

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7611112号
(P7611112)

(45)発行日 令和7年1月9日(2025.1.9)

(24)登録日 令和6年12月25日(2024.12.25)

(51)国際特許分類

F I

H O 1 M 50/636(2021.01)

H O 1 M 50/636

請求項の数 1 (全13頁)

(21)出願番号	特願2021-163434(P2021-163434)	(73)特許権者	520184767
(22)出願日	令和3年10月4日(2021.10.4)		プライムプラネットエナジー&ソリューションズ株式会社
(65)公開番号	特開2023-54527(P2023-54527A)		東京都中央区日本橋室町二丁目1番1号
(43)公開日	令和5年4月14日(2023.4.14)	(74)代理人	110000291
審査請求日	令和4年10月4日(2022.10.4)		弁理士法人コスモス国際特許商標事務所
前置審査		(72)発明者	榊原 徹哉
			東京都中央区日本橋室町二丁目3番1号
			プライムプラネットエナジー&ソリューションズ株式会社内
		審査官	鈴木 雅雄

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 密閉型電池の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

注液口を有する電池ケースと、前記注液口を封止する封止栓と、を備える密閉型電池の製造方法において、
前記注液口を通じて前記電池ケースの内部に電解液を注入する注液工程と、
前記注液工程の後、前記封止栓で前記注液口を塞いだ状態で、前記電池ケースと前記封止栓との被溶接部に対してレーザビームを線状に走査しつつ照射して、前記電池ケースと前記封止栓とを溶接する溶接工程と、を備え、
前記レーザビームは、
前記被溶接部の表面に存在する前記電解液及び油を蒸発させ得る第1ビームで、前記被溶接部のうち前記第1ビームの照射によって前記電解液及び前記油の少なくとも一部が除去された除去部をキーホール溶接する第2ビームを囲むビームプロファイルを有する密閉型電池の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、密閉型電池の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1には、注液口を有する電池ケースと、注液口を封止する封止栓と、を備える

密閉型電池の製造方法が開示されている。具体的には、注液工程において、注液口を通じて電池ケースの内部に電解液を注入する。その後、溶接工程において、封止栓で注液口を塞いだ状態で、電池ケースと封止栓との円環状の被溶接部に対して、レーザービームを線状に走査しつつ照射して、電池ケースと封止栓とを溶接する。この溶接工程では、まず、キーホール溶接によって、電池ケースと封止栓との円環状の被溶接部の周方向一部を溶接し、その後、熱伝導溶接によって、被溶接部の残りの周方向一部を溶接する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2016-143656号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、電池ケースと封止栓との被溶接部の表面には、電池ケースや封止栓の製造時に使用した油（例えば、プレス油）や、注液工程において電池ケース内に注入した電解液が付着していることがある。これに対し、前述の溶接工程では、被溶接部に対し、まず、キーホール溶接を行っている。キーホール溶接は、電解液や油に起因するボイド（ブローホール）が発生し易いため、前述の溶接工程では、キーホール溶接を行った溶接部に多数のボイドが生じる虞があった。また、熱伝導溶接では、十分な溶け込み深さを得ることができないため、熱伝導溶接によって溶接した部位では、溶接強度が不十分になる虞があった。このため、前述の製造方法では、電池ケースと封止栓とを強固に接合することができない虞があった。

【0005】

本発明は、かかる現状に鑑みてなされたものであって、電池ケースと封止栓とを強固に接合することができる密閉型電池の製造方法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】

本発明の一態様は、注液口を有する電池ケースと、前記注液口を封止する封止栓と、を備える密閉型電池の製造方法において、前記注液口を通じて前記電池ケースの内部に電解液を注入する注液工程と、前記注液工程の後、前記封止栓で前記注液口を塞いだ状態で、前記電池ケースと前記封止栓との被溶接部に対してレーザービームを線状に走査しつつ照射して、前記電池ケースと前記封止栓とを溶接する溶接工程と、を備え、前記レーザービームは、前記被溶接部の表面に存在する前記電解液及び油を蒸発させ得る第1ビームで、前記被溶接部のうち前記第1ビームの照射によって前記電解液及び前記油の少なくとも一部が除去された除去部をキーホール溶接する第2ビームを囲むビームプロファイルを有する密閉型電池の製造方法である。

【0007】

上述の製造方法のレーザー溶接工程では、レーザービームとして、電池ケースと封止栓との被溶接部の表面に存在する電解液及び油（油分）を蒸発させ得る第1ビームと、被溶接部のうち第1ビームの照射によって電解液の少なくとも一部及び油の少なくとも一部が除去された除去部をキーホール溶接する第2ビームと、を一体的に含むビームプロファイルを有するレーザービームを用いて、電池ケースと封止栓とをレーザー溶接する。

