

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5861557号
(P5861557)

(45) 発行日 平成28年2月16日 (2016. 2. 16)

(24) 登録日 平成28年1月8日 (2016. 1. 8)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/66 (2006. 01)
G O 1 R 1/067 (2006. 01)H O 1 L 21/66 B
G O 1 R 1/067 A

請求項の数 8 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2012-101421 (P2012-101421)
(22) 出願日 平成24年4月26日 (2012. 4. 26)
(65) 公開番号 特開2013-229496 (P2013-229496A)
(43) 公開日 平成25年11月7日 (2013. 11. 7)
審査請求日 平成26年5月9日 (2014. 5. 9)

前置審査

(73) 特許権者 000006013
三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(74) 代理人 100082175
弁理士 高田 守
(74) 代理人 100106150
弁理士 高橋 英樹
(74) 代理人 100148057
弁理士 久野 淑己
(72) 発明者 岡田 章
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
菱電機株式会社内
(72) 発明者 秋山 肇
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 検査装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プローブ基板と、前記プローブ基板に接続され、一部に有機物又は高分子化合物で形成された熱吸収体を有し、前記熱吸収体以外の部分は金属で形成されたプローブと、前記熱吸収体に遠赤外線を直接照射し、前記プローブを加熱するヒータと、被測定物を搭載するステージと、前記ステージを加熱する加熱部と、を備えたことを特徴とする検査装置。

【請求項 2】

前記ヒータはセラミックヒータであることを特徴とする請求項 1 に記載の検査装置。

【請求項 3】

前記ヒータの先端に前記ヒータの照射範囲を狭める集光部を有し、前記ヒータは前記熱吸収体を局所加熱することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の検査装置。

【請求項 4】

前記プローブと前記ステージの温度を一致させるように前記ヒータと前記加熱部の発熱量を制御する制御部を備えたことを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の検査装置。

【請求項 5】

前記プローブに取り付けられた温度センサーと、

10

20

前記温度センサーの出力信号を受信する温度制御部と、を備え、
前記温度制御部は、前記プローブの温度が所望の温度になるように前記ヒータの発熱量を調整することを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の検査装置。

【請求項 6】

前記プローブ基板の上に形成され、前記プローブ基板の熱を放出する放熱体を備えたことを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の検査装置。

【請求項 7】

前記プローブは、前記熱吸収体に固定された複数のプローブ先端部を備えたことを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の検査装置。

【請求項 8】

プローブ基板と、
前記プローブ基板に固定された複数のソケットと、
前記複数のソケットに 1 つずつ巻きつけられた電熱線と、
前記複数のソケットのそれぞれに対し 1 つずつ着脱可能に接続された複数のプローブ先端部と、
被測定物を搭載するステージと、
前記ステージを加熱する加熱部と、を備えたことを特徴とする検査装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体装置の電気的特性の測定などに用いられる検査装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、先端部の温度を調整できるプローブが開示されている。このプローブは、電熱線が搭載された基板やペルチエ素子が搭載された基板などの複数の基板を重ね合わせて組み立てられている。

【0003】

特許文献 2 には、プローブが接続されたプローブ基板を電熱線からの放射熱で加熱する技術が開示されている。この技術は、プローブ基板を加熱することで間接的にプローブを加熱するものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開平 3 - 1 5 8 7 6 4 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 0 - 1 3 8 2 6 8 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

半導体装置を加熱又は冷却した状態で半導体装置の電気的特性を測定することがある。加熱又は冷却した半導体装置に常温のプローブをあてると半導体装置の温度が変化してしまい検査精度が低下する。この温度変化は多数のプローブを半導体装置にあてる場合や、プローブと半導体装置の接触面積が大きい場合に顕著である。

【0006】

また、半導体装置とプローブの温度差が大きい状態でプローブに大電流を流すと半導体装置表面が急激に加熱され、この部分に熱履歴が形成される。この熱履歴により半導体装置が劣化することがあった。

【0007】

そこで、半導体装置の温度とプローブの温度を略一致させることが好ましい。特許文献 1、2 に開示のプローブはプローブの温度を変化させ得るものである。しかしながら、特許文献 1 に開示のプローブは複数基板を重ね合わせて作成するので構造が複雑で高価にな

