

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017 年 5 月 4 日(04.05.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/073744 A1

- (51) 国際特許分類:
H01M 2/26 (2006.01) H01G 11/84 (2013.01)
H01G 11/76 (2013.01) H01M 2/22 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/082104
- (22) 国際出願日: 2016 年 10 月 28 日(28.10.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-212996 2015 年 10 月 29 日(29.10.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社豊田自動織機 (KABUSHIKI KAISHA TOYOTA JIDOSHOKKI) [JP/JP]; 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 奥田 真也(OKUDA Shinya); 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 株式会社豊田自動織機内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目 1 番 1 号丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命

ビル) 9 階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

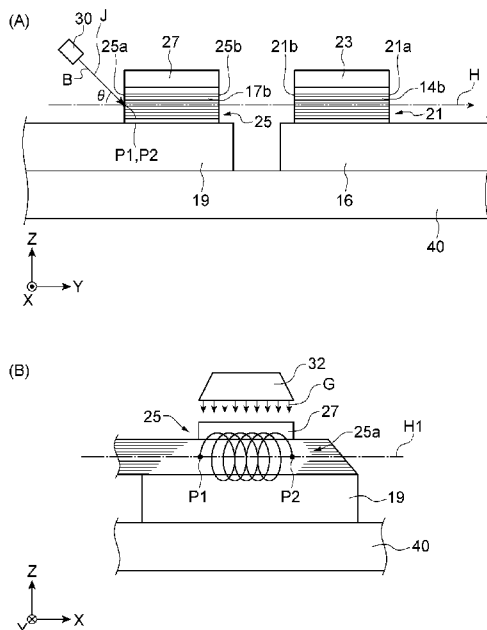
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: ELECTRODE ASSEMBLY MANUFACTURING METHOD AND ELECTRODE ASSEMBLY

(54) 発明の名称: 電極組立体の製造方法及び電極組立体



(57) Abstract: This method of manufacturing an electrode assembly comprising electrodes that include a tab involves a step for preparing a tab laminate comprising laminated tabs, and a step in which, by irradiating an energy beam onto an end surface of the tab laminate which extends in the direction of lamination of the tab laminate, a welded portion is formed to the inside from the end surface of the tab laminate. In the step for forming the welded portion, when the irradiation direction of the energy beam is projected in the plane that is perpendicular to the end surface of the tab laminate and that includes the lamination direction of the tab laminate, the in-plane direction is inclined with respect to both the lamination direction of the tab laminate and to the direction perpendicular to the direction of lamination of the tab laminate.

(57) 要約: タブを含む電極を有する電極組立体の製造方法は、積層されたタブを有するタブ積層体を準備する工程と、タブ積層体の積層方向に沿って延在するタブ積層体の端面にエネルギービームを照射することによって、タブ積層体の端面から内側に溶接部を形成する工程と、を含む。溶接部を形成する工程では、タブ積層体の端面に直交すると共にタブ積層体の積層方向を含む平面にエネルギービームの照射方向を投影した方向が、平面において、タブ積層体の積層方向に直交する方向及びタブ積層体の積層方向の両方に対して傾斜している。

WO 2017/073744 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

— 補正された請求の範囲 (条約第 19 条(1))

明 細 書

発明の名称：電極組立体の製造方法及び電極組立体

技術分野

[0001] 本発明の一側面は、電極組立体の製造方法及び電極組立体に関する。

背景技術

[0002] リチウム二次電池を製造する際に、YAGレーザー又は電子ビームを用いて、積層された複数の短冊状集電タブ同士を溶接する方法が知られている（特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2002-313309号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記方法では、集電タブの積層方向又は集電タブの積層方向に直交する方向にYAGレーザー又は電子ビームが照射されている。集電タブの積層方向にYAGレーザー又は電子ビームを照射すると、複数の集電タブのうちいくつかの集電タブが側面から内側に位置ずれしている場合に、複数のタブ間に未溶接部が生じるおそれがある。一方、集電タブの積層方向に直交する方向にYAGレーザー又は電子ビームを照射すると、集電タブの積層方向に溶接部が広がらないため、複数のタブ間に未溶接部が生じるおそれがある。

[0005] 本発明の一側面は、積層されたタブ間に未溶接部が生じ難い電極組立体の製造方法及び電極組立体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] 本発明の一側面に係る電極組立体の製造方法は、タブを含む電極を有する電極組立体の製造方法であって、積層された前記タブを有するタブ積層体を準備する工程と、前記タブ積層体の積層方向に沿って延在する前記タブ積層体の端面にエネルギービームを照射することによって、前記タブ積層体の端

面から内側に溶接部を形成する工程と、を含み、前記溶接部を形成する工程では、前記タブ積層体の端面に直交すると共に前記タブ積層体の積層方向を含む平面に前記エネルギービームの照射方向を投影した方向が、前記平面において、前記タブ積層体の積層方向に直交する方向及び前記タブ積層体の積層方向の両方に対して傾斜している。

[0007] この電極組立体の製造方法では、上記平面において、溶接部が、エネルギービームの照射方向を上記平面に投影した方向に沿って延びる。よって、上記平面において、タブ積層体の積層方向にエネルギービームを照射する場合に比べて、タブ積層体の積層方向に直交する方向における溶接部の長さを大きくできる。そのため、例えば複数のタブのうちいくつかのタブが端面から内側に位置ずれている場合でも、複数のタブ間に未溶接部が生じにくい。また、上記平面において、タブ積層体の積層方向に直交する方向にエネルギービームを照射する場合に比べて、タブ積層体の積層方向における溶接部の長さを大きくできる。そのため、積層されたタブ間に未溶接部が生じにくい。

[0008] 前記タブ積層体を準備する工程では、複数のタブ積層体を準備し、前記溶接部を形成する工程では、前記複数のタブ積層体のうちの第1のタブ積層体の端面と、前記複数のタブ積層体のうちの第2のタブ積層体の端面とのそれぞれに前記エネルギービームを照射してもよい。さらに、前記第1のタブ積層体の端面及び前記第2のタブ積層体の端面が互に対向配置された状態で、前記第1のタブ積層体の端面及び前記第2のタブ積層体の端面のそれぞれに前記エネルギービームを照射してもよい。

[0009] この場合、第1及び第2のタブ積層体のいずれか一方の端面にエネルギービームを照射する際に、他方のタブ積層体がエネルギービームを遮蔽しないようにエネルギービームの照射装置を配置し易くなる。

[0010] 前記第1のタブ積層体の端面及び前記第2のタブ積層体の端面が、前記複数のタブ積層体の搬送方向に沿って配列されてもよい。

[0011] この場合、複数のタブ積層体を搬送することによって、第1のタブ積層体

の端面及び第2のタブ積層体の端面にエネルギービームを照射することができる。そのため、電極組立体の生産性が向上する。

[0012] 前記タブ積層体が、前記タブ積層体を挟んで互いに反対側に配置された複数の端面を有しており、前記溶接部を形成する工程では、前記複数の端面のそれぞれに前記エネルギービームを照射してもよい。

[0013] これにより、1つの端面において積層されたタブ間に未溶接部が生じた場合であっても、反対側に配置された別の端面において積層されたタブ間に未溶接部が生じにくい。

[0014] 前記複数の端面が、前記タブ積層体の搬送方向に沿って配列されてもよい。

[0015] この場合、タブ積層体を搬送することによって、複数の端面にエネルギービームを照射することができる。そのため、電極組立体の生産性が向上する。

[0016] 前記平面において、前記タブ積層体の積層方向に直交する方向と前記エネルギービームの照射方向を前記平面に投影した方向とのなす角度のうち小さい方の角度が、 $10^{\circ} \sim 80^{\circ}$ であってもよい。

[0017] 角度が 10° 以上であると、角度が 10° 未満の場合に比べて、例えば集電板といったタブ積層体に隣接する部材を溶融させ易くなるので、溶接強度が向上する。角度が 80° 以下であると、角度が 80° 超の場合に比べて、積層されたタブのそれぞれにエネルギービームが照射され易くなるので、溶接不良が起きにくい。

[0018] 前記平面において、前記タブ積層体の積層方向に直交する方向と前記エネルギービームの照射方向を前記平面に投影した方向とのなす角度のうち小さい方の角度が、 70° 以上であってもよい。

[0019] 角度が 70° 以上であると、タブ積層体の積層方向におけるエネルギービームの照射装置の位置をタブ積層体の上方に固定した状態で、エネルギービームの出射方向を変えることによって、タブ積層体の端面にエネルギービームを照射し易くなる。

- [0020] 前記タブ積層体が、前記タブ積層体の積層方向において導電部材と集電体との間に配置され、前記タブ積層体の積層方向における前記導電部材の厚みは、前記タブ積層体の積層方向における前記集電体の厚みよりも小さくてもよい。
- [0021] この場合、導電部材の厚みが比較的小さくなるので、導電部材の熱容量とタブの熱容量との差を小さくできる。
- [0022] 前記タブ積層体の端面において前記タブ積層体の積層方向に直交する方向における前記溶接部の最大長さが、前記タブ積層体の積層方向と前記タブ積層体の端面において前記タブ積層体の積層方向に直交する前記方向との両方に直交する方向から見たときに、前記タブ積層体の積層方向における前記溶接部と前記タブ積層体とが重なる部分の最大長さよりも大きくてもよい。
- [0023] この場合、溶接部の機械的強度が高まるので、例えば組立作業又は外力により電極組立体に応力が生じても溶接部が破壊され難い。また、タブ積層体の端面において、タブ積層体の積層方向に直交する方向に溶接部を大きくすることができる。その結果、溶接部の熱拡散性が向上するので、エネルギービームの照射に起因するスパッタ粒子の発生を抑制できる。
- [0024] 前記タブ積層体の積層方向を含み前記タブ積層体の端面に直交する前記タブ積層体の断面において、前記タブ積層体の積層方向に直交する方向における前記溶接部の最大溶接深さが2 mm未満であってもよい。
- [0025] この場合、エネルギービームの照射に起因するスパッタ粒子の発生を抑制できる。
- [0026] 前記タブ積層体の端面の法線方向から見て、前記溶接部が、曲線を含む外形形状を有してもよい。
- [0027] この場合、溶接部の外形形状の曲線部分において応力が集中し難いので、溶接部が剥離し難い。
- [0028] 本発明の一側面に係る電極組立体は、タブを含む電極を備える電極組立体であって、積層された前記タブを有するタブ積層体を備え、前記タブ積層体が、前記タブ積層体の積層方向に沿って延在する前記タブ積層体の端面から

内側に位置する溶接部を有し、前記タブ積層体の積層方向を含み前記タブ積層体の端面に直交する前記タブ積層体の断面において、前記溶接部の境界線は、前記タブ積層体の積層方向に直交する方向及び前記タブ積層体の積層方向の両方に対して傾斜した方向に延びている。

[0029] この電極組立体では、タブ積層体の断面において溶接部の境界線がタブ積層体の積層方向に平行な場合に比べて、タブ積層体の積層方向に直交する方向における溶接部の長さを大きくできる。そのため、例えば複数のタブのうちいくつかのタブが端面から内側に位置ずれしている場合でも、複数のタブ間に未溶接部が生じにくい。また、前記タブ積層体の断面において溶接部の境界線がタブ積層体の積層方向に直交する方向に平行な場合に比べて、タブ積層体の積層方向における溶接部の長さを大きくできる。そのため、積層されたタブ間に未溶接部が生じにくい。

[0030] 上記電極組立体は積層型であってもよい。

[0031] 積層型の電極組立体は、巻回型の電極組立体に比べて個々の電極がそれぞれ独立に動くことが可能である。そのため、タブ積層体の積層方向に直交する面におけるタブの位置ずれの最大値が大きくなる可能性がある。そのような場合であっても、複数のタブ間に未溶接部が生じにくい。また、積層型の電極組立体のタブ積層体は比較的厚くなり、タブ積層体の厚さに応じて溶接に必要なエネルギーも大きくなる。その場合、エネルギービームの照射による溶接を行うと、消耗品である溶接電極を用いる抵抗溶接に比べて、溶接装置のランニングコストを低減できる。

[0032] 上記電極組立体は集電体を更に備え、前記タブ積層体の積層方向において前記集電体上に前記タブ積層体が配置されてもよい。

[0033] 上記電極組立体は導電部材を更に備え、前記タブ積層体の積層方向において前記タブ積層体上に前記導電部材が配置されてもよい。

[0034] この場合、導電部材によって積層されたタブが押圧されるため積層されたタブ間に隙間が生じ難くなる。よって、溶接部にボイドが発生し難い。

[0035] 前記タブ積層体が、前記タブ積層体の積層方向において導電部材と集電体

との間に配置され、前記タブ積層体の積層方向における前記導電部材の厚みは、前記タブ積層体の積層方向における前記集電体の厚みよりも小さくてもよい。

[0036] この場合、導電部材の厚みが比較的小さくなるので、導電部材の熱容量とタブの熱容量との差を小さくできる。

[0037] 前記タブ積層体の端面において前記タブ積層体の積層方向に直交する方向における前記溶接部の最大長さが、前記タブ積層体の積層方向と前記タブ積層体の端面において前記タブ積層体の積層方向に直交する前記方向との両方に直交する方向から見たときに、前記タブ積層体の積層方向における前記溶接部と前記タブ積層体とが重なる部分の最大長さよりも大きくてもよい。

[0038] この場合、タブ積層体の端面において、タブ積層体の積層方向に交差する方向に溶接部が広がる。その結果、溶接部において電流が積層方向に流れる際に、積層されたタブ間の電気抵抗値を低減できる。

[0039] 前記タブ積層体の積層方向を含み前記タブ積層体の端面に直交する前記タブ積層体の断面において、前記タブ積層体の積層方向に直交する方向における前記溶接部の最大溶接深さが2 mm未満であってもよい。

[0040] 前記タブ積層体の端面の法線方向から見て、前記溶接部が、曲線を含む外形形状を有してもよい。

[0041] この場合、溶接部の外形形状の曲線部分において応力が集中し難いので、溶接部が剥離し難い。

発明の効果

[0042] 本発明の一側面によれば、積層されたタブ間に未溶接部が生じ難い電極組立体の製造方法及び電極組立体が提供され得る。

図面の簡単な説明

[0043] [図1]図1は、第1実施形態に係る電極組立体を備える蓄電装置の分解斜視図である。

[図2]図2は、図1のⅠⅠ-ⅠⅠ線に沿った蓄電装置の断面図である。

[図3]図3は、第1実施形態に係る電極組立体の斜視図である。

[図4]図4は、X軸方向から見た図3の電極組立体の一部を示す図である。

[図5]図5は、第1実施形態に係る電極組立体の製造方法の一工程を示す図である。

[図6]図6は、第1実施形態に係る電極組立体の製造方法の一工程を示す図である。

[図7]図7は、第1実施形態に係る電極組立体の製造方法の一工程を示す図である。

[図8]図8は、第1実施形態に係る電極組立体の製造方法の一工程を示す図である。

[図9]図9は、第1実施形態に係る電極組立体の製造方法の一工程を示す図である。

[図10]図10は、第1実施形態に係る電極組立体の製造方法の一工程を示す図である。

[図11]図11は、第1実施形態に係る電極組立体の製造方法の一工程を示す図である。

[図12]図12は、第2実施形態に係る電極組立体の製造方法の一工程を示す図である。

[図13]図13は、第2実施形態に係る電極組立体の製造方法の一工程を示す図である。

[図14]図14は、第3実施形態に係る電極組立体の製造方法の一工程を示す図である。

[図15]図15は、第3実施形態に係る電極組立体の製造方法の一工程を示す図である。

[図16]図16は、第4実施形態に係る電極組立体の製造方法の一工程を示す図である。

[図17]図17は、第4実施形態に係る電極組立体の製造方法の一工程を示す図である。

[図18]図18は、変形例に係る溶接部を有する電極組立体の一部を示す図で

ある。

[図19]図19は、実施例の評価結果を示す図である。

発明を実施するための形態

[0044] 以下、添付図面を参照しながら本発明の実施形態が詳細に説明される。図面の説明において、同一又は同等の要素には同一符号が用いられ、重複する説明は省略される。図面には、必要に応じてXYZ直交座標系が示されている。Z軸方向は例えば鉛直方向、X軸方向及びY方向は例えば水平方向である。

[0045] 図1は、第1実施形態に係る電極組立体を備える蓄電装置の分解斜視図である。図2は、図1のⅠ-Ⅰ線に沿った蓄電装置の断面図である。図1及び図2に示される蓄電装置1は、例えばリチウムイオン二次電池といった非水電解質二次電池又は電気二重層キャパシタである。

[0046] 図1及び図2に示されるように、蓄電装置1は、例えば略直方体形状をなす中空のケース2と、ケース2内に收容された電極組立体3とを備えている。ケース2は、例えばアルミニウム等の金属によって形成されている。ケース2は、一方側において開口した本体部2aと、本体部2aの開口を塞ぐ蓋部2bとを有している。ケース2の内壁面上には、絶縁フィルム（図示せず）が設けられる。ケース2の内部には、例えば非水系（有機溶媒系）の電解液が注液されている。電極組立体3では、後述する正極11の正極活物質層15、負極12の負極活物質層18、及びセパレータ13が多孔質をなしており、その空孔内に、電解液が含浸されている。ケース2の蓋部2bには、正極端子5と負極端子6とが互いに離間して配置されている。正極端子5は、絶縁リング7を介してケース2に固定され、負極端子6は、絶縁リング8を介してケース2に固定されている。

[0047] 電極組立体3は、積層型の電極組立体である。電極組立体3は、複数の正極11（電極）と、複数の負極12（電極）と、正極11と負極12との間に配置された袋状のセパレータ13とによって構成されている。セパレータ13内には、例えば正極11が收容されている。セパレータ13内に正極1

1 が収容された状態で、複数の正極 1 1 と複数の負極 1 2 とがセパレータ 1 3 を介して交互に積層されている。

[0048] 正極 1 1 は、例えばアルミニウム箔からなる金属箔 1 4 と、金属箔 1 4 の両面に形成された正極活物質層 1 5 と、を有している。正極 1 1 の金属箔 1 4 は、矩形状の本体 1 4 a と、本体 1 4 a の一端から突出する矩形状のタブ 1 4 b と、を含む。正極活物質層 1 5 は、正極活物質とバインダとを含んで形成されている多孔質の層である。正極活物質層 1 5 は、本体 1 4 a の両面において、少なくとも本体 1 4 a の中央部分に正極活物質が担持されて形成されている。

