(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
2016 年 8 月 4 日(04.08.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/121838 A1

(51) 国際特許分類:
H01C 1/084 (2006.01) *H01C 17/02* (2006.01)
H01C 1/142 (2006.01) *H01C 17/28* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/052393

(22) 国際出願日: 2016 年 1 月 27 日(27.01.2016)

(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 2015-014405 2015 年 1 月 28 日(28.01.2015) JP

(71) 出願人: 三菱マテリアル株式会社(MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION) [JP/JP]; 〒 1008117 東京都千代田区大手町一丁目３番２号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 長瀬 敏之(NAGASE Toshiyuki); 〒 3640022 埼玉県北本市下石戸上１９７５－２ 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内 Saitama (JP). 駒崎 雅人(KOMASAKI Masahito); 〒3640022 埼玉県北本市下石戸上１９７５－２ 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内 Saitama (JP).

(74) 代理人: 志賀 正武, 外(SHIGA Masatake et al.); 〒 1006620 東京都千代田区丸の内一丁目９番２号 Tokyo (JP).

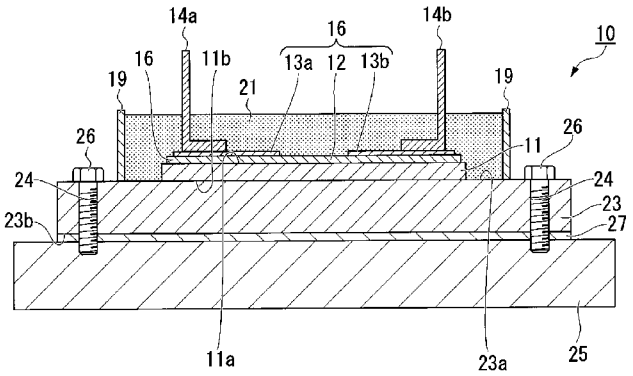
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: RESISTOR DEVICE AND METHOD FOR PRODUCING RESISTOR DEVICE

(54) 発明の名称 : 抵抗器及び抵抗器の製造方法



(57) **Abstract**: This resistor device is provided with: a chip resistor that comprises a resistor formed on one surface of a ceramic substrate and a metal electrode; a metal terminal that is electrically connected to the metal electrode; and an Al member that is formed on the other surface of the ceramic substrate. The ceramic substrate and the Al member are bonded with each other by means of an Al-Si brazing material, while the metal electrode and the metal terminal are bonded with each other by means of a solder. The reverse surface of the Al member, said reverse surface being on the reverse side of the ceramic substrate-side surface, has a curvature degree within the range of from -30 μm/50 mm to 700 μm/50 mm (inclusive).

(57) 要約: この抵抗器は、セラミックス基板の一方の面に形成された抵抗体及び金属電極を含むチップ抵抗体と、前記金属電極に電気的に接続された金属端子と、前記セラミックス基板の他方の面側に形成されたＡＩ部材と、を備え、前記セラミックス基板と前記ＡＩ部材とが、ＡＩ－Ｓｉ系のろう材によって接合され、前記金属電極と前記金属端子とがはんだによって接合され、前記ＡＩ部材は、前記セラミックス基板側の面に対向する対向面の湾曲の度合いが、－３０μｍ／５０ｍｍ以上、７００μｍ／５０ｍｍ以下の範囲である。

WO 2016/121838 A1

明　細　書

発明の名称 ： 抵抗器及び抵抗器の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、セラミックス基板の一方の面に形成された抵抗体及び金属電極を有するチップ抵抗体と、金属電極に接合された金属端子と、ＡＩ又はＡＩ合金からなるＡＩ部材とを備えた抵抗器、及びこの抵抗器の製造方法に関する。

本願は、２０１５年１月２８日に、日本に出願された特願２０１５－０１４４０５号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 電子回路部品の一例として、セラミックス基板の一方の面に形成された抵抗体と、この抵抗体に接合された金属端子と、を備えた抵抗器が広く使用されている。抵抗器は、印加された電流値に応じてジュール熱が生じ、抵抗器が発熱する。抵抗器で生じた熱を効率的に放散するために、例えば、放熱板（ヒートシンク）を備えたものが提案されている。

[0003] 例えば、特許文献１には、絶縁層を備えたシリコン基板と、ＡＩからなる放熱板（ヒートシンク）とをはんだ接合した抵抗器が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平０８－３０６８６１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] セラミックスからなる基板と、ＡＩからなる放熱板とを接合した場合、互いの材料の熱膨張率や熱伝導率の差によって湾曲が生じやすい。特に、セラミックスよりも剛性の低いＡＩからなる放熱板は、大きな湾曲を生じる場合がある。このような湾曲は、基板と放熱板とを接合した後に、基板と放熱板との接合体を押圧することで軽減することができる。

しかしながら、従来の接合方法、例えば特許文献１のように、基板と放熱板とをはんだによって接合している場合、後工程で押圧によって湾曲を矯正すると、はんだからクラックが生じやすく、基板と放熱板とが剥離する懸念があった。

[0006] この発明は、前述した事情に鑑みてなされたものであって、セラミックス基板とＡｌ部材とが湾曲することなく接合され、かつ、接合部分に損傷がない抵抗器、及びこの抵抗器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

[0007] 上記課題を解決するために、本発明の抵抗器は、セラミックス基板の一方の面に形成された抵抗体及び金属電極を含むチップ抵抗体と、前記金属電極に電気的に接続された金属端子と、前記セラミックス基板の他方の面側に形成されたＡｌ部材と、を備え、前記セラミックス基板と前記Ａｌ部材とが、Ａｌ－Ｓｉ系のろう材によって接合され、前記金属電極と前記金属端子とがはんだによって接合され、前記Ａｌ部材は、前記セラミックス基板側の面に対向する対向面の湾曲の度合いが、－３０μｍ／５０ｍｍ以上、７００μｍ／５０ｍｍ以下の範囲であることを特徴とする。

[0008] なお、本発明の抵抗器において、湾曲の度合いとは、前記対向面の平坦性を示すものであり、最小二乗面における最高点と最低点との差分として表される。そして、前記対向面の中心領域が周縁領域よりも外側に向けて突出した状態をプラス数値、前記対向面の周縁領域が中心領域よりも外側に向けて突出した状態をマイナス数値としている。なお、こうした前記対向面の反りは、面広がり方向に沿った対向面の任意の断面が、必ずしも対称形となるような反り形状となるものに限定されるものでは無く、対向面の断面が非対称形となるような反り形状であっても、その反り量が平坦面に対して－３０μｍ／５０ｍｍ以上、７００μｍ／５０ｍｍ以下の範囲であればよい。

[0009] 本発明の抵抗器によれば、Ａｌ部材の対向面の反り量が、平坦面に対して－３０μｍ／５０ｍｍ以上、７００μｍ／５０ｍｍ以下の範囲となるように形成されることによって、Ａｌ部材の湾曲によるセラミックス基板との接合

面に過剰な湾曲応力が生じることを抑制し、セラミックス基板の剥離や、セラミックス基板の変形を防止することができる。

また、ＡＩ部材の対向面に更に別な部材を接合する際にも、ＡＩ部材と、別な部材との密着性を確保することができる。

[0010] 前記ＡＩ部材は、純度が９９．９８ｍａｓｓ％以上のＡＩからなる緩衝層とヒートシンクとの積層体であり、該緩衝層と前記セラミックス基板の他方の面がＡＩ－Ｓｉ系のろう材によって接合されていることが好ましい。

ＡＩ部材を純度が９９．９８ｍａｓｓ％以上のＡＩからなる緩衝層とヒートシンクとの積層体から構成することによって、チップ抵抗体で発生した熱を効率的にヒートシンクに伝搬させ、熱を速やかに放散することができる。また、緩衝層を純度９９．９８ｍａｓｓ％以上の高純度ＡＩによって形成することで、変形抵抗が小さくなり、冷熱サイクルが負荷された際にセラミックス基板に発生する熱応力をこの緩衝層によって吸収でき、セラミックス基板に熱応力が加わって割れが発生することを抑制することが可能になる。

[0011] 本発明は、前記緩衝層の厚みが０．４ｍｍ以上、２．５ｍｍ以下の範囲であることが好ましい。

緩衝層の厚みが０．４ｍｍ未満であると、熱応力による変形を充分に緩衝できない懸念がある。また、緩衝層の厚みが２．５ｍｍを超えると、熱を効率的にＡＩ部材に伝搬させることが難しくなる懸念がある。

[0012] 本発明は、前記チップ抵抗体、前記金属電極、および前記金属端子は、少なくともその一部が絶縁性の封止樹脂によって覆われ、該封止樹脂は、熱膨張係数が８ｐｐｍ／℃以上、２０ｐｐｍ／℃以下の範囲の樹脂であることが好ましい。

この場合、チップ抵抗体および金属端子が絶縁性の封止樹脂によってモールドされるので、電流リークを防止でき、抵抗器の高耐圧性を実現できる。また、封止樹脂として熱膨張係数（線膨張率）が８ｐｐｍ／℃以上、２０ｐｐｍ／℃以下の範囲内の樹脂を用いることによって、抵抗体の発熱に伴う封止樹脂の熱膨張による体積変化を最小に抑えることができる。これによって

、封止樹脂に覆われたチップ抵抗体や金属端子に対して過剰な応力が加わることで接合部分がダメージを受け、導通不良等の不具合を起こすことを防止できる。

[0013] 本発明は、前記セラミックス基板の厚みは０．３ｍｍ以上、１．０ｍｍ以下の範囲であり、かつ、前記ＡＩ部材の厚みは２．０ｍｍ以上、１０．０ｍｍ以下の範囲であることが好ましい。

セラミックス基板の厚みを０．３ｍｍ以上１．０ｍｍ以下の範囲内にすることによって、セラミックス基板の強度と、抵抗器全体の薄厚化とを両立することができる。また、ＡＩ部材の厚みを２．０ｍｍ以上、１０．０ｍｍ以下の範囲内とすることで、充分な熱容量を確保できると共に抵抗器全体の薄厚化も図ることができる。

[0014] 本発明の抵抗器の製造方法は、前記各項記載の抵抗器を製造する抵抗器の製造方法であって、前記セラミックス基板と前記ＡＩ部材との間に、ＡＩ－Ｓｉ系のろう材を配し、これらを積層方向に沿って加圧しつつ加熱して、前記セラミックス基板と前記ＡＩ部材とを前記ろう材によって接合して接合体を形成する接合工程と、前記ＡＩ部材の湾曲を矯正する湾曲矯正工程と、を備えたことを特徴とする。

[0015] 本発明の抵抗器の製造方法によれば、矯正工程によって、ＡＩ部材の対向面の湾曲の度合いが、平坦面に対して－３０μｍ／５０ｍｍ以上、７００μｍ／５０ｍｍ以下の範囲となるように形成することができる。これにより、ＡＩ部材の湾曲によるセラミックス基板との接合面に過剰な湾曲応力が生じることを抑制し、セラミックス基板の剥離や、セラミックス基板の変形を防止することができる。

また、ＡＩ部材の対向面に更に別な部材を接合する際にも、ＡＩ部材と、別な部材との密着性を確保することが可能になる。

[0016] 前記湾曲矯正工程は、前記接合体の前記ＡＩ部材側に所定の曲率をもつ矯正治具を当接させ、前記セラミックス基板側から前記接合体を押圧する、冷間矯正を行う工程であることが好ましい。

これによって、ＡＩ部材の対向面の湾曲の度合いが、平坦面に対して－３０μｍ／５０ｍｍ以上、７００μｍ／５０ｍｍ以下の範囲にすることが可能になる。

[0017] 前記湾曲矯正工程は、前記ＡＩ部材側および前記セラミックス基板側にそれぞれ配した平坦な矯正治具で前記接合体を挟持し、少なくとも０℃以下に冷却してから室温に戻す、加圧冷却矯正を行う工程であることが好ましい。

これによって、ＡＩ部材の対向面の湾曲の度合いが、平坦面に対して－３０μｍ／５０ｍｍ以上、７００μｍ／５０ｍｍ以下の範囲にすることが可能になる。

[0018] 前記湾曲矯正工程は、前記接合工程に先だって、前記ＡＩ部材側に所定の曲率をもつ矯正治具を配する工程であることが好ましい。

これによって、ＡＩ部材の対向面の湾曲の度合いが、平坦面に対して－３０μｍ／５０ｍｍ以上、７００μｍ／５０ｍｍ以下の範囲にすることが可能になる。

[0019] 本発明の抵抗器の製造方法は、前記チップ抵抗体の周囲を取り囲むように型枠を配置し、軟化させた封止樹脂を前記型枠の内部に充填する封止樹脂形成工程を、更に備えることが好ましい。

この場合、チップ抵抗体および金属端子が絶縁性の封止樹脂によってモールドされるので、電流リークを防止でき、高耐圧性を備えた抵抗器を製造することができる。また、チップ抵抗体および金属端子を封止樹脂で覆うことによって、チップ抵抗体や金属端子に対して過剰な応力が加わることで接合部分がダメージを受け、導通不良等の不具合を起こすことを防止した抵抗器を製造することができる。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、耐熱性に優れるとともに、製造時における抵抗体や接合部の劣化を抑制することができる抵抗器及びこの抵抗器の製造方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明の第一実施形態に係る抵抗器の断面図である。

