

(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
2021年10月7日(07.10.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/199518 A1

(51) 国際特許分類:
B21D 53/00 (2006.01) H01M 50/543 (2021.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/047232

(22) 国際出願日: 2020年12月17日(17.12.2020)

(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 2020-063253 2020年3月31日(31.03.2020) JP

(71) 出願人: 日立金属株式会社(HITACHI METALS, LTD.) [JP/JP]; 〒1088224 東京都港区港南一丁目2番70号 Tokyo (JP). 株式会社青山製作所茨城工場(AOYAMA SEISAKUSHO IBARAKI PLANT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒3120036 茨城県ひたちなか市津田東2丁目1番地1 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 北川 堯生 (KITAGAWA, Takao); 〒5640043 大阪府吹田市南吹田二丁目19番1号 株式会社日立金属ネオマテリアル内 Osaka (JP). 横田 将幸 (YOKOTA, Masayuki); 〒5640043 大阪府吹田市南吹田二丁目19番1号 株式会社日立金属ネオマテリアル内 Osaka (JP). 石井 尚憲 (ISHII, Naonori); 〒3120036 茨城県ひたちなか市津田東2丁目1番地1 株式会社青山製作所茨城工場内 Ibaraki (JP). 中野 裕文 (NAKANO, Hirofumi); 〒3120036 茨城県ひたちなか市津田東2丁目1番地1 株式会社青山製作所茨城工場内 Ibaraki (JP).

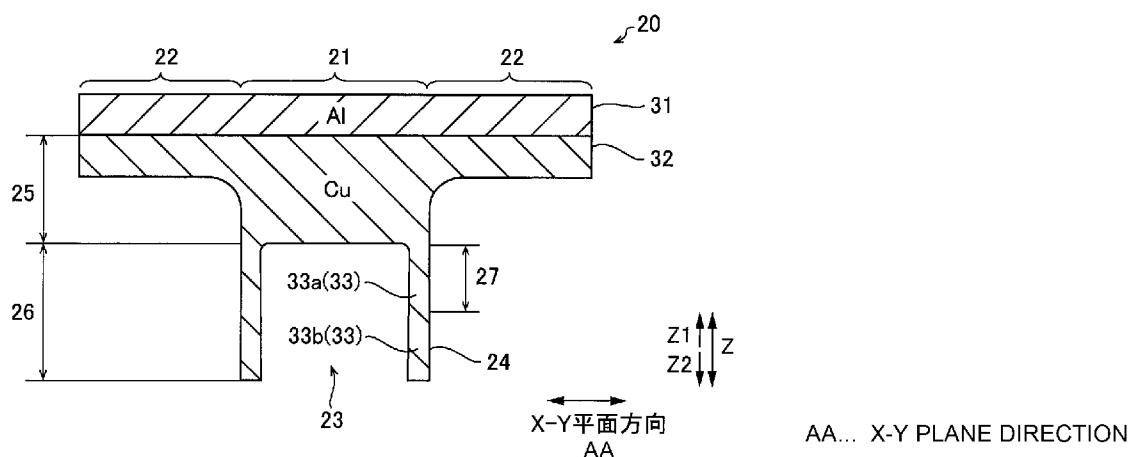
(74) 代理人: 宮園 博一 (MIYAZONO, Hirokazu); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島5丁目13番9号 新大阪MTビル1号館 Osaka (JP).

(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,

(54) Title: BATTERY TERMINAL AND METHOD FOR MANUFACTURING BATTERY TERMINAL

(54) 発明の名称: 電池用端子および電池用端子の製造方法

[図6]



(57) Abstract: This negative pole terminal 20 (the battery terminal) is provided with a shaft section 21, a flange section 22 which extends in the radial direction from sides of the shaft section 21, and a recess section 23 enclosed by a wall section 24 which extends beyond the tip end of a Cu layer 32 side of the shaft section 21. In the axial-direction cross section of the shaft section 21, the cross-sectional area of Cu crystal grains which constitute a Cu portion 33 comprising the Cu layer 32 of the wall section 24 is $10 \mu\text{m}^2$ to $100 \mu\text{m}^2$, inclusive.

(57) 要約: この負極端子 20 (電池用端子) は、軸部 21 と、軸部 21 の側方から放射方向に広がる鈎部 22 と、軸部 21 の Cu 層 32 側の先端からさらに延びる壁部 24 に囲まれる凹部 23 と、を備え、軸部 21 の軸方向の切断面において、壁部 24 の Cu 層 32 からなる Cu 部分 33 を構成する Cu 結晶粒の断面積は $10 \mu\text{m}^2$ 以上 $100 \mu\text{m}^2$ 以下である。

[続葉有]

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, IT, JO, JP, KE, KG, KH, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称： 電池用端子および電池用端子の製造方法

技術分野

[0001] この発明は、たとえばリチウムイオン電池に適する電池用端子および電池用端子の製造方法に関し、特に、純A lまたはA l基合金からなるA l層と、純C uまたはC u基合金からなるC u層とを備える電池用端子および電池用端子の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、A l基合金から構成される第1金属層と、C u基合金から構成される第2金属層とを備える電池用端子が知られている（たとえば、特許文献1参照）。

[0003] 特許第6 0 1 4 8 0 8号に開示されている電池用端子は、軸部と、軸部から放射方向に放射状の広がりを持つ鰐部とを有している。また、特許第6 0 1 4 8 0 8号では、電池用端子は、軸部の先端のC u層から構成されたC u部分を折り曲げるとともに、かしめることにより、他の部材に固定されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第6 0 1 4 8 0 8号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許第6 0 1 4 8 0 8号には記載されていないが、電池用端子の軸部の先端のC u部分を折り曲げてかしめることによって他の部材に固定するためには、折り曲げられるC u部分に、折り曲げおよびかしめに耐える機械的特性が求められる。また、電池用端子と他の部材との間の堅固な固定状態（かしめ状態）を維持するためには、かしめられたC u部分に、その固定状態に経時的に耐える機械的特性が求められる。そこで、本願発明者が鋭意検討したと

ころ、そのCu部分の加工性が過度に悪いと、そのCu部分を折り曲げてか
しめたときに、そのCu部分に割れが発生するという問題点を発見した。ま
た、そのCu部分の加工性が過度に良いと、電池用端子の軸部の先端のCu
部分を折り曲げてかしめることによって他の部材に固定した後に、Cu部分
に振動などの外力が加わったときに割れが発生するという問題点を発見した
。

[0006] この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、本
発明の1つの目的は、軸部の先端のCu部分を折り曲げてかしめることによ
り他の部材に固定するのに適切な機械的特性を有するとともに、その固定状
態（かしめ状態）を維持するために適切な機械的特性を有することが可能な
電池用端子およびその製造方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] 本願発明者は、上記のような課題を解決するために鋭意検討した結果、電
池用端子の軸部の先端のCu部分が適切な断面積の結晶粒で構成されている
ことにより、Cu部分が好適な機械的特性を有することができることを見出
した。そして、本発明を完成させた。

[0008] すなわち、本発明の第1の局面による電池用端子は、純AlまたはAl基
合金から構成されるAl層と、純CuまたはCu基合金から構成されるCu
層とが、この順に積層された状態で接合され、Al層側からCu層側に延び
る軸部と、軸部の側方から放射方向に広がる鰭部と、軸部のCu層側の先端
からさらに延びる壁部に囲まれる凹部と、を備え、軸部の軸方向の切断面
において、壁部のCu層からなるCu部分を構成するCu結晶粒の断面積は、
 $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下である。

[0009] この発明の第1の局面による電池用端子は、Al層側からCu層側に延び
る軸部と、軸部の側方から放射方向に広がる鰭部と、軸部の先端のCu層側
に延びる壁部に囲まれる凹部とを備え、軸部の軸方向の切断面において、壁
部のCu層からなるCu部分を構成するCu結晶粒の断面積は、 $10\mu\text{m}^2$ 以
上 $100\mu\text{m}^2$ 以下である。このように構成すれば、軸部の軸方向の切断面に

において、壁部のCu層からなるCu部分を構成するCu結晶粒の断面積が $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下であることにより、軸部の先端のCu部分が適度なビッカース硬さを有するため、十分な加工性を有することができる。そのため、軸部の先端のCu部分を折り曲げてかしめることにより他の部材に固定するのに好適な機械的特性を有するとともに、その固定状態（かしめ状態）を維持するために適切な機械的特性を有することができる。具体的には、電池用端子の軸部の先端のCu部分を折り曲げてかしめることによって他の部材に固定するために、折り曲げられるCu部分に折り曲げおよびかしめに耐える機械的特性が求められる。Cu結晶粒の断面積が $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下であるCu部分は、折り曲げてかしめたときに割れが発生しにくいという、折り曲げおよびかしめに耐える機械的特性を有することができる。また、電池用端子と他の部材との間の堅固な固定状態（かしめ状態）を維持するためには、かしめられたCu部分に固定状態を維持する機械的特性が求められる。Cu結晶粒の断面積が $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下であるCu部分は、折り曲げてかしめることによって他の部材に固定した後振動などの外力が加わったときに割れが発生しにくいという、その固定状態に経時的に耐える機械的特性を有することができる。

[0010] この発明の第1の局面による電池用端子において、好ましくは、Cu部分を構成するCu結晶粒の断面積は、 $65\mu\text{m}^2$ 以下である。このように構成すれば、Cu部分を構成するCu結晶粒の断面積が（ $10\mu\text{m}^2$ 以上） $65\mu\text{m}^2$ 以下であることにより、軸部の先端のCu部分の加工性を向上させることができるため、軸部の先端のCu部分を折り曲げてかしめることにより他の部材に固定するのにより適切な機械的特性を有するとともに、その固定状態（かしめ状態）を維持するためにより好適な機械的特性を有することができる。この結果、Cu部分を折り曲げてかしめたときに割れが発生することを十分に抑制することができるとともに、かしめられたCu部分に振動などの外力が加わったときに割れが発生することを十分に抑制することができる。

[0011] この発明の第1の局面による電池用端子において、より好ましくは、Cu部分を構成するCu結晶粒の断面積は、 $40\mu\text{m}^2$ 以下である。このように構成すれば、Cu部分を構成するCu結晶粒の断面積が $10\mu\text{m}^2$ 以上 $40\mu\text{m}^2$ 以下であることにより、軸部の先端のCu部分の加工性をより向上させることができるため、電池用端子の形状に拠らず、軸部の先端のCu部分を折り曲げてかしめることにより他の部材に固定するのに十分かつ適切な機械的特性を有することができるとともに、その固定状態（かしめ状態）を維持するためにより適切な機械的特性を有することができる。この結果、Cu部分を折り曲げてかしめたときに割れが発生することを十分に抑制することができる。とともに、かしめられたCu部分に振動などの外力が加わったときに割れが発生することを十分に抑制することができる。

[0012] 上記第1の局面による電池用端子において、好ましくは、Cu部分のビッカース硬さは、 110HV 以上 125HV 以下である。ここで、軸部の先端のCu部分のビッカース硬さが 125HV を超えると加工性が悪くなり過ぎるとともに、軸部の先端のCu部分のビッカース硬さが 110HV 未満になると加工性が良くなり過ぎる。そのため、このように構成すれば、軸部の先端のCu部分が適切なビッカース硬さを有するため、軸部の先端のCu部分を折り曲げてかしめるのに好適な機械的特性を有することができるとともに、かしめられたCu部分に振動などの外力が加わったときに割れが発生しにくい適切な機械的特性を有することができる。

[0013] この発明の第2の局面による電池用端子の製造方法は、純AlまたはAl基合金からなるAl板材と、純CuまたはCu基合金からなるCu板材とを、この順に積層した状態で接合することによって、Al材およびCu材により構成されたクラッド材を形成する工程と、クラッド材をプレス加工することによって、クラッド材のAl材からなるAl層と、クラッド材のCu材からなるCu層とが、この順に積層された状態で接合され、Al層側からCu層側に延びる軸部と、軸部の側方から放射方向に広がる鰐部と、軸部の先端のCu層側に延びる壁部に囲まれる凹部とを含む電池用端子を形成する工程

と、を備え、電池用端子を形成する工程は、軸部の軸方向の切断面において、壁部のCu層からなるCu部分を構成するCu結晶粒の断面積が $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下になるように、クラッド材をプレス加工する工程を含む。

[0014] この発明の第2の局面による電池用端子の製造方法は、軸部の軸方向の切断面において、壁部のCu層からなるCu部分を構成するCu結晶粒の断面積が $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下になるように、クラッド材をプレス加工する工程を含む。この構成により、壁部のCu層からなるCu部分を十分な硬さを有するようにプレス加工することができるため、Cu部分が十分な加工性を有し、折り曲げてかしめることにより他の部材に固定するのに好適な機械的特性を有するCu部分を軸部の先端に形成することができるとともに、その固定状態（かしめ状態）を維持するために好適な機械的特性を有するCu部分を形成することができる。具体的には、電池用端子の軸部の先端のCu部分を折り曲げてかしめることによって他の部材に固定するためには、折り曲げられるCu部分（特に壁部の基部領域のCu部分）に、折り曲げおよびかしめに耐える機械的特性が求められる。Cu結晶粒の断面積が $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下となるようにプレス加工されたCu部分は、折り曲げてかしめたときに割れが発生しにくいという、折り曲げおよびかしめに耐える機械的特性を有することができる。また、電池用端子と他の部材との間の健全な固定状態（かしめ状態）を維持するためには、かしめられたCu部分に固定状態を維持する機械的特性が求められる。Cu結晶粒の断面積が $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下となるようにプレス加工されたCu部分（特に壁部の基部領域のCu部分）は、折り曲げてかしめることによって他の部材に固定した後に振動などの外力が加わったときに割れが発生しにくいという、その固定状態に経時的に耐える機械的特性を有することができる。

[0015] この発明の第2の局面による電池用端子の製造方法において、好ましくは、電池用端子を形成する工程は、Cu部分を構成するCu結晶粒の断面積が $65\mu\text{m}^2$ 以下になるようにクラッド材をプレス加工する工程を含む。このよ

うに構成すれば、Cu部分を構成するCu結晶粒の断面積が（ $10\mu\text{m}^2$ 以上） $65\mu\text{m}^2$ 以下になるようにクラッド材をプレス加工することにより、軸部の先端のCu部分の加工性が向上するようにクラッド材をプレス加工することができるため、軸部の先端のCu部分を折り曲げてかしめることにより他の部材に固定するのにより適切な機械的特性を有するCu部分を形成することができる。この結果、Cu部分は、折り曲げてかしめたときに割れが発生することをより抑制することができるとともに、かしめられたCu部分に振動などの外力が加わったときに割れが発生することを十分に抑制することができる。

[0016] この発明の第2の局面による電池用端子の製造方法において、より好ましくは、電池用端子を形成する工程は、Cu部分を構成するCu結晶粒の断面積が $40\mu\text{m}^2$ 以下になるようにクラッド材をプレス加工する工程を含む。このように構成すれば、Cu部分を構成するCu結晶粒の断面積が $10\mu\text{m}^2$ 以上 $40\mu\text{m}^2$ 以下になるようにクラッド材をプレス加工することにより、軸部の先端のCu部分の加工性がより向上するようにクラッド材をプレス加工することができるため、電池用端子の形状に拠らず、軸部の先端のCu部分を折り曲げてかしめることにより他の部材に固定するのに十分に適切な機械的特性を有するCu部分を形成することができる。この結果、Cu部分は、折り曲げてかしめたときに割れが発生することを十分に抑制することができるとともに、かしめられたCu部分に振動などの外力が加わったときに割れが発生することを十分に抑制することができる。

[0017] 上記第2の局面による電池用端子の製造方法において、好ましくは、電池用端子を形成する工程は、クラッド材の厚み方向の切断面において、Cu材を構成するCu結晶粒の断面積を S_1 とし、軸部の軸方向の切断面において、Cu部分を構成するCu結晶粒の断面積を S_2 とするとき、 $(S_1 - S_2) / S_1 \times 100$ で求まるプレス加工前後のCu結晶粒の変形率が45%以上100%未満になるように、凹部を形成する工程を含む。このように構成すれば、変形率が45%以上100%未満になるように凹部を形成すること

により、プレス加工前のクラッド材のCu材よりもCu結晶粒の断面積が小さいCu部分を形成することができる。この結果、Cu部分を構成するCu結晶粒の断面積が小さく形成されているため伸びなどの機械的特性が向上し、Cu部分を折り曲げてかしめたときに割れが発生することを抑制することができる。同時に、かしめられたCu部分に振動などの外力が加わったときに割れが発生することを抑制することができる。