10

20

30

40

50

る問題があった。また、プローブの構造が複雑であるとプローブ交換時の作業性が悪い。

【０００８】

特許文献２に開示のプローブはプローブ基板を加熱することで間接的にプローブを加熱するので、プローブの温度を正確に制御し難い問題があった。また、プローブ基板を加熱するためには、大電力で長時間の加熱を要するので効率が悪い。そして、プローブ基板の耐熱性を考慮するとプローブ基板は１５０ - ２００ までの昇温が限度であるため所望の温度までプローブを加熱できないことがあった。

【０００９】

本発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、簡素な構成でプローブ温度を直接的に変更できる検査装置を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【００１１】

本願の発明に係る他の検査装置は、プローブ基板と、該プローブ基板に接続され、一部に有機物又は高分子化合物で形成された熱吸収体を有し、該熱吸収体以外の部分は金属で形成されたプローブと、該熱吸収体に遠赤外線を直接照射し、該プローブを加熱するヒータと、被測定物を搭載するステージと、該ステージを加熱する加熱部と、を備えたことを特徴とする。

【発明の効果】

【００１２】

本発明によれば、プローブを直接加熱するので、簡素な構成でプローブ温度を直接的に変更できる。

20

【図面の簡単な説明】

【００１３】

【図１】本発明の実施の形態１に係る検査装置の正面図である。

【図２】プローブ先端部の着脱を示す正面図である。

【図３】本発明の実施の形態１に係る検査装置の変形例を示す正面図である。

【図４】本発明の実施の形態１に係る検査装置の他の変形例を示す正面図である。

【図５】本発明の実施の形態２に係る検査装置の正面図である。

【図６】図５のソケット及びその近傍の拡大図である。

【図７】本発明の実施の形態３に係る検査装置の正面図である。

30

【図８】本発明の実施の形態３に係る検査装置の変形例を示す正面図である。

【図９】本発明の実施の形態３に係る検査装置の他の変形例を示す正面図である。

【図１０】本発明の実施の形態４に係る検査装置の正面図である。

【図１１】本発明の実施の形態５に係る検査装置の正面図である。

【発明を実施するための形態】

【００１４】

実施の形態１．

図１は、本発明の実施の形態１に係る検査装置の正面図である。検査装置１０は、被測定物である半導体装置を搭載するステージ１２を有している。ステージ１２の内部にはステージ１２を加熱する加熱部１４が形成されている。図１には、電熱線で形成された加熱部１４が破線で示されている。この加熱部１４は絶縁体で被膜されたケーブル１６から電流の供給を受ける。

40

【００１５】

検査装置１０は、プローブ基板２０を有している。プローブ基板２０は、アーム２２により保持されて所望の方向に移動可能となっている。プローブ基板２０にはソケット２４が固定されている。ソケット２４と電氣的に接続された接続部２６は、プローブ基板２０の表面に露出している。接続部２６は、プローブ基板２０表面の信号線２８と接続されている。

【００１６】

ソケット２４には電熱線３０が巻きつけられている。電熱線３０は絶縁体で被膜された

50

ケーブル 3 1 と接続されている。ソケット 2 4 にはプラグ 3 2 が着脱可能に接続されている。プラグ 3 2 の一端は、例えばスクリューや圧入でソケット 2 4 に嵌合している。プラグ 3 2 の他端には伸縮可能な伸縮部 3 4 の一端が固定されている。伸縮部 3 4 は内部にばねを有することで長手方向に伸縮可能となっている。つまり伸縮部 3 4 は、図 1 の a で示す距離が可変となるように構成されている。

【 0 0 1 7 】

伸縮部 3 4 の他端にはプローブ先端部 3 6 が固定されている。プローブ先端部 3 6 の先端は丸みを帯びている。プローブ先端部 3 6 は伸縮部 3 4 とプラグ 3 2 を介してソケット 2 4 に対して固定されている。プローブ先端部 3 6 は接続部 2 6 と電氣的に接続されている。

