

(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8月2日(02.08.2018)



(10) 国際公開番号

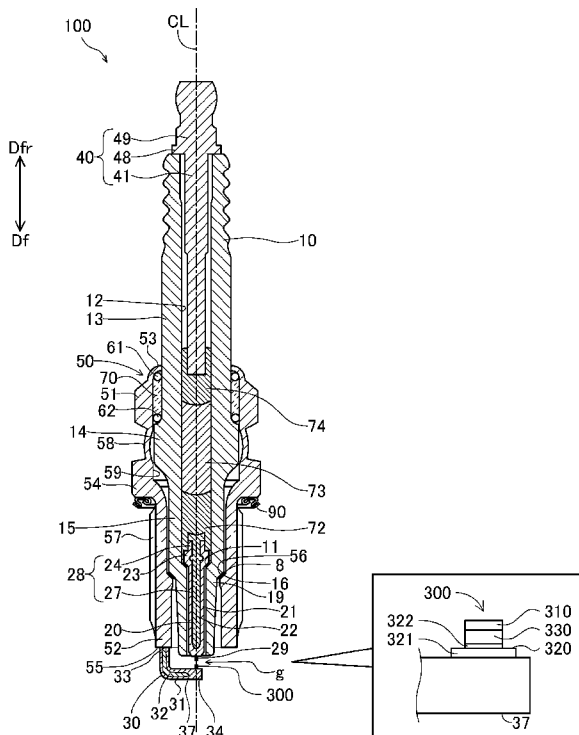
WO 2018/139079 A1

- (51) 国際特許分類:
H01T 13/20 (2006.01) H01T 21/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/044453
- (22) 国際出願日: 2017年12月11日(11.12.2017)
- (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 2017-012807 2017年1月27日(27.01.2017) JP
- (71) 出願人: 日本特殊陶業株式会社(NGK SPARK PLUG CO., LTD.) [JP/JP]; 〒4678525 愛知県名古屋市中瑞穂区高辻町14番18号 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 天雲 祐輔 (TENKUMO Yusuke); 〒4678525 愛知県名古屋市中瑞穂区高辻町14番18号日本特殊陶業株式会社内 Aichi (JP). 今井 奨 (IMAI Susumu); 〒4678525 愛知県名古屋市中瑞穂区高辻町14番18号日本特殊陶業株式会社内 Aichi (JP).

- (74) 代理人: 中島 浩貴, 外 (NAKAJIMA Hiroki et al.); 〒4858510 愛知県小牧市大字岩崎2808 日本特殊陶業株式会社内 Aichi (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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,

(54) Title: SPARK PLUG PRODUCTION METHOD

(54) 発明の名称: 点火プラグの製造方法



(57) Abstract: The objective of the invention is to use an energy beam to weld a tip, appropriately. The energy beam is irradiated at the boundary between a base portion and the tip, thereby welding the tip onto the base portion. Welding the tip onto the base portion comprises: in a first interval, moving the irradiating position of the energy beam while continuously irradiating the energy beam; and in a second interval following the first interval, moving the irradiating position of the energy beam while irradiating the energy beam a plurality of times with a pulsed output pattern.

(57) 要約: エネルギービームを用いて、適切に、チップを溶接する。基部とチップとの境界にエネルギービームを照射することにより、基部にチップを溶接する。基部にチップを溶接することは、第1期間で、エネルギービームの照射位置を移動させながら、エネルギービームを連続的に照射することと、第1期間に続く第2期間で、エネルギービームの照射位置を移動させながら、エネルギービームをパルス状の出力パターンで複数回照射することと、を含む。

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)）

明 細 書

発明の名称： 点火プラグの製造方法

技術分野

[0001] 本明細書は、基部と基部に固定されたチップとを有する電極を備える点火プラグに関する。

背景技術

[0002] 点火プラグの電極の耐久性を向上するために、電極（例えば、中心電極、または、接地電極）に、耐久性の高いチップ（例えば、貴金属を含むチップ）が固定される場合がある。チップを固定する技術としては、例えば、レーザービームを、接地電極と接地電極チップとの境界に対して相対的に移動させながら照射することによって、接地電極にチップを溶接する技術が提案されている。また、レーザービームによって与えられた熱が溶融部を伝導し、まだレーザービームが照射されていない部分の温度も高くなることを考慮して、レーザービームの出力を徐々に小さくする技術も提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2012-74271号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところが、レーザービームの出力を小さくすると、適切な溶接ができなくなる場合があった。例えば、レーザービームが不安定になり、レーザービームの照射が意図せず停止する場合があった。なお、このような問題は、レーザービームを用いる場合に限らず、電子ビームなどエネルギービームを用いる場合に共通する問題であった。

[0005] 本明細書は、エネルギービームを用いて、適切に、チップを溶接できる技術を開示する。

課題を解決するための手段

[0006] 本明細書は、例えば、以下の適用例を開示する。

[0007] [適用例 1]

基部と前記基部に固定されたチップとを有する電極を備える点火プラグの製造方法であって、

前記基部と前記チップとの境界にエネルギービームを照射することにより、前記基部に前記チップを溶接することを含み、

前記基部に前記チップを溶接することは、

第 1 期間で、前記エネルギービームの照射位置を移動させながら、前記エネルギービームを連続的に照射することと、

前記第 1 期間に続く第 2 期間で、前記エネルギービームの照射位置を移動させながら、前記エネルギービームをパルス状の出力パターンで複数回照射することと、

を含む、製造方法。

[0008] この構成によれば、第 1 期間においてパルス状の出力パターンでエネルギービームが複数回照射される場合と比べて、基部とチップとの急激な温度変化が抑制されるので、基部とチップとの接合部分にクラックが生じることを抑制できる。さらに、第 2 期間では、パルス状の出力パターンでエネルギービームが複数回照射されるので、パルス状のエネルギービームの単位時間当たりの出力エネルギーを過度に小さくせずに、平均化された単位時間当たりの出力エネルギーを小さくすることができる。従って、基部とチップとの過度の熔融を抑制できる。また、第 2 期間では、エネルギービームの単位時間当たりの出力エネルギーを過度に小さくせずに済むので、エネルギービームが不安定になることを抑制できる。これらの結果、エネルギービームを用いて、チップを基部に適切に溶接できる。

[0009] [適用例 2]

適用例 1 に記載の点火プラグの製造方法であって、

前記第 1 期間のうちの少なくとも一部の期間である特定期間では、前記エネルギービームの単位時間当たりの出力エネルギーを徐々に低下させる、

製造方法。

[0010] この構成によれば、特定期間では、エネルギービームの単位時間当たりの出力エネルギーが徐々に小さくなるので、基部とチップとの過度の溶融を更に抑制できる。

[0011] [適用例 3]

適用例 2 に記載の点火プラグの製造方法であって、
前記特定期間は、前記第 2 期間に連続する期間である、
製造方法。

[0012] この構成によれば、第 1 期間のうち、少なくとも比較的後の特定期間において、エネルギービームの単位時間当たりの出力エネルギーが徐々に小さくなるので、基部とチップとの過度の溶融を抑制できる。

[0013] [適用例 4]

適用例 1 から 3 のいずれかに記載の点火プラグの製造方法であって、
前記第 2 期間は、第 1 部分期間と、前記第 1 部分期間よりも後の第 2 部分期間と、を含み、
前記第 2 部分期間における前記エネルギービームの単位時間当たりの出力エネルギーの平均は、前記第 1 部分期間における前記エネルギービームの単位時間当たりの出力エネルギーの平均よりも、小さい、
製造方法。

[0014] この構成によれば、後の第 2 部分期間においては、前の第 1 部分期間よりも、単位時間当たりの出力エネルギーの平均が小さいので、基部とチップとの過度の溶融を抑制できる。

[0015] [適用例 5]

適用例 1 から 4 のいずれかに記載の点火プラグの製造方法であって、
前記第 2 期間における前記エネルギービームの単位時間当たりの出力エネルギーは、前記第 1 期間の最後における前記エネルギービームの単位時間当たりの出力エネルギーと、同じである、
製造方法。

[0016] この構成によれば、パルス状の出力パターンで照射されるエネルギービームの単位時間当たりの出力エネルギーが、第1期間の最後におけるエネルギービームの単位時間当たりの出力エネルギーよりも大きい場合と比べて、基部とチップとの溶融した部分が飛び散ることを抑制できる。また、パルス状の出力パターンでの単位時間当たりの出力エネルギーが、第1期間の最後における単位時間当たりの出力エネルギーよりも小さい場合と比べて、エネルギービームが不安定になることを抑制できる。これらの結果、チップを基部に適切に溶接できる。

[0017] [適用例6]

適用例1から5のいずれかに記載の点火プラグの製造方法であって、
前記第2期間は、第1サブ期間と、前記第1サブ期間よりも後の第2サブ期間と、を含み、

前記第2サブ期間における前記エネルギービームのパルス幅は、前記第1サブ期間における前記エネルギービームのパルス幅よりも、狭い、
製造方法。

[0018] この構成によれば、第2サブ期間において、平均化された単位時間当たりの出力エネルギーを大きくせずに、パルス状のエネルギービームが照射される周期を短くできるので、エネルギービームのパルスとパルスとの間のエネルギービームが照射されない時間が長くなることを抑制できる。この結果、第2サブ期間においてパルス状のエネルギービームの照射位置と隣の照射位置との間の距離が大きくなることを抑制できる。この結果、照射位置と隣の照射位置との間におけるチップと基部との溶融が不十分になることを抑制できる。

[0019] なお、本明細書に開示の技術は、種々の態様で実現することが可能であり、例えば、点火プラグの製造方法、その製造方法によって製造された点火プラグ、その点火プラグを備える点火装置、その点火プラグを備える内燃機関等の態様で実現することができる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]チップを含む電極を備える一実施形態としての点火プラグ100の断面図である。

[図2]点火プラグ100の製造方法の例を示すフローチャートである。

[図3]溶接システム900の概略図である。

[図4]溶接の説明図である。

[図5]レーザビームLzの出力条件の変化を示すグラフである。

[図6]接地電極の別の実施形態の説明図である。

発明を実施するための形態

[0021] A. 第1実施形態：

A-1. 点火プラグ100の構成：

図1は、チップを含む電極を備える一実施形態としての点火プラグ100の断面図である。図中には、点火プラグ100の中心軸CL（「軸線CL」とも呼ぶ）と、点火プラグ100の中心軸CLを含む平らな断面と、が示されている。以下、中心軸CLに平行な方向を「軸線CLの方向」、または、単に「軸線方向」または「前後方向」とも呼ぶ。軸線CLに垂直な方向を、「径方向」とも呼ぶ。軸線CLを中心とする円の円周方向を、「周方向」とも呼ぶ。中心軸CLに平行な方向のうち、図1における下方向を先端方向Df、または、前方向Dfと呼び、上方向を後端方向Dfr、または、後方向Dfrとも呼ぶ。先端方向Dfは、後述する端子金具40から中心電極20に向かう方向である。また、図1における先端方向Df側を点火プラグ100の先端側と呼び、図1における後端方向Dfr側を点火プラグ100の後端側と呼ぶ。

