

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-204344

(P2017-204344A)

(43) 公開日 平成29年11月16日(2017.11.16)

(51) Int.Cl.
H01T 13/32 (2006.01)

F I
H01T 13/32

テーマコード(参考)
5G059

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2016-94220 (P2016-94220)
(22) 出願日 平成28年5月10日 (2016.5.10)

(71) 出願人 000004547
日本特殊陶業株式会社
愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
(74) 代理人 110000534
特許業務法人しんめいセンチュリー
(72) 発明者 山田 裕一
愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
日本特殊陶業株式会
社内
(72) 発明者 松永 祐一
愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
日本特殊陶業株式会
社内
Fターム(参考) 5G059 AA04 DD01 DD11 DD27 EE04
EE11 EE21 EE23 FF02 GG01

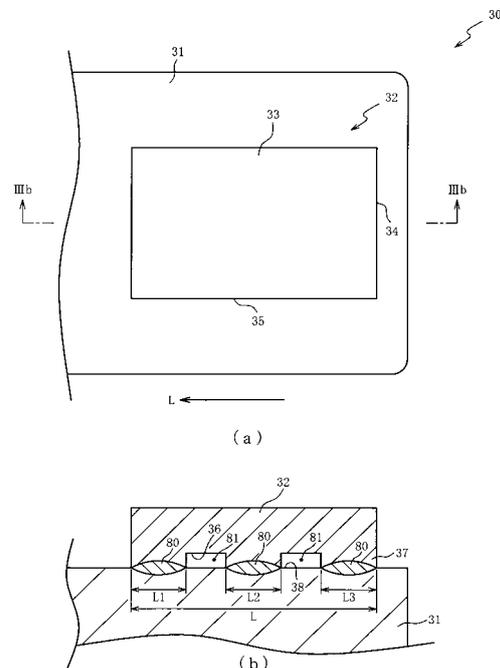
(54) 【発明の名称】 スパークプラグ

(57) 【要約】

【課題】外側電極の耐久性を向上できるスパークプラグを提供すること。

【解決手段】貴金属を含有するチップは、外側電極の電極母材の接合面に溶接部を介して接合される。接合面の長手方向におけるチップ及び電極母材の断面において、溶接部は接合面上に空洞を有し、溶接部の接合面上の連続した距離は0.5mm以下なので、チップと電極母材との熱膨張差に起因する熱応力を緩和できる。溶接部の接合面上の連続した距離の合計はチップの端から端までの長さの0.4倍から0.8倍なので、溶接部の接合強度を確保できる。熱応力によるチップの剥離や脱落を生じ難くできるので、外側電極の耐久性を向上できる。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

中心電極と、

貴金属を含有し前記中心電極との間に火花ギャップを形成するチップと、前記チップが溶接部を介して接合面に接合された電極母材とを備える外側電極と、を備えるスパークプラグであって、

前記接合面の長手方向における前記チップ及び前記電極母材の断面において、

前記溶接部は、前記接合面上に空洞を有し、

前記溶接部の前記接合面上の連続した距離は 0.5 mm 以下であり、

当該連続した距離の合計は、前記チップの端から端までの長さの 0.4 倍から 0.8 倍であることを特徴とするスパークプラグ。 10

【請求項 2】

前記チップは、前記接合面に配置される複数の分割チップからなり、

隣り合う前記分割チップ間の前記接合面上の最大空間距離は 0.3 mm 以下であることを特徴とする請求項 1 記載のスパークプラグ。

【請求項 3】

前記接合面の長手方向における前記チップ及び前記電極母材の断面において、

前記チップの端から端までの長さは 1.5 mm 以上であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のスパークプラグ。

【発明の詳細な説明】 20

【技術分野】

【0001】

本発明はスパークプラグに関し、特に外側電極の耐久性を向上できるスパークプラグに関するものである。

【背景技術】

【0002】

外側電極の耐火花消耗性を向上させるため、貴金属を含有するチップを外側電極の電極母材に接合したスパークプラグが知られている（特許文献 1）。

【先行技術文献】

【特許文献】 30

【0003】

【特許文献 1】特開 2003 - 217792 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら特許文献 1 に開示される技術では、チップの界面の全体に形成された溶接部を介して電極母材にチップが接合されるので、熱応力によってチップの剥離や脱落が生じるおそれがあり、外側電極の耐久性の低下を招くという問題点がある。

【0005】

本発明は上述した問題点を解決するためになされたものであり、外側電極の耐久性を向上できるスパークプラグを提供することを目的としている。 40

【課題を解決するための手段および発明の効果】

【0006】

この目的を達成するために請求項 1 記載のスパークプラグによれば、貴金属を含有するチップが、中心電極との間に火花ギャップを形成する。チップは、外側電極の電極母材の接合面に溶接部を介して接合される。接合面の長手方向におけるチップ及び電極母材の断面において、溶接部は接合面上に空洞を有し、溶接部の接合面上の連続した距離は 0.5 mm 以下なので、チップの界面の全体が電極母材に接合される場合に比べて、チップと電極母材との熱膨張差に起因する熱応力を緩和できる。溶接部の接合面上の連続した距離の合計はチップの端から端までの長さの 0.4 倍から 0.8 倍なので、溶接部の接合強度を 50

確保できる。その結果、熱応力や振動等によるチップの剥離や脱落を生じ難くできるので、外側電極の耐久性を向上できる効果がある。

【0007】

請求項2記載のスパークプラグによれば、チップは、接合面に配置される複数の分割チップからなる。一体化したチップに比べて分割チップのサイズを小さくできるので、請求項1の効果に加え、チップと電極母材との熱膨張差に起因する熱応力の緩和効果を向上できる。さらに、隣り合う分割チップ間の接合面上の最大空間距離は0.3mm以下なので、分割チップ間の電極母材に火花放電を生じ難くすることができる。その結果、分割チップ間の電極母材の火花消耗を抑制できる効果がある。

【0008】

請求項3記載のスパークプラグによれば、接合面の長手方向におけるチップ及び電極母材の断面において、チップの端から端までの長さは1.5mm以上である。チップの長さが大きくなるにつれて熱による寸法変化が大きくなるので、チップの剥離や脱落が生じ易くなるが、溶接部は接合面上に複数の空洞を有しているため、これを防止できる。その結果、請求項1又は2の効果に加え、長さが1.5mm以上のチップであっても、熱応力によるチップの剥離や脱落を生じ難くできる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の第1実施の形態におけるスパークプラグの断面図である。

【図2】(a)はチップの平面図であり、(b)はチップの正面図であり、(c)はチップの底面図であり、(d)はチップの側面図である。

【図3】(a)は外側電極の平面図であり、(b)は図3(a)の矢印I I I b - I I I b線における外側電極の断面図である。

【図4】(a)は第2実施の形態におけるスパークプラグのチップの平面図であり、(b)はチップの正面図であり、(c)はチップの底面図であり、(d)はチップの側面図である。

