

(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2019-190878

(P2019-190878A)

(43) 公開日 令和1年10月31日(2019.10.31)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G O 1 N 21/88 (2006.01)	G O 1 N 21/88 J	2 G O 5 1
B 2 3 K 31/00 (2006.01)	B 2 3 K 31/00 K	5 H 6 1 5
H O 2 K 15/04 (2006.01)	H O 2 K 15/04 E	
	H O 2 K 15/04 A	

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2018-80843 (P2018-80843)	(71) 出願人	000003207
(22) 出願日	平成30年4月19日 (2018.4.19)		トヨタ自動車株式会社
			愛知県豊田市トヨタ町1番地
		(74) 代理人	100103894
			弁理士 冢入 健
		(72) 発明者	大矢 英詞
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	鈴木 敦
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		Fターム(参考)	2G051 AA90 AB02 AB14 BA01 BA04
			BB01 CA04 CB02 CC07
			5H615 AA01 BB07 BB14 PP01 PP14
			QQ03 QQ06 QQ12 SS16 SS57

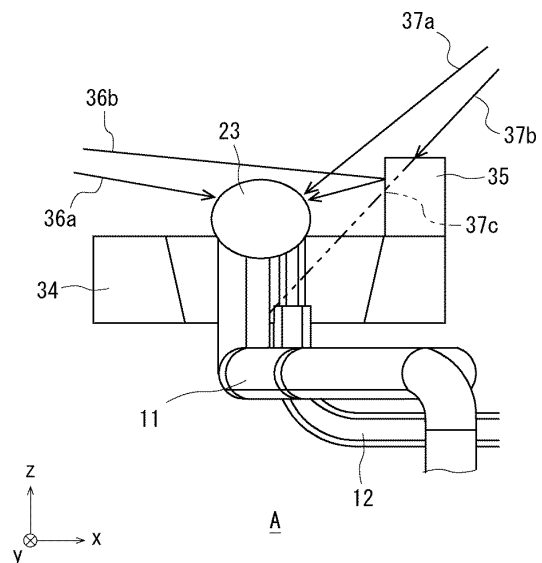
(54) 【発明の名称】 溶接品質検査装置

(57) 【要約】

【課題】溶接玉の品質をより正確に判定できる溶接品質検査装置を提供すること。

【解決手段】本発明に係る溶接品質検査装置30は、ステータコアに組み込まれた第1セグメントコイル11の第1コイルエンド21と、ステータコアに組み込まれた第2セグメントコイル12の第2コイルエンド22と、を溶接して形成された溶接玉23の品質を検査する溶接品質検査装置30であって、溶接玉23に光を照射する照射部と、第1セグメントコイル11または第2セグメントコイル12の少なくともいずれか一方に対する照射部からの光路を遮る遮光壁35と、溶接玉23を撮像して画像データを生成する撮像部と、画像データに基づいて溶接玉23の品質を判定する判定部と、を備える。

【選択図】図6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ステータコアに組み込まれた第 1 セグメントコイルの第 1 コイルエンドと、前記ステータコアに組み込まれた第 2 セグメントコイルの第 2 コイルエンドと、を溶接して形成された溶接玉の品質を検査する溶接品質検査装置であって、

前記溶接玉に光を照射する照射部と、

前記第 1 セグメントコイルまたは前記第 2 セグメントコイルの少なくともいずれか一方に対する前記照射部からの光路を遮る遮光壁と、

前記溶接玉を撮像して画像データを生成する撮像部と、

前記画像データに基づいて前記溶接玉の品質を判定する判定部と、を備える、

10

溶接品質検査装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、溶接品質検査装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

例えばステータコアのセグメントコイルのコイルエンド同士を溶接して溶接玉を形成し、各セグメントコイル同士を導通させる場合、当該溶接玉が正常に形成されていないと、電気抵抗が増大するなどの支障が生じるおそれがある。特許文献 1 には、溶接玉を撮像し、当該溶接玉の接合長さや溶け込み深さを解析することで、当該溶接玉に欠陥が生じているか否かを判定する溶接品質検査装置が開示されている。