[0022] 点火プラグ100は、軸線CLに沿って延びる貫通孔12（軸孔12とも呼ぶ）を有する筒状の絶縁体10と、貫通孔12の先端側で保持される中心電極20と、貫通孔12の後端側で保持される端子金具40と、貫通孔12内で中心電極20と端子金具40との間に配置された抵抗体73と、中心電極20と抵抗体73とに接触してこれらの部材20、73を電氣的に接続する導電性の第1シール部72と、抵抗体73と端子金具40とに接触してこれ

らの部材 73、40 を電氣的に接続する導電性の第 2 シール部 74 と、絶縁体 10 の外周側に固定された筒状の主体金具 50 と、一端が主体金具 50 の先端面 55 に接合されるとともに他端が中心電極 20 とギャップ g を介して対向するように配置された接地電極 30 と、を有している。

[0023] 絶縁体 10 の軸線方向の略中央には、外径が最も大きな大径部 14 が形成されている。大径部 14 より後端側には、後端側胴部 13 が形成されている。大径部 14 よりも先端側には、後端側胴部 13 よりも外径の小さな先端側胴部 15 が形成されている。先端側胴部 15 よりもさらに先端側には、縮外径部 16 と、脚部 19 とが、先端側に向かってこの順に形成されている。縮外径部 16 の外径は、前方向 Df に向かって、徐々に小さくなっている。縮外径部 16 の近傍（図 1 の例では、先端側胴部 15）には、前方向 Df に向かって内径が徐々に小さくなる縮内径部 11 が形成されている。絶縁体 10 は、機械的強度と、熱的強度と、電氣的強度とを考慮して形成されることが好ましく、例えば、アルミナを焼成して形成されている（他の絶縁材料も採用可能である）。

[0024] 中心電極 20 は、金属製の部材であり、絶縁体 10 の貫通孔 12 内の前方向 Df 側の端部に配置されている。中心電極 20 は、略円柱状の棒部 28 と、棒部 28 の先端に接合（例えば、レーザ溶接）された第 1 チップ 29 と、を有している。棒部 28 は、後方向 Df r 側の部分である頭部 24 と、頭部 24 の前方向 Df 側に接続された軸部 27 と、を有している。軸部 27 は、軸線 CL に平行に前方向 Df に向かって延びている。頭部 24 のうちの前方向 Df 側の部分は、軸部 27 の外径よりも大きな外径を有する鰐部 23 を形成している。鰐部 23 の前方向 Df 側の面は、絶縁体 10 の縮内径部 11 によって、支持されている。軸部 27 は、鰐部 23 の前方向 Df 側に接続されている。第 1 チップ 29 は、軸部 27 の先端に接合されている。なお、第 1 チップ 29 は、省略されてもよい。

[0025] 棒部 28 は、外層 21 と、外層 21 の内周側に配置された芯部 22 と、を有している。外層 21 は、芯部 22 よりも耐酸化性に優れる材料（例えば、ニ

ッケルを主成分として含む合金）で形成されている。ここで、主成分は、含有率（重量パーセント（w t %））が最も高い成分を意味している。芯部22は、外層21よりも熱伝導率が高い材料（例えば、純銅、銅を主成分として含む合金、等）で形成されている。第1チップ29は、軸部27よりも放電に対する耐久性に優れる材料（例えば、イリジウム（I r）、白金（P t）等の貴金属）を用いて形成されている。中心電極20のうち第1チップ29を含む先端側の一部分は、絶縁体10の軸孔12から前方向D f 側に露出している。なお、芯部22は、省略されてもよい。

[0026] 端子金具40は、軸線C Lに平行に延びる棒状の部材である。端子金具40は、導電性材料を用いて形成されている（例えば、鉄を主成分として含む金属）。端子金具40は、前方向D f に向かって順番で並ぶ、キャップ装着部49と、鰐部48と、軸部41と、を有している。軸部41は、絶縁体10の軸孔12の後方向D f r側の部分に挿入されている。キャップ装着部49は、絶縁体10の後端側で、軸孔12の外に露出している。

[0027] 絶縁体10の軸孔12内において、端子金具40と中心電極20との間には、電気的なノイズを抑制するための抵抗体73が配置されている。抵抗体73は、導電性材料（例えば、ガラスと炭素粒子とセラミック粒子との混合物）を用いて形成されている。抵抗体73と中心電極20の間には、第1シール部72が配置され、抵抗体73と端子金具40の間には、第2シール部74が配置されている。これらのシール部72、74は、導電性材料（例えば、金属粒子と抵抗体73の材料に含まれるものと同じガラスとの混合物）を用いて形成されている。中心電極20は、第1シール部72、抵抗体73、第2シール部74によって、端子金具40に電氣的に接続されている。

[0028] 主体金具50は、軸線C Lに沿って延びる貫通孔59を有する筒状の部材である。主体金具50の貫通孔59には、絶縁体10が挿入され、主体金具50は、絶縁体10の外周に固定されている。主体金具50は、導電材料（例えば、主成分である鉄を含む炭素鋼等の金属）を用いて形成されている。絶

縁体 10 の前方向 D f 側の一部は、貫通孔 59 の外に露出している。また、絶縁体 10 の後方向 D f r 側の一部は、貫通孔 59 の外に露出している。

[0029] 主体金具 50 は、工具係合部 51 と、胴部 52 と、を有している。工具係合部 51 は、点火プラグ用のレンチ（図示せず）が嵌合する部分である。胴部 52 は、主体金具 50 の先端面 55 を含む部分である。胴部 52 の外周面には、内燃機関（例えば、ガソリンエンジン）の取付孔に螺合するためのネジ部 57 が形成されている。ネジ部 57 は、軸線 C L の方向に延びる雄ねじが形成された部分であり、螺旋状のネジ山と螺旋状のネジ溝とを有している（図示省略）。

[0030] 主体金具 50 の工具係合部 51 と胴部 52 との間の外周面には、径方向外側に突き出たフランジ状の鰐部 54 が形成されている。胴部 52 のネジ部 57 と鰐部 54 との間には、環状のガスケット 90 が配置されている。ガスケット 90 は、例えば金属の板状部材を折り曲げることによって形成されており、点火プラグ 100 がエンジンに取り付けられた際に押し潰されて変形する。このガスケット 90 の変形によって、点火プラグ 100 と（具体的には、鰐部 54 の前方向 D f 側の面）、エンジンと、の隙間が封止され、燃焼ガスの漏出が抑制される。なお、ガスケット 90 が省略されてもよい。この場合、鰐部 54 は、直接に、エンジンの点火プラグ 100 用の取付孔を形成する部分（例えば、エンジンヘッド）に接触してよい。

[0031] 主体金具 50 の胴部 52 には、先端側に向かって内径が徐々に小さくなる縮内径部 56 が形成されている。主体金具 50 の縮内径部 56 と、絶縁体 10 の縮外径部 16 と、の間には、先端側パッキン 8 が挟まれている。本実施形態では、先端側パッキン 8 は、例えば、鉄製の板状リングである（他の材料（例えば、銅等の金属材料）も採用可能である）。

[0032] 主体金具 50 の工具係合部 51 より後端側には、薄肉のカシメ部 53 が形成されている。また、鰐部 54 と工具係合部 51 との間には、薄肉の座屈部 58 が形成されている。主体金具 50 の工具係合部 51 からカシメ部 53 にかけての内周面と、絶縁体 10 の後端側胴部 13 の外周面との間には、円環状

のリング部材 61, 62 が挿入されている。さらにこれらのリング部材 61, 62 の間には、タルク 70 の粉末が充填されている。点火プラグ 100 の製造工程において、カシメ部 53 が内側に折り曲げられて加締められると、座屈部 58 が圧縮力の付加に伴って外向きに変形（座屈）し、この結果、主体金具 50 と絶縁体 10 とが固定される。タルク 70 は、この加締め工程の際に圧縮され、主体金具 50 と絶縁体 10 との間の気密性が高められる。また、パッキン 8 は、絶縁体 10 の縮外径部 16 と主体金具 50 の縮内径部 56 との間で押圧され、そして、主体金具 50 と絶縁体 10 との間をシールする。

[0033] 接地電極 30 は、金属製の部材であり、棒状の本体部 37 と、本体部 37 の先端部 34 に取り付けられたチップ部 300 と、を有している。本体部 37 の他方の端部 33（基端部 33 とも呼ぶ）は、主体金具 50 の先端面 55 に接合されている（例えば、抵抗溶接）。本体部 37 は、主体金具 50 に接合された基端部 33 から先端方向 Df に向かって延び、中心軸 CL に向かって曲がって、先端部 34 に至る。チップ部 300 は、先端部 34 の後方向 Dfr 側の部分に固定されている。接地電極 30 のチップ部 300 と、電極 20 の第 1 チップ 29 とは、ギャップ g を形成している。すなわち、接地電極 30 のチップ部 300 は、中心電極 20 の第 1 チップ 29 の前方向 Df 側に配置されており、第 1 チップ 29 とギャップ g を介して対向している。

[0034] 図 1 に右部には、チップ部 300 の拡大図が示されている。この拡大図は、軸線 CL に垂直な方向を向いて見た側面図である。チップ部 300 は、基部 320 と、基部 320 に接合されたチップ 310 と、を有している。本実施形態では、チップ 310 の形状は、軸線 CL を中心とする略円柱である。基部 320 は、大径部 321 と、大径部 321 の後方向 Dfr 側に設けられた小径部 322 と、を有している。これらの部分 321、322 の形状は、いずれも、軸線 CL を中心とする略円柱である。大径部 321 の外径は、小径部 322 の外径よりも、大きい。小径部 322 の外径は、チップ 310 の外径と、おおよそ同じである。本実施形態では、チップ 310 は、基部 320

の後方向D f r側の面（すなわち、小径部3 2 2の後方向D f r側の面）に、レーザ溶接によって、溶接されている。図中の接合部3 3 0は、チップ3 1 0と基部3 2 0とを接合する部分である。接合部3 3 0は、溶接時にチップ3 1 0と基部3 2 0との溶融した部分が冷えて固まった部分である（溶融部3 3 0とも呼ぶ）。チップ3 1 0の後方向D f r側の面が、ギャップgを形成している。基部3 2 0の前方向D f側の面は、本体部3 7に、接合されている（例えば、抵抗溶接）。

