

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6896889号  
(P6896889)

(45) 発行日 令和3年6月30日(2021.6.30)

(24) 登録日 令和3年6月11日(2021.6.11)

(51) Int.Cl.

F 1

B23K 26/21	(2014.01)	B 23 K	26/21	G
B23K 26/28	(2014.01)	B 23 K	26/21	N
B23K 26/323	(2014.01)	B 23 K	26/28	
H01R 4/02	(2006.01)	B 23 K	26/323	
H01R 12/59	(2011.01)	H01R	4/02	C

請求項の数 3 (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2019-562141 (P2019-562141)  
 (86) (22) 出願日 平成30年12月27日 (2018.12.27)  
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2018/048031  
 (87) 国際公開番号 WO2019/131828  
 (87) 国際公開日 令和1年7月4日 (2019.7.4)  
 審査請求日 令和2年3月19日 (2020.3.19)  
 (31) 優先権主張番号 特願2017-253541 (P2017-253541)  
 (32) 優先日 平成29年12月28日 (2017.12.28)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関  
日本国 (JP)

(73) 特許権者 000005186  
 株式会社フジクラ  
 東京都江東区木場1丁目5番1号  
 (74) 代理人 100106909  
 弁理士 棚井 澄雄  
 (74) 代理人 100126882  
 弁理士 五十嵐 光永  
 (74) 代理人 100160093  
 弁理士 小室 敏雄  
 (74) 代理人 100169764  
 弁理士 清水 雄一郎  
 (72) 発明者 土井 嘉治  
 千葉県佐倉市六崎1440 株式会社フジ  
 クラ 佐倉事業所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】溶接構造、および金属片付き配線基板

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

互いに重ねられ、かつ溶接された第1金属部材および第2金属部材を備え、  
 前記第1金属部材は穴を有し、  
 前記第2金属部材は、レーザー光の熱によって溶融した前記第2金属部材の一部が、再び凝固した部分であるナゲット部を有し、  
 前記第1金属部材における前記穴の周縁部が前記ナゲット部を覆っており、  
 前記穴を通して前記ナゲット部の一部が露出している、溶接構造。

## 【請求項 2】

前記第1金属部材と前記第2金属部材が重ねられた上下方向に沿う断面視において、前記第2金属部材における前記ナゲット部と非溶融部との境界に、前記上下方向における第1金属部材側に向けて凸の突状界面が含まれている、請求項1に記載の溶接構造。

## 【請求項 3】

配線パターンと、該配線パターンを挟む基材およびカバーレイと、を有するフレキシブルプリント基板と、  
 前記配線パターンに溶接された金属片と、を備え、  
 前記配線パターンは穴を有し、  
 前記金属片は、レーザー光の熱によって溶融した前記金属片の一部が、再び凝固した部分であるナゲット部を有し、  
 前記配線パターンにおける前記穴の周縁部が前記ナゲット部を覆っており、

10

20

前記穴を通して前記ナゲット部の一部が露出している、金属片付き配線基板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、溶接構造、および金属片付き配線基板に関する。

本願は、2017年12月28日に、日本に出願された特願2017-253541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】

従来から、特許文献1に示されるように、第1金属部材と第2金属部材とを重ねあわせて、両部材の界面にレーザー光を照射する溶接方法が知られている。溶接後は、第1金属部材と第2金属部材とが固定されるとともに、電気的に接続される。 10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】日本国特開平10-334956号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

この種の溶接方法では、接合強度および電気抵抗の面で改善の余地があった。 20

【0005】

本発明はこのような事情を考慮してなされたもので、溶接構造における接合強度を向上させ、電気抵抗を低減させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するために、本発明の第1の態様に係る溶接構造は、互いに重ねられ、かつ溶接された第1金属部材および第2金属部材を備え、前記第1金属部材は穴を有し、前記第2金属部材は、熱によって溶融した後、再び凝固した部分であるナゲット部を有し、前記第1金属部材における前記穴の周縁部が前記ナゲット部を覆っており、前記穴を通して前記ナゲット部の一部が露出している。 30