10

【 0 0 1 8 】

ソケット 2 4、プラグ 3 2、伸縮部 3 4、及び先端部 3 6 をまとめてプローブと称する。プローブの構成部品は導電性を有するもので形成される。例えば銅、タングステン、レニウムタングステンといった金属材料で形成される。先端部 3 6 には例えば金、パラジウム、タantal、プラチナ等を被覆して導電性や耐久性を高めることが好ましい。

【 0 0 1 9 】

図 2 は、プローブ先端部の着脱を示す正面図である。プラグ 3 2 はソケット 2 4 に対して着脱可能に接続されているので、プラグ 3 2 をソケット 2 4 に着脱することでプラグ 3 2 に接続されたプローブ先端部 3 6 をソケット 2 4 に着脱可能となっている。

【 0 0 2 0 】

20

図 1 の説明に戻る。ケーブル 1 6 とケーブル 3 1 は制御部 4 0 に接続されている。制御部 4 0 は、プローブ先端部 3 6 とステージ 1 2 の温度を一致させるように電熱線 3 0 と加熱部 1 4 の発熱量を制御するものである。

【 0 0 2 1 】

次いで、本発明の実施の形態 1 に係る検査装置 1 0 の動作を説明する。まず、ステージ 1 2 の上に被測定物となる半導体装置をのせる。半導体装置はプローブをあてるためのパッドを有している。次いで、制御部 4 0 の制御により電熱線 3 0 と加熱部 1 4 の温度を高め、プローブ先端部 3 6 とステージ 1 2 の温度を略一致させる。そうすると、プローブ先端部 3 6 と半導体装置の温度を略一致させることができる。

【 0 0 2 2 】

30

次いで、アーム 2 2 を駆使して、プローブ先端部 3 6 を半導体装置のパッドにあてる。このとき、伸縮部 3 4 が適宜に伸縮してプローブ先端部 3 6 のパッドに対する押圧力を適正值に保つ。この状態で半導体装置の電氣的測定を行う。

【 0 0 2 3 】

本発明の実施の形態 1 に係る検査装置によれば、電熱線 3 0 でプローブを直接加熱するのでプローブの温度を正確に制御（変更）できる。この制御によりプローブ先端部 3 6 と半導体装置の温度を所望温度で略一致させることができるので、検査精度を高めることができる。また、半導体装置の近傍で熱履歴が形成されることを回避し半導体装置の歩留まりを高めることができる。

【 0 0 2 4 】

40

本発明の実施の形態 1 に係る検査装置によれば、ソケット 2 4 に電熱線 3 0 を巻きつけた簡素な構成により、検査装置 1 0 を安価で製造できる。また、多数回の検査で劣化したプローブ先端部 3 6 を交換する場合、プラグ 3 2 をソケット 2 4 から脱離させるだけでよいので容易にプローブ先端部 3 6 を交換できる。しかもプローブ先端部 3 6 の交換前後で同一のソケット 2 4 と電熱線 3 0 を用いることができる。

【 0 0 2 5 】

また、プローブ先端部 3 6 と半導体装置の接触前に両者の温度を略一致させるので、両者を接触させた後すぐに電氣的測定を開始できる。よってプローブ先端部と半導体装置に温度差がある状態で両者を接触させ温度平衡となるのを待って電氣的測定を開始する場合と比較して、測定を高速化できる。

50

【 0 0 2 6 】

図 3 は、本発明の実施の形態 1 に係る検査装置の変形例を示す正面図である。変形例の検査装置では制御部を削除して、電熱線 3 0 と加熱部 1 4 を別々に制御する。例えば、ステージ 1 2 を 1 2 0 まで加熱して半導体装置を検査する場合、プローブ先端部 3 6 も 1 2 0 になるように電熱線 3 0 に電流を流す。制御部を用いた方がプローブ先端部とステージの温度を精度よく一致させることができるが、そのような高精度の制御を要しない場合は制御部を省略できる。

【 0 0 2 7 】

図 4 は、本発明の実施の形態 1 に係る検査装置の他の変形例を示す正面図である。この変形例では、プローブピン 5 0 をソケット 2 4 に着脱可能に接続した。すなわち、プローブ先端部をプローブピン 5 0 で形成した。

10

【 0 0 2 8 】

本発明の実施の形態 1 に係る検査装置 1 0 は、1 本のプローブを有するが複数本のプローブをプローブ基板 2 0 に接続してもよい。また、被測定物である半導体装置は例えばウエハやチップであるが、プローブを当てて測定するものであれば特に限定されない。また、半導体装置を真空吸着や静電吸着でステージ 1 2 に固定してもよい。加熱部 1 4 としては、電熱線に限らず例えば加熱流体などの他の加熱手段を用いてもよい。

【 0 0 2 9 】

実施の形態 2 .

