

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7460038号
(P7460038)

(45)発行日 令和6年4月2日(2024.4.2)

(24)登録日 令和6年3月25日(2024.3.25)

(51)国際特許分類

F I

H O 1 B 5/02 (2006.01) H O 1 B 5/02 A

H O 1 R 4/34 (2006.01) H O 1 R 4/34

請求項の数 5 (全12頁)

(21)出願番号	特願2023-571350(P2023-571350)	(73)特許権者	000006013
(86)(22)出願日	令和5年3月6日(2023.3.6)		三菱電機株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2023/008277		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
審査請求日	令和5年11月16日(2023.11.16)	(74)代理人	100109612
早期審査対象出願			弁理士 倉谷 泰孝
		(74)代理人	100153176
			弁理士 松井 重明
		(74)代理人	100116643
			弁理士 伊達 研郎
		(72)発明者	峯原 将志
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
			三菱電機株式会社内
		(72)発明者	青木 浩介
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
			三菱電機株式会社内
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 可とう導体及び電気機器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

厚み方向に積層された複数の銅箔を備え、
複数の前記銅箔のうち、最外に位置する銅箔は、積層されている面とは異なる表面に相手部材と締結される締結面を有し、
前記締結面のうち前記銅箔の角部において、積層された複数の前記銅箔が互いに超音波接合された可とう導体。

【請求項2】

厚み方向に積層された複数の銅箔を備え、
複数の前記銅箔のうち、最外に位置する銅箔は、積層されている面とは異なる表面に相手部材と締結され、めっき層を有する締結面を有し、
前記締結面に対応する領域で、かつ、前記銅箔の延伸方向の両端部において、積層された複数の前記銅箔が互いに超音波接合された可とう導体。

【請求項3】

前記締結面に締結穴を有する請求項1に記載の可とう導体。

【請求項4】

前記締結面に締結穴を有する請求項2に記載の可とう導体。

【請求項5】

請求項1から4のいずれか一項に記載の可とう導体と、
前記可とう導体が有する第1の端部及び第2の端部のうち、前記第1の端部と締結され

る可動部と、

前記第２の端部が締結される端子と、
を備えた電気機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本開示は、超音波接合された可とう導体及び上記可とう導体を含む電気機器に関する。

【背景技術】

【０００２】

従来技術では、複数枚の銅からなる薄板を積層して形成された導電性及び可とう性を有する可とう部と可とう部の両端部に設けられた端子部とを備えた可とう性導体が開示されており、この可とう性導体の製造において、薄板に錫めっきを施し、抵抗溶接加工などで錫めっきを溶融させて積層された薄板間を接合させることが開示されている（例えば、特許文献１）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【文献】特開２０１３－１３１４３４号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

しかしながら、従来のように、錫めっきを溶融させて積層された銅箔間を接合させる接合では、めっき層を介して接合されるため、通電時には、銅より電気抵抗値が大きい錫めっき層に電流が流れて、錫めっきのない銅箔の可とう導体に比べて電気抵抗値が増大するといった課題があった。

【０００５】

本開示は、上記のような問題点を解決するためになされたもので、複数の銅箔が超音波接合された可とう導体及び上記可とう導体を備えた電気機器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】

【０００６】

本開示に係る可とう導体は、厚み方向に積層された複数の銅箔を備え、複数の銅箔のうち、最外に位置する銅箔は、積層されている面とは異なる表面に相手部材と締結される締結面を有し、締結面のうち銅箔の角部において、積層された複数の銅箔が互いに超音波接合されたものである。

また、本開示に係る可とう導体は、厚み方向に積層された複数の銅箔を備え、複数の銅箔のうち、最外に位置する銅箔は、積層されている面とは異なる表面に相手部材と締結され、めっき層を有する締結面を有し、締結面に対応する領域で、かつ、銅箔の延伸方向の両端部において、積層された複数の銅箔が互いに超音波接合されたものである。

【０００７】

また、本開示に係る電気機器は、上記の可とう導体と、可とう導体が有する第１の端部及び第２の端部のうち、第１の端部と締結される可動部と、第２の端部が締結される端子と、を備えたものである。

【発明の効果】

【０００８】

本開示に係る可とう導体によれば、従来のように積層する銅箔間を錫めっきにより接合した可とう導体に比べ、通電時に電気抵抗値の小さい可とう導体を提供することができる。また、本開示にかかる電気機器によれば、電気抵抗値の小さい電気機器を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【０００９】

