

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6064861号
(P6064861)

(45) 発行日 平成29年1月25日 (2017. 1. 25)

(24) 登録日 平成29年1月6日 (2017. 1. 6)

(51) Int. Cl.	F I
H O 1 L 35/32 (2006. 01)	H O 1 L 35/32 A
H O 1 L 35/16 (2006. 01)	H O 1 L 35/16
H O 1 L 35/34 (2006. 01)	H O 1 L 35/34
B 2 3 K 20/00 (2006. 01)	B 2 3 K 20/00 3 1 O L

請求項の数 12 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2013-212413 (P2013-212413)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成25年10月10日 (2013. 10. 10)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2014-197660 (P2014-197660A)		愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
(43) 公開日	平成26年10月16日 (2014. 10. 16)	(74) 代理人	110001128
審査請求日	平成26年9月17日 (2014. 9. 17)		特許業務法人ゆうあい特許事務所
(31) 優先権主張番号	特願2013-43089 (P2013-43089)	(72) 発明者	白石 芳彦
(32) 優先日	平成25年3月5日 (2013. 3. 5)		愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		社デンソー内
		(72) 発明者	坂井田 敦賢
			愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
			社デンソー内
		(72) 発明者	谷口 敏尚
			愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
			社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱電変換装置の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

熱可塑性樹脂を含んで構成されており、厚さ方向に貫通する複数のビアホール（１１、１２）が形成され、前記ビアホールに複数の金属原子が所定の結晶構造を維持している合金の粉末に有機溶剤を加えてペースト化した導電性ペースト（４１、５１）が充填されている絶縁基材（１０）を用意する工程と、

前記絶縁基材の表面（１０a）に所定の前記導電性ペーストと接触する表面パターン（２１）を有する表面保護部材（２０）を配置すると共に、前記絶縁基材の裏面（１０b）に所定の前記導電性ペーストと接触する裏面パターン（３１）を有する裏面保護部材（３０）を配置して積層体（９０）を形成する工程と、

前記積層体を加熱しながら積層方向から加圧し、前記導電性ペーストから熱電変換素子（４０、５０）を形成しつつ、前記熱電変換素子を構成する金属原子および前記表面パターンを構成する金属原子が拡散して構成される合金層（７１）を形成すると共に前記熱電変換素子を構成する金属原子および前記裏面パターンを構成する金属原子が拡散して構成される合金層（７２）を形成し、前記熱電変換素子と、前記表面パターンおよび前記裏面パターンとを前記合金層を介して電氣的、機械的に接続する一体化工程と、を行うものであり、

前記一体化工程では、前記積層体を加熱して前記導電性ペーストに含まれる前記有機溶剤を蒸発させる工程と、前記絶縁基材を構成する熱可塑性樹脂の軟化点以上の温度に前記積層体を加熱しながら前記積層方向から加圧し、前記熱電変換素子と、前記表面パターン

10

20

および前記裏面パターンとを前記合金層を介して電氣的、機械的に接続する工程と、前記積層方向からの加圧を保持しつつ、前記積層体を冷却して前記積層体を一体化する工程と、を行うことを特徴とする熱電変換装置の製造方法。

【請求項 2】

前記絶縁基材を用意する工程では、前記複数のビアホールの一部に、Bi-Sb-Teを含む合金の粉末がペースト化された前記導電性ペーストが充填されたものを用意することを特徴とする請求項 1 に記載の熱電変換装置の製造方法。

【請求項 3】

前記絶縁基材を用意する工程では、前記複数のビアホールの一部に、Bi-Teを含む合金の粉末がペースト化された前記導電性ペーストが充填されたものを用意することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の熱電変換装置の製造方法。

10

【請求項 4】

熱可塑性樹脂を含んで構成されており、厚さ方向に貫通する複数のビアホール(11、12)が形成され、前記ビアホールに熱電変換素子(40、50)が埋め込まれた絶縁基材(10)を用意する工程と、

前記絶縁基材の表面(10a)に所定の前記熱電変換素子と接触する表面パターン(21)を有する表面保護部材(20)を配置すると共に、前記絶縁基材の裏面(10b)に所定の前記熱電変換素子と接触する裏面パターン(31)を有する裏面保護部材(30)を配置して積層体(90)を形成する工程と、

前記積層体を加熱しながら積層方向から加圧し、前記熱電変換素子を構成する金属原子および前記表面パターンを構成する金属原子が拡散して構成される合金層(71)を形成すると共に前記熱電変換素子を構成する金属原子および前記裏面パターンを構成する金属原子が拡散して構成される合金層(72)を形成し、前記熱電変換素子と、前記表面パターンおよび前記裏面パターンとを前記合金層を介して電氣的、機械的に接続する一体化工程と、を行うものであり、

20

前記一体化工程では、前記絶縁基材を構成する熱可塑性樹脂の軟化点以上の温度に前記積層体を加熱しながら前記積層方向から加圧し、前記熱電変換素子と、前記表面パターンおよび前記裏面パターンとを前記合金層を介して電氣的、機械的に接続する工程と、前記積層方向からの加圧を保持しつつ、前記積層体を冷却して前記積層体を一体化する工程と、を行うことを特徴とする熱電変換装置の製造方法。

30

【請求項 5】

前記絶縁基材を用意する工程では、前記熱電変換素子の一部として、Bi-Sb-Teを含むものが埋め込まれたものを用意することを特徴とする請求項 4 に記載の熱電変換装置の製造方法。

【請求項 6】

前記絶縁基材を用意する工程では、前記熱電変換素子の一部として、Bi-Teを含むものが埋め込まれたものを用意することを特徴とする請求項 4 または 5 に記載の熱電変換装置の製造方法。

【請求項 7】

前記積層体を形成する工程では、前記表面パターンがCuで構成された前記表面保護部材を用いると共に、前記裏面パターンがCuで構成された前記裏面保護部材を用いることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 つに記載の熱電変換装置の製造方法。

40

【請求項 8】

前記一体化工程では、前記合金層としてCu-TeまたはCu-Biを含むものを形成することを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 つに記載の熱電変換装置の製造方法。

【請求項 9】

熱可塑性樹脂を含んで構成されており、厚さ方向に貫通する複数のビアホール(11、12)が形成され、前記ビアホールに複数の金属原子が所定の結晶構造を維持している合金の粉末に有機溶剤を加えてペースト化した導電性ペースト(41、51)が充填されて

50

いる絶縁基材(10)を用意する工程と、

前記絶縁基材の表面(10a)に所定の前記導電性ペーストと接触する表面パターン(21)を有する表面保護部材(20)を配置すると共に、前記絶縁基材の裏面(10b)に所定の前記導電性ペーストと接触する裏面パターン(31)を有する裏面保護部材(30)を配置して積層体(90)を形成する工程と、

前記積層体を加熱しながら積層方向から加圧し、前記導電性ペーストから熱電変換素子(40、50)を形成しつつ、前記熱電変換素子を構成する金属原子および前記表面パターンを構成する金属原子が拡散して構成される合金層(71)を形成すると共に前記熱電変換素子を構成する金属原子および前記裏面パターンを構成する金属原子が拡散して構成される合金層(72)を形成し、前記熱電変換素子と、前記表面パターンおよび前記裏面パターンとを前記合金層を介して電氣的、機械的に接続する一体化工程と、を行うものであり、

10

前記積層体を形成する工程の前には、前記絶縁基材に空隙(13)が形成されており、

前記一体化工程では、前記熱可塑性樹脂を前記空隙に流動させつつ、前記熱電変換素子および前記合金層を形成することを特徴とする熱電変換装置の製造方法。

【請求項10】

熱可塑性樹脂を含んで構成されており、厚さ方向に貫通する複数のビアホール(11、12)が形成され、前記ビアホールに複数の金属原子が所定の結晶構造を維持している合金の粉末に有機溶剤を加えてペースト化した導電性ペースト(41、51)が充填されている絶縁基材(10)を用意する工程と、

20

前記絶縁基材の表面(10a)に所定の前記導電性ペーストと接触する表面パターン(21)を有する表面保護部材(20)を配置すると共に、前記絶縁基材の裏面(10b)に所定の前記導電性ペーストと接触する裏面パターン(31)を有する裏面保護部材(30)を配置して積層体(90)を形成する工程と、

前記積層体を加熱しながら積層方向から加圧し、前記導電性ペーストから熱電変換素子(40、50)を形成しつつ、前記熱電変換素子を構成する金属原子および前記表面パターンを構成する金属原子が拡散して構成される合金層(71)を形成すると共に前記熱電変換素子を構成する金属原子および前記裏面パターンを構成する金属原子が拡散して構成される合金層(72)を形成し、前記熱電変換素子と、前記表面パターンおよび前記裏面パターンとを前記合金層を介して電氣的、機械的に接続する一体化工程と、を行うものであり、

30

前記積層体を形成する工程では、前記表面保護部材および前記裏面保護部材として熱可塑性樹脂を含むものを用い、

前記一体化工程では、前記絶縁基材の表面と対向する部分および前記絶縁基材の裏面と対向する部分の少なくとも一方に窪み部(100a)が形成された一对のプレス板(100)を用いて前記積層体を加圧し、前記表面保護部材および前記裏面保護部材を構成する熱可塑性樹脂の少なくとも一方を前記窪み部に流動させると共に前記絶縁基材を構成する熱可塑性樹脂を流動させつつ、前記熱電変換素子および前記合金層を形成することを特徴とする熱電変換装置の製造方法。