20

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特開 2014 - 238387 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

特許文献 1 に記載の装置は、撮像した溶接玉の画像データに基づいて、当該溶接玉の形状を解析する。したがって、溶接玉をより鮮明に撮像することでその形状を正確に検出し、溶接玉の品質をより正確に判定したいという要請があった。

30

【0005】

本発明は、このような事情に鑑みなされたものであり、溶接玉の品質をより正確に判定できる溶接品質検査装置を提供するものである。

【課題を解決するための手段】**【0006】**

本発明に係る溶接品質検査方法は、ステータコアに組み込まれた第 1 セグメントコイルの第 1 コイルエンドと、前記ステータコアに組み込まれた第 2 セグメントコイルの第 2 コイルエンドと、を溶接して形成された溶接玉の品質を検査する溶接品質検査装置であって、前記溶接玉に光を照射する照射部と、前記第 1 セグメントコイルまたは前記第 2 セグメントコイルの少なくともいずれか一方に対する前記照射部からの光路を遮る遮光壁と、前記溶接玉を撮像して画像データを生成する撮像部と、前記画像データに基づいて前記溶接玉の品質を判定する判定部と、を備えることを、特徴としたものである。

40

【0007】

このような構成においては、遮光壁が、第 1 セグメントコイルまたは第 2 セグメントコイルの少なくともいずれか一方に対する照射部からの光路を遮る。このため、第 1 セグメントコイルまたは第 2 セグメントコイルからの反射光が画像内に写りこむことを抑制し、溶接玉をより鮮明に撮像することができる。したがって、溶接玉の品質をより正確に判定することができる。

50

【発明の効果】

【0008】

本発明により、溶接玉の品質をより正確に判定できる溶接品質検査装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】回転電機の断面図である。

【図2】ステータの斜視図である。

【図3】ステータの部分斜視図である。

【図4A】溶接されていないセグメントコイルのコイルエンドを示す図である。

10

【図4B】溶接されたセグメントコイルのコイルエンドを示す図である。

【図5】溶接品質検査装置の側面図である。

【図6】図5で示された溶接玉の付近の領域の部分拡大図である。

【図7】遮光壁が設けられているときの、溶接玉の画像データの例である。

【図8】図7の画像データに基づいて溶接玉の輪郭を検出した例である。

【図9】遮光壁が設けられていないときの、溶接玉の画像データの例である。

【図10】図9の画像データに基づいて溶接玉の輪郭を検出した例である。

【図11A】遮光壁の一例を示す斜視図である。

【図11B】遮光壁の一例を示す斜視図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明を適用した具体的な実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。ただし、本発明が以下の実施形態に限定される訳ではない。また、説明を明確にするため、以下の記載および図面は、適宜、簡略化されている。

【0011】

本発明に係る溶接品質検査装置は、例えば、回転電機のステータコアに組み込まれた2つのセグメントコイルのコイルエンドを溶接して形成された溶接玉の品質を検査する装置である。

図1は、三相交流電動機である回転電機1の断面図である。図1に示すように、回転電機1は、ハウジング2と、固定子3（ステータ）と、回転子4と、一对の軸受5と、を備える。固定子3は、ハウジング2に収容されている。

30

回転子4は、固定子3の内周側に配置されると共に、一对の軸受5を介してハウジング2に回転自在に支持されている。回転子4は、永久磁石を備えることで、例えば8極の磁極を有する。

【0012】

図2は、固定子3の斜視図である。図1及び図2に示すように、固定子3は、固定子鉄心6（ステータコア）と、三相の固定子コイル7と、複数の絶縁紙8と、を備える。

固定子鉄心6は、複数の電磁鋼板を積層させて筒状に形成されている。固定子鉄心6には、複数のスロット9（巻線収容空間）が形成されている。

複数のスロット9は、固定子鉄心6の周方向に等間隔に形成されている。各スロット9は、固定子鉄心6の中心軸方向に沿って細長く形成されている。

40

固定子巻線10からはU字状の第1セグメントコイル11と第2セグメントコイル12が複数形成されている。三相の固定子コイル7は、形成された複数の第1セグメントコイル11と第2セグメントコイル12のコイルエンド同士とを溶接により接合することで形成されている。固定子巻線10は、導体部と導体部を覆う絶縁皮膜部によって構成されている。導体部は、典型的には銅である。絶縁皮膜部は、例えば、フッ素、ナイロン、ポリアミドイミド、ポリフェニレンサルファイドである。

