

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7675551号
(P7675551)

(45)発行日 令和7年5月13日(2025.5.13)

(24)登録日 令和7年5月1日(2025.5.1)

(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 1/144(2006.01)	H 0 1 C 1/144
H 0 1 C 17/28 (2006.01)	H 0 1 C 17/28

請求項の数 7 (全18頁)

(21)出願番号	特願2021-71266(P2021-71266)	(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3年4月20日(2021.4.20)	(74)代理人	100118500 弁理士 廣澤 哲也
(65)公開番号	特開2021-176195(P2021-176195 A)	(74)代理人	100174089 弁理士 郷戸 学
(43)公開日	令和3年11月4日(2021.11.4)	(74)代理人	100186749 弁理士 金沢 充博
審査請求日	令和6年2月29日(2024.2.29)	(74)代理人	100092406 弁理士 堀田 信太郎
(31)優先権主張番号	特願2020-78262(P2020-78262)	(72)発明者	亀子 健司 長野県伊那市荒井 3 6 7 2 番地 K O A 株式会社内
(32)優先日	令和2年4月27日(2020.4.27)	審査官	小林 大介
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 シャント抵抗器、シャント抵抗器の製造方法、および電流検出装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電流検出に用いられる板状のシャント抵抗器であって、
抵抗体と、

第 1 方向における前記抵抗体の両端に接続された一对の電極と、を備え、
前記シャント抵抗器は、

前記第 1 方向に平行な面である、前記シャント抵抗器の第 1 側面に形成された突出部と、

前記第 1 側面の反対側の面である前記シャント抵抗器の第 2 側面に形成され、かつ前記突出部と同じ方向に延びる凹部と、を有し、

前記突出部は、前記抵抗体の一部および前記一对の電極の一部を有し、かつ前記一对の電極の一部に電圧検出部を備え、

前記凹部の前記第 1 方向に平行な側面は、前記抵抗体の側面と前記電極の側面とで構成されている、シャント抵抗器。

【請求項 2】

前記第 1 方向に垂直な第 2 方向における前記凹部の長さは、前記第 2 方向における前記突出部の長さと同じである、請求項 1 に記載のシャント抵抗器。

【請求項 3】

前記突出部および前記凹部は、矩形状の形状を有している、請求項 1 または 2 に記載のシャント抵抗器。

【請求項 4】

抵抗体と、前記抵抗体の両端に接続された一対の電極とを備えたシャント抵抗器の製造方法であって、

第 1 方向における前記抵抗体の両端に一対の電極が接続された状態の長尺のシャント抵抗器母材を準備し、

前記シャント抵抗器母材を、前記第 1 方向に、かつ凸形状に切断することにより、第 1 シャント抵抗器の抵抗体の一部および前記第 1 シャント抵抗器の一対の電極の一部を有する前記第 1 シャント抵抗器の突出部を形成し、

前記突出部から間隔を空けて、前記シャント抵抗器母材を、前記第 1 方向に、かつ凸形状に切断することにより、前記突出部と同じ方向に延びる前記第 1 シャント抵抗器の凹部および第 2 シャント抵抗器の突出部を形成し、

前記第 2 シャント抵抗器の突出部は、前記第 2 シャント抵抗器の抵抗体の一部および前記第 2 シャント抵抗器の一対の電極の一部を有し、

前記突出部は、前記一対の電極の一部に電圧検出部を備えている、シャント抵抗器の製造方法。

10

【請求項 5】

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載のシャント抵抗器と、

前記シャント抵抗器からの電圧信号を伝達する電圧信号配線を有する電流検出回路基板と、を備え、

前記電圧信号配線は、前記シャント抵抗器の突出部に電氣的に接続されている、電流検出装置。

20

【請求項 6】

前記電流検出回路基板は、電圧端子用パッドをさらに有し、

前記電圧端子用パッドは、前記突出部および前記電圧信号配線に接続されている、請求項 5 に記載の電流検出装置。

【請求項 7】

前記シャント抵抗器からの電圧信号を出力する出力端子をさらに備え、

前記出力端子は、前記シャント抵抗器の凹部に取り付けられている、請求項 5 または 6 に記載の電流検出装置。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、シャント抵抗器およびシャント抵抗器の製造方法に関する。また、本発明は、シャント抵抗器を備えた電流検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

シャント抵抗器は、電流検出用途に広く用いられている。このようなシャント抵抗器は、抵抗体と、抵抗体の両端に接合された電極と、を備えている。一般に、抵抗体は、銅・ニッケル系合金、銅・マンガン系合金、鉄・クロム系合金、ニッケル・クロム系合金等の抵抗合金で構成されており、電極は、銅等の高導電性金属から構成されている。電極には電圧検出部が設けられており、電圧検出部に導線（例えば、アルミワイヤー）を接続することにより抵抗体の両端部で発生した電圧を検出する。

40

【0003】

図 2 4 および図 2 5 に従来のシャント抵抗器の例を示す。図 2 4 および図 2 5 に示すように、シャント抵抗器 1 0 0 は、所定の厚みと幅を有する板状の抵抗合金からなる抵抗体 1 0 5 と、抵抗体 1 0 5 の両端に接続された高導電性金属からなる一対の電極 1 0 6 , 1 0 7 と、を備えている。電極 1 0 6 , 1 0 7 には、シャント抵抗器 1 0 0 をねじなどで固定するためのボルト穴 1 0 8 , 1 0 9 がそれぞれ形成されている。

【0004】

シャント抵抗器 1 0 0 は、抵抗体 1 0 5 の電圧を測定するための電圧検出部 1 2 0 , 1

50

21をさらに備えている。図24に示す例では、電圧検出部120, 121は、電極106, 107と一体にそれぞれ形成されている。電圧検出部120, 121は、電極106, 107の側面から電極106, 107の幅方向に延びている。電圧検出部120, 121は、抵抗体105の近傍に配置されている。

【0005】

図25に示す例では、電圧検出部120, 121は、電極106, 107の表面から垂直にそれぞれ延びるピンである。電圧検出部120, 121は、抵抗体105の近傍に配置されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0006】

【文献】特開2017-5204号公報

【文献】特開2007-329421号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

シャント抵抗器において、温度変動による影響が小さい条件下での電流の検出を可能にするために、抵抗温度係数(TCR)の特性は、重要である。なお、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。そこで、本発明は、簡単な構造で、抵抗温度係数を低減することができるシャント抵抗器を提供することを目的とする。さらに本発明は、そのようなシャント抵抗器の製造方法およびそのようなシャント抵抗器を備えた電流検出装置を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

一態様では、電流検出に用いられる板状のシャント抵抗器であって、抵抗体と、第1方向における前記抵抗体の両端に接続された一对の電極と、を備え、前記シャント抵抗器は、前記第1方向に平行な面である、前記シャント抵抗器の第1側面に形成された突出部と、前記第1側面の反対側の面である前記シャント抵抗器の第2側面に形成され、かつ前記突出部と同じ方向に延びる凹部と、を有し、前記突出部は、前記抵抗体の一部および前記一对の電極の一部を有し、前記凹部は、前記第1方向に平行な前記抵抗体の側面を有している、シャント抵抗器が提供される。

