

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-290417

(P2005-290417A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005. 10. 20)

(51) Int. Cl.⁷

C 2 3 C 14/34

C 2 3 C 14/26

H 0 1 L 21/203

F I

C 2 3 C 14/34

C 2 3 C 14/26

H 0 1 L 21/203

テーマコード (参考)

4 K 0 2 9

5 F 1 0 3

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2004-103219 (P2004-103219)

(22) 出願日 平成16年3月31日 (2004. 3. 31)

(71) 出願人 503360115

独立行政法人科学技術振興機構
埼玉県川口市本町 4 丁目 1 番 8 号

(74) 代理人 100108671

弁理士 西 義之

(72) 発明者 吉武 剛

福岡県太宰府市観世音寺 1 - 1 9 - 1 8 -
3 0 3Fターム(参考) 4K029 CA05 DA09 DB20 DC01 DD06
5F103 AA08 BB00 DD16 RR10

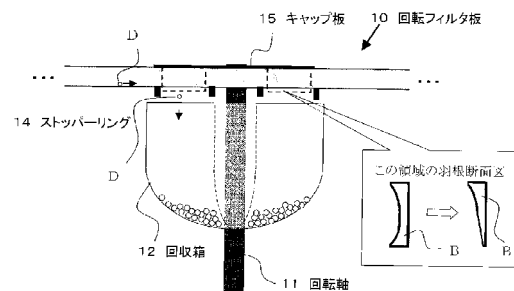
(54) 【発明の名称】 物理的成膜方法におけるドロップレットの捕捉方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】回転フィルター板に使用時間とともに蓄積していたドロップレットを、捕捉しながら回収して、長期間の連続動作を可能にするとともにドロップレットの清掃のための回転フィルター板の取り外しを不要とする。

【構成】ターゲットから発生するドロップレットを、基板とターゲットの間に取り付けられた回転フィルター板を備えたドロップレット捕捉手段で捕捉し、かつ回転フィルター板の回転軸周辺に向心力により流動させて回収することを特徴とする物理的成膜法におけるドロップレットの捕捉方法及装置。

【選択図】 図 6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ターゲットから発生するドロップレットを、基板とターゲットの間に取り付けられた回転フィルター板を備えたドロップレット捕捉手段で捕捉し、かつ回転フィルター板の回転軸周辺に向心力により流動させて回収することを特徴とする物理的成膜法におけるドロップレットの捕捉方法。

【請求項 2】

ターゲットから発生するドロップレットを、基板とターゲットの間に取り付けられた回転フィルター板で捕捉する成膜装置のドロップレット捕捉装置において、回転フィルター板は、回転中心軸周辺から渦を巻いて放射状に外側へ向かって広がる羽根によって形成される隙間を微粒子が飛翔するようになされており、羽根の内面の回転方向の前側面で捕捉されるドロップレットが回転フィルター板の回転軸方向へ向心力により流動するようになされていることを特徴とする物理的成膜装置のドロップレット捕捉装置。

10

【請求項 3】

回転フィルター板は、各羽根の回転フィルター板の厚さ方向、かつ羽根の厚み方向の断面で見て、回転方向の前側が凹面を有する凹型形状であることを特徴とする請求項 2 記載のドロップレット捕捉装置。

【請求項 4】

回転フィルター板は、その上面及び下面に各羽根間の隙間をマスクするように多数の円状の貫通穴がある板が装着されており、該貫通穴を微粒子が飛翔するようになされていることを特徴とする請求項 2 記載のドロップレット捕捉装置。

20

【請求項 5】

羽根は、少なくとも回転方向の前側面が捕捉されるドロップレット材料に対してぬれ性の悪い材料で製作されているか、該材料でコーティングされていることを特徴とする請求項 2 記載のドロップレット捕捉装置。

【請求項 6】

回転フィルター板の中央部分に流動してきたドロップレットを落下させる手段を有することを特徴とする請求項 2 ないし 5 のいずれかに記載のドロップレット捕捉装置。

【請求項 7】

回転フィルター板の中央部分の下方部にドロップレット回収容器を備えたことを特徴とする請求項 6 記載のドロップレット捕捉装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーザーアブレーション法、スパッタリング法、アーク放電法などの物理的成膜法においてターゲットから飛翔する微粒子にともなうドロップレットと呼ばれる粗大微粒子を選択的に捕捉するための方法及び装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