【0007】

ここで、前記第1金属部材と前記第2金属部材が重ねられた上下方向に沿う断面視において、前記第2金属部材における前記ナゲット部と非溶融部との境界に、前記上下方向における第1金属部材側に向けて凸の突状界面が含まれていてもよい。

【0008】

本発明の第2の態様に係る金属片付き配線基板は、配線パターンと、該配線パターンを挟む基材およびカバーレイと、を有するフレキシブルプリント基板と、前記配線パターンに溶接された金属片と、を備え、前記配線パターンは穴を有し、前記金属片は、熱によって溶融した後、再び凝固した部分であるナゲット部を有し、前記配線パターンにおける前記穴の周縁部が前記ナゲット部を覆っており、前記穴を通して前記ナゲット部の一部が露出している。 40

【0009】

本発明の第3の態様に係る溶接方法は、主成分が銅であり穴が形成された第1金属部材を、主成分がアルミニウムである第2金属部材の上面に重ねる準備工程と、前記穴の近傍に上方からレーザー光を照射して前記第1金属部材と前記第2金属部材とを溶接する照射工程と、を有し、上面視において、前記照射工程における前記レーザー光の軌跡が、前記穴を跨ぐ渦巻き状である。

【0010】

本発明の第4の態様に係る溶接方法は、穴が形成された第1金属部材を第2金属部材の上面に重ねる準備工程と、前記第1金属部材および前記第2金属部材を治具によって固定 50

する固定工程と、前記治具に形成された治具穴を通して、前記穴の近傍に上方からレーザー光を照射して前記第1金属部材と前記第2金属部材とを溶接する照射工程と、を有し、上面視において、前記照射工程における前記レーザー光の軌跡が、前記穴の外側に位置する第1点から前記穴の内側に位置する第2点に至る環状であり、前記穴の直径をD1と表し、前記治具穴の直径をD2と表し、前記穴の中心軸線と前記第1点との間の距離をR1と表し、前記中心軸線と前記第2点との間の距離をR2と表すとき、 $0 < R2 < D1/2 < R1 < D2/2$ を満たす。

【0011】

第4の態様に係る溶接方法において、前記第1金属部材の主成分が銅であり、第2金属部材の主成分がアルミニウムであり、上面視において、前記軌跡が渦巻き状であってよい。

10

【発明の効果】

【0012】

本発明の上記態様によれば、溶接構造における接合強度を向上させ、電気抵抗を低減させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1A】本実施形態に係る溶接方法を説明する概略図である。

【図1B】図1Aに続く工程を説明する図である。

20

【図1C】図1Bに続く工程を説明する図である。

【図1D】図1Cに続く工程を説明する図である。

【図2】図1CのII方向矢視図である。

【図3】本実施形態に係る溶接構造の断面図である。

【図4A】本実施形態に係る金属片付き配線基板の上面図である。

【図4B】図4AのIV-IV断面矢視図である。

【図5】接合強度の試験方法を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本実施形態に係る溶接方法、溶接構造、および金属片付き配線基板について、図面に基づいて説明する。なお、本発明は以下の実施形態に限定されない。

30

【0015】

(方向定義)

本実施形態では、図1Aに示すような薄膜状の第1金属部材11を、第2金属部材20に溶接するための溶接方法などについて説明する。第1金属部材11は、第2金属部材20の表面(上面)に重ねられている。以下では、第1金属部材11と第2金属部材20とが重ねられた方向を上下方向という。また、上下方向に沿って、第1金属部材11側を上方といい、第2金属部材20側を下方という。

また、第1金属部材11における後述の穴11aの中心を通り、上下方向に沿う直線を、中心軸線Cという(図2、図3参照)。上下方向から見た平面視において、中心軸線Cに交差する方向を径方向という。

40

【0016】

第1金属部材11は、薄膜状に形成されている。第2金属部材20の形状は、特に限定されないが、膜状、板状、ブロック状などであってもよい。第1金属部材11および第2金属部材20の材質は互いに異なっている。第1金属部材11の融点は、第2金属部材20の融点よりも高いことが好ましい。第1金属部材11は、例えば銅を主成分とする金属(銅合金)により形成されている。第2金属部材20は、例えばアルミニウムを主成分とする金属(アルミニウム合金)により形成されている。

