

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)特許公報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3446138号

(P 3 4 4 6 1 3 8)

(45)発行日 平成15年9月16日(2003.9.16)

(24)登録日 平成15年7月4日(2003.7.4)

(51)Int.Cl.⁷

C23C 14/04

識別記号

ZCC

F I

C23C 14/04

ZCC

A

請求項の数 5 (全7頁)

(21)出願番号 特願2000 - 259777(P 2000 - 259777)

(22)出願日 平成12年8月29日(2000.8.29)

(65)公開番号 特開2002 - 69613(P 2002 - 69613 A)

(43)公開日 平成14年3月8日(2002.3.8)

審査請求日 平成12年8月29日(2000.8.29)

(73)特許権者 396020800

科学技術振興事業団

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(72)発明者 鯉沼 秀臣

東京都杉並区荻窪3 - 47 - 8

(72)発明者 松本 祐司

神奈川県横浜市青葉区青葉台1 - 6 - 1

アーバンリゾート青葉台101号室

(74)代理人 100082876

弁理士 平山 一幸 (外1名)

審査官 藤原 敬士

最終頁に続く

(54)【発明の名称】基板マスクング機構およびコンビナトリアル成膜装置

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板至近位置にマスクを配置し、このマスクの孔を通して成膜領域が設定されるようにした基板マスクング機構であって、

上記マスクが、上記基板と密着する接触面を有する接触部と、この接触部が基板面に接触した際に接触部周辺の基板面を遮蔽するシールド部と、を備え、

上記孔は、上記接触部の略中央部に開口しており、

上記シールド部は上記基板に接触する周縁部を備え、この周縁部は上記基板からマスクへの熱伝導を小さくする

ように先端がエッジ状に形成されており、マスクを基板面に接触して成膜する際に、マスクの孔周辺の基板面を遮蔽することにより、蒸発したターゲット原子が回り込んで進入するのを阻止し、上記孔により成膜領域を規定することを特徴とする、基板マスクング機

2

構。

【請求項2】 前記マスクの材質が、インコネル・ステンレス鋼であることを特徴とする、請求項1に記載の基板マスクング機構。

【請求項3】 真空チャンバと、この真空チャンバ内に置かれたターゲットと、このターゲットにレーザー光を照射してターゲット原子を光励起して蒸発させるレーザーアブレーション用レーザー装置と、上記真空チャンバ内に支持される基板と、この基板にレーザー光を照射して上記基板を加熱する加熱手段と、上記真空チャンバ内に酸素ガスを供給する供給管と、基板マスクング機構と、を備えたコンビナトリアル成膜装置において、上記基板マスクング機構を上下動可能に支持し、且つ基板を回転可能に支持する支持機構を有し、上記基板マスクング機構が、基板至近位置にマスクを配

置し、このマスクの孔を通して成膜領域が設定されるようにしており、

上記マスクが、上記基板と密着する接触面を有する接触部と、この接触部が基板面に接触した際に接触部周辺の基板面を遮蔽するシールド部と、を備え、

上記孔は、上記接触部の略中央部に開口しており、

上記シールド部は上記基板に接触する周縁部を備え、この周縁部は上記基板からマスクへの熱伝導を小さくするように先端がエッジ状に形成されており、

支持機構を操作して基板とマスク機構を接触させて成膜することにより、低真空中の成膜の際のマスク周縁部からの回り込み蒸着原子を防いで成膜領域を正確に規定すると共に、支持機構を操作して基板を回転することにより、基板上のこの回転の円周方向に成膜条件の異なる複数の薄膜を堆積することを特徴とする、コンビナトリアル成膜装置。

【請求項 4】 前記マスクの材質が、インコネル・ステンレス鋼であることを特徴とする、請求項 3 に記載のコンビナトリアル成膜装置。

【請求項 5】 前記支持機構は前記接触部の可動機構を有し、この接触部の可動機構を操作して前記円周の半径を変化させることにより、基板上に半径の異なる複数の同心円に沿って成膜条件の異なる複数の薄膜を形成することを特徴とする、請求項 3 又は 4 に記載のコンビナトリアル成膜装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数の薄膜を系統的に形成可能なコンビナトリアル成膜手法に好適な基板マスク機構および成膜装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】有機・薬学合成の分野で始まったコンビナトリアル合成手法は、現在では無機材料一般にも適用され始め、新機能を有する材料探索に必要不可欠な手法となっている。なかでもレーザーアブレーション法による成膜技術とマスク機構を組み合わせたコンビナトリアルレーザー MBE (モリキュールビームエピタキシャル) 装置によって、これまでも酸化亜鉛や酸化チタンなどの酸化物薄膜の高速合成 / 機能探索が有効に行われてきた。