[図2]本発明の第二実施形態に係る抵抗器の断面図である。

[図3]本発明の第三実施形態に係る抵抗器の断面図である。

[図4]本発明の第一実施形態に係る抵抗器の製造方法の断面図である。

[図5]本発明の第一実施形態に係る抵抗器の製造方法の断面図である。

[図6]本発明の第一実施形態に係る抵抗器の製造方法のフローチャートである。

[図7]本発明の第二実施形態に係る抵抗器の製造方法の断面図である。

[図8]本発明の第三実施形態に係る抵抗器の製造方法の断面図である。

[図9]本発明の第四実施形態に係る抵抗器の製造方法の断面図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、図面を参照して、本発明の抵抗器及びこの抵抗器の製造方法について説明する。

なお、以下に示す各実施形態は、発明の趣旨をより良く理解させるために具体的に説明するものであり、特に指定のない限り、本発明を限定するものではない。また、以下の説明で用いる図面は、本発明の特徴をわかりやすくするために、便宜上、要部となる部分を拡大して示している場合があり、各構成要素の寸法比率などが実際と同じであるとは限らない。

[0023] （抵抗器：第一実施形態）

本発明の抵抗器の第一実施形態について、添付した図１を参照して説明する。

図１は、第一実施形態の抵抗器の積層方向に沿った断面を示す断面図である。第一実施形態に係る抵抗器１０は、セラミックス基板１１と、このセラミックス基板１１の一方の面１１ａに重ねて形成されたチップ抵抗体１６と、を備えている。このチップ抵抗体１６は、抵抗体１２及びこの抵抗体１２に電圧を印加するための金属電極１３ａ，１３ｂとを有している。また、金属電極１３ａ，１３ｂのそれぞれに重ねて、金属端子１４ａ，１４ｂが配置されている。金属電極１３ａと金属端子１４ａとの間、および金属電極１３

ｂと金属端子１４ｂとは、それぞれ、はんだによって接合されている。

[0024] さらに、チップ抵抗体１６の周囲には、チップ抵抗体１６に対して離間するように取り囲む型枠１９が配置されている。そして、この型枠１９の内部には、封止樹脂２１が充填されている。こうした封止樹脂２１は、チップ抵抗体１６や金属端子１４ａ，１４ｂの一部を覆うように形成されている。

[0025] セラミックス基板１１の他方の面１１ｂには、ＡＩ部材であるヒートシンク（ＡＩ部材）２３が重ねて配されている。

こうしたセラミックス基板１１とヒートシンク２３との接合構造は後ほど詳述する。

このヒートシンク２３の周縁付近には、複数のネジ穴２４が形成されている。

[0026] ヒートシンク２３がセラミックス基板１１と接合される接合面の反対面には、更に冷却器２５が取り付けられていることが好ましい。冷却器２５は、ヒートシンク２３のネジ穴２４を貫通するネジ２６によって、ヒートシンク２３に締結されている。なお、冷却器２５とヒートシンク２３との間には、更に、高伝熱性のグリス層２７が形成されていることが好ましい。

[0027] セラミックス基板１１は、抵抗体１２及び金属電極１３と、導電性のヒートシンク２３との電気的接続を防止するものである。セラミックス基板１１は、絶縁性、および耐熱性に優れたSi_3N_4（窒化ケイ素）、ＡＩＮ（窒化アルミニウム）、Al_2O_3（アルミナ）等のセラミックスで構成されている。本実施形態においては、絶縁性の高いＡＩＮで構成されている。また、ＡＩＮからなるセラミックス基板１１の厚さは、例えば、０．３ｍｍ以上１．０ｍｍ以下の範囲内であればよく、より好ましくは０．５ｍｍ以上０．８３ｍｍ以下の範囲内である。本実施形態では、セラミックス基板１１の厚さは、０．６３５ｍｍに設定されている。

[0028] こうしたセラミックス基板１１の厚さは、０．３ｍｍ未満であるとセラミックス基板１１に加わる応力に対する強度を充分に確保できなくなる懸念がある。また、セラミックス基板１１の厚さが１．０ｍｍを超えると、抵抗器

１０全体の厚みが増加し、薄厚化が難しくなる懸念がある。よって、セラミックス基板１１の厚さを、例えば、０．３ｍｍ以上１．０ｍｍ以下の範囲内にすることによって、セラミックス基板１１の強度と、抵抗器１０全体の薄厚化とを両立できる。

[0029] 抵抗体１２は、抵抗器１０に電流が流れた際の電気抵抗として機能させるためのものであり、構成材料の一例として、Ｔａ－Ｓｉ系薄膜抵抗体やＲｕO_2厚膜抵抗体が挙げられる。抵抗体１２は、本実施形態においては、Ｔａ－Ｓｉ系薄膜抵抗体によって構成され、厚さが例えば０．５μｍとされている。

[0030] 金属電極１３ａ，１３ｂは、抵抗体１２に設けられた電極であり、本実施形態においては、Ｃｕによって構成されている。また、金属電極１３ａ，１３ｂの厚さは、例えば２μｍ以上３μｍ以下とされており、本実施形態においては、厚さが１．６μｍとされている。なお、本実施形態において、金属電極１３ａ，１３ｂを構成するＣｕは、純ＣｕやＣｕ合金を含むものとする。また、金属電極１３ａ，１３ｂは、Ｃｕに限定されるものでは無く、例えば、Ａｌ，Ａｇなど、高導電率の各種金属を採用することができる。

[0031] 金属端子１４ａ，１４ｂは、外形が略Ｌ字型に屈曲された電気端子であり、その一端側がはんだによって金属電極１３ａ，１３ｂの表面に接合されている。これにより、金属端子１４ａ，１４ｂは、金属電極１３ａ，１３ｂに対して電気的に接続されている。また、金属電極１３ａ，１３ｂのそれぞれの他端側は、封止樹脂２１から突出して外部に露出されている。こうした金属端子１４ａ，１４ｂは、本実施形態においては、金属電極１３と同様にＣｕによって構成されている。また、金属端子１４の厚さは、０．１ｍｍ以上０．５ｍｍ以下とされており、本実施形態においては、０．３ｍｍとされている。

[0032] 金属端子１４ａ，１４ｂと金属電極１３ａ，１３ｂとを接合するはんだとしては、例えば、Ｓｎ－Ａｇ系、Ｓｎ－Ｉｎ系、若しくはＳｎ－Ａｇ－Ｃｕ系のはんだが挙げられる。

[0033] 抵抗器１０は、この金属端子１４ａ，１４ｂを介して外部の電子回路等に接続される。

金属端子１４ａは、抵抗器１０の一方の極性の端子とされ、また、金属端子１４ｂは、抵抗器１０の他方の極性の端子とされる。

[0034] 型枠１９は、例えば、耐熱性の樹脂板から構成されている。そして、この型枠１９の内側を埋める封止樹脂２１は、例えば、３０℃～１２０℃の温度範囲における熱膨張係数（線膨張率）が８ｐｐｍ／℃～２０ｐｐｍ／℃の範囲の絶縁性樹脂が用いられる。３０℃～１２０℃の温度範囲における熱膨張係数はより好ましくは、１２ｐｐｍ／℃～１８ｐｐｍ／℃である。こうした熱膨張係数を持つ絶縁性樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂にSiO_2フィラーを入れたものなどを挙げることができる。この場合、封止樹脂２１はSiO_2フィラーが７２質量%～８４質量%、エポキシ樹脂が１６質量%～２８質量%の組成とすることが望ましく、SiO_2フィラーが７５質量%～８０質量%、エポキシ樹脂が２０質量%～２５質量%の組成とすることがより望ましい。

封止樹脂２１の熱膨張係数は、アルバック理工(株)製　ＤＬ－７０００を用いて測定、算出される。

[0035] 封止樹脂２１として、３０℃～１２０℃の温度範囲における熱膨張係数が８ｐｐｍ／℃～２０ｐｐｍ／℃の範囲の絶縁性樹脂を用いることによって、抵抗体１２の発熱に伴う封止樹脂２１の熱膨張による体積変化を最小に抑えることができる。そして、封止樹脂２１に覆われたチップ抵抗体１６や金属端子１４ａ，１４ｂに対して過剰な応力が加わることで接合部分がダメージを受け、導通不良等の不具合を起こすことを防止できる。

[0036] ヒートシンク（Ａｌ部材）２３と、セラミックス基板１１の他方の面１１ｂは、Ａｌ－Ｓｉ系のろう材によって接合されている。Ａｌ－Ｓｉ系のろう材は、融点が６００～６３０℃程度である。こうしたＡｌ－Ｓｉ系のろう材によってヒートシンク２３とセラミックス基板１１とを接合することで、耐熱性と接合時の熱劣化を同時に防止することができる。

[0037] 例えば、従来のように、ヒートシンクとセラミックス基板とを、はんだを用いて接合した場合、はんだの融点が低い（２００～２５０℃程度）ために、抵抗体１２が高温になった場合、ヒートシンクとセラミックス基板とが剥離してしまう懸念がある。また、はんだは温度変化による膨張、収縮が比較的大きいためにクラックが生じやすく、ヒートシンクとセラミックス基板とが剥離する懸念があった。

[0038] よって、本実施形態のように、ヒートシンク２３とセラミックス基板１１とを、ＡＩ－Ｓｉ系のろう材によって接合することによって、はんだ接合と比較して耐熱性が大幅に高められ、かつ、温度変化によるヒートシンクとセラミックス基板との接合部分のクラックの発生や、ヒートシンクとセラミックス基板との剥離を確実に防止することが可能になる。

[0039] ヒートシンク（ＡＩ部材）２３は、抵抗体１２から発生する熱を逃がすためのものであり、熱伝導性が良好なＡＩ又はＡＩ合金から形成されている。本実施形態においては、ヒートシンク２３は、Ａ６０６３合金（ＡＩ合金）で構成されている。

[0040] ヒートシンク２３は、積層方向に沿った厚みが、例えば２．０ｍｍ以上、１０．０ｍｍ以下の範囲に形成されることが好ましく、２．０ｍｍ以上、５．０ｍｍ以下の範囲に形成されることがより好ましい。ヒートシンク２３の厚みが２．０ｍｍ未満であると、ヒートシンク２３に応力が加わった際に、ヒートシンク２３が変形する懸念がある。また、熱容量が小さすぎるため、抵抗体１２から発生する熱を充分に吸収、放熱できない懸念がある。一方、ヒートシンク２３の厚みが１０．０ｍｍを超えると、ヒートシンク２３の厚みによって抵抗器１０全体の薄厚化も図ることが困難となり、また、抵抗器１０全体の重量が大きくなり過ぎるという懸念がある。

[0041] このヒートシンク（ＡＩ部材）２３は、セラミックス基板１１側の面２３ａに対向する対向面２３ｂの湾曲の度合いが、－３０μｍ／５０ｍｍ以上、７００μｍ／５０ｍｍ以下の範囲となるように形成されている。

[0042] ここで、対向面２３ｂの湾曲の度合いは、ヒートシンク２３の対向面２３

ｂの平坦性を示すものであり、最小二乗面における最高点と最低点との差分として表される。そして、ヒートシンク２３の対向面２３ｂの中心領域が周縁領域よりも外側に向けて突出した状態をプラス数値、対向面２３ｂの周縁領域が中心領域よりも外側に向けて突出した状態をマイナス数値としている。なお、こうしたヒートシンク２３の対向面２３ｂの反りは、面広がり方向に沿った対向面の任意の断面が、必ずしも対称形となるような反り形状となるものに限定されるものでは無く、対向面の断面が非対称形となるような反り形状であっても、その反り量が平坦面に対して－３０μｍ／５０ｍｍ以上、７００μｍ／５０ｍｍ以下の範囲であればよい。反り量は－２０μｍ／５０ｍｍ以上、４００μｍ／５０ｍｍ以下の範囲であることがより好ましい。

最小二乗面における最高点と最低点とは、基準長さ（５０ｍｍ）の範囲において、最小二乗面の高さ方向における最大高さを示す位置の点（最高点）と最大高さを示す位置に対して最も低い位置を示す点（最低点）である。反り量は最高点と最低点の高さの差分（μｍ）を基準長さ（５０ｍｍ）で除して算出する。

このような反り量はレーザー変位計を用いて測定することが可能である。

[0043] ヒートシンク２３の対向面２３ｂの反り量が、平坦面に対して－３０μｍ／５０ｍｍ以上、７００μｍ／５０ｍｍ以下の範囲となるように形成されることによって、ヒートシンク（ＡＩ部材）２３の湾曲によるセラミックス基板１１の剥離や、セラミックス基板１１の変形を防止することができる。

[0044] ヒートシンク２３の対向面２３ｂ、即ち冷却器２５と接する面は、ヒートシンク２３とセラミックス基板１１との接合によって、僅かに湾曲することがある。これは、ヒートシンク２３を構成するＡＩの熱膨張率が、セラミックス基板１１の熱膨張率よりも大きいためである。これにより、高温で接合した後に室温程度まで冷却されると、ヒートシンク２３の対向面２３ｂ（冷却器２５と接する面）が、中央領域を頂部としてセラミックス基板１１と反対の方向に向かって突出するように湾曲する。

[0045] こうしたヒートシンク２３の対向面２３ｂの湾曲の度合いを、－３０μｍ

／５０ｍｍ以上、７００μｍ／５０ｍｍ以下の範囲に収めることによって、ヒートシンク２３に更に冷却器２５を設ける場合であっても、ヒートシンク２３と冷却器２５との密着性を確保することができる。また、ヒートシンク２３とセラミックス基板１１との接合面に過剰な湾曲応力が生じることを抑制し、ヒートシンク２３とセラミックス基板１１とが剥離することを防止できる。

[0046] なお、ヒートシンク２３の対向面２３ｂの反り量が、平坦面に対して－３０μｍ／５０ｍｍ以上、７００μｍ／５０ｍｍ以下の範囲となるように制御する具体的な方法は、抵抗器の製造方法において詳述する。