【図5】(a)は外側電極の平面図であり、(b)は図5(a)の矢印V b - V b線における外側電極の断面図である。

【図6】(a)は第3実施の形態におけるスパークプラグの外側電極の平面図であり、(b)は図6(a)の矢印V I b - V I b線における外側電極の断面図である。

【図7】(a)は第4実施の形態におけるスパークプラグの外側電極の平面図であり、(b)は図7(a)の矢印V I I b - V I I b線における外側電極の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の好ましい実施形態について添付図面を参照して説明する。図1は本発明の第1実施の形態におけるスパークプラグ10の中心軸Oを含む面で切断した断面図である。図1では、紙面下側をスパークプラグ10の先端側、紙面上側をスパークプラグ10の後端側という。図1に示すようにスパークプラグ10は、主体金具20、外側電極30、絶縁体40、中心電極50、端子金具60及び抵抗体70を備えている。

【0011】

主体金具20は、内燃機関のねじ穴(図示せず)に固定される略円筒状の部材であり、中心軸Oに沿って貫通する貫通孔21が形成されている。主体金具20は導電性を有する金属材料(例えば低炭素鋼等)によって形成されている。主体金具20は、径方向の外側へ鏝状に張り出す座部22と、座部22より先端側の外周面に形成されたねじ部23とを備えている。座部22とねじ部23との間に環状のガスケット24が嵌め込まれている。ガスケット24は、内燃機関のねじ穴にねじ部23が嵌められたときに、主体金具20と内燃機関(エンジンヘッド)との隙間を封止する。

【0012】

外側電極30は、主体金具20の先端に接合される金属製(例えばニッケル基合金製)の電極母材31と、電極母材31の先端に接合されるチップ32とを備えている。電極母

10

20

30

40

50

材 3 1 は、中心軸 0 と交わるように中心軸 0 へ向かって屈曲する棒状の部材である。チップ 3 2 は、白金、イリジウム、ルテニウム、ロジウム等の貴金属またはこれらを主成分とする合金によって形成される部材であり、レーザ溶接や抵抗溶接等によって中心軸 0 と交わる位置に接合されている。チップ 3 2 は融点が電極母材 3 1 の融点より高く、熱膨張率が電極母材 3 1 の熱膨張率より小さい。

【 0 0 1 3 】

絶縁体 4 0 は、機械的特性や高温下の絶縁性に優れるアルミナ等により形成された略円筒状の部材であり、中心軸 0 に沿って貫通する軸孔 4 1 が形成されている。絶縁体 4 0 は、主体金具 2 0 の貫通孔 2 1 に挿入され、外周に主体金具 2 0 が固定されている。絶縁体 4 0 は、先端および後端が、主体金具 2 0 の貫通孔 2 1 からそれぞれ露出している。

10

【 0 0 1 4 】

軸孔 4 1 は、絶縁体 4 0 の先端側に位置する第 1 孔部 4 2 と、第 1 孔部 4 2 の後端に連なり後端側へ向かって拡径する段部 4 3 と、段部 4 3 の後端側に位置する第 2 孔部 4 4 とを備えている。第 2 孔部 4 4 は、内径が、第 1 孔部 4 2 の内径より大きく設定されている。

【 0 0 1 5 】

中心電極 5 0 は、有底筒状に形成された電極母材の内部に、電極母材よりも熱伝導性に優れる芯材 5 3 を埋設した棒状の電極である。芯材 5 3 は銅または銅を主成分とする合金で形成されている。中心電極 5 0 は、軸孔 4 1 の段部 4 3 に配置される頭部 5 1 と、中心軸 0 に沿って第 1 孔部 4 2 側へ延びる脚部 5 2 とを備えている。

20

【 0 0 1 6 】

脚部 5 2 は先端が第 1 孔部 4 2 から露出し、チップ 5 4 がレーザ溶接によって接合されている。チップ 5 4 は、白金、イリジウム、ルテニウム、ロジウム等の貴金属またはこれらを主成分とする合金によって形成される柱状の部材であり、火花ギャップを介して外側電極 3 0 のチップ 3 2 と対向する。

【 0 0 1 7 】

端子金具 6 0 は、高圧ケーブル（図示せず）が接続される棒状の部材であり、導電性を有する金属材料（例えば低炭素鋼等）によって形成されている。端子金具 6 0 の先端側は絶縁体 4 0 の軸孔 4 1 内に配置される。

【 0 0 1 8 】

抵抗体 7 0 は、スパーク時に発生する電波ノイズを抑えるための部材であり、端子金具 6 0 と中心電極 5 0 との間の第 2 孔部 4 4 内に配置されている。抵抗体 7 0 と中心電極 5 0 との間、抵抗体 7 0 と端子金具 6 0 との間に、導電性を有するガラスシール 7 1 , 7 2 がそれぞれ配置される。ガラスシール 7 1 は抵抗体 7 0 と中心電極 5 0 とにそれぞれ接触し、ガラスシール 7 2 は抵抗体 7 0 と端子金具 6 0 とにそれぞれ接触する。この結果、中心電極 5 0 と端子金具 6 0 とは、抵抗体 7 0 とガラスシール 7 1 , 7 2 とを介して電氣的に接続される。

30

【 0 0 1 9 】

スパークプラグ 1 0 は、例えば、以下のような方法によって製造される。まず、絶縁体 4 0 の第 2 孔部 4 4 から中心電極 5 0 を挿入する。中心電極 5 0 は、脚部 5 2 の先端にチップ 5 4 が溶接されている。中心電極 5 0 は段部 4 3 に頭部 5 1 が支持され、先端部が軸孔 4 1 の先端から外部に露出するように配置される。

40

【 0 0 2 0 】

次に、ガラスシール 7 1 の原料粉末を第 2 孔部 4 4 から入れて、頭部 5 1 の周囲および後端側に充填する。圧縮用棒材（図示せず）を用いて、第 2 孔部 4 4 に充填したガラスシール 7 1 の原料粉末を予備圧縮する。成形されたガラスシール 7 1 の原料粉末の成形体の上に、抵抗体 7 0 の原料粉末を充填する。圧縮用棒材（図示せず）を用いて、第 2 孔部 4 4 に充填した抵抗体 7 0 の原料粉末を予備圧縮する。次いで、抵抗体 7 0 の原料粉末の上に、ガラスシール 7 2 の原料粉末を充填する。圧縮用棒材（図示せず）を用いて、第 2 孔部 4 4 に充填したガラスシール 7 2 の原料粉末を予備圧縮する。

