【0031】

請求項6に係る銅カラムの製造方法では、銅線若しくは銅カラム部材をメタンスル

フオン酸系のめっき液でめっきするので、銅カラムを防錆できる。

【発明の効果】

【0032】

本発明に係る銅カラムによれば、セラミック基板の熱膨張とガラスエポキシ基板の熱膨張との差に起因する熱ストレスを吸収するので、セラミック基板とガラスエポキシ基板との接合の破壊を防止できる。

【0033】

本発明に係る銅カラムの製造方法によれば、銅カラムを軟化できるので、セラミック基板とガラスエポキシ基板とを当該銅カラムを介して接合する際に、セラミック基板の熱膨張とガラスエポキシ基板の熱膨張との差に起因する熱ストレスを当該銅カラムで吸収することができる。この結果、セラミック基板とガラスエポキシ基板との接合の破壊を防止できる。

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1A】本実施の形態に係る銅カラムの使用例を示す断面の写真である。

【図1B】図1Aの写真に示される銅カラムに符号を付した図である。

【図2A】銅カラム部材の製造例（その1）を示す断面図である。

【図2B】銅カラム部材の製造例（その2）を示す断面図である。

【図2C】銅カラム部材の製造例（その3）を示す断面図である。

【図3A】銅カラム部材の製造例（その4）を示す断面図である。

【図3B】銅カラム部材の製造例（その5）を示す断面図である。

【図3C】銅カラム部材の製造例（その6）を示す断面図である。

【図4】焼鈍工程の温度プロファイル例を示す説明図である。

【図5A】銅カラムの形状例を示す斜視図である。

【図5B】銅カラムの形状例を示す正面図である。

【図6】焼鈍後の銅カラムの組織例を示す拡大写真である。

【図7】焼鈍前の銅カラムの組織例を示す拡大写真である。

【図8A】温度サイクル試験（1000サイクル）後の銅カラムの接続例を示す断面の写真である。

【図 8 B】図 8 A の写真に示される銅カラムに符号を付した図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 3 5 】

図 1 A, 図 1 B に示すように、本発明に係る銅カラム 3 0 は、はんだフィレット 6 0 を介してセラミック基板 4 0 とガラスエポキシ基板 5 0 とを接合する。銅カラム 3 0 は、線形状に成形された銅線であって、無酸素銅で構成された銅線を所定の径にするために伸線する伸線工程と、伸線工程で伸線した銅線を所定の長さに切断する切断工程と、切断工程で切断された銅線の一端を、長手方向に向かってプレスして銅カラム部材を形成するプレス工程と、プレス工程で形成された銅カラム部材を、加熱温度が 6 0 0 ℃ 以上で、6 0 分間以上保持して焼鈍する焼鈍工程と、焼鈍工程で焼鈍した銅カラム部材を、アミン系の表面処理剤で表面処理する表面処理工程と、表面処理工程で表面処理された銅カラム部材を、メタンスルホン酸系のめっき液でめっきするめっき工程とによって形成されたものである。

【 0 0 3 6 】

銅カラム 3 0 は伸線工程、切断工程及びプレス工程で当該銅カラム 3 0 の銅組織が塑性変形して加工硬化を生じる。しかし、この加工硬化した銅カラム 3 0 は、焼鈍工程で当該銅カラム 3 0 の銅組織が再結晶化して結晶粒が成長し、柔軟性が良くなる。これにより、銅カラム 3 0 のビッカース硬さが 5 5 H V 以下になる。

【 0 0 3 7 】

このように、上述の銅カラムの製造方法によれば、ビッカース硬さが 5 5 H V 以下になって、銅カラム 3 0 を軟化できる。従って、セラミック基板 4 0 とガラスエポキシ基板 5 0 とを、当該銅カラム 3 0 を介して接合する際に、セラミック基板 4 0 の熱膨張とガラスエポキシ基板 5 0 の熱膨張との差に起因する熱ストレスを、当該銅カラム 3 0 によって吸収することができる。この結果、セラミック基板 4 0 と銅カラム 3 0 との接合部、及びガラスエポキシ基板 5 0 と銅カラム 3 0 との接合部の、クラックや破断等の発生を防止できる。

【 0 0 3 8 】

更に、焼鈍工程で焼鈍した銅カラム部材を、アミン系の表面処理剤で表面処理するので、当該銅カラム部材の表面を粗くして、めっき液を付着しやすくできる。また、

表面処理工程で表面処理された銅カラム部材を、メタンスルホン酸系のめっき液でめっきするので、銅カラムを防錆できる。

【0039】

以下、図面を参照して、本発明に係る実施の形態の一例として、銅カラムの製造方法について説明する。

〔銅カラム30の製造例〕

<伸線工程、切断工程及びプレス工程>

まずは、銅カラム30の製造方法に係る伸線工程、切断工程及びプレス工程について説明する。本実施の形態に係る銅線10は、予め伸線工程で伸線されていることを前提とする。伸線とは、銅線の側面を叩いた後ダイスを通すことにより、銅線を伸ばして所定の径に形成する処理のことである。

【0040】

図2Aに示すように、銅カラム部材の製造装置100は、銅線案内部1及び銅線切断部2で構成される。銅線案内部1には図示しない銅線供給部が接続されている。銅線供給部は、例えば、銅線10が多重に巻かれているスプールを回転させて、銅線案内部1に銅線10を供給する（例えば、図2Aの左矢印の方向に銅線10を供給する。）。）。。