【0013】

図3は、固定子3の部分拡大図である。第1コイルエンド21は、第1セグメントコイル11のうち、図3に示すようにスロット9外に位置する部分である。第2コイルエンド

50

22は、第2セグメントコイル12のうち、図3に示すようにスロット9の外に位置する部分である。本実施形態において、第1コイルエンド21及び第2コイルエンド22は、断面八角形状に形成されている。

【0014】

図4Aは、第1セグメントコイル11の第1コイルエンド21と、第2セグメントコイル12の第2コイルエンド22と、が固定子鉄心6の径方向において若干の隙間を空けて向かい合っている様子を示す図である。この状態で第1コイルエンド21と第2コイルエンド22とを同時に加熱すると、図4Bに示すように、第1コイルエンド21と第2コイルエンド22とを接合する溶接玉23が形成される。この溶接玉23が、第1コイルエンド21と第2コイルエンド22とを互いに導通させる。

10

【0015】

図5は、本実施形態に係る溶接品質検査方法を行う溶接品質検査装置30を示す平面図である。本実施形態に係る溶接品質検査装置30は、制御部31と、カメラ32と、照明33a~33cと、反射板34と、遮光壁35と、を備える。なお、図面の便宜上、図5には固定子鉄心6の一部分のみを図示している。

なお、当然のことながら、図5及びその他の図面に示した右手系xyz座標は、構成要素の位置関係を説明するための便宜的なものである。通常、z軸正方向が鉛直上向き、xy平面が水平面であり、図面間で共通である。本実施形態においては、固定子鉄心6の外側から中心に向かう方向をx軸正方向とする。また、第1コイルエンド21及び第2コイルエンド22が対向する部分はz軸正方向に延び、その端に溶接玉23が形成されているとする。

20

【0016】

カメラ32は、例えばCCD(Charge Coupled Device)カメラである。カメラ32は、検査対象である溶接玉23を上方(z軸正方向)から撮像する撮像部であって、溶接玉23の画像データを生成する。生成した画像データは、制御部31に出力される。

【0017】

照明33a、33bは、例えば青色の光を発する青色LED(light emitting diode)であり、溶接玉23に光を照射する照射部である。照明33aは、溶接玉23よりもx軸負方向側に設けられている。照明33aは、溶接玉23に対して実質的に水平方向または水平面からわずかに斜めの方向から青色光を照射するように配置される。具体的には、照明33aは、照射する青色光と水平面(xy平面)とのなす角度が20°以内になるように配置される。照明33bは、溶接玉23よりもx軸正方向側に設けられている。照明33bは、固定子鉄心6に光が遮られないようにして溶接玉23に光を照射する必要があるため、照明33aよりも水平面(xy平面)に対して大きな角度の方向から青色光を照射する。具体的には、照明33bは、水平面(xy平面)とのなす角度が30°~80°になるように配置される。照明33a、33bから溶接玉23に向かって照射された青色光は、溶接玉23で反射してカメラ32に届く。照明33a、33bの照射する青色光は第1セグメントコイル11及び第2セグメントコイル12の色と補色関係にある光であるため、カメラ32の撮像した画像において、溶接玉23の輪郭を浮き上がらせることができる。

30

40

【0018】

照明33cは、例えば赤色の光を発する赤色LEDであり、溶接玉23に光を照射する照射部である。照明33cは、溶接玉23を含むカメラ32の撮像領域に対して上方から赤色光を照射するように配置される。照明33cは、例えば、照射する赤色光とカメラ32の撮像方向(z軸負方向)とのなす角度が20°以内になるように配置される。照明33cが赤色光を溶接玉23に照射することで、照明33a、33bが照射した青色光の溶接玉23からの反射光をより浮かび上がらせることができる。

