

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7606842号
(P7606842)

(45)発行日 令和6年12月26日(2024.12.26)

(24)登録日 令和6年12月18日(2024.12.18)

(51)国際特許分類 F I
 H 0 1 C 13/00 (2006.01) H 0 1 C 13/00 J
 G 0 1 R 15/00 (2006.01) G 0 1 R 15/00 5 0 0
 H 0 1 C 1/142(2006.01) H 0 1 C 1/142

請求項の数 3 (全17頁)

(21)出願番号	特願2020-164803(P2020-164803)	(73)特許権者	000105350 K O A 株式会社 長野県伊那市荒井 3 6 7 2 番地
(22)出願日	令和2年9月30日(2020.9.30)	(74)代理人	100118500 弁理士 廣澤 哲也
(65)公開番号	特開2022-56841(P2022-56841A)	(74)代理人	100174089 弁理士 郷戸 学
(43)公開日	令和4年4月11日(2022.4.11)	(74)代理人	100186749 弁理士 金沢 充博
審査請求日	令和5年7月25日(2023.7.25)	(74)代理人	100092406 弁理士 堀田 信太郎
		(72)発明者	平沢 浩一 長野県伊那市荒井 3 6 7 2 番地 K O A 株式会社内
		(72)発明者	松原 周平

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 シャント抵抗装置、および電流検出用シャント抵抗装置の特性調整方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電流検出用のシャント抵抗装置であって、
 第 1 表面および前記第 1 表面の反対側の面である第 2 表面を有する板状の抵抗体と、
 導電性金属材料からなる端子部材と、を備え、
 前記端子部材は、
 前記第 1 表面に連結された本体部と、
 前記本体部の側部に形成された突出部と、を備え、
 前記本体部と前記突出部は、同一の材料から一体に形成され、
 前記本体部は、前記抵抗体の前記第 1 表面に連結された本体部側第 1 面を有し、
 前記突出部は、前記端子部材の厚さ方向において、前記本体部側第 1 面と同一平面の突
 出部側第 1 面と、前記突出部側第 1 面の反対側の面である突出部側第 2 面を有しており、
 前記抵抗体と前記本体部は、厚さ方向に積層され、
 前記突出部には、前記抵抗体における電位差を検出するための配線が接続され、かつ前記
 突出部は、前記抵抗体とは重ならない位置に位置している、シャント抵抗装置。

10

【請求項 2】

前記突出部には、前記突出部の側面から延びるスリットが形成されている、請求項 1 に
 記載のシャント抵抗装置。

【請求項 3】

電流検出用シャント抵抗装置の特性調整方法であって、

20

前記シャント抵抗装置は、

第 1 表面および前記第 1 表面の反対側の面である第 2 表面を有する板状の抵抗体と、
導電性金属材料からなり、前記第 1 表面に連結された本体部と、前記本体部の側部に形
成された突出部を備えた端子部材と、を備え、

前記本体部と前記突出部は、同一の材料から一体に形成され、

前記本体部は、前記抵抗体の前記第 1 表面に連結された本体部側第 1 面を有し、

前記突出部は、前記端子部材の厚さ方向において、前記本体部側第 1 面と同一平面の突
出部側第 1 面と、前記突出部側第 1 面の反対側の面である突出部側第 2 面を有しており、

前記抵抗体と前記本体部は、厚さ方向に積層され、

前記突出部には、前記抵抗体における電位差を検出するための配線が接続され、かつ前
記突出部は、前記抵抗体とは重ならない位置に位置し、

10

前記突出部にスリットを形成することにより前記シャント抵抗装置の抵抗値および/ま
たは抵抗温度係数を調整する電流検出用シャント抵抗装置の特性調整方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ジャンパー素子、シャント抵抗装置、および電流検出用シャント抵抗装置の
特性調整方法に関する。

【背景技術】

【0002】

20

従来からプリント基板等の回路基板に実装する部品として、ジャンパー素子が用いられ
ている。ジャンパー素子は、回路基板において、配線を跨ぐ必要がある場合や、設計時に
必要とされた電子部品が不要となった場合に実装ランド間を短絡させる目的や、部品と配
線パターンを接続する等の目的で使用されている。

【0003】

一方、電流を抵抗体に流し、その両端の電圧から電流の大きさを検出するシャント抵抗
器が回路基板に実装する部品として用いられている。シャント抵抗器は、電流検出用途に
広く用いられている。

【0004】

一例として、特許文献 1 には、電極と抵抗体を積層したシャント抵抗器とその実装構造
が開示されている。特許文献 1 に記載のシャント抵抗器は、円板状の抵抗体と、抵抗体の
両面に形成された 2 つの電極を備えている。2 つの電極のうち一方の電極は、配線（パ
ッド）に接続されており、他方の電極には第 1 のボンディングワイヤーが接続されてい
る。配線（パッド）には、第 2 のボンディングワイヤーが接続されており、シャント抵抗器
における電圧降下が第 1 および第 2 のボンディングワイヤーによって取り出される。第 1
のボンディングワイヤーと第 2 のボンディングワイヤーとの間の電位差をシャント抵抗器
を流れる電流で除すことにより、シャント抵抗器の抵抗値が算出される。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

40

【文献】特開 2018 - 170478 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上述のシャント抵抗器では、第 1 のボンディングワイヤーに接続された
電極は、電位分布を有しており、第 1 のボンディングワイヤーの接続位置がずれることで
、検出される電圧や、検出される抵抗値や、シャント抵抗器の抵抗温度係数（ $T \cdot C \cdot R$
）が変化することがある。抵抗温度係数は、温度による抵抗値の変化の割合を示す指標
である。

【0007】

50

一態様は上記の点に鑑みてなされたものであり、電流検出用のシャント抵抗装置を構成するためのジャンパー素子であって、ジャンパー素子に接続される電圧検出用の配線の接続位置によるシャント抵抗装置の特性のばらつきを抑制することができるジャンパー素子を提供することを目的とする。さらに、本発明は、電圧検出用の配線の接続位置による特性のばらつきを抑制することができる電流検出用のシャント抵抗装置、およびそのようなシャント抵抗装置の特性調整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】

【0008】

一態様では、電流検出用のシャント抵抗装置を構成するためのジャンパー素子であって、前記ジャンパー素子は、導電性金属材からなり、前記ジャンパー素子は、前記シャント抵抗装置の一部を構成する抵抗体に連結可能な本体部と、前記本体部の側部に形成された突出部と、を備え、前記突出部は、前記抵抗体とは重ならない位置に位置している、ジャンパー素子が提供される。

10

【0009】

一態様では、前記本体部は、前記抵抗体に連結可能な本体部側第1面を有し、前記突出部は、前記ジャンパー素子の厚さ方向において、前記本体部側第1面と同じ側にある突出部側第1面と、前記突出部側第1面の反対側の面である突出部側第2面を有している。