【0017】

(溶接方法)

図1A～図1Dは、本実施形態に係る溶接方法の説明図であり、上下方向に沿う断面を

50

示している。第1金属部材11と第2金属部材20とを溶接する場合、まず図1Aに示すように、第2金属部材20の上面に第1金属部材11を重ねる（準備工程）。このとき、第1金属部材11には、予め穴11aを形成しておく。穴11aの形状は、円形または略円形であることが好ましい。本実施形態では、穴11aの内径（直径）を、穴直径D1と表す。穴直径D1は、例えば0.5mm程度である。

#### 【0018】

次に、図1Bに示すように、治具31、32によって、第1金属部材11および第2金属部材20を固定する（固定工程）。より詳しくは、上側治具31および下側治具32によって、第1金属部材11および第2金属部材20を上下方向で挟む。上側治具31には、治具穴31aが形成されている。本実施形態では、治具穴31aの内径（直径）を、治具穴直径D2と表す。治具穴直径D2は、例えば1mmであり、穴直径D1よりも大きい。上側治具31の第1金属部材11に対する位置は、治具穴31aと穴11aとの中心が平面視で略一致するように定められる。上側治具31および下側治具32が、所定の圧力で第1金属部材11および第2金属部材20を挟持することで、各部材の相対的な位置が固定される。

#### 【0019】

次に、図1Cに示すように、溶接用のレーザー装置33からレーザー光Lを下方に向けて出射させ、穴11aの近傍に照射する（照射工程）。レーザー光Lは、上側治具31の治具穴31aを通じて、第1金属部材11または第2金属部材20に照射される。このとき、レーザー光Lの照射位置は、図2に示すような所定の軌跡Tを描くように移動する。

#### 【0020】

図2は、図1CのII方向矢視図である。図2の破線は、レーザー光Lの軌跡Tを示している。本実施形態における軌跡Tは、上面視において、穴11aの径方向外側に位置する第1点X1から始まって穴11aの径方向内側に位置する第2点X2で終わる、穴11aと略同心の渦巻き状である。以下、渦巻き状である軌跡Tのピッチを、ピッチPと表す。また、上面視において、穴11aの中心軸線Cと第1点X1との間の距離を外半径R1と表し、中心軸線Cと第2点X2との間の距離を内半径R2と表す。軌跡Tは、内周の直径が $2 \times R2$ で外周の直径が $2 \times R1$ の略環状であるということもできる。なお、穴直径D1、治具穴径D2、外半径R1、および内半径R2は、以下の数式（1）を満たすように設定される。

$$0 < R2 < D1/2 < R1 < D2/2 \dots (1)$$

#### 【0021】

レーザー光Lを照射することで、第1金属部材11および第2金属部材20が部分的に溶融する。これにより、図1Dに示すように、第2金属部材20には非溶融部21とナゲット部（溶融部）22との境界が現れる。また、第1金属部材11と第2金属部材20との界面には、共晶部Aが形成される。ここで非溶融部21とは、第2金属部材20のうち、レーザー光Lの熱によって溶融しなかった部分である。ナゲット部22とは、第2金属部材20のうち、レーザー光Lの熱によって溶融した後、再び凝固した部分である。共晶部Aとは、第1金属部材11および第2金属部材20が溶融して混ざり合い、共晶状態で凝固した部分である。非溶融部21、ナゲット部22、および共晶部Aの形状は、溶接を行ったあと、例えば当該部分を切断したり、X線撮影を行なったりすることで、確認することができる。

#### 【0022】

##### （溶接構造）

次に、上記溶接方法によって得られる溶接構造1について、図3を用いて説明する。図3は、図1Dにおけるナゲット部22周辺の拡大図である。図3に示すように、ナゲット部22と非溶融部21との界面には、上方に向けて凸の突状界面21aが含まれている。突状界面21aは、ナゲット部22の径方向における中央部に位置している。これは、先述の通り、レーザー光Lの軌跡Tが上面視で略環状であることによる。より詳しくは、図2における中心軸線Cの近傍にはレーザー光Lが照射されないため、第2金属部材20の