30

【0009】

一態様では、前記第1方向に垂直な第2方向における前記凹部の長さは、前記第2方向における前記突出部の長さと同じである。

一態様では、前記突出部は、前記第1方向における前記抵抗体の両端に接続された一对の電圧検出部を備えている。

一態様では、前記突出部および前記凹部は、矩形状の形状を有している。

【0010】

一態様では、抵抗体と、前記抵抗体の両端に接続された一对の電極とを備えたシャント抵抗器の製造方法であって、第1方向における前記抵抗体の両端に一对の電極が接続された状態の長尺のシャント抵抗器母材を準備し、前記シャント抵抗器母材を、前記第1方向に、かつ凸形状に切断することにより、第1シャント抵抗器の抵抗体の一部および前記第1シャント抵抗器の一对の電極の一部を有する前記第1シャント抵抗器の突出部を形成し、前記突出部から間隔を空けて、前記シャント抵抗器母材を、前記第1方向に、かつ凸形状に切断することにより、前記突出部と同じ方向に延びる前記第1シャント抵抗器の凹部および第2シャント抵抗器の突出部を形成し、前記第2シャント抵抗器の突出部は、前記第2シャント抵抗器の抵抗体の一部および前記第2シャント抵抗器の一对の電極の一部を有している、シャント抵抗器の製造方法が提供される。

40

【0011】

一態様では、上記シャント抵抗器と、前記シャント抵抗器からの電圧信号を伝達する電

50

圧信号配線を有する電流検出回路基板と、を備え、前記電圧信号配線は、前記シャント抵抗器の突出部に電氣的に接続されている、電流検出装置が提供される。

【0012】

一態様では、前記電流検出回路基板は、電圧端子用パッドをさらに有し、前記電圧端子用パッドは、前記突出部および前記電圧信号配線に接続されている。

一態様では、前記電流検出装置は、前記シャント抵抗器からの電圧信号を出力する出力端子をさらに備え、前記出力端子は、前記シャント抵抗器の凹部に取り付けられている。

【発明の効果】

【0013】

シャント抵抗器の第1側面に抵抗体の一部および一対の電極の一部を有する突出部を形成し、かつシャント抵抗器の第2側面に、第1方向に平行な抵抗体の側面を有する凹部を形成するだけの簡単な構造で所望の抵抗値を維持しつつ、シャント抵抗器の抵抗温度係数を低減することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】シャント抵抗器の一実施形態を示す斜視図である。

【図2】図1に示すシャント抵抗器の平面図である。

【図3】突出部および凹部の拡大図である。

【図4】シャント抵抗器を備えた電流検出装置の一実施形態を示す斜視図である。

【図5】電圧出力装置のケースを取り外したときの電流検出装置を示す斜視図である。

20

【図6】電圧検出部に電圧検出端子が設けられた状態を示す模式図である。

【図7】温度変化によるシャント抵抗器の抵抗値の変化率を示すグラフである。

【図8】凹部を有さないシャント抵抗器の一実施形態を示す平面図である。

【図9】突出部の第2方向の長さとしシャント抵抗器の抵抗値変化率の関係を示すグラフである。

【図10】シャント抵抗器の突出部の長さとしシャント抵抗器の抵抗値変化率の関係を示すグラフである。

【図11】シャント抵抗器の抵抗値変化率を示すグラフである。

【図12】シャント抵抗器の他の実施形態を示す斜視図である。

【図13】図12の突出部の拡大図である。

30

【図14】シャント抵抗器の製造工程の一例を示す図である。

【図15】シャント抵抗器のさらに他の実施形態を示す模式図である。

【図16】シャント抵抗器のさらに他の実施形態を示す模式図である。

【図17】シャント抵抗器のさらに他の実施形態を示す模式図である。

【図18】シャント抵抗器のさらに他の実施形態を示す模式図である。

【図19】シャント抵抗器の製造方法の他の実施形態を示す模式図である。

【図20】シャント抵抗器の製造方法の他の実施形態を示す模式図である。

【図21】シャント抵抗器のさらに他の実施形態を示す斜視図である。

【図22】図21の側面図である。

【図23】電圧検出部に電圧検出端子が設けられた状態を示す模式図である。

40

【図24】従来のシャント抵抗器の例を示す図である。

【図25】従来のシャント抵抗器の例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

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。以下で説明する複数の実施形態において、特に説明しない一実施形態の構成は、他の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。

【0016】

図1は、シャント抵抗器1の一実施形態を示す斜視図であり、図2は、図1に示すシャ

50

ント抵抗器 1 の平面図である。図 1 および図 2 に示すように、シャント抵抗器 1 は、所定の厚みと幅を有する抵抗合金板材からなる抵抗体 5 と、第 1 方向における抵抗体 5 の両端（すなわち、両側接続面）5 a , 5 b に接続された高導電性金属からなる一对の電極 6 , 7 と、を備えている。電極 6 は、抵抗体 5 の一端（一方の接続面）5 a に接触する接触面 6 a を有しており、電極 7 は、抵抗体 5 の他端（他方の接続面）5 b に接触する接触面 7 a を有している。電極 6 , 7 には、シャント抵抗器 1 をねじなどで固定するためのボルト穴 8 , 9 がそれぞれ形成されている。

【 0 0 1 7 】

上記第 1 方向は、抵抗体 5 の長さ方向であり、シャント抵抗器 1 の長さ方向に相当する。シャント抵抗器 1 の長さ方向は、電極 6、抵抗体 5、および電極 7 がこの順に配置される方向である。この第 1 方向に垂直な方向は、第 2 方向である。第 2 方向は、シャント抵抗器 1 の幅方向である。図 1 および図 2 に示すように、電極 6 , 7 は、同一の構造を有しており、抵抗体 5 に関して対称的に配置されている。

10

【 0 0 1 8 】

抵抗体 5 の両端 5 a , 5 b のそれぞれは、電極 6 , 7 のそれぞれに溶接（例えば、電子ビーム溶接、レーザービーム溶接、または、ろう接）などの手段によって接続（接合）されている。抵抗体 5 の材質の一例として、Cu - Mn 系合金などの低抵抗合金材を挙げることができる。電極 6 , 7 の材質の一例として、銅（Cu）を挙げることができる。

【 0 0 1 9 】

シャント抵抗器 1 は、シャント抵抗器 1 の側面 1 a に形成された突出部 1 1 と、シャント抵抗器 1 の側面 1 b に形成された凹部 1 2 とを有している。突出部 1 1 は、側面 1 a から外側に延びており、凹部 1 2 は、側面 1 b から内側に（シャント抵抗器 1 の中心部に向かって）延びている。突出部 1 1 と凹部 1 2 は、共に同じ方向（第 2 方向）に延びている。突出部 1 1 および凹部 1 2 は、上から見たとき（第 1 方向および第 2 方向の両方に垂直な方向からみたとき）、矩形状の形状を有している。

