世界知的所有権機関
国際事務局

PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類 6
H01L 21/205

A1

(11) 国際公開番号 WO 95/08185

(43) 国際公開日 1995年3月23日 (23.03.95)

(21) 国際出願番号 PCT/JP94/01526
(22) 国際出願日 1994年9月16日(16. 09. 94)

(30) 優先権データ
特願平5/255051 1993年9月16日(16. 09. 93) JP

(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 東京都港区赤坂5丁目3番6号 Tokyo, (JP)
(72) 発明者;および
(75) 発明者/出願人(米国についてのみ)
保坂 篤(HOSAKA, Atsushi)〔JP/JP〕
〒400-01 山梨県中巨摩郡敷島町境994 Yamanashi, (JP)
岩下光秋(IWASHITA, Mitsuaki)〔JP/JP〕
〒407 山梨県韮崎市藤井町北下条1465-2
サンコーポラス藤井2-105 Yamanashi, (JP)
西村俊治(NISHIMURA, Toshiharu)〔JP/JP〕
〒400 山梨県甲府市武田2-12-16 Yamanashi, (JP)
(74) 代理人
弁理士 鈴江武彦, 外(SUZUYE, Takehiko et al.)
〒100 東京都千代田区霞が関3丁目7番2号
鈴榮内外國特許事務所内 Tokyo, (JP)

(81) 指定国
KR, US.

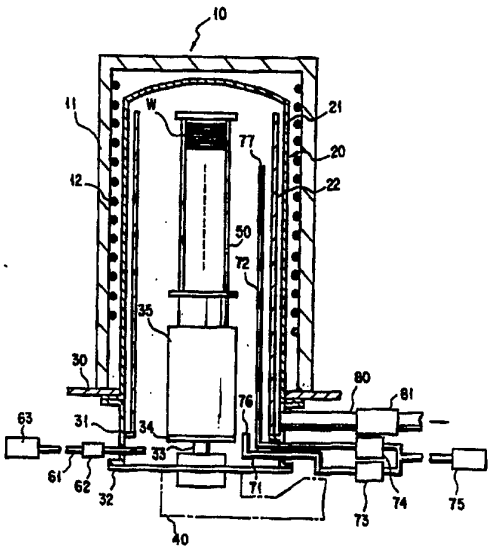
添付公開書類 国際調査報告書

(54) Title : FILM FORMING DEVICE

(54) 発明の名称 成膜装置

(57) Abstract

A film forming device for forming films doped with impurities on the surfaces of objects to be processed, such as semiconductor wafers. This device is provided with a vertical reaction tube having an area in which objects to be processed, namely, semiconductor wafers are arranged. The semiconductor wafers are vertically arranged at intervals in an overlapping state in the area inside the reaction tube and a film forming gas is introduced into the reaction tube through a film forming gas introducing tube. This film forming device is also provided with a main doping gas introducing tube the gas outlet of which is located below the area in the reaction tube and through which the doping gas is introduced into the reaction tube upward, at least one auxiliary doping gas introducing tube the gas outlet of which is located above the outlet of the main doping gas introducing tube and through which the doping gas is introduced so as to supplement the doping gas supply from the main tube, an exhaust system for exhausting gas from the reaction tube, and a heating means which heats the inside of the reaction tube.



（５７）要約

半導体ウエハ等の被処理体の表面に不純物がドープされた膜を形成するための成膜装置は、その長手方向を鉛直にして配置され、複数の半導体ウエハが配置される領域を有する反応管を有する。反応管内のその領域には複数の半導体ウエハが被処理体が間隔をおいて鉛直方向に重ねた状態で配列され、この反応管内に成膜ガス導入管を介して成膜ガスが導入される。この装置は、さらにガス流出口が反応管内の前記被処理体配置領域よりも下方に位置し、そこから上方に向けてドープガスを導入するための主ドープガス導入管と；ガス流出口が主ドープガス供給管の流出口よりも前記反応管の上方に設けられ、主ドープガス導入管からのドープガスの供給を補うためにドープガスを導入する少なくとも１つの副ドープガス導入管と；前記反応管内のガスを排出するための排気系と；反応管内を加熱するための加熱手段と；を備えている。

情報としての用途のみ
ＰＣＴに基づいて公開される国際出願をパンフレット第一頁にＰＣＴ加盟国を同定するために使用されるコード

AM	アルメニア	DK	デンマーク	LI	リヒテンシュタイン	PT	ポルトガル
AT	オーストリア	EE	エストニア	LK	スリランカ	RO	ルーマニア
AU	オーストラリア	ES	スペイン	LR	リベリア	RU	ロシア連邦
BB	バルバドス	FI	フィンランド	LT	リトアニア	SD	スーダン
BE	ベルギー	FR	フランス	LU	ルクセンブルグ	SE	スウェーデン
BF	ブルギナ・ファソ	GA	ガボン	LV	ラトヴィア	SI	スロヴェニア
BG	ブルガリア	GB	イギリス	MC	モナコ	SK	スロヴァキア共和国
BJ	ベナン	GE	グルジア	MD	モルドバ	SN	セネガル
BR	ブラジル	GN	ギニア	MG	マダガスカル	SZ	スワジランド
BY	ベラルーシ	GR	ギリシャ	ML	マリ	TD	チャード
CA	カナダ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	TG	トーゴ
CF	中央アフリカ共和国	IE	アイルランド	MR	モーリタニア	TJ	タジキスタン
CG	コンゴー	IT	イタリー	MW	マラウイ	TT	トリニダード・トバゴ
CH	スイス	JP	日本	MX	メキシコ	UA	ウクライナ
CI	コート・ジボアール	KE	ケニア	NE	ニジェール	UG	ウガンダ
CM	カメルーン	KG	キルギスタン	NL	オランダ	US	米国
CN	中国	KP	朝鮮民主主義人民共和国	NO	ノルウェー	UZ	ウズベキスタン共和国
CZ	チェッコ共和国	KR	大韓民国	NZ	ニュー・ジーランド	VN	ヴィェトナム
DE	ドイツ	KZ	カザフスタン	PL	ポーランド		

