

(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
2018年4月26日(26.04.2018)



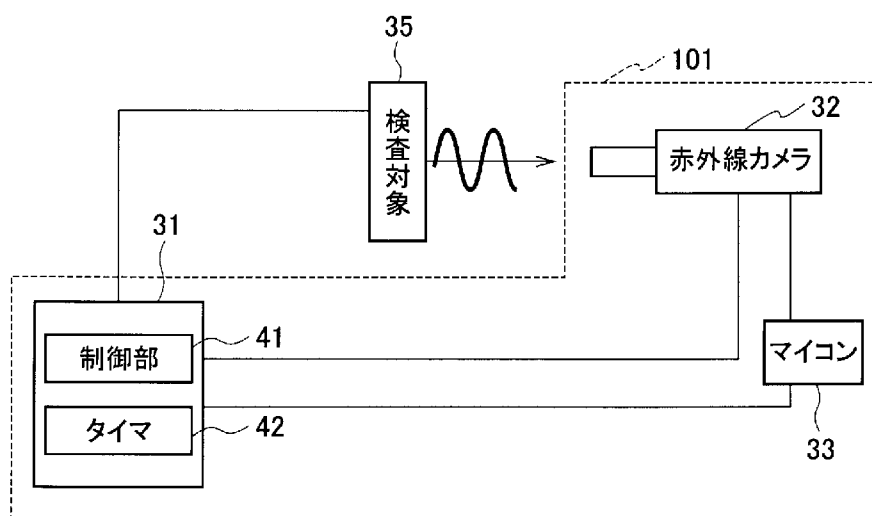
(10) 国際公開番号

WO 2018/074161 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 25/72 (2006.01) B23K 26/21 (2014.01)
B23K 26/00 (2014.01) H01M 2/20 (2006.01)
B23K 31/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/034891
- (22) 国際出願日: 2017年9月27日(27.09.2017)
- (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 2016-204181 2016年10月18日(18.10.2016) JP
特願 2016-204178 2016年10月18日(18.10.2016) JP
- (71) 出願人: 日産自動車株式会社(NISSAN MOTOR CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2210023 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 長野 幸大(NAGANO Kodai); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山1-1 日産自動車株式会社知的財産部内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 三好 秀和, 外(MIYOSHI Hidekazu et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目2番8号 虎ノ門琴平タワー 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,

(54) Title: WELDING QUALITY INSPECTION METHOD AND WELDING QUALITY INSPECTION DEVICE

(54) 発明の名称: 溶接品質検査方法及び溶接品質検査装置



- 32 Infrared camera
33 Microcontroller
35 Object of inspection
41 Control unit
42 Timer

(57) **Abstract:** Provided are a welding quality inspection method and welding quality inspection device (101) for a welded part that make highly accurate welding quality determination possible. The welding quality inspection device (101) is provided with a heat application part (31) for applying heat to a welded part, a temperature detection unit (33) for detecting the temperature of the welded part, and a welding determination unit (41) for determining welding quality on the basis of the temperature variation of the welded part resulting from the heat application.

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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,
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).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 高精度に溶接の良否を判定することが可能な溶接部の溶接品質検査方法、及び溶接品質検査装置(101)を提供する。溶接品質検査装置(101)は、溶接部に入熱する入熱部(31)と、溶接部の温度を検出する温度検出部(33)と、入熱による溶接部の温度変化に基づいて溶接の良否を判定する溶接判定部(41)と、を備える。

明 細 書

発明の名称 : 溶接品質検査方法及び溶接品質検査装置

技術分野

[0001] 本発明は、溶接部における溶接の良否を検査する溶接品質検査方法、及び溶接品質検査装置に関する。

背景技術

[0002] 従来より、溶接の良否を検査する方法として、例えば特許文献 1 に開示されたものが知られている。特許文献 1 に開示された方法は、接合部に熱を加え、更に、赤外線カメラを用いて接合部を撮影し、赤外線画像より得られる赤外線強度に基づいて接合の良否を判定する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2 0 1 3 - 1 2 4 1 4 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、上述した特許文献 1 に開示された従来例は、接合の良否を判定しているものの、不良と判定した場合に不良の状況、不良の程度を詳細に認識することができない。従って、不良と判定された際に、即時に修復することが難しいという問題があった。

[0005] 本発明は、このような従来の課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、高精度に溶接の良否を判定することが可能な溶接部の品質検査方法、及び品質検査装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するため、本願発明は、溶接部に入熱し溶接部の時間経過に伴う温度変化に基づいて溶接の良否を判定する。

発明の効果

[0007] 本願発明では、高精度に溶接の良否を判定することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図 1 は、本発明の実施形態に係る溶接品質検査装置が適用される二次電池の構成を示す斜視図である。

[図2]図 2 は、本発明の実施形態に係る溶接品質検査装置が適用される二次電池の、各単電池の接続を模式的に示す説明図である。

[図3]図 3 は、本発明の実施形態に係る溶接品質検査装置が適用される二次電池の分解斜視図である。

[図4]図 4 は、本発明の実施形態に係る溶接品質検査装置が適用される二次電池の、バスバーユニットの分解斜視図である。

[図5A]図 5 A は、本発明の実施形態に係る溶接品質検査装置が適用される二次電池の、電極タブとバスバーの接続部位を示す斜視図である。

[図5B]図 5 B は、本発明の実施形態に係る溶接品質検査装置が適用される二次電池の、電極タブとバスバーの接続部位を示す断面図である。

[図6]図 6 は、本発明の実施形態に係る溶接品質検査装置が適用される二次電池の、電極部位とバスバーを溶接する様子を示す説明図である。

[図7]図 7 は、本発明の実施形態に係る溶接品質検査装置の構成を示すブロック図である。

[図8A]図 8 A は、バスバーと電極タブの溶接部を示す斜視図である。

[図8B]図 8 B は、バスバーと電極タブの溶接部を示す断面図である。

[図9A]図 9 A は、溶接部における溶接が良好である場合を示す説明図である。

[図9B]図 9 B は、溶接部における溶接が不良であり、未溶着である場合を示す説明図である。

[図9C]図 9 C は、溶接部における溶接が不良であり、溶融金属不足である場合を示す説明図である。

[図9D]図 9 D は、溶接部における溶接が不良であり、ポロシティが存在する場合を示す説明図である。

[図10]図10は、通電開始後の時間経過に対する溶接部の温度変化を示すグラフである。s1は、溶接が良好である場合を示す。s2は、未溶着である場合を示す。

[図11]図11は、通電開始後の時間経過に対する溶接部の温度変化を示すグラフである。s3は、溶接が良好である場合を示す。s4は、溶融金属不足である場合を示す。

[図12]図12は、通電開始後の時間経過に対する溶接部の温度変化を示すグラフである。s5は、溶接が良好である場合を示す。s6は、ポロシティが存在する場合を示す。

[図13]図13は、本発明の実施形態に係る溶接品質検査装置の操作手順を示すフローチャートである。

[図14]図14は、本発明の実施形態に係る溶接品質検査装置を用いて溶接の良否を判定した結果を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。図1は、本発明の一実施形態に係る溶接品質検査装置が採用される二次電池の斜視図であり、図2は、該二次電池の電気的な接続状態を模式的に示す説明図である。

[0010] 図1に示すように、二次電池100は、扁平形状の単電池11（11-01～11-21）を厚み方向に複数枚（図では、21枚）積層した組電池12を備えている。そして、図2に示すように各単電池11は、3枚毎にプラス極とマイナス極が入れ替わるように配置されている。即ち、上側の3枚の単電池11-01～11-03は、右側がプラス極、左側がマイナス極とされ、その下の3枚の単電池11-04～11-06は、右側がマイナス極、左側がプラス極とされている。以下同様に3枚ごとに極性が反転して配置されている。なお、以下では、単電池11を個々に区別して示す場合には、サフィックス「-01～-21」を付して示し、区別しない場合にはサフィックスを付さずに示すことにする。

[0011] 図1に示すように、組電池12の前面には保護カバー13が設けられ、上

面には上部加圧板 1 4 が設けられ、側面には側板 1 5 が設けられて全体が筐体形状に構成されている。

[0012] 図 3 は、保護カバー 1 3、上部加圧板 1 4、及び側板 1 5 を取り外した様子を示す分解斜視図であり、組電池 1 2 の前面と保護カバー 1 3 との間には、バスバーユニット 2 1 が設けられている。

[0013] 図 4 は、バスバーユニット 2 1 の詳細な構成を示す分解斜視図である。図 4 に示すように、バスバーユニット 2 1 は、バスバーホルダ 2 2 と複数のバスバー 2 3 を有し、更に、プラス電極 2 4 及びマイナス電極 2 5 を有している。バスバーホルダ 2 2 は全体が矩形状を成しており、中央に設けられる支柱部 2 2 a により、左側領域 X 1 と、右側領域 X 2 に区分されている。更に、左側領域 X 1 及び右側領域 X 2 には、それぞれ各単電池 1 1 を仕切するための絶縁部 2 6 が設けられている。