[0049] 正極活物質としては、例えば複合酸化物、金属リチウム、硫黄等が挙げられる。複合酸化物には、例えばマンガン、ニッケル、コバルト及びアルミニウムの少なくとも 1 つと、リチウムとが含まれる。ここでは、一例として、タブ 1 4 b には、正極活物質が担持されていない。ただし、タブ 1 4 b における本体 1 4 a 側の基端部分には、活物質が担持されている場合もある。

[0050] タブ 1 4 b は、本体 1 4 a の上縁部から上方に延び、集電板 1 6（集電体）を介して正極端子 5 に接続されている。集電板 1 6 はタブ 1 4 b と正極端子 5 との間に配置されている。集電板 1 6 は、例えば、正極 1 1 の金属箔 1 4 と同一の材料から矩形平板状に構成される。積層された複数のタブ 1 4 b は、集電板 1 6 と、集電板 1 6 よりも薄い保護板 2 3（導電部材）との間に配置される（図 3 参照）。保護板 2 3 は、例えば、正極 1 1 の金属箔 1 4 と同一の材料から矩形平板状に構成される。

[0051] 負極 1 2 は、例えば銅箔からなる金属箔 1 7 と、金属箔 1 7 の両面に形成された負極活物質層 1 8 と、を有している。負極 1 2 の金属箔 1 7 は、正極 1 1 の金属箔 1 4 と同様に、矩形状の本体 1 7 a と、本体 1 7 a の一端部から突出する矩形状のタブ 1 7 b と、を含む。負極活物質層 1 8 は、本体 1 7 a の両面において、少なくとも本体 1 7 a の中央部分に負極活物質が担持されて形成されている。負極活物質層 1 8 は、負極活物質とバインダとを含んで形成されている多孔質の層である。

[0052] 負極活物質としては、例えば黒鉛、高配向性グラファイト、メソカーボンマイクロビーズ、ハードカーボン、ソフトカーボン等のカーボン、リチウム、ナトリウム等のアルカリ金属、金属化合物、 SiO_x ($0.5 \leq x \leq 1.5$) 等の金属酸化物、ホウ素添加炭素等が挙げられる。ここでは、一例として、タブ 17 b には、負極活物質が担持されていない。ただし、タブ 17 b における本体 17 a 側の基端部分には、活物質が担持されている場合もある。

[0053] タブ 17 b は、本体 17 a の上縁部から上方に延び、集電板 19 (集電体) を介して負極端子 6 に接続されている。集電板 19 はタブ 17 b と負極端子 6 との間に配置されている。集電板 19 は、例えば、負極 12 の金属箔 17 と同一の材料から矩形平板状に構成される。積層された複数のタブ 17 b は、集電板 19 と、集電板 19 よりも薄い保護板 27 (導電部材) との間に配置される (図 3 参照)。保護板 27 は、例えば、負極 12 の金属箔 17 と同一の材料から矩形平板状に構成される。

[0054] セパレータ 13 は、正極 11 を収容している。セパレータ 13 は、正極 11 及び負極 12 の積層方向からみて矩形状である。セパレータ 13 は、例えば、一对の長尺シート状のセパレータ部材を互いに溶着して袋状に形成される。セパレータ 13 の材料としては、ポリエチレン (PE)、ポリプロピレン (PP) 等のポリオレフィン系樹脂からなる多孔質フィルム、ポリプロピレン、ポリエチレンテレフタレート (PET)、メチルセルロース等からなる織布又は不織布等が例示される。

[0055] 図 3 は、第 1 実施形態に係る電極組立体の斜視図である。図 4 は、X 軸方向から見た図 3 の電極組立体の一部を示す図である。図 3 に示される電極組立体 3 は、セパレータ 13 を介して互いに積層された複数の正極 11 及び複数の負極 12 を含む。複数の正極 11 のそれぞれは、XY 平面に延在する本体 14 a と、本体 14 a の一端から X 軸方向に突出するタブ 14 b とを含む。複数の負極 12 のそれぞれは、XY 平面に延在する本体 17 a と、本体 17 a の一端から X 軸方向に突出するタブ 17 b とを含む。タブ 14 b, 17

bは、互いに積層されてタブ積層体21、25をそれぞれ構成する。すなわち、電極組立体3は、Z軸方向に積層された複数のタブ14bを有するタブ積層体21と、Z軸方向に積層された複数のタブ17bを有するタブ積層体25とを備える。タブ積層体21、25は、Y軸方向において、互いに離間して配列される。

[0056] タブ積層体21は、タブ積層体21の積層方向（Z軸方向）に沿って延在するタブ積層体21の端面21a、21b、21cを備える。端面21a、21bは、タブ積層体21を挟む面であり、端面21cは端面21a、21bを繋ぐ面である。すなわち、端面21a、21bは、タブ積層体21を挟んで互いに反対側に配置されている。端面21a、21bは、XZ平面に沿う面である。端面21cは、タブ積層体21の先端に向かうに連れてタブ積層体21の厚みが小さくなるようにXY平面に対して傾斜した面である。

[0057] タブ積層体21は、Z軸方向において、集電板16と保護板23との間に配置される。すなわち、タブ積層体21は、Z軸方向において集電板16上に配置される。保護板23は、Z軸方向においてタブ積層体21上に配置される。保護板23は、集電板16と接触しておらず、保護板23と集電板16とは、タブ積層体21を積層方向に挟んで離間している。タブ積層体21は保護板23よりも厚く、集電板16はタブ積層体21よりも厚い。保護板23の厚みは、タブ14bの厚みよりも大きく、集電板16の厚みよりも小さい。電極組立体3は、保護板23及び集電板16を備えなくてもよい。

[0058] 集電板16のY軸方向における長さは、タブ積層体21のY軸方向における長さ（端面21a、21b間の距離）よりも大きくなっている。Y軸方向において、集電板16のY軸方向における外側端部の位置は、本体14aのY軸方向における端部の位置と一致している。保護板23のY軸方向における長さは、タブ積層体21のY軸方向における長さと略同じである。

[0059] タブ積層体21は、タブ積層体21の端面21a、21bからそれぞれ内側に位置する溶接部Wを有する。タブ積層体21の端面21a、21bにおいてタブ積層体21の積層方向に直交する方向（例えばX軸方向）における

溶接部Wの最大長さW2は、タブ積層体21の積層方向（例えばZ軸方向）とタブ積層体21の積層方向に直交する方向（例えばX軸方向）との両方に直交する方向（例えばY軸方向）から見たときに、タブ積層体21の積層方向（例えばZ軸方向）における溶接部Wとタブ積層体21とが重なる部分の最大長さW1よりも大きい（図3参照）。溶接部Wは、端面21a, 21bに隣接する集電板16及び保護板23の内部まで延びている。端面21a, 21bにおいて、溶接部WのX軸方向における長さは、保護板23のX軸方向における長さと略等しいか、又は保護板23のX軸方向における長さよりも短いことが好ましい。これにより、タブ積層体21のタブ14bがX軸方向において位置ずれした場合（例えば公差による位置ずれがある場合）であっても安定して溶接部Wを形成することができる。なお、溶接部WのX軸方向における長さが保護板23のX軸方向における長さと略等しい場合、位置ずれにより溶接部WがX軸方向において保護板23の外側にはみ出す可能性がある。また、溶接部WのX軸方向における長さが保護板23のX軸方向における長さよりも長い場合、溶接部WがX軸方向において保護板23の外側にはみ出す。それらの場合であっても、溶接部Wを形成することは可能である。

[0060] 図4に示されるように、Z軸方向を含みタブ積層体21の端面21a, 21bに直交するタブ積層体21の断面（例えばYZ断面）において、溶接部Wの境界線Waは、Z軸方向に直交する方向H（例えばY軸方向）及びタブ積層体21の積層方向（Z軸方向）の両方に対して傾斜した方向に延びている。例えば、溶接部Wは2つの境界線Waを有しており、後述するエネルギービームB（図6参照）の照射によりエネルギービームBの周囲に形成される溶融池の形状に応じて、溶接部Wの外側から内側に向かうに連れて2つの境界線Waの間隔が狭くなっている。溶接池は、エネルギービームBの照射方向において、エネルギービームBの照射対象物の表面から内側に向けて先細るように形成される。溶接部Wは集電板16にも形成されるが、集電板16の密度はタブ積層体21の密度と異なるため、集電板16に形成される溶

接池の深さとタブ積層体 2 1 に形成される溶接池の深さは異なる。その結果、上述のように、溶接部 W の外面から内側に向かうに連れて 2 つの境界線 W a の間隔は狭くなる。すなわち、タブ積層体 2 1 の Y Z 断面において、溶接部 W の 1 つの境界線 W a と方向 H とのなす角度のうち小さい方の角度を α 、溶接部 W のもう 1 つの境界線 W a と方向 H とのなす角度のうち小さい方の角度を β 、エネルギービーム B の照射方向を Y Z 平面に投影した方向 J と方向 H とのなす角度のうち小さい方の角度を θ とした場合に、 θ は α と β との間の値となる。例えば、タブ積層体 2 1 の Y Z 断面において、集電板 1 6 内の境界線 W a と方向 H とのなす角度のうち小さい方の角度を α 、タブ積層体 2 1 内の境界線 W a と方向 H とのなす角度のうち小さい方の角度を β 、エネルギービーム B の照射方向を Y Z 平面に投影した方向 J と方向 H とのなす角度のうち小さい方の角度を θ とした場合、 $\alpha < \theta < \beta$ となる。

[0061] 同様に、タブ積層体 2 5 は、タブ積層体 2 5 の積層方向（Z 軸方向）に沿って延在するタブ積層体 2 5 の端面 2 5 a, 2 5 b, 2 5 c を備える。端面 2 5 a, 2 5 b は、タブ積層体 2 5 を挟む面であり、端面 2 5 c は端面 2 5 a, 2 5 b を繋ぐ面である。すなわち、端面 2 5 a, 2 5 b は、タブ積層体 2 5 を挟んで互いに反対側に配置されている。また、端面 2 5 a, 2 5 b は、X Z 平面に沿う面である。また、端面 2 5 c は、タブ積層体 2 5 の先端に向かうに連れてタブ積層体 2 5 の厚みが小さくなるように X Y 平面に対して傾斜した面である。

[0062] タブ積層体 2 5 は、Z 軸方向において、集電板 1 9 と保護板 2 7 との間に配置される。すなわち、タブ積層体 2 5 は、Z 軸方向において集電板 1 9 上に配置される。保護板 2 7 は、Z 軸方向においてタブ積層体 2 5 上に配置される。保護板 2 7 は、集電板 1 9 と接触しておらず、保護板 2 7 と集電板 1 9 とは、タブ積層体 2 5 を積層方向に挟んで離間している。タブ積層体 2 5 は保護板 2 7 よりも厚く、集電板 1 9 はタブ積層体 2 5 よりも厚い。保護板 2 7 の厚みは、タブ 1 7 b の厚みよりも大きく、集電板 1 9 の厚みよりも小さい。電極組立体 3 は、保護板 2 7 及び集電板 1 9 を備えなくてもよい。

[0063] 集電板 19 の Y 軸方向における長さは、タブ積層体 25 の Y 軸方向における長さ（端面 25 a, 25 b 間の距離）よりも大きくなっている。Y 軸方向において、集電板 19 の Y 軸方向における外側端部の位置は、本体 17 a の Y 軸方向における端部の位置と一致している。保護板 27 の Y 軸方向における長さは、タブ積層体 25 の Y 軸方向における長さと略同じである。

[0064] タブ積層体 25 は、タブ積層体 25 の端面 25 a, 25 b からそれぞれ内側に位置する溶接部 W を有する。タブ積層体 25 の端面 25 b は、タブ積層体 21 の端面 21 b と対向している。よって、タブ積層体 21, 25 の端面 21 a, 21 b, 25 a, 25 b は、Y 軸方向に沿って配列される。タブ積層体 25 の端面 25 a, 25 b においてタブ積層体 25 の積層方向に直交する方向（例えば X 軸方向）における溶接部 W の最大長さ W2 は、タブ積層体 25 の積層方向（例えば Z 軸方向）とタブ積層体 25 の積層方向に直交する方向（例えば X 軸方向）との両方に直交する方向（例えば Y 軸方向）から見たときに、タブ積層体 25 の積層方向（例えば Z 軸方向）における溶接部 W とタブ積層体 25 とが重なる部分の最大長さ W1 よりも大きい（図 3 参照）。溶接部 W は、端面 25 a, 25 b に隣接する集電板 19 及び保護板 27 の内部まで延びている。端面 25 a, 25 b において、溶接部 W の X 軸方向における長さは、保護板 27 の X 軸方向における長さと略等しいか、又は保護板 27 の X 軸方向における長さよりも短いことが好ましい。これにより、タブ積層体 25 のタブ 17 b が X 軸方向において位置ずれした場合（例えば公差による位置ずれがある場合）であっても安定して溶接部 W を形成することができる。なお、溶接部 W の X 軸方向における長さが保護板 27 の X 軸方向における長さと略等しい場合、位置ずれにより溶接部 W が X 軸方向において保護板 27 の外側にはみ出す可能性がある。また、溶接部 W の X 軸方向における長さが保護板 27 の X 軸方向における長さよりも長い場合、溶接部 W が X 軸方向において保護板 27 の外側にはみ出す。それらの場合であっても、溶接部 W を形成することは可能である。

[0065] 図 4 に示されるように、Z 軸方向を含みタブ積層体 25 の端面 25 a, 2

5 bに直交するタブ積層体25の断面（例えばYZ断面）において、溶接部Wの境界線Waは、Z軸方向に直交する方向H（例えばY軸方向）及びタブ積層体25の積層方向（Z軸方向）の両方に対して傾斜した方向に延びている。例えば、溶接部Wは2つの境界線Waを有しており、後述するエネルギービームBの照射によりエネルギービームBの周囲に形成される溶融池の形状に応じて、溶接部Wの外側から内側に向かうに連れて2つの境界線Waの間隔が狭くなっている。溶接池は、エネルギービームBの照射方向において、エネルギービームBの照射対象物の表面から内側に向けて先細るように形成される。溶接部Wは集電板19にも形成されるが、集電板19の密度はタブ積層体25の密度と異なるため、集電板19に形成される溶接池の深さとタブ積層体25に形成される溶接池の深さは異なる。その結果、上述のように、溶接部Wの外側から内側に向かうに連れて2つの境界線Waの間隔は狭くなる。すなわち、タブ積層体25のYZ断面において、溶接部Wの1つの境界線Waと方向Hとのなす角度のうち小さい方の角度を α 、溶接部Wのもう1つの境界線Waと方向Hとのなす角度のうち小さい方の角度を β 、エネルギービームBの照射方向をYZ平面に投影した方向Jと方向Hとのなす角度のうち小さい方の角度を θ とした場合に、 θ は α と β との間の値となる。例えば、タブ積層体25のYZ断面において、集電板19内の境界線Waと方向Hとのなす角度のうち小さい方の角度を α 、タブ積層体25内の境界線Waと方向Hとのなす角度のうち小さい方の角度を β 、エネルギービームBの照射方向をYZ平面に投影した方向Jと方向Hとのなす角度のうち小さい方の角度を θ とした場合、 $\alpha < \theta < \beta$ となる。

[0066] 第1実施形態の電極組立体3では、タブ積層体21, 25のYZ断面において、溶接部Wの境界線Waが、方向H及びZ軸方向の両方に対して傾斜した方向に延びている。境界線Waの延びる方向は、例えば、上述のように、タブ積層体21, 25の端面21a, 21b, 25a, 25bに照射されるエネルギービームBの照射方向によって制御される。

[0067] 電極組立体3では、タブ積層体21のYZ断面において溶接部Wの境界線

W a が Z 軸方向に平行な場合に比べて、方向 H における溶接部 W の長さ（溶接部 W の深さ）を大きくできる。そのため、例えばタブ積層体 2 1 において、複数のタブ 1 4 b のうちいくつかのタブ 1 4 b が端面 2 5 a から内側（方向 H）に位置ずれしている場合でも、複数のタブ 1 4 b 間に未溶接部が生じにくい。また、タブ積層体 2 1 の Y Z 断面において、溶接部 W の境界線 W a が Y 軸方向に平行な場合に比べて、Z 軸方向における溶接部 W の長さを大きくできる。そのため、複数のタブ 1 4 b 間に未溶接部が生じにくい。タブ積層体 2 5 においても同様に、タブ積層体 2 5 の Y Z 断面において、溶接部 W の境界線 W a が Z 軸方向又は Y 軸方向に平行な場合に比べて、複数のタブ 1 7 b 間に未溶接部が生じにくい。

[0068] また、電極組立体 3 は積層型の電極組立体であるので、巻回型の電極組立体に比べて個々の電極（正極 1 1 及び負極 1 2）がそれぞれ独立に動くことが可能である。よって、積層型の電極組立体では、巻回型の電極組立体に比べて、正極 1 1 の本体 1 4 a 及び負極 1 2 の本体 1 7 a が X 軸方向及び Y 軸方向の少なくとも一方において位置ずれする可能性がある。さらに、本体 1 4 a, 1 7 a の位置ずれに加えて、タブ 1 4 b, 1 7 b も X 軸方向及び Y 軸方向の少なくとも一方において位置ずれする可能性がある。したがって、X Y 平面におけるタブ 1 4 b, 1 7 b の位置ずれの最大値が大きくなる可能性がある。そのような場合であっても、電極組立体 3 では、複数のタブ 1 4 b, 1 7 b 間に未溶接部が生じにくい。また、容量の大きな電池の電極組立体 3 のタブ積層体 2 1, 2 5 は比較的厚くなり、タブ積層体 2 1, 2 5 の厚さに応じて溶接に必要なエネルギーも大きくなる。その場合、エネルギービーム B の照射による溶接を行うと、消耗品である溶接電極を用いる抵抗溶接に比べて、溶接装置のランニングコストを低減できる。

[0069] 電極組立体 3 が保護板 2 3, 2 7 を備えていると、保護板 2 3, 2 7 を介して複数のタブ 1 4 b, 1 7 b が押圧されるため複数のタブ 1 4 b, 1 7 b 間に隙間が生じ難くなる。よって、溶接を行う際に溶接部 W にボイドが発生し難い。

