(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5752417号
(P5752417)

(45)発行日　平成27年7月22日(2015.7.22)　(24)登録日　平成27年5月29日(2015.5.29)

(51)Int.Cl.		F I		
H01L 21/66	(2006.01)	H01L	21/66	J
G02F 1/37	(2006.01)	G02F	1/37	

請求項の数 30　(全 21 頁)

(21)出願番号	特願2010-539484 (P2010-539484)
(86)(22)出願日	平成20年12月17日 (2008.12.17)
(65)公表番号	特表2011-507305 (P2011-507305A)
(43)公表日	平成23年3月3日 (2011.3.3)
(86)国際出願番号	PCT/US2008/013838
(87)国際公開番号	WO2009/082460
(87)国際公開日	平成21年7月2日 (2009.7.2)
審査請求日	平成23年12月9日 (2011.12.9)
(31)優先権主張番号	61/008,260
(32)優先日	平成19年12月18日 (2007.12.18)
(33)優先権主張国	米国 (US)
(31)優先権主張番号	12/154,337
(32)優先日	平成20年5月6日 (2008.5.6)
(33)優先権主張国	米国 (US)

(73)特許権者　502442049
ケーエルエー－テンカー・コーポレーション
ＫＬＡ－ＴＥＮＣＯＲ　ＣＯＲＰＯＲＡＴＩＯＮ
アメリカ合衆国　カリフォルニア州９５０３５　ミルピタス，ワン・テクノロジー・ドライブ
(74)代理人　110000028
特許業務法人明成国際特許事務所
(72)発明者　アームストロング・ジェイ．・ジョセフ
アメリカ合衆国　カリフォルニア州９５０３５　ミルピタス，フォルサム・サークル，７２９

最終頁に続く

(54)【発明の名称】光学結晶の環境制御用エンクロージャ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

結晶を含む環境制御エンクロージャであって、

前記エンクロージャ内の温度変化が前記結晶に与えるストレスを増大させることなく、前記結晶の表面の対角線に近接して合力を発生させることによって、前記結晶を前記エンクロージャ内に固定するように構成される固定具と、

前記エンクロージャに光が入射し、該光が前記結晶に接するように構成された窓と、

前記窓及び前記エンクロージャの間に形成されたシールと

を含み、

前記結晶がスプリングを含む前記エンクロージャ内に固定されるエンクロージャ。

【請求項２】

前記エンクロージャからのパージガスのために構成された排気口を更に含む、請求項１に記載のエンクロージャ。

【請求項３】

前記パージガスは不活性ガスを含む、請求項２に記載のエンクロージャ。

【請求項４】

前記不活性ガスの一定割合は酸素を含む、請求項３に記載のエンクロージャ。

【請求項５】

前記不活性ガスは１ｐｐｍ未満の水又は有機不純物を含む、請求項３に記載のエンクロージャ。

【請求項６】
結晶温度を周囲雰囲気より高く上昇させるように構成される加熱素子を更に含む、請求項１に記載のエンクロージャ。
【請求項７】
結晶温度を周囲雰囲気未満に低下させるように構成される冷却素子を更に含む、請求項１に記載のエンクロージャ。
【請求項８】
前記結晶に近接して配置される温度読取素子を更に含む、請求項１に記載のエンクロージャ。
【請求項９】
前記温度読取素子は、前記結晶エンクロージャの温度を比較的一定の温度値に維持するようにフィードバックを生成する、請求項８に記載のエンクロージャ。
【請求項１０】
前記窓は前記エンクロージャに入射する光に対してブリュースター角に方向づけられる、請求項１に記載のエンクロージャ。
【請求項１１】
前記エンクロージャに結合され、前記エンクロージャから光が射出できるように構成された射出窓を更に含む、請求項１に記載のエンクロージャ。
【請求項１２】
前記窓は、石英ガラス及びフッ化カルシウムを含む一群のうちの一つから製造される、請求項１に記載のエンクロージャ。
【請求項１３】
前記エンクロージャは主位相整合軸に沿って内蔵角度を調整するように構成される、請求項１に記載のエンクロージャ。
【請求項１４】
結晶を内蔵するように構成された環境制御エンクロージャであって、