【0019】

反射板34は、例えば、青色の樹脂の板状部材であり、溶接玉23の下方(z軸負方向)に設けられている。反射板34には、溶接玉23の下部が収容できる凹み部が設けられ

50

ている。溶接玉 2 3 の光沢が多い場合であっても、溶接玉 2 3 の背部に設けられた反射板 3 4 で反射する青色光または赤色光の 2 次反射光や散乱光が溶接玉 2 3 に当たるため、溶接玉 2 3 の輪郭が抽出される。したがって、溶接玉 2 3 の画像を正確に安定して取得することができる。

【 0 0 2 0 】

制御部 3 1 は、例えば、中央演算処理器としての C P U (Central Processing Unit) と、読み書き自由の R A M (Random Access Memory)、読み出し専用の R O M (Read Only Memory) を備えている。そして、C P U が R O M に記憶されている品質検査プログラムを読み出して実行することで、品質検査プログラムは C P U などのハードウェアを機能させ、制御部 3 1 は溶接品質検査装置 3 0 の各部の動作を制御する。また、制御部 3 1 は、カメラ 3 2 の撮像した画像データに基づいて溶接玉 2 3 の品質を判定する判定部としての機能も有する。

10

【 0 0 2 1 】

遮光壁 3 5 は、例えば、平板形状を有した板状部材である。遮光壁 3 5 は、溶接玉 2 3 の x 軸正方向側に設けられており、第 1 セグメントコイル 1 1 または第 2 セグメントコイル 1 2 の少なくともいずれか一方に対する照明 3 3 b からの光路を遮るように設けられている。遮光壁 3 5 は、反射板 3 4 と一体に形成されていてもよい。また、本実施形態において、遮光壁 3 5 の x 軸負方向側の面は、青色光の反射率が高くなるように形成されている。具体的には、例えば、遮光壁 3 5 の x 軸負方向側の面は、鏡面加工されている。また、遮光壁 3 5 の x 軸負方向側の面以外の部分は、照明 3 3 b に対し、溶接玉 2 3 より下方側 (z 軸負方向側) への直接光を遮るように形成されている。

20

【 0 0 2 2 】

ここで、遮光壁 3 5 の機能について、図 6 ~ 図 1 0 を用いて詳細に説明する。図 6 は、図 5 で示された溶接玉 2 3 の付近の領域 A の部分拡大図である。図 6 には、溶接玉 2 3 、第 1 セグメントコイル 1 1 、第 2 セグメントコイル 1 2 、反射板 3 4 、遮光壁 3 5 、照明 3 3 a から照射される青色光 3 6 a 、 3 6 b 、及び照明 3 3 b から照射される青色光 3 7 a 、 3 7 b が示されている。また、図 6 に示される仮想光路 3 7 c は、遮光壁 3 5 が無いと仮定した場合の、青色光 3 7 b の光路である。

なお、図 6 において、第 1 セグメントコイル 1 1 は y 軸負方向側に張り出すように形成されており、第 2 セグメントコイル 1 2 は y 軸正方向側に張り出すように形成されている。

30

【 0 0 2 3 】

図 6 に示すように、青色光 3 6 a 、 3 7 a は、溶接玉 2 3 に直接照射される。また、青色光 3 6 b は、遮光壁 3 5 の x 軸負方向側の面に照射される。遮光壁 3 5 の x 軸負方向側の面は、青色光の反射率が高くなるように形成されているため、青色光 3 6 b は遮光壁 3 5 で反射し、溶接玉 2 3 に照射される。また、青色光 3 7 b は、遮光壁 3 5 の z 軸正方向側の面に照射される。遮光壁 3 5 の x 軸負方向側の面以外の部分は、照明 3 3 b (図 5 参照) に対し、溶接玉 2 3 より下方側 (z 軸負方向側) への直接光を遮るように形成されているため、青色光 3 7 b は溶接玉 2 3 より下方側には届かない。