- [0070] タブ積層体 2 1 の積層方向を含みタブ積層体 2 1 の端面 2 1 a, 2 1 b に直交するタブ積層体 2 1 の断面（例えば Y Z 断面）において、タブ積層体 2 1 の積層方向に直交する方向における溶接部 W の最大溶接深さ W d は、2 mm 未満であってもよいし、1.5 mm 以下であってもよいし、1.2 mm 以下であってもよいし、0.1 mm 超であってもよいし、0.3 mm 以上であってもよい。同様に、タブ積層体 2 5 の積層方向を含みタブ積層体 2 5 の端面 2 5 a, 2 5 b に直交するタブ積層体 2 5 の断面（例えば Y Z 断面）において、タブ積層体 2 5 の積層方向に直交する方向における溶接部 W の最大溶接深さ W d は 2 mm 未満であってもよいし、1.5 mm 以下であってもよいし、1.2 mm 以下であってもよいし、0.1 mm 超であってもよいし、0.3 mm 以上であってもよい。最大溶接深さ W d を 2 mm 未満とすると、例えばエネルギービーム B の照射に起因するスパッタ粒子の発生を抑制できる。特に、最大溶接深さ W d を 1.2 mm 以下とすると、スパッタ粒子の発生が顕著に抑制される（図 19 参照）。
- [0071] タブ積層体 2 1 の積層方向に直交するタブ積層体 2 1 の断面（例えば X Y 断面）において、溶接部 W の最大面積は、例えば 4 ~ 40 mm² である。同様に、タブ積層体 2 5 の積層方向に直交するタブ積層体 2 5 の断面（例えば X Y 断面）において、溶接部 W の最大面積は、例えば 4 ~ 40 mm² である。溶接部 W の最大面積を 4 mm² 以上とすると、溶接部 W の電気抵抗値を十分に低減できる。
- [0072] 上述のように、電極組立体 3 において、タブ積層体 2 1 の端面 2 1 a, 2 1 b においてタブ積層体 2 1 の積層方向に直交する方向（例えば X 軸方向）における溶接部 W の最大長さ W 2 は、タブ積層体 2 1 の積層方向（例えば Z 軸方向）とタブ積層体 2 1 の積層方向に直交する方向（例えば X 軸方向）との両方に直交する方向（例えば Y 軸方向）から見たときに、タブ積層体 2 1 の積層方向（例えば Z 軸方向）における溶接部 W とタブ積層体 2 1 とが重なる部分の最大長さ W 1 よりも大きい（図 3 参照）。よって、タブ積層体 2 1 の端面 2 1 a, 2 1 b において、タブ積層体 2 1 の積層方向に交差する方向

に溶接部Wが広がる。その結果、溶接部Wにおいて電流が積層方向に流れる際に、複数のタブ14b間の電気抵抗値を低減できる。同様に、タブ積層体25の端面25a, 25bにおいてタブ積層体25の積層方向に直交する方向（例えばX軸方向）における溶接部Wの最大長さW2は、タブ積層体25の積層方向（例えばZ軸方向）とタブ積層体25の積層方向に直交する方向（例えばX軸方向）との両方に直交する方向（例えばY軸方向）から見たときに、タブ積層体25の積層方向（例えばZ軸方向）における溶接部Wとタブ積層体25とが重なる部分の最大長さW1よりも大きい。よって、タブ積層体25の端面25a, 25bにおいて、タブ積層体25の積層方向に交差する方向に溶接部Wが広がる。その結果、溶接部Wにおいて電流が積層方向に流れる際に、複数のタブ17b間の電気抵抗値を低減できる。

[0073] タブ積層体21が、タブ積層体21の積層方向において保護板23と集電板16との間に配置され、タブ積層体21の積層方向における保護板23の厚みは、タブ積層体21の積層方向における集電板16の厚みよりも小さくてもよい。この場合、保護板23の厚みが比較的小さくなるので、保護板23の熱容量とタブ14bの熱容量との差を小さくできる。よって、保護板23とタブ14bとの接触箇所における溶接部Wの品質が向上する。タブ積層体21の積層方向における保護板23の厚みは、タブ積層体21の積層方向におけるタブ14bの厚みよりも大きくてもよい。

[0074] 保護板23の厚みは、0.1～0.5mmであってもよいし、0.1～0.2mmであってもよい。保護板23の厚みが0.1mm未満であると、保護板23がタブ14bを押圧する力が小さくなるので、溶接時にタブ14bが動き易くなる傾向にある。保護板23の厚みが0.5mm超であると、溶接時に保護板23を溶融させるためのエネルギーが大きくなる傾向にある。エネルギーを大きくするためにエネルギービームBの出力を上げると、エネルギービームBの照射に起因するスパッタ粒子が発生し易くなる。タブ14bの厚みは、例えば5～30 μ mである。タブ積層体21の厚みは例えば0.3～2.4mmであってもよいし、0.6～1.0mmであってもよい。

[0075] 同様に、タブ積層体 2 5 が、タブ積層体 2 5 の積層方向において保護板 2 7 と集電板 1 9 との間に配置され、タブ積層体 2 5 の積層方向における保護板 2 7 の厚みは、タブ積層体 2 5 の積層方向における集電板 1 9 の厚みよりも小さくてもよい。この場合、保護板 2 7 の厚みが比較的小さくなるので、保護板 2 7 の熱容量とタブ 1 7 b の熱容量との差を小さくできる。よって、保護板 2 7 とタブ 1 7 b との接触箇所における溶接部 W の品質が向上する。タブ積層体 2 5 の積層方向における保護板 2 7 の厚みは、タブ積層体 2 5 の積層方向におけるタブ 1 7 b の厚みよりも大きくてもよい。

[0076] 保護板 2 7 の厚みは、例えば 0.1 ~ 0.5 mm であってもよいし、0.1 ~ 0.2 mm であってもよい。保護板 2 7 の厚みが 0.1 mm 未満であると、保護板 2 7 がタブ 1 7 b を押圧する力が小さくなるので、溶接時にタブ 1 7 b が動き易くなる傾向にある。保護板 2 7 の厚みが 0.5 mm 超であると、溶接時に保護板 2 7 を溶融させるためのエネルギーが大きくなる傾向にある。エネルギーを大きくするためにエネルギービーム B の出力を上げると、エネルギービーム B の照射に起因するスパッタ粒子が発生し易くなる。タブ 1 7 b の厚みは、例えば 5 ~ 30 μ m である。タブ積層体 2 5 の厚みは例えば 0.3 ~ 2.4 mm であってもよいし、0.6 ~ 1.0 mm であってもよい。

[0077] 図 5 ~ 図 11 は、第 1 実施形態に係る電極組立体の製造方法の一工程を示す図である。図 3 に示される電極組立体 3 は、例えば以下の方法により製造される。

[0078] (タブ積層体の準備工程)

まず、図 5 に示されるように、複数のタブ積層体 2 1, 2 5 を準備する。図 5 (A) は X 軸方向から見たタブ積層体 2 1, 2 5 を示す図であり、図 5 (B) は Y 軸方向から見たタブ積層体 2 5 を示す図である。例えば、まず、集電板 1 6, 1 9 上にそれぞれタブ 1 4 b, 1 7 b を積層することによりタブ積層体 2 1, 2 5 を形成する。その後、タブ積層体 2 1, 2 5 上にそれぞれ保護板 2 3, 2 7 を載置する。タブ積層体 2 1, 2 5 は、例えば治具によ

り保護板 23, 27 を介して押圧されるが、押圧されなくてもよい。

[0079] (溶接部の形成工程)

次に、図 6 に示されるように、タブ積層体 25 (第 1 のタブ積層体) の端面 25 a にエネルギービーム B を照射する。図 6 (A) は X 軸方向から見たタブ積層体 21, 25 を示す図であり、図 6 (B) は Y 軸方向から見たタブ積層体 25 を示す図である。エネルギービーム B は、照射装置 30 からタブ積層体 25 の端面 25 a に向けて照射される。照射装置 30 は、例えばレンズ及びガルバノミラーを含むスキャナヘッドである。スキャナヘッドにはファイバを介してビーム発生装置が接続される。照射装置 30 は、例えばプリズム等の屈折式の光学系から構成されてもよい。

[0080] タブ積層体 25 の端面 25 a に直交すると共にタブ積層体 25 の積層方向を含む平面 (例えば YZ 平面) にエネルギービーム B の照射方向を投影した方向 J は、当該平面 (例えば YZ 平面) において、Z 軸方向に直交する方向 H (例えば Y 軸方向) 及びタブ積層体 25 の積層方向の両方に対して傾斜している。方向 J はタブ積層体 25 の端面 25 a に対しても傾斜している。YZ 平面において、方向 H と方向 J とのなす角度のうち小さい方の角度 θ は、 $5 \sim 85^\circ$ であってもよく、 $10 \sim 80^\circ$ であってもよく、 $45 \sim 75^\circ$ であってもよい。エネルギービーム B は、溶接を行うことができる高エネルギービームである。エネルギービーム B は、例えばレーザービーム又は電子ビームである。エネルギービーム B の照射は、ノズル 32 から供給される不活性ガス G の雰囲気中で行われる。

[0081] エネルギービーム B は、例えば治具により集電板 19 及び保護板 27 を介してタブ積層体 25 を Z 軸方向に押圧した状態でタブ積層体 25 の端面 25 a に照射される。

[0082] 集電板 16, 19、タブ積層体 21, 25 及び保護板 23, 27 を含むワークは、例えばベルトコンベア等の搬送ステージ 40 上に載置され、エネルギービーム B の照射位置まで Y 軸方向に搬送される。

[0083] エネルギービーム B は、タブ積層体 25 の端面 25 a において、Z 軸方向

に交差する方向（X軸方向）に沿って走査される。第1実施形態では、エネルギービームBをZ軸方向に変位させながらX軸方向に沿って走査する。例えば、エネルギービームBをZ軸方向に往復変位（ウォブリング）させながらX軸方向に沿って走査する。エネルギービームBの照射スポットのZ軸方向における変位量は、タブ積層体25の厚みよりも大きい。エネルギービームBの照射スポットは、タブ積層体25の端面25aにおいて、X軸方向に沿った軸線H1上の位置P1から位置P2まで移動する。例えば、位置P1、P2は、Z軸方向においてタブ積層体25の端面25aの中心に位置する。エネルギービームBは、例えば、タブ積層体25の端面25aにおいてX軸方向に沿って中心点を移動させ、当該中心点を中心にXZ平面においてエネルギービームBの照射スポットを回転させながら走査される。回転の直径がタブ積層体25の厚みよりも大きいと、タブ積層体25の端面25a、集電板19及び保護板27を全体的に溶接できるため好ましい。また、タブ積層体25の端面25aのうちの保護板27側の部分にエネルギービームBを照射し、集電板19側の残部にはエネルギービームBを照射しなくてもよい。この場合、タブ積層体25の端面25aのうちの集電板19側の残部には溶接部Wが形成されない。しかし、タブ積層体25の端面25aの内側において溶接部WがエネルギービームBの照射方向に延びることによって、タブ積層体25の内部において、溶接部Wがタブ積層体25の厚み方向に延在することになる。溶接部Wを集電板19まで到達させることによって、複数のタブ17b及び集電板19を溶接することができる。

[0084] 図7に示されるように、エネルギービームBの照射スポットは、タブ積層体25の端面25aにおいて、軸線H1上の位置P1から位置P3まで移動した後、軸線H1上の位置P2から位置P3まで移動してもよい。位置P3は、X軸方向において位置P1と位置P2との間に位置する。この場合、エネルギービームBの照射によって形成される溶接部Wにおいて、X軸方向における歪みのバラつきが低減される。

[0085] 図8に示されるように、エネルギービームBの照射スポットは、タブ積層

体 2 5 の端面 2 5 a において、軸線 H 1 上の位置 P 1 から位置 P 2 まで直線的に移動してもよい。この場合、エネルギービーム B の照射スポットを Z 軸方向にずらしながら、エネルギービーム B を X 軸方向に沿って複数回走査する。

[0086] 上述のようにエネルギービーム B を照射することによって、図 9 に示されるように、タブ積層体 2 5 の端面 2 5 a から内側に溶接部 W が形成される。図 9 (A) は X 軸方向から見たタブ積層体 2 1, 2 5 を示す図であり、図 9 (B) は Y 軸方向から見たタブ積層体 2 5 を示す図である。タブ積層体 2 5 の Y Z 断面において、溶接部 W の境界線 W a は、方向 H 及び Z 軸方向の両方に対して傾斜した方向に延びている。タブ積層体 2 5 の端面 2 5 a においてタブ積層体 2 5 の積層方向に直交する方向（例えば X 軸方向）における溶接部 W の最大長さ W 2 は、タブ積層体 2 5 の積層方向（例えば Z 軸方向）とタブ積層体 2 5 の積層方向に直交する方向（例えば X 軸方向）との両方に直交する方向（例えば Y 軸方向）から見たときに、タブ積層体 2 5 の積層方向（例えば Z 軸方向）における溶接部 W とタブ積層体 2 5 とが重なる部分の最大長さ W 1 よりも大きい。なお、最大長さ W 1 は Z 軸方向における溶接部 W の最大長さより小さい。

[0087] 続いて、図 1 0 に示されるように、タブ積層体 2 1（第 2 のタブ積層体）の端面 2 1 b にも同様にエネルギービーム B を照射する。すなわち、タブ積層体 2 5 の端面 2 1 b に直交すると共にタブ積層体 2 1 の積層方向を含む平面（例えば Y Z 平面）にエネルギービーム B の照射方向を投影した方向 J は、当該平面（例えば Y Z 平面）において、方向 H 及びタブ積層体 2 1 の積層方向の両方に対して傾斜した方向から照射される。方向 J はタブ積層体 2 1 の端面 2 1 b に対しても傾斜している。Y Z 平面において、方向 H と方向 J とのなす角度のうち小さい方の角度 θ は、 $5 \sim 85^\circ$ であってもよく、 $10 \sim 80^\circ$ であってもよく、 $45 \sim 75^\circ$ であってもよい。これにより、図 1 1 に示されるように、タブ積層体 2 1 の端面 2 1 b から内側にも溶接部 W が形成される。

- [0088] エネルギービームBは、タブ積層体25の端面25bとタブ積層体21の端面21bとが互いに対向配置された状態で、端面21bに照射される。
- [0089] 続いて、タブ積層体21の端面21bと同様に、タブ積層体25の端面25bにエネルギービームBを照射することにより、タブ積層体25の端面25bから内側に溶接部Wを形成する（図4参照）。エネルギービームBは、タブ積層体25の端面25bとタブ積層体21の端面21bとが互いに対向配置された状態で、端面25bに照射される。その後、タブ積層体25の端面25bと同様に、タブ積層体21の端面21aにエネルギービームBを照射することにより、タブ積層体21の端面21aから内側に溶接部Wを形成する（図4参照）。
- [0090] エネルギービームBの照射の際、タブ積層体21、25を含むワークは、搬送ステージ40によって、エネルギービームBの照射位置までY軸方向に搬送される。第1の照射装置30を用いて、タブ積層体21、25の端面21a、25bにエネルギービームBを照射し、第2の照射装置30を用いて、タブ積層体21、25の端面21b、25aにエネルギービームBを照射してもよい。また、1つの照射装置30をモータ等の駆動装置により移動させてエネルギービームBの照射方向を変えることによって、端面25a、21b、25b、21aにエネルギービームBを順に照射してもよい。
- [0091] 上記工程を経ることによって、電極組立体3が製造される。その後、タブ積層体21、25を折り曲げた電極組立体3をケース2内に収容し、蓄電装置1を製造することができる。
- [0092] 以上説明したように、第1実施形態の電極組立体の製造方法では、溶接部Wが、エネルギービームBの照射方向に沿って延びる。そのため、Z軸方向にエネルギービームを照射する場合に比べて、方向Hにおける溶接部Wの長さを大きくできる。そのため、複数のタブ17bのうちいくつかのタブ17bが端面25a又は端面25bから内側に位置ずれしている場合でも、複数のタブ17b間に未溶接部が生じにくい。同様に、複数のタブ14bのうちいくつかのタブ14bが端面21a又は端面21bから内側に位置ずれして

いる場合でも、複数のタブ 1 4 b 間に未溶接部が生じにくい。よって、X 軸方向及び Y 軸方向において複数のタブ 1 4 b, 1 7 b を揃える工程が不要になるので、電極組立体 3 の生産性が向上する。

[0093] また、X Y 平面に平行な方向にエネルギービームを照射する場合に比べて、Z 軸方向における溶接部 W の長さを大きくできる。そのため、複数のタブ 1 4 b 間及び複数のタブ 1 7 b 間に未溶接部が生じにくい。

[0094] 図 1 0 に示されるように、タブ積層体 2 5 の端面 2 5 b とタブ積層体 2 1 の端面 2 1 b とが互いに対向配置された状態で、エネルギービーム B を端面 2 1 b に照射する場合、タブ積層体 2 5 がエネルギービーム B を遮蔽しないようにエネルギービーム B の照射装置 3 0 を配置し易くなる。一方、X Y 平面に平行な方向にエネルギービームを照射する場合、タブ積層体 2 5 の端面 2 5 b とタブ積層体 2 1 の端面 2 1 b との間の距離が狭いため、比較的大きな装置であるエネルギービームの照射装置を端面 2 5 b と端面 2 1 b との間に配置することは難しい。

[0095] また、本実施形態では、図 1 0 に示されるように、タブ積層体 2 1, 2 5 の端面 2 1 a, 2 1 b, 2 5 a, 2 5 b がタブ積層体 2 1, 2 5 の搬送方向（Y 軸方向）に沿って配列される。この場合、Y 軸方向にタブ積層体 2 1, 2 5 を搬送することによって、端面 2 1 a, 2 1 b, 2 5 a, 2 5 b にエネルギービーム B を照射することができる。そのため、電極組立体 3 の生産性が向上する。例えば、まず、端面 2 5 a, 2 1 b にエネルギービーム B を順に照射することができる。続いて、端面 2 5 b, 2 1 a にエネルギービーム B を順に照射することができる。

[0096] タブ積層体 2 5 の端面 2 5 a, 2 5 b のそれぞれにエネルギービーム B を照射することによって溶接部 W を形成する場合、互いに反対側に配置された 2 つの端面 2 5 a, 2 5 b において共に複数のタブ 1 7 b 間に未溶接部が生じる状況が生じにくい。特に互いに反対側に配置された 2 つの端面 2 5 a, 2 5 b に溶接部 W を形成できた場合、タブ 1 7 b 間に剥離を起こさせる応力が掛かったとしても、応力に対する耐性が強い。よって、タブ積層体 2 5 の

