

(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
2015年2月12日(12.02.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/019863 A1

- (51) 国際特許分類:
G01F 1/69 (2006.01) *H01R 4/02* (2006.01)
B23K 11/11 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/069641
- (22) 国際出願日: 2014年7月25日(25.07.2014)
- (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 2013-165786 2013年8月9日(09.08.2013) JP
- (71) 出願人: 日立金属株式会社(HITACHI METALS, LTD.) [JP/JP]; 〒1058614 東京都港区芝浦一丁目2番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 佐々木 章(SASAKI, Akira); 〒5108102 三重県三重郡朝日町小向210番地 日立金属ファインテック株式会社内 Mie (JP).
- (74) 代理人: 河野 英仁, 外(KOHNO, Hideto et al.); 〒5400035 大阪府大阪市中央区釣鐘町二丁目4番3号 河野特許事務所 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, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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.

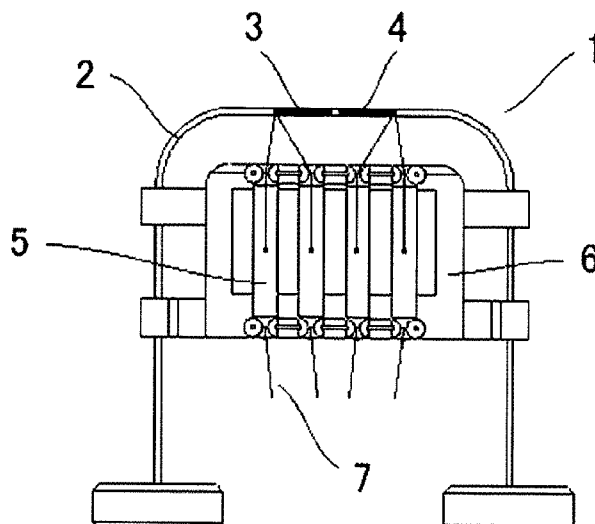
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロシヤ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 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))
- 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第19条(1))

(54) Title: THERMAL MASS FLOW METER AND MASS FLOW CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 熱式質量流量計及び質量流量制御装置



(57) Abstract: The purpose of the present invention is, with regard to welding terminals that function as input/output terminals in a heater element in a thermal mass flow meter, to improve the reliability of electrical connections made by spot welding between the welding terminals and terminal parts of a heat-generating resistance line constituting a heater element and to effectively prevent the adhesion of the welding terminals to electrodes of a spot welder. The material constituting the welding terminals is a metal or alloy with a melting point having a temperature differential relative to the melting point of the heat-generating resistance line of no greater than 100°C, and one or more covering layers are provided on the surface of the welding terminals. It is preferable for the covering layers to comprise a base covering layer formed from nickel and a surface covering layer formed from gold.

(57) 要約: 熱式質量流量計のヒータエレメントの入出力端子として機能する溶接端子において、ヒータエレメントを構成する発熱抵抗線の端部とのスポット溶接による電氣的接続の信頼性を高め、かつ、スポット溶接装置の電極との溶着を効果的に防止すること。溶接端子を構成する材料を発熱抵抗線の融点との温度差が100°Cを超えない融点を有する

る金属又は合金とし、溶接端子の表面に1層又は2層以上の被覆層を設ける。被覆層は、Niで構成された下地被覆層とAuで構成された表面被覆層とが好ましい。

WO 2015/019863 A1

明 細 書

発明の名称 : 熱式質量流量計及び質量流量制御装置

技術分野

[0001] この発明は、流体の質量流量の測定に用いられる熱式質量流量計及び熱式質量流量計が内蔵された質量流量制御装置に関する発明である。

背景技術

[0002] 質量流量制御装置（マスフローコントローラ）は、半導体の製造プロセスにおいてチャンバー内に供給されるプロセスガスの供給量を制御する目的で広く使用されている。質量流量制御装置は、質量流量をモニタリングする質量流量計、質量流量を制御する制御弁及び制御回路等で構成されている。質量流量計にはさまざまな種類があるが、なかでも熱式質量流量計は、原理的に質量流量を正確に計測することができるという特徴を有する。このため、熱式質量流量計は、質量流量制御装置に組み込まれて使用される質量流量計として広く普及している。

[0003] 図1は、熱式質量流量計のセンサ部の構造を示す模式図である。熱式質量流量計のセンサ部1は、流体が内部を流動するセンサチューブ2と、センサチューブ2の外周に設けられた発熱抵抗線となる上流側ヒータエレメント3及び下流側ヒータエレメント4と、発熱抵抗線の端部がスポット溶接により電氣的に接続された複数の溶接端子5と、で構成されている。上流側ヒータエレメント3及び下流側ヒータエレメント4に電流を流すことにより、センサチューブ2の内部を流動する流体が加熱される。流体が上流側から下流側に向かって流動すると、それに伴って流体に加えられた熱も上流側から下流側に向かって移動するので、センサ部1の温度分布が変化し、上流側ヒータエレメント3及び下流側ヒータエレメント4の電気抵抗が変化する。この電気抵抗の変化を計測することにより、センサチューブ2の内部を流動する流体の質量流量を検知することができる。

[0004] 上流側ヒータエレメント3及び下流側ヒータエレメント4を構成する発熱

抵抗線の端部は、複数の溶接端子 5 の表面とスポット溶接によりそれぞれ電氣的に接続される。溶接端子 5 には、上流側ヒータエレメント 3 及び下流側ヒータエレメント 4 に電流を供給したり電気抵抗値の変化を計測するための導線 7 がさらに電氣的に接続される。このようにして、溶接端子 5 は、上流側ヒータエレメント 3 及び下流側ヒータエレメント 4 に電流を供給したり電気抵抗値の変化を計測したりするための入出力用端子として機能する。溶接端子 5 には、一般に、加工が容易で電気伝導度の高いリン青銅などが用いられる。

[0005] 一般的な電氣的接続に用いられる溶接端子に関しては、スポット溶接による電氣的接続を安定に行うことができる溶接端子の構成が従来より知られている。例えば、特許文献 1 には、溶接端子と平型電線の導体とをスポット溶接により接続する際に、押さえ板を用いて常に一定の加圧力で溶接端子を導体に押えつけるようにし、過大電流は押さえ板に接続されたアースに流すようにすることにより、導体と溶接端子との接触抵抗を安定させて、常に良好なスポット溶接を行う方法が開示されている。この方法に用いられている溶接端子は、リン青銅製の基材の表面に下地層として厚さ $1.5\ \mu\text{m}$ のニッケルメッキが施され、さらにその上に厚さ $1\ \mu\text{m}$ の金メッキが施されたものである。

