



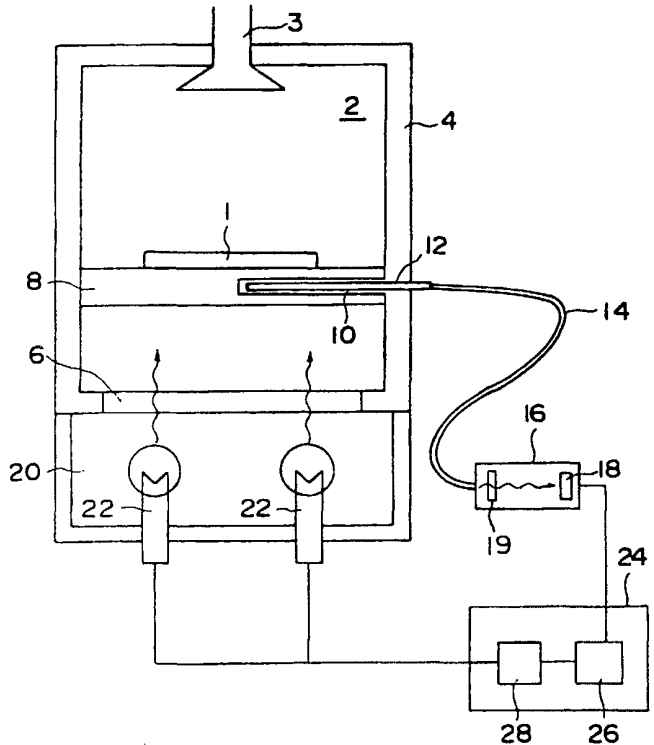
<p>(51) 国際特許分類7 <b>G01J 5/02</b></p>	<p><b>A1</b></p>	<p>(11) 国際公開番号 <b>WO00/58701</b></p> <p>(43) 国際公開日 2000年10月5日(05.10.00)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP00/02005</p> <p>(22) 国際出願日 2000年3月30日(30.03.00)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平11/90104 1999年3月30日(30.03.99) JP 特願平11/90120 1999年3月30日(30.03.99) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED)[JP/JP] 〒107-8481 東京都港区赤坂五丁目3番6号 Tokyo, (JP)</p> <p>(72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 鈴木智博(SUZUKI, Tomohiro)[JP/JP] 〒407-0104 山梨県北巨摩郡双葉町龍地1608-8-206 Yamanashi, (JP) 河西 繁(KASAI, Shigeru)[JP/JP] 〒405-0059 山梨県東八代郡一宮町上矢作290-6 Yamanashi, (JP) 清水正裕(SHIMIZU, Masahiro)[JP/JP] 〒400-0025 山梨県甲府市朝日2-11-16 Yamanashi, (JP) 矢沢 実(YAZAWA, Minoru)[JP/JP] 〒400-0117 山梨県中巨摩郡竜王町西八幡3579 Yamanashi, (JP)</p>	<p>(74) 代理人 佐藤一雄, 外(SATO, Kazuo et al.) 〒100-0005 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 富士ビル323号 協和特許法律事務所 Tokyo, (JP)</p> <p>(81) 指定国 AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), ARIPO特許 (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM)</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>	

(54) Title: **TEMPERATURE MEASUREMENT SYSTEM**

(54) 発明の名称 温度測定システム

(57) Abstract

A simplified system is provided in which the temperature of an object to be processed, such as a wafer, is measured by a noncontact thermometer while removing the effects of stray light from a heating lamp. A window material (6) of a chamber (2) is made of fused silica containing hydroxyl groups. The fused silica containing hydroxyl groups is capable of strongly absorbing light in a wavelength range near 2700 nm. A photodetector element (18) and an optical filter (19) on a photodetector (16) are properly selected so that the photodetector (16) may detect only the light at wavelength near 2700 nm, resulting in the elimination of the effects of stray light from the lamp. Since the window material (6) itself functions as a filter, no other filters are required between the lamp (22) and the object to be heated.



(57)要約

本発明は、放射式温度計を用いてウエハ等の被処理体の温度測定を行う場合に、装置の構成を複雑化することなく加熱用ランプによる迷光の影響を排除することを目的としている。チャンバ2の窓材6として水酸基を含む石英ガラスを用いる。水酸基を含む石英ガラスは、それ自体が2700nm付近の波長の光を強く吸収する性質を有する。光検出器16側の受光素子18と光フィルタ19とを適宜選択して、光検出器16により2700nm付近の波長の光のみを検出するようにして、ランプ迷光の影響を排除する。窓材6自体がフィルタ機能を有しているため、ランプ22と加熱対象物との間に別個にフィルタを設ける必要がなくなる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AG	アンティグア・バーブーダ	DZ	アルジェリア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AL	アルバニア	EE	エストニア	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AU	オーストラリア	FR	フランス	LS	レソト	SK	スロヴァキア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BE	ベルギー	GE	グルジア	MA	モロッコ	TD	チャード
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BJ	ベナン	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BR	ブラジル	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TR	トルコ
BY	ベラルーシ	GW	ギニア・ビサオ	ML	マリ	TT	トリニダード・トバゴ
CA	カナダ	HR	クロアチア	MN	モンゴル	TZ	タンザニア
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MW	モザンビーク	UA	ウクライナ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
CH	スイス	IE	アイルランド	MW	マラウイ	US	米国
CI	コートジボワール	IL	イスラエル	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CM	カメルーン	IN	インド	MZ	モザンビーク	VN	ヴェトナム
CN	中国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	YU	ユーゴスラヴィア
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NL	オランダ	ZA	南アフリカ共和国
CU	キューバ	JP	日本	NO	ノルウェー	ZW	ジンバブエ
CY	キプロス	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド		
CZ	チェッコ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	KR	韓国	RO	ルーマニア		

## 明 細 書

## 温度測定システム

## 技術分野

本発明は、ランプ加熱源により加熱される物体の温度を放射温度計を用いて測定する際に、ランプ加熱源自体が発生する光に起因する迷光の影響を排除する技術に関する。

## 発明の背景

半導体製造プロセスにおける成膜工程等においては、被処理体であるウエハを所定温度に維持するため、ランプ加熱源により、サセプタを介して若しくは直接的に、ウエハを加熱することが行われている。成膜工程においては、ウエハ温度が成膜速度および膜の特性を大きく左右するため、ウエハ温度管理が非常に重要である。ウエハ温度を検出する方法として、ウエハからの熱輻射を放射温度計で測定する手法が従来から知られている。

但し、この方法においては、放射温度計の受光素子がウエハ自体からの熱輻射のみならずランプ加熱源からの放射光も同時に検出してしまうため、温度測定のS/N比を十分に高めることができないという問題がある。この問題を解決するための従来の温度測定システムの一例が、特開平10-111186号に記載されている。ここに開示された技術は、チャンバ底部に設けられた光透過窓とランプ加熱源との間に特定波長の光をカットするフィルタを設けるとともに、放射温度計の受光素子側に前記特定波長の光を選択的に透過させるフィルタを設け、迷光の影響を排除するものである。

上記従来のシステムにおいては、光透過窓とランプ加熱源との間にフィルタを複数設けているため、装置の構成が複雑化し、装置のコストも上昇する。また、近年ウエハが大径化しているため、フィルタのサイズも大きくする必要があり、フィルタの製造コストが特に問題となってくる。また、上記従来のシステムにおいては、検出波長の最適化がなされていない。