10

20

30

40

50

うち中心軸線 C に近い部分ほど熱が与えられず溶融しない。また、レーザー光 L は上方から照射されるため、第 2 金属部材 20 のうち下方に位置する部分ほど熱が伝わらず溶融しない。従って、図 3 に示すような突状界面 21a が形成される。

【0023】

このような突状界面 21a が形成されることで、非溶融部 21 とナゲット部 22 との界面で剥離が生じにくくなり、接合強度を高めることができる。さらに、ナゲット部 22 は、部分的に第 1 金属部材 11 の穴 11a の径方向内側に入り込み、穴 11a に嵌合された形状となっている。これにより、第 1 金属部材 11 と第 2 金属部材 20 との接合強度をより高めることができる。

【0024】

ナゲット部 22 の一部は、穴 11a を通して露出している。また、ナゲット部 22 は、部分的に第 1 金属部材 11 の下方に入り込んでいる。換言すると、第 1 金属部材 11 における穴 11a の周縁部は、ナゲット部 22 を上方から覆っている。本実施形態では、第 1 金属部材 11 のうちナゲット部 22 を覆っている部分をオーバーラップ部 11b という。オーバーラップ部 11b が形成されるのは、第 1 金属部材 11 の融点が第 2 金属部材 20 の融点よりも高いことによる。より詳しくは、図 2 に示すようにレーザー光 L が第 1 金属部材 11 に照射されると、第 1 金属部材 11 の温度が上昇するが、その熱が伝わることで第 2 金属部材 20 の温度も上昇する。そして、融点の低い第 2 金属部材 20 が第 1 金属部材 11 よりも早く溶融するため、第 1 金属部材 11 が固体のまま、その下方に位置する第 2 金属部材 20 が液体となる。液体となった第 2 金属部材 20 が凝固することで、オーバーラップ部 11b がナゲット部 22 を覆った状態となる。

このように、オーバーラップ部 11b が形成されることで、第 1 金属部材 11 と第 2 金属部材 20 とが溶接される界面の面積が大きくなり、溶接強度をより高めることができる。

【0025】

なお、溶接後の穴 11a の内径（以降、溶接後穴直径 D1' という）は、穴直径 D1 よりも大きくなっている。これは、第 1 金属部材 11 のうち穴 11a 近傍の部分が溶融し、第 2 金属部材 20 と混ざり合って、共晶部 A を形成するためである。共晶部 A は、穴 11a の内周面およびオーバーラップ部 11b の下面にわたって形成される。共晶部 A は、脆く、強度が低いため、薄いことが好ましい。本実施形態では、上記した寸法 P、R1、R2、D1などを調整することで、共晶部 A の厚さを容易に制御することができる。

【0026】

（金属片付き配線基板）

本実施形態の溶接構造 1 は、例えば図 4A、図 4B に示すような金属片付き配線基板 2 に適用することができる。金属片付き配線基板 2 は、フレキシブルプリント基板（FPC : Flexible Printed circuit）10 と、金属片（第 2 金属部材）20 とを備えている。

【0027】

図 4B に示すように、フレキシブルプリント基板 10 は、配線パターン（第 1 金属部材）11 と、この配線パターン 11 を挟む基材 13 およびカバーレイ 12 と、を備えている。図 4A、図 4B の例では、カバーレイ 12 および基材 13 に矩形の開口 12a、13a が設けられている。そして、これらの開口 12a、13a を通じて配線パターン 11 が露出している。配線パターン 11 のうち、開口 12a、13a を通じて露出している部分には、複数の穴 11a が形成されている。また、当該露出している部分は下方に向けて撓るとともに、基材 13 の開口 13a を通じて金属片 20 の上面に重ねられている。