【0008】

具体的には、電池ケースと封止栓との被溶接部（レーザー照射予定部）に対して第1ビームを線状に照射して、被溶接部の表面に存在する電解液及び油を蒸発させてゆくと共に、被溶接部のうち第1ビームの照射によって電解液の少なくとも一部及び油の少なくとも一部が除去された（蒸発により消失した）除去部に対して第2ビームを線状に照射して、当該除去部をキーホール溶接してゆく。このように、電解液の少なくとも一部及び油の少なくとも一部が除去された被溶接部に対して第2ビームを照射して、電池ケースと封止栓とをキーホール溶接することで、電解液及び油に起因するボイドの発生を低減することがで

10

20

30

40

50

きると共に、溶け込み深さの深い溶接をすることができる。従って、電池ケースと封止栓とを強固に接合することができる。

【０００９】

なお、第１ビームは、電解液及び油（油分）を蒸発させ得る出力密度を有するレーザビームである。この第１ビームには、被溶接部の溶接形態が熱伝導溶接になる出力密度（キーホール溶接になる出力密度よりも低い）を有するレーザビームも含まれる。

【００１１】

上述の製造方法のレーザ溶接工程では、レーザビームとして、第１ビームで第２ビームを囲むビームプロファイルを有するレーザビームを用いて、電池ケースと封止栓とをレーザ溶接する。具体的には、例えば、第２ビームからなる平面視円形状の中央部分と、この中央部分を囲む第１ビームからなる平面視円環状のリング部分と、によって構成されるビームプロファイルを有するレーザビームを用いる。

【００１２】

このようなレーザビームを、電池ケースと封止栓との被溶接部に対して線状に走査しつつ照射することで、第２ビーム（中央部分）に先行して第１ビーム（リング部分）の一部を被溶接部に照射してゆくことができる。これにより、第１ビーム（リング部分）を被溶接部に対して線状に照射して、被溶接部の表面から電解液及び油を除去してゆくと共に、被溶接部のうち第１ビーム（リング部分）の照射によって電解液の少なくとも一部及び油の少なくとも一部が除去された除去部に対して、第２ビーム（中央部分）を線状に照射して、電池ケースと封止栓とをキーホール溶接してゆくことができる。

【図面の簡単な説明】

【００１３】

【図１】実施形態にかかる密閉型電池の斜視図である。

【図２】実施形態にかかる注液工程を説明する図である。

【図３】実施形態にかかる密閉型電池の製造方法の流れを示すフローチャートである。

【図４】実施形態にかかるレーザビームプロファイルを示す図である。

【図５】実施形態にかかる溶接工程を説明する図である。

【図６】図５のＢ－Ｂ断面図である。

【図７】実施形態にかかる溶接工程を説明する他の図である。

【図８】実施形態にかかるレーザ溶接装置の概略図である。

【図９】図５のＣ部拡大図である。

【図１０】レーザビームによる電解液除去試験の結果を示す図である。

【図１１】レーザビームによる油除去試験の結果を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１４】

<実施形態>

次に、実施形態にかかる密閉型電池の製造方法について説明する。なお、本実施形態では、密閉型電池としてリチウムイオン二次電池１を製造する例について説明する。図１は、実施形態にかかるリチウムイオン二次電池１の斜視図である。図２は、リチウムイオン二次電池１の製造工程である注液工程を説明する図であり、リチウムイオン二次電池１の製造工程である組み付け工程を終えた組み付け構造体１Ａの断面図を示している。

【００１５】

リチウムイオン二次電池１は、電池ケース１０と、電池ケース１０の内部に收容された電極体２０と、正極端子５０と、負極端子６０とを備える（図２参照）。電池ケース１０は、矩形箱形状のケース本体部１１と、ケース本体部１１の開口を閉塞する蓋部１３とを備える。電池ケース１０の蓋部１３には、注液口１３ｈが形成されている。また、蓋部１３には、注液口１３ｈを封止する封止栓１５が溶接されている。電極体２０を構成する正極板２１には、正極端子５０の接続部５２が接合されている。また、電極体２０を構成する負極板３１には、負極端子６０の接続部６２が接合されている。

【００１６】

以下、リチウムイオン二次電池１の製造方法について詳細に説明する。図３は、リチウムイオン二次電池１の製造方法の流れを示すフローチャートである。まず、ステップＳ１（組み付け工程）において、リチウムイオン二次電池１の構成部品を組み付けて、組み付け構造体１Ａを作製する。具体的には、正極板２１と負極板３１とセパレータ（図示なし）を捲回することによって、電極体２０を作製する（図２参照）。また、蓋部１３に、正極端子５０と負極端子６０を組み付ける。