【図 1】本開示の実施の形態 1 に係る可とう導体を含む開閉器が開極している状態を示す側面概略図である。

【図 2】本開示の実施の形態 1 に係る可とう導体を含む開閉器が閉極している状態を示す側面概略図である。

【図 3】本開示の実施の形態 1 に係る可とう導体の斜視図である。

【図 4】本開示の実施の形態 2 に係る可とう導体の斜視図である。

【図 5】本開示の実施の形態 3 に係る可とう導体の斜視図である。

【図 6】本開示の実施の形態 3 に係る可とう導体を図 5 の A - A ' 線で矢視した断面に対応する模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本開示の実施の形態について、添付の図面を参照しながら説明する。なお、図面は模式的に示されたものであり、異なる図面にそれぞれ示されているサイズ及び位置の相互関係は、必ずしも正確に記載されたものではなく、適宜変更され得る。また、以下の説明では、同様の構成要素には同じ符号を付して図示し、それらの名称及び機能も同一又は同様のものとする。よって、それらについての詳細な説明を省略する場合がある。

【0011】

実施の形態 1 .

実施の形態 1 における可とう導体 1 について図 1、2 及び 3 を用いて説明する。図 1 は実施の形態 1 の可とう導体 1 を含む開閉器 11 が開極している状態、すなわち後述する可動接点 4 と固定接点 5 が接触していない状態を示した側面概略図である。なお、図 1 では、説明の便宜上、真空バルブ 16 の前面の一部を省略して真空バルブ 16 の内部を示している。

【0012】

図 1 に示すように、本実施の形態に係る開閉器 11 は、可とう導体 1 と、第 1 の端子 12 (可とう導体 1 を介して可動接点 4 に電氣的に接続される可とう導体側固定端子) と、駆動装置先端 13 と、第 1 の可動部 14 (可動接点 4 に接続された可動部) と、真空バルブ 16 と、固定部 17 (固定接点 5 に接続された可動部) と、第 2 の端子 19 (固定接点 5 に電氣的に接続される真空バルブ側固定端子) と、第 1 の端子 12 と可とう導体 1 とを固定するボルト 20 およびナット 23 と、固定部 17 と第 2 の端子 19 とを固定するボルト 21 と、第 1 の可動部 14、可とう導体 1 および駆動装置先端 13 とを固定するナット 22 と、とを含む。開閉器 11 は、固定された部材としての固定接点 5 及び固定部 17 と、可動部としての可動接点 4 及び第 1 の可動部 14 とを含む。

【0013】

可とう導体 1 は、導電性及び可とう性を有する可とう部 38 と、第 1 の端部 32 と、第 2 の端部 33 とを含む。第 1 の端部 32 及び第 2 の端部 33 は、可とう部 38 の両端部を挟むように位置している。ここで、第 1 の端部 32 及び第 2 の端部 33 は、可とう部 38 の一端側あるいは他端側の部位であればよい。すなわち、可とう導体 1 の第 1 の端部 32 及び第 2 の端部 33 は、縁部などに限定されるものではなく、可とう部 38 を除いた部位であればよい。例えば、可とう部 38 が可とう導体 1 の中央ではなくて、中央から外れた位置になる場合には、一方の端部は可とう導体 1 の中央部位であってもよい。

【0014】

可とう導体 1 の第 1 の端部 32 は、駆動装置先端 13 及び第 1 の可動部 14 と、例えばナット 22 で締結されている。すなわち、可とう導体 1 の第 1 の端部 32 は、開閉器 11 の可動部分に接続されている。すなわち、可とう導体 1 の第 1 の端部 32 は、第 1 の可動部 14 と電氣的に接続されている。

【0015】

なお、可とう導体 1 の第 1 の端部 32 は、第 1 の可動部 14 と接続されていなくてもよく、駆動装置先端 13 と接続されていなくてもよい。

【0016】

10

20

30

40

50

駆動装置先端 1 3 と第 1 の可動部 1 4 はナット 2 2 で締結されている。

【0017】

また、駆動装置先端 1 3 は外部の図示しない駆動装置と接続されている。駆動装置は、例えば、ばねの力で駆動している。なお、駆動装置は、第 1 の可動部 1 4 に接続される絶縁ロッドを含む。