【0041】

銅線案内部1は、銅線10の径よりも少しだけ大きな径を有する案内路1aを備える。銅線案内部1は、銅線供給部のスプールが回転することにより供給された銅線10を、案内路1aに沿って摺動して銅線切断部2へ案内する。

【0042】

銅線案内部1には銅線切断部2が隣接して設けられる。銅線切断部2は、案内路2a及びカラムヘッド成形部2bを有する。案内路2aは、案内路1aと同様に、銅線10の径よりも少しだけ大きな径を有する。つまり、案内路2aは、案内路1aと同じ径を有する。カラムヘッド成形部2bは、図5A、図5Bで後述するカラムヘッド部30bを成形するために、カラムヘッド部30bと略同じ形状を有する。

【0043】

銅線切断部2は、銅線供給部のスプールが更に回転することにより、銅線案内部1

から案内された銅線 10 を、案内路 2 a に沿って摺動してカラムヘッド成形部 2 b へ案内し、銅線 10 の先端をカラムヘッド成形部 2 b から所定の距離だけ突出させる。

【0044】

図 2 B に示すように、銅線切断部 2 は、銅線 10 の径の半分程度、銅線 10 の搬送方向に対して直角に移動する（図 2 B では下矢印の方向に移動する。）。この移動は、後述する図 2 C の銅線切断時に、切断部からバリが発生するのを防止するためのものであり、予め銅線の軸と直角方向（下方）に、銅線の径の半分だけ破断応力を与えておくものである。

【0045】

図 2 C に示すように、銅線切断部 2 は、上述の銅線 10 の径の半分程度の移動方向と 180 度反対方向に所定の距離だけ移動する（図 2 C では上矢印の方向に移動する。）。すると、銅線 10 が切断（せん断）される。

【0046】

図 3 A に示すように、ハンマ 3 がカラムヘッド成形部 2 b に向かって移動する（図 3 A では右矢印の方向に移動する。）。すると、ハンマ 3 が、カラムヘッド成形部 2 b から所定の距離だけ突出する銅線 10 の一端に衝突し、該衝突した銅線 10 がカラムヘッド成形部 2 b によってカラムヘッド部 20 b の形状に成形（所謂プレス加工である。）され、釘形状の銅カラム部材 20 が完成する。

【0047】

図 3 B に示すように、ハンマ 3 がカラムヘッド成形部 2 b から離間する（図 3 B では左矢印の方向に移動する。）。そして、銅線切断部 2 は、銅線 10 を切断する前に待機していた位置に戻る（図 3 B では下矢印の方向に移動する。）。

【0048】

図 3 C に示すように、銅線供給部のスプールが回転することにより、案内路 2 a 及びカラムヘッド成形部 2 b に待機していた銅カラム部材 20 が、銅線 10 で押し出される。すると、銅カラム部材 20 が銅線切断部 2 から排出される。この排出された銅カラム部材 20 は、図示しないトレイ等によって回収される。

【0049】

このように製造された銅カラム部材 20 は、上述の伸線工程、プレス工程及び切断

工程により、当該銅カラム部材 20 の銅組織が塑性変形して加工硬化が生じる。この銅カラム部材 20 のビッカース硬さは 110 ～ 120 HV である。

【0050】

<焼鈍工程>

次に、銅カラム 30 の製造方法に係る焼鈍工程について説明する。銅カラム部材の製造装置 100 で製造された銅カラム部材 20 は、焼鈍炉に投入され、図 4 に示す温度プロファイルで焼鈍される。図 4 の縦軸は焼鈍炉内の温度 (°C) であり、横軸は銅カラム部材 20 を焼鈍炉に投入してからの経過時間 (分) である。

【0051】

図 4 に示すように、銅カラム部材 20 の温度プロファイルは、室温から 670°C までの昇温時間が 52 分、670°C での保持時間が 90 分、670°C から室温までの冷却時間が 39 分で構成される。焼鈍された銅カラム部材 20 は、当該銅カラム部材 20 の銅組織が再結晶化して結晶粒が成長し、柔軟性が向上する。これにより、銅カラム部材 20 のビッカース硬さは 55 HV 以下になる。

【0052】

<表面処理工程及びめっき工程>

次に、銅カラム 30 の製造方法に係る表面処理工程及びめっき工程について説明する。上述のように焼鈍された銅カラム部材 20 をアミン系の表面処理剤で表面を処理する。すると、銅カラム部材 20 の表面が粗くなり、めっき液が付着しやすくなる。

【0053】

アミン系の表面処理剤で表面処理された銅カラム部材 20 を、メタンスルホン酸系のめっき液でめっきする。すると、銅カラム部材 20 の表面が Sn で覆われた銅カラム 30 が完成する。この銅カラム 30 は、Sn めっき皮膜により防錆される。また、表面が Sn であるために、はんだの濡れ性が向上し、セラミック基板 40 とガラスエポキシ基板 50 との接合がより強固になる。

【0054】

銅カラム 30 のめっき厚は、約 0.5 μm と薄いため、銅カラム 30 のビッカース硬さに影響を及ぼすものではなく、銅カラム 30 のビッカース硬さは 55 HV 以下に保たれる。Sn めっき厚が約 0.3 μm 未満であると防錆効果が薄れてしまい、1 μ

mより大きいとビッカース硬さが55HVより大きくなって銅カラムにクラック等が生じてしまう。そのため、Snめっきの厚さは0.3~1 μ mが好ましく、0.5 μ m程度がより好ましい。