## 発明の開示

本発明は、上記実状に鑑みなされたものであり、低コストかつ簡単な構造で正確な温度測定を行うことができる温度測定システムを提供することを目的としている。

上記目的を達成するため、本発明の第1の観点によれば、チャンバ内に收容され、ランプ加熱源により加熱される測定対象物の温度測定を行う温度測定システムにおいて、ランプ加熱源と測定対象物との間の部分に設けられ、それ自体が特定波長領域以外の光を選択的に透過させる性質を有する窓材と、測定対象物からの輻射光を受光するための受光素子を有する光検出器を含み、特定波長領域近傍の波長領域の光を選択的に検出する光検出手段と、光検出器の出力に基づいて、測定対象物の温度を算出する演算部とを備えた温度測定システムが提供される。

なお、窓材それ自体に特定波長領域の光を選択的に透過させる性質を持たせ、光検出手段に特定波長領域近傍の波長領域以外の光を選択的に検出する機能を持たせてもよい。

この温度測定システムは、チャンバ内に配置されるとともに測定対象物からの熱輻射光を伝送するための光ガイドと、前記光ガイドにより取得された光を光検出器に導く光伝送媒体と、を更に備えて構成することができる。

前記窓材により、前記チャンバを区画する壁体の少なくとも一部が構成されていることが、低コスト化およびコンパクト化を図る上で有利である。

前記窓材は、所定の波長領域の光を吸収する機能を有する石英ガラス、例えば水酸基を含む石英ガラスにより構成することが好適である。

光検出手段は、前記受光素子に入射する光の波長領域を限定する光フィルタを更に含んで構成することができる。例えば、窓材を水酸基を含む石英ガラスから構成する場合には、この石英ガラスの光吸収特性にあわせて、光フィルタに波長2.7  $\mu\text{m}$ 近傍の光を選択的に透過する機能を持ったものが選定される。

また、本発明の第2の観点によれば、チャンバ内に收容され、ランプ加熱源により加熱される測定対象物の温度測定を行う温度測定システムにおいて、測定対象物からの熱輻射光を受光するための受光素子を有する光検出器を含み、1.5  $\mu\text{m}$ 以上の波長、より好ましくは2.0  $\mu\text{m}$ 以上の波長の光を選択的に検出する

光検出手段と、前記光検出器の出力に基づいて、前記測定対象物の温度を算出する演算部とを備えた温度測定システムが提供される。

この場合、光検出手段は、受光素子に入射する光の波長領域を限定する光フィルタを更に含んで構成することができる。

また、温度測定システムは、チャンバ内に配置されるとともに測定対象物からの熱輻射光を伝送するための光ガイドと、光ガイドにより取得された光を光検出器に導く光伝送媒体とを更に備えて構成することができる。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明の第1の実施形態に係る温度測定システムを具備したCVD処理装置の一例を概略的に示す図、

図2は、水酸基の含有量に対応する石英ガラスの光透過率の波長依存性を説明するグラフ、

図3は、本発明の第1の実施形態に係る温度測定システムを具備したCVD処理装置の他の例を概略的に示す図、

図4は、本発明の第2の実施形態に係る温度測定システムを具備したCVD処理装置の更に他の例を概略的に示す図、

図5は、受光素子の出力電圧に含まれるランプ迷光の寄与分を算出する方法を説明するグラフ、

図6は、実験に用いた受光素子と光フィルタとの組み合わせごとの検出波長領域を示すグラフ、

図7は、物体から放射される輻射光の温度ごとの放射強度分布を示す図、そして図8は、本発明の第2の実施形態に係る温度測定システムを具備したCVD処理装置の他の例を概略的に示す図、である。

#### 好適な実施形態の説明

以下に図面を参照して本発明の好適な実施形態について説明する。

## [第1の実施形態]

まず、図1乃至図3を参照して第1の実施形態について説明する。図1は、本発明による温度測定システムを備えたCVD処理装置を概略的に示す図である。

図1に示すように、CVD処理装置はチャンバ2を有している。ウエハ1に対して成膜処理等のCVD処理が行われる場合、チャンバ2内の雰囲気チャンバ2外の雰囲気から隔離される。チャンバ2は壁体4により区画されている。なお、チャンバ2には、ウエハ1に処理ガスを供給するガスシャワー3等の部材が設けられているが、本発明の要旨とは直接関係ないためここでは詳細には説明しない。

壁体4の底部には、水酸基を含む石英ガラスからなる窓材6が設けられている。水酸基を含む石英ガラスは、O-Hの振動により2700nm(2.7 $\mu$ m)付近に吸収帯が生じ、吸収の強さは含まれる水酸基の量に比例することが知られている。なお、水酸基を含む石英ガラスは、Si-O-Hの振動により2200nm付近にも吸収帯が生じるが、この吸収帯における吸収の強さは2700nm付近にある吸収帯における吸収の強さより十分に弱い。図2は、厚さ1cmの石英ガラスの光透過率の波長依存性を水酸基の含有量ごとに示すグラフである(「石英ガラスの世界」、葛生伸、工業調査会(1996)より引用)。このグラフからも理解できるように水酸基の含有量が50ppmあれば、波長2700nmの光は、90%以上吸収することができる(図2の破線参照)。従って、本発明の実施にあたっては、窓材6として、水酸基の含有量が50ppm以上の石英ガラスを使用することが好ましい。なお、石英ガラスは、熔融法によるものであってもよいし、合成石英ガラスであってよいし、またVAD法により製造されたものであってもよい。

このように窓材6として適当量の水酸基を含有する石英ガラスを用いることにより、波長2700nm近傍の光、すなわち特定波長領域の光以外の波長の光を選択的に透過する手段を構成することができる。(なお、このことは、「特定波長領域」という用語を波長2700nm近傍の波長領域以外の波長領域を意味する用語として用いた場合、「波長2700nm近傍の波長領域以外の波長の光、すなわち特定波長領域の光を選択的に透過する手段を構成することができる」と

表現することもできる。)

チャンバ2には、ウエハ1すなわち被処理体を載置するためのサセプタ8が設けられている。サセプタ8は、黒色のA1Nにより形成することが好ましく、これにより、サセプタ8の放射特性が黒体のそれに近くなる点と、ランプ光を透過しにくくなる点において有利となる。

サセプタ8には、その側面からその中央方向に延びて終端する孔10が形成されている。孔10内には、サセプタ8からの輻射光を集光するための光ガイド12すなわち導光体が挿入されている。光ガイド12は、壁体1を貫通してチャンバ2の外部に延びている。光ガイド12を、孔10に挿入する構成は、ランプ光の光ガイド12への到達量を最小限に抑制する点で有利である。

光ガイド12には、光ファイバ14すなわち光伝送媒体を介して、光検出器16が接続されている。光検出器16は、受光素子18を有している。光検出器16には、受光素子18の手前側に、光フィルタ19が設けられている。適当な受光感度特性（受光感度の波長依存性を意味する）を有する受光素子18と、適当な透過特性（透過率の波長依存性を意味する）を有する光フィルタ19を適宜組み合わせることにより、2700nm近傍の波長領域の光（すなわち特定波長領域近傍の波長の光）を選択的に検出する光検出手段を構成することができる。

（なお、このことは、「特定波長領域」という用語を波長2700nm近傍の波長領域以外の波長領域を意味する用語として用いた場合、「波長2700nm近傍の波長領域の光、すなわち特定波長領域の以外の波長の光を選択的に透過する手段を構成することができる」と表現することもできる。）