[0006] また、例えば、特許文献 2 には、真鍮製の基材に下地層としてニッケルメッキが施され、さらにその上に錫メッキが施された溶接端子を 42 合金製のリードフレームにスポット溶接する際に、溶接端子のメッキ層の一部を除去して基材が露出した状態でリードフレームにスポット溶接することにより、基材とリードフレームの双方に融合部を形成させ、溶接剥がれを効果的に防止する方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献 1：特開平 5－166575 号公報

特許文献 2：特開 2008－218189 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 熱式質量流量計の上流側ヒータエレメント 3 及び下流側ヒータエレメント 4 を構成する発熱抵抗線には、後述するように、F e（鉄）－N i（ニッケル）合金線を好適に用いることができる。しかしながら、F e－N i 合金線を例えばリン青銅製の溶接端子にスポット溶接する場合には、スポット溶接の溶接条件を最適化しようとしても適切な溶接を行うことができる溶接条件を見出すことが困難であったり、接続が不十分なために発熱抵抗線を引っ張ると溶接端子から簡単に剥がれてしまったりするという不具合が生じることがある。

[0009] また、接続の強度を高める目的で溶接条件を変化させると、仮に発熱抵抗線と溶接端子とのスポット溶接が良好にできたとしても、溶接端子の一部が溶融してスポット溶接装置の電極（以下単に「電極」という。）に付着したり、さらには溶接端子と電極とが溶着してしまったりして、作業効率が著しく低下するという不具合が生じることがある。

[0010] 本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、発熱抵抗線のスポット溶接を安定して行うことができ、かつ、電極との溶着が生じにくい溶接端子で構成された熱式質量流量計の提供を目的としている。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明者は、熱式質量流量計における発熱抵抗線と溶接端子とのスポット溶接の際に生じる不具合の原因について調査した。その結果、F e－N i 合金線を用いた発熱抵抗線とリン青銅製の溶接端子とでは、材料の有する融点と、それぞれのサイズの違いに起因する熱容量とに大きな差があるために、両者がバランスよく溶融して融合部を形成することが困難となっていることが示唆された。

[0012] そこで、溶接端子を構成する材料として、F e－N i 合金線の融点に近い融点を有するF e－N i 系合金を採用した。依然として発熱抵抗線と溶接端子とのサイズの違いに起因する熱容量に大きな差があるにもかかわらず、リ

ン青銅製の溶接端子に比べて発熱抵抗線とのスポット溶接が比較的安定に行える溶接条件が存在することを知見した。

[0013] しかし、上記の溶接条件だと、発熱抵抗線と溶接端子の表面とが接続されると同時に、溶接端子の反対側の表面の一部が溶融して電極に付着したり、さらには溶接端子と電極とが溶着してしまったりして、作業効率が著しく低下するという新たな課題に直面した。

[0014] そこで、本発明者はさらに、電極との溶着を防止するための手段を鋭意検討した結果、溶接端子の表面に被覆層を設けることにより、Fe-Ni合金線とのスポット溶接の安定性を損ねることなく電極との溶着が防止できることを知見し、本発明を完成させた。

[0015] すなわち、本発明は、上記の構成のセンサ部を有する熱式質量流量計であって、溶接端子は、発熱抵抗線の融点との温度差が100℃を超えない融点を有する金属又は合金でなり、かつ、溶接端子の表面に1層又は2層以上の被覆層が設けられていることを特徴とする熱式質量流量計の発明である。

さらに、本発明は、上記の熱式質量流量計を有することを特徴とする質量流量制御装置の発明である。

発明の効果

[0016] 本発明に係る熱式質量流量計の構成によれば、発熱抵抗線の端部と溶接端子とのスポット溶接を安定して行うことができるので、発熱抵抗線と溶接端子との間で信頼性の高い電気的な接続が可能となり、ひいては熱式質量流量計及びこれが組み込まれた質量流量制御装置全体の信頼性を高めることができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]熱式質量流量計のセンサ部の構造を示す模式図である。

[図2A]スポット溶接の手順を説明する模式図である。

[図2B]スポット溶接の手順を説明する模式図である。

[図2C]スポット溶接の手順を説明する模式図である。

[図3]発熱抵抗線と溶接端子のスポット溶接の施工例を示す図面代用写真であ

る。

[図4]溶接端子の形状の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下に、本発明を実施するための形態をさらに詳しく説明する。なお、以下の説明は例示に過ぎず、本発明を実施するための形態は以下の形態に限られるものではない。

[0019] まず、本発明における溶接方法について説明する。本発明でいうスポット溶接とは抵抗溶接の一形態であって、溶接しようとする2つの金属製の部材を対向する2本の電極の間に挟み込んで電極に加圧力を加えながら通電することにより、2つの部材の接触部を抵抗熱により熔融させ、続いて通電を中止して冷却凝固させ、ナゲット (nugget) と呼ばれる接続部を形成する溶接方法をいう。スポット溶接では板材同士を溶接することが一般的であるが、本発明のスポット溶接では板状の溶接端子の表面に細い線材を溶接するという点で、一般のスポット溶接とはナゲットの形成のされ方や形状などが異なる。

[0020] 図2A、図2B及び図2Cは、本発明における発熱抵抗線と溶接端子とのスポット溶接の施工例を表した模式図である。まず、溶接端子5の表面に上流側ヒータエレメント3又は下流側ヒータエレメント4の発熱抵抗線の端部をセットする(図2A)。次に、フットレバー等を用いて上下2本の電極8の先端で溶接端子5及び発熱抵抗線の端部を挟み込み、加圧力を加えながら電極8の間に電流を流す。そうすると、発熱抵抗線の端部が上側の電極8の先端及び溶接端子5の表面と接触している部分では接触抵抗が大きいので、これらの部材が抵抗熱により加熱される(図2B)。そして、溶接端子5の表面が局所的に熔融すると同時に、発熱抵抗線の端部の表面の一部も熔融し、両者が一体となった後冷却、凝固し、溶接端子5の表面に盛り上がったナゲット9が形成されて溶接が完了する(図2C)。