図 5 は、本発明の実施の形態 2 に係る検査装置の正面図である。実施の形態 1 との相違点を中心に説明する。ソケット 2 4 にはペルチエ素子 1 0 0 が取り付けられている。ペルチエ素子 1 0 0 に流す電流は、絶縁体で被膜されたケーブル 1 0 1 から供給される。

20

【 0 0 3 0 】

ステージ 1 2 には、ステージ 1 2 を冷却する冷却部 1 1 0 が形成されている。冷却部 1 1 0 はペルチエ素子で形成されている。制御部 4 0 はペルチエ素子 1 0 0 とステージ 1 2 の温度を一致させるようにペルチエ素子 1 0 0 と冷却部 1 1 0 に流す電流を制御する。

【 0 0 3 1 】

図 6 は、図 5 のソケット及びその近傍の拡大図である。ペルチエ素子 1 0 0 は、金属 1 0 0 a と金属 1 0 0 c に挟まれた素子部分 1 0 0 b を有している。金属 1 0 0 c にはヒートシンク 1 0 2 が取り付けられている。ペルチエ素子 1 0 0 は、ペルチエ素子 1 0 0 とヒートシンク 1 0 2 を貫通するねじ 1 0 4 によりソケット 2 4 に固定されている。

30

【 0 0 3 2 】

本発明の実施の形態 2 に係る検査装置によれば、プローブ先端部 3 6 とステージ 1 2 を冷却できる。よって半導体装置を冷却して測定する際にもプローブ先端部 3 6 と半導体装置の温度を略一致させることができる。

【 0 0 3 3 】

ペルチエ素子 1 0 0 はねじ 1 0 4 でソケット 2 4 に固定したが、この固定には例えば放熱性のよい接着剤やはんたを用いてもよい。冷却部 1 1 0 はペルチエ素子に限定されず、例えば冷却流体を用いてもよい。その他、実施の形態 1 と同程度の変形が可能である。

【 0 0 3 4 】

実施の形態 3 .

図 7 は、本発明の実施の形態 3 に係る検査装置の正面図である。実施の形態 1 との相違点を中心に説明する。2 本のプローブがプローブ基板 2 0 に接続されている。プローブ基板 2 0 には開口 2 0 a が形成されている。この開口 2 0 a 中にハロゲンヒータ 2 0 0 が設置されている。ハロゲンヒータ 2 0 0 は近赤外線を照射するヒータである。ハロゲンヒータ 2 0 0 への電力供給はケーブル 2 0 1 を介して行われる。

40

【 0 0 3 5 】

制御部 4 0 は、プローブとステージ 1 2 の温度を一致させるようにハロゲンヒータ 2 0 0 と加熱部 1 4 との発熱量を制御する。ここで、本発明の実施の形態 3 に係る検査装置の動作について説明する。まず、半導体装置をステージ 1 2 にのせる。次いで、ハロゲンヒ

50

ータ 200 を用いてプローブ先端部 36 に近赤外線を直接照射しプローブを加熱しつつ、加熱部 14 でステージ 12 を加熱し半導体装置を加熱する。そして、プローブ先端部 36 の温度と半導体装置の温度を略一致させる。次いで、プローブ先端部 36 を半導体装置に接触させ、所望の電氣的測定を実施する。

【0036】

本発明の実施の形態 3 では近赤外線でプローブを加熱するので、ハロゲンヒータ 200 のフィラメント温度を高くして強いパワーでプローブを放射加熱できる。また、複数のプローブをまとめて加熱できる。ハロゲンヒータ 200 は安価であるので検査装置を低価格で製造できる。

