

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第6994313号

(P6994313)

(45)発行日 令和4年1月14日(2022.1.14)

(24)登録日 令和3年12月15日(2021.12.15)

(51)国際特許分類

F I

G 0 1 R 31/26 (2020.01)

G 0 1 R

31/26

H

H 0 1 L 21/66 (2006.01)

H 0 1 L

21/66

B

請求項の数 13 (全17頁)

(21)出願番号 特願2017-135401(P2017-135401)
(22)出願日 平成29年7月11日(2017.7.11)
(65)公開番号 特開2018-151369(P2018-151369
A)
(43)公開日 平成30年9月27日(2018.9.27)
審査請求日 令和2年3月2日(2020.3.2)
(31)優先権主張番号 特願2017-54366(P2017-54366)
(32)優先日 平成29年3月21日(2017.3.21)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)
(31)優先権主張番号 特願2016-231844(P2016-231844)
(32)優先日 平成28年11月29日(2016.11.29)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)
前置審査

(73)特許権者 000219967
東京エレクトロン株式会社
東京都港区赤坂五丁目3番1号
(74)代理人 100125254
弁理士 別役 重尚
(72)発明者 河西 繁
東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B
i z タワー 東京エレクトロン株式会社内
(72)発明者 藤澤 良徳
東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B
i z タワー 東京エレクトロン株式会社内
審査官 續山 浩二

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 載置台及び電子デバイス検査装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

被検査体が載置され、光が透過可能な冷媒が流れる冷媒流路を内部に有する冷却機構と、該冷却機構を介して前記被検査体に対向するように配置される光照射機構と、を備え、少なくとも前記冷却機構において、前記被検査体と前記光照射機構に挟まれ且つ冷媒流路の周縁を密封するリングで囲まれた箇所には、光を遮る部材が存在せず、
前記光照射機構は前記被検査体を指向する多数のLEDを有し、
前記多数のLEDの照射・非照射が部分的に制御されて前記被検査体の任意の箇所へ前記光を照射することにより、前記冷却機構によって前記被検査体を全体的に冷却しつつ、前記被検査体の任意の箇所のみを加熱することを特徴とする載置台。

【請求項2】

前記被検査体は複数の電子デバイスが配置されたガラス基板からなることを特徴とする請求項1記載の載置台。

【請求項3】

前記被検査体は複数の電子デバイスが形成された半導体ウエハからなることを特徴とする請求項1記載の載置台。

【請求項4】

各前記LEDは近赤外線光を照射することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の載置台。

【請求項5】

被検査体に配置又は形成された電子デバイスを検査する電子デバイス検査装置であって、
前記被検査体を載置する載置台と、
前記載置された被検査体の前記電子デバイスへ電氣的に接触する接触端子と、を備え、
前記載置台は、
被検査体が載置され、光が透過可能な冷媒が流れる冷媒流路を内部に有する冷却機構と、
該冷却機構を介して前記被検査体に対向するように配置される光照射機構と、を有し、
少なくとも前記冷却機構において、前記被検査体と前記光照射機構に挟まれ且つ冷媒流路
の周縁を密封するＯリングで囲まれた箇所には、光を遮る部材が存在せず、
前記光照射機構は前記被検査体を指向する多数のＬＥＤを有し、
前記多数のＬＥＤの照射・非照射が部分的に制御されて前記被検査体の任意の箇所へ前記
光を照射することにより、前記冷却機構によって前記被検査体を全体的に冷却しつつ、前
記被検査体の任意の箇所のみを加熱することを特徴とする電子デバイス検査装置。

10

【請求項 6】

加熱される前記被検査体の任意の箇所は、前記接触端子が電氣的に接触している前記電子
デバイスが配置された箇所であることを特徴とする請求項 5 記載の電子デバイス検査装置。

【請求項 7】

前記被検査体は複数の電子デバイスが配置されたガラス基板からなり、
前記電子デバイスの電位差生成回路の電位差を測定する測定部をさらに備えることを特徴
とする請求項 5 記載の電子デバイス検査装置。

【請求項 8】

前記被検査体は複数の電子デバイスが形成された半導体ウエハからなり、各前記電子デバ
イスの脇には電位差生成回路が形成され、
前記電位差生成回路の電位差を測定する測定部をさらに備えることを特徴とする請求項 5
記載の電子デバイス検査装置。

20

【請求項 9】

前記電位差生成回路は、ダイオード、トランジスタ又は抵抗からなることを特徴とする請
求項 7 又は 8 記載の電子デバイス検査装置。

【請求項 10】

前記電子デバイスの熱が伝達される伝熱部材の温度を測定する温度センサをさらに備え、
前記温度センサによって測定された温度に基づいて前記電子デバイスの温度を推定するこ
とを特徴とする請求項 5 記載の電子デバイス検査装置。

30

【請求項 11】

前記光照射機構から照射される光の熱量を入力とし、前記温度センサによって測定された温
度を出力とする動的システムの内部状態を推定するオブザーバが構築され、
前記オブザーバにより、前記電子デバイスの温度が前記動的システムの内部状態として推
定されることを特徴とする請求項 10 記載の電子デバイス検査装置。

【請求項 12】

前記被検査体は複数の電子デバイスが形成された半導体ウエハからなり、各前記電子デバ
イスの脇には発振回路が形成され、
前記発振回路が発振する周波数を測定する測定部をさらに備えることを特徴とする請求項
5 記載の電子デバイス検査装置。

40

【請求項 13】

前記発振回路は、リングオシレータからなることを特徴とする請求項 12 記載の電子デバ
イス検査装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子デバイスが形成された基板又は配置されたキャリアを載置する載置台及び
該載置台を備える電子デバイス検査装置に関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

電子デバイスの製造工程において欠陥等を発見するために、基板としての半導体ウエハ（以下、単に「ウエハ」という。）に形成された電子デバイスや、ウエハから切り出され板状のキャリアに配置された電子デバイスを検査するための電子デバイス検査装置であるプローバが開発されている。

【 0 0 0 3 】

プローバは、多数のピン状のプローブを有するプローブカードと、ウエハやキャリアを載置するステージと、ＩＣテスターとを備え、プローブカードの各プローブを電子デバイスの電極に対応して設けられた電極パッドや半田バンプに接触させ、電子デバイスからの信号をＩＣテスターへ伝達させて電子デバイスの電気的特性を検査する（例えば、特許文献１参照。）。このプローバでは、電子デバイスの電気的特性を検査する際、当該電子デバイスの実装環境を再現するために、ステージ内の冷媒流路やヒータによってウエハの温度が制御される。

10

【 0 0 0 4 】

ところで、近年、電子デバイスは高速化や微細化が進み、集積度が高くなり、動作時の発熱量が非常に増大しているため、ウエハやキャリアにおいて一の電子デバイスの検査中に隣接する他の電子デバイスに熱負荷を与えて他の電子デバイスに不具合を生じさせるおそれがある。この場合、検査中の電子デバイスの温度を冷媒流路やヒータで制御し、他の電子デバイスへ熱負荷がかかるのを抑制するのが好ましい。

