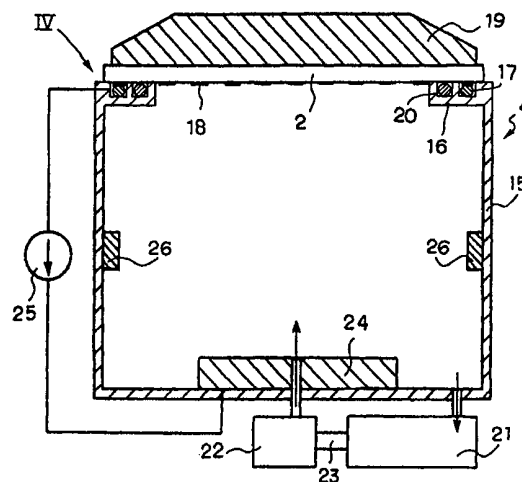


(51) 国際特許分類7 C25D 5/20, 7/12	A1	(11) 国際公開番号 WO00/37716 (43) 国際公開日 2000年6月29日(29.06.00)
(21) 国際出願番号 PCT/JP99/06955 (22) 国際出願日 1999年12月10日(10.12.99) (30) 優先権データ 特願平10/363104 1998年12月21日(21.12.98) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED)[JP/JP] 〒107-8481 東京都港区赤坂五丁目3番6号 Tokyo, (JP) (72) 発明者；および (75) 発明者／出願人 (米国についてのみ) 本郷俊明(HONGO, Toshiaki)[JP/JP] 〒400-0124 山梨県中巨摩郡敷島町中下条1060-1 Yamanashi, (JP) (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)		(81) 指定国 KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE) 添付公開書類 国際調査報告書

(54)Title: PLATING APPARATUS, PLATING SYSTEM, METHOD FOR PLATING USING THE SAME

(54)発明の名称 めっき装置、めっきシステム及びこれを用いためっき処理方法



(57) Abstract

A plating apparatus (4) for forming a plating film with a uniform thickness on a semiconductor wafer, comprising a plating bath (15) filled with a plating solution, a first O-ring (17) provided in the upper part of the plating bath (15) and connected to an underlayer electrode (18) formed on a wafer (2), a second O-ring (20) provided in the upper part of the plating bath (15) so as to prevent the plating solution in the plating bath (15) from contacting with the first O-ring, an anode plate (24) provided in the plating bath (15), and an ultrasonic vibrator (26) provided in the plating bath (15).

(57)要約

このめっき装置4は、めっき液が充填されるめっき槽15と、めっき槽15の上部に配設され、ウエハ2の表面に形成された下地電極18に接続する第10ーリング17と、めっき槽15内のめっき液が第10ーリングに接しないようにめっき槽15の上部に配設された第20ーリング20と、めっき槽15内に配設されたアノード板24と、めっき槽15内に配設された超音波振動子26とを具備している。このめっき装置4は、半導体ウエハに均一な厚さのめっき膜を形成することができる。

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	TR	トルコ
BY	ベラルーシ	GW	ギニア・ビサウ		共和国	TT	トリニダード・トバゴ
CA	カナダ	HR	クロアチア	ML	マリ	TZ	タンザニア
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	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

めっき装置、めっきシステム及びこれを用いためっき処理方法

技術分野

本発明は、めっき装置、めっきシステム及びこれを用いためっき処理方法に係り、特にウエハのような被処理体上に金属を堆積させるめっき装置、めっきシステム及びこれを用いためっき処理方法に関する。

背景技術

半導体チップを基板上に実装して電子機器を構成する場合、一定の面積内により多くの半導体チップを実装する、すわゆる高密度実装への要求が高まっている。この高密度実装への要求に伴って、基板上の配線も高密度化の傾向にあり、種々の方法を用いた配線の微細化が進んでいる。

微細な配線を形成する方法としては、例えば化学気相成長法（CVD）のような成膜方法で基板上に微細な下地電極を形成し、この下地電極に金属を堆積させるめっき処理方法が用いられている。このめっき処理方法は、金属イオンを含んだ水溶液に電極を浸漬し、外部から電気を流して陰極（下地電極）部分で還元反応を、陽極部分で酸化反応を起させ、陰極上での還元反応により下地電極に金属を堆積させる方法である。

図9に、めっき処理に用いられるめっき装置の概略断面図を示す。

図9に示すように、めっき装置51は、めっき液が充填されるめっき槽52と、めっき槽52の周囲に設けられた外壁53と、めっき液が貯蔵されたタンク54と、めっき槽52の中央下部からタンク54内のめっき液をめっき槽52内に供給するポンプ55とを備えている。

めっき槽52の上端には、その内周面側に突出した突部56が例えば内周面上を90度間隔となるように4箇所設けられ、突部56上に銅リング57が載置さ

れている。そして、銅リング５７上に被処理体としてのウエハ５８が、めっきされる面が下側になるように設置される。ウエハ５８には、めっきされる面である陰極としての下地電極５９が形成され、下地電極５９と銅リング５７とが電氣的に接続されている。また、銅リング５７上に設置されたウエハ５８は、押圧手段を用いた固定治具６０で固定され、めっき槽５２内のめっき液がウエハ５８に接した時に裏側（ウエハ５８の上面）へ回り込まないように構成されている。

めっき槽５２の底部には陽極としてのアノード板６１がウエハ５８と平行となるように配置されている。このアノード板６１及び銅リング５７は電流源６２に電氣的に接続されている。

このめっき装置５１では、めっき槽５２内に供給されためっき液がウエハ５８の中央部から端部方向へ均一に流れ、めっき槽５２内がめっき液で満たされると、めっき液はめっき槽５２の上部より端部方向に押し出される。そして、端部方向に押し出されためっき液は配管６３を通してタンク５４に貯蔵される。このように、めっき装置５１は、その内部でめっき液が循環する循環構造になっている。

そして、めっき槽５２内に供給されためっき液がウエハ５８に接触された数秒後に通電が開始され、この通電により下地電極５９上にめっき膜が形成されている。

ところで、下地電極５９は微細な凹凸状に形成されており、凹部にはめっき液が十分に回り込まない場合がある。また、下地電極５９、特にその凹部にめっき槽５２内で発生した気泡が付着する場合がある。これらの場合、下地電極５９の電流分布にムラが生じてしまい、この下地電極５９での電流の違いによって、下地電極５９上に形成されるめっき膜の厚さが異なってしまう。従って、下地電極５９上に均一なめっき膜が形成できなくなるという問題があった。

また、銅リング５７は、その上面の全面でウエハ５８と接触しており、この面内の接触抵抗が均一になることは困難である。このため、両者の接触面での接触抵抗の違いによって、下地電極５９の電流分布にムラが生じるおそれがある。この電流分布にムラが生じると、下地電極５９での電流の違いにより下地電極５９上に形成されるめっき膜の厚さが異なってしまう。このため、下地電極５９上に均一なめっき膜が形成されないという問題があった。

一方、銅リング５７に代えて電極ピンを用いた場合、銅リング５７を用いた場合に比べて下地電極５９の電流分布のムラを減少させることは可能であるが、電極ピンに通電できる電流の量が制限されてしまう。これでは、下地電極５９上に形成できるめっき膜の厚さが制限され、めっき装置の汎用性に欠けるという問題があった。

本発明は上記問題点を解決するためになされたものであって、その目的は、被処理体上に均一な厚さのめっき膜を形成することができるめっき装置、めっきシステム及びこれを用いためっき処理方法を提供することにある。