【請求項11】

40

熱可塑性樹脂を含んで構成されており、厚さ方向に貫通する複数のビアホール(11、12)が形成され、前記ビアホールに熱電変換素子(40、50)が埋め込まれた絶縁基材(10)を用意する工程と、

前記絶縁基材の表面(10a)に所定の前記熱電変換素子と接触する表面パターン(21)を有する表面保護部材(20)を配置すると共に、前記絶縁基材の裏面(10b)に所定の前記熱電変換素子と接触する裏面パターン(31)を有する裏面保護部材(30)を配置して積層体(90)を形成する工程と、

前記積層体を加熱しながら積層方向から加圧し、前記熱電変換素子を構成する金属原子および前記表面パターンを構成する金属原子が拡散して構成される合金層(71)を形成すると共に前記熱電変換素子を構成する金属原子および前記裏面パターンを構成する金属

50

原子が拡散して構成される合金層（７２）を形成し、前記熱電変換素子と、前記表面パターンおよび前記裏面パターンとを前記合金層を介して電氣的、機械的に接続する一体化工程と、を行うものであり、

前記積層体を形成する工程の前には、前記絶縁基材に空隙（１３）が形成されており、前記一体化工程では、前記熱可塑性樹脂を前記空隙に流動させつつ、前記熱電変換素子および前記合金層を形成することを特徴とする熱電変換装置の製造方法。

【請求項１２】

熱可塑性樹脂を含んで構成されており、厚さ方向に貫通する複数のビアホール（１１、１２）が形成され、前記ビアホールに熱電変換素子（４０、５０）が埋め込まれた絶縁基材（１０）を用意する工程と、

前記絶縁基材の表面（１０ａ）に所定の前記熱電変換素子と接触する表面パターン（２１）を有する表面保護部材（２０）を配置すると共に、前記絶縁基材の裏面（１０ｂ）に所定の前記熱電変換素子と接触する裏面パターン（３１）を有する裏面保護部材（３０）を配置して積層体（９０）を形成する工程と、

前記積層体を加熱しながら積層方向から加圧し、前記熱電変換素子を構成する金属原子および前記表面パターンを構成する金属原子が拡散して構成される合金層（７１）を形成すると共に前記熱電変換素子を構成する金属原子および前記裏面パターンを構成する金属原子が拡散して構成される合金層（７２）を形成し、前記熱電変換素子と、前記表面パターンおよび前記裏面パターンとを前記合金層を介して電氣的、機械的に接続する一体化工程と、を行うものであり、

前記積層体を形成する工程では、前記表面保護部材および前記裏面保護部材として熱可塑性樹脂を含むものを用い、

前記一体化工程では、前記絶縁基材の表面と対向する部分および前記絶縁基材の裏面と対向する部分の少なくとも一方に窪み部（１００ａ）が形成された一对のプレス板（１００）を用いて前記積層体を加圧し、前記表面保護部材および前記裏面保護部材を構成する熱可塑性樹脂の少なくとも一方を前記窪み部に流動させると共に前記絶縁基材を構成する熱可塑性樹脂を流動させつつ、前記熱電変換素子および前記合金層を形成することを特徴とする熱電変換装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、熱電変換素子と配線パターンとが電氣的、機械的に接続された熱電変換装置の製造方法に関するものである。

【背景技術】

【０００２】

従来より、この種の熱電変換装置として、上部基板と下部基板との間に複数の熱電変換素子が配置され、当該複数の熱電変換素子が上部基板および下部基板に形成された配線パターンとはんだを介して電氣的、機械的に接続されたものが提案されている（例えば、特許文献１参照）。

【０００３】

具体的には、この熱電変換装置では、配線パターン上にはNi、Pd、Pt、Nb、Cr、Ti等が積層された積層膜が形成されている。そして、積層膜がはんだと接合されている。なお、隣接する熱電変換素子の間は空洞とされている。

【０００４】

これによれば、積層膜にて、はんだの濡れ性を向上させることができ、はんだと配線パターンとを強固に接合できる。また、熱電変換素子とはんだとの間にNi、Pd、Pt、Nb、Cr、Ti等が積層された積層膜を配置することにより、はんだと熱電変換素子とを強固に接合できる。

【０００５】

上記熱電変換装置は、次のように製造される。まず、焼結等によって形成された熱電変

10

20

30

40

50

換素子を用意し、はんだと接触する部分に積層膜を形成する。また、下部基板および上部基板に、それぞれ配線パターンを形成すると共に、配線パターン上に積層膜を形成する。そして、下部基板上にはんだを介して熱電変換素子を配置すると共に、熱電変換素子上にはんだを介して上部基板を配置する。その後、はんだリフロー等を行い、はんだを介して積層膜と熱電変換素子とを電氣的、機械的に接続することにより、製造される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2003-282974号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上記熱電変換装置では、はんだを用いており、はんだの濡れ性を向上させるための積層膜も必要となる。このため、部品点数が増加すると共に構造が複雑となり、ひいてはコストが高くなるという問題がある。

【0008】

本発明は上記点に鑑みて、簡素な構成で熱電変換素子と配線パターンとを電氣的、機械的に接続できる熱電変換装置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】

【0010】

20

上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明では、熱可塑性樹脂を含んで構成されており、厚さ方向に貫通する複数のビアホール(11、12)が形成され、前記ビアホールに複数の金属原子が所定の結晶構造を維持している合金の粉末に有機溶剤を加えてペースト化した導電性ペースト(41、51)が充填されている絶縁基材(10)を用意する工程と、前記絶縁基材の表面(10a)に所定の前記導電性ペーストと接触する表面パターン(21)を有する表面保護部材(20)を配置すると共に、前記絶縁基材の裏面(10b)に所定の前記導電性ペーストと接触する裏面パターン(31)を有する裏面保護部材(30)を配置して積層体(90)を形成する工程と、前記積層体を加熱しながら積層方向から加圧し、前記導電性ペーストから熱電変換素子(40、50)を形成しつつ、前記熱電変換素子を構成する金属原子および前記表面パターンを構成する金属原子が拡散して構成される合金層(71)を形成すると共に前記熱電変換素子を構成する金属原子および前記裏面パターンを構成する金属原子が拡散して構成される合金層(72)を形成し、前記熱電変換素子と、前記表面パターンおよび前記裏面パターンとを前記合金層を介して電氣的、機械的に接続する一体化工程と、を行うものであり、前記一体化工程では、前記積層体を加熱して前記導電性ペーストに含まれる前記有機溶剤を蒸発させる工程と、前記絶縁基材を構成する熱可塑性樹脂の軟化点以上の温度に前記積層体を加熱しながら前記積層方向から加圧し、前記熱電変換素子と、前記表面パターンおよび前記裏面パターンとを前記合金層を介して電氣的、機械的に接続する工程と、前記積層方向からの加圧を保持しつつ、前記積層体を冷却して前記積層体を一体化する工程と、を行うことを特徴としている。

30

40

これによれば、はんだを用いる必要がなく、はんだを用いるために必要な積層膜を形成する必要がない。また、熱電変換素子と表面パターンおよび裏面パターンとの界面に形成される合金層は、熱電変換素子と表面パターンおよび裏面パターンを構成する金属原子にて形成されている。つまり、熱電変換素子と表面パターンおよび裏面パターンとの界面に別の部材を配置する必要がない。このため、部品点数を削減することによって構成を簡素化でき、ひいてはコストの低減を図ることができる。

また、熱電変換素子を形成しつつ、熱電変換素子と表面パターンおよび裏面パターンとの界面に合金層を形成している。このため、加圧した際に熱電変換素子が割れることを抑制できる

【0011】

50

また、請求項 4 に記載の発明では、熱可塑性樹脂を含んで構成されており、厚さ方向に貫通する複数のビアホール（１１、１２）が形成され、前記ビアホールに熱電変換素子（４０、５０）が埋め込まれた絶縁基材（１０）を用意する工程と、前記絶縁基材の表面（１０ａ）に所定の前記熱電変換素子と接触する表面パターン（２１）を有する表面保護部材（２０）を配置すると共に、前記絶縁基材の裏面（１０ｂ）に所定の前記熱電変換素子と接触する裏面パターン（３１）を有する裏面保護部材（３０）を配置して積層体（９０）を形成する工程と、前記積層体を加熱しながら積層方向から加圧し、前記熱電変換素子を構成する金属原子および前記表面パターンを構成する金属原子が拡散して構成される合金層（７１）を形成すると共に前記熱電変換素子を構成する金属原子および前記裏面パターンを構成する金属原子が拡散して構成される合金層（７２）を形成し、前記熱電変換素子と、前記表面パターンおよび前記裏面パターンとを前記合金層を介して電氣的、機械的に接続する一体化工程と、を行うものであり、前記一体化工程では、前記絶縁基材を構成する熱可塑性樹脂の軟化点以上の温度に前記積層体を加熱しながら前記積層方向から加圧し、前記熱電変換素子と、前記表面パターンおよび前記裏面パターンとを前記合金層を介して電氣的、機械的に接続する工程と、前記積層方向からの加圧を保持しつつ、前記積層体を冷却して前記積層体を一体化する工程と、を行うことを特徴としている。