【 先行技術文献 】

20

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 文献 】特開平 7 2 9 7 2 4 2 号公報

【 発明の概要 】

【 0 0 0 6 】

しかしながら、冷媒流路やヒータの小型化は困難であり、ステージ内に冷媒流路やヒータは局所的に配置するのは困難である。すなわち、ステージ内の冷媒流路やヒータはウエハの温度を全体的に制御することができるものの、ウエハの温度を局所的、例えば、検査中の電子デバイスの近傍のみに限って制御することは不可能である。そこで、検査中の電子デバイスへ実装環境において印加されるべき比較的高い実装時電圧を印加することなく、隣接する他の電子デバイスへ熱負荷が与えられるのを避けているが、その結果、実装時電圧の印加時に発生する不具合を電子デバイスのパッケージング前に発見することができず、パッケージの歩留まりを低下させ、コスト高を招くという問題が生じている。

30

【 0 0 0 7 】

本発明の目的は、コスト高を抑制することができる載置台及び電子デバイス検査装置を提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

上記目的を達成するために、本発明の載置台は、被検査体が載置され、光が透過可能な冷媒が流れる冷媒流路を内部に有する冷却機構と、該冷却機構を介して前記被検査体に対向するように配置される光照射機構と、を備え、少なくとも前記冷却機構において、前記被検査体と前記光照射機構に挟まれ且つ冷媒流路の周縁を密封するＯリングで囲まれた箇所には、光を遮る部材が存在せず、前記光照射機構は前記被検査体を指向する多数のＬＥＤを有し、前記多数のＬＥＤの照射・非照射が部分的に制御されて前記被検査体の任意の箇所へ前記光を照射することにより、前記冷却機構によって前記被検査体を全体的に冷却しつつ、前記被検査体の任意の箇所のみを加熱することを特徴とする。

40

【 0 0 0 9 】

上記目的を達成するために、本発明の電子デバイス検査装置は、被検査体に配置又は形成された電子デバイスを検査する電子デバイス検査装置であって、前記被検査体を載置する載置台と、前記載置された被検査体の前記電子デバイスへ電氣的に接触する接触端子と、

50

を備え、前記載置台は、被検査体が載置され、光が透過可能な冷媒が流れる冷媒流路を内部に有する冷却機構と、該冷却機構を介して前記被検査体に対向するように配置される光照射機構と、を有し、少なくとも前記冷却機構において、前記被検査体と前記光照射機構に挟まれ且つ冷媒流路の周縁を密封するリングで囲まれた箇所には、光を遮る部材が存在せず、前記光照射機構は前記被検査体を指向する多数のＬＥＤを有し、前記多数のＬＥＤの照射・非照射が部分的に制御されて前記被検査体の任意の箇所へ前記光を照射することにより、前記冷却機構によって前記被検査体を全体的に冷却しつつ、前記被検査体の任意の箇所のみを加熱することを特徴とする。

【発明の効果】

【００１０】

本発明によれば、多数のＬＥＤを有する光照射機構が内部を冷媒が流れる冷却機構を介して被検査体に対向するように配置されるが、冷却機構は光透過部材からなり、冷媒も光が透過可能であるため、ＬＥＤからの光が冷却機構や冷媒を透過して被検査体へ到達することができる。さらに、光照射機構は各ＬＥＤによって局所的に被検査体へ光を照射することができる。これにより、冷却機構によって被検査体を全体的に冷却しつつ、被検査体へ局所的に光を照射することができ、もって、被検査体における所望の電子デバイスのみを加熱することができる。すなわち、被検査体において、所望の電子デバイスのみの温度を制御しつつ他の電子デバイスを冷却することができ、所望の電子デバイスからの熱負荷が他の電子デバイスへ与えられるのを抑制することができる。その結果、所望の電子デバイスへ実装環境において印加されるべき比較的高い実装時電圧を印加させることができ、もって、実装時電圧の印加時に発生する不具合をパッケージング前に発見することができ、パッケージの歩留まりの低下を抑制してコスト高を招くのを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１】本発明の第１の実施の形態に係る電子デバイス検査装置としてのプローバの構成を概略的に説明するための斜視図である。

【図２】本実施の形態に係る電子デバイス検査装置としてのプローバの構成を概略的に説明するための正面図である。

【図３】図１のプローバにおいて電子デバイスの検査の際に用いられるキャリアの構成を概略的に示す図であり、図３（Ａ）は平面図であり、図３（Ｂ）は側面図である。

【図４】図１におけるステージの上部構成を概略的に示す断面図である。

【図５】図４におけるＬＥＤ照射ユニットの構成を概略的に示す平面図である。

【図６】本実施の形態における各電子デバイスの温度測定用の回路の構成を概略的に示す図である。

【図７】本発明の第２の実施の形態において電子デバイスの検査の際に用いられるウエハの構成を概略的に示す図であり、図７（Ａ）は平面図であり、図７（Ｂ）は側面図である。

【図８】本実施の形態におけるステージへのウエハＷの載置の様子を説明するための断面図である。

【図９】本実施の形態における各電子デバイスの温度測定用の回路の構成を概略的に示す図である。

【図１０】本発明の第３の実施の形態における各電子デバイスの温度測定用の回路の構成を概略的に示す図である。

【図１１】ポゴピンの温度に基づいて電子デバイスの温度を測定するためのオブザーバの構成を示す図である。

【図１２】本発明の第２の実施の形態において各電子デバイスに対応して形成される発振回路を説明するための拡大平面図である。

【図１３】本発明の第２の実施の形態における各電子デバイスの温度測定用の回路の変形例の構成を概略的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１２】

10

20

30

40

50

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【 0 0 1 3 】

まず、本発明の第 1 の実施の形態について説明する。

【 0 0 1 4 】

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る電子デバイス検査装置としてのプローバの構成を概略的に説明するための斜視図であり、図 2 は、同正面図である。図 2 は部分的に断面図として描かれて内蔵される構成要素が概略的に示される。

【 0 0 1 5 】

図 1 及び図 2 において、プローバ 1 0 は、キャリア C (被検査体) を載置するステージ 1 1 (載置台) を収容する収容室 1 2 と、該収容室 1 2 に隣接して配置されるロード 1 3 と、収容室 1 2 を覆うように配置されるテスター 1 4 とを備え、キャリア C に配置された複数の電子デバイスの各々の電気的特性の検査を行う。収容室 1 2 は内部が空洞の筐体形状を呈し、当該内部には上述したステージ 1 1 の他に、該ステージ 1 1 に対向するようにプローブカード 1 5 が配置される。プローブカード 1 5 はキャリア C の各電子デバイスの電極に対応して設けられた電極パッドや半田バンプに対応して配置された多数の針状のプローブ 1 6 (接触端子) を有する。

10

【 0 0 1 6 】

キャリア C はステージ 1 1 に対する相対位置がずれないように該ステージ 1 1 へ固定される。ステージ 1 1 は水平方向及び上下方向に関して移動可能であり、プローブカード 1 5 及びキャリア C の相対位置を調整して各電子デバイスの電極に対応して設けられた電極パッドや半田バンプをプローブカード 1 5 の各プローブ 1 6 へ接触させる。ロード 1 3 は、搬送容器である F O U P (図示しない) から電子デバイスが配置されたキャリア C を取り出して収容室 1 2 の内部のステージ 1 1 へ載置し、また、検査が行われたキャリア C をステージ 1 1 から除去して F O U P へ収容する。