【0055】

[銅カラム30の形状例]

次に、上述の銅カラム30の製造方法で製造された銅カラム30の形状例について説明する。図5A及び図5Bに示すように、銅カラム30は、カラム本体部30a及びカラムヘッド部30bで構成される。本実施の形態では、銅カラム30の長さL1は、1.524mmであり、カラム本体部30aの径D1は、0.25mmであり、カラムヘッド部30bの長さL2は0.13mmであり、カラムヘッド部30bの径D2は、0.5mmである。このような銅カラム30は、カラム本体部30aの径D1が0.25mmと小さいので、端面が平坦なカラムヘッド部30bを設けることで、図1A、図1Bで説明したセラミック基板40とのはんだ付け強度を増強している。

【0056】

このように、本実施の形態に係る銅カラムの製造方法で製造された銅カラム30によれば、ビッカース硬さが55HV以下であるので、セラミック基板40とガラスエポキシ基板50とを当該銅カラム30を介して接合する際に、セラミック基板40の熱膨張とガラスエポキシ基板50の熱膨張との差に起因する熱ストレスを吸収できる。この結果、セラミック基板40と銅カラム30との接合部及びガラスエポキシ基板50と銅カラム30との接合部にクラックが生じたり、破断したりする等の接合の破壊を防止できる。

【0057】

なお、本実施の形態では、焼鈍工程で銅カラム部材20の温度を670℃にして、90分間保持して焼鈍したが、これに限定されず、銅カラム部材20の温度を600℃以上にして、60分間以上保持すれば良い。

【0058】

また、本実施の形態では、プレス工程でカラムヘッド部30bを形成したが、これに限定されず、銅カラムは、カラムヘッド部30bを設けないストレートの円柱形状

であっても構わない。

【0059】

また、本実施の形態では、切断工程、プレス工程の順番で銅カラム30を製造したが、これに限定されず、プレス工程の後に切断工程を行っても構わない。

【実施例1】

【0060】

本実施例では、本発明に係る銅カラムの具体的な製造方法、及び、この方法で製造した銅カラム及び焼鈍前の銅カラムの銅組織や結晶粒子について説明する。

【0061】

本発明に係る銅カラムは、以下の(1)～(7)で製造した。

(1) 無酸素銅で構成された直径6mmの線形状の銅線の側面を叩き、ダイスを通して直径2.6mmまで伸線した。

(2) 直径2.6mmまで伸線した銅線の側面を更に叩き、ダイスを通して直径0.25mmまで伸線した。

(3) 図2A、図2B、図2C及び図3A、図3B、図3Cに示したように、直径0.25mmまで伸線した銅線を長さ1.941mmに切断し、該切断した銅線の一端をハンマでプレスしてカラムヘッド部を形成して、銅カラム部材を作製した。この銅カラム部材の長さは1.524mmである。

(4) このように作製された銅カラム部材をSUS製バットに入れて、連続コンベア式電気抵抗加熱炉(焼鈍炉)に通して焼鈍した。この焼鈍条件は、コンベアスピードが30mm/分、670℃までの昇温時間が52分、670℃保持時間が90分、空冷ファンによる冷却時間が39分である。銅カラムの酸化防止のために焼鈍炉内を窒素ガス雰囲気にした。

(5) 焼鈍された銅カラム部材をIPA(Isopropyl alcohol)で洗浄後、アミン系の表面処理剤で銅カラム部材の表面を処理した。

(6) メタンスルホン酸系のSnめっき液に焼鈍済の銅カラム部材を投入し、めっき厚が略0.5μmになるように時間を設定して、Snめっきした。

(7) めっき後の銅カラム部材をIPAで洗浄後、乾燥した。

【0062】

図6は、焼鈍後の銅カラムの組織例を示す拡大写真であり、図7は、焼鈍前の銅カラムの組織例を示す拡大写真である。図6に示す焼鈍後の銅カラムの組織は、図7に示す焼鈍前の銅カラムの組織に比べてはるかに大きい。焼鈍前の銅カラムは、伸線工程、切断工程及びプレス工程によって銅組成が塑性変形している。これに対して、焼鈍後の銅カラムは、銅組織が再結晶化して結晶粒が成長している。

【0063】

焼鈍後の銅カラムの結晶サイズは、平均粒径は0.05mm、平均のビッカース硬さは45.4HVであった。また、焼鈍前の銅カラム結晶サイズは、組織が塑性変形して粒径の測定はできなかったが、平均のビッカース硬さは113.1HVであった。これにより、焼鈍後の銅カラムは、焼鈍前の銅カラムよりも遙かに軟らかいことが分かった。因みに、銅カラムの結晶サイズは、デジタルマイクロスコープで測定した。また、銅カラムのビッカース硬さは、「ビッカース硬さ試験－試験方法 JIS Z 2144」に準じて測定した。

【実施例2】

【0064】

本実施例では、本発明に係る銅カラム（以下、実施例の銅カラムという）と特許文献2に記載された製造方法で製造したピン（以下、比較例のピンという）との温度サイクル試験結果について説明する。

【0065】

実施例の銅カラムを961本、ソルダペーストを介してセラミック基板に接続してCGAを作製した。このCGAをソルダペーストを介してガラスエポキシ基板に実装した（以下、実施例のCGAという）。また、比較例のピンも同様に、961本、ソルダペーストを介してセラミック基板に接続してCGAを作製し、この作製したCGAをソルダペーストを介してガラスエポキシ基板に実装した（以下、比較例のCGAという）。