[0047] 冷却器２５は、ヒートシンク２３を冷却するものであり、ヒートシンク２３自体の放熱機能と共に、ヒートシンク２３の温度上昇を防止する。冷却器２５は、例えば、空冷式や水冷式の冷却器であればよい。冷却器２５は、ヒートシンク２３に形成されたネジ穴２４を貫通するネジ２６によって、ヒートシンク２３に締結される。

[0048] また、冷却器２５とヒートシンク２３との間には、更に、高伝熱性のグリス層２７が形成されていることが好ましい。グリス層２７は、冷却器２５とヒートシンク２３との密着性を高め、ヒートシンク２３の熱を冷却器２５に向けて円滑に伝搬させる。グリス層２７を構成するグリスは、熱伝導性に優れ、かつ耐熱性に優れた高耐熱グリスが用いられる。

[0049] （抵抗器：第二実施形態）

図２は、本発明の抵抗器の第二実施形態を示す断面図である。

なお、以下の説明において、第一実施形態の抵抗器と同一の構成に関しては同一の符号を付与し、その詳細な説明は略す。

この第二実施形態の抵抗器３０では、純度が９９．９８ｍａｓｓ％以上のＡｌからなる緩衝層２９と、ヒートシンク２３との積層体からＡｌ部材を構成している。即ち、ヒートシンク２３とセラミックス基板１１の他方の面１１ｂ側との間に、純度が９９．９８ｍａｓｓ％以上のＡｌからなる緩衝層２９が形成されている。ヒートシンク２３およびセラミックス基板１１は、こ

の緩衝層２９に対して、それぞれＡｌ－Ｓｉ系のろう材によって接合されている。

[0050] 緩衝層２９は、例えば、純度が９９．９８ｍａｓｓ％以上の高純度Ａｌからなる薄板状の部材である。この緩衝層２９の厚みは、例えば、０．４ｍｍ以上、２．５ｍｍ以下であればよい。緩衝層２９の厚みは、より好ましくは０．６ｍｍ以上、２．０ｍｍ以下である。こうした緩衝層２９をセラミックス基板１１の他方の面１１ｂとヒートシンク２３との間に形成することによって、チップ抵抗体１６で発生した熱を効率的にヒートシンク２３に伝搬させ、熱を速やかに放散することができる。

[0051] また、緩衝層２９を純度９９．９８ｍａｓｓ％以上の高純度Ａｌで形成することによって、変形抵抗が小さくなり、冷熱サイクルが負荷された際にセラミックス基板１１に発生する熱応力をこの緩衝層２９によって吸収でき、セラミックス基板１１に熱応力が加わって割れが発生することを抑制できる。

[0052] なお、こうした緩衝層２９は、チップ抵抗体１６とセラミックス基板１１の一方の面１１ａ側との間に形成することも好ましい。

[0053] 本実施形態のように、純度が９９．９８ｍａｓｓ％以上のＡｌからなる緩衝層２９と、ヒートシンク２３との積層体からＡｌ部材を構成した場合においても、ヒートシンク２３は、その対向面２３ｂの湾曲の度合いが－３０μｍ／５０ｍｍ以上、７００μｍ／５０ｍｍ以下の範囲に収まるように形成されている。これによって、ヒートシンク２３とセラミックス基板１１との接合面に過剰な湾曲応力が生じることを抑制し、ヒートシンク２３とセラミックス基板１１とが剥離することを防止できる。

[0054] （抵抗器：第三実施形態）

図３は、本発明の抵抗器の第三実施形態を示す断面図である。

なお、以下の説明において、第一実施形態の抵抗器と同一の構成に関しては同一の符号を付与し、その詳細な説明は略す。

この第三実施形態の抵抗器４０では、チップ抵抗体４６は、抵抗体４２及

びこの抵抗体４２に電圧を印加するための金属電極１３ａ，１３ｂとを有している。そして、本実施形態では、抵抗体４２として、RuO_2系厚膜抵抗体を用いている。

[0055] RuO_2系厚膜抵抗体からなる抵抗体４２の厚さは、例えば５μｍ以上１０μｍ以下であればよく、本実施形態では７μｍとされている。こうしたRuO_2系厚膜抵抗体を用いた抵抗体４２の形成は、例えば、セラミックス基板１１の一方の面１１ａに、厚膜印刷法を用いてRuO_2ペーストを印刷、乾燥し、その後焼成することでRuO_2からなる抵抗体１２が得られる。

本実施形態では、抵抗体４２は、セラミックス基板１１の一方の面１１ａと、金属電極１３ａ，１３ｂの上面側の一部を覆うように形成されている。

[0056] 本実施形態のように、抵抗体４２として、RuO_2系厚膜抵抗体を用いた場合においても、ヒートシンク２３は、その対向面２３ｂの湾曲の度合いが－３０μｍ／５０ｍｍ以上、７００μｍ／５０ｍｍ以下の範囲に収まるように形成されている。これによって、ヒートシンク２３とセラミックス基板１１との接合面に過剰な湾曲応力が生じることを抑制し、ヒートシンク２３とセラミックス基板１１とが剥離することを防止できる。

[0057] （抵抗器の製造方法：第一実施形態）

次に、第一実施形態に係る抵抗器１０の製造方法について、図４、図５、図６を参照して説明する。

図４、図５は、第一実施形態の抵抗器の製造方法を段階的に示した断面図である。また、図６は、第一実施形態の抵抗器の製造方法における各工程を示したフローチャートである。

[0058] 例えば、厚みが０．３ｍｍ以上１．０ｍｍ以下のＡｌＮからなるセラミックス基板１１を用意する。図４（ａ）に示すように、セラミックス基板１１の一方の面１１ａに、例えばスパッタリング法を用いて、厚みが０．５μｍ程度のＴａ－Ｓｉ系薄膜からなる抵抗体１２を形成する（抵抗体形成工程：Ｓ０１）。

[0059] 次に、図４（ｂ）に示すように、抵抗体１２の所定の位置に、例えばスパ

ッタリング法やめっき法を用いて、例えば厚みが２～３μｍ程度のＣｕからなる金属電極１３ａ，１３ｂを形成する（金属電極形成工程：Ｓ０２）。これによって、セラミックス基板１１の一方の面１１ａにチップ抵抗体１６が形成される。なお、Ｃｕの下層に予めＣｒからなる下地層を形成して、抵抗体１２と金属電極１３ａ，１３ｂとの密着性を高める構成にすることも好ましい。

[0060] そして、図４（ｃ）に示すように、セラミックス基板１１の他方の面１１ｂに、ヒートシンク２３を接合する（接合工程：Ｓ０３）。

セラミックス基板１１の他方の面１１ｂとヒートシンク２３との接合にあたっては、Ａｌ－Ｓｉ系のろう材箔をセラミックス基板１１の他方の面１１ｂとヒートシンク２３との間に挟み込む。そして、真空加熱炉においては、例えば積層方向に０．５ｋｇｆ／ｃｍ^{2}以上１０ｋｇｆ／ｃｍ^{2}以下の加圧力を負荷し、真空加熱炉の加熱温度を６４０℃以上６５０℃以下に設定し、１０分以上６０分以下保持する。これによって、セラミックス基板１１の他方の面１１ｂとヒートシンク２３との間に配したＡｌ－Ｓｉ系のろう材箔が溶融し、Ａｌ－Ｓｉ系のろう材によってセラミックス基板１１とヒートシンク２３とが接合される。これによって、セラミックス基板１１とヒートシンク２３とからなる接合体３１が得られる。

[0061] セラミックス基板１１とヒートシンク２３とは、Ａｌ－Ｓｉ系のろう材によって接合されているので、例えば、はんだによる接合と比較して、大幅に耐熱性が高められ、かつ、接合時に８００℃といった高温を必要としないので、既に形成されている抵抗体１２が熱劣化を引き起こすことも防止できる。また、Ａｌ－Ｓｉ系のろう材は、はんだのように温度変化による膨張、収縮が少ないため、温度変化によってセラミックス基板１１とヒートシンク２３との接合部分にクラックが生じたり、互いに剥離することを確実に防止できる。

[0062] ヒートシンク２３とセラミックス基板１１とを接合して、Ａｌ－Ｓｉ系のろう材が溶融温度から室温まで冷却されると、ヒートシンク２３とセラミッ

クス基板１１との熱膨張率差によって、ヒートシンク２３のセラミックス基板１１側の面２３ａに対する対向面２３ｂが、その中央領域を頂部としてセラミックス基板１１と反対の方向に向かって突出するように湾曲することがある。これは、ヒートシンク２３を構成するＡｌと、セラミックス基板１１を構成するセラミックスとの熱膨張係数の差や、厚みの差に起因するものである。

[0063] ヒートシンク２３の対向面２３ｂ（冷却器２５と接する面）の湾曲の度合いを、－３０μｍ／５０ｍｍ以上、７００μｍ／５０ｍｍ以下の範囲に収めることによって、後工程でヒートシンク２３に冷却器２５を設ける際に、ヒートシンク２３と冷却器２５との密着性を確保することができる。また、ヒートシンク２３とセラミックス基板１１との接合部に過剰な湾曲応力が生じることを抑制する。こうしたヒートシンク２３の対向面２３ｂ（冷却器２５と接する面）の湾曲の度合いを、－３０μｍ／５０ｍｍ以上、７００μｍ／５０ｍｍ以下の範囲にするために、ヒートシンク２３の湾曲の度合いを矯正する湾曲矯正工程（Ｓ４）を行う。

[0064] 湾曲矯正工程（Ｓ４）では、まず、ヒートシンク２３の対向面２３ｂの湾曲状態を測定、ないし確認する。即ち、対向面２３ｂの中心領域が周縁領域よりも外側に向けて突出した状態である下凸型湾曲であるか、対向面２３ｂの周縁領域が中心領域よりも外側に向けて突出した上凸型湾曲であるかを確認する。

[0065] また、対向面２３ｂの湾曲の度合いが平坦面に対して－３０μｍ／５０ｍｍ以上、７００μｍ／５０ｍｍ以下の範囲から外れているかを確認する。その結果、ヒートシンク２３の対向面２３ｂの湾曲の度合いが上述した範囲を外れている場合、次に述べる湾曲状態の矯正を行う。なお、こうした湾曲状態の確認は、多数の抵抗器１０を製造する際に、湾曲方向や湾曲の度合いが予め分かっている、ないし予測できる場合には、特に行わなくてもよい。

[0066] ヒートシンク２３の対向面２３ｂの湾曲矯正を行う場合には、図８（ａ）に記載の冶具３７を用いる。ヒートシンク２３の対向面２３ｂ側に、所定の

曲率で湾曲した矯正面３２ａを備えた下部加圧板３２を当接させる。下部加圧板３２は、ヒートシンク２３の対向面２３ｂの湾曲方向と反対の矯正面３２ａを持つ下部加圧板３２を用いる。例えば、ヒートシンク２３の対向面２３ｂの湾曲状態が、下凸型湾曲である場合には、上凸型湾曲面からなる矯正面３２ａを持つ下部加圧板３２を用いる。また、ヒートシンク２３の対向面２３ｂの湾曲状態が、上凸型湾曲である場合には、下凸型湾曲面からなる矯正面３２ａを持つ下部加圧板３２を用いる。矯正治具３２の矯正面３２ａの曲率は、例えば、２０００ｍｍ～３０００ｍｍ程度となるように形成されている。

[0067] そして、ヒートシンク２３の対向面２３ｂに下部加圧板３２を当接させ、また金属電極１３ａ，１３ｂに上部加圧板３３を当接させて、加圧バネ３８によって例えば、０．５ｋｇ／ｃｍ^2～５ｋｇ／ｃｍ^{2}程度の荷重を印加し、室温環境で冷間矯正を行う。これによって、ヒートシンク２３の対向面２３ｂは、この対向面２３ｂと逆の形状の湾曲面からなる矯正面３２ａが押し付けられ、湾曲の度合いが緩和され、平坦な面に近い形状に矯正される。こうして得られた矯正後のヒートシンク２３の対向面２３ｂは、湾曲の度合いが平坦面に対して－３０μｍ／５０ｍｍ以上、７００μｍ／５０ｍｍ以下の範囲に収められる。

[0068] また、ヒートシンク２３の対向面２３ｂは、１つの下部加圧板３２で矯正する以外にも、複数の下部加圧板３２で段階的に湾曲の度合いを矯正することもできる。即ち、ヒートシンク２３の対向面２３ｂの湾曲の度合いが非常に大きい場合、１つの下部加圧板３２で一度に矯正を行うと、ヒートシンク２３の対向面２３ｂに皺やヒビが生じる懸念がある。

このため、段階的に湾曲の度合いが変化した複数の下部加圧板３２を用いて、複数回に分けて冷間矯正を行い、ヒートシンク２３の対向面２３ｂを段階的に平坦面に近づけていく方法を採用することもできる。

[0069] このようにしてヒートシンク２３の対向面２３ｂの湾曲の度合いが、平坦面に対して－３０μｍ／５０ｍｍ以上、７００μｍ／５０ｍｍ以下の範囲に

なるように矯正される。

[0070] 次に、図５（ａ）に示すように、金属電極１３ａ，１３ｂのそれぞれに、はんだによって金属端子１４ａ，１４ｂを接合する（端子接合工程：Ｓ０５）。金属端子１４ａ，１４ｂは、例えば、厚みが０．３ｍｍ程度のＣｕからなる板材を断面略Ｌ字状に屈曲させたものであればよい。また、金属電極１３ａ，１３と金属端子１４ａ，１４ｂとを接合するはんだとしては、例えば、Ｓｎ－Ａｇ系、Ｓｎ－Ｉｎ系、若しくはＳｎ－Ａｇ－Ｃｕ系のはんだが挙げられる。これによって、金属電極１３ａ，１３ｂと金属端子１４ａ，１４ｂとが電気的に接続される。

