(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3624963号
(P3624963)
(45)発行日　平成17年3月2日(2005.3.2)　(24)登録日　平成16年12月10日(2004.12.10)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
C23C 16/44	C23C	16/44	J
C23F 1/12	C23F	1/12	
C30B 33/12	C30B	33/12	
H01L 21/205	H01L	21/205	
H01L 21/3065	H01L	21/31	B

請求項の数 4　(全 9 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願平7-11158
(22)出願日　平成7年1月27日(1995.1.27)
(65)公開番号　特開平8-199361
(43)公開日　平成8年8月6日(1996.8.6)
審査請求日　平成14年1月24日(2002.1.24)

(73)特許権者　501285133
川崎マイクロエレクトロニクス株式会社
千葉県千葉市美浜区中瀬一丁目３番地
(74)代理人　100099531
弁理士　小林　英一
(72)発明者　小林　俊一
東京都千代田区内幸町２丁目２番３号　川崎製鉄株式会社内

審査官　宮澤　尚之

(56)参考文献　特開平０６－０３７０７４（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－２４３６８８（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－１３４１８７（ＪＰ，Ａ）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】成膜装置のクリーニング方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
チャンバ内に堆積した堆積物を、該チャンバ内にエッチングガスを導入して除去する成膜装置のクリーニング方法であって、
前記堆積物上に該堆積物とは異なるエッチングされやすい物質からなる皮膜を形成した後、前記エッチングガスを導入し、該皮膜とエッチングガスとの反応熱によって前記堆積物の表面温度を上昇させることを特徴とする成膜装置のクリーニング方法。
【請求項２】
前記皮膜が、シリコン、シリサイド、タンタル、パウダー状ＳｉＯのいずれかであり、かつエッチングガスとしてClF_3、ＨＣｌ、Cl_2、F_5から選ばれるガス、またはこれらの混合ガスを用いる請求項１記載の成膜装置のクリーニング方法。
【請求項３】
前記皮膜がシリコンであり、かつ前記エッチングガスがClF_3ガスである請求項１記載の成膜装置のクリーニング方法。
【請求項４】
前記皮膜が、前記堆積物が厚く付着した箇所には厚く、薄く付着した箇所には薄く形成されてなることを特徴とする請求項１～３のいずれかに記載の成膜装置のクリーニング方法。

【発明の詳細な説明】
【０００１】

【産業上の利用分野】
本発明は、半導体素子、液晶デイスプレイ、マイクロマシンの作製に用いられる成膜装置等の反応チャンバ内のクリーニング方法に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
半導体素子の微細化に伴い、個々のプロセスにも高精度化が求められている。特に装置内で発生するパーテイクルの抑制は大きな課題であり、またプロセス安定化のためにもチャンバ内をクリーンに保つことは重要である。そのため、チャンバクリーニング頻度が増加する傾向にあるが、これは装置稼働率の低下、ひいてはコストアップ要因となってしまう。
【０００３】
そのため、最近従来のウエットクリーニングや物理的な掻き落とし、拭き取りに代わる方法として、ガスクリーニング技術が開発され始めている。特に、ClF_3、ＨＣｌ等のガスをノンプラズマで使用するクリーニング法は、装置構成が簡易であること、プラズマの影のようなものがなくガスが導入される箇所全てに効果がある、などの優れた特徴が注目されている。
【０００４】
しかし、ノンプラズマであるためエッチングレートを高めるために、またエッチング開始までの時間を短縮するために、エッチング対象の堆積物によっては加熱が必要な場合が生じる。
しかし、これらのガス、特にClF_3 ガスによるエッチングは反応熱が大きい発熱反応であり、加熱を続けると温度が上昇しすぎて、除去したい堆積物とチャンバ内壁、ガス導入ノズル、被処理物を設置する基台等のチャンバ内の材料とのエッチング選択比が低下するという問題が生じていた。
【０００５】
また、この過度の温度上昇を回避する場合、堆積物によってはエッチングレートが確保できない、エッチング開始までの時間がかかり過ぎる等の問題が生じていた。
また、効率良くエッチングするために、加熱をチャンバの隅々まで行うには、ランプ加熱のような表面加熱法は適さず、また加熱装置を用いて加熱した場合チャンバ自身が熱源となるため、チャンバ材料露出時の温度がかなり高温になり、チャンバ材料自体もエッチングされてしまうという問題があった。
【０００６】
さらに、クリーニング除去すべき堆積物はチャンバ内に均一に堆積することはなく、エッチング過剰領域が生じてチャンバ本体を損傷してしまうという問題も生じていた。
一方反応チャンバ内に付着堆積する反応生成物を完全に除去するクリーニング方法として半導体製造装置使用前に予め反応チャンバの内面に反応チャンバの内面表層を構成する材料とは異なる材料の薄膜を被着し、半導体製造装置使用後に薄膜を選択的にエッチングして薄膜上に付着した反応生成物を薄膜と共に除去する技術が開示されている（特開平６－３７０７４号公報）。
【０００７】
しかし、この方法はクリーニング方法としては有効であるが、クリーニング所要時間は堆積物の多い箇所の堆積物の厚みに依存するため、エッチング所要時間が長くなるという問題がある。
【０００８】
【発明が解決しようとする課題】
本発明は、前記問題点を解決しチャンバ材料を損傷せず、所要時間を短縮可能で、かつ十分なクリーニングが達成可能な成膜装置の反応チャンバ内のクリーニング方法を提供することを目的とするものである。
【０００９】
【課題を解決するための手段】