[0014] 左側領域 X 1 においては、2 1 枚の単電池 1 1 を、上側から 6 枚、6 枚、6 枚、3 枚で仕切るように絶縁部 2 6 が設けられている。右側領域 X 2 においては、2 1 枚の単電池 1 1 を上側から、3 枚、6 枚、6 枚、6 枚で仕切るように絶縁部 2 6 が設けられている。このように絶縁部 2 6 を配設することにより、図 2 に示すように、2 1 枚の単電池 1 1 を 3 直列、7 並列に接続することができる。

[0015] 図 4 に示すバスバー 2 3 (2 3 K、2 3 A) は平板形状の導電体で構成され、バスバーホルダ 2 2 の、絶縁部 2 6 で仕切られた領域の各単電池 1 1 の電極を短絡させる。

[0016] 図 5 A、図 5 B は、バスバー 2 3 (2 3 K、2 3 A) と単電池 1 1 の電極タブ 2 7 との接合部を示す説明図であり、図 5 A は斜視図、図 5 B は断面図を示している。図 5 A、図 5 B では上側の 6 枚の単電池 1 1-01~1 1-06 の接合部を示している。単電池 1 1 の端部には、先端部が L 字状に屈曲した電極タブ 2 7 が設けられている。そして、上側の 3 枚の単電池 1 1-01~1 1-03 の電極タブ 2 7 は、先端の屈曲部 2 7 a にてバスバー 2 3 K に面接触している。下側の 3 枚の単電池 1 1-04~1 1-06 の電極タブ 2 7 は、先端の屈曲部

27aにてバスバー23Aに面接触している。

[0017] また、バスバー23Kと23Aは、接合部q1にて溶接等により連結される。従って、上側の3枚の単電池11-01～11-03の電極タブ27と、下側の3枚の単電池11-04～11-06の電極タブ27は、電氣的に接続される。更に、前述したように上側の3枚の単電池11-01～11-03の電極タブ27の極性と、下側の3枚の単電池11-04～11-06の電極タブ27の極性は異なる。即ち、一方がプラス極で、他方がマイナス極となっている。従って、図4に示したバスバーホルダ22の、絶縁部26で仕切られた各領域で、図5で示したようにバスバー23K、23Aを接続することにより、21枚の各単電池11（11-01～11-21）を、図2に示すように3並列、7直列に接続することができる。そして、図1、図4に示したようにプラス側の端部には、プラス電極24が設けられ、マイナス側の端部には、マイナス電極25が設けられている。従って、プラス電極24とマイナス電極25に直流電圧を印加することにより、組電池12を充電することができる。更に、プラス電極24とマイナス電極25に負荷を接続することにより、該負荷に直流電圧を供給することができる。

[0018] 上記のように構成された二次電池100では、図5A、図5Bに示したように、電極タブ27とバスバー23K、23Aを機械的且つ電氣的に接続するために、溶接する必要がある。この場合、図6に示すように、バスバー23K、23Aの前面側（図中左側）からレーザ光L1を照射してシーム溶接、或いはスポット溶接する。こうすることにより、電極タブ27とバスバー23K、23Aを堅固に連結することができ、更に、電氣的に導通させることができる。

[0019] また、電極タブ27の屈曲部27aとバスバー23K、23Aが正常に溶接されているか否かを判断するために、溶接品質を検査する必要がある。溶接品質の検査方法として、溶接部に熱源からの熱を加え、その後の溶接部の温度変化を測定して溶接の良否を判定する方法を採用することが通常行われる。しかし、図5A、図5Bに示したように、電極タブ27は、筐体の内部

に配設されており、該電極タブ２７の屈曲部２７aに直接的に熱を加えることは難しい。従って、高精度に溶接の良否を判定できない場合がありうる。

[0020] 本実施形態では、二次電池１００を通電させ、溶接部である電極タブ２７とバスバー２３との接合部分に電流を流すことにより、ジュール熱を発生させて、このジュール熱により溶接部に熱を加える。更に、本実施形態は、この溶接部を赤外線カメラで撮影し、溶接部の温度変化を測定し、温度変化に基づいて溶接の良否を判定する。以下、詳細に説明する。

[0021] 図７は、本実施形態に係る溶接品質検査装置１０１の構成を示すブロック図である。図７に示すように、溶接品質検査装置１０１は、検査対象３５（図６の電極タブ２７とバスバー２３K、２３Aとの溶接部）に電流が流れるように、二次電池１００の通電を制御する通電装置３１と、検査対象３５より発せられる赤外光を撮影する赤外線カメラ３２と、該赤外線カメラ３２で撮影された画像を分析して、検査対象３５の温度変化を検出するマイコン３３を備えている。即ち、マイコン３３は、溶接部の温度を検出する温度検出部としての機能を備えている。マイコン３３は、例えば、中央演算ユニット（CPU）や、RAM、ROM、ハードディスク等の記憶手段からなる一体型のコンピュータとして構成することができる。

[0022] 通電装置３１は、制御部４１と、通電時間を計時するタイマ４２を備えている。制御部４１は、二次電池１００のプラス電極２４とマイナス電極２５の間に、所望の通電時間で、所望の電流が流れるように制御する。そして、制御部４１は、通電時、及び通電後の、溶接部の温度データをマイコン３３より取得し、溶接部の温度変化に基づいて、溶接の良否を判定する。即ち、通電装置３１は、溶接部に入熱する入熱部としての機能を備えている。更に、制御部４１は、溶接が不良である場合には、不良の種類を推定する。即ち、制御部４１は、通電による溶接部の温度変化に基づいて、溶接の良否を判定する溶接判定部としての機能を備えている。該制御部４１は、例えば、中央演算ユニット（CPU）や、RAM、ROM、ハードディスク等の記憶手段からなる一体型のコンピュータとして構成することができる。

[0023] 溶接品質の検査を実施する場合には、通電装置 31 を用いて、図 2 に示すプラス電極 24 とマイナス電極 25 を接続して、二次電池 100 を通電させる。制御部 41 は、このときの温度変化を赤外線カメラ 32 で撮影された画像から測定し、通電時の温度変化に基づいて、検査対象 35 における溶接の良否を判定する。

[0024] 以下、図 7 に示した溶接品質検査装置 101 を用いて、各電極タブ 27 とバスバー 23 との溶接部が正しく溶接されているか否かを検査する方法について説明する。従来における溶接の検査方法では、熱源を用いて検査対象 35 に入熱し、更に、赤外線カメラ 32 を用いて検査対象 35 の温度変化を検出し、溶接の良否を判定する方法が用いられている。しかし、上述したように、溶接部に入熱することが容易でなく、溶接の良否を高精度に検査することが難しい。

[0025] 本実施形態では、二次電池 100 のプラス電極 24 とマイナス電極 25 を、通電装置 31 を用いて導通させることにより、二次電池 100 を放電させる。放電により、電極タブ 27 とバスバー 23 との接合部に電流が流れるので、ジュール熱が発生することにより、電極タブ 27 とバスバー 23 との間の溶接部の温度を上昇させる。

[0026] 例えば、通電装置 31 により、100A の電流（予め設定した電流）を、15 秒間（所定時間）だけ通電する。この通電により溶接部の温度が上昇する。更に、通電が停止すると、上昇した温度が下降に転じる。本実施形態では、溶接部を赤外線カメラ 32 で撮影し、溶接部の時間経過に伴う温度変化を測定する。

[0027] 以下、溶接部の温度変化と、溶接の良否、及び不良の状態について説明する。本実施形態では、図 6 に示したように、電極タブ 27 とバスバー 23 との接合部において、バスバー 23 側からレーザ光を照射してシーム溶接する。図 8 A、図 8 B は、溶接部を模式的に示す説明図であり、図 8 A に示すように、バスバー 23 の長手方向に溶接ビード 51 が形成される。また、図 8 B に示すように、バスバー 23 から電極タブ 27 に溶融金属 52 が浸透する

。

[0028] そして、制御部 4 1 は、溶融金属 5 2 の浸透状況に応じて、溶接部が未溶着、溶融金属不足、及びポロシティの発生、の 3 種類の不良に区分し、これらの不良を判別する。以下、各不良の状態について詳細に説明する。

[0029] [溶接部が未溶着の場合]

バスバー 2 3 と電極タブ 2 7 の接合部において、バスバー 2 3 側からレーザ溶接した際に、正常に溶接されている場合には、図 9 A に示すように、バスバー 2 3 の溶融金属 5 2 が電極タブ 2 7 の内部まで浸透している。

[0030] しかし、図 9 B に示すように、バスバー 2 3 の溶融金属 5 2 が電極タブ 2 7 に届かず、溶接されていない状態、即ち、溶接部が未溶着の場合には、溶接部に通電した時の上昇温度が低下する。具体的には、マイコン 3 3 は、通電装置 3 1 による通電を開始する前の溶接部の温度 $\theta 1$ を測定し、100 A で 15 秒間通電した後の溶接部の温度 $\theta 2$ を測定し、双方の差分温度 $\Delta \theta$ 、即ち、 $\Delta \theta = \theta 2 - \theta 1$ を算出する。そして、制御部 4 1 は、差分温度 $\Delta \theta$ が予め設定した第 1 閾値よりも小さい場合には、溶接部が未溶着であると判断する。