[0071] 次に、図５（ｂ）に示すように、セラミックス基板１１の一方の面１１ａに、チップ抵抗体１６の周囲を取り囲むように型枠１９を配置する。そして、この型枠１９の内部に軟化させた絶縁性樹脂を充填し、チップ抵抗体１６および金属端子１４ａ，１４ｂの一部を封止する封止樹脂２１を形成する（封止樹脂形成工程：Ｓ０６）。

[0072] 次に、図５（ｃ）に示すように、ヒートシンク２３の下面に耐熱グリスからなるグリス層２７を形成してから、ヒートシンク２３にネジ２６，２６を用いて冷却器２５を取り付ける（冷却器取付工程：Ｓ０７）。

以上の工程を経て、第一実施形態に係る抵抗器１０を製造することができる。

[0073] 以上のような構成とされた本実施形態に係る抵抗器１０とその製造方法によれば、ヒートシンク（ＡＩ部材）２３の対向面２３ｂの湾曲の度合いを平坦面に対して－３０μｍ／５０ｍｍ以上、７００μｍ／５０ｍｍ以下の範囲にすることによって、ヒートシンク２３とセラミックス基板１１との接合面に過剰な湾曲応力が生じることを抑制し、ヒートシンク２３とセラミックス基板１１とが剥離することを確実に防止できる。

[0074] また、ヒートシンク２３に冷却器２５を設ける際に、ヒートシンク２３と冷却器２５との密着性を確保することができる。特に、本実施形態では、ヒートシンク２３の周縁付近に複数のネジ穴２４が形成され、このネジ穴２４

を貫通するネジ２６によって、ヒートシンク２３と冷却器２５とが締結されているので、ヒートシンク２３と冷却器２５との密着性を向上させることができる。また、ヒートシンク２３とセラミックス基板１１との接合面に過剰な湾曲応力が生じることを抑制できる。

[0075] また、セラミックス基板１１とヒートシンク２３とを、Ａｌ－Ｓｉ系のろう材を用いて接合しているので、抵抗体１２が発熱して高温となっても、例えば従来のように、はんだを用いて接合した場合と比較して、接合強度を十分に維持することができ耐熱性に優れる。また一方で、従来のように、Ａｇ－Ｃｕ－Ｔｉ系ろう材を用いて接合した場合と比較して、接合温度を低くすることができるので、接合時における抵抗体１２の熱劣化を確実に防止することが可能になる。そして、セラミックス基板１１及び抵抗体１２の熱負荷を低減することができるとともに、製造工程を簡略化し、製造コストを低減することができる。

[0076] また、セラミックス基板１１の厚さを０．３ｍｍ以上１．０ｍｍ以下とすることによって、抵抗体１２の発熱回数が多くてもセラミックス基板１１に割れが発生することを抑制できる。

さらに、Ｃｕからなる金属端子１４ａ，１４ｂの厚さを０．１ｍｍ以上とすることで、端子としての強度を十分に確保するとともに比較的大きな電流を流すことができる。また、金属端子１４ａ，１４ｂの厚さを０．３ｍｍ以下とすることで、抵抗体１２の発熱回数が多くてもセラミックス基板１１に割れが発生することを抑制できる。

[0077] また、封止樹脂２１として、熱膨張係数（線膨張率）が８ｐｐｍ／℃～２０ｐｐｍ／℃の範囲の絶縁性樹脂を用いることによって、抵抗体１２の発熱に伴う封止樹脂２１の熱膨張による体積変化を最小に抑えることができる。こうした構成により、封止樹脂２１に覆われたチップ抵抗体１６や金属端子１４ａ，１４ｂに対して過剰な応力が加わることで接合部分がダメージを受け、導通不良等の不具合を起こすことを防止できる。

[0078] （抵抗器の製造方法：第二実施形態）

図７は、本発明の抵抗器の製造方法の第二実施形態を示す断面図である。

なお、以下の説明において、第一実施形態の抵抗器の製造方法と同一の構成に関しては同一の符号を付与し、その詳細な説明は略す。

本実施形態の抵抗器の製造方法では、湾曲矯正工程として加圧冷却矯正を行う。

図７（ａ）に示す湾曲矯正工程では、まず、ヒートシンク２３の対向面２３ｂの湾曲状態が対向面２３ｂの中心領域が周縁領域よりも外側に向けて突出した状態である下凸型湾曲であるか、対向面２３ｂの周縁領域が中心領域よりも外側に向けて突出した上凸型湾曲であるかを確認する。

[0079] そして、ヒートシンク２３の対向面２３ｂの湾曲矯正を行う場合には、接合体３１のヒートシンク２３の対向面２３ｂ側、およびセラミックス基板１１側（金属電極１３ａ，１３ｂ）に、それぞれ表面が平坦面を成す矯正治具３４ａ，３４ｂを当接させる。そして、接合体３１が所定の荷重、例えば０．５ｋｇ／ｃｍ^2～５ｋｇ／ｃｍ^{2}程度の荷重で挟持されるように、矯正治具３４ａと矯正治具３４ｂとを締結ネジ３５で締め付ける。

[0080] そして、この矯正治具３４ａ，３４ｂで挟持された接合体３１を、例えば冷却装置Ｃに導入して－４０℃まで冷却し、その状態で１０分間保持した後、室温に戻す。これによって、ヒートシンク２３の対向面２３ｂの湾曲の度合いが緩和され、平坦な面に近い形状に矯正される。

[0081] こうして得られた矯正後のヒートシンク２３の対向面２３ｂは、湾曲の度合いが平坦面に対して－３０μｍ／５０ｍｍ以上、７００μｍ／５０ｍｍ以下の範囲に収められる。

[0082] 以上のような湾曲矯正工程に用いる矯正治具３４ａ，３４ｂは、硬度の高い金属やセラミックスから構成されている。例えば、本実施形態では、ＳＵＳから構成されている。

[0083] （抵抗器の製造方法：第三実施形態）

図８は、本発明の抵抗器の製造方法の第三実施形態を示す断面図である。

なお、以下の説明において、第一実施形態の抵抗器の製造方法と同一の構

成に関しては同一の符号を付与し、その詳細な説明は略す。

本実施形態の抵抗器の製造方法では、接合時加圧矯正として、湾曲矯正工程を接合工程と同時に行う。

図８（ａ）に示す接合工程、湾曲矯正工程では、まず、矯正治具３７を用いて、セラミックス基板１１の他方の面１１ｂとヒートシンク２３との間にＡｌ－Ｓｉ系のろう材箔を挟み込むとともに、ヒートシンク２３の対向面２３ｂ側に、所定の曲率で湾曲した矯正面３２ａを備えた下部加圧板３２を当接させ、また金属電極１３ａ，１３ｂに上部加圧板３３を当接させる。下部加圧板３２の矯正面３２ａの曲率は、例えば、２０００ｍｍ～３０００ｍｍ程度となるように形成されている。そして、矯正治具３７を加圧バネ３８によって加圧する。

[0084] そして、真空加熱炉に矯正治具で挟持されたセラミックス基板１１、ヒートシンク２３を導入し、真空加熱炉の加熱温度を６４０℃以上６５０℃以下に設定し、１０分以上６０分以下保持する。これによって、セラミックス基板１１の他方の面１１ｂとヒートシンク２３との間に配したＡｌ－Ｓｉ系のろう材箔が溶融し、ろう材によってセラミックス基板１１とヒートシンク２３とが接合される。

[0085] また、同時に、この接合時に生じたヒートシンク２３の対向面２３ｂの湾曲が、矯正面３２ａを備えた下部加圧板３２によって矯正され、矯正後のヒートシンク２３の対向面２３ｂは、湾曲の度合いが平坦面に対して－３０μｍ／５０ｍｍ以上、７００μｍ／５０ｍｍ以下の範囲に収められる。

[0086] （抵抗器の製造方法：第四実施形態）

図９は、本発明の抵抗器の製造方法の第四実施形態を示す断面図である。

なお、以下の説明において、第一実施形態の抵抗器の製造方法と同一の構成に関しては同一の符号を付与し、その詳細な説明は略す。

図３に示すような、RuO_2系厚膜抵抗体からなる抵抗体４２を備えた抵抗器４０を製造する際には、例えば、厚みが０．３ｍｍ以上１．０ｍｍ以下のＡｌＮからなるセラミックス基板１１を用意する。そして、図９（ａ）に示

すように、セラミックス基板１１の一方の面１１ａの所定位置に、例えば厚膜印刷法を用いてＡｇ－Ｐｄペーストを印刷、乾燥し、その後焼成し、例えば厚みが７～１３μｍ程度のＡｇ－Ｐｄ厚膜からなる金属電極１３ａ，１３ｂを形成する（金属電極形成工程）。

[0087] 次に、図９（ｂ）に示すように、セラミックス基板１１の一方の面１１ａ、および金属電極１３ａ，１３ｂに接するように、例えば厚みが７μｍ程度のRuO_2系厚膜抵抗体からなる抵抗体４２を形成する（抵抗体形成工程）。RuO_2系厚膜抵抗体からなる抵抗体４２の形成方法は、例えば、セラミックス基板１１の一方の面１１ａに、厚膜印刷法を用いてRuO_2ペーストを印刷、乾燥し、その後焼成する方法が挙げられる。

[0088] そして、図９（ｃ）に示すように、セラミックス基板１１の他方の面１１ｂに、ヒートシンク２３を接合する（接合工程）。セラミックス基板１１の他方の面１１ｂとヒートシンク２３との接合にあたっては、Ａｌ－Ｓｉ系のろう材箔をセラミックス基板１１の他方の面１１ｂとヒートシンク２３との間に挟み込む。そして、真空加熱炉においては、例えば積層方向に０．５ｋｇｆ／ｃｍ^{2}以上１０ｋｇｆ／ｃｍ^{2}以下の加圧力を負荷し、真空加熱炉の加熱温度を６４０℃以上６５０℃以下に設定し、１０分以上６０分以下保持する。これによって、セラミックス基板１１の他方の面１１ｂとヒートシンク２３との間に配したＡｌ－Ｓｉ系のろう材箔が溶融し、Ａｌ－Ｓｉ系のろう材によってセラミックス基板１１とヒートシンク２３とが接合される。これによって、セラミックス基板１１とヒートシンク２３とからなる接合体３１が得られる。

[0089] ヒートシンク２３とセラミックス基板１１とを接合して、Ａｌ－Ｓｉ系のろう材が溶融温度から室温まで冷却されると、ヒートシンク２３とセラミックス基板１１との熱膨張率差によって、ヒートシンク２３のセラミックス基板１１側の面２３ａに対する対向面２３ｂが、その中央領域を頂部としてセラミックス基板１１と反対の方向に向かって突出するように湾曲することがある。これは、ヒートシンク２３を構成するＡｌと、セラミックス基板１１

を構成するセラミックスとの熱膨張係数の差や、厚みの差に起因するものである。

[0090] ヒートシンク２３の対向面２３ｂ（冷却器２５と接する面）の湾曲の度合いを、－３０μｍ／５０ｍｍ以上、７００μｍ／５０ｍｍ以下の範囲に収めることによって、後工程でヒートシンク２３に冷却器２５を設ける際に、ヒートシンク２３と冷却器２５との密着性を確保することができる。また、ヒートシンク２３とセラミックス基板１１との接合部に過剰な湾曲応力が生じることを抑制する。こうしたヒートシンク２３の対向面２３ｂ（冷却器２５と接する面）の湾曲の度合いを、－３０μｍ／５０ｍｍ以上、７００μｍ／５０ｍｍ以下の範囲にするために、ヒートシンク２３の湾曲の度合いを矯正する湾曲矯正工程を行う。

[0091] 湾曲矯正工程では、まず、ヒートシンク２３の対向面２３ｂの湾曲状態を測定、ないし確認する。即ち、対向面２３ｂの中心領域が周縁領域よりも外側に向けて突出した状態である下凸型湾曲であるか、対向面２３ｂの周縁領域が中心領域よりも外側に向けて突出した上凸型湾曲であるかを確認する。

[0092] また、対向面２３ｂの湾曲の度合いが平坦面に対して－３０μｍ／５０ｍｍ以上、７００μｍ／５０ｍｍ以下の範囲から外れているかを確認する。その結果、ヒートシンク２３の対向面２３ｂの湾曲の度合いが上述した範囲を外れている場合、次に述べる湾曲状態の矯正を行う。なお、こうした湾曲状態の確認は、多数の抵抗器４０を製造する際に、湾曲方向や湾曲の度合いが予め分かっている、ないし予測できる場合には、特に行わなくてもよい。

[0093] ヒートシンク２３の対向面２３ｂの湾曲矯正を行う場合には、図９（ｄ）に示すように冶具３７を用いて、ヒートシンク２３の対向面２３ｂ側に、所定の曲率で湾曲した矯正面３２ａを備えた下部加圧板３２を当接させる。下部加圧板３２は、ヒートシンク２３の対向面２３ｂの湾曲方向と反対の矯正面３２ａを持つ下部加圧板３２を用いる。例えば、ヒートシンク２３の対向面２３ｂの湾曲状態が、下凸型湾曲である場合には、上凸型湾曲面からなる矯正面３２ａを持つ下部加圧板３２を用いる。また、ヒートシンク２３の対