20

【 0 0 2 0 】

側面 1 a は、第 1 方向に平行なシャント抵抗器 1 の面であり、電極 6 の側面 6 c と、電極 7 の側面 7 c とを有している。側面 1 b は、第 1 方向に平行なシャント抵抗器 1 の面であり、かつ側面 1 a の反対側の面である。側面 1 b は、電極 6 の側面 6 b と、電極 7 の側面 7 b とを有している。側面 6 b , 7 b は、側面 6 c , 7 c に平行な面である。

30

【 0 0 2 1 】

図 3 は、突出部 1 1 および凹部 1 2 の拡大図である。突出部 1 1 は、抵抗体 5 の一部と、電極 6 , 7 の一部を有している。具体的には、突出部 1 1 は、抵抗体 5 の一部である部位 1 4 と、抵抗体 5 の両端 5 a , 5 b に発生する電圧を測定するための電圧検出部 2 0 , 2 1 を有している。部位 1 4 の第 2 方向の長さは、電極 6 , 7 の側面 6 c , 7 c から抵抗体 5 の側面 5 c までの距離である長さ t 1（突出部 1 1 の第 2 方向の長さ t 1）で表される。

【 0 0 2 2 】

電圧検出部 2 0 , 2 1 は、それぞれ電極 6 , 7 の一部である。すなわち、電極 6 は、電圧検出部 2 0 を有し、電極 7 は、電圧検出部 2 1 を有している。電圧検出部 2 0 は、電極 6 の側面 6 c から外側に延びており、電圧検出部 2 1 は、電極 7 の側面 7 c から外側に延びている。電圧検出部 2 0 , 2 1 は、抵抗体 5 の両端 5 a , 5 b にそれぞれ接続されている。電圧検出部 2 0 , 2 1 は、部位 1 4 に関して対称に配置されている。電圧検出部 2 0 , 2 1 の第 2 方向の長さも、長さ t 1 で表される。

40

【 0 0 2 3 】

凹部 1 2 は、第 1 方向に平行な抵抗体 5 の側面 5 d を有している。具体的には、本実施形態では、凹部 1 2 の第 1 方向（図 2 参照）における側面 1 2 c は、電極 6 の側面 6 d、抵抗体 5 の側面 5 d、および電極 7 の側面 7 d から構成されている。本実施形態では、突出部 1 1 の幅 W 1（第 1 方向における突出部 1 1 の長さ）と、凹部 1 2 の幅 W 2（第 1 方向における凹部 1 2 の長さ）は同じであり、第 2 方向（すなわちシャント抵抗器 1 の幅方

50

向)における突出部 1 1 の長さ t_1 と、第 2 方向における凹部 1 2 の長さ t_2 は同じである。突出部 1 1 の第 1 方向における位置と、凹部 1 2 の第 1 方向における位置は同じである。すなわち、突出部 1 1 の側面 1 1 a は、凹部 1 2 の側面 1 2 a の延長線上に配置されており、突出部 1 1 の側面 1 1 b は、凹部 1 2 の側面 1 2 b の延長線上に配置されている。

【0024】

図 4 は、シャント抵抗器 1 を備えた電流検出装置 3 0 の一実施形態を示す斜視図である。電流検出装置 3 0 は、抵抗体 5 の電圧 (抵抗体 5 の両端 5 a , 5 b に発生した電圧) を外部に出力する電圧出力装置 3 1 をさらに備えている。電圧出力装置 3 1 は、シャント抵抗器 1 に接続されている。電圧出力装置 3 1 は、抵抗体 5 を覆う非導電性のケース 3 2 と、シャント抵抗器 1 からの電圧信号 (抵抗体 5 の電圧) を出力するための出力端子 3 5 (出力コネクタ 3 5) を備えている。出力コネクタ 3 5 は、図示しない第 1 端子、第 2 端子、およびグランド端子を備えている。

10

【0025】

図 5 は、電圧出力装置 3 1 のケース 3 2 を取り外したときの電流検出装置 3 0 を示す斜視図である。図 5 に示すように、電圧出力装置 3 1 は、電流検出回路基板 3 4 をさらに備えている。電流検出回路基板 3 4 は、シャント抵抗器 1 からの電圧信号 (抵抗体 5 の電圧) を出力端子 3 5 に伝達する電圧信号配線 4 6 , 4 7 と、グランド配線 5 0 を有している。電流検出回路基板 3 4 は、シャント抵抗器 1 上に配置されており、出力端子 3 5 は、凹部 1 2 に取り付けられている。

【0026】

電流検出回路基板 3 4 は、電圧端子用パッド 3 6 , 3 7 (銅箔部 3 6 , 3 7) をさらに有している。電圧信号配線 4 6 の一端は、電圧端子用パッド 3 6 に接続されており、他端は、出力コネクタ 3 5 の第 1 端子に接続されている。電圧信号配線 4 7 の一端は、電圧端子用パッド 3 7 に接続されており、他端は、出力コネクタ 3 5 の第 2 端子に接続されている。電圧信号配線 4 6 , 4 7 は、突出部 1 1 の上方で、上記第 2 方向 (図 2 参照) から第 1 方向 (図 2 参照) に折れ曲がって配線されている。グランド配線 5 0 の一端は、電圧端子用パッド 3 6 に接続されており、他端は、出力コネクタ 3 5 のグランド端子に接続されている。電圧信号配線 4 6 , 4 7、グランド配線 5 0、および電圧端子用パッド 3 6 , 3 7 は、高導電性金属 (本実施形態では、銅) から形成されている。

20

【0027】

電圧端子用パッド 3 6 は、電流検出回路基板 3 4 の図示しない内部配線を介して突出部 1 1 の電圧検出部 2 0 の電圧検出位置 1 6 (図 3 参照) に接続されている。同様に、電圧端子用パッド 3 7 は、図示しない内部配線を介して突出部 1 1 の電圧検出部 2 1 の電圧検出位置 1 7 (図 3 参照) に接続されている。すなわち、電圧信号配線 4 6 , 4 7 は、突出部 1 1 の電圧検出部 2 0 , 2 1 に、それぞれ電氣的に接続されている。上記内部配線と電圧検出部 2 0 , 2 1 とは、半田付けなどの手法により接続される。作業者は、出力端子 3 5 に嵌合するコネクタを備えたケーブルを接続して抵抗体 5 の両端 5 a , 5 b に発生した電圧を測定する。このような構成により、簡単に抵抗体 5 の電圧を測定することができる。一実施形態では、シャント抵抗器 1 からの電圧信号を増幅するためのオペアンプ (増幅器)、A / D 変換器、および / または温度センサなどを電流検出回路基板 3 4 に搭載してもよい。