したがって、カメラ 3 2 (図 5 参照) には、青色光 3 6 a 、 3 6 b 、 3 7 a の溶接玉 2 3 における反射光が入射する。

40

【 0 0 2 4 】

図 7 は、遮光壁 3 5 が設けられているときの、カメラ 3 2 が撮像した溶接玉 2 3 の画像データ 2 0 a の例である。画像データ 2 0 a の明るい部分は、カメラ 3 2 が受光した領域に対応する。画像データ 2 0 a の中央に明るく撮像されているのは溶接玉 2 3 である。また、溶接玉 2 3 の y 軸負方向側に暗く写っている線は、青色光 3 6 a 、 3 6 b 、 3 7 a の散乱光が第 1 セグメントコイル 1 1 に当たって生じた反射光 2 5 である。

【 0 0 2 5 】

遮光壁 3 5 が設けられているとき、青色光 3 6 b は遮光壁 3 5 で反射して溶接玉 2 3 の x 軸正方向側の部分に照射される (図 6 参照) 。このため、図 7 に示すように、溶接玉 2

50

3のx軸正方向側の側部24は明るく撮像される。

また、青色光37bは遮光壁35に遮られるため、第1セグメントコイル11に照射されない(図6参照)。このため、第1セグメントコイル11の反射光25の発生が抑制され、反射光25は暗く撮像されるか、または撮像されない。

すなわち、画像データ20aには、溶接玉23の側部24が明るく撮像され、かつ、反射光25が暗く撮像される。すなわち、画像データ20aにおいて、溶接玉23は鮮明に撮像される。

【0026】

図8は、制御部31が画像データ20aに基づいて溶接玉23の輪郭26を検出したときの様子を表す図である。上述した通り、画像データ20aには溶接玉23が鮮明に撮像されているため、制御部31は、溶接玉23の外周に沿って輪郭26を正しく検出することができる。

10

【0027】

一方、遮光壁35が設けられていない場合、図6に示すように、青色光36bは、遮光壁35で反射されないため溶接玉23に照射されない。また、青色光37bは、そのまま仮想光路37cに沿ってx軸負方向側に進入し、第1セグメントコイル11または第2セグメントコイル12に照射される。

したがって、この場合、カメラ32(図5参照)には、青色光36a、37aの溶接玉23における反射光と、青色光37bの第1セグメントコイル11または第2セグメントコイル12における反射光とが入射する。

20

【0028】

図9は、遮光壁35が設けられていないときの、カメラ32が撮像した溶接玉23の画像データ20bの例である。画像データ20bの明るい部分は、カメラ32が受光した領域に対応する。画像データ20bの中央に明るく撮像されているのは溶接玉23である。また、溶接玉23のy軸負方向側に明るく写っている線は、青色光36a、37aの散乱光や青色光37bが第1セグメントコイル11に当たって生じた反射光25である。

【0029】

遮光壁35が設けられていないとき、青色光36bは溶接玉23のx軸正方向側の部分に照射されない(図6参照)。このため、図7に示すように、溶接玉23のx軸正方向側の側部24は、遮光壁35が設けられているときに比べて暗く撮像される。

30

また、青色光37bは遮光壁35に遮られていないため、第1セグメントコイル11に照射される(図6参照)。このため、第1セグメントコイル11の反射光25が多く生じ、反射光25は明るく撮像される。

すなわち、画像データ20bには、溶接玉23の側部24が暗く撮像され、かつ、反射光25が明るく撮像される。すなわち、遮光壁35が設けられているときに比べて溶接玉23が不鮮明に撮像される。

【0030】

図10は、制御部31が画像データ20bに基づいて溶接玉23の輪郭26を検出したときの様子を表す図である。上述した通り、画像データ20bには溶接玉23が鮮明に撮像されていないため、制御部31は、溶接玉23と反射光25とを判別することが難しく、溶接玉23の外周から外れた部分に輪郭26を検出してしまう。

