(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2020-2464
(P2020-2464A)
(43)公開日　令和2年1月9日(2020.1.9)

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード（参考）
C23C 14/28 (2006.01)	C23C 14/28	4K029

審査請求 未請求　請求項の数 8　OL　外国語出願　（全 27 頁）

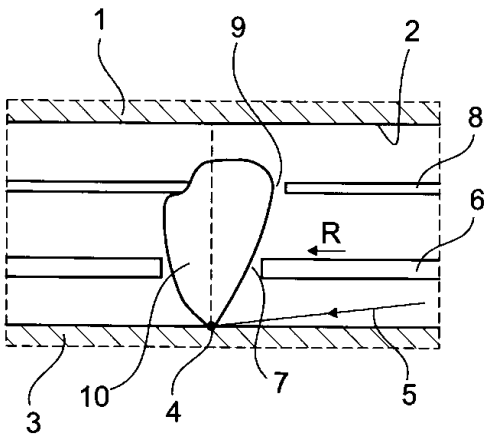
(21)出願番号　特願2019-112906 (P2019-112906)
(22)出願日　令和1年6月18日 (2019.6.18)
(31)優先権主張番号　18180369.3
(32)優先日　平成30年6月28日 (2018.6.28)
(33)優先権主張国・地域又は機関
欧州特許庁 (EP)

(71)出願人　511052015
ソルマテス・ベスローテン・フェンノートシャップ
Ｓｏｌｍａｔｅｓ　Ｂ．Ｖ．
オランダ７５２１ペーエー・エンスヘーデ、アウケ・フレールストラート３番
(74)代理人　100106518
弁理士　松谷　道子
(74)代理人　100111039
弁理士　前堀　義之
(72)発明者　ヤン・アルナウト・ヤンセンス
オランダ、エヌエル－７４３３ベーエル・スカルクハール、ティンマーマンスウェッヒ１２番

最終頁に続く

(54)【発明の名称】基板における粒子低減用のパルスレーザ蒸着及び基板表面を有する基板用の装置

(57)【要約】
【課題】本発明は、パルスレーザ蒸着及び基板表面を有する基板用の装置を提供する。
【解決手段】装置は、基板を保持する基板ホルダと、基板の基板表面に面して配列されたターゲットと、基板とターゲットとの間に配列され、少なくとも一つのフィルター通路開口を有する回転本体を含む速度フィルターと、ターゲット材のプラズマプルームを生成するため目標点でターゲットに向けられたパルスレーザで、目標点でのターゲット表面は、基板表面に面している、パルスレーザと、ターゲットと基板との間に配列され、プラズマ通路開口を有するプラズマホールプレートで、プラズマ通路開口は、速度フィルターの回転方向に垂直である分割平面によって上流セクション及び下流セクションに分割され、目標点は分割平面と一致し、上流セクションの表面積は、下流セクションの表面積よりも大きい、プラズマホールプレートと、を備える。
【選択図】図１Ａ



【特許請求の範囲】
【請求項１】
パルスレーザ蒸着及び基板表面を有する基板用の装置であって、
－基板を保持する基板ホルダと、
－基板の基板表面に面して配列されたターゲットと、
－基板とターゲットとの間に配列された速度フィルターで、少なくとも一つのフィルター通路開口を有する回転本体を含む速度フィルターと、
－ターゲット材のプラズマプルームを生成するためにターゲットの目標点に向けられたパルスレーザと、ここで目標点でのターゲットの表面は基板表面に面している、
－ターゲットと基板との間に配列されたプラズマホールプレートと、
を備え、
プラズマホールプレートは、プラズマ通路開口を有し、該プラズマ通路開口は、速度フィルターの回転方向に垂直である分割平面によって上流セクション及び下流セクションに分割され、ここで目標点は分割平面と一致し、上流セクションの表面積は、パルスレーザによるプラズマプルームの少なくとも生成の時点で下流セクションの表面積よりも大きい、
装置。
【請求項２】
速度フィルターの回転方向におけるプラズマ通路開口の上流セクションの長さは、速度フィルターの回転方向におけるプラズマ通路開口の下流セクションの長さよりも大きい、請求項１に記載の装置。
【請求項３】
プラズマホールプレートは、速度フィルターと基板との間に配列されている、請求項１又は２に記載の装置。
【請求項４】
使用状態において、生成されたプラズマプルームの一部は、分割平面の下流セクション側においてプラズマホールプレートによって遮断される、請求項１から３のいずれか一つに記載の装置。
【請求項５】
使用状態において、生成されたプラズマプルームの大部分は、分割平面の上流セクション側よりも分割平面の下流セクション側において遮断される、請求項４に記載の装置。
【請求項６】
プラズマホールプレートは、速度フィルターの回転方向と比較して反対方向に回転する、請求項１から５のいずれか一つに記載の装置。
【請求項７】
目標点でのターゲット表面は、基板表面と平行である、請求項１から６のいずれか一つに記載の装置。
【請求項８】
プラズマ通路開口は、プラズマホールプレートの半径方向に対して非対称的に形作られている、請求項１から７のいずれか一つに記載の装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、パルスレーザ蒸着及び基板表面を有する基板用の装置に関し、該装置は、
－基板を保持する基板ホルダと、
－基板の基板表面に面して配列されたターゲットと、
－基板とターゲットとの間に配列され、少なくとも一つのフィルター通路開口を有する回転本体を含む速度フィルターと、そして、
－ターゲット材のプラズマプルームを生成するため、目標点でターゲットに向けられたパルスレーザと、ここで目標点でのターゲットの表面は基板表面に面している、