[0021] 図3は、発熱抵抗線と溶接端子のスポット溶接の施工例を示す図面代用写真である。写真中央の盛り上がっている部分が溶接端子の表面に形成された

ナゲットである。ナゲットの中心に、写真上方から延長された発熱抵抗線の端部が形状を保ったまま溶接されている。板材同士をスポット溶接する場合と異なり、発熱抵抗線と溶接端子のスポット溶接では発熱抵抗線の中心まで溶融するほど加熱してしまうと発熱抵抗線が焼き切れてしまうので、発熱抵抗線の表面の一部だけが溶融するような溶接条件で加熱を行う必要がある。発熱抵抗線の線径が小さい場合、このような適切な溶接条件を見出すことは一般に困難を伴う。スポット溶接における溶接条件は、スポット溶接の通電時間、電流値及び加圧力などを変更することにより制御することができる。

[0022] 次に、本発明で使用する発熱抵抗線を構成する材料について説明する。上流側ヒータエレメント3及び下流側ヒータエレメント4を構成する発熱抵抗線には、Fe-Ni合金線を用いることが好ましい。Fe-Ni合金線が好ましい理由は、高温での耐酸化性に優れ、電気抵抗の温度係数が比較的大きく、また、熱膨張係数が小さくて温度が変化しても内部応力が発生しにくいからである。Fe-Ni合金線の組成範囲は、Niが30質量%未満だと高温での耐酸化性が劣り、また、80質量%を超えると熱膨張係数が大きくなって内部応力が発生しやすくなるので、Niを30質量%以上、80質量%以下とし、残部をFeとすることが好ましい。高温での耐酸化性を特に重視する場合には、Niが60質量%以上、80質量%以下とすることがより好ましい。熱膨張係数の低減を特に重視する場合には、Niが30質量%以上45質量%以下とすることがより好ましい。なかでも、Niが70質量%で残部がFeでなるFe-Ni合金線は、全ての点でバランスがとれており、発熱抵抗線の材料として好適である。なお、発熱抵抗線はセンサチューブの外周にコイル状に巻く必要があることから、表面を絶縁被膜で被覆しておくことが好ましい。被覆に用いる絶縁被膜は、例えば、耐熱性に優れたポリイミド樹脂の被膜などが好適である。

[0023] 発熱抵抗線の線径は、5 μ m未満だと機械的強度が不十分で取扱いが困難となり、また、100 μ mを超えると単位長さあたりの電気抵抗が低くセンサチューブとの熱伝導も悪くなる。このため、発熱抵抗線の線径は、5 μ m

以上、 $100\mu\text{m}$ 以下とすることが好ましい。より好ましい線径の範囲は $10\mu\text{m}$ 以上、 $70\mu\text{m}$ 以下である。

[0024] 次に、本発明の特徴である発熱抵抗線及び溶接端子を構成する金属又は合金の融点の差について説明する。本発明において、溶接端子を構成する材料は、発熱抵抗線の融点との温度差 ΔT が 100°C を超えない融点を有する金属又は合金でなる。 ΔT が 100°C を超えると、スポット溶接の溶接条件をどのように変更しても発熱抵抗線を溶接端子の表面に適切に溶接することができない。具体的には、溶接条件をより多く加熱する方向に調整すると発熱抵抗線が焼き切れてしまい、逆に、溶接条件をより少なく加熱する方向に調整すると発熱抵抗性と溶接端子との接続強度が弱くなり簡単に剥がれてしまう。このため、発熱抵抗線が焼き切れずにしかも十分な強度で溶接端子と接続させるための溶接条件を見出すことができない。この理由は明らかでないが、板材同士のスポット溶接の場合と比べて、本発明における発熱抵抗線と溶接端子とのスポット溶接の場合は、被溶接部材の形状の違いから両者の熱容量が極端に異なるため、加熱及び放熱の際の熱バランスが悪く、熱容量の小さな発熱抵抗線の方がより過剰に加熱される傾向があるためではないかと推測される。このため、本発明においては、融点の温度差 ΔT が 100°C を超えないものとする。より好ましい温度差 ΔT の上限は 50°C である。

[0025] ΔT の大きさを 100°C 以下にする具体的な手段としては、発熱抵抗線と溶接端子とを構成する材料に同じ合金系を選択したり、同じ合金系であればできるだけ組成の近いものを選択したりすることが好ましい。例えば、発熱抵抗線にFe-Ni合金線を使用している場合、溶接端子を構成する材料には同じ合金系であるFe-Ni合金を選択することが好ましい。Fe-Ni合金では、Niが30質量%以上、80質量%以下の領域で二元状態図の液相線の温度が $1450^\circ\text{C} \pm 25^\circ\text{C}$ の範囲に入っているので、発熱抵抗線と溶接端子との双方をこの組成範囲のFe-Ni合金で構成すれば、 ΔT の大きさを 50°C 以下にすることができる。また、同じ合金系であれば、熱伝導率の値も大きく変わらないので、熱バランスの観点からも好ましい。溶接端子

の材料としてFe-Ni合金を選択する場合、例えば、Niを42質量%含み残部がFeである42合金を選択することが好ましい。42合金はFe-Ni合金線とのスポット溶接が比較的容易であり、また、リードフレームの材料として広く普及していて入手が比較的容易であるという利点がある。

[0026] 次に、本発明の特徴である溶接端子の被覆層について説明する。発熱抵抗線と溶接端子との融点の差 ΔT が100℃を超えない材料を選択してスポット溶接を行えば、前述の通り発熱抵抗線と溶接端子との間で良好な溶接が可能となる。しかしながら、発熱抵抗線と溶接端子とが溶接されるのとほぼ同時に、溶接端子の溶接を行おうとする面の反対側の表面と、そこに押し付けられている電極の表面との間でも抵抗加熱が起こり、溶接端子の表面の一部が熔融して電極が汚染されたり、両者の間で溶着が起こったりする。この理由は明らかでないが、発熱抵抗線と溶接端子とが互いに熔融してナゲットが形成されると、その部分における接触抵抗が低下して過度の通電が起こり、当初想定していなかった電極の表面と溶接端子の表面との間でも抵抗加熱が進行するためではないかと推測される。