【００１７】

その後、電極体２０を構成する正極板２１に正極端子５０の接続部５２を接合する。さらに、電極体２０を構成する負極板３１に負極端子６０の接続部６２を接合する。その後、ケース本体部１１の内部に電極体２０を収容すると共に、蓋部１３によってケース本体部１１の開口を閉塞し、この状態で、蓋部１３とケース本体部１１を溶接する。これにより、ケース本体部１１と蓋部１３とが接合されて、電池ケース１０になると共に、組み付け構造体１Ａが作製される（図２参照）。

【００１８】

次に、ステップＳ２（注液工程）において、図２に示すように、組み付け構造体１Ａの蓋部１３の注液口１３ｈを通じて、電池ケース１０の内部に電解液ＥＳを注入する。なお、本実施形態の電解液ＥＳは、溶媒として有機溶媒（例えば、エチレンカーボネートとエチルメチルカーボネートとジメチルカーボネート）を有し、溶質としてＬｉＰＦ_６を有する非水電解液である。その後、ステップＳ３（溶接工程）において、封止栓１５で注液口１３ｈを塞いだ状態で、電池ケース１０の蓋部１３と封止栓１５とをレーザ溶接する。なお、注液口１３ｈは、円筒状の孔であり、封止栓１５は、平面視円形状の部材である。本実施形態では、蓋部１３及び封止栓１５は、アルミニウム製である。

【００１９】

ここで、本実施形態の溶接工程について詳細に説明する。図８は、本実施形態で使用するレーザ溶接装置１００の概略図である。レーザ溶接装置１００は、ファイバーレーザ発振器１１０とヘッドユニット１２０を備える。ファイバーレーザ発振器１１０とヘッドユニット１２０は、ファイバーケーブル１３０によって接続されている。ファイバーレーザ発振器１１０は、第１ビームＬＢ１を発生させる第１レーザモジュール１１３と、第１レーザモジュール１１３に電力を供給する第１電源１１１と、第２ビームＬＢ２を発生させる第２レーザモジュール１１４と、第２レーザモジュール１１４に電力を供給する第２電源１１２とを備える。このファイバーレーザ発振器１１０は、第１ビームＬＢ１と第２ビームＬＢ２とを組み合わせたレーザビームＬＢを発射する。

【００２０】

具体的には、ファイバーレーザ発振器１１０は、図４に示すように、第１ビームＬＢ１で第２ビームＬＢ２を囲むビームプロファイルを有するレーザビームＬＢを発生させて、このレーザビームＬＢをヘッドユニット１２０に向けて発射する。より具体的には、レーザビームＬＢは、第２ビームＬＢ２からなる平面視円形状の中央部分と、この中央部分を囲む第１ビームＬＢ１からなる平面視円環状のリング部分と、によって構成されるビームプロファイルを有する（図４参照）。本実施形態では、ファイバーレーザ発振器１１０として、コヒーレント社製のHighLighit FL4000CSM-ARMを用いている。

【００２１】

ヘッドユニット１２０は、公知のヘッドユニット（光学ヘッド）であり、ファイバーレーザ発振器１１０から発射されたレーザビームＬＢを、電池ケース１０の蓋部１３と封止栓１５との被溶接部ＷＰに対して線状に走査しつつ照射して、電池ケース１０の蓋部１３と封止栓１５とを溶接する。なお、被溶接部ＷＰは、平面視円環状をなしている。従って、本実施形態では、レーザビームＬＢによって、電池ケース１０の蓋部１３と封止栓１５とを円環状に全周溶接する。

【００２２】

ところで、蓋部１３と封止栓１５との被溶接部ＷＰの表面には、蓋部１３及び封止栓１５の製造時に使用した油（例えば、プレス油）や、注液工程において電池ケース１０内に

10

20

30

40

50

注入した電解液 E S が付着していることがある。

【0023】

これに対し、本実施形態のレーザビーム L B のうち第 1 ビーム L B 1 は、被溶接部 W P の表面に存在する電解液 E S 及び油（油分）を蒸発させ得る出力密度（ W/mm^2 ）を有する。また、第 2 ビーム L B 2 は、被溶接部 W P の溶接形態がキーホール溶接となる出力密度（ W/mm^2 ）を有する。なお、本実施形態では、第 1 ビーム L B 1 の出力密度を、被溶接部 W P の溶接形態が熱伝導溶接となる出力密度（キーホール溶接となる出力密度よりも低い）としている。詳細には、レーザビーム L B は、被溶接部 W P の表面に存在する電解液 E S 及び油を蒸発させ得る第 1 ビーム L B 1 と、被溶接部 W P のうち第 1 ビーム L B 1 の照射によって電解液 E S 及び油の少なくとも一部が除去された除去部 C P をキーホール溶接する第 2 ビーム L B 2 と、を含むビームプロファイルを有する。