明細書

成膜装置

［技術分野］

本発明は、例えば半導体デバイスの製造工程において不純物がドープされた膜、例えばリンドープトシリコン膜を成膜する成膜装置に関する。

［背景の技術］

半導体デバイスにおいて、ポリシリコン膜はトランジスタのゲート電極などをはじめ広範囲に用いられている。特にデバイスの微細化が進んでディープサブミクロン領域になると、コンタクトホールの埋め込み電極などを形成する場合に高信頼性が要求され、ポリシリコン膜はこのような信頼性の高い材料として不可欠なものになっている。そして、このようなポリシリコン膜としては不純物がドープされたものが多用されている。

このようなことからポリシリコン膜に不純物をドーピングする方法についても今後一層検討を重ねなければならない状況にある。

ところで、不純物例えばリン（Ｐ）をドープしたポリシリコン膜を形成する方法としては、従来、イオン注入によりリンをポリシリコン膜内に打ち込み、その後アニール処理する方法や、あるいは$POCl_3$ガスを用いてP_2O_5膜をポリシリコン膜の表面に形成し、その後拡散処理する方法などが知られている。またＨＯＴ－ＷＡＬＬ型減圧ＣＶＤを利用した方法として、ｉｎ－ｓｉｔｕ法も知られている。

しかしながらイオン注入によりリンをドープする方法は、イオン注入の衝撃によりポリシリコン膜中の結晶が破壊する欠点があるし、また$POCl_3$ガスを用いた方法は、深さ方向に関しての濃度均一性が悪く、更に表面のP_2O_5膜を削る工程を必要とするので工程が繁雑であるという欠点がある。

これに対し、in-situ法は、上述のような欠点がないし、またドープガスの流量を調整することにより薄膜中のリン濃度をコントロールできるなどの利点があり、ポリシリコン膜を成膜する有効な方法として広く実施されている。

このin-situ法について図1を参照しながら説明する。図1はin-situ法に用いられる成膜装置を示す断面図である。加熱炉1はヒーター3を有し、その中に二重管構造の反応管2が設けられている。この反応管2の下端には、成膜ガス導入管6、ドープ用ガス導入管7、及び排気管8を備えたマニホールド5が配置されている。この成膜装置においては、先ずウエハWが多数枚例えば100枚搭載されたウエハボート4を、ボートエレベータ9により反応管2内に、その下端開口部から搬入してウエハWをロードする。ウエハWのロード時において反応管2内はヒータ3により所定温度に加熱されている。次いで反応管2内が所定の真空度となるように排気しながら成膜ガスとしてモノシラン（SiH_4）ガスまたはジシラン（Si_2H_6）ガスを例えばヘリウムガスで希釈したものを成膜ガス導入管6を介して反応管2内に供給すると共に、例えばヘリウム（He）ガスでフォスフィ

ン（PH_3）ガスを希釈したドープガスをドープガス導入管７を介して反応管２内に供給し、処理ガスの気相反応によりウエハW表面に薄膜を形成（成膜）する。

ところで、最近において、デバイスの微細化、高信頼性の要求に伴い、膜質や膜厚の許容範囲が狭くなって来ており、ｉｎ－ｓｉｔｕ法においてもウエハ面内やウエハ間（反応管の長さ方向に配列されたウエハ間）の膜質や膜厚についてより一層高い均一性が要求されている。このため反応管２の周囲のヒータ３を分割タイプにしたり、反応管２の長さ方向の温度を変えて、反応温度を制御し、ウエハ面内の膜質や膜厚の均一性を高めることも行われている。

しかしながら、上述の方法では、リンは反応管２の下端に設けられたドープガス導入管７により反応管９内へ供給されるため、ドープガスが上方に流れる過程において、該ガスがウエハ上で消費されるので、反応管２の上方ほどリンの濃度が低くなる。これによりウエハ面間におけるリンの濃度の均一性が悪くなり、この結果製品の歩留まりが低くなるという問題がある。

本発明者らは、この問題を解決するために、上端部がウエハボートの上部に位置するように上方に向けてＬ字状に曲折されると共に、複数のガス吹き出し口が形成されたドープガス導入管について検討した。しかし、この場合にはガス導入管の下方側に形成されたガス抜き出し口から排出されるガスと、ガス導入管の上方側に形成されたガス吹き出し口から排出されるガスとは圧力に差があって流速が異なるため、反応

管内に均一にガスを供給するためには、ガス吹き出し口の径や間隔を変化させる必要があり、この設定が極めて困難であることが判明した。さらにガス導入管は成膜処理後フッ酸で洗浄しているが、フッ酸は金属を溶解する性質があるため、吹き出し口の径が変化し、初期の設定が崩れるおそれがあるという問題もある。

[発明の開示]

本発明は、このような事情の下になされたものであり、その目的は、複数の被処理体面上に、不純物がドープされた膜を成膜する成膜装置であって、被処理体にドープされる不純物濃度の被処理体間の均一性を高めることのできる成膜装置を提供することにある。

本発明によれば、長手方向を有し、かつその中にその長手方向に沿って複数の被処理体が配置される被処理体配置領域を有する反応容器と；前記反応容器内に成膜ガスを導入するための成膜ガス導入管と；ガス流出口が前記反応容器内の前記被処理体配置領域よりも長手方向の一端側に位置し、そこから前記反応容器の他端に向けてドープガスを導入するための主ドープガス導入管と；ガス流出口が前記主ドープガス供給管の流出口よりも前記反応容器の他端側に設けられ、前記主ドープガス導入管からのドープガスの供給を補うためにドープガスを導入する少なくとも１つの副ドープガス導入管と；前記反応容器内のガスを排出するための排気手段と；前記反応容器内を加熱するための加熱手段と；を備え、前記被処理体の表面に不純物がドープされた膜を形成するための成膜装