【0066】

実施例のCGA及び比較例のCGAを、「温度変化試験方法 JIS C 0025」に準じて、温度条件が-30～130℃、保持時間10分である温度サイクル槽に投入して、当該実装品の銅カラムにクラックが生じるまでのサイクル数を求めた。その

結果を下記の表 1 に示す。

【 0 0 6 7 】

【表 1】

試料	製造方法	ビッカース硬さ	200サイクル後	500サイクル後	1000サイクル後
実施例のCGA	670°C×90分焼鈍	4 8 H V	クラック発生なし	クラック発生なし	クラック発生なし
比較例のCGA	670°C× 5分焼鈍	1 2 5 H V	クラック発生	破断あり	破断あり

【 0 0 6 8 】

実施例の銅カラムのビッカース硬さは 4 8 H V となり、比較例のピンのビッカース硬さが 1 2 5 H V であったので、比較例のピンのビッカース硬さに比べて 1 / 2 以下であった。また、実施例のCGAは、温度サイクル試験で、1 0 0 0 サイクルであってもセラミック基板と銅カラムとの接合部、及びガラスエポキシ基板と銅カラムとの接合部にクラックが生じなかった（図 8 A，図 8 B 参照）。これに対し、比較例のCGAでは、2 0 0 サイクル後にガラスエポキシ基板とピンとの接合部にクラックが発生し、5 0 0 サイクル後では破断に至った。

【 0 0 6 9 】

このような実施例のビッカース硬さ及び温度サイクル特性は、銅カラムの焼鈍時間を長く保持するということによる。これにより、本発明に係る銅カラムは、CGAに適用可能である。

【符号の説明】

【 0 0 7 0 】

1・・・銅線案内部、1 a，2 a・・・案内路、2・・・銅線切断部、2 b・・・カラムヘッド成形部、3・・・ハンマ、1 0・・・銅線、2 0・・・銅カラム部材、3 0・・・銅カラム、3 0 a・・・カラム本体部、3 0 b・・・カラムヘッド部、4 0・・・セラミック基板、5 0・・・ガラスエポキシ基板、6 0・・・はんだフィレット

請求の範囲

【請求項 1】

セラミック基板とガラスエポキシ基板とを接合する銅カラムであって、ビッカース硬さが 55 HV 以下であることを特徴とする銅カラム。

【請求項 2】

セラミック基板とガラスエポキシ基板とを接合する、めっきされた銅カラムであって、ビッカース硬さが 55 HV 以下であることを特徴とする銅カラム。

【請求項 3】

銅線を所定の径にするために伸線する伸線工程と、前記伸線工程で伸線した銅線を所定の長さに切断する切断工程とを有する銅カラムの製造方法であって、

前記切断工程で切断した銅線を、加熱温度が 600℃以上で、60 分間以上保持して焼鈍する焼鈍工程を有することを特徴とする銅カラムの製造方法。

【請求項 4】

銅線を所定の径にするために伸線する伸線工程と、前記伸線工程で伸線した銅線を所定の長さに切断する切断工程と、前記切断工程で切断された銅線の一端を長手方向に向かってプレスして銅カラム部材を形成するプレス工程とを有する銅カラムの製造方法であって、

前記プレス工程で形成された銅カラム部材を、加熱温度が 600℃以上で、60 分間以上保持して焼鈍する焼鈍工程を有することを特徴とする銅カラムの製造方法。

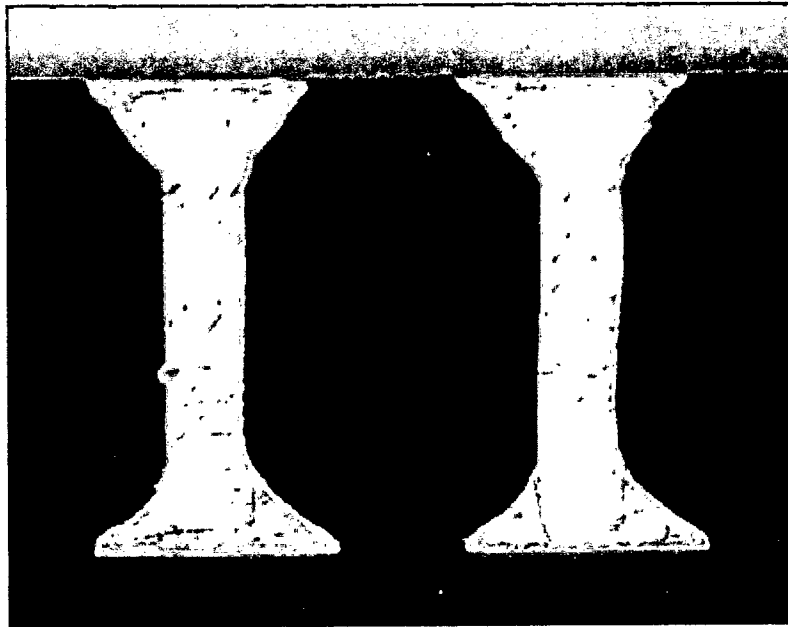
【請求項 5】

前記焼鈍工程で焼鈍した銅線若しくは銅カラム部材を、アミン系の表面処理剤で表面処理する表面処理工程を有することを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の銅カラムの製造方法。