[0018] 上記第2の局面による電池用端子の製造方法において、好ましくは、電池用端子を形成する工程は、変形率が60%以上になるように、凹部を形成する工程を含む。このように構成すれば、変形率が60%以上（100%未満）になるように形成された凹部において、プレス加工前のクラッド材のCu材よりもCu結晶粒の断面積がより小さいCu部分を形成することができる。この結果、Cu部分を構成するCu結晶粒の断面積がより小さく形成されているため伸びなどの機械的特性がより向上し、Cu部分を折り曲げてかしめたときに割れが発生することを十分に抑制することができる。同時に、かしめられたCu部分に振動などの外力が加わったときに割れが発生することを十分に抑制することができる。

[0019] 上記第2の局面に電池用端子の製造方法において、好ましくは、クラッド材を形成する工程は、クラッド材の厚み方向の切断面において、Cu材のビッカース硬さが70HV以下になるように、クラッド材を形成する工程を含む。このように構成すれば、クラッド材のCu材のビッカース硬さが70HV以下であるためプレス加工時の加工性が適度に向上し、プレス加工後のCu部分を構成するCu結晶粒の断面積を好適な大きさに形成することができる。同時に、プレス加工後のCu部分を適切なビッカース硬さに形成することができる。

[0020] 上記第2の局面に電池用端子の製造方法において、好ましくは、電池用端子を形成する工程は、Cu部分のビッカース硬さが110HV以上125HV以下になるように、クラッド材をプレス加工する工程を含む。このように構成すれば、プレス加工後のCu部のビッカース硬さを110HV以上12

5HV以下にすることにより、折り曲げてかしめるのに好適な機械的特性を有するとともに、かしめた後に振動などの外力が加わったときに割れが発生しにくい適切な機械的特性を有する、Cu部分を得ることができる。

発明の効果

[0021] 本発明によれば、上記のように、軸部の先端のCu部分を折り曲げてかしめることにより他の部材に固定するのに適切な機械的特性を有するとともに、その固定状態（かしめ状態）を維持するために適切な機械的特性を有することが可能である、電池用端子およびその製造方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の実施形態による組電池を示す斜視図である。

[図2]本発明の実施形態によるリチウムイオン電池の全体構成を示す斜視図である。

[図3]本発明の実施形態によるリチウムイオン電池の全体構成を示す分解斜視図である。

[図4]本発明の実施形態によるリチウムイオン電池の正極端子を示す断面図である。

[図5]本発明の実施形態によるリチウムイオン電池の正極端子を蓋材にかしめた様子を示す断面図である。

[図6]本発明の実施形態による負極端子を示す断面図である。

[図7]本発明の実施形態による負極端子の他の例を示す断面図である。

[図8]本発明の実施形態による負極端子のCu部分の電子顕微鏡像の一部を示す図（写真）である。

[図9]本発明の実施形態による負極端子を蓋部材にかしめた様子を示す断面図である。

[図10]本発明の実施形態によるクラッド材を示す図である。

[図11]本発明の実施形態によるクラッド材のCu材の電子顕微鏡像の一部を示す図（写真）である。

[図12]本発明の実施形態によるクラッド材の製造方法を説明するために示す模式図である。

[図13]本発明の実施形態によるプレス加工をする前の状態を示す図である。

[図14]本発明の実施形態によるプレス加工をした後の状態を示す図である。

[図15]本発明の実施形態による負極端子を蓋部材にかしめる前の状態を示す断面図である。

[図16]本発明の実施形態による負極端子を蓋部材にかしめる途中の状態を示す断面図である。

[図17]本発明の実施形態による負極端子を蓋部材にかしめた後の状態を示す断面図である。

[図18]本発明の実施形態による負極端子のレーザ溶接時の状態を示す断面図である。

[図19]負極端子の変形例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0023] 以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

[0024] (電池用端子の構成)

まず、図1～図11を参照して、本発明の一実施形態による電池用端子を負極端子20として用いた組電池100の概略的な構成について説明する。

[0025] 組電池100は、電気自動車(EV、electric vehicle)、ハイブリッド自動車(HEV、hybrid electric vehicle)、および住宅蓄電システムなどに用いられる大型の電池システムである。この組電池100は、図1に示すように、複数のリチウムイオン電池1が、複数の平板状のバスバー101(点線で図示)によって電氣的に接続されることによって構成されている。

[0026] また、組電池100では、平面的に見てリチウムイオン電池1の短手方向(X方向)に沿って並ぶように、複数のリチウムイオン電池1が配置されている。また、組電池100では、平面的に見て短手方向と直交する長手方向(Y方向)の一方側(Y1側)に正極端子10が位置するとともに、Y方向

の他方側（Ｙ２側）に負極端子２０が位置するリチウムイオン電池１（１ａ）と、Ｙ２側に正極端子１０が位置するとともに、Ｙ１側に負極端子２０が位置するリチウムイオン電池１（１ｂ）とが、Ｘ方向に沿って交互に配置されている。

[0027] また、所定のリチウムイオン電池１の負極端子２０と、所定のリチウムイオン電池１に隣接するリチウムイオン電池１の正極端子１０とが、Ｘ方向に延在する純Ａｌから構成されるバスバー１０１のＸ方向の一方端に抵抗溶接により接合されている。これにより、リチウムイオン電池１の負極端子２０は、バスバー１０１を介して、隣接するリチウムイオン電池１の正極端子１０と接続されている。このようにして、複数のリチウムイオン電池１が直列に接続された組電池１００が構成されている。

[0028] なお、純Ａｌからなるバスバー１０１を用いることによって、純Ｃｕからなるバスバーを用いる場合と比べて、バスバー１０１を軽量化することができる。そのため、純Ａｌからなるバスバー１０１を用いることによって、複数のバスバー１０１を用いる組電池１００全体を軽量化することが可能である。ここで、純Ａｌとは、たとえば、ＪＩＳ規格に規定されたＡ１０００番台のアルミニウムを意味している。また、純Ｃｕとは、たとえば、無酸素銅、タフピッチ銅、または、りん脱酸銅などのＪＩＳ規格に規定されたＣ１０００番台の銅を意味している。

[0029] ＜リチウム電池の構造＞

リチウムイオン電池１は、図２に示すように、略直方体形状の外観を有している。また、リチウムイオン電池１は、Ｘ方向およびＹ方向と直交する上下方向（Ｚ方向）の一方側（Ｚ１側）に配置される蓋部材２と、他方側（Ｚ２側）に配置される電池ケース本体３とを備えている。この蓋部材２および電池ケース本体３は、共にＮｉめっき鋼板からなる。

[0030] 図３に示すように、蓋部材２は、平板状に形成されている。また、蓋部材２には、Ｚ方向に貫通するように、一对の挿入孔２ａおよび挿入孔２ｂが設けられている。この一对の挿入孔２ａおよび挿入孔２ｂは、蓋部材２のＹ方

向に所定の間隔を隔てて形成されているとともに、蓋部材 2 の X 方向の略中央に形成されている。また、一对の挿入孔 2 a および挿入孔 2 b には、それぞれ、正極端子 1 0 および負極端子 2 0 が挿入されるように構成されている。

[0031] リチウムイオン電池 1 は、正極 4 a と負極 4 b とセパレータ 4 c とがロール状に積層された発電素子 4 と、図示しない電解液とを備えている。正極 4 a は、正極活物質が塗布された A l 箔から構成されている。負極 4 b は、負極活物質が塗布された C u 箔から構成されている。セパレータ 4 c は、正極 4 a と負極 4 b とを絶縁する機能を有している。

[0032] また、リチウムイオン電池 1 は、正極端子 1 0 と発電素子 4 の正極 4 a とを電氣的に接続する正極集電体 5 と、負極端子 2 0 と発電素子 4 の負極 4 b とを電氣的に接続する負極集電体 6 とを備えている。

[0033] 正極集電体 5 は、正極端子 1 0 に対応するように Y 1 側に配置されている。また、正極集電体 5 は、正極端子 1 0 が挿入される孔部 5 d が形成された接続部 5 a と、Z 2 側に延びる脚部 5 b と、脚部 5 b と複数の正極 4 a とを接続する接続板 5 c とを含んでいる。また、正極集電体 5 は、正極 4 a と同様に純 A l から構成されている。

[0034] 負極集電体 6 は、負極端子 2 0 に対応するように Y 2 側に配置されている。また、負極集電体 6 は、負極端子 2 0 が挿入される孔部 6 d が形成された接続部 6 a と、Z 2 側に延びる脚部 6 b と、脚部 6 b と複数の負極 4 b とを接続する接続板 6 c とを含んでいる。また、負極集電体 6 は、負極 4 b と同様に純 C u から構成されている。

[0035] また、蓋部材 2 の挿入孔 2 a および挿入孔 2 b には、それぞれ、絶縁性を有するシール部材 7 およびシール部材 8 が嵌め込まれている。シール部材 7 には、正極端子 1 0 が挿入される孔部 7 a が形成されている。このシール部材 7 は、蓋部材 2 の Z 1 側の上面および挿入孔 2 a の内側面と、正極端子 1 0 とが接触することを抑制するとともに、蓋部材 2 の Z 2 側の下面と正極集電体 5 とが接触することを抑制するように配置されている。また、シール部

材 8 には、負極端子 20 が挿入される孔部 8 a が形成されている。シール部材 8 は、蓋部材 2 の Z 1 側の上面および挿入孔 2 b の内側面と、負極端子 20 とが接触することを抑制するとともに、蓋部材 2 の Z 2 側の下面と負極集電体 6 とが接触することを抑制するように配置されている。

[0036] (正極端子の構造)

図 3 に示すように、正極端子 10 は、Z 方向に延びる円柱状の軸部 11 と、軸部 11 の Z 1 側の端部において、軸部 11 から X 方向および Y 方向 (X-Y 平面方向) に放射状の広がりを持つように形成された円環状の鍔部 12 とを有している。軸部 11 は、正極端子 10 の X 方向および Y 方向の略中央に位置するように構成されている。

[0037] 図 4 および図 5 に示すように、正極端子 10 は、正極集電体 5 およびバスバー 101 と同様に、純 Al から構成されている。また、正極端子 10 は、軸部 11 の Z 2 側の端部に凹部 13 が形成されている。また、正極端子 10 は、軸部 11 が蓋部材 2 の挿入孔 2 a (シール部材 7 の孔部 7 a) および正極集電体 5 の孔部 5 d に挿入された状態で、凹部 13 を形成する壁部を用いて正極集電体 5 (図 3 参照) に対してかしめられるとともに、かしめられた状態で、レーザ溶接により正極集電体 5 に接合されて固定されている。なお、軸部 11、鍔部 12 および凹部 13 を有する正極端子 10 は、図示しない Al 板材をプレス加工することにより形成されている。

[0038] (負極端子の構造)

図 6 および図 7 に示すように、負極端子 20 は、Z 方向に延びる円柱状の軸部 21 と、軸部 21 の Z 1 側の端部において、軸部 21 から X 方向および Y 方向 (X-Y 平面方向) に放射状の広がりを持つように形成された、Z 方向から見て円環状の鍔部 22 とを有している。軸部 21 は、負極端子 20 の X 方向および Y 方向の略中央に位置するように構成されている。なお、負極端子 20 は、請求の範囲の「電池用端子」の一例である。X-Y 平面方向は、請求の範囲の「放射方向」の一例である。

[0039] 図 6 に示すように、負極端子 20 は、軸部 21 が Al 層 31 側から Cu 層

3 2 側に突出して延びる T 字形状を有するか、または、図 7 に示すように、十字形状を有する。負極端子 2 0 が十字形状を有する場合は、負極端子 2 0 は、軸部 2 1 が A 1 層 3 1 側から C u 層 3 2 側に突出して延びる第 1 軸部 2 1 a と、C u 層 3 2 側への突出して延びる長さ t 1 よりも小さい突出長さ t 2 で A 1 層 3 1 側に突出する第 2 軸部 2 1 b とを有する。十字形状を有する負極端子 2 0 は、第 2 軸部 2 1 b にバスバー 1 0 1 が接続されてもよい。

[0040] 図 6 に示すように、C u 層 3 2 から構成される軸部 2 1 は、A 1 層 3 1 と隣り合う中実の領域 2 5 と、凹部 2 3 と凹部 2 3 を囲む壁部 2 4 とを含む中空の領域 2 6 とを備えている。壁部 2 4 は、軸部 2 1 の中実の領域 2 5 の Z 2 側（C u 層側）の先端から延びるように形成されている。壁部 2 4 のうち、中実の領域 2 5 と接触する基部（根元）から、壁部 2 4 の Z 2 方向の中心までの領域を特に基部領域 2 7 とする。

[0041] 凹部 2 3 は、Z 2 側から見て、丸パイプ断面のような円環状に形成されている。その結果、凹部 2 3 が形成された軸部 2 1 の Z 2 側は、円筒状になるように形成されている。つまり、凹部 2 3 は、外側が円筒状の壁部 2 4 に囲まれた領域に形成されている。

[0042] 図 6 に示す負極端子 2 0 は、壁部 2 4 における C u 部分 3 3（特に基部領域 2 7 の C u 部分 3 3 a）のビッカース硬さが、好ましくは 1 1 0 H V 以上 1 2 5 H V 以下である。また、C u 部分 3 3（特に C u 部分 3 3 a）のビッカース硬さは、かしめられた C u 部分 3 3 に振動などの外力が加わったときに割れを発生しにくくする観点で、より好ましくは 1 1 4 H V 以上 1 2 5 H V 以下、より一層好ましくは 1 1 8 H V 以上 1 2 5 H V 以下である。なお、ビッカース硬さは、ダイヤモンドでできた剛体（圧子）を被試験物に対して押込み、そのときにできるくぼみ（圧痕）の面積の大小で硬さが判断される。

[0043] C u 部分 3 3 のビッカース硬さが 1 1 0 H V 以上 1 2 5 H V 以下である負極端子 2 0 は、C u 部分 3 3 を折り曲げてかしめるのに適切な機械的特性を有することができるとともに、かしめられた C u 部分 3 3 に振動などの外力

が加わったときに割れが発生しにくい適切な機械的特性を有する。具体的には、ビッカース硬さが125HVを超えるCu部分33を折り曲げてかしめると、そのCu部分に割れが発生しやすい。また、ビッカース硬さが110HV未満のCu部分を折り曲げてかしめると、そのCu部分に振動などの外力が加わったときに割れが発生しやすい。したがって、負極端子20のCu部分33が110HV以上125HV以下の適切なビッカース硬さを有することにより、組電池100（リチウムイオン電池1）の使用中に振動などの外力が加わることに起因する負極端子20のCu部分33に割れが発生しにくくなる。

[0044] ビッカース硬さは、壁部24のCu部分33（好ましくは基部領域27のCu部分33a）において測定される。壁部24の基部領域27は、壁部24のCu部分33を折り曲げてかしめたときに最も割れが生じやすい部分となる。この壁部24の基部領域27に割れが生じると、負極端子20と他の部材（負極集電体6）との良好な接続をすることができないため、壁部24の基部領域27のCu部分33aは特に重要な部分である。そのため、壁部24の基部領域27のCu部分33aのビッカース硬さを測定することが好ましい。なお、壁部24の基部領域27のCu部分33aと、壁部24の基部領域27以外のCu部分33bとは、共に、Cu層32と同じ材質であり、鰐部22が延びる方向（X-Y平面方向）における厚みが同じである。そのため、壁部24の基部領域27のCu部分33aのビッカース硬さと、壁部24の基部領域27以外のCu部分33bのビッカース硬さとは、実質的に同じになると考えられる。したがって、壁部24の基部領域27のCu部分33aのビッカース硬さを測定することにより、壁部24のCu部分33のビッカース硬さを取得することができる。

[0045] 図6および図8に示すように、壁部24のCu層32からなるCu部分33（特に基部領域27のCu部分33a）のCu結晶粒（たとえばCu結晶粒34）の断面積は、 $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下である。壁部24のCu部分33aのCu結晶粒の断面積が $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下である

と、壁部24を折り曲げてかしめることにより他の部材（負極集電体6）に固定するのに好適な機械的特性を有することができるとともに、その固定状態（かしめ状態）を維持するために適切な機械的特性を有することができる。つまり、壁部24のCu部分33（特に基部領域27のCu部分33a）のCu結晶粒の断面積が $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下であると、壁部24を折り曲げてかしめたときに割れが発生しにくいとともに、壁部24を折り曲げてかしめることによって他の部材（負極集電体6）に固定した後に振動などの外力が加わったときに割れが発生しにくい。