置が提供される。

この種の成膜装置では、一般的に、成膜ガスとドープガスとを同時に反応管内の一端側から他端側に向けて供給して、不純物がドープされた薄膜を形成する処理が行われるが、主ドープガス導入管から不純物濃度を決定する流量でドープガスを供給すると、ドープガスが被処理体中に取り込まれることにより反応管の他端側におけるドープガスが所定量より少なくなる。このため、本発明では少なくとも１つの副ドープガス導入管を設けて主ドープガス導入管からのドープガスの供給を補うことにより、被処理体配置領域に配置された複数の被処理体間の不純物濃度の均一性を高める。

[図面の簡単な説明]

図１は、従来の成膜装置を示す断面図、

図２は、本発明の一態様に係る成膜装置を示す断面図、

図３は、本発明の成膜装置の効果を確認するために行った実験結果を示すグラフ、

図４は、比較のために従来の成膜装置を用いて行った成膜実験の結果を示すグラフ、

図５は、本発明の他の態様に係る成膜装置を示す断面図である。

[発明を実施するための最良の形態]

図２は本発明の成膜装置の一態様を示す断面図である。加熱炉１０はベースプレート３０上に設置されており、断熱部材１１と、その内周面に後述の反応管２０を囲繞するように設けられたヒータ１２とを備えている。

前記加熱炉１０内には、例えば石英からなり上端が閉じている外管２１と、この外管２１内に同心状に設置された例えば石英からなる内管２２とを備えた２重管構造の反応管２０が設けられている。外管２１と内管２２とは連通しており、その中が処理雰囲気にされ所定の成膜処理が行われる。

前記外筒２１及び内筒２２は、各々その下端にてステンレス等からなる筒状のマニホールド３１に保持されており、このマニホールド３１の下端の開口部には、当該開口部を気密に封止するためのキャップ部３２が開閉自在に設けられている。

前記キャップ部３２の中心部には、例えば磁気シールにより気密な状態で回転可能な回転軸３２が挿通されており、回転軸３２の下端はエレベーター４０の図示しない回転機構に接続されると共に、上端はターンテーブル３４に固定されている。前記ターンテーブル３４の上方側には、保温筒３５を介して例えば高さが８００ｍｍの被処理体保持具であるウエハボート５０が搭載されており、このウエハボート５０は、例えば１５０枚の半導体ウエハＷを所定の間隔で積み重ねて収容可能となっている。

前記マニホールド３１の下部側面には、成膜ガス例えばモノシラン（SiH_4）ガスやジシランガス（Si_2H_6）ガスを例えばヘリウムガスなどのキャリアガスと混合して反応管２０内に導入するための成膜ガス導入管６１が水平に挿設されており、この成膜用ガス導入管６１はマスフローコントローラ６２を介して成膜用ガス供給源６３に接続されている。

また前記マニホールド３１の下部側面には、さらにドープガス例えばフォスフィンガス（PH_3）をヘリウムガスなどのキャリアガスと混合して反応管２０内に導入するための主ドープガス導入管７１及び副ドープガス導入管７２が挿設されており、これら主ドープガス導入管７１及び副ドープガス導入管７２は、それぞれマスフローコントローラ７３、マスフローコントローラ７４を介して共通のガス供給源７５に接続されている。

ここで主ドープガス導入管７１は、反応管２０の内部で上方に向かってＬ字状に屈曲すると共に、先端のガス流出口７６が反応管２０内においてウエハボート５０に配列された複数のウエハＷの配置領域よりも下端側の位置例えば保温筒３５の下端付近に位置するように設けられている。また、副ドープガス導入管７２は、先端のガス流出口７７がウエハＷの配置領域の上部に開口するように同様にＬ字状に曲折された状態で設けられている。

これらのガス導入管の長さは、反応管２０の大きさ、ウエハの処理枚数や薄膜中の予定のリンの濃度などに応じて設定されるものであり、この例においては、主ドープガス導入管７１の垂直部分の長さは例えば５０ｍｍ、副ドープガス導入管７２の垂直部分の長さは例えば７００ｍｍにそれぞれ設定されている。この場合、副ドープガス導入管７２のガス流出口７７は上から１０番目のウエハ付近に位置する。

一方前記マニホールド３１の上部側面には、外筒２１と内

筒２２との間隙から処理ガスを排出して反応管２内を所定の減圧雰囲気に設定するための排気管８０が接続されており、この排気管８０は真空ポンプ８１に接続されている。

このように構成された成膜装置では、先ずヒータ１２により、ウエハボート５０のセンター部（上下方向の中央部）の温度が所定の温度例えば６００℃となるように反応管２０内の雰囲気を加熱しておき、反応管２０内に下方開口部からエレベーター４０により、例えば４．７６ｍｍのピッチで１５０枚のウエハＷを収容したウエハボート５０をロードする。

次に、反応管２０内を所定の真空度例えば1×10^{-3}Ｔｏｒｒまで真空引きした後に成膜ガス供給源６３から成膜ガス導入管６１を介して薄膜の主成分を含む成膜ガスである１００％のモノシランガスを１０００ＳＣＣＭの流量で内筒２２内に導入すると共に、主ドープガス導入管７１及び副ドープガス導入管７２からドープガスである例えばフォスフィンガスをヘリウムガスで１％に希釈した混合ガスを内筒２２内に導入し、反応管２０内を０．５Ｔｏｒｒの圧力となるように排気を行い、ウエハボート５０を例えば１～３ｒｐｍの回転数で回転させながら３０分間成膜を行う。

ここで主ドープガス導入管７１及び副ドープガス導入管７２から供給されるドープガスの流量は、それぞれマスフローコントローラ７３及び７４により制御されており、主ドープガス導入管７１の流量は薄膜中のリン濃度を決定し、また副ドープガス導入管７２の流量は、主ドープガス導入管７１か

らドープガスを供給した際の、内筒２２の上部に位置する半導体ウエハの所定のドーピング濃度からの不足分を補償する量のドープガスが供給されるように夫々設定される。

これらの供給量は、具体的には反応管２０の大きさや、主ドープガス導入管７１、副ドープガス導入管７２の垂直部の長さ、薄膜中のリン濃度との関係に応じて決定され、この例では例えば主ドープガス導入管７１からは２００ｃｃ／ｍｉｎ、副ドープガス導入管からは３０ｃｃ／ｍｉｎの流量でドープガスが供給されるように設定される。