【0028】

上記のように配線パターン 11 と金属片 20 とを部分的に重ねて、図 1A～図 1D に示す接合方法を用いることで、配線パターン 11 と金属片 20 とを溶接し、これらを電気的に接続することができる。また、複数の穴 11a の周辺でそれぞれ溶接を行うことで、接合強度を高め、電気抵抗を小さくすることができる。

【実施例】

10

20

30

40

50

## 【0029】

次に、穴11aの有無が接合強度および電気抵抗に及ぼす影響について、実施例を用いて説明する。

## 【0030】

本実施例では、図1A～図1Dに示す接合方法を用いて、図4Aに示すような金属片付き配線基板2を作製した。ただし、一部のサンプルでは、溶接前に第1金属部材（配線パターン）11に穴11aを形成しなかった。下記表1の「穴なし」は、溶接前に穴11aが形成されていないサンプルを示している。下記表1の「穴あり」は、溶接前に穴11aが形成されているサンプルを示している。

## 【0031】

## 【表1】

レーザ出力	抵抗値 (mΩ)		接合強度 (kgf)	
	穴なし	穴あり	穴なし	穴あり
80%	0.31	0.21	3.13	3.62
80%	0.42	0.23	2.28	3.36
70%	0.33	0.26	2.86	3.42
平均	0.35	0.23	2.76	3.47

10

## 【0032】

本実施例では、レーザー光Lの軌跡Tを、図2に示すような螺旋状とした。軌跡Tの始点は、穴11aの径方向外側に位置する第1点X1であり、終点は穴11aの径方向内側に位置する第2点X2である。つまり、軌跡Tは、穴11aの外側から内側に向かう螺旋状とした。レーザー光Lの軌跡Tは、ピッチPが0.04mm、外半径R1が0.375mm、内半径R2が0.155mmである。レーザー装置33として、最大出力が300Wのファイバーレーザを用いた。軌跡Tを描く移動にはガルバノスキャナを使用した。

## 【0033】

表1のレーザ出力は、上記最大出力に対する比率を示しており、本実施例では70%～80%とした。レーザー光Lが軌跡Tを描くときの走査速度は、600mm/sとした。治具穴径D2は、1mmである。第1金属部材11は、厚さが0.035mmの銅箔である。「穴あり」サンプルでは、図4Aに示すような配置の計10個の穴11aを、第1金属部材11に形成した。それぞれの穴直径D1は、0.5mmである。第2金属部材20は、厚さが1mmのアルミニウム板（A1050）である。なお、「穴なし」のサンプルにおける条件は、穴11aが形成されていないことを除き、「穴あり」のサンプルにおける条件と同様である。

上記条件では、穴ありのサンプルにおける溶接後穴直径D1'（図3参照）が0.85～0.9mmとなった。

## 【0034】

## (抵抗値)

表1に示す「抵抗値」は、各サンプルについて、図4Aに示す点P1と点P2との間の電気抵抗を測定した結果である。点P1と点P2との間の間隔は10mmとした。

表1に示すように、穴なしのサンプルでは抵抗値の平均が0.35mΩであり、穴ありのサンプルでは抵抗値の平均が0.23mΩとなった。このように、穴11aを予め形成することで、電気抵抗を約34%低減することができた。

## 【0035】

## (接合強度)

表1に示す「接合強度」は、各サンプルについて、図5に示すような引張り試験機を用いて接合強度を測定した結果である。より詳しくは、フレキシブルプリント基板10を第1クランプK1で挟持し、金属片20を第2クランプK2で挟持する。そして、第1クラ

20

30

40

50

ンプK1と第2クランプK2とを10mm/分の速度で離間させたときの、引っ張り力の最大値を、接合強度として記録した。

【0036】

表1に示すように、穴なしのサンプルでは接合強度の平均が2.76kgfであり、穴ありのサンプルでは接合強度の平均が3.47kgfとなった。このように、穴11aを予め形成することで、接合強度を約26%向上させることができた。これは、穴11aを予め形成することで、図3に示すような溶接構造が得られ、第1金属部材11と第2金属部材20との間、若しくはナゲット部22と非溶融部21との間で、剥離が生じにくくなつたためであると考えられる。