【 0 0 0 3 】図 8 は、従来のコンビナトリアルレーザー MBE 装置における成膜プロセスを模式的に示している。この装置では、 ZnO 、 TiO_2 などの酸化物をベースとする薄膜を形成する場合、基板 1 の下方にターゲット 2 が配置されるとともに、ターゲット 2 側の基板面にマスク 100 がセットされる。図示しないチャンバ内の雰囲気は、 10^{-5} Torr 程度の高真空レベルに設定される。

【 0 0 0 4 】ターゲット 2 に対してレーザー光 (KrF エキシマレーザー等) を照射することで、点線のようにター

ゲット原子を光励起して蒸発させ、マスク 100 の孔 100a を通過したターゲット原子により基板 1 上に薄膜 F が形成される。この MBE 装置のように高真空雰囲気下で成膜反応を行なうことにより、マスク 100 によって規定された領域にのみ薄膜を堆積させることができる。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】一方、たとえば高温超伝導体などの薄膜形成は酸素雰囲気下で行なわれ、その雰囲気は、 10^{-1} Torr 程度の低真空レベルに設定される。しかしながら、このような低真空雰囲気下では図 9 (A) に示すように、ターゲット原子はマスク 100 の孔 100a を通過するものばかりでなく、矢印で示すようにマスク周囲からの「回り込み」によってマスク 100 の外周部等から回り込んでしまう。この回り込みが生じると、基板面における成膜領域をマスク 100 によって規定することができなくなる。そして、図 9 (B) に示したように目標とする領域の周囲にターゲット原子が堆積し、そのため所望の領域に薄膜を堆積させることができない結果となる。

【 0 0 0 6 】この発明は以上の点にかんがみ、単一基板上に複数の薄膜を適正かつ効率的に形成可能な基板マスク機構およびこの基板マスク機構によるコンビナトリアル成膜装置を提供することを目的とする。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、この発明は、基板至近位置にマスクを配置し、マスクの孔を通して成膜領域が設定されるようにした基板マスク機構であって、マスクが、基板表面の一部と接触する接触面及びこの接触面の略中央部に形成された上記孔を有する接触部と、この接触部が基板面に接触した際に接触部周辺の基板面を遮蔽するシールド部と、を備え、上記シールド部が、上記基板からマスクへの熱伝導を小さくするように、先端がエッジ状に形成された周縁部を有しており、上記マスクを上記基板面に接触して成膜する際に、上記マスクの孔周辺の基板面を遮蔽することにより、蒸発したターゲット原子が回り込んで進入するのを阻止し、上記孔により成膜領域を正確に規定することを特徴としている。また、マスクの材質は、インコネル・ステンレス鋼であれば好ましく、この場合にはマスクの熱膨張係数が小さい。

【 0 0 0 8 】

【 0 0 0 9 】さらに、本発明のコンビナトリアル成膜装置は、真空チャンバと、この真空チャンバ内に置かれたターゲットと、ターゲットにレーザー光を照射してターゲット原子を光励起して蒸発させるレーザーアブレーション用レーザー装置と、真空チャンバ内に支持される基板と、基板にレーザー光を照射して基板を加熱する加熱手段と、真空チャンバ内に酸素ガスを供給する供給管と、基板マスク機構と、さらに、基板マスク機構

