

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5411167号  
(P5411167)

(45) 発行日 平成26年2月12日(2014.2.12)

(24) 登録日 平成25年11月15日(2013.11.15)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 21/027 (2006.01)

H O 1 L 21/30 5 1 6 F

H O 1 L 21/30 5 3 1 A

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2010-547146 (P2010-547146)	(73) 特許権者	500275854
(86) (22) 出願日	平成21年2月10日 (2009.2.10)		サエス ゲッターズ ソチエタ ペル ア
(65) 公表番号	特表2011-512684 (P2011-512684A)		ツィオニ
(43) 公表日	平成23年4月21日 (2011.4.21)		イタリア国 イー20020 ミラノ、ラ
(86) 国際出願番号	PCT/EP2009/051516		イナテ、ピアレ イタリア、 77
(87) 国際公開番号	W02009/103631	(74) 代理人	100099759
(87) 国際公開日	平成21年8月27日 (2009.8.27)		弁理士 青木 篤
審査請求日	平成23年11月21日 (2011.11.21)	(74) 代理人	100092624
(31) 優先権主張番号	M12008A000282		弁理士 鶴田 準一
(32) 優先日	平成20年2月22日 (2008.2.22)	(74) 代理人	100102819
(33) 優先権主張国	イタリア (IT)		弁理士 島田 哲郎
		(74) 代理人	100171251
			弁理士 篠田 拓也
		(74) 代理人	100123582
			弁理士 三橋 真二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 極紫外線放射を使用すると共にゲッター材料を含む揮発性有機化合物吸収部材を有するリソグラフィ装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

支持体を備える真空処理チャンバーを有する極紫外線放射を使用するリソグラフィ装置 (10) において、

処理チャンバー (13) 内に、又は適切な開口部により処理チャンバー (13) に接続される適切な空間内に配置される、ゲッター材料を含む揮発性有機化合物 (VOCs) 吸収部材 (22) を有し、

前記吸収部材は、処理チャンバー内で支持体の近傍にあり、

前記 VOCs 吸収部材は、ゲッターポンプ支持体 (23) を具備するゲッターポンプ (22) であり、

前記ゲッターポンプは、処理チャンバーの壁 (20) に形成される開口部 (21) を通して処理チャンバー (13) に挿入されると共に、前記ゲッターポンプ支持体 (23) を支持するフランジ (25) により前記壁に接続される

ことを特徴とするリソグラフィ装置 (10)。

## 【請求項 2】

前記 VOCs 吸収部材は、金属の表面上のゲッター材料の積層体である、

請求項 1 に記載の装置。

## 【請求項 3】

ゲッター材料は、チタニウム、ジルコニウム、バナジウム、ニオブウム若しくはハフニウム、又は、遷移元素と、希土類元素と、アルミニウムとの中から選択される少なくとも

もう1つの元素を含むチタニウム及びジルコニウムの両方若しくは一方を基にした合金の中から選択される、

請求項1に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、極紫外線放射を使用すると共にゲッター材料を含む揮発性有機化合物（VOCs）吸収部材を有する、リソグラフィー装置に関する。

【背景技術】

【0002】

リソグラフィーは、集積回路を形成する部品の形状を形成するために集積回路の製造に使用される技術であり、この技術は、マイクロメカニカルシステム（その分野でMEMSとして既知）の製造工程のように、他の類似の製造工程においても使用される。この発明を説明するために、本記載では、集積回路（ICsとして既知）の製造について参照されるが、この発明は、リソグラフィー技術を使用する全ての製造工程において用いられることができる。

【0003】

ICsの製造において、所定の波長での放射に曝すとその化学的挙動（例えば所定の溶媒においてのその溶解度）を変えることが可能になる特徴を示す高分子材料のフィルムは、一般的にシリコン又は他の半導体材料である1枚の支持材料の上に位置決めされ、又は液体の先駆体から形成される。高分子フィルムの部分のみに適切な放射で選択的に照射することによって、高分子フィルムは、溶媒によって後に攻撃されることが可能にするようなやり方で局所的に影響を被る（また、反対も可能であり、すなわち、フィルムそれ自体が溶媒によって攻撃されることが可能であり、放射処理がそのレジスタント（resistant）の代わりとなる。）。選択的な照射処理の後に、溶媒の化学的攻撃に影響を受ける状態にされた（又は影響を受ける状態を保持した）部分は、溶媒での処理によって取り除かれ、支持する表面の所望の部分のみを露出する。次いで、これらの部分上で、物理蒸着（PVD、この分野で“スパッタリング”としてより一般的な技術として既知）、化学蒸着（CVD）、分子線エピタキシー（MBE）などの技術により、導電材料又は絶縁材料などの所望の特徴を有する材料の局所的な積層体を形成することが可能である。あるいは、支持する表面の露出された部分は、例えば化学的攻撃により、支持体自体の表面に適切な形状の凹部を形成するために侵食性の処理を受けてもよい。高分子フィルムの位置決め又は積層の後の交互のサイクルによって、支持体の露出された部分又はその侵食部において、選択的にその部分の除去をし、所望の材料の“配線（trace）”を積層することにより、集積回路の所望の構造が、最終的に製造される。