本発明は、チャンバ内に堆積した堆積物を、該チャンバ内にエッチングガスを導入して除去する成膜装置のクリーニング方法であって、前記堆積物上に該堆積物とは異なるエッチングされやすい物質からなる皮膜を形成した後、前記エッチングガスを導入し、該皮膜とエッチングガスとの反応熱によって前記堆積物の表面温度を上昇させることを特徴とする成膜装置のクリーニング方法を提供するものである。
本発明においては、好ましくは、前記皮膜がシリコン、シリサイド、タンタル、パウダー状ＳｉＯのいずれか、特に好適にはシリコンであり、前記エッチングガスとしてＣｌＦ$_3$、ＨＣｌ、Ｃｌ$_2$　Ｆ$_5$　から選ばれるガス、またはこれらの混合ガスを用い、特に好適にはＣｌＦ$_3$　ガスを用いる。
　また、本発明においては、前記皮膜が、前記堆積物が厚く付着した箇所には厚く、薄く付着した箇所には薄く形成されてなることを好適とする。
【００１０】
また本発明においては、前記皮膜の形成は、ＣＶＤ（化学蒸着）法で行うことが好ましく、該皮膜形成時のガスは成膜装置の成膜時の反応ガスの導入方向と同一方向から導入することが好ましい。さらに皮膜形成時のガスの導入は、前記成膜時の反応ガス導入ノズルを用いて行うことがより好ましい。これは、成膜用の反応ガス導入ノズル系統のクリーニングも併せて行うことが可能となるためである。
【００１１】
【作用】
前記のとおり、効率良くエッチングするために加熱装置を用いてチャンバを加熱した場合、チャンバ自身が熱源となるため、チャンバ材料露出時の温度がかなり高温になり、チャンバ材料自体もエッチングされてしまうという問題があった。
【００１２】
本発明者は、鋭意検討した結果、チャンバ側は高温とせず、堆積物の特に表面の温度だけを高くすることができれば問題は解決できると考え、その知見に基づいて本発明をなすに至った。
すなわち、本発明では成膜装置の反応チャンバ内のクリーニング前に、除去すべき堆積物の上層にエッチングされ易い物質からなる皮膜を形成し、該皮膜をエッチングする際に生じる反応熱により、除去すべき堆積物のエッチング開始時間を早くし、エッチングレートを向上せしめる成膜装置のクリーニング方法を提案する。
【００１３】
本発明において、除去すべき堆積物の上層にエッチングされ易い物質からなる皮膜を形成すると、チャンバ内のもともとガスが拡散しやすく堆積物が厚く付着した箇所には該皮膜が厚く形成され、逆にチャンバ内のもともとガスが拡散しにくく堆積物が薄く付着した箇所には該皮膜が薄く形成される。
次に、クリーニングガスであるエッチングガスを導入すると、エッチングされ易い物質で形成された皮膜が急速にエッチングされ、除去すべき堆積物が露出する。この過程で、該皮膜のエッチング量に応じた反応熱により堆積物の表面温度が上昇する。
【００１４】
この結果、堆積物の表面温度が高くなっているので、エッチング開始時間は早く、エッチングレートも大幅に向上する。しかも、除去したい堆積物の温度が堆積物の厚さに比例して高くなっているため、堆積物が厚い箇所も、薄い箇所もほぼ同じ時間でエッチング除去される。そのため、チャンバのエッチング度合がどの箇所でも均等となり、チャンバ材料のエッチング時間を最小限に抑えることが可能であり、その結果チャンバ材料に損傷を与えないようにクリーニング処理することが可能になる。
【００１５】
以下に本発明について詳細を述べる。
本発明は、主に半導体素子の配線材料、層間膜等の成膜装置のチャンバークリーニングに好ましく適用される。成膜装置としては、Ｗ、ＰＳＧ等の成膜装置が例示されるが、本発明はそれらに限定されるものではない。