[0046] また、壁部24を折り曲げてかしめるための好適な機械的特性を得るとともに、その固定状態（かしめ状態）を維持するための好適な機械的特性を得る観点で、壁部24のCu部分33（特に基部領域27のCu部分33a）のCu結晶粒（たとえばCu結晶粒34）の断面積は、好ましくは、 $10\mu\text{m}^2$ 以上 $65\mu\text{m}^2$ 以下、より好ましくは $10\mu\text{m}^2$ 以上 $40\mu\text{m}^2$ 以下である。なお、Cu部分33aを構成するCu結晶粒の面積が小さくなると、Cu部分33aのビッカース硬さは大きくなる傾向がある。壁部24のCu部分33（特に基部領域27のCu部分33a）のCu結晶粒の断面積が過度に小さくなって $10\mu\text{m}^2$ 未満になると、そのCu部分33のビッカース硬さが過度に大きくなって、上記したビッカース硬さの上限（125HV）を超える。そのため、そのCu部分33の加工性が悪くなり過ぎてしまい、壁部24を折り曲げてかしめたときに割れが発生しやすくなる。また、壁部24のCu部分33（特に基部領域27のCu部分33a）のCu結晶粒の断面積が過度に大きくなって $100\mu\text{m}^2$ を超えると、そのCu部分33のビッカース硬さが過度に小さくなって、上記したビッカース硬さの下限（110HV）未満となる。そのため、そのCu部分33の耐久性が悪くなり過ぎてしまい、壁部24を折り曲げてかしめた後のCu部分33に振動などの外力が加わったときに割れが発生しやすくなる。ここで、Cu部分33のCu結晶粒（たとえばCu結晶粒34）の断面積は、壁部24を軸部21の延びる方向（Z方向）に切断した断面において、電子顕微鏡を用いて測定する。Cu部

分33のCu結晶粒（たとえばCu結晶粒34）の断面積は、壁部24の基部領域27において測定するのが好ましい。

[0047] Cu部分33のCu結晶粒の断面積は、一般的な電子顕微鏡およびそれに付属する一般的な画像解析システムを用いて、測定対象となるCu部分33の電子顕微鏡像から求まる値であってよい。具体的には、たとえば、電子顕微鏡下で、Cu部分33を構成するCu結晶粒（たとえばCu結晶粒34）の輪郭（粒界）強調処理（たとえばCu結晶粒34の輪郭線を引く処理）をし、その輪郭（粒界）内の面積をそのCu結晶粒（たとえばCu結晶粒34）の断面積とする。こうしたCu結晶粒の断面積を求める処理を、壁部24のCu部分33（好ましくは基部領域27のCu部分33a）の電子顕微鏡像の任意かつ複数のCu結晶粒で実施し、求めた複数のCu結晶粒の断面積の合計値をCu結晶粒の個数で除した平均値を求め、その電子顕微鏡像におけるCu部分33のCu結晶粒の断面積（平均断面積）とする。

[0048] 図6および図8に示すように、壁部24の基部領域27のCu層32からなるCu部分33のCu結晶粒（たとえばCu結晶粒34）は、プレス加工によりアスペクト比が極めて大きい略針状の形態になることを発見した。そこで、本実施形態では、Cu部分33（Cu部分33a）のCu結晶粒を示す指標として、一般的な粒径（円相当径）に替えて、上記した断面積（平均断面積）を採用する。具体的には、壁部24のCu部分33（好ましくは基部領域27のCu部分33a）において、たとえば、Cu結晶粒34を含む領域の電子顕微鏡像を取得し、この領域内のCu結晶粒の断面積（平均断面積）S2を求め、プレス加工前のクラッド材のCu材320（図10参照）を構成するCu結晶粒の断面積（平均断面積）S1を用いて、Cu部分33（Cu部分33a）のプレス加工前後のCu結晶粒の変形率Dを、下記の式1により求める。

[数1]

$$D = \frac{S1 - S2}{S1} \times 100(\%)$$

[0049] 式 1 から、変形率 D は、Cu 部分 33 のプレス加工前後の Cu 結晶粒の断面積が同じ場合、0%となる。また、変形率 D は、プレス加工後の Cu 部分 33 の Cu 結晶粒の断面積 S_2 がプレス加工前の Cu 材 320 (図 10 参照) の Cu 結晶粒の断面積 S_1 よりも小さい ($S_2 < S_1$) 場合、 $0\% < D < 100\%$ を満たす。したがって、Cu 部分 33 のプレス加工後の Cu 結晶粒は、変形率 D が大きくなるほどプレス加工前の Cu 材 320 の Cu 結晶粒よりもより小さく変形されていることを意味する。そのため、変形率 D が $0\% < D < 100\%$ を満足する場合、プレス加工により生じる加工硬化に起因して、プレス加工後の Cu 部分 33 の硬さをプレス加工前の Cu 材 320 の硬さよりも大きくすることができる。なお、壁部 24 の基部領域 27 の Cu 部分 33 a の Cu 結晶粒の断面積を小さくすることにより、壁部 24 の基部領域 27 以外の Cu 部分 33 b の Cu 結晶粒も同様に断面積が小さくなると考えられる。また、Cu 部分 33 (特に基部領域 27 の Cu 部分 33 a) のビッカース硬さがプレス加工前の Cu 材 320 のビッカース硬さ (たとえば 70HV 以下) よりも適度に大きく、たとえば 110HV 以上 125HV 以下である場合、壁部 24 を折り曲げてかしめたときに割れが発生しにくくなる。この観点で、Cu 部分 33 (特に基部領域 27 の Cu 部分 33 a) のプレス加工前後の Cu 結晶粒の変形率 D は、45%以上であるのが好ましく、60%以上であるのがより好ましい。

[0050] 図 9 に示すように、負極端子 20 は、軸部 21 が蓋部材 2 の挿入孔 2 b (シール部材 8 の孔部 8 a) および負極集電体 6 の孔部 6 d に挿入された状態で、凹部 23 を形成する壁部 24 が折り曲げられて負極集電体 6 に対してかしめられ、さらにレーザ溶接により負極集電体 6 に接合されて固定されている。なお、Z2 方向側から見た、凹部 23 の形状は特に限定されないが、たとえば、円形、楕円形、長方形の 4 つの角が丸くなった形状である角丸長方形などであってもよい。

[0051] 図 10 に示すように、負極端子 20 (図 3 参照) は、クラッド材 300 をプレス加工することにより作製される。クラッド材 300 は、純 Al または

A l 基合金からなる A l 板材 1 3 1 (図 1 2 参照) と、純 C u または C u 基合金からなる C u 板材 1 3 2 (図 1 2 参照) とが、Z 方向に積層された状態で圧延されて接合されることによって、A l 材 3 1 0 および C u 材 3 2 0 により構成された 2 層構造のクラッド材 3 0 0 を用いて形成される。そして、圧延 (クラッド圧延) されて接合された A l 板材 1 3 1 と C u 板材 1 3 2 とは、さらに適切な熱処理が行われて原子的 (化学的) に接合される。この結果、A l 板材 1 3 1 により構成された A l 材 3 1 0 と C u 板材 1 3 2 により構成された C u 材 3 2 0 との 2 層構造のクラッド材 3 0 0 は、負極端子 2 0 を作製するために行われる大変形を伴うプレス加工に耐える十分な接合強度を有することができる。

[0052] クラッド材 3 0 0 の A l 材 3 1 0 は負極端子 2 0 の A l 層 3 1 に対応する。クラッド材 3 0 0 の A l 材 3 1 0 すなわち負極端子 2 0 の A l 層 3 1 を構成する純 A l としては、A 1 0 5 0 (J I S 規格)、A 1 1 0 0 (J I S 規格)、A 1 2 0 0 (J I S 規格) などの約 9 9 質量%以上の A l を含む純 A l などを用いることが可能である。また、A l 基合金としては、A 5 0 5 2 などの A 5 0 0 0 番台 (J I S 規格) を用いてもよく、A 3 0 0 0 番台 (J I S 規格) なども用いることが可能である。

[0053] クラッド材 3 0 0 の C u 材 3 2 0 は負極端子 2 0 の C u 層 3 2 および C u 部分 3 3 に対応する。クラッド材 3 0 0 の C u 材 3 2 0 すなわち負極端子 2 0 の C u 層 3 2 および C u 部分 3 3 を構成する純 C u としては、C 1 0 0 0 番台 (J I S 規格) の、いわゆる、無酸素銅、りん脱酸銅、タフピッチ銅などを用いてよく、結晶の粗大化を抑制するために微量の Z r が添加された C 1 5 1 0 (J I S 規格) なども用いることが可能である。また、C u 基合金としては、C 2 6 0 0 などの C 2 0 0 0 番台 (J I S 規格) などを用いることが可能である。

[0054] クラッド材 1 3 0 を構成する C u 材 3 2 0 の C u 結晶粒 (たとえば図 1 1 に示す C u 結晶粒 3 4 0 参照) は、負極端子 2 0 を作製するために行われるプレス加工によって加工硬化する。そのため、クラッド材 1 3 0 を構成する

Cu材320のビッカース硬さは、好ましくは70HV以下である。クラッド材300の厚み方向の切断面において、クラッド材300のCu材320のビッカース硬さが70HV以下であるとプレス加工時の加工性が適度に向上するため、プレス加工後のCu層32からなるCu部分33を構成するCu結晶粒（たとえばCu結晶粒34）の断面積を適切な大きさに形成することができるとともに、Cu部分33を適切な硬さ、たとえば110HV以上125HV以下のビッカース硬さに形成することができる。

[0055] 図11に示すように、クラッド材300の厚み方向（Z方向）に沿った切断面において、Cu材320を構成するCu結晶粒（たとえばCu結晶粒340）の断面積は、好ましくは $40\mu\text{m}^2$ 以上 $750\mu\text{m}^2$ 以下であり、より好ましくは $40\mu\text{m}^2$ 以上 $500\mu\text{m}^2$ 以下である。Cu材320を構成するCu結晶粒の断面積が、好ましくは $40\mu\text{m}^2$ 以上 $750\mu\text{m}^2$ 以下、より好ましくは $40\mu\text{m}^2$ 以上 $500\mu\text{m}^2$ 以下であるクラッド材300を用いて、変形率Dが45%以上100%未満、好ましくは60%以上となるようにプレス加工することによって、図6および図7に示すようなプレス加工後の負極端子20の壁部24のCu部分33のCu結晶粒が $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下の適切な断面積（好ましくは $10\mu\text{m}^2$ 以上 $65\mu\text{m}^2$ 以下、より好ましくは $10\mu\text{m}^2$ 以上 $40\mu\text{m}^2$ 以下）に形成されやすくなる。なお、プレス加工前のCu材320のCu結晶粒の断面積が $40\mu\text{m}^2$ 未満の場合は、Cu材320はプレス加工しにくくなる。また、プレス加工前のCu材320のCu結晶粒の断面積が $750\mu\text{m}^2$ を超える場合は、Cu材320はプレス加工後の壁部24のCu部分33のCu結晶粒の断面積を $100\mu\text{m}^2$ 以下にしにくくなるし、Cu部分33の硬さを大きくしにくくなる。ここで、Cu材320を構成するCu結晶粒（たとえばCu結晶粒340）の断面積は、負極端子20の壁部24のCu部分33のCu結晶粒（たとえばCu結晶粒34）の断面積と同様に、上記したCu結晶粒の平均断面積を求める方法により求めることができる。

[0056] （負極端子の製造方法）

次に、図12～図14を参照して、本実施形態における負極端子20の製造方法について説明する。

[0057] まず、図12に示すように、純AlまたはAl合金により構成されるAl板材131と、純CuまたはCu合金により構成されるCu板材132とを準備する。Al板材131の厚みとCu板材132の厚みとの比率は、負極端子20（図6参照）の鍔部22を構成するAl層31とCu層32とのZ方向の厚みの比率と略同じになる。ここで、Al板材131の厚みは、Cu板材132の厚みと同じであってもよい。また、プレス加工後の負極端子20の軸部21の大きさ（Z2側への突出量、軸径）などに応じて、Al板材131よりもCu板材132の厚みを大きくしてもよい。また、クラッド圧延時のCu板材132の加工性をAl板材131の加工性に近づけるために、クラッド圧延前のCu板材132に、調質圧延および軟化焼鈍などの調質処理を行ってもよい。

[0058] 帯状のAl板材131および帯状のCu板材132を厚み方向に積層させた状態で、ローラRを用いて所定の圧下率で連続的に圧延を行う。これにより、Al板材131とCu板材132とが厚み方向に積層された状態で接合された2層構造の帯状のクラッド材130を作製する。この際、帯状のAl板材131および帯状のCu板材132の長手方向が、圧延方向になる。これにより、Al板材131と、Cu板材132とが厚み方向に積層された状態で互いに接合（圧延接合）された帯状のクラッド材130が作製される。なお、クラッド圧延のパス数は、適宜選択可能である。

[0059] その後、必要に応じて中間圧延等を行った後に、焼鈍炉50を用いてクラッド材130を所定の雰囲気およびAl板材131が溶融しない保持温度の環境下で所定の時間保持することによって、拡散焼鈍を行う。保持温度としては、たとえば、Al板材131の融点未満の温度である。これにより、Al板材131とCu板材132とが接合された界面において適度な金属拡散を生じさせ、Al板材131とCu板材132との接合強度を高くする。つまり、クラッド材130は、CuめっきAl板材またはAlめっきCu板材

と異なり、A l 板材 1 3 1 と C u 板材 1 3 2 との接合強度がめっき膜の接合強度よりも十分に高い。さらに、必要に応じて、仕上げ圧延、形状矯正、A l 板材 1 3 1 が溶融しない保持温度での軟化焼鈍などを行ってもよい。そして、帯状のクラッド材 1 3 0 を用いて、図 6 および図 7 に示すような負極端子 2 0 を形成するためのプレス加工に適する図 1 0 に示すような 2 層構造の個片状のクラッド材 3 0 0、すなわち、A l 材 3 1 0 と C u 材 3 2 0 とが厚み方向に積層された状態で接合された個片状のクラッド材 3 0 0 を作製する。個片状のクラッド材 3 0 0 は、たとえば、クラッド材 1 3 0 をスリット加工した後に製造される。

[0060] クラッド材 1 3 0 を作製する工程は、帯状のクラッド材 1 3 0 を用いて個片状のクラッド材 3 0 0 を形成した際に、個片状のクラッド材 3 0 0 の厚み方向（Z 方向）の切断面において、好ましくは C u 材 3 2 0 のビッカース硬さが 7 0 H V 以下になるように、そして、好ましくは C u 材 3 2 0 を構成する C u 結晶粒の断面積が、好ましくは $40\mu\text{m}^2$ 以上 $750\mu\text{m}^2$ 以下、より好ましくは $40\mu\text{m}^2$ 以上 $500\mu\text{m}^2$ 以下になるように、圧延および拡散焼鈍を行うとともに、必要に応じた、仕上げ圧延、形状矯正、軟化焼鈍などを行うとよい。

[0061] 次に、A l 材 3 1 0 と C u 材 3 2 0 とが厚み方向に積層された状態で接合された個片状のクラッド材 3 0 0 を用いて、たとえば図 6 に示す負極端子 2 0 を形成する。負極端子 2 0 を形成する工程は、図 1 3 に示すように、個片状のクラッド材 3 0 0 に対してプレス加工を行う。具体的には、まず、プレス加工機 4 1 の金型 4 1 a のキャビティ 4 1 b 内に、個片状のクラッド材 3 0 0 を配置する。この金型 4 1 a のキャビティ 4 1 b は、たとえば図 6 に示す負極端子 2 0 の軸部 2 1、鰐部 2 2 および凹部 2 3 に対応するキャビティ形状を有している。そして、図 1 4 に示すように、Z 1 側から圧力を加えることによって、クラッド材 3 0 0 に対してプレス加工を行う。このプレス加工により、クラッド材 3 0 0 の C u 材 3 2 0 が軸部 2 1 に対応する Z 2 側のキャビティ 4 1 b 内に移動される。

[0062] プレス加工する工程は、プレス加工後の負極端子20における壁部24のCu部分33（特に基部領域27のCu部分33a）を構成するCu結晶粒の断面積が、 $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下、好ましくは $10\mu\text{m}^2$ 以上 $65\mu\text{m}^2$ 以下、より好ましくは $10\mu\text{m}^2$ 以上 $40\mu\text{m}^2$ 以下となるように、クラッド材300をプレス加工する。