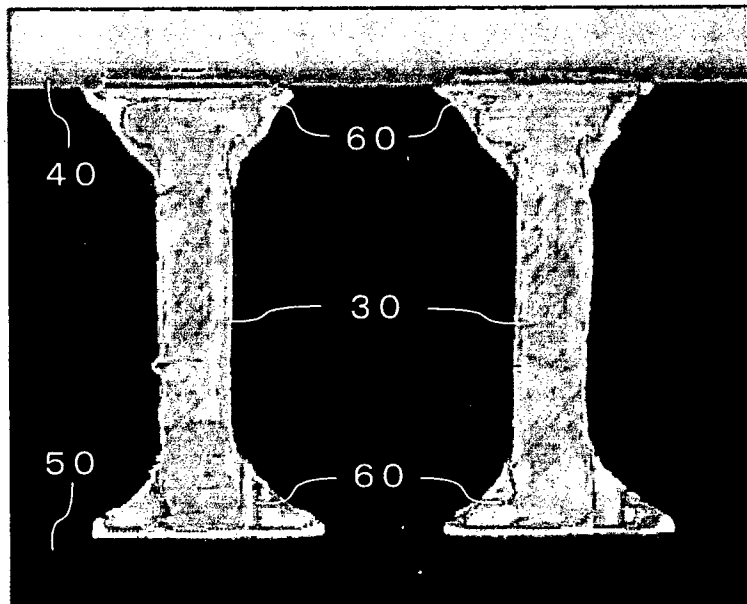
【請求項 6】

前記焼鈍工程で焼鈍した銅線若しくは銅カラム部材、又は、前記表面処理工程で表面処理した銅線若しくは銅カラム部材を、メタンスルホン酸系のめっき液でめっきするめっき工程を有することを特徴とする請求項 3 乃至 5 のいずれかに記載の銅カラムの製造方法。