発明の開示

上記問題点を解決するため、本発明のめっき装置は、めっき液が充填されるめっき槽と、前記めっき槽の上部に配設され、半導体ウエハの表面に形成された第１電極に接続する接続部材と、前記めっき槽内に配設された第２電極と、前記めっき槽内に配設された超音波振動部材とを具備することを特徴とする。本発明のめっき装置によれば、第１電極が接続部材に電氣的に接続されるように被処理体が接続部材上に配置され、めっき槽にめっき液が充填される。めっき液が充填されると、めっき装置に電流が通電されるとともに、超音波振動部材によりめっき槽内に超音波振動が連続的に印加される。この通電によりめっき液が化学反応を起こし、めっき液内に例えば水素の気泡が発生するが、この気泡は超音波振動により第１電極に付着しなくなる。また、超音波振動によりめっき槽内のめっき液の循環が促進され、めっき液が第１電極の全面に供給される。このため、第１電極の電流分布が均一になり、第１電極上に均一な厚さのめっき膜が形成される。

また、本発明のめっき装置においては、半導体ウエハが処理されるべき第１電極が下側になるように配設されていることを特徴としており、さらに、半導体ウエハがメッキ槽に固定されていることを特徴としている。

また、本発明のめっき装置においては、超音波振動部材が、メッキ処理中にその振動数を変化させることを特徴としている。このようにすると、めっき槽中の定在波の腹の位置を変化させることができ、従って振動強度を平均化して、めっきむらを防止することができる。

また、本発明のめっき装置は、めっき液が充填されるめっき槽と、めっき槽の上部に配設され、半導体ウエハの表面に形成された第1電極に接続する第1弾性部材と、めっき槽内のめっき液が第1弾性部材に接しないようにめっき槽の上部に配設された第2弾性部材と、めっき槽内に配設された第2電極とを具備することを特徴としている。本発明のめっき装置によれば、第1弾性部材及び第2弾性部材は弾性部材で構成され、第1電極が第1弾性部材に電氣的に接続されるように被処理体が第1弾性部材及び第2弾性部材上に配置された状態で、第1弾性部材と第1電極との接触抵抗は均一になる。接触抵抗は均一なので第1電極の電流分布が均一になり、第1電極上に均一な厚さのめっき膜が形成される。また、第1電極は第1弾性部材の上面で接触しており、第1弾性部材に通電できる電流の量が大きく制限されることがなくなり、第1電極上に所定厚さのめっき膜が形成される。さらに、第1電極が第1弾性部材に電氣的に接続されるように被処理体が第1弾性部材及び第2弾性部材上に配置されるので、めっき槽にめっき液が充填された状態で、めっき液は第1弾性部材に接しなくなる。このため、第1弾性部材にめっき金属が析出しなくなる。

また、本発明のめっき装置においては、めっき槽内に、超音波振動部材を配設していることを特徴としている。従って、超音波振動により気泡が第1電極に付着するのを防止するとともに、超音波振動によりめっき槽内のめっき液の循環が促進される。このため、めっき液が第1電極の全面に供給され、均一なめっきを行うことができる。

また、本発明のめっき装置においては、第1弾性部材及び第2弾性部材をリング状に形成している。このようにすると、第1弾性部材及び第2弾性部材の成形及びめっき装置への配設が容易になる。この弾性部材として、第1弾性部材を導電性ゴム、第2弾性部材を耐薬品性ゴムにすると、本発明に好適である。また、第1弾性部材をスパイラル状に形成すると、第1弾性部材にかかる応力が分散され、第1弾性部材の耐久性が向上する。

本発明のめっきシステムは、半導体ウエハを保持して所定の位置に搬送する搬送装置と、搬送装置によって搬送された前記半導体ウエハをめっきするめっき装置であって、めっき液が充填されるめっき槽に超音波振動部材が設けられ、めっ

き処理中にめっき液に超音波振動を加えるようになされためっき装置と、めっき装置によってめっき膜が形成された前記半導体ウエハを洗浄する洗浄装置と、洗浄装置によって洗浄された前記半導体ウエハを乾燥する乾燥装置とを具備することを特徴としている。本発明のめっきシステムによれば、半導体ウエハは搬送装置に保持されてめっき装置に搬送され、半導体ウエハの第1電極上にめっき膜が形成される。めっき膜が形成された半導体ウエハは搬送装置に保持されて洗浄装置に搬送され、洗浄される。洗浄された被処理体は搬送装置に保持されて乾燥装置に搬送され、ウエハが乾燥される。ここで、搬送装置をウエハを保持した状態でウエハを上下反転可能に構成すると、めっき膜が形成された面を上方に向けた状態でウエハを乾燥でき、乾燥装置の構造が簡単になる。

本発明のめっき処理方法は、半導体ウエハを保持して所定の位置に搬送する搬送工程と、搬送工程で搬送された半導体ウエハを、超音波振動が加えられているめっき液に接触させてめっきし、半導体ウエハの表面にめっき膜を形成するめっき工程と、前記めっき工程でめっき膜が形成された被処理体を洗浄する洗浄工程と、前記洗浄工程で洗浄された被処理体を乾燥する乾燥工程とを具備することを特徴とする。ここで、洗浄工程と乾燥工程との間に、被処理体を保持した状態で被処理体を上下反転させる反転工程を設けると、めっき膜が形成された面を上方に向けた状態で乾燥工程が行われる。また、この処理方法は、めっき処理として、例えば銅めっき処理等に適用できる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明に係るめっきシステムの一実施の形態を示す概略図である。

図2は、図1に示すめっきシステムにおいて搬送装置を示す概略構成図である。

図3は、本発明に係るめっき装置の一実施の形態を示す断面図である。

図4は、図1に示すめっきシステムにおいて洗浄装置を示す断面図である。

図5は、図1に示すめっきシステムにおいてスピンドライヤを示す概略図である。

図6は、本発明に係るめっき処理方法を示すフローチャートである。

図7は、形成されためっき膜の膜厚を示すグラフである。

図 8 は、図 3 中符号 IV で示す部分の他の実施の形態を示す拡大斜視図である。

図 9 は、従来のめっき装置を示す概略断面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明を具体化する一実施の形態について図面を参照して説明する。

図 1 は本実施の形態のめっきシステム模式図で示したものである。なお、本実施の形態では、一般的に用いられている硫酸銅めっきの場合について説明する。

図 1 に示すように、めっきシステム 1 は、被処理体としてのウエハ 2 を保持して所定の位置に搬送する搬送装置 3 と、ウエハ 2 の表面にめっき膜を形成するめっき装置 4 と、めっき膜が形成されたウエハ 2 を洗浄する洗浄装置 5 と、洗浄されたウエハ 2 を乾燥する乾燥装置としてのスピンドライヤ 6 とを備えている。また、めっきシステム 1 には、その搬入口 7 a 及び搬出口 7 b からなるカセットステーション 7 が設けられ、その内部には複数枚、例えば 25 枚のウエハ 2 が収納されたカセット 8 が収容されている。本実施の形態のめっきシステム 1 では 2 組のめっき装置 4 及び洗浄装置 5 が設けられ、めっき装置 4、洗浄装置 5 及びスピンドライヤ 6 は一列に設置されている。また、これら各装置とカセットステーション 7 との間にはレール 9 が敷設され、このレール 9 上に搬送装置 3 が配置されている。

図 2 に搬送装置 3 の概略図を示す。図 2 に示すように、搬送装置 3 は、レール 9 上に配置された搬送装置本体 10 と、搬送装置本体 10 上に設けられたアーム支持台 11 と、アーム支持台 11 を回転可能に支持する支持軸 12 と、ウエハ 2 を保持する搬送アーム 13 と、搬送アーム 13 を回転可能に支持するアーム支持軸 14 とを備えている。