[0063] また、好ましくは、プレス加工する工程は、クラッド材300の厚み方向の切断面において、Cu材320を構成するCu結晶粒の断面積を S_1 とし、軸部21の軸方向（Z方向）の切断面において、Cu部分33を構成するCu結晶粒の断面積を S_2 とすると、 $(S_1 - S_2) / S_1 \times 100$ で求まるプレス加工前後のCu結晶粒の変形率Dが45%以上、より好ましくは60%以上となるように、クラッド材300をプレス加工する。

[0064] また、好ましくは、プレス加工する工程は、軸部21の軸方向（Z方向）の切断面において、Cu部分33のビッカース硬さが110HV以上125HV以下の好ましいビッカース硬さとなるように、あるいは114HV以上125HV以下のより好ましいビッカース硬さとなるように、さらには118HV以上125HV以下のより一層好ましいビッカース硬さとなるように、クラッド材300をプレス加工する。

[0065] （負極端子の溶接工程）

次に、図9および図15～図18を参照して、本実施形態における負極端子20の負極集電体6への溶接工程について説明する。

[0066] まず、図15に示すように、シール部材8が挿入孔2bに嵌め込まれた蓋部材2を準備する。そして、負極集電体6の接続部6aをシール部材8のZ2側の面に当接させる。その状態で、負極集電体6のZ2側の面に、かしめ治具103の固定部材103aを当接させて固定する。その状態で、かしめ治具103の棒状部材103bをZ2側から挿入孔2b（シール部材8の孔部8a）に挿入する。そして、挿入された棒状部材103bのZ1側の端部を、負極端子20の凹部23内に嵌め込む。

[0067] そして、かしめ治具103の押圧部材103cにより、負極端子20をZ

1 側から Z 2 側に向かって押圧する。これにより、図 16 に示すように、負極端子 20 は、棒状部材 103b とともに、Z 2 側に移動される。そして、押圧部材 103c の押圧力により、負極端子 20 は、壁部 24 の Z 2 側の端部が挿入孔 2b よりも Z 2 側に位置するまで移動される。続いて、負極端子 20 は、円筒状の壁部 24 の Cu 部分 33 が棒状部材 103b の外周面に沿って変形されながら Z 2 側に移動される。続いて、負極端子 20 は、円筒状の壁部 24 の Cu 部分 33 がかしめ治具 103 の固定部材 103a の Z 1 側の凹状表面に沿ってさらに変形されながら Z 2 側に移動される。その後、負極端子 20 の壁部 24 の Cu 部分 33 が、図 17 に示すような形態に曲げ変形されると、棒状部材 103b の移動が停止する。その結果、負極端子 20 の壁部 24 が、図 17 に示すような半円状の断面になるように折り曲げられる。これにより、負極端子 20 は、X-Y 平面方向において放射状に折り曲げられた壁部 24 の Cu 部分 33 によって、負極集電体 6 にかしめられる。

[0068] その後、図 18 に示すように、かしめられた状態の負極端子 20 と負極集電体 6 とをレーザ溶接により溶接する。具体的には、負極端子 20 の X-Y 平面方向において放射状に折り曲げられた壁部 24 の先端側の部分を、負極集電体 6 の接続部 6a に対して環状に溶接して接合することによって、図 9 に示すように、リチウムイオン電池 1 の負極集電体 6 と接合する側である負極端子 20 の Z 2 側の壁部 24 の先端が、負極集電体 6 に接合される。

[0069] <本実施形態の効果>

本実施形態では、以下のような効果を得ることができる。

[0070] 本実施形態では、負極端子 20 は、A1 層 31 側から Cu 層 32 側に延びる軸部 21 と、軸部 21 の側方から放射方向に広がる鰐部 22 と、軸部 21 の Cu 層 32 側の先端からさらに延びる壁部 24 に囲まれる凹部 23 と、を備え、軸部 21 の軸方向の切断面において、壁部 24 の Cu 層 32 からなる Cu 部分 33 を構成する Cu 結晶粒の断面積は、 $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下である。これにより、軸部 21 の軸方向の切断面において、壁部 24 の Cu 層 32 からなる Cu 部分 33 を構成する Cu 結晶粒の断面積が $10\mu\text{m}^2$

以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下であることにより、軸部 21 の先端の Cu 部分 33 が適度なビッカース硬さを有するため、十分な加工性を有することができる。そのため、軸部 21 の先端の Cu 部分 33 (Cu 部分 33 b) を折り曲げてかしめることにより他の部材に固定するのに適切な機械的特性を有することができるとともに、その固定状態 (かしめ状態) を維持するために好適な機械的特性を有することができる。具体的には、負極端子 20 の軸部の先端の Cu 部分 33 (Cu 部分 33 b) を折り曲げてかしめることによって他の部材に固定するために、折り曲げられる Cu 部分 33 (Cu 部分 33 b) に折り曲げおよびかしめに耐える機械的特性が求められる。Cu 結晶粒の断面積が $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下である Cu 部分 33 は、折り曲げてかしめたときに割れが発生しにくいという、折り曲げおよびかしめに耐える機械的特性を有することができる。また、負極端子 20 と他の部材との間の堅固な固定状態 (かしめ状態) を維持するためには、かしめられた Cu 部分 33 (Cu 部分 33 b) に固定状態を維持する機械的特性が求められる。Cu 結晶粒の断面積が $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下である Cu 部分 33 (Cu 部分 33 b) は、折り曲げてかしめることによって他の部材に固定した後に振動などの外力が加わったときに割れが発生しにくいという、その固定状態に経時的に耐える機械的特性を有することができる。

[0071] 本実施形態では、Cu 部分 33 を構成する Cu 結晶粒の断面積は、 $65\mu\text{m}^2$ 以下である。これにより、Cu 部分 33 を構成する Cu 結晶粒の断面積が ($10\mu\text{m}^2$ 以上) $65\mu\text{m}^2$ 以下であることにより、軸部 21 の先端の Cu 部分 33 (Cu 部分 33 b) の加工性を向上させることができるため、軸部 21 の先端の Cu 部分 33 を折り曲げてかしめることにより他の部材に固定するのに適切な機械的特性を有することができるとともに、その固定状態 (かしめ状態) を維持するために十分かつ適切な機械的特性を有することができる。この結果、Cu 部分 33 (Cu 部分 33 b) を折り曲げてかしめたときに割れが発生することを十分に抑制することができるとともに、かしめられた Cu 部分 33 (Cu 部分 33 b) に振動などの外力が加わったとき

に割れが発生することを十分に抑制することができる。

[0072] 本実施形態では、Cu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、 $40\mu\text{m}^2$ 以下（ $10\mu\text{m}^2$ 以上）である。これにより、Cu部分33を構成するCu結晶粒の断面積が $40\mu\text{m}^2$ 以下であることにより、軸部21の先端のCu部分33（Cu部分33b）の加工性をより向上させることができるため、負極端子20の形状に拠らず、軸部21の先端のCu部分33（Cu部分33b）を折り曲げてかしめることにより他の部材に固定するのにより好適な機械的特性を有することができるとともに、その固定状態（かしめ状態）を維持するためにより好適な機械的特性を有することができる。この結果、Cu部分33を折り曲げてかしめたときに割れが発生することを十分に抑制することができるとともに、かしめられたCu部分33（Cu部分33b）に振動などの外力が加わったときに割れが発生することを十分に抑制することができる。

[0073] 本実施形態では、Cu部分33のビッカース硬さは、 110HV 以上 125HV 以下である。これにより、軸部21の先端のCu部分33が適切なビッカース硬さを有するため、軸部21の先端のCu部分33を折り曲げてかしめるのに好適な機械的特性を有することができるとともに、かしめられたCu部分33に振動などの外力が加わったときに割れが発生しにくい適切な機械的特性を有することができる。

[0074] 本実施形態による負極端子20の製造方法は、軸部21の軸方向の切断面において、壁部24のCu層32からなるCu部分33（特に基部領域27のCu部分33a）を構成するCu結晶粒の断面積が $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下になるように、クラッド材300をプレス加工する工程を含む。これにより、壁部24のCu層32からなるCu部分33を十分な硬さを有するようにプレス加工できるため、Cu部分33が十分な加工性を有し、折り曲げてかしめることにより他の部材に固定するのに好適な機械的特性を有するCu部分33を軸部21の先端に形成することができるとともに、その固定状態（かしめ状態）を維持するために好適な機械的特性を有するCu部分3

3を形成することができる。具体的には、負極端子20の軸部21の先端のCu部分33を折り曲げてかしめることによって他の部材に固定するためには、折り曲げられるCu部分33（特に基部領域27のCu部分33a）に、折り曲げおよびかしめに耐える機械的特性が求められる。Cu結晶粒の断面積が $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下となるようにプレス加工されたCu部分33は、折り曲げてかしめたときに割れが発生しにくいという、折り曲げおよびかしめに耐える機械的特性を有することができる。また、負極端子20と他の部材との間の健全な固定状態（かしめ状態）を維持するためには、かしめられたCu部分33に固定状態を維持する機械的特性が求められる。Cu結晶粒の断面積が $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下となるようにプレス加工されたCu部分33（特に壁部24の基部領域27のCu部分33a）は、折り曲げてかしめることによって他の部材に固定した後に振動などの外力が加わったときに割れが発生しにくいという、その固定状態に経時的に耐える機械的特性を有することができる。

[0075] 本実施形態では、負極端子20を形成する工程は、Cu部分33を構成するCu結晶粒の断面積が $40\mu\text{m}^2$ 以下になるようにクラッド材300をプレス加工する工程を含む。これにより、Cu部分33を構成するCu結晶粒の断面積が（ $10\mu\text{m}^2$ 以上） $65\mu\text{m}^2$ 以下になるようにクラッド材300をプレス加工することにより、軸部21の先端のCu部分33の加工性が向上するようにクラッド材300をプレス加工することができるため、軸部21の先端のCu部分33を折り曲げてかしめることにより他の部材に固定することにより好適な機械的特性を有するCu部分33を形成することができる。この結果、Cu部分33は、折り曲げてかしめたときに割れが発生することをより抑制することができるとともに、かしめられたCu部分33に振動などの外力が加わったときに割れが発生することを十分に抑制することができる。

[0076] 本実施形態では、負極端子20を形成する工程は、Cu部分33を構成するCu結晶粒の断面積が $40\mu\text{m}^2$ 以下になるようにクラッド材300をプレ

ス加工する工程を含む。これにより、Cu部分33を構成するCu結晶粒の断面積が $(10\mu\text{m}^2\text{以上})40\mu\text{m}^2\text{以下}$ になるようにクラッド材300をプレス加工することにより、軸部21の先端のCu部分33の加工性がより向上するようにクラッド材300をプレス加工することができるため、軸部21の先端のCu部分33を折り曲げてかしめることにより他の部材に固定するのにより好適な機械的特性を有するCu部分33を形成することができる。この結果、Cu部分33は、折り曲げてかしめたときに割れが発生することを十分に抑制することができるとともに、かしめられたCu部分33に振動などの外力が加わったときに割れが発生することを十分に抑制することができる。

[0077] 本実施形態では、負極端子20を形成する工程は、クラッド材300の厚み方向の切断面において、Cu材320を構成するCu結晶粒の断面積を S_1 とし、軸部21の軸方向の切断面において、Cu部分33を構成するCu結晶粒の断面積を S_2 とすると、 $(S_1 - S_2) / S_1 \times 100$ で求まるプレス加工前後のCu結晶粒の変形率が45%以上100%未満になるように、凹部23を形成する工程を含む。これにより、変形率が45%以上100%未満になるように凹部23を形成することにより、プレス加工前のクラッド材300のCu材320よりもCu結晶粒の断面積が小さいCu部分33を形成することができる。この結果、Cu部分33を構成するCu結晶粒の断面積が小さく形成されているため伸びなどの機械的特性が向上し、Cu部分33を折り曲げてかしめたときに割れが発生することを抑制することができるとともに、かしめられたCu部分33に振動などの外力が加わったときに割れが発生することを抑制することができる。

[0078] 本実施形態では、負極端子20を形成する工程は、変形率が60%以上（100%未満）になるように、凹部23を形成する工程を含む。これにより、変形率が60%以上（100%未満）になるように形成された凹部23において、プレス加工前のクラッド材300のCu材320よりもCu結晶粒の断面積がより小さくCu部分33を形成することができる。この結果、C

u部分33を構成するCu結晶粒の断面積がより小さく形成されているため伸びなどの機械的特性がより向上し、Cu部分33を折り曲げてかしめたときに割れが発生することを十分に抑制することができるとともに、かしめられたCu部分33に振動などの外力が加わったときに割れが発生することを十分に抑制することができる。

[0079] 本実施形態では、クラッド材300を形成する工程は、クラッド材300の厚み方向（Z方向）の切断面において、Cu材320のビッカース硬さが70HV以下になるように、クラッド材300を形成する工程を含む。これにより、クラッド材300のCu材320のビッカース硬さが70HV以下であるためプレス加工時の加工性が適度に向上し、プレス加工後のCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積を好適な大きさに形成することができるとともに、プレス加工後のCu部分33を適切なビッカース硬さに形成することができる。

[0080] 本実施形態では、負極端子20を形成する工程は、Cu部分33のビッカース硬さが110HV以上125HV以下になるように、クラッド材300をプレス加工する工程を含む。これにより、折り曲げてかしめるのに好適な機械的特性を有するとともに、かしめた後に振動などの外力が加わったときに割れが発生しにくい適切な機械的特性を有する、Cu部分33を得ることができる。

[0081] [実施例1]

上記実施形態の製造方法と同様に、実施例（No. 1～No. 20）のクラッド材300を作製した。その際、図12に示すようにクラッド圧延および拡散焼鈍を行うことによってクラッド材130を作製し、そのクラッド材130から図10に示すような2層構造のクラッド材300をプレス加工後の負極端子20に適する所定の形状を有するように作製した。

[0082] 作製したクラッド材300は、デジタルマイクロスコープ（株式会社キーエンス製のVHX-5000）に付属する面積計測機能を用いて、クラッド材300の厚み方向（Z方向）の切断面において、Cu材320を構成する

Cu結晶粒の断面積を測定した。測定結果を表1に示す。

- [0083] そして、作製したクラッド材300から任意に選択した複数のクラッド材300の厚み方向（Z方向）の切断面において、Cu材320のビッカース硬さを測定したところ、たとえば、58HV、60HV、67HVなどとなり、その範囲は58HV以上67HV以下であり、その平均値は61.7HVであった。ビッカース硬さの測定方法は、JIS Z2244:2009（荷重0.49N）にしたがった。
- [0084] 次に、作製したクラッド材300を用いて、本実施形態と同様に図13および図14に示すようなプレス加工を行って、実施例（No. 1～No. 20）の負極端子20を作製した。なお、クラッド材300のプレス加工は、負極端子20の壁部24のCu層32からなるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積が $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下、好ましくは $10\mu\text{m}^2$ 以上 $65\mu\text{m}^2$ 以下、より好ましくは $10\mu\text{m}^2$ 以上 $40\mu\text{m}^2$ 以下の範囲に収まるように調整した。
- [0085] 作製した負極端子20は、デジタルマイクロスコープ（株式会社キーエンス製のVHX-5000）に付属する面積計測機能を用いて、負極端子20の軸部21の軸方向（Z方向）の切断面において、Cu部分33（Cu部分33a）を構成するCu結晶粒の断面積を測定した。測定結果を表1に示す。
- [0086] そして、実施例（No. 1～No. 20）の負極端子20から任意に選択してNo. 21～No. 30とし、そのNo. 21～No. 30の負極端子20の軸部21の軸方向（Z方向）の切断面において、Cu材320のビッカース硬さを測定した。ビッカース硬さの測定方法は、JIS Z2244:2009（荷重0.49N）にしたがった。測定結果を表2に示す。

[0087]

[表1]

No.	クラッド材の Cu層を構成する Cu結晶粒の断面積 (μm^2)	負極端子の軸部の 先端のCu部分を 構成するCu結晶粒の 断面積 (μm^2)	変形率 (%)
1	194	20	90
2	117	62	47
3	495	16	97
4	331	36	89
5	172	18	89
6	186	25	86
7	244	13	95
8	323	45	86
9	65	20	69
10	59	23	61
11	286	37	87
12	729	31	96
13	218	25	88
14	697	26	96
15	132	22	83
16	162	53	67
17	414	11	97
18	173	34	80
19	183	25	86
20	173	59	66

[0088]

[表2]