40

【0031】

以上で説明したように、遮光壁35を備えない場合は、制御部31は溶接玉23の輪郭26を正しく検出できない場合がある。しかし、遮光壁35を備える溶接品質検査装置30を用いることで、溶接玉23をより鮮明に撮像することができる。

したがって、本発明に係る溶接品質検査装置30は、溶接玉23の輪郭26をより正確に検出することができ、溶接玉23の品質をより正確に判定することができる。

【0032】

なお、本発明は上記の実施形態に限られたものではなく、趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更することが可能である。

50

例えば、遮光壁の形状は、図 1 1 A に示される遮光壁 3 5 a のように、一辺に切欠部 3 8 a を有する平板形状であってもよい。あるいは、図 1 1 B に示される遮光壁 3 5 b のように、開口部 3 8 b を有する平板形状であってもよい。

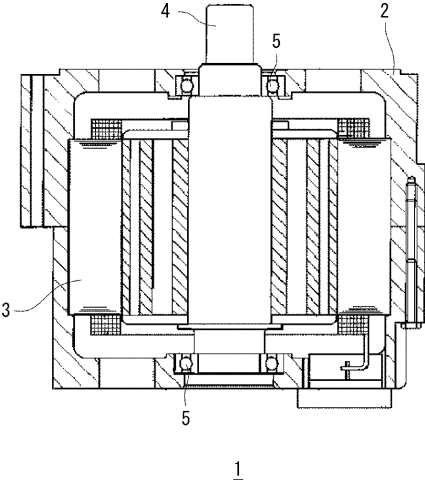
このような構成においては、遮光壁 3 5 a や遮光壁 3 5 b は、照明 3 3 b から第 1 セグメントコイル 1 1 や第 2 セグメントコイル 1 2 に対する光路を遮るとともに、切欠部 3 8 a や開口部 3 8 b を通して溶接玉 2 3 に光を透過させることができる（図 5 参照）。したがって、溶接玉 2 3 に対して光を照射することができ、溶接玉 2 3 をより鮮明に撮像することができる。

【符号の説明】

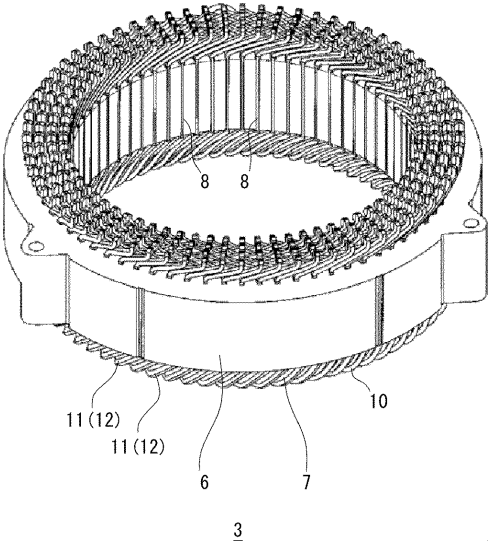
【 0 0 3 3 】

1	回転電機	10
2	ハウジング	
3	固定子	
4	回転子	
5	軸受	
6	固定子鉄心	
7	固定子コイル	
8	絶縁紙	
9	スロット	
1 0	固定子巻線	20
1 1	第 1 セグメントコイル	
1 2	第 2 セグメントコイル	
2 0 a、2 0 b	画像データ	
2 1	第 1 コイルエンド	
2 2	第 2 コイルエンド	
2 3	溶接玉	
2 4	側部	
2 5	反射光	
2 6	輪郭	
3 0	溶接品質検査装置	30
3 1	制御部	
3 2	カメラ	
3 3 a、3 3 b、3 3 c	照明	
3 4	反射板	
3 5、3 5 a、3 5 b	遮光壁	
3 6 a、3 6 b、3 7 a、3 7 b	青色光	
3 7 c	仮想光路	
3 8 a	切欠部	
3 8 b	開口部	