【0037】

以上説明したように、本実施形態の溶接方法によれば、穴11aが形成された第1金属部材11を第2金属部材20の上面に重ねる準備工程と、穴11aの近傍に上方からレーザー光Lを照射して第1金属部材11と第2金属部材20とを溶接する照射工程と、を有している。そして上面視において、照射工程におけるレーザー光Lの軌跡Tが、穴11aの外側に位置する第1点X1から穴11aの内側に位置する第2点X2に至る(穴11aを跨ぐ)環状である。これにより、図3に示すような溶接構造1が得られる。

【0038】

そして溶接構造1では、穴11aの周縁部が、第2金属部材20のナゲット部22を覆っている。これにより、第1金属部材11と第2金属部材20とが接合される界面の面積が増えて、接合強度を向上させることができる。また、実施例に示したように、第1金属部材11と第2金属部材20との間の電気抵抗を低減させることができる。

また、図3に示すように上下方向に沿う断面視において、第2金属部材20におけるナゲット部22と非溶融部21との境界に、上方に向けて凸の突状界面21aが含まれている。これにより、非溶融部21とナゲット部22との間で剥離が生じることが抑えられ、接合強度をより確実に高めることができる。

【0039】

また、第1金属部材11の融点が第2金属部材20の融点より高いことで、第1金属部材11よりも第2金属部材20が早く溶融するため、第1金属部材11のオーバーラップ部11bが形成されやすくなる。

また、レーザー光Lの軌跡Tが、上面視で渦巻き状であることで、溶接のパラメータであるP、R1、R2、D1などを調整することで、共晶部Aの厚さを容易に制御することができる。

【0040】

また、上述のような溶接方法または溶接構造1を、金属片付き配線基板2に適用することで、配線パターン11と金属片20との接合強度を高め、かつ配線パターン11と金属片20との間の電気抵抗を低減することができる。

【0041】

なお、本発明の技術的範囲は前記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

【0042】

例えば、前記実施形態の溶接方法および溶接構造1は、金属片付き配線基板2以外の用途に用いてもよい。

また、レーザー光Lの軌跡Tを、穴11aの径方向内側(第2点X2)から径方向外側(第1点X1)へと向かわせてもよい。

また、軌跡Tは、例えば中心軸線Cを中心とした放射状にすることで、全体として略環状となっていてもよい。

【0043】

その他、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、上記した実施の形態における構成要素を周知の構成要素に置き換えることは適宜可能であり、また、上記した実施形態や変形例を適宜組み合わせてもよい。

10

20

30

40

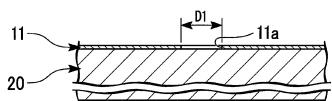
50

## 【符号の説明】

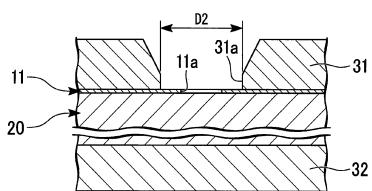
## 【0044】

1 ... 溶接構造 2 ... 金属片付き配線基板 10 ... フレキシブルプリント基板 11 ... 第1金属部材（配線パターン） 11a ... 穴 12 ... カバーレイ 13 ... 基材 20 ... 第2金属部材（金属片） 22 ... ナゲット部 21a ... 突状界面