なお、本例では、受光素子18として、Sb, Bi（アンチモン, ビスマス）を使用したサーモパイルを用い、光フィルタ19として多層膜干渉フィルターを用いることにより、2700nm近傍の波長領域の光を選択的に検出する光検出手段を構成している。

光検出器16には、温度コントローラ24が接続されている。温度コントローラ24は、プランクの放射則の原理に基づいてサセプタ8の温度を算出する演算部26と、演算部26により算出されたサセプタ8の温度に基づいてランプ22に供給する電力を制御する出力制御部28と、を有している。

チャンバ2の下方には、ランプ室20が設けられている。ランプ室20には、ランプ22すなわちランプ加熱源が設けられている。

次に、作用について説明する。CVD処理を行う場合、ランプ22が点灯され、このランプの輻射熱によりサセプタ8が加熱される。サセプタ8が加熱されることにより、サセプタ8上に載置されたウエハ1が加熱される。サセプタ8が加熱されると、サセプタ8からその温度に相応した熱輻射光が生じる。熱輻射光は、光ガイド12により集光されて、光ファイバ14および光フィルタ19を順次経て、受光素子18に入射する。受光素子18の出力は演算部26に入力される。演算部26は、プランクの放射則にのっとり、受光素子18の出力に基づいてサセプタ8の温度を算出する。出力制御部28は、演算部26の算出結果に基づいて、サセプタ8の温度が所定値となるようにランプ22に電力を供給する。

ランプ22から放射された光は、窓材6に2700nm近傍の波長領域（すなわち特定波長領域）が吸収され、その他の波長領域がサセプタ8に到達する。サセプタ8に到達したランプ光は、サセプタ8を加熱するとともに、サセプタ8を透過して光ガイド12に少量ではあるが導入される。

従って、光ガイド12に導入される光は、サセプタ8からの輻射光と、2700nm近傍の波長領域がカットされたランプ光とになる。ここで、受光素子18の前段には光フィルタ19が設けられているため、光ガイド12に導入された光のうち2700nm近傍の波長領域のみが受光素子18に到達する。すなわち、受光素子18には、ランプ光は殆ど若しくは全く到達しない。このため、受光素子18の出力からランプ22からの迷光の影響を排除することができ、サセプタ8の温度を正確に測定することができる。

なお、上記実施形態においては、温度測定対象物が被処理体であるウエハ1を載置するサセプタ8であったが、本発明の適用はこれに限定されるものではない。すなわち、例えば、図4に示すように、光ガイド12が、被処理体であるウエハ1からの輻射光を検出するような配置としてもよい。更に、光ガイド12を、チャンバ2内においてウエハ1の上方若しくは斜め上方にウエハ1から離して配置して、この光ガイド12がウエハ1からの輻射光を検出するような配置としてもよい。この場合も、上記実施形態と略同一の効果が得られる。



また、上記実施形態においては、受光素子18と光フィルタ19との組み合わせにより2700nm近傍の波長領域の光を選択的に検出する光検出手段を構成しているが、受光素子18の受光感度特性が特定波長領域近傍の光を選択的に検出する目的を達成するに十分であれば、光フィルタ19無しで光検出手段を構成することも可能である。また、受光素子18として、適当なものがあれば、サーモパイルに代えてフォトダイオードを使用してもよい。

また、上記実施形態においては、それ自体が特定波長領域の光を吸収する光フィルタ機能を有する材料として水酸基を含有する石英ガラスを用いたが、その他の材料、例えばサファイアを窓材6として用いてもよい。この場合も、窓材6の吸収波長に対応して受光素子18および光フィルタ19を適宜組み合わせればよい。

#### [第2の実施形態]

次に図4乃至図8を参照して本発明の第2の実施形態について説明する。図4は、本発明による温度測定システムを備えたCVD処理装置を概略的に示す図である。なお、図4および図8において、図1および図3に示す構成要素と同一または類似の機能を果たす構成要素には、同一の符号を付している。

図4に示すように、CVD処理装置はチャンバ2を有している。ウエハ1に対して成膜処理等のCVD処理が行われる場合、チャンバ2内の雰囲気はチャンバ2外の雰囲気から隔離される。チャンバ2は壁体4により区画されている。壁体4の底部には、石英ガラスにより形成された光透過性を有する窓材6Aが設けられている。この窓材6Aは、第1の実施形態の窓材6と異なり、特定波長領域に吸収のピークを持っている必要はない。チャンバ2には、ウエハ1に処理ガスを供給するガスシャワー3等の部材が設けられているが、本発明の要旨とは直接関係ないためここでは詳細には説明しない。

チャンバ2には、ウエハ1すなわち被処理体を載置するためのサセプタ8が設けられている。サセプタ8は、黒色のAlNにより形成することが好ましく、これにより、サセプタ8の放射特性が黒体のそれに近くなる点と、ランプ光を透過しにくくなる点において有利となる。

サセプタ8には、その側面からその中央方向に延びて終端している孔10が形

成されている。孔10内には、サセプタ8からの輻射光を集光するための光ガイド12すなわち導光体が挿入されている。光ガイド12は、壁体1を貫通してチャンバ2の外部に延びている。光ガイド12を、孔10に挿入する構成は、ランプ光の光ガイド12への到達量を最小限に抑制する点で有利である。

一方、チャンバ2の下方には、ランプ室20が設けられている。ランプ室20には、ランプ22Aすなわちランプ加熱源が設けられている。ランプ22Aはハロゲンランプからなる。

また、光ガイド12には、光ファイバ14すなわち光伝送媒体を介して、光検出器16Aが接続されている。光検出器16Aは、フォトダイオード等からなる受光素子18Aを有している。

光検出器16Aには、受光素子18Aの手前側に、光フィルタ19Aが設けられている。適当な受光感度特性（受光感度の波長依存性を意味する）を有する受光素子18Aと、適当な透過特性（透過率の波長依存性を意味する）を有する光フィルタ19Aを適宜組み合わせることにより、所望の波長領域の光を選択的に検出する光検出手段を構成することができる。この光検出手段による検出波長領域については、後に詳述する。

光検出器16Aには、温度コントローラ24が接続されている。温度コントローラ24は、プランクの放射則の原理に基づいてサセプタ8の温度を算出する演算部26と、演算部26により算出されたサセプタ8の温度に基づいてランプ22に供給する電力を制御する出力制御部28と、を有している。

次に、作用について説明する。CVD処理を行う場合、ランプ22Aが点灯され、このランプの輻射熱によりサセプタ8が加熱される。サセプタ8が加熱されることにより、サセプタ8上に載置されたウエハ1が加熱される。サセプタ8が加熱されると、サセプタ8からはその温度に相応した熱輻射光が生じる。熱輻射光は、光ガイド12により集光されて、光ファイバ14および光フィルタ19Aを順次経て、受光素子18Aに入射する。受光素子18Aの出力は演算部26に入力される。演算部26は、プランクの放射則にのっとり、受光素子18Aの出力に基づいてサセプタ8の温度を算出する。出力制御部28は、演算部26の算出結果に基づいて、サセプタ8の温度が所定値となるようにランプ22Aに電力

を供給する。

ランプ 2 2 A から放射された光は、サセプタ 8 に到達する。サセプタ 8 に到達したランプ光は、サセプタ 8 を加熱するとともに、サセプタ 8 を透過して光ガイド 1 2 に少量ではあるが導入される。従って、光ガイド 1 2 に導入される光は、サセプタ 8 からの輻射光と、ランプ光とになる。