[0031] 図 10 は、横軸が時間を示し、縦軸が溶接部の温度を示し、曲線 s 1 は正常に溶接されているときの温度変化を示し、曲線 s 2 は溶接部が未溶着であるときの温度変化を示している。通電開始前の温度 $\theta 1$ に対して、通電装置 3 1 による通電を開始すると、正常に溶接されている場合には、 θp まで温度が上昇する。また、未溶着である場合には、通電開始後に例えば θp よりも小さい $\theta 2$ までしか温度は上昇しない。従って、未溶着である場合には、差分温度 $\Delta \theta$ ($\theta 2 - \theta 1$) は正常時と対比して小さくなる。即ち、 $(\theta p - \theta 1) > (\theta 2 - \theta 1)$ となる。そして、制御部 4 1 は、予め差分温度の閾値（これを第 1 閾値とする）を設定し、差分温度 $\Delta \theta$ がこの第 1 閾値よりも小さい場合には、未溶着と判定する。

[0032] [溶接金属不足の場合]

図 9 C に示すように、バスバー 2 3 の溶融金属 5 2 が電極タブ 2 7 の内部

に浸透しているものの、電極タブ 27 内での溶融金属 52 が不足している場合には、 $\theta 2$ は θp に近づき、差分温度 $\Delta \theta$ は第 1 閾値よりも大きくなる可能性が高い。しかし、溶接部における温度上昇速度 [$^{\circ}\text{C}/\text{sec}$]（単位時間当たりの上昇温度）が低下する。図 11 は、横軸が時間を示し、縦軸が溶接部の温度を示している。曲線 s3 は正常に溶接されているときの温度変化を示し、曲線 s4 は溶接金属が不足しているときの温度変化を示している。図 11 に示すように、正常な溶接の場合と対比して、溶融金属 52 が不足している場合には、曲線 s4 に示すように上昇速度が低下する（温度上昇時の傾きが緩やかになる）。従って、制御部 41 は、予め温度上昇速度の閾値（これを第 2 閾値とする）を設定し、温度上昇速度がこの第 2 閾値よりも小さい場合には、溶接部は溶融金属不足であると判断する。

[0033] [ポロシティが存在する場合]

図 9D に示すように、バスバー 23 の溶融金属 52 が電極タブ 27 の内部に深く浸透している場合には、上記の温度上昇速度は、第 2 閾値よりも大きくなる可能性が高い。しかし、溶融金属 52 内にポロシティ（気泡）が存在している場合には、通電が終了して溶接部の温度がピーク温度に達した後の、温度下降速度が低下する。図 12 は、横軸が時間を示し、縦軸が溶接部の温度を示している。曲線 s5 は正常に溶接されているときの温度変化を示し、曲線 s6 はポロシティが存在しているときの温度変化を示している。図 12 に示すように、正常な溶接の場合と対比して、ポロシティが存在している場合には、曲線 s6 に示すように溶接部の温度がピーク温度に達した後の温度下降速度が低下する（温度下降時の傾きが緩やかになる）。従って、制御部 41 は、予め温度下降速度の閾値（これを第 3 閾値とする）を設定し、温度下降速度がこの第 3 閾値よりも小さい場合には、溶接部にはポロシティが存在していると判断する。

[0034] 次に、上述のように構成された本実施形態に係る溶接品質検査装置 101 の操作手順を、図 13 に示すフローチャートを参照して説明する。

[0035] 初めに、ステップ S11 において、操作者は二次電池 100 の通電電流及

び通電時間を設定する。一例として、通電電流を100Aとし、通電時間を15秒とする。

[0036] ステップS12において、図2に示すように、プラス電極24、マイナス電極25の間に通電装置31が設置され、通電が開始する。その結果、各単電池11に接続される回路に電流が流れ、ひいてはバスバー23と電極タブ27の溶接部に電流が流れる。具体的には、100Aの電流が15秒間流れる。また、赤外線カメラ32により溶接部が撮像され、更に、マイコン33は、赤外線カメラ32によって撮像された画像に基づいて、溶接部の温度を測定する。

[0037] ステップS13において、マイコン33は、通電時間（15秒）が経過したか否かを判断する。通電時間が経過した場合には、ステップS14において、マイコン33は、赤外線カメラ32で撮像された画像に基づいて、このときの溶接部の温度（これを、 $\theta 2$ とする）を検出する。更に、マイコン33は、通電開始前の温度（これを $\theta 1$ とする）と、通電後の温度 $\theta 2$ との差分温度 $\Delta \theta$ （ $=\theta 2-\theta 1$ ）を算出する。

[0038] ステップS15において制御部41は、差分温度 $\Delta \theta$ と第1閾値とを比較する。差分温度 $\Delta \theta$ が第1閾値よりも小さい場合には（ステップS15でNO）、ステップS21において制御部41は、溶接部が未溶着であると判断する。即ち、図9Bに示したように、制御部41は、バスバー23の溶融金属52が電極タブ27に浸透しておらず、溶接されていない状態であると判断する。

[0039] 一方、差分温度 $\Delta \theta$ が第1閾値よりも大きいと判断された場合には（ステップS15でYES）、ステップS16において制御部41は、通電時間（15秒）が経過するまでの間の温度上昇速度を算出する。

[0040] ステップS17において制御部41は、温度上昇速度が第2閾値よりも大きいか否かを判断する。そして、温度上昇速度が第2閾値よりも小さい場合には（ステップS17でNO）、ステップS22において制御部41は、溶接部が溶融金属不足であると判断する。即ち、図9Cに示したように、制御

部 4 1 は、バスバー 2 3 の熔融金属 5 2 が電極タブ 2 7 内に浸透しているもの、浸透の深さが浅く熔融金属 5 2 が不足しているものと判断する。

[0041] また、上昇温度速度が第 2 閾値よりも大きい場合には（ステップ S 1 7 で Y E S）、ステップ S 1 8 において制御部 4 1 は、溶接部の温度がピーク温度に達した後の、温度下降速度を算出する。

[0042] ステップ S 1 9 において制御部 4 1 は、温度下降速度が第 3 閾値よりも大きいかな否かを判断する。そして、温度下降速度が第 3 閾値よりも小さい場合には（ステップ S 1 9 で N O）、ステップ S 2 3 において制御部 4 1 は、溶接部にポロシティ（気泡）が存在しているものと判断する。即ち、図 9 D に示したように、制御部 4 1 は、バスバー 2 3 の熔融金属 5 2 が電極タブ 2 7 の深い位置まで浸透しているもの、熔融金属 5 2 内にポロシティが存在しているものと判断する。

[0043] 下降温度速度が第 3 閾値よりも大きい場合には（ステップ S 1 9 で Y E S）、ステップ S 2 0 において制御部 4 1 は、溶接部は良好に溶接されているものと判断する。これらの判断結果は、例えばディスプレイ（図示省略）等に表示して操作者に通知することができる。

[0044] 次に、具体的な上昇温度、温度上昇速度、及び温度下降速度と溶接不良種類との関係について、図 1 4 に示す説明図を参照して説明する。

[0045] 図 1 4 において、サンプル N 4 のように溶接部の状態が良好である場合には、差分温度 $\Delta \theta$ は 5°C 、温度上昇速度は $0.3 [^{\circ}\text{C}/\text{秒}]$ 、温度下降速度は $-0.1 [^{\circ}\text{C}/\text{秒}]$ である。そして、サンプル N 1 では、差分温度 $\Delta \theta$ が 1°C と測定され、正常時の差分温度よりも低いので、制御部 4 1 は、溶接部は未溶着であると判定する。

[0046] また、サンプル N 2 では、差分温度 $\Delta \theta$ が 5°C 、温度上昇速度が $0.15 [^{\circ}\text{C}/\text{秒}]$ と測定されたので、制御部 4 1 は、熔融金属不足と判定する。更に、サンプル N 3 では、差分温度 $\Delta \theta$ が 5°C 、温度上昇速度が $0.3 [^{\circ}\text{C}/\text{秒}]$ 、温度下降速度が $-0.05 [^{\circ}\text{C}/\text{秒}]$ と測定されたので、制御部 4 1 は、ポロシティが存在していると判定する。

- [0047] こうして、制御部41は、3つの段階で判定することにより、溶接不良が発生したこと、及び溶接不良の種類を特定することができるのである。
- [0048] このようにして、本実施形態に係る溶接品質検査装置101では、溶接部の溶接品質の良否を判定する場合には、溶接部に入熱し、入熱による温度変化を検出する。そして、溶接品質検査装置101は、温度変化に基づいて、溶接の良否を判定する。従って、高精度な品質判定が可能となる。
- [0049] また、溶接品質検査装置101は、溶接部の入熱前の温度と入熱後の温度の差分温度 $\Delta\theta$ を算出し、この差分温度 $\Delta\theta$ に基づいて、溶接不良の原因が未溶着であるか否かを判断する。従って、溶接品質検査装置101は、溶接不良の詳細な状況を認識することができる。また、溶接品質検査装置101は、差分温度 $\Delta\theta$ が第1閾値よりも小さい場合に、溶接不良の原因が未溶着であると判断するので、溶接不良の状況を高精度に認識することが可能となる。
- [0050] 更に、溶接品質検査装置101は、溶接部に入熱しているときの温度上昇速度を測定し、この温度上昇速度に基づいて溶接不良の原因が溶融金属不足であるか否かを判断する。これにより、溶接品質検査装置101は、溶接不良の詳細な状況を認識することができる。また、溶接品質検査装置101は、温度上昇速度が第2閾値よりも小さい場合に、溶接金属不足であると判断するので、溶接不良の状況を高精度に認識することが可能となる。
- [0051] 更に、溶接品質検査装置101は、溶接部に入熱して温度がピーク温度に達した場合に、その後の温度下降速度を測定し、この温度下降速度に基づいて溶融金属52にポロシティが存在するか否かを判断する。これにより、溶接品質検査装置101は、溶接不良の詳細な状況を認識することができる。また、溶接品質検査装置101は、温度下降速度が第3閾値よりも小さい場合に、ポロシティが存在すると判断するので、溶接不良の状況を高精度に認識することが可能となる。
- [0052] 更に、溶接品質検査装置101は、初めに差分温度 $\Delta\theta$ が第1閾値よりも小さいか否かを判断し、次いで、温度上昇速度が第2閾値よりも小さいか否