レーザーアブレーション成膜方法における従来のドロップレット捕捉技術としては、回転式フィルター円板を用いた方法（特許文献 1）や回転羽根を用いた方法（特許文献 2）などの回転フィルター方式があるが、前者は、レーザーはパルス状照射となりフィルターとの同期をとる必要があり、選択する速度範囲が限定され、後者は、羽根に角度があるために羽根がドロップレットを捕獲せずに反射してしまうため、低速成分であるドロップレットを完全に捕捉できない、低速成分を捕捉するための羽根の設計が極めてシビアで多数の羽根の設置が困難なために、フィルターの粒子飛翔方向の厚みを大きくする必要があり、その結果、ターゲットと基板間距離を大きくせざるを得ず、良質な膜を得にくいなどの問題がある。さらに、ともにフィルターの製作に極めて高度な技術が要求されるので高価であり、また一度捕捉されたドロップレットが再放出しやすい欠点があった。

40

【0003】

50

本発明者は、それらの欠点を克服するために多数の羽根を回転面に対して垂直に配置し高速回転させる方法に係わる発明を特許出願した（特許文献３）。また、メッシュ状、格子状、渦巻き状の隙間を設けた微粒子通過面積コントロール板を用いる方法も考えられている（特許文献４）。しかし、いずれも、フィルターに付着したドロップレットの回収は考慮されておらず、フィルターにドロップレットが多量に堆積した場合には、フィルターを取り外してオーバーホールするかあるいは交換せざるを得なかった。

【０００４】

【特許文献１】特開平10-30168号公報

【特許文献２】特開平10-30169号公報

【特許文献３】特開2003-49262号公報

【特許文献４】特開平8-176805号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

本発明は、回転フィルター板に使用時間とともに蓄積していたドロップレットを、捕捉しながら回収して、長期間の連続動作を可能にするとともにドロップレットの清掃のための回転フィルター板の取り外しを不要とすることを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

上記の課題を解決するために、本発明は、回転フィルター板の回転中心周辺から外側方向へ渦を巻いて放射状に外側へ向かって広がる羽根を設けて、各羽根の間に微粒子が飛翔して通過する隙間を設け、フィルター板の回転によって隙間を通過できずに隙間内に捕捉されたドロップレットがフィルター板の回転による向心力を受けフィルター板の中央部分に流動することを利用して、ドロップレットの回収を行うことを特徴とする。

【０００７】

上記の構造の回転フィルター板を用いた場合、ターゲット側のフィルター板表面での回転方向の羽根間の隙間の間隔を X 、 X の中間点までのフィルター板回転軸中心からの距離を R とすると、フィルター板によって捕捉可能な微粒子の最大速度 V_{max} （単位＝ $\text{mm}/\text{秒}$ ）は、 $V_{max} = (1/2) h \omega / \tan^{-1}(X/2R)$ と与えられる。但し、 h はフィルター板の微粒子飛翔方向の厚さ h （単位＝ mm ）、 ω はフィルターの角速度（単位＝ラジアン／秒）であり、羽根間の隙間の間隔 X はフィルター板の表と裏で同一とする。フィルター板面の外側寄りとは内側寄りとは捕捉最大速度を統一する場合は、内側寄りの羽根間の隙間の間隔は小さく、外側寄りの羽根間の隙間の間隔は大きくする必要がある。その一方で、羽根間の隙間の間隔をフィルター板の位置で変化させることで、フィルター板の捕捉特性を位置によってフレキシブルに変化させることが出来る。

【０００８】

一旦捕捉されたドロップレットが再放出しないように、各羽根の回転フィルター板の厚さ方向、かつ羽根の厚さ方向の断面で見て、回転方向の前側が凹面を有する凹型形状を有するようにする。各羽根の回転方向に見て前側の内面に捕捉されたドロップレットは羽根の該内面の凹部分に沿って再放出することなく、フィルター板の回転による回転軸方向への向心力を受けてフィルター板の中央部分に流動して集まる。したがって、ドロップレットの捕捉動作をさせながらフィルター板の羽根内面に堆積したドロップレットをフィルター板の中央部分に集めることが出来る。

【０００９】

ドロップレットが集まってくるフィルター板の中央部分の下方部には、ドロップレット回収箱を設置する。これによって、真空を開放することなくフィルター板を動作させながら、捕捉したドロップレットを回収することが可能となる。捕捉されたドロップレットが回転軸の周辺部分に向かって容易に流動していくことを可能とするために、羽根は、少なくとも回転方向の前側面が捕捉されるドロップレット材料に対してぬれ性の悪い材料、すなわち、付着しにくい材料で製作するか、該材料でコーティングする。例えば、金属、酸