30

40

【0028】

一実施形態では、図 6 に示すように、電圧検出部 2 0 , 2 1 上に電圧検出端子 3 8 , 3 9 をそれぞれ設けてもよい。電圧検出端子 3 8 , 3 9 は、電圧検出部 2 0 , 2 1 の表面からそれぞれ垂直に延びる導電性のピンである。具体的には、電圧検出端子 3 8 , 3 9 は、半田付けなどの手法により、電圧検出部 2 0 , 2 1 の電圧検出位置 1 6 , 1 7 にそれぞれ接続されている。電圧検出端子 3 8 , 3 9 のそれぞれに導線 (例えば、アルミワイヤー) を接続したり、回路基板に形成したスルーホールに電圧検出端子 3 8 , 3 9 を挿通して、回路基板に形成した配線と導通接続する等により、抵抗体 5 の両端に発生した電圧が測定される。このような構成により、簡素な構成で抵抗体 5 の電圧を測定することができる。

50

【 0 0 2 9 】

図 7 は、温度変化によるシャント抵抗器 1 の抵抗値の変化率を示すグラフである。図 7 の横軸は、シャント抵抗器 1 の温度を示し、図 7 の縦軸は、シャント抵抗器 1 の抵抗値変化率を示している。実線で示す曲線は、本実施形態のシャント抵抗器 1 の抵抗値変化率を示し、点線で示す曲線は、従来のシャント抵抗器（図 2 4 に示すシャント抵抗器 1 0 0）の抵抗値変化率を示している。図 7 は、抵抗体 5 として、銅・マンガン系合金が使用されたときの結果を示している。

【 0 0 3 0 】

本実施形態のシャント抵抗器 1 の抵抗値変化率の変動幅と、従来のシャント抵抗器の抵抗値変化率の変動幅の比較から明らかなように、本実施形態のシャント抵抗器 1 は、温度変化による抵抗値変化率の変動幅を低減することができる。すなわち、図 7 の結果は、シャント抵抗器 1 は、抵抗温度係数（TCR）を低減することができることを示している。上述のような抵抗体 5 の一部および電極 6，7 の一部を有する突出部 1 1 を形成することにより、等電位線が歪み、結果としてシャント抵抗器 1 の抵抗温度係数を低減することができる。

10

【 0 0 3 1 】

図 8 は、凹部 1 2 を有さないシャント抵抗器 2 0 0 の一実施形態を示す平面図である。シャント抵抗器 2 0 0 の構成は、凹部 1 2 を有さないこと以外は、シャント抵抗器 1 と同じである。すなわち、シャント抵抗器 2 0 0 は、シャント抵抗器 1 の抵抗体 5 に相当する抵抗体 2 0 5 と、抵抗体 2 0 5 の両端に接続された一対の電極 2 0 6，2 0 7 を備えている。電極 2 0 6，2 0 7 は、シャント抵抗器 1 の電極 6，7 に相当する。シャント抵抗器 2 0 0 は、シャント抵抗器 1 の突出部 1 1 に相当する突出部 2 1 1 を有しており、突出部 2 1 1 は、抵抗体 2 0 5 の一部と、電極 2 0 6，2 0 7 の一部を有している。突出部 2 1 1 は、抵抗体 2 0 5 に関して対称に配置された電極 2 0 6，2 0 7 の一部である電圧検出部 2 2 0，2 2 1 を備えている。

20

【 0 0 3 2 】

図 9 は、突出部 2 1 1 の第 2 方向の長さ t_3 とシャント抵抗器 2 0 0 の抵抗値変化率の関係を示すグラフである。図 9 は、図 8 に示すシャント抵抗器の形状について、抵抗体 2 0 5 として、銅・マンガン系合金が使用されたときの結果を示している。図 9 の縦軸は、シャント抵抗器 2 0 0 の温度が 25 から 100 に上昇したときの抵抗値変化率を示している。図 9 の結果は、シャント抵抗器 2 0 0 の抵抗値変化率は、長さ t_3 に依存することを示している。より具体的には、長さ t_3 が大きくなるほど抵抗値変化率は低くなる。

30

【 0 0 3 3 】

図 1 0 は、シャント抵抗器 1 の突出部 1 1 の長さ t_1 とシャント抵抗器 1 の抵抗値変化率の関係を示すグラフである。図 1 0 は、図 2 に示すシャント抵抗器の形状について、抵抗体 5 として、銅・マンガン系合金が使用されたときの結果を示している。凹部 1 2 の長さ t_2 は、長さ t_1 と同じである。図 1 0 の縦軸は、シャント抵抗器 1 の温度が 25 から 100 に上昇したときの抵抗値変化率を示している。図 1 0 の結果は、図 9 の結果と同様に、シャント抵抗器 1 の抵抗値変化率は、長さ t_1 に依存し、長さ t_1 が大きくなるほど抵抗値変化率は低くなることを示している。例えば、長さ t_1 が 2 mm のとき、シャント抵抗器 1 の抵抗値変化率は、約 0 % になる。

40

【 0 0 3 4 】

また、図 1 0 に示すように、シャント抵抗器 1 の抵抗値変化率が減少する割合は、図 9 に示すシャント抵抗器 2 0 0 の抵抗値変化率が減少する割合と同様である。すなわち、図 1 0 の結果は、シャント抵抗器 1 の温度に依存した抵抗値変化率は、凹部 1 2 によらず突出部 1 1 の長さ t_1 に依存することを示している。したがって、図 1 0 の結果は、長さ t_1 を調整することで、シャント抵抗器 1 の抵抗温度係数を補正し、抵抗温度係数を低減することができることを示している。

【 0 0 3 5 】

図 1 1 は、シャント抵抗器 1 およびシャント抵抗器 2 0 0 のそれぞれの抵抗値変化率を

50

示すグラフである。図 1 1 は、所定の温度（一定の温度）における突出部 1 1，2 1 1 の長さ t_1 ， t_3 の変化によるシャント抵抗器 1，2 0 0 の抵抗値の変化率を示している。凹部 1 2 の長さ t_2 は、長さ t_1 と同じである。図 1 1 の結果は、凹部 1 2 を有さないシャント抵抗器 2 0 0 では、突出部 2 1 1 の長さ t_3 に依存して抵抗値が大きく変化することを示している。例えば、長さ t_3 が 1.5 mm のときのシャント抵抗器 2 0 0 の抵抗値は、長さ t_3 が 0 mm のときの抵抗値よりも約 8 % 低下する。これは突出部 2 1 1 を形成することにより、第 2 方向における抵抗体 2 0 5 の長さが大きくなり、抵抗体 2 0 5 の抵抗値が変化するためである。

【0036】

図 1 1 に示すように、凹部 1 2 を有するシャント抵抗器 1 では、長さ t_1 の変化によるシャント抵抗器 1 の抵抗値の変化が抑制されている。これは、抵抗体 5 の側面 5 d を有する凹部 1 2 を形成することによって、第 2 方向における抵抗体 5 の長さが一定に保たれるからである。すなわち、凹部 1 2 を形成することにより、突出部 1 1 が形成されたことによるシャント抵抗器 1 の抵抗値の変化を抑制することができる。