そしてこのようにして成膜処理を行った後に、同じ装置または別途の装置を用いて窒素（N_2）ガス雰囲気下で９００℃に加熱し、成膜処理後のウエハに対してアニール処理を所定時間例えば３０分間行うことにより、リンがドープされたポリシリコン薄膜が形成される。

このように上記態様の成膜装置では、ガス流出口の位置が異なる主、副２本のドープガス導入管７１，７２を設け、流出口が下端側にある主ドープガス導入管７１の流量の不足分を、その流出口が主ドープガス導入管７１の流出口の上方にある副ドープガス導入管７２により補償している。

すなわち、ウエハボートの下端側に位置する第１のドープ用ガス導入管７１の流出口から流出したドープ用ガスは反応管２０内を上昇していくが、途中でウエハ内に取り込まれて消費されるのでその上部の流量が下部の流量よりも少なくなり、所定のドーピング濃度を得るためにはその流量が不足する。

そこで上部位置にて副ドープガス導入管７２の流出口から少量のドープ用ガスを供給して上部領域におけるドープガスの不足分を補償すれば、主ドープガス導入管７１のみからドープガスを供給する場合の反応管上部の流量の不足に伴う反応管長さ方向のドープガス流量の不均一性が緩和され、この結果薄膜中の不純物濃度のウエハ間の均一性が高くなる。また、これに伴って反応容器内における所定の不純物濃度が得られる領域が広がるので歩留まりが向上する。

このようなリンをドープした薄膜を例えば抵抗素子として用いる場合を考慮すると、デバイスの微細化に伴いこのような素子は非常に薄いことが要求され、不純物濃度の許容範囲が一層厳しくなっていることから、不純物濃度のウエハ間の均一性が高い上述の装置は非常に有効である。

次に実際に本実施例の成膜装置を用いてウエハの成膜処理を行い、その効果を確認した結果について説明する。この実験では、主ドープガス導入管の垂直部分の長さを５０ｍｍ、副ドープガス導入管の長さを７００ｍｍ（ガス流出口が上から１０枚目のウエハ付近に位置している）に設定した装置を用い、反応管内を約５８０℃となるように加熱し、成膜ガス導入管からモノシランガスを１３００ＳＣＣＭの流量で反応管内に供給すると共に、主ドープガス導入管及び副ドープガス導入管からフォスフィンガスをそれぞれ２００ＳＣＣＭ、３０ＳＣＣＭの流量で供給し、反応管内の圧力を０．５Ｔｏｒｒにしてウエハボートを１ｒｐｍ回転数で回転させながら４５分間成膜処理を行った。

この後反応管内に窒素ガスを２０ＳＬＭ、酸素ガスを１ＳＬＭの流量で供給し、８５０℃の下で６０分間アニール処理を行った。ウエハボートには１５０枚のウエハが収容されており、そのウエハの中から、上から１２枚目～６４枚目までの間の１５枚、および９０枚目，１１６枚目のウエハを選択して、反応管内においてこれらウエハのアニール前のリン濃度を測定すると共に、１２枚目，３８枚目，６４枚目，９０枚目，１１６枚目のウエハについてアニール後の膜厚とシート抵抗を測定した。ここでリン濃度の測定は５回、ウエハの膜厚とシート抵抗の測定は９回ずつ行った。

リン濃度の測定結果を図３に示す。この図はウエハの位置とリン濃度との関係とを表しており、図中○はリン濃度、△はリン濃度の面内均一性を示している。

なお、図４は比較例として従来の成膜装置を用いて１２枚目，３８枚目，６４枚目，９０枚目，１１６枚目のウエハについて同様の実験を行ったものの測定結果である。ここで図３と図４の測定結果を比較すると、図４ではウエハの反応管内における位置が高くなるにつれてリン濃度が低くなるのに対して、図３ではウエハの位置に対してリン濃度はほぼ一定であることが把握される。このことは従来の装置では反応管内において上方ほどリン濃度が低くなるのに対し、本実施例の装置では、反応管内におけるリン濃度はほぼ一定であることを示している。

すなわちこの結果により、本発明にしたがって垂直部が短い主ドープガス供給管および垂直部が長い副ドープガス導入

管を設け、主ドープガス導入管からはウエハのリン濃度を決定する量のドープ用ガスを供給し、副ドープガス導入管からは反応管の上方で低くなったリン濃度を補償する量のドープガスを供給するように、それぞれの導入管に供給されるガスの流量を調整することによって、反応管内にドープガスを均一に供給することができ、これによって薄膜中のリン濃度のウエハ間の均一性を高められることが確認された。

またウエハの膜厚に関しては、それぞれの位置の測定値を平均して、上から１２枚目，３８枚目，６４枚目，９０枚目，１１６枚目について各位置毎のウエハの膜厚の平均値を求め、さらにこの平均値を平均してウエハの膜厚の平均値とそのばらつきを求めたところ、ウエハの膜厚の平均値は１６６３オングストローム、ばらつきは±２．１３％であり、従来の装置で処理した場合と同等の結果であることが認められた。またウエハのシート抵抗についても同様の方法で平均値とばらつきを求めたところ、平均値は７０．７６Ω／シート、ばらつきは±８．８３％であり、従来の装置で処理した場合と同等の結果であることが認められた。すなわち、本発明にしたがって主および副ドープガス導入管を用いて、ドープガスを反応管内に供給しても、ウエハの成膜処理には悪影響を及ぼすものではないことが確認された。

次に、この発明の他の態様について説明する。図５はこの態様に係る成膜装置を示す断面図である。この装置は、副ドープガス導入管を２つ設けた以外は、上記態様と同様に構成されている。すなわち、マニホールド３１の下部側面に、ド

ープガス例えばフォスフィンガス（PH_3）をヘリウムガスなどのキャリアガスと混合して反応管２０内に導入するための主ドープガス導入管７１及び副ドープガス導入管７２ａ，７２ｂが挿設されている。これら主ドープガス導入管７１及び副ドープガス導入管７２ａ，７２ｂは、それぞれマスフローコントローラ７３，７４ａ，７４ｂを介して共通のガス供給源７５に接続されている。