を含んでいる。
【背景技術】
【０００２】
このような装置は、例えばＥＰ２４１００７４号から知られている。この公報では、パルスレーザ蒸着（ＰＬＤ）用の装置が示されており、ここで速度フィルターは、ターゲットと基板との間に配列され、回転する速度フィルターのブレードの１つにおいてプラズマプルームの後を追う粒子を捕らえることによって粒子を拭き取っている。
【０００３】
ターゲットが目標点でパルスレーザ光線にて当てられた場合、ターゲット材の一部は蒸発し、ターゲット材のプラズマプルームが生成されるだろう。このプラズマプルームは、目標点でターゲットの表面に垂直な主方向を有する細長い形状を有する。生成されたプラズマプルームとは別に、ＰＬＤプロセスの間には、ターゲットから逃れる粒子等の、粒子もまた生成されることができ、これらの粒子は、任意の方向に散乱するだろう。目標点は、これらの粒子に関して点源と考えることができる。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】ＥＰ２４１００７４号明細書
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
ＥＰ２４１００７４号による装置によれば、速度フィルターは、できるだけ多くの散乱された粒子を捕らえようとしている。しかしながら、速度フィルターの回転方向と同じ方向の方向性成分をもつ粒子は、速度フィルターの回転方向に反対方向の方向性成分をもつ粒子よりも、フィルターのブレード間で速度フィルターを通過するのに比較的長い時間を有するだろう。その結果、速度フィルターは、ある量の粒子を未だに通過させるであろう。これは、基板における蒸着の品質に悪い影響を与えるだろう。
【０００６】
本発明は、上述したデメリットを低減するあるいはさらに削除することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
この目的は、前置き部分に記載の装置によって達成され、該装置は、ターゲットと基板との間に配列されたプラズマホールプレートによって特徴付けられ、該プラズマホールプレートは、プラズマ通路開口を有する。ここでプラズマ通路開口は、速度フィルターの回転方向に垂直である分割平面によって上流セクション及び下流セクションに分割される。ここで目標点は、分割平面と重なり（一致し）、またここで上流セクションの表面積は、下流セクションの表面積よりも大きい。
【０００８】
速度フィルターの回転方向に見て、下流セクションは上流セクションの向こう側に（上流セクションを越えて）設けられることが本発明によって理解されるに違いない。
【０００９】
プラズマ通路開口のみを介して粒子がプラズマホールプレートを通過でき、プレート自体によって粒子がブロック／フィルターされるであろうことから、プラズマホールプレートは、粒子の基本的なフィルタリングを提供する。
【００１０】
目標点は、粒子に関する点源と考えることができることから、速度フィルターの回転方向と同じ方向の方向性成分を有する粒子は、プラズマ通路開口の下流セクションの方へ向けられるだろう。一方、回転方向に反対の方向性成分を有する粒子は、上流セクションの方へ向けられるだろう。
【００１１】

上流セクションの方へ向けられた粒子は、下流セクションに向けられた粒子よりも、回転方向のため速度フィルターにより早く遭遇するだろう。下流セクションに向けられた粒子は、速度フィルターを通過するのに比較的より長い時間を有する。よって、上流セクションの方へ向けられた粒子は、下流セクションの方へ向けられた粒子よりも、より多く速度フィルターによってフィルターされるだろう。

【００１２】

この違いを補うために、プラズマ通路開口は、下流側におけるものよりも上流側でより大きい。その結果、下流側において、プラズマホールプレートは、粒子のフィルタリングに、より貢献する。

【００１３】

プラズマ通路開口の下流セクションがより小さな表面積を有することから、さらに、プラズマプルームの一部は、プラズマホールプレートによってブロックされることができるかもしれない。これは、基板での蒸着割合を減じるだろうが、プラズマホールプレート及び速度フィルターの大幅に増加したフィルタリングの利点は、このデメリットを上回る。

【００１４】

プラズマ通路開口は、下流セクションよりも大きな表面積を有する上流セクションを持つが、プラズマ通路開口の形状は、今までどおり対称的であることが注目されるべきである。このような場合、目標点の表面に垂直な方向において見たとき、対称的なプラズマ通路開口の中心は、目標点に対してオフセットされるだろう。

【００１５】

発明による装置の好ましい実施形態では、速度フィルターの回転方向におけるプラズマ通路開口の上流セクションの長さは、速度フィルターの回転方向におけるプラズマ通路開口の下流セクションの長さよりも大きい。

【００１６】

発明による装置のさらに好ましい実施形態では、プラズマホールプレートは、速度フィルターと基板との間に配列される。

【００１７】

いずれの通過粒子もさらにフィルターされることができながら、望まない粒子は、この実施形態では、速度フィルターによって最初にフィルターされる。

【００１８】

発明による装置の別の実施形態では、使用において、生成されたプラズマプルームの一部は、分割平面の下流セクション側におけるプラズマホールプレートによって遮断される。生成されたプラズマプルームの一部が遮断され及び蒸着割合が減じられるように、下流セクションのサイズは選択することができるが、このことは、プラズマホールプレートの増加したフィルタリング作用によって、蒸着されたターゲット材の品質よりも重要である。

【００１９】

好ましくは、使用において、生成したプラズマプルームの大部分は、分割平面の上流セクション側よりも分割平面の下流セクション側において遮断される。この実施形態では、プラズマ通路開口の形状及びサイズは、粒子のフィルタリングに寄与し、しかしまた、プラズマプルームの形作りにも寄与し、このことは、ターゲット材の蒸着層において好ましい効果を有することができるであろう。

【００２０】

発明による装置のさらに別の実施形態では、プラズマホールプレートは、速度フィルターの回転方向と比較して反対方向に回転する。

【００２１】

プラズマホールプレート、従ってプラズマ通路開口を回転させることによる動的な作用は、上流セクションの表面積が下流セクションの表面積よりも大きいということである。よって、プラズマプルームがプラズマ通路開口を通過するとき、通路開口は移動しており、その結果、下流セクションの表面積は、上流セクションの表面積よりも小さい。その結

果として、まだ速度フィルターを通過している、プラズマプルームの後を追う粒子は、プラズマホールプレートによって捕らえられるだろう。

【００２２】

動的作用を使用することによって、対称的なプラズマ通路開口を有することが可能である。また、静止しているプラズマホールプレートと共に、プラズマ通路開口の中心から外れて延在する分割平面を有することによって、対称的に形作られたプラズマ通路開口を使用することが可能である。

【００２３】

静止しているプラズマホールプレートでは、しかしながら、プラズマ通路開口は、プラズマホールプレートの半径方向に関して非対称的に形作られることが好ましい。

【００２４】

さらなる実施形態では、プラズマ通路開口の端にフランジが配置可能であり、このフランジは、ターゲットの方へ延在し、少なくとも上流セクションに配置される。

【００２５】

プラズマプルームは、ＰＬＤプロセスが行なわれるチャンバにおける圧力に依存して拡大する。フランジは、プラズマプルームがプラズマ通路開口を自由に通ることを可能にするようにプラズマプルームの形状に対応して形作ることができる一方、フランジは、任意の方向に目標点から放射される望まない粒子に関してシールドを提供可能である。