10

20

30

40

50

化物、カーボンなどの大部分のターゲット材料に対して、ポリテトラフルオロエチレンのようなフッ素樹脂が有効である。その他、耐熱性が必要な場合には、TiNが有効である。

【0010】

上記の態様に代えて、回転フィルター板の回転中心周辺から外側方向へ渦を巻いて放射状に外側へ向かって広がる羽根を設けて、各羽根の間に微粒子が飛翔して通過する隙間を設けるとともに、回転フィルター板の上面及び下面に各羽根間の隙間を部分的にマスクするように多数の貫通穴がある板を装着し、該貫通孔を微粒子が飛翔するようにすることで、貫通孔から隙間内に飛翔してきて各羽根の回転方向に見て前側の内面に捕捉したドロップレットの再放出をより強く阻止することが出来る。捕捉したドロップレットは、上記の態様と同じくフィルター板の回転による回転軸方向への向心力を受けフィルター板の回転中心部に集まる。 10

【0011】

この場合、上記の態様に比べて、回転フィルター板の全表面積に対して微粒子が飛翔する貫通穴の占める部分の面積比が減少し、生成する膜の堆積速度が減少する短所があるが、内部の渦巻状の羽根に必ずしも前記のと通りの凹構造を形成する必要がなく、フィルター板を安価に製作できる。

【0012】

貫通穴の断面形状は、円、楕円、多角形のいかなる場合でも構わない。ドロップレットの捕捉特性は、貫通穴の形状で調整できる。貫通穴が多数ある板を、渦巻き状の羽根フィルター板の表及び裏面に張り合わせることが最も簡便な好ましい方法である。 20

【発明の効果】

【0013】

以上述べたように、本発明の方法及び装置によれば、回転フィルター板を動作させながら、捕捉したドロップレットを回収することが可能となり、回転フィルター板を利用した成膜において、長期の連続運転が可能となる。回転フィルター板のメンテナンスも、従来の方法に比べて大幅に低減できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、本発明の方法及び装置を図に基づいて具体的に説明する。レーザーアブレーション法のドロップレットの捕捉に用いる場合には、図1に示すように、反応チャンバ1の内部にレンズ2によって、集光したレーザー光3をターゲットホルダー4に設置したターゲット5に照射して、ターゲット5から発生する微粒子を基板ホルダー7に設置した基板8に付着させる。ターゲットホルダー4と基板ホルダー7はそれぞれ回転軸41, 71で回転させる。反応チャンバ1内には雰囲気ガスを適宜供給する。ターゲット5から基板8への微粒子の飛翔経路を遮蔽するように回転フィルター板10を回転軸11で高速回転可能に設置する。回転フィルター板10の回転軸11の下方の反応チャンバ1の外にドロップレットの回収箱12を設ける。 30

【0015】

図2に、回転フィルター板10を上から見た概略平面図を示す。回転フィルター板の羽根Bはフィルター板の回転中心周辺から渦を巻いて放射状に外側へ向かって外周のプレートPまで形成し、隣接する羽根と羽根の間に隙間Sを形成する。捕捉されるドロップレットの最大速度は、ターゲット側のフィルター板表面での回転方向の羽根間の隙間Sの間隔XとXの中間点までのフィルター板の回転軸11中心からの距離R、及びフィルター板の回転数によって前述したように決まる。 40

【0016】

図3に、フィルター板の隣接する二つの羽根B1、B2に着目し、そのフィルター板の厚さ方向に平行、かつ羽根の厚さ方向に見た断面図を示す。羽根B1、B2は、回転方向前側が凹面状になり深さ方向の内部にいくに従い肉厚が薄くなるように設計されている。このことによって、図3に示すように、回転方向前側の内面Iに捕捉されたドロップレットは羽根の内面の凹部分の中央付近に集められ、再放出しにくくなる。 50

【 0 0 1 7 】

図 4 に、上記と別の態様の、フィルター板の回転中心周辺から渦を巻いて放射状に外側へ向かって外周の環状プレート P まで広がる羽根 B を有し、かつフィルター板の上面及び下面に各羽根間の隙間 S に多数の円状の貫通穴 H がある板を装着したフィルター板を上から見た概略平面図を示す。フィルター板内部の放射状羽根は点線で示してある。貫通穴 H は、図 4 に示すように、二つの羽根間に沿って形成する。実際には、貫通穴 H はフィルター板全域に渡って形成される。