向面２３ｂの湾曲状態が、上凸型湾曲である場合には、下凸型湾曲面からなる矯正面３２ａを持つ下部加圧板３２を用いる。矯正治具３２の矯正面３２ａの曲率は、例えば、２０００ｍｍ～３０００ｍｍ程度となるように形成されている。

[0094] そして、ヒートシンク２３の対向面２３ｂに下部加圧板３２を当接させ、また抵抗体４２に上部加圧板３３を当接させて、加圧バネ３８によって例えば、０．５ｋｇ／ｃｍ^2～５ｋｇ／ｃｍ^{2}程度の荷重を印加し、室温環境で冷間矯正を行う。これによって、ヒートシンク２３の対向面２３ｂは、この対向面２３ｂと逆の形状の湾曲面からなる矯正面３２ａが押し付けられ、湾曲の度合いが緩和され、平坦な面に近い形状に矯正される。こうして得られた矯正後のヒートシンク２３の対向面２３ｂは、湾曲の度合いが平坦面に対して－３０μｍ／５０ｍｍ以上、７００μｍ／５０ｍｍ以下の範囲に収められる。

[0095] また、ヒートシンク２３の対向面２３ｂは、１つの下部加圧板３２で矯正する以外にも、複数の下部加圧板３２で段階的に湾曲の度合いを矯正することもできる。即ち、ヒートシンク２３の対向面２３ｂの湾曲の度合いが非常に大きい場合、１つの下部加圧板３２で一度に矯正を行うと、ヒートシンク２３の対向面２３ｂに皺やヒビが生じる懸念がある。

このため、段階的に湾曲の度合いが変化した複数の下部加圧板３２を用いて、複数回に分けて冷間矯正を行い、ヒートシンク２３の対向面２３ｂを段階的に平坦面に近づけていく方法を採用することもできる。

[0096] このようにしてヒートシンク２３の対向面２３ｂの湾曲の度合いが、平坦面に対して－３０μｍ／５０ｍｍ以上、７００μｍ／５０ｍｍ以下の範囲になるように矯正される。

[0097] この後、金属電極１３ａ，１３ｂのそれぞれに、はんだによって金属端子１４ａ，１４ｂを接合し、セラミックス基板１１の一方の面１１ａに型枠１９を配置した後、封止樹脂２１を形成し、更にヒートシンク２３に冷却器２５を取り付けることによって、図３に示すような、RuO_2系厚膜抵抗体から

なる抵抗体４２を備えた抵抗器４０を製造することができる。

実施例

[0098] 以下に、本発明の効果を確認すべく行った確認実験の結果について説明する。

（本発明例１～５）

ＡｌＮからなるセラミックス基板（１５ｍｍ×１１ｍｍ×０．６３５ｍｍｔ）の一方の面に、スパッタリング法を用いてＴａ－Ｓｉ系の抵抗体（１０ｍｍ×１０ｍｍ×０．５μｍ）を形成した。次いで抵抗体の上の両端にＣｕをスパッタリング法で形成した後、めっき法で１．６μｍの厚さのＣｕ電極（２ｍｍ×１０ｍｍ）を形成した。次いで、セラミックス基板の他方の面には、Ａｌ－Ｓｉ系ろう材箔を介して、Ａｌ合金（Ａ１０５０）からなるヒートシンク（２０ｍｍ×１３ｍｍ×３ｍｍｔ）を積層し、積層方向に３ｋｇｆ／ｃｍ^{2}に加圧力を付加し、真空雰囲気において、６４５℃で３０分保持して、セラミックス基板とヒートシンクとをＡｌ－Ｓｉ系ろう材によって接合した。そして、ヒートシンクの対向面を、抵抗器の製造方法における第一実施形態で示した矯正工程である冷間矯正によって、所定の湾曲度合（反り量）に矯正した。即ち、本発明例１の反り量は－３０μｍ、本発明例２の反り量は０μｍ（平坦面）、本発明例３の反り量は１００μｍ、本発明例４の反り量は３５０μｍ、本発明例５の反り量は７００μｍとした。そして、Ｃｕ電極上にＳｎ－Ａｇはんだを用いて、Ｃｕ端子を接合した。

[0099] （本発明例６）

ＡｌＮからなるセラミックス基板（１５ｍｍ×１１ｍｍ×０．６３５ｍｍｔ）の一方の面に、スパッタリング法を用いてＴａ－Ｓｉ系の抵抗体（１０ｍｍ×１０ｍｍ×０．５μｍ）を形成した。次いで抵抗体の上の両端にＣｕをスパッタリング法で形成した後、めっき法で１．６μｍの厚さのＣｕ電極（２ｍｍ×１０ｍｍ）を形成した。次いで、セラミックス基板の他方の面には、Ａｌ－Ｓｉ系ろう材箔を介して、Ａｌ合金（Ａ１０５０）からなるヒートシンク（２０ｍｍ×１３ｍｍ×３ｍｍｔ）を積層し、積層方向に３ｋｇｆ

／ｃｍ^{2}に加圧力を付加し、真空雰囲気において、６４５℃で３０分保持して、セラミックス基板とヒートシンクとをＡｌ－Ｓｉ系ろう材によって接合した。そして、ヒートシンクの対向面を、抵抗器の製造方法における第二実施形態で示した矯正工程である加圧冷却矯正によって、所定の湾曲度合（反り量）に矯正した。即ち、本発明例６の反り量は１００μｍとした。そして、Ｃｕ電極上にＳｎ－Ａｇはんだを用いて、Ｃｕ端子を接合した。

[0100]（本発明例７）

ＡｌＮからなるセラミックス基板（１５ｍｍ×１１ｍｍ×０．６３５ｍｍｔ）の一方の面に、スパッタリング法を用いてＴａ－Ｓｉ系の抵抗体（１０ｍｍ×１０ｍｍ×０．５μｍ）を形成した。次いで抵抗体の上の両端にＣｕをスパッタリング法で形成した後、めっき法で１．６μｍの厚さのＣｕ電極（２ｍｍ×１０ｍｍ）を形成した。次いで、セラミックス基板の他方の面には、Ａｌ－Ｓｉ系ろう材箔を介して、Ａｌ合金（Ａ１０５０）からなるヒートシンク（２０ｍｍ×１３ｍｍ×３ｍｍｔ）を積層した。積層方向に３ｋｇｆ／ｃｍ^{2}に加圧力を付加し、真空雰囲気において、６４５℃で３０分保持して、セラミックス基板とヒートシンクとをＡｌ－Ｓｉ系ろう材によって接合した。この接合時に、ヒートシンクの対向面を、抵抗器の製造方法における第三実施形態で示した矯正工程である接合時加圧矯正によって、接合と同時に所定の湾曲度合（反り量）に矯正した。本発明例７の反り量は１００μｍとした。そして、Ｃｕ電極上にＳｎ－Ａｇはんだを用いて、Ｃｕ端子を接合した。

[0101]（比較例１、２）

ＡｌＮからなるセラミックス基板（１５ｍｍ×１１ｍｍ×０．６３５ｍｍｔ）の一方の面に、スパッタリング法を用いてＴａ－Ｓｉ系の抵抗体（１０ｍｍ×１０ｍｍ×０．５μｍ）を形成した。次いで抵抗体の上の両端にＣｕをスパッタリング法で形成した後、めっき法で１．６μｍの厚さのＣｕ電極（２ｍｍ×１０ｍｍ）を形成した。次いで、セラミックス基板の他方の面には、Ａｌ－Ｓｉ系ろう材箔を介して、Ａｌ合金（Ａ１０５０）からなるヒー

トシンク（２０ｍｍ×１３ｍｍ×３ｍｍｔ）を積層し、積層方向に３ｋｇｆ／ｃｍ^{2}に加圧力を付加し、真空雰囲気において、６４５℃で３０分保持して、セラミックス基板とヒートシンクとをＡｌ－Ｓｉ系ろう材によって接合した。そして、ヒートシンクの対向面を、抵抗器の製造方法における第一実施形態で示した矯正工程である冷間矯正によって、所定の湾曲度合（反り量）に矯正した。即ち、比較例１の反り量は８００μｍ、比較例２は－６０μｍとした。そして、Ｃｕ電極上にＳｎ－Ａｇはんだを用いて、Ｃｕ端子を接合した。

[0102] （比較例３）

ＡｌＮからなるセラミックス基板（１５ｍｍ×１１ｍｍ×０．６３５ｍｍｔ）の一方の面に、スパッタリング法を用いてＴａ－Ｓｉ系の抵抗体（１０ｍｍ×１０ｍｍ×０．５μｍ）を形成した。次いで抵抗体の上の両端にＣｕをスパッタリング法で形成した後、めっき法で１．６μｍの厚さのＣｕ電極（２ｍｍ×１０ｍｍ）を形成した。さらにセラミックスの他方の面にもＣｕをスパッタリング法で形成した後、めっき法で１．６μｍの厚さのＣｕ層（１０ｍｍ×１０ｍｍ）を形成した。次いで、セラミックス基板の他方の面には、Ｓｎ－Ａｇ系のはんだを介して、Ａｌ合金（Ａ１０５０）からなるヒートシンク（２０ｍｍ×１３ｍｍ×３ｍｍｔ）を接合した。なお、はんだによる接合後に矯正工程は行わなかった。ヒートシンクの対向面の反り量は－６０μｍとした。そして、Ｃｕ電極上にＳｎ－Ａｇはんだを用いて、Ｃｕ端子を接合した。

[0103] （比較例４）

ＡｌＮからなるセラミックス基板（１５ｍｍ×１１ｍｍ×０．６３５ｍｍｔ）の一方の面に、スパッタリング法を用いてＴａ－Ｓｉ系の抵抗体（１０ｍｍ×１０ｍｍ×０．５μｍ）を形成した。次いで抵抗体の上の両端にＣｕをスパッタリング法で形成した後、めっき法で１．６μｍの厚さのＣｕ電極（２ｍｍ×１０ｍｍ）を形成した。さらにセラミックスの他方の面にもＣｕをスパッタリング法で形成した後、めっき法で１．６μｍの厚さのＣｕ層（

１０ｍｍ×１０ｍｍ）を形成した。次いで、セラミックス基板の他方の面には、Ｓｎ－Ａｇ系のはんだを介して、ＡＩ合金（Ａ１０５０）からなるヒートシンク（２０ｍｍ×１３ｍｍ×３ｍｍｔ）を接合した。そして、ヒートシンクの対向面を、抵抗器の製造方法における第一実施形態で示した矯正工程である冷間矯正によって湾曲を矯正した。そして、Ｃｕ電極上にＳｎ－Ａｇはんだを用いて、Ｃｕ端子を接合した。

[0104] （比較例５）

ＡＩＮからなるセラミックス基板（１５ｍｍ×１１ｍｍ×０．６３５ｍｍｔ）の一方の面に、スパッタリング法を用いてＴａ－Ｓｉ系の抵抗体（１０ｍｍ×１０ｍｍ×０．５μｍ）を形成した。次いで抵抗体の上の両端にＣｕをスパッタリング法で形成した後、めっき法で１．６μｍの厚さのＣｕ電極（２ｍｍ×１０ｍｍ）を形成した。さらにセラミックスの他方の面にもＣｕをスパッタリング法で形成した後、めっき法で１．６μｍの厚さのＣｕ層（１０ｍｍ×１０ｍｍ）を形成した。次いで、セラミックス基板の他方の面には、Ｓｎ－Ａｇ系のはんだを介して、ＡＩ合金（Ａ１０５０）からなるヒートシンク（２０ｍｍ×１３ｍｍ×３ｍｍｔ）を接合した。そして、ヒートシンクの対向面を、抵抗器の製造方法における第二実施形態で示した矯正工程である加圧冷却矯正によって湾曲を矯正した。そして、Ｃｕ電極上にＳｎ－Ａｇはんだを用いて、Ｃｕ端子を接合した。

[0105] （比較例６）

ＡＩＮからなるセラミックス基板（１５ｍｍ×１１ｍｍ×０．６３５ｍｍｔ）の一方の面に、スパッタリング法を用いてＴａ－Ｓｉ系の抵抗体（１０ｍｍ×１０ｍｍ×０．５μｍ）を形成した。次いで抵抗体の上の両端にＣｕをスパッタリング法で形成した後、めっき法で１．６μｍの厚さのＣｕ電極（２ｍｍ×１０ｍｍ）を形成した。さらにセラミックスの他方の面にもＣｕをスパッタリング法で形成した後、めっき法で１．６μｍの厚さのＣｕ層（１０ｍｍ×１０ｍｍ）を形成した。次いで、セラミックス基板の他方の面とＡＩ合金（Ａ１０５０）からなるヒートシンク（２０ｍｍ×１３ｍｍ×３ｍ

ｍｔ）とをＳｎ－Ａｇ系のはんだによって接合した。この接合時に、ヒートシンクの対向面を、抵抗器の製造方法における第三実施形態で示した矯正工程である接合時加圧矯正によって湾曲を矯正した。そして、Ｃｕ電極上にＳｎ－Ａｇはんだを用いて、Ｃｕ端子を接合した。

[0106] 以上の本発明例１～７、比較例１～６について、冷熱サイクル試験、高温放置試験、通電試験をそれぞれ行った。

冷熱サイクル試験は、それぞれのサンプルを－４０℃～１２５℃の間で冷熱サイクルを繰り返し行った。繰り返し回数は３０００サイクルとした。そして、試験後に、セラミックス基板とヒートシンクとの接合部分のクラックや剥がれの状況及びセラミックス基板の割れを観察した。