【００２６】

さらに、目標点で、基板表面に平行なターゲットの表面を有することは好ましいが、目標点の表面と基板表面との間で０度より大きい角度を設けることは、プラズマプルームが常に目標点表面を垂直に出る一方、望まない粒子が任意方向に目標点表面を出るであろうことから、フィルタリング作用に貢献することができる。

【００２７】

発明のこれらの及び他の特徴は、添付図面と共に解明されるだろう。

【図面の簡単な説明】

【００２８】

【図１Ａ】図１Ａ－図１Ｄでは、４つの異なる位置において、発明による装置の第１実施形態における概略の断面図を示す。

【図１Ｂ】図１Ａ－図１Ｄでは、４つの異なる位置において、発明による装置の第１実施形態における概略の断面図を示す。

【図１Ｃ】図１Ａ－図１Ｄでは、４つの異なる位置において、発明による装置の第１実施形態における概略の断面図を示す。

【図１Ｄ】図１Ａ－図１Ｄでは、４つの異なる位置において、発明による装置の第１実施形態における概略の断面図を示す。

【図２Ａ】図２Ａ－図２Ｉでは、プラズマ通路開口に関する異なる形状を示す。

【図２Ｂ】図２Ａ－図２Ｉでは、プラズマ通路開口に関する異なる形状を示す。

【図２Ｃ】図２Ａ－図２Ｉでは、プラズマ通路開口に関する異なる形状を示す。

【図２Ｄ】図２Ａ－図２Ｉでは、プラズマ通路開口に関する異なる形状を示す。

【図２Ｅ】図２Ａ－図２Ｉでは、プラズマ通路開口に関する異なる形状を示す。

【図２Ｆ】図２Ａ－図２Ｉでは、プラズマ通路開口に関する異なる形状を示す。

【図２Ｇ】図２Ａ－図２Ｉでは、プラズマ通路開口に関する異なる形状を示す。

【図２Ｈ】図２Ａ－図２Ｉでは、プラズマ通路開口に関する異なる形状を示す。

【図２Ｉ】図２Ａ－図２Ｉでは、プラズマ通路開口に関する異なる形状を示す。

【図３Ａ】図３Ａ－図３Ｄでは、４つの異なる位置において、発明による装置の第２実施形態における概略の断面図を示す。

【図３Ｂ】図３Ａ－図３Ｄでは、４つの異なる位置において、発明による装置の第２実施形態における概略の断面図を示す。

【図３Ｃ】図３Ａ－図３Ｄでは、４つの異なる位置において、発明による装置の第２実施形態における概略の断面図を示す。

【図３Ｄ】図３Ａ－図３Ｄでは、４つの異なる位置において、発明による装置の第２実施形態における概略の断面図を示す。
【発明を実施するための形態】
【００２９】
図１Ａは、基板表面２を有する基板１を示す。基板１は、基板ホルダ（図示せず）において典型的に配列される。ターゲット３は、基板表面２に面して配列される。ターゲット３は、レーザー光線５が向けられる目標点４を有する。典型的にレーザー光線５は、ターゲットにわたり移動され、また基板１は、基板表面２のより広い面積が処理されるように、例えば回転して移動される。
【００３０】
速度フィルター６、これはフィルター通路開口７を有するディスクであり、基板１とターゲット３との間で回転する。さらに、プラズマ通路開口９を有するプラズマホールプレート８は、速度フィルター６と基板１との間に配列される。プラズマ通路開口９は、目標点４に対して静止して配列される。したがって、レーザー光線５が基板１のより広い表面を処理するためにターゲット３にわたって移動する場合、プラズマ通路開口９は、目標点４と共に移動する。
【００３１】
フィルター通路開口７が目標点４の上方に位置決めされ、生成されたプラズマプルーム１０がフィルター通路開口７を通して速度フィルター６を自由に通過することができるとき、パルスレーザ５は、目標点４に照射される（図１Ａ参照）。
【００３２】
レーザー光線５が照射された後、プラズマプルーム１０は、フィルター通路開口７及びプラズマ通路開口９を経由して基板表面２の方へ移動するだろう。
【００３３】
また、粒子１１が任意の方向に目標点４の表面から放出され始めるだろう。ここで目標点４は、点源と考えることができる（図１Ｂ参照）。
【００３４】
分割平面１２は、これは速度フィルター６の回転方向Ｒに垂直であり、また目標点４が分割平面１２に一致する、基板１とターゲット３との間の空間を上流部分Ｕと下流部分Ｄに分割する。
【００３５】
速度フィルター６は回転するので、フィルター通路開口７は、目標点４から離れて移動し、よって、下流部分Ｄへの方向を有する粒子１１は、上流部分Ｕへの方向を有する粒子１１（即ち、速度フィルター６の回転方向Ｒの方向性成分を有する粒子１１）よりもすぐに速度フィルター６に遭遇するであろう。
【００３６】
プラズマ通路開口９は、上流セクション１４よりも広い下流セクション１３を有する。より小さな上流セクション１４のために、プラズマプルーム１０の一部は、プラズマホールプレート８に蒸着され失われるであろう。一方、プラズマプルーム１０の残存部分は、下流セクション１３を通り、基板表面２に蒸着されるだろう。
【００３７】
より多くの時間が経過したとき、速度フィルター６はさらに回転しているだろう。よって、フィルター通路開口７は、分割平面１２を越えて完全に通過している。下流部分Ｄの方への方向を有するいずれの粒子１１も、速度フィルター６によって捕らえられるであろう。一方、上流部分Ｕの方への方向を有する粒子１１のうちのいくつかは、フィルター通路開口７を通り抜けることができるだろうが、プラズマホールプレート８によって捕らえられるだろう（図１Ｃ参照）。
【００３８】
目標点４からの粒子１１の放出が止まった後、速度フィルター６は、さらに回転し、粒子１１の大部分を捕らえる。上流部分の方への方向を有し、及びどうにかフィルター通路

開口７を通過した粒子１１は、プラズマホールプレート８によって捕らえられるだろう。プラズマプルーム１０は、基板表面２にターゲット材の蒸着層を形成しているだろう（図１Ｄ参照）。

【００３９】

したがって、上流部分Ｕにおいてプラズマ通路開口９を減じることによって、フィルター通路開口７をどうにか通過した粒子１１は、プラズマホールプレート８によってさらにフィルターされるだろう。これは、基板表面１１、及びその上に蒸着されたターゲット材の層における粒子１１による汚染を減じる。