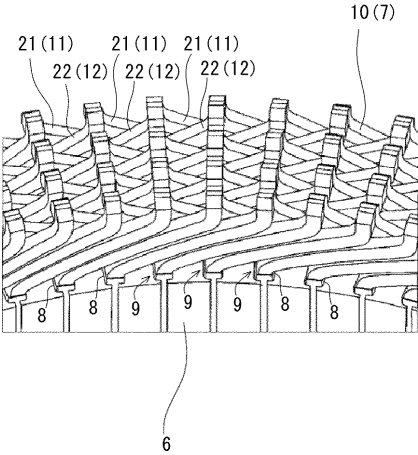
【 図 1 】



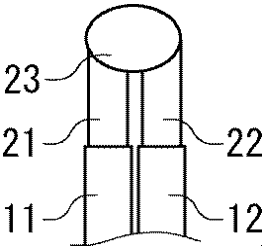
【 図 2 】



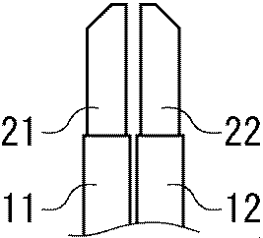
【 図 3 】



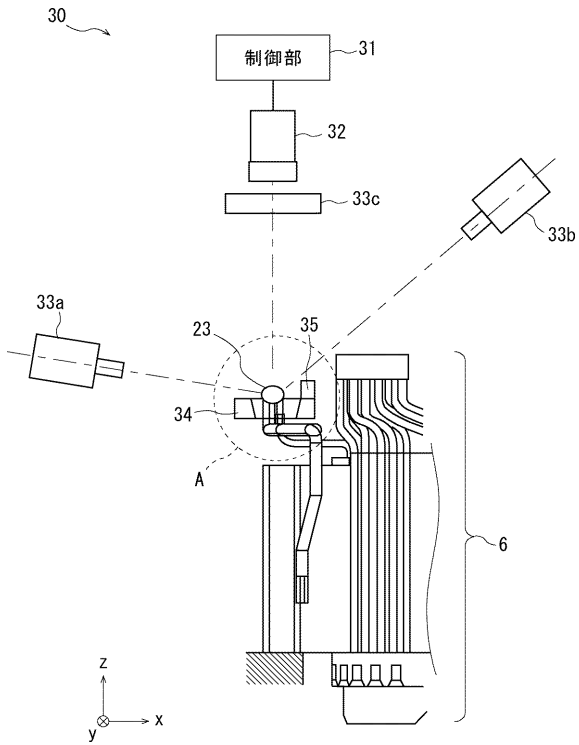
【 図 4 B 】



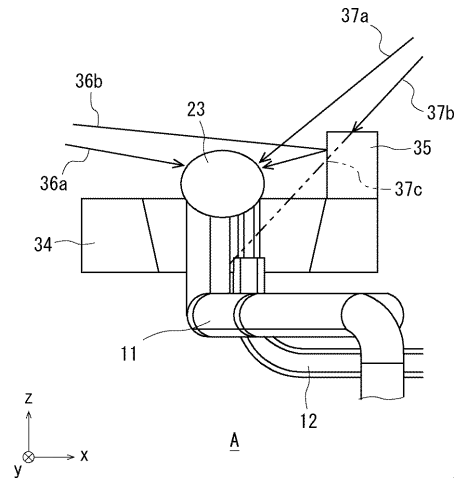
【 図 4 A 】