構を上下動可能に支持し、且つ基板を回転可能に支持する支持機構と、を備え、基板マスキング機構が、基板至近位置にマスクを配置し、このマスクの孔を通して成膜領域が設定されるようにしており、上記マスクが、基板と密着する接触面を有する接触部と、この接触部が基板面に接触した際に接触部周辺の基板面を遮蔽するシールド部とを備え、上記孔は、接触部の略中央部に開口しており、シールド部は基板に接触する周縁部を備え、この周縁部は基板からマスクへの熱伝導を小さくするように先端がエッジ状に形成されており、支持機構を操作して基板とマスキング機構を接触させて成膜することにより、低真空中の成膜の際のマスク周縁部からの回り込み蒸着原子を防いで成膜領域を正確に規定すると共に、支持機構を操作して基板を回転することにより、基板上のこの回転の円周方向に成膜条件の異なる複数の薄膜を堆積することを特徴としている。マスクの材質は、インコネル・ステンレス鋼であることが望ましい。また、支持機構は接触部の可動機構を有していれば好ましく、接触部可動機構を操作して円周の半径を変化させることにより、基板上に半径の異なる複数の同心円に沿って成膜条件の異なる複数の薄膜を形成することができる。

【 0 0 1 0 】

【 0 0 1 1 】

【 0 0 1 2 】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づき、本発明による基板マスキング機構およびコンビナトリアル成膜装置の好適な実施の形態を説明する。図 1 は、この実施形態におけるコンビナトリアル成膜装置の概略構成を示している。この成膜装置は、後述する基板マスキング機構 1 0 を真空チャンバ 3 内で支持する支持機構 1 1 と、真空チャンバ 3 内に置かれたターゲット 2 にレーザー光を照射してターゲット原子 2 a を光励起して蒸発させる、すなわち、レーザーアブレーション用のレーザー装置 4 と、真空チャンバ 3 内に支持される基板 1 にレーザー光を照射して基板を加熱するレーザー装置 5 と、を備えている。なお、基板 1 の加熱手段は、本実施例では、真空チャンバ 3 外に置かれたレーザー装置 5 によって基板加熱を行うレーザー加熱装置について説明するが、真空チャンバ 3 内の基板 1 近傍に配設したランプヒーター等の手段であっても良い。

【 0 0 1 3 】真空チャンバ 3 内は、真空引きにより $1 0^{-3}$ Torr 程度の低真空レベルに設定される。また、供給管 6 から酸素ガス等が供給されるようになっている。

【 0 0 1 4 】基板マスキング機構 1 0 は、図 2 に示されるように、基板 1 の至近位置にマスク 1 2 を配置し、このマスク 1 2 の孔 1 3 を通して成膜領域が設定されるようになっている。この例では、基板 1 は一辺 1 5 mm 程度の矩形形状とし、ターゲット 2 側の面（基板面）に成膜される。また、孔 1 3 は一辺 3 mm 程度の矩形形状である。図示のようにマスク 1 2 は、基板 1 の大部分の領

域を覆い得る大きさを有する。

【 0 0 1 5 】図 3 は基板マスキング機構 1 0 の具体的構成例を示している。マスク 1 2 は、基板 1 と密着する接触面 1 4 a を有する接触部 1 4 と、この接触部 1 4 が基板面 1 a に接触した際、接触部 1 4 の周辺の基板面 1 a を遮蔽するシールド部 1 5 とを備えている。マスク 1 2 の形成材料としては、熱膨張係数の小さいもの（たとえばステンレス鋼であるインコネル）が用いられる。

【 0 0 1 6 】マスク 1 2 の孔 1 3 は、接触部 1 4 のほぼ中央部に開口している。シールド部 1 5 は、その周縁部 1 5 a で基板面 1 a に接触するが、この周縁部 1 5 a の基板面 1 a への接触面積は、基板 1 からマスク 1 2 への熱伝導を極力小さくするため、図 3 に示すように、周縁部 1 5 a は先細のエッジ状に形成されている。

【 0 0 1 7 】基板マスキング機構 1 0 を支持する支持機構 1 1 は、図 1 に示したように、回転支軸 1 6 によって基板 1 を回転可能に支持している。回転支軸 1 6 は真空チャンバ 3 の外部の駆動手段（ステッピングモータ等）によって所定のピッチ角度で回転駆動される。また、マスク 1 2 はブラケット 1 7 を介して、シャフト 1 8 によって上下動可能に支持される。シャフト 1 8 は真空チャンバ 3 の外部の駆動手段によって上下にストローク調整可能に駆動される。

【 0 0 1 8 】レーザー装置 4 は、例えば Kr F エキシマレーザーであり、真空チャンバ 3 の外部からターゲット 2 を照射することにより、ターゲット原子 2 a を光励起し蒸発させる。レーザー装置 5 は、例えば Nd : Y A G レーザーであり、チャンバ 3 の外部から照射することにより基板 1 を加熱する。