【0004】

製造コストを減少するために、かつ、ますます小型の電気製品のための市場の要求に応えるために、集積回路を形成する部品の典型的な寸法は、時とともに減少を続けている。現在のリソグラフィーの技術により得られたIC部品の最小の寸法は、約100ナノメートル（nm）であるが、ICsの次世代への移行はすでに進行中であり、次世代のIC部品の最小の寸法は、およそ30nmになるだろう。

【0005】

ますます小さい形状及び構造を形成できるように、リソグラフィー作用の間中、これらの形状の寸法に匹敵する、さらに短い波長の放射を使用することが必要である。ICsの主な製造業者は、およそ13.5nmである次世代のICsの製造のために使用される新しい波長の規格を定義した。この値は、この分野で極紫外線（又はEUV）として定義される、さらに短い波長の紫外線放射の範囲内である。したがって、この分野で、これらの放射を使用するリソグラフィーは、“極紫外線リソグラフィー”又は略称EUVLとして既知である。

【0006】

10

20

30

40

50

これまで用いられたリソグラフィーの技術は、いくつかの気体、液体又は固体が透明である波長を使用した。したがって、リソグラフィーのシステムを形成した材料を適切に選択することにより、気体媒体（例えば浄化された空気）で生じる放射源から高分子フィルムへの紫外線放射の光路と、適切なレンズによる屈折によってのみ本質的に生じる放射の偏向及びフォーカスとを得ることが可能であった。EUVLを用いることによって、もはやこれは可能ではない。EUV波長が、全ての材料によってほとんど完全に吸収されるからである。したがって、EUVLにおいて、放射の光路は、真空のチャンバーの内部において、かつ、反射要素（鏡、単色光分光器等）を使用することによってのみ画定されることができる。

【0007】

10

現在開発中のEUVL装置は、1つのチャンバーから他のチャンバーへの放射の通過のための小さな開口部を介してのみ各他のチャンバーと接続される様々な主チャンバーを具備する。通常、EUV放射源（一般的に、レーザー又は放電によって発生されるプラズマ）と、放射源によって放射される放射の一部を集めると共に好ましい方向に沿って放射を指向させる集光器とが、第1のチャンバーに配置される。中間のチャンバーには、第1のチャンバーから出る光線をフォーカスすると共に方向づけるための要素の一部がある（例えば、単色光分光器、及び単色光分光器からの放射を方向づけるための反射要素のシステム）。最後に、以下で“処理チャンバー”と定義される最後のチャンバーには、放射により処理されるための高分子フィルムを保持する、好ましくは半導体材料で作られる支持体上への放射をフォーカスするための最終反射要素と、前記支持体がある上に固定されるサンプルホルダーであって、自由に、かつ、放射の入射方向に垂直な平面内で制御されるやり方で移動することができるサンプルホルダー（サンプルホルダーは“X-Yテーブル”として既知）とがある。ポンプシステムは、チャンバーの内部で要求される真空度を維持するために装置に接続され、一般的にターボ分子ポンプ又は低温ポンプを備える。要求される真空度は、個々のチャンバーで相違すると共に、処理チャンバーでの $10^{-7}$  Paよりも低い残留圧力の要求値ほど、第1のチャンバーでの要求値は厳しくない。EUVL装置の或る実施例は、類似の装置の個々の部品及びそれらの機能のより詳細な説明のために参照される特許文献1において開示される。