【0010】

一態様では、前記突出部には、前記突出部の側面から延びるスリットが形成されている。

【0011】

一態様では、電流検出用のシャント抵抗装置であって、第1表面および前記第1表面の反対側の面である第2表面を有する板状の抵抗体と、導電性金属材からなる端子部材と、を備え、前記端子部材は、前記第1表面に連結された本体部と、前記本体部の側部に形成された突出部と、を備え、前記突出部は、前記抵抗体とは重ならない位置に位置している、シャント抵抗器が提供される。

20

【0012】

一態様では、前記突出部には、前記突出部の側面から延びるスリットが形成されている。

【0013】

一態様では、前記シャント抵抗装置は、前記抵抗体における電位差を検出するための一对の配線をさらに備え、前記一对の配線の一方は、前記突出部に接続されている。

30

【0014】

一態様では、電流検出用シャント抵抗装置の特性調整方法であって、前記シャント抵抗装置は、第1表面および前記第1表面の反対側の面である第2表面を有する板状の抵抗体と、導電性金属材からなり、前記第1表面に連結された本体部と、前記本体部の側部に形成された突出部を備えた端子部材と、を備え、前記突出部にスリットを形成することにより前記シャント抵抗装置の抵抗値および/または抵抗温度係数を調整する電流検出用シャント抵抗装置の特性調整方法が提供される。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、突出部における電位分布は、高い均一性を有している。結果として、突出部における電圧検出用の配線の接続位置によるシャント抵抗装置の特性のばらつきを抑制することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】図1(a)は、電流検出用のシャント抵抗装置の一実施形態を模式的に示す斜視図であり、図1(b)は、図1(a)に示すシャント抵抗装置を裏側から見たときの斜視図であり、図1(c)は、図1(a)に示すシャント抵抗装置の側面図である。

【図2】図1(a)乃至図1(c)に示すシャント抵抗器の分解斜視図である。

【図3】図3(a)は、シャント抵抗装置の他の実施形態を模式的に示す斜視図であり、図3(b)は、図3(a)に示すシャント抵抗装置の側面図である。

50

【図 4】図 3 (a) および図 3 (b) に示すシャント抵抗装置からシャント抵抗器を取り除いた状態を示す斜視図である。

【図 5】図 5 (a) は、ジャンパー素子が突出部を有さない場合における、本体部の抵抗体の真上に位置する部分の電位分布を示す図であり、図 5 (b) は、図 5 (a) のシミュレーション条件を説明するための図である。

【図 6】ジャンパー素子に複数の電圧検出用の配線が接続された状態を示す図である。

【図 7】図 7 (a) は、図 1 および図 2 を参照して説明したシャント抵抗器の本体部の抵抗体の真上に位置する部分および突出部における電位分布を示す図であり、図 7 (b) は、図 7 (a) のシミュレーション条件を説明するための図である。

【図 8】シャント抵抗器の抵抗値および T . C . R . の測定位置を説明するための図である。

10

【図 9】シャント抵抗器の抵抗値の測定位置による変化を示すグラフである。

【図 10】シャント抵抗器の T . C . R . の測定位置による変化を示すグラフである。

【図 11】シャント抵抗器の他の実施形態を模式的に示す斜視図である。

【図 12】シャント抵抗器のさらに他の実施形態を模式的に示す斜視図である。

【図 13】シャント抵抗器のさらに他の実施形態を模式的に示す斜視図である。

【図 14】シャント抵抗器のさらに他の実施形態を模式的に示す斜視図である。

【図 15】図 11 乃至図 13 に示すシャント抵抗器の抵抗値の測定位置による変化を示すグラフである。

【図 16】図 11 乃至図 13 に示すシャント抵抗器の T . C . R . の測定位置による変化を示すグラフである

20

【図 17】シャント抵抗装置のさらに他の実施形態を模式的に示す斜視図である。

【図 18】図 17 のシャント抵抗器を模式的に示す斜視図である。

【図 19】シャント抵抗装置のさらに他の実施形態を模式的に示す斜視図である。

【図 20】図 19 に示すシャント抵抗装置の分解斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。なお、以下で説明する図面において、同一又は相当する構成要素には、同一の符号を付して重複した説明を省略する。本明細書において、シャント抵抗装置は、少なくともシャント抵抗器を含む電流検出用の装置と定義される。シャント抵抗装置の例として、シャント抵抗器そのものや、回路基板等を実装されることでシャント抵抗器と同等物を構成したもの、シャント抵抗器に各種配線が接続され実装した状態（シャント抵抗器の実装構造）が挙げられる。

30

【0018】

図 1 (a) は、電流検出用のシャント抵抗装置の一実施形態を模式的に示す斜視図であり、図 1 (b) は、図 1 (a) に示すシャント抵抗装置を裏側から見たときの斜視図であり、図 1 (c) は、図 1 (a) に示すシャント抵抗装置の側面図である。図 1 (a) 乃至図 1 (c) に示すように、シャント抵抗装置は、シャント抵抗器 1 を備えている。言い換えれば、本実施形態のシャント抵抗装置は、シャント抵抗器 1 そのものである。シャント抵抗器 1 は、所定の厚みと幅を有する板状（薄板状）の抵抗体 5 と、導電性金属材料からなる板状（薄板状）の電極 6 と、導電性金属材料からなるジャンパー素子（端子部材ともいう）10 を備えている。

40

【0019】

抵抗体 5 の材料の一例として、Cu - Mg - Ni 系合金などの低抵抗合金材が挙げられる。電極 6 およびジャンパー素子 10 の材料の一例として、高導電性金属である銅（Cu）が挙げられる。

【0020】

抵抗体 5 は、第 1 表面 5 a と、第 1 表面 5 a の反対側の面である第 2 表面 5 b を有している。ジャンパー素子 10 は、抵抗体 5 の第 1 表面 5 a に接続（または、連結）されており、電極 6 は、抵抗体 5 の第 2 表面 5 b に接続されている。すなわち、電極 6、抵抗体 5

50

、およびジャンパー素子 10 は、この順にシャント抵抗器 1 の厚さ方向に積層されている。シャント抵抗器 1 の厚さ方向は、第 1 方向および第 2 方向の両方に垂直な方向である。第 1 方向は、シャント抵抗器 1 の長さ方向である。第 2 方向は、シャント抵抗器 1 の幅方向であり、第 1 方向に垂直な方向である。

【0021】

ジャンパー素子 10 は、板状の本体部 11 と、本体部 11 の側部に形成された突出部 12 と、本体部 11 の本体部側第 1 面 11a に形成された端子部 14 を備えている。本体部 11、突出部 12、および端子部 14 は、同一の材料から一体に形成されている。抵抗体 5 は、本体部 11 の本体部側第 1 面 11a に接続（または、連結）されている。