搬送装置本体 10 は図示しない駆動機構により、レール 9 上を図 2 の紙面鉛直方向（図 1 では左右方向）に移動される。アーム支持台 11 は支持軸 12 を介して搬送装置本体 10 に連結され、支持軸 12 を回転させると、支持軸 12 を中心として旋回される。搬送アーム 13 はアーム支持軸 14 を介してアーム支持台 11 に連結され、アーム支持軸 14 を回転させると、アーム支持軸 14 を中心として回転される。即ち、搬送アーム 13 上にウエハ 2 を保持した状態で上下反転が

可能に構成されている。また、支持軸 1 2 及びアーム支持軸 1 4 は、その軸方向に突出可能に構成され、支持軸 1 2 を突出させるとアーム支持台 1 1 が上昇し、アーム支持軸 1 4 を突出させると搬送アーム 1 3 が突出する。従って、搬送アーム 1 3 は、上下、左右、前後、上下反転、旋回の各方向への移動が可能であり、これらの動きによりウエハ 2 を所定の位置に搬送している。なお、搬送アーム 1 3 には図示しない吸着機構が設けられており、この吸着機構でウエハ 2 を吸着する、いわゆる真空チャック方式によりウエハ 2 が保持されている。

図 3 にめっき装置 4 の概略断面図を示す。図 3 に示すように、めっき装置 4 の硫酸銅めっき液（以下、めっき液という）が充填されるめっき槽 1 5 は略円筒状に形成され、その上端の全周にわたって内周面側に突出した突部 1 6 が設けられている。突部 1 6 の上部には、接続部材を構成するとともに第 1 弾性部材としての第 1 Oリング 1 7 が配置されている。第 1 Oリング 1 7 はリング状の導電性材料で形成されている。本実施の形態では体積固有抵抗値 $1 \times 10^2 \Omega \text{cm}$ の高導電性ゴムが用いられている。この第 1 Oリング 1 7 は、その上部にウエハ 2 の表面に形成された第 1 電極としての下地電極 1 8 がめっき槽 1 5 側となるように配置された状態で、下地電極 1 8 と当接する位置に配置されている。このため、第 1 Oリング 1 7 と下地電極 1 8 とは電氣的に接続されている。なお、下地電極 1 8 は、例えば CVD により、予め微細な形状に形成されている。また、めっき槽 1 5 の上部にウエハ 2 が配置された状態で、ウエハ 2 は固定治具 1 9 で固定されている。

突部 1 6 の上部であって、第 1 Oリング 1 7 の内周面側には、接続部材を構成するとともに第 2 弾性部材としての第 2 Oリング 2 0 が配置されている。第 2 Oリング 2 0 はリング状の高耐薬品性材料で形成されている。本実施の形態では耐酸用のフッ素ゴムが用いられている。そして、第 2 Oリング 2 0 は、ウエハ 2 が配置された状態で、めっき素 1 5 内のめっき液が第 2 Oリング 2 0 の外側に流出しないように、めっき槽 1 5 を密閉可能な状態に形成されている。このため、めっき槽 1 5 内のめっき液は、第 1 Oリング 1 7 とは接しなくなる。

めっき槽 1 5 の下方には、めっき液が貯蔵されたタンク 2 1 と、タンク 2 1 内のめっき液をめっき槽 1 5 内に供給するポンプ 2 2 とが配設されている。本実施

の形態では、ポンプ 2 2 に耐蝕性に優れたマグネットポンプが用いられ、その回転数を変化できるように、インバータを用いた制御が行われている。そして、タンク 2 1 及びポンプ 2 2 はめっき槽 1 5 の底面を貫通する配管ライン 2 3 によって連結されている。このため、ポンプ 2 2 の駆動によってタンク 2 1 内のめっき液が配管ライン 2 3 を介してめっき槽 1 5 内に供給され、めっき槽 1 5 内がめっき液で満たされると配管ライン 2 3 を介してめっき槽 1 5 からタンク 2 1 に排出される。このように、めっき装置 4 は、めっき液が配管ライン 2 3 を介してめっき槽 1 5、タンク 2 1、ポンプ 2 2、そしてめっき槽 1 5 に循環する構造になっている。

めっき槽 1 5 の底面には第 2 電極としてのアノード板 2 4 が配設されている。このアノード板 2 4 は、第 1 O リング 1 7 及び第 2 O リング 2 0 の上部にウエハ 2 が配置された状態で、下地電極 1 8 と対向する位置に配設されている。アノード板 2 4 はポンプ 2 2 によって供給されるめっき液を妨げないような形状、本実施の形態ではドーナツ状に形成されている。また、アノード板 2 4 の材質は、めっきの種類によって異なるが、本実施の形態では硫酸銅めっき液が用いられているので、リン含有量 0.03~0.08 重量%の銅板が用いられている。そして、アノード板 2 4 及び第 1 O リング 1 7 は電流源 2 5 に電氣的に接続されている。

また、めっき槽 1 5 の内壁には超音波振動部材としての超音波振動子 2 6 が配設されている。本実施の形態では、2 つの超音波振動子 2 6 が配設されている。この超音波振動子 2 6 は、めっき液に対して超音波振動を加え、被めっき部分における液の循環を促進するとともに、気泡の滞留を防止するためのものである。

また、この超音波振動子 2 6 は、めっきプロセス中にその振動数を周期的に変動させることができるようになっている。好ましくは、振動数を、2 秒間に 30 から 50 kHz の範囲で変動させてめっきを行う。このようにすることによって、めっき槽内に形成される定在波の腹の位置をを周期的に変動させることができる。従って、めっき面に加えられる振動強度を平均化することができ、めっきむらを防止して均一なめっきを行うことができる。

図 4 に洗浄装置 5 の概略断面図を示す。図 4 に示すように、洗浄装置 5 は、洗浄液、本実施の形態では純水が充填される洗浄槽 2 7 と、洗浄槽 2 7 の周囲に設

けられた外壁 28 と、洗浄槽 27 の下部から洗浄槽 27 内に純水を供給する供給管 29 とを備えている。

洗浄槽 27 の上端には、その内周面側に突出した突部 30 が設けられている。本実施の形態では、内周面上を 90 度間隔となるように 4 箇所設けられている。そして、突部 30 上にめっきされた面（下地電極 18 側）が下面になるようにウエハ 2 が載置される。

この洗浄装置 5 では、洗浄槽 27 内が供給された純水で満たされると、純水は洗浄槽 27 の上部より端部方向に押し出される。そして、端部方向に押し出された純水が洗浄槽 27 と外壁 28 との間の排出管 31 を通って排出される。

図 5 にスピンドライヤ 6 の模式図を示す。図 5 に示すように、スピンドライヤ 6 は、ウエハ 2 を支持するウエハ支持部 32 と、ウエハ支持部 32 を回転させる回転軸 33 と、ウエハ支持部 32 にウエハ 2 が支持された状態でウエハ 2 に気体の吹き付けが可能なエアノズル 34 とを備えている。

ウエハ支持部 32 にはウエハ 2 の形状に対応した凹部 35 が設けられ、凹部 35 に下地電極 18 側が上面になるようにウエハ 2 が収容される。回転軸 33 にはモータ 36 が接続され、モータ 36 の駆動により回転軸 33 が回転して、この回転軸 33 を中心としてウエハ支持部 32 が回転される。このエアノズル 34 は、ウエハ 2 の中央部付近に気体が吹き付けられるように配置されている。