かを判断し、最後に温度下降速度が第3閾値よりも小さいか否かを判断する。溶接品質検査装置101は、未溶着、溶接金属不足、ポロシティの存在、の順、即ち、溶接不良の度合いがより悪い順に判断する。これにより、溶接品質検査装置101は、溶接不良の状況がより悪いことを見逃すことなく、溶接の良否を判定することができる。

[0053] 従って、溶接品質検査装置101は、溶接不良が発生した場合には、溶接不良の原因をより詳細に解析することができるので、溶接不良の程度を高精度に認識することができる。このため、溶接品質検査装置101は、溶接不良が発生した場合には、その状況に応じてその場で不良の原因を解析し、対応することが可能となる。

[0054] また、本実施形態において、溶接部は、例えば、電極タブ27とバスバー23との接合部分である。そして、この溶接部は、図5A、図5Bに示すように、二次電池100の筐体の内部に配設されている。また、本実施形態において、溶接部を入熱する方法として、二次電池100による通電を用いる。つまり、本実施形態に係る溶接品質検査装置101は、二次電池100の筐体の内部に配設された溶接部の溶接品質を検査する場合に、二次電池100を通電させることによるジュール熱により溶接部に入熱する。従って、溶接品質検査装置101は、外部から溶接部に直接的に入熱できない場合であっても、溶接部に確実に入熱することができる。また、本実施形態は、外部の熱源から入熱しないので、反射の影響を受けることがなく、温度のばらつきを抑制することができる。その結果、溶接品質検査装置101は、溶接品質の良否を高精度に判定することが可能となる。

[0055] 更に、溶接品質検査装置101は、溶接部の通電前の温度と通電後の温度の差分温度 $\Delta\theta$ に基づいて、溶接不良の原因が未溶着で有るか否かを判断する。これにより、溶接品質検査装置101は、溶接不良の詳細な状況を認識することができる。また、溶接品質検査装置101は、差分温度 $\Delta\theta$ が第1閾値よりも小さい場合に、溶接不良の原因が未溶着であると判断するので、溶接不良の状況を高精度に認識することが可能となる。

- [0056] 更に、溶接品質検査装置１０１は、溶接部に通電しているときの温度上昇速度を測定し、この温度上昇速度に基づいて溶接不良の原因が溶融金属不足であるか否かを判断する。これにより、溶接品質検査装置１０１は、溶接不良の詳細な状況を認識することができる。また、溶接品質検査装置１０１は、温度上昇速度が第２閾値よりも小さい場合に、溶接金属不足であると判断するので、溶接不良の状況を高精度に認識することが可能となる。
- [0057] 更に、溶接品質検査装置１０１は、溶接部に通電して温度がピーク温度に達した場合に、その後の温度下降速度を測定し、この温度下降速度に基づいて溶融金属５２にポロシティが存在するか否かを判断する。これにより、溶接品質検査装置１０１は、溶接不良の詳細な状況を認識することができる。また、溶接品質検査装置１０１は、温度下降速度が第３閾値よりも小さい場合に、ポロシティが存在すると判断するので、溶接不良の状況を高精度に認識することが可能となる。
- [0058] 更に、溶接品質検査装置１０１は、初めに差分温度が第１閾値よりも小さいか否かを判断し、次いで、温度上昇速度が第２閾値よりも小さいか否かを判断し、最後に温度下降速度が第３閾値よりも小さいか否かを判断する。溶接品質検査装置１０１は、未溶着、溶接金属不足、ポロシティの存在、の順、即ち、溶接不良の度合いがより悪い順に判断する。これにより、溶接品質検査装置１０１は、溶接不良の状況がより悪いことを見逃すことなく、溶接の良否を判定することができる。
- [0059] なお、上記した実施形態では、通電装置３１を用いて二次電池１００を放電させて電流を流す構成としたが、本発明はこれに限定されず、二次電池１００の筐体の内部における他の熱源を用いて溶接部に入熱する構成とすることも可能である。また、溶接品質検査装置１０１は、二次電池１００の充電時に流れる電流を用いて溶接部に入熱し、このときの溶接部の温度を測定して、溶接の良否を判定することも可能である。
- [0060] 以上、本発明の溶接品質検査方法、及び溶接品質検査装置を図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、各部の

構成は、同様の機能を有する任意の構成のものに置き換えることができる。

[0061] 例えば、上述した実施形態では、21枚の単電池11を3並列、7直列に配置する例について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、単電池の個数、並列、直列の個数は任意に設定することができる。

[0062] また、上述した実施形態では、通電時間を15秒、通電電流を100Aとしたが、これは一例であり、通電時間、通電電流は任意に設定することが可能である。また、上述した実施形態では、バスバー23と電極タブ27との溶接部の品質検査を例に挙げて説明したが、本発明はこれに限定されず、二次電池100の筐体の内部の溶接部で、電流が流れる部位であれば、本発明の検査方法を適用することが可能である。

[0063] 特願2016-204178号（出願日：2016年10月18日）及び特願2016-204181号（出願日：2016年10月18日）の全内容は、ここに援用される。

符号の説明

- [0064] 11 (11-01～11-21) 単電池
- 12 組電池
- 13 保護カバー
- 14 上部加圧板
- 15 側板
- 21 バスバーユニット
- 22 バスバーホルダ
- 22a 支柱部
- 23 (23K、23A) バスバー
- 24 プラス電極
- 25 マイナス電極
- 26 絶縁部
- 27 電極タブ
- 27a 屈曲部

- 3 1 通電装置
- 3 2 赤外線カメラ
- 3 3 マイコン
- 3 5 検査対象
- 4 1 制御部
- 4 2 タイマ
- 5 1 溶接ビード
- 5 2 溶融金属
- 1 0 0 二次電池
- 1 0 1 溶接品質検査装置
- L 1 レーザ光
- q 1 接合部
- X 1 左側領域
- X 2 右側領域
- $\Delta \theta$ 差分温度

請求の範囲

- [請求項1] 溶接部の品質を検査する溶接品質検査方法であって、
溶接部に入熱し、前記溶接部の、時間経過に伴う温度変化に基づいて溶接の良否を判定すること
を特徴とする溶接品質検査方法。
- [請求項2] 前記溶接部に入熱する前の温度と、入熱した後の温度との差分温度を算出し、前記差分温度に基づいて、前記溶接の良否を判定すること
を特徴とする請求項1に記載の溶接品質検査方法。
- [請求項3] 前記差分温度が、予め設定した第1 閾値よりも小さいと判定されたとき、前記溶接部は未溶着であると判断すること
を特徴とする請求項2に記載の溶接品質検査方法。
- [請求項4] 前記溶接部に入熱した後の温度上昇速度に基づいて、前記溶接の良否を判定すること
を特徴とする請求項1に記載の溶接品質検査方法。
- [請求項5] 前記温度上昇速度が、予め設定した第2 閾値よりも小さいと判定されたとき、前記溶接部は溶融金属不足であると判断すること
を特徴とする請求項4に記載の溶接品質検査方法。
- [請求項6] 前記溶接部に入熱して前記溶接部の温度がピーク温度に達した後の温度下降速度に基づいて前記溶接の良否を判定すること
を特徴とする請求項1に記載の溶接品質検査方法。
- [請求項7] 前記温度下降速度が、予め設定した第3 閾値よりも小さいと判定されたとき、前記溶接部にポロシティが存在すると判断すること
を特徴とする請求項6に記載の溶接品質検査方法。
- [請求項8] 前記溶接部に入熱し、
前記溶接部の入熱前の温度と入熱後の温度の差分温度と、予め設定した第1 閾値を比較し、差分温度が第1 閾値よりも小さいと判定された場合には、前記溶接部は未溶着と判断し、
前記差分温度が前記第1 閾値よりも大きい場合には、前記溶接部の

入熱後の温度上昇速度と予め設定した第2閾値を比較し、温度上昇速度が第2閾値よりも小さいと判定された場合には、前記溶接部は熔融金属不足であると判断し、

前記温度上昇速度が第2閾値よりも大きい場合には、入熱して前記溶接部の温度がピーク温度に達した後の温度下降速度と予め設定した第3閾値を比較し、温度下降速度が第3閾値よりも小さいと判定された場合には、前記溶接部にポロシティが存在すると判断すること