10

【0024】

従って、本実施形態の溶接工程では、電池ケース 10 の蓋部 13 と封止栓 15 との被溶接部 W P の表面に存在する電解液 E S 及び油（油分）を蒸発させ得る第 1 ビーム L B 1 と、被溶接部 W P のうち第 1 ビーム L B 1 の照射によって電解液 E S の少なくとも一部及び油の少なくとも一部が除去された除去部 C P をキーホール溶接する第 2 ビーム L B 2 と、を含むビームプロファイルを有するレーザビーム L B を用いて、電池ケース 10 の蓋部 13 と封止栓 15 をレーザ溶接する（図 5 ～ 図 9 参照）。

【0025】

具体的には、平面視円環状の被溶接部 W P（レーザ照射予定部）に対して第 1 ビーム L B 1 を線状に照射して、被溶接部 W P の表面に存在する電解液 E S 及び油（油分）を蒸発させてゆくと共に、被溶接部 W P のうち第 1 ビーム L B 1 の照射によって電解液 E S の少なくとも一部及び油の少なくとも一部が除去された（蒸発により消失した）除去部 C P の少なくとも一部に対して第 2 ビーム L B 2 を線状に照射して、除去部 C P の少なくとも一部をキーホール溶接してゆく。なお、図 9 には、被溶接部 W P に照射されたレーザビーム L B のビームプロファイルの平面図を示しており、図 9 に示すレーザビーム L B による除去部 C P を破線のハッチングで示している。また、図 9 では、レーザビーム L B（第 1 ビーム L B 1 及び第 2 ビーム L B 2）の走査方向を D S として示している。

20

【0026】

より具体的に説明すると、前述のように、レーザビーム L B は、第 1 ビーム L B 1 で第 2 ビーム L B 2 を囲むビームプロファイルを有している。詳細には、レーザビーム L B は、第 2 ビーム L B 2 からなる平面視円形状の中央部分と、この中央部分を囲む第 1 ビーム L B 1 からなる平面視円環状のリング部分と、によって構成されるビームプロファイルを有している（図 4 参照）。このようなレーザビーム L B を、被溶接部 W P に対して線状に走査しつつ照射することで、第 2 ビーム L B 2（中央部分）に先行して、第 1 ビーム L B 1（リング部分）の一部を被溶接部 W P に照射してゆくことができる（図 5 及び図 9 参照）。

30

【0027】

これにより、第 1 ビーム L B 1（リング部分）を被溶接部 W P に対して線状に照射して、被溶接部 W P の表面から電解液 E S 及び油を除去してゆくと共に、被溶接部 W P のうち第 1 ビーム L B 1（リング部分）の照射によって電解液 E S の少なくとも一部及び油の少なくとも一部が除去された除去部 C P の一部（具体的には、第 2 ビーム L B 2 が照射されている部位に対して走査方向 D S に位置する部位。例えば、図 9 に示すレーザビーム L B による除去部 C P においてはクロスハッチングで示す部位）に対して、第 2 ビーム L B 2（中央部分）を線状に照射して、電池ケース 10 の蓋部 13 と封止栓 15 をキーホール溶接してゆくことができる。

40

【0028】

このように、電解液 E S の少なくとも一部及び油の少なくとも一部が除去された被溶接部 W P に対して第 2 ビーム L B 2 を照射して、電池ケース 10 の蓋部 13 と封止栓 15 とをキーホール溶接することで、電解液 E S 及び油に起因するボイド（溶接熱によって電解

50

液 E S または油から生じたガスによって形成されるボイド) の発生を低減することができると共に、溶け込み深さの深い溶接をすることができる。従って、電池ケース 10 の蓋部 13 と封止栓 15 を強固に接合することができる。

【0029】

図 7 は、本実施形態の溶接工程におけるレーザビーム L B の走査経路を示す図である。本実施形態では、図 7 において実線で示すように、まず、平面視円環状の被溶接部 W P の外側に位置する第 1 位置 P 1 からレーザビーム L B の照射を開始して、被溶接部 W P に含まれる第 2 位置 P 2 に達するまで、直線状にレーザビーム L B を走査する。引き続き、被溶接部 W P の第 2 位置 P 2 から第 3 位置 P 3 まで、被溶接部 W P の半周にわたって、円弧状にレーザビーム L B を走査し、その後、レーザビーム L B の照射を一旦停止する。