【００４０】

図２Ａ－図２Ｉは、図１による装置におけるプラズマホールプレート８のプラズマ通路開口９に関する異なる形状を示している。明らかに、各プラズマ通路開口９は、下流セクション１４よりも広い表面を有する上流セクション１３を有する。図２Ｄでは、下流セクション１４がゼロの表面積を有する場合の形状さえも提案されている。

【００４１】

プラズマ通路開口９の形状が、例えばプラズマホールプレート８のフィルタリング作用の最適化、及びプラズマホールプレート８による蒸着割合の削減に単に基づいて、当業者によって決定可能であることは、明らかであろう。

【００４２】

図３Ａは、発明による装置の別の実施形態を示す。基板表面２２を有する基板２１は、基板ホルダ（図示せず）に配列される。ターゲット２３は、基板２１の反対側に設けられる。プラズマプルーム３０が生成されるように、目標点２４は、パルスレーザ２５によって照射される。

【００４３】

さらに、フィルター通路開口２７を有する速度フィルター２６は、基板２１とターゲット２３との間で方向Ｒに回転する。

【００４４】

また、プラズマ通路開口２９を有するプラズマホールプレート２８は、基板２１と速度フィルター２６との間に配列される。この実施形態では、プラズマホールプレート２８も回転するが、速度フィルター２６の方向Ｒに反対の方向Ｏにおいてである。プラズマ通路開口２９は、例えば円形の、対称的であることができる。

【００４５】

図３Ａに示されるように、フィルター通路開口２６及びプラズマ通路開口２９が目標点２４の上方に整列したとき、パルスレーザ２５は、プラズマプルーム３０を生成する。

【００４６】

分割平面３２は、これは速度フィルター２６の回転方向Ｒに垂直であり、また目標点２４が分割平面３２と一致しており、基板２１とターゲット２３との間の空間を上流部分Ｕ及び下流部分Ｄに分割する。

【００４７】

目標点２４がレーザー２５によって照射された後、プラズマプルーム３０は、フィルター通路開口２７及びプラズマ通路開口２９を経由して基板２１の方へターゲット２３を離れるだろう。プラズマプルーム３０には、望まない粒子３１が後を追うだろう。

【００４８】

速度フィルター２６は、方向Ｒにおいてさらに回転することから、フィルター通路開口２７は、粒子３１の点源である目標点の上方にもはや整列しないだろう。よって、下流部分Ｄの方へ向けられた粒子３１は、速度フィルター２６によって捕らえられるだろう。

【００４９】

同時に、プラズマホールプレート２８は、反対方向Ｏに回転しているだろう。よって、プラズマ通路開口２９は、分割平面３２に対して、上流セクション３４の表面積よりも大きな表面積を有する下流セクション３３を有する。上流セクション３４において縮小されたサイズは、プラズマプルーム３０の一部を削除するけれども、それはまた、プラズマ通

路開口２９を通過する及び基板表面２２を汚染する粒子３１の可能性を低減するであろう（図３Ｂ参照）。

【００５０】

図３Ｃでは、速度フィルター２６はさらに回転しており、よってフィルター通路開口２７は、分割平面３２を十分に過ぎており、一方、プラズマ通路開口２９もまた分割平面３２を過ぎるように、プラズマホールプレート２８は、さらに回転している。このことは、粒子３１がもはや基板表面２１に達することができず、残りの粒子３１のすべてが速度フィルター２６又はプラズマホールプレート２８のいずれかによって捕らえられることを保証する。

【００５１】

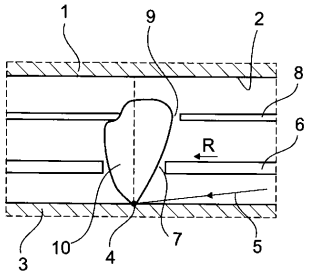
図３Ｄは、プラズマプルーム３０が基板２１に蒸着された位置を示し、ここで最後の粒子３１は、プラズマホールプレート２８によって捕らえられる。

【符号の説明】

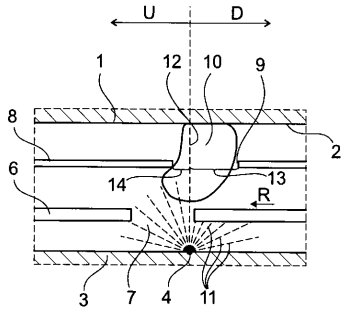
【００５２】

１…基板、２…基板表面、３…ターゲット、４…目標点、６…速度フィルター、
７…フィルター通路開口、８…プラズマホールプレート、９…プラズマ通路開口、
１０…プラズマプルーム。