【0018】

可とう導体 1 の第 2 の端部 3 3 は、第 1 の端子 1 2 と、例えばボルト 2 0 及びナット 2 3 で締結されている。すなわち、開閉器 1 1 の可とう導体 1 の第 2 の端部 3 3 は、開閉器 1 1 の固定部分に接続されている。また、可とう導体 1 の第 2 の端部 3 3 は、第 1 の端子 1 2 と電氣的に接続されている。

10

【0019】

なお、相手部材としての駆動装置先端 1 3、第 1 の可動部 1 4 及び第 1 の端子 1 2 に結合される第 1 の端部 3 2 及び第 2 の端部 3 3 は、可とう導体 1 の外周部または端部のみを指しているわけではなく、相手部材と結合される部分は、可とう導体 1 の外周部よりも中央側に位置していてもよい。

【0020】

固定部 1 7 と第 2 の端子 1 9 とは、ボルト 2 1 で締結されている。また、固定部 1 7 と第 2 の端子 1 9 は電氣的に接続されている。

【0021】

図 2 は実施の形態 1 の可とう導体 1 を含む開閉器 1 1 が閉極している状態、すなわち可動接点 4 と固定接点 5 が接触している状態を示した側面概略図である。なお、図 2 では、説明の便宜上、真空バルブ 1 6 の前面の一部を省略して真空バルブ 1 6 の内部を示している。図 2 において図 1 と同符号は同一の構成を示しているため説明を省略する。

20

【0022】

図 2 に示すように、真空バルブ 1 6 内の可動接点 4 と固定接点 5 は接触している。すなわち、開閉器 1 1 の電路が閉極している状態である。

【0023】

駆動装置によって、図 2 に示す矢印の方向へ移動する動力が駆動装置先端 1 3 に伝えられる。駆動装置先端 1 3 に動力が伝わることにより、駆動装置先端 1 3 と接続された第 1 の可動部 1 4 に動力が伝わる。

30

【0024】

第 1 の可動部 1 4 に駆動装置先端 1 3 から動力が伝わることによって、可動接点 4 は固定接点 5 に近づく方向に移動する。可動接点 4 が移動することにより、可動接点 4 と固定接点 5 は接触し、図 1 に示す開極した状態の開閉器 1 1 は、図 2 に示す閉極した状態の開閉器 1 1 へと遷移する。

【0025】

可とう導体 1 は、開閉器 1 1 が開極している状態から閉極している状態に遷移するとき及び閉極している状態から開極している状態に遷移するときの第 1 の可動部 1 4 の動きに追従する。

【0026】

なお、本発明の可とう導体 1 を適用する開閉器 1 1 は、真空バルブを適用している遮断器機に限られず、固定部と可動部とが電氣的に接続される断路器などの他の電気機器であってもよい。可とう導体 1 は、本実施の形態の開閉器 1 1 とは異なる構成の開閉器及び他の電気機器にも容易に転用することができる。

40

【0027】

図 3 は実施の形態 1 に係る可とう導体 1 の斜視図である。

【0028】

可とう導体 1 は、厚み方向に積層された複数の銅箔 4 1 を備えている。複数の銅箔 4 1 は、例えば、長辺及び短辺を有した長方形である。銅箔 4 1 の厚みは例えば 0.1 mm 程度である。

50

【0029】

また、可とう導体1は、超音波接合部34と、締結面35と、締結穴36とを含む。例えば、超音波接合部34は複数の銅箔41の長辺方向の両端に位置している。

【0030】

図3に示すように、可とう導体1に含まれる複数の銅箔41のうち、最外に位置する銅箔42は、積層されている面とは異なる表面、すなわち、複数の銅箔41を積層した際、積層方向において、最も外側に位置する2枚の銅箔の積層されている面とは異なる表面にそれぞれ相手部材と締結される締結面35を有する。以下、締結面は、可とう導体1の表面層の面全体ではなく、可とう部38を除いた表層の面を締結面と呼ぶことにする。可とう導体1が相手部材と締結される領域は締結面35の一部でもよく、例えば、図3に示す締結領域37で第1の可動部14と接していてもよい。

10

【0031】

可とう導体1の超音波接合部34では、積層された複数の銅箔41が互いに超音波接合されている。超音波接合部34とは、積層された複数の銅箔41が互いに超音波接合されている部分を指す。