[0035] 本体部3 7は、外層3 1と、外層3 1の内周側に配置された内層3 2と、を有している。外層3 1は、内層3 2よりも耐酸化性に優れる材料（例えば、ニッケルを主成分として含む合金）で形成されている。内層3 2は、外層3 1よりも熱伝導率が高い材料（例えば、純銅、銅を主成分として含む合金、等）で形成されている。なお、内層3 2は、省略されてもよい。

[0036] なお、チップ部3 0 0のチップ3 1 0は、本体部3 7よりも放電に対する耐久性に優れる材料（例えば、イリジウム（I r）、白金（P t）等の貴金属）を用いて形成されている。チップ部3 0 0の基部3 2 0は、本体部3 7（特に外層3 1）と同様に耐酸化性に優れる材料（例えば、ニッケルを主成分として含む合金）で形成されている。

[0037] A-2. プラグの製造方法：

図2は、点火プラグ1 0 0の製造方法の例を示すフローチャートである。S 1 0 0では、点火プラグ1 0 0の各部材が準備される。例えば、主体金具5 0と、絶縁体1 0と、中心電極2 0と、シール部7 2、7 4と抵抗体7 3とのそれぞれの粉末材料と、端子金具4 0と、接地電極3 0の棒状の本体部3 7と、チップ部3 0 0のチップ3 1 0と基部3 2 0と、が準備される。これらの部材を準備する方法としては、公知の種々の方法を採用可能である（詳細な説明を省略する）。例えば、接合前のチップ3 1 0と基部3 2 0とは、鍛造や切削などの、種々の方法で製造可能である。

[0038] S 1 1 0では、基部3 2 0にチップ3 1 0が溶接される。図3は、チップ3 1 0と基部3 2 0との溶接に用いられる溶接システム9 0 0の概略図である

。この溶接システム900は、溶接用のレーザビームLzを生成するレーザ装置920と、レーザ装置920を制御する制御装置910と、を含んでいる。制御装置910は、例えば、プロセッサ（例えば、CPU）と、揮発性記憶装置（例えば、RAM）と、不揮発性記憶装置（例えば、フラッシュメモリ）と、を有するコンピュータである。不揮発性記憶装置には、予め、プログラムが格納されている。プロセッサは、プログラムに従って動作することによって、レーザ装置920を制御する。以下、制御装置910のプロセッサが処理を実行することを、制御装置910が処理を実行する、とも表現する。

[0039] 図2のS110は、S112とS114とを含んでいる。S112では、チップ310（図1）と基部320とが、図示しない支持装置によって、支持される。図4は、溶接の説明図である。図4（A）、図4（B）は、溶接時のチップ310と基部320との配置を示している。図中の中心軸CLと方向Df、Dfrとは、完成した点火プラグ100（図1）における部材310、320から見た中心軸CLと方向Df、Dfrとを示している。以下、中心軸CLと方向Df、Dfrとを用いて、位置関係を説明する。図4（A）は、中心軸CLに平行な方向（具体的には前方向Df）を向いて見た外観を示し、図4（B）は、中心軸CLに垂直な方向を向いて見た外観を示している。図4（A）では、基部320の大径部321の図示が省略されている。なお、図4（B）に示すように、大径部321の前方向Df側の面の中央部には、前方向Dfに向かって突出する凸部321pが設けられている。また、本実施形態では、チップ310と基部320とのそれぞれの中心軸は、図4（A）、図4（B）に示す中心軸CLと同じである。

[0040] 図示するように、チップ310は、基部320の後方向Dfr側の面上に載せ置かれている。図2のS112では、この状態で、チップ310と基部320とが、図示しない支持装置によって支持される。

[0041] 図2のS114では、チップ310（図4（A）、図4（B））と基部320との境界312に、レーザビームLzが照射される。境界312は、チッ

プ310と基部320とが互いに接触する面状の部分である。本実施形態では、チップ310と基部320との外周面上の境界312（ここでは、境界312の縁）に、レーザビームLzが照射される。チップ310と基部320とのうちのレーザビームLzの照射位置Lpの近傍（特に、照射位置LpからレーザビームLzの進行方向側の部分）は、レーザビームLzから受ける熱によって溶融する。そして、レーザビームLzの照射位置Lpを移動させながら、レーザビームLzを境界312に照射する処理が、行われる（詳細は、後述）。本実施形態では、レーザビームLzを照射させながら、チップ310と基部320とが、中心軸CLを中心に、回転される。これにより、レーザビームLzの照射位置Lpは、部材310、320の外周面上を、境界312に沿って、周方向に移動する。チップ310と基部320とのうちの境界312の近傍の部分は、溶融し、そして、冷えて固まる。これにより、境界312の全体に亘って溶接が行われ、基部320にチップ310が接合される。なお、本実施形態では、レーザビームLzは、中心軸CLに垂直な方向に向かって、照射される。ただし、レーザビームLzが、中心軸CLに対して傾斜していてもよい。また、部材310、320が回転する代わりに、レーザ装置920（図3）が、部材310、320の周りを移動することによって、照射位置Lpが移動してもよい。

[0042] 図4（C）は、溶接済のチップ310と基部320（すなわち、チップ部300）の概略図である。図4（C）には、図4（B）と同様に、中心軸CLに垂直な方向を向いて見た外観が示されている。図示するように、チップ310と基部320との間に接合部330が形成されている。また、接合部330の表面には、レーザビームLzが照射された部分を示す痕332、334a、334b、334cが、周方向に並んで形成されている。痕332は、周方向に延びる連続な痕である（連続痕332と呼ぶ）。3種類の痕334a、334b、334cは、いずれも、スポット状の痕である（スポット痕334a、334b、334cとも呼ぶ）。後述するように、これらのスポット痕334a、334b、334cの間では、大きさ（例えば、最大外

径)が、互いに異なっている。大きい順は、痕334a、334b、334cの順である。

[0043] 図4(C)の例では、3種類のスポット痕334a、334b、334cは、それぞれ、複数個ずつ形成されている。そして、3種類のスポット痕334a、334b、334cは、連続痕332とスポット痕との境界332eからスポット痕334a、334b、334cの順に周方向に並んで形成されている。このように、連続痕332と、複数のスポット痕334a、334b、334cとが形成される理由は、溶接時に、レーザビームLzの照射位置を移動させながら、レーザビームLzの出力条件を変化させているからである。

[0044] 図5は、溶接時のレーザビームLzの出力条件の変化を示すグラフである。横軸は、時間Tを示し、縦軸は、レーザビームLzの単位時間当たりの出力エネルギーPを示している(単に、パワーPとも呼ぶ)。パワーPは、レーザ装置920の出力パワー(例えば、レーザ装置920に含まれる図示しないレーザ発信器の出力パワー)によって表される(単位は、例えば、ワット)。図5の例では、第1時間TaにレーザビームLzの照射が始まり、第3時間TcにレーザビームLzの照射が終了する。この第1時間Taから第3時間Tcまでの間に、図示しない支持装置は、チップ310(図4(A)、図4(B))と基部320とを、一定の角速度で、1周以上回転させる。これにより、チップ310と基部320との境界312が、全周に亘って、溶接される。

[0045] 第1時間Taから第3時間Tcまでの期間は、第1時間Taから第2時間Tbまでの第1期間T1と、第2時間Tbから第3時間Tcまでの第2期間T2と、に区分される。第1期間T1内では、パワーPは、第1パワーP1から第2パワーP2まで徐々に低下する。ここで、 $P1 > P2 > \text{ゼロ}$ である。また、第1パワーP1と第2パワーP2とは、いずれも、レーザ装置920がレーザビームLzを安定して出力可能なパワーPの範囲内に、設定される。例えば、第1パワーP1は、出力可能な最大のパワーPであり、第2パワ

ーP 2は、第1パワーP 1の10%程度のパワーPである。なお、第1期間T 1内では、レーザビームL zは連続的に境界3 1 2（図4（B））に照射され、そして、パワーPは徐々に小さくなる。

[0046] このように、パワーPを徐々に小さくする理由は、以下の通りである。レーザビームL z（図4（A）、図4（B））によってチップ3 1 0と基部3 2 0とを接合するために、レーザビームL zのパワーPは、部材3 1 0、3 2 0を溶融させるのに十分な大きさに設定される。このようなレーザビームL zが部材3 1 0、3 2 0に照射される場合、レーザビームL zが照射された部分の温度に加えて、その周囲のレーザビームL zが照射されていない部分の温度も、上昇する。このような状態で、照射位置L pが移動し、別の照射位置L pにレーザビームL zが照射される。ここで、パワーPが同じである場合、部材3 1 0、3 2 0が過度に溶融し得る。部材3 1 0、3 2 0が過度に溶融すると、溶融した部材が飛び散る場合がある。図5の第1期間T 1のグラフのように、時間Tの経過とともに（すなわち、照射位置L pを移動させながら）パワーPを徐々に小さくすることによって、照射位置L pによらずに、部材3 1 0、3 2 0の適切な溶融を実現できる。なお、図4（C）の連続痕3 3 2は、第1期間T 1でのレーザビームL zの照射によって形成された痕である。

[0047] 図5の下部には、第2期間T 2のグラフの拡大図が示されている。第2期間T 2内では、パワーPは、複数のパルスP L a、P L b、P L cを繰り返すパターンで、変化する。本実施形態では、各パルスP L a、P L b、P L cは、略矩形状のパルスである。このように、第2期間T 2内では、レーザビームL zは、パルス状の出力パターンで、複数回、境界3 1 2（図4（B））に照射される。

[0048] 本実施形態では、第2期間T 2は、第2時間T bから第1中間時間T b 1までのサブ期間T 2 aと、第1中間時間T b 1から第2中間時間T b 2までのサブ期間T 2 bと、第2中間時間T b 2から第3時間T cまでのサブ期間T 2 cと、に区分される。先頭のサブ期間T 2 aでは、複数のパルスP L aが

一定の周期で繰り返され、中央のサブ期間 $T2b$ では、複数のパルス PLb が一定の周期で繰り返され、最後のサブ期間 $T2c$ では、複数のパルス PLc が一定の周期で繰り返される。図中の時間幅 PWa 、 PWb 、 PWc は、それぞれ、1個のパルス PLa 、 PLb 、 PLc の時間幅である（パルス幅 PWa 、 PWb 、 PWc とも呼ぶ）。また、図中の時間幅 POa 、 POb 、 POc は、それぞれ、サブ期間 $T2a$ 、 $T2b$ 、 $T2c$ における隣合う2個のパルス PLa 、 PLb 、 PLc 間の時間幅である（オフ時間 POa 、 POb 、 POc とも呼ぶ）。隣合う2個のパルス PLa 、 PLb 、 PLc の間のオフ時間 POa 、 POb 、 POc の期間内では、パワー P がゼロである。

[0049] 各パルス PLa 、 PLb 、 PLc のパワー P は、同じである。本実施形態では、各パルス PLa 、 PLb 、 PLc のパワー P は、第1期間 $T1$ の最後におけるパワー P と同じ第2パワー $P2$ である。