【0037】

図 8 は、本発明の実施の形態 3 に係る検査装置の変形例を示す正面図である。ハロゲンヒータ 200 の先端にハロゲンヒータ 200 の照射範囲を狭める集光部 200a を有している。同様に、ハロゲンヒータ 202 の先端にハロゲンヒータ 202 の照射範囲を狭める集光部 202a を有している。

【0038】

ハロゲンヒータ 200 とハロゲンヒータ 202 はそれぞれ別々のプローブに対して近赤外線を照射する。ハロゲンヒータ 200 はプローブ 210 のプローブ先端部 36 を局所加熱し、ハロゲンヒータ 202 はプローブ 212 のプローブ先端部 36 を局所加熱する。集光部 200a、202a を用いると照射光をプローブ先端部 36 に集中させることができるので、効率よくプローブ先端部 36 を加熱できる。

【0039】

図 9 は、本発明の実施の形態 3 に係る検査装置の他の変形例を示す正面図である。プローブ基板 20 には開口 20c が形成されている。ハロゲンヒータ 250 は、開口 20c の直上に設けられている。プローブ基板 20 には複数のプローブ 252、254 が接続されている。この変形例の検査装置はハロゲンヒータ 250 で複数のプローブ 252、254 に対して一括して近赤外線を照射するものである。

【0040】

ところで、図 7、8 に示すようにプローブに対して斜め方向から近赤外線を照射する場合、ハロゲンヒータから見て近くに位置するプローブと遠くに位置するプローブとで温度を一致させることができない。そこで、図 9 に示すように、開口 20c の直下に複数のプローブ 252、254 を設置して、開口 20c の直上のハロゲンヒータ 250 で複数のプローブ 252、254 を加熱すると複数のプローブ 252、254 の温度を略一致させることができる。なお、図 9 に示すハロゲンヒータ 250 の先端に集光部を付加してもよい。

【0041】

本発明の実施の形態 3 に係る検査装置の特徴はプローブに近赤外線を直接照射しプローブを加熱することである。従って、例えばハロゲンヒータ以外の熱源を用いてもよい。また、プローブの形状は特に限定されない。その他、実施の形態 1 の変形と同程度の変形が可能である。

【0042】

実施の形態 4 .

図 10 は、本発明の実施の形態 4 に係る検査装置の正面図である。実施の形態 1 との相違点を中心に説明する。プローブの一部には、有機物又は高分子化合物で形成された熱吸収体 300 が形成されている。熱吸収体 300 は、例えばエポキシ樹脂やポリフェニレンスルファイド (PPS) で形成されるがこれらに限定されない。熱吸収体 300 には 2 個のソケット 24a、24b が接続されている。

【0043】

プローブ基板 20 の裏面には、遠赤外線を照射するセラミックヒータ 302 が取り付けられている。セラミックヒータ 302 は、熱吸収体 300 に遠赤外線を直接照射できる位置に取り付けられている。制御部 40 は、プローブとステージ 12 の温度を一致させるよ

10

20

30

40

50

うにセラミックヒータ 302 と加熱部 14 の発熱量を制御する。

【0044】

プローブ基板 20 の上には、プローブ基板 20 の熱を放出するための放熱体 310、312 が設置されている。放熱体 310、312 は熱伝導に優れたアルミニウムや銅のブロック体で形成されることが好ましい。また、放熱体 310、312 の表面にフィン構造を取り付けてもよい。さらに放熱体 310、312 周辺の空気を循環させるために放熱用のファンを設けてもよい。

【0045】

プローブは金属製であるので遠赤外線により加熱させづらい。しかしながら、本発明の実施の形態 4 に係る検査装置によれば、遠赤外線の照射を受けた熱吸収体 300 に熱振動が励起され熱吸収体 300 を加熱することができる。熱吸収体 300 を加熱することでプローブ先端部 36 を加熱することができる。

10

【0046】

プローブ基板 20 の温度が変化すると、プローブ基板 20 が膨張したり反ったりすることがある。プローブ基板 20 の膨張や反りはプローブの位置を変えてしまう場合があるので、プローブ基板 20 は温度変化させないことが好ましい。本発明の実施の形態 4 に係る検査装置ではプローブ基板 20 に放熱体 310、312 を設けたのでプローブ基板 20 の熱を空气中に逃がすことができる。よって、プローブ基板 20 の膨張や反りを回避しつつプローブを加熱できる。