を特徴とする請求項1に記載の溶接品質検査方法。

[請求項9] 前記溶接部は、二次電池を構成する筐体の内部に配設され、

前記二次電池により前記溶接部に通電し、

前記通電による前記溶接部の温度変化に基づいて、溶接の良否を判定すること

を特徴とする請求項1に記載の溶接品質検査方法。

[請求項10] 前記溶接部に通電する前の温度と、予め設定した電流で所定時間だけ通電した後の温度と、の差分温度に基づいて、前記溶接の良否を判定すること

を特徴とする請求項9に記載の溶接品質検査方法。

[請求項11] 前記差分温度が、予め設定した第1閾値よりも小さいと判定されたとき、前記溶接部は未溶着であると判断すること

を特徴とする請求項10に記載の溶接品質検査方法。

[請求項12] 前記溶接部に通電した後の温度上昇速度に基づいて、前記溶接の良否を判定すること

を特徴とする請求項9に記載の溶接品質検査方法。

[請求項13] 前記温度上昇速度が、予め設定した第2閾値よりも小さいと判定されたとき、前記溶接部は熔融金属不足であると判断すること

を特徴とする請求項12に記載の溶接品質検査方法。

[請求項14] 前記溶接部に通電した後、通電を停止し、前記溶接部の温度がピーク温度に達した後の温度下降速度に基づいて前記溶接の良否を判定す

ること

を特徴とする請求項 9 に記載の溶接品質検査方法。

[請求項15] 前記温度下降速度が、予め設定した第 3 閾値よりも小さいと判定されたとき、前記溶接部にポロシティが存在すると判断すること

を特徴とする請求項 1 4 に記載の溶接品質検査方法。

[請求項16] 前記溶接部に、予め設定した電流で所定時間だけ通電し、
前記溶接部の通電前の温度と通電後の温度の差分温度と、予め設定した第 1 閾値を比較し、差分温度が第 1 閾値よりも小さいと判定された場合には、前記溶接部は未溶着と判断し、

前記差分温度が前記第 1 閾値よりも大きい場合には、前記溶接部の通電時の温度上昇速度と予め設定した第 2 閾値を比較し、温度上昇速度が第 2 閾値よりも小さいと判定された場合には、前記溶接部は溶融金属不足であると判断し、

前記温度上昇速度が第 2 閾値よりも大きい場合には、通電後の温度下降速度と予め設定した第 3 閾値を比較し、温度下降速度が第 3 閾値よりも小さいと判定された場合には、前記溶接部にポロシティが存在すると判断すること

を特徴とする請求項 9 に記載の溶接品質検査方法。

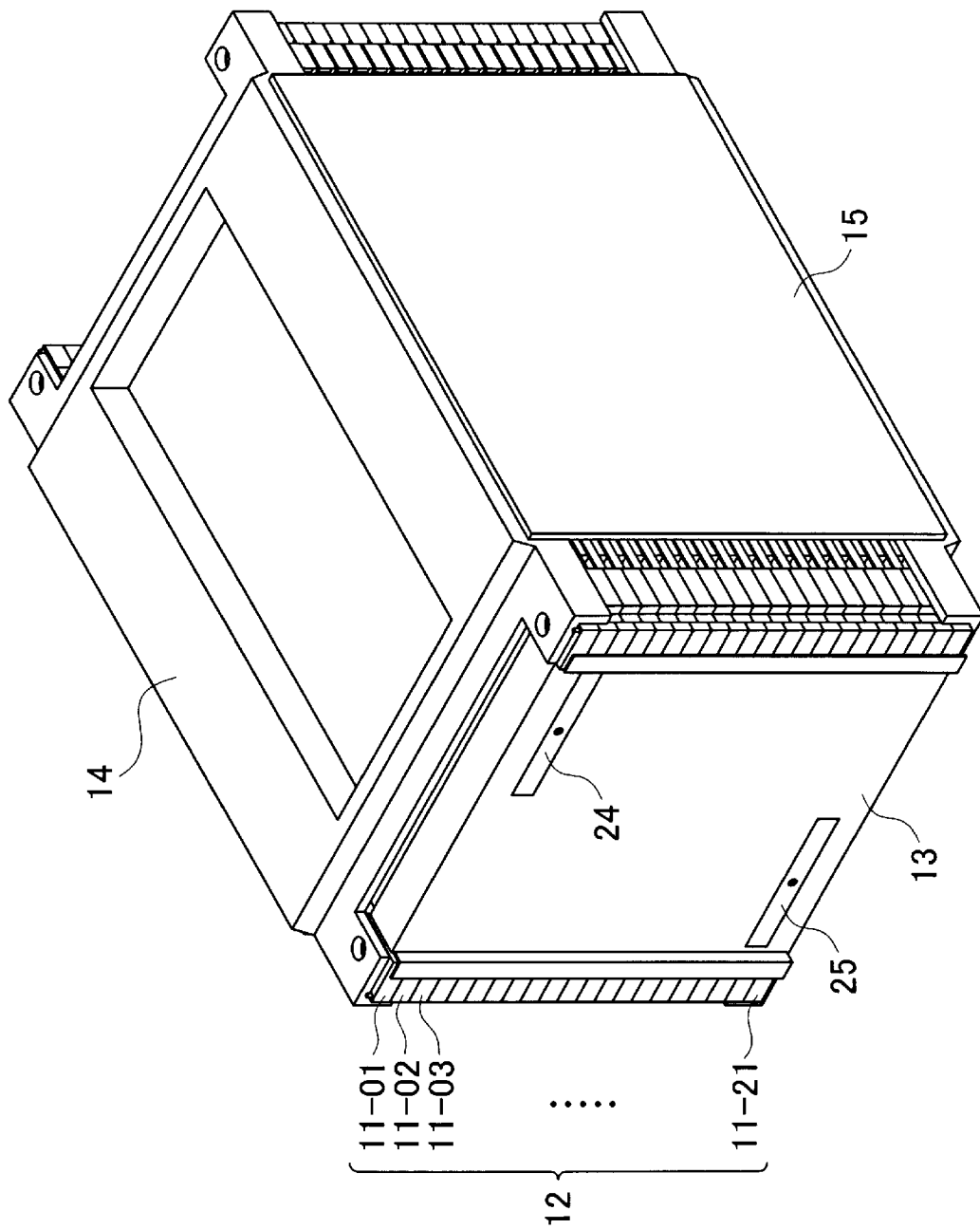
[請求項17] 溶接部の品質を検査する溶接品質検査装置であって、
前記溶接部に入熱する入熱部と、
前記溶接部の温度を検出する温度検出部と、
入熱による前記溶接部の温度変化に基づいて溶接の良否を判定する溶接判定部と、

を備えたことを特徴とする溶接品質検査装置。

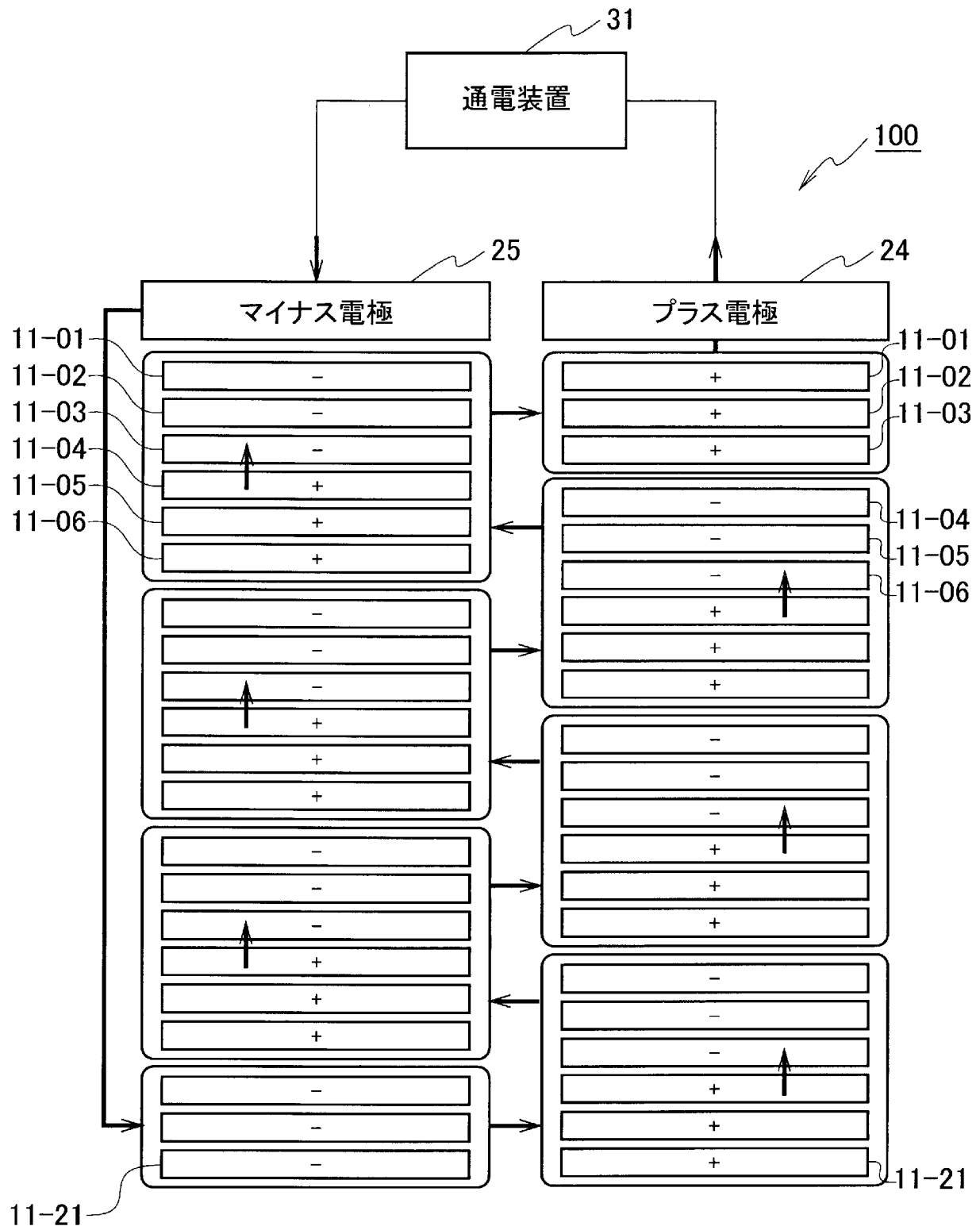
[請求項18] 前記溶接部は、二次電池を構成する筐体の内部に配設され、
前記二次電池により前記溶接部に通電する通電装置と、を備え、
前記溶接判定部は、前記通電による前記溶接部の温度変化に基づいて、溶接の良否を判定することを特徴とする請求項 1 7 に記載の溶接