端面 25 c に溶接部 W を形成する必要がない。そのため、タブ積層体 25 の端面 25 c を含む先端部を YZ 平面に沿って切断する工程が不要になるので、電極組立体 3 の生産性が向上する。あるいは、端面 25 c を含む先端部を切断せずに端面 25 c を溶接するならば、積層厚さが場所ごとに異なるタブ積層体 25 に対して溶接を行うことになる。その場合、溶接に必要なエネルギーを場所ごとに変える必要があるが、端面 25 c を溶接しなければそのような必要もない。タブ積層体 21 についても同様に、互いに反対側に配置された 2 つの端面 21 a, 21 b において共に複数のタブ 14 b 間に未溶接部が生じる状況が生じにくい。よって、タブ積層体 21 の端面 21 c に溶接部 W を形成する必要がない。また、各タブ 14 b, 17 b には同等の電流が流れるため、溶接部 W には集電板 16, 19 に近づくほど多くの電流が流れるが、溶接部 W の溶接深さをタブ積層体 21, 25 の積層方向に集電板 16, 19 に近づくほど深くすることもでき、電流量に応じた導電面積を確保することもできる。

[0097] 上述の角度 θ が 10° 以上であると、角度 θ が 10° 未満の場合に比べて、例えば集電板 16, 19 といったタブ積層体 21, 25 に隣接する部材を溶融させ易くなるので、溶接強度が向上する。角度 θ が 80° 以下であると、角度 θ が 80° 超の場合に比べて、積層された複数のタブ 14 b, 17 b のそれぞれにエネルギービームが照射され易くなるので、溶接不良が起きにくい。

[0098] タブ積層体 21 の端面 21 a, 21 b においてタブ積層体 21 の積層方向に直交する方向における溶接部 W の最大長さ W2 が、タブ積層体 21 の積層方向（例えば Z 軸方向）とタブ積層体 21 の積層方向に直交する方向（例えば X 軸方向）との両方に直交する方向（例えば Y 軸方向）から見たときに、タブ積層体 21 の積層方向（例えば Z 軸方向）における溶接部 W とタブ積層体 21 とが重なる部分の最大長さ W1 よりも大きい。同様に、タブ積層体 25 の端面 25 a, 25 b においてタブ積層体 25 の積層方向に直交する方向における溶接部 W の最大長さ W2 が、タブ積層体 25 の積層方向（例えば Z 軸

方向)とタブ積層体25の積層方向に直交する方向(例えばX軸方向)との両方に直交する方向(例えばY軸方向)から見たときに、タブ積層体25の積層方向(例えばZ軸方向)における溶接部Wとタブ積層体25とが重なる部分の最大長さW1よりも大きい。このような場合、溶接部Wの機械的強度が高まるので、例えば組立作業又は外力により電極組立体3に応力が生じて溶接部Wが破壊され難い。また、タブ積層体21の端面21a, 21bにおいて、タブ積層体21の積層方向に直交する方向に溶接部Wを大きくすることができる。同様に、タブ積層体25の端面25a, 25bにおいて、タブ積層体25の積層方向に直交する方向に溶接部Wを大きくすることができる。その結果、溶接部Wの熱拡散性が向上するので、エネルギービームBの照射に起因するスパッタ粒子の発生を抑制できる。

[0099] 図12～図13は、第2実施形態に係る電極組立体の製造方法の一工程を示す図である。第2実施形態では、照射装置30に代えて照射装置30aを用いること以外は第1実施形態と同様に電極組立体3を製造することができる。照射装置30aは、照射装置30aの位置を固定した状態で、Z軸方向に平行な中心軸Vを中心にエネルギービームBの出射方向を変えることができること以外は照射装置30と同様の構成を有する。

[0100] まず、図12に示されるように、タブ積層体25の端面25aにエネルギービームBを照射する。タブ積層体25の端面25aに直交すると共にタブ積層体25の積層方向を含む平面(例えばYZ平面)にエネルギービームBの照射方向を投影した方向Jは、当該平面(例えばYZ平面)において、方向H及びタブ積層体25の積層方向の両方に対して傾斜している。方向Jはタブ積層体25の端面25aに対しても傾斜している。YZ平面において、方向Hと方向Jとのなす角度のうち小さい方の角度は θ である。この場合、方向Jと中心軸Vとのなす角度のうち小さい方の角度は x ($x = 90^\circ - \theta$)である。エネルギービームBの照射により、図13に示されるように、端面25aに溶接部Wが形成される。タブ積層体25のYZ断面において、溶接部Wの境界線Waは、方向H及びZ軸方向の両方に対して傾斜した方向に

延びている。

[0101] 上記角度 x は 20° 以下であってもよいし、 10° 以下であってもよい。

すなわち、方向 H と方向 J とのなす角度のうち小さい方の角度 θ は、 70° 以上であってもよいし、 80° 以上であってもよい。

[0102] その後、搬送ステージ 40 により、タブ積層体 21, 25 を含むワークを Y 軸方向に搬送し、図 13 に示されるように、タブ積層体 21 の端面 21b にエネルギービーム B を照射する。タブ積層体 21 の端面 21b に直交すると共にタブ積層体 21 の積層方向を含む平面（例えば YZ 平面）にエネルギービーム B の照射方向を投影した方向 J は、当該平面（例えば YZ 平面）において、方向 H 及びタブ積層体 21 の積層方向の両方に対して傾斜している。方向 J はタブ積層体 21 の端面 21b に対しても傾斜している。YZ 平面において、方向 H と方向 J とのなす角度のうち小さい方の角度は θ である。この場合、方向 J と中心軸 V とのなす角度のうち小さい方の角度は x ($x = 90^\circ - \theta$) である。エネルギービーム B の照射により、端面 21b に溶接部 W が形成される。

[0103] その後、タブ積層体 21, 25 を含むワークを Y 軸方向に搬送することなく、方向 J を、YZ 平面において中心軸 V に関して線対称となる方向に変えるだけで、端面 21b へのエネルギービーム B の照射と同様にタブ積層体 25 の端面 25b にエネルギービーム B を照射することができる。これにより、端面 25b に溶接部 W が形成される。

[0104] その後、搬送ステージ 40 により、タブ積層体 21, 25 を含むワークを Y 軸方向に搬送し、端面 25b へのエネルギービーム B の照射と同様にタブ積層体 21 の端面 21a にエネルギービーム B を照射することによって、端面 21a に溶接部 W が形成される。

[0105] 第 2 実施形態では、第 1 実施形態と同様の作用効果が得られる。また、角度 θ が 70° 以上（すなわち角度 x が 20° 以下）であると、Z 軸方向におけるエネルギービーム B の照射装置 30a の位置をタブ積層体 21, 25 の上方に固定した状態で、エネルギービーム B の出射方向を変えることによっ

て、タブ積層体 21, 25 の端面 21 a, 21 b, 25 a, 25 b にエネルギービーム B を照射し易くなる。搬送ステージ 40 により、タブ積層体 21, 25 を含むワークを搬送することによって、1 つの照射装置 30 a の位置を固定した状態で、タブ積層体 21, 25 の端面 21 a, 21 b, 25 a, 25 b にエネルギービーム B を照射することができる。

[0106] 図 14 ～図 15 は、第 3 実施形態に係る電極組立体の製造方法の一工程を示す図である。図 14 (A) 及び図 15 (A) は X 軸方向から見たタブ積層体 21, 25 を示す図であり、図 14 (B) 及び図 15 (B) は Y 軸方向から見たタブ積層体 25 を示す図である。第 3 実施形態では、タブ積層体 21, 25 の端面 21 c, 25 c にそれぞれ溶接部 W が形成されること以外は第 1 実施形態と同様に電極組立体 3 を製造することができる。

[0107] タブ積層体 25 の端面 25 c は、タブ積層体 25 の先端に位置しており、YZ 平面に沿う面である。端面 25 c は、タブ積層体 25 の先端を切断することによって形成されてもよいし、異なる長さのタブ 17 b を用いてタブ 17 b を積層することによって形成されてもよい。

[0108] 図 14 に示されるように、タブ積層体 25 の端面 25 c に直交すると共にタブ積層体 25 の積層方向を含む平面（例えば XZ 平面）にエネルギービーム B の照射方向を投影した方向 J は、当該平面（例えば XZ 平面）において、Z 軸方向に直交する方向 H（例えば X 軸方向）及びタブ積層体 25 の積層方向の両方に対して傾斜している。方向 J はタブ積層体 25 の端面 25 c に対しても傾斜している。エネルギービーム B は、端面 25 c において、Z 軸方向に変位（ウォブリング）させながら Y 軸方向に沿って走査される。エネルギービーム B の照射スポットは、端面 25 c において、Y 軸方向に沿った軸線 H1 上の位置 P4 から位置 P5 まで移動する。例えば、位置 P4, P5 は、Z 軸方向において端面 25 c の中心に位置する。エネルギービーム B は、例えば、端面 25 c において Y 軸方向に沿って中心点を移動させ、当該中心点を中心に YZ 平面においてエネルギービーム B の照射スポットを回転させながら走査される。

- [0109] 図15に示されるように、エネルギービームBの照射により、タブ積層体25の端面25cから内側に溶接部Wが形成される。溶接部Wの境界線Waは、タブ積層体25のXZ断面において、方向H及びZ軸方向の両方に対して傾斜した方向に延びている。
- [0110] 同様に、エネルギービームBをタブ積層体21の端面21cに照射することによって、タブ積層体21の端面21cにも溶接部Wが形成される。溶接部Wの境界線Waは、タブ積層体21のXZ断面において、方向H及びZ軸方向の両方に対して傾斜した方向に延びている。
- [0111] 第3実施形態では、第1実施形態と同様の作用効果が得られる。また、第3実施形態では、タブ積層体25の端面25a, 25bに加えて端面25cにも溶接部Wが形成されるので、タブ17b間の電気抵抗値を低減することができる。タブ積層体21, 25の端面21a, 21b, 25a, 25bに溶接部Wが形成されず、タブ積層体21, 25の端面21c, 25cにのみ溶接部Wが形成されてもよい。
- [0112] 図16～図17は、第4実施形態に係る電極組立体の製造方法の一工程を示す図である。図16(A)及び図17(A)はX軸方向から見たタブ積層体25を示す図であり、図16(B)及び図17(B)はY軸方向から見たタブ積層体25を示す図である。第4実施形態では、積層型の電極組立体3に代えて巻回型の電極組立体3を製造すること以外は第1実施形態と同様に電極組立体3を製造することができる。
- [0113] 巻回型の電極組立体3は、積層型の電極組立体3と同様に、タブ積層体21, 25を備える。タブ積層体21, 25はX軸方向において互いに反対側に配置される。タブ積層体25では、タブ17bが、X軸方向の軸を中心に巻回された後、Z軸方向に圧縮されている。そのため、タブ積層体25は、Z軸方向に積層されたタブ17bを有する。具体的には、タブ17bにおける複数の部分がZ軸方向に積層される。溶接部Wは、積層されたタブ17b同士を接続する。具体的には、溶接部Wによって、タブ17bにおける複数の部分同士が接続される。巻回型の電極組立体3において、タブ積層体25

は端面 25 a, 25 b を備えておらず、先端に位置する端面 25 c のみを備えている。同様に、タブ積層体 21 は端面 21 a, 21 b を備えておらず、先端に位置する端面 21 c のみを備えている。

[0114] 図 16 に示されるように、タブ積層体 25 の端面 25 c に直交すると共にタブ積層体 25 の積層方向を含む平面（例えば XZ 平面）にエネルギービーム B の照射方向を投影した方向 J は、当該平面（例えば XZ 平面）において、Z 軸方向に直交する方向 H（例えば X 軸方向）及びタブ積層体 25 の積層方向の両方に対して傾斜している。方向 J はタブ積層体 25 の端面 25 c に対しても傾斜している。エネルギービーム B は、端面 25 c において、Z 軸方向に変位（ウォブリング）させながら Y 軸方向に沿って走査される。エネルギービーム B の照射スポットは、端面 25 c において、Y 軸方向に沿った軸線 H1 上の位置 P4 から位置 P5 まで移動する。例えば、位置 P4, P5 は、Z 軸方向において端面 25 c の中心に位置する。エネルギービーム B は、例えば、端面 25 c において Y 軸方向に沿って中心点を移動させ、当該中心点を中心に YZ 平面においてエネルギービーム B の照射スポットを回転させながら走査される。

[0115] 図 17 に示されるように、エネルギービーム B の照射により、タブ積層体 25 の端面 25 c から内側に溶接部 W が形成される。溶接部 W の境界線 Wa は、タブ積層体 25 の XZ 断面において、方向 H 及び Z 軸方向の両方に対して傾斜した方向に延びている。

[0116] 同様に、エネルギービーム B をタブ積層体 21 の端面 21 c に照射することによって、タブ積層体 21 の端面 21 c にも溶接部 W が形成される。溶接部 W の境界線 Wa は、タブ積層体 21 の XZ 断面において、方向 H 及び Z 軸方向の両方に対して傾斜した方向に延びている。

[0117] 第 4 実施形態では、第 3 実施形態と同様の作用効果が得られる。

[0118] 図 18 は、変形例に係る溶接部を有する電極組立体の一部を示す図である。図 18 (A) は、第 1 変形例に係る溶接部 W を有する、Y 軸方向から見たタブ積層体 25 を示す図である。図 18 (B) は、第 2 変形例に係る溶接部

Wを有する、Y軸方向から見たタブ積層体25を示す図である。第1及び第2変形例では、タブ積層体25の端面25aの法線方向から見て、溶接部Wが、曲線を含む外形形状を有している。そのため、溶接部Wの外形形状の曲線部分において応力が集中し難いので、溶接部Wが剥離し難い。溶接部Wは、曲線によって囲まれる外形形状を有してもよいし、曲線及び直線によって囲まれる外形形状を有してもよい。溶接部Wの外形形状は、応力が集中し易い角部（直線同士が交差する部分）を含んでいない。

[0119] 第1変形例に係る溶接部Wの外形形状は例えば楕円形の一部を含む。図18(A)に示されるように、タブ積層体25の端面25aにおいてタブ積層体25の積層方向に直交する方向（X軸方向）における溶接部Wの最大長さW2は、タブ積層体25の積層方向（Z軸方向）とタブ積層体25の積層方向に直交する方向（X軸方向）との両方に直交する方向（Y軸方向）から見たときに、タブ積層体25の積層方向（Z軸方向）における溶接部Wとタブ積層体25とが重なる部分の最大長さW1よりも大きい。

[0120] 第2変形例に係る溶接部Wの外形形状は例えば円形の一部を含む。図18(B)に示されるように、タブ積層体25の端面25aにおいてタブ積層体25の積層方向に直交する方向（X軸方向）における溶接部Wの最大長さW2は、タブ積層体25の積層方向（Z軸方向）とタブ積層体25の積層方向に直交する方向（X軸方向）との両方に直交する方向（Y軸方向）から見たときに、タブ積層体25の積層方向（Z軸方向）における溶接部Wとタブ積層体25とが重なる部分の最大長さW1よりも大きい。最大長さW2は、最大長さW1以下であってもよい。

[0121] タブ積層体25の端面25b及びタブ積層体21の端面21a, 21bのうち少なくとも1つにおいても、溶接部Wが、第1変形例又は第2変形例に係る溶接部Wと同じ形状を有してもよい。

[0122] 以上、本発明の好適な実施形態について詳細に説明されたが、本発明は上記実施形態に限定されない。上記各実施形態の構成要素は任意に組み合わせられ得る。

[0123] 例えば、第3実施形態又は第4実施形態において、照射装置30に代えて第2実施形態の照射装置30aを用いてもよい。

[0124] 以下、実施例に基づいて本発明がより具体的に説明されるが、本発明は以下の実施例に限定されない。

[0125] (実施例1)

溶接部Wの最大溶接深さWdが0.1mmとなるように溶接部Wを形成した。

[0126] (実施例2)

溶接部Wの最大溶接深さWdを0.3mmとしたこと以外は実施例1と同様にして溶接部Wを形成した。

[0127] (実施例3)

溶接部Wの最大溶接深さWdを1.2mmとしたこと以外は実施例1と同様にして溶接部Wを形成した。溶接部Wの形成に用いたレーザーの出力は1500W、走査速度は24.9mm/secであった。

[0128] (実施例4)

溶接部Wの最大溶接深さWdを1.5mmとしたこと以外は実施例1と同様にして溶接部Wを形成した。溶接部Wの形成に用いたレーザーの出力は1500W、走査速度は8.3mm/secであった。

[0129] (実施例5)

溶接部Wの最大溶接深さWdを2mmとしたこと以外は実施例1と同様にして溶接部Wを形成した。

[0130] (評価結果)

実施例1～5の評価結果を図19に示す。レーザービームをタブ積層体の端面に照射している様子を撮像し、得られた映像からレーザービームの照射に起因するスパッタ粒子の数をカウントした。実施例4～5では、スパッタ粒子の数が、実施例1～3に比べて顕著に増えた。また、溶接部Wの電気抵抗値を測定した。図19に示される表中のAは良好な結果が得られたことを示し、BはAよりは良好でない結果が得られたことを示す。実施例2～4で

は、実施例 1 及び 5 に比べて良好な結果が得られた。図 19 の評価結果によれば、溶接部 W の最大溶接深さ W d が 0.3 ～ 1.5 mm であると、スパッタ粒子の数が少なくなった。さらに最大溶接深さ W d が 0.3 ～ 1.2 mm であると、スパッタ粒子の数が顕著に少なくなり、かつ、溶接部 W の電気抵抗値が良好な値となった。

符号の説明

[0131] 3…電極組立体、11…正極（電極）、12…負極（電極）、14b, 17b…タブ、16, 19…集電板（集電体）、21, 25…タブ積層体、21a, 21b, 25a, 25b, 25c…端面、23, 27…保護板（導電部材）、B…エネルギービーム、W…溶接部、Wa…境界線。

請求の範囲

- [請求項1] タブを含む電極を有する電極組立体の製造方法であって、
 積層された前記タブを有するタブ積層体を準備する工程と、
 前記タブ積層体の積層方向に沿って延在する前記タブ積層体の端面
 にエネルギービームを照射することによって、前記タブ積層体の端面
 から内側に溶接部を形成する工程と、
 を含み、
 前記溶接部を形成する工程では、前記タブ積層体の端面に直交する
 と共に前記タブ積層体の積層方向を含む平面に前記エネルギービーム
 の照射方向を投影した方向が、前記平面において、前記タブ積層体の
 積層方向に直交する方向及び前記タブ積層体の積層方向の両方に対し
 て傾斜している、電極組立体の製造方法。
- [請求項2] 前記タブ積層体を準備する工程では、複数のタブ積層体を準備し、
 前記溶接部を形成する工程では、前記複数のタブ積層体のうちの第
 1のタブ積層体の端面と、前記複数のタブ積層体のうちの第2のタブ
 積層体の端面とのそれぞれに前記エネルギービームを照射する、請求
 項1に記載の電極組立体の製造方法。
- [請求項3] 前記第1のタブ積層体の端面及び前記第2のタブ積層体の端面が互
 に対向配置された状態で、前記第1のタブ積層体の端面及び前記第
 2のタブ積層体の端面のそれぞれに前記エネルギービームを照射する
 、請求項2に記載の電極組立体の製造方法。
- [請求項4] 前記第1のタブ積層体の端面及び前記第2のタブ積層体の端面が、
 前記複数のタブ積層体の搬送方向に沿って配列される、請求項2又は
 3に記載の電極組立体の製造方法。
- [請求項5] 前記タブ積層体が、前記タブ積層体を挟んで互いに反対側に配置さ
 れた複数の端面を有しており、
 前記溶接部を形成する工程では、前記複数の端面のそれぞれに前記
 エネルギービームを照射する、請求項1～4のいずれか一項に記載の