20

【 0 0 1 7 】

プローブカード 1 5 はインターフェース 1 7 を介してテスター 1 4 へ接続され、各プローブ 1 6 がキャリア C の各電子デバイスの電極に対応して設けられた電極パッドや半田バンプに接触する際、各プローブ 1 6 はテスター 1 4 からインターフェース 1 7 を介して電子デバイスへ電力を供給し、若しくは、電子デバイスからの信号をインターフェース 1 7 を介してテスター 1 4 へ伝達する。

30

【 0 0 1 8 】

テスター 1 4 は、電子デバイスが搭載されるマザーボードの回路構成の一部を再現するテストボード (図示しない) を有し、テストボードは電子デバイスからの信号に基づいて電子デバイスの良否を判断するテスターコンピュータ 1 8 に接続される。テスター 1 4 ではテストボードを取り替えることにより、複数種のマザーボードの回路構成を再現することができる。

【 0 0 1 9 】

ロード 1 3 は、電源等を制御するコントローラとしてのベースユニット 1 9 と、各電子デバイスにおける電位差生成回路 (図示しない)、例えば、ダイオード、トランジスタ又は抵抗における電位差を測定する電位差測定ユニット 2 0 (測定部) とを有する。電位差測定ユニット 2 0 は配線 2 1 を介してインターフェース 1 7 に接続され、電位差生成回路の各電極に対応する 2 つの電極パッドへ接触する 2 つのプローブ 1 6 間の電位差を取得し、取得した電位差をベースユニット 1 9 へ伝達する。インターフェース 1 7 における各プローブ 1 6 及び配線 2 1 の接続構造については、図 6 を用いて後述する。ベースユニット 1 9 は配線 2 2 を介してステージ 1 1 へ接続され、後述の L E D 照射ユニット 3 0 等の動作を制御する。なお、ベースユニット 1 9 や電位差測定ユニット 2 0 は収容室 1 2 に設けられてもよく、さらに、電位差測定ユニット 2 0 はプローブカード 1 5 へ設けられてもよい。

40

【 0 0 2 0 】

また、プローバ 1 0 はユーザインターフェース部 2 3 を備え、ユーザインターフェース部 2 3 は表示パネル、例えば、タッチパネルやキーボード等からなり、ユーザはユーザイン

50

ターフェース部 23 において各種情報や指示を入力する。

【0021】

プローバ 10 では、電子デバイスの電気的特性の検査を行う際、テスターコンピュータ 18 が電子デバイスと各プローブ 16 を介して接続されたテストボードへデータを送信し、さらに、送信されたデータが当該テストボードによって正しく処理されたか否かをテストボードからの電気信号に基づいて判定する。

【0022】

図 3 は、図 1 のプローバにおいて電子デバイスの検査の際に用いられるキャリアの構成を概略的に示す図であり、図 3 (A) は平面図であり、図 3 (B) は側面図である。

【0023】

図 3 (A) 及び図 3 (B) において、キャリア C は略円板状のガラス基板 24 からなり、半導体デバイスから切り出 (ダイシング) された複数の電子デバイス 25 が互いに所定の間隔をおいて表面に配置されている。また、キャリア C では、各電子デバイス 25 の複数の電極に対応して複数の電極パッド 26 が設けられ、各電極パッド 26 へ電圧を印加することにより、各電子デバイス 25 の内部の回路へ電流を流すことができる。なお、キャリア C のガラス基板 24 の形状は略円板状に限られず、ステージ 11 に載置可能であれば、例えば、略矩形状であってもよい。また、キャリア C はガラス基板 24 以外の光透過部材によって構成されてもよい。

【0024】

図 4 は、図 1 におけるステージの上部構成を概略的に示す断面図である。

【0025】

図 4 において、ステージ 11 は、上部において、上方から順に配置される、円板状のステージ蓋 27 と、内部に冷媒溝が形成された冷却ユニット 29 (冷却機構) と、LED 照射ユニット 30 (光照射機構) とを有する。ステージ蓋 27 は O リング 31 を介して冷却ユニット 29 に当接し、冷媒溝はステージ蓋 27 に覆われて冷媒流路 28 を形成する。O リング 31 は冷媒を冷媒流路 28 に密封する。

【0026】

冷媒としては、例えば、無色であって光が透過可能な液体である水やガルデン (登録商標) が用いられ、プローバ 10 の外部に設けられたポンプ (図示しない) によって冷媒流路 28 へ供給される。ポンプ及びステージ 11 の間には流量制御バルブ等が設けられ、冷媒流路 28 へ供給される冷媒の流量を制御する。流量制御バルブ等の動作はベースユニット 19 によって制御される。また、ステージ蓋 27 及び冷却ユニット 29 はいずれも光透過部材である、例えば、ポリカーボネイト、石英、ポリ塩化ビニル、アクリル樹脂又はガラスからなる。

【0027】

ステージ 11 において、キャリア C はステージ蓋 27 の上面に載置され、LED 照射ユニット 30 はステージ蓋 27 及び冷却ユニット 29 を介して載置されたキャリア C に対向する。LED 照射ユニット 30 は上面に配置されてキャリア C を指向する多数の LED 32 を有する。多数の LED 32 は後述するように複数の群に仕分けされる。

【0028】

図 5 は、図 4 における LED 照射ユニットの構成を概略的に示す平面図である。

【0029】

図 5 において、各 LED 32 は、例えば、19 個の正六角形状の区画 33 に仕分けされ、さらに各区画 33 において、各 LED 32 は、例えば、6 つの LED 群 33a ~ 33f に仕分けされる。すなわち、LED 照射ユニット 30 は、114 個の LED 群 33a ~ 33f を有する。各 LED 32 は LED 光、例えば、近赤外線光をキャリア C に向けて照射するが、各 LED 32 の照射・非照射は各 LED 群 33a ~ 33f 単位で制御される。したがって、LED 照射ユニット 30 は、キャリア C の裏面における任意の箇所へ LED 光を照射することができる。なお、図 5 において各 LED 32 は図示が省略され、各 LED 群 33a ~ 33f の仕分け線のみが示される。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 0 】

プローバ 10 では、各電子デバイス 25 の電気的特性の検査を行う際、必要に応じて冷媒流路 28 へ冷媒を流し、各 LED 群 33 a ~ 33 f からキャリア C へ LED 光を照射する。例えば、高温環境（約 85 ）で使用される電子デバイス 25 の電気的特性の検査を行う場合、所望の電子デバイス 25 へ向けて各 LED 群 33 a ~ 33 f のいずれかから LED 光を照射するとともに、冷媒流路 28 へ冷媒を流す。このとき、LED 光は冷却ユニット 29、冷媒、ステージ蓋 27 及びキャリア C のガラス基板 24 を透過するが、冷却ユニット 29、冷媒、ステージ蓋 27 及びガラス基板 24 のいずれも光を透過可能であるため、LED 光はほぼ減衰すること無く所望の電子デバイス 25 へ到達し、所望の電子デバイス 25 のみを加熱して高温環境を再現する。一方、所望の電子デバイス 25 に隣接する他の電子デバイス 25 は冷媒流路 28 を流れる冷媒によって冷却される。これにより、所望の電子デバイス 25 の温度が LED 光による加熱や実装時電圧の印加によって上昇しても、所望の電子デバイス 25 からの熱負荷が他の電子デバイス 25 へ与えられることが無い。特に、キャリア C のガラス基板 24 は熱伝達率が低いいため、所望の電子デバイス 25 からの熱負荷が他の電子デバイス 25 へ与えられるのを確実に抑制する。