これによれば、熱電変換素子は絶縁基材に形成されたビアホールに埋め込まれているため、一体化工程では、熱電変換素子に生じる応力のうち積層方向と垂直方向の成分を絶縁基材によって相殺できる。このため、熱電変換素子が積層方向と垂直方向に割れることを抑制できる。

【００１２】

また、請求項 9 に記載の発明では、熱可塑性樹脂を含んで構成されており、厚さ方向に貫通する複数のビアホール（１１、１２）が形成され、前記ビアホールに複数の金属原子が所定の結晶構造を維持している合金の粉末に有機溶剤を加えてペースト化した導電性ペースト（４１、５１）が充填されている絶縁基材（１０）を用意する工程と、前記絶縁基材の表面（１０ａ）に所定の前記導電性ペーストと接触する表面パターン（２１）を有する表面保護部材（２０）を配置すると共に、前記絶縁基材の裏面（１０ｂ）に所定の前記導電性ペーストと接触する裏面パターン（３１）を有する裏面保護部材（３０）を配置して積層体（９０）を形成する工程と、前記積層体を加熱しながら積層方向から加圧し、前記導電性ペーストから熱電変換素子（４０、５０）を形成しつつ、前記熱電変換素子を構成する金属原子および前記表面パターンを構成する金属原子が拡散して構成される合金層（７１）を形成すると共に前記熱電変換素子を構成する金属原子および前記裏面パターンを構成する金属原子が拡散して構成される合金層（７２）を形成し、前記熱電変換素子と、前記表面パターンおよび前記裏面パターンとを前記合金層を介して電氣的、機械的に接続する一体化工程と、を行うものであり、前記積層体を形成する工程の前には、前記絶縁基材に空隙（１３）が形成されており、前記一体化工程では、前記熱可塑性樹脂を前記空隙に流動させつつ、前記熱電変換素子および前記合金層を形成することを特徴としている。

【００１３】

また、請求項 10 に記載の発明では、熱可塑性樹脂を含んで構成されており、厚さ方向に貫通する複数のビアホール（１１、１２）が形成され、前記ビアホールに複数の金属原子が所定の結晶構造を維持している合金の粉末に有機溶剤を加えてペースト化した導電性ペースト（４１、５１）が充填されている絶縁基材（１０）を用意する工程と、前記絶縁基材の表面（１０ａ）に所定の前記導電性ペーストと接触する表面パターン（２１）を有する表面保護部材（２０）を配置すると共に、前記絶縁基材の裏面（１０ｂ）に所定の前記導電性ペーストと接触する裏面パターン（３１）を有する裏面保護部材（３０）を配置して積層体（９０）を形成する工程と、前記積層体を加熱しながら積層方向から加圧し、前記導電性ペーストから熱電変換素子（４０、５０）を形成しつつ、前記熱電変換素子を構成する金属原子および前記表面パターンを構成する金属原子が拡散して構成される合金層（７１）を形成すると共に前記熱電変換素子を構成する金属原子および前記裏面パター

ンを構成する金属原子が拡散して構成される合金層（７２）を形成し、前記熱電変換素子と、前記表面パターンおよび前記裏面パターンとを前記合金層を介して電氣的、機械的に接続する一体化工程と、を行うものであり、前記積層体を形成する工程では、前記表面保護部材および前記裏面保護部材として熱可塑性樹脂を含むものを用い、前記一体化工程では、前記絶縁基材の表面と対向する部分および前記絶縁基材の裏面と対向する部分の少なくとも一方に窪み部（１００ａ）が形成された一对のプレス板（１００）を用いて前記積層体を加圧し、前記表面保護部材および前記裏面保護部材を構成する熱可塑性樹脂の少なくとも一方を前記窪み部に流動させると共に前記絶縁基材を構成する熱可塑性樹脂を流動させつつ、前記熱電変換素子および前記合金層を形成することを特徴としている。

【００１４】

また、請求項１に記載の発明では、熱可塑性樹脂を含んで構成されており、厚さ方向に貫通する複数のビアホール（１１、１２）が形成され、前記ビアホールに熱電変換素子（４０、５０）が埋め込まれた絶縁基材（１０）を用意する工程と、前記絶縁基材の表面（１０ａ）に所定の前記熱電変換素子と接触する表面パターン（２１）を有する表面保護部材（２０）を配置すると共に、前記絶縁基材の裏面（１０ｂ）に所定の前記熱電変換素子と接触する裏面パターン（３１）を有する裏面保護部材（３０）を配置して積層体（９０）を形成する工程と、前記積層体を加熱しながら積層方向から加圧し、前記熱電変換素子を構成する金属原子および前記表面パターンを構成する金属原子が拡散して構成される合金層（７１）を形成すると共に前記熱電変換素子を構成する金属原子および前記裏面パターンを構成する金属原子が拡散して構成される合金層（７２）を形成し、前記熱電変換素子と、前記表面パターンおよび前記裏面パターンとを前記合金層を介して電氣的、機械的に接続する一体化工程と、を行うものであり、前記積層体を形成する工程の前には、前記絶縁基材に空隙（１３）が形成されており、前記一体化工程では、前記熱可塑性樹脂を前記空隙に流動させつつ、前記熱電変換素子および前記合金層を形成することを特徴としている。

【００１５】

また、請求項１に記載の発明では、熱可塑性樹脂を含んで構成されており、厚さ方向に貫通する複数のビアホール（１１、１２）が形成され、前記ビアホールに熱電変換素子（４０、５０）が埋め込まれた絶縁基材（１０）を用意する工程と、前記絶縁基材の表面（１０ａ）に所定の前記熱電変換素子と接触する表面パターン（２１）を有する表面保護部材（２０）を配置すると共に、前記絶縁基材の裏面（１０ｂ）に所定の前記熱電変換素子と接触する裏面パターン（３１）を有する裏面保護部材（３０）を配置して積層体（９０）を形成する工程と、前記積層体を加熱しながら積層方向から加圧し、前記熱電変換素子を構成する金属原子および前記表面パターンを構成する金属原子が拡散して構成される合金層（７１）を形成すると共に前記熱電変換素子を構成する金属原子および前記裏面パターンを構成する金属原子が拡散して構成される合金層（７２）を形成し、前記熱電変換素子と、前記表面パターンおよび前記裏面パターンとを前記合金層を介して電氣的、機械的に接続する一体化工程と、を行うものであり、前記積層体を形成する工程では、前記表面保護部材および前記裏面保護部材として熱可塑性樹脂を含むものを用い、前記一体化工程では、前記絶縁基材の表面と対向する部分および前記絶縁基材の裏面と対向する部分の少なくとも一方に窪み部（１００ａ）が形成された一对のプレス板（１００）を用いて前記積層体を加圧し、前記表面保護部材および前記裏面保護部材を構成する熱可塑性樹脂の少なくとも一方を前記窪み部に流動させると共に前記絶縁基材を構成する熱可塑性樹脂を流動させつつ、前記熱電変換素子および前記合金層を形成することを特徴としている。

【００１８】

これら請求項９ないし１２に記載の発明によれば、一体化工程において、導電性ペーストに印加される加圧力を大きくでき、熱電変換素子と表面パターンおよび裏面パターンとの間に合金層を形成し易くできる。

【００１９】

なお、この欄および特許請求の範囲で記載した各手段の括弧内の符号は、後述する実施

10

20

30

40

50

形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものである。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 0 】

【図 1】本発明の第 1 実施形態における熱電変換装置の平面図である。

【図 2】図 1 中の II - II 線に沿った断面図である。

【図 3】図 1 中の III - III 線に沿った断面図である。

【図 4】図 2 中の二点鎖線で囲まれた領域 A の拡大図である。

【図 5】図 1 に示す熱電変換装置の製造工程を示す断面図である。

【図 6】図 5 (h) に示す一体化工程の際の製造条件を示す図である。

【図 7】本発明の第 2 実施形態における熱電変換装置の断面図である。

【図 8】本発明の第 3 実施形態における図 5 (d) の後に行う工程を示す断面図である。

【図 9】図 8 に示す絶縁基材の表面図である。

【図 1 0】図 8 に示す絶縁基材を用いて図 5 (h) の工程を行った際の詳細な断面図である。

【図 1 1】本発明の第 4 実施形態における図 5 (h) の工程を行った際の詳細な断面図である。

【図 1 2】本発明の第 5 実施形態における熱電変換装置の製造工程を示す断面図である。

【図 1 3】図 1 2 (f) に示す一体化工程の際の製造条件を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 1 】

以下、本発明の実施形態について図に基づいて説明する。なお、以下の各実施形態相互において、互いに同一もしくは均等である部分には、同一符号を付して説明を行う。

【 0 0 2 2 】

(第 1 実施形態)

本発明の第 1 実施形態について図面を参照しつつ説明する。図 1 ~ 図 3 に示されるように、本実施形態の熱電変換装置 1 は、絶縁基材 1 0、表面保護部材 2 0、裏面保護部材 3 0 が一体化され、この一体化されたものの内部で異種金属である第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 が交互に直列に接続されて構成されている。

【 0 0 2 3 】

なお、図 1 は、理解をし易くするために、表面保護部材 2 0 を省略して示してある。また、図 1 は、断面図ではないが、第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 にハッチングを施してある。そして、本実施形態では、第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 が本発明の熱電変換素子に相当している。