10

【0030】

次いで、図 7 において破線で示すように、被溶接部 W P の外側に位置する第 4 位置 P 4 からレーザビーム L B の照射を開始して、被溶接部 W P の第 3 位置 P 3 に達するまで、直線状にレーザビーム L B を走査する。引き続き、被溶接部 W P の第 3 位置 P 3 から第 2 位置 P 2 まで、被溶接部 W P の残り半周にわたって、円弧状にレーザビーム L B を走査して、溶接工程を終了する。このような走査経路でレーザビーム L B を照射することで、被溶接部 W P の全周にわたって、第 2 ビーム L B 2 (中央部分) に先行して第 1 ビーム L B 1 (リング部分) の一部を照射してゆくことができる (図 5 及び図 9 参照)。これにより、電池ケース 10 の蓋部 13 と封止栓 15 を全周溶接する。

【0031】

20

なお、本実施形態では、第 1 ビーム L B 1 の出力密度 (W/mm^2) を、被溶接部 W P の溶接形態が熱伝導溶接となる出力密度 (例えば、 $3574 \sim 25015 W/mm^2$ の範囲内の値) としている。また、第 2 ビーム L B 2 の出力密度 (W/mm^2) を、被溶接部 W P の溶接形態がキーホール溶接となる出力密度 (例えば、 $26802 W/mm^2$ 以上の値) としている。なお、本実施形態のファイバーレーザ発振器 110 は、第 1 ビーム L B 1 の出力密度の値と第 2 ビーム L B 2 の出力密度の値を、所定範囲内で独立して調節 (変更) することができる。従って、本実施形態の溶接工程では、第 1 ビーム L B 1 で溶融させた被溶接部 W P に対して第 2 ビーム L B 2 (キーホール溶接となる出力密度を有する) を照射して、被溶接部 W P をキーホール溶接する。このようにすることで、溶け込み深さの深い溶接をすることができるので、電池ケース 10 の蓋部 13 と封止栓 15 を強固に接合することができる。

30

【0032】

<レーザビームによる電解液除去試験>

次に、レーザビームの照射による電解液除去試験について説明する。まず、アルミニウム製の平板を用意し、この平板の表面に電解液 E S を塗布する。その後、レーザビームを照射する前に、平板の表面のうち電解液 E S を塗布した塗布面 (以下、電解液塗布面ともいう) について E D S (エネルギー分散型 X 線分光器) の定量分析を行い、P (リン) 成分の割合 (wt%) を測定した。なお、P (リン) は、電解液 E S に含まれる成分である。この測定値を、Ref として図 10 に示す。その後、第 2 ビーム L B 2 (中央部分) の出力密度を 0 とし、第 1 ビーム L B 1 (リング部) の出力密度を様々な値に設定したレーザ溶接装置 100 を用いて、電解液塗布面に対して第 1 ビーム L B 1 を線状に走査しつつ照射した。

40

【0033】

なお、本試験では、第 1 ビーム L B 1 の出力密度 (W/mm^2) の値を、 3574 、 7147 、 10721 、 14294 、 17868 、 21442 、 25015 、 26802 の 8 種類としている。このうちの $26802 (W/mm^2)$ は、被溶接部 W P の溶接形態がキーホール溶接となる出力密度であり、その他の値は、被溶接部 W P の溶接形態が熱伝導溶接となる出力密度である。その後、上記のように出力密度が異なる各々の第 1 ビーム L B 1 を照射した面について、E D S の定量分析を行い、P 成分の割合 (wt%) を測定した。この結果を図 10 に示す。なお、P 成分は電解液 E S に含まれる成分であるため、P 成分

50

の測定値（wt %）が R e f よりも小さい場合には、電解液 E S の少なくとも一部を除去する（蒸発させる）効果があるといえる。

【0034】

図10に示すように、第1ビーム L B 1 の出力密度を、被溶接部 W P の溶接形態が熱伝導溶接となる 3574～25015（W/mm²）の範囲内の値とした場合には、P成分の測定値（wt %）が R e f よりも小さくなった。一方、第1ビーム L B 1 の出力密度の値を、被溶接部 W P の溶接形態がキーホール溶接となる 26802（W/mm²）とした場合には、P成分の測定値（wt %）が R e f よりも大きくなった。この結果より、出力密度が 3574～25015（W/mm²）の範囲内の値である第1ビーム L B 1 は、被溶接部 W P の表面に存在する電解液 E S を蒸発させ得る第1ビームであるといえる。また、被溶接部 W P の溶接形態が熱伝導溶接となる出力密度を有する第1ビーム L B 1 は、被溶接部 W P の表面に存在する電解液 E S を蒸発させ得る第1ビームであるといえる。