50

【 0 0 2 1 】

その後、軸孔 4 1 の後端側から端子金具 6 0 の先端部 6 1 を挿入して、先端部 6 1 がガラスシール 7 2 の原料粉末に接触するように端子金具 6 0 を配置する。次いで、例えば各原料粉末に含まれるガラス成分の軟化点より高い温度まで加熱しつつ、端子金具 6 0 の後端側に設けられた張出部 6 2 の先端面が絶縁体 4 0 の後端面に当接するまで端子金具 6 0 を圧入して、先端部 6 1 によってガラスシール 7 1、抵抗体 7 0 及びガラスシール 7 2 の原料粉末に軸方向の荷重を加える。この結果、各原料粉末が圧縮・焼結され、絶縁体 4 0 の内部にガラスシール 7 1、抵抗体 7 0 及びガラスシール 7 2 が形成される。

【 0 0 2 2 】

次に、予め外側電極 3 0 が接合された主体金具 2 0 を絶縁体 4 0 の外周に組み付ける。その後、外側電極 3 0 の電極母材 3 1 にチップ 3 2 を溶接し、外側電極 3 0 のチップ 3 2 が中心電極 5 0 のチップ 5 4 と軸方向に対向するように電極母材 3 1 を屈曲して、スパークプラグ 1 0 を得る。

10

【 0 0 2 3 】

図 2 を参照してチップ 3 2 について説明する。図 2 (a) はチップ 3 2 の平面図であり、図 2 (b) はチップ 3 2 の正面図であり、図 2 (c) はチップ 3 2 の底面図であり、図 2 (d) はチップ 3 2 の側面図である。

【 0 0 2 4 】

チップ 3 2 は、貴金属または貴金属を主成分とする合金で形成された直方体状の部材である。チップ 3 2 は、中心電極 5 0 (図 1 参照) に対向する矩形状の頂面 3 3 と、頂面 3 3 の反対側の矩形状の底面 3 6 と、頂面 3 3 と底面 3 6 とを連絡する側面 3 4、3 5 とを備えている。側面 3 5 は、長辺 (側面 3 5 と頂面 3 3 とを連絡する稜) が、側面 3 4 の長辺 (側面 3 4 と頂面 3 3 とを連絡する稜) より長く設定されている。

20

【 0 0 2 5 】

底面 3 6 は、底面 3 6 に対して突出する複数の凸部 3 7 が設けられている。本実施の形態では、3 つの凸部 3 7 が、互いに間隔をあけて側面 3 4 の長辺と略平行に配置されている。凸部 3 7 は、チップ 3 2 の母材の転造や切削等によりチップ 3 2 の底面 3 6 に設けられる。

【 0 0 2 6 】

図 3 を参照して外側電極 3 0 について説明する。図 3 (a) は外側電極 3 0 の平面図であり、図 3 (b) は図 3 (a) の矢印 I I I b - I I I b 線における外側電極 3 0 の断面図である。図 3 (a) は電極母材 3 1 の長手方向 (図 1 左右方向) の図示が省略されており、図 3 (b) は電極母材 3 1 の厚さ方向の図示が省略されている。図 3 (a) の矢印 L は電極母材 3 1 の長手方向を示している。

30

【 0 0 2 7 】

図 3 (a) に示すようにチップ 3 2 は、電極母材 3 1 の長手方向 (矢印 L 方向) に長手方向を沿わせて電極母材 3 1 の接合面 3 8 (図 3 (b) 参照) に配置されている。図 3 (b) に示すように接合面 3 8 は、チップ 3 2 の底面 3 6 に対面する面であり、接合面 3 8 にチップ 3 2 が接合されている。換言すると、接合面 3 8 は、チップ 3 2 の外形を電極母材 3 1 の表面に投影した投影面 (チップ 3 2 の外形を表す面) である。本実施の形態では、チップ 3 2 は抵抗溶接によって電極母材 3 1 に接合されている。

40

【 0 0 2 8 】

図 3 (b) は、接合面 3 8 の長手方向 (矢印 I I I b - I I I b 線の伸長方向) におけるチップ 3 2 及び電極母材 3 1 の断面図である。チップ 3 2 は溶接部 8 0 によって電極母材 3 1 に接合されている。溶接部 8 0 は、チップ 3 2 及び電極母材 3 1 が溶融した部位であり、電極母材 3 1 に凸部 3 7 が接触した位置に形成されている。凸部 3 7 はチップ 3 2 の底面 3 6 に対して突出しているため、チップ 3 2 及び電極母材 3 1 に適当な加圧力を加えて通電すると、凸部 3 7 及び電極母材 3 1 の接触抵抗に発生するジュール熱で凸部 3 7 と電極母材 3 1 との間に溶接部 8 0 が形成される。溶接部 8 0 の形成と同時に、隣り合う凸部 3 7、3 7 間の接合面 3 8 上に空洞 8 1 が形成される。空洞 8 1 は、電極母材 3 1 と

50

チップ 32 の底面 36 とが未接続の部位である。

【0029】

溶接部 80 は、接合面 38 上に空洞 81 (本実施の形態では 2 つ) が形成されることにより、接合面 38 上で溶接部 80 は複数 (本実施の形態では 3 つ) に分割される。溶接部 80 の接合面 38 上の連続した距離 L_1 , L_2 , L_3 は、いずれも 0.5 mm 以下 (0 は含まない) に設定される。その結果、チップ 32 の底面 36 の全体が電極母材 31 に接合される場合に比べて、チップ 32 と電極母材 31 との熱膨張差に起因する熱応力を緩和できる。本実施の形態では $L_1 = L_2 = L_3$ であるが、これに限られるものではなく、0.5 mm 以下の条件を満たす範囲で適宜設定できる。

【0030】

ここで、溶接部 80 の距離 L_1 , L_2 , L_3 が 0.5 mm より大きくなるにつれて、チップ 32 の熱膨張率と電極母材 31 の熱膨張率との差により、熱による電極母材 31 とチップ 32 との寸法変化が無視できないほど大きくなり、熱応力によって溶接部 80 の端が剥離し易くなる傾向がみられる。本実施の形態によれば、距離 L_1 , L_2 , L_3 はいずれも 0.5 mm 以下に設定されるので、熱応力による溶接部 80 の剥離を抑制できる。

【0031】

さらに、溶接部 80 は接合面 38 上の連続した距離 L_1 , L_2 , L_3 の合計 $L_1 + L_2 + L_3$ が、チップ 32 の端から端までの長手方向の長さ (頂面 33 の長辺の長さ) L の 0.4 倍から 0.8 倍までの範囲に設定される。これにより、スパークプラグ 10 が取り付けられる内燃機関 (図示せず) の振動等に耐え得る接合強度を確保できる。その結果、熱応力や振動等の外力に抗してチップ 32 の剥離や脱落を生じ難くできるので、外側電極 30 の耐久性を向上できる。