[0050] また、本実施形態では、パルス PLa 、 PLb 、 PLc のパルス幅 PWa 、 PWb 、 PWc が、互いに異なっている。具体的には、 $PWa > PWb > PWc > \text{ゼロ}$ である。このように、比較的後のサブ期間におけるパルス幅は、比較的前のサブ期間におけるパルス幅よりも、狭い。

[0051] また、本実施形態では、比較的後のサブ期間でのデューティ比は、比較的前のサブ期間でのデューティ比よりも、小さい。ここで、デューティ比は、レーザービーム Lz のオンとオフとの1周期の時間（すなわち、パルス幅＋オフ時間）に対するオンの時間（すなわち、パルス幅）の割合である。中央のサブ期間 $T2b$ でのデューティ比（ $PWb / (PWb + POb)$ ）は、中央のサブ期間 $T2b$ よりも前のサブ期間 $T2a$ でのデューティ比（ $PWa / (PWa + POa)$ ）よりも小さく、最後のサブ期間 $T2c$ でのデューティ比（ $PWc / (PWc + POc)$ ）は、最後のサブ期間 $T2c$ よりも前のサブ期間 $T2b$ でのデューティ比（ $PWb / (PWb + POb)$ ）よりも小さい。

[0052] 図中の平均パワー Pa 、 Pb 、 Pc は、それぞれ、サブ期間 $T2a$ 、 $T2b$ 、 $T2c$ におけるパワー P の時間平均を示している。上述したように、本実

施形態では、比較的後のサブ期間でのパルスの時間幅は、比較的前のサブ期間でのパルスの時間幅よりも、狭い。そして、比較的後のサブ期間でのデューティ比は、比較的前のサブ期間でのデューティ比よりも、小さい。そして、比較的後のサブ期間での平均化されたパワーPは、比較的前のサブ期間での平均化されたパワーPよりも、小さい。具体的には、 $P_2 > P_a > P_b > P_c > \text{ゼロ}$ である。第2期

間T₂では、時間Tの経過に応じて、平均化されたパワーPが小さくなる。このように、第2期間T₂では、照射位置L_pが移動しつつ、平均化されたパワーPが時間Tの経過に応じて小さくなるので、第2期間T₂においても、照射位置L_pによらずに、部材310、320の過度の溶融を抑制できる。また、第2期間T₂での平均化されたパワーP_a、P_b、P_cは、第1期間T₁の最後での第2パワーP₂よりも小さい。従って、第1期間T₁と第2期間T₂との全体を通じて、部材310、320の過度の溶融を抑制できる。なお、図4(C)の複数のスポット痕334a、334b、334cは、それぞれ、サブ期間T_{2a}、T_{2b}、T_{2c}でのパルス状のレーザービームL_zによって形成された痕である。

[0053] 制御装置910(図3)のプログラムは、図5に示すグラフのようにパワーPを制御するように、予め構成されている。制御装置910は、このプログラムに従って、図5のグラフのようにレーザー装置920から出力されるレーザービームL_zのパワーPを制御する。これにより、溶接システム900は、適切に、チップ310を基部320に溶接できる。以上により、図2のS114、ひいては、S110が、終了する。

[0054] 図2のS120では、準備された部材を用いて、点火プラグ100が組み立てられる。例えば、先ず、絶縁体10と中心電極20と端子金具40とを有する組立体が作成される。例えば、絶縁体10の後方向D_fr側の開口から中心電極20が挿入される。中心電極20は、絶縁体10の縮内径部11に支持されることにより、貫通孔12内の所定位置に配置される。次に、第1シール部72、抵抗体73、第2シール部74のそれぞれの材料粉末の投入

と投入された粉末材料の成形とが、部材 7 2、7 3、7 4 の順番に、行われる。粉末材料は、絶縁体 1 0 の後方向 D f r 側の開口から貫通孔 1 2 内に投入される。次に、絶縁体 1 0 を、部材 7 2、7 3、7 4 の材料粉末に含まれるガラス成分の軟化点よりも高い所定温度まで加熱し、所定温度に加熱した状態で、絶縁体 1 0 の後方向 D f r 側の開口から、端子金具 4 0 の軸部 4 1 を貫通孔 1 2 に挿入する。この結果、部材 7 2、7 3、7 4 の材料粉末が圧縮および焼結されて、部材 7 2、7 3、7 4 が形成される。そして、端子金具 4 0 が、絶縁体 1 0 に固定される。

[0055] また、接地電極 3 0 の棒状の本体部 3 7 に、チップ部 3 0 0 が接合される。本実施形態では、抵抗溶接によって、チップ部 3 0 0 の前方向 D f 側の部分（具体的には、基部 3 2 0（図 4（B））の前方向 D f 側の面）が本体部 3 7 に溶接される。図 4（B）で説明したように、チップ部 3 0 0 の前方向 D f 側の面の中央には、凸部 3 2 1 p が設けられている。溶接時には、チップ部 3 0 0 の凸部 3 2 1 p と本体部 3 7 との接触部分（すなわち、チップ部 3 0 0 の前方向 D f 側の面の中央部分）から溶接が進行する。従って、チップ部 3 0 0 と本体部 3 7 との間に、溶接されない部分が残ることが抑制される。また、本体部 3 7 の基端部 3 3 は、主体金具 5 0 に接合される（例えば、抵抗溶接）。

[0056] 次に、主体金具 5 0 に絶縁体 1 0 を含む上記の組立体が固定される。具体的には、主体金具 5 0 の貫通孔 5 9 内に、先端側パッキン 8 と、組立体と、リング部材 6 2 と、タルク 7 0 と、リング部材 6 1 とが配置され、そして、主体金具 5 0 のカシメ部 5 3 を内側に折り曲げるように加締めることによって、主体金具 5 0 に絶縁体 1 0 が固定される。そして、棒状の接地電極 3 0 を曲げることによって、ギャップ g の距離が調整される。以上により、点火プラグ 1 0 0 が完成する。

[0057] 以上のように、本実施形態では、図 2、図 4、図 5 で説明したように、基部 3 2 0 にチップ 3 1 0 を溶接すること（図 2：S 1 1 0）は、第 1 期間 T 1（図 5）で、レーザビーム L z の照射位置 L p を移動させながら、レーザビ

ームLzを連続的に照射することを含んでいる。従って、第1期間T1において、パルス状のレーザビームLzが、複数回、境界312（図4（B））に照射される場合と比べて、パワーPの急激な変化が抑制されるので、第1期間T1において、部材310、320の急激な温度変化を抑制できる。この結果、チップ310と基部320との接合部330の不具合（例えば、クラック）を抑制できる。

[0058] さらに、第1期間T1に続く第2期間T2では、レーザビームLzの照射位置Lpを移動させながら、レーザビームLzは、パルス状の出力パターンで複数回照射される。従って、パルス状のレーザビームLzの単位時間当たりの出力エネルギーPを過度に小さくせずに、平均化された単位時間当たりの出力エネルギーを小さくすることができる。従って、部材310、320の過度の溶融を抑制できる。また、第2期間T2では、レーザビームLzの単位時間当たりの出力エネルギーPを過度に小さくせずに済むので、レーザビームLzが不安定になることを抑制できる。これらの結果、レーザビームLzを用いて、チップを基部に適切に溶接できる。

[0059] また、仮に第2期間T2での溶接が省略される場合には、レーザビームLzのパワーPは、第2パワーP2からゼロへ急激に低下し得る。このようにパワーPが急激に低下する場合、部材310、320の溶融した部分の温度が急激に低下するので、接合部330にクラックが形成され得る。本実施形態では、第2期間T2において、平均化された単位時間当たりの出力エネルギーが第2パワーP2よりも小さくなるように、レーザビームLzが照射されるので、部材310、320の温度の急激な低下を抑制できる。この結果、接合部330にクラックが形成されることを抑制できる。

[0060] また、基部320にチップ310を溶接すること（図2：S110）は、第1期間T1（図5）において、レーザビームLzの照射位置Lpを移動させながら、レーザビームLzの出力条件を変化させることを含んでいる。具体的には、第1期間T1では、レーザビームLzを連続的に照射しつつ、レーザビームLzのパワーPを徐々に低下させる。従って、部材310、320

の過度の溶融を抑制できる。

[0061] また、第1期間 T_1 のうちのレーザビーム L_z のパワー P が徐々に低下する期間は、第2期間 T_2 に連続する期間である（図5の実施形態では、第1期間 T_1 の全体）。このように、第1期間 T_1 のうち、少なくとも比較的後の部分期間（すなわち、第2期間 T_2 に連続する部分期間）において、パワー P が徐々に低下する。従って、第1期間 T_1 のうちの比較的前の部分期間でのレーザビーム L_z の照射によって部材310、320の溶融が進行した状態で、部材310、320に更に供給されるエネルギーが過大になることが抑制される。この結果、部材310、320の過度の溶融を抑制できる。

[0062] また、第2期間 T_2 は、複数のサブ期間 T_{2a} 、 T_{2b} 、 T_{2c} に区分されている。そして、比較的後のサブ期間でのレーザビーム L_z のパワー P の平均は、比較的前のサブ期間でのレーザビーム L_z のパワー P の平均よりも、小さい（具体的には、 $P_a > P_b > P_c$ ）。このように、パワー P の平均が時間 T の経過に応じて小さくなるので、部材310、320の過度の溶融を抑制できる。

[0063] また、第2期間 T_2 におけるレーザビーム L_z のパワー P は、第1期間 T_1 の最後におけるパワー P （具体的には、第2パワー P_2 ）と同じである。仮に、第2期間 T_2 でのパルス状のレーザビーム L_z のパワー P が、第1期間 T_1 の最後でのパワー P_2 よりも大きい場合には、大きなパワー P のパルス状のレーザビーム L_z の照射によって、部材310、320の溶融した部分が飛び散る可能性がある。本実施形態では、そのような不具合を抑制できる。また、仮に、第2期間 T_2 でのパルス状のレーザビーム L_z のパワー P が、第1期間 T_1 の最後でのパワー P_2 よりも小さい場合には、レーザビーム L_z が不安定になり得る。本実施形態では、そのような不具合を抑制できる。

[0064] また、第2期間 T_2 は、複数のサブ期間 T_{2a} 、 T_{2b} 、 T_{2c} に区分されている。そして、比較的後のサブ期間でのレーザビーム L_z のパルス幅は、比較的前のサブ期間でのレーザビーム L_z のパルス幅よりも、狭い。従って

、比較的後のサブ期間での平均化されたパワーを、比較的前のサブ期間での平均化されたパワーよりも、容易に小さくできる。

[0065] なお、図4 (C) の概略図では、スポット痕334 a、334 b、334 cは、それぞれ、サブ期間T2 a、T2 b、T2 cに形成された痕である。スポット痕334 a、334 b、334 cの大きさ（例えば、最大外径）は、パルス幅が大きいほど大きい。本実施形態では、スポット痕の大きい順番は、スポット痕334 a、334 b、334 cの順である。また、連続痕332とスポット痕334 aとの境界332 eは、第1期間T1から第2期間T2への切り替わりを示している。