10

【0037】

したがって、シャント抵抗器 1 の大きさや、形状に合わせてシャント抵抗器 1 の突出部 1 1 の長さ t_1 および凹部 1 2 の長さ t_2 を調整することで、所望の抵抗値を維持しつつ、所望の TCR を満たすことができる。したがって、本実施形態によれば、シャント抵抗器 1 の側面 1 a に抵抗体 5 の一部および電極 6，7 の一部を有する突出部 1 1 を形成し、かつシャント抵抗器 1 の側面 1 b に、抵抗体 5 の側面 5 d を有する凹部 1 2 を形成するだけの簡単な構造で所望の抵抗値を維持しつつ、シャント抵抗器 1 の抵抗温度係数を低減することができる。

20

【0038】

図 1 2 は、シャント抵抗器 1 の他の実施形態を示す斜視図であり、図 1 3 は、図 1 2 の突出部 1 1 の拡大図である。特に説明しない本実施形態の構成は、図 1 乃至図 3 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。本実施形態の抵抗体 5 は、切り欠き部 2 5 を有している。切り欠き部 2 5 は、端面 5 a，5 b に平行に（図 2 に示す第 2 方向に）延びている。切り欠き部 2 5 は、直線上に延びるスリット状の形状を有している。切り欠き部 2 5 は、抵抗体 5 の側面 5 c に形成されており、側面 5 c からシャント抵抗器 1 の内側（シャント抵抗器 1 の中心部）に向けて直線状に延びている。

30

【0039】

このような切り欠き部 2 5 を抵抗体 5 に形成することにより、シャント抵抗器の抵抗値を調整できるが、加えて、シャント抵抗器 1 の TCR を微調整することができる。具体的には、切り欠き部 2 5 の第 1 方向における幅 W_3 を狭くし、第 2 方向の長さ t_4 を大きくする程、TCR を大きくすることができる。本実施形態においても図 4 および図 5 を参照して説明した電流検出装置 3 0 および、図 6 を参照して説明した電圧検出端子 3 8，3 9 を適用することができる。

【0040】

次に、シャント抵抗器 1 の製造方法について説明する。図 1 4 (a) 乃至図 1 4 (f) は、シャント抵抗器 1 の製造工程の一例を示す図である。図 1 4 (a) 乃至図 1 4 (f) では、ボルト穴 8，9 は省略されている。

40

【0041】

まず、図 1 4 (a) に示すように、第 1 方向における抵抗体 5 の両端に電極 6，7 が接続された状態の長尺の（帯状）のシャント抵抗器母材 6 0（金属板材）を準備する。次に、図 1 4 (b) に示すように、シャント抵抗器母材 6 0 を、電極 6、抵抗体 5、および電極 7 が並ぶ方向（すなわち第 1 方向）に切断する。具体的には、シャント抵抗器母材 6 0 を、第 1 方向に、かつ凸形状に切断する。上記凸形状は、シャント抵抗器 1 の突出部 1 1 に対応する形状である。シャント抵抗器母材 6 0 を、第 1 方向に、かつ凸形状に切断することにより、シャント抵抗器 1（第 1 シャント抵抗器 1 A）の側面 1 a および突出部 1 1 を形成する（図 1 4 (c)）。

50

【 0 0 4 2 】

次に、図 1 4 (c) に示すように、突出部 1 1 および側面 1 a から第 2 方向に間隔を空けて、図 1 4 (b) と同様に、シャント抵抗器母材 6 0 を、第 1 方向に、かつ凸形状に切断する。その結果、第 1 シャント抵抗器 1 A をシャント抵抗器母材 6 0 から切り離し、かつ第 1 シャント抵抗器 1 A の側面 1 b、第 1 シャント抵抗器 1 A の凹部 1 2、他のシャント抵抗器 1 (第 2 シャント抵抗器 1 B) の突出部 1 1、および第 2 シャント抵抗器 1 B の側面 1 a を形成する (図 1 4 (d))。

【 0 0 4 3 】

次に、図 1 4 (e) および図 1 4 (f) に示すように、図 1 4 (c) および図 1 4 (d) と同様に、第 2 シャント抵抗器 1 B の突出部 1 1 および側面 1 a から第 2 方向に間隔を空けて、シャント抵抗器母材 6 0 を、第 1 方向に、かつ凸形状に切断する。その結果、第 2 シャント抵抗器 1 B をシャント抵抗器母材 6 0 から切り離し、かつ第 2 シャント抵抗器 1 B の側面 1 b および第 2 シャント抵抗器 1 B の凹部 1 2 を形成する。図 1 4 (c) 乃至図 1 4 (f) の工程を繰り返すことで複数のシャント抵抗器 1 を製造する。

10

【 0 0 4 4 】

図 1 4 (a) 乃至図 1 4 (f) に示す製造方法により、簡単な方法でシャント抵抗器 1 を製造することができ、かつシャント抵抗器母材 6 0 を無駄なく利用することができる。結果として、コストダウンを図ることができる。

【 0 0 4 5 】

図 1 5 乃至図 1 8 は、シャント抵抗器 1 のさらに他の実施形態を示す模式図である。特に説明しない本実施形態の構成は、図 1 乃至図 3 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。図 1 5 乃至図 1 8 では、ボルト穴 8 , 9 の図示は省略されている。図 1 5 乃至図 1 8 に示す実施形態においても図 4 および図 5 を参照して説明した電流検出装置 3 0 および、図 6 を参照して説明した電圧検出端子 3 8 , 3 9 を適用することができる。

20

【 0 0 4 6 】

一実施形態では、図 1 5 に示すように、突出部 1 1 の側面 1 1 a , 1 1 b および凹部 1 2 の側面 1 2 a , 1 2 b は、第 2 方向 (図 2 参照) に対して斜めに形成されていてもよい。図 1 5 に示す例では、側面 1 1 a , 1 1 b は、抵抗体 5 から離れる方向に延びている。側面 1 2 a は、側面 1 1 a に平行に形成されており、側面 1 2 b は、側面 1 1 b に平行に形成されている。

30

【 0 0 4 7 】

一実施形態では、図 1 6 に示すように、電圧検出部 2 0 , 2 1 は、側面 1 1 a , 1 1 b から抵抗体 5 に向かって延びる切り欠き部 2 0 a , 2 1 a をそれぞれ有していてもよい。さらに一実施形態では、図 1 7 に示すように、凹部 1 2 の幅 W 2 は、突出部 1 1 の幅 W 1 よりも大きくてもよく、図 1 8 に示すように、幅 W 2 は、幅 W 1 よりも小さくてもよい。