電極組立体の製造方法。

- [請求項6] 前記複数の端面が、前記タブ積層体の搬送方向に沿って配列される、請求項5に記載の電極組立体の製造方法。
- [請求項7] 前記平面において、前記タブ積層体の積層方向に直交する方向と前記エネルギービームの照射方向を前記平面に投影した方向とのなす角度のうち小さい方の角度が、 $10 \sim 80^\circ$ である、請求項1～6のいずれか一項に記載の電極組立体の製造方法。
- [請求項8] 前記平面において、前記タブ積層体の積層方向に直交する方向と前記エネルギービームの照射方向を前記平面に投影した方向とのなす角度のうち小さい方の角度が、 70° 以上である、請求項1～7のいずれか一項に記載の電極組立体の製造方法。
- [請求項9] 前記タブ積層体が、前記タブ積層体の積層方向において導電部材と集電体との間に配置され、
前記タブ積層体の積層方向における前記導電部材の厚みは、前記タブ積層体の積層方向における前記集電体の厚みよりも小さい、請求項1～8のいずれか一項に記載の電極組立体の製造方法。
- [請求項10] 前記タブ積層体の端面において前記タブ積層体の積層方向に直交する方向における前記溶接部の最大長さが、前記タブ積層体の積層方向と前記タブ積層体の端面において前記タブ積層体の積層方向に直交する前記方向との両方に直交する方向から見たときに、前記タブ積層体の積層方向における前記溶接部と前記タブ積層体とが重なる部分の最大長さよりも大きい、請求項1～9のいずれか一項に記載の電極組立体の製造方法。
- [請求項11] 前記タブ積層体の積層方向を含み前記タブ積層体の端面に直交する前記タブ積層体の断面において、前記タブ積層体の積層方向に直交する方向における前記溶接部の最大溶接深さが2 mm未満である、請求項1～10のいずれか一項に記載の電極組立体の製造方法。
- [請求項12] 前記タブ積層体の端面の法線方向から見て、前記溶接部が、曲線を

含む外形形状を有する、請求項 1 ～ 11 のいずれか一項に記載の電極組立体の製造方法。

- [請求項13] タブを含む電極を備える電極組立体であって、
 積層された前記タブを有するタブ積層体を備え、
 前記タブ積層体が、前記タブ積層体の積層方向に沿って延在する前記タブ積層体の端面から内側に位置する溶接部を有し、
 前記タブ積層体の積層方向を含み前記タブ積層体の端面に直交する前記タブ積層体の断面において、前記溶接部の境界線は、前記タブ積層体の積層方向に直交する方向及び前記タブ積層体の積層方向の両方に対して傾斜した方向に延びている、電極組立体。
- [請求項14] 積層型である、請求項 13 に記載の電極組立体。
- [請求項15] 集電体を更に備え、前記タブ積層体の積層方向において前記集電体上に前記タブ積層体が配置される、請求項 13 又は 14 に記載の電極組立体。
- [請求項16] 導電部材を更に備え、前記タブ積層体の積層方向において前記タブ積層体上に前記導電部材が配置される、請求項 13 ～ 15 のいずれか一項に記載の電極組立体。
- [請求項17] 前記タブ積層体が、前記タブ積層体の積層方向において導電部材と集電体との間に配置され、
 前記タブ積層体の積層方向における前記導電部材の厚みは、前記タブ積層体の積層方向における前記集電体の厚みよりも小さい、請求項 13 ～ 16 のいずれか一項に記載の電極組立体。
- [請求項18] 前記タブ積層体の端面において前記タブ積層体の積層方向に直交する方向における前記溶接部の最大長さが、前記タブ積層体の積層方向と前記タブ積層体の端面において前記タブ積層体の積層方向に直交する前記方向との両方に直交する方向から見たときに、前記タブ積層体の積層方向における前記溶接部と前記タブ積層体とが重なる部分の最大長さよりも大きい、請求項 13 ～ 17 のいずれか一項に記載の電極

組立体。

[請求項19] 前記タブ積層体の積層方向を含み前記タブ積層体の端面に直交する前記タブ積層体の断面において、前記タブ積層体の積層方向に直交する方向における前記溶接部の最大溶接深さが2 mm未満である、請求項13～18のいずれか一項に記載の電極組立体。

[請求項20] 前記タブ積層体の端面の法線方向から見て、前記溶接部が、曲線を含む外形形状を有する、請求項13～19のいずれか一項に記載の電極組立体。

補正された請求の範囲
[2017年3月10日 (10.03.2017) 国際事務局受理]

- [請求項 1] (補正後) タブを含む電極を有する電極組立体の製造方法であって、
積層された前記タブをそれぞれ有する複数のタブ積層体を準備する工程と、
前記複数のタブ積層体のうちの第 1 のタブ積層体の端面と、前記複数のタブ積層体のうちの第 2 のタブ積層体の端面とが互いに対向配置された状態で、
前記第 1 のタブ積層体の積層方向に沿って延在する前記第 1 のタブ積層体の前記端面にエネルギービームを照射することによって、前記第 1 のタブ積層体の前記端面から内側に溶接部を形成する工程と、
を含み、
前記溶接部を形成する工程では、前記第 1 のタブ積層体の前記端面に直交すると共に前記第 1 のタブ積層体の積層方向を含む平面に前記エネルギービームの照射方向を投影した方向が、前記平面において、前記第 1 のタブ積層体の積層方向に直交する方向及び前記第 1 のタブ積層体の積層方向の両方に対して傾斜している、電極組立体の製造方法。
- [請求項 2] (補正後) 前記溶接部を形成する工程では、前記第 2 のタブ積層体の端面に前記エネルギービームを照射し、前記第 2 のタブ積層体の前記端面に直交すると共に前記第 2 のタブ積層体の積層方向を含む平面に前記エネルギービームの照射方向を投影した方向が、前記平面において、前記第 2 のタブ積層体の積層方向に直交する方向及び前記第 2 のタブ積層体の積層方向の両方に対して傾斜している、請求項 1 に記載の電極組立体の製造方法。
- [請求項 3] (補正後) 前記第 1 のタブ積層体の前記端面に対向配置された前記第 2 のタブ積層体の前記端面に前記エネルギービームを照射する、請求項 2 に記載の電極組立体の製造方法。
- [請求項 4] (補正後) 前記第 1 のタブ積層体の前記端面及び前記第 2 のタブ積層体の前記端面が、前記複数のタブ積層体の搬送方向に沿って配列される、請求項 2 又は 3 に記載の電極組立体の製造方法。

- [請求項 5] (補正後) 前記第 1 のタブ積層体が、前記第 1 のタブ積層体を挟んで互いに反対側に配置された複数の端面を有しており、
- 前記溶接部を形成する工程では、前記複数の端面のそれぞれに前記エネルギービームを照射する、請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の電極組立体の製造方法。
- [請求項 6] (補正後) 前記複数の端面が、前記第 1 のタブ積層体の搬送方向に沿って配列される、請求項 5 に記載の電極組立体の製造方法。
- [請求項 7] (補正後) 前記平面において、前記第 1 のタブ積層体の積層方向に直交する方向と前記エネルギービームの照射方向を前記平面に投影した方向とのなす角度のうち小さい方の角度が、 $10^{\circ} \sim 80^{\circ}$ である、請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の電極組立体の製造方法。
- [請求項 8] (補正後) 前記平面において、前記第 1 のタブ積層体の積層方向に直交する方向と前記エネルギービームの照射方向を前記平面に投影した方向とのなす角度のうち小さい方の角度が、 70° 以上である、請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の電極組立体の製造方法。
- [請求項 9] (補正後) 前記第 1 のタブ積層体が、前記第 1 のタブ積層体の積層方向において導電部材と集電体との間に配置され、
- 前記第 1 のタブ積層体の積層方向における前記導電部材の厚みは、前記第 1 のタブ積層体の積層方向における前記集電体の厚みよりも小さい、請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の電極組立体の製造方法。
- [請求項 10] (補正後) 前記第 1 のタブ積層体の前記端面において前記第 1 のタブ積層体の積層方向に直交する方向における前記溶接部の最大長さが、前記第 1 のタブ積層体の積層方向と前記第 1 のタブ積層体の前記端面において前記第 1 のタブ積層体の積層方向に直交する前記方向との両方に直交する方向から見たときに、前記第 1 のタブ積層体の積層方向における前記溶接部と前記第 1 のタブ積層体とが重なる部分の最大長さよりも大きい、請求項 1 ～ 9 のい

れか一項に記載の電極組立体の製造方法。

[請求項 11] (補正後) 前記第 1 のタブ積層体の積層方向を含み前記第 1 のタブ積層体の前記端面に直交する前記第 1 のタブ積層体の断面において、前記第 1 のタブ積層体の積層方向に直交する方向における前記溶接部の最大溶接深さが 2 mm 未満である、請求項 1 ～ 10 のいずれか一項に記載の電極組立体の製造方法。

[請求項 12] (補正後) 前記第 1 のタブ積層体の前記端面の法線方向から見て、前記溶接部が、曲線を含む外形形状を有する、請求項 1 ～ 11 のいずれか一項に記載の電極組立体の製造方法。

[請求項 13] (補正後) タブを含む電極を備える電極組立体であって、
積層された前記タブをそれぞれ有する複数のタブ積層体を備え、
前記複数のタブ積層体のうちの第 1 のタブ積層体の端面と、前記複数のタブ積層体のうちの第 2 のタブ積層体の端面とが互いに対向配置されており、
前記第 1 のタブ積層体が、前記第 1 のタブ積層体の積層方向に沿って延在する前記第 1 のタブ積層体の前記端面から内側に位置する溶接部を有し、
前記第 1 のタブ積層体の積層方向を含み前記第 1 のタブ積層体の前記端面に直交する前記第 1 のタブ積層体の断面において、前記溶接部の境界線は、前記第 1 のタブ積層体の積層方向に直交する方向及び前記第 1 のタブ積層体の積層方向の両方に対して傾斜した方向に延びている、電極組立体。

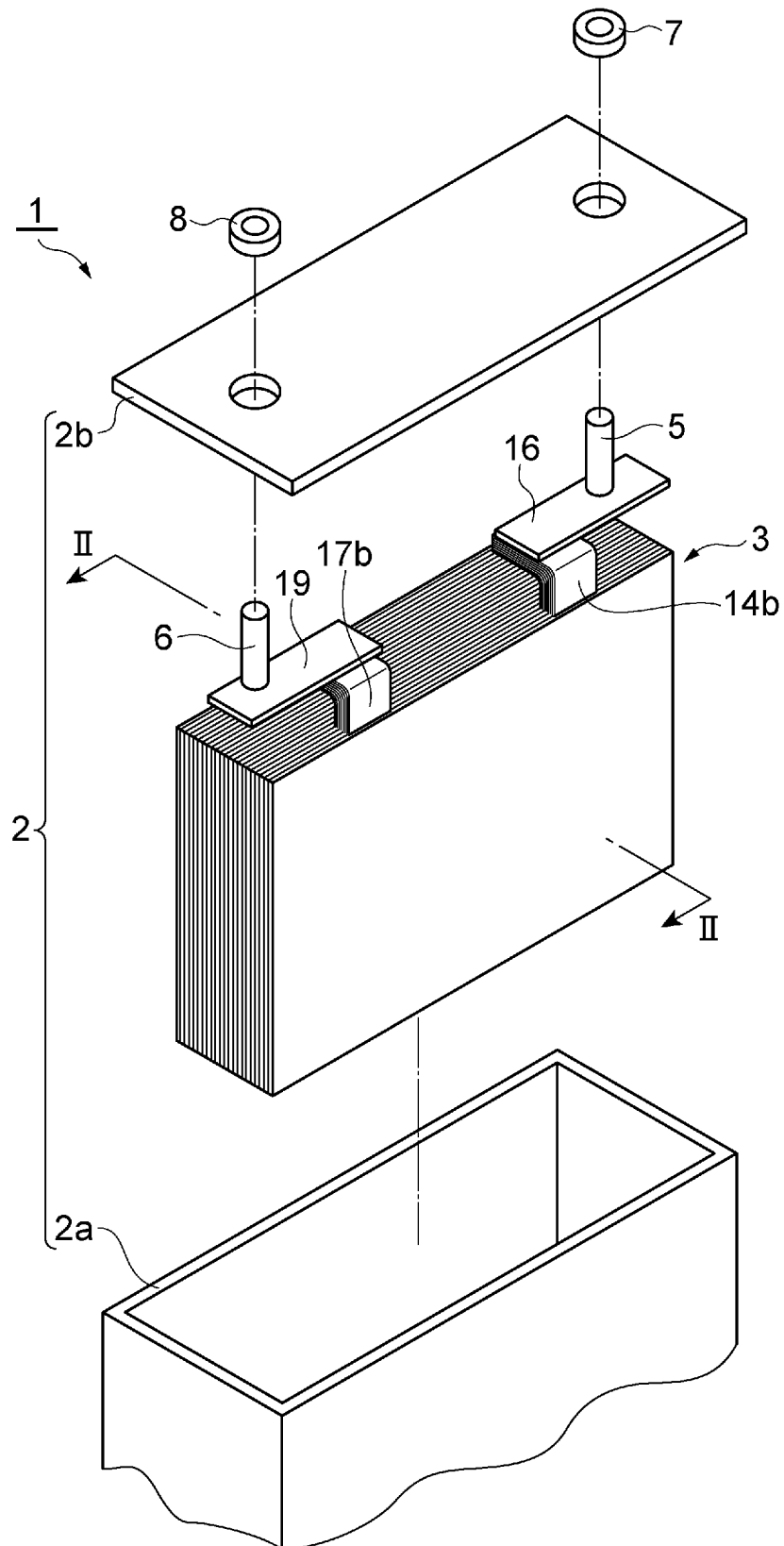
[請求項 14] 積層型である、請求項 13 に記載の電極組立体。

[請求項 15] (補正後) 集電体を更に備え、前記第 1 のタブ積層体の積層方向において前記集電体上に前記第 1 のタブ積層体が配置される、請求項 13 又は 14 に記載の電極組立体。

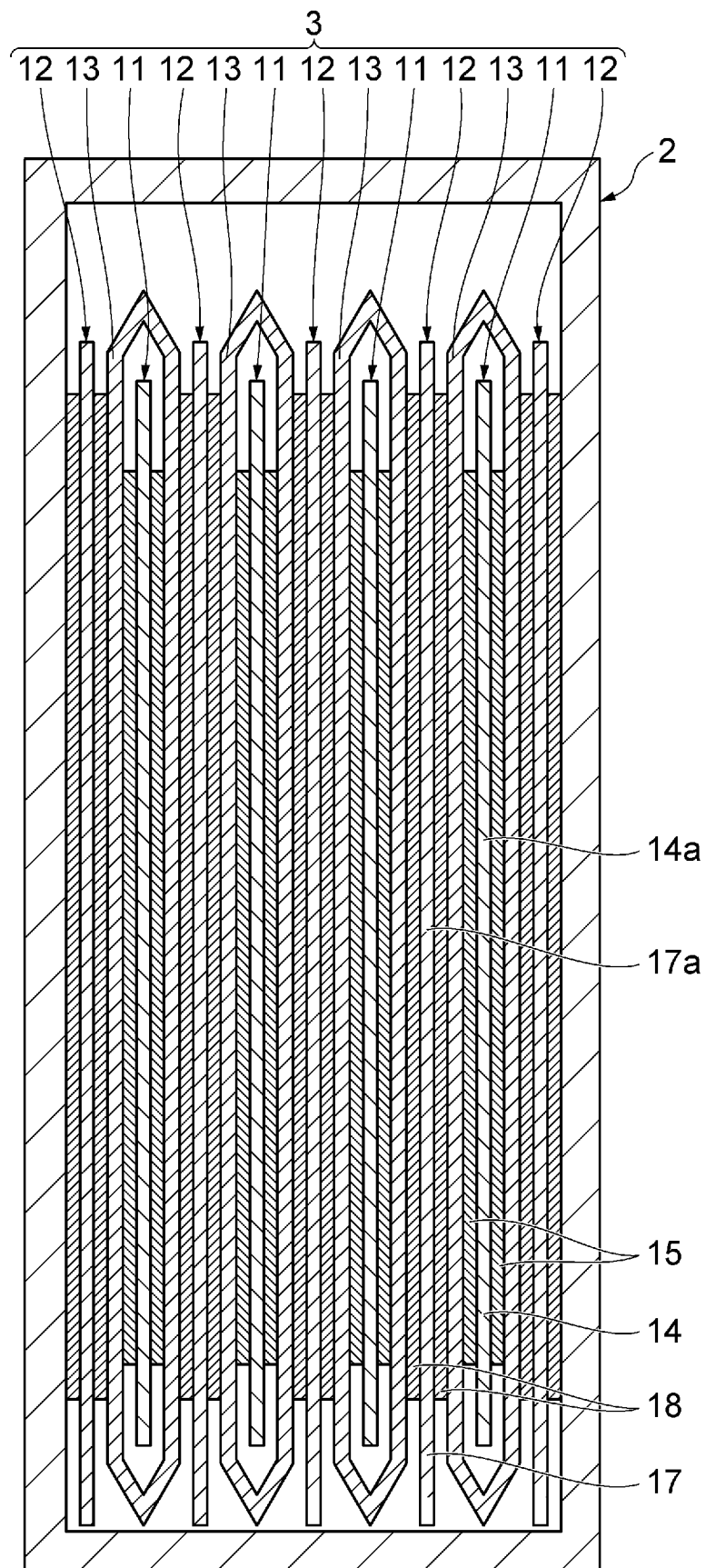
[請求項 16] (補正後) 導電部材を更に備え、前記第 1 のタブ積層体の積層方向において前記第 1 のタブ積層体上に前記導電部材が配置される、請求項 13 ～ 15 のいずれか一項に記載の電極組立体。