10

【 0 0 3 1 】

また、室温環境（約 25 ）で使用される電子デバイス 25 の電気的特性の検査を行う場合、所望の電子デバイス 25 へ向けて各 LED 群 33 a ~ 33 f のいずれかから LED 光を照射するとともに、冷媒流路 28 へ冷媒を流すが、所望の電子デバイス 25 へ向けて照射される LED 光の強さを、高温環境で使用される電子デバイス 25 の電気的特性の検査を行う場合の LED 光の強さよりも弱くする。

20

【 0 0 3 2 】

さらに、低温環境で使用される電子デバイス 25 の電気的特性の検査を行う場合、冷媒流路 28 へ冷媒を流すとともに、LED 照射ユニット 30 からキャリア C へ向けて LED 光を照射しない。このとき、実装時電圧の印加によって所望の電子デバイス 25 の温度が上昇しても直ちに冷媒によって冷却され、さらに、所望の電子デバイス 25 に隣接する他の電子デバイス 25 は冷媒流路 28 を流れる冷媒によって冷却され続けるため、他の電子デバイス 25 は所望の電子デバイス 25 から熱を奪う。これにより、所望の電子デバイス 25 の温度を低温に維持することができる。

【 0 0 3 3 】

プローバ 10 において電子デバイス 25 の電気的特性の検査を行う際、実装環境を精度よく再現するためには、所望の電子デバイス 25 の温度をリアルタイムで測定できるのが好ましいが、本実施の形態では、これに対応して、所望の電子デバイス 25 の温度を電位差測定ユニット 20 を用いて測定する。

30

【 0 0 3 4 】

図 6 は、本実施の形態における電位差測定ユニットによる各電子デバイスの温度測定用の回路の構成を概略的に示す図である。

【 0 0 3 5 】

図 6 において、各プローブ 16 はインターフェース 17 に配置された複数の配線 34 によってテスター 14 へ接続されるが、各配線 34 のうち、電子デバイス 25 における電位差生成回路（例えば、ダイオード）の各電極に対応する 2 つの電極パッド 26 に接触する 2 つのプローブ 16 とテスター 14 を接続する 2 つの配線 34 の各々にリレー 35 が設けられる。各リレー 35 は、各電極パッド 26 の電位をテスター 14 及び電位差測定ユニット 20 のいずれかへ切り替えて伝達可能に構成され、例えば、電子デバイス 25 の電気的特性の検査を行う際、各電極パッド 26 へ実装時電圧が印加されてから所定のタイミングで各電極パッド 26 の電位を電位差測定ユニット 20 へ伝達する。ここで、ダイオード、トランジスタや抵抗等の電位差生成回路では所定の電流を流した際に生じる電位差が温度によって異なることが知られている。したがって、電子デバイス 25 の電位差生成回路の電位差、すなわち、電位差生成回路の各電極に対応する 2 つの電極パッド 26（プローブ 16）間の電位差に基づいて電子デバイス 25 の温度を検査中においてリアルタイムに測定

40

50

することができる。プローバ１０では、電位差測定ユニット２０が各リレー３５から伝達された各電極パッド２６の電位に基づいて電子デバイス２５の電位差生成回路の電位差を取得し、さらに、取得した電位差をベースユニット１９へ伝達する。ベースユニット１９は、伝達された電位差と、電位差生成回路の電位差の温度特性とに基づいて、電子デバイス２５の温度を測定する。さらに、ベースユニット１９は、測定された電子デバイス２５の温度に基づいて冷媒流路２８を流れる冷媒の流量やＬＥＤ照射ユニット３０における各ＬＥＤ群３３ａ～３３ｆから照射されるＬＥＤ光の強さを調整して検査中の電子デバイス２５の温度を所望の値に制御する。

【００３６】

プローバ１０によれば、多数のＬＥＤ３２を有するＬＥＤ照射ユニット３０が、冷却ユニット２９及びステージ蓋２７を介してキャリアＣに対向するように配置されるが、冷却ユニット２９及びステージ蓋２７は光透過部材からなり、冷却ユニット２９の冷媒流路２８を流れる冷媒も光が透過可能であるため、各ＬＥＤ３２からのＬＥＤ光は冷却ユニット２９やステージ蓋２７を透過してキャリアＣに到達することができる。さらに、ＬＥＤ照射ユニット３０は各ＬＥＤ群３３ａ～３３ｆによってキャリアＣへ局所的にＬＥＤ光を照射することができる。これにより、冷却ユニット２９によってキャリアＣを全体的に冷却しつつ、キャリアＣへ局所的にＬＥＤ光を照射することができ、もって、検査中の電子デバイス２５のみを加熱することができる。すなわち、キャリアＣにおいて、検査中の電子デバイス２５のみの温度を制御しつつ他の電子デバイス２５を冷却することができ、検査中の電子デバイス２５からの熱負荷が他の電子デバイス２５へ与えられるのを抑制することができる。その結果、所望の電子デバイス２５へ実装時電圧を印加させることができ、もって、実装時電圧の印加時に発生する不具合をパッケージング前に発見することができ、パッケージの歩留まりの低下を抑制してコスト高を招くのを防止することができる。

【００３７】

また、上述したプローバ１０では、キャリアＣがガラス基板２４からなるが、ガラス基板２４は熱伝達率が低い。したがって、所望の電子デバイス２５からの熱負荷が他の電子デバイス２５へ与えられるのを確実に抑制することができる。

【００３８】

さらに、上述したプローバ１０では、ステージ蓋２７、冷却ユニット２９や冷媒が各ＬＥＤ３２からのＬＥＤ光を透過させ、さらに、ガラス基板２４も各ＬＥＤ３２からのＬＥＤ光を透過させるため、各ＬＥＤ３２からのＬＥＤ光による所望の電子デバイス２５の加熱の効率を向上することができる。

【００３９】

上述したプローバ１０は、所望の電子デバイス２５の電位差生成回路の電位差を測定する電位差測定ユニット２０を備えるので、測定された電位差に基づいて検査中の電子デバイス２５の温度をリアルタイムで測定することができ、もって、測定された電子デバイス２５の温度を用いたフィードバック制御を行うことにより、電子デバイス２５の検査中に実装環境を精度よく再現することができる。

【００４０】

また、上述したプローバ１０では、ステージ蓋２７及び冷却ユニット２９がいずれもポリカーボネイト、石英、ポリ塩化ビニル、アクリル樹脂又はガラスからなるが、これらは加工や成型が容易であるため、プローバ１０の製造コストを低減させることができる。

【００４１】

次に、本発明の第２の実施の形態について説明する。

【００４２】

本発明の第２の実施の形態は、その構成、作用が上述した第１の実施の形態と基本的に同じであり、キャリアの代わりに複数の電子デバイスが形成されたウエハを用いる点のみが異なるので、重複した構成、作用については説明を省略し、以下に異なる構成、作用についての説明を行う。