20

【0008】

EUVL装置に関連する課題は、処理チャンバーの中の揮発性有機分子の存在である。高いエネルギーの紫外線放射によって照射されるとき、これらの分子は、互いに反応し、又は好ましくは半導体材料で作られる支持体の表面と反応するおそれがあり、したがって、形成時において構造に組み込まれて残存し、その欠陥を引き起こすおそれがある、後の化学的処理に耐性を示す新規な種又は残留炭素が発生し、ひいては、製造廃棄物を生じるおそれがある。有機分子の分解及び炭素を基本とする層の積層体は、EUV放射源から来る放射を反射するための役割を有する、処理チャンバーに存在する光学レンズ上にも起こるおそれがある。レンズの表面上の炭素層の存在は、それらの光反射率を減少させ、ひいては、基板に到達する放射強度を減少させる。ひいては、このことが、フォトリソグラフィーの効率と、全体的な製造収率とを減少させる。

30

【0009】

EUVL装置の中で存在するおそれのある最も一般的なVOCs汚染物質の中に、炭化水素がある。

40

【0010】

EUVL装置は、チャンバーを高真空下に維持するために様々なポンプユニットを通常備えるが、支持体上の高分子フィルムの表面を横断する放射の走査は、高分子の分解及びその中にトラップされた溶媒分子の両方によってもたらされる有機分子の発生源である。したがって、これらの分子は、システムの最も臨界的な領域において形成され、放出される。

【0011】

EUVL装置において真空を維持するために通常設けられるポンプシステムは、有機分

50

子が発生される領域でもある支持体から遠く離れて通常位置決めされるので、これら種が支持体上で又は支持体と共に、所望でない反応をもたらすおそれがある前に、これらのシステムは、速くてかつ効果的なやり方でこれらの種を取り除くことができない。EUVL装置において、ターボ分子ポンプは、反射要素又はX-Yテーブルに振動を伝達するおそれがあり、それ故に走査精度を脅かすので、この領域にすでに存在するポンプをより近くに移動することができない一方で、低温ポンプは、これらが発生する高い温度勾配に起因してそのシステムに機械変形を引き起こすおそれがあり、それ故に、この場合において、走査の不正確さをももたらす。

特許文献11は、光学的要素の近傍に設置されるゲッター積層体によって、EUVの光学作用のための洗浄する解決策と、これらの配置とを開示し、一方で特許文献12は、汚染トラップを通過する紫外線光を有し、紫外線光源及びその近傍と、光に曝される要素との間に介在される汚染トラップの使用を開示する。光学的汚染を避けるための他のアプローチは、特許文献13及び特許文献14に開示され、EUV装置内部の要素から来る汚染を遮断する手段よりもむしろ、リソグラフィー装置内にパージガスのためのゲッター清浄機の使用を提供する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0012】

【特許文献1】米国特許出願公開第2006/0175558(A1)号明細書

【特許文献2】欧州特許第650639(B1)号明細書

【特許文献3】欧州特許第650640(B1)号明細書

【特許文献4】欧州特許第910106(B1)号明細書

【特許文献5】欧州特許第918934(B1)号明細書

【特許文献6】欧州特許第719609(B1)号明細書

【特許文献7】欧州特許出願公開第1600232(A1)号明細書

【特許文献8】欧州特許出願公開第1821328(A1)号明細書

【特許文献9】欧州特許第906635(B1)号明細書

【特許文献10】国際公開第2006/109343(A2)号

【特許文献11】国際公開第2006/011105号

【特許文献12】米国特許出願公開第2005/0122491号明細書

【特許文献13】米国特許出願公開第2005/0229783号明細書

【特許文献14】米国特許出願公開第2007/0023709号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

したがって、この発明の目的は、処理チャンバーの中の有機揮発性分子の存在の課題を解消し又はとりあえず最小化することが可能である、極紫外線放射を使用するリソグラフィー装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

この発明によれば、この目的は、処理チャンバーの内部又はそれに接続される適切な空間内においてゲッター要素を備えるVOC吸収部材を有することによって特徴付けられる、極紫外線放射を使用するリソグラフィー装置によって達成される。

【発明の効果】

【0015】

本願発明者は、 $H_2$ 、 $O_2$ 、 $H_2O$ 、CO及び $CO_2$ のような単純なガス種を吸収するための200~300の作用温度で真空技術において通常使用されるゲッター材料が、室温で炭化水素に特にかつ包括的に関連して、VOCsを効果的に吸収することができることを確認した。このことは、EUVLシステムの処理チャンバーにおいて支持体の近傍での使用のために特に適したゲッター材料(ゲッター材料のみで形成される、若しくは表