【0032】

ここで、距離 L_1 , L_2 , L_3 の合計 $L_1 + L_2 + L_3$ が、チップ 32 の長さ L の 0.4 倍よりも小さくなるにつれて、溶接部 80 の接合強度が低下する傾向がみられる。一方、距離 L_1 , L_2 , L_3 の合計 $L_1 + L_2 + L_3$ が、チップ 32 の長さ L の 0.8 倍よりも大きくなるにつれて、熱応力で溶接部 80 が剥離し易くなる傾向がみられる。本実施の形態によれば、距離 L_1 , L_2 , L_3 の合計 $L_1 + L_2 + L_3$ が、チップ 32 の長さ L の 0.4 倍 ~ 0.8 倍に設定されるので、熱応力による溶接部 80 の剥離を抑制しつつ接合強度を確保できる。

【0033】

次に図 4 及び図 5 を参照して第 2 実施の形態について説明する。第 1 実施の形態では、互いに略平行に配置された凸部 37 を備えるチップ 32 を用いた外側電極 30 について説明した。これに対し第 2 実施の形態では、アヤ目を凸部 91 とするチップ 90 を用いる場合について説明する。なお、第 1 実施の形態で説明した部分と同一の部分については、同一の符号を付して以下の説明を省略する。

【0034】

図 4 (a) は第 2 実施の形態におけるスパークプラグのチップ 90 の平面図であり、図 4 (b) はチップ 90 の正面図であり、図 4 (c) はチップ 90 の底面図であり、図 4 (d) はチップ 90 の側面図である。

【0035】

チップ 90 は、貴金属または貴金属を主成分とする合金で形成された直方体状の部材である。チップ 90 は、頂面 33 の反対側の矩形状の底面 36 に複数の凸部 91 が設けられている。本実施の形態では凸部 91 は、転造や切削等により溝 92 が形成されて得られるアヤ目のローレット目である。ローレット加工によって凸部 91 を簡易に形成できる。

【0036】

図 5 を参照して外側電極 93 について説明する。図 5 (a) は外側電極 93 の平面図であり、図 5 (b) は図 5 (a) の矢印 $V_b - V_b$ 線 (接合面 38 の長手方向) における外側電極 93 の断面図である。図 5 (a) 及び図 5 (b) は電極母材 31 の長手方向 (矢印 L 方向) の図示が省略されており、図 5 (b) は電極母材 31 の厚さ方向の図示が省略さ

10

20

30

40

50

れている。チップ90は、第1実施の形態で説明したスパークプラグ10のチップ32に代えて電極母材31に接合される。

【0037】

図5(a)に示すようにチップ90は、電極母材31の長手方向(矢印L方向)に長手方向に沿わせて、電極母材31の接合面38(図5(b)参照)に抵抗溶接によって接合されている。図5(b)に示すようにチップ90は溶接部94によって電極母材31に接合されている。溶接部94は、チップ90及び電極母材31が溶融した部位である。凸部91は溝92に対して突出しているため、抵抗溶接によって溶接部94を形成すると、溝92によって、隣り合う凸部91間の接合面38上に空洞95が形成される。

【0038】

溶接部94は接合面38上に空洞95が形成されることにより、接合面38上で溶接部94はn個(nは2以上の整数)に分割される。本実施の形態では溶接部94は3個に分割されている。溶接部94の接合面38上の連続した距離L1~Lnは、いずれも0.5mm以下に設定され、且つ、距離L1~Lnの合計はチップ90の端から端までの長さLの0.4倍から0.8倍までの範囲に設定される。これにより、第1実施の形態と同様の作用効果を実現できる。

【0039】

また、チップ90の底面36に凸部91(ローレット目)が面方向に均等に配置されるため、接合面38に溶接部94を均等に配置できる。その結果、溶接部94に生じる熱応力を均等に分散できるため、チップ90の剥離等を抑制する効果を向上できる。

【0040】

次に図6を参照して第3実施の形態について説明する。第1実施の形態および第2実施の形態では、一体化されたチップ32, 90を外側電極30, 93の電極母材31に配置する場合について説明した。これに対し第3実施の形態では、複数の分割チップ102によってチップ101を構成する場合について説明する。なお、第1実施の形態で説明した部分と同一の部分については、同一の符号を付して以下の説明を省略する。

【0041】

図6(a)は第3実施の形態におけるスパークプラグの外側電極100の平面図であり、図6(b)は図6(a)の矢印VIb-VIb線における外側電極100の断面図である。図6(a)は電極母材31の長手方向(矢印L方向)の図示が省略されており、図6(b)は電極母材31の長手方向および厚さ方向の図示が省略されている。

【0042】

図6(a)に示すように外側電極100は、複数の分割チップ102からなるチップ101が、電極母材31に配置されている。本実施の形態では、分割チップ102は貴金属を主成分とする合金または貴金属で形成された半径0.1mm~0.3mm程度の球体である。複数の分割チップ102は、平面視におけるチップ101の形状が全体として略矩形となるように電極母材31の接合面38(図6(b)参照)に、積み重ならないようにほぼ緻密に配列されている。分割チップ102は方向性のない球体なので、分割チップ102で構成されるチップ101の領域を規制すれば、電極母材31の上へ分割チップ102を簡易に配列できる。

【0043】

接合面38は、分割チップ102の配列によって作られるチップ101を電極母材31の表面に投影した投影面(チップ101の外形を表す面)である。本実施の形態では、分割チップ102は抵抗溶接によって電極母材31に接合されている。接合面38に正対したときの、隣り合う分割チップ102間の最大空間距離L4(分割チップ102を接合面38に投影したときの接合面38上にできる投影面の分割チップ102間の最大距離)は、0.3mm以下に設定されている。

【0044】

図6(b)は、接合面38の長手方向(矢印VIb-VIb線の伸長方向)におけるチップ101及び電極母材31の断面図である。分割チップ102は溶接部103によって

10

20

30

40

50

電極母材 3 1 (接合面 3 8) に接合されている。溶接部 1 0 3 は、分割チップ 1 0 2 及び電極母材 3 1 が溶融した部位であり、分割チップ 1 0 2 毎に形成されている。隣り合う分割チップ 1 0 2 間に、接合面 3 8 上で溶接部 1 0 3 を分断する空洞 1 0 4 が形成されている。空洞 1 0 4 は、分割チップ 1 0 2 が互いに突き当たることによって形成される、溶接部 1 0 3 を形成できない領域である。

【 0 0 4 5 】

溶接部 1 0 3 は、接合面 3 8 上に空洞 1 0 4 が形成されることにより、接合面 3 8 上で溶接部 1 0 3 は n 個 (n は 2 以上の整数) に分割される。溶接部 1 0 3 の接合面 3 8 上の連続した距離 $L_1 \sim L_n$ (図 6 (b) では L_1, L_2, L_3 と表記) は、いずれも 0 . 5 mm 以下に設定され、且つ、距離 $L_1 \sim L_n$ の合計はチップ 1 0 1 の端から端までの長さ L の 0 . 4 倍から 0 . 8 倍までの範囲に設定される。これにより、第 1 実施の形態と同様の作用効果を実現できる。