【0035】

また、電解液 E S を塗布した平板のうち、出力密度が異なる各々の第1ビーム L B 1 を照射した部位について、C T による断面撮影を行って、当該部位に含まれるボイドの数を調査した。なお、本試験では、直径が 0.05 mm 以上の空洞をボイドとみなして、その個数をカウントしている。その結果を「電解液塗布 ボイド数」として、表1に示す。

【0036】

【表1】

出力密度 (W/mm ²)	電解液塗布 ボイド数	油塗布 ボイド数	溶接形態
3574	0	0	熱伝導
7147	0	0	熱伝導
10721	0	0	熱伝導
14294	0	0	熱伝導
17868	0	0	熱伝導
21442	0	0	熱伝導
25015	0	0	熱伝導
26802	162	40	キーホール

【0037】

表1に示すように、被溶接部 W P の溶接形態が熱伝導溶接となる出力密度を有する第1ビーム L B 1 を照射した部位では、ボイドが発生していなかった。一方、被溶接部 W P の溶接形態がキーホール溶接となる出力密度を有する第1ビーム L B 1 を照射した部位では、多数のボイドが発生していた。この結果より、表面に電解液 E S が存在している被溶接部 W P に対し、被溶接部 W P の表面に存在する電解液 E S を蒸発させ得るレーザビーム（第1ビーム L B 1）を照射することなく、溶接形態がキーホール溶接となる出力密度を有するレーザビーム（第2ビーム L B 2）を被溶接部 W P に照射した場合は、溶接部に多数のボイド（ブローホール）が発生する虞があるといえる。

【0038】

<レーザビームによる油除去試験>

次に、レーザビームの照射による油除去試験について説明する。前述の電解液除去試験と同様に、アルミニウム製の平板を用意し、この平板の表面にプレス油を塗布する。その後、レーザビームを照射する前に、平板の表面のうちプレス油を塗布した塗布面（以下、油塗布面ともいう）について E D S（エネルギー分散型 X 線分光器）の定量分析を行い、C（炭素）の割合（wt %）を測定した。なお、C（炭素）は、プレス油に含まれる成分である。この測定値を、R e f として図11に示す。その後、第2ビーム L B 2（中央部

分)の出力密度を0とし、第1ビームLB1(リング部)の出力密度を様々な値に設定したレーザ溶接装置100を用いて、油塗布面に対して第1ビームLB1を線状に走査しつつ照射した。

【0039】

なお、本試験でも、第1ビームLB1の出力密度(W/mm^2)の値を、3574、7147、10721、14294、17868、21442、25015、26802の8種類としている。その後、上記のように出力密度が異なる各々の第1ビームLB1を照射した面について、EDSの定量分析を行い、C成分の割合(wt%)を測定した。この結果を図11に示す。なお、C成分はプレス油に含まれる成分であるため、C成分の測定値(wt%)がRefよりも小さい場合には、プレス油の少なくとも一部を除去する(蒸発させる)効果があるといえる。

10

【0040】

図11に示すように、本試験では、第1ビームLB1の出力密度を、3574~26802(W/mm^2)の範囲内のいずれの値とした場合でも、C成分の測定値(wt%)がRefよりも小さくなり、プレス油の少なくとも一部を除去できる効果が確認された。従って、本試験と前述の電解液除去試験の結果より、出力密度が3574~25015(W/mm^2)の範囲内の値である第1ビームLB1は、被溶接部WPの表面に存在する電解液ES及び油を蒸発させ得る第1ビームであるといえる。また、被溶接部WPの溶接形態が熱伝導溶接となる出力密度を有する第1ビームLB1は、被溶接部WPの表面に存在する電解液ES及び油を蒸発させ得る第1ビームであるといえる。

20

【0041】

また、プレス油を塗布した平板のうち、出力密度が異なる各々の第1ビームLB1を照射した部位について、CTによる断面撮影を行って、当該部位に含まれるボイドの数を調査した。なお、本試験では、直径が0.05mm以上の空洞をボイドとみなして、その個数をカウントしている。その結果を「油塗布 ボイド数」として、表1に示す。

【0042】

表1に示すように、被溶接部WPの溶接形態が熱伝導溶接となる出力密度を有する第1ビームLB1を照射した部位では、ボイドが発生していなかった。一方、被溶接部WPの溶接形態がキーホール溶接となる出力密度を有する第1ビームLB1を照射した部位では、多数のボイドが発生していた。従って、本試験と前述の電解液除去試験の結果より、表面に電解液ESまたは油が存在している被溶接部WPに対し、被溶接部WPの表面に存在する電解液ES及び油を蒸発させ得るレーザビーム(第1ビームLB1)を照射することなく、溶接形態がキーホール溶接となる出力密度を有するレーザビーム(第2ビームLB2)を被溶接部WPに照射した場合は、溶接部に多数のボイド(ブローホール)が発生する虞があるといえる。