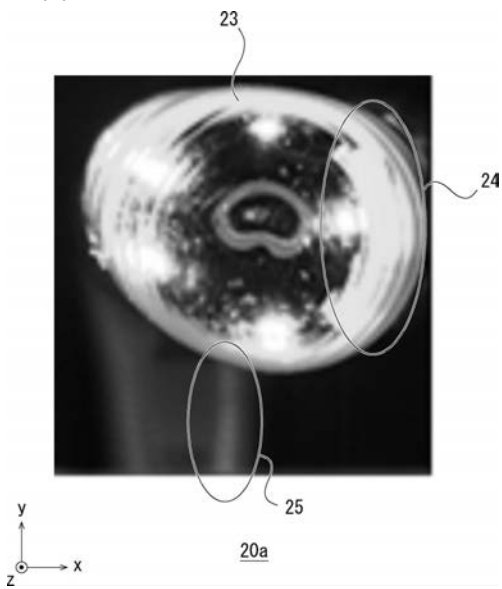
【図 5】



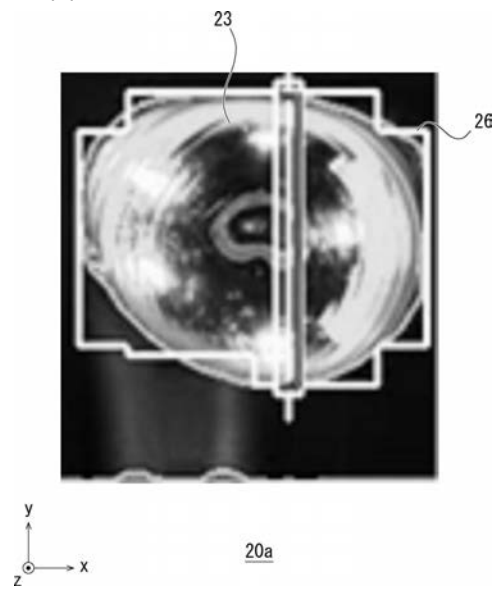
【図 6】



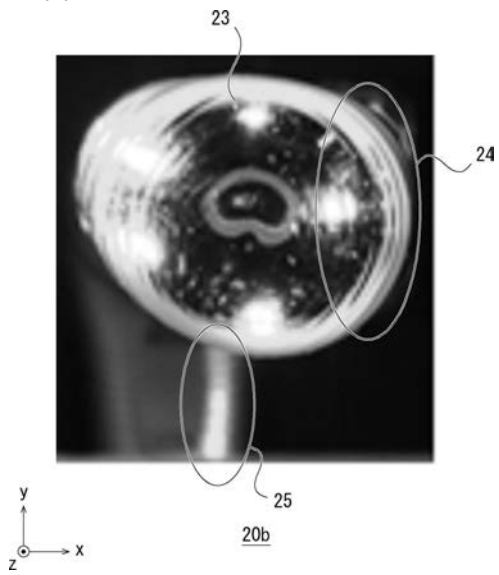
【図 7】



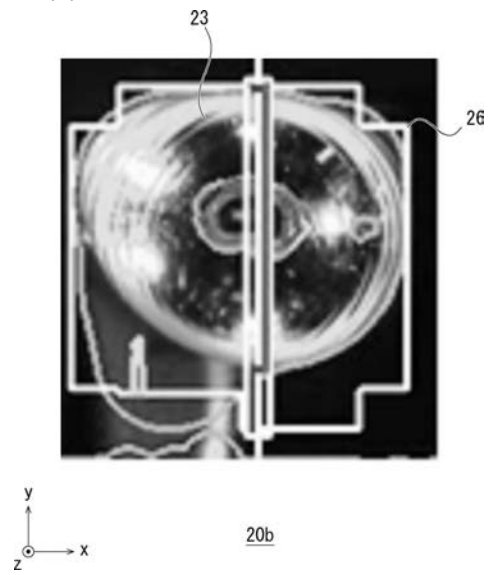
【図 8】



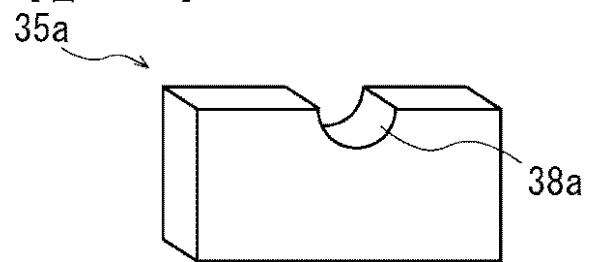
【図 9】



【図 10】



【図 11 A】



【図 11 B】