本発明においては、まずチャンバ内に堆積した堆積物上にエッチングされやすい物質を用いて皮膜を形成する。この場合、チャンバ自体の温度条件は特に限定されないが、チャンバ自体の加熱は避けることが好ましく、やむを得ず加熱した場合は、クリーニング前にチャンバ自体を冷却することが好ましい。

【００１６】

前記皮膜の形成は、ＣＶＤ（化学蒸着）法で行うことが好ましい。

これは、前記皮膜の形成をＣＶＤ法で行うことにより、チャンバ内のもともとガスが拡散しやすく堆積物が厚く付着した箇所には該皮膜が厚く形成され、逆にチャンバ内のもともとガスが拡散しにくく堆積物が薄く付着した箇所には該皮膜が薄く形成され、後工程でのエッチングレートがチャンバ内の各箇所の堆積物の厚みに比例した大きさとなるためである。

【００１７】

また、本発明においては、皮膜形成時のガスは成膜装置の成膜時の反応ガスの導入方向と同一方向から導入することが好ましく、さらに皮膜形成時のガスの導入は、前記成膜時の反応ガス導入ノズルを用いて行うことがより好ましい。

これにより、チャンバ内の各箇所の堆積物の厚みと、その上層に形成せしめる皮膜の厚みがより相応した厚みとなる。

【００１８】

本発明において形成する前記皮膜としては、シリコン、アモルファスシリコン、ポリシリコン等のシリコン、タンタルシリサイド、タングステンシリサイド等のシリサイド、タンタル、パウダー状のＳｉＯ等から選ばれる皮膜が好ましい。より好ましくは、シリコン、アモルファスシリコン、ポリシリコン等から選ばれるシリコンからなる皮膜、さらに好ましくは、ポリシリコンからなる皮膜であることが好ましい。これは、室温でもドライエッチングにより、容易に除去できるためである。

【００１９】

次に、クリーニングガスであるエッチングガスを導入する。

エッチングガスによる前記皮膜のエッチング方式はノンプラズマの化学エッチング方式が好ましい。

エッチングガスとしては、前記皮膜に対してエッチング効果を有するガスを用いる。エッチングガスは希釈ガスで希釈して導入することが好ましく、導入方法は封入ではなく、スルー式、あるいはダンプ式が好ましい。

【００２０】

本発明においては、前記エッチングガスとしてClF_3、ＨＣｌ、Cl_2F_5等から選ばれるガス、またはこれらの混合ガスを用いることが好ましい。より好ましくはClF_3ガスを用いることが好ましい。これは、ClF_3ガスによるエッチングは反応熱が大きい発熱反応であるため、ClF_3ガスと皮膜との反応熱をClF_3ガスによる堆積物のエッチングに有効に利用でき、また低温（室温）下でもエッチングが進行するためである。

【００２１】

エッチングガス導入開始時のチャンバ内雰囲気温度は好ましくは７００℃以下、さらに好ましくは１００℃以下であるのが好ましい。これは、チャンバ材料が石英の場合７００℃超えで、ＳｉＣの場合６００℃超えで、アルミニウムの場合４００℃超えで、またＳＵＳ３１６等ステンレスの場合１２０℃超えで、前記皮膜とチャンバ材料とのエッチング選択比が低下するためである。

【００２２】

また、エッチングガス導入開始時のチャンバ内雰囲気温度は好ましくは５０℃以上であるのが好ましい。これは、５０℃未満の場合、堆積物によってはエッチングレートが低下し、クリーニング所要時間が増加するためである。

前記希釈ガスとしては、窒素等不活性ガスが例示されるが、本発明において用いるエッチングガスおよびチャンバ材料との反応性のないガスであれば他のガスでも良い。希釈率は

、エッチングガスの濃度として１～２０ｖｏｌ％が好ましい。１ｖｏｌ％未満では皮膜および堆積物のエッチングが迅速に進行せず、２０ｖｏｌ％超えの場合チャンバ材料自体が損傷する可能性があるためである。