30

【0043】

以上において、本発明を実施形態に即して説明したが、本発明は前記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で、適宜変更して適用できることはいうまでもない。例えば、実施形態では、レーザビームLBを、第1ビームLB1で第2ビームLB2を囲むビームプロファイルとしたが、ビームプロファイルは、被溶接部WPの表面に存在する電解液ES及び油を蒸発させ得る第1ビームLB1と、被溶接部WPのうち第1ビームLB1の照射によって電解液ES及び油の少なくとも一部が除去された除去部CPをキーホール溶接する第2ビームLB2と、を含むビームプロファイルであれば、いずれのビームプロファイルであっても良い。

40

【符号の説明】

【0044】

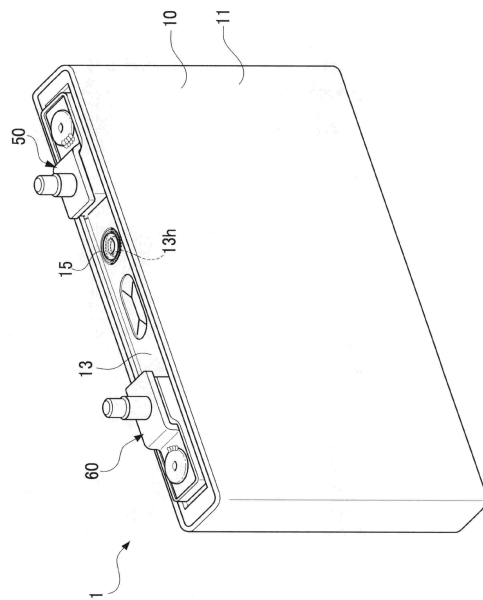
- 1 リチウムイオン二次電池(密閉型電池)
- 10 電池ケース
- 13 蓋部
- 13h 注液口

50

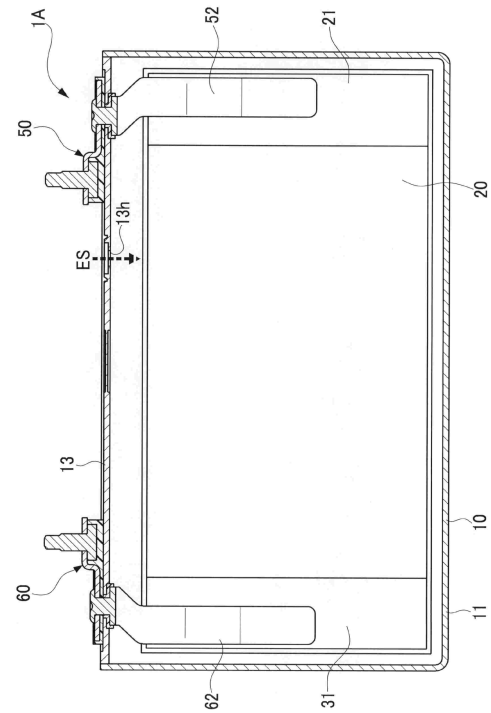
- 15 封止栓
 100 レーザ溶接装置
 110 ファ이버レーザー発振器
 120 ヘッドユニット
 CP 除去部
 DS 走査方向
 ES 電解液
 LB レーザビーム
 LB1 第1ビーム
 LB2 第2ビーム
 WP 被溶接部