【0022】

図 2 は、図 1 (a) 乃至図 1 (c) に示すシャント抵抗器 1 の分解斜視図である。一実施形態では、抵抗体 5 の第 1 表面 5a および第 2 表面 5b は、ジャンパー素子 10 および電極 6 に、加圧溶接などの溶接や、はんだ、金属ナノ粒子（銀ナノ粒子を用いた銀ペーストや、銅ナノ粒子を用いた銅ペースト）による接合などの手段により、それぞれ接続（接合）される。端子部 14 および電極 6 には、はんだ実装を可能とするために、Snめっき等の表面処理が施されている。

【0023】

端子部 14 と、抵抗体 5 とは、第 1 方向において互いに離間している。同様に、端子部 14 と、電極 6 とは、第 1 方向において互いに離間している。言い換えれば、第 1 方向は、抵抗体 5 と端子部 14 が配列する方向とも言うことができる。

【0024】

上述のように、突出部 12 は、本体部 11 の側部に形成されている。具体的には、突出部 12 は、本体部 11 の側面 11c に形成されており、側面 11c から第 2 方向に突出している。側面 11c は第 1 方向に平行な面である。突出部 12 は、抵抗体 5 とは重ならない位置に位置している。言い換えれば、突出部 12 は、シャント抵抗器 1 の厚さ方向において、抵抗体 5 とは重ならない位置に位置しており、抵抗体 5 とは直接接触していない。より具体的には、突出部 12 は、抵抗体 5 の第 1 表面 5a を上、第 2 表面 5b を下としたとき、本体部 11 の抵抗体 5 の真上に位置する部分に形成されている。一実施形態では、突出部 12 は、第 2 方向に平行な本体部 11 の側面に形成されていてもよい。

【0025】

突出部 12 は、ジャンパー素子 10 の厚さ方向（すなわち、ジャンパー素子 10 の厚さ方向）において、本体部側第 1 面 11a と同じ側にある突出部側第 1 面 12a を有している。具体的には、本体部側第 1 面 11a および突出部側第 1 面 12a は、同一平面上にある。本体部 11 は、本体部側第 1 面 11a の反対側の面である本体部側第 2 面 11b を有しており、突出部 12 は、突出部側第 1 面 12a の反対側の面である突出部側第 2 面 12b を有している。具体的には、本体部側第 2 面 11b と、突出部側第 2 面 12b とは、同一平面上にある。

【0026】

図 3 (a) は、シャント抵抗装置の他の実施形態を模式的に示す斜視図であり、図 3 (b) は、図 3 (a) に示すシャント抵抗装置の側面図である。特に説明しない本実施形態の構成は、上述した実施形態と同じであるのでその重複する説明を省略する。本実施形態のシャント抵抗装置は、シャント抵抗器 1 の実装構造である。図 3 (a) および図 3 (b) に示すように、シャント抵抗装置は、シャント抵抗器 1 が実装される配線パターン 21、22 と、抵抗体 5 における電位差（第 1 表面 5a と、第 2 表面 5b との間に発生する電位差）を検出するための一対の配線 24、25 をさらに備えている。配線 24、25 は、電圧検出端子として機能する。

【0027】

配線パターン 21、22 は、図示しないプリント基板などの回路基板に実装されており、配線パターン 21、22 は、互いに離間して配置されている。端子部 14 および電極 6 は、はんだなどにより配線パターン 21 および配線パターン 22 にそれぞれ接続（接合）

10

20

30

40

50

されており、配線パターン 2 1、シャント抵抗器 1、および配線パターン 2 2 により電流経路が構成される。

【 0 0 2 8 】

図 4 は、図 3 (a) および図 3 (b) に示すシャント抵抗装置からシャント抵抗器 1 を取り除いた状態を示す斜視図である。図 4 に示すように、シャント抵抗器 1 は、図の点線で囲われた領域 2 8 に実装される。図 4 に示すように、配線パターン 2 2 からは引出線 2 3 が引き出されている。引出線 2 3 は、配線パターン 2 2 から配線パターン 2 1 に向かって延びた後、折れ曲がって第 2 方向に延びている。配線 2 4 は、引出線 2 3 に接続されており、配線 2 5 は、突出部 1 2 の突出部側第 2 面 1 2 b に接続されている。

【 0 0 2 9 】

一実施形態では、配線 2 4 , 2 5 は、ボンディングワイヤであり、配線 2 4 , 2 5 は、ワイヤボンディングにより、引出線 2 3 および突出部側第 2 面 1 2 b にそれぞれ接続される。引出線 2 3 および突出部 1 2 は、ボンディングパッドとして機能する。引出線 2 3 および突出部側第 2 面 1 2 b には、ワイヤボンディングを可能とするために、Ni - P めっきなどの表面処理が施される。

【 0 0 3 0 】

本実施形態によれば、配線 2 4 , 2 5 から、シャント抵抗器 1 を流れる被測定電流によって生じる配線 2 4 と、配線 2 5 との間の電位差（すなわち、抵抗体 5 における電位差）を測定することができる。本実施形態では、抵抗体 5 における電位差は、電圧測定用 IC 等で構成される電圧計 2 6 で測定される。なお、電圧計 2 6 への電圧信号の入力を配線 2 4 と配線 2 5 により行う例を示したが、引出線 2 3 を直接電圧計 2 6 に接続してもよい。その場合、引出線 2 3 と配線 2 5 が電位差を検出するための一对の配線として機能する。

【 0 0 3 1 】

図 5 (a) は、ジャンパー素子 1 0 が突出部 1 2 を有さない場合における、本体部 1 1 の抵抗体 5 の真上に位置する部分の電位分布を示す図である。図 5 (a) は、電位分布のシミュレーション結果を示すコンター図である。図 5 (b) は、図 5 (a) のシミュレーション条件を説明するための図である。本体部 1 1 の抵抗体 5 の真上に位置する部分 1 6 は、図 5 (b) においてドットで示された部分である。図 5 (b) に示すように、シャント抵抗器 1 の端子部 1 4 および電極 6 は、導電性のランド 3 4 , 3 6 にそれぞれ接続されており、ランド 3 4 からシャント抵抗器 1 を経由してランド 3 6 に所定の電流が流される。

【 0 0 3 2 】

図 5 (a) に示すように、領域 1 6 には電位分布が生じている。したがって、ジャンパー素子 1 0 が突出部 1 2 を有さず、本体部 1 1 に直接配線を接続して抵抗体 5 の電圧を取り出す場合、配線の接続位置によって、検出される電圧（抵抗体 5 における電位差）や、検出される抵抗値や、シャント抵抗器 1 の抵抗温度係数（ $T \cdot C \cdot R$ ）が変化することがある。