高温放置試験は、それぞれのサンプルを１２５℃で１０００時間放置し、セラミックス基板とヒートシンクとの接合部分のクラックや剥がれの状況を観察した。

通電試験は、それぞれのサンプルのＣｕ端子間に、２００Ｗで５分間の通電を行い、通電状況を確認した。

[0107] こうしたそれぞれのサンプルについて行った冷熱サイクル試験、高温放置試験、および通電試験の結果を表１に示す。なお、以下の表１において、冷熱サイクル試験では、クラックや剥がれや割れが生じたものはＢ、接合状態に変化が無かったものはＡと表記した。

また、高温放置試験では、クラックや剥がれが生じたものはＢ、接合状態に変化が無かったものはＡと表記した。また、通電試験では、電流が流れたものをＡ、導通しないものをＢと表記した。

[0108]

[表1]

	接合方法	矯正方法	湾曲度合い	試験結果		
				冷熱サイクル試験	高温放置試験	通電試験
本発明例1	ろう付け	冷間矯正	-30μm	A	A	A
本発明例2	ろう付け	冷間矯正	0μm	A	A	A
本発明例3	ろう付け	冷間矯正	100μm	A	A	A
本発明例4	ろう付け	冷間矯正	350μm	A	A	A
本発明例5	ろう付け	冷間矯正	700μm	A	A	A
本発明例6	ろう付け	加圧冷却矯正	100μm	A	A	A
本発明例7	ろう付け	接合時加圧矯正	100μm	A	A	A
比較例1	ろう付け	冷間矯正	800μm	B	A	A
比較例2	ろう付け	冷間矯正	-60μm	A	A	B (注1)
比較例3	はんだ付け	-	-60μm	B (注2)	B (注3)	B (注1)
比較例4	はんだ付け	冷間矯正	-	冷間矯正後、はんだ部分にクラック発生のため、試験不能		
比較例5	はんだ付け	加圧冷却矯正	-	素子はんだ付け時に、矯正前に湾曲状態に戻ったため試験不能		
比較例6	はんだ付け	接合時加圧矯正	-	加圧してはんだ付けした際に、はんだが流出したため試験不能		

(注1)試験後に端子間に通電不良発生
(注2)ヒートシンクとセラミックス基板との間で、接合面積の50%以上が剥離
(注3)ヒートシンクとセラミックス基板との間で、接合面積の30%以上低下

[0109] 表１に示すように、本発明例１－７では、冷熱サイクル試験、高温放置試験、および通電試験の何れにおいても、良好な結果が得られた。

[0110] 一方、比較例１は、冷熱サイクル試験後にセラミックス基板に割れが生じていた。

また、従来の比較例２および比較例３は、通電試験において、端子間に導通不良が生じた。これら比較例２および比較例３は、湾曲度合いが－６０μｍと大きく、放熱が円滑に行われなくなるために金属電極と金属端子とを接合しているはんだが溶融し、金属電極と金属端子とが電気的に断線したためである。また、比較例３では、冷熱サイクル試験において、セラミックス基板とヒートシンクとの間で、接合面積の５０％以上が剥がれる結果となった

。また、高温放置試験において、セラミックス基板とヒートシンクとの間で、接合強度が３０％以上低下した。また、通電試験において、端子間に導通不良が生じた。

[0111] 比較例４では、冷間矯正後に既にはんだにクラックが生じていたため、冷熱サイクル試験、高温放置試験、および通電試験の何れも行うことができなかった。

[0112] 比較例５では、加圧冷却矯正後に素子をハンダ付けすると、ヒートシンクの反りが加圧冷却矯正を行う前の状態まで戻ったため、冷熱サイクル試験、高温放置試験、および通電試験の何れも行うことができなかった。

[0113] 比較例６では、接合時加圧矯正を行った際に、加圧力によってはんだがセラミックス基板とヒートシンクとの間から流出してしまい、接合自体ができなかった。

[0114] 以上の結果から、本願発明によれば、セラミックス基板とＡｌ部材とを大きく湾曲することなく接合でき、かつ、接合部分に損傷がない抵抗器を製造可能なことが確認された。

符号の説明

[0115] １０ 抵抗器

１１ セラミックス基板

１２ 抵抗体

１３ａ，１３ｂ 金属電極

１４ａ，１４ｂ 金属端子

２３ ヒートシンク（Ａｌ部材）

２９ 緩衝層

３２ 矯正治具

請求の範囲

[請求項1] セラミックス基板の一方の面に形成された抵抗体及び金属電極を含むチップ抵抗体と、前記金属電極に電気的に接続された金属端子と、前記セラミックス基板の他方の面側に形成されたＡｌ部材と、を備え、

前記セラミックス基板と前記Ａｌ部材とが、Ａｌ－Ｓｉ系のろう材によって接合され、

前記金属電極と前記金属端子とがはんだによって接合され、

前記Ａｌ部材は、前記セラミックス基板側の面に対向する対向面の湾曲の度合いが、－３０μｍ／５０ｍｍ以上、７００μｍ／５０ｍｍ以下の範囲であることを特徴とする抵抗器。

[請求項2] 前記Ａｌ部材は、純度が９９．９８ｍａｓｓ％以上のＡｌからなる緩衝層とヒートシンクとの積層体であり、該緩衝層と前記セラミックス基板の他方の面がＡｌ－Ｓｉ系のろう材によって接合されている請求項１に記載の抵抗器。

[請求項3] 前記緩衝層の厚みが０．４ｍｍ以上、２．５ｍｍ以下の範囲である請求項２に記載の抵抗器。

[請求項4] 前記チップ抵抗体、前記金属電極、および前記金属端子は、少なくともその一部が絶縁性の封止樹脂によって覆われ、該封止樹脂は、熱膨張係数が８ｐｐｍ／℃以上、２０ｐｐｍ／℃以下の範囲の樹脂である請求項１ないし３のいずれか一項に記載の抵抗器。

[請求項5] 前記セラミックス基板の厚みは０．３ｍｍ以上、１．０ｍｍ以下の範囲であり、かつ、前記Ａｌ部材の厚みは２．０ｍｍ以上、１０．０ｍｍ以下の範囲である請求項１ないし４のいずれか一項に記載の抵抗器。

[請求項6] 請求項１ないし５いずれか一項に記載された抵抗器を製造する抵抗器の製造方法であって、

前記セラミックス基板と前記Ａｌ部材との間に、Ａｌ－Ｓｉ系のろ

う材を配し、これらを積層方向に沿って加圧しつつ加熱して、前記セラミックス基板と前記ＡＩ部材とを前記ろう材によって接合して接合体を形成する接合工程と、

前記ＡＩ部材の湾曲を矯正する湾曲矯正工程と、

を備えたことを特徴とする抵抗器の製造方法。

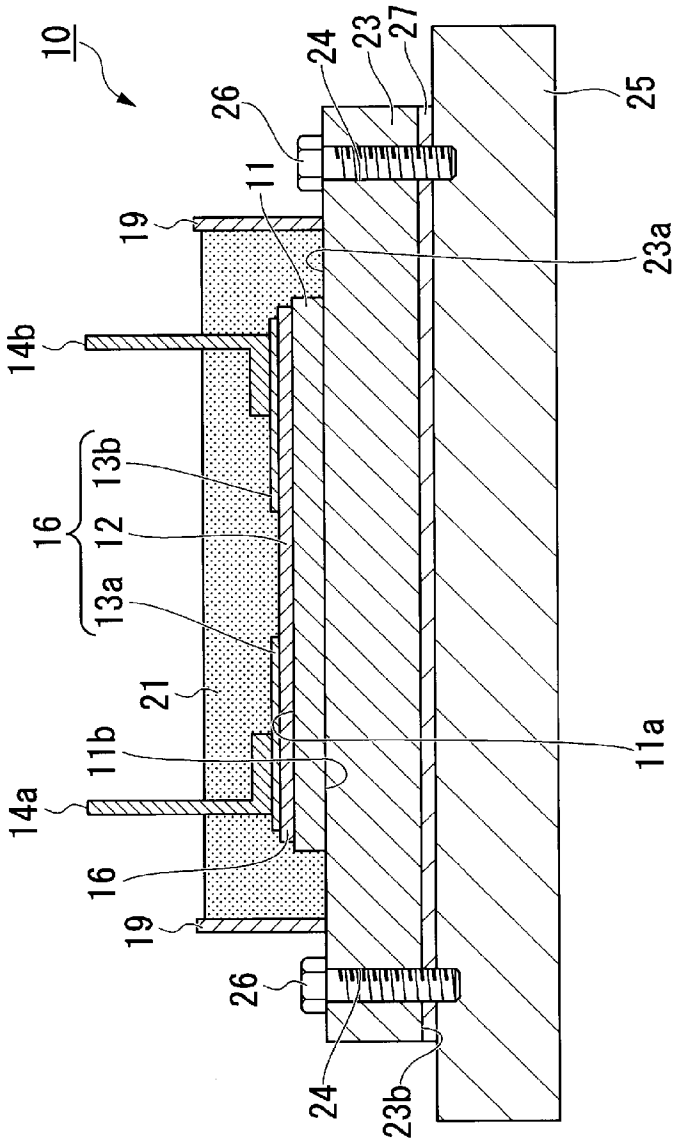
[請求項7] 前記湾曲矯正工程は、前記接合体の前記ＡＩ部材側に所定の曲率をもつ矯正治具を当接させ、前記セラミックス基板側から前記接合体を押圧する、冷間矯正を行う工程である請求項６に記載の抵抗器の製造方法。

[請求項8] 前記湾曲矯正工程は、前記ＡＩ部材側および前記セラミックス基板側にそれぞれ配した平坦な矯正治具で前記接合体を挟持し、少なくとも０℃以下に冷却してから室温に戻す、加圧冷却矯正を行う工程である請求項６に記載の抵抗器の製造方法。

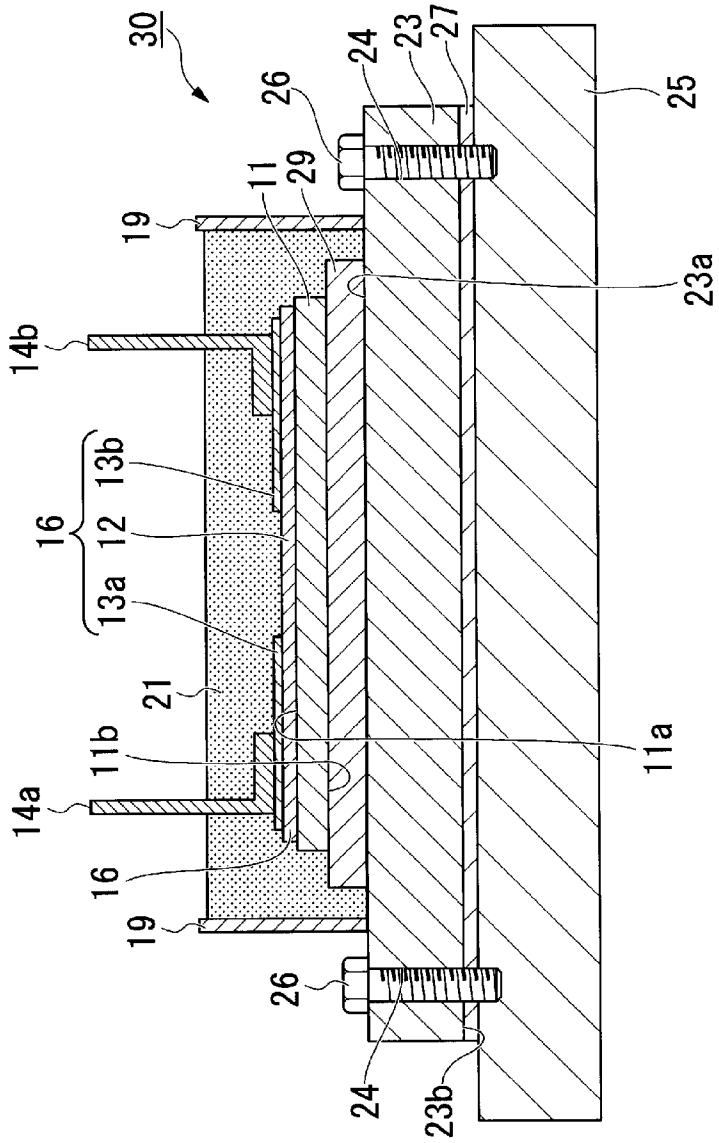
[請求項9] 前記湾曲矯正工程は、前記接合工程に先だって、前記ＡＩ部材側に所定の曲率をもつ矯正治具を配する工程である請求項６に記載の抵抗器の製造方法。

[請求項10] 前記チップ抵抗体の周囲を取り囲むように型枠を配置し、軟化させた封止樹脂を前記型枠の内部に充填する封止樹脂形成工程を、更に備える請求項６ないし９のいずれか一項に記載の抵抗器の製造方法。