【 0 0 1 8 】

図 5 に、フィルター板内の一つの貫通穴 H の部分に着目し、その断面図を示す。貫通穴は渦巻状の羽根 B 1, B 2 の間の隙間の上面と下面に貫通穴 H がある板 1 3, 1 4 を装着して形成する。左向きを回転方向とすると、穴 H は羽根 B 1, B 2 間の中央より左寄りに形成した方が一旦捕捉した粒子の再放出がおきにくい。羽根 B 2 の回転方向前側の内面に捕捉されたドロップレットは回転軸方向への向心力を受け羽根 B 2 の該内面に沿ってフィルター板の中央部付近に流動して集められる。

10

【 0 0 1 9 】

図 6 に、図 2、図 3 に示すような回転フィルター板を用いる場合の回収箱の周辺の概念図を示す。フィルター板の中央部分に流動してきたドロップレットを、回収箱 1 2 に移動させるために、点線部分で囲まれた領域の羽根の断面構造を凹形の構造 B から、回収箱 1 2 方向を尖らせた構造 B' に変える。これによって、この点線領域では、集まってきたドロップレット D が回収箱 1 2 に向かって落ちていく。回収箱 1 2 への隙間からこぼれ落ちないように、点線領域の両側にはストッパーリング 1 4 を装着する。また、中央部に集まってきたドロップレットは量が多くなるので、上方へのこぼれ出しを防ぐために、キャップ板 1 5 を装着する。

20

【 0 0 2 0 】

図 7 に、図 4、図 5 に示すようなフィルター板を用いる場合の回収箱付近の概念図を示す。フィルター板の中央部分に集められてきたドロップレット D を、回収箱 1 2 に移動させるために、点線部分で囲まれた領域では下面板 1 4 はない。点線領域では、集まってきたドロップレット D が回収箱 1 2 に向かって落ちていく。回収箱 1 2 への隙間からドロップレットがこぼれ落ちないように、点線領域の両側にはストッパーリング 1 4 を装着する。また、フィルター板の中央部に集まってきたドロップレットは量が多くなるので、点線領域では上面板 1 3 に貫通穴は形成しないで上方へこぼれ出ないようにする。

30

【 実施例 1 】

【 0 0 2 1 】

ターボ分子ポンプによって排気された 5×10^{-7} Torr 以下の真空チャンバ内において、ArF エキシマレーザー（波長 193 nm、FWHM = 20 ns）を Si ターゲットに入射角 45° で照射し、50 mm 離れて対向するガラス基板上に膜堆積を行った。ターゲット - 基板間には、高速回転可能な回転フィルター板を設置してドロップレットの捕獲を行った。

【 0 0 2 2 】

羽根の材料としてステンレス鋼を用い、その表面にフッ化エチレン樹脂をコーティングした。フィルター板の大きさは、直径 200mm、厚み 10mm とし、凹構造の羽根の厚みは、中心の肉厚の最も薄い部分を 0.3mm、両外側の肉厚最大部分を 0.8mm とした。

40

【 0 0 2 3 】

図 8 に、設計したフィルター板の回転速度と捕獲可能な最大速度の関係を示す。フィルター板表面に占める羽根の部分の面積割合は約 90% であり、隙間部分の面積は 10% であった。レーザーパルスのフルエンス F は 4 J/cm^2 、くり返し周波数は 10Hz、基板温度は室温とした。作製したシリコン薄膜中の微粒子の付着具合を走査型電子顕微鏡（SEM）を用いて評価した。

【 0 0 2 4 】

図 9 に、フィルター板の回転数 0 (a) と 3,500 rpm (b) で、成膜時間 60 分で作製したシリコン薄膜の膜表面 SEM 像を示す。3,000 rpm 以上ではドロップレットが完全に捕捉されている

50

ことがわかる。フィルター板からの一旦捕捉したドロップレットの再放出は観測されなかった。

【 0 0 2 5 】

図 1 0 に、1000時間後に回収箱に回収されたドロップレットのSEM像を示す。直径10mm前後のドロップレットが多数観測された。回収されたドロップレットの量は約50mgであった。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 6 】