【0047】

20

熱吸収体 300 に 2 個のソケット 24a、24b を接続したので、これらのソケット 24a、24b を同時に加熱できる。なお、1 つの熱吸収体に 3 つ以上のソケットを接続してもよいし、1 つの熱吸収体に 1 つのソケットを接続してもよい。

【0048】

セラミックヒータ 302 の先端にセラミックヒータ 302 の照射範囲を狭める集光部を形成してもよい。この場合、セラミックヒータ 302 で熱吸収体を局所加熱できる。なお、本発明の実施の形態 4 に係る検査装置は、少なくとも実施の形態 1 と同程度の変形が可能である。

【0049】

実施の形態 5 .

30

図 11 は、本発明の実施の形態 5 に係る検査装置の正面図である。実施の形態 4 との相違点を中心に説明する。プローブの先端には温度センサー 350a、350b が取り付けられている。温度センサー 350a、350b は、例えば熱電対や非接触の光学式温度センサーで形成されるがこれらに限定されない。

【0050】

温度センサー 350a、350b はプローブ先端部 36a、36b の温度を検出して出力信号を伝送する。温度センサー 350a、350b の出力信号は、プローブ基板 20 の上に形成された温度制御部 352 で受信する。温度制御部 352 は、この信号を受けてプローブの温度が所望の温度になるようにセラミックヒータ 302 の発熱量を調整する。

40

【0051】

本発明の実施の形態 5 に係る検査装置によれば、プローブ先端部 36a、36b の温度を温度センサー 350a、350b で正確に把握しその温度をセラミックヒータ 302 の制御に反映させるので、プローブ先端部 36a、36b の温度を所望の値にすることができる。よって、プローブ先端部 36a、36b の温度と半導体装置の温度を容易に一致させることができる。

【0052】

実施の形態 3 - 5 に係る検査装置はプローブを赤外線で「直接加熱」することを特徴とする。この特徴を失わない範囲において様々な変形が可能である。また、ここまでの全ての実施の形態に係る検査装置の特徴を適宜に組み合わせてもよい。例えば、プローブ基板

50

の上の放熱体 310、312 はここまでに説明したどの検査装置に設けてもよい。なお、本発明の実施の形態 5 に係る検査装置は、実施の形態 4 と同程度の変形は可能である。

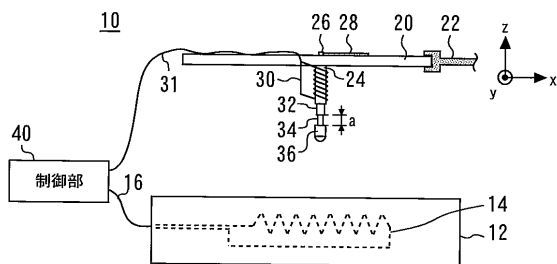
【符号の説明】

【0053】

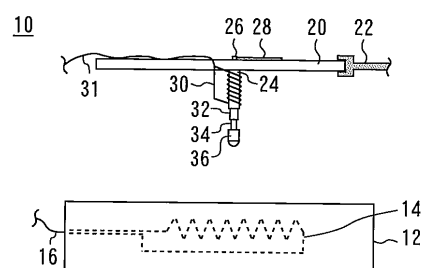
10 検査装置、 12 ステージ、 14 加熱部、 16 ケーブル、 20 プロ
 ープ基板、 22 アーム、 24 ソケット、 26 接続部、 28 信号線、
 30 電熱線、 31 ケーブル、 32 プラグ、 34 伸縮部、 36 プロープ
 先端部、 40 制御部、 50 プロープピン、 100 ペルチエ素子、 101
 ケーブル、 102 ヒートシンク、 110 冷却部、 200、202 ハロゲンヒ
 ータ、 200a、202a 集光部、 300 熱吸収体、 302 セラミックヒ
 ータ、 310、312 放熱体、 350a、350b 温度センサー、 352 温度
 制御部