【 0 0 3 3 】

また、図 6 に示すように、長期使用時の配線の劣化や断線に備えるため、ジャンパー素子 1 0 に複数の電圧検出用の配線 3 2（図 6 では 2 本の配線 3 2）を接続することがある。この場合でも、各配線 3 2 の接続位置によって取り出される電位が異なるため、複数の配線 3 2 のうちのいずれかの配線 3 2 が断線すると検出される抵抗値や抵抗温度係数（ $T \cdot C \cdot R$ ）が変化することがある。

【 0 0 3 4 】

図 7 (a) は、図 1 および図 2 を参照して説明したシャント抵抗器 1 の本体部 1 1 の抵抗体 5 の真上に位置する部分および突出部 1 2 における電位分布を示す図である。図 7 (a) は、電位分布のシミュレーション結果を示すコンター図である。図 7 (b) は、図 7 (a) のシミュレーション条件を説明するための図である。シミュレーションの対象 1 7 は、本体部 1 1 の抵抗体 5 の真上に位置する部分および突出部 1 2 であり、図 7 (b) においてドットで示された部分である。特に説明しないシミュレーション条件は、図 5 (a) および図 5 (b) を参照して説明した条件と同じである。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 5 】

図 7 (a) に示すように、突出部 1 2 の電位分布は、本体部 1 1 の突出部 1 2 に隣接する部分の電位が、突出部 1 2 に広がるように、略一様になる。すなわち、突出部 1 2 における電位分布は、高い均一性を有している。したがって、突出部 1 2 に電圧検出用の配線を接続して抵抗体 5 の電圧を取り出すことにより、配線の接続位置による、検出電圧や、検出抵抗値や、シャント抵抗装置の抵抗温度係数 (T . C . R .) の変化を抑制することができる。結果として、突出部 1 2 における電圧検出用の配線の接続位置によるシャント抵抗装置の特性のばらつきを抑制することができる。

【 0 0 3 6 】

また、本実施形態では、本体部 1 1 における電位分布は、第 1 方向 (図 1 (a) 参照) に顕著に広がっている。したがって、突出部 1 2 の位置をずらすことで、検出される抵抗値や T . C . R . を変化させることができる。

10

【 0 0 3 7 】

図 8 は、シャント抵抗器 1 の抵抗値および T . C . R . の測定位置を説明するための図であり、図 9 は、シャント抵抗器 1 の抵抗値の測定位置による変化を示すグラフであり、図 1 0 は、シャント抵抗器 1 の T . C . R . の測定位置による変化を示すグラフである。

【 0 0 3 8 】

本実施形態では、端子部 1 4 および電極 6 は、ランド 3 4 , 3 6 にそれぞれ接続されている。図 9 および図 1 0 は、ランド 3 4 からシャント抵抗器 1 を経由してランド 3 6 に所定の電流を流したときの、ランド 3 6 と同電位の任意の基準点と図 8 に示す直線 A , B 上の一点 (以下、測定位置という) との間の抵抗値およびその測定位置におけるシャント抵抗器 1 の T . C . R . のシミュレーション結果をそれぞれ示している。本実施形態では、シャント抵抗器 1 の設定抵抗値 (すなわち、理想的な抵抗値) は、 $100\ \mu$ である。

20

【 0 0 3 9 】

図 9 および図 1 0 の横軸は、第 1 方向における抵抗値および T . C . R . の測定位置を示し、図 9 の縦軸は、各測定位置における抵抗値を示し、図 1 0 の縦軸は、各測定位置における T . C . R . を示している。図 9 および図 1 0 において、実線で表された線は、直線 A における抵抗値および T . C . R . を示し、破線で表された線は、直線 B における抵抗値および T . C . R . を示している。

【 0 0 4 0 】

直線 A および直線 B は、本体部側第 2 面 1 1 b 上および突出部側第 2 面 1 2 b 上を第 1 方向にそれぞれ延びる仮想直線である。図 8 に示す直線 L 1 , L 2 , L 3 , L 4 は、第 1 方向における 0 mm、1 . 5 mm、3 . 0 mm、5 . 0 mm の位置を示している。図 8 に示す本体部 1 1 および突出部 1 2 のサイズは、一例であり、シャント抵抗器 1 およびシャント抵抗器 1 の各構成要素のサイズは、本実施形態に限定されない。

30

【 0 0 4 1 】

図 9 および図 1 0 に示すように、直線 B における抵抗値および T . C . R . の変化は、直線 A における抵抗値および T . C . R . の変化と比べて大幅に少ない。すなわち、直線 B 上では、測定位置にかかわらず略一様な抵抗値および T . C . R . が得られることをシミュレーション結果は示している。結果として、突出部 1 2 における電圧検出用の配線の接続位置によるシャント抵抗器 1 の特性のばらつき (すなわち、シャント抵抗装置の特性のばらつき) を抑制することができる。

40

【 0 0 4 2 】

図 1 1 は、シャント抵抗器 1 の他の実施形態を模式的に示す斜視図である。特に説明しない本実施形態の構成は、上述した実施形態と同じであるのでその重複する説明を省略する。本実施形態では、突出部 1 2 の第 1 方向の長さは、抵抗体 5 の第 1 方向の長さと同じである。

【 0 0 4 3 】

図 1 2 は、シャント抵抗器 1 のさらに他の実施形態を模式的に示す斜視図である。特に説明しない本実施形態の構成は、上述した実施形態と同じであるのでその重複する説明を

50

省略する。本実施形態のジャンパー素子 10 は、突出部 12 に形成されたスリット 13 を有している。スリット 13 は細長い切り欠きである。具体的には、スリット 13 は、突出部 12 の本体部 11 に接続された側面 12c から側面 12c の反対側の面である側面 12d に向かって延びている。側面 12c は、シャント抵抗器 1 の外側を向いた側面であり、側面 12d は、シャント抵抗器 1 の内側（第 1 方向において端子部 14 が配置されている方向）を向いた側面である。

【0044】

本実施形態では、スリット 13 は、突出部 12 の付け根部分に形成されている。言い換えれば、スリット 13 は、本体部 11 と突出部 12 の間に形成されている。スリット 13 の位置は、スリット 13 が突出部 12 の本体部 11 に接続された側面 12c から延びる限りにおいて本実施形態に限定されない。

10

【0045】

図 13 は、シャント抵抗器 1 のさらに他の実施形態を模式的に示す斜視図である。特に説明しない本実施形態の詳細は、図 12 を参照して説明した実施形態と同じであるのでその重複する説明を省略する。本実施形態は、スリット 13 が、突出部 12 の本体部 11 に接続された側面 12d から側面 12c に向かって延びている点で、図 12 に示す実施形態と異なっている。スリット 13 の位置は、スリット 13 が突出部 12 の本体部 11 に接続された側面 12d から延びる限りにおいて本実施形態に限定されない。