[0027] そこで、本発明においては、上記の望ましくない溶着を防止するために、溶接端子の表面に1又は2以上の被覆層を設ける。被覆層は、板材同士のスポット溶接においては溶接を妨げるものとして忌避され、例えば、特許文献2に開示されているように、溶接前に溶接個所の被覆層をわざわざ除去して基材を露出させることが好ましい場合もある。しかしながら、本発明のような発熱抵抗線と溶接端子とのスポット溶接においては、溶接端子の表面に設けられた被覆層はスポット溶接の妨げとはならず、むしろ電極との望ましくない溶着を防止するという本発明に特有の効果を発揮する。この理由は明らかでないが、溶接端子の表面に被覆層を設けることで、被覆層がない場合に比べて溶接端子と電極との間の電気抵抗値が安定し、溶接端子と電極との間でのスパークの発生や溶着が起こりにくくなっているのではないかと考えられる。

[0028] 溶接端子の被覆層を構成する材料には、融点があまり高くなく、かつ、電

気伝導性に優れたCu（銅）又はAu（金）を用いることが好ましい。Cu及びAuは電気伝導性に優れるので、溶接端子と電極との間の接触抵抗を下げて溶着を効果的に防止することができる。また、溶接端子自体の電気抵抗を下げて発熱を防止することにより、熱式流量計の測定精度を向上させたり、消費電力を下げたりすることができる。さらに、Cu及びAuは、被覆層として多用されるSn（スズ）に比べれば融点が高いので、被覆層にSnを用いた場合にしばしば見られるような高温でのウィスカの生成が起こりにくいという利点もある。Auの被覆層は、耐酸化性が極めて優れているので、表面に酸化物が形成されず接触抵抗を低く安定に保つことができ、溶接端子と電極との溶着を防止する効果や、溶接端子に導線をはんだ付けする際のはんだの濡れ性を確保する効果が特に優れているので、より好ましい。

[0029] 溶接端子の被覆層の厚さは0.05 μm より薄いと溶着防止の効果が得られず、また、5.0 μm を超えると発熱抵抗線との溶接が妨げられるので、0.05 μm 以上、5.0 μm 以下が好ましい。より好ましい厚さは0.1 μm 以上、3.0 μm 以下である。

[0030] 被覆層は単層で設けてもよいが、溶接端子の表面との密着性を高める目的で溶接端子の表面に先ず下地被覆層を設け、さらにその表面に表面被覆層を設けてもよい。例えば、42合金製の溶接端子とAuの被覆層との間に下地被覆層としてまずNiの被覆層を設けると、溶接端子の表面に直接Auの被覆層を設けた場合に比べて密着性が高まるので好ましい。この場合の下地被覆層の厚さは、0.05 μm より薄いと密着性向上の効果が得られず、また、5.0 μm を超えると発熱抵抗線との溶接が妨げられるので、0.05 μm 以上、5.0 μm 以下が好ましい。また、下地被覆層と表面被覆層との間に中間層を設けて密着性をより高めることも好ましい。このように、2層以上の被覆層を形成する場合、被覆層全体の厚さが5.0 μm を超えると発熱抵抗線との溶接が妨げられるので、被覆層全体の厚さは5.0 μm 以下とすることが好ましい。

[0031] 被覆層は溶接端子の表面全体に設けてもよく、また、それが可能である場

合には、溶接端子の一部に設けてもよい。被覆層は溶接端子と電極との溶着を防止する目的で設けるものであるから、被覆層を溶接端子の一部に設ける場合には、溶接端子の表面のうち少なくとも電極が直接接する部分に被覆層を設ける必要がある。

[0032] 被覆層を被覆する手段には、電解メッキ、無電解メッキ、スパッタリング、蒸着等の公知の手段を用いることができる。溶接端子の表面全体に被覆層を設ける場合には、作業効率、被覆層の均質性及び密着性等の観点から、電解メッキを用いることが好ましい。また、溶接端子の一部にのみ被覆層を設ける場合には、スパッタリング又は蒸着等の手段を用いることが好ましい。

[0033] 次に、溶接端子の好ましい形状について説明する。溶接端子の形状は特に限定されるものではないが、一般的には平板を所定の形状に加工したものを用いることが好ましい。形状を平板にすることによって、スポット溶接の際の上下の電極による挟み込みを確実に行うことができる。スポット溶接におけるナゲットは一般に溶接端子の平面部に形成され、発熱抵抗線の端部はナゲットの表面に電氣的に接続される。溶接端子には、必要に応じて、他の部材との組み合わせを容易にしたり、導線との電氣的接続を実現したりするための突出部を設けることができる。図4は、平板を曲げ加工して作製した両端に突出部を設けた溶接端子の形状の例を示したものである。突出部のうち短い方の突出部10bは図1に示したモールド6に設けられた穴に差し込まれて、溶接端子をモールド6に固定する機能を有している。また、長い方の突出部10aはモールド6に設けられた他の穴に差し込まれ、その先端に導線7がはんだ付けによって電氣的に接続される。

[0034] 溶接端子の数については、センサエレメントの数に応じて必要な数を複数個準備すればよい。例えば、図1に示した例では、上流側ヒータエレメント3及び下流側ヒータエレメント4の発熱抵抗線の端部について各1個、合計4個の溶接端子を使用している。これは、それぞれの発熱抵抗線の端部についてスポット溶接を確実にを行うためである。電気回路の構成によっては、1個の溶接端子に複数の発熱抵抗線の端部をスポット溶接してもよく、これに

より熱式質量流量計 1 台あたりの溶接端子の個数を削減することができる。

- [0035] 本発明においてスポット溶接を実施する装置には、卓上形スポット溶接機、足踏式スポット溶接機又は空気圧式スポット溶接機等の既知のスポット溶接機を用いることができる。電極には、例えばタングステンなどを用いた直径が 10 mm 程度の丸棒形状の電極を用いることができる。本発明におけるスポット溶接の典型的な溶接条件を例示すれば、溶接時間は 2 ～ 10 サイクル、加圧力は 10 ～ 50 kg、電流は 2 ～ 10 kA 程度である。好ましい溶接条件を見出すには、例えば、溶接条件を変えながら溶接後の発熱抵抗線を手で引っ張って剥がれないかどうかを確認するなどの手段により、十分な接合強度が得られる溶接条件を確立することができる。