品質検査装置。

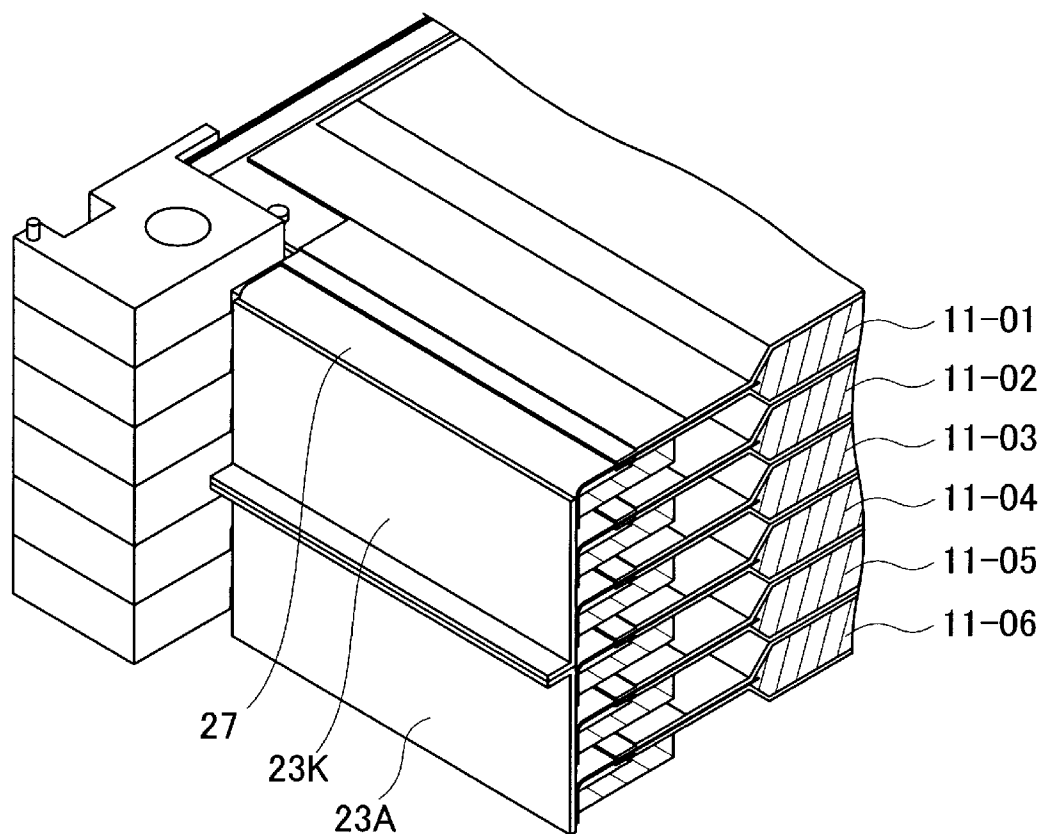
[図1]



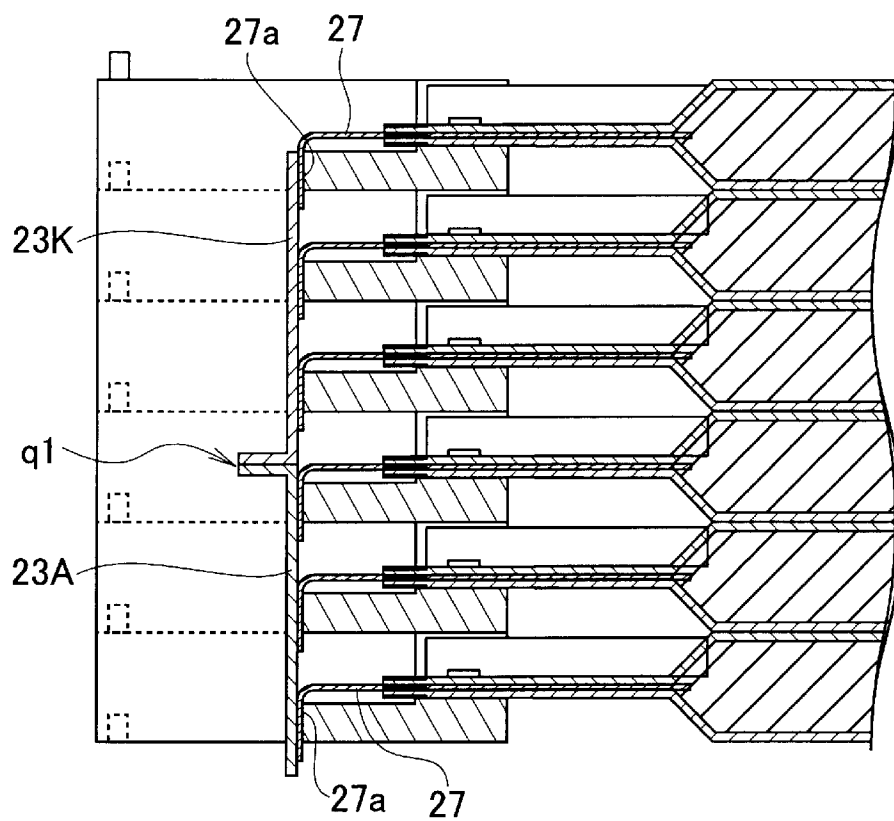
[図2]



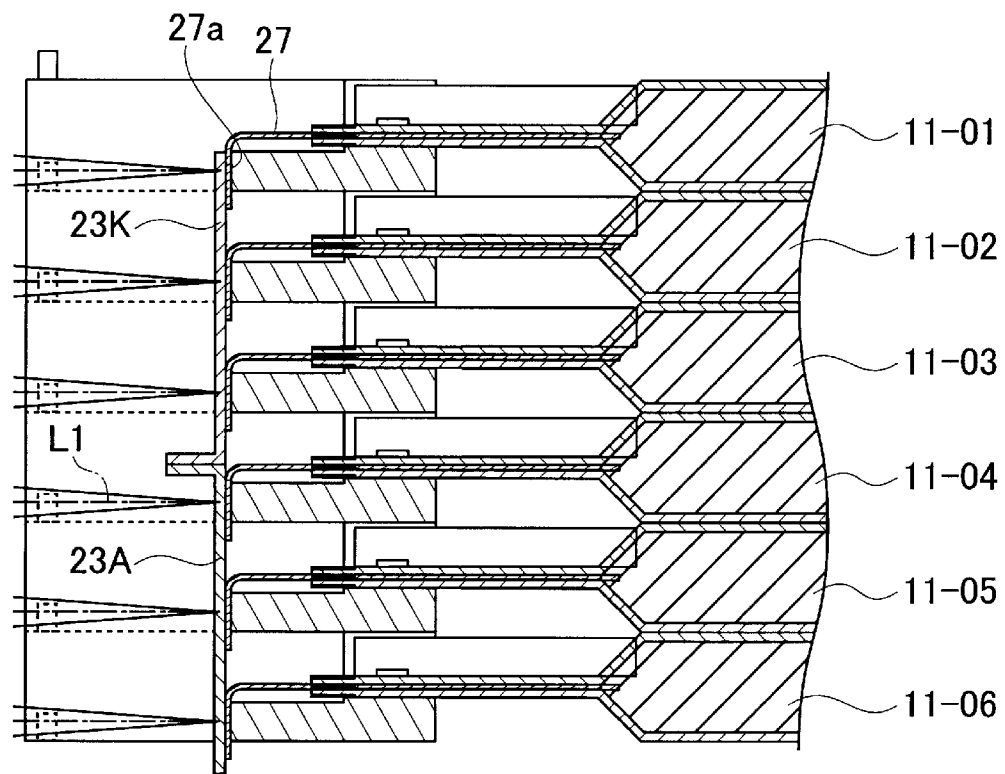
[図5A]