10

20

30

40

50

面の上にこれら材料の積層をする物体、又は、本物のゲッターポンプ構造であるこれら)を含む要素を構成する。実際、既知であるように、ゲッター材料は、可動部品を有さず、したがって、振動がない気体吸収部材を製造することを可能にし、室温でVOCsを吸収する能力の確認は、システムの熱平衡を変更せず、ひいては、高分子フィルムを横切る紫外線放射の走査の不正確さをもたらすことなく、これらの材料が、高分子フィルムが配置される支持体、すなわち揮発性有機化合物の発生源のごく近くに位置決めされることが可能であるという事実を導く。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】EUVL装置の一般的な形状を示す図。

10

【図2】EUVL装置の処理チャンバーにおいてゲッター部材を位置決めする第1の可能性を示す図。

【図3】EUVL装置の処理チャンバーにおいてゲッター部材を位置決めする他の可能性を示す図。

【図4】EUVL装置の処理チャンバーにおいてゲッター部材を位置決めするさらなる可能性を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0017】

この発明は、添付された図を参照して以下に説明される。

【0018】

20

図において示される要素及び部材の寸法は、原寸ではなく、特に、好ましくは半導体で作られた支持体、高分子フィルム、又は図4で示されるゲッター積層体など、それらいくつかの厚さは、図の理解を助けるために大幅に増加させられた。

【0019】

さらに、以下において、半導体材料で作られた支持体について参照されるが、これは、この発明を実施するための好ましい実施形態にすぎず、デバイスが、例えば絶縁材料又は非導電性材料である、支持体のための様々な型の材料を必要とし得る場合があってもよい。

【0020】

図1は、概略的にかつ非常に単純化されたやり方においてEUVL装置を示す。

30

装置10は、

EUV放射源110と、

全ての方向について放射源から放射される放射の部分を収集して、放射を後のチャンバーに方向づける、集光器111と

を有する第1のチャンバー11と、

放射源から放射された周波数帯から所望の波長を選択すると共に、後のチャンバーへ単色放射を方向づける単色光分光器120

を含む第2のチャンバー12と、

半導体材料で作られた支持体上に配置された高分子フィルムの上に再現されるデザインを有するマスク131を保持するサンプルホルダー130と、

40

少なくとも1つの反射要素132(しかし、一般的に複数の反射要素が設けられる。例えば、特許文献1の図2参照。)と、

電動部材134により移動される“X-Y”テーブル133と

を含む処理チャンバー13と、

を具備する。

テーブル133上に、半導体材料で作られる支持体135が配置され、支持体135上に、放射によって影響を被る高分子フィルム136が存在し、図1の文字Rは、EUV放射の経路を示す。

【0021】

この発明によれば、ゲッター部材は、処理チャンバーの中で、有機分子の源に最も近い

50

領域に配置される。

【 0 0 2 2 】

図 2 は、処理チャンバーにゲッター部材を導入するための第 1 の可能なやり方を示す。この場合において、この部材は、真のゲッターポンプである。図は、破線図で示し、壁 2 0 によって画定される処理チャンバー 1 3 の一部を概略的に示す。壁には、ゲッターポンプ 2 2 をチャンバーに接続するための開口部 2 1 が設けられ、ポンプは、例えば、多孔質ゲッター材料で作られる複数のディスク 2 4 が固定される中央支持体 2 3 から構成される。支持体 2 3 は、開口部 2 1 を閉じるフランジ 2 5 に固定され、かつ、ポンプの位置をも固定する。ゲッターポンプは、例えば、特許文献 2、特許文献 3 又は特許文献 4 において示される型の他の構造を有してもよい。図 2 において、ポンプは、壁 2 0 に取り付けられて示されており、チャンバーの内部に向けたゲッター構造を有しているが、反対の配置を使用すること、すなわちチャンバー 1 3 の外部であるが、開口部 2 1 を介してチャンバー 1 3 と連通する側方の小チャンバーにゲッターポンプを配置することもまた可能である。この第 2 のやり方では、例えばゲッターポンプを交換、又はその再活性処理を行うことが必要とされるとき、開口部 2 1 を閉じると共に処理チャンバーから側方のチャンバーを隔離するためのバルブを設けることも可能である。