- [請求項 17] (補正後) 前記第 1 のタブ積層体が、前記第 1 のタブ積層体の積層方向において導電部材と集電体との間に配置され、
- 前記第 1 のタブ積層体の積層方向における前記導電部材の厚みは、前記第 1 のタブ積層体の積層方向における前記集電体の厚みよりも小さい、請求項 13～16 のいずれか一項に記載の電極組立体。
- [請求項 18] (補正後) 前記第 1 のタブ積層体の前記端面において前記第 1 のタブ積層体の積層方向に直交する方向における前記溶接部の最大長さが、前記第 1 のタブ積層体の積層方向と前記第 1 のタブ積層体の前記端面において前記第 1 のタブ積層体の積層方向に直交する前記方向との両方に直交する方向から見たときに、前記第 1 のタブ積層体の積層方向における前記溶接部と前記第 1 のタブ積層体とが重なる部分の最大長さよりも大きい、請求項 13～17 のいずれか一項に記載の電極組立体。
- [請求項 19] (補正後) 前記第 1 のタブ積層体の積層方向を含み前記第 1 のタブ積層体の前記端面に直交する前記第 1 のタブ積層体の断面において、前記第 1 のタブ積層体の積層方向に直交する方向における前記溶接部の最大溶接深さが 2 mm未満である、請求項 13～18 のいずれか一項に記載の電極組立体。
- [請求項 20] (補正後) 前記第 1 のタブ積層体の前記端面の法線方向から見て、前記溶接部が、曲線を含む外形形状を有する、請求項 13～19 のいずれか一項に記載の電極組立体。

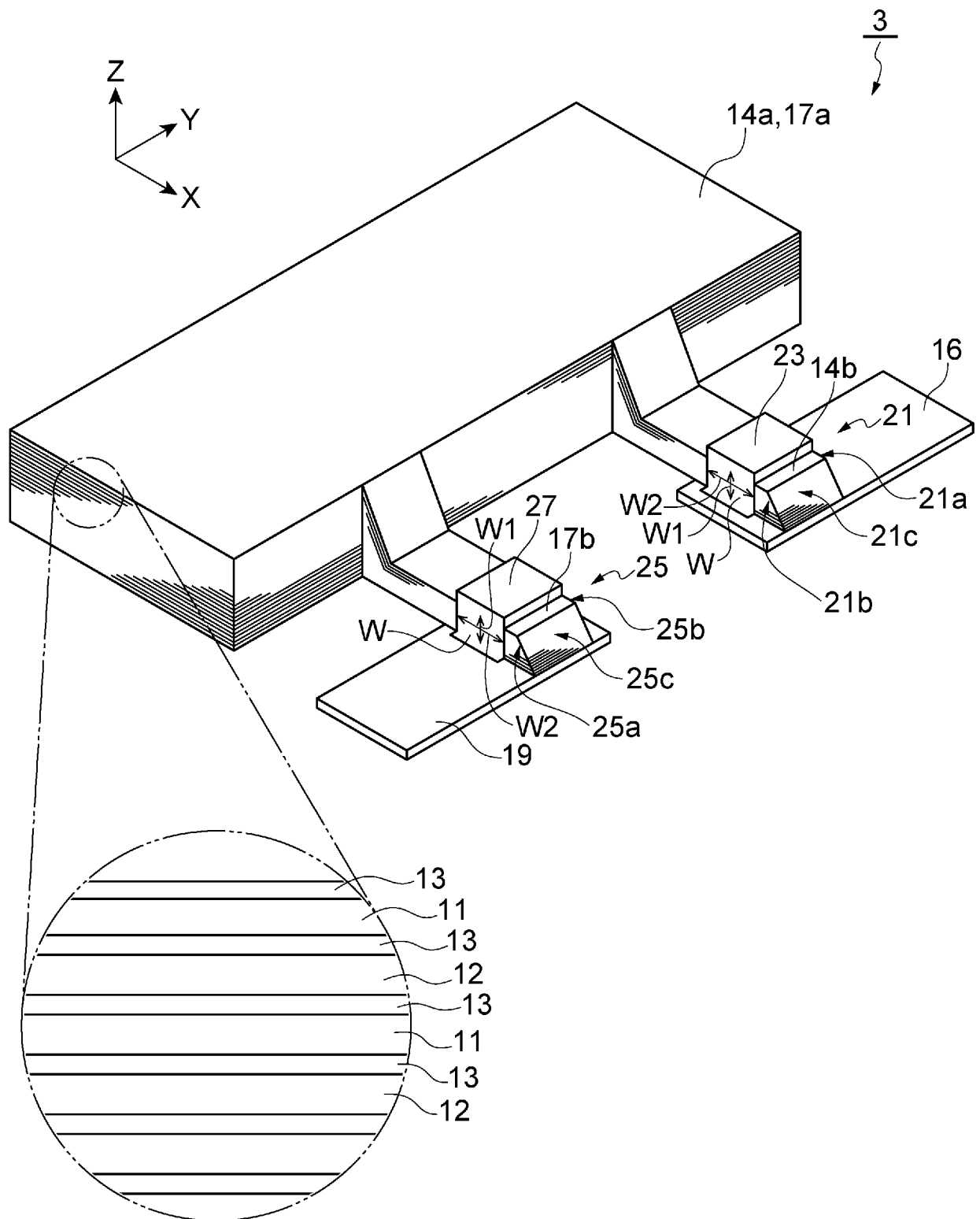
[図1]



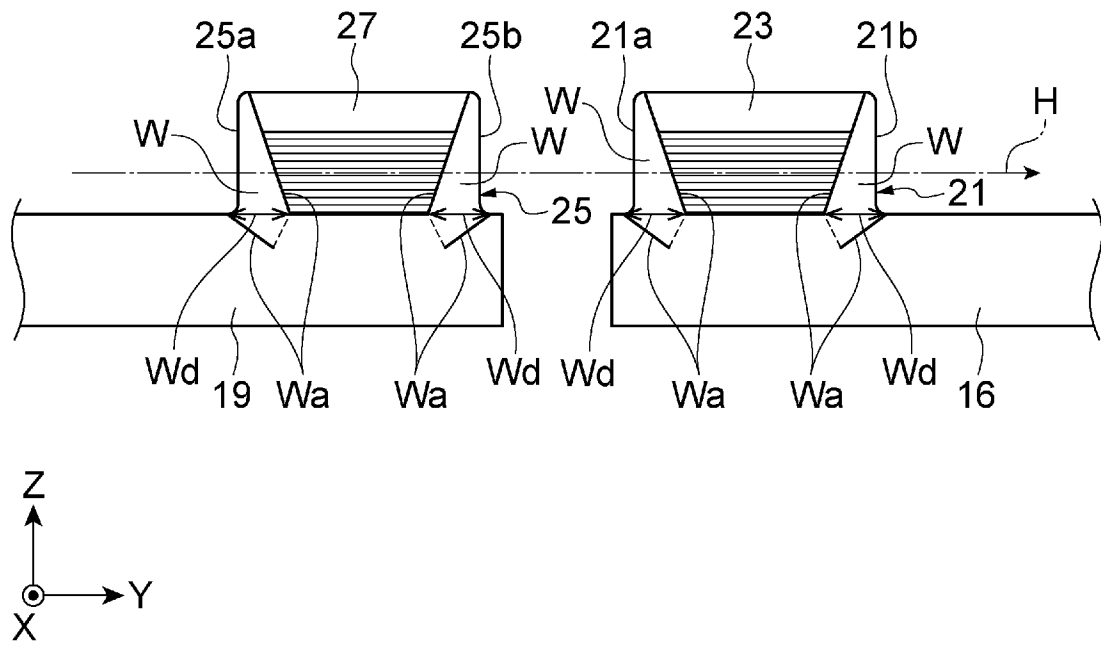
[図2]



[図3]

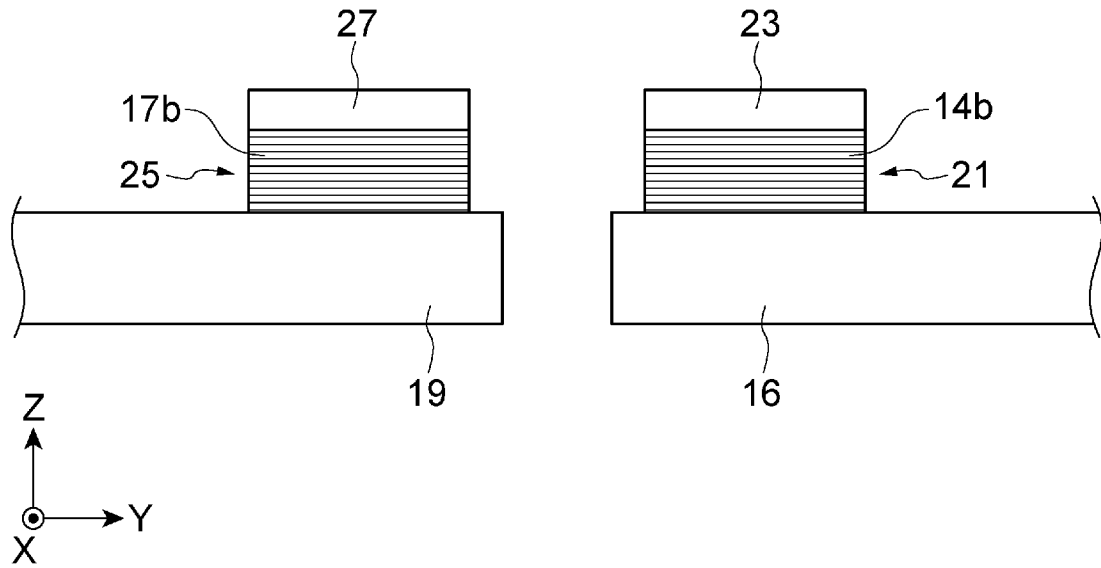


[図4]

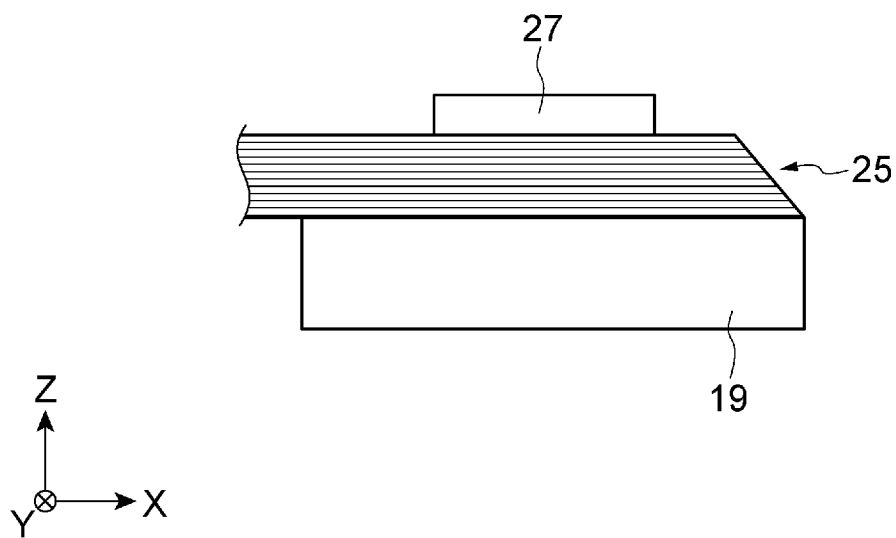


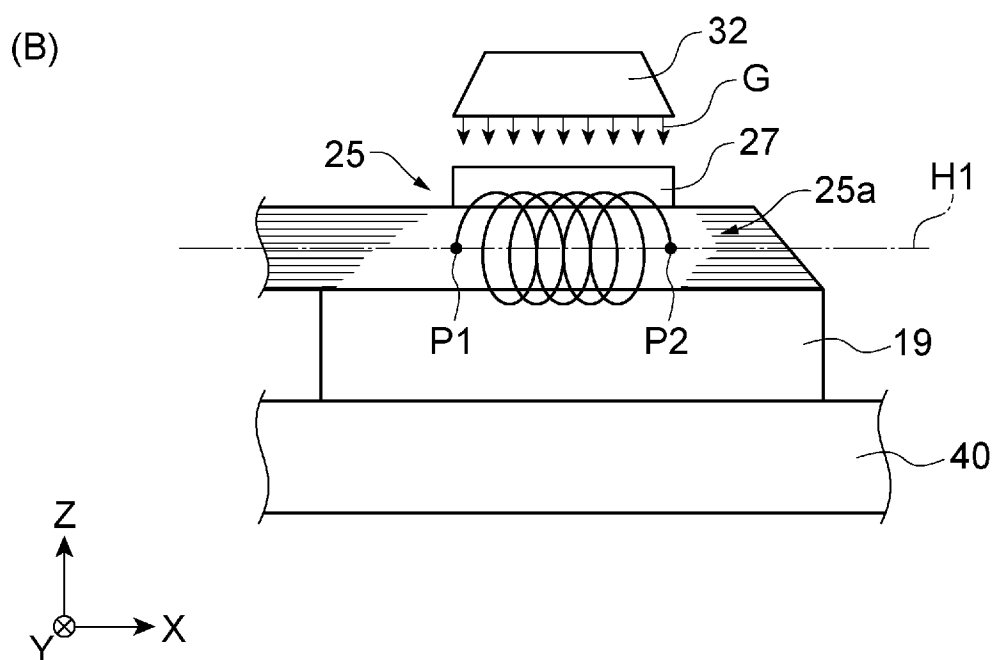
[図5]

(A)

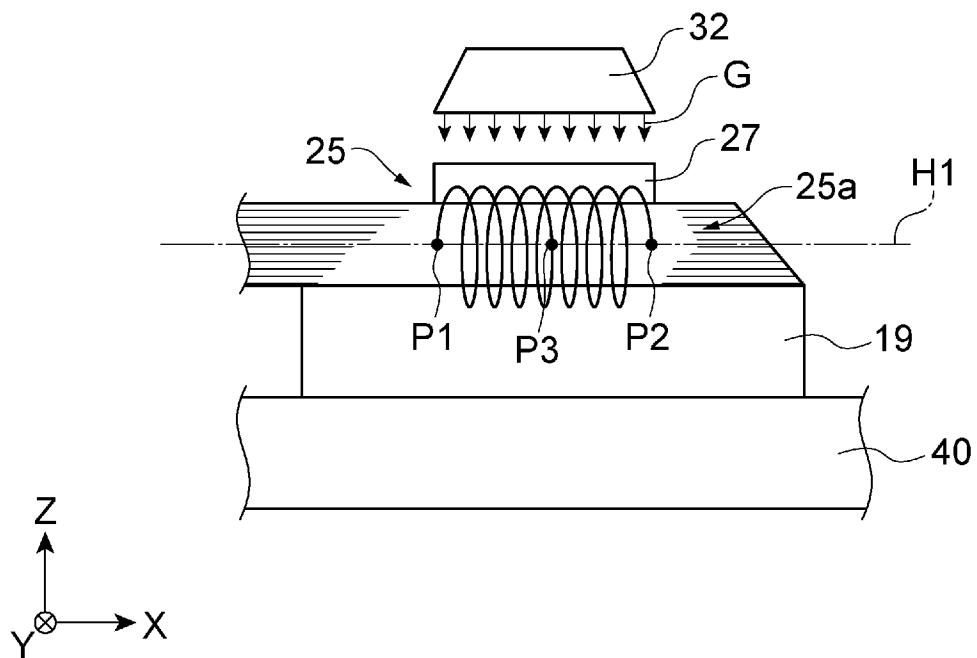


(B)

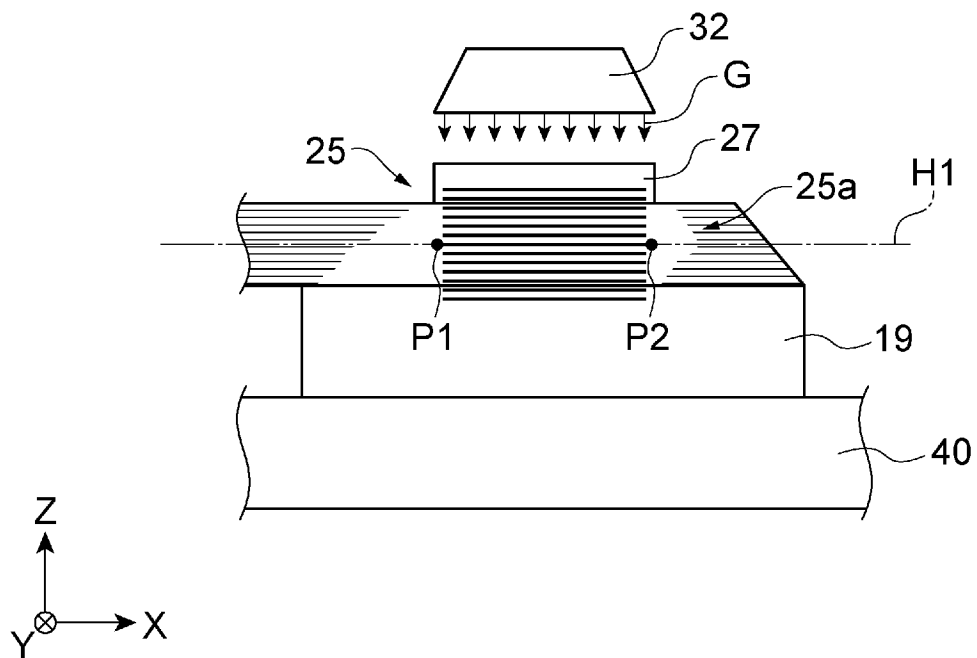




[図7]