[0066] また、連続痕332の幅（ここでは、軸線CLに平行な方向の幅）は、スポット痕334 aに向かって、徐々に小さくなっている。この理由は、第1期間T1において、パワーPが、時間Tの経過に応じて徐々に小さくなっているからである。そして、連続痕332とスポット痕334 aとの境界332 eにおける連続痕332の幅は、スポット痕334 aの最大外径と、おおよそ同じである。これは、第1期間T1の最後でのパワーPが、第1期間T1に続くサブ期間T2 aでのパルス状のレーザビームLzのパワーPと、同じであるからである。

[0067] なお、スポット痕334 a、334 b、334 cのそれぞれの実際の総数は、サブ期間T2 a、T2 b、T2 cのそれぞれにおけるパルスの総数と同じである。図4 (C) では、複数のスポット痕334 a、334 b、334 cの図示が簡略化されており、それぞれの総数は、図5のパターンに対応する数よりも少ない。また、図4 (C) の例では、スポット痕334 a、334 b、334 cは、隣のスポット痕334 a、334 b、334 cと重なっている。パルスの繰り返しの周期が長い場合、複数のスポット痕334 a、334 b、334 cは、互いに離間して形成され得る。

[0068] また、比較的後のサブ期間においては、レーザビームLzのパルス幅が狭いので、平均化された単位時間当たりの出力エネルギーを大きくせずに、パルス状のレーザビームLzが照射される周期を短くできる。従って、レーザビ

ーム L_z のパルスとパルスとの間のレーザビーム L_z が照射されないオフ時間が長くなることを抑制できるので、パルス状のレーザビーム L_z のスポット状の照射位置 L_p と隣の照射位置 L_p との間の距離が大きくなることを抑制できる。この結果、照射位置 L_p と隣の照射位置 L_p との間における部材310、320の溶融が不十分になることを抑制できる。

[0069] 例えば、図5の実施形態では、サブ期間 T_{2c} のパルス PL_c の繰り返しの周期($PW_c + PO_c$)は、サブ期間 T_{2c} よりも前のサブ期間のパルスの繰り返しの周期(例えば、サブ期間 T_{2a} での周期($PW_a + PO_a$)とサブ期間 T_{2b} での周期($PW_b + PO_b$))よりも、短い。従って、部材310、320(図4(B))のうちのサブ期間 T_{2c} のレーザビーム L_z の照射によって溶接される部分に、溶融不足に起因する接合不良が生じることを抑制できる。特に、図5の実施形態では、サブ期間 T_{2c} のオフ時間 PO_c は、サブ期間 T_{2c} よりも前のサブ期間のオフ時間(例えば、サブ期間 T_{2a} のオフ時間 PO_a とサブ期間 T_{2b} のオフ時間 PO_b)よりも短い。従って、部材310、320(図4(B))のうちのサブ期間 T_{2c} のレーザビーム L_z の照射によって溶接される部分の不具合を、適切に、抑制できる。

[0070] B. 第2実施形態：

図6は、接地電極の別の実施形態の説明図である。図中には、接地電極30bの先端部が示されている。接地電極30bは、図1の点火プラグ100の接地電極30の代わりに、利用可能である。図中の中心軸 CL と方向 D_f 、 D_{fr} とは、完成した点火プラグ100における接地電極30bの本体部37の先端部34から見た中心軸 CL と方向 D_f 、 D_{fr} とを示している。以下、中心軸 CL と方向 D_f 、 D_{fr} とを用いて、位置関係を説明する。図6(A)は、中心軸 CL に平行な方向(具体的には、前方向 D_f)を向いて見た外観を示し、図6(B)は、中心軸 CL に垂直な方向を向いて見た外観を示している。本実施形態では、チップ部300(図1)の代わりにチップ310bが、本体部37の先端部34の後方向 D_{fr} 側の面に溶接される。

チップ310bは、中心軸CLを中心とする略矩形状の部材であり、本体部37よりも放電に対する耐久性に優れる材料（例えば、イリジウム（Ir）、白金（Pt）等の貴金属）を用いて形成されている。接地電極30bの他の部分の構成は、図1の接地電極30の対応する部分の構成と同じである（詳細な説明を省略する）。

[0071] 接地電極30bを有する点火プラグ100の製造方法は、S110（図2）の処理を除いて、図2で説明した方法と同じである。S110では、本体部37にチップ310bが溶接される。なお、本実施形態では、本体部37は、チップ310bが固定される基部に対応する。

[0072] チップ310bを本体部37に溶接する際には、図6（B）に示すように、チップ310bは、本体部37の先端部34の後方向Dfr側の面上に、載せ置かれる。図2のS112では、図示しない支持装置は、この状態で、チップ310bと本体部37とを支持する。S114では、溶接システム900（図3）は、チップ310bと本体部37との境界314に、レーザビームLzを照射する。レーザビームLzは、本体部37の先端部34の延びる方向Dpとは反対の方向に向かって、照射される。そして、レーザビームLzの照射位置Lp（図6（A））が、境界314の方向Dp側の縁314Lの全体を、縁314Lの端314aから反対側の端314bまで、走査するように、レーザビームLzは、方向Dpに垂直な方向に向かって、移動される。これにより、境界314の全体に亘って溶接が行われ、チップ310bと本体部37とを接合する接合部330b（図6（A））が形成される。そして、チップ310bが本体部37に接合される。このように、本実施形態では、溶接される部材310b、37は動かずに、レーザビームLzが移動する。

[0073] 本実施形態においても、制御装置910（図3）は、図5で説明したグラフに従って、レーザ装置920を制御する。これにより、本実施形態も、図5で説明した種々の利点を、実現可能である。例えば、レーザビームLzのパワーPが時間Tの経過に応じて小さくなるので、部材310b、37の過剰

な溶融を抑制できる。

[0074] C. 変形例：

(1) チップを基部に溶接する方法としては、上記の方法に限らず、レーザビーム L_z の照射位置 L_p を移動させながら、レーザビーム L_z を照射する種々の方法を採用可能である。図5のグラフで説明した実施形態に限らず、第1期間と、第1期間に続く第2期間と、を含む種々の実施形態を採用可能である。ここで、第1期間では、照射位置 L_p を移動させながら、レーザビーム L_z を連続的に照射する。第2期間では、照射位置 L_p を移動させながら、レーザビーム L_z をパルス状の出力パターンで複数回照射する。すなわち、レーザビーム L_z のオン（すなわち、照射）とオフ（すなわち、照射の停止）とが、複数回、繰り返される。

[0075] チップを基部に溶接する方法としては、例えば、以下のような変形例を採用してよい。レーザビーム L_z が連続的に照射される第1期間 T_1 のうち、パワー P が徐々に低下する期間である特定期間は、第1期間 T_1 の少なくとも一部の期間であってよい。特定期間は、第1期間 T_1 の全体であってよく、これに代えて、第1期間 T_1 のうちの一部の部分期間であってもよい。例えば、特定期間は、第1期間 T_1 の開始タイミングを含む一部の期間（すなわち、比較的前の部分期間）であってよく、第2期間 T_2 に連続な一部の期間（すなわち、比較的後の部分期間）であってよく、第1期間 T_1 の開始タイミングよりも遅く、かつ、第2期間 T_2 の開始タイミングよりも早い、一部の期間であってよい。いずれの場合も、第1期間 T_1 のうちの特定期間とは異なる期間では、パワー P は、増大せずに一定であることが好ましい。これによれば、基部とチップとの過度の溶融を抑制できる。ただし、第1期間 T_1 のうちの特定期間とは異なる期間において、時間 T の経過に応じてパワー P が増大してもよい。

[0076] 第1期間 T_1 のうちの特定期間において、パワー P は、時間 T の経過に対して、直線的に低下してもよく、曲線を描くように低下してもよい。このように、パワー P は、時間 T の経過に対して、連続的に低下してよい。また、パ

ワーPは、時間Tの経過に対して、階段状に低下してもよい。いずれの場合も、第1期間T₁のうちの特定期間において、パワーPが、ゼロにならず、増加せず、複数のタイミングで低下する場合には、パワーPは、特定期間内で徐々に低下しているといえる。

[0077] また、第2期間T₂におけるパルス状のレーザビームL_zのパワーPは、第1期間T₁の最後におけるレーザビームL_zのパワーP（図5の例では、第2パワーP₂）と比べて、大きくてもよく、小さくてもよい。また、第2期間T₂において、パルス状のレーザビームL_zのパワーPが、時間Tの経過に応じて変化してもよい。例えば、比較的後のパルスのパワーPが、比較的先のパルスのパワーPよりも、小さくてもよい。また、1個のパルスの形状（波形とも呼ばれる）は、矩形状に限らず、曲線や折れ線など、時間Tの経過に応じてパワーPが変化することを示す線で表されてもよい。いずれの場合も、1個のパルスのパワーPとしては、1個のパルスの最大のパワーを採用してよい。また、1個のパルスのパルス幅としては、最大のパワーの半分のパワーでの幅（半値全幅とも呼ばれる）を採用してよい。

[0078] また、第1期間T₁の前に別の期間が設けられていてもよい。第1期間T₁の前の期間では、例えば、照射位置L_pを移動させながら、レーザビームL_zをチップと基部との境界にパルス状の出力パターンで複数回照射してもよい。

[0079] また、図5の実施形態では、第2期間T₂において、パルス幅は、2つのサブ期間T_{2a}、T_{2b}の間と、2つのサブ期間T_{2b}、T_{2c}の間とで、変化している。このように、第2期間T₂内で、パルス幅は、2回、変化している。第2期間T₂においてパルス幅が変化する回数は、2回に限らず、1回であってもよく、3回以上であってもよい。同じパルス幅の1個以上のパルスが連続する部分期間を1個の等幅パルス期間として特定する場合に、第2期間T₂は、N個（Nは2以上の整数）の等幅パルス期間を含んでよい。また、パルス幅は、時間Tの経過に応じて徐々に変化してもよい。いずれの場合も、第2期間T₂のうち、比較的後の一部の期間のパルス幅は、比較的

前の一部の期間のパルス幅よりも狭いことが好ましい。この構成によれば、平均化されたパワー P を時間 T の経過に応じて容易に小さくできるので、チップと基部との過度の溶融を抑制できる。但し、比較的後の一部の期間のパルス幅が、比較的前の一部の期間のパルス幅よりも、広くてもよい。また、パルス幅が、第2期間 T_2 の全体に亘って、一定であってもよい。また、パルス状のレーザビーム L_z が出力される周期（すなわち、パルスの周期）が、時間 T の経過に応じて変化してもよい。また、パルスの周期は、第2期間 T_2 の全体に亘って、一定であってもよい。