【００２３】

以上述べたクリーニング方法を用いることにより、まず堆積物上に形成した皮膜がエッチングされて発熱し、エッチング除去したい堆積物の表面温度が十分なエッチングレートが得られる温度迄上昇する。さらに、除去したい堆積物が厚く付着している部分にはエッチングされる皮膜も厚く付着しているため温度上昇が大きく、逆に除去したい堆積物が薄く付着している部分にはエッチングされる皮膜も薄く付着しているため温度上昇が小さい。

【００２４】

皮膜が全てエッチングされ、エッチング除去したい堆積物が露出すると、エッチングガスと反応し堆積物が除去される。

この時、除去したい堆積物が厚く付着している箇所では、エッチング開始時の温度がより高いので、エッチングレートが大きくなる。一方、除去したい堆積物が薄く付着している箇所では、その温度は堆積物が厚く付着している部分に比べると低いので、エッチングレートは堆積物が厚く付着している箇所より小さい。

【００２５】

すなわち、除去したい堆積物の量とエッチングレートと相関があるため、チャンバ内のどの箇所もほぼ同じ時間でクリーニングが終了する。そのため、チャンバ材料のエッチング時間を最小限に抑えることが可能となり、チャンバ材料の損傷を抑制することが可能となる。

【００２６】

【実施例】

以下に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。なお、本発明は、以下の実施例に限定されるものではない。

図１～図６は本発明の成膜装置のクリーニング方法の手順を示す図であり、Ｗ－ＣＶＤ装置のチャンバ内の縦断面図である。

【００２７】

図１～図６において１はガス導入用のノズルであり、該ノズルよりＷ膜成膜時の反応ガス、本発明における皮膜形成用のガス、エッチングガス、および窒素等のパージガスが導入される。また、２はサセプタ（ウエハーの保持体）、３は除去すべきＷ等の堆積物、４はポリシリコン皮膜、またはパウダー状ＳｉＯ皮膜、５は基板ホルダ部、６は石英ウエハー、７は前記ガスの排気孔である。なお、図示は省略したがチャンバ内壁の材質はＡｌである。

【００２８】

図１において（ａ）はポリシリコン皮膜、またはパウダー状ＳｉＯ皮膜の形成を示すチャンバ内の縦断面図、（ｂ）はＡ部の拡大縦断面図、図２において（ａ）はClF_3　ガスの導入を示すチャンバ内の縦断面図、（ｂ）はClF_3　ガス導入開始後５秒後のＢ部の拡大縦断面図、図３において（ａ）はポリシリコン皮膜、またはパウダー状ＳｉＯ皮膜のエッチング終了、Ｗ等の堆積物のエッチング開始を示すチャンバ内の縦断面図、（ｂ）はClF_3　ガス導入開始後１０秒後のＣ部の拡大縦断面図、図４において（ａ）はＷ等の堆積物のエッチングを示すチャンバ内の縦断面図、（ｂ）はClF_3　ガス導入開始後２０分後のＤ部の拡大縦断面図、図５において（ａ）はＷ等の堆積物のエッチング終了を示すチャンバ内の縦断面図、（ｂ）はClF_3　ガス導入開始後３０分後のＥ部の拡大縦断面図、また図６において（ａ）は窒素ガスによるエッチングガスの排気を示すチャンバ内の縦断面図、（ｂ）はＦ部の拡大縦断面図である。

【００２９】

以下に本発明の成膜装置のクリーニング方法の手順について説明する。

▲１▼：本実施例においては、基板ホルダ部５に予め石英ウエハー６をセットした後、先ずガス導入用のノズル１よりジシランを導入し減圧ＣＶＤ法により、またはモノシランと

空気の混合ガスを導入し常圧ＣＶＤ法により、厚みが５０～１００μｍ のW等の堆積物３上に基板（石英ウエハー）部分で５００～２０００Åの厚みのポリシリコン皮膜、またはパウダー状ＳｉＯ皮膜４を形成する。〔図１〕
なお、ジシランを導入し、減圧ＣＶＤ法により、ポリシリコン皮膜４を形成する場合、皮膜形成時のチャンバ内雰囲気温度は４００～５００℃であることが好ましい。

【００３０】

▲２▼：次に、５～２０ｖｏｌ％／N_2 ｂａｌａｎｃｅ のClF_3 ガスを、該エッチングガス導入開始時のチャンバ内雰囲気温度が５０℃～１００℃の条件下で、１００～５００Ｔｏｒｒの圧力でガス導入用のノズル１より導入する。〔図２〕
ガスの導入はスルー式とする。この過程でまずポリシリコン皮膜、またはパウダー状ＳｉＯ皮膜４がエッチングされて発熱する。