【 0 0 1 9 】上記構成において、成膜に際して供給管 6 から酸素ガス等が供給される。たとえばイットリウム系高温超伝導体 Y B C O (Y B a₂ C u₃ O₇) の薄膜を形成する場合、 $6 0 0 \times 1 0^{-3}$ Torr の酸素圧に設定され、基板 1 はレーザー装置 5 によって 8 0 0 程度の温度に加熱される。

【 0 0 2 0 】図 4 はこの実施形態における成膜プロセスを模式的に示している。ターゲット 2 に対してレーザー装置 4 からレーザー光 4 a を照射することで、点線のようにターゲット原子 2 a を蒸発させる。このとき基板 1 の基板面 1 a に対して、接触部 1 4 とシールド部 1 5 が密着し、これにより基板面 1 a は外部から遮蔽される。したがって、たとえば図示のように、ターゲット 2 から蒸発したターゲット原子 2 a が回り込もうとしても、その進入が阻止される。この結果、マスク 1 2 の孔 1 3 を通過したターゲット原子のみが基板面 1 a に到達することができ、これによってマスク 1 2 の孔 1 3 により成膜領域を正確に規定することができる。このように、マスク 1 2 によって規定された領域にのみ薄膜 F を堆積させることができる。

【 0 0 2 1 】上記のような成膜プロセスで薄膜 F を形成

する際、本発明では支持機構 1 1 の回転支軸 1 6 によって基板 1 を所定角度ずつ回転させることで、薄膜 F ごとに成膜条件を異ならせ、1 枚の基板 1 上に複数の薄膜 F をシーケンシャルに堆積させていく。この場合、図 5 に示すように高温超伝導体 Y B C O の薄膜を形成する際に、たとえばレーザー装置 4 のレーザー光 4 a の焦点距離を変化させることで、成膜条件を変えることができる。

【 0 0 2 2 】図 5 (A) において、真空チャンバ 3 に付設されたレーザー導入窓 1 9 に照射されるレーザー光 4 a の光路上にフォーカスレンズ 2 0 が配置される。フォーカスレンズ 2 0 はレンズ駆動機構 2 1 によって、光路に沿って位置調整可能に移動されるようになっている。この例では成膜条件の異なる 8 種類の薄膜 F (No . 1 ~ No . 8) を得るために、フォーカスレンズ 2 0 を 8 つのフォーカスポイントに位置調整するようにしている。

【 0 0 2 3 】図 5 (B) は、形成された Y B C O の薄膜のフォーカスポイントに対する結晶性の変化の関係を示している。この場合、結晶性の良否は C / C の値で判断される。ここに「 C 」は薄膜の Y B C O の C 軸結晶軸の格子定数、また「 C 」は各薄膜 F (No . 1 ~ No . 8) の格子定数の揺らぎに相当し、 C / C の値が小さいほど、結晶性は良好である。No . 4 ~ No . 7 の薄膜で結晶性が良好となっている。結晶性はレーザー光 4 a のフォーカスポイントに依存度が強いことが判明するが、基板 1 を回転させながら 1 枚の基板 1 上に複数の薄膜 F を堆積させることにより、複数の試料を一度に得ることができるため極めて効率的に実験を行うことができる。

【 0 0 2 4 】ここで、基板 1 を回転可能に支持することによって、基板面 1 a において円周に沿った複数の薄膜 F を形成することができる。この場合、円周の半径を変化させることにより、半径の異なる複数の同心円に沿ってそれぞれ複数の薄膜 F を形成することができる。なお、円周の半径を変化させるには、たとえば図 1 あるいは図 2 において接触部 1 4 がマスク 1 2 の面上で半径 R 方向に移動する接触部可動機構を設け、この接触部可動機構を支持機構 1 1 のブラケット 1 7 およびシャフト 1 8 の内部に設けた駆動力伝達機構により駆動することにより行うことができる。