【0032】

図3に示すように、本実施の形態に係る可とう導体1は、超音波接合部34が、締結面35のうち、銅箔41の角部である四隅に対応する箇所位置している。

【0033】

図3に示している×印は、超音波接合時に導体表面に発生する加工痕である。加工痕は超音波接合を行う装置のホーン及びアンビルで挟まれる位置で発生する。図3では、超音波接合部34が位置する銅箔41の四隅それぞれにおいて、加工痕が3個ずつ存在する場合を示しているが、加工痕の個数は3個であることに限られない。

20

【0034】

また、超音波接合部34の位置は、可とう導体1が可とう性を損なわない位置であれば、銅箔41の四隅に限られない。

【0035】

また、超音波接合が施される、超音波接合部34は、図4に示すように、可とう導体1の外周部に限らず、締結穴36に隣接する部位など中央部に設けるようにしてもよい。また、締結領域37以外に設けてもよい。

30

【0036】

可とう導体1の超音波接合部34は、超音波接合を施される際に、銅箔41に超音波振動が印加されることにより、隣接する銅箔41同士が接合され一体化する。

【0037】

可とう導体1の超音波接合部34が接合されて複数の銅箔41が厚み方向に一体化していることにより、可とう導体1を可動部や端子に取り付ける際に、各銅箔41をばらけさせることなく、可とう導体1を開閉器11の駆動装置先端13、第1の可動部14及び第1の端子12等と容易に電氣的に接続させることができる。

【0038】

可とう導体1の超音波接合部34以外の部分においては、銅箔41は互いに接合されていない。銅箔41が互いに接合されていないことにより、銅箔41は自由に撓むことができ、可とう導体1は第1の可動部14の動きに追従できる。

40

【0039】

可とう導体1の複数の銅箔41は、締結面35に対応する領域において互いに超音波接合されることが望ましい。また、超音波接合部34は締結領域37に対応する領域と少なくとも一部が重複することが望ましい。締結面35に対応する領域とは、銅箔41のうち、可とう導体1の厚み方向に対して締結面35が射影される領域を指す。

【0040】

締結領域37の少なくとも一部と重複する超音波接合部34に超音波接合を施すことにより、超音波接合部34における接合は、超音波接合による接合に加え、可とう導体1の

50

取り付け時に、締結領域 37 が押圧されることにより接触抵抗を抑制することができ、単に超音波接合したものに比べ、電気抵抗を低くすることができる。

【0041】

超音波接合は、素地の銅箔同士を固相結合することができる。本実施の形態に係る可とう導体 1 は、超音波接合により、素地の銅箔のまま接合させているため、スポット溶接加工などで錫めっきを熔融させて銅箔を接合する手法と異なり、接合のために各銅箔 41 に錫などのめっきを施す必要がない。

【0042】

このように、各銅箔 41 間の接合を銅箔より電気抵抗値が高い錫めっきを介することなく、素地の銅箔のまま銅箔同士を直接接合することで、可とう導体 1 の電気抵抗値を従来のようなめっきにより接続したものに比べて低くすることができる。よって、同等の抵抗値の可とう導体を作成する場合、錫めっきを用いた可とう導体に比べて可とう導体 1 を形成する銅箔 41 の枚数を減らすことができる。

【0043】

また、各銅箔 41 にめっきが施されないことで、銅箔 41 にめっきを施す工程を省くことができ、製造コストを低減することができる。

【0044】

また、素地の銅箔をスポット溶接し、可とう導体を作成する工法もあるが、高温で銅が熔融するため、表面に酸化被膜が生成されるため、酸化被膜を除去する必要がある。超音波接合する場合は、固相状態での接合であるため、銅などの母材融点以下で接合でき、酸化被膜が生成されない。

【0045】

なお、超音波接合部 34 において、積層された銅箔 41 はめっき層を介することなく超音波接合されることが望ましいが、めっき層を介して接合された層が一部存在してもよい。

【0046】

図 3 に示すように、可とう導体 1 は締結面 35 に締結穴 36 を有する。可とう導体 1 は締結穴 36 で相手部材と締結される。締結される際に、ボルト 20、ナット 22 及びナット 23 が用いられる。可とう導体 1 は締結穴 36 で相手部材と締結される場合、ボルトとナットとによる締結に限らず、はめ込み、溶接等の手段であっても構わない。

【0047】

可とう導体 1 が締結穴 36 を有することにより、締結穴 36 を有さない場合に比べ、本実施の形態の開閉器 11 とは異なる開閉器及び他の電気機器に転用することがさらに容易となる。