【００３１】

▲３▼：ポリシリコン皮膜、またはパウダー状ＳｉＯ皮膜４のエッチングが終了し、除去したいW等の堆積物３のエッチングが開始する。〔図３〕
この時点で、エッチングした箇所のポリシリコン、またはパウダー状ＳｉＯの量に応じて堆積物３の表面温度が上昇しており、表面温度に対応したエッチングレートで除去したい堆積物３のエッチングが進行する。〔図４〕
なお、図３（ｂ）において、ClF_3 ガス導入開始後１０秒後のW等の堆積物３の表面温度t_1 およびt_2 は各々２００℃、１５０℃である。

【００３２】

▲４▼：エッチングはどの箇所もほぼ同じ時間で完全に終了する。従って、オーバーエッチングによるチャンバ材料の損傷は少なく、またその損傷も均等である。〔図５、図６〕
▲５▼：エッチング終了後、エッチングガスの導入を止め、窒素を導入し、またエッチングガスが残留しないように注意する。〔図６〕
以上でチャンバ内のクリーニングは終了し、またすでにチャンバ内壁等チャンバ内の装置表面の温度は３００℃程度に高くなっており、チャンバへの吸着が懸念される塩素もチャンバ外へ放出されているため、チャンバーベークは不要である。

【００３３】

【発明の効果】

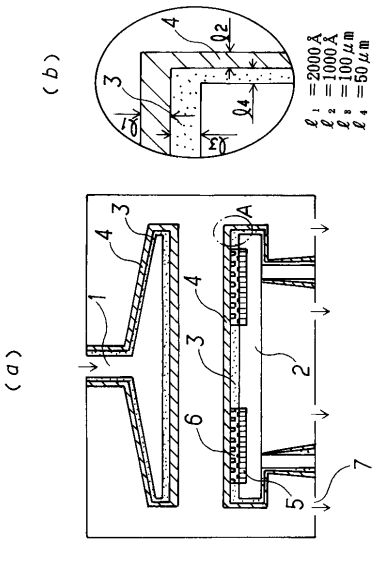
本発明によれば、W、ＰＳＧ等の成膜装置のチャンバークリーニングが簡略化できるとともに下記に示す種々の効果が得られる。
すなわち、本発明は、チャンバ内の除去すべき堆積物表面上に予め形成した皮膜のエッチングを行うことにより、従来のウエットクリーニング方法、物理的な掻き落とし、拭き取りによるクリーニング方法、およびガスクリーニング方法に対し、１．クリーニング所要時間が短縮される、２．チャンバ材料の損傷を最小限にできる、３．チャンバ内の隅々まで十分にクリーニングできる、４．クリーンルーム内のパーテイクル等による汚染が完全に防止できる、５．作業に直接人間が介在しないため安全である、６．クリーニング後のチャンバ内への塩素等の残存がなくチャンバーベークが不要となる、また７．チャンバが真空装置の場合、真空破壊しないので、メンテナンス時間が短縮できる等の優れた効果を有する。

【図面の簡単な説明】

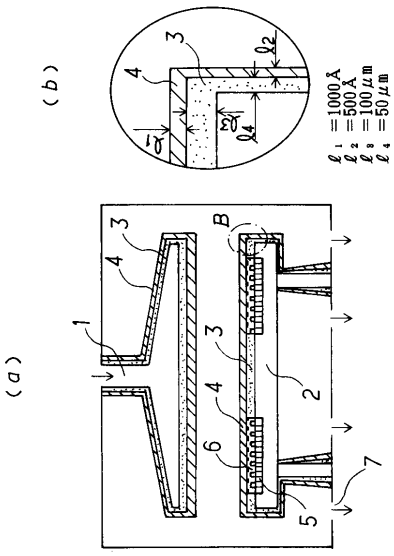
【図１】（ａ）は皮膜の形成を示すチャンバ内の縦断面図であり、（ｂ）はＡ部の拡大縦断面図である。
【図２】（ａ）はClF_3 ガスの導入を示すチャンバ内の縦断面図であり、（ｂ）はＢ部の拡大縦断面図である。
【図３】（ａ）は皮膜のエッチング終了、W等の堆積物のエッチング開始を示すチャンバ内の縦断面図であり、（ｂ）はＣ部の拡大縦断面図である。
【図４】（ａ）はW等の堆積物のエッチングを示すチャンバ内の縦断面図であり、（ｂ）はＤ部の拡大縦断面図である。
【図５】（ａ）はW等の堆積物のエッチング終了を示すチャンバ内の縦断面図であり、（