【００４３】

10

20

30

40

50

図 7 は、本発明の第 2 の実施の形態において電子デバイスの検査の際に用いられるウエハの構成を概略的に示す図であり、図 7 (A) は平面図であり、図 7 (B) は側面図である。

【 0 0 4 4 】

図 7 (A) 及び図 7 (B) において、ウエハ W (被検査体) は略円板状のシリコン基板 3 6 からなり、当該ウエハ W に施されたエッチング処理や配線処理を経て複数の電子デバイス 3 7 が互いに所定の間隔をおいて表面に形成されている。また、ウエハ W では、各電子デバイス 3 7 の脇に電位差生成回路 3 8 、例えば、ダイオード、トランジスタ又は抵抗が形成されている。各電位差生成回路 3 8 は各電子デバイス 3 7 と同時に形成されるため、各電子デバイス 3 7 の回路と同等の品質を有している。さらに、ウエハ W では、各電子デバイス 3 7 の電極に対応して複数の半田バンプ 3 9 が設けられ、各電位差生成回路 3 8 の電極に対応して 2 つの半田バンプ 4 0 が設けられ、各半田バンプ 3 9 , 4 0 へ電圧を印加することにより、各電子デバイス 3 7 の内部の回路や電位差生成回路 3 8 へ電流を流すことができる。

10

【 0 0 4 5 】

図 8 は、本実施の形態におけるステージへのウエハ W の載置の様子を説明するための断面図である。

【 0 0 4 6 】

本実施の形態でも、プローバ 1 0 では、各電子デバイス 3 7 の電気的特性の検査を行う際、必要に応じて冷媒流路 2 8 へ冷媒を流し、LED 照射ユニット 3 0 の各 LED 群 3 3 a ~ 3 3 f からウエハ W へ LED 光を照射する。但し、ウエハ W のシリコン基板 3 6 は LED 光を透過させないため、本実施の形態では、LED 光によって所望の電子デバイス 3 7 を加熱することは困難であるが、冷却ユニット 2 9 、冷媒及びステージ蓋 2 7 のいずれも光を透過可能であるため、LED 照射ユニット 3 0 から照射された LED 光はほぼ減衰すること無くウエハ W へ到達する。したがって、LED 光によってウエハ W を効率良く加熱することができる。また、ウエハ W はステージ蓋 2 7 を挟んで冷媒流路 2 8 を流れる冷媒に隣接し、さらに、冷媒は LED 光を透過させるため、LED 光によって加熱されず、温度が上昇することがない。したがって、冷媒によってウエハ W を効率良く冷却することができる。すなわち、本実施の形態では、各電子デバイス 3 7 の電気的特性の検査を行う際、ウエハ W の温度を高い応答性で制御することができる。

20

【 0 0 4 7 】

図 9 は、本実施の形態における各電子デバイスの温度測定用の回路の構成を概略的に示す図である。

30

【 0 0 4 8 】

図 9 において、各半田バンプ 3 9 に接触する各プローブ 1 6 はインターフェース 1 7 に配置された複数の配線 3 4 によってテスター 1 4 へ接続されるが、各半田バンプ 4 0 に接触する各プローブ 1 6 はインターフェース 1 7 において配線 2 1 へ接続され、該配線 2 1 は電位差測定ユニット 2 0 へ接続される。

【 0 0 4 9 】

プローバ 1 0 において電子デバイス 3 7 の電気的特性の検査を行う際、各半田バンプ 3 9 へ実装時電圧を印加するとともに、所定の電圧を各半田バンプ 4 0 へ印加する。このとき、電位差生成回路 3 8 は各半田バンプ 4 0 から印加された所定の電圧に応じて電位差を生じさせるが、当該電位差は、上述したように、電位差生成回路 3 8 の温度によって異なる。したがって、電位差生成回路 3 8 の各電極に対応する各半田バンプ 4 0 間の電位差に基づいて電位差生成回路 3 8 の温度を測定することができる。また、電位差生成回路 3 8 は電子デバイス 3 7 に隣接して形成されるため、電位差生成回路 3 8 の温度はほぼ電子デバイス 3 7 の温度と見なすことができる。すなわち、各半田バンプ 4 0 間の電位差に基づいて電子デバイス 3 7 の温度を測定することができる。

40

【 0 0 5 0 】

プローバ 1 0 では、電位差測定ユニット 2 0 が各配線 2 1 を介して電位差生成回路 3 8 の電位差を取得し、さらに、取得した電位差をベースユニット 1 9 へ伝達する。ベースユニ

50

ット１９は、伝達された電位差と、電位差生成回路３８の電位差の温度特性とに基づいて、電子デバイス３７の温度を測定する。さらに、ベースユニット１９は、測定された電子デバイス３７の温度を用いたフィードバック制御を行い、冷媒流路２８を流れる冷媒の流量やＬＥＤ照射ユニット３０における各ＬＥＤ群３３ａ～３３ｆから照射されるＬＥＤ光の強さを調整して電子デバイス３７の温度を所望の値に制御する。これにより、電子デバイス３７の検査中に実装環境を精度よく再現することができる。

【００５１】

本実施の形態では、ウエハＷにおいて、各電子デバイス３７の脇に電位差生成回路３８が形成されたが、電位差生成回路３８の代わりに、温度に応じて発振する周波数が変化する発振回路４７を形成してもよい（図１２）。発振回路４７としては、例えば、鎖状に連結された奇数個のＮＯＴゲート（インバータ）からなるリングオシレータ回路が用いられる。

10

【００５２】

リングオシレータ回路では、最終段のＮＯＴゲートの出力が初段のＮＯＴゲートへ入力されるが、各ＮＯＴゲートは所定の遅延時間を有するため、初段のＮＯＴゲートへの入力から積算された遅延時間後に最終段のＮＯＴゲートが初段のＮＯＴゲートへの入力の論理否定を出力し、当該論理否定が再び初段のＮＯＴゲートへ入力される。リングオシレータ回路では、この過程が繰り返されて所定の周波数が発振される。また、各ＮＯＴゲートの所定の遅延時間は温度に応じて変化するため、結果として、リングオシレータ回路が発振する周波数は温度に応じて変化する。

【００５３】

ここで、発振回路４７が発振する周波数は、発振回路４７に接続される端子４８へ伝達される。また、図１３に示すように、端子４８には配線４９を介して周波数カウンタ５０が接続され、周波数カウンタ５０は発振回路４７が発振する周波数を測定し、測定された周波数をベースユニット１９へ伝達する。ベースユニット１９は、予め発振回路４７が発振する周波数及び温度の関係（発振回路４７の周波数特性）を格納する。したがって、測定された発振回路４７が発振する周波数と、発振回路４７の周波数特性とに基づいて発振回路４７の温度を測定することができる。また、発振回路４７も、電位差生成回路３８と同様に、電子デバイス３７に隣接して形成されるため、発振回路４７の温度はほぼ電子デバイス３７の温度と見なすことができる。すなわち、発振回路４７が発振する周波数に基づいて電子デバイス３７の温度を測定することができる。特に、リングオシレータ回路は信頼性が高く、安価であり、動作が高速であることから、発振回路４７としてリングオシレータ回路を用いることにより、信頼性の高い電子デバイス３７の温度の測定を迅速且つ安価に実現することができる。