【 0 0 4 8 】

図 1 9 は、シャント抵抗器 1 の製造方法の他の実施形態を示す模式図である。図 1 9 に示すように、シャント抵抗器母材 6 0 をシャント抵抗器 1 の外形状に打ち抜くことにより、シャント抵抗器 1 を製造してもよい。図 2 0 に示すように、図 1 7 に示す実施形態のシャント抵抗器 1 を、図 1 9 を参照して説明した方法と同様の方法により製造してもよい。

40

【 0 0 4 9 】

図 2 1 は、シャント抵抗器 1 のさらに他の実施形態を示す斜視図であり、図 2 2 は、図 2 1 の側面図である。図 2 2 は、図 2 1 のシャント抵抗器 1 を矢印 A で示す方向から見た図である。図 2 1 および図 2 2 に示すように、本実施形態では、電極 6 , 7 の厚さは、抵抗体 5 の厚さよりも厚い。図 2 2 に示すように、電極 6 , 7 の裏面と抵抗体 5 の裏面は同一平面上にあり、電極 6 , 7 の表面 6 e , 7 e は、シャント抵抗器 1 の厚さ方向において、抵抗体 5 の表面 5 e よりも高い位置にある。シャント抵抗器 1 の厚さ方向とは、第 1 方向と第 2 方向の両方に垂直な方向である。

【 0 0 5 0 】

50

本実施形態では、電極 6 の表面 6 e と、接触面 6 a と、抵抗体 5 の表面 5 e によって段差 1 8 が形成されており、電極 7 の表面 7 e と、接触面 7 a と、抵抗体 5 の表面 5 e によって段差 1 9 が形成されている。段差 1 8 , 1 9 と、表面 5 e によって空間 S P が形成されている。

【 0 0 5 1 】

このようなシャント抵抗器 1 の構造によれば、シャント抵抗器 1 の表面に電流検出回路基板 3 4 などの基板を載置したとき、抵抗体 5 と基板との間に空隙（空間 S P ）を形成することができる。これにより、抵抗体 5 の発熱が基板に直接伝わることを避けることができる。また、空間 S P 上に電圧検出用の配線（例えば、電圧信号配線 4 6 , 4 7 ）を配置することも可能となる。

10

【 0 0 5 2 】

電圧検出部 2 0 , 2 1 の表面の間には抵抗体 5 が存在しない。このため、シャント抵抗器 1 を流れる電流は電圧検出部 2 0 , 2 1 の表面を避けるため、電圧検出部 2 0 , 2 1 の表面（例えば、図 2 1 および図 2 2 に斜線で示す検出領域 2 2 , 2 3 ）において、安定した電圧検出を行うことができる。

【 0 0 5 3 】

一実施形態では、図 2 3 に示すように、電圧検出部 2 0 , 2 1 上（例えば、検出領域 2 2 , 2 3 上）に電圧検出端子 3 8 , 3 9 をそれぞれ設けてもよい。

【 0 0 5 4 】

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。

20

【符号の説明】

【 0 0 5 5 】

- 1 シャント抵抗器
- 1 A 第 1 シャント抵抗器
- 1 B 第 2 シャント抵抗器
- 1 a , 1 b 側面
- 5 抵抗体
- 5 a , 5 b 両端（両側接続面）
- 5 c , 5 d 側面
- 6 , 7 電極
- 6 a , 7 a 接触面
- 6 b , 6 c , 6 d 側面
- 7 b , 7 c , 7 d 側面
- 8 , 9 ボルト穴
- 1 1 突出部
- 1 1 a , 1 1 b 側面
- 1 2 凹部
- 1 2 a , 1 2 b , 1 2 c 側面
- 1 4 部位
- 1 6 , 1 7 電圧検出位置
- 2 0 , 2 1 電圧検出部
- 2 0 a , 2 1 a 切り欠き部
- 2 2 , 2 3 検出領域
- 2 5 切り欠き部
- 3 0 電流検出装置
- 3 1 電圧出力装置

30

40

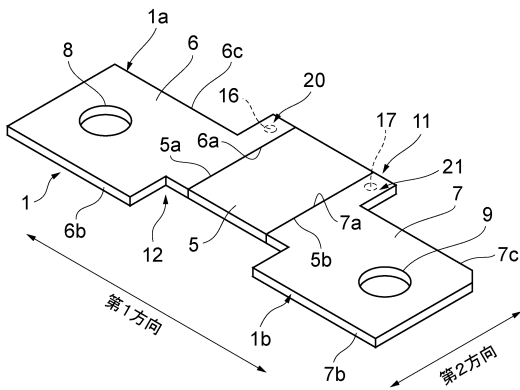
50

- 3 2 ケース
- 3 4 電流検出回路基板
- 3 5 出力端子
- 3 6 , 3 7 電圧端子用パッド
- 3 8 , 3 9 電圧検出端子
- 4 6 , 4 7 電圧信号配線
- 5 0 グランド配線
- 6 0 ショント抵抗器母材
- 1 0 0 ショント抵抗器
- 1 0 5 抵抗体
- 1 0 6 , 1 0 7 電極
- 1 0 8 , 1 0 9 ボルト穴
- 1 2 0 , 1 2 1 電圧検出部
- 2 0 0 ショント抵抗器
- 2 0 5 抵抗体
- 2 0 6 , 2 0 7 電極
- 2 1 1 突出部
- 2 2 0 , 2 2 1 電圧検出部