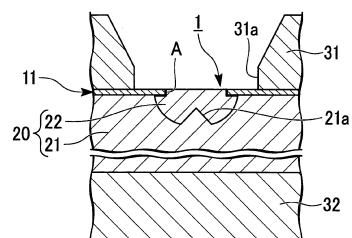
【図1A】



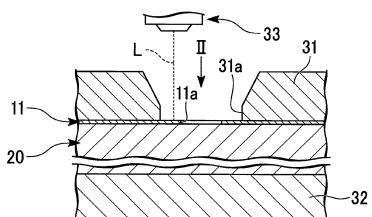
【図1B】



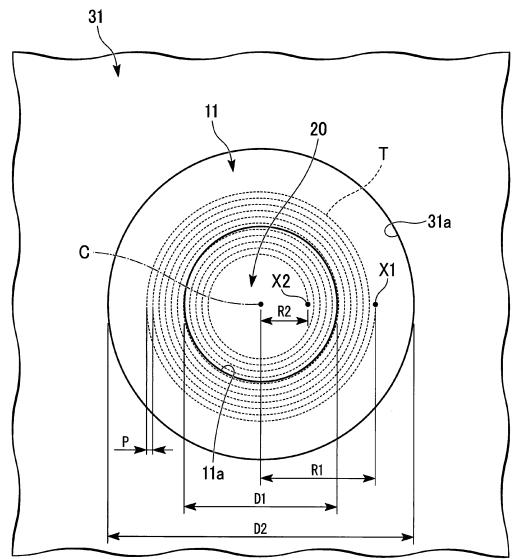
【図1D】



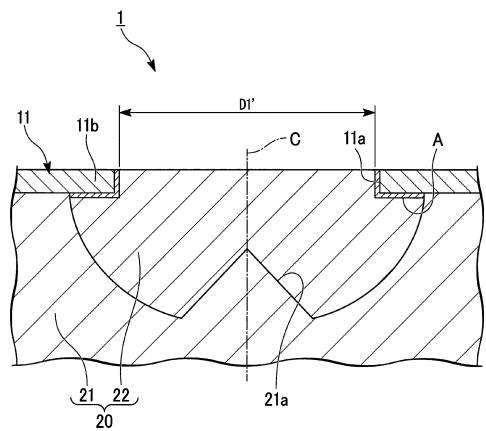
【図1C】



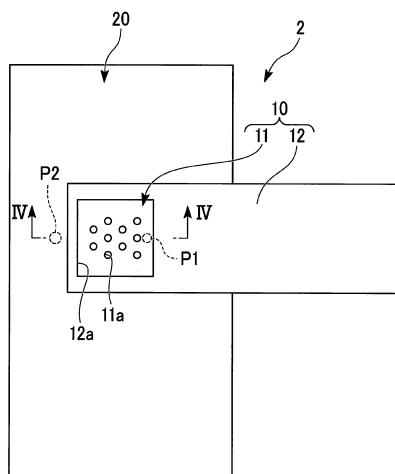
【図2】



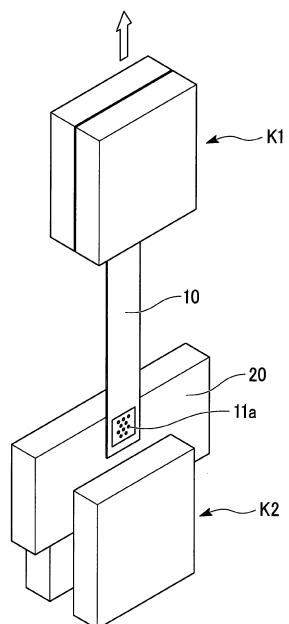
【図3】



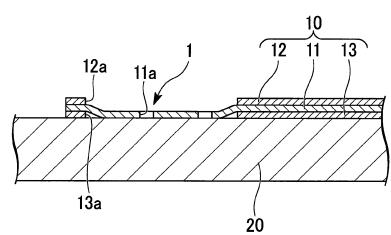
【図4A】



【図5】



【図4B】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
H 01 R 43/02 (2006.01) H 01 R 12/59  
H 01 R 43/02 B

(72)発明者 難波 年賢  
千葉県佐倉市六崎1440 株式会社フジクラ 佐倉事業所内  
(72)発明者 高橋 建次  
千葉県佐倉市六崎1440 株式会社フジクラ 佐倉事業所内

審査官 奥隅 隆

(56)参考文献 特開2008-212993 (JP, A)  
特開2007-265962 (JP, A)  
特開2005-347143 (JP, A)  
特開昭57-91895 (JP, A)  
特開2013-127906 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 23 K 26/00 - 26/70  
H 01 R 4/02  
H 01 R 12/59  
H 01 R 43/02