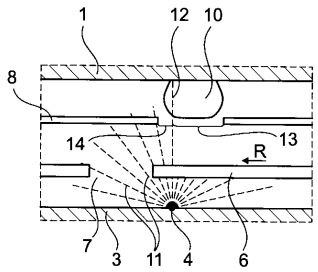
【図１Ａ】



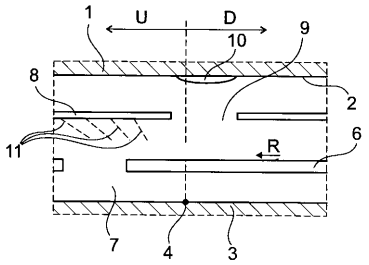
【図１Ｂ】



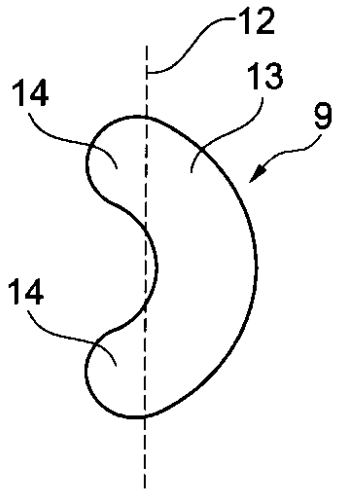
【図１Ｃ】



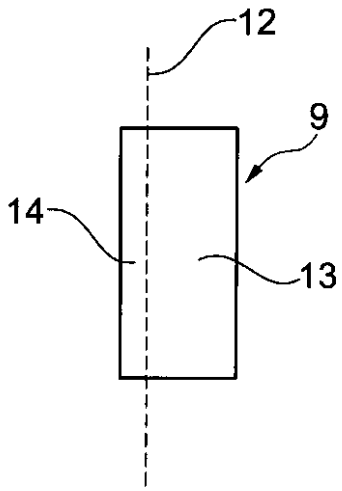
【図１Ｄ】



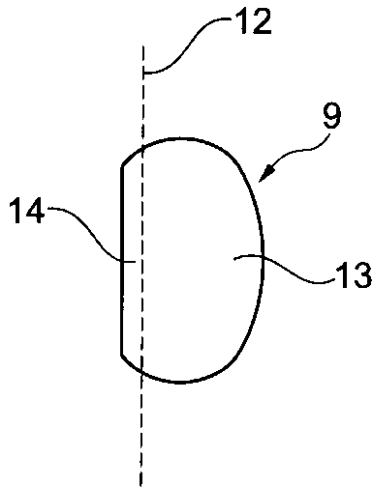
【図２Ａ】



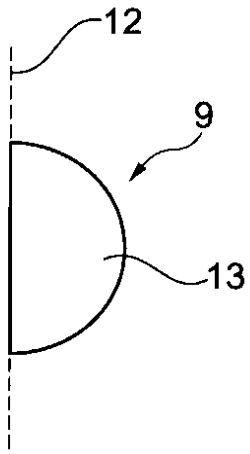
【図２Ｂ】



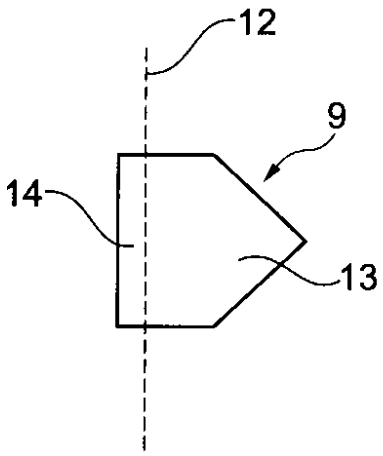
【図２Ｃ】



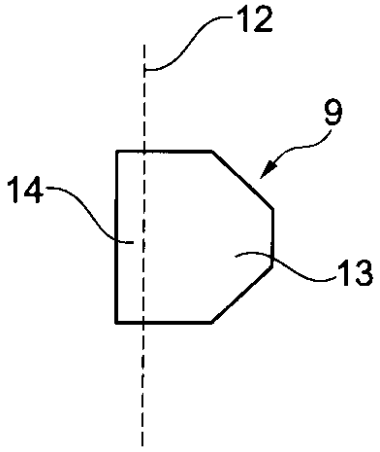
【図２Ｄ】



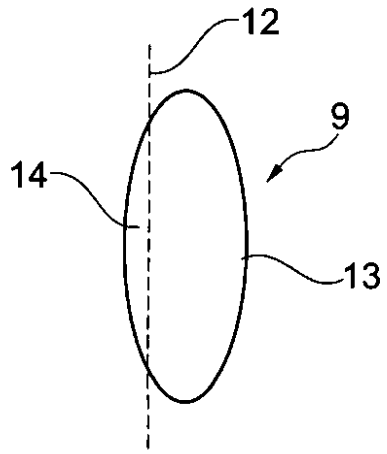
【図２Ｅ】



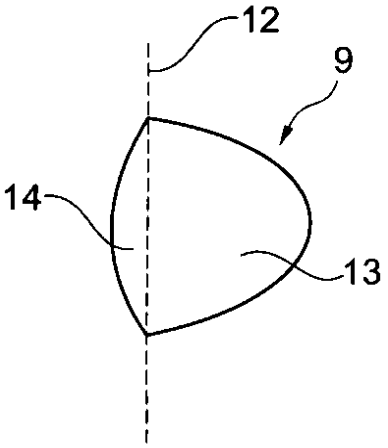
【図２Ｆ】



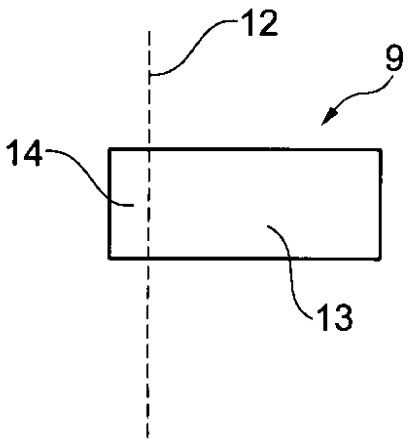
【図２Ｇ】



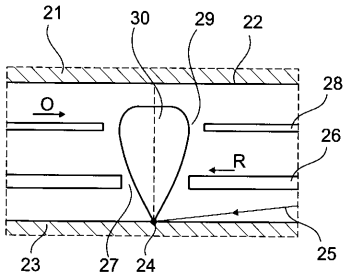
【図２Ｈ】



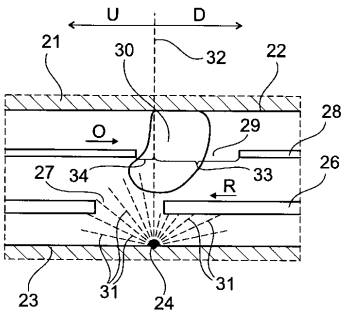
【図２Ｉ】



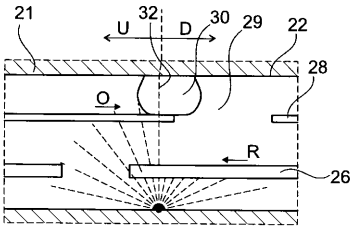
【図３Ａ】



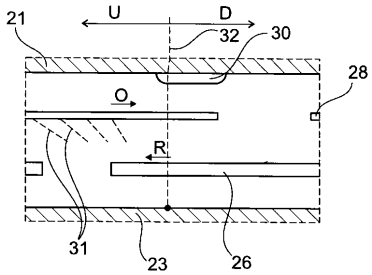
【図３Ｂ】



【図３Ｃ】



【図３Ｄ】



フロントページの続き

(72)発明者　ヤン・マッテイン・デッケルス
オランダ、エヌエル－７６１１セーベー・アードルプ、ウェテリングスフーク１２番
(72)発明者　クリスティアーン・ヘンドリクス・アロイシウス・ベーム
オランダ、エヌエル－７４１２アーデー・デーフェンテル、ズウォルセウェッヒ１３１番
(72)発明者　ウィレム・コルネリス・ランベルト・ホップマン
オランダ、エヌエル－７４２５エーハー・デーフェンテル、ファン・エーステレンストラート３番
(72)発明者　イェルーン・アールデルト・フーフェル
オランダ、エヌエル－７５２２デーアー・エンスヘーデ、ウェステルストラート１２番

Ｆターム(参考) 4K029 CA01 DB20 JA02

【外国語明細書】

1

Device for pulsed laser deposition and a substrate with a substrate surface for reduction of particles on the substrate

The invention relates to a device for pulsed laser deposition and a substrate with a substrate surface, which device comprises:

- a substrate holder for holding the substrate;
- a target arranged facing the substrate surface of the substrate;
- a velocity filter arranged between the substrate and the target, which velocity filter comprises a rotating body with at least one filter passage opening; and
- a pulsed laser directed onto the target at a target spot for generating a plasma plume of target material, wherein the surface of the target at the target spot faces the substrate surface.