ランプ光が、光ガイド 1 2 に導入される光に含まれることにより温度測定結果に及ぼす影響は、以下のようにして求めることができる。

図 5 のグラフは、受光素子 1 8 A の出力電圧  $V_{pd}$  およびサセプタ 8 の温度  $T_S$  の経時変化を示している。

今、時間範囲  $t_A$  において、

- (1) ランプ 2 2 A に供給される電力  $W$  が安定し、略一定の値  $W_i$  となっており、
- (2) サセプタ 8 の温度  $T_S$  が安定した値  $T_i$  となっており、かつ、
- (3) 受光素子 1 8 A の出力電圧  $V_{pd}$  が安定し、略一定の値  $V_i$  となっているものとする。

この状態から、時間  $t_1$  の時点で、ランプ 2 2 A に供給する電力  $W$  を 0 にする。するとその瞬間、受光素子 1 8 A にはランプ 2 2 A からの光が入力されなくなるため、受光素子 1 8 A の出力電圧  $V_{pd}$  は  $V_i$  から  $V_i - \Delta V_i$  まで急激に低下する。その後、受光素子 1 8 A の出力電圧  $V_{pd}$  は、サセプタ 8 の温度  $T_S$  の低下に合わせて緩やかに低下してゆく。サセプタ 8 の温度  $T_S$  は、ランプ 2 2 A への電力供給を停止した後、緩やかに低下してゆく。従って、ランプ 2 2 A への電力供給を停止した瞬間の受光素子 1 8 A の出力電圧低下  $\Delta V_i$  が、時間範囲  $t_A$  における受光素子 1 8 A の出力電圧  $V_i$  に含まれるランプ光の寄与分に相当する。

ここで、 $R = V_i / (V_i - \Delta V_i)$  をサセプタ 8 からの輻射光に対するランプ光 2 2 A からの放射光の強度比指数と定義する。この強度比指数  $R$  は、光検出手段による検出波長領域の関数となる。その関係を表 1 に示す。

表 1

波長 ( $\mu\text{m}$ )	ランプ／サセプタ放射強度比指数 R
0.5～1.0	100.00
1.0～1.5	20.00
1.5～2.0	0.70
2.0～2.5	0.10
2.5～3.0	0.05
3.0～3.5	0.01

表1に示すように、強度比指数Rは、検出波長領域を1.5  $\mu\text{m}$ 以上とした場合に、1以下となり、更に、検出波長領域を2.0  $\mu\text{m}$ 以上とした場合に0.1以下となる。すなわち検出波長領域が1.5  $\mu\text{m}$ 未満である場合に比べて大幅な改善が認められる。

### 実施例

次に、実験例に基づいて、本発明を更に詳細に説明する。受光素子18Aとフィルタ19Aとを適宜組み合わせることで検出波長領域を変化させた場合の強度比指数Rを調べた。その結果を表2に示す。また、表2の結果を得るために行った試験において用いた受光素子18Aとフィルタ19Aの組み合わせごとの検出波長領域を図6に示す。なお、表2および図6において、Filterの表示がないものはフィルタ19Aを設けることなく受光素子18Aのみで光検出手段を構成した場合を示している。

表2 ランプ／サセプタ輻射強度比指数R

サセプタ温度	ランプ出力 (%)	InGaAs (L) +Filter	InGaAs (S) +Filter	InGaAs (S)	Si
200℃	13	2.3			
250℃	16	1.2			
300℃	15	0.58	R = 6.2	R = 8.1	
350℃	18	0.27	2.5	4.1	
400℃	21	0.15	1.5	1.7	R = 370
450℃	27	0.10	0.74	1.3	100
500℃	32	0.067	0.45	0.70	56.9
520℃	35	0.058	0.33	0.55	31.8

表2に示すように、受光素子18AとしてInGaAs (long) と1.5  $\mu\text{m}$ 以下の短波長側をカットするフィルタ19Aとを組み合わせさせた場合、測定誤差を少なくすることができることがわかる。特にサセプタ8の温度が500℃付近の場合、測定誤差が非常に小さくなっている。

このように、通常2000℃～3000℃の色温度を持つハロゲンランプの放射光（以下、「ランプ光」ともいう）の放射強度分布と、成膜工程の際のサセプタの温度（通常300℃～600℃）に基づくサセプタからの輻射光の放射強度分布との関係に着目し、ランプ光の放射強度が最も強くなる波長領域から検出波長領域を外すことにより、ランプ光が迷光として受光素子に入射した場合でも、その影響を最小限とすることができる。

すなわち、図7に示すように、ハロゲンランプ光の放射強度は波長0.5～1.0  $\mu\text{m}$ の領域で最も強くなるため、この波長領域を検出波長領域から外すことにより迷光の影響を最小限とすることができる。更に、0.5～1.0  $\mu\text{m}$ の波長領域外であって、かつ通常300℃～600℃の範囲に設定されるサセプタ8からの輻射光の放射強度が最も強くなる波長1.5～6  $\mu\text{m}$ の領域を検出波長領域とすることにより、迷光の影響を更に抑えることができる。前述したように、検出波長領域は1.5  $\mu\text{m}$ 以上とすることが好ましく、2.0  $\mu\text{m}$ 以上とすることが更に好ましい。

以上説明したように、本実施形態によれば、光検出手段による検出波長領域を

最適化することにより、ランプ光による迷光の影響を排除して、精度の高い温度測定を行うことができる。

なお、上記実施形態においては、温度測定対象物が被処理体であるウエハ1を載置するサセプタ8であったが、本発明の適用はこれに限定されるものではない。すなわち、例えば、図8に示すように、光ガイド12が、被処理体であるウエハ1からの輻射光を検出するような配置としてもよい。更に、光ガイド12を、チャンバ2内においてウエハ1の上方若しくは斜め上方にウエハ1から離して配置して、この光ガイド12がウエハ1からの輻射光を検出するような配置としてもよい。この場合も、上記実施形態と略同一の効果が得られる。

また、上記実施形態においては、受光素子18Aと光フィルタ19Aとの組み合わせにより所定の波長領域の光を選択的に検出する光検出手段を構成しているが、受光素子18Aの受光感度特性が特定波長領域近傍の光を選択的に検出する目的を達成するに十分であれば、光フィルタ19A無しで光検出手段を構成することも可能である。

## 請求の範囲

1. チャンバ内に収容され、ランプ加熱源により加熱される測定対象物の温度測定を行う温度測定システムにおいて、

前記ランプ加熱源と前記測定対象物との間の部分に設けられ、それ自体が特定波長領域以外の光を選択的に透過させる性質を有する窓材と、

前記測定対象物からの熱輻射光を受光するための受光素子を有する光検出器を含み、前記特定波長領域近傍の波長領域の光を選択的に検出する光検出手段と、

前記光検出器の出力に基づいて、前記測定対象物の温度を算出する演算部と、を備えたことを特徴とする、温度測定システム。

2. チャンバ内に収容され、ランプ加熱源により加熱される測定対象物の温度測定を行う温度測定システムにおいて、

前記ランプ加熱源と前記測定対象物との間の部分に設けられ、それ自体が特定波長領域の光を選択的に透過させる性質を有する窓材と、

前記測定対象物からの熱輻射光を受光するための受光素子を有する光検出器を含み、前記特定波長領域近傍の波長領域以外の光を選択的に検出する光検出手段と、

前記光検出器の出力に基づいて、前記測定対象物の温度を算出する演算部と、を備えたことを特徴とする、温度測定システム。

3. 前記チャンバ内に配置され、測定対象物からの熱輻射光を伝送するための光ガイドと、

前記光ガイドにより取得された光を前記光検出器に導く光伝送媒体と、を更に備えたことを特徴とする、請求項1または2に記載の温度測定システム。

4. 前記窓材は、前記チャンバを区画する壁体の少なくとも一部を構成していることを特徴とする、請求項1または2に記載の温度測定システム。

5. 前記窓材は、所定の波長領域の光を吸収する機能を有する石英ガラスからなることを特徴とする、請求項1または2に記載の温度測定システム。

6. 前記石英ガラスは水酸基を含んでいること特徴とする、請求項5に記載の温度測定システム。

7. 前記光検出手段は、前記受光素子に入射する光の波長領域を限定する光フィルタを更に含んでいることを特徴とする、請求項1または2に記載の温度測定システム。

8. 前記窓材は、水酸基を含む石英ガラスからなり、  
前記光フィルタは、波長2.7  $\mu\text{m}$ 近傍の光を選択的に透過する機能を有していることを特徴とする、請求項7に記載の温度測定システム。