【 0 0 2 4 】

絶縁基材 1 0 は、本実施形態では、ポリエーテルエーテルケトン (P E E K) やポリエーテルイミド (P E I) を含む平面矩形状の熱可塑性樹脂フィルムによって構成されている。そして、この絶縁基材 1 0 には、厚さ方向に貫通する複数の第 1、第 2 ピアホール 1 1、1 2 が互い違いになるように千鳥パターンに形成されている。

【 0 0 2 5 】

なお、本実施形態では、第 1、第 2 ピアホール 1 1、1 2 が表面 1 0 a から裏面 1 0 b に向かって径が一定とされた円筒状とされているが、第 1、第 2 ピアホール 1 1、1 2 は表面 1 0 a から裏面 1 0 b に向かって径が小さくなるテーパ状とされていてもよいし、角筒状とされていてもよい。

【 0 0 2 6 】

そして、第 1 ピアホール 1 1 には第 1 層間接続部材 4 0 が配置され、第 2 ピアホール 1 2 には第 1 層間接続部材 4 0 と異種金属となる第 2 層間接続部材 5 0 が配置されている。つまり、絶縁基材 1 0 には、第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 が互い違いになるように配置されている。

【 0 0 2 7 】

特に限定されるものではないが、例えば、第 1 層間接続部材 4 0 は P 型を構成する B i

10

20

30

40

50

- S b - T e 合金の粉末（金属粒子）を含む導電性ペーストから構成される。また、第 2 層間接続部材 5 0 は N 型を構成する B i - T e 合金の粉末（金属粒子）を含む導電性ペーストから構成される。

【 0 0 2 8 】

絶縁基材 1 0 の表面 1 0 a には、ポリエーテルエーテルケトン（P E E K）やポリエーテルイミド（P E I）を含む平面矩形状の熱可塑性樹脂フィルムからなる表面保護部材 2 0 が配置されている。この表面保護部材 2 0 は、絶縁基材 1 0 と平面形状が同じ大きさとされており、絶縁基材 1 0 と対向する一面 2 0 a 側に銅箔等がパターンニングされた複数の表面パターン 2 1 が互いに離間するように形成されている。そして、各表面パターン 2 1 はそれぞれ第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 と適宜電氣的に接続されている。

10

【 0 0 2 9 】

具体的には、隣接する 1 つの第 1 層間接続部材 4 0 と 1 つの第 2 層間接続部材 5 0 とを組 6 0 としたとき、各組 6 0 の第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 は同じ表面パターン 2 1 と接続されている。つまり、各組 6 0 の第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 は表面パターン 2 1 を介して電氣的に接続されている。なお、本実施形態では、絶縁基材 1 0 の長辺方向（図 1 中紙面左右方向）に沿って隣接する 1 つの第 1 層間接続部材 4 0 と 1 つの第 2 層間接続部材 5 0 とが組 6 0 とされている。

【 0 0 3 0 】

ここで、第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 と表面パターン 2 1 との接続構造について説明する。図 4 に示されるように、第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 と表面パターン 2 1 との界面（間）には、第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 中の金属原子（T e）と表面パターン 2 1 中の金属原子（C u）が拡散して構成される C u - T e 系の合金層 7 1 が形成されている。そして、第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 と表面パターン 2 1 とは、合金層 7 1 を介して電氣的、機械的に接続されている。

20

【 0 0 3 1 】

なお、ここでは、合金層 7 1 の構成を C u - T e 系としたが、第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 を構成する合金の粉末の配合比等により、例えば、合金層 7 1 の構成が C u - B i とされていてもよい。

【 0 0 3 2 】

また、絶縁基材 1 0 の裏面 1 0 b には、ポリエーテルエーテルケトン（P E E K）やポリエーテルイミド（P E I）を含む熱可塑性樹脂フィルムからなる平面矩形状の裏面保護部材 3 0 が配置されている。この裏面保護部材 3 0 は、絶縁基材 1 0 と平面形状が同じ大きさとされており、絶縁基材 1 0 と対向する一面 3 0 a 側に銅箔等がパターンニングされた複数の裏面パターン 3 1 が互いに離間するように形成されている。そして、各裏面パターン 3 1 はそれぞれ第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 と適宜電氣的に接続されている。

30

【 0 0 3 3 】

具体的には、隣接する組 6 0 において、一方の組 6 0 の第 1 層間接続部材 4 0 と、他方の組 6 0 の第 2 層間接続部材 5 0 とが同じ裏面パターン 3 1 と接続されている。つまり、組 6 0 を跨いで第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 が裏面パターン 3 1 を介して電氣的に接続されている。

40

【 0 0 3 4 】

本実施形態では、図 2 に示されるように、基本的には、絶縁基材 1 0 の長辺方向（図 1 中紙面左右方向）に沿って並んでいる 2 つの組 6 0 が隣接する組 6 0 とされている。また、図 3 に示されるように、絶縁基材 1 0 の外縁では、短辺方向（図 1 中紙面上下方向）に沿って並んでいる 2 つの組 6 0 が隣接する組 6 0 とされている。

【 0 0 3 5 】

したがって、第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 は、絶縁基材 1 0 の長辺方向に交互に直列に接続されて折り返された後に再び長辺方向に交互に直列に接続される。つまり、第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 は、折れ線状に交互に直列に接続されている。

【 0 0 3 6 】

50

ここで、第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 と裏面パターン 3 1 との接続構造について説明する。図 4 に示されるように、第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 と裏面パターン 3 1 との界面（間）には、第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 と表面パターン 2 1 との間と同様に、第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 中の金属原子（T e）と裏面パターン 3 1 中の金属原子（C u）が拡散して構成される C u - T e 系の合金層 7 2 が形成されている。そして、第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 と裏面パターン 3 1 とは、合金層 7 2 を介して電氣的、機械的に接続されている。

【 0 0 3 7 】

なお、ここでは、合金層 7 2 の構成を C u - T e 系としたが、第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 を構成する合金の粉末の配合比等により、例えば、合金層 7 2 の構成が C u - B i とされていてもよい。

10

【 0 0 3 8 】

また、図 2、図 3 とは別断面において、裏面保護部材 3 0 には、裏面パターン 3 1 と電氣的に接続されると共に、裏面保護部材 3 0 のうち絶縁基材 1 0 側と反対側の一面から露出する層間接続部材が形成されている。そして、裏面パターン 3 1 は、この層間接続部材を介して外部との電氣的な接続が図れるようになっている。

【 0 0 3 9 】

以上が本実施形態における熱電変換装置 1 の基本的な構成である。次に、上記熱電変換装置 1 の製造方法について図 5 を参照しつつ説明する。なお、図 5 は、図 1 中の II - II 線に沿った断面図である。

20

【 0 0 4 0 】

まず、図 5（a）に示されるように、絶縁基材 1 0 を用意し、複数の第 1 ビアホール 1 1 をドリル等によって形成する。

【 0 0 4 1 】

次に、図 5（b）に示されるように、各第 1 ビアホール 1 1 に第 1 導電性ペースト 4 1 を充填する。

【 0 0 4 2 】

第 1 ビアホール 1 1 に第 1 導電性ペースト 4 1 を充填する方法（装置）としては、本出願人による特願 2 0 1 0 - 5 0 3 5 6 号に記載の方法（装置）を採用すると良い。

【 0 0 4 3 】

30

簡単に説明すると、吸着紙 8 0 を介して図示しない保持台上に、裏面 1 0 b が吸着紙 8 0 と対向するように絶縁基材 1 0 を配置する。なお、吸着紙 8 0 は、第 1 導電性ペースト 4 1 の有機溶剤を吸収できる材質のものであれば良く、一般的な上質紙等が用いられる。そして、第 1 導電性ペースト 4 1 を溶融させつつ、第 1 ビアホール 1 1 内に第 1 導電性ペースト 4 1 を充填する。これにより、第 1 導電性ペースト 4 1 の有機溶剤の大部分が吸着紙 8 0 に吸着され、第 1 ビアホール 1 1 に合金の粉末が密接して配置される。

【 0 0 4 4 】

第 1 導電性ペースト 4 1 としては、本実施形態では、金属原子が所定の結晶構造を維持している合金の粉末を融点が 4 3 であるパラフィン等の有機溶剤を加えてペースト化したものが用いられる。このため、第 1 導電性ペースト 4 1 を充填する際には、絶縁基材 1 0 の表面 1 0 a が約 4 3 に加熱された状態で行われる。なお、第 1 導電性ペースト 4 1 を構成する合金の粉末としては、例えば、メカニカルアロイにて形成された B i - S b - T e 等が用いられる。

40

【 0 0 4 5 】

続いて、図 5（c）に示されるように、絶縁基材 1 0 に複数の第 2 ビアホール 1 2 をドリル等によって形成する。この第 2 ビアホール 1 2 は、上記のように、第 1 ビアホール 1 1 と互い違いとなり、第 1 ビアホール 1 1 と共に千鳥パターンを構成するように形成される。

【 0 0 4 6 】

次に、図 5（d）に示されるように、再び、吸着紙 8 0 を介して図示しない保持台上に

50

、裏面 10b が吸着紙 80 と対向するように絶縁基材 10 を配置する。そして、第 1 導電性ペースト 41 を充填したときと同様に、第 2 ビアホール 12 内に第 2 導電性ペースト 51 を充填する。これにより、第 2 導電性ペースト 51 の有機溶剤の大部分が吸着紙 80 に吸着され、第 2 ビアホール 12 に合金の粉末が密接して配置される。