【0048】

なお、締結穴 36 を設けなくてもよい。

【0049】

次に、本実施の形態の開閉器 11 の製造方法について説明する。

【0050】

はじめに、実施の形態 1 の可とう導体 1、すなわち各層が互いに超音波接合された可とう導体 1、真空バルブ 16、真空バルブが取り付けられる開閉器 11（真空バルブ 16 や可とう導体 1 等を除く）を用意する。超音波接合された可とう導体 1 は、超音波振動を厚み方向に積層された銅箔 41 間に与えることで製造することができる。なお、可とう導体 1 の製造方法の詳細は後述する。

【0051】

次に、真空バルブ 16 を開閉器 11 に取り付け、その後、真空バルブ 16 と接続された第 1 の可動部 14（可動電極棒）に可とう導体 1 を取り付ける。可とう導体 1 の締結穴 36 に第 1 の可動部 14 が貫通するよう、第 1 の可動部 14 に締結穴 36 を通して取り付け、第 1 の可動部 14 と可とう導体 1 とを結合すればよい。このとき、可とう導体 1 の各銅箔 41 は超音波接合部 34 で超音波接合されており、各銅箔 41 がばらけないので、容易に第 1 の可動部 14 に取り付けることができる。第 1 の可動部 14 と可とう導体 1 の取り

10

20

30

40

50

付けはナットにより締結すればよい。第 1 の可動部 1 4 と可とう導体 1 の取り付けはナットによる締結に限らず、はめ込みなど他の手法で取り付けてもよい。

【0052】

次に、第 1 の端子 1 2 に可とう導体 1 を取り付ける。第 1 の端子 1 2 の締結穴と可とう導体 1 の締結穴 3 6 との位置合せをし、ボルト 2 0 を通してナット 2 3 で固定することで取り付けることができる。第 1 の可動部 1 4 と可とう導体 1 の取り付けはボルトによる締結に限らず、はめ込みなど他の手法で取り付けてもよい。

【0053】

なお、取り付けの順番は上記に限定したものではなく、真空バルブ 1 6 を開閉器 1 1 に取り付けの前に可とう導体 1 の一部を予め結合させておくなど取り付けの順番は適宜変更してもよい。また、ここでは真空バルブ 1 6 を有する開閉器 1 1 の製造法について説明したが、同様にして断路器などの他の電気機器を製造することができる。

【0054】

実施の形態 2 .

実施の形態 2 における可とう導体 2 について図 4 を用いて説明する。実施の形態 1 と同様の構成については説明を省略する。また、図 4 において図 1 から 3 と同一の符号は同一又は相当部分を示す。

【0055】

図 4 は実施の形態 2 に係る可とう導体 2 の斜視図である。本実施の形態の可とう導体 2 は、図 4 に示すように、超音波接合部 3 4 の位置が、実施の形態 1 の可とう導体 1 と異なる。以下、実施の形態 1 の可とう導体 1 と異なる点を中心に説明する。

【0056】

図 4 に示すように、本実施の形態に係る可とう導体 2 は、超音波接合部 3 4 が、締結面 3 5 のうち、締結穴 3 6 を含む範囲に位置している。すなわち、超音波接合部 3 4 は締結面 3 5 に含まれる。なお、超音波接合部 3 4 と締結面 3 5 とは一部が重複していてもよい。

【0057】

このように、超音波接合部 3 4 は、締結穴 3 6 に隣接する部位に設けるようにすればよい。締結穴 3 6 に隣接する部位を超音波接合することで、可とう導体 2 の取り付け時に、ボルトやナットで締結される際に、押圧され、接触が強固となりより一層接触抵抗値を下げるることができる。

【0058】

通電経路である締結穴 3 6 を含む範囲に超音波接合を施すことで、通電経路部分の銅箔 4 1 同士が強固に接合される。銅箔 4 1 同士が強固に接合されることで、可とう導体 2 の電気抵抗値を銅箔 4 1 をボルトやナットで締結するときよりも低下させることができる。また、可とう導体 2 の電気抵抗値を低くする必要がない場合は、可とう導体 2 を形成する銅箔 4 1 の枚数を減らすことができる。

【0059】

図 4 に示している×印は、超音波接合時に導体表面に発生する加工痕である。超音波接合後、相手部材と締結される締結面 3 5 に加工痕が残るが、加工痕は凹み形状であるため、相手部材との接触に影響を与えない。加工痕の個数は図示される個数に限られない。また、加工痕の配置パターンは例えば、格子状に配列していてもよい。

【0060】

実施の形態 3 .