ｂ）はＥ部の拡大縦断面図である。
【図６】（ａ）は窒素ガスによるエッチングガスの排気を示すチャンバ内の縦断面図であり、（ｂ）はＦ部の拡大縦断面図である。
【符号の説明】
1　　ガス導入用のノズル
2　　サセプタ
3　　堆積物
4　　皮膜
5　　基板ホルダ部
6　　石英ウエハー
7　　ガスの排気孔

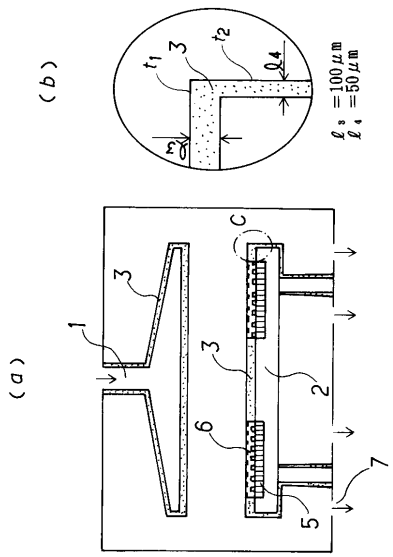
【図１】



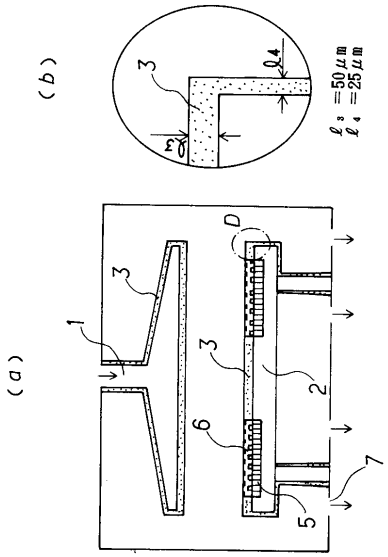
【図２】



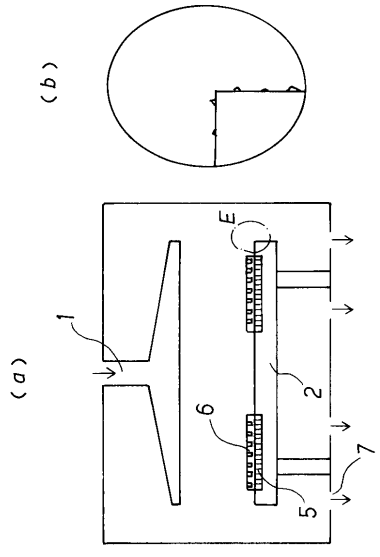
【図３】


(a)
(b)
1
2
3
5
6
7
C
t_1
t_2
ℓ_3
ℓ_4
ℓ_3 =100μm
ℓ_4 =50μm

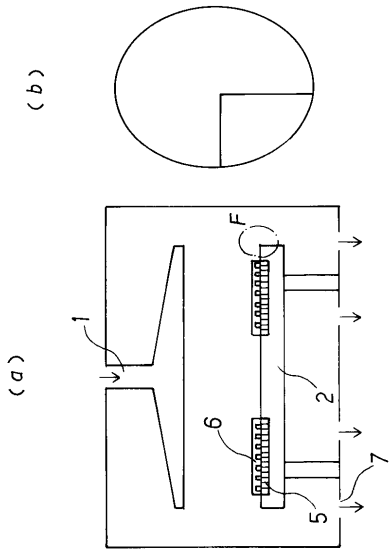
【図４】


(a)
(b)
1
2
3
5
6
7
D
ℓ_3
ℓ_4
ℓ_3 =50μm
ℓ_4 =25μm

【図５】


(a)
(b)
1
2
5
6
7
E

【図６】


(a)
(b)
1
2
5
6
7
F

フロントページの続き

(51)Int.Cl.[7]	F I
Ｈ０１Ｌ 21/31	Ｈ０１Ｌ 21/302 Ｎ

(58)調査した分野(Int.Cl.[7], ＤＢ名)

C23C 14/00-16/56
C23F 1/00- 4/04
C30B 33/12
H01L 21/205
H01L 21/302
H01L 21/31