10

【 0 0 2 3 】

図 3 は、処理チャンバーにゲッター部材を導入するための第 2 の可能なやり方を示す。この場合においても、ゲッター材料は、ポンプ 3 1 の形でチャンバー 1 3 (壁 3 0 によって画定される)の中へ導入される。ポンプは、中空円筒の形状を有し、放射 R の同軸上であると共に、“X - Y”テーブル 1 3 3 の近傍に配置される。ポンプ 3 1 は、フレーム 3 2 (一般的に金属製)と、多孔質ゲッター材料で作られる孔を空けられた複数のディスク 3 3 から構成される。ディスクは、フレーム 3 2 に単純に固定されて示されているが、ディスクがフレーム 3 2 に挿入される自立構造を形成するために金属部材により固定される、より精巧な解決策を用いることが明らかに可能である。加えて、ゲッター材料部材の形状は、示されたものと異なってもよく、例えば、特許文献 2 に開示されるような平面の放射状に配置されるゲッター部材に基づいた形状、又は特許文献 5 に開示されるような正弦曲線のゲッター部材に基づいた形状、又はこの目的のために適切な他の如何なる形状を使用してもよい。好ましくは、ゲッター材料粒子がテーブル 1 3 3 又はフィルム 1 3 6 の上に落下することを避けるために、上方に立っているゲッター部材から分離するおそれのある、見込まれるこれらの粒子を収容するのに適した容積部 3 4 を形成するように、フレームの下部は、成形される。

20

30

【 0 0 2 4 】

如何なる適切な中空のコンテナが同じ目的及び機能を果たすであろうけども、この中空円筒構造が好ましいものである。

【 0 0 2 5 】

最後に、図 4 は、処理チャンバーへゲッター部材を導入するさらなる可能なやり方を示す。この場合において、吸収部材は、一般的な金属表面上にゲッター材料の積層体から構成される。図 4 は、放射 R の同軸上で、“X - Y”テーブル 1 3 3 の近傍に配置される、好ましくは円筒形状をした、中空体 4 3 の内壁に配置されるゲッター材料積層体 4 2 から構成される部材 4 1 を示す。この場合も、これらの粒子がテーブル 1 3 3 又はフィルム 1 3 6 の上に落下することを避けるために、かつ、積層体 4 2 からおそらく分離される粒子を保持するために、“引き出し (draw er)” (図において示されない容器)を形成するように中空体 4 3 の下部を成形することが可能である。しかしながら、積層体 4 2 がスパッタリングにより得られるとき、この技術により得られる積層体は、一般的に小型であり、粒子を発生しないので、この解決策に頼る必要はない。

40

【 0 0 2 6 】

製造段階が処理チャンバーで行われる間中、ゲッター部材及びポンプは、室温下で作動する。しかしながら、これらの条件において、ゲッター材料の表面のみが使用され、それにより、表面は、数時間の作用の後に飽和され、その役割をもはや果たすことができない

50

。したがって、ゲッター材料の吸収能力を定期的に再活性化するためのゲッター部材又はポンプのための加熱要素（図において示されていない）の存在を予見することが可能であり、ゲッター材料の再活性化は、装置を修理するために必要とされる製造工程の中断の間中に行われてもよい。

【0027】

そのような加熱要素が存在するとき、ゲッター要素を加熱要素に固定することなく加熱要素の周りに配置するのが有利な構成と考えられるが、加熱要素は、ゲッターポンプのゲッター要素を固定するためにもまた使用されてもよい。これらのタイプのゲッターポンプは、「Capacitorr（登録商標） D2000 MK5 ゲッターポンプ」として本願出願人により販売されている。

10

【0028】

この発明のために適切なゲッター材料は、チタニウム、ジルコニウム、バナジウム、ニオブウム又はハフニウムの中から選ばれた単一の金属で構成されてもよく、又は、多くの金属で形成される組成を有してもよい。単一の金属の場合、単一の金属は、好ましくはチタニウム又はジルコニウムである。複数の金属材料の場合、複数の金属は、チタニウム及びジルコニウムの両方又は一方を基礎にした、 $Zr-Fe$ 、 $Zr-Ni$ 、 $Zr-Al$ 、 $Zr-V-Fe$ 、 $Zr-Co-A$ 合金（ここでAは、イットリウム、ランタン及び希土類元素の中から選択される1又は複数の元素を指す）又は $Zr-Ti-V$ 合金のような、遷移元素と、希土類元素と、アルミニウムとの中から選ばれる少なくとも1つの他の元素を含む合金が一般的にある。