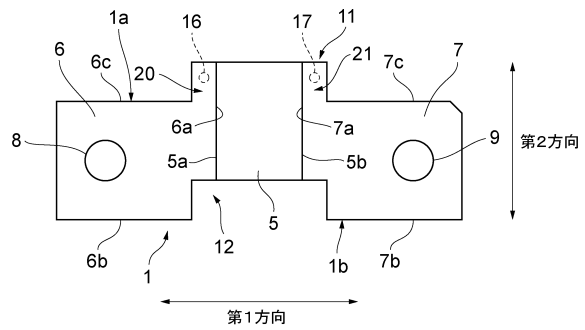
10

【図面】

【図 1】



【図 2】



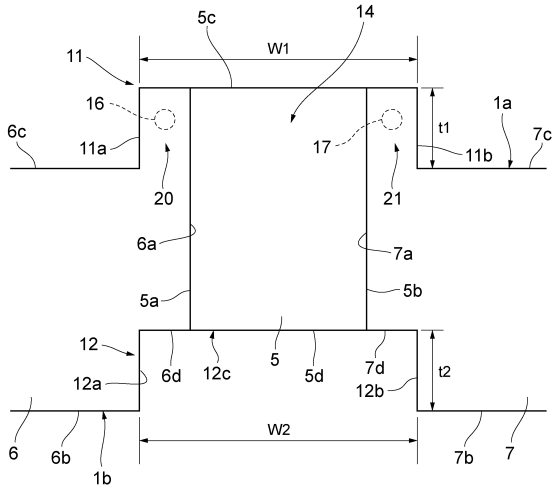
20

30

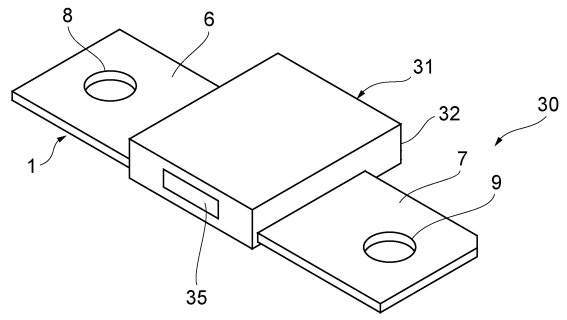
40

50

【図3】

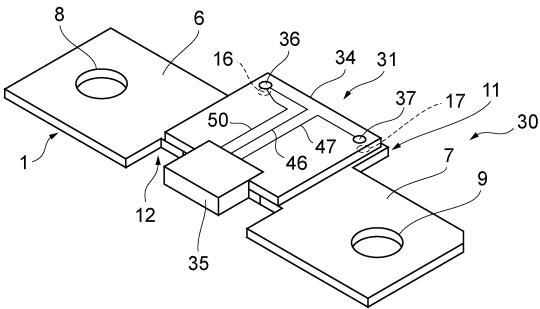


【図4】



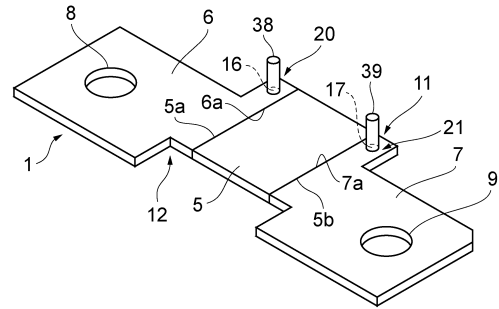
10

【図5】



20

【図6】

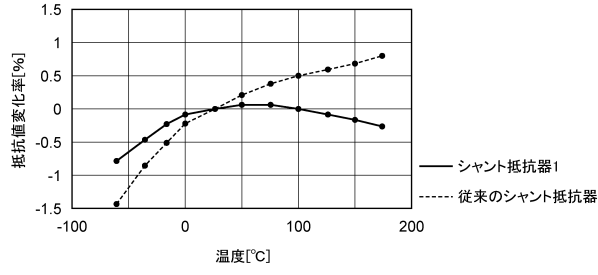


30

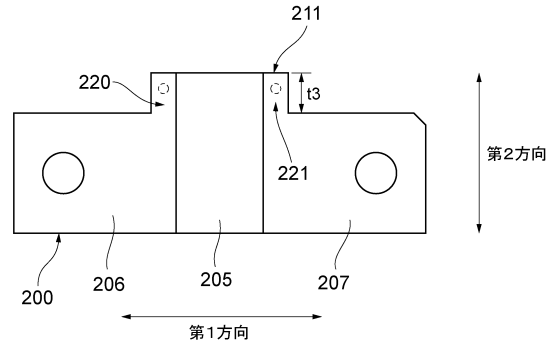
40

50

【図7】

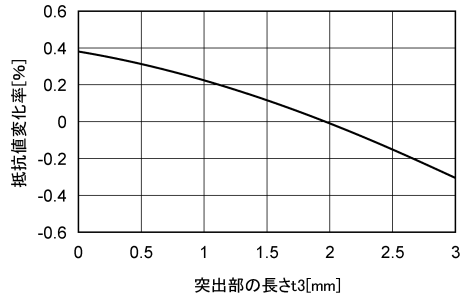


【図8】

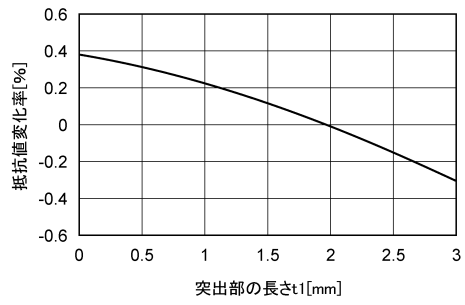


10

【図9】



【図10】



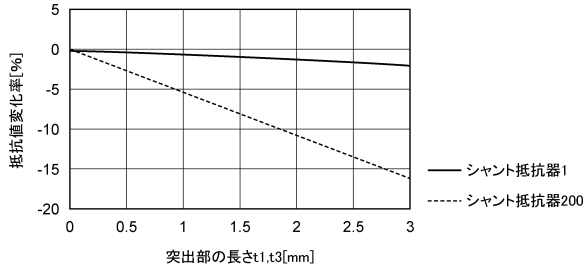
20

30

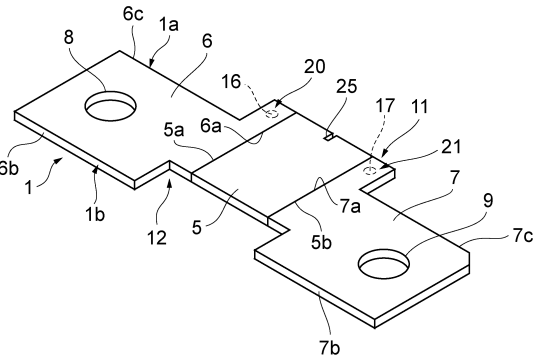
40

50

【図 1 1】

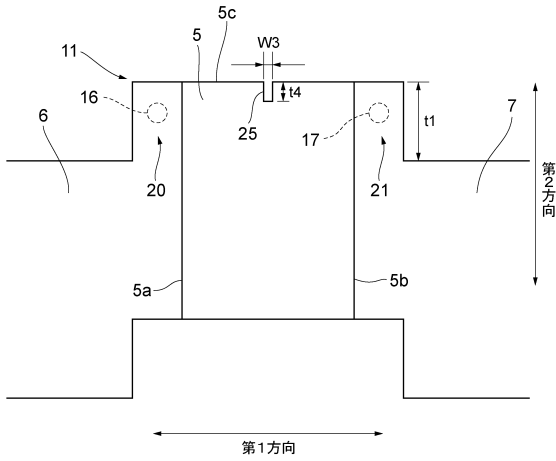


【図 1 2】

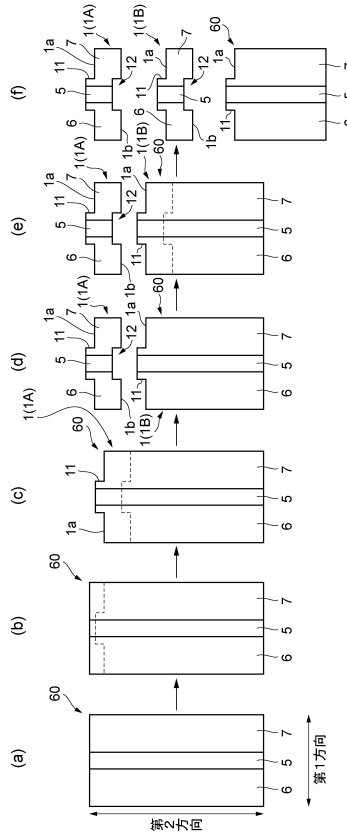


10

【図 1 3】



【図 1 4】



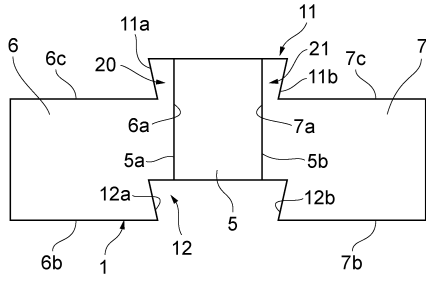
20

30

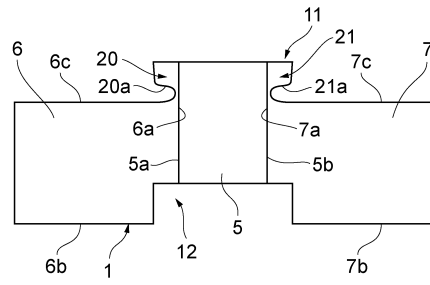
40

50

【図 15】