エアノズル 34 は気体配管ライン 37 に接続され、電磁バルブ 38 によって気体の供給が行われている。また、電磁バルブ 38 とモータ 36 とはコントローラ 39 に接続され、コントローラ 39 によってウエハ 2 の回転、及びウエハ 2 への気体の吹き付けが制御されている。このように、スピンドライヤ 6 では、めっき膜が形成された面を上方に向けた状態でウエハ 2 が乾燥されている。

次に、以上のように構成されためっきシステム 1 を用いためっき処理方法について説明する。図 6 にめっき処理方法をフローチャートに示す。

まず、搬送装置 3 をカセットステーション 7 の搬入口 7a に収容されたカセット 8 の前まで移動させ、搬送アーム 13 の吸着機構でカセット 8 内に収納されている下地電極 18 が形成されたウエハ 2 を吸着して、保持する。そして、ウエハ 2 を保持した状態で搬送装置 3 をめっき装置 4 の前まで移動させ、ウエハ 2 の下

地電極 18 がめっき槽 15 側となるように、めっき槽 15 上部の第 10 リング 17 及び第 20 リング 20 上にウエハ 2 を配置する (STEP 1)。

次に、ウエハ 2 を固定治具 19 で固定し、ポンプ 22 を駆動させてタンク 21 内のめっき液をめっき槽 15 内に供給する。本実施の形態では、めっき液として水中に硫酸銅 200 g/1 リットル、硫酸 50 g/1 リットルを加えた硫酸銅めっき液が用いられ、このめっき液の温度は 30 度に調整されている。そして、めっき槽 15 内にめっき液が充填されて、ウエハ 2 に接触された数秒後に、めっき装置に電流が通電されるとともに、超音波振動子 26 によりめっき槽内に超音波振動が連続的に印加される。本実施の形態では、下地電極 18 の電流密度は 10 A/cm^2 、アノード板 24 の電流密度は 5 A/cm^2 であり、電圧は 4 V である。また、超音波振動子 26 の周波数は 50 kHz である。この通電により、めっき液では化学反応が起こり、めっき液中の銅イオンが銅となって下地電極 18 上に吸着され、銅のめっき膜が形成される (STEP 2)。

ここで、この通電によるめっき液の化学反応によって、めっき液内に水素の気泡が発生するが、この気泡は超音波振動子 26 からの超音波振動により、下地電極 18 に付着しなくなる。また、この超音波振動により、めっき槽 15 内のめっき液の循環が促進され、めっき液が下地電極 18 の全面に供給されやすくなる。さらに、第 10 リング 17 及び第 20 リング 20 にゴムが用いられており、ウエハ 2 が固定治具 19 で固定された状態で、第 10 リング 17 と下地電極 18 との接触抵抗は均一になる。このため、電流源 25 から通電された際の下地電極 18 の電流分布は均一になり、下地電極 18 上に均一な厚さのめっき膜が形成される。

また、下地電極 18 は第 10 リング 17 の上面で接触しており、従来の電極ピンのように通電できる電流の量に大きな制限を受けることはなく、下地電極 18 上に所定の厚さのめっき膜を形成することができる。

さらに、ウエハ 2 を固定治具 19 で固定すると、めっき槽 15 内はウエハ 2 及び第 20 リング 20 で密閉され、めっき槽 15 内にめっき液が充填された状態で、めっき液が第 20 リング 20 の外側に配設された第 10 リング 17 に接しなくなる。このため、第 10 リング 17 に銅が析出することがなくなる。

ウエハ 2 の下地電極 18 上にめっき膜が形成されると、搬送アーム 13 の吸着

機構によりウエハ2を保持した状態で搬送装置3を洗浄装置5の前まで移動させ、ウエハ2の下地電極18が洗浄槽27側となるように、洗浄槽27の突部30上にウエハ2を配置する。そして、洗浄槽27内に純水が供給され、突部30上に配置されたウエハ2に付着しためっき液が洗浄される（STEP 3）。

ウエハ2が洗浄されると、搬送アーム13の吸着機構によりウエハ2を保持した状態でアーム支持軸14が回転され、ウエハ2が上下反転される。これにより、ウエハ2の下地電極18側がウエハ2の上面になる（STEP 4）。

下地電極18側がウエハ2の上面になると、搬送装置3をスピンドライヤ6の前まで移動させ、ウエハ2をウエハ支持部32の凹部35内に收容する。そして、コントローラ39により、モータ36が駆動されてウエハ2が回転するとともに、電磁バルブ38が開放され、気体配管ライン37を介してエアノズル34からウエハ2の中央部付近に気体が吹き付けられる。このウエハ2が回転されると、その遠心力によりウエハ2に付着した純水が飛散する。また、遠心力のみでは飛散されにくいウエハ2の中央部付近ではエアノズル34から気体が吹き付けられ、ウエハ2の中央部付近に付着した純水はウエハ2の端部又は外方に飛散する。これにより、ウエハ2に付着した純水が除去され、ウエハ2が乾燥される（STEP 5）。

最後に、搬送アーム13の吸着機構によりウエハ2を保持した状態で搬送装置3をカセットステーション7の搬出口7bに收容されたカセット8の前まで移動させ、ウエハ2をカセット8内に収納する（STEP 6）。

本実施の形態の効果を確認するため、ウエハ2の下地電極18上に形成されためっき膜の膜厚を、ウエハ2の中心を通る直線上の等間隔な9点の位置で測定した。その結果を図7に示す。また、参考のため、従来のめっき装置51で形成されためっき膜の膜厚についても同様に測定し、その結果を図7に破線で示す。図7に示すように、本実施の形態で形成されためっき膜の膜厚は約 $2.1\mu\text{m}$ とほぼ均一であり、従来のめっき膜の膜厚 $1.5\mu\text{m}\sim 2.2\mu\text{m}$ の場合に比べ大きく改善されていることが分かる。このように、本発明によりウエハ2の下地電極18上に均一な厚さのめっき膜を形成できることが確認できた。

本実施の形態によれば、通電によるめっき液での化学反応によって発生した水

素の気泡は、超音波振動子 26 からの超音波振動により、下地電極 18 に付着しなくなる。また、この超音波振動により、めっき槽 15 内のめっき液の循環が促進され、めっき液が下地電極 18 の全面に供給されやすくなる。このため、下地電極 18 の電流分布は均一になり、下地電極 18 上に均一な厚さのめっき膜が形成できる。

本実施の形態によれば、第 10 リング 17 及び第 20 リング 20 にゴムが用いられているので、第 10 リング 17 と下地電極 18 との接触抵抗は均一になる。このため、下地電極 18 の電流分布は均一になり、下地電極 18 上に均一な厚さのめっき膜が形成できる。

また、下地電極 18 は第 10 リング 17 の上面で接触しており、従来の電極ピンのように通電できる電流の量に大きな制限を受けることはなく、下地電極 18 上に所定の厚さのめっき膜を形成することができる。

さらに、第 20 リング 20 はめっき槽 15 内のめっき液が第 20 リング 20 の外側に流出しないように、めっき槽 15 を密閉可能な形状に形成されているので、めっき液が第 10 リング 17 に接しなくなる。このため、第 10 リング 17 に銅が析出することがなくなる。

本実施の形態によれば、めっき装置 4 は、第 10 リング 17 及び第 20 リング 20 上にウエハ 2 を配置した状態で、めっき槽 15 が密閉された構造に形成されているので、めっき槽 15 のめっき液がウエハ 2 の上面に付着することがなくなる。