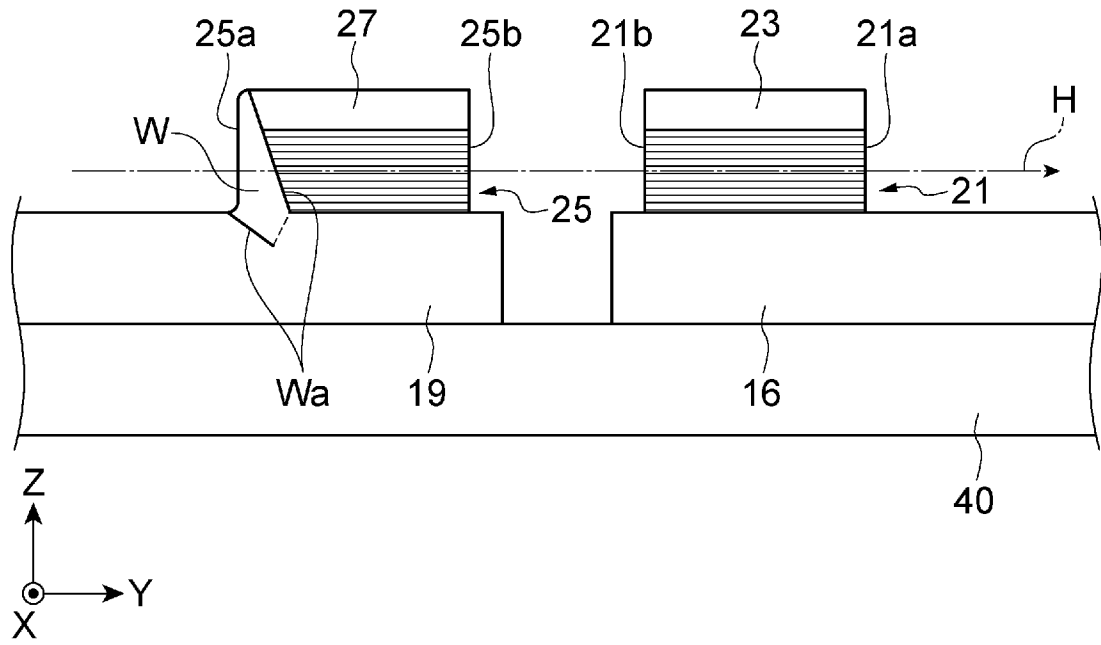


[図8]

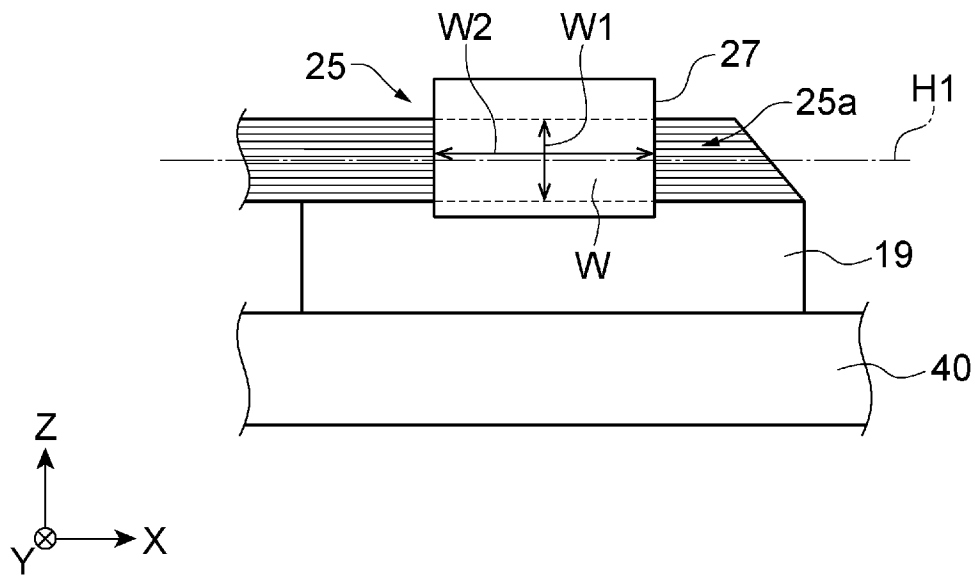


[図9]

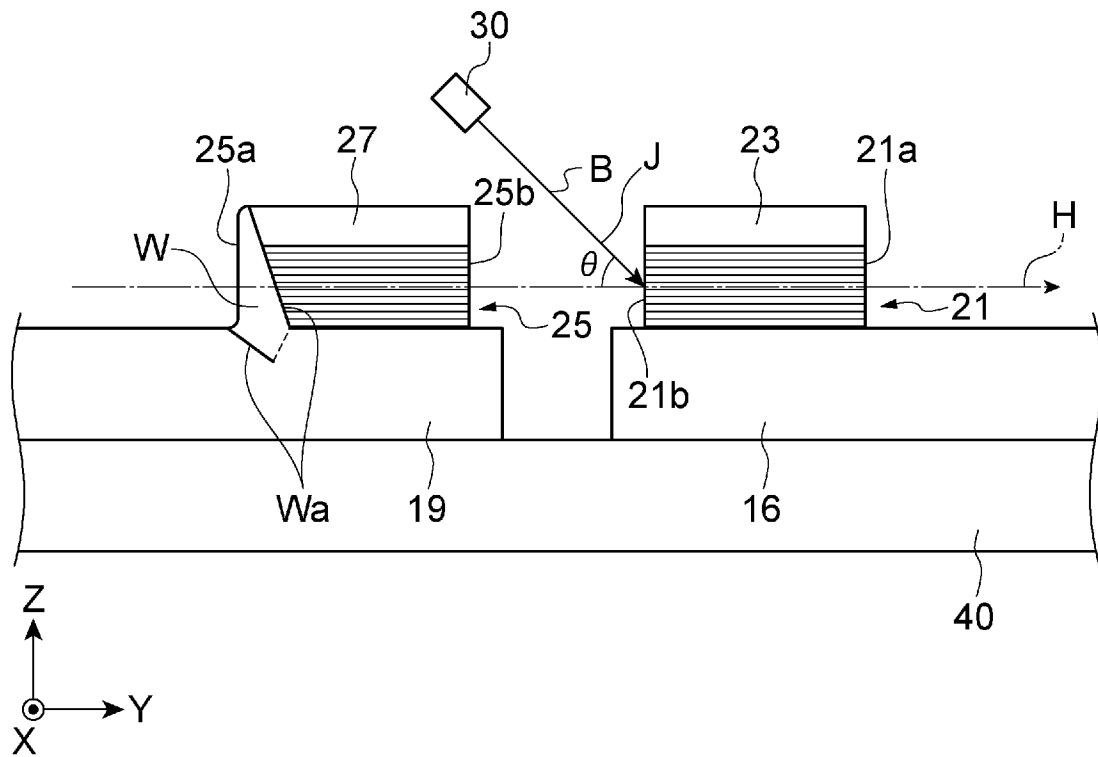
(A)



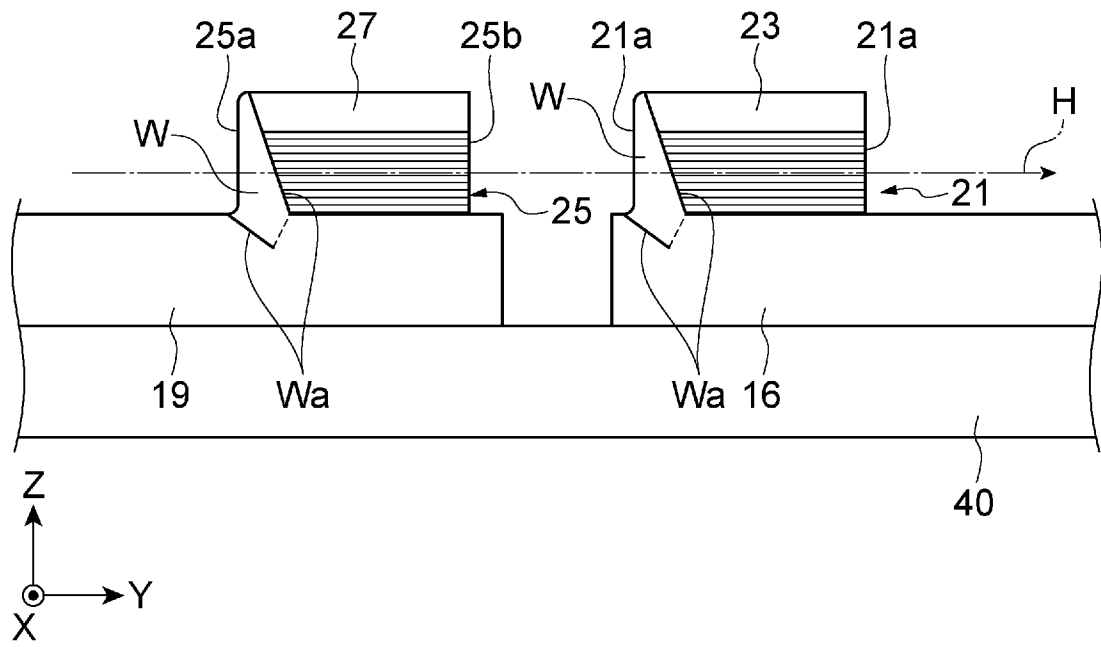
(B)



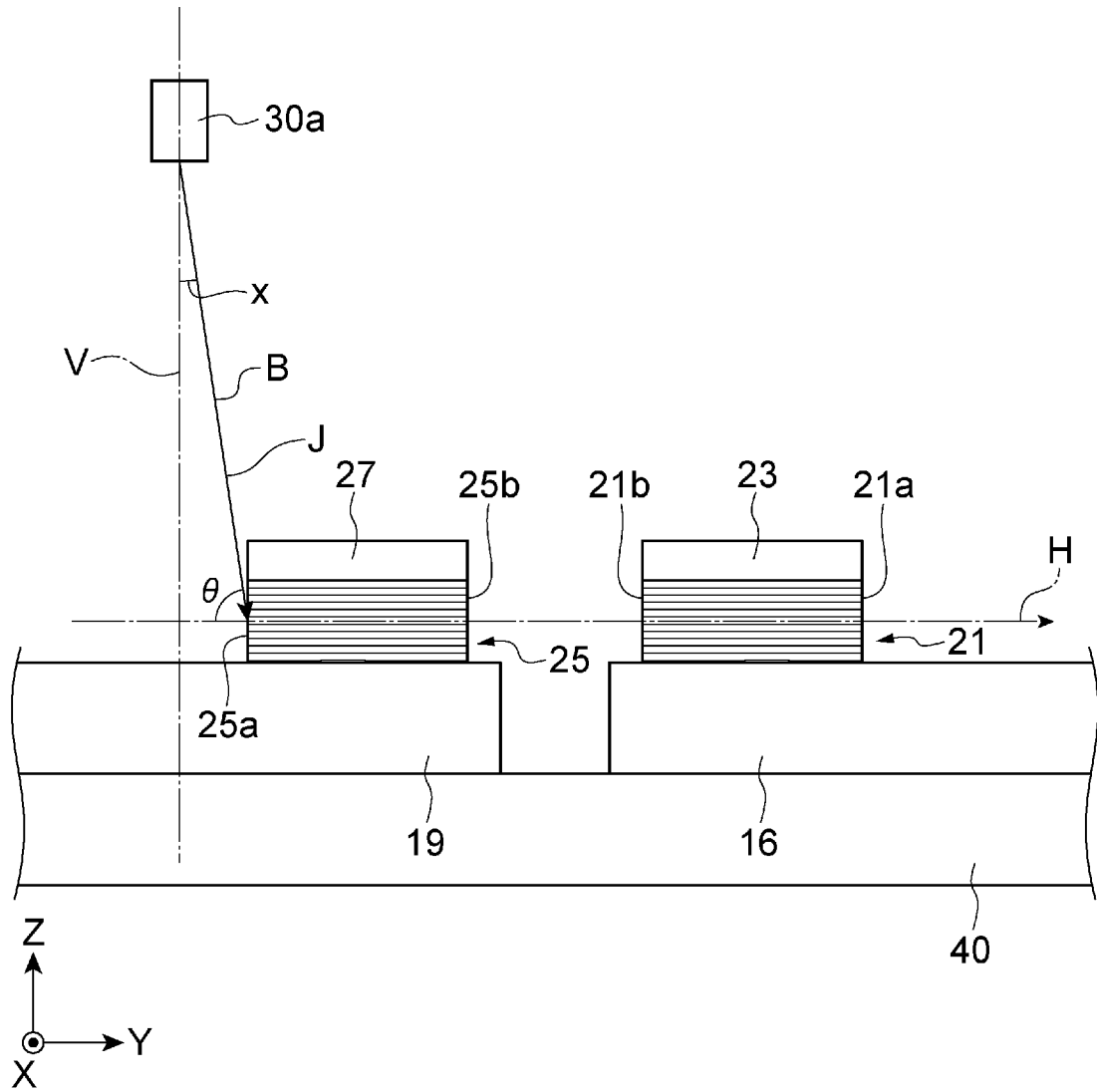
[図10]



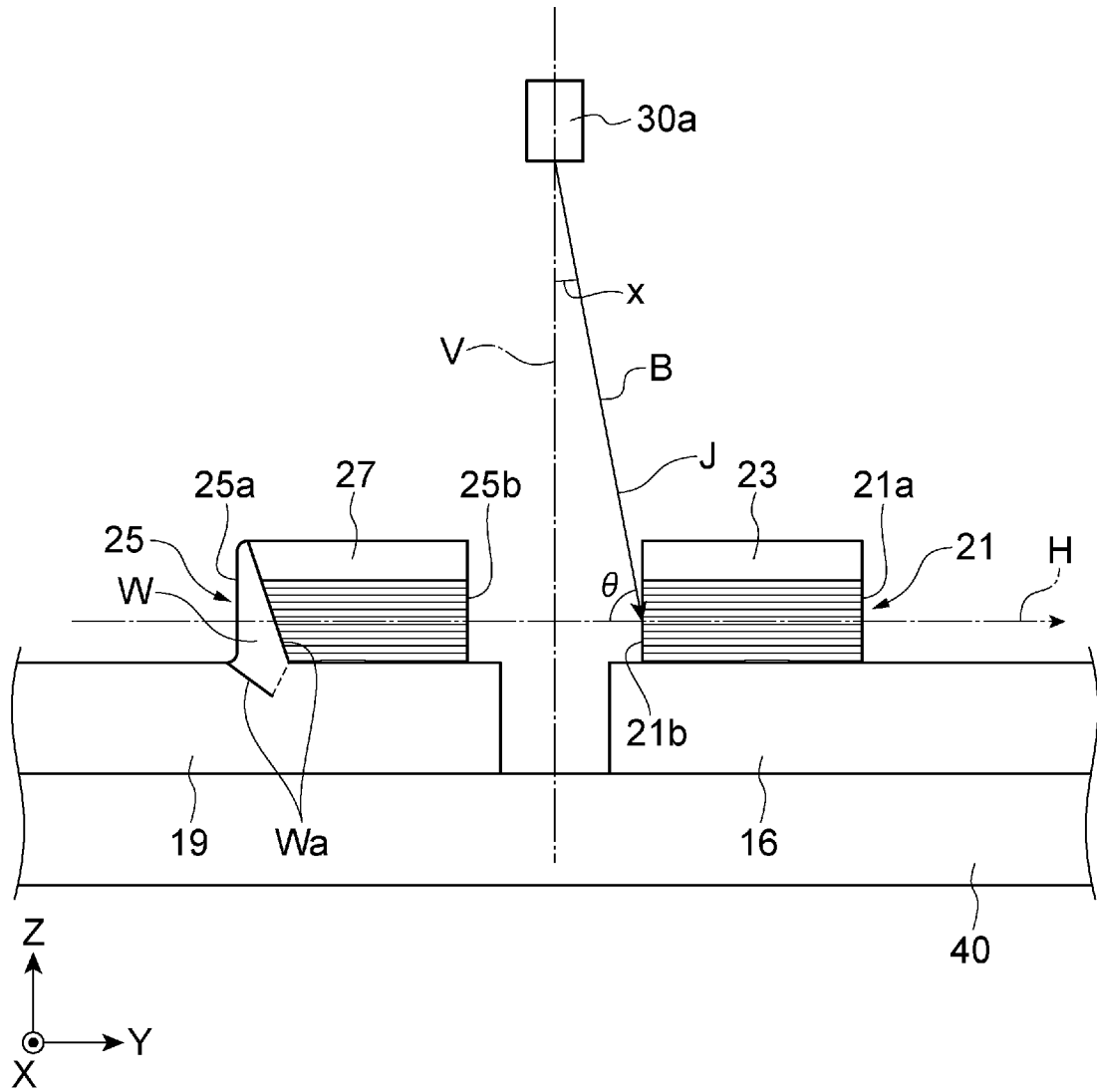
[図11]



[図12]

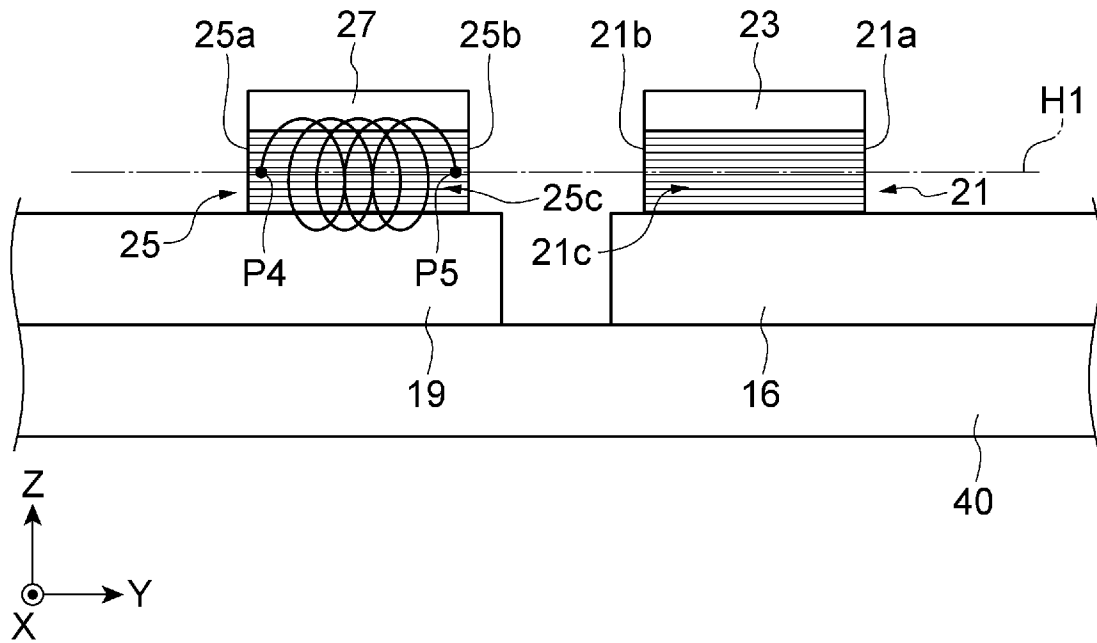


[図13]