20

30

【００５４】

次に、本発明の第３の実施の形態について説明する。

【００５５】

本発明の第３の実施の形態は、その構成、作用が上述した第１の実施の形態や第２の実施の形態と基本的に同じであり、電子デバイス２５の温度の測定方法のみが異なるので、重複した構成、作用については説明を省略し、以下に異なる構成、作用についての説明を行う。

40

【００５６】

第２の実施の形態では、各電子デバイス３７の脇に形成された電位差生成回路３８へ所定の電圧を印加することにより、電子デバイス３７の温度を測定したが、電位差生成回路３８は微細な回路であるため、電圧印加によって破損するおそれがある。ところで、電位差生成回路３８は電子デバイス３７の一部としても機能する場合があるため、電子デバイス３７をパッケージする前に電位差生成回路３８が電圧印加によって破損する機会を減らすことが好ましい。さらに、第１の実施の形態における電子デバイス２５のように、電子デバイスにおいて電位差生成回路が形成されない場合もある。これに対応して、本実施の形態では、電位差生成回路を用いることなく、電子デバイスの温度を測定する。

【００５７】

50

図 10 は、本実施の形態における各電子デバイスの温度測定用の回路の構成を概略的に示す図である。

【0058】

図 10 において、インターフェース 17 はテスター 14 と各プローブ 16 を接続する、複数の棒状部材が束ねられたポゴピン 41 (伝熱部材) を有し、該ポゴピン 41 には温度センサー 42 が取り付けられる。温度センサー 42 は配線 43 によってベースユニット 44 に接続され、ベースユニット 44 はポゴピン 41 の温度を測定する。ここで、電子デバイス 25 へ実装時電圧が印加されて電気的特性の検査が行われると、電子デバイス 25 の熱が各プローブ 16 からポゴピン 41 へ伝達される。したがって、電子デバイス 25 の温度はポゴピン 41 の温度と一定の関係を有する。そこで、図 11 に示すような、LED 照射ユニット 30 から照射される LED 光の熱量を入力 $u(t)$ とし、ポゴピン 41 の温度を出力 $y(t)$ とする動的システム 45 としての電子デバイス 25 の温度を測定するための制御モデルである状態観測器 (オブザーバ) 46 をベースユニット 44 に構築し、動的システム 45 の内部状態、すなわち、電子デバイス 25 の温度を推定する。オブザーバ 46 におけるシステム行列 A、b、c、h は、例えば、キャリア C へ電子デバイス 25 と似た熱容量や熱抵抗を有するチップを実装し、実装されたチップの温度を測定することによって同定される。

【0059】

本実施の形態では、オブザーバ 46 を用い、LED 光の熱量やポゴピン 41 の温度に基づいて電子デバイス 25 の温度を検査中においてリアルタイムに測定することができる。ベースユニット 44 は、測定された電子デバイス 25 の温度に基づいて冷媒流路 28 を流れる冷媒の流量や LED 照射ユニット 30 における各 LED 群 33a ~ 33f から照射される LED 光の強さを調整して検査中の電子デバイス 25 の温度を所望の値に制御する。これにより、電子デバイス 25 の検査中に実装環境を精度よく再現することができる。また、電子デバイス 25 の温度を測定するために、電子デバイス 25 の脇に形成された電位差生成回路 38 を用いる必要が無いため、電子デバイス 25 をパッケージする前に電位差生成回路 38 が破損するのを防止することができ、もって、パッケージの歩留まりの低下を防止することができる。

【0060】

なお、本実施の形態では、温度センサー 42 をポゴピン 41 へ取り付けたが、該温度センサー 42 を電子デバイス 25 の熱が伝達されるプローブ 16 や配線 (伝熱部材) へ取り付けてもよい。この場合も、LED 光の熱量を入力 $u(t)$ とし、プローブ 16 や配線の温度を出力 $y(t)$ とするオブザーバをベースユニット 44 に構築し、当該オブザーバにより、LED 光の熱量及びプローブ 16 や配線の温度に基づいて電子デバイス 25 の温度を測定することができる。

【0061】

以上、本発明について、上記各実施の形態を用いて説明したが、本発明は上記各実施の形態に限定されるものではない。

【0062】

例えば、ステージ 11 では、ステージ蓋 27 が光透過部材で構成されたが、光透過部材以外の部材であって、熱伝達率の高い部材、例えば、Al、Cu 等の金属、SiC 等のセラミック、若しくは金属とセラミックの複合材によってステージ蓋 27 を構成してもよい。この場合、ステージ蓋 27 は LED 光を透過させないが、LED 照射ユニット 30 が照射した LED 光は冷却ユニット 29 及び冷媒を透過するため、LED 光はほぼ減衰すること無くステージ蓋 27 へ到達する。したがって、LED 光によってステージ蓋 27 を効率良く加熱することができ、もって、ステージ蓋 27 に載置されるウエハ W も効率良く加熱することができる。また、ステージ蓋 27 を石英で構成した場合、石英はさほど剛性が高くないために割れ等が生じるおそれがあるが、ステージ蓋 27 を金属によって構成することにより、ステージ蓋 27 の剛性を向上させることができ、もって、ステージ蓋 27 において割れ等が生じるのを防止することができる。特に、ステージ蓋 27 の材料では、高剛性

10

20

30

40

50

を確保するためにヤング率が高く、且つ熱伝導率の高いという物性が要求されることから、CuやSiCとダイヤモンドの複合材（例えば、THERMADITE（登録商標）100-60（II-VI M Cubed Technologies Inc. 社製））を好適に用いることができ、これにより、薄くて熱伝導率の高いステージ蓋27を実現することができる。

【0063】

さらに、ステージ11の冷媒流路28へ供給される冷媒の流量を調節することにより、電子デバイス25、37の温度の制御範囲を高温側、若しくは低温側へ変更することができる。例えば、電子デバイス25、37の温度の制御範囲を高温側へ変更する場合、冷媒流路28へ供給される冷媒の流量を減少させる。電子デバイス25、37の温度の制御範囲を低温側へ変更する場合、冷媒流路28へ供給される冷媒の流量を増加させる。また、ステージ蓋27における冷媒流路28側の面（冷媒接触面）形状を複数のフィンが配置されるフィン形状にし、若しくは、ステージ蓋27の冷媒接触面の表面粗さを調整することにより、電子デバイス25、37と冷媒の間の伝熱量を調整することができる。したがって、ステージ蓋27の冷媒接触面の形状変更によっても電子デバイス25、37の温度の制御範囲を変更することができる。

10

【0064】

上述した各実施の形態では、各電子デバイス25（37）をウエハWやキャリアCの枚葉毎に検査するプローバ10のステージ11に本発明が適用される場合について説明したが、多数の検査室（セル）を備える多室型電子デバイス検査装置において各検査室へプローブカードとともに配置されるステージへ本発明を適用してもよい。