実施例

- [0036] 厚さが 0.3 mm の 42 合金製の板材を加工して、図 4 に示す形状の溶接端子の素材を準備した。得られた素材の表面全体に、まず厚さが 3.0 μ m の電解ニッケルメッキを行い、次に厚さが 0.2 μ m の電解金メッキを行うことにより、ニッケル及び金の二層で構成された被覆層を有する 42 合金製の溶接端子を準備した。

また、発熱抵抗線として、線径が 15 μ m でポリイミド樹脂の絶縁被膜を有する Fe-Ni 合金線 (Ni が 70 質量%、残部が Fe) を準備した。

準備した溶接端子の素材の融点は 1450℃であり、発熱抵抗線の融点は 1440℃であるから、両者の温度差 ΔT は 10℃であった。

- [0037] 準備した発熱抵抗線をセンサチューブの外周の 2 か所に巻いて、上流側ヒータエレメント及び下流側ヒータエレメントをそれぞれ形成した。そして、準備した溶接端子を足踏式スポット溶接機にセットし、その表面に平行に発熱抵抗線の端部をセットした後、溶接端子と発熱抵抗線とを上下のタングステン電極の間に挟み込み、フットレバーで加圧力を加えた。そして、電極間に電流値が 4.0 kA、通電時間が 2 サイクルの通電を行い、スポット溶接を行った。

スポット溶接後に電極間の加圧力を緩めると、溶接端子は電極間から簡単

に取り外すことができた。溶接端子を取り外した後のタングステン電極の先端は清浄で、溶接端子の溶融物等の付着は見られなかった。

[0038] スポット溶接後の溶接部分を光学顕微鏡で観察すると、図3に示すように溶接端子の表面に形成されたナゲットの中央付近に発熱抵抗線が溶接されており、ナゲットの近傍では溶接端子の被覆層及び発熱抵抗線の絶縁被膜は完全に破壊されていた。スポット溶接後の発熱抵抗線を手で引っ張ったところ、発熱抵抗線は溶接端子に堅固に接続されており、全く剥がれなかった。また、スポット溶接後の溶接端子の溶接部分とは反対側の面を観察すると、タングステン電極の痕跡はほとんど見られず、清浄な状態であった。

[0039] (比較例1)

上記の実施例と同じ溶接端子の素材を用いて、溶接端子の素材に被覆層を設けずに溶接端子として使用した他は上記の実施例と同じ条件で発熱抵抗線のスポット溶接を行った。

スポット溶接後に電極間の加圧力を緩めると、溶接端子の表面のうち溶接部の反対側の面が下側のタングステン電極の表面に溶着しており、簡単に取り外すことができなかった。ペンチを使って溶接端子を下側のタングステン電極から無理に剥がすと、溶接端子の表面の一部が電極の先端に溶着したままの状態に剥離し、表面が剥離された溶接端子には円形のくぼみが形成された。また、タングステン電極の先端に溶接端子の表面の一部が溶着したままだと次のスポット溶接を行うことができないので、溶着した溶接端子の一部をやすりを使って研削除去しなければならなかった。

[0040] 一方、発熱抵抗線と溶接端子との溶接強度は良好であったため、溶接端子と電極との溶着を防止する目的で溶接条件を変化させてみた。しかしながら、電極間の電流値を減少させると溶接端子と電極との溶着はある程度防止できるものの、発熱抵抗線と溶接端子との溶接強度が低下してしまい、スポット溶接後に発熱抵抗線を手で引っ張ると簡単に剥離してしまった。また、電極間の電流値を増加させると溶接端子と電極との溶着はますます強固となった。このため、溶接端子と電極との溶着を防止しつつ発熱抵抗線と溶接端子

とをスポット溶接することができる適切な溶接条件を見出すことができなかった。

[0041] (比較例 2)

厚さが 0.3 mm のリン青銅製の板材を加工して、図 4 に示す形状の溶接端子の素材を準備した。得られた素材の表面全体に、先ず厚さが 3.0 μm の電解ニッケルメッキを行い、次に厚さが 0.2 μm の電解金メッキを行うことにより、ニッケルと金の二層で構成された被覆層を有するリン青銅製の溶接端子を準備した。

また、発熱抵抗線として、線径が 15 μm でポリイミド樹脂の絶縁被膜を有する Fe-Ni 合金線 (Ni が 70 質量%、残部が Fe) を準備した。

準備した溶接端子の素材の融点は 980℃であり、発熱抵抗線の融点は 1440℃であるから、両者の温度差 ΔT は 460℃であった。

[0042] 得られたリン青銅製の溶接端子を用いて、上記の実施例と同じ溶接条件でスポット溶接を行ったところ、スポット溶接後の発熱抵抗線を手で引っ張ると簡単に剥離してしまい、溶接強度が不足していることがわかった。

[0043] そこで、溶接強度を高める目的で電極間の電流値を増加させてみたところ、今度は発熱抵抗線が溶接部において中心まで溶融し、切断してしまった。このため、発熱抵抗線の溶融による断線を防止しつつ発熱抵抗線と溶接端子とをスポット溶接することができる適切な溶接条件を見出すことができなかった。

符号の説明

- [0044]
- 1 センサ部
 - 2 センサチューブ
 - 3 上流側ヒータエレメント
 - 4 下流側ヒータエレメント
 - 5 溶接端子
 - 6 モールド
 - 7 導線

8 電極

9 ナゲット

10 a、10 b 突出部

請求の範囲

- [請求項1] 流体が内部を流動するセンサチューブと、前記センサチューブの外周に設けられた発熱抵抗線となる上流側ヒータエレメント及び下流側ヒータエレメントと、前記発熱抵抗線の端部がスポット溶接により電氣的に接続された複数の溶接端子とを有する熱式質量流量計であって、
- 前記溶接端子は、前記発熱抵抗線の融点との温度差が100℃を超えない融点を有する金属又は合金でなり、
- 前記溶接端子の表面に1層又は2層以上の被覆層が設けられていること
- を特徴とする熱式質量流量計。
- [請求項2] 前記端部は、前記溶接端子の一部分に接続されており、
- 前記被覆層は、少なくとも、前記一部分の裏側に位置する部分に設けられていること
- を特徴とする請求項1に記載の熱式質量流量計。
- [請求項3] 前記発熱抵抗線及び前記溶接端子の材料が、同一成分からなる合金であること
- を特徴とする請求項1又は2に記載の熱式質量流量計。
- [請求項4] 前記発熱抵抗線が5 μm 以上、100 μm 以下の線径を有するFe-Ni合金線であること
- を特徴とする請求項1又は2に記載の熱式質量流量計。
- [請求項5] 前記溶接端子がFe-Ni合金であること
- を特徴とする請求項4に記載の熱式質量流量計。
- [請求項6] 前記被覆層のうち最も外側に位置する被覆層がCu又はAuであること
- を特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の熱式質量流量計。
- [請求項7] 前記被覆層がNiで構成された下地被覆層とAuで構成された表面被覆層との二層で構成されていること