9. チャンバ内に収容され、ランプ加熱源により加熱される測定対象物の温度測定を行う温度測定システムにおいて、

測定対象物からの熱輻射光を受光するための受光素子を有する光検出器を含み、1.5  $\mu\text{m}$ 以上の波長を有する光を選択的に検出する光検出手段と、

前記光検出器の出力に基づいて、前記測定対象物の温度を算出する演算部と、を備えたことを特徴とする、温度測定システム。

10. 前記光検出手段は、2.0  $\mu\text{m}$ 以上の波長を有する光を選択的に検出することを特徴とする、請求項9に記載の温度測定システム。

11. 前記光検出手段は、前記受光素子に入射する光の波長領域を限定する光フィルタを更に含んでいることを特徴とする、請求項9または10に記載の温度測定システム。

12. 前記チャンバ内に配置され、前記測定対象物からの熱輻射光を伝送するための光ガイドと、

前記光ガイドにより取得された光を前記光検出器に導く光伝送媒体と、を更に備えたことを特徴とする、請求項9乃至11のいずれかに記載の温度測定システム。



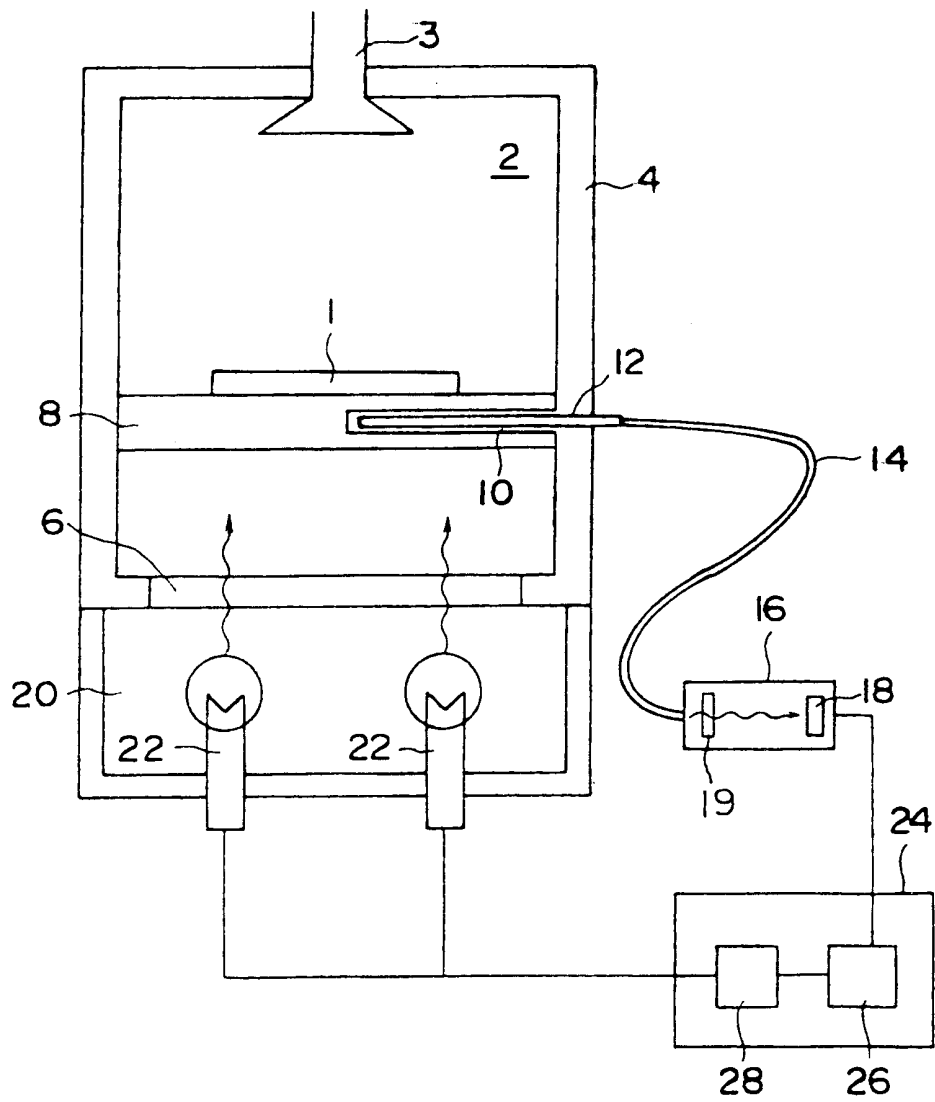


FIG. 1

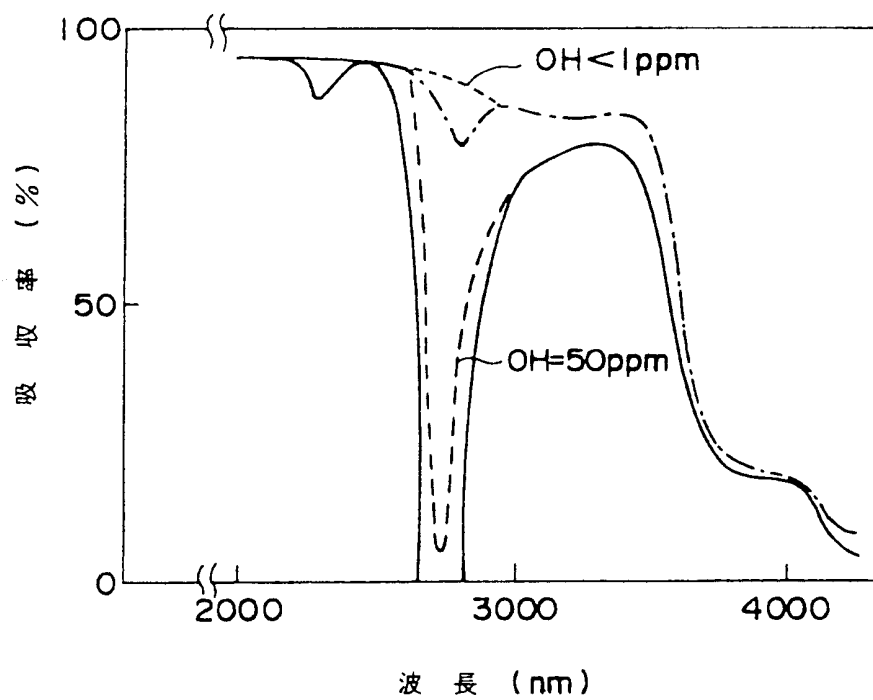


FIG. 2

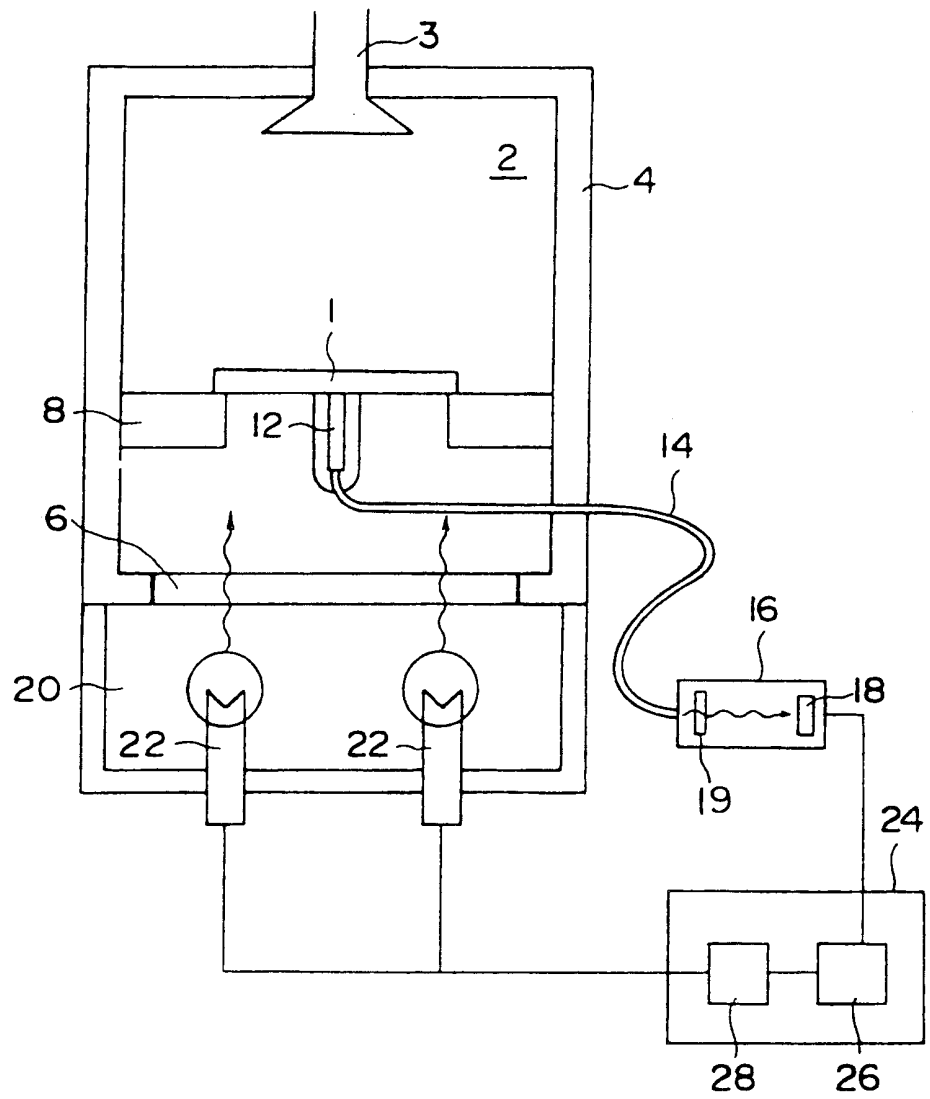


FIG. 3

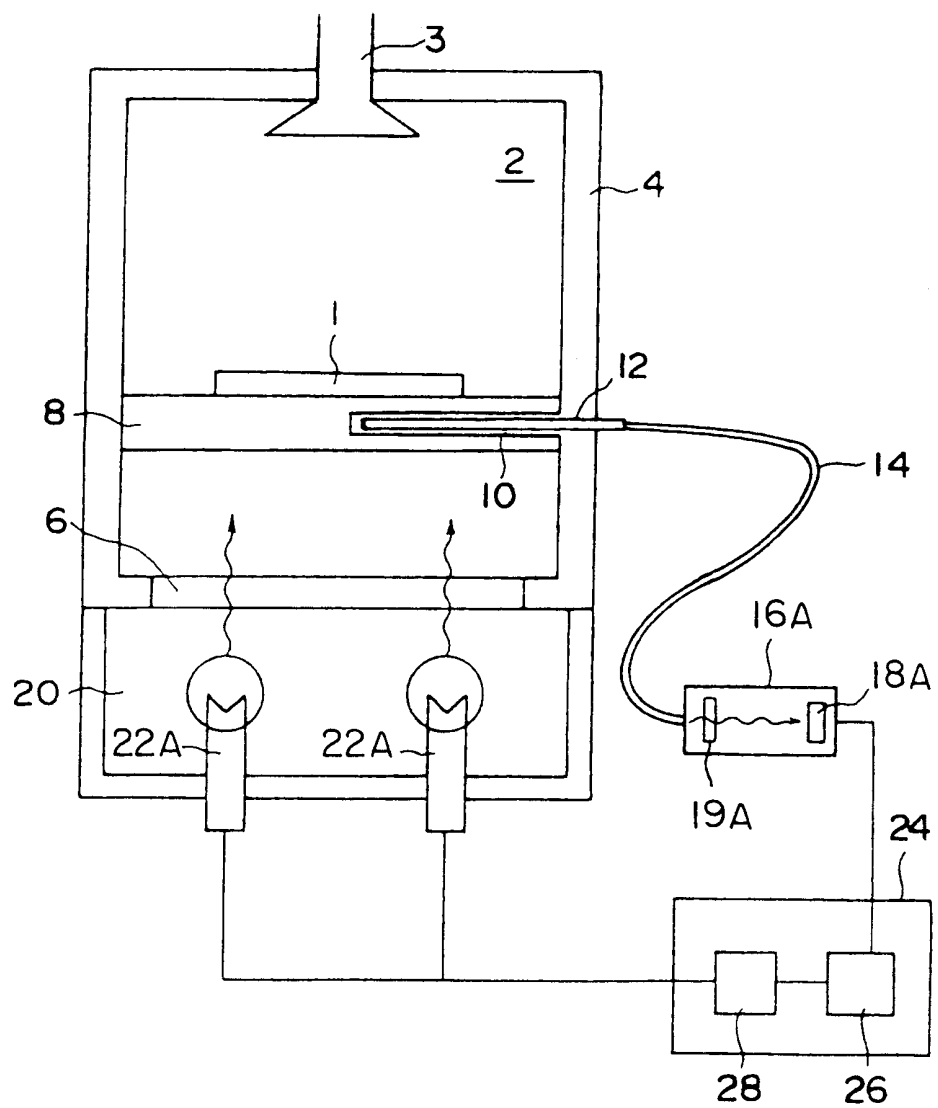


FIG. 4

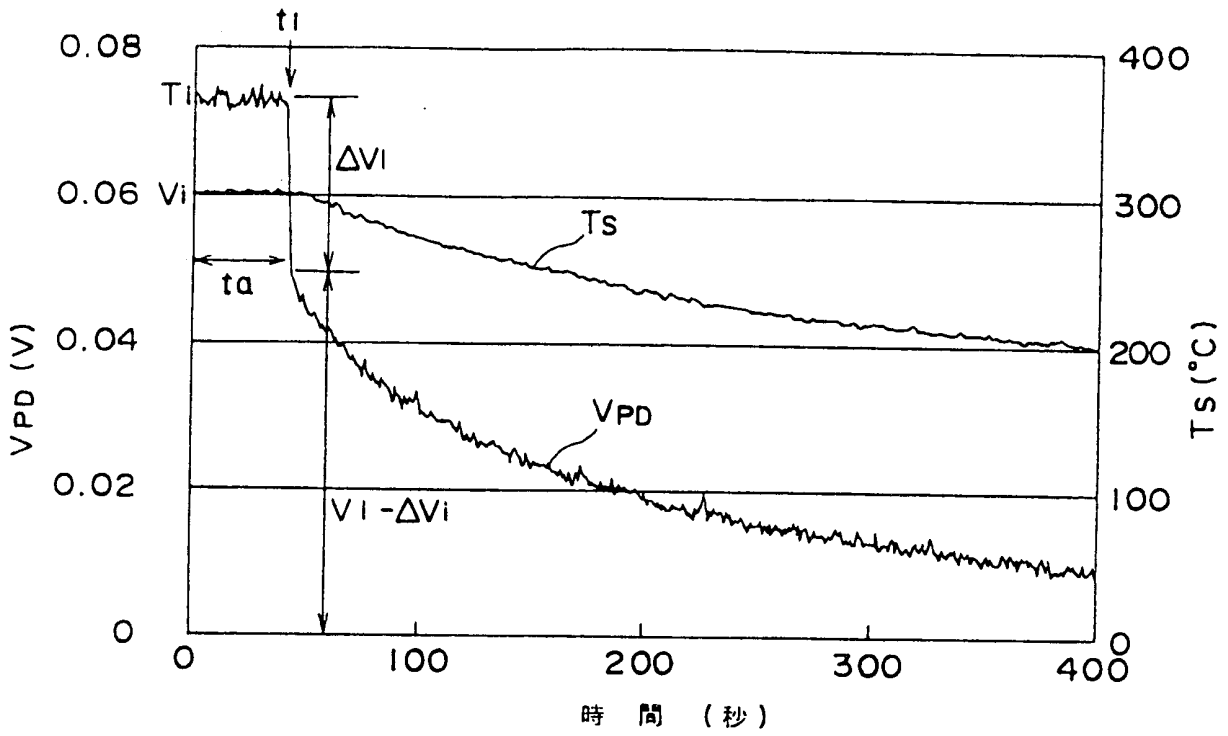


FIG. 5

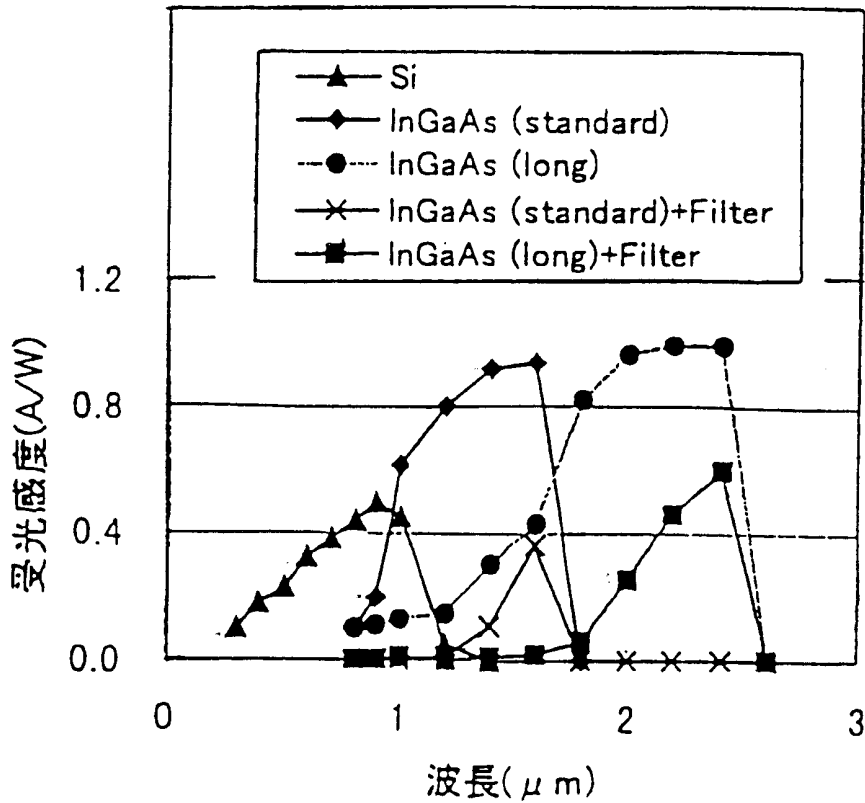


FIG. 6

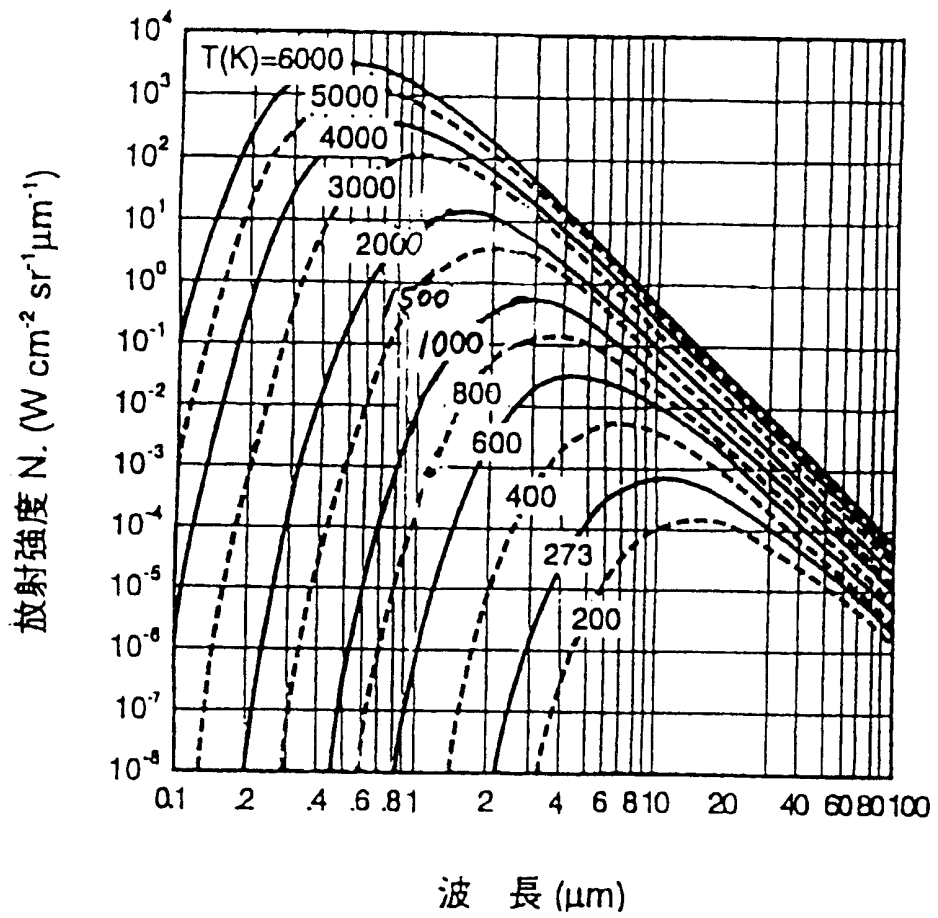


FIG. 7

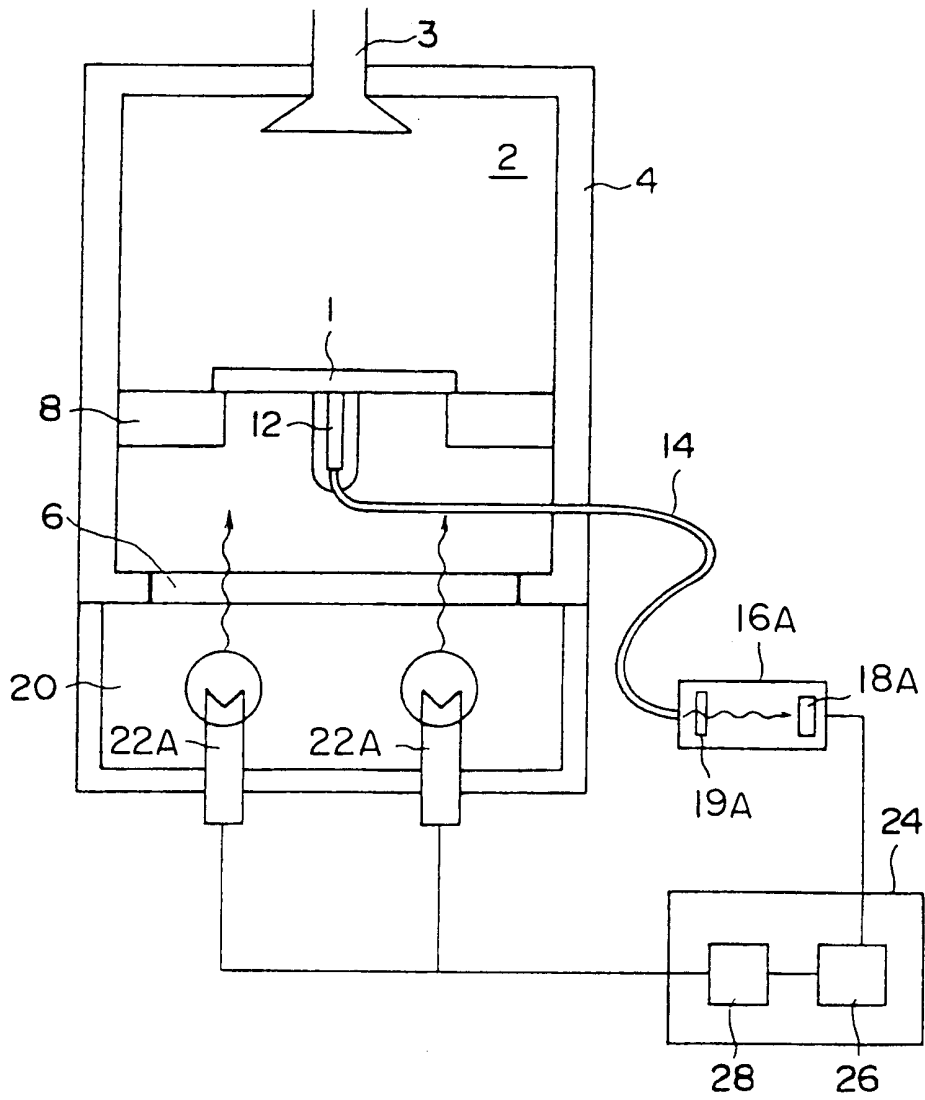


FIG. 8

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/02005

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. <sup>7</sup> G01J5/02		