20

【0029】

ゲッター材料の収着速度（率）を増加するために、ゲッター材料は、高い比表面積（すなわち、材料1グラムあたりの材料の表面積）を有する形をなすことが好ましい。この条件は、例えば特許文献6又は特許文献7で説明される技術による、高多孔質ゲッター材料体を製造することによって達成され得る。あるいは、特許文献8で説明される技術により、又は特許文献9で説明されるようなスパッタリングによって、適切に整形された表面上に形成されるゲッター材料積層体を用いることが可能である。スパッタリングによってゲッター材料の積層を行うとき、不均一又は荒い表面上に積層体を形成することと、特許文献10の教示、すなわち、スパッタリングチャンバーの中の希ガス（通常はアルゴン）の圧力が金属層の積層のために通常用いられる値よりも高く、かつ、ターゲットに印加される電力がその技術において通常使用される値よりも低い電力を用いることとの両方又は一方の条件下で作動させることによって、積層体の表面積を増加することが可能である。

30

【図 1】

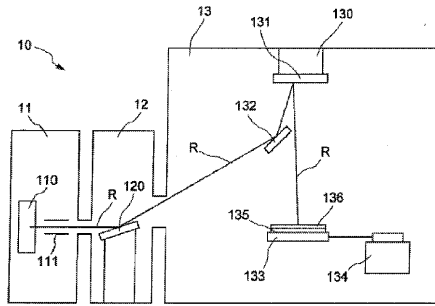


Fig.1

【図 2】

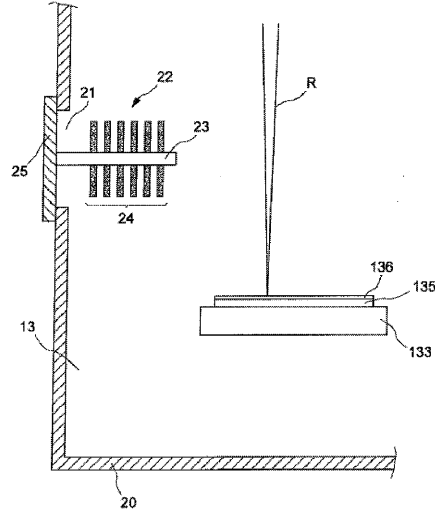


Fig.2

【図 3】

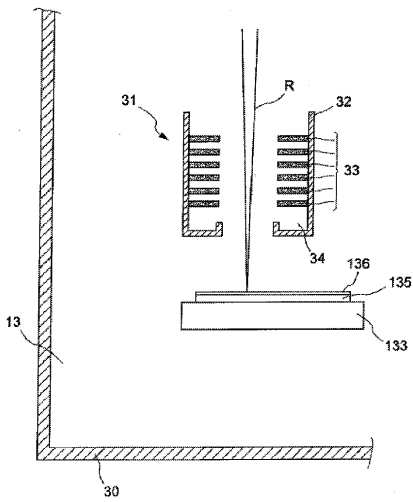


Fig.3

【図 4】

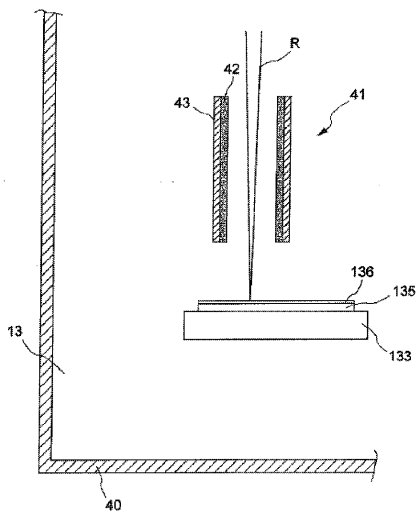


Fig.4



---

フロントページの続き

(74)代理人 100153729

弁理士 森本 有一

(72)発明者 マニーニ, パオロ

イタリア国, イ - 2 0 1 4 8 ミラノ ミラノ, ピア コルノ ディ カベント 7

(72)発明者 コンテ, アンドレア

イタリア国, イ - 2 0 1 5 4 ミラノ ミラノ, ピア ブラマンテ ダ ウルビノ 3 2

審査官 長井 真一

(56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 2 4 4 0 1 6 ( J P , A )

特開 2 0 0 4 - 2 1 4 4 8 0 ( J P , A )

特開 2 0 0 6 - 2 4 5 2 5 4 ( J P , A )

特開平 1 1 - 1 9 0 2 7 4 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl., D B 名)

H 0 1 L 2 1 / 0 2 7