No.	クラッド材の Cu層を構成する Cu結晶粒の断面積 (μm^2)	負極端子の軸部の 先端のCu部分を 構成するCu結晶粒の 断面積 (μm^2)	変形率 (%)	ビッカース硬さ (HV)
21	194	20	90	123
22	495	16	97	123
23	186	25	86	122
24	244	13	95	122
25	59	23	61	118
26	286	37	87	119
27	729	31	96	121
28	697	26	96	120
29	414	11	97	125
30	173	34	80	118

[0089] 表1に示すように、No. 1の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320のCu結晶粒の断面積は、約 $194\mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $20\mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約90%となった。

[0090] No. 2の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $117\mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $62\mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約47%となった。

[0091] No. 3の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320のCu結晶粒の断面積は、約 $495\mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33のCu結晶粒の断面積は、約 $16\mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約97%となった。

[0092] No. 4の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320

のCu結晶粒の断面積は、約 $331\mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $36\mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約89%となった。

[0093] No. 5の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $172\mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $18\mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約89%となった。

[0094] No. 6の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $186\mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $25\mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約86%となった。

[0095] No. 7の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $244\mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $13\mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約95%となった。

[0096] No. 8の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $323\mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $45\mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約86%となった。

[0097] No. 9の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $65\mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $20\mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形

率Dは、約69%となった。

[0098] No. 10の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $59\mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $23\mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約61%となった。

[0099] No. 11の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $286\mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $37\mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約87%となった。

[0100] No. 12の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $729\mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $31\mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約96%となった。

[0101] No. 13の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $218\mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $25\mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約88%となった。

[0102] No. 14の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320のCu結晶粒の断面積は、約 $697\mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $26\mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約96%となった。

[0103] No. 15の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320のCu結晶粒の断面積は、約 $132\mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の

負極端子 20 における Cu 部分 33 を構成する Cu 結晶粒の断面積は、約 $22\ \mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後の Cu 結晶粒の断面積の変形率 D は、約 83% となった。

[0104] No. 16 の場合、プレス加工前のクラッド材 300 における Cu 材 320 を構成する Cu 結晶粒の断面積は、約 $162\ \mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子 20 における Cu 部分 33 を構成する Cu 結晶粒の断面積は、約 $53\ \mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後の Cu 結晶粒の断面積の変形率 D は、約 67% となった。

[0105] No. 17 の場合、プレス加工前のクラッド材 300 における Cu 材 320 を構成する Cu 結晶粒の断面積は、約 $414\ \mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子 20 における Cu 部分 33 を構成する Cu 結晶粒の断面積は、最も小さい約 $11\ \mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後の Cu 結晶粒の断面積の変形率 D は、約 97% となった。

[0106] No. 18 の場合、プレス加工前のクラッド材 300 における Cu 材 320 を構成する Cu 結晶粒の断面積は、約 $173\ \mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子 20 における Cu 部分 33 を構成する Cu 結晶粒の断面積は、約 $34\ \mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後の Cu 結晶粒の断面積の変形率 D は、約 80% となった。

[0107] No. 19 の場合、プレス加工前のクラッド材 300 における Cu 材 320 を構成する Cu 結晶粒の断面積は、約 $183\ \mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子 20 における Cu 部分 33 を構成する Cu 結晶粒の断面積は、約 $25\ \mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後の Cu 結晶粒の断面積の変形率 D は、約 86% となった。

[0108] No. 20 の場合、プレス加工前のクラッド材 300 における Cu 材 320 を構成する Cu 結晶粒の断面積は、約 $173\ \mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子 20 における Cu 部分 33 を構成する Cu 結晶粒の断面積は、約 $59\ \mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後の Cu 結晶粒の断面積の変形率 D は、約 66% となった。

[0109] また、表2に示すように、N o. 21およびN o. 22の場合、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33のビッカース硬さは、いずれも、約123HVとなった。

[0110] N o. 23およびN o. 24の場合、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33のビッカース硬さは、いずれも、約122HVとなった。

[0111] N o. 25、N o. 26、N o. 27、N o. 28、N o. 29およびN o. 30の場合、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33のビッカース硬さは、それぞれ順に、約118HV、約119HV、約121HV、約120HV、約125HVおよび約118HVとなった。

[0112] [実施例2]

上記実施例1の場合と同様に、実施例2（N o. 31～N o. 60）のクラッド材300を作製した。そして、作製したクラッド材300を用いて、上記実施例1の場合と同様に、実施例2（N o. 31～N o. 60）の負極端子20を作製した。なお、クラッド材300のプレス加工は、上記実施例1の場合と同様に、負極端子20の壁部24のCu層32からなるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積が $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下、好ましくは $10\mu\text{m}^2$ 以上 $65\mu\text{m}^2$ 以下、より好ましくは $10\mu\text{m}^2$ 以上 $40\mu\text{m}^2$ 以下の範囲に収まるように、調整した。その結果、表3に示すように、負極端子20の壁部24のCu部分33のCu結晶粒の断面積は、 $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下の適切な範囲に収まった。なお、実施例2は、実施例1と異なるクラッド材300を用いて、実施例1と異なる負極端子20を作製した。実施例2のクラッド材300は、実施例1に対して、全体の体積比が約2.5倍で、Cu材320の体積比が約2.5倍である。また、実施例2の負極端子20は、実施例1に対して、軸部21の鰐部22よりもZ2側の部分（図7にt1で示す部分）の体積比が約4.5倍で、それ以外の部分の体積比が約3倍で、壁部24の体積比が約6倍で、壁部24の厚さ（肉厚）が約3倍である。

[0113] 作製したクラッド材300は、上記実施例1の場合と同様に、クラッド材

300の厚み方向（Z方向）の切断面において、Cu材320を構成するCu結晶粒の断面積を測定した。測定結果を表3に示す。

[0114] そして、作製したクラッド材300から任意に選択した複数のクラッド材300の厚み方向（Z方向）の切断面において、上記実施例1の場合と同様に、Cu材320のビッカース硬さを測定したところ、たとえば、63HV、64HV、68HVなどとなり、その範囲は63HV以上68HV以下であり、その平均値は65.0HVであった。

[0115] 作製した負極端子20は、上記実施例1の場合と同様に、負極端子20の軸部21の軸方向（Z方向）の切断面において、Cu部分33（Cu部分33a）を構成するCu結晶粒の断面積を測定した。測定結果を表3に示す。

[0116] そして、No. 31～No. 60の負極端子20から任意に選択してNo. 61～No. 70とし、そのNo. 61～No. 70の負極端子20の軸部21の軸方向（Z方向）の切断面において、Cu材320のビッカース硬さを測定した。測定結果を表4に示す。

[0117]

[表3]

No.	クラッド材の Cu層を構成する Cu結晶粒の断面積 (μm^2)	負極端子の軸部の 先端のCu部分を 構成するCu結晶粒の 断面積 (μm^2)	変形率 (%)
31	322	52	84
32	175	47	73
33	230	42	82
34	249	57	77
35	263	61	77
36	181	56	69
37	101	29	71
38	150	40	73
39	194	46	76
40	402	92	77
41	280	63	78
42	321	52	84
43	183	31	83
44	221	50	77
45	287	94	67
46	151	38	75
47	438	47	89
48	201	66	67
49	105	24	77
50	444	72	84
51	47	14	71
52	456	68	85
53	331	39	88
54	101	21	79
55	342	49	86
56	280	28	90
57	245	54	78
58	161	22	86
59	287	36	87
60	207	34	83

[0118] [表4]

No.	クラッド材の Cu層を構成する Cu結晶粒の断面積 (μm^2)	負極端子の軸部の 先端のCu部分を 構成するCu結晶粒の 断面積 (μm^2)	変形率 (%)	ビッカース硬さ (HV)
61	322	52	84	124
62	230	42	82	121
63	181	56	69	119
64	194	46	76	123
65	280	63	78	122
66	321	52	84	121
67	183	31	83	124
68	221	50	77	121
69	287	94	67	118
70	151	38	75	120

[0119] 表3に示すように、No. 31の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320のCu結晶粒の断面積は、約 $322\mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $52\mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約84%となった。

[0120] No. 32の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320のCu結晶粒の断面積は、約 $175\mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $47\mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約73%となった。

[0121] No. 33の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320のCu結晶粒の断面積は、約 $230\mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $42\mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約82%となった。

[0122] No. 34の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材32

0のCu結晶粒の断面積は、約 $249\mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $57\mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約77%となった。

[0123] No. 35の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320のCu結晶粒の断面積は、約 $263\mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $61\mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約77%となった。

[0124] No. 36の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320のCu結晶粒の断面積は、約 $181\mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $56\mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約69%となった。

[0125] No. 37の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320のCu結晶粒の断面積は、約 $101\mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $29\mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約71%となった。

[0126] No. 38の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320のCu結晶粒の断面積は、約 $150\mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $40\mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約73%となった。

[0127] No. 39の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320のCu結晶粒の断面積は、約 $194\mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $46\mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率D

は、約76%となった。

[0128] No. 40の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320のCu結晶粒の断面積は、約402 μm^2 であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約92 μm^2 となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約77%となった。

[0129] No. 41の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320のCu結晶粒の断面積は、約280 μm^2 であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約63 μm^2 となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約78%となった。

[0130] No. 42の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320のCu結晶粒の断面積は、約321 μm^2 であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約52 μm^2 となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約84%となった。

[0131] No. 43の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320のCu結晶粒の断面積は、約183 μm^2 であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約31 μm^2 となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約83%となった。

[0132] No. 44の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320のCu結晶粒の断面積は、約221 μm^2 であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約50 μm^2 となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約77%となった。

[0133] No. 45の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320のCu結晶粒の断面積は、約287 μm^2 であった。また、プレス加工後の

負極端子 20 における Cu 部分 33 を構成する Cu 結晶粒の断面積は、約 $94\ \mu\text{m}^2$ と一番大きくなった。そして、プレス加工前後の Cu 結晶粒の断面積の変形率 D は、約 67 % となった。

[0134] No. 46 の場合、プレス加工前のクラッド材 300 における Cu 材 320 の Cu 結晶粒の断面積は、約 $151\ \mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子 20 における Cu 部分 33 を構成する Cu 結晶粒の断面積は、約 $38\ \mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後の Cu 結晶粒の断面積の変形率 D は、約 75 % となった。

[0135] No. 47 の場合、プレス加工前のクラッド材 300 における Cu 材 320 の Cu 結晶粒の断面積は、約 $438\ \mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子 20 における Cu 部分 33 を構成する Cu 結晶粒の断面積は、約 $47\ \mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後の Cu 結晶粒の断面積の変形率 D は、約 89 % となった。

[0136] No. 48 の場合、プレス加工前のクラッド材 300 における Cu 材 320 の Cu 結晶粒の断面積は、約 $201\ \mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子 20 における Cu 部分 33 を構成する Cu 結晶粒の断面積は、約 $66\ \mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後の Cu 結晶粒の断面積の変形率 D は、約 67 % となった。

[0137] No. 49 の場合、プレス加工前のクラッド材 300 における Cu 材 320 の Cu 結晶粒の断面積は、約 $105\ \mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子 20 における Cu 部分 33 を構成する Cu 結晶粒の断面積は、約 $24\ \mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後の Cu 結晶粒の断面積の変形率 D は、約 77 % となった。

[0138] No. 50 の場合、プレス加工前のクラッド材 300 における Cu 材 320 の Cu 結晶粒の断面積は、約 $444\ \mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子 20 における Cu 部分 33 を構成する Cu 結晶粒の断面積は、約 $72\ \mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後の Cu 結晶粒の断面積の変形率 D は、約 84 % となった。

- [0139] No. 51の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320のCu結晶粒の断面積は、約 $47\mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $14\mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約71%となった。
- [0140] No. 52の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320のCu結晶粒の断面積は、約 $456\mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $68\mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約85%となった。
- [0141] No. 53の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320のCu結晶粒の断面積は、約 $331\mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $39\mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約88%となった。
- [0142] No. 54の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320のCu結晶粒の断面積は、約 $101\mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $21\mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約79%となった。
- [0143] No. 55の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320のCu結晶粒の断面積は、約 $342\mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約 $49\mu\text{m}^2$ となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約86%となった。
- [0144] No. 56の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320のCu結晶粒の断面積は、約 $280\mu\text{m}^2$ であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約2

8 μm^2 となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約90%となった。

[0145] No. 57の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320のCu結晶粒の断面積は、約245 μm^2 であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約54 μm^2 となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約78%となった。

[0146] No. 58の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320のCu結晶粒の断面積は、約161 μm^2 であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約22 μm^2 となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約86%となった。

[0147] No. 59の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320のCu結晶粒の断面積は、約287 μm^2 であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約36 μm^2 となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約87%となった。

[0148] No. 60の場合、プレス加工前のクラッド材300におけるCu材320のCu結晶粒の断面積は、約207 μm^2 であった。また、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積は、約34 μm^2 となった。そして、プレス加工前後のCu結晶粒の断面積の変形率Dは、約83%となった。

[0149] また、表4に示すように、No. 61およびNo. 67の場合、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33のビッカース硬さは、いずれも、約124 HVとなった。

[0150] No. 62、No. 66およびNo. 68の場合、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33のビッカース硬さは、いずれも、約121 HVとなった。

- [0151] No. 63、No. 64、No. 65、No. 69およびNo. 70の場合、プレス加工後の負極端子20におけるCu部分33のビッカース硬さは、それぞれ順に、約119HV、約123HV、約122HV、約118HVおよび約120HVとなった。
- [0152] 上記実施例1および上記実施例2のクラッド材300（No. 1～20およびNo. 31～60）をプレス加工して負極端子20を作製した際に、負極端子20の壁部24のCu層32からなるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積を確認した。そして、実施例1の負極端子20（No. 1～20）の壁部24のCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積が、 $10\mu\text{m}^2$ 以上 $65\mu\text{m}^2$ 以下のより適切な範囲になっていることを確認することができた。また、実施例2の負極端子20（No. 31～No. 60）の壁部24のCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積が、 $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下の適切な範囲になっていることを確認することができた。さらに、実施例1および実施例2の負極端子20（No. 1～No. 20およびNo. 31～No. 60）の特に壁部24において、割れが生じていないことを確認することができた。特に、No. 40のクラッド材は、Cu結晶粒の断面積が $94\mu\text{m}^2$ であり、実施例の中で最も結晶粒が最大となるとともに、ビッカース硬さが118HVと十分な加工性を有する硬さとなり、十分な機械的強度を有していた。また、No. 41のクラッド材は、Cu結晶粒の断面積が $63\mu\text{m}^2$ であり、ビッカース硬さが122HVであるため、さらに加工性が向上し、十分な機械的強度を有していた。また、No. 29クラッド材は、Cu結晶粒の断面積が $11\mu\text{m}^2$ と実施例の中で一番断面積が小さいが、ビッカース硬さが125HVと最も大きく、十分な加工性を有するとともに最適な機械的強度を有していた。
- [0153] 実施例1および実施例2の結果から、本願発明者は、負極端子20の壁部24のCu層32からなるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積が $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下に収まるように、クラッド材300をプレス加工することにより、図10に示すようなクラッド材300から図6に示すよ

うな負極端子20を割れなく作製することができることを見出した。

[0154] また、本願発明者は、実施例1および実施例2の結果から得られた結果と、製造時に生じうるビッカース硬さの誤差（ばらつき）とを考慮した結果とから、Cu部分33を構成するCu結晶粒の断面積が $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下に収まるようにクラッド材300をプレス加工することにより、ビッカース硬さを 110HV 以上 125HV 以下にすることが可能であることを見出した。また、本願発明者は、実施例1および実施例2の結果から得られた結果と、製造時に生じうるビッカース硬さの誤差（ばらつき）とを考慮した結果から、Cu部分33を構成するCu結晶粒の断面積が $10\mu\text{m}^2$ 以上 $65\mu\text{m}^2$ 以下に収まるように、クラッド材300をプレス加工することにより、ビッカース硬さを 115HV 以上 125HV 以下にすることが可能であることを見出した。そして、本願発明者は、Cu部分33を構成するCu結晶粒の断面積を $10\mu\text{m}^2$ 以上 $40\mu\text{m}^2$ 以下に調整することにより、ビッカース硬さが 118HV 以上 125HV 以下にすることが可能であることを見出した。