【 0 0 2 5 】なおまた、基板 1 を回転可能に支持することで、図 6 のように R H E E D (電子線回折装置) を効果的に用いることができる。この R H E E D は、形成された薄膜 F (No . 1 ~ No . 8) に電子線を照射する電子銃 2 2 と、薄膜 F からの回折線を表示するスクリーン 2 3 と、スクリーン 2 3 の映像を撮像手段 (C C D) 2 4 によって撮像して表示するモニター 2 5 とを含んでいる。

【 0 0 2 6 】 R H E E D のモニター 2 5 には、図 7 のように各薄膜 F ごとに順次、成膜反応中の結晶の成長状態が表示される。成膜条件の異なる複数の結晶構造をリアル

タイムで観察することができ、成膜条件と結晶構造との関係を容易にかつ的確に把握することができる。

【 0 0 2 7 】上記実施形態では、低真空レベルでの薄膜形成の例を説明したが、本発明はこの場合だけでなく様々な真空条件下での薄膜形成法である C V D 法やスパッタリング法に対しても有効に適用可能であり、上記実施形態と同様な作用効果を得ることができる。また、上記実施形態で用いた数値等は、それらの数値等のみ限定されるものではなく、必要に応じて適宜変更が可能である。

【 0 0 2 8 】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、この種の成膜装置において、マスクの孔周辺の基板面を遮蔽することにより、蒸発したターゲット原子が回り込んで進入するのを阻止し、マスクの孔により成膜領域を正確に規定することができる。また、1 枚の基板上に複数の薄膜をシーケンシャルに堆積させていくことで、成膜条件の異なる薄膜を効率よく、しかも適正に形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施形態におけるコンビナトリアル成膜装置の概略構成を示す図である。

【図 2】本発明の実施形態における基板マスク機構を示す斜視図である。

【図 3】本発明の実施形態における基板マスク機構の要部構成を示す斜視図および断面図である。

【図 4】本発明の実施形態における成膜プロセスを模式的に示す図である。

【図 5】本発明の実施形態におけるレーザー装置のレーザー光の焦点距離を変化させるための構成および焦点距離と結晶性との関係を示すグラフである。

【図 6】本発明の実施形態における R H E E D を用いる実験例を示す図である。

【図 7】本発明の実施形態において、R H E E D を用いる実験における実験結果を示す図である。

【図 8】従来のコンビナトリアルレーザー M B E 装置における成膜プロセスを模式的に示す図である。

【図 9】従来の低真空レベル雰囲気下での成膜プロセスを模式的に示す図である。

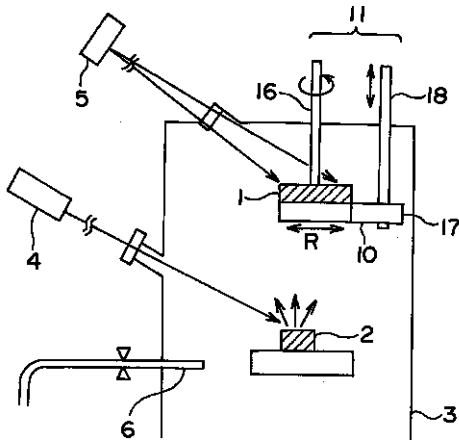
【符号の説明】

- | | |
|-----|---------|
| 1 | 基板 |
| 2 | ターゲット |
| 3 | 真空チャンバ |
| 4 | レーザー装置 |
| 5 | レーザー装置 |
| 6 | 供給管 |
| 1 0 | 基板マスク機構 |
| 1 1 | 支持機構 |
| 1 2 | マスク |
| 1 3 | 孔 |

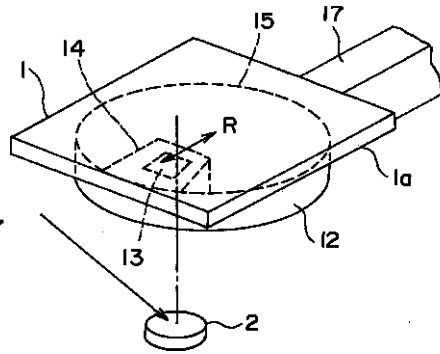
- 14 接触部
- 15 シールド部
- 16 回転支軸
- 17 ブラケット