20

【符号の説明】

【0065】

C キャリア

W ウエハ

10 プローバ

11 ステージ

15 プローブカード

16 プローブ

20 電位差測定ユニット

24 ガラス基板

25、37 電子デバイス

26 電極パッド

27 ステージ蓋

28 冷媒流路

29 冷却ユニット

30 LED照射ユニット

32 LED

33a～33f LED群

35 リレー

36 シリコン基板

38 電位差生成回路

39、40 半田バンプ

47 発振回路

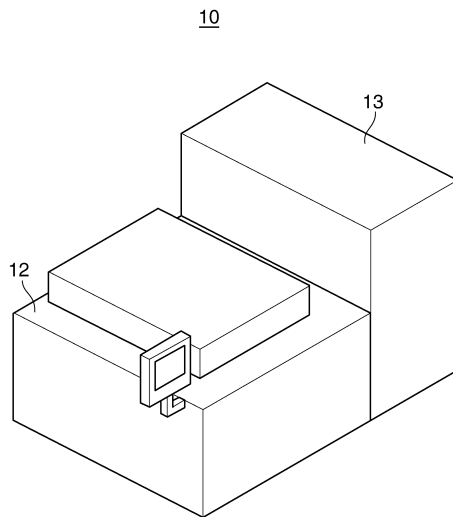
50 周波数カウンタ

30

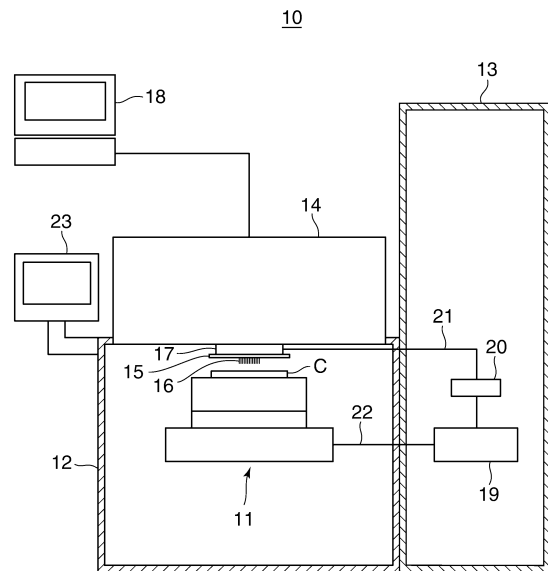
40

【図面】

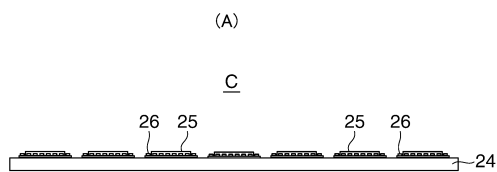
【 図 1 】



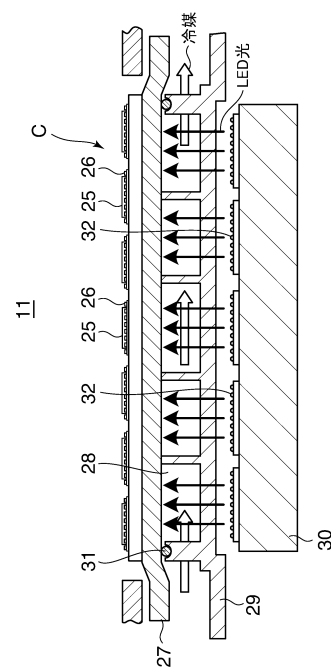
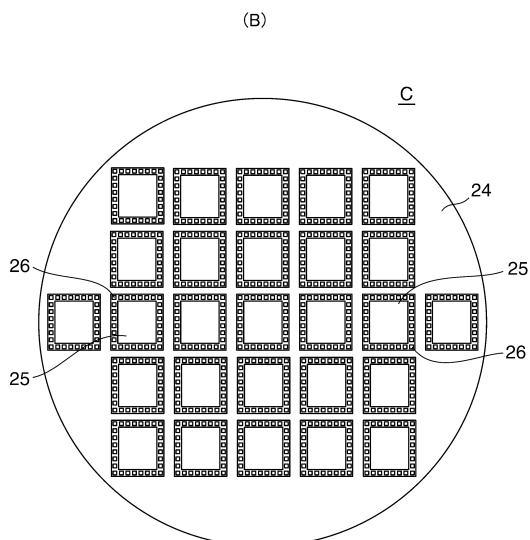
【圖 2】