Such a device is for example known from EP 2410074. In this publication a device for pulsed laser deposition (PLD) is shown, wherein a velocity filter is arranged between the target and the substrate to wipe particles trailing the plasma plume by catching these particles on one of the blades of the rotating velocity filter.

If a target is hit at a target spot by a pulsed laser beam, a part of the target material will evaporate and a plasma plume of target material is generated. This plasma plume has an elongate shape with a main direction perpendicular to the surface of the target at the target spot. Apart from the generated plasma plume, also particles can be generated during the PLD process, such as particles breaking loose from the target, and these

particles will scatter in any direction. The target spot can be considered a point source for these particles.

With the device according to EP 2410074, the velocity filter tries to catch as much of these scattered particles as possible. However, particles having a directional component in the same direction as the direction of rotation of the velocity filter will have a relative longer time to pass the velocity filter between the blades of the filter, than particles having a directional component in the opposite direction as the direction of rotation of the velocity filter. As a result, the velocity filter will still let pass a certain amount of particles, which will negatively influence the quality of the deposition on the substrate.

It is an object of the invention to reduce or even remove the above mentioned disadvantages.

This object is achieved with a device according to the preamble, which device is characterized by a plasma hole plate arranged between the target and the substrate, which plasma hole plate has a plasma passage opening, wherein the plasma passage opening is divided in an upstream section and a downstream section by a dividing plane, which is perpendicular to the direction of rotation of the velocity filter, wherein the target spot coincides with the dividing plane, and wherein the surface area of the upstream section is larger than the surface area of the downstream section.

It should according to the invention be understood, that the downstream section is located, seen in direction of rotation of the velocity filter, beyond the upstream section.

The plasma hole plate provides a basic filtering of particles as particles can only pass the plasma hole

plate via the plasma passage opening and will be blocked / filtered by the plate itself.

Because the target spot can be considered a point source for the particles, the particles with a directional component in the same direction as the direction of rotation of the velocity filter will be directed towards the downstream section of the plasma passage opening, whereas the particles with a directional component opposite the direction of rotation will be directed towards the upstream section.

The particles directed towards the upstream section will encounter the velocity filter sooner due to the direction of rotation, than the particles directed to the downstream section. The particles directed to the downstream section have a relative longer period of time to pass the velocity filter. So, more particles directed towards the upstream section will be filtered by the velocity filter, than the particles directed towards the downstream section.

In order to compensate for this difference the plasma passage opening is larger at the upstream side than on the downstream side, such that on the downstream side the plasma hole plate contributes more to the filtering of the particles.

Because the downstream section of the plasma passage hole has a smaller surface area, also part of the plasma plume could be blocked by the plasma hole plate. This will reduce the deposition rate at the substrate, but the advantage of the substantially increased filtering of the plasma hole plate and the velocity filter outweighs this disadvantage.

It should be noted that although the plasma passage opening has an upstream section with a larger

surface area than the downstream section, the shape of the plasma passage opening can still be symmetrical. In such a case the center of the symmetrical plasma passage opening will be offset relative to the target spot when viewed in a direction perpendicular to the surface of the target spot.

In a preferred embodiment of the device according to the invention the length of the upstream section of the plasma passage opening in the direction of rotation of the velocity filter is larger than the length of the downstream section of the plasma passage opening in the direction of rotation of the velocity filter.

In a further preferred embodiment of the device according to the invention the plasma hole plate is arranged between the velocity filter and the substrate.

The undesired particles are in this embodiment first filtered by the velocity filter, while any passing particles can be further filtered by the plasma hole plate.

In another embodiment of the device according to the invention, in use, a part of the generated plasma plume is shielded by the plasma hole plate on the downstream section side of the dividing plane. Although the size of the downstream section can be chosen such that a part of the generated plasma plume is shielded and the deposition rate is reduced, this outweighs the quality of the deposited target material, due to the increased filtering action of the plasma hole plate.

Preferably, in use, a larger part of the generated plasma plume is shielded on the downstream section side of the dividing plane than on the upstream section side of the dividing plane. In this embodiment, the shape and size of the plasma passage opening

contributes to the filtering of particles, but also contributes to shaping of the plasma plume, which could have a positive effect on the deposited layer of target material.

In yet another embodiment of the device according to the invention the plasma hole plate rotates in opposite direction compared to the direction of rotation of the velocity filter.

By rotating the plasma hole plate and accordingly the plasma passage opening, the dynamic effect is that the surface area of the upstream section is larger than the surface area of the downstream section. So, when the plasma plume passes the plasma passage opening, the passage opening is moving, such that the surface area of the downstream section is smaller than the surface area of the upstream section. As a result particles trailing the plasma plume still passing the velocity filter will be caught by the plasma hole plate.

By using the dynamic effect, it is possible to have a symmetrical plasma passage opening. Also with a stationary plasma hole plate, it is possible to use a symmetrical shaped plasma passage opening by having the dividing plane extending off-center from the plasma passage opening.

With a stationary plasma hole plate it is however preferred that the plasma passage opening is asymmetrically shaped in relation to the radial direction of the plasma hole plate.

In a further embodiment, a flange can be arranged on the edge of the plasma passage opening, which flange extends towards the target and is arranged at least in the upstream section.

The plasma plume expands depending on the

pressure in the chamber in which the PLD process is performed. The flange can be shaped to correspond to the shape of the plasma plume to allow the plasma plume a free passage through the plasma passage opening, while the flange can provide a shield for the undesired particles, which are emitted from the target spot in random direction.