【0047】

第 2 導電性ペースト 51 としては、本実施形態では、第 1 導電性ペースト 41 を構成する金属原子と異なる金属原子が所定の結晶構造を維持している合金の粉末を融点が常温であるテレピネ等の有機溶剤を加えてペースト化したものが用いられる。つまり、第 2 導電性ペースト 51 を構成する有機溶剤として、第 1 導電性ペースト 41 を構成する有機溶剤より融点が低いものが用いられる。そして、第 2 導電性ペースト 51 を充填する際には、絶縁基材 10 の表面 10a が常温に保持された状態で行われる。言い換えると、第 1 導電性ペースト 41 に含まれる有機溶剤が固化された状態で、第 2 導電性ペースト 51 の充填が行われる。これにより、第 1 ビアホール 11 に第 2 導電性ペースト 51 が混入することが抑制される。

【0048】

なお、第 2 導電性ペースト 51 を構成する合金の粉末としては、例えば、メカニカルアロイにて形成された Bi - Te 等が用いられる。

【0049】

以上のようにして、第 1、第 2 導電性ペースト 41、51 が充填された絶縁基材 10 を用意する。

【0050】

また、上記各工程とは別工程において、図 5 (e) および図 5 (f) に示されるように、表面保護部材 20 および裏面保護部材 30 のうち絶縁基材 10 と対向する一面 20a、30a に銅箔等を形成する。そして、この銅箔を適宜パターンニングすることにより、互いに離間している複数の表面パターン 21 が形成された表面保護部材 20、互いに離間している複数の裏面パターン 31 が形成された裏面保護部材 30 を用意する。

【0051】

その後、図 5 (g) に示されるように、裏面保護部材 30、絶縁基材 10、表面保護部材 20 を順に積層して積層体 90 を構成する。具体的には、隣接する 1 つの第 1 ビアホール 11 に充填された第 1 導電性ペースト 41 と 1 つの第 2 ビアホール 12 に充填された第 2 導電性ペースト 51 とを組 60 としたとき、絶縁基材 10 の表面 10a 側に、組 60 毎の第 1、第 2 導電性ペースト 41、51 が同じ表面パターン 21 に接触する状態で表面保護部材 20 を配置する。なお、本実施形態では、上記のように、絶縁基材 10 の長辺方向 (図 1 紙面左右方向) に沿って隣接する 1 つの第 1 ビアホール 11 に充填された第 1 導電性ペースト 41 と 1 つの第 2 ビアホール 12 に充填された第 2 導電性ペースト 51 とが組 60 とされている。

【0052】

また、絶縁基材 10 の裏面 10b 側に、隣接する組 60 における一方の組 60 の第 1 導電性ペースト 41 および他方の組 60 の第 2 導電性ペースト 51 が同じ裏面パターン 31 に接触する状態で裏面保護部材 30 を配置する。なお、本実施形態では、上記のように、絶縁基材 10 の長辺方向 (図 1 中紙面左右方向) に沿って並んでいる 2 つの組 60 が隣接する組 60 とされている。また、絶縁基材 10 の外縁では、短辺方向に沿って並んでいる 2 つの組 60 が隣接する組 60 とされている。

【0053】

続いて、図 5 (h) に示されるように、この積層体 90 を図示しない一対のプレス板の間に配置し、積層方向の上下両面から真空状態で加熱しながら加圧して積層体 90 を一体化する。なお、特に限定されるものではないが、積層体 90 を一体化する際には、積層体 90 とプレス板との間にロックウールペーパー等の緩衝材を配置してもよい。以下に、本実施形態の一体化工程について図 6 を参照しつつ具体的に説明する。

【0054】

一体化工程は、図 6 に示されるように、まず、積層体 9 0 を約 3 2 0 まで加熱しながら時点 T 1 まで 0 . 1 M P a で加圧し、第 1、第 2 導電性ペースト 4 1、5 1 に含まれる有機溶剤を蒸発させる。

【 0 0 5 5 】

なお、T 0 ~ T 1 間は約 1 0 分間である。また、第 1、第 2 導電性ペースト 4 1、5 1 に含まれる有機溶剤とは、図 5 (b) および図 5 (d) の工程において、吸着紙 8 0 に吸着されずに残存した有機溶剤のことである。

【 0 0 5 6 】

次に、積層体 9 0 を熱可塑性樹脂の軟化点以上の温度である約 3 2 0 に保持しつつ時点 T 2 まで 1 0 M P a で加圧する。このとき、絶縁基材 1 0 を構成する熱可塑性樹脂が流動して第 1、第 2 導電性ペースト 4 1、5 1 (合金の粉末) が加圧される。そして、合金の粉末同士が圧接されて固相焼結されることで第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 が構成される。言い換えると、第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 は、複数の金属原子 (合金の粉末) が当該金属原子の結晶構造を維持した状態で焼結された焼結合金で構成される。また、合金の粉末と表面パターン 2 1 および裏面パターン 3 1 とも圧接され、第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 と表面パターン 2 1 および裏面パターン 3 1 との界面に、第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 を構成する金属原子と表面パターン 2 1 または裏面パターン 3 1 を構成する金属原子が拡散して合金層 7 1、7 2 が形成される。これにより、第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 と表面パターン 2 1 および裏面パターン 3 1 とが合金層 7 1、7 2 を介して電氣的、機械的に接続される。

【 0 0 5 7 】

なお、T 1 ~ T 2 間は約 1 0 分間である。また、本実施形態では、第 1 導電性ペースト 4 1 に含まれる合金の粉末として B i - S b - T e が用いられ、第 2 導電性ペースト 5 1 に含まれる合金の粉末として B i - T e が用いられる。これらの合金の融点は、3 2 0 より高いため、この工程において、第 1、第 2 導電性ペースト 4 1、5 1 に含まれる合金の粉末が溶融することはない。

【 0 0 5 8 】

その後、1 0 M P a の加圧を保持したまま時点 T 3 まで冷却することにより積層体 9 0 が一体化され、図 1 に示す熱電変換装置 1 が製造される。

【 0 0 5 9 】

なお、T 2 ~ T 3 間は約 8 分間である。また、表面パターン 2 1、裏面パターン 3 1、第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0、合金層 7 1、7 2 を構成する各金属材料は、絶縁基材 1 0、表面保護部材 2 0、裏面保護部材 3 0 を構成する熱可塑性樹脂より線膨張係数が小さい。このため、表面パターン 2 1、裏面パターン 3 1、第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0、合金層 7 1、7 2 を構成する各金属材料の膨張、収縮は、絶縁基材 1 0、表面保護部材 2 0、裏面保護部材 3 0 を構成する熱可塑性樹脂の膨張、収縮より小さい。したがって、上記のように熱電変換装置 1 を製造することにより、表面パターン 2 1、裏面パターン 3 1、第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0、合金層 7 1、7 2 に、絶縁基材 1 0、表面保護部材 2 0、裏面保護部材 3 0 を構成する熱可塑性樹脂から応力が印加された状態で熱電変換装置 1 が製造される。言い換えると、上記のように熱電変換装置 1 を製造することにより、第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 と合金層 7 1、7 2 との接続、表面パターン 2 1 および裏面パターン 3 1 と合金層 7 1、7 2 との接続が強固に維持された熱電変換装置 1 が製造される。

【 0 0 6 0 】

以上説明したように、本実施形態の熱電変換装置 1 は、第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 と表面パターン 2 1 および裏面パターン 3 1 とが合金層 7 1、7 2 を介して電氣的、機械的に接続されている。このため、はんだを用いる必要がなく、またははんだを用いるために必要な積層膜を形成する必要がない。また、第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 と表面パターン 2 1 および裏面パターン 3 1 との界面に形成される合金層 7 1、7 2 は、第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 と表面パターン 2 1 および裏面パターン 3 1 を構成する金

属原子にて構成されている。つまり、第1、第2層間接続部材40、50と表面パターン21および裏面パターン31との界面に別の部材を配置する必要がない。したがって、部品点数を削減することによって構成を簡素化でき、ひいてはコストの低減を図ることができる。

【0061】

また、第1、第2導電性ペースト41、51を加熱しながら加圧することにより、第1、第2層間接続部材40、50を形成しつつ、第1、第2層間接続部材40、50と表面パターン21および裏面パターン31との界面に合金層71、72を形成している。このため、加圧した際に第1、第2層間接続部材40、50が割れることを抑制できる。

【0062】

そして、合金層71、72は、第1、第2導電性ペースト41、51から第1、第2層間接続部材40、50を形成する際に同時に形成されるため、合金層71、72のみを形成するための製造工程も必要なく、製造工程が増加することもない。

【0063】

また、本実施形態では、第1導電性ペースト41としてBi-Sb-Te系の合金の粉末を用い、第2導電性ペースト51としてBi-Te系の合金の粉末を用いる例について説明したが、合金の粉末はこれらに限定されるものではない。例えば、第1、第2導電性ペースト41、51を構成する合金の粉末として、銅、コンスタンタン、クロメル、アルメル等が鉄、ニッケル、クロム、銅、シリコン等と合金化されたものから適宜選択してもよい。また、テルル、ビスマス、アンチモン、セレンの合金や、シリコン、鉄、アルミニウムの合金等から適宜選択してもよい。

【0064】

(第2実施形態)