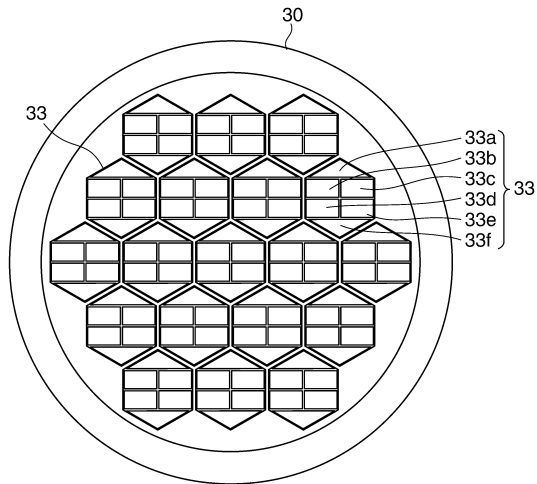
【 図 3 】



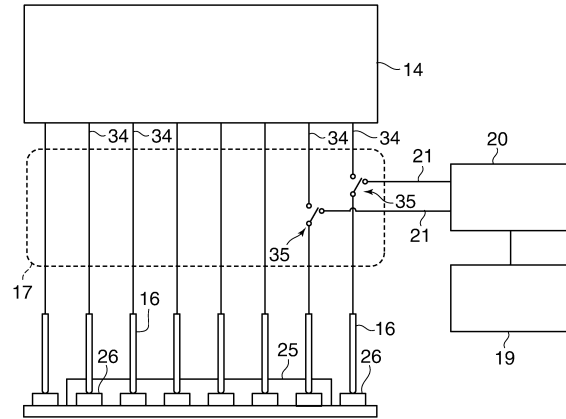
【 図 4 】



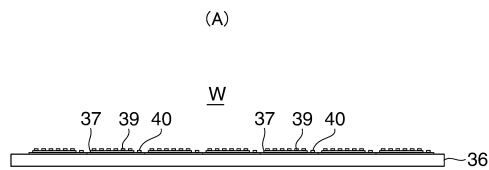
【 図 5 】



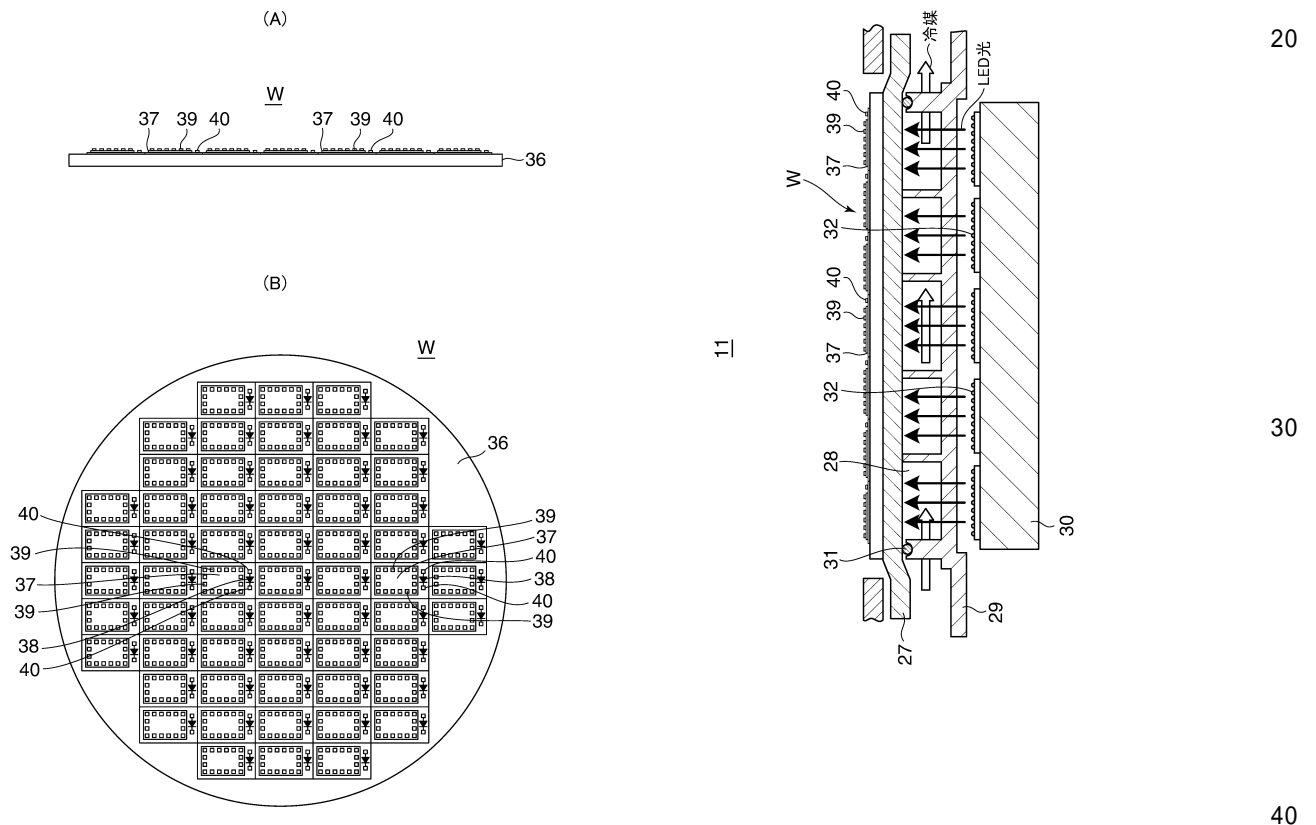
【 図 6 】



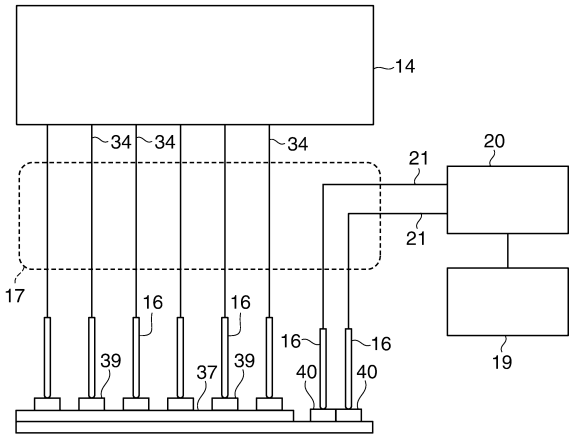
【 図 7 】



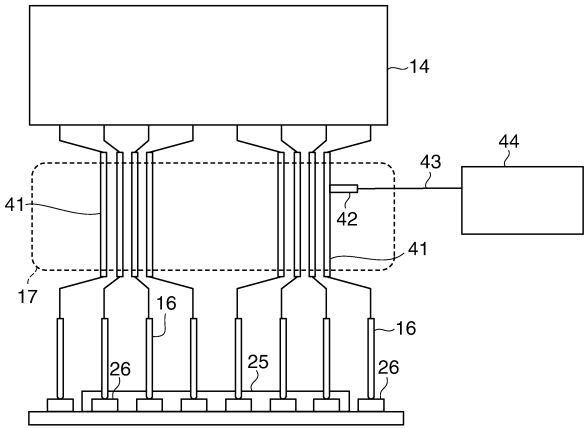
【圖 8】



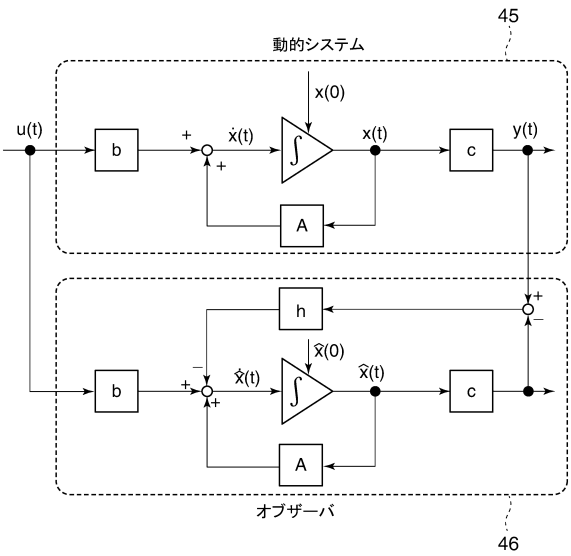
【図 9】



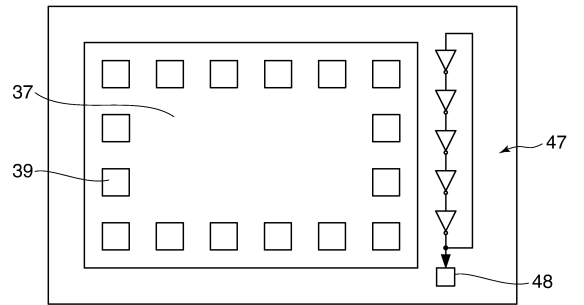
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

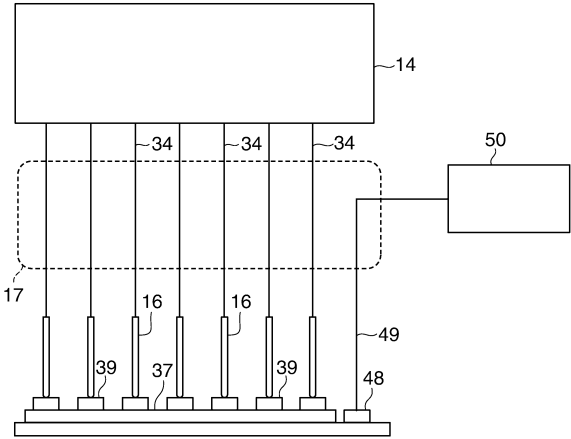
20

30

40

50

【図 13】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 1 5 - 0 5 6 6 2 4 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 1 3 0 1 1 4 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 0 6 5 8 2 3 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 3 0 2 8 5 5 (J P , A)
特開平 0 7 - 1 9 9 1 4 1 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 1 3 8 7 1 1 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 3 5 9 2 8 9 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 0 0 8 7 5 2 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 2 7 7 9 5 3 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 3 0 4 2 7 4 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 0 9 6 0 1 1 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G 0 1 R 3 1 / 2 6
H 0 1 L 2 1 / 6 6