本実施の形態によれば、ウエハ 2 がめっき膜が形成された面を上方に向けた状態でウエハ支持部 32 の凹部に收容されているので、ウエハ 2 の支持が容易になり、スピンドライヤ 6 の構造を簡単にすることができる。

本実施の形態によれば、第 10 リング 17 及び第 20 リング 20 はリング状に形成されているので、第 10 リング 17 及び第 20 リング 20 の成形及びめっき装置 4 への配設が容易になる。また、第 10 リング 17 に高導電性ゴムが用いられ、第 20 リング 20 にフッ素ゴムが用いられているので、第 10 リング 17 及び第 20 リング 20 の耐久性が向上する。

なお、実施の形態は上記に限らず、例えば以下の場合であってもよい。

本実施の形態では、接続部材を第10リング17と第20リング20とで構成した場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えばめっき槽15の突部16に導電性材料が嵌合されたものであってもよい。また、第10リング17と第20リング20とが一体に形成されたものであってもよい。これらの場合、めっき装置4への配設が容易になる。

第1弾性部材は下地電極18に電氣的に接続されていればよく、その形状はリング状に限らず、例えば円弧状であってもよい。また、図8に示すように、第10リング17の形状をスパイラル状に形成し、その表面を下地電極18に押圧して接続してもよい。この場合、第10リング17にかかる応力が分散され、第10リング17の耐久性が向上する。

同様に第2弾性部材は、めっき槽15内のめっき液が第1弾性部材に接しないものであればよく、その形状はリング状に限らない。

めっき槽15内にめっき液の濃度を測定する濃度センサを設け、測定された濃度に基づいてタンク21内のめっき液の濃度を調整する濃度制御部材を設けてもよい。この場合、めっき槽15内にめっき液の濃度を一定の濃度に制御することができ、めっき装置4を連続的に用いても、下地電極18上に所定の厚さのめっき膜を形成することができる。

めっきシステム1に洗浄装置5を設けずに、めっき装置4で洗浄工程を行ってもよい。この場合、下地電極18上にめっき膜を形成した後、めっき槽15に例えば窒素ガスを供給してめっき液を除去し、新たにめっき槽15内に純水が供給される。

めっき装置4は、第10リング17及び第20リング20上にウエハ2を配置した状態で、めっき槽15が密閉された構造に限らず、従来のめっき装置のように、めっき槽15の周囲に外壁を設けて、ウエハ2の端部方向に押し出されためっき液が、めっき槽15と外壁との間を通してタンク21に貯蔵される循環構造にしてもよい。この場合にも本実施の形態と同様の効果を得ることができる。

本実施の形態では、硫酸銅めっきの場合について説明したが、本発明は硫酸銅めっきに限られるものではなく、例えば有機酸ハンダめっきであってもよい。この場合、アノード板24にめっき液中の錫成分と鉛成分の比率に合わせた高純度

ハンダ板が用いられる。また、銅めっきの他、例えば銀めっきであってもよい。

また、本実施の形態では、下地電極 18 上に約 $2.1\ \mu\text{m}$ の厚さのめっき膜を形成する場合について説明したものであり、めっき液の組成、通常条件、めっき液の温度のような各種の条件は、形成するめっき膜によって異なる。例えば、めっき液に微量の塩素を加えることにより、めっき膜の物性、外観を向上させることができる。また、添加剤として、微量の硫黄系有機化合物を加えることにより、めっき膜の光沢性が向上させることができる。

以上詳述したように、本発明によれば、被処理体に均一な厚さめっき膜を形成することができる。

請求の範囲

1. めっき液が充填されるめっき槽と、
前記めっき槽の上部に配設され、半導体ウエハの表面に形成された第1電極に
接続する接続部材と、
前記めっき槽内に配設された第2電極と、
前記めっき槽内に配設された超音波振動部材と
を具備することを特徴とするめっき装置。
2. 前記半導体ウエハは、処理されるべき第1電極が下側になるように配設
されていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載のめっき装置。
3. 前記半導体ウエハは、前記メッキ槽に固定されていることを特徴とする
請求の範囲第1項に記載のめっき装置。
4. 前記超音波振動部材は、メッキ処理中に、その振動数を変化させること
を特徴とする請求の範囲第1項に記載のめっき装置。
5. めっき液が充填されるめっき槽と、
前記めっき槽の上部に配設され、半導体ウエハの表面に形成された第1電極に
接続する第1弾性部材と、
前記めっき槽内のめっき液が前記第1弾性部材に接しないようにシールする前
記めっき槽の上部に配設された第2弾性部材と、
前記めっき槽内に配設された第2電極と、
を具備することを特徴とするめっき装置。
6. 前記めっき槽内には、超音波振動部材が配設されていることを特徴と
する請求の範囲第5項に記載のめっき装置。

7. 前記第1弾性部材及び前記第2弾性部材はリング状に形成されるとともに、前記第1弾性部材は導電性ゴムからなり、前記第2弾性部材は耐薬品性ゴムからなることを特徴とする請求の範囲第5項に記載のめっき装置。

8. 前記第1弾性部材及び前記第2弾性部材はリング状に形成されるとともに、前記第2弾性部材は耐薬品性ゴムからなり、前記第1弾性部材はスパイラル状に形成され、その表面を前記第1電極に接触させて接続されることを特徴とする請求の範囲第5項に記載のめっき装置。

9. 処理される半導体ウエハを保持して所定の位置に搬送する搬送装置と、前記搬送装置によって搬送された前記半導体ウエハをめっきするめっき装置であって、めっき液が充填されるめっき槽に超音波振動部材が設けられ、めっき処理中にめっき液に超音波振動を加えるようになされためっき装置と、

前記めっき装置によってめっき膜が形成された前記半導体ウエハを洗浄する洗浄装置と、

前記洗浄装置によって洗浄された前記半導体ウエハを乾燥する乾燥装置と、を具備することを特徴とするめっきシステム。

10. 前記搬送装置は前記半導体ウエハを保持した状態でこの半導体ウエハを上下反転できるように構成され、

前記乾燥装置は、めっき膜が形成された面を上方に向けた状態で前記半導体ウエハを乾燥するように構成されていることを特徴とする請求の範囲第9項に記載のめっきシステム。

11. 半導体ウエハを保持して所定の位置に搬送する搬送工程と、

前記搬送工程で搬送された半導体ウエハを、超音波振動が加えられているめっき液に接触させてめっきし、前記半導体ウエハの表面にめっき膜を形成するめっき工程と、

前記めっき工程でめっき膜が形成された被処理体を洗浄する洗浄工程と、

前記洗浄工程で洗浄された被処理体を乾燥する乾燥工程と、
を具備することを特徴とするめっき処理方法。

12. 前記洗浄工程と前記乾燥工程との間に、前記半導体ウエハを保持した状態で前記半導体ウエハを上下反転させる反転工程をさらに有することを特徴する請求の範囲第11項に記載のめっき処理方法。