- 18 シャフト
- 19 レーザ導入窓
- 20 フォーカスレンズ
- 21 レンズ駆動機構

【図1】

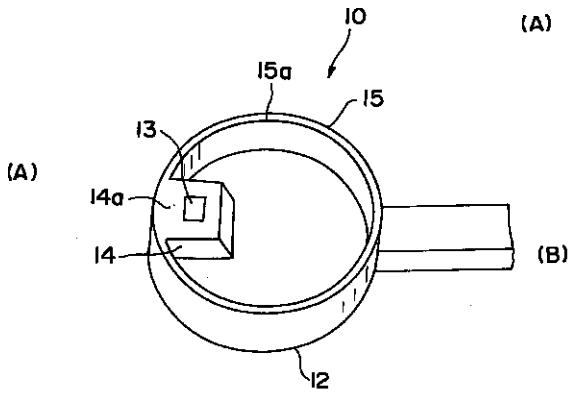


【図2】

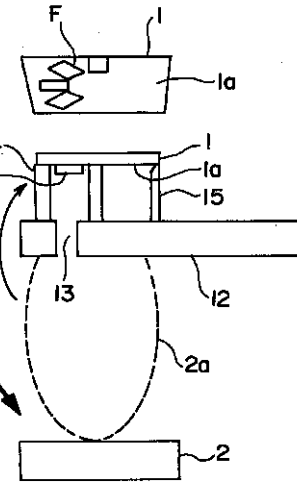


【図4】

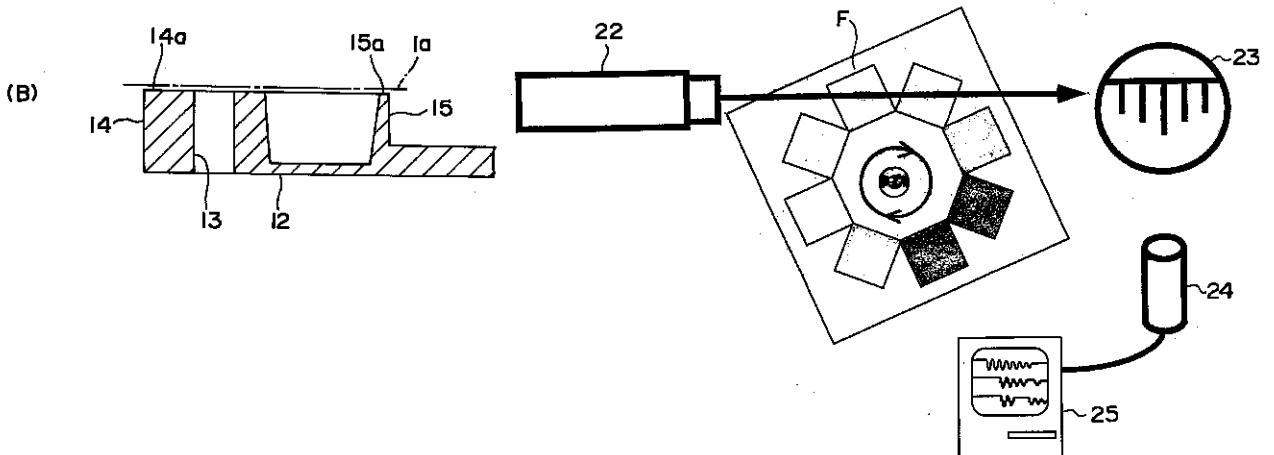
【図3】



(A)