【図面】

【図1】



【図2】



10

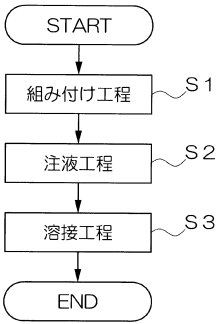
20

30

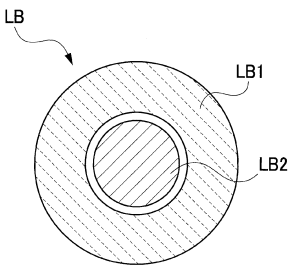
40

50

【図 3】

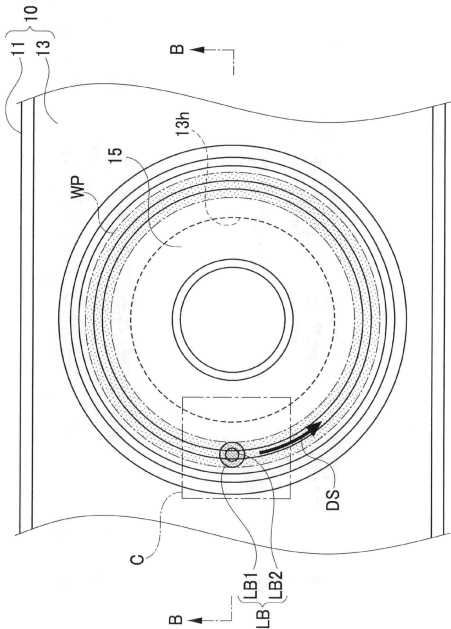


【図 4】

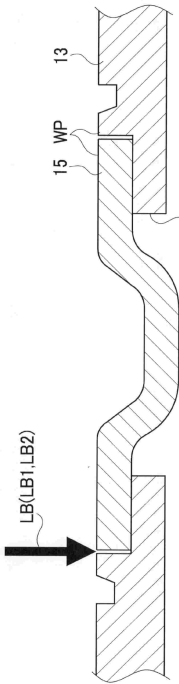


10

【図 5】



【図 6】



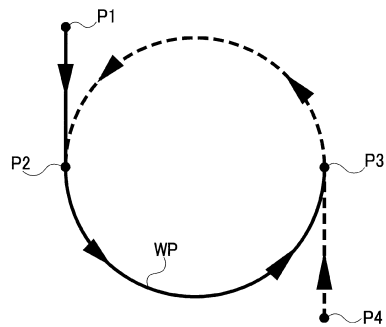
20

30

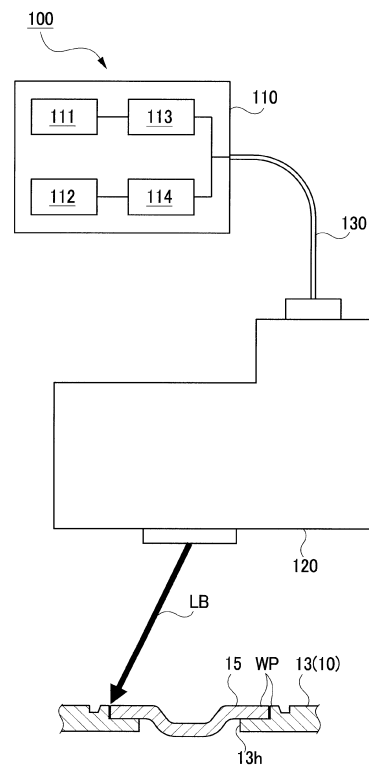
40

50

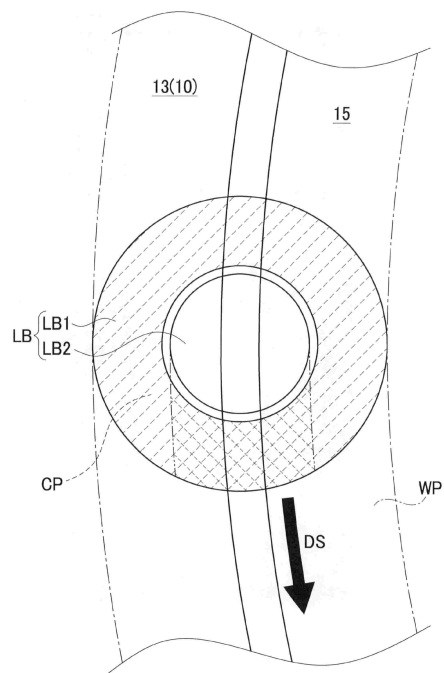
【図 7】



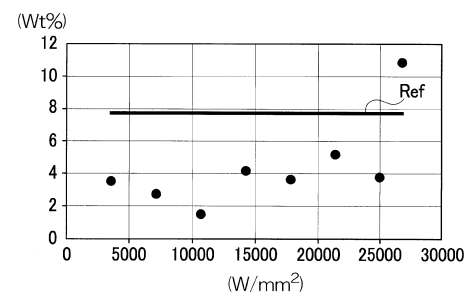
【図 8】



【図 9】



【図 10】



10

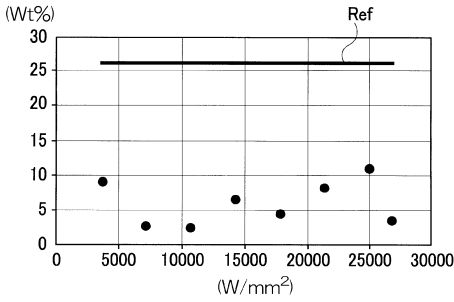
20

30

40

50

【図 11】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2019/0202008 (US, A1)
特開2014-175160 (JP, A)
特開2012-155933 (JP, A)
特開2016-143656 (JP, A)
特開2016-140877 (JP, A)
特開2000-021437 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H01M 50/636