本発明の第2実施形態について説明する。本実施形態は、第1実施形態に対して表面パターン21および裏面パターン31にメッキ膜を形成してのものであり、その他に関しては第1実施形態と同様であるため、ここでは説明を省略する。

【0065】

本実施形態では、図7に示されるように、表面パターン21が下地配線21aと、下地配線21a上に形成されたメッキ膜21bによって構成されている。また、裏面パターン31が下地配線31aと、下地配線31a上に形成されたメッキ膜31bによって構成されている。なお、本実施形態では、メッキ膜21b、31bは、Niによって構成されている。

【0066】

また、第1、第2層間接続部材40、50とメッキ膜21b、31bとの界面には、第1、第2層間接続部材40、50中の金属原子(Te)とメッキ膜21b、31b中の金属原子(Ni)が拡散して構成されるNi-Te系の合金層71、72が形成されている。そして、第1、第2層間接続部材40、50と表面パターン21または裏面パターン31とは、合金層71、72を介して電氣的、機械的に接続されている。

【0067】

なお、図7は、図2中の領域Aの拡大図に相当している。また、ここでは、合金層71、72の構成をNi-Te系としたが、第1、第2層間接続部材40、50を構成する合金の粉末の配合比等により、例えば、合金層71、72の構成がNi-Biとされていてもよい。

【0068】

これによれば、メッキ膜31bによって合金層71、72の構造を決定できる。このため、例えば、下地配線21a、31aとして第1、第2層間接続部材40、50との間で拡散し難い材料や、拡散し過ぎる材料等も用いることができ、設計の自由度を向上させることができる。

【0069】

(第3実施形態)

本発明の第3実施形態について説明する。本実施形態は、第1実施形態に対して絶縁基材10に空隙を形成した後に積層体90を一体化するものであり、その他に関しては第1実施形態と同様であるため、ここでは説明を省略する。

【0070】

図8および図9に示されるように、本実施形態では、図5(d)の工程の後、絶縁基材10に対して、本発明の空隙に相当する貫通孔13をドリルやレーザ等によって形成する。本実施形態では、各第1、第2ビアホール11、12のそれぞれを中心とし、同心円上であって周方向に等間隔に離間する円筒状の貫通孔13を複数形成する。

【0071】

なお、ここでは、貫通孔13が円筒状とされているものを説明するが、貫通孔13は、表面10aから裏面10bに向かって径が小さくなるテーパ状とされていてもよいし、角筒状とされていてもよい。

【0072】

その後、図5(h)の工程を行って第1、第2層間接続部材40、50を形成する。具体的には、まず、図10(a)に示されるように、積層体90を構成する。次に、図10(b)に示されるように、絶縁基材10の表面10aおよび裏面10bから加圧する。このとき、絶縁基材10を構成する熱可塑性樹脂が流動し、流動する熱可塑性樹脂が第1、第2導電性ペースト41、51(合金の粉末)を加圧すると共に貫通孔13に流れ込む。そして、図10(c)に示されるように、熱可塑性樹脂が貫通孔13に流れ込む(流動する)ためにこの部分(第1、第2ビアホール11、12の周囲)に印加される加圧力は小さくなり、本来この部分に印加されるべき加圧力が第1、第2導電性ペースト41、51に印加される。つまり、プレス板から第1、第2導電性ペースト41、51に印加される加圧力を大きくできる。そして、図10(d)に示されるように、第1、第2層間接続部材40、50が構成されると共に、第1、第2層間接続部材40、50と表面パターン21および裏面パターン31との間に合金層71、72が形成される。

【0073】

以上説明したように、本実施形態では、絶縁基材10に貫通孔13を形成し、貫通孔13に熱可塑性樹脂を流動させつつ第1、第2層間接続部材40、50を形成している。このため、第1、第2導電性ペースト41、51に印加される加圧力を大きくでき、第1、第2導電性ペースト41、51が固相焼結されないことを抑制できる。また、第1、第2導電性ペースト41、51に印加される加圧力を大きくできるため、第1、第2層間接続部材40、50と表面パターン21および裏面パターン31との間に合金層71、72を形成し易くできる。

【0074】

さらに、本実施形態では、貫通孔13を、第1、第2ビアホール11、12のそれぞれを中心とし、同心円上であって周方向に等間隔に離間するように形成している。このため、第1、第2層間接続部材40、50を形成する際、第1、第2ビアホール11、12の周囲の熱可塑性樹脂が等方的に貫通孔13に流れ込みやすくなり、第1、第2ビアホール11、12が絶縁基材10の平面方向に変位することを抑制できる。

【0075】

(第4実施形態)

本発明の第4実施形態について説明する。本実施形態は、第3実施形態に対して、積層体90とプレス板との間に空隙を形成するものであり、その他に関しては第3実施形態と同様であるため、ここでは説明を省略する。

【0076】

図11(a)に示されるように、本実施形態では、絶縁基材10に貫通孔13は形成されていない。そして、表面パターン21および裏面パターン31と対向する部分と異なる部分に窪み部100aが形成されている一対のプレス板100を用いて積層体90を加圧する。

【0077】

これにより、図 11 (b) に示されるように、一対のプレス板 100 の各窪み部 100 a に表面保護部材 20 および裏面保護部材 30 を構成する熱可塑性樹脂が流動すると共に、この熱可塑性樹脂が流動した部分に絶縁基材 10 の熱可塑性樹脂が流動する。このため、プレス板 100 から第 1、第 2 導電性ペースト 41、51 に印加される加圧力が大きくなる。

【0078】

そして、図 11 (c) に示されるように、第 1、第 2 導電性ペースト 41、51 から第 1、第 2 層間接続部材 40、50 が構成されると共に、第 1、第 2 層間接続部材 40、50 と表面パターン 21 および裏面パターン 31 との間に合金層 71、72 が形成される。

【0079】

このように、窪み部 100 a が形成された一対のプレス板 100 を用いて積層体 90 を一体化するようにしても、絶縁基材 10 を構成する熱可塑性樹脂が流動するため、第 1、第 2 導電性ペースト 41、51 に印加される加圧力を大きくすることができる。このため、上記第 3 実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0080】

なお、本実施形態で製造された熱電変換装置 1 は、窪み部 100 a 内に流れ込んだ熱可塑性樹脂にて凸部が形成される。このため、積層体 90 を一体化した後、凸部を切削等によって除去するようにしてもよいし、凸部を覆うように熱伝導性を有するシート等を配置して熱電変換装置 1 の上下両面を平坦化するようにしてもよい。

【0081】

また、ここでは、一対のプレス板 100 のそれぞれに窪み部 100 a が形成されている例について説明したが、一対のプレス板 100 のうちのいずれか一方のみに窪み部 100 a が形成されたプレス板 100 を用いてもよい。

【0082】

さらに、本実施形態では、表面パターン 21 および裏面パターン 31 と対向する部分と異なる部分に窪み部 100 a が形成されている一対のプレス板 100 を用いる例について説明した。しかしながら、表面パターン 21 および裏面パターン 31 と対向する部分を含む部分に窪み部 100 a が形成されている一対のプレス板 100 を用いてもよい。このようなプレス板 100 を用いても、絶縁基材 10、表面保護部材 20、裏面保護部材 30 を構成する各熱可塑性樹脂が流動するため、同様の効果を得ることができる。

【0083】

(第 5 実施形態)

本発明の第 5 実施形態について説明する。本実施形態は、第 1 実施形態に対して製造方法を変更したものであり、その他に関しては第 1 実施形態と同様であるため、ここでは説明を省略する。

【0084】

本実施形態では、図 12 (a) に示されるように、まず、絶縁基材 10 に第 1、第 2 ビアホール 11、12 を形成する。そして、図 12 (b) に示されるように、第 1、第 2 ビアホール 11、12 に第 1、第 2 層間接続部材 40、50 を埋め込む。

【0085】

なお、第 1、第 2 層間接続部材 40、50 は、Bi-Sb-Te 合金の粉末 (金属粒子) や Bi-Te 合金の粉末 (金属粒子) を固相焼結した後に適宜切断等されることによって構成されたものである。

【0086】

また、図 12 (c) および図 12 (d) に示されるように、図 5 (e) および図 5 (f) と同様に、複数の表面パターン 21 が形成された表面保護部材 20 および複数の裏面パターン 31 が形成された裏面保護部材 30 を用意する。

【0087】

そして、図 12 (e) に示されるように、裏面保護部材 30、絶縁基材 10、表面保護部材 20 を順に積層して積層体 90 を構成する。

【 0 0 8 8 】

続いて、図 1 2 (f) に示されるように、この積層体 9 0 を図示しない一対のプレス板の間に配置し、積層方向の上下両面から真空状態で加熱しながら加圧して積層体 9 0 を一体化する。

【 0 0 8 9 】

なお、この一体化工程では、絶縁基材 1 0 に第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 が配置されているため、合金層 7 1、7 2 が形成される条件で行えばよく、図 5 (h) の工程と比較して、低圧で行うことができる。