[0155] また、本願発明者は、No. 67の結果とNo. 69の結果とから、Cu部分33を構成するCu結晶粒の断面積の差が約 $60\mu\text{m}^2$ の場合でも、ビッカース硬さの差を 6HV の範囲に収まることを知得した。また、この結果から、本願発明者は、Cu結晶粒の断面積をNo. 69の $94\mu\text{m}^2$ から $100\mu\text{m}^2$ に大きくした場合に、ビッカース硬さが 110HV 未満にならないことを見出した。そして、図10に示すようなクラッド材300を用いて、壁部24のCu層32からなるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積が $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下となるようにプレス加工して作製された負極端子20は、ビッカース硬さが 110HV 以上 125HV 以下である適度な硬さのCu部分33を有することができることを見出した。

[0156] また、本願発明者は、壁部24のCu層32からなるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積が $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下となる負極端子20は、図10に示すようなクラッド材300を用いて、クラッド材300の

Cu材320を構成するCu結晶粒（断面積S1）をCu結晶粒の断面積の変形率Dが45%以上100%未満となるようにプレス加工することにより作製することができることを見出した。

[0157] また、本願発明者は、壁部24のCu層32からなるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積が $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下となる負極端子20は、Cu材320のビッカース硬さが70HV以下である図10に示すようなクラッド材300を用いて、45%以上100%未満の変形率Dで、壁部24のCu層32からなるCu部分33のビッカース硬さが110HV以上125HV以下となるようにプレス加工することにより作製することができることを見出した。

[0158] 次に、実施例1および実施例2の作製した負極端子20（No. 1～No. 20およびNo. 31～No. 60）を用いて、本実施形態と同様に図15から図18に示すような壁部24の折り曲げ、かしめ、レーザ溶接を行って固定状態（かしめ状態）とした。その際に、負極端子20（特に壁部24の基部領域27）に割れが生じていないことを確認することができた。この結果から、本願発明者は、図10に示すようなクラッド材300を用いて、壁部24のCu層32からなるCu部分33を構成するCu結晶粒の断面積が $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下となるようにプレス加工して作製された負極端子20は、軸部21の先端のCu部分33が適切な断面積を有するCu結晶粒により構成されているため、軸部21の先端のCu部分33を折り曲げてかしめることにより他の部材に固定するのに好適な機械的特性を有することができることを見出した。

[0159] 次に、実施例1および実施例2の負極端子20（No. 1～No. 20およびNo. 31～No. 60）を上記固定状態（かしめ状態）とした後に、車載用途を想定して適度な振動を与え続けた。その際に、負極端子20（特に壁部24の基部領域27）に割れが生じていないことを確認することができた。この結果から、本願発明者は、図10に示すようなクラッド材300を用いて、壁部24のCu層32からなるCu部分33を構成するCu結晶

粒の断面積が $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下となるようにプレス加工して作製された負極端子 20 は、軸部 21 の先端の Cu 部分 33 が適切な断面積を有する Cu 結晶粒により構成されているため、軸部 21 の先端の Cu 部分 33 を折り曲げてかしめた固定状態（かしめ状態）に経時的に耐えて維持するために適切な機械的特性を有することができることを見出した。

[0160] [変形例]

なお、今回開示された実施形態および実施例は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施形態および実施例の説明ではなく請求の範囲によって示され、さらに請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更（変形例）が含まれる。

[0161] たとえば、本実施形態では、Al 層と Cu 層とが積層されて接合された 2 層構造のクラッド材の例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、たとえば、Al 層と Cu 層と Ni 層とがこの順で積層されて接合された 3 層構造のクラッド材であってもよい。

[0162] また、本実施形態では、Al 層と Cu 層とが積層されて接合された 2 層構造のクラッド材の例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、3 層構造以上であってもよい。その場合、たとえば、4 層構造のクラッド材であってもよく、Al 層と Ni 層と Cu 層と Ni 層とがこの順で積層されて接合された 4 層構造のクラッド材であってもよい。また、3 層構造以上の場合、Cu 層からなる Cu 部分の結晶粒の断面積が、 $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下であれば、クラッド材は、十分な機械的強度を有する。

[0163] また、本実施形態では、電池用端子である負極端子 20 の壁部 24 の Cu 部分 33 が折り曲げられる例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、たとえば、図 19 に示すように壁部の Cu 部分がフレア加工される電池用端子であってもよい。

[0164] また、本実施形態では、ビッカース硬さなどを壁部 24 の基部領域 27 の Cu 部分 33（Cu 部分 33a）において測定する例を示したが、本発明は

これに限られない。本発明では、たとえば、ビッカース硬さなどを壁部 2 4 の C u 部分 3 3 の Z 2 側の先端部において測定してもよい。

[0165] また、本実施形態では、凹部 2 3 は、Z 2 側から見て、丸パイプ断面のような円環状に形成されている例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、凹部は、Z 2 方向から見て円環状でなくてもよく、たとえば、矩形状であってもよい。

[0166] また、本実施形態では、鰐部 1 2 が、Z 方向から見て円環状である例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、鰐部は、Z 方向から見て円環状でなくてもよく、たとえば、矩形状であってもよい。

[0167] また、本実施形態では、電池用端子を組電池 1 0 0 の負極端子 2 0 として用いた例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、電池用端子を単電池の負極端子として用いてもよい。

符号の説明

- [0168] 2 0 負極端子（電池用端子）
2 1 軸部
2 2 鰐部
2 3 凹部
2 4 壁部
2 7 基部領域
3 1 A l 層
3 2 C u 層
3 3 C u 部分
1 3 0 クラッド材（帯状のクラッド材）
1 3 1 A l 板材
1 3 2 C u 板材
3 0 0 クラッド材（個片状のクラッド材）
3 1 0 A l 材
3 2 0 C u 材

請求の範囲

- [請求項1] 純A l またはA l 基合金から構成されるA l 層（3 1）と、
純C u またはC u 基合金から構成されるC u 層（3 2）とが、この順に積層された状態で接合されたクラッド材から構成され、
前記A l 層側から前記C u 層側に延びる軸部（2 1）と、前記軸部の側方から放射方向に広がる鰐部（2 2）と、前記軸部の前記C u 層側の先端からさらに延びる壁部に囲まれる凹部（2 3）と、を備え、
前記軸部の軸方向の切断面において、前記壁部の前記C u 層からなるC u 部分を構成するC u 結晶粒の断面積は、 $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下である、電池用端子。
- [請求項2] 前記C u 部分を構成するC u 結晶粒の断面積は、 $65\mu\text{m}^2$ 以下である、請求項1に記載の電池用端子。
- [請求項3] 前記C u 部分を構成するC u 結晶粒の断面積は、 $40\mu\text{m}^2$ 以下である、請求項2に記載の電池用端子。
- [請求項4] 前記C u 部分のビッカース硬さは、 110HV 以上 125HV 以下である、請求項1～3のいずれか1項に記載の電池用端子。
- [請求項5] 純A l またはA l 基合金からなるA l 板材（1 3 1）と、純C u またはC u 基合金からなるC u 板材（1 3 2）とを、この順に積層した状態で接合することによって、A l 材（3 1 0）およびC u 材（3 2 0）により構成されたクラッド材（3 0 0）を形成する工程と、
前記クラッド材をプレス加工することによって、クラッド材のA l 材からなるA l 層（3 1）と、クラッド材のC u 材からなるC u 層（3 2）とが、この順に積層された状態で接合され、前記A l 層側から前記C u 層側に延びる軸部（2 1）と、前記軸部の側方から放射方向に広がる鰐部（2 2）と、前記軸部の前記C u 層側の先端からさらに延びる壁部に囲まれる凹部（2 3）とを含む、電池用端子を形成する工程と、を備え、
前記電池用端子を形成する工程は、前記軸部の軸方向の切断面にお

いて、前記壁部の前記Cu層からなるCu部分を構成するCu結晶粒の断面積が $10\mu\text{m}^2$ 以上 $100\mu\text{m}^2$ 以下になるように、前記クラッド材をプレス加工する工程を含む、電池用端子の製造方法。

[請求項6] 前記電池用端子を形成する工程は、前記Cu部分を構成するCu結晶粒の断面積が $65\mu\text{m}^2$ 以下になるように、前記クラッド材をプレス加工する工程を含む、請求項5に記載の電池用端子の製造方法。

[請求項7] 前記電池用端子を形成する工程は、前記Cu部分を構成するCu結晶粒の断面積が $40\mu\text{m}^2$ 以下になるように、前記クラッド材をプレス加工する工程を含む、請求項6に記載の電池用端子の製造方法。

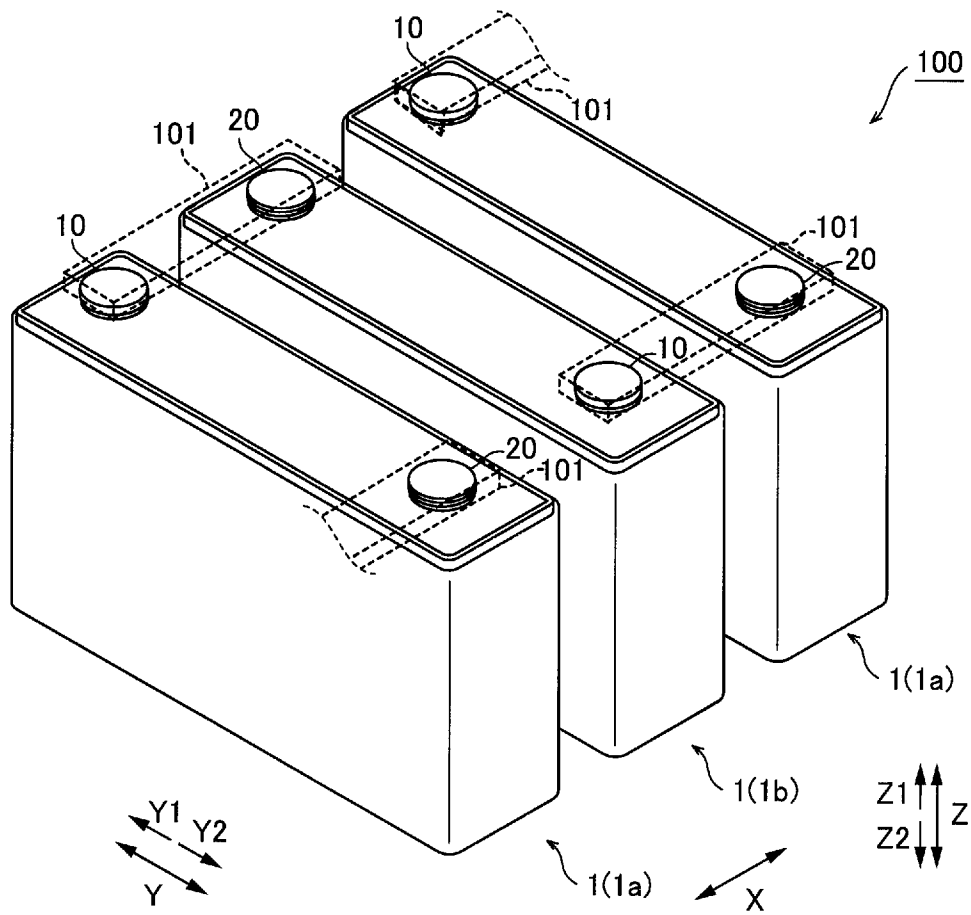
[請求項8] 前記電池用端子を形成する工程は、前記クラッド材の厚み方向の切断面において、前記Cu材を構成するCu結晶粒の断面積を S_1 とし、前記軸部の軸方向の切断面において、前記Cu部分を構成するCu結晶粒の断面積を S_2 とすると、 $(S_1 - S_2) / S_1 \times 100$ で求まるプレス加工前後のCu結晶粒の変形率が45%以上100%未満になるように、前記凹部を形成する工程を含む、請求項5～7のいずれか1項に記載の電池用端子の製造方法。

[請求項9] 前記電池用端子を形成する工程は、前記変形率が60%以上になるように、前記凹部を形成する工程を含む、請求項8に記載の電池用端子の製造方法。

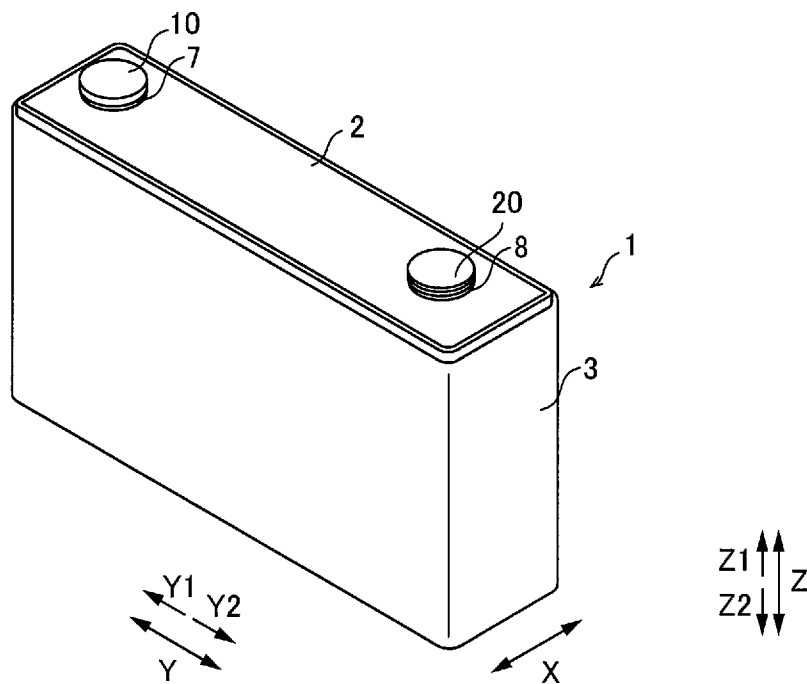
[請求項10] 前記クラッド材を形成する工程は、前記クラッド材の厚み方向の切断面において、前記Cu材のビッカース硬さが70HV以下になるように、前記クラッド材を形成する工程を含む、請求項5～9のいずれか1項に記載の電池用端子の製造方法。

[請求項11] 前記電池用端子を形成する工程は、前記Cu部分のビッカース硬さが110HV以上125HV以下になるように、前記クラッド材をプレス加工する工程を含む、請求項5～10のいずれか1項に記載の電池用端子の製造方法。

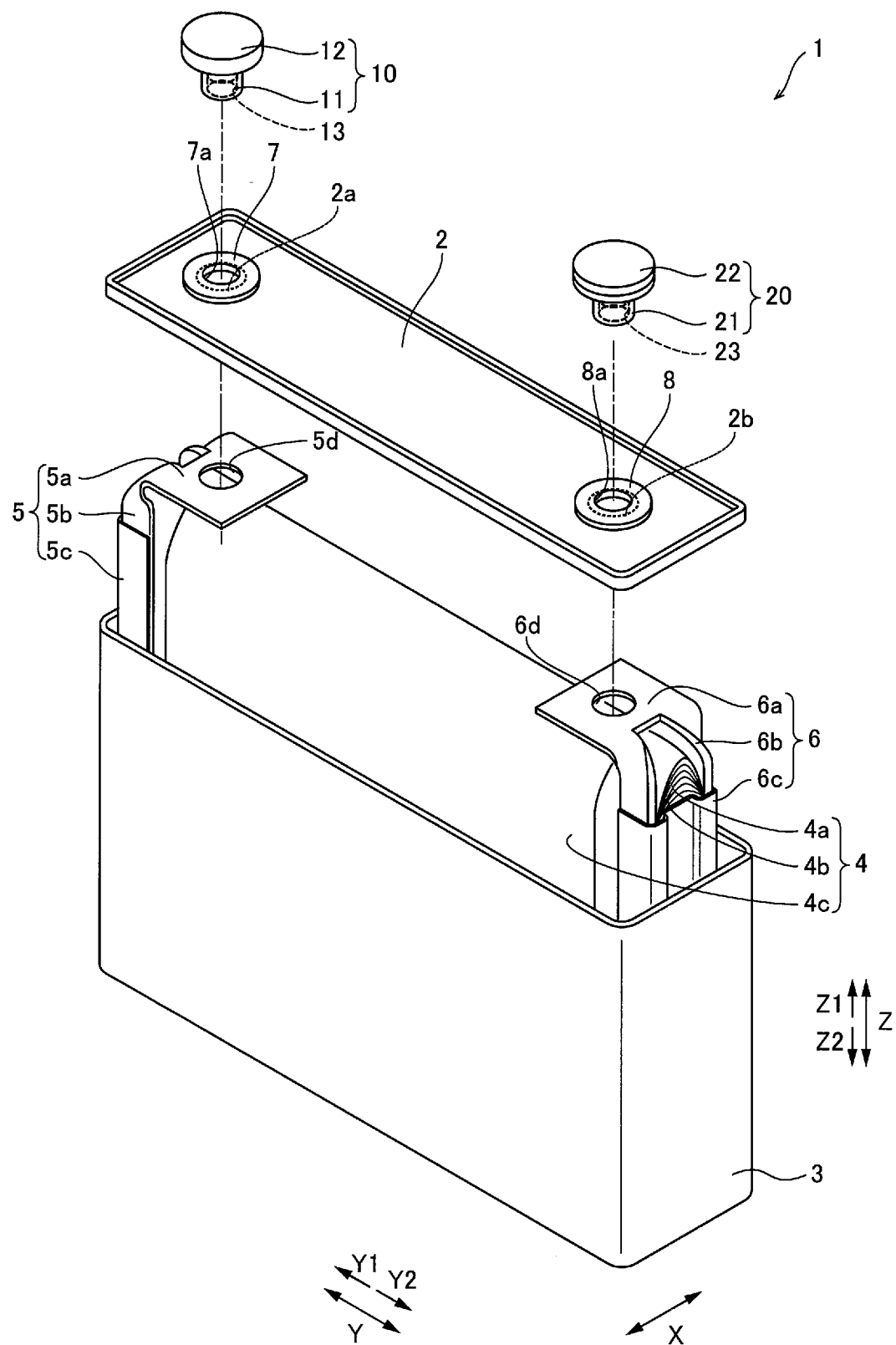
[図1]