10

【 0 0 4 6 】

分割チップ 1 0 2 間の最大空間距離 L_4 は 0 . 3 mm 以下に設定されるので、分割チップ 1 0 2 間の電極母材 3 1 (L_4 の領域) と中心電極 5 0 との間で火花放電を生じ難くできる。その結果、電極母材 3 1 の火花消耗を抑制しつつ、熱応力や振動等によるチップの剥離や脱落を生じ難くできるので、外側電極の耐久性を向上できる。

【 0 0 4 7 】

次に図 7 を参照して第 4 実施の形態について説明する。第 1 実施の形態から第 3 実施の形態では、抵抗溶接によってチップ 3 2 , 9 0 , 1 0 1 を電極母材 3 1 に接合する場合について説明した。これに対し第 4 実施の形態では、レーザ溶接によってチップ 1 1 1 (分割チップ 1 1 2) を電極母材 3 1 に接合する場合について説明する。なお、第 1 実施の形態で説明した部分と同一の部分については、同一の符号を付して以下の説明を省略する。

20

【 0 0 4 8 】

図 7 (a) は第 4 実施の形態におけるスパークプラグの外側電極 1 1 0 の平面図であり、図 7 (b) は図 7 (a) の矢印 $V I I b - V I I b$ 線における外側電極 1 1 0 の断面図である。図 7 (a) は電極母材 3 1 の長手方向 (矢印 L 方向) の図示が省略されており、図 7 (b) は電極母材 3 1 の厚さ方向の図示が省略されている。外側電極 1 1 0 は、第 1 実施の形態で説明したスパークプラグ 1 0 の外側電極 3 0 に代えて主体金具 2 0 に接合される。

30

【 0 0 4 9 】

図 7 (a) に示すように外側電極 1 1 0 は、複数の分割チップ 1 1 2 からなるチップ 1 1 1 が、電極母材 3 1 に配置されている。本実施の形態では、分割チップ 1 1 2 は貴金属を主成分とする合金または貴金属で形成された略四角柱状の部材である。複数の分割チップ 1 1 2 は、平面視におけるチップ 1 1 1 の形状が全体として略方形となるように電極母材 3 1 の接合面 3 8 (図 7 (b) 参照) に配列されている。

【 0 0 5 0 】

接合面 3 8 は、分割チップ 1 1 2 の配列によって作られるチップ 1 1 1 を電極母材 3 1 の表面に投影した投影面 (チップ 1 1 1 の外形を表す面) である。本実施の形態では、分割チップ 1 1 2 はレーザ溶接によって電極母材 3 1 に接合されている。接合面 3 8 に正対したときの、隣り合う分割チップ 1 1 2 間の最大空間距離 L_4 (分割チップ 1 1 2 を接合面 3 8 に投影したときの接合面 3 8 上にできる投影面の分割チップ 1 1 2 間の最大距離) は、0 . 3 mm 以下に設定されている。これにより第 3 実施の形態と同様に、電極母材 3 1 (L_4 の領域) の火花消耗を抑制できる。

40

【 0 0 5 1 】

図 7 (b) は、接合面 3 8 の長手方向 (矢印 $V I I b - V I I b$ 線の伸長方向) におけるチップ 1 1 1 及び電極母材 3 1 の断面図である。接合面 3 8 は形状が略方形なので、接合面 3 8 の長手方向は、電極母材 3 1 の長手方向 (図 7 (a) 矢印 L 方向) と同一方向としても良いし、電極母材 3 1 の短手方向 (矢印 L 方向と直交する方向) と同一方向としても良い。本実施の形態では、電極母材 3 1 の短手方向を接合面 3 8 の長手方向とした。

50

【0052】

分割チップ112は、分割チップ112の断面積に比べて底面（接合面38に接する面）の面積を削減する傾斜面113が、底面と側面との間に形成されている。分割チップ112は、溶接部114によって電極母材31に接合されている。溶接部114は、電極母材31及び分割チップ112が溶融する部位であり、分割チップ112毎に形成されている。溶接部114は電極母材31が溶融した溶融部115に連続している。溶融部115は、電極母材31の背面側から照射されたレーザ光によって電極母材31が溶融した部位であり、電極母材31の接合面38の背面側に形成されている。分割チップ112の傾斜面113は電極母材31と接合されないため、溶接部114は、隣り合う分割チップ112間に、接合面38に接する空洞116が形成されている。

10

【0053】

なお、図7(b)では理解を容易にするために溶接部114と溶融部115とを区別して示した（ハッチングを異ならせた）が、実際は溶接部114と溶融部115とは連続している。溶接部114は、溶融部115に比べて、分割チップ112が溶融した貴金属の濃度が高いが、溶接部114と溶融部115との明確な境界は存在しない。

【0054】

溶接部114は、接合面38上に空洞116が形成されることにより、接合面38上で溶接部114は3個に分割される。溶接部114の接合面38上の連続した距離L1~L3は、いずれも0.5mm以下に設定され、且つ、距離L1~L3の合計はチップ111の端から端までの長さLの0.4倍から0.8倍までの範囲に設定される。これにより、第3実施の形態と同様の作用効果を実現できる。

20

【実施例】

【0055】

本発明を実施例によりさらに詳しく説明するが、本発明はこの実施例に限定されるものではない。

【0056】

< 実験例1~20 >

第1実施の形態で説明したスパークプラグ10と同様に、実験例1~20における供試体を製造した。供試体は、ねじ部の呼びがM12のスパークプラグである。中心電極は、脚部の先端に直径0.6mmの円柱状のイリジウム製のチップを抵抗溶接により接合した。

30

【0057】

外側電極のチップはプラチナ製の直方体状であり、チップは幅1mm、長さ1.5mm、厚さ0.4mmである。チップの幅方向に延びる溝を底面に1~3箇所形成し、種々の溝によって隔てられた互いに平行な同一長さの凸部が形成された19種類のチップを準備した。

【0058】

インコネル（登録商標）600で作られた電極母材にチップの凸部を押し付け、抵抗溶接により電極母材にチップを接合して、種々の外側電極を備える実験例1~19における供試体を得た。これらの供試体は、電極母材の接合面とチップの溝底との間に0.2mmの隙間が形成されている。これとは別に、溝および凸部が形成されていないチップを準備し、そのチップの底面（幅1mm、長さ1.5mm）を電極母材に押し付けて抵抗溶接し、実験例20における供試体を得た。

40

【0059】

ターボチャージャー付エンジン（排気量1.5L）に実験例1~20における供試体をそれぞれ取り付け、90秒間のアイドル回転数と90秒間の毎分6000回転数（フルスロットル）とにエンジンの回転数を設定する試験を1サイクルとして、それを1000サイクル繰り返す試験を行った。