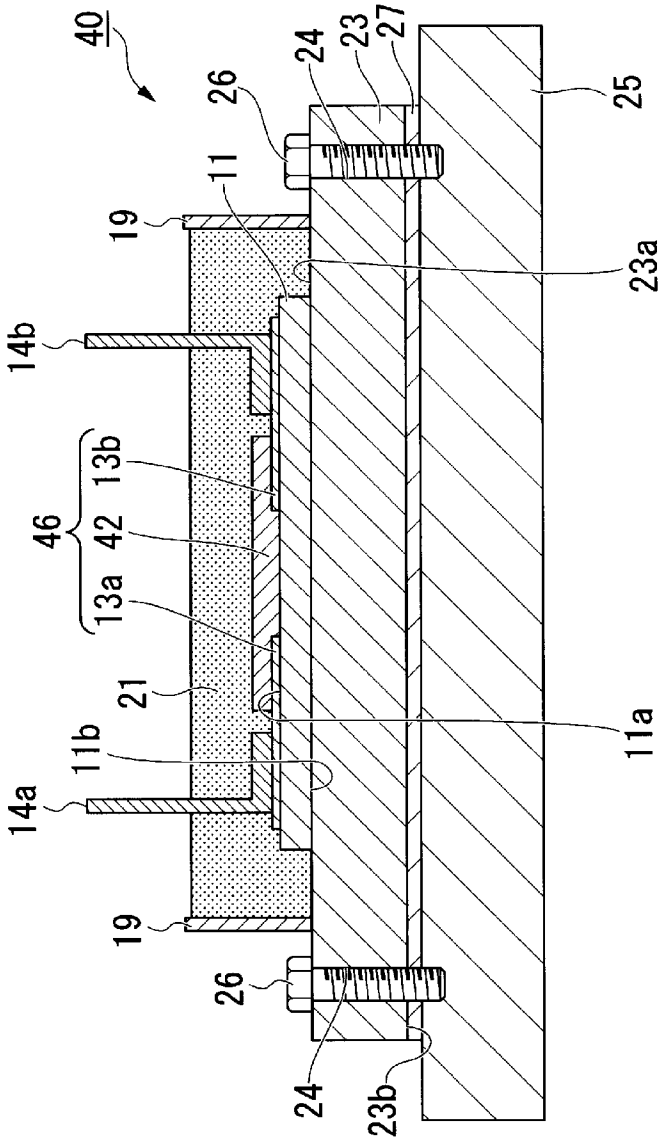
[図1]


10
24
23
27
25
26
11
19
23a
14b
13b
16
12
13a
21
11b
11a
14a
16
19
26
24
23b

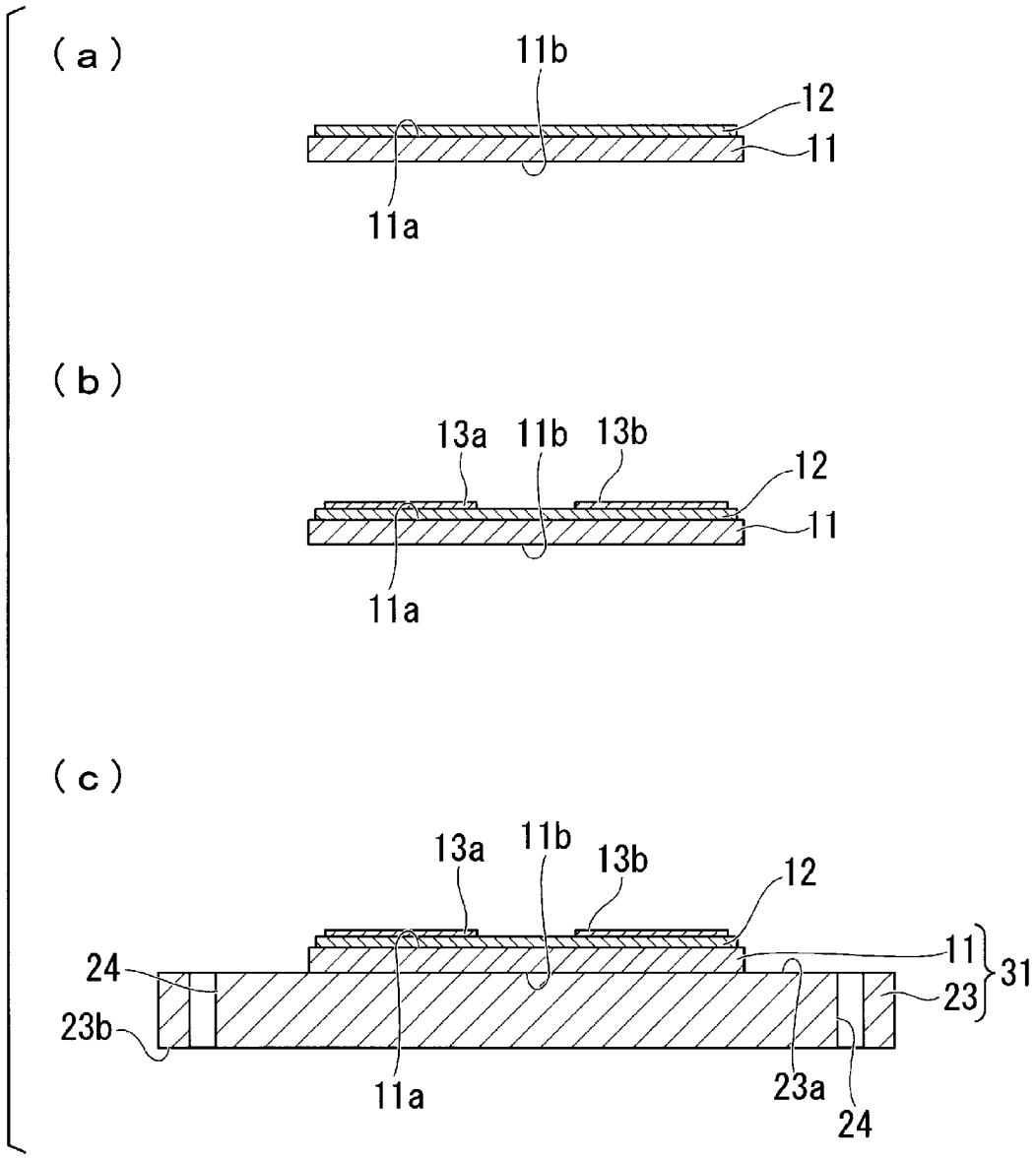
[図2]


30
24
23
27
25
26
11
29
19
23a
14b
13b
16
12
13a
21
11b
11a
14a
16
19
26
24
23b

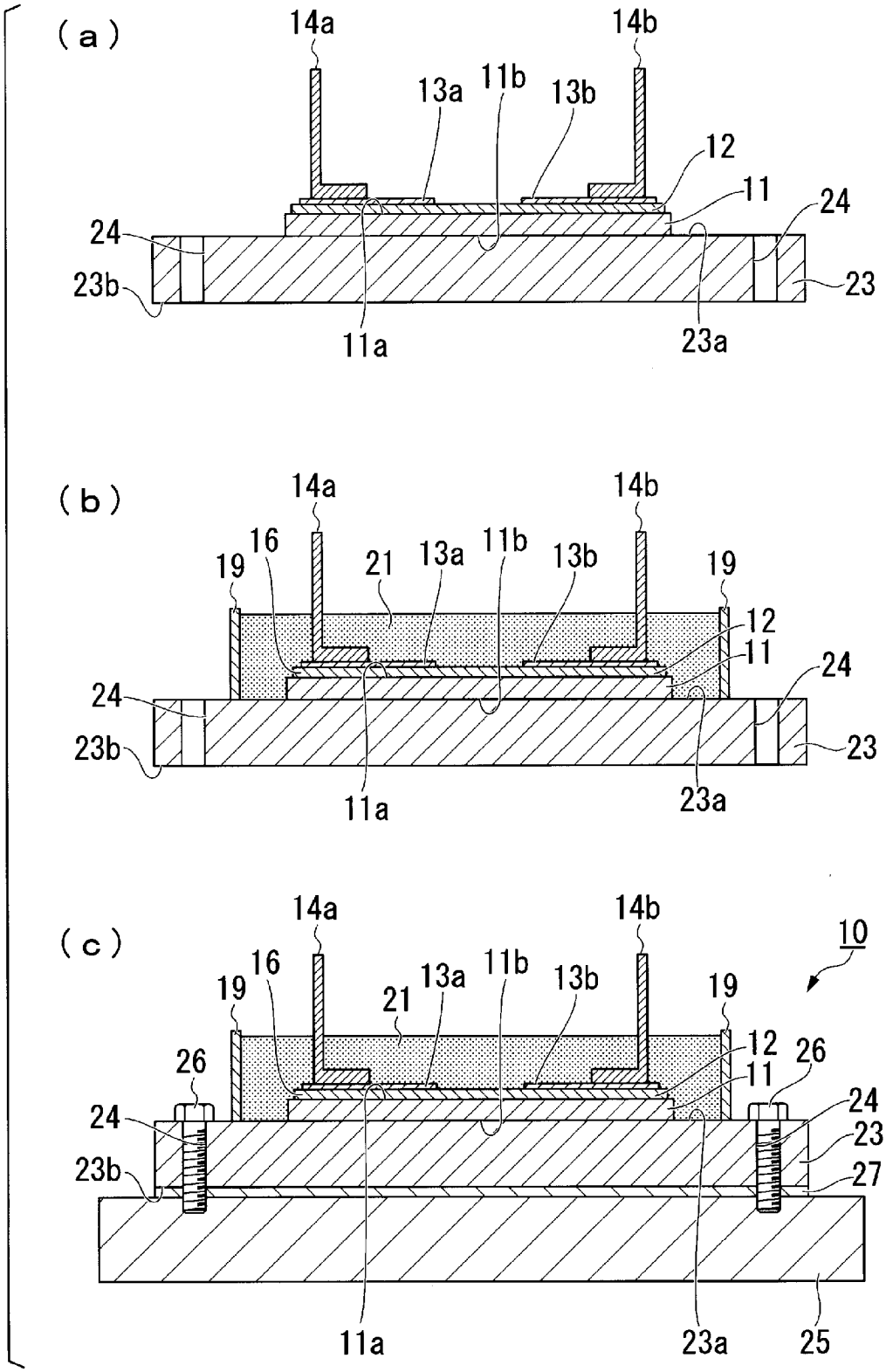
[図3]


40
26
24
23
27
25
11
19
23a
14b
13b
46
42
13a
21
11a
11b
14a
19
26
24
23b

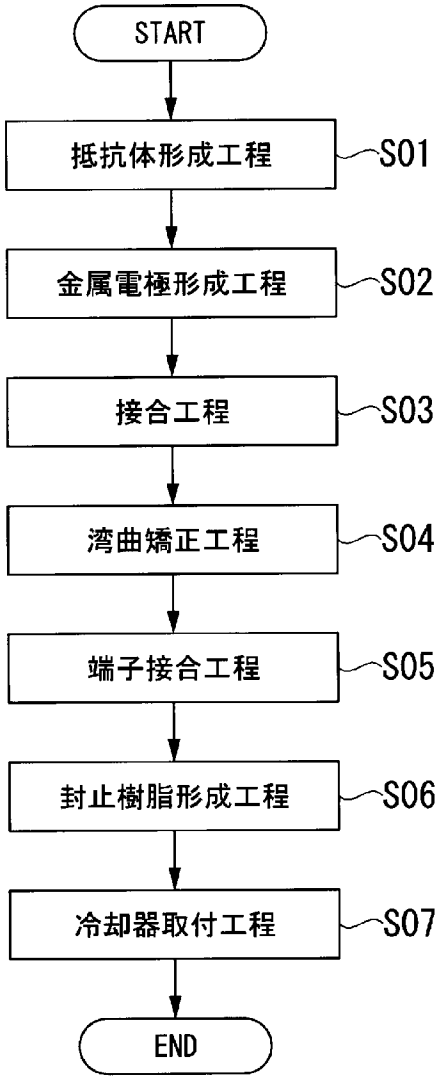
[図4]


(a)
11b
12
11
11a
(b)
13a
11b
13b
12
11
11a
(c)
13a
11b
13b
12
11
31
24
23
23b
11a
23a
24

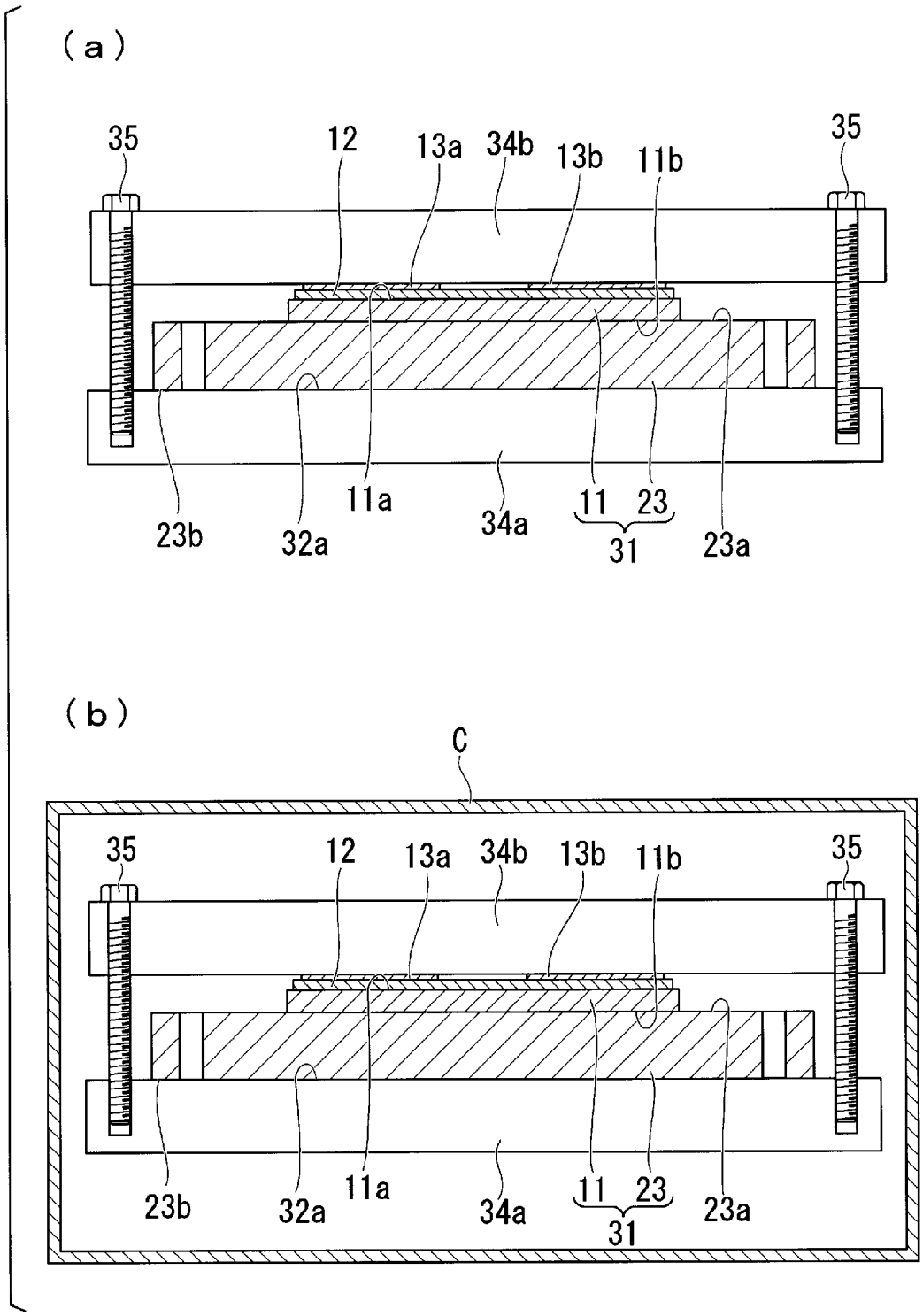
[図5]