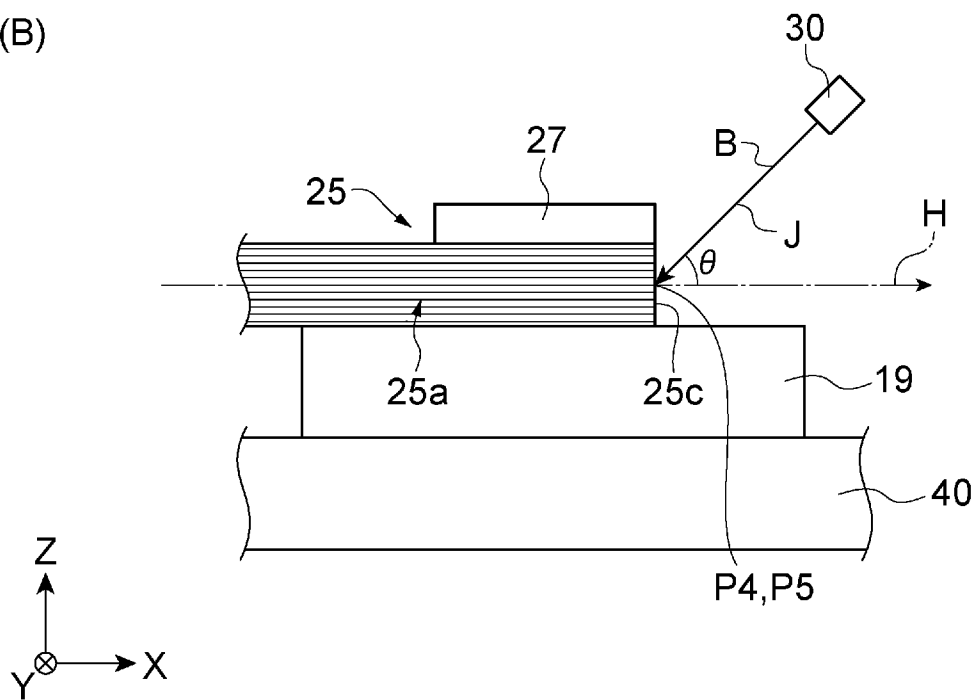


[図14]

(A)

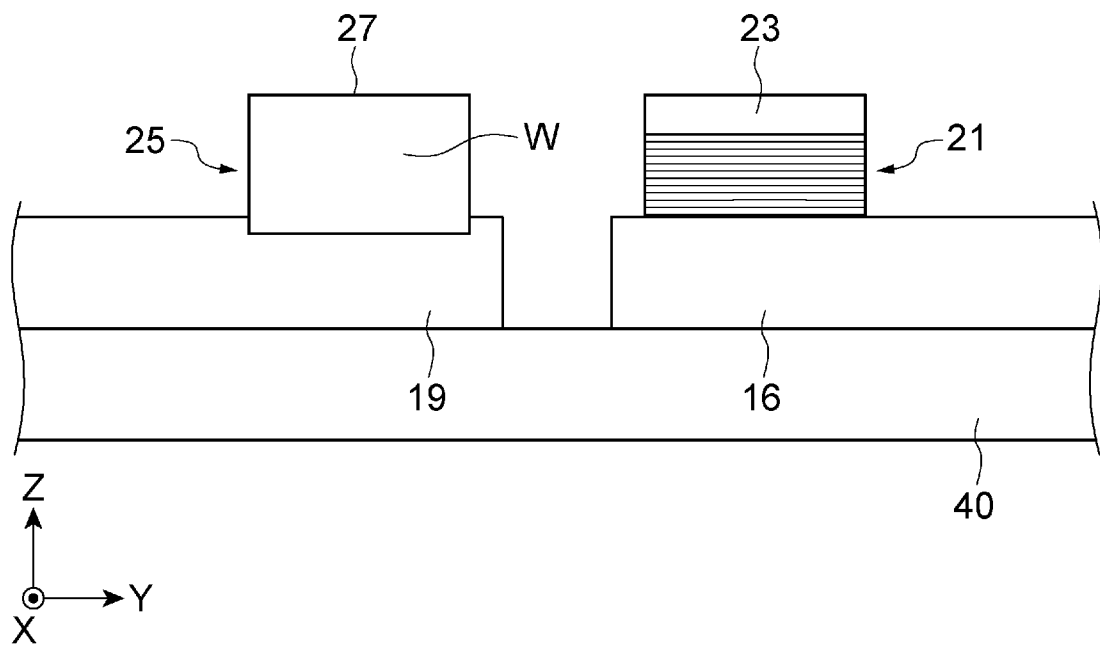


(B)

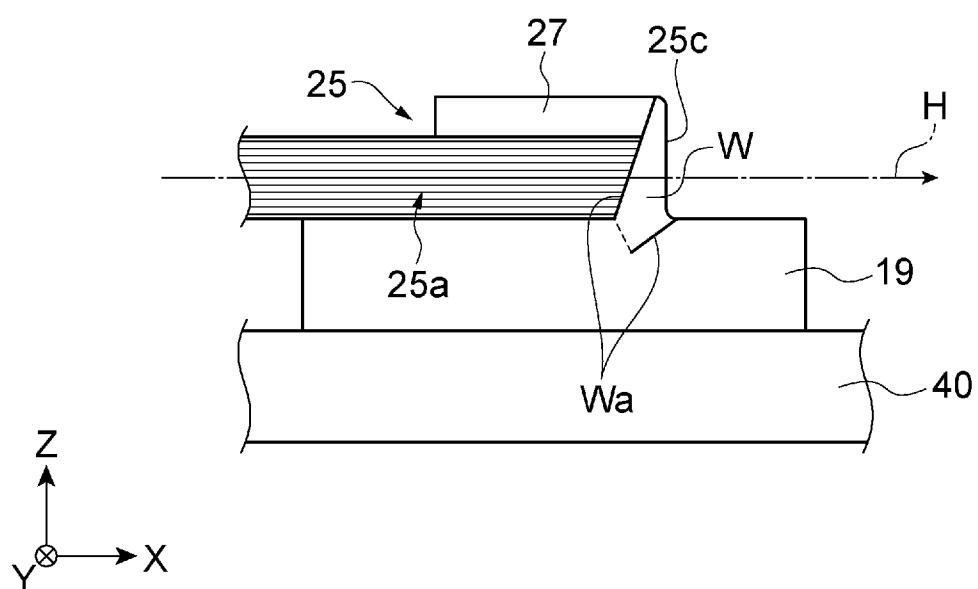


[図15]

(A)

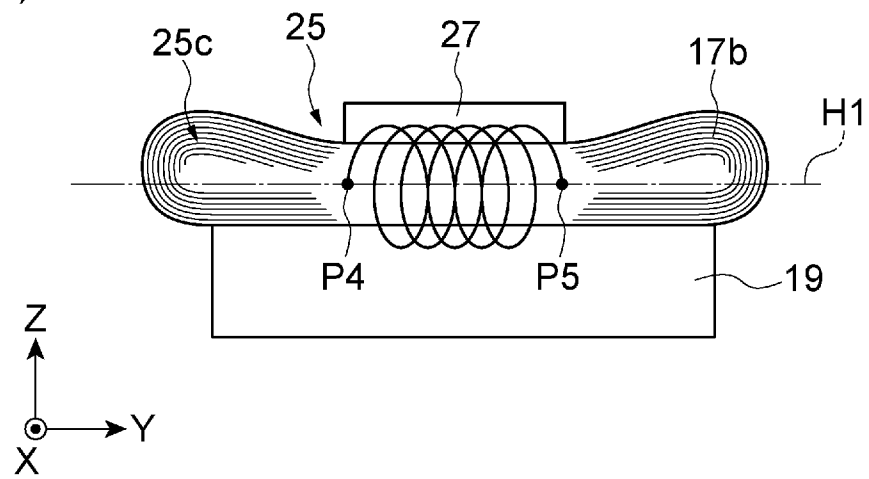


(B)

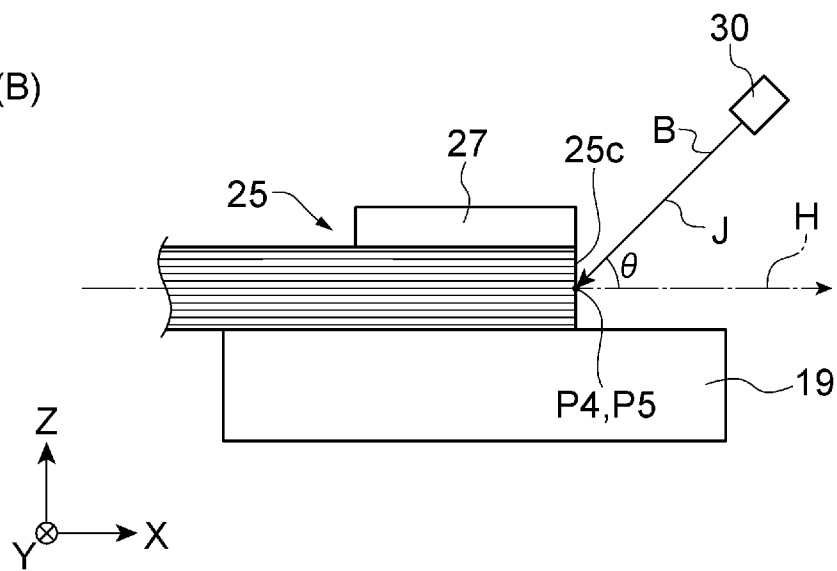


[図16]

(A)

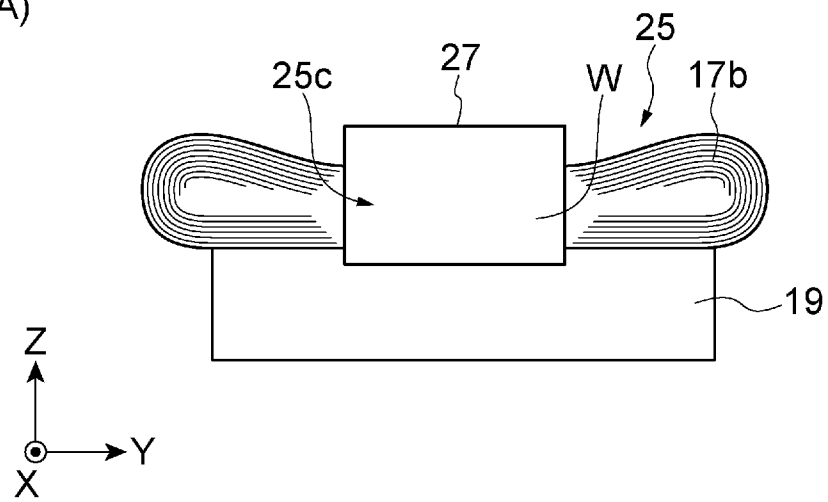


(B)

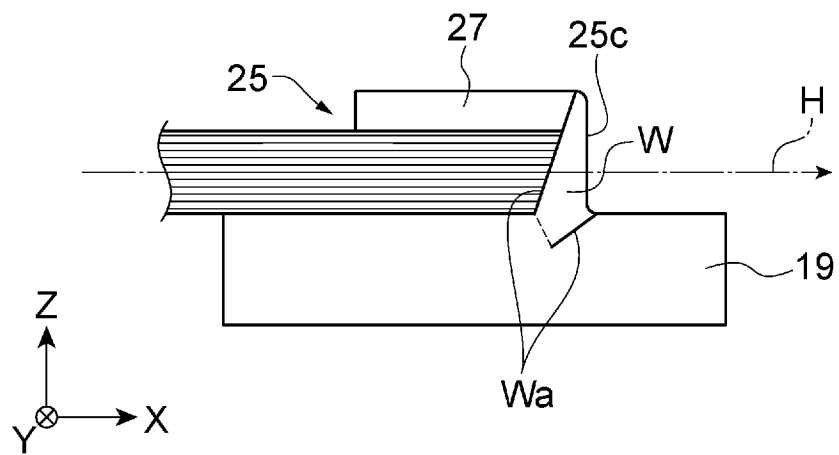


[図17]

(A)

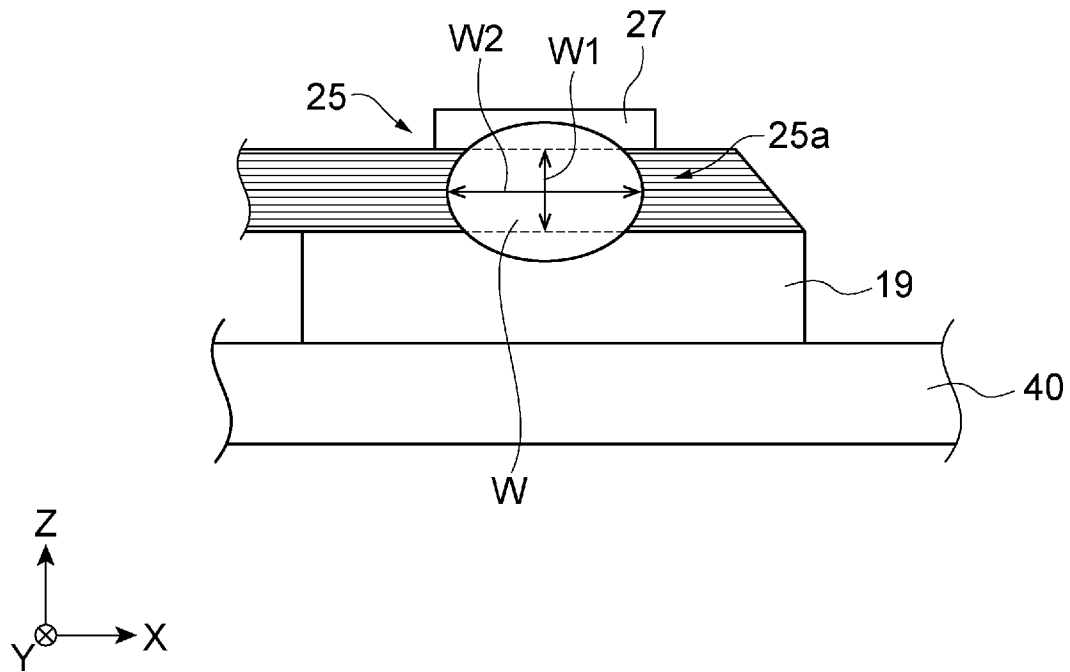


(B)

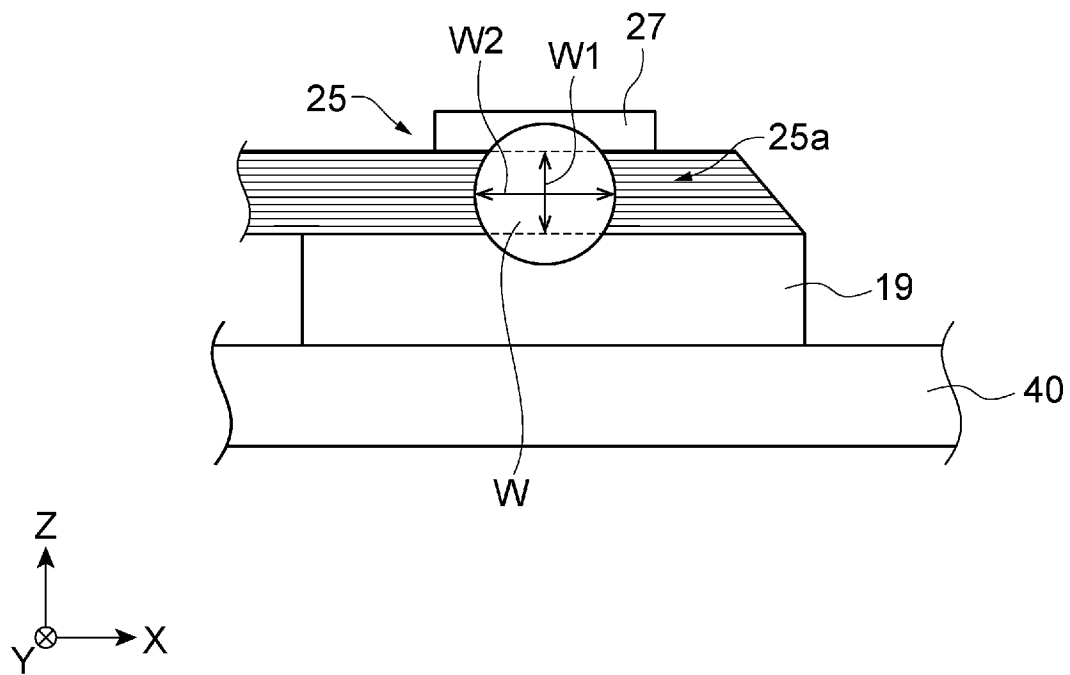


[図18]

(A)



(B)



[図19]

	最大溶接深さWd[mm]	スパッタ粒子の数[個]	溶接部の電気抵抗
実施例1	0.1	0	B
実施例2	0.3	10	A
実施例3	1.2	20	A
実施例4	1.5	70	A
実施例5	2	200以上	B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/082104

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M2/26(2006.01)i, H01G11/76(2013.01)i, H01G11/84(2013.01)i, H01M2/22(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01M2/26, H01G11/76, H01G11/84, H01M2/22

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2013-122973 A (Chiba Institute of Technology), 20 June 2013 (20.06.2013), paragraphs [0019] to [0042]; fig. 1 to 2, 8 to 11 (Family: none)	1-2, 4, 7, 9, 13-17 3, 5-6, 8, 10-12, 18-20
X A	JP 2010-135651 A (Chiba Institute of Technology), 17 June 2010 (17.06.2010), paragraphs [0012] to [0027]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-2, 4, 7-8, 11, 13-16, 19 3, 5-6, 9-10, 12, 17-18, 20

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
10 January 2017 (10.01.17)

Date of mailing of the international search report
24 January 2017 (24.01.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01M2/26(2006.01)i, H01G11/76(2013.01)i, H01G11/84(2013.01)i, H01M2/22(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01M2/26, H01G11/76, H01G11/84, H01M2/22

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2013-122973 A（学校法人千葉工業大学）2013.06.20, 段落 [0019]-[0042], 図 1-2, 図 8-11（ファミリーなし）	1-2, 4, 7, 9, 13-17 3, 5-6, 8, 10-12, 18-20
X A	JP 2010-135651 A（学校法人千葉工業大学）2010.06.17, 段落 [0012]-[0027], 図 1-3（ファミリーなし）	1-2, 4, 7-8, 11 , 13-16, 19 3, 5-6, 9-10, 12, 17-18, 20

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10.01.2017

国際調査報告の発送日

24.01.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

田中 永一

4 X

9539

電話番号 03-3581-1101 内線 3477