【0060】

試験後、エンジンから供試体を取り外し、長手方向のチップ及び電極母材の断面観察を

50

行い、剥離したチップの長さの割合（酸化スケールの長さ／溶接部の接合面上の連続した距離）を測定し判定した。なお、酸化スケールの長さは、観察した断面の中に存在する酸化スケールのうち、最長のものを採用した。判定は、剥離したチップの長さの割合が30%未満のものを「優れている（○）」、30%以上50%未満のものを「良い（△）」、50%以上70%未満のものを「やや劣る（◇）」、70%以上のものを「劣る（×）」とした。

【0061】

表1は、溶接部の接合面上の連続した距離（mm）、溶接部の数（個）、接合面上の空洞の全長（mm）、空洞の数（個）、チップの長さに対する溶接部の距離の合計の割合（「溶接部の割合」と表記）、酸化スケールの長さ／溶接部の接合面上の連続した距離（「スケール割合（%）」と表記）及び判定の一覧表である。なお、溶接部の接合面上の連続した距離（L1～Ln）は凸部の長さによって決まり、空洞の数および全長は溝の数および全長によって決まる。

10

【0062】

【表1】

	溶接部		空洞		溶接部の割合	スケール割合 (%)	判定
	距離 (mm)	数 (個)	全長 (mm)	数 (個)			
実験例1	0.2	2	1.1	1	0.27	60	△
実験例2	0.3	2	0.9	1	0.40	45	○
実験例3	0.4	2	0.7	1	0.53	40	○
実験例4	0.5	2	0.5	1	0.67	38	○
実験例5	0.6	2	0.3	1	0.80	65	△
実験例6	0.7	2	0.1	1	0.93	68	△
実験例7	0.1	3	1.2	1	0.20	65	△
実験例8	0.15	3	1.05	2	0.30	62	△
実験例9	0.2	3	0.9	2	0.40	38	○
実験例10	0.3	3	0.6	2	0.60	35	○
実験例11	0.4	3	0.3	2	0.80	38	○
実験例12	0.45	3	0.15	2	0.90	40	○
実験例13	0.05	4	1.3	3	0.13	60	△
実験例14	0.1	4	1.1	3	0.27	65	△
実験例15	0.15	4	0.9	3	0.40	35	○
実験例16	0.2	4	0.7	3	0.53	32	○
実験例17	0.25	4	0.5	3	0.67	33	○
実験例18	0.3	4	0.3	3	0.80	40	○
実験例19	0.35	4	0.1	3	0.93	42	○
実験例20	1.5	1	0	0	1	70	×

20

30

表1によれば、溶接部に空洞を有する実験例1～19は、チップの底面の全てが溶接された（溶接部に空洞を有しない）実験例20に比べて、チップを剥離し難くできることが確認された。特に、溶接部の距離が0.5mm以下であり、且つ、溶接部の距離の合計がチップの長さの0.4倍から0.8倍である実験例2～4, 9～11, 15～18は、いずれも判定が「良い（○）」であることが確認された。これらの実験例によればチップの剥離を抑制できるので、外側電極の耐久性を向上できることが明らかである。

40

【0063】

<実験例21～26>

実験例16のチップに準じたチップを溝の位置でそれぞれ幅方向に切断し、チップを4分割して、幅1mm、長さ0.35mm、厚さ0.4mmの同一寸法の分割チップを作成した。分割チップは、幅1mm、長さ0.2mmの凸部がそれぞれ形成されている。

50

【 0 0 6 4 】

インコネル（登録商標）600で作られた電極母材に、凸部が互いに平行になるように分割チップを4つ並べ、凸部を電極母材に押し付けて、抵抗溶接により電極母材に分割チップを接合した。電極母材に分割チップを並べるときに、隣り合う分割チップの最大空間距離（隙間）を異ならせることによって、実験例21～26における供試体を得た。これらの供試体は、電極母材の接合面と分割チップの底面との間に0.2mmの隙間が形成されている。

【 0 0 6 5 】

実験例1～20の試験を実施したエンジンに実験例21～26における供試体をそれぞれ取り付け、同じ1000サイクルの試験を行った。試験後、エンジンから供試体を取り外し、分割チップ間の隙間の電極母材（接合面）を観察し、電極母材に火花放電が生じた放電痕がないかどうかを確認した。次いで、4つの分割チップ及び電極母材の断面観察を行い、剥離した分割チップの長さの割合（酸化スケールの長さ/溶接部の接合面上の連続した距離）を測定した。

【 0 0 6 6 】

なお、酸化スケールの長さは、観察した断面の中に存在する酸化スケールのうち、最長のものを採用した。判定は、酸化スケールが基準を満たしていても、放電痕が有るものは「劣る（×）」とした。表2は、溶接部の接合面上の連続した距離（mm）、溶接部の数（個）、分割チップ間の最大空間距離（空間距離（mm）と表記）、酸化スケールの長さ/溶接部の接合面上の連続した距離（「スケール割合（％）」と表記）、電極母材の放電痕の有無および判定の一覧表である。比較のために、実験例16の結果も表2に記載した。

【 0 0 6 7 】

【表2】

	溶接部		空洞 の数 (個)	空間 距離 (mm)	スケール 割合 (%)	放電痕 の有無	判定
	距離 (mm)	数 (個)					
実験例21	0.2	4	3	<0.1	32	なし	○
実験例22	0.2	4	3	0.1	25	なし	◎
実験例23	0.2	4	3	0.2	25	なし	◎
実験例24	0.2	4	3	0.3	24	なし	◎
実験例25	0.2	4	3	0.4	21	有り	×
実験例26	0.2	4	3	0.5	20	有り	×
実験例16	0.2	4	3	—	32	—	○

表2によれば、分割チップ間の最大空間距離が0.1～0.3mmである実験例22～24は、電極母材に放電痕が見られなかった。さらに実験例22～24は、実験例16に比べてチップをより剥離し難くできることが確認された。チップの分割によって、熱応力をより低減できるからであると推察される。実験例22～24は、チップの剥離を抑制できると共に電極母材の火花消耗も抑制できると推察されるので、外側電極の耐久性を向上できることが明らかである。

【 0 0 6 8 】

これらの実施例によれば、長さが1.5mm以上のチップ（複数の分割チップを並べて全体の長さが1.5mm以上になったチップを含む）であっても、連続した距離が0.5mm以下の溶接部を複数設けることによって、チップを剥離し難くできることが確認された。

【 0 0 6 9 】

以上、実施の形態に基づき本発明を説明したが、本発明は上記実施の形態に何ら限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で種々の改良変形が可能であること