を特徴とする請求項 6 に記載の熱式質量流量計。

[請求項 8] 請求項 1 乃至 7 に記載の熱式質量流量計を有すること
を特徴とする質量流量制御装置。

補正された請求の範囲
[2014年12月12日 (12.12.2014) 国際事務局受理]

- [請求項 1] 流体が内部を流動するセンサチューブと、前記センサチューブの外周に設けられた発熱抵抗線となる上流側ヒータエレメント及び下流側ヒータエレメントと、前記発熱抵抗線の端部がスポット溶接により電気的に接続された複数の溶接端子とを有する熱式質量流量計であって、
- 前記溶接端子は、前記発熱抵抗線の融点との温度差が100℃を超えない融点を有する金属又は合金でなり、
- 前記溶接端子の表面に1層又は2層以上の被覆層が設けられていること
- を特徴とする熱式質量流量計。
- [請求項 2] 前記端部は、前記溶接端子の一部に接続されており、
- 前記被覆層は、少なくとも、前記一部分の裏側に位置する部分に設けられていること
- を特徴とする請求項 1 に記載の熱式質量流量計。
- [請求項 3] 前記発熱抵抗線及び前記溶接端子の材料が、同一成分からなる合金であること
- を特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の熱式質量流量計。
- [請求項 4] 前記発熱抵抗線が5 μ m以上、100 μ m以下の線径を有するFe-Ni合金線であること
- を特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の熱式質量流量計。
- [請求項 5] 前記溶接端子がFe-Ni合金であること
- を特徴とする請求項 4 に記載の熱式質量流量計。
- [請求項 6] 前記被覆層のうち最も外側に位置する被覆層がCu又はAuであること
- を特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の熱式質量流量計。
- [請求項 7] 前記被覆層がNiで構成された下地被覆層とAuで構成された表面被覆層との二層で構成されていること

を特徴とする請求項 6 に記載の熱式質量流量計。

[請求項 8] 請求項 1 乃至 7 に記載の熱式質量流量計を有すること
を特徴とする質量流量制御装置。

[請求項 9] (追加) 流体が内部を流動するセンサチューブと、 $5\ \mu\text{m}$ 以上、 $100\ \mu\text{m}$ 以下の線径を有する発熱抵抗線と、前記発熱抵抗線の融点との温度差が 100°C を超えない融点を有する金属又は合金でなる板状の溶接端子とを有する熱式質量流量計を製造する方法であって、
前記溶接端子の表面には被覆層を設けてあり、
前記発熱抵抗線を前記センサチューブの外周の 2 か所に巻いて、上流側ヒータエレメント及び下流側ヒータエレメントをそれぞれ形成し、
前記溶接端子をスポット溶接機にセットし、
前記上流側ヒータエレメント又は前記下流側ヒータエレメントを構成する発熱抵抗線の端部を前記溶接端子の表面にセットし、
前記スポット溶接機が備える二つの電極の間に前記溶接端子及び前記発熱抵抗線の端部を挟み込み、
前記二つの電極の間に加圧力を加えながら電極間に通電を行うこと
によって、スポット溶接を行うこと
を特徴とする熱式質量流量計の製造方法。

[請求項 10] (追加) 前記電極がタングステンでなること
を特徴とする請求項 9 に記載の熱式質量流量計の製造方法。

[請求項 11] (追加) 前記発熱抵抗線が Fe-Ni 合金線でなり、
前記溶接端子が Fe-Ni 合金でなり、
前記被覆層が Ni で構成された下地被覆層と Au で構成された表面被覆層との二層で構成されていること
を特徴とする請求項 9 又は 10 に記載の熱式質量流量計の製造方法。
。

条約第 19 条 (1) に基づく説明書

請求の範囲第 9 項は、熱式質量流量計の製造方法において、溶接端子に被覆層を形成しておき、上流側ヒータエレメント及び下流側ヒータエレメントを構成する発熱抵抗線の端部を溶接端子の表面にセットし、スポット溶接機が備える二つの電極の間に溶接端子と発熱抵抗線の端部とを挟み込み、電極間に通電を行うことによってスポット溶接を行うことを明確にした。