[0080] また、図5の実施形態では、第2期間 T_2 において、レーザビーム L_z のパワー P の平均が同じである連続な部分期間は、レーザビーム L_z のパルス幅が同じである連続な部分期間と、共通である（具体的には、3つのサブ期間 T_{2a} 、 T_{2b} 、 T_{2c} ）。ただし、パワー P の平均は、パルス幅の変化とは独立に、変化してよい。例えば、パワー P の平均が同じである連続な部分期間が、同じパルス幅の1個以上のパルスが連続する部分期間とは、異なってもよい。また、第2期間 T_2 の全体に亘ってパワー P とパルス幅が一定であり、サブ期間 T_{2a} 、 T_{2b} 、 T_{2c} のそれぞれのオフ時間 PO_a 、 PO_b 、 PO_c の大小関係が、 $PO_a < PO_b < PO_c$ であってもよい。この場合には、パワー P の平均の大きい順番は、サブ期間 T_{2a} 、 T_{2b} 、 T_{2c} の順である。

[0081] また、図5の実施形態では、パワー P の平均は、パルス幅と同じく、2回変化している。パワー P の平均が変化する回数は、2回に限らず、1回でもよく、3回以上であってもよい。また、パワー P の平均は、時間 T の経過に応じて徐々に変化してもよい。例えば、第2期間 T_2 の全体に亘ってパワー P とパルス幅とが一定であり、オフ時間が、時間 T の経過に応じて徐々に大きくなってもよい。いずれの場合も、第2期間 T_2 のうち、比較的後の一部の期間におけるパワー P の平均は、比較的前の一部の期間におけるパワー P の平均よりも、小さいことが好ましい。この構成によれば、平均化されたパワー P を時間 T の経過に応じて小さくできるので、チップと基部との過度の溶

融を抑制できる。

[0082] ここで、第2期間T2は、パワーPの平均が増大する期間を含まず、パワーPの平均が一定である期間と、パワーPの平均が低減する期間と、の少なくとも一方で構成されていることが好ましい。すなわち、第2期間T2においては、パワーPの平均の経時変化が、増大せずに、一定値を維持することと、低減することと、の少なくとも一方で構成されるように、レーザビームLzの出力条件を制御することが好ましい。なお、パワーPの平均を変化させるための出力条件の制御方法としては、種々の方法を採用可能である。パワーPの平均を小さくする方法としては、例えば、パワーPを小さくしてもよく、パルス幅を小さくしてもよく、オフ時間を長くしてもよい。

[0083] いずれの場合も、第1期間T1の最後におけるパワーPは、レーザ装置920（図3）が安定してレーザビームLzを出力することが可能なパワーPの調整可能範囲（以下、安定範囲とも呼ぶ）のうちの最小値であることが好ましい。この構成によれば、第1期間T1では、レーザ装置920によるパワーPの安定範囲を有効に利用して、パワーPを低下させることができるので、チップと基部との過剰な溶融を適切に抑制できる。ただし、第1期間T1の最後におけるパワーPが、安定範囲のうちの最小値よりも大きくてもよい。一般的には、レーザビームLzの照射を安定化させるためには、第1期間T1の最後におけるパワーPは、安定範囲のうちの最小値以上であることが好ましい。

[0084] また、第2期間T2におけるパルス状のレーザビームLzのパワーPは、レーザ装置920のパワーPの安定範囲のうちの最小値であることが好ましい。この構成によれば、第2期間T2におけるレーザビームLzの照射が不安定になることを抑制しつつ、パルス状のレーザビームLzのパワーPが大きいことに起因する不具合（例えば、急激な温度変化によるクラックの形成や、大きなパワーPのレーザビームLzの照射による溶融材料の飛散など）を抑制できる。ただし、第2期間T2におけるレーザビームLzのパワーPが、安定範囲のうちの最小値よりも大きくてもよい。一般的には、レーザビー

ム L_z の照射を安定化させるためには、第2期間 T_2 におけるパルス状のレーザビーム L_z のパワー P は、安定範囲のうちの最小値以上であることが好ましい。いずれの場合も、第2期間 T_2 におけるパルス状のレーザビーム L_z のパワー P は、第1期間 T_1 の最後におけるパワー P と同じであってよく、第1期間 T_1 の最後におけるパワー P と比べて、大きくてもよく、小さくてもよい。

[0085] なお、第2期間 T_2 における出力条件（例えば、パルスの周期とパルス幅と照射されるレーザビーム L_z のパワー P ）は、第2期間 T_2 における平均化された単位時間当たりの出力エネルギーが、第1期間 T_1 の最後における単位時間当たりの出力エネルギー P 以下であるように、構成されていることが好ましい。この構成によれば、第2期間 T_2 におけるチップと基部との過度の溶融を抑制できる。また、第2期間 T_2 における出力条件は、平均化された単位時間当たりの出力エネルギーが時間 T の経過に応じて小さくなるように、構成されていることが好ましい。例えば、平均化された単位時間当たりの出力エネルギーが、第2期間 T_2 に含まれる複数のサブ期間によって、段階的に小さくなるように、出力条件が構成されていてもよい。

[0086] （2）チップが溶接される基部は、図3の基部320のような台座や、図6の本体部37のような棒部材に代えて、他の種々の部材であってよい。また、中心電極のチップの溶接（例えば、図1の中心電極20の第1チップ29と棒部28との溶接）に、第1期間と第2期間とを含む方法を適用してよい。ここで、第1期間では、レーザビーム L_z の照射位置 L_p を移動させながらレーザビーム L_z を連続的に照射し、第2期間では、照射位置 L_p を移動させながらレーザビーム L_z をパルス状の出力パターンで複数回照射する。また、チップの材料は、貴金属（例えば、白金）を含む材料に限らず、他の種々の材料であってよい。チップが溶接される基部の材料も、ニッケルを含む材料に限らず、他の種々の材料であってよい。

[0087] （3）レーザビーム L_z の照射位置 L_p を移動させる方法としては、種々の方法を採用可能である。図4（A）の実施形態のように、レーザビーム L_z

を動かさずにチップと基部（例えば、チップ 310 と基部 320）を動かす方法を採用してもよい。図 6（A）の実施形態のように、チップと基部（例えば、チップ 310 b と本体部 37）を動かさずにレーザビーム Lz を動かす方法を採用してもよい。また、チップと基部とで構成される部材と、レーザビーム Lz と、の双方を動かす方法を採用してもよい。また、レーザビーム Lz は、図 4（A）の実施形態のように、チップと基部との境界（例えば、境界 312）の縁の全周に亘って照射されてよい。また、レーザビーム Lz は、図 6（A）の実施形態のように、チップと基部との境界（例えば、境界 314）の縁の一部のみに照射されてもよい。いずれの場合も、レーザビーム Lz は、境界の全体に亘って溶接を実現するのに十分なパワー P を有していることが好ましい。

- [0088] （４）チップの溶接用のビームとしては、レーザビームに代えて、電子ビームなど、チップと基部とのうちのビームが照射された部分を溶融させることが可能な種々のエネルギービームを採用可能である。いずれの場合も、チップと基部との接合部の外面上には、エネルギービームが照射された部分の痕が残る。図 4（C）の実施形態のように連続痕とスポット痕（例えば、連続痕 332 とスポット痕 334 a、334 b、334 c）とが形成されている場合には、エネルギービームの照射位置を移動させながら出力条件を変化させる溶接が行われた（具体的には、エネルギービームの連続的な照射とパルス状のエネルギービームの複数回の照射とを用いる溶接が行われた）、と推定可能である。また、連続痕とスポット痕との境界から比較的遠いスポット痕の大きさ（例えば、最大外径）が、連続痕とスポット痕との境界に比較的近いスポット痕の大きさよりも小さい場合、パルス状のレーザビーム Lz を用いる期間のうちの比較的後のサブ期間でのパルス幅が、比較的前のサブ期間でのパルス幅よりも、狭い、と推定可能である。

- [0089] （５）点火プラグ 100 の製造方法としては、図 2 で説明した方法に代えて、他の種々の方法を採用可能である。例えば、主体金具 50 に接地電極 30

を接合する工程は、主体金具 5 0 に絶縁体 1 0 と中心電極 2 0 と端子金具 4 0 とを含む組立体が固定されるよりも後に行われてもよい。また、本体部 3 7 にチップ部 3 0 0 を接合する工程は、主体金具 5 0 に本体部 3 7 を接合するよりも後に行われてもよい。

[0090] (6) 点火プラグの構成は、図 1 で説明した構成に代えて、他の種々の構成であってよい。例えば、中心電極の側面（軸線 C L に垂直な方向側の面）と、接地電極とが、放電用のギャップを形成してもよい。放電用のギャップの総数が 2 以上であってもよい。抵抗体 7 3 が省略されてもよい。絶縁体 1 0 の貫通孔 1 2 内の中心電極 2 0 と端子金具 4 0 との間に、磁性体が配置されてもよい。

[0091] (7) 図 3 の制御装置 9 1 0 は、レーザ装置 9 2 0（ひいては、エネルギービームを出力する装置）に組み込まれていてもよい。また、上記各実施形態において、ハードウェアによって実現されていた構成の一部をソフトウェアに置き換えるようにしてもよく、逆に、ソフトウェアによって実現されていた構成の一部あるいは全部をハードウェアに置き換えるようにしてもよい。例えば、エネルギービームの出力条件を変更する機能を、専用のハードウェア回路によって実現してもよい。

[0092] また、本発明の機能の一部または全部がコンピュータプログラムで実現される場合には、そのプログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体（例えば、一時的ではない記録媒体）に格納された形で提供することができる。プログラムは、提供時と同一または異なる記録媒体（コンピュータ読み取り可能な記録媒体）に格納された状態で、使用され得る。「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」は、メモリーカードや C D - R O M のような携帯型の記録媒体に限らず、各種 R O M 等のコンピュータ内の内部記憶装置や、ハードディスクドライブ等のコンピュータに接続されている外部記憶装置も含み得る。

[0093] 以上、実施形態、変形例に基づき本発明について説明してきたが、上記した発明の実施の形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明