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. <sup>7</sup> G01J5/00-5/62, H01L21/66		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) JICST FILE (JOIS), WPI		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 60-131430, A (Dainippon Screen MFG. Co., Ltd.), 13 July, 1985 (13.07.85), Full text; Fig. 1	1, 2, 4, 5, 7
Y	Full text; Fig. 1 (Family: none)	3, 6, 8-12
Y	JP, 10-170343, A (Sony Corporation), 26 June, 1998 (26.06.98), Par. Nos. [0012]-[0013]; Fig. 1 (Family: none)	3, 6, 8, 12
X	JP, 4-42025, A (M Setetsuku K.K.), 12 February, 1992 (12.02.92), page 2, lower right column, line 15 to page 4, upper right column, line 4; Fig. 1	1, 2
Y	page 2, lower right column, line 15 to page 4, upper right column, line 4; Fig. 1 (Family: none)	9-11
X	WO, 92/21144, A (MATERIALS RES. CORP.), 26 November, 1992 (26.11.92), Full text; Figs. 1 to 4 & US, 5259881, A & JP, 6-507524, A & EP, 584077, A	1, 2, 4, 5
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input type="checkbox"/> See patent family annex.
* Special categories of cited documents:	"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	
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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	
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"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	
"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)	"&" document member of the same patent family	
"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		
Date of the actual completion of the international search 14 April, 2000 (14.04.00)	Date of mailing of the international search report 02 May, 2000 (02.05.00)	
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer	
Facsimile No.	Telephone No.	



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/02005

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US, 5154512, A (LUXTRON CORPORATION), 28 October, 1992 (28.10.92), Full text; Figs. 1 to 6 Full text; Figs. 1 to 6 & JP, 4-305130, A	1-3 12
X Y	JP, 7-134069, A (Hitachi, Ltd.), 23 May, 1995 (23.05.95), Par. Nos. [0013]~[0026]; Fig. 1 Par. Nos. [0013]~[0026]; Fig. 1 (Family: none)	1-5,7 11,12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G01J5/02

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 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G01J5/00-5/62, H01L21/66

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 1971-2000年
- 日本国登録実用新案公報 1994-2000年
- 日本国実用新案登録公報 1996-2000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)