(a)
14a
14b
13a
11b
13b
12
11
24
24
23b
23
11a
23a
(b)
14a
14b
16
19
21
13a
11b
13b
19
12
11
24
24
23b
23
11a
23a
(c)
14a
14b
10
16
19
21
13a
11b
13b
19
12
26
26
11
24
24
23
23b
27
11a
23a
25

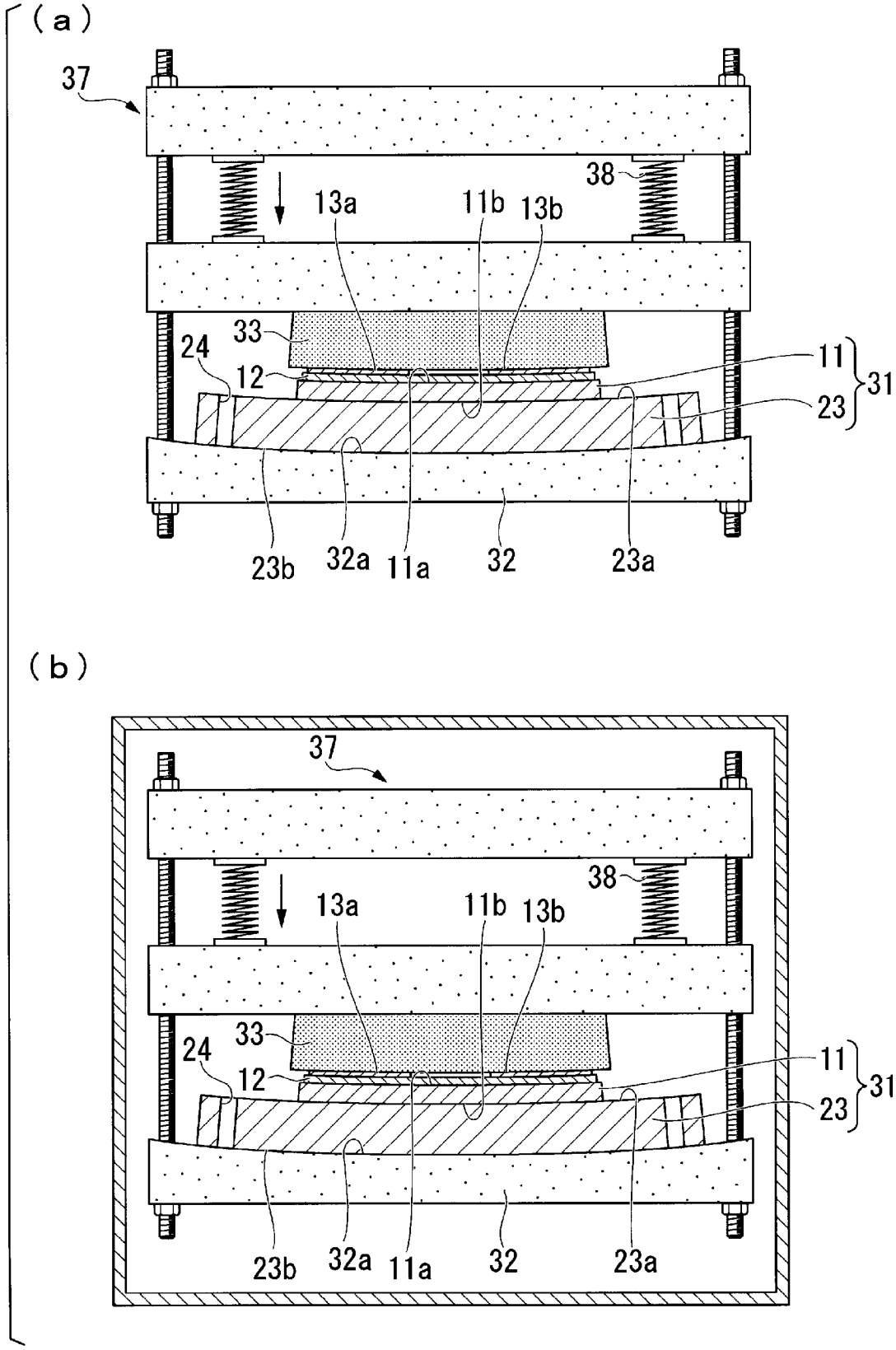
[図6]


START
抵抗体形成工程
S01
金属電極形成工程
S02
接合工程
S03
湾曲矯正工程
S04
端子接合工程
S05
封止樹脂形成工程
S06
冷却器取付工程
S07
END

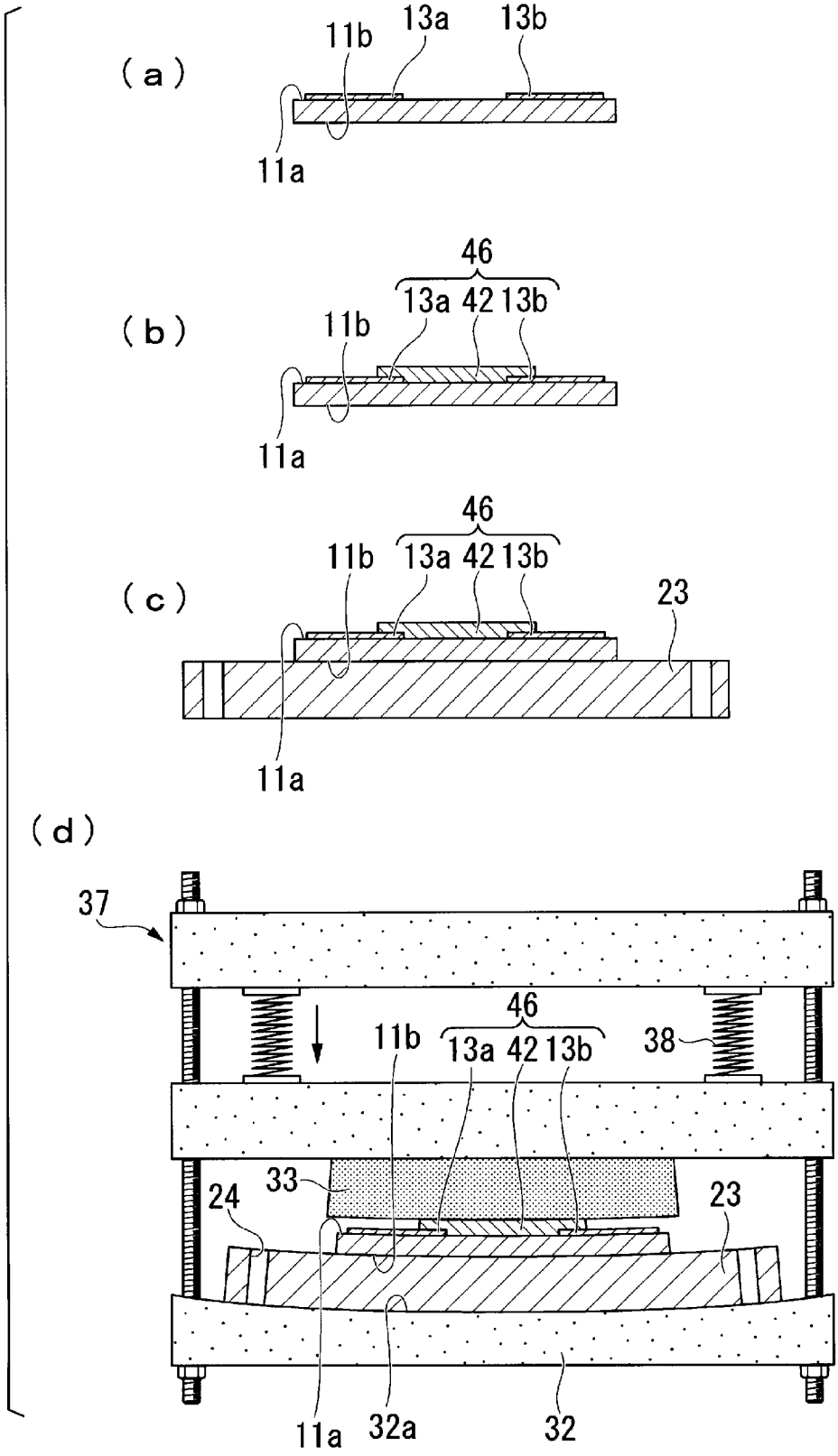
[図7]


(a)
35
12
13a
34b
13b
11b
35
23b
32a
11a
34a
11
23
31
23a
(b)
C
35
12
13a
34b
13b
11b
35
23b
32a
11a
34a
11
23
31
23a

[図8]


(a)
37
38
13a
11b
13b
33
24
12
11
31
23
23b
32a
11a
32
23a
(b)
37
38
13a
11b
13b
33
24
12
11
31
23
23b
32a
11a
32
23a

[図9]


(a)
11b
13a
13b
11a
(b)
46
13a 42 13b
11b
11a
(c)
46
11b
13a 42 13b
23
11a
(d)
37
46
11b
13a 42 13b
38
33
24
23
11a
32a
32

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/052393

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01C1/084(2006.01)i, *H01C1/142*(2006.01)i, *H01C17/02*(2006.01)i, *H01C17/28*(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)
H01C1/084, H01C1/142, H01C17/02, H01C17/28

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 A	JP 2002-503026 A (Caddock Electronics, Inc.), 29 January 2002 (29.01.2002), paragraphs [0010] to [0025] & US 5990780 A column 2, line 40 to column 4, line 41 & WO 1999/040590 A1 & EP 1051713 A & AU 2583499 A	1-7,9-10 8
Y	JP 10-247763 A (Denki Kagaku Kogyo Kabushiki Kaisha), 14 September 1998 (14.09.1998), paragraphs [0004], [0014] to [0018], [0031] to [0034]; table 1 (Family: none)	1-7,9-10

☒ 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	Date of mailing of the international search report
31 March 2016 (31.03.16)	12 April 2016 (12.04.16)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/052393

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 2007-273661 A (Neomax Materials Co., Ltd.), 18 October 2007 (18.10.2007), paragraph [0029] (Family: none)	1-7,9-10
Y	JP 2009-200258 A (Toyota Motor Corp.), 03 September 2009 (03.09.2009), paragraphs [0004], [0019], [0022], [0038], [0046] (Family: none)	2-3,5
Y	JP 2010-287842 A (Pioneer Trading Co., Ltd.), 24 December 2010 (24.12.2010), paragraphs [0038] to [0040] (Family: none)	4-5,10

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０５２３９３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01C1/084(2006.01)i, H01C1/142(2006.01)i, H01C17/02(2006.01)i, H01C17/28(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01C1/084, H01C1/142, H01C17/02, H01C17/28

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	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６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 A	JP 2002-503026 A（カドック・エレクトロニクス・インコーポレーテッド）2002.01.29, 段落[0010]-[0025] & US 5990780 A, 第2欄第40行-第4欄第41行 & WO 1999/040590 A1 & EP 1051713 A & AU 2583499 A	1-7,9-10 8
Y	JP 10-247763 A（電気化学工業株式会社）1998.09.14, 段落[0004]、[0014]-[0018]、[0031]-[0034]、[表1] （ファミリーなし）	1-7,9-10

☑　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	国際調査報告の発送日
３１．０３．２０１６	１２．０４．２０１６

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）　５Ｄ　９８４８
小林　大介
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５５１

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
Y	JP 2007-273661 A（株式会社ＮＥＯＭＡＸマテリアル） 2007.10.18, 段落[0029]（ファミリーなし）	1-7,9-10
Y	JP 2009-200258 A（トヨタ自動車株式会社）2009.09.03, 段落[0004]、[0019]、[0022]、[0038]、[0046]（ファミリーなし）	2-3,5
Y	JP 2010-287842 A（パイオニアトレイディング株式会社） 2010.12.24, 段落[0038]-[0040]（ファミリーなし）	4-5,10