を限定するものではない。本発明は、その趣旨並びに特許請求の範囲を逸脱することなく、変更、改良され得ると共に、本発明にはその等価物が含まれる。

符号の説明

[0094] 8…先端側パッキン、10…絶縁体、11…縮内径部、12…軸孔（貫通孔）、13…後端側胴部、14…大径部、15…先端側胴部、16…縮外径部、19…脚部、20…中心電極、21…外層、22…芯部、23…鰐部、24…頭部、27…軸部、28…棒部、29…第1チップ、30、30b…接地電極、31…外層、32…内層、33…基端部、34…先端部、37…本体部、40…端子金具、41…軸部、48…鰐部、49…キャップ装着部、50…主体金具、51…工具係合部、52…胴部、53…カシメ部、54…鰐部、55…先端面、56…縮内径部、57…ネジ部、58…座屈部、59…貫通孔、61、62…リング部材、70…タルク、72…第1シール部、73…抵抗体、74…第2シール部、90…ガスケット、100…点火プラグ、300…チップ部、310、310b…チップ、312、314…境界、314L…縁、314a、314b…端、320…基部、321…大径部、321p…凸部、322…小径部、330、330b…接合部（溶融部）、332…連続痕、332e…境界、334a、334b、334c…スポット痕、900…溶接システム、910…制御装置、920…レーザ装置、g…ギャップ、CL…中心軸（軸線）、Df…先端方向（前方向）、Dfr…後端方向（後方向）、Dp…方向、Lp…照射位置、Lz…レーザビーム

請求の範囲

- [請求項1] 基部と前記基部に固定されたチップとを有する電極を備える点火プラグの製造方法であって、
- 前記基部と前記チップとの境界にエネルギービームを照射することにより、前記基部に前記チップを溶接することを含み、
- 前記基部に前記チップを溶接することは、
- 第1期間で、前記エネルギービームの照射位置を移動させながら、前記エネルギービームを連続的に照射することと、
- 前記第1期間に続く第2期間で、前記エネルギービームの照射位置を移動させながら、前記エネルギービームをパルス状の出力パターンで複数回照射することと、
- を含む、製造方法。
- [請求項2] 請求項1に記載の点火プラグの製造方法であって、
- 前記第1期間のうちの少なくとも一部の期間である特定期間では、前記エネルギービームの単位時間当たりの出力エネルギーを徐々に低下させる、
- 製造方法。
- [請求項3] 請求項2に記載の点火プラグの製造方法であって、
- 前記特定期間は、前記第2期間に連続する期間である、
- 製造方法。
- [請求項4] 請求項1から3のいずれかに記載の点火プラグの製造方法であって、
- 前記第2期間は、第1部分期間と、前記第1部分期間よりも後の第2部分期間と、を含み、
- 前記第2部分期間における前記エネルギービームの単位時間当たりの出力エネルギーの平均は、前記第1部分期間における前記エネルギービームの単位時間当たりの出力エネルギーの平均よりも、小さい、
- 製造方法。
- [請求項5] 請求項1から4のいずれかに記載の点火プラグの製造方法であって

、

前記第 2 期間における前記エネルギービームの単位時間当たりの出力エネルギーは、前記第 1 期間の最後における前記エネルギービームの単位時間当たりの出力エネルギーと、
同じである、

製造方法。

[請求項 6]

請求項 1 から 5 のいずれかに記載の点火プラグの製造方法であって

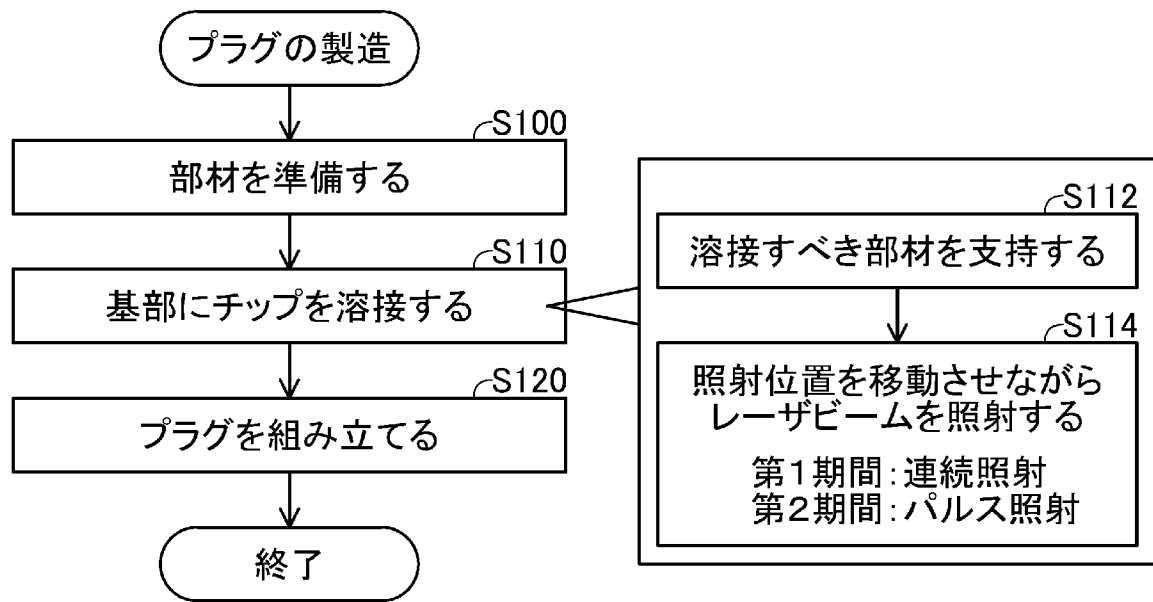
、

前記第 2 期間は、第 1 サブ期間と、前記第 1 サブ期間よりも後の第 2 サブ期間と、を含み、

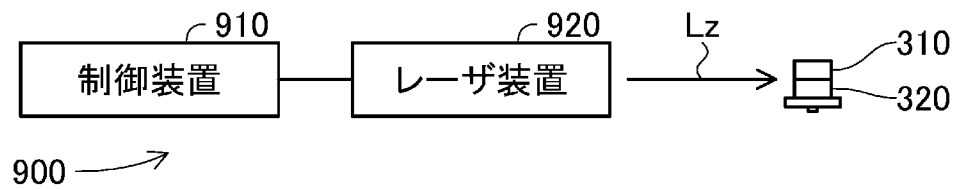
前記第 2 サブ期間における前記エネルギービームのパルス幅は、前記第 1 サブ期間における前記エネルギービームのパルス幅よりも、狭い、

製造方法。

[図2]

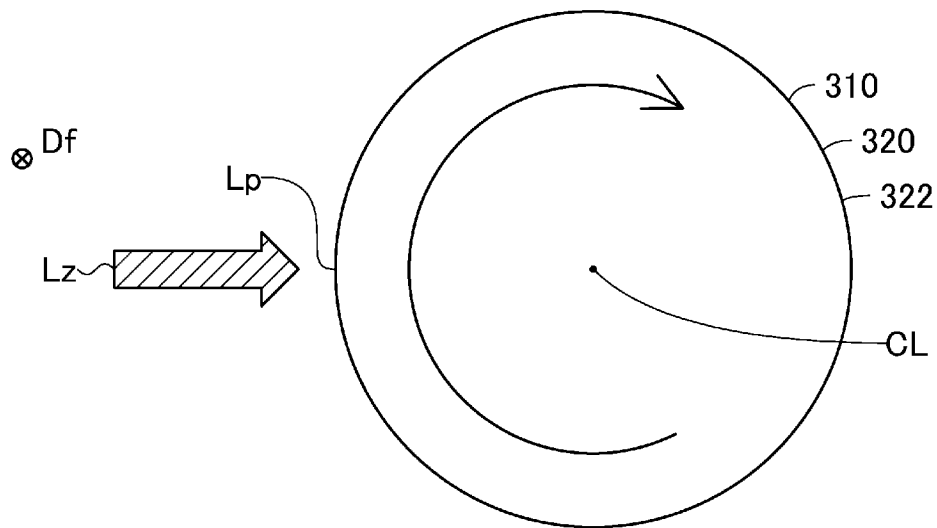


[図3]

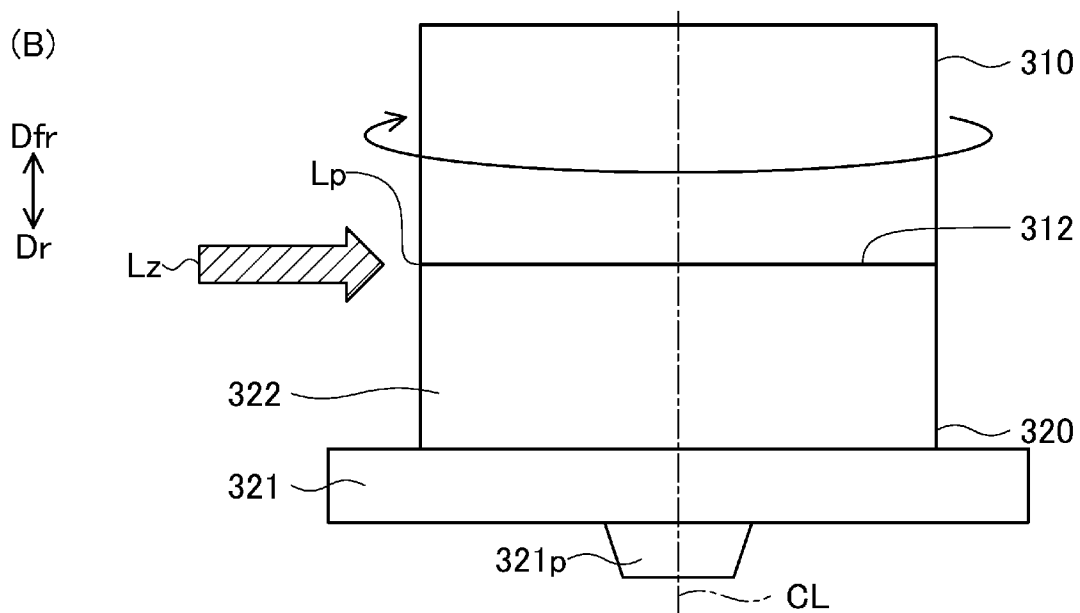


[図4]

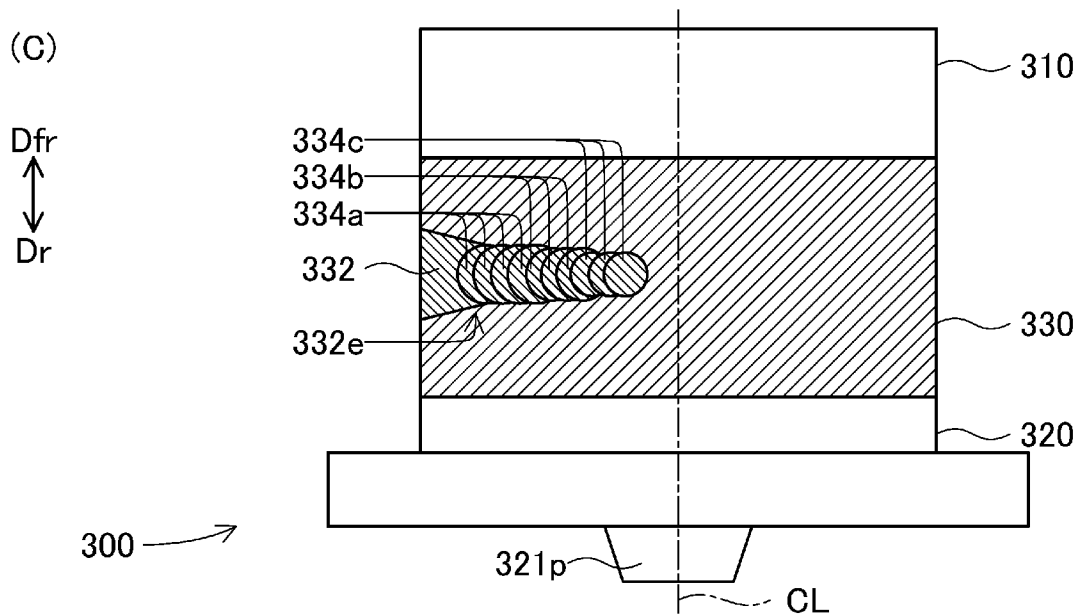
(A)