JICSTファイル (JOIS), WPI

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 請求の範囲の番号
X Y	JP, 60-131430, A (大日本スクリーン製造株式会社) 13. 7月. 1985 (13. 07. 85) 全文, 第1図 全文, 第1図 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 5, 7 3, 6, 8-12
Y	JP, 10-170343, A (ソニー株式会社) 26. 6月. 1998 (26. 06. 98) 段落番号【0012】 - 【0013】, 第1図 (ファミリーなし)	3, 6, 8, 12

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 14. 04. 00

国際調査報告の発送日 02.05.00

国際調査機関の名称及びあて先  
日本国特許庁 (ISA/JP)  
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) 樋口 宗彦   
2W 2910  
電話番号 03-3581-1101 内線 3290

C (続き) . 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 請求の範囲の番号
<u>X</u> Y	JP, 4-42025, A (エム・セテック株式会社) 12. 2月. 1992 (12. 02. 92) 第2頁右下欄第15行~第4頁右上欄第4行, 第1図 第2頁右下欄第15行~第4頁右上欄第4行, 第1図 (ファミリーなし)	<u>1, 2</u> 9-11
X	WO, 92/21144, A (MATERIALS RES. CORP.) 26. 11月. 1992 (26. 11. 92) 全文, 第1-4図 & US, 5259881, A & JP, 6-507524, A & EP, 584077, A	1,2,4,5
<u>X</u> Y	US, 5154512, A (LUXTRON CORPORATION) 28. 10月. 1992 (28. 10. 92) 全文, 第1-6図 全文, 第1-6図 & JP, 4-305130, A	<u>1-3</u> 12
<u>X</u> Y	JP, 7-134069, A (株式会社日立製作所) 23. 5月. 1995 (23. 05. 95) 段落番号【0013】~【0026】, 第1図 段落番号【0013】~【0026】, 第1図 (ファミリーなし)	<u>1-5, 7</u> 11, 12