Furthermore, although it is preferred to have the surface of the target at the target spot parallel to the substrate surface, providing an angle between the surface of the target spot and the substrate surface larger than 0° can contribute to the filtering action, as the plasma plume will always leave the target spot surface perpendicularly, while the undesired particles will leave the target spot surface at any direction.

These and other features of the invention will be elucidated in conjunction with the accompanying drawings.

Figures 1A - 1D show a schematic cross-sectional view of a first embodiment of a device according to the invention in four different positions.

Figures 2A - 2I show different shapes for the plasma passage opening.

Figures 3A - 3D show a schematic cross-sectional view of a second embodiment of a device according to the invention in four different positions.

Figure 1A shows a substrate 1 with a substrate surface 2. The substrate 1 is typically arranged in a substrate holder (not shown). A target 3 is arranged facing the substrate surface 2. The target 3 has a target spot 4 on which a laser beam 5 is directed. Typically the laser beam 5 is moved over the target and the substrate 1 is moved, for example rotated, such that a larger area of

the substrate surface 2 can be treated.

A velocity filter 6, which is a disc with a filter passage opening 7, rotates between the substrate 1 and the target 3. Furthermore a plasma hole plate 8 with a plasma passage opening 9 is arranged between the velocity filter 6 and the substrate 1. The plasma passage opening 9 is arranged stationary relative to the target spot 4. So, if the laser beam 5 is moved over the target 3 to treat a larger surface of the substrate 1, then the plasma passage opening 9 moves along with the target spot 4.

The pulsed laser 5 is fired at the target spot 4 when the filter passage opening 7 is positioned over the target spot 4 and the generated plasma plume 10 can freely pass the velocity filter 6 through the filter passage opening 7 (See figure 1A).

After the laser beam 5 has been fired, the plasma plume 10 will move towards the substrate surface 2 via the filter passage opening 7 and the plasma passage opening 9.

Also particles 11 will start to be expelled from the surface of the target spot 4 in random direction, where the target spot 4 can be considered a point source (see figure 1B).

A dividing plane 12, which is perpendicular to the direction of rotation R of the velocity filter 6 and wherein the target spot 4 coincides with the dividing plane 12, divides the space between the substrate 1 and the target 3 in an upstream part U and a downstream part D.

Because the velocity filter 6 rotates, the filter passage opening 7 moves away from the target spot 4, such that particles 11 having a direction into the downstream part D will encounter the velocity filter 6

sooner, than the particles 11 having a direction into the upstream part U (i.e. particles 11 having a directional component in the direction of rotation R of the velocity filter 6).

The plasma passage opening 9 has a downstream section 13 which is larger than the upstream section 14. Due to the smaller upstream section 14, part of the plasma plume 10 will deposit onto the plasma hole plate 8 and will be lost, while the remaining part of the plasma plume 10 passes the downstream section 13 and will be deposited on the substrate surface 2.

When more time passes, the velocity filter 6 will have rotated further, such that the filter passage opening 7 has fully passed beyond the dividing plane 12. Any particles 11 having a direction towards the downstream part D will be caught by the velocity filter 6, while some of the particles 11 having a direction towards the upstream part U could pass through the filter passage opening 7 but will be caught by the plasma hole plate 8 (see figure 1C).

After the emission of particles 11 from the target spot 4 has stopped, the velocity filter 6 will have rotated even further and has caught a large part of the particles 11. The particles 11 with a direction towards the upstream part and which managed to pass the filter passage opening 7 will have been caught by the plasma hole plate 8. The plasma plume 10 will have formed a deposit layer of target material onto the substrate surface 2 (see figure 1D).

Thus, by reducing the plasma passage opening 9 on the upstream part U, particles 11 managing to pass the filter passage opening 7 will still be filtered by the plasma hole plate 8. This reduces the contamination by

particles 11 of the substrate surface 11 and the layer of target material deposited thereon.

Figures 2A - 2I show different shapes for the plasma passage opening 9 in the plasma hole plate 8 of the device according to figure 1. Clearly each plasma passage opening 9 has an upstream section 13 with a larger surface than the downstream section 14. In figure 2D even a shape is proposed, where the downstream section 14 has a surface area of zero.

It will be clear that the shape of the plasma passage opening 9 can be determined by a person skilled in the art merely based on an optimization of for example filtering action of the plasma hole plate 8 and the reduction of the depositing rate by the plasma hole plate 8.

Figure 3A shows a second embodiment of a device according to the invention. A substrate 21 with a substrate surface 22 is arranged in a substrate holder (not shown). A target 23 is provided opposite of the substrate 21. A target spot 24 is irradiated by a pulsed laser 25 such that a plasma plume 30 is generated.

Furthermore, a velocity filter 26 with a filter passage opening 27 is rotated in the direction R between the substrate 21 and target 23.

Also a plasma hole plate 28 with a plasma passage opening 29 is arranged between the substrate 21 and the velocity filter 26. In this embodiment the plasma hole plate 28 is also rotated but in direction O opposite of the direction R of the velocity filter 26. The plasma passage opening 29 can be symmetrical, for example circular.

As shown in figure 3A, the pulsed laser 25 generate a plasma plume 30 when the filter passage opening

26 and plasma passage opening 29 align over the target spot 24.

A dividing plane 32, which is perpendicular to the direction of rotation R of the velocity filter 26 and wherein the target spot 24 coincides with the dividing plane 32, divides the space between the substrate 21 and the target 23 in an upstream part U and a downstream part D.

After the target spot 24 has been irradiated by the laser 25, the plasma plume 30 will leave the target 23 towards the substrate 21 via the filter passage opening 27 and the plasma passage opening 29. The plasma plume 30 will be trailed by undesired particles 31.

As the velocity filter 26 rotates further in the direction R, the filter passage opening 27 will no longer be aligned over the target spot, which is the point source of the particles 31, such that particles 31 directed towards the downstream part D will be caught by the velocity filter 26.

At the same time, the plasma hole plate 28 will have rotated in the opposite direction O, such that the plasma passage opening 29 has, relative to the dividing plane 32, an downstream section 33 with a larger surface area than the surface area of the upstream section 34. Although the reduced size of the upstream section 34 cuts of part of the plasma plume 30, it will also reduce the possibility of particles 31 passing through the plasma passage opening 29 and contaminating the substrate surface 22 (see figure 3B).

In figure 3C the velocity filter 26 has rotated further, such that the filter passage opening 27 has fully past the dividing plane 32, while the plasma hole plate 28 has rotated further such that the plasma passage opening

29 is also past the dividing plane 32. This ensures that no particles 31 can reach any longer the substrate surface 21 and that all remaining particles 31 are caught by either the velocity filter 26 or the plasma hole plate 28.