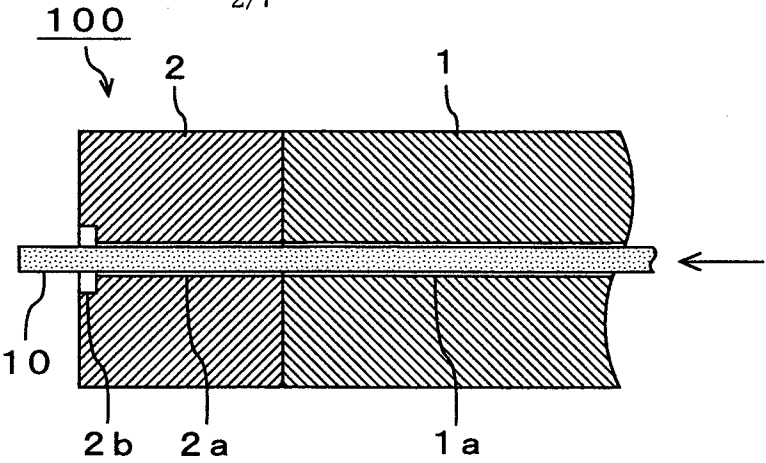
【図 1 A】



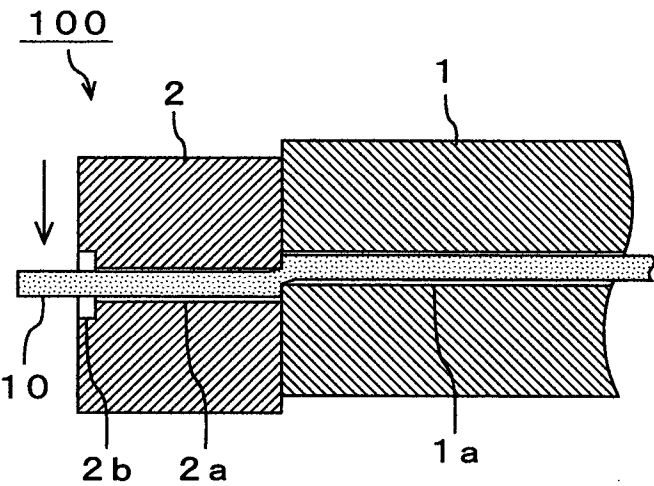
【図 1 B】



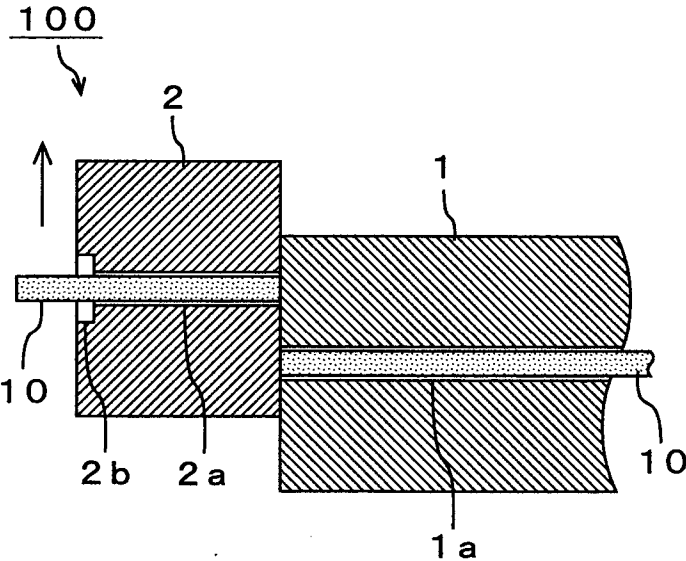
【図 2 A】



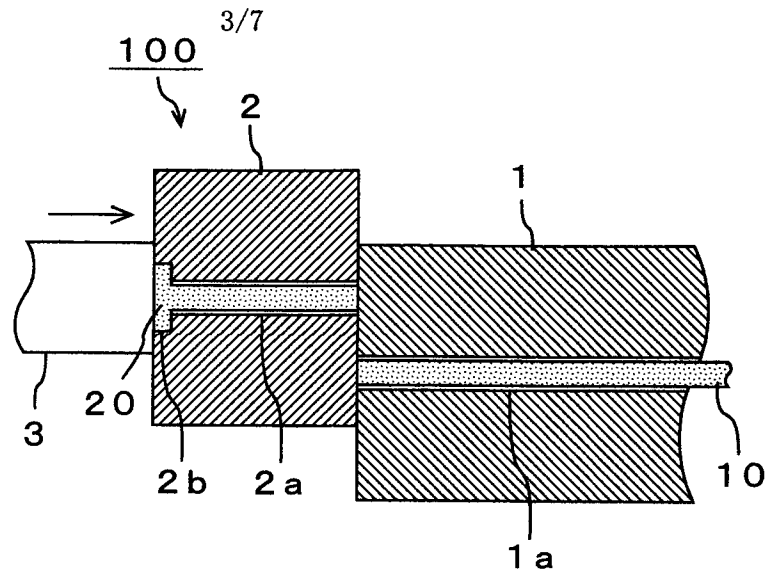
【図 2 B】



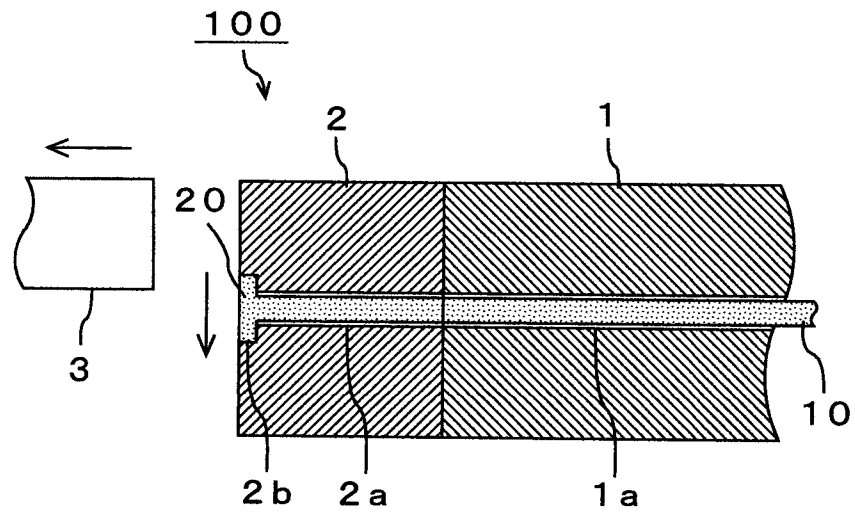
【図 2 C】



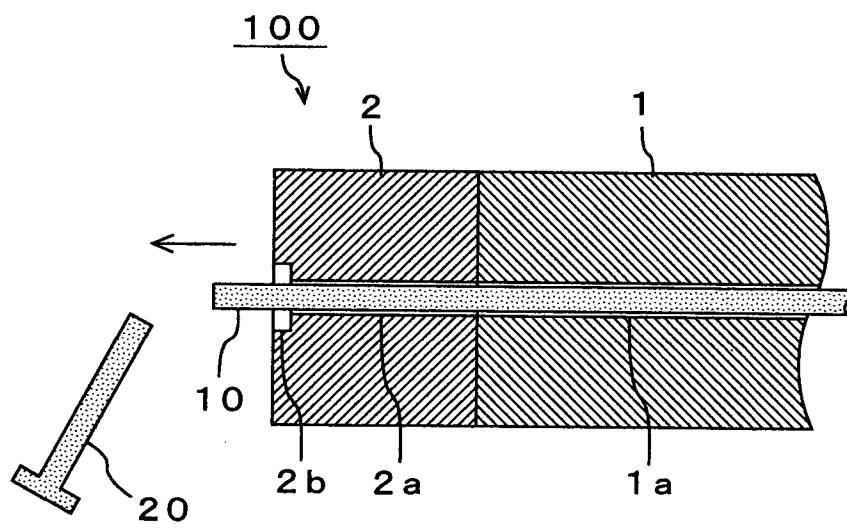
【図 3 A】



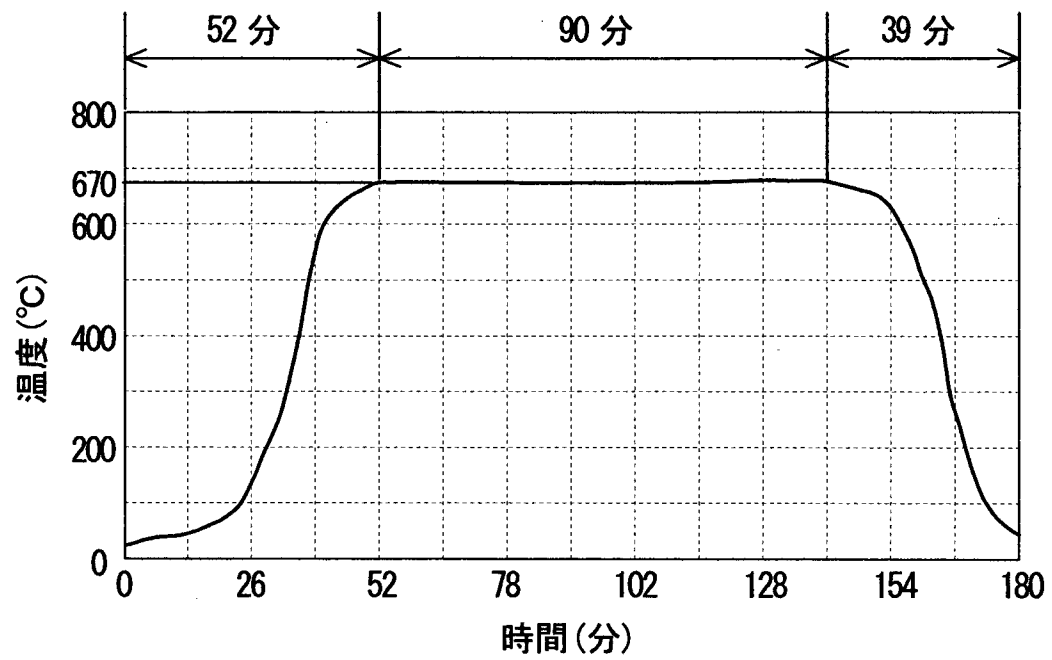
【図 3 B】



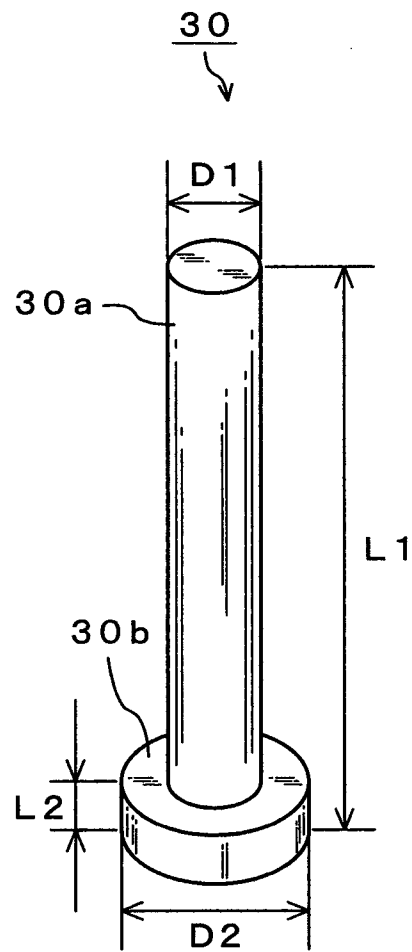
【図 3 C】



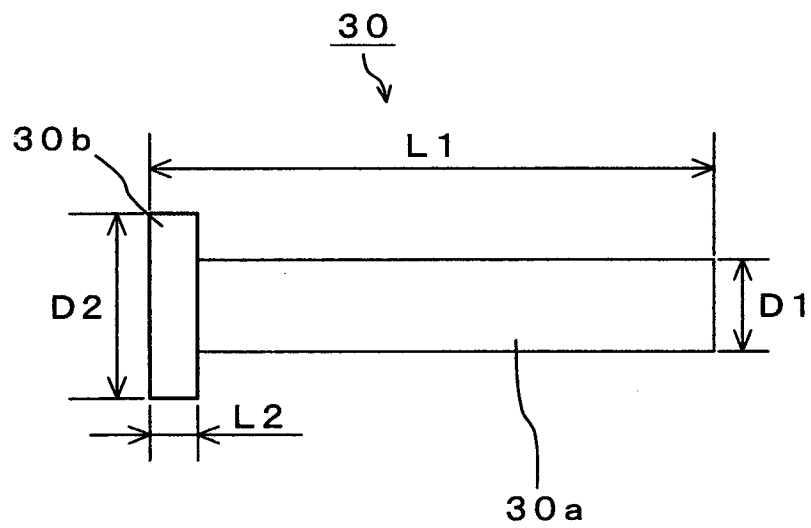
【図 4】



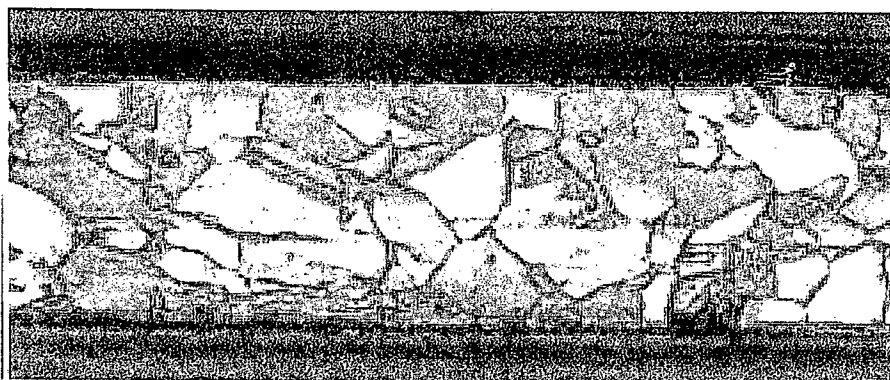
【図 5 A】



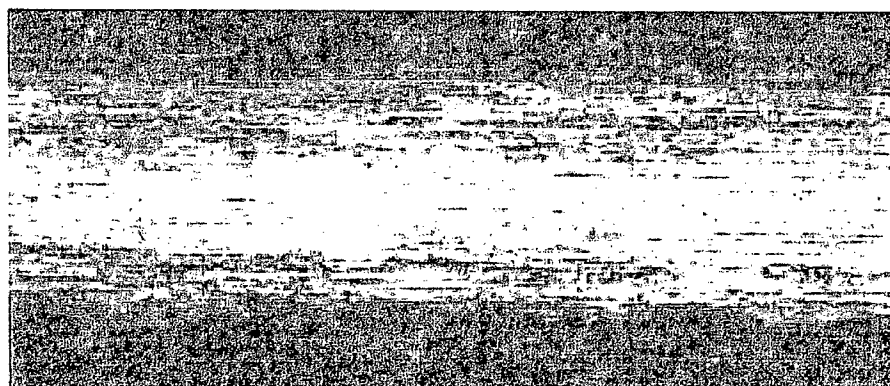
【図 5 B】



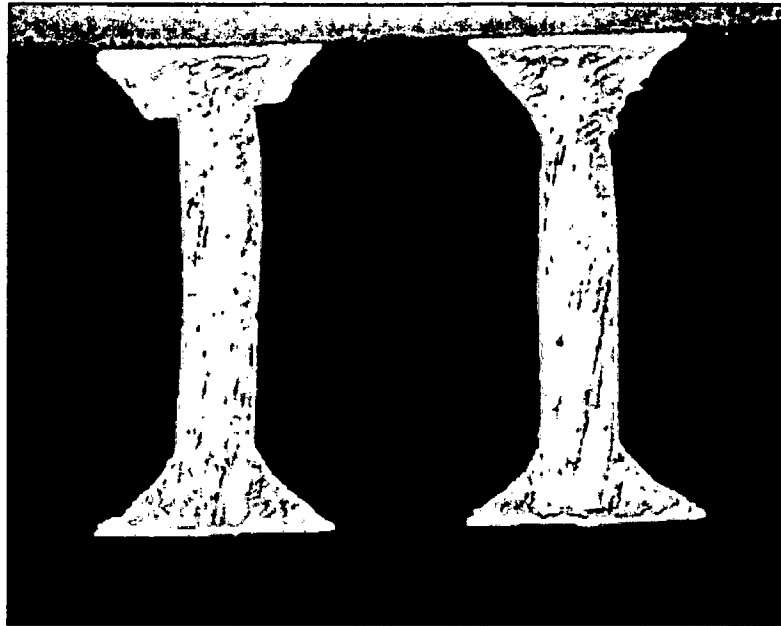
【図 6】



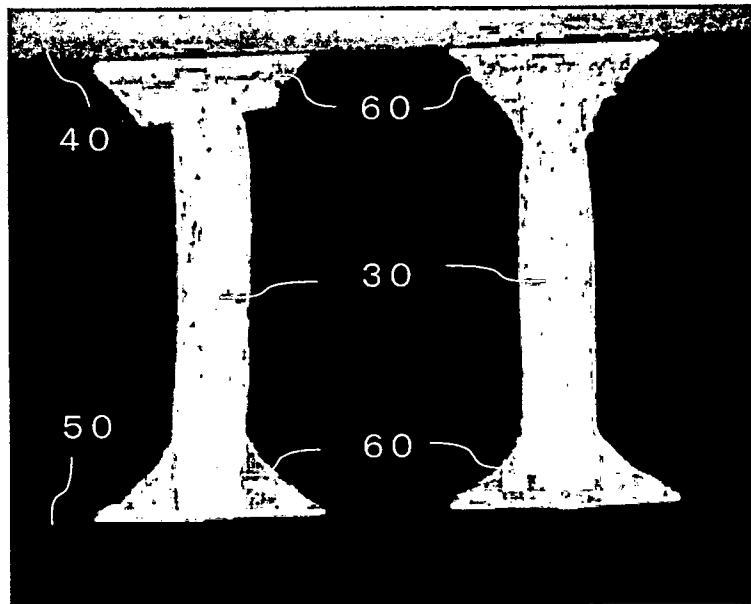
【図 7】



【図 8 A】



【図 8 B】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/054430

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/60 (2006.01) i, H01L23/50 (2006.01) i