【 0 0 9 0 】

具体的には、図 1 3 に示されるように、積層体 9 0 を約 3 2 0 まで加熱しながら時点 T 1 まで 5 M p a で加圧する。このとき、絶縁基材 1 0、表面保護部材 2 0、裏面保護部材 3 0 を構成する熱可塑性樹脂が流動するが、第 1、第 2 ピアホール 1 1、1 2 に埋め込まれている第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 は既に固体であるために流動しない。このため、第 1、第 2 ピアホール 1 1、1 2 の周囲に印加される加圧力が小さくなり、本来この部分に印加されるべき加圧力が第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 (第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 と表面パターン 2 1 および裏面パターン 3 1 との間) に印加される。したがって、上記第 1 実施形態と比較して、プレス板から第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 と表面パターン 2 1 および裏面パターン 3 1 との間に印加される加圧力が大きくなり、上記第 1 実施形態よりプレス板から積層体 9 0 に印加する加圧力を低くして合金層 7 1、7 2 を形成することができる。

【 0 0 9 1 】

その後、5 M P a の加圧を保持したまま時点 T 2 まで冷却することにより積層体 9 0 が一体化されて熱電変換装置 1 が製造される。

【 0 0 9 2 】

なお、本実施形態では、図 1 2 (b) の工程において、第 1、第 2 ピアホール 1 1、1 2 に第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 を埋め込むため、上記第 1 実施形態のように、有機溶剤を蒸発させる工程 (図 6 中の T 0 ~ T 1 の期間) は必要ない。

【 0 0 9 3 】

このように、第 1、第 2 ピアホール 1 1、1 2 に第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 を埋め込んで熱電変換装置 1 を製造するようにしても、合金層 7 1、7 2 を形成することによって上記第 1 実施形態と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 9 4 】

また、第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 は絶縁基材 1 0 に形成されたピアホール 1 1、1 2 に埋め込まれているため、一体化工程では、第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 に生じる応力のうち積層方向と垂直方向の成分を絶縁基材 1 0 によって相殺できる。このため、第 1、第 2 層間接続部材 4 0、5 0 が積層方向と垂直方向に割れることを抑制できる。

【 0 0 9 5 】

(他の実施形態)

本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した範囲内において適宜変更が可能である。

【 0 0 9 6 】

例えば、上記第 1 ~ 第 4 実施形態において、第 1、第 2 導電性ペースト 4 1、5 1 が充填された絶縁基材 1 0 を用意する工程では、絶縁基材 1 0 に第 1、第 2 ピアホール 1 1、1 2 を同時に形成してもよい。この場合、絶縁基材 1 0 の表面 1 0 a 上に第 1 ピアホール 1 1 と対応する領域が開口されたマスクを配置して第 1 ピアホール 1 1 のみに第 1 導電性ペースト 4 1 を充填した後、常温で第 2 導電性ペースト 5 1 を充填すればよい。

【 0 0 9 7 】

また、第 1 ピアホール 1 1 に第 1 導電性ペースト 4 1 を充填した後、絶縁基材 1 0 の表面 1 0 a 上に第 2 ピアホール 1 2 と対応する領域が開口されたマスクを配置するようにし

10

20

30

40

50

てもよい。この場合は、第2ビアホール12に第2導電性ペースト51を充填する際に、マスクによって第1ビアホール11に第2導電性ペースト51が混入することが抑制される。したがって、第2導電性ペースト51を構成する有機溶剤として、第2導電性ペースト51を充填する際に第1導電性ペースト41が溶融してしまうものも用いることができる。例えば、第1導電性ペースト41の有機溶剤と同様にパラフィンを用いることができる。この場合、もちろん、第1、第2導電性ペースト41、51の有機溶剤としてテレピネを用いることもできる。

【0098】

さらに、上記第1実施形態において、図5(d)の工程を行った後、予め第1、第2導電性ペースト41、51を焼結させて第1、第2層間接続部材40、50を形成してもよい。そして、このように絶縁基材10に第1、第2層間接続部材40、50が配置されたものを用いて、上記第5実施形態のように、熱電変換装置1を構成してもよい。

【0099】

また、上記各実施形態において、第2層間接続部材50をAg-Sn系等の金属粒子にて構成してもよい。つまり、第2層間接続部材50として、主として熱電効果を発揮させるためのものではなく、導通を図るためのものを形成してもよい。この場合、第1、第2ビアホール11、12を形成する場所を適宜変更すると共に表面パターン21および裏面パターン31の形状を適宜変更し、例えば、絶縁基材10の長辺方向に沿って配置された第1層間接続部材40を第2層間接続部材50を介してそれぞれ並列接続するようにしてもよい。

【0100】

さらに、上記各実施形態において、図5(h)または図12(f)の工程を行う際の加熱温度、加圧力、処理時間は1例であり、これらの条件を適宜変更することによって合金層71、72の厚さを変更できる。このため、用途に応じて適切な合金層71、72の厚さとなるように各条件を適宜変更することが好ましい。

【0101】

また、上記各実施形態を適宜組み合わせることもできる。例えば、上記第2実施形態を上記第3～第5実施形態に組み合わせ、表面パターン21にメッキ膜21bを備えたと共に裏面パターン31にメッキ膜31bを備えてもよい。そして、上記第3実施形態を上記第4、第5実施形態に組み合わせ、熱電変換装置1を製造する際、絶縁基材10に貫通孔13を形成してもよい。また、上記第4実施形態を上記第5実施形態に組み合わせ、窪み部100aが形成された一对のプレス板100を用いて積層体90を一体化してもよい。さらに、各実施形態同士を組み合わせたものに、他の実施形態を適宜組み合わせてもよい。

【0102】

そして、上記第3実施形態において、空隙は貫通孔13でなくてもよい。例えば、空隙として、絶縁基材10の表面10aおよび裏面10bの少なくとも一方に第1、第2ビアホール11、12を囲む枠状の溝部を形成してもよい。また、絶縁基材10として、内部に空隙としての空洞を有するガラスクロスを含むものを用いてもよいし、内部に空隙としての複数の穴が形成された多孔質性のものを用いてもよい。

【0103】

また、熱電効果は、異なる2種類の金属が接続されていれば発生するため、上記各実施形態において、絶縁基材10に第1ビアホール11のみを形成すると共に第1ビアホール11に第1層間接続部材40のみが配置されていてもよい。つまり、絶縁基材10に1種類の層間接続部材のみが配置された熱電変換装置に本発明を適用することもできる。

【符号の説明】

【0104】

- 10 絶縁基材
- 11 第1ビアホール
- 12 第2ビアホール

10

20

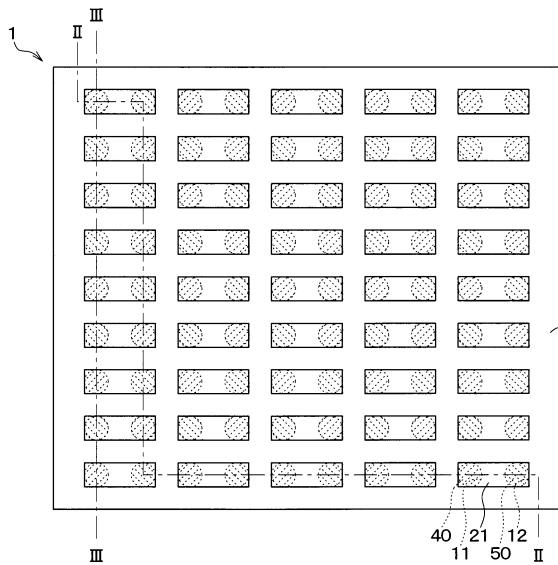
30

40

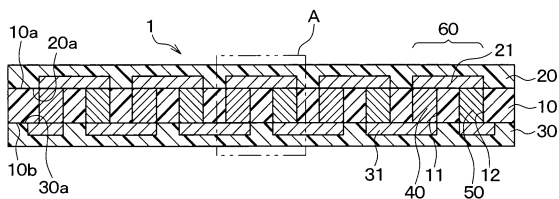
50

- 2 1 表面パターン
- 3 1 裏面パターン
- 4 0 第1層間接続部材(熱電変換素子)
- 5 0 第2層間接続部材(熱電変換素子)
- 7 1 合金層
- 7 2 合金層