【0046】

図 14 は、シャント抵抗器 1 のさらに他の実施形態を模式的に示す斜視図である。特に説明しない本実施形態の詳細は、図 12 および図 13 を参照して説明した実施形態と同じであるのでその重複する説明を省略する。本実施形態は、側面 12c から側面 12d に向かって延びるスリット 13a と、側面 12d から側面 12c に向かって延びるスリット 13b が突出部 12 に形成されている点で図 12 および図 13 に示す実施形態と異なっている。特に説明しないスリット 13a, 13b の構成は、図 12 および図 13 を参照して説明したスリット 13 と同じである。図 11 乃至図 14 を参照して説明した実施形態は、図 3 および図 4 を参照して説明した実施形態にも適用することができる。

20

【0047】

図 15 は、図 11 乃至図 13 に示すシャント抵抗器 1 の抵抗値の測定位置による変化を示すグラフであり、図 16 は、図 11 乃至図 13 に示すシャント抵抗器 1 の T・C・R の測定位置による変化を示すグラフである。図 15 および図 16 は、任意の基準点と図 11 乃至図 13 に示す直線 C, D, E, F 上の一点（以下、測定位置という）との間の抵抗値およびその測定位置におけるシャント抵抗器 1 の T・C・R のシミュレーション結果をそれぞれ示している。シミュレーション条件は、図 8 乃至図 10 を参照して説明した条件と同じである。

30

【0048】

直線 C および直線 D は、図 11 に示すシャント抵抗器 1 の本体部側第 2 面 11b 上および突出部側第 2 面 12b 上を第 1 方向にそれぞれ延びる仮想直線であり、直線 E, F は、図 12 および図 13 に示すシャント抵抗器 1 の突出部側第 2 面 12b 上を第 1 方向にそれぞれ延びる仮想直線である。図 12 および図 13 に示すスリット 13 の深さ（第 1 方向の長さ）は、2.5mm である。直線 L1, L2, L4 は、第 1 方向における 0mm、1.5mm、5.0mm の位置をそれぞれ示している。図 11 乃至図 13 に示す本体部 11 および突出部 12 のサイズは、一例であり、シャント抵抗器 1 およびシャント抵抗器 1 の各構成要素のサイズは、本実施形態に限定されない。

40

【0049】

図 15 および図 16 の横軸は、第 1 方向における抵抗値および T・C・R の測定位置を示し、図 15 の縦軸は、各測定位置における抵抗値を示し、図 16 の縦軸は、各測定位置における T・C・R を示している。図 15 および図 16 において、実線で表された線は、直線 C における抵抗値および T・C・R を示し、太い破線で表された線は、直線 D における抵抗値および T・C・R を示し、一点鎖線で表された線は、直線 E における抵

50

抗値および T・C・R を示し、細い破線で表された線は、直線 F における抵抗値および T・C・R を示している。

【0050】

図15および図16に示すように、直線 E, F においては、測定位置によって、抵抗値および T・C・R の値がほとんど変化しない。また、側面 12c 側からスリット 13 を入れた場合は、抵抗値および T・C・R の値が増加し、側面 12d 側からスリット 13 を入れた場合は、抵抗値および T・C・R の値が減少する。これは、図7(a)に示すように、側面 12d 側の電位は、側面 12c 側の電位よりも高くなり、本体部 11 の突出部 12 に隣接する部分の電位が、突出部 12 に広がるためである。

【0051】

すなわち、図12のスリット 13 の深さを浅い方向に変化させると、スリット 13 の外側（第2方向において本体部 11 の反対側）における突出部側第2面 12b 上を測定位置としたときの抵抗値および T・C・R を図15に示す値よりも小さくする（直線 D 上を測定位置としたときの抵抗値および T・C・R に近付ける）ことができ、図13のスリット 13 の深さを浅い方向に変化させると、スリット 13 の外側における突出部側第2面 12b 上を測定位置としたときの抵抗値および T・C・R を図15に示す値よりも大きくする（直線 D 上を測定位置としたときの抵抗値および T・C・R に近付ける）ことができる。

【0052】

したがって、上述したスリット 13 を突出部 12 に形成することにより、突出部 12 の電位分布がより均一になる。したがって、スリット 13 を形成することによりシャント抵抗装置の特性、すなわちシャント抵抗装置の抵抗値および/または T・C・R を調整することができる。具体的には、スリット 13 を入れる方向や、深さを調整することで、突出部側第2面 12b 上を測定位置としたときのシャント抵抗装置の特性、すなわちシャント抵抗装置の抵抗値および/または T・C・R を調整することができる。

【0053】

一実施形態では、ジャンパー素子 10 とシャント抵抗器とは予め別体として形成され、実装時に一体として固定されてもよい。

【0054】

図17は、シャント抵抗装置のさらに他の実施形態を模式的に示す斜視図である。特に説明しない本実施形態の構成は、上述した実施形態と同じであるのでその重複する説明を省略する。本実施形態のシャント抵抗装置は、シャント抵抗器 8 と、シャント抵抗器 8 に接続されたジャンパー素子 10 を備えている。本実施形態では、シャント抵抗器 8 とジャンパー素子 10 とは予め別体として形成されている。特に説明しないジャンパー素子 10 の詳細は、上述した実施形態と同じである。本実施形態の本体部 11 の本体部側第1面 11a は、シャント抵抗器 8 の一部を構成する抵抗体 5 に連結可能である。具体的には、本体部 11 は、後述する電極 7 を介して抵抗体 5 に接続（または連結）可能である。

【0055】

図18は、図17のシャント抵抗器 8 を模式的に示す斜視図である。特に説明しないシャント抵抗器 8 の構成は、シャント抵抗器 1 と同じであるのでその重複する説明を省略する。シャント抵抗器 8 は、ジャンパー素子 10 の代わりに導電性金属材料からなる板状（薄板状）の電極 7 を備えている点で、シャント抵抗器 1 と異なっている。

【0056】

電極 7 の材料の一例として、高導電性金属である銅 (Cu) が挙げられる。電極 7 は、抵抗体 5 の第1表面 5a に接続されており、電極 6、抵抗体 5、および電極 7 は、この順にシャント抵抗器 8 の厚さ方向に積層されている。図17に示す実施形態では、ジャンパー素子 10 は、電極 7 に接続されている。具体的には、ジャンパー素子 10 の本体部 11 は、抵抗体 5 の第1表面 5a に連結されている。より具体的には、ジャンパー素子 10 の本体部 11 の本体部側第1面 11a は、電極 7 を介して抵抗体 5 の第1表面 5a に接続（または連結）されている。端子部 14 と、シャント抵抗器 8 とは、第1方向において互い

10

20

30

40

50

に離間している。

【0057】

本実施形態においても、突出部12は、抵抗体5とは重ならない位置に位置している。言い換えれば、突出部12は、シャント抵抗装置の厚さ方向において、抵抗体5とは重ならない位置に位置しており、シャント抵抗器8とは直接接触しない。一実施形態では、ジャンパー素子10の本体部側第1面11aは、電極7に、加圧溶接などの溶接や、はんだ、金属ナノ粒子（銀ナノ粒子を用いた銀ペーストや、銅ナノ粒子を用いた銅ペースト）による接合などの手段により、電極7に接続（接合）される。