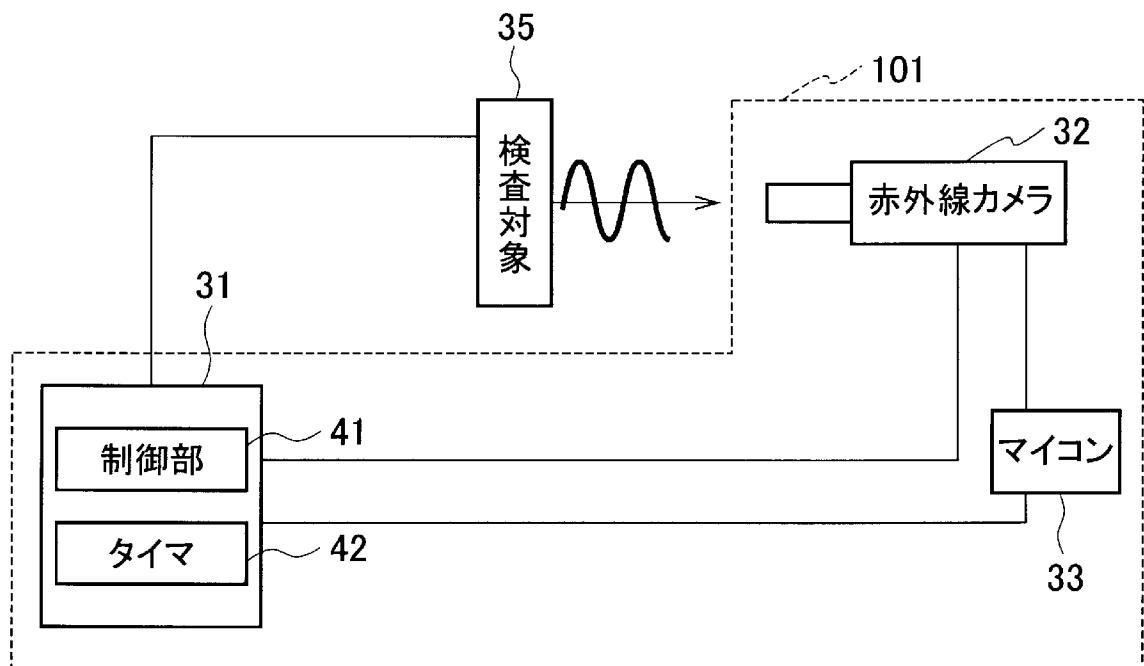
[図5B]



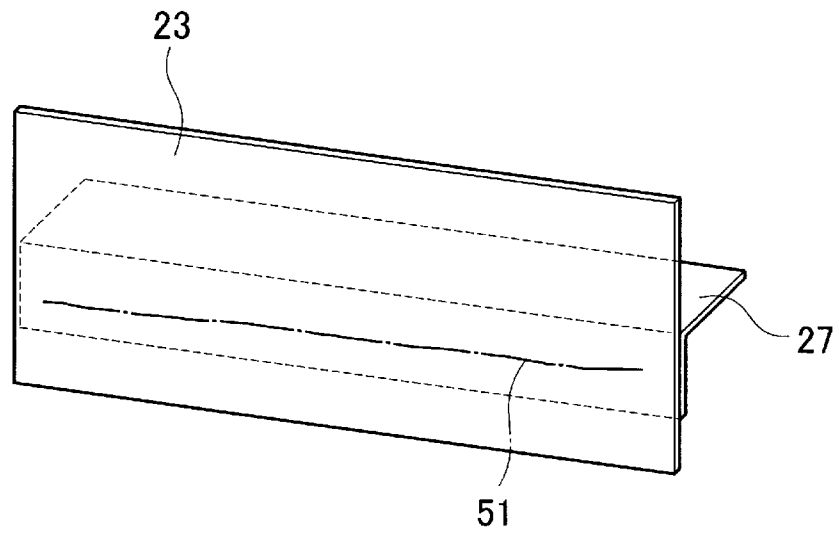
[図6]



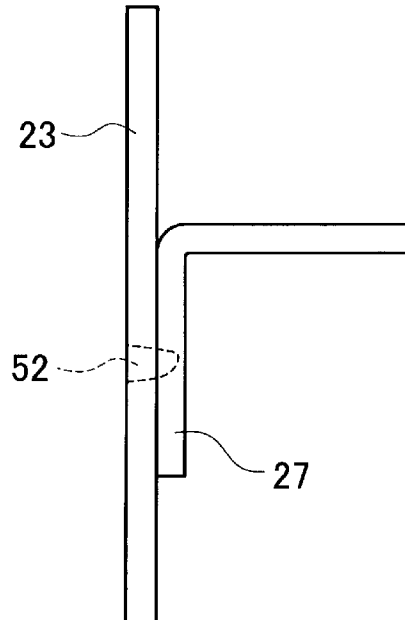
[図7]



[図8A]

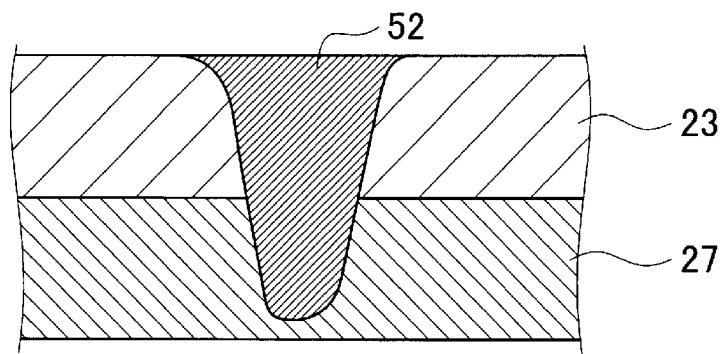


[図8B]



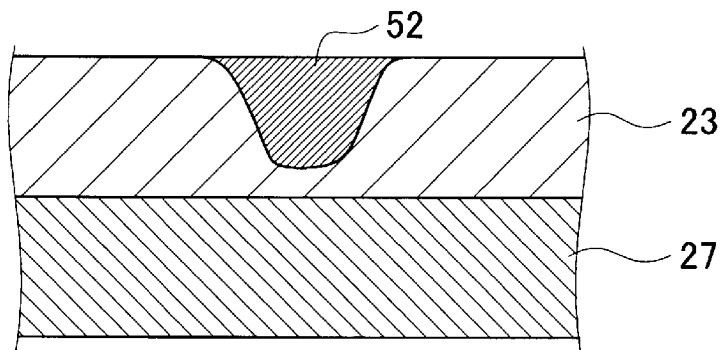
[図9A]

良好



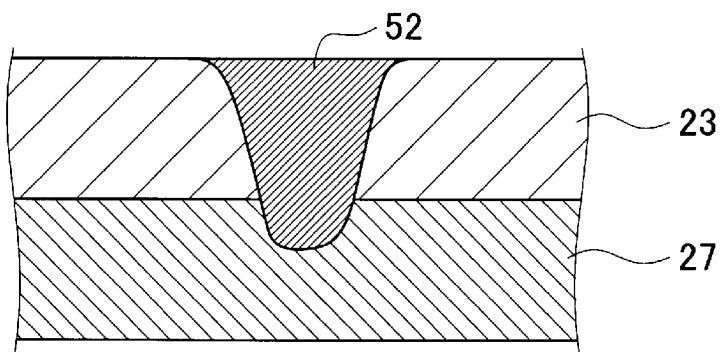
[図9B]

未溶着



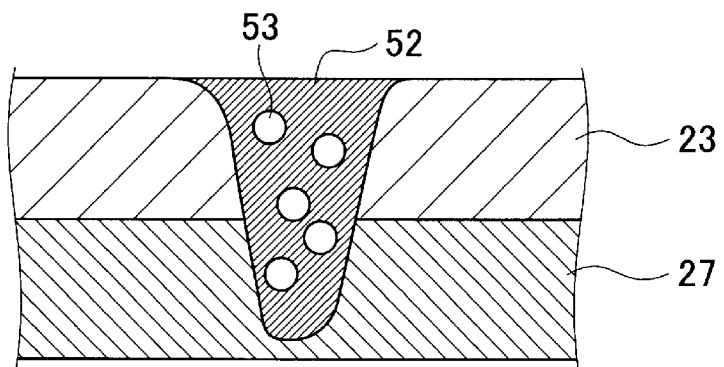
[図9C]

熔融金属不足

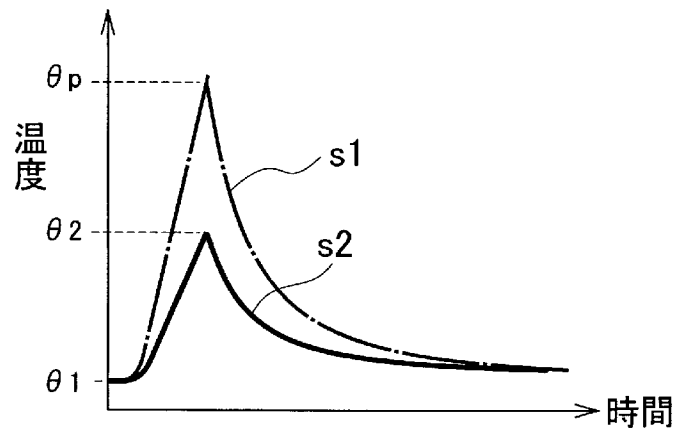


[図9D]