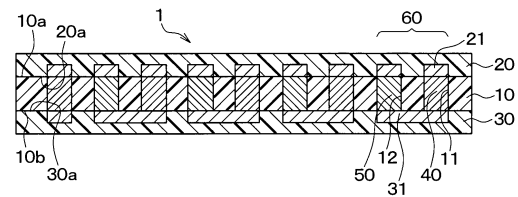
【図1】



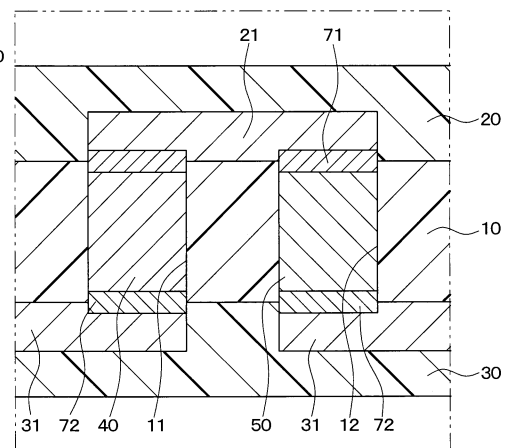
【図2】



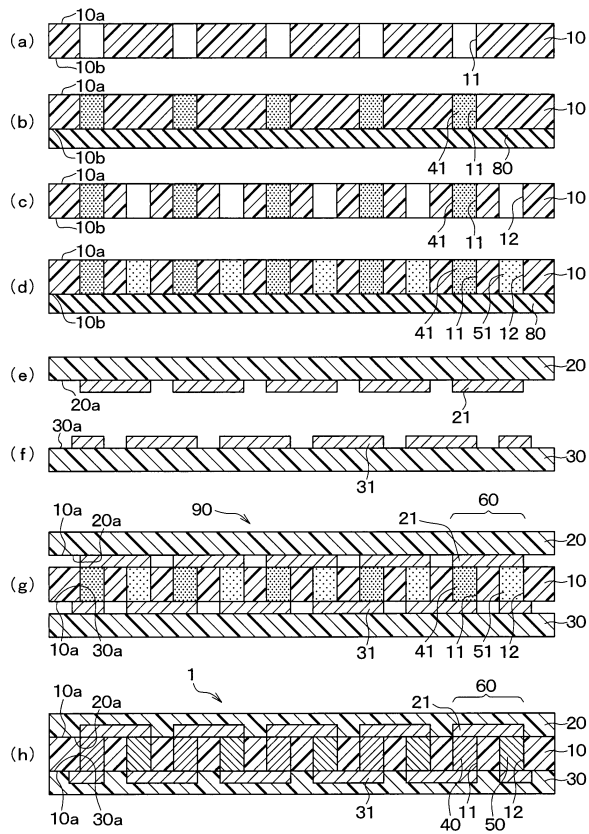
【図3】



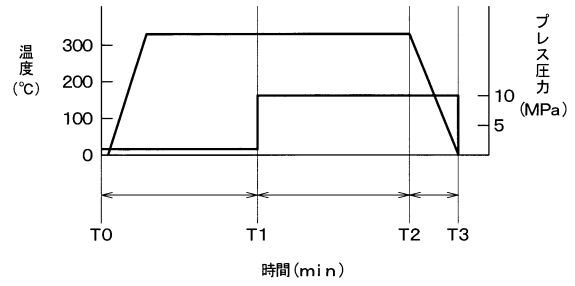
【図4】



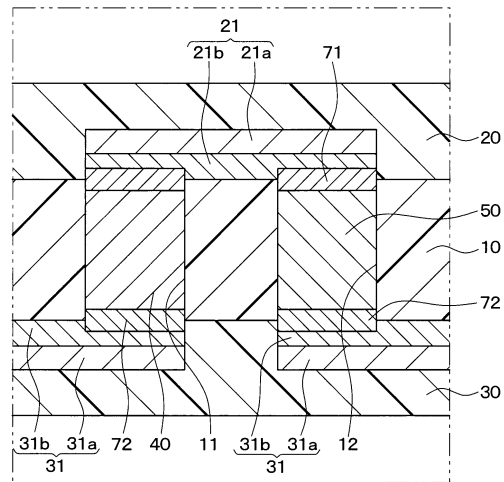
【図 5】



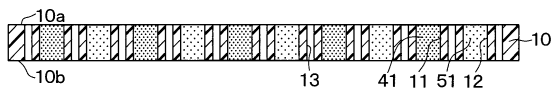
【図 6】



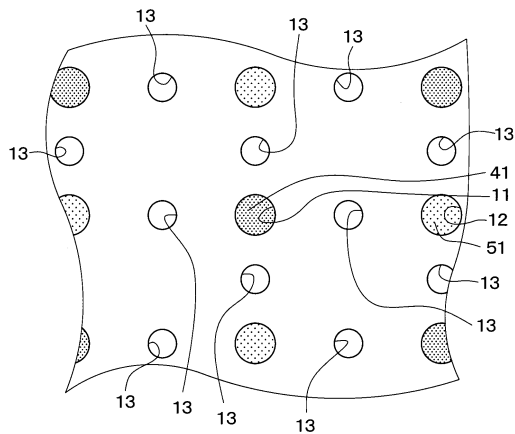
【図 7】



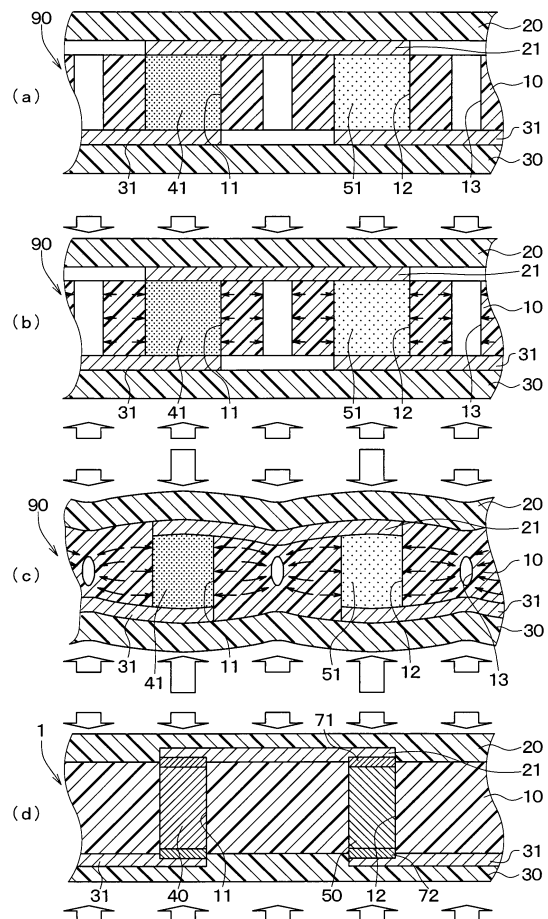
【図 8】



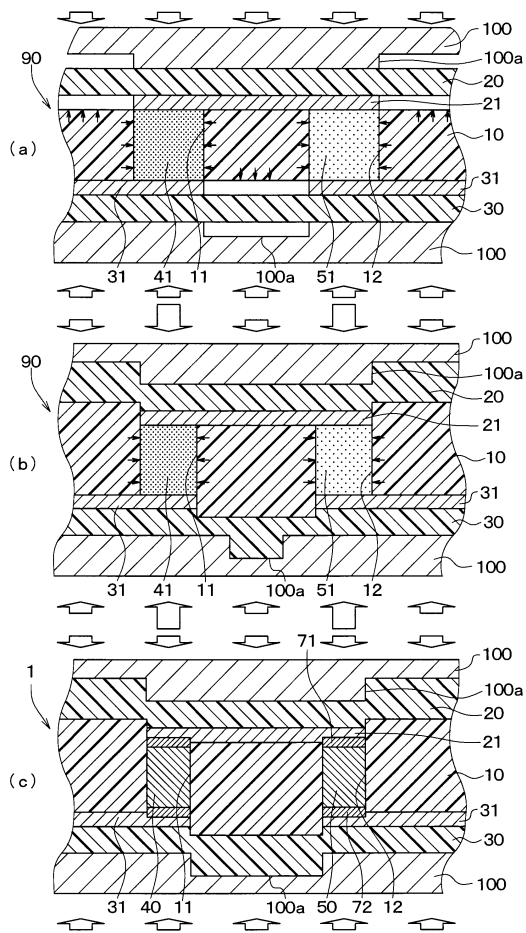
【図 9】



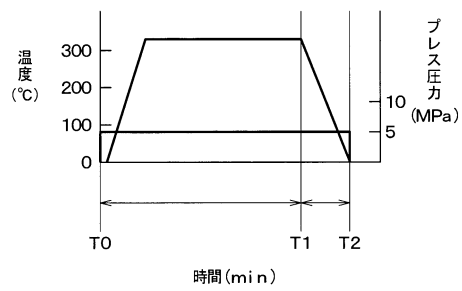
【図 10】



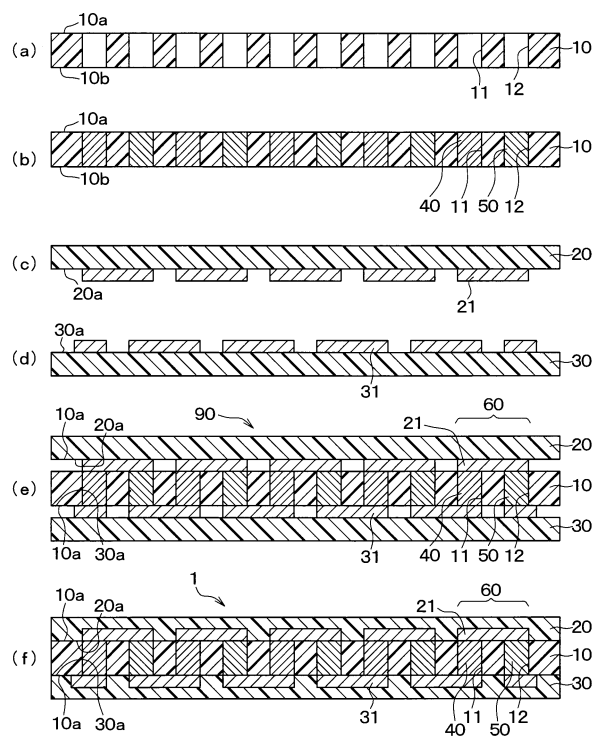
【図 1 1】



【図 1 3】



【図 1 2】



フロントページの続き

(72)発明者 齋藤 啓太
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 今井 聖和

(56)参考文献 特開2003-309294(JP,A)
特開平01-179375(JP,A)
特開2005-223140(JP,A)
特開2004-087913(JP,A)
特開2009-170438(JP,A)
特開2010-157645(JP,A)
特開2009-111137(JP,A)
特開2006-294931(JP,A)
米国特許第06127619(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 35/00
B23K 20/00