は容易に推察できるものである。

【 0 0 7 0 】

上記各実施の形態では理解を容易にするため、接合面 3 8 の空洞 8 1 , 9 5 , 1 0 4 , 1 1 6 は、チップ 3 2 , 9 0 , 1 0 1 , 1 1 1 と電極母材 3 1 とが非接触の場合について説明したが、必ずしもこれに限られるものではない。空洞は、チップと電極母材とが接合されていなければ熱応力を緩和する機能を果たすので、当然に、空洞はチップと電極母材とが接触する形態（例えば底面 3 6 や溝 9 2 と接合面 3 8 との距離がほぼ 0 であるもの）も含まれる。

【 0 0 7 1 】

上記第 1 実施の形態および第 2 実施の形態では、チップ 3 2 , 9 0 に凸部 3 7 , 9 1 を設けて接合面 3 8 に空洞 8 1 , 9 5 を設ける場合について説明したが、必ずしもこれに限られるものではない。チップをレーザ溶接によって電極母材 3 1 に接合する場合には、例えばエネルギー密度を変化させながら、電極母材 3 1 の背面側から接合面 3 8 上にレーザ光を走査することによって、凸部 3 7 , 9 1 を形成しなくてもチップの底面に溶接部と空洞とを形成することは当然可能である。

10

【 0 0 7 2 】

上記第 2 実施の形態では、アヤ目のローレット加工が施されたチップ 9 0 について説明したが、必ずしもこれに限られるものではなく、平目や斜めのローレット加工をチップに施すことは当然可能である。また、ローレット加工によって規則正しく凸部を形成する必要はなく、傷付け加工によって凸部を不規則に設けることは当然可能である。

20

【 0 0 7 3 】

上記第 3 実施の形態および第 4 実施の形態では、同一寸法の分割チップ 1 0 2 , 1 1 2 を用いる場合について説明したが、必ずしもこれに限られるものではなく、分割チップの寸法は適宜設定できる。

【 0 0 7 4 】

上記各実施の形態では、平面視において（接合面 3 8 に正対して）略矩形状や略方形状にチップ 3 2 , 9 0 , 1 0 1 , 1 1 1 が配置される場合について説明したが、必ずしもこれに限られるものではない。チップの形状は平面視において円形、楕円形、長円など適宜設定できる。チップの形状が平面視において楕円形や長円などの場合には、接合面 3 8 の長手方向における断面とは、楕円や長円の長径方向の断面を意味する。チップの形状が平面視において円形の場合には、接合面 3 8 の長手方向における断面とは、円の中心を通る断面を意味する。

30

【 0 0 7 5 】

なお、上記の各実施形態は、それぞれ、他の実施形態が有する構成の一部または複数部分を、その実施形態に追加し或いはその実施形態の構成の一部または複数部分と交換等することにより、その実施形態を変形して構成するようにしても良い。

【 0 0 7 6 】

例えば、上記第 1 実施の形態から第 3 実施の形態では抵抗溶接によって溶接部 8 0 , 9 4 , 1 0 3 を形成したが、第 4 実施の形態で説明したように、電極母材 3 1 の背面側からチップ 3 2 , 9 0 側や分割チップ 1 1 2 側に向かってレーザ溶接を行うことによって溶接部を形成することは当然可能である。また、チップ 3 2 , 9 0 側や分割チップ 1 1 2 側から電極母材 3 1 側に向かってレーザ溶接を行うことによって溶接部を形成することも可能である。同様に、第 4 実施の形態で説明した分割チップ 1 1 2 を抵抗溶接によって電極母材 3 1 に接合することは当然可能である。

40

【 符号の説明 】

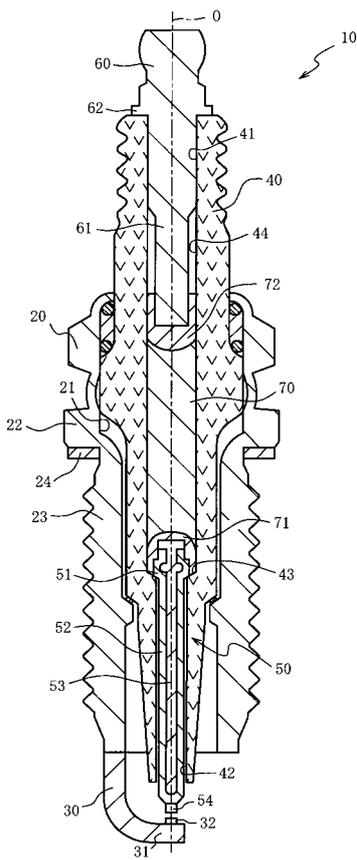
【 0 0 7 7 】

- 1 0 スパークプラグ
- 3 0 , 9 3 , 1 0 0 , 1 1 0 外側電極
- 3 1 電極母材
- 3 2 , 9 0 , 1 0 1 , 1 1 1 チップ