【0058】

図19は、シャント抵抗装置のさらに他の実施形態を模式的に示す斜視図であり、図20は、図19に示すシャント抵抗装置の分解斜視図である。特に説明しない本実施形態の詳細は、図3および図4を参照して説明した実施形態と同じであるのでその重複する説明を省略する。本実施形態は、図17および図18を参照して説明したシャント抵抗装置が配線パターン21, 22に実装されている点で図3および図4に示す実施形態と異なっている。本実施形態では、まず、シャント抵抗器8が配線パターン22に実装され、その上にジャンパー素子10が搭載され、端子部14が、配線パターン21に接続される。本実施形態では、配線パターン21、ジャンパー素子10、シャント抵抗器8、および配線パターン22により電流経路が構成される。

10

【0059】

図17乃至図20を参照して説明した実施形態においても、図11乃至図14を参照して説明した実施形態を適用することができる。図17乃至図20を参照して説明した実施形態においても、図7乃至図16を参照して説明した効果と同様の効果を奏することができる。図17乃至図20を参照して説明した実施形態においても、スリット13を入れる方向や、深さを調整することで、突出部側第2面12b上を測定位置としたときのシャント抵抗装置の特性、すなわちシャント抵抗装置の抵抗値および/またはT・C・Rを調整することができる。

20

【0060】

上述した実施形態は、本発明が属する技術分野における通常の知識を有する者が本発明を実施できることを目的として記載されたものである。上記実施形態の種々の変形例は、当業者であれば当然になしうることであり、本発明の技術的思想は他の実施形態にも適用しうる。したがって、本発明は、記載された実施形態に限定されることはなく、特許請求の範囲によって定義される技術的思想に従った最も広い範囲に解釈されるものである。

30

【符号の説明】

【0061】

- 1 シャント抵抗器
- 5 抵抗体
- 5 a 第1表面
- 5 b 第2表面
- 6 電極
- 7 電極
- 8 シャント抵抗器
- 10 ジャンパー素子
- 11 本体部
- 11 a 本体部側第1面
- 11 b 本体部側第2面
- 11 c 側面
- 12 突出部
- 12 a 突出部側第1面
- 12 b 突出部側第2面
- 12 c , 12 d 側面

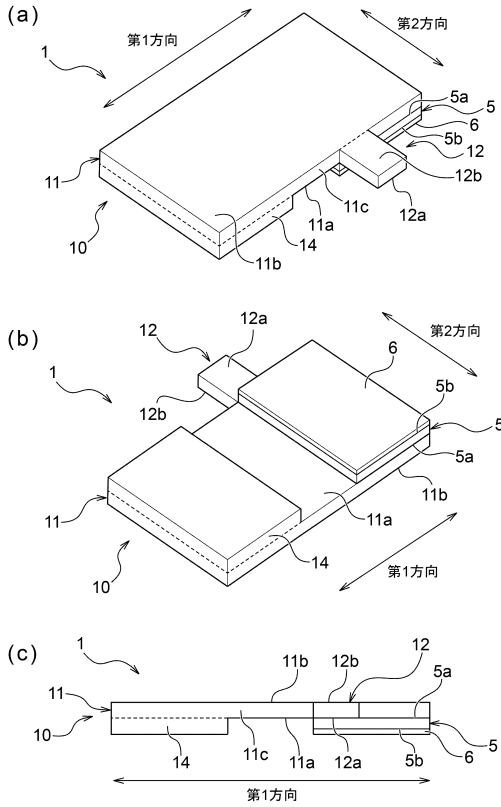
40

50

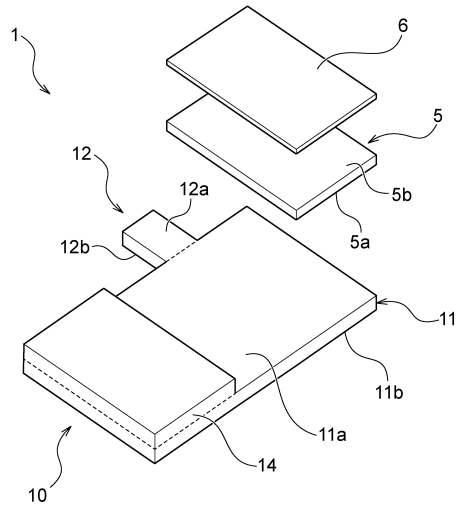
- 1 3 , 1 3 a , 1 3 b スリット
- 1 4 端子部
- 2 1 配線パターン
- 2 2 配線パターン
- 2 3 引出線
- 2 4 配線
- 2 5 配線
- 3 2 配線