副ドープガス導入管７２ａ，７２ｂは、それぞれ先端のガス流出口７７ａ，７７ｂがウエハＷの配置領域の上部に開口するように同様にＬ字状に曲折された状態で設けられている。そして、導入管７２ａのガス流出口７７ａが導入管７２ｂのガス流出口７７ｂよりも高い位置に設けられている。

このように構成することにより、主ドープガス導入管７１から供給されるドープガスを、２つの副ドープガス導入管７２ａ，７２ｂからのドープガスで補うので、反応管２０の高さ方向のドープガス濃度をより均一にすることができ、薄膜中のリン濃度のウエハ間の均一性を一層高めることができる。

以上において薄膜中にドープする不純物としてはリンに限られるものではなく、例えばB_2H_6ガスを供給してボロンをドープする場合にも適用できる。また被処理体としては、半導体ウエハに限らず液晶パネルの製造工程時におけるガラス基板であってもよい。さらに、上記実施例では縦型熱処理装置を例にとって説明したが、これに限らず横型の装置であってもよい。また、副ドープガス導入管は１個または２個に限ることなく、３つ以上設けてもよい。

その他、本発明の要旨を逸脱することなく種々の変形が可能である。

請求の範囲

1．長手方向を有し、かつその中にその長手方向に沿って複数の被処理体が配置される被処理体配置領域を有する反応容器と；

前記反応容器内に成膜ガスを導入するための成膜ガス導入管と；

ガス流出口が前記反応容器内の前記被処理体配置領域よりも長手方向の一端側に位置し、そこから前記反応容器の他端に向けてドープガスを導入するための主ドープガス導入管と；

ガス流出口が前記主ドープガス供給管の流出口よりも前記反応容器の他端側に設けられ、前記主ドープガス導入管からのドープガスの供給を補うためにドープガスを導入する少なくとも1つの副ドープガス導入管と；

前記反応容器内のガスを排出するための排気手段と；

前記反応容器内を加熱するための加熱手段と；を備え、

前記被処理体の表面に不純物がドープされた膜を形成するための成膜装置。

2．請求項1の成膜装置において、2つの副ドープガス導入管を有し、各副ドープガス導入管のガス流出口が前記反応容器の長手方向に関して異なる位置に位置している。

3．請求項1の成膜装置において、前記反応容器はその長手方向を鉛直にして配置され、その中に複数の被処理体が間隔をおいて鉛直方向に重ねた状態で配列される。

4．請求項3の成膜装置において、前記主および副ドープ

ガス導入管は反応容器内に垂直部を有し、その垂直部にガス流出口が形成されており、ガス流出口から反応容器内の上方に向けてドープガスを導入する。

5．請求項1の成膜装置において、前記副ドープガス導入管のガス流出口は前記被処理体配置領域に対応した位置に位置している。

6．その長手方向を鉛直にして配置され、複数の被処理体が配置される被処理体配置領域を有し、その領域に複数の被処理体が間隔をおいて鉛直方向に重ねた状態で配列される反応容器と；

前記反応容器内に成膜ガスを導入するための成膜ガス導入管と；

ガス流出口が前記反応容器内の前記被処理体配置領域よりも下方に位置し、そこから上方に向けてドープガスを導入するための主ドープガス導入管と；

ガス流出口が前記主ドープガス供給管の流出口よりも前記反応容器の上方に設けられ、前記主ドープガス導入管からのドープガスの供給を補うためにドープガスを導入する少なくとも1つの副ドープガス導入管と；