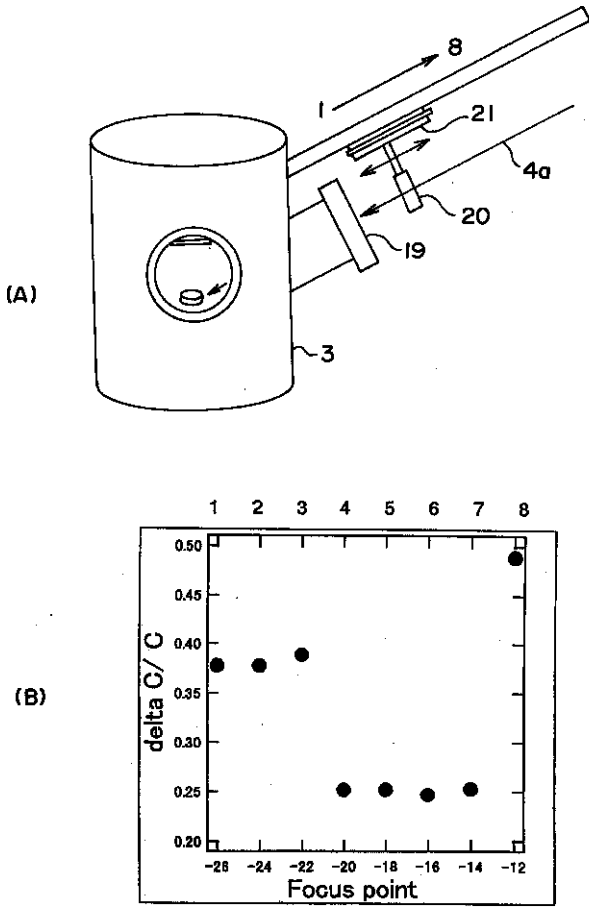


【図6】

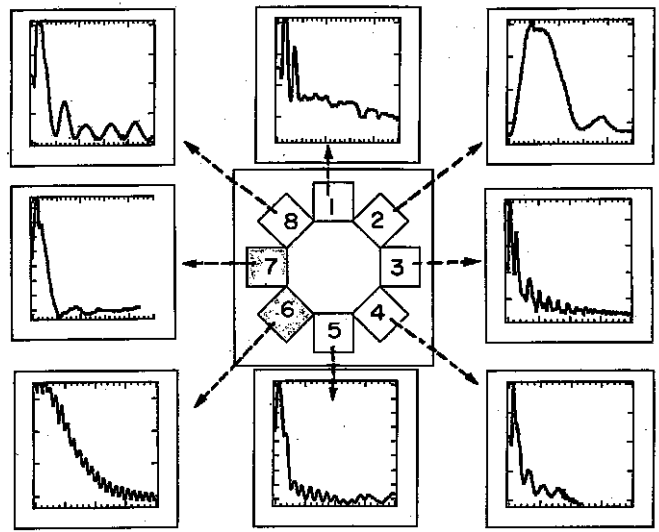


(B)

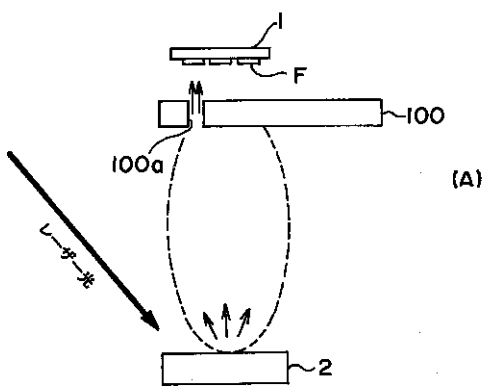
【 図 5 】



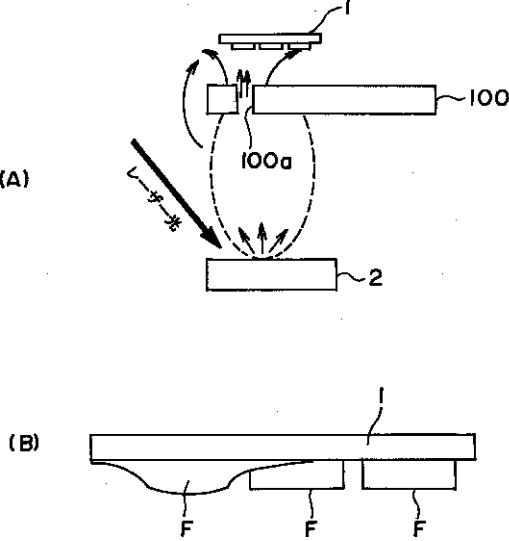
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000 - 86389 (J P , A)
特開 昭60 - 135567 (J P , A)
特開 平 9 - 213634 (J P , A)
特開 昭63 - 145769 (J P , A)
特開2000 - 319782 (J P , A)
特開 昭63 - 118062 (J P , A)
特表 平10 - 512840 (J P , A)
松本祐司・鯉沼秀臣, コンピナトリア
ルケミストリーによる無機材料のハイス
ループット開発, セラミックス, 日本,
1999年, 34 (1999) N o . 5 , p p .
373 - 376

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B 名)
C23C 14/04 ZCC