【 図面 】

【 図 1 】



【 図 2 】



10

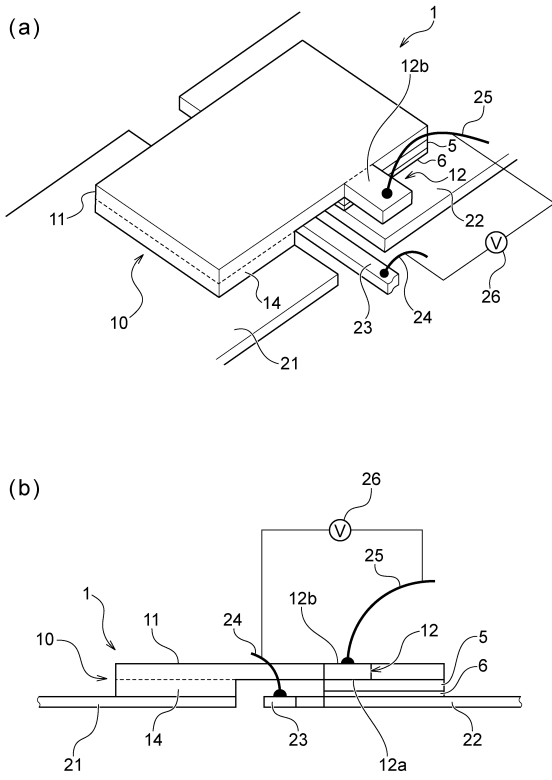
20

30

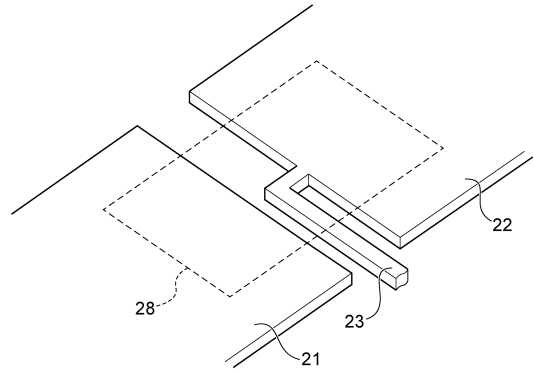
40

50

【 図 3 】



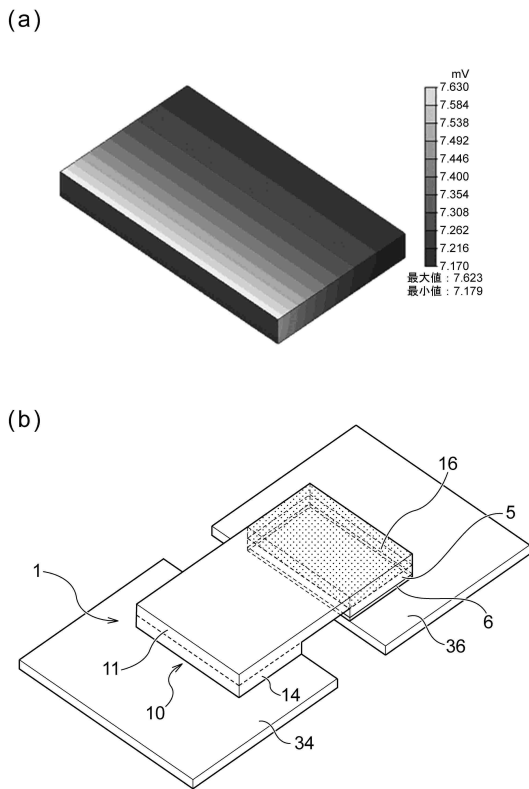
【 図 4 】



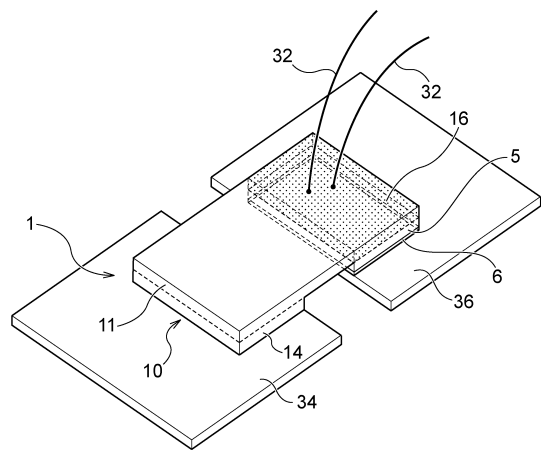
10

20

【 図 5 】



【 図 6 】



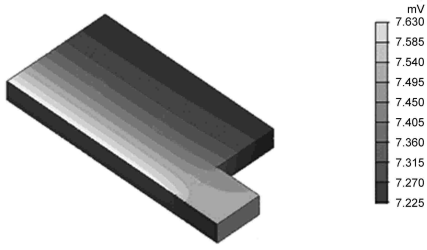
30

40

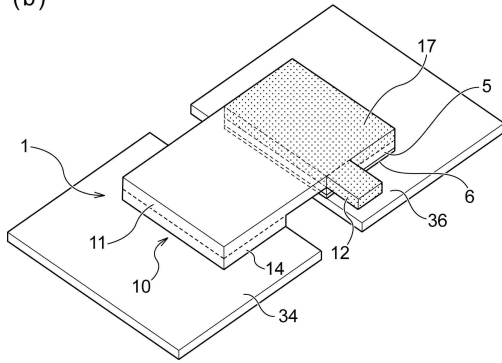
50

【 图 7 】

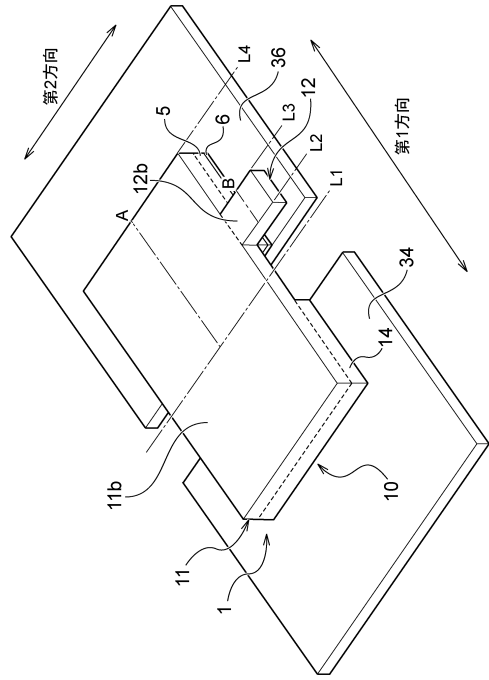
(a)



(b)