前記反応容器内のガスを排出するための排気手段と；

前記反応容器内を加熱するための加熱手段と；を備え、

前記被処理体の表面に不純物がドープされた膜を形成するための成膜装置。

7．請求項6の成膜装置において、2つの副ドープガス導入管を有し、各副ドープガス導入管のガス流出口の高さが異

なっている。

8．請求項6の成膜装置において、前記副ドープガス導入管のガス流出口は前記被処理体配置領域に対応した位置に位置している。

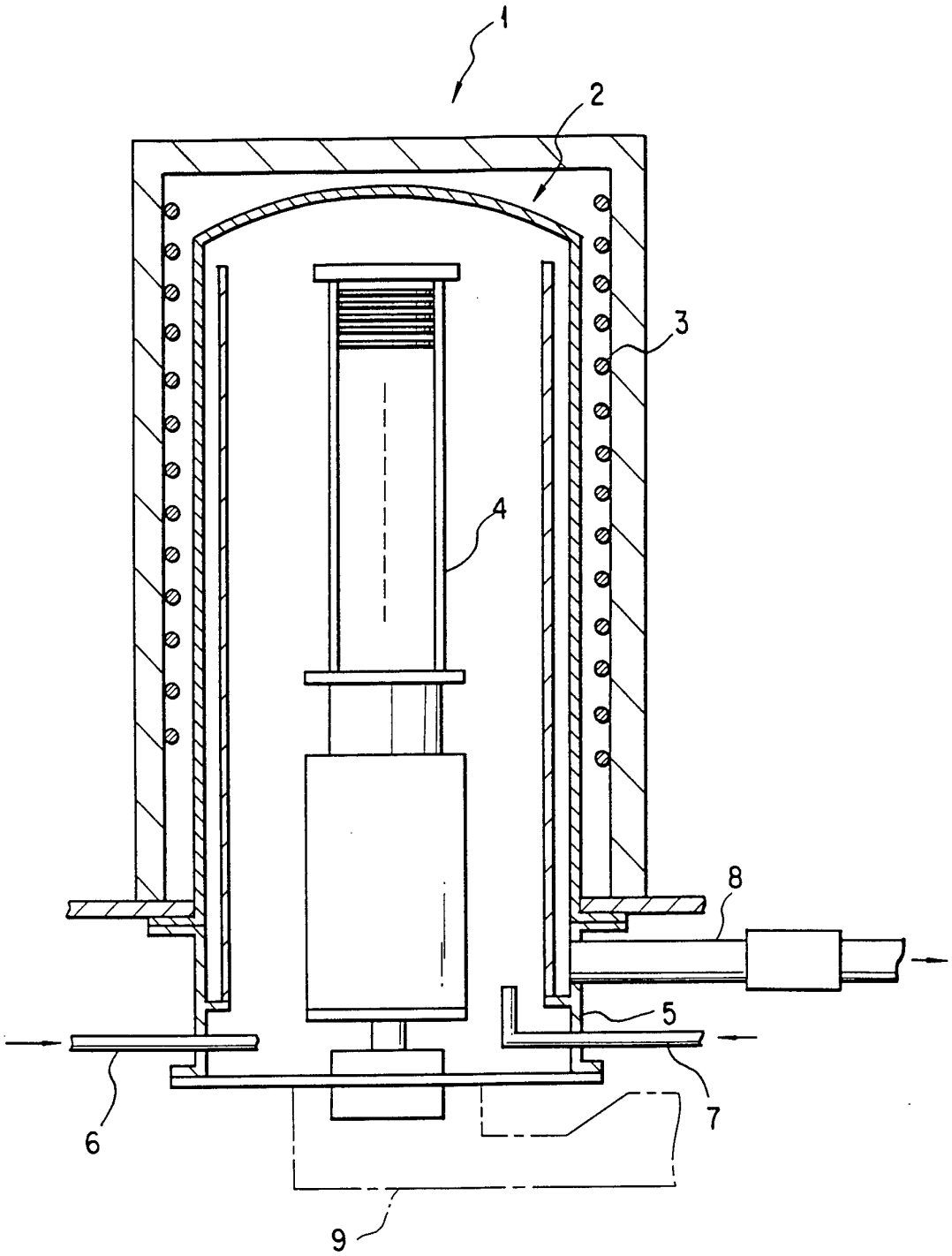


FIG. 1

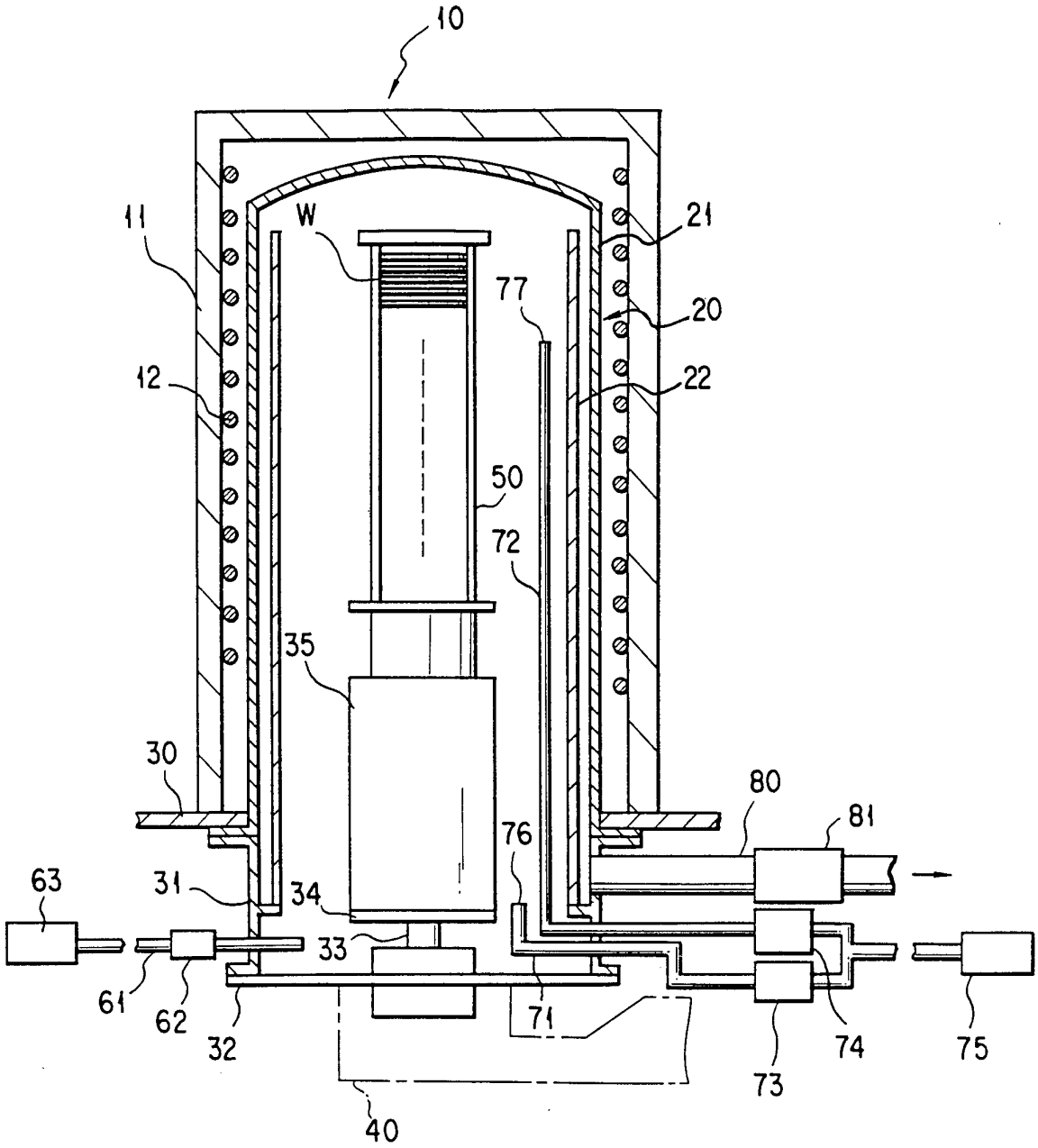

10
11
W
21
77
20
12
22
50
72
35
30
80
81
76
63
31
34
33
61
62
32
71
73
74
75
40

FIG. 2

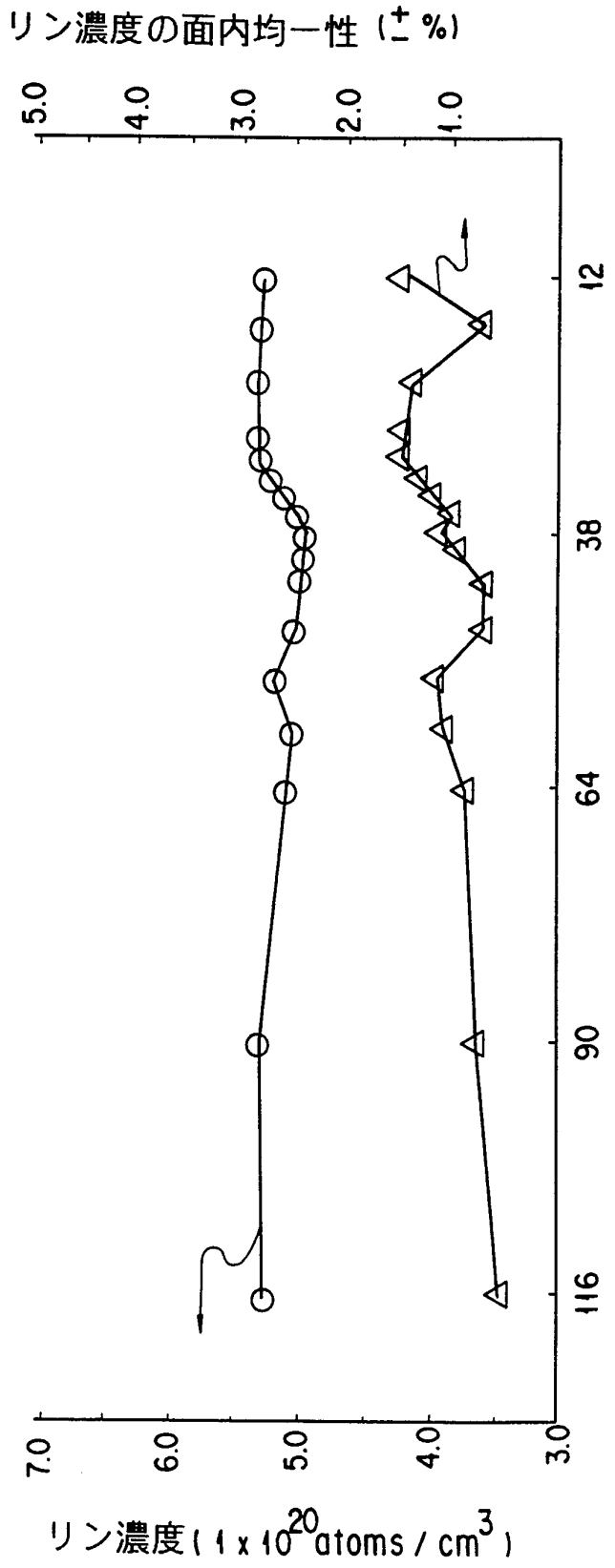