(B)

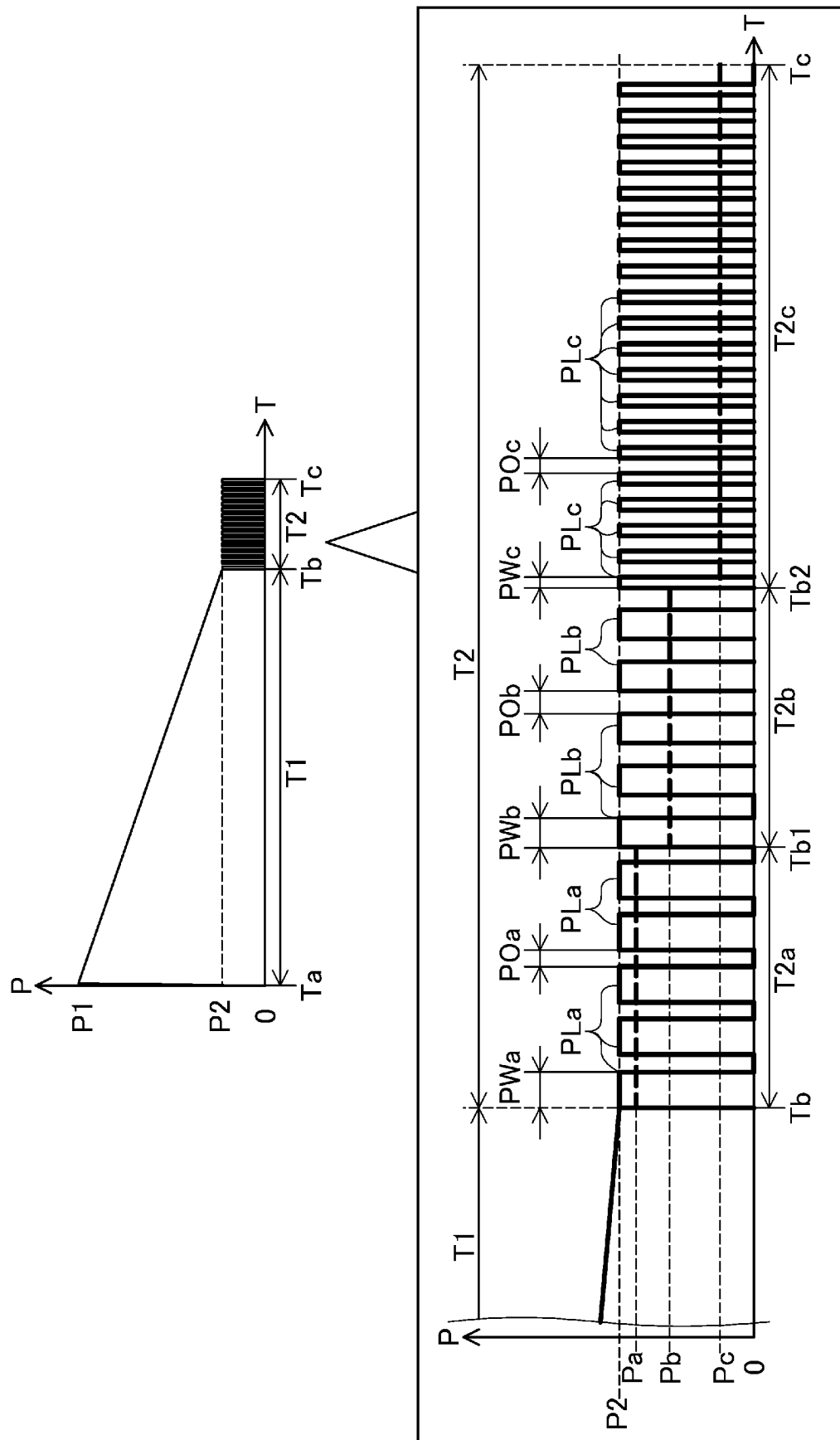


(C)

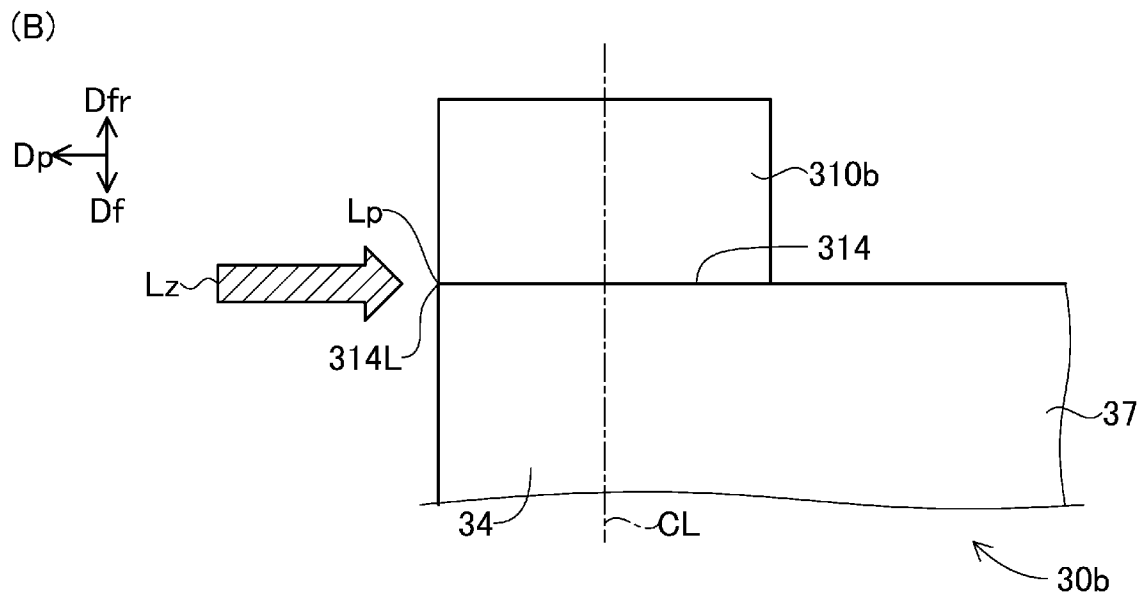
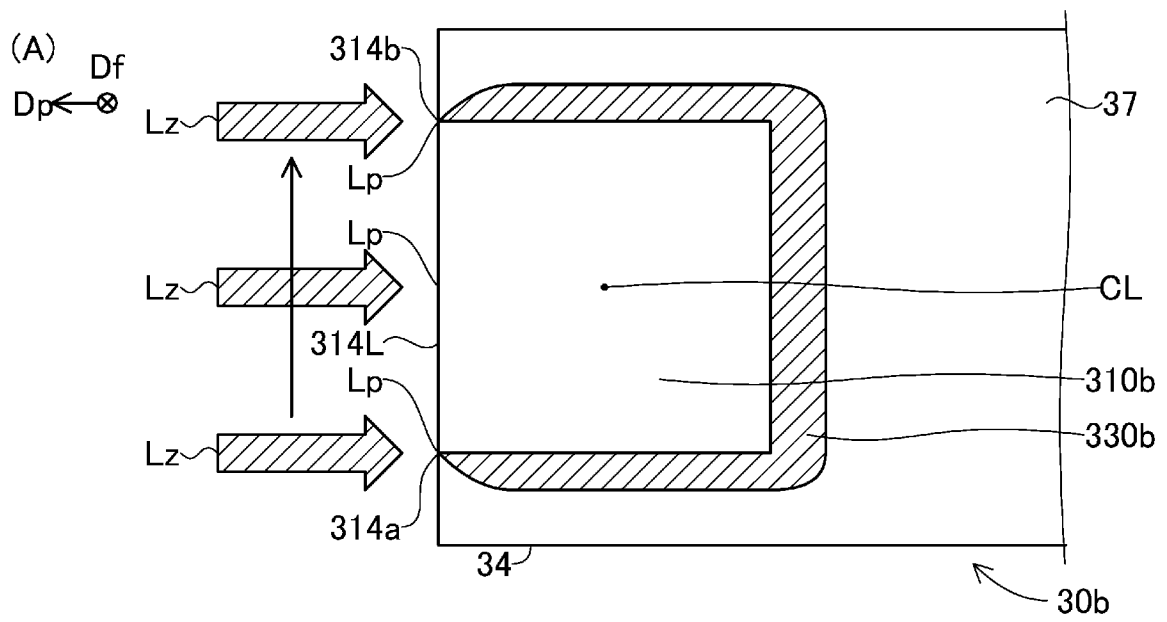


300 →

[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/044453

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01T13/20 (2006.01) i, H01T21/02 (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)

Int. Cl. H01T13/20, H01T21/02

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.
Y	JP 1-233085 A (NIPPON ELECTRIC CO.) 18 September 1989, claims, (Family: none)	1-6
Y	JP 2013-178912 A (DENSO CORP.) 09 September 2013, claim 3, paragraphs [0011]-[0012] & US 2013/0221832 A1, claim 3, paragraph [0033]	1-6
Y	JP 2014-223660 A (NIPPON AVIONICS CO., LTD.) 04 December 2014, paragraph [0022] (Family: none)	6

☐ 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.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01T13/20(2006.01)i, H01T21/02(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. H01T13/20, H01T21/02

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	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
Y	JP 1-233085 A（日本電気株式会社）1989.09.18, 特許請求の範囲（ファミリーなし）	1-6
Y	JP 2013-178912 A（株式会社デンソー）2013.09.09, [請求項3][0011-0012] & US 2013/0221832 A1, [請求項3] [0033]	1-6
Y	JP 2014-223660 A（日本アビオニクス株式会社）2014.12.04, [0022]（ファミリーなし）	6

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

22.12.2017

国際調査報告の発送日

09.01.2018

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）

段 吉享

3 T

3824

電話番号 03-3581-1101 内線 3368