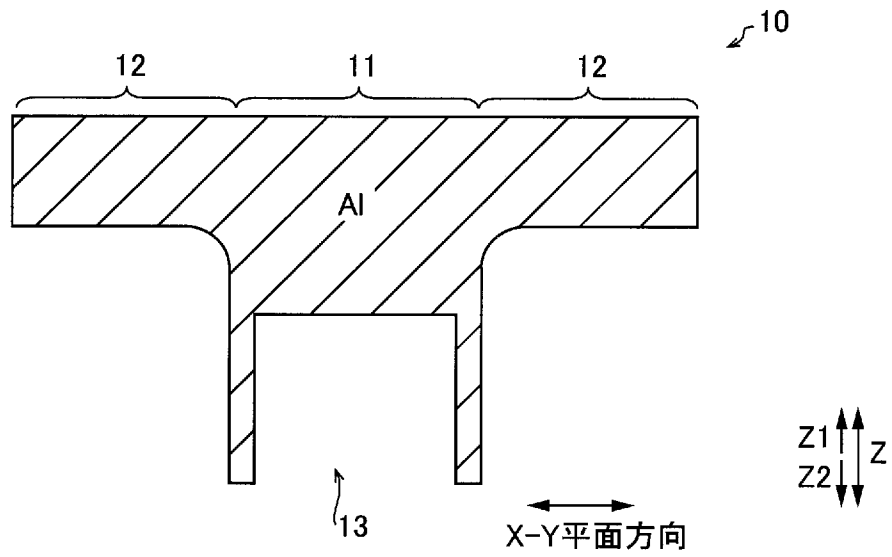
[図2]



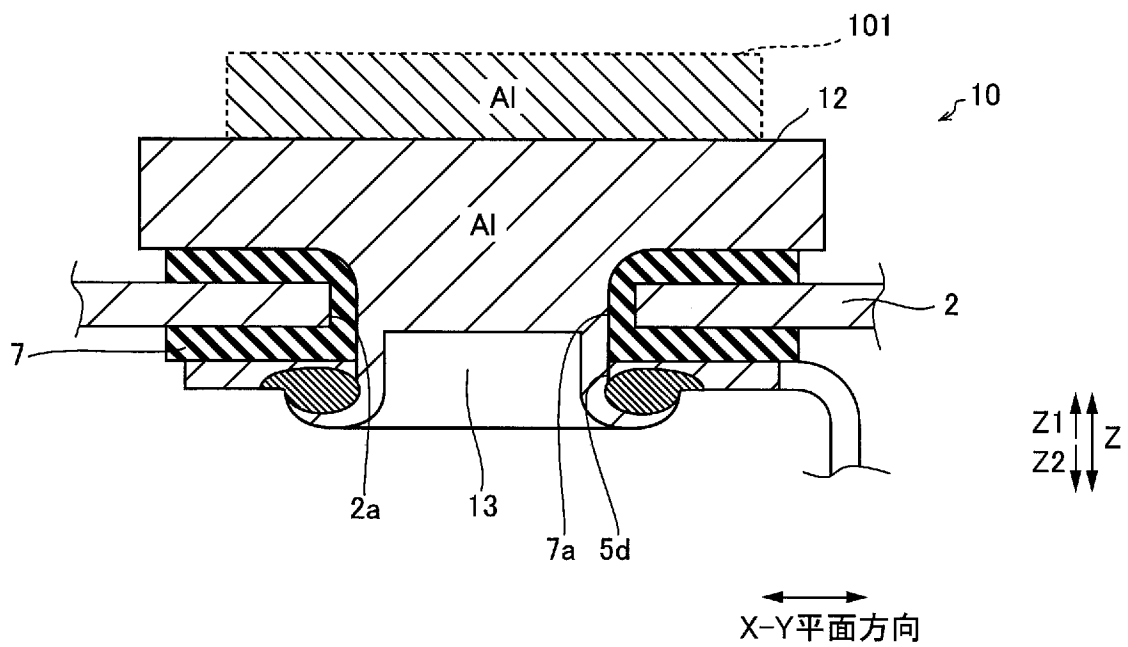
[図3]



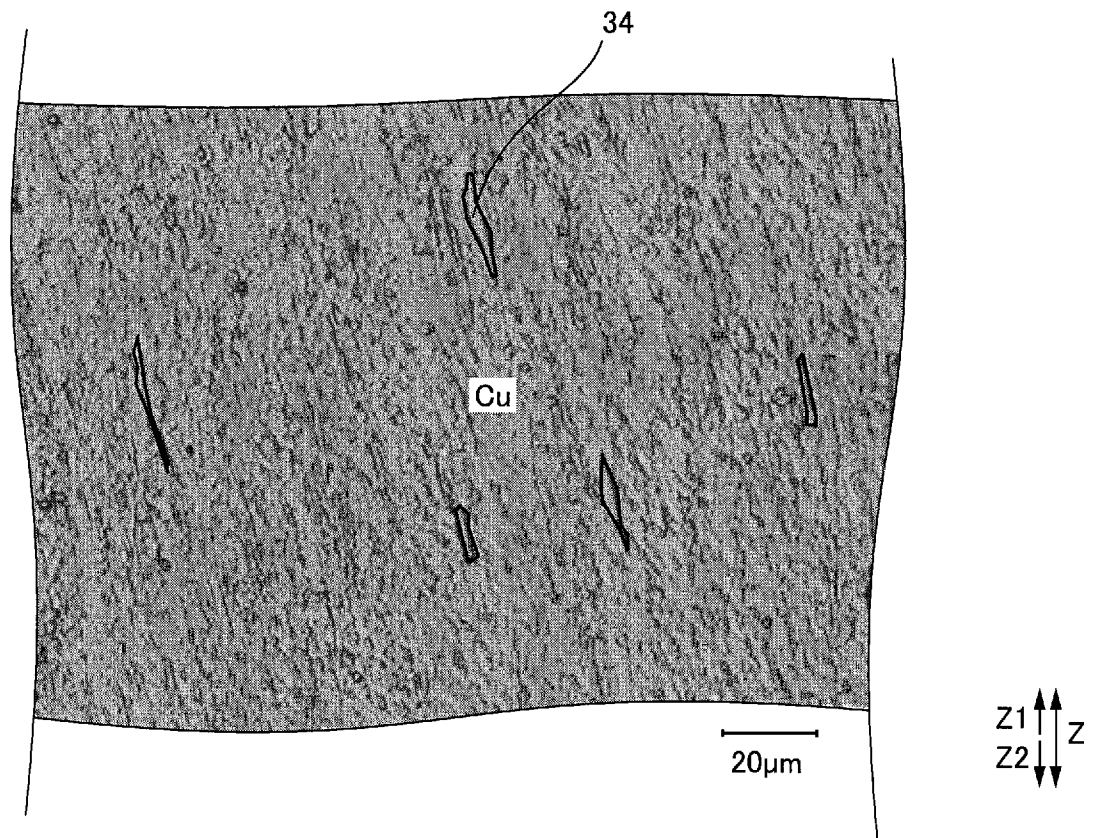
[図4]



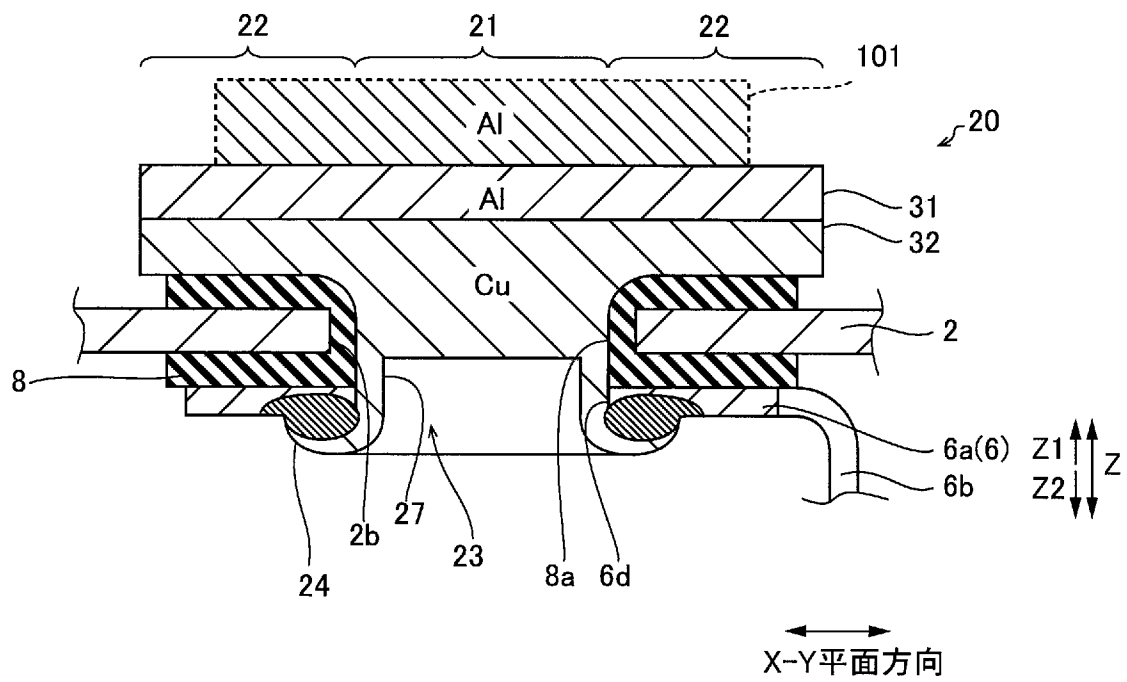
[図5]



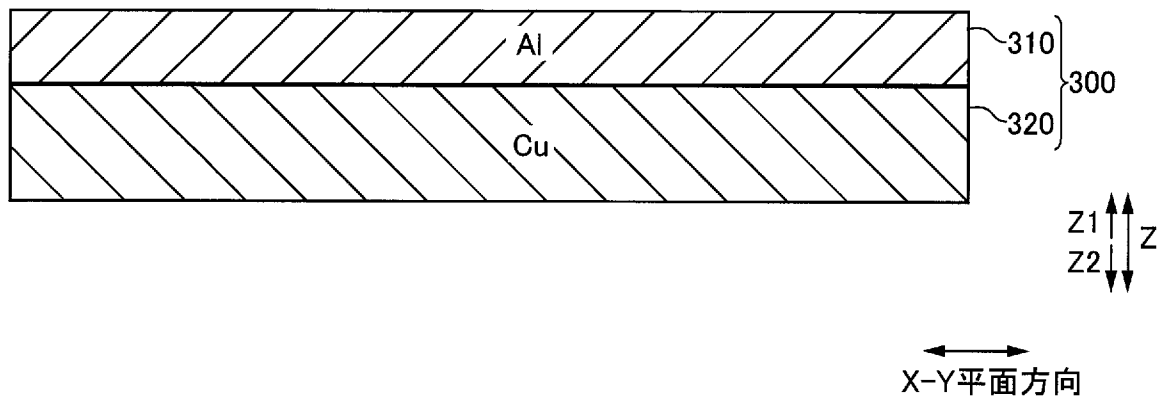
[図8]



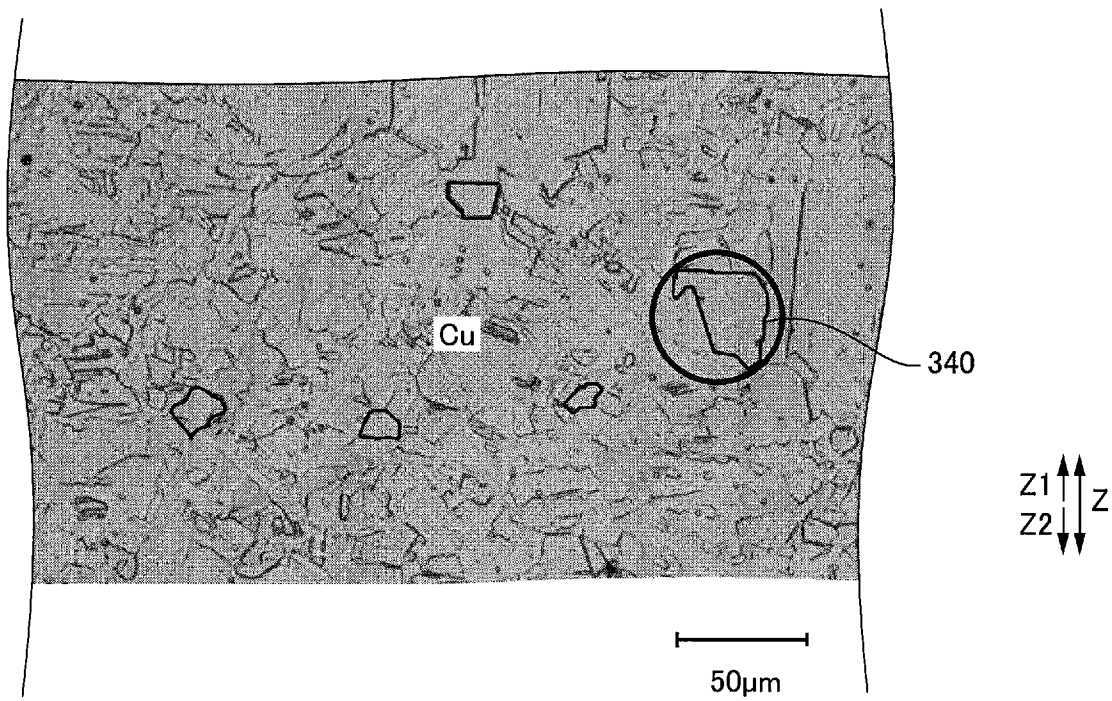
[図9]



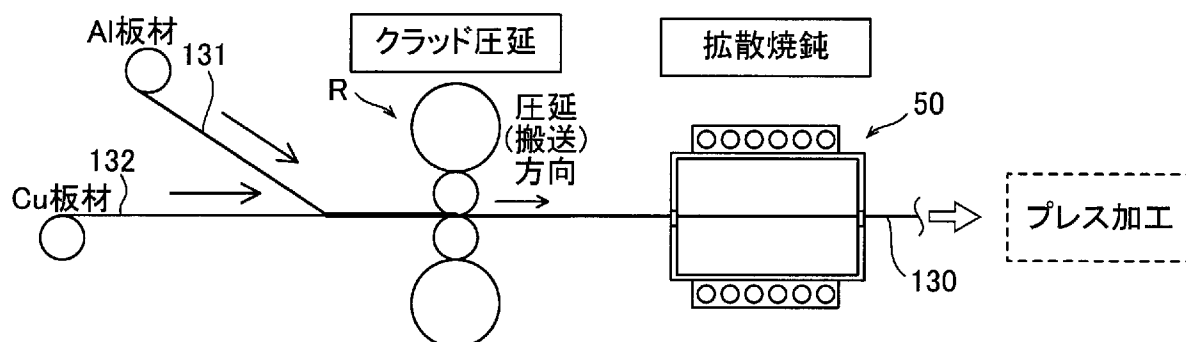
[図10]