13. 前記メッキ処理は、銅メッキ処理であることを特徴とする請求の範囲第11項に記載のめっき処理方法。

1/8

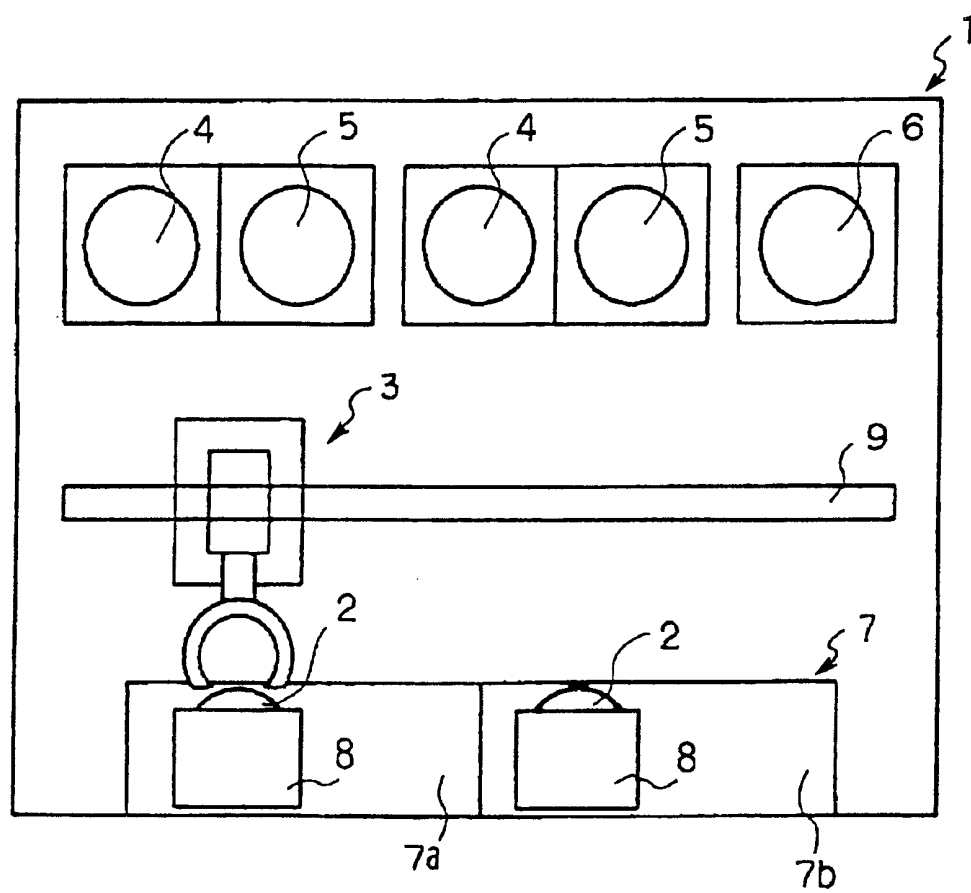


FIG. 1

2/8

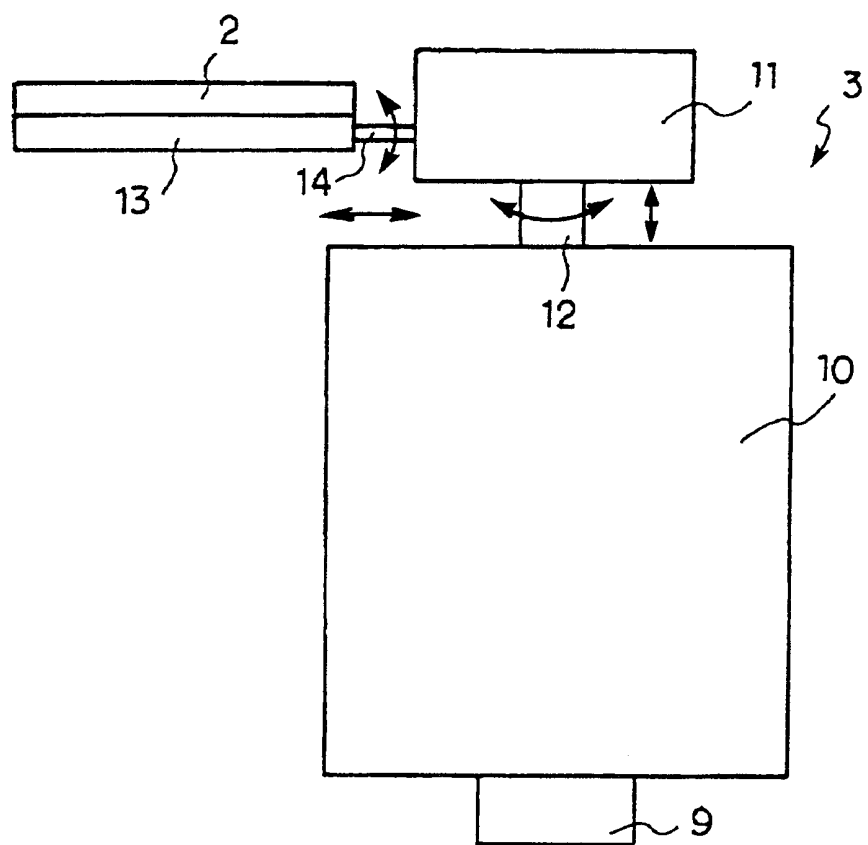


FIG. 2

3/8

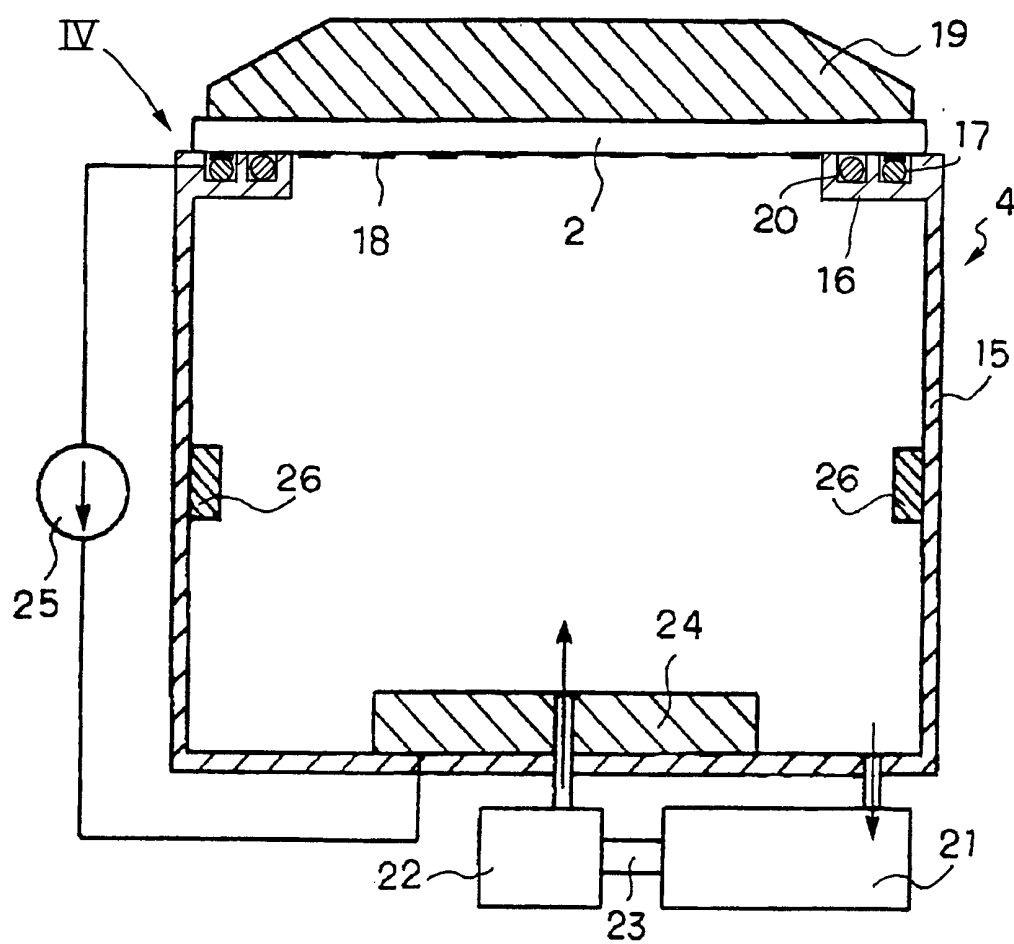


FIG. 3

4/8

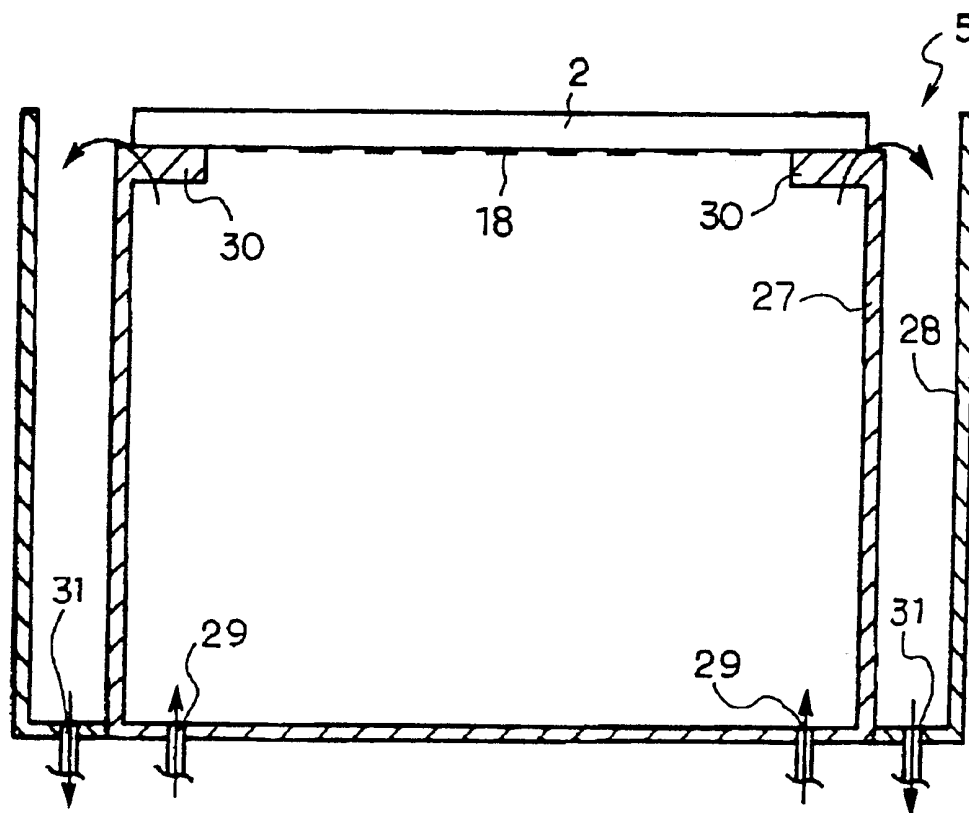


FIG. 4

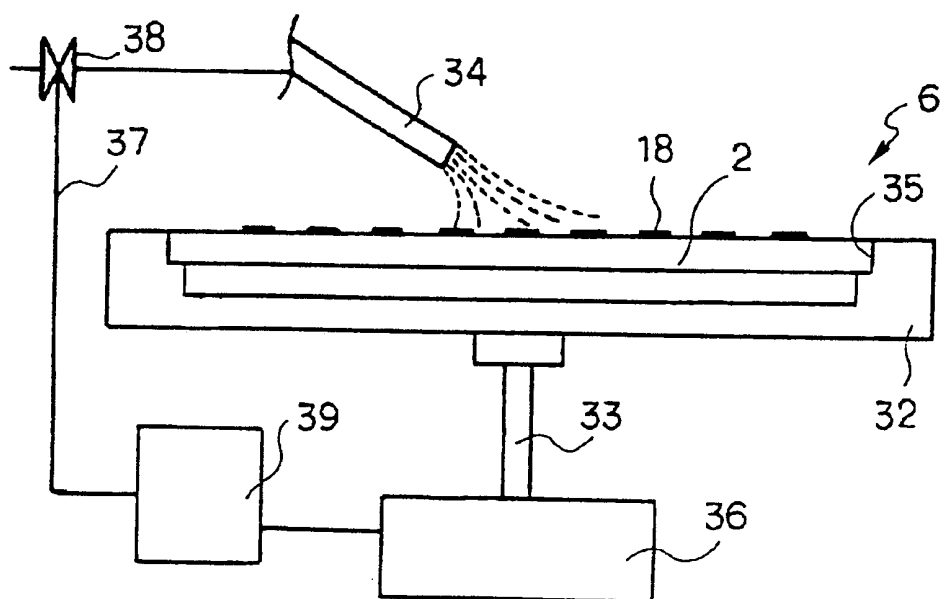


FIG. 5

5/8

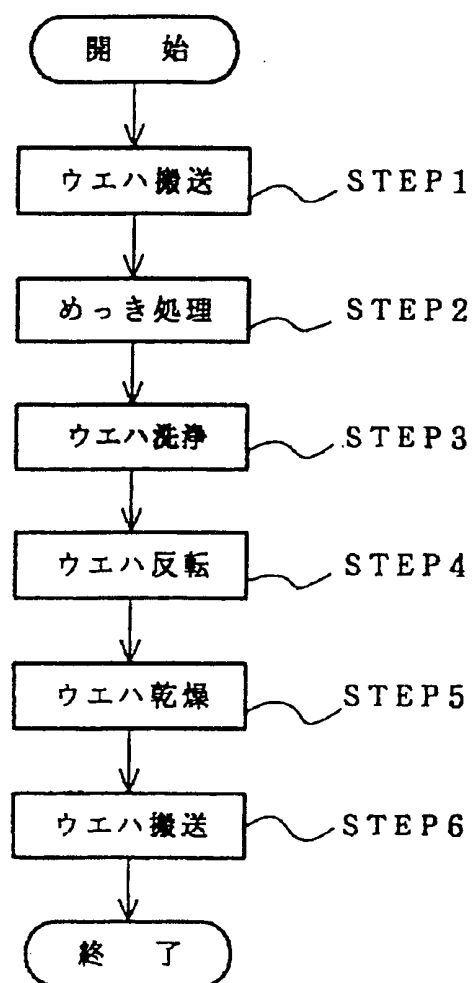


FIG. 6

6/8

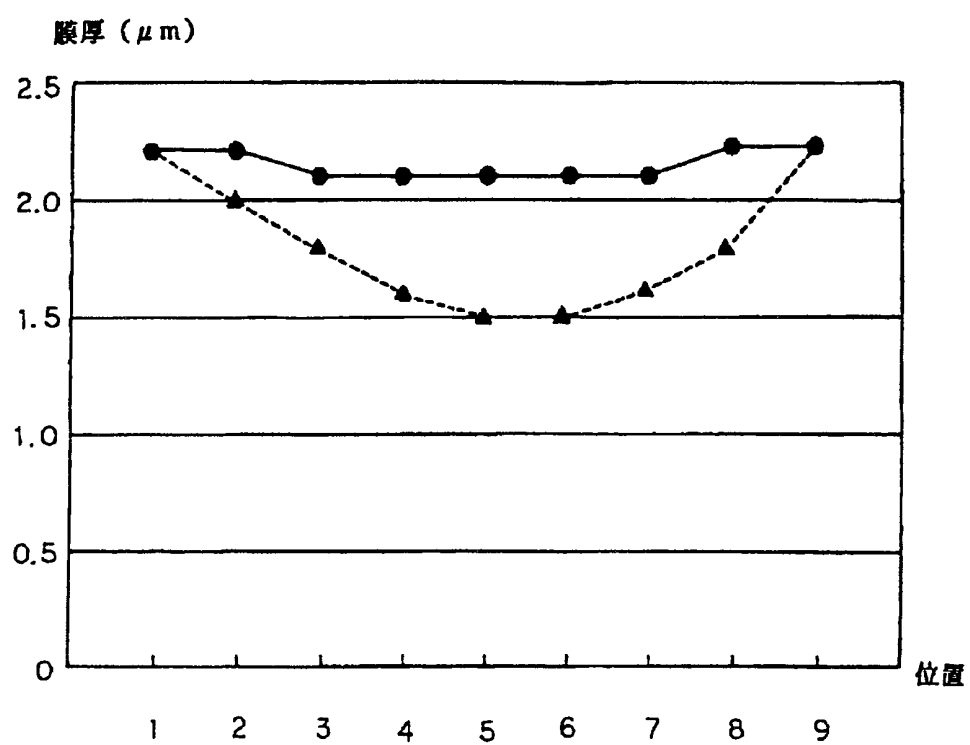


FIG. 7

7/8

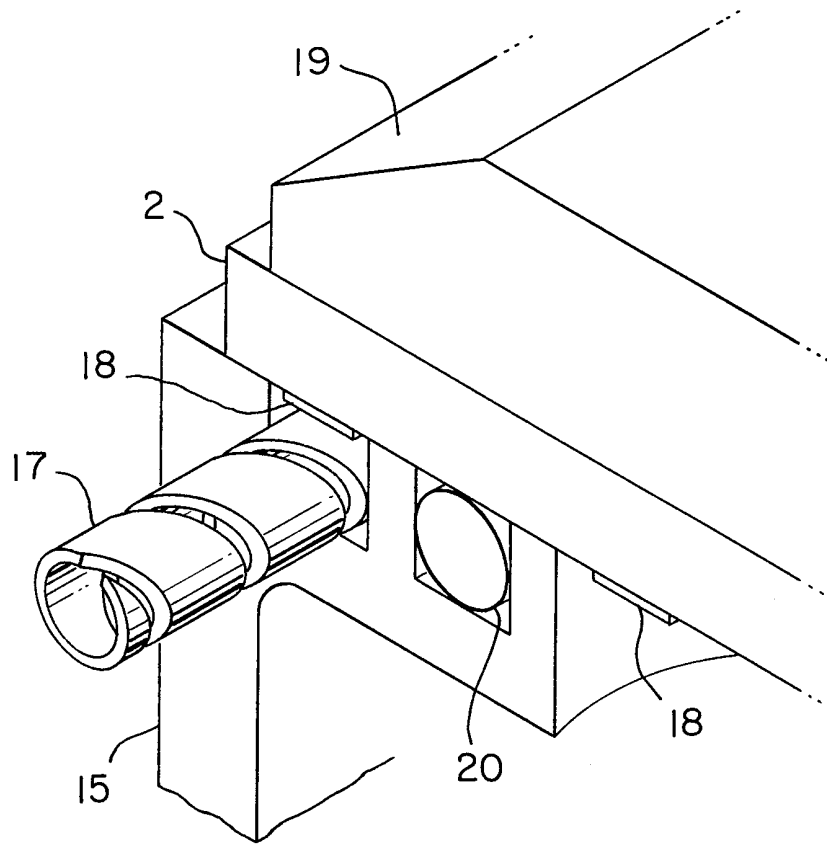


FIG. 8

8/8

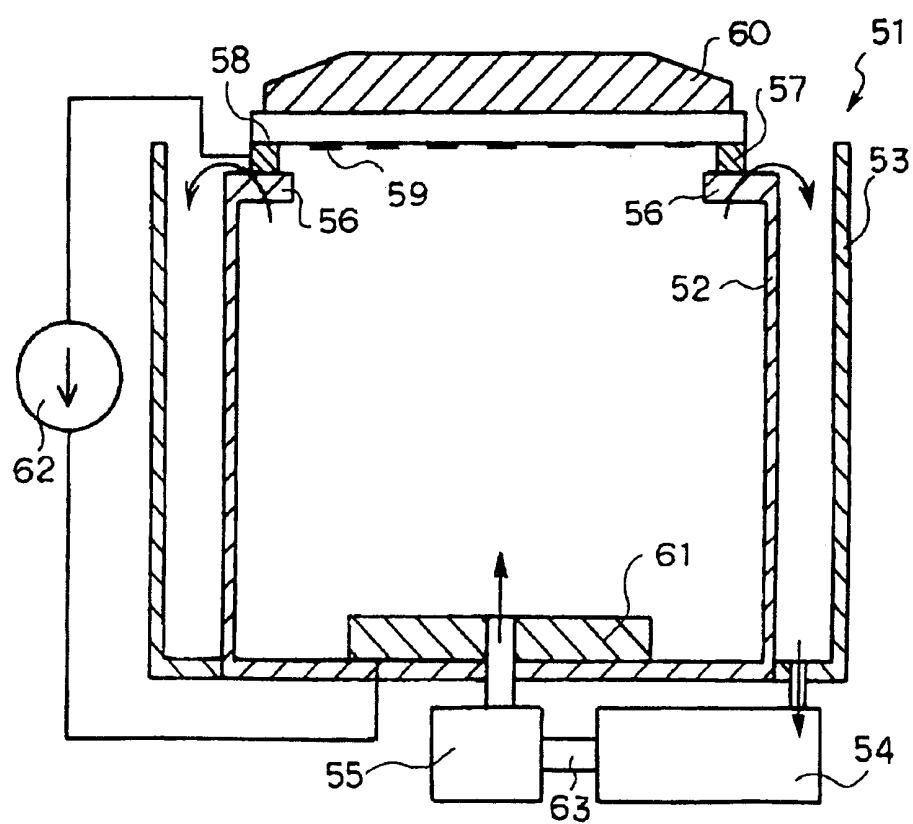


FIG. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/06955

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ C25D5/20, 7/12