リン濃度の面内均一性 (± %)
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
12
38
64
90
116
ウエハの位置（上からの枚数）
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
リン濃度 (1 x 10^20 atoms / cm^3)

FIG. 3

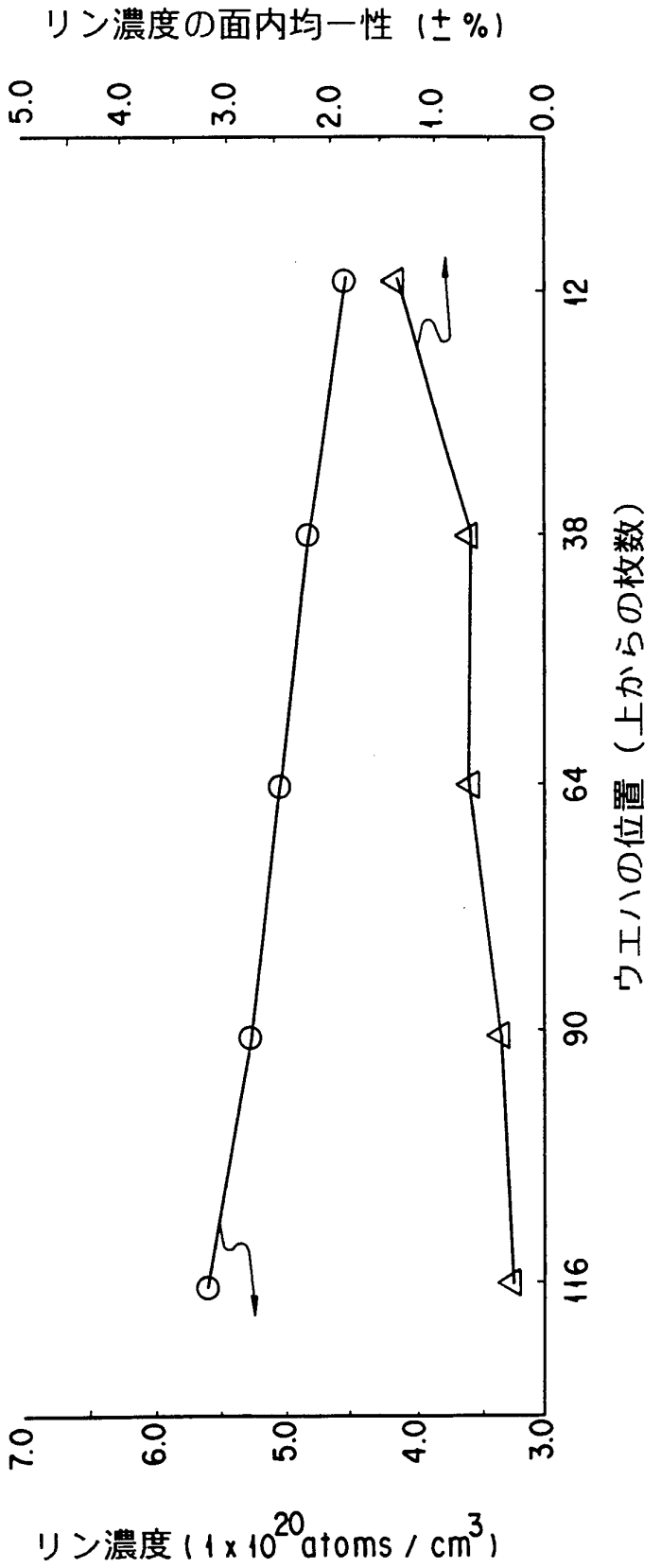

リン濃度の面内均一性（±%）
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
0.0
12
38
64
90
116
ウエハの位置（上からの枚数）
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
リン濃度（1x10^20 atoms / cm^3）