Figure 3D shows the position in which the plasma plume 30 has been deposited onto the substrate 21 and wherein the last particles 31 are caught by the plasma hole plate 28.

Claims

1. Device for pulsed laser deposition and a substrate with a substrate surface, which device comprises:

- a substrate holder for holding the substrate;

- a target arranged facing the substrate surface of the substrate;

- a velocity filter arranged between the substrate and the target, which velocity filter comprises a rotating body with at least one filter passage opening; and

- a pulsed laser directed onto the target at a target spot for generating a plasma plume of target material, wherein the surface of the target at the target spot faces the substrate surface

characterized by

- a plasma hole plate arranged between the target and the substrate, which plasma hole plate has a plasma passage opening, wherein the plasma passage opening is divided in an upstream section and a downstream section by a dividing plane, which is perpendicular to the direction of rotation of the velocity filter, wherein the target spot coincides with the dividing plane, and wherein the surface area of the upstream section is larger than the surface area of the downstream section at least at the moment of generation of a plasma plume by the pulsed laser.

2. Device according to claim 1, wherein the length of the upstream section of the plasma passage opening in the direction of rotation of the velocity filter is larger than the length of the downstream section of the plasma passage opening in the direction of rotation

of the velocity filter.

3. Device according to claim 1 or 2, wherein the plasma hole plate is arranged between the velocity filter and the substrate.

4. Device according to any of the preceding claims, wherein, in use, a part of the generated plasma plume is shielded by the plasma hole plate on the downstream section side of the dividing plane.

5. Device according to claim 4, wherein, in use, a larger part of the generated plasma plume is shielded on the downstream section side of the dividing plane than on the upstream section side of the dividing plane.

6. Device according to any of the preceding claims, wherein the plasma hole plate rotates in opposite direction compared to the direction of rotation of the velocity filter.

7. Device according to any of the preceding claims, wherein the surface of the target at the target spot is parallel to the substrate surface.

8. Device according to any of the preceding claims, wherein the plasma passage opening is asymmetrically shaped in relation to the radial direction of the plasma hole plate.

Abstract

The invention relates to a device for pulsed laser deposition and a substrate with a substrate surface, which device comprises:

- a substrate holder for holding the substrate;
- a target arranged facing the substrate surface of the substrate;
- a velocity filter arranged between the substrate and the target, which velocity filter comprises a rotating body with at least one filter passage opening;
- a pulsed laser directed onto the target at a target spot for generating a plasma plume of target material, wherein the surface of the target at the target spot faces the substrate surface; and
- a plasma hole plate arranged between the target and the substrate, which plasma hole plate has a plasma passage opening, wherein the plasma passage opening is divided in an upstream section and a downstream section by a dividing plane, which is perpendicular to the direction of rotation of the velocity filter, wherein the target spot coincides with the dividing plane, and wherein the surface area of the upstream section is larger than the surface area of the downstream section.

1/3

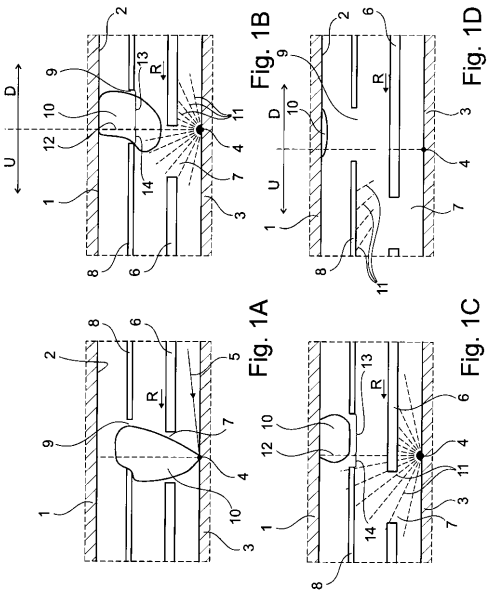


Fig. 1A Fig. 1B Fig. 1C Fig. 1D

2/3

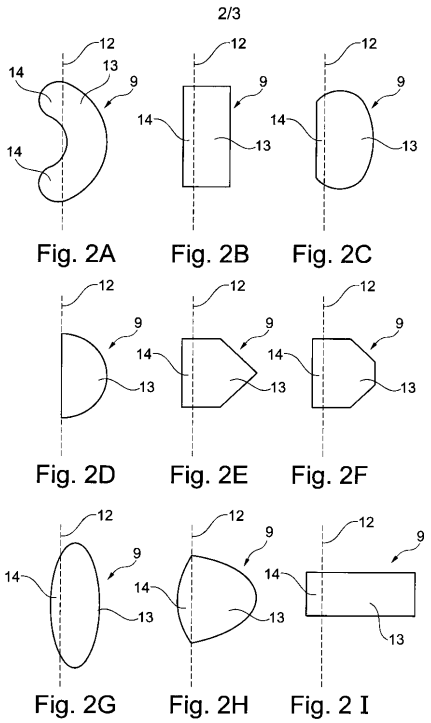


Fig. 2A Fig. 2B Fig. 2C
Fig. 2D Fig. 2E Fig. 2F
Fig. 2G Fig. 2H Fig. 2 I

3/3

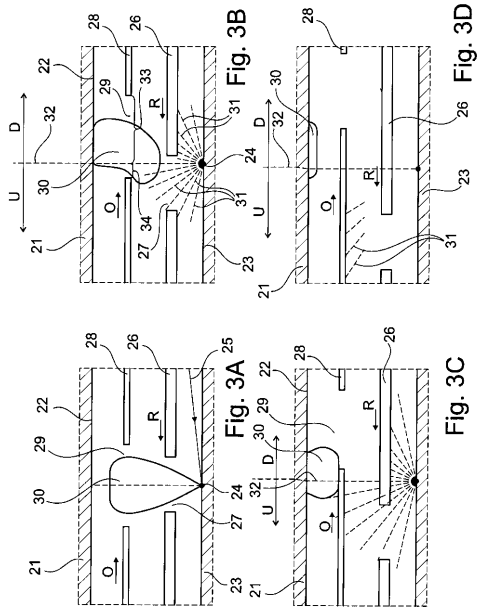


Fig. 3A Fig. 3B Fig. 3C Fig. 3D