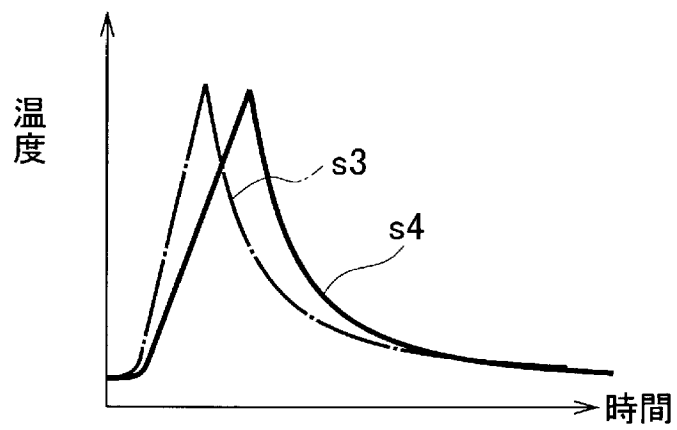
ポロシティ



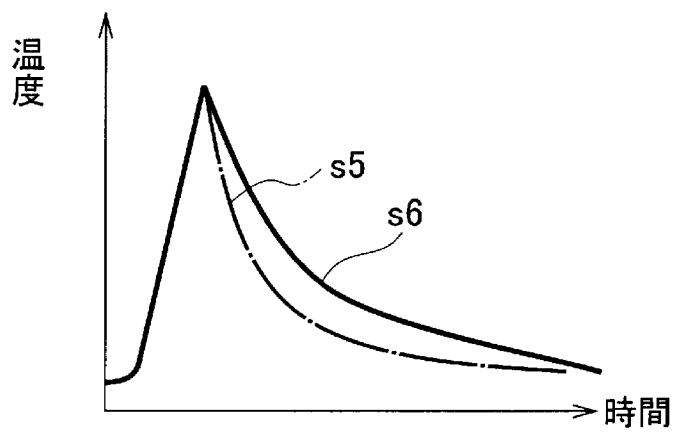
[図10]



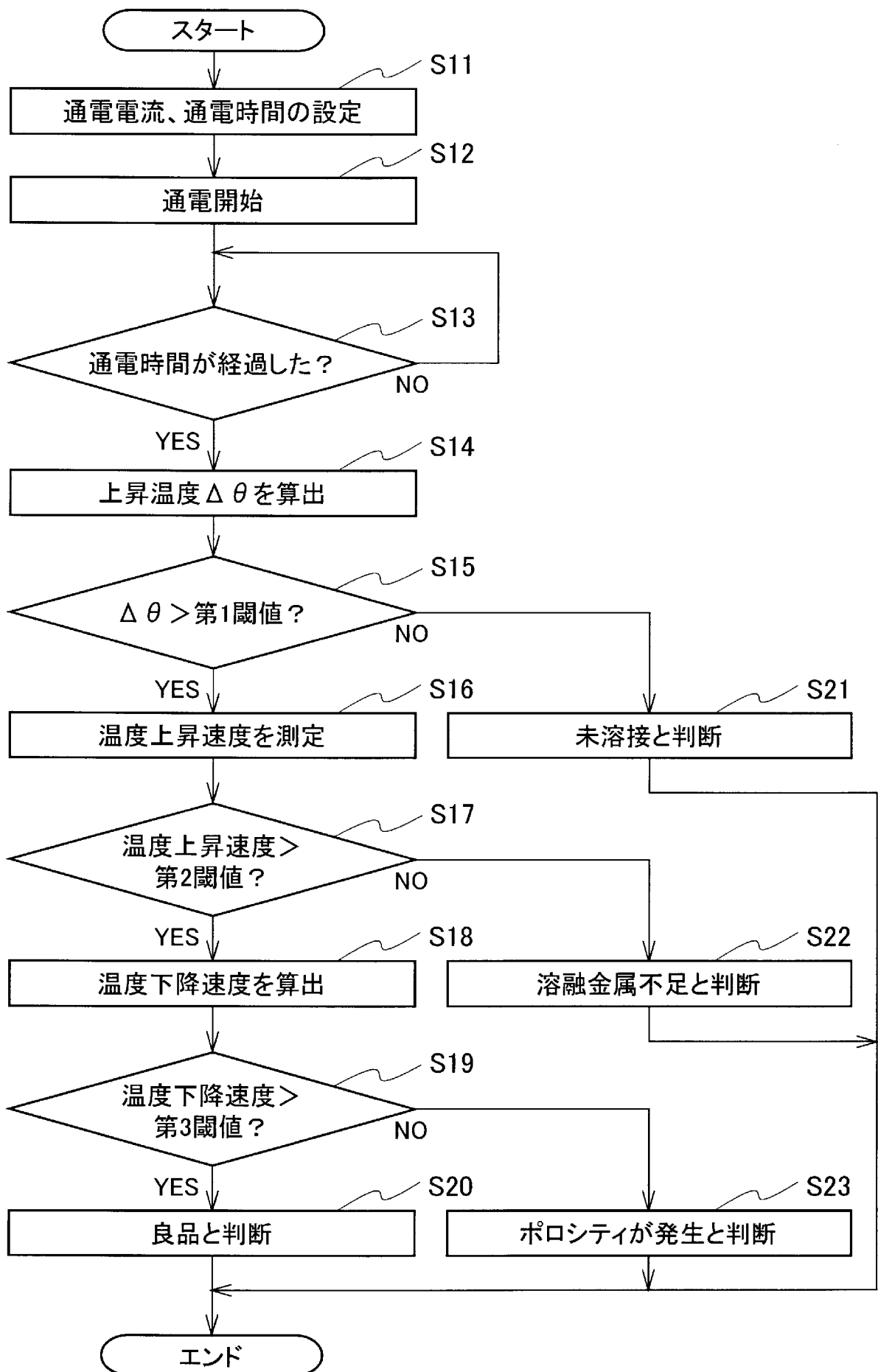
[図11]



[図12]



[図13]



[図14]

実施例	サンプル	差分温度 $\Delta \theta$	温度上昇速度	温度下降速度	溶接部の状態
1	N1	1	0.15	-0.05	未溶着
2	N2	5	0.15	-0.05	溶融金属不足
3	N3	5	0.3	-0.05	ポロシティ
4	N4	5	0.3	-0.1	良好

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/034891

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G01N25/72 (2006.01) i, B23K26/00 (2014.01) i, B23K31/00 (2006.01) i, B23K26/21 (2014.01) n, H01M2/20 (2006.01) n

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. G01N25/72, B23K26/00, B23K31/00, B23K26/21, H01M2/10-20, H01M10/42-10/48

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 1971-2017

Registered utility model specifications of Japan 1996-2017

Published registered utility model applications of Japan 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 Y A	JP 2015-064311 A (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORP.) 09 April 2015, paragraphs [0053]-[0062] & WO 2015/045751 A1	1-2, 4, 6, 17 3, 5, 7, 11-15 8, 16
X Y A	JP 2003-065985 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS, LTD.) 05 March 2003, paragraphs [0037]-[0038] (Family: none)	1, 17 9-15.18 8, 16



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

Date of mailing of the international search report

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

International application No.
PCT/JP2017/034891

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 8-122051 A (OHARA CO., LTD.) 17 May 1996, paragraphs [0011]-[0015] (Family: none)	1, 17 9-15, 18 8, 16
Y A	US 2004/0081221 A1 (SANDVOSS) 29 April 2004, paragraphs [0025]-[0026] & WO 2002/059587 A2 & DE 10103689 A1 & DE 10153592 A1 & CA 2435772 A1	3, 5, 7, 11-15 8, 16
Y	JP 2015-025147 A (UACJ CORP.) 05 February 2015, paragraphs [0001], [0040] (Family: none)	9-15, 18

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01N25/72(2006.01)i, B23K26/00(2014.01)i, B23K31/00(2006.01)i, B23K26/21(2014.01)n,
H01M2/20(2006.01)n

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. G01N25/72, B23K26/00, B23K31/00, B23K26/21, H01M2/10-20, H01M10/42-10/48

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 Y A	JP 2015-064311 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2015.04.09, 段落 0053-0062 & WO 2015/045751 A1	1-2, 4, 6, 17 3, 5, 7, 11-15 8, 16
X Y A	JP 2003-065985 A (松下電工株式会社) 2003.03.05, 段落 0037-0038 (ファミリーなし)	1, 17 9-15, 18 8, 16

☒ 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

13.12.2017

国際調査報告の発送日

26.12.2017

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)

北川 創

2 J

9804

電話番号 03-3581-1101 内線 3252

C (続き) . 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	JP 8-122051 A (小原株式会社)	1, 17
Y	1996.05.17, 段落 0011-0015	9-15, 18
A	(ファミリーなし)	8, 16
Y	US 2004/0081221 A1 (SANDVOSS)	3, 5, 7, 11-15
A	2004.04.29, 段落 0025-0026 & WO 2002/059587 A2 & DE 10103689 A1 & DE 10153592 A1 & CA 2435772 A1	8, 16
Y	JP 2015-025147 A (株式会社UACJ) 2015.02.05, 段落 0001、0040 (ファミリーなし)	9-15, 18