実施の形態 3 における可とう導体 3 について図 5 及び図 6 を用いて説明する。実施の形態 1 と同様の構成については説明を省略する。また、図 5 及び図 6 において図 1 から 4 と同一の符号は同一又は相当部分を示す。

【0061】

図 5 は実施の形態 3 に係る可とう導体 3 の斜視図である。図 6 は実施の形態 3 に係る可とう導体 3 を図 5 の A - A ' 線で矢視した断面に対応した模式図である。本実施の形態の可とう導体 3 は、銅箔 4 2 にめっき層が設けられている点が、実施の形態 1 の可とう導体

10

20

30

40

50

1と異なる。以下、実施の形態1の可とう導体1と異なる点を中心に説明する。

【0062】

本実施の形態に係る可とう導体3は、複数の銅箔41のうち、最外に位置し、相手部材と締結される銅箔42の、相手部材と締結される側に錫などのめっき層が設けられている。

【0063】

めっき層が設けられる範囲は、銅箔42が相手部材と締結される側の全体でもよいし、例えば、締結面35のみでもよい。

【0064】

素地の銅箔は長時間酸素に触れると表面に酸化被膜が生成される。酸化被膜が生成されることを防止するために、全ての銅箔にめっきを施すことが考えられる。

【0065】

錫などのめっきのように超音波接合で発生する摩擦熱で溶融するめっきを使用した場合、銅箔41間に発生する摩擦熱により、固相状態での接合完了前にめっきが溶融し、銅箔間に滑りが発生する。滑りが発生することによって超音波振動が伝達されなくなり、接合不良が生じる。

【0066】

銅箔42の相手部材と締結される側のみ限定してめっき層を設けることにより銅箔41同士の滑りを抑制し、接合不良を生じさせない。なお、銅箔41の超音波接合部34は強固に接合されているため、他の銅箔41と接合された銅箔41には酸化被膜は生成されない。

【0067】

なお、銅箔41のうち、相手部材と締結される銅箔42とは反対側の最外に位置する銅箔の、銅箔42の締結面35と反対側の全体又は一部にめっき層が設けられてもよい。

【0068】

また、めっきを施すのは銅箔42の相手部材と締結される側のみであることが望ましいが、銅箔42の相手部材と締結されない側の一部にめっき層が設けられてもよいし、他の銅箔41の一部にめっき層が設けられてもよい。

【0069】

めっきには、錫及び銀などから、超音波接合時の温度に対応する材料が用いられるとよい。

【0070】

図6では、銅箔41が10枚である状態を示しているが、銅箔41の枚数は10枚であることに限られない。

【0071】

次に、実施の形態1から3に係る可とう導体の製造方法について説明する。実施の形態1から3に係る可とう導体の製造方法は、複数の銅箔41を厚み方向に積層するステップ101と、積層された銅箔41の延伸方向の両端部において、積層された複数の銅箔41を互いに超音波接合するステップ102とを含む。

【0072】

また、積層された複数の銅箔41を互いに超音波接合する上記ステップ102において、可とう導体の締結面35において積層された複数の銅箔41を互いに超音波接合するステップ102aを含むことができる。

【0073】

また、積層された複数の銅箔41を互いに超音波接合する上記ステップ102において、積層された銅箔41の角部において、積層された複数の銅箔41を互いに超音波接合するステップ102bを含むことができる。

【0074】

また、実施の形態1から3に係る可とう導体の製造方法は、銅箔41の締結面35にめっき層を形成するステップ103を含み、めっき層を形成するステップ103は、上記ステップ101の前でもよいし、上記ステップ101と上記ステップ102、102a及び

10

20

30

40

50

102bとの間、さらには、上記ステップ102、102a及び102bの後に実施しても構わない。

【0075】

すなわち、超音波接合された可とう導体を製作するには、超音波接合機に取り付いているホーンとアンビルで厚み方向に積層された銅箔41を挟み、圧力をかけながら銅箔41に超音波振動を伝えるようにすればよい。このようにすることで、接合界面の酸化被膜や汚れが取り除かれ、各銅箔41間の結晶粒同士が原子間距離になるまで接近し銅箔41間を接合することができる。