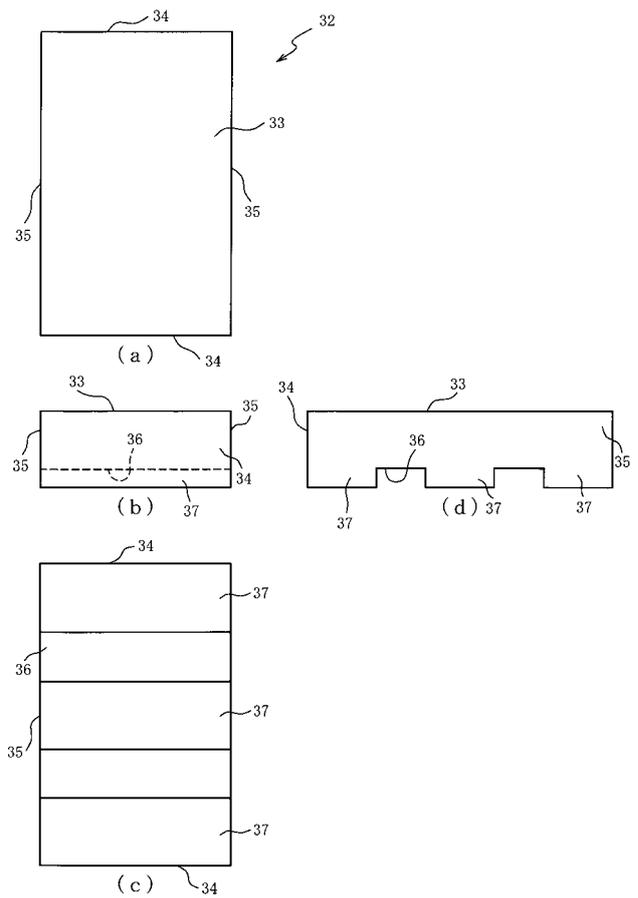
50

- 38 接合面
- 50 中心電極
- 80, 94, 103, 114 溶接部
- 81, 95, 104, 116 空洞
- 102, 112 分割チップ

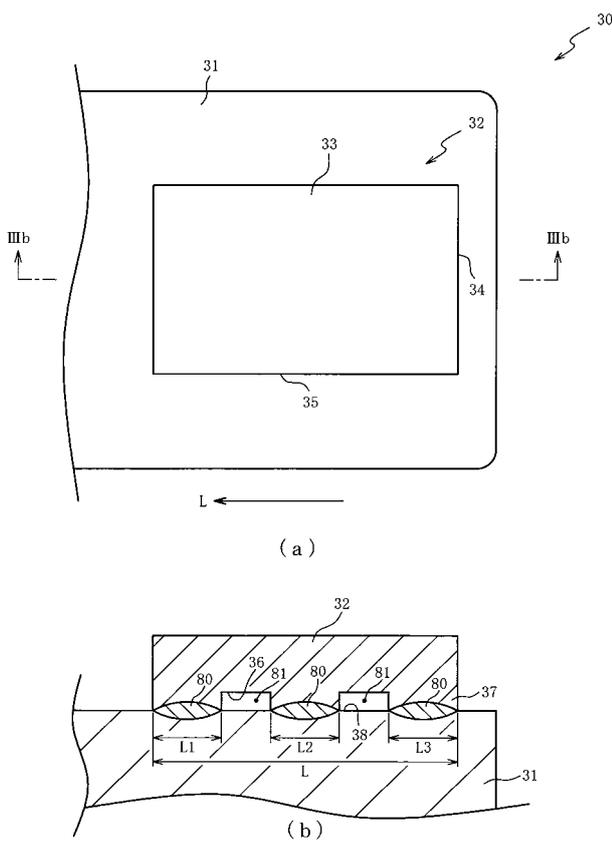
【図1】



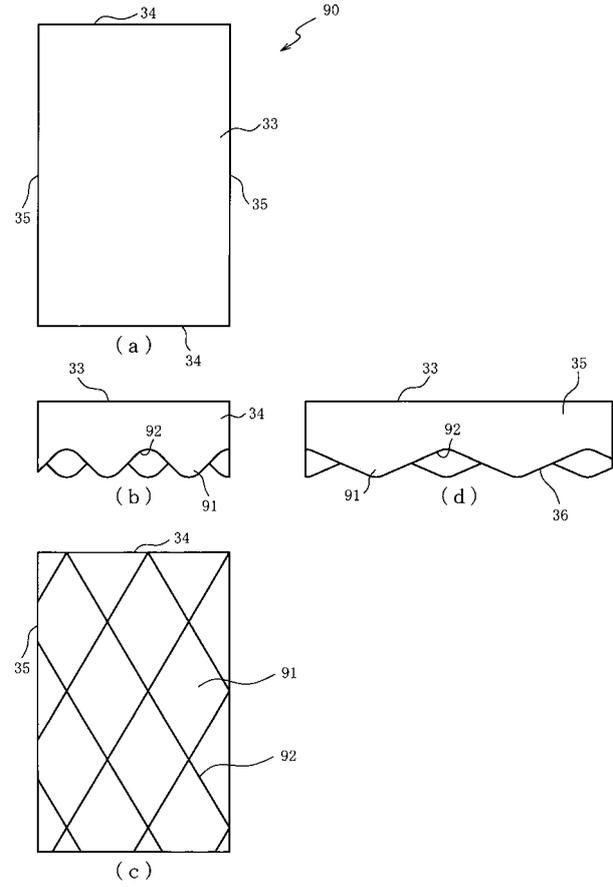
【図2】



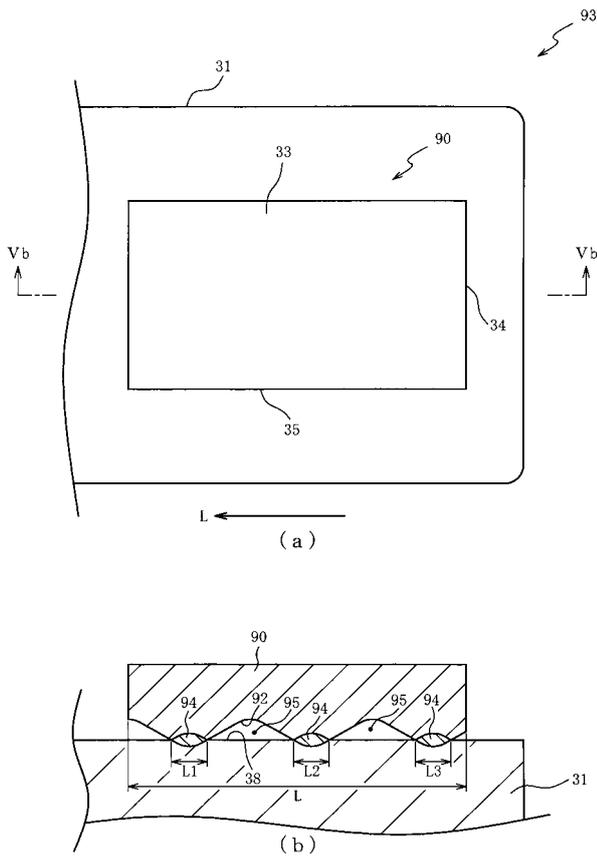
【 図 3 】



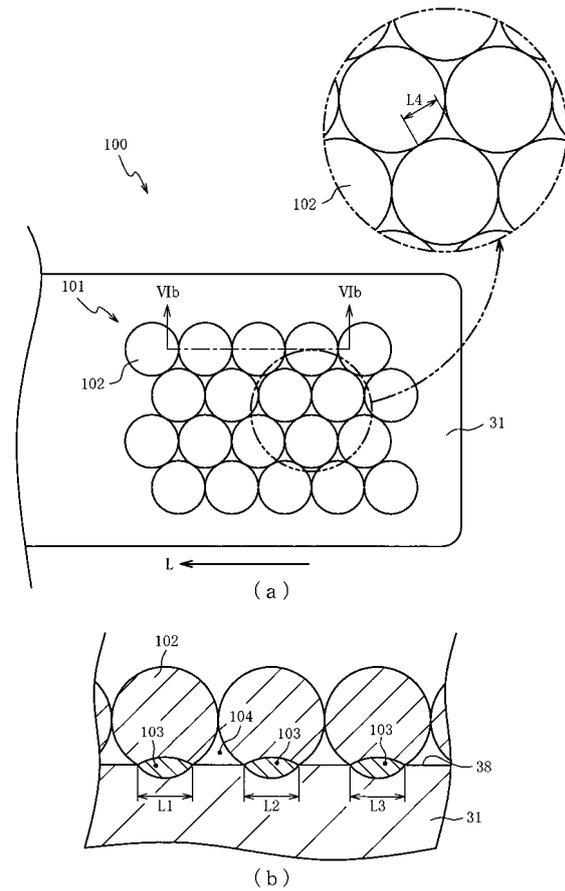
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】