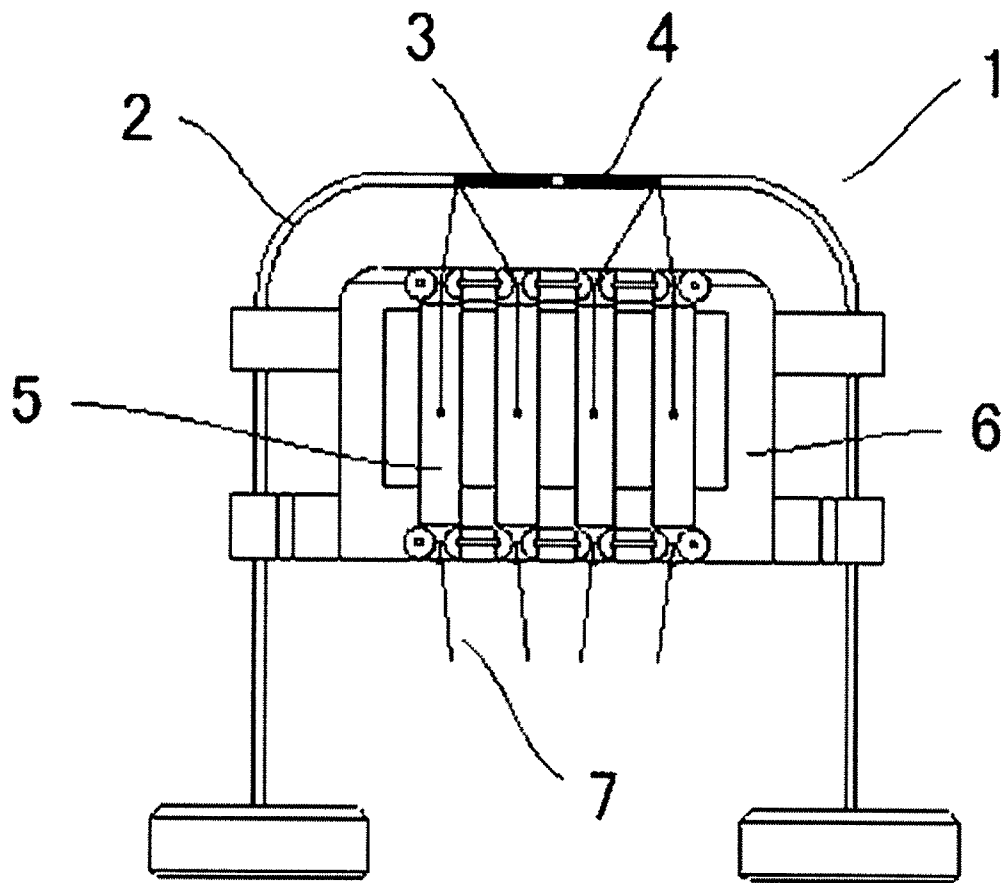
引用例は、発錆を防止するために端子に被覆層を形成しておくものである。

本発明は、溶接端子に被覆層を形成しておいた上で、溶接端子と発熱抵抗線の端部とをスポット溶接機の二つの電極で挟み込んでスポット溶接を行うことにより、電極が溶接時に溶接端子に溶着することを防止するという効果を得たものである。

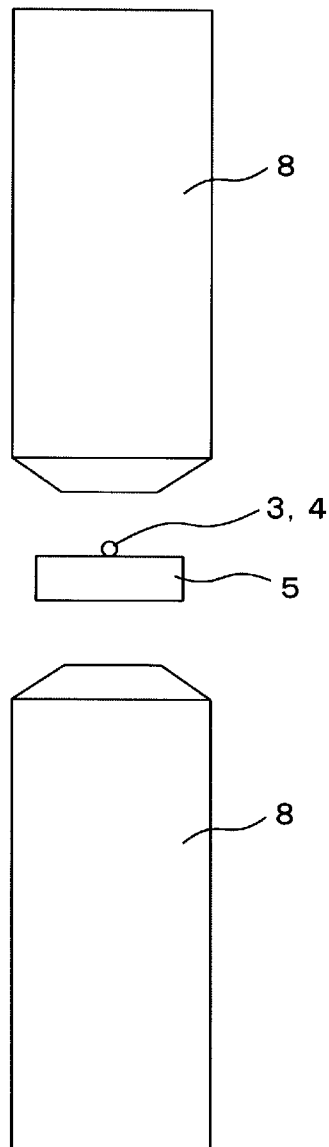
請求の範囲第 10 項は、スポット溶接機が備える電極がタングステンでなることを明確にした。

請求の範囲第 11 項は、発熱抵抗線及び溶接端子が Fe-Ni 合金でなることを明確にし、溶接端子の被覆層が Ni の下地被覆層と Au の表面被覆層との二層で構成されていることを明確にした。

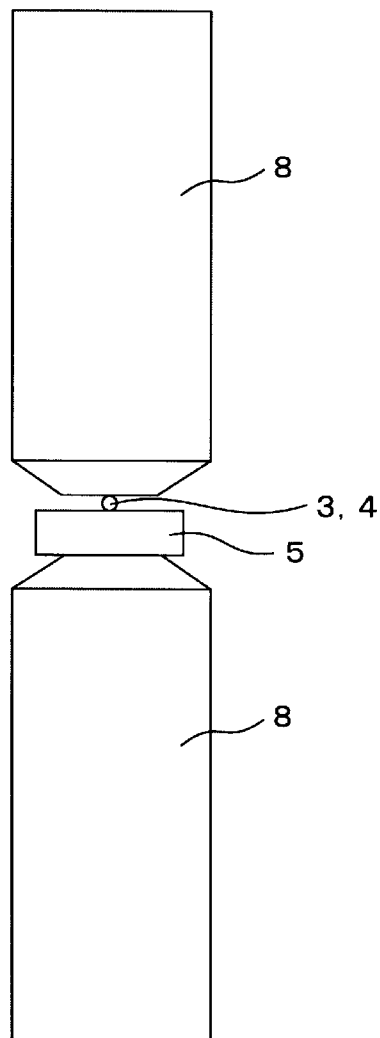
[図1]



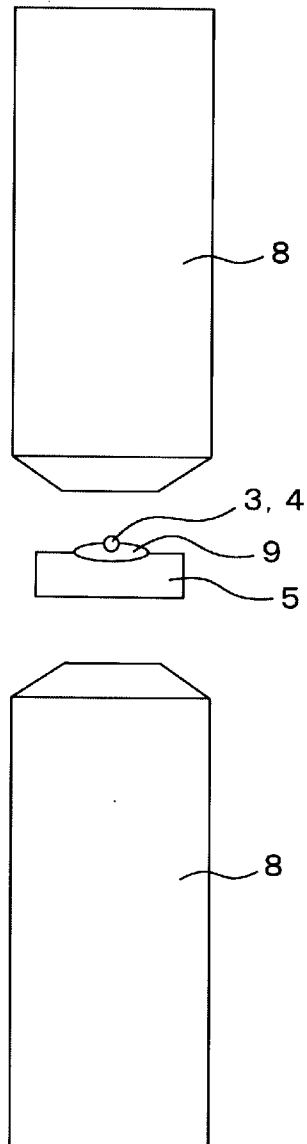
[図2A]