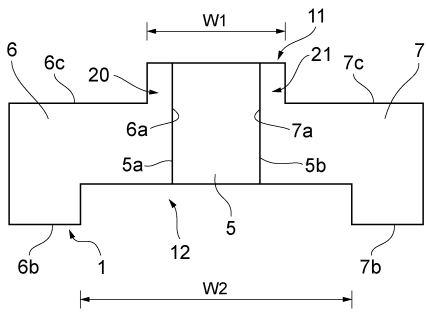


【図 16】

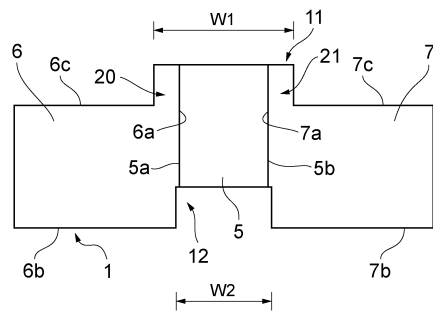


10

【図 17】



【図 18】



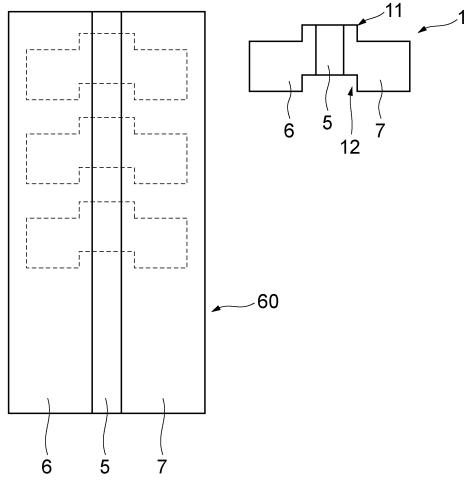
20

30

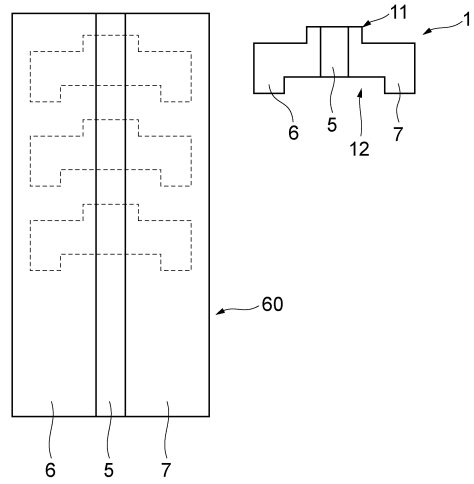
40

50

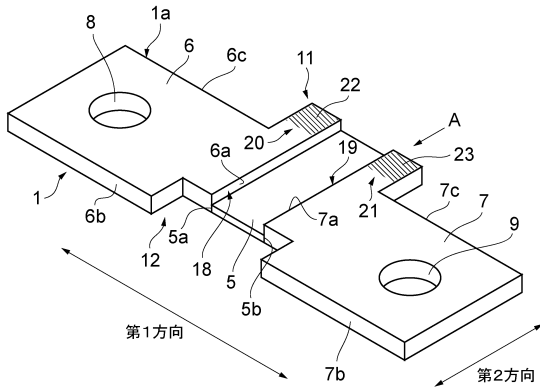
【図 19】



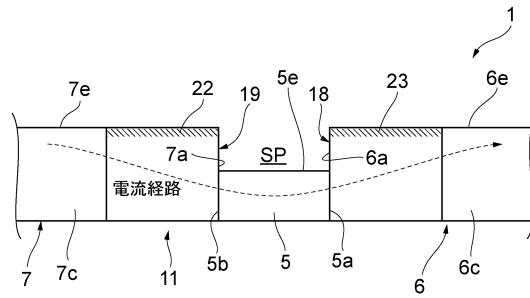
【図 20】



【図 21】



【図 22】



10

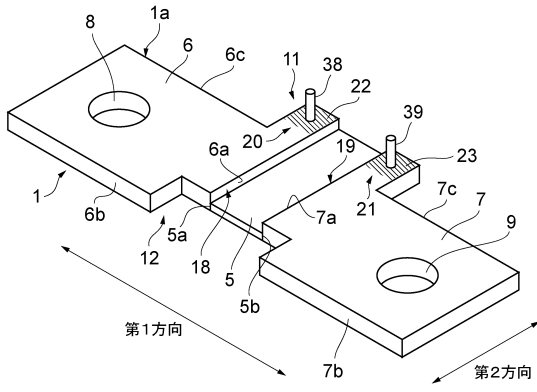
20

30

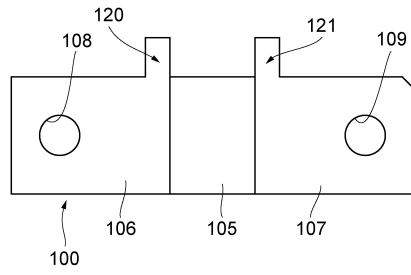
40

50

【 図 2 3 】

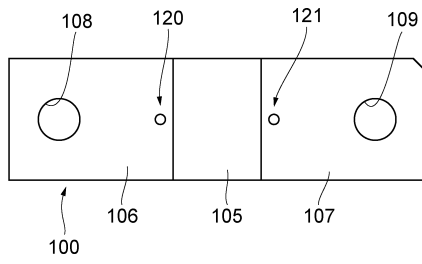


【 図 2 4 】



10

【 図 2 5 】



20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2016/063928(WO,A1)
国際公開第2018/150869(WO,A1)
国際公開第2016/204038(WO,A1)
特表2013-504213(JP,A)
特表2002-519672(JP,A)

- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|--------------|
| H01C | 1/14 - 1/148 |
| H01C | 13/00 |
| H01C | 17/00 |
| H01C | 17/28 |
| G01R | 15/00 |