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)

H01L21/60, H01L23/50

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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.
Y	JP 2002-289761 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 04 October 2002 (04.10.2002), paragraphs [0018] to [0022] & US 2002/0004324 A1 & TW 503546 B	1-6
Y	JP 08-241950 A (Hitachi, Ltd.), 17 September 1996 (17.09.1996), paragraphs [0023], [0024] (Family: none)	1-6
Y	JP 2000-030558 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 28 January 2000 (28.01.2000), paragraph [0007] (Family: none)	5, 6

☐ 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
09 March, 2011 (09.03.11)

Date of mailing of the international search report
22 March, 2011 (22.03.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L21/60(2006.01)i, H01L23/50(2006.01)i

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. H01L21/60, H01L23/50

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 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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
Y	JP 2002-289761 A (日本特殊陶業株式会社) 2002. 10. 04, 【0018】 - 【0022】 & US 2002/0004324 A1 & TW 503546 B	1-6
Y	JP 08-241950 A (株式会社日立製作所) 1996. 09. 17, 【0023】, 【0024】 (ファミリーなし)	1-6
Y	JP 2000-030558 A (古河電気工業株式会社) 2000. 01. 28, 【0007】 (ファミリーなし)	5, 6

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 9 . 0 3 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 2 . 0 3 . 2 0 1 1

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)

馳平 憲一

4 R

3 2 3 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 7 1