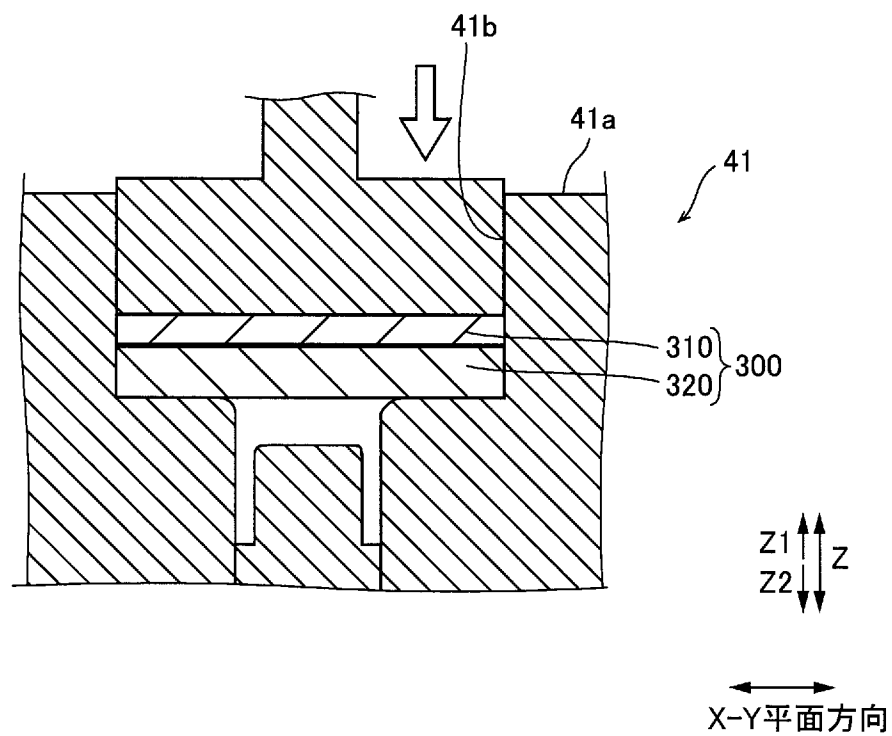
[図11]



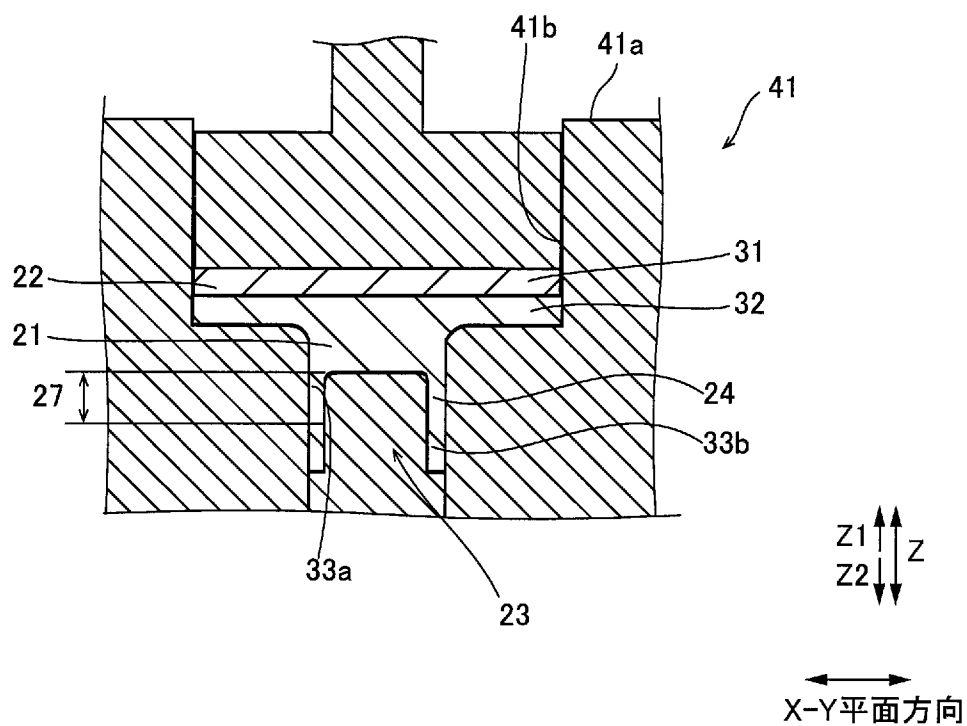
[図12]



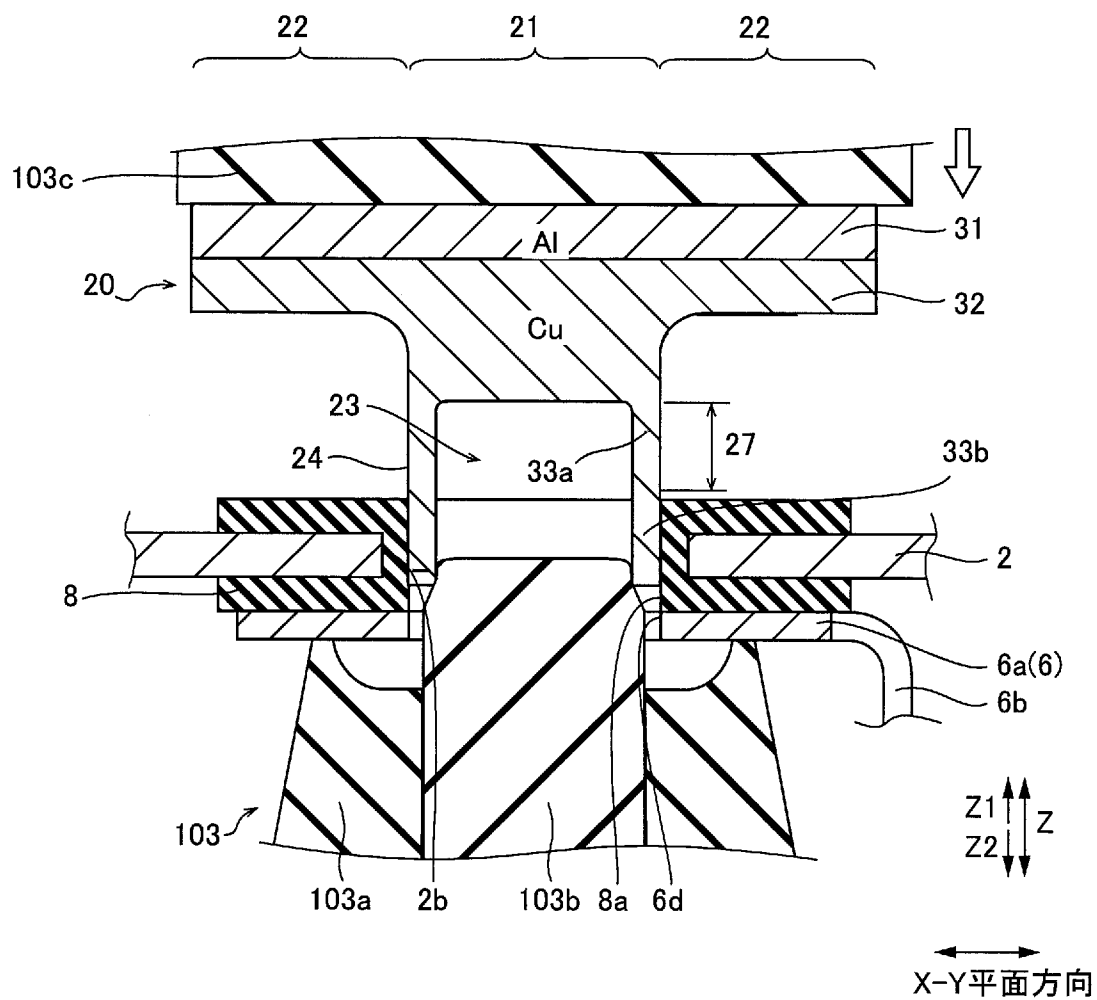
[図13]



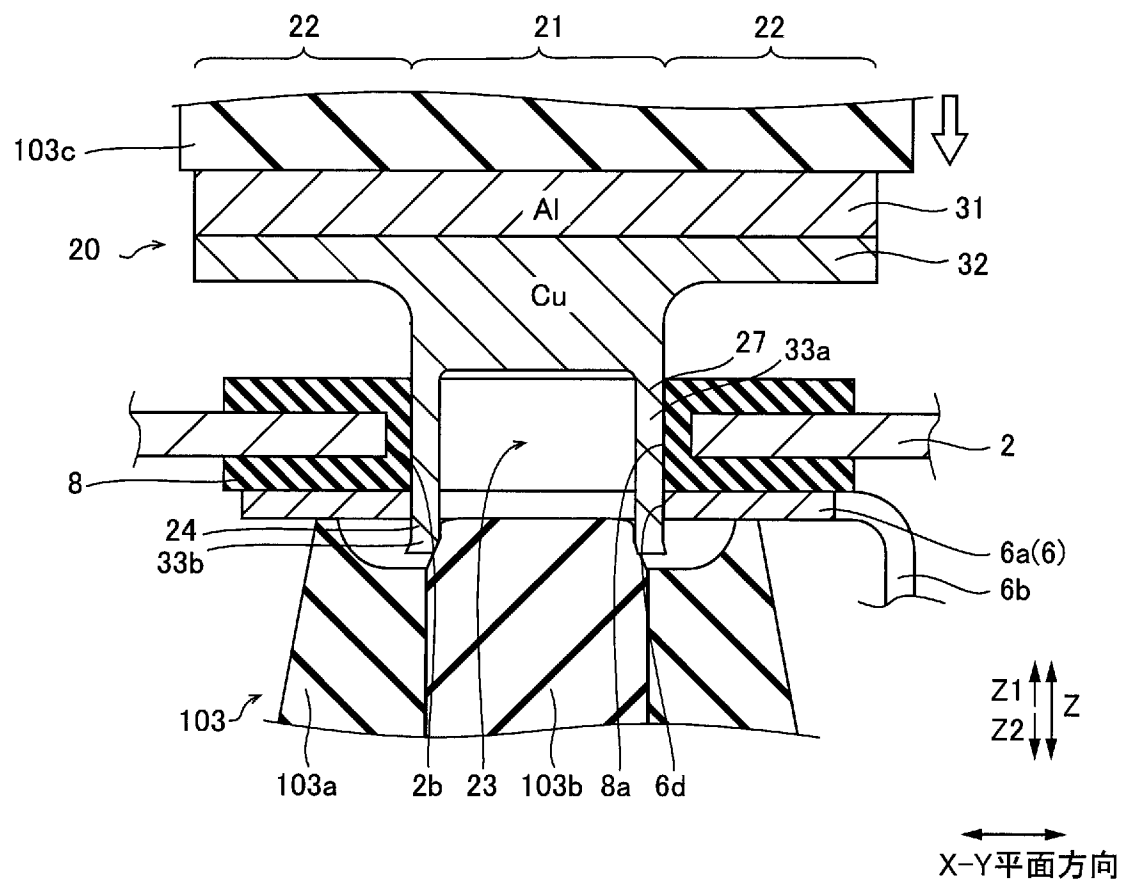
[図14]



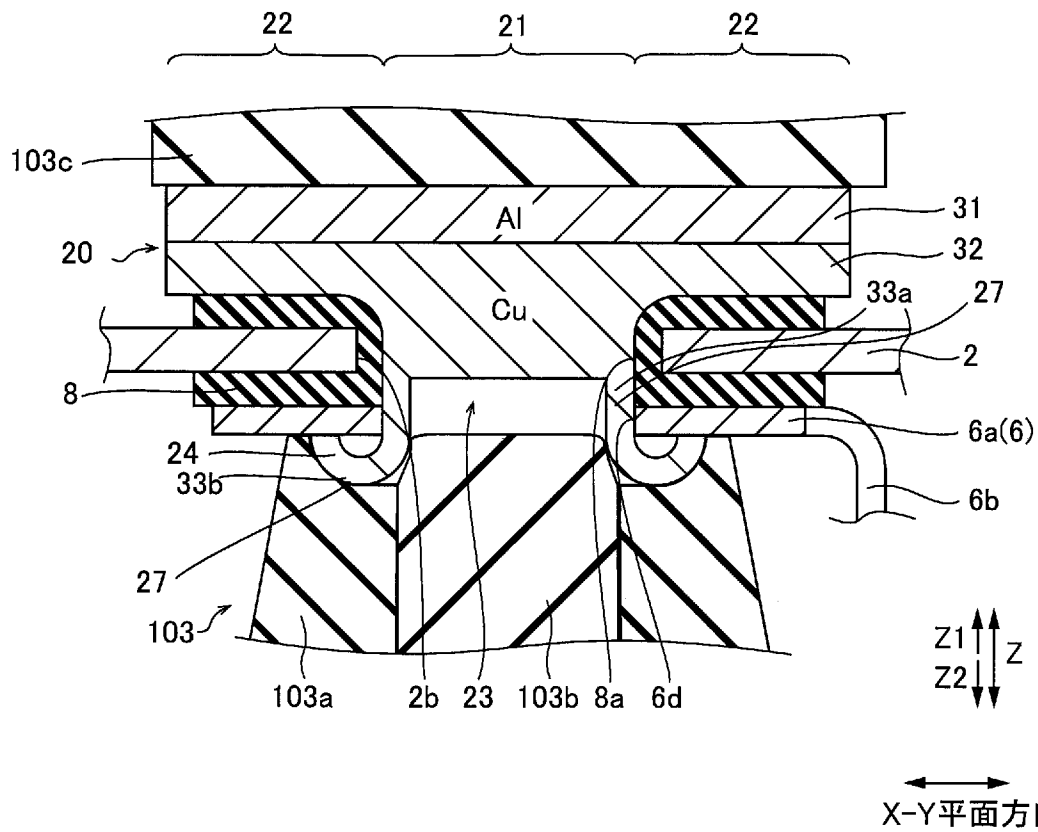
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/047232

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B21D53/00 (2006.01) i, H01M50/543 (2021.01) i
FI: H01M2/30D, B21D53/00E

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)

Int.Cl. B21D53/00, H01M50/543

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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.
Y	JP 6014808 B1 (HITACHI METALS LTD.) 26 October 2016 (2016-10-26), claims, paragraphs [0057]-[0059]	1-11
Y	JP 2004-106059 A (SUMITOMO SPECIAL METALS CO., LTD.) 08 April 2004 (2004-04-08), paragraph [0017]	1-11
Y	JP 8-162088 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 21 June 1996 (1996-06-21), paragraph [0023]	1-11
Y	JP 2004-63133 A (TOSHIBA CORPORATION et al.) 26 February 2004 (2004-02-26), paragraph [0036]	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
28 January 2021

Date of mailing of the international search report
09 February 2021

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/047232

JP 6014808 B1	26 October 2016	US 2017/0054131 A1 claims, paragraphs [0084]-[0086] CN 106469801 A KR 10-2017-0021197 A
JP 2004-106059 A	08 April 2004	WO 2004/020191 A1 page 6, lines 11-23 KR 10-2005-0058991 A CN 1556751 A
JP 8-162088 A	21 June 1996	(Family: none)
JP 2004-63133 A	26 February 2004	(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B21D 53/00(2006.01)i; H01M 50/543(2021.01)i FI: H01M2/30 D; B21D53/00 E		
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）） B21D53/00; H01M50/543		
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 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021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
Y	JP 6014808 B1（日立金属株式会社）26.10.2016（2016-10-26） [特許請求の範囲]、[0057] - [0059]	1-11
Y	JP 2004-106059 A（住友特殊金属株式会社）08.04.2004（2004-04-08） [0017]	1-11
Y	JP 8-162088 A（三洋電機株式会社）21.06.1996（1996-06-21） [0023]	1-11
Y	JP 2004-63133 A（株式会社東芝 他）26.02.2004（2004-02-26） [0036]	1-11
☐ 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、一般的な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抵触するものではなく、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 28.01.2021		国際調査報告の発送日 09.02.2021
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 馳平 憲一 4X 3232 電話番号 03-3581-1101 内線 3435

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/047232

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	6014808	B1	26.10.2016	US 2017/0054131 A1 Claims、 [0084] - [0086] CN 106469801 A KR 10-2017-0021197 A	
JP	2004-106059	A	08.04.2004	WO 2004/020191 A1 6頁11-23行 KR 10-2005-0058991 A CN 1556751 A	
JP	8-162088	A	21.06.1996	(ファミリーなし)	
JP	2004-63133	A	26.02.2004	(ファミリーなし)	