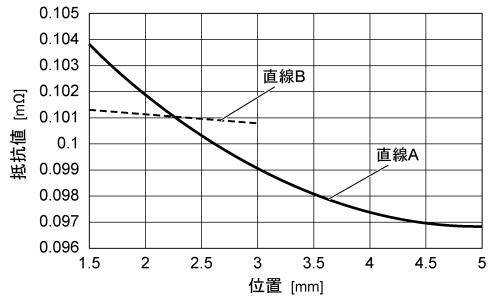
【 图 8 】



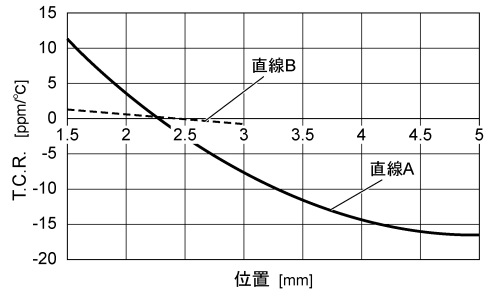
10

20

【 图 9 】



【 图 10 】

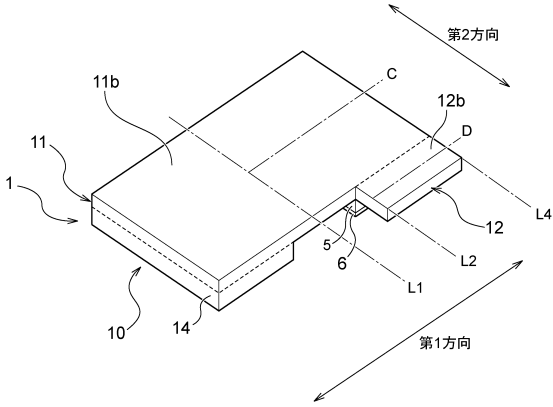


30

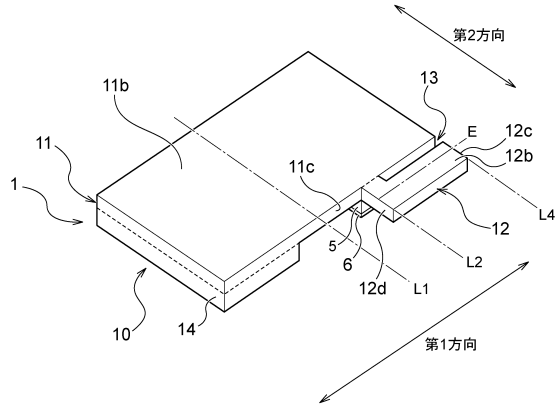
40

50

【図 1 1】

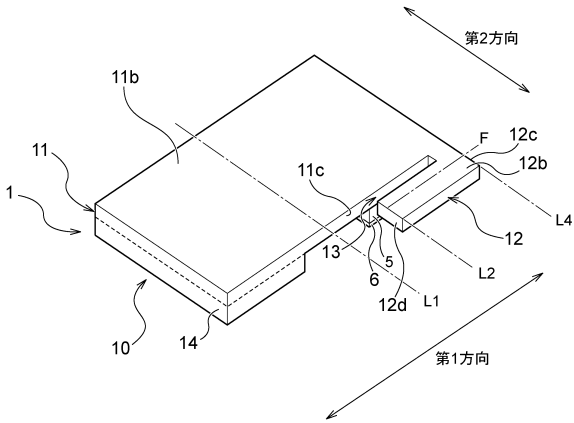


【図 1 2】

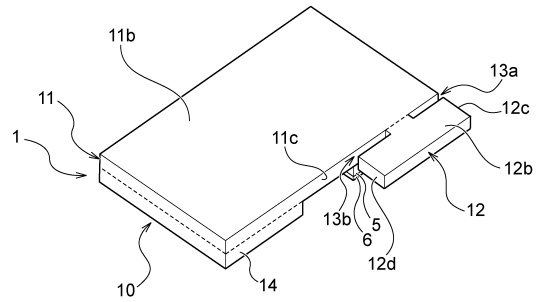


10

【図 1 3】



【図 1 4】



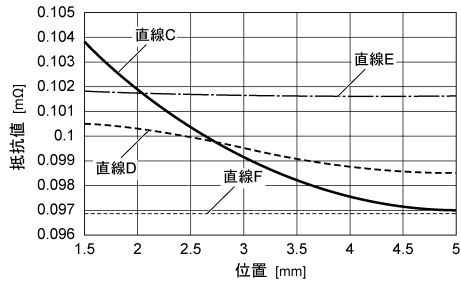
20

30

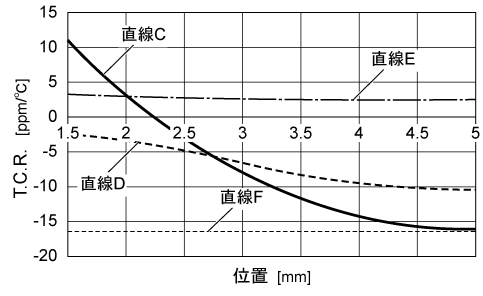
40

50

【 図 1 5 】

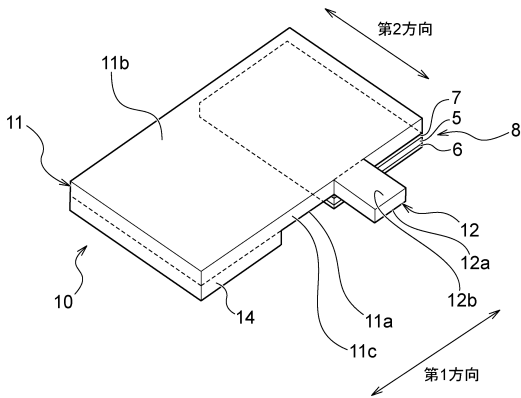


【 図 1 6 】

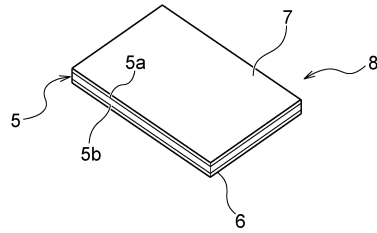


10

【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



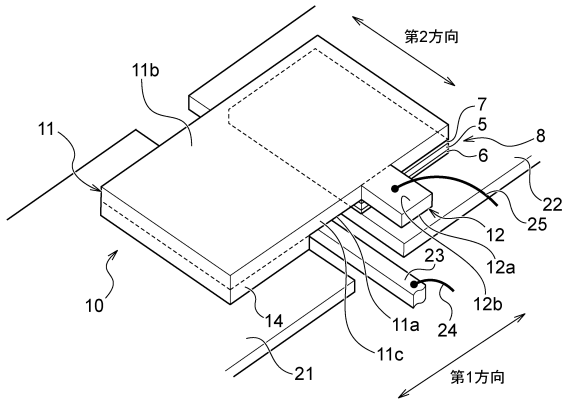
20

30

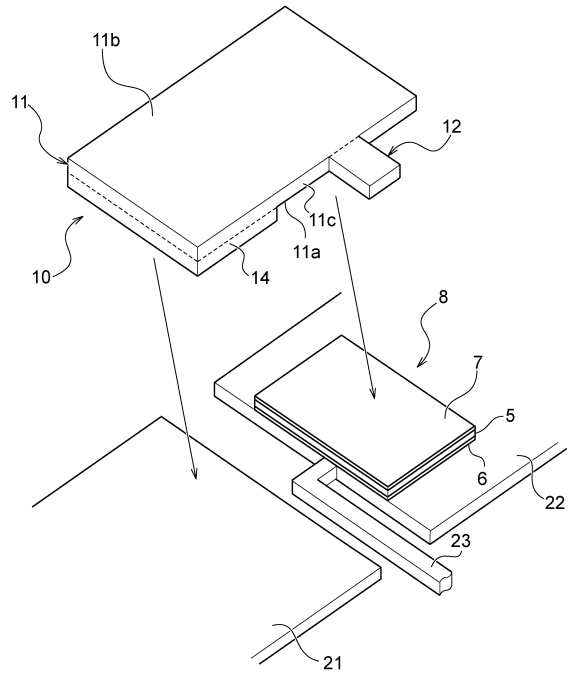
40

50

【図 19】



【図 20】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 長野県伊那市荒井 3 6 7 2 番地 K O A 株式会社内
(72)発明者 西澤 克秀
- 長野県伊那市荒井 3 6 7 2 番地 K O A 株式会社内
(72)発明者 仲村 圭史
- 長野県伊那市荒井 3 6 7 2 番地 K O A 株式会社内
審査官 田中 晃洋
- (56)参考文献 特開 2 0 1 8 - 1 3 2 3 8 6 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 2 2 7 3 6 0 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 6 / 0 6 3 9 2 8 (W O , A 1)
特表 2 0 1 3 - 5 3 6 4 2 4 (J P , A)
特表 2 0 1 6 - 5 0 3 1 7 6 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
H 0 1 C 1 3 / 0 0
G 0 1 R 1 5 / 0 0
H 0 1 C 1 / 1 4 2