【 図 1 】 ドロップレット捕捉用回転フィルター板をレーザーアブレーションによる薄膜作製に用いる場合の一例を示す装置の模式図。

【 図 2 】 フィルター板の回転中心周辺から渦を巻いて放射状に外側へ向かって広がる放射状羽根を有する回転フィルター板の概略平面図。

【 図 3 】 図 2 に示す羽根のフィルター板の厚さ方向、かつ羽根の厚さ方向に平行な断面図。

【 図 4 】 フィルター板の回転中心周辺から外側方向へ渦を巻いて放射状に外側へ向かって広がる羽根を有し、かつ回転フィルター板の上面及び下面に多数の円状の貫通穴がある板を各羽根間の隙間を部分的にマスクするように装着した回転フィルター板の概念平面図。

【 図 5 】 図 4 に示す回転フィルター板の貫通穴部分付近の拡大断面図。

【 図 6 】 図 2 に示す回転フィルター板を用いた場合の回収箱の周辺の概念図。

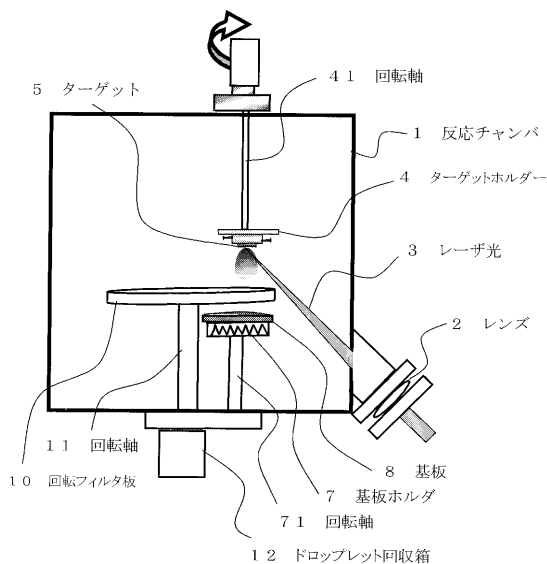
【 図 7 】 図 4 に示す回転フィルター板を用いる場合の回収箱付近の概念図。

【 図 8 】 回転フィルター板の回転速度と捕獲可能な最大速度の関係を示すグラフ。

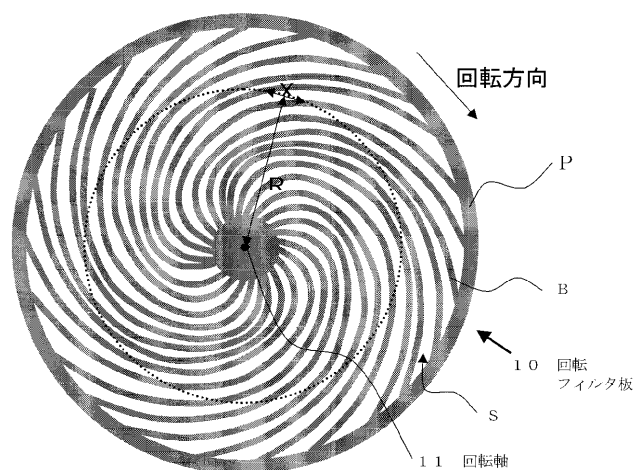
【 図 9 】 回転フィルター板の回転数0(a)と3,500 rpm(b)で作製したシリコン薄膜の膜表面SEM像を示す図面代用写真。