【0076】

なお、本明細書で説明した上記の各実施の形態では、各構成要素の材質、材料、寸法、形状、相対的配置関係又は実施の条件等について記載している場合があるが、これらは全ての局面において例示であって、各実施の形態が記載されたものに限られることはない。よって、例示されていない無数の変形例が、各実施の形態の範囲内において想定される。例えば、任意の構成要素を変形する場合、追加する場合又は省略する場合、さらには、少なくとも1つの実施形態における少なくとも1つの構成要素を抽出し、他の実施形態の構成要素と組み合わせる場合が含まれる。

【符号の説明】

【0077】

1、2、3 可とう導体、11 開閉器、12 第1の端子、14 第1の可動部、16 真空バルブ、17 固定部、32 第1の端部、33 第2の端部、35 締結面、36 締結穴、41、42 銅箔

10

20

30

40

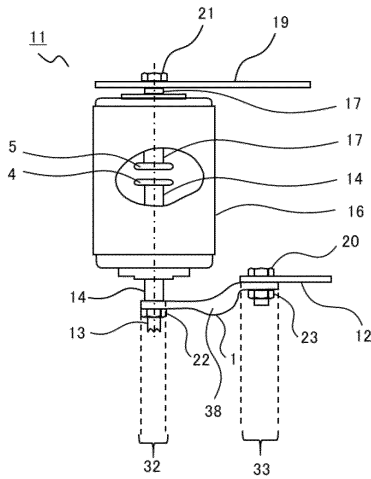
50

【要約】

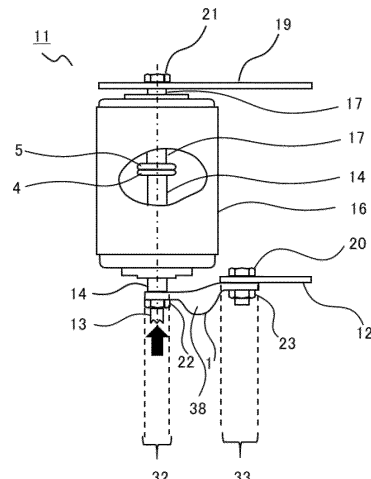
厚み方向に積層された複数の銅箔を備え、銅箔の延伸方向の両端部において、積層された複数の銅箔が互いに超音波接合されることにより、電気抵抗値が小さい可とう導体を提供する。また、上記可とう導体と、可とう導体が有する第1の端部及び第2の端部のうち、第1の端部と締結される可動部と、第2の端部が締結される端子と、を備えた電気機器を提供する。

【図面】

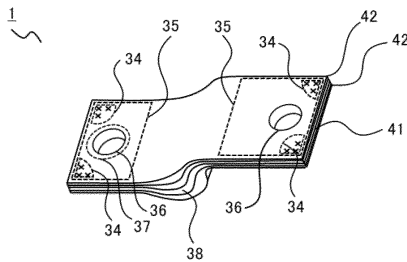
【図 1】



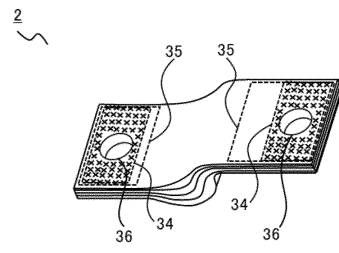
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

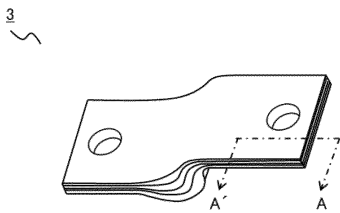
20

30

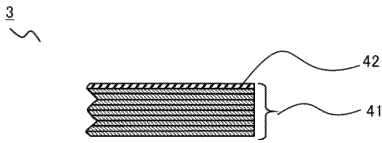
40

50

【図 5】



【図 6】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 山下 瑞樹
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 笠井 達仁
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 十鳥 洋
東京都千代田区九段北一丁目13番5号 三菱電機エンジニアリング株式会社内
- (72)発明者 藤 謙一
東京都千代田区九段北一丁目13番5号 三菱電機エンジニアリング株式会社内
- 審査官 遠藤 尊志
- (56)参考文献 特開2021-197308(JP, A)
登録実用新案第3002038(JP, U)
実開昭61-176790(JP, U)
特開2018-149557(JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H01B 5/02
H01R 4/34