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.Cl⁷ C25D5/00-7/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 50-032047, A (Mitsubishi Electric Corporation), 28 March, 1975 (28.03.75) (Family: none)	1-4, 6, 9-13
A	JP, 10-036996, A (Sumitomo Metal (SMI) Electronics Devices Inc.), 10 February, 1998 (10.02.98) (Family: none)	1-4, 6, 9-13
A	US, 5447615, A (Hirofumi Ishida), 05 September, 1995 (05.09.95) & JP, 07-221109, A	5-8

☐ 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
07 March, 2000 (07.03.00)

Date of mailing of the international search report
21 March, 2000 (21.03.00)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ C 25 D 5 / 20, 7 / 12

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. Cl⁷ C 25 D 5 / 00-7 / 12

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 1926-1996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)

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
A	J P, 50-032047, A (三菱電機株式会社), 28.3月.1975 (28.03.75), (ファミリーなし)	1-4, 6, 9-13
A	J P, 10-036996, A (株式会社住友金属エレクトロデバイス), 10.2月.1998 (10.02.98), (ファミリーなし)	1-4, 6, 9-13
A	US, 5447615, A (Hirofumi Ishida), 5.9月.1995 (05.09.95), & J P, 07-221109, A	5-8

☐ 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」 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

07.03.00

国際調査報告の発送日

21.03.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

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)

有田 恭子



4 E 9540

電話番号 03-3581-1101 内線 3423