【 図 1 0 】 回収箱に回収されたドロップレットのSEM像を示す図面代用写真。

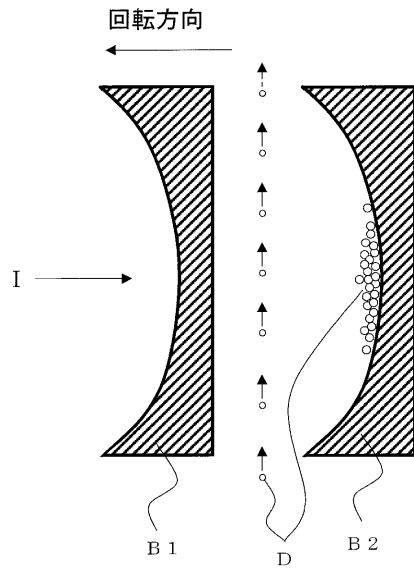
【 図 1 】



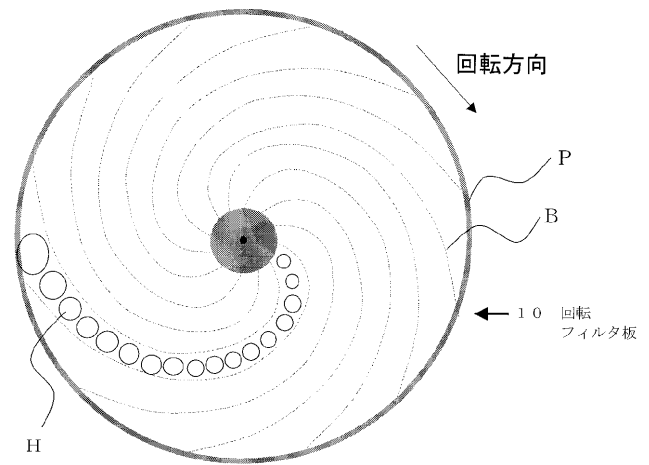
【 図 2 】



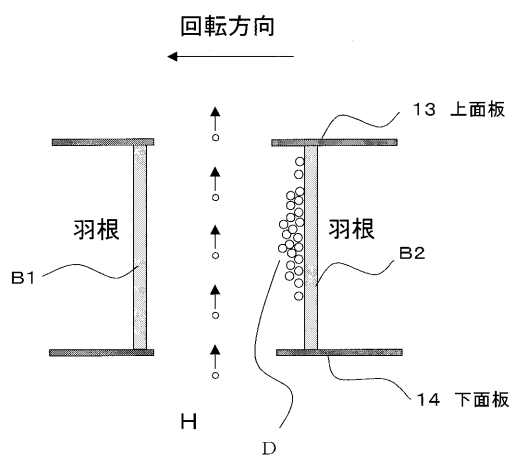
【図 3】



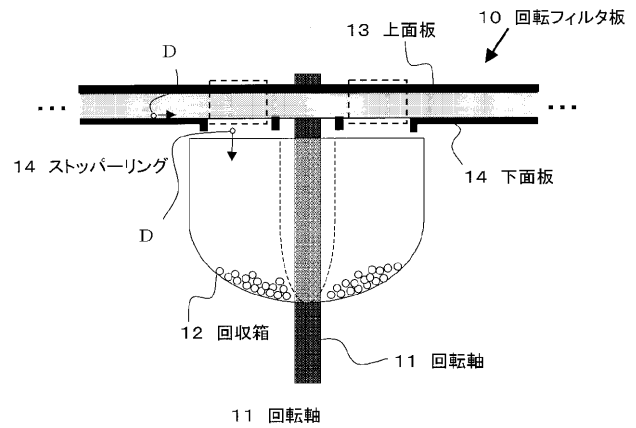
【図 4】



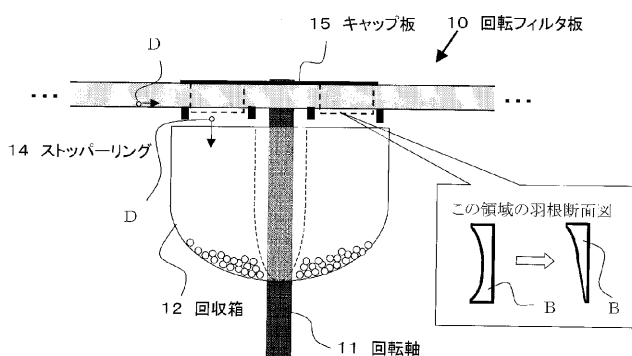
【図 5】



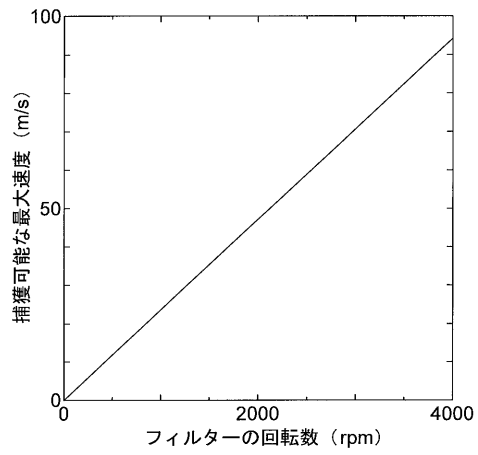
【図 7】



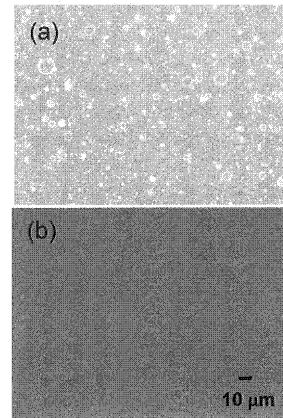
【図 6】



【図 8】



【図 9】



【図 10】