FIG. 4

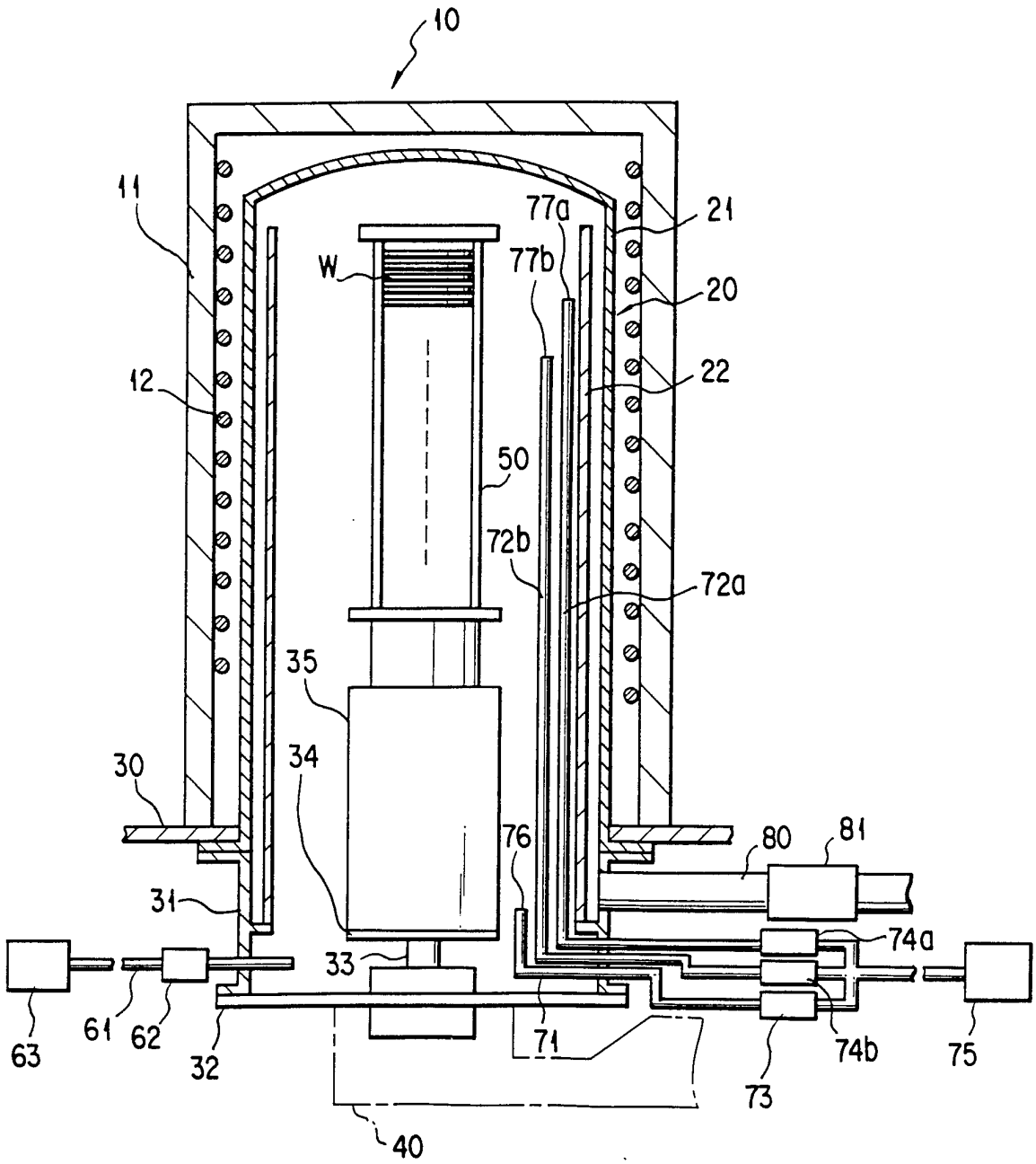

10
11
12
W
77a
77b
21
20
22
50
72b
72a
35
34
30
31
33
76
80
81
74a
74b
75
63
61
62
32
71
73
40

FIG. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP94/01526

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl^6 H01L21/205

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^5 H01L21/205

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926 - 1993
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1993

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, A, 56-6428 (Sanyo Electric Co., Ltd.), January 23, 1981 (23. 01. 81), (Family: none)	1-8
A	JP, A, 57-54329 (Hitachi, Ltd.), March 31, 1982 (31. 03. 82), (Family: none)	1
Y	JP, A, 4-326512 (Tokyo Electron Co., Ltd.), November 16, 1992 (16. 11. 92), (Family: none)	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
November 30, 1994 (30. 11. 94)	December 20, 1994 (20. 12. 94)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

国 際 調 査 報 告

国際出願番号 PCT／JP 94／01526

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. Cl⁵ H01L21／205

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. Cl⁵ H01L21／205

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 1926－1993年
日本国公開実用新案公報 1971－1993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）

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
Y	JP, A, 56－6428（三洋電機株式会社）, 23. 1月. 1981（23. 01. 81）（ファミリーなし）	1－8
A	JP, A, 57－54329（株式会社 日立製作所）, 31. 3月. 1982（31. 03. 82）（ファミリーなし）	1
Y	JP, A, 4－326512（東京エレクトロン株式会社）, 16. 11月. 1992（16. 11. 92）（ファミリーなし）	1－8

☐ 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」先行文献ではあるが、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
30. 11. 94

国際調査報告の発送日
20.12.94

名称及びあて先
日本国特許庁（ISA／JP）
郵便番号100
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）
山 本 一 正 印
4M 7454

電話番号 03－3581－1101 内線 3462

様式PCT／ISA／210（第2ページ）（1992年7月）