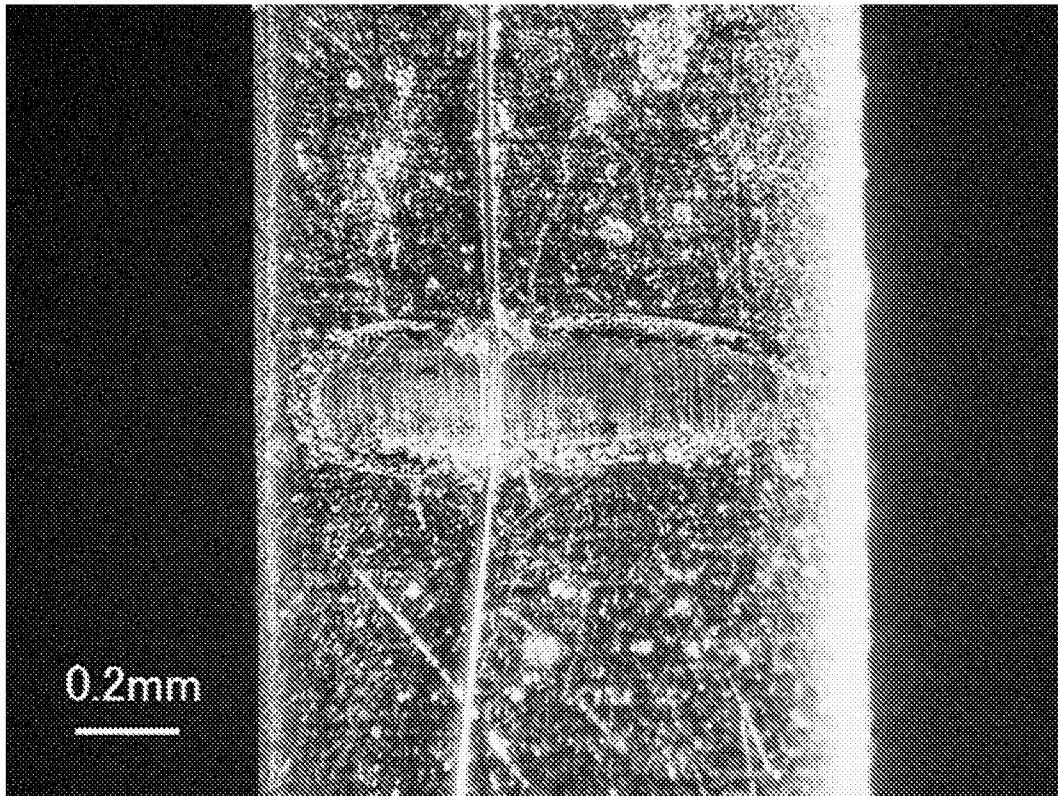
[図2B]



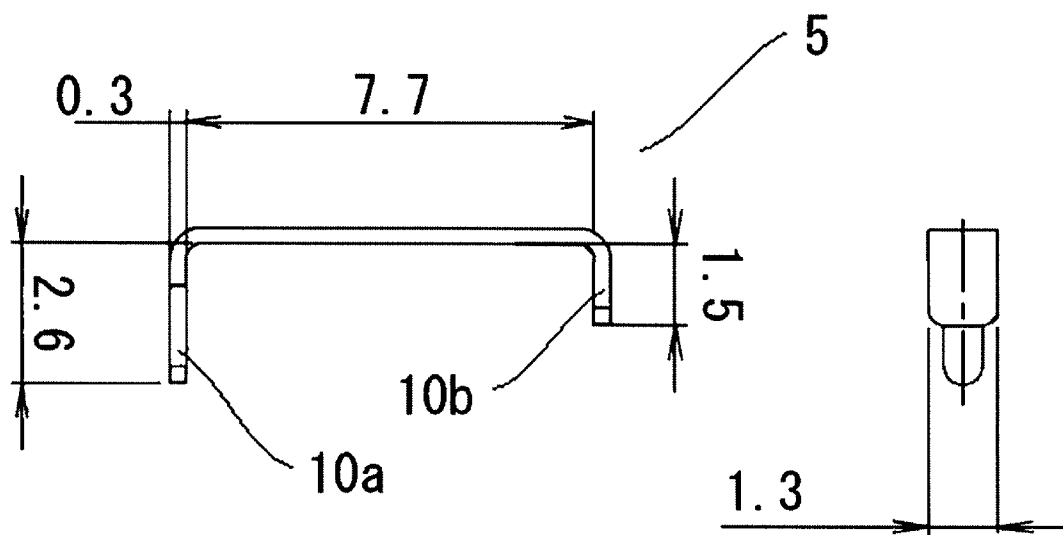
[図2C]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/069641

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01F1/69(2006.01)i, B23K11/11(2006.01)i, H01R4/02(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01F1/68-1/699, B23K11/11, H01R4/02

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

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2014

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2014 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2014

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 08-105776 A (Nippon MKS Kabushiki Kaisha), 23 April 1996 (23.04.1996), paragraph [0017]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-8
Y	JP 2004-293663 A (Mitsui Chemicals, Inc.), 21 October 2004 (21.10.2004), paragraphs [0009] to [0011] (Family: none)	1-8
Y	JP 57-211255 A (New Nippon Electric Co., Ltd.), 25 December 1982 (25.12.1982), page 2, upper right column, lines 3 to 14 (Family: none)	1-8



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

17 October, 2014 (17.10.14)

Date of mailing of the international search report

28 October, 2014 (28.10.14)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/069641

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 59-088622 A (Ohkura Electric Co., Ltd.), 22 May 1984 (22.05.1984), page 3, upper right column, lines 4 to 5 & US 4517838 A	4-8
A	JP 03-238178 A (Tokai Rika Co., Ltd.), 23 October 1991 (23.10.1991), entire text; all drawings (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G01F1/69(2006.01)i, B23K11/11(2006.01)i, H01R4/02(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G01F1/68-1/699, B23K11/11, H01R4/02			
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 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 1 4 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 4 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 4 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 08-105776 A（日本エム・ケー・エス株式会社）1996.04.23, 【0017】，【図1】－【図2】（ファミリーなし）	1-8	
Y	JP 2004-293663 A（三井化学株式会社）2004.10.21, 【0009】－【0011】（ファミリーなし）	1-8	
Y	JP 57-211255 A（新日本電気株式会社）1982.12.25, 第2頁右上欄第3-14行（ファミリーなし）	1-8	
☒ 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 1 7 . 1 0 . 2 0 1 4		国際調査報告の発送日 2 8 . 1 0 . 2 0 1 4	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / 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） 羽飼 知佳 電話番号 03-3581-1101 内線 3216	2 F 3306

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
Y	JP 59-088622 A (大倉電気株式会社) 1984. 05. 22, 第 3 頁右上欄第 4-5 行 & US 4517838 A	4-8
A	JP 03-238178 A (株式会社東海理化電機製作所) 1991. 10. 23, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8