10

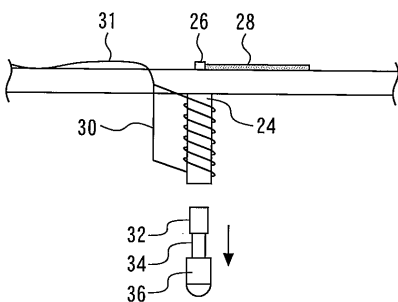
【図 1】



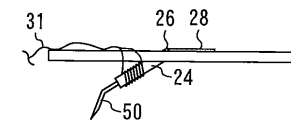
【図 3】



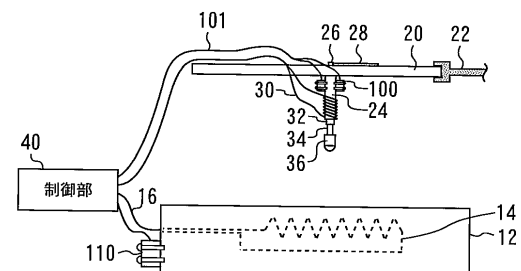
【図 2】



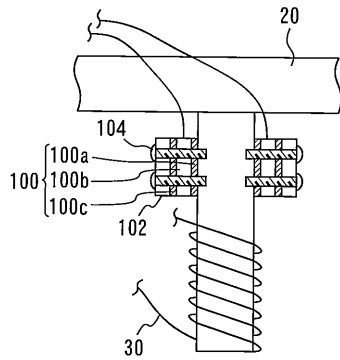
【図 4】



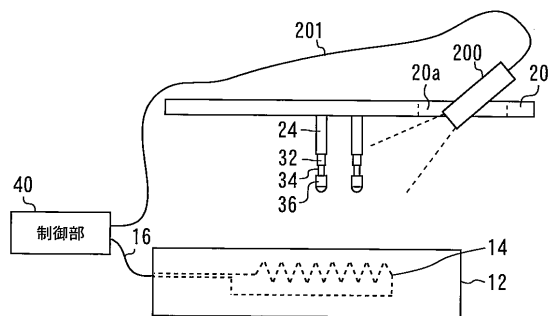
【図 5】



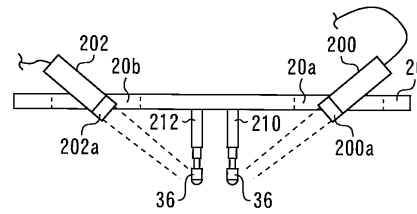
【図 6】



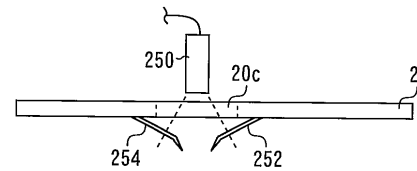
【図 7】



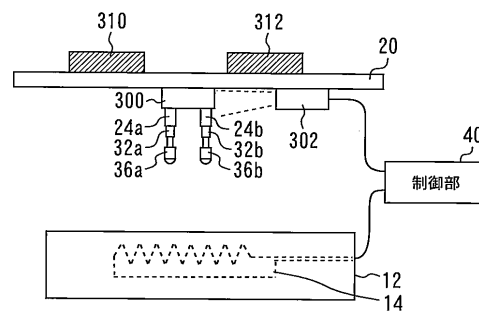
【図 8】



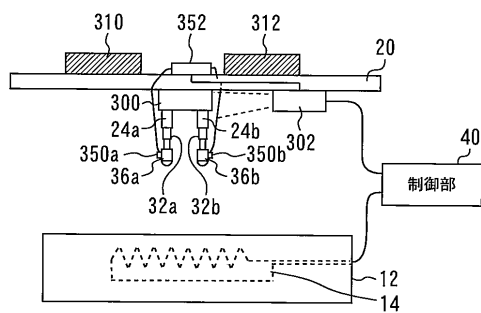
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 山下 欽也
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 榎本 剛

(56)参考文献 特開2008-103528(JP,A)
特開平04-077674(JP,A)
特開平06-349909(JP,A)
特開2011-007671(JP,A)
特開2006-108456(JP,A)
特開2005-326222(JP,A)
特開平02-192749(JP,A)
特開平03-158764(JP,A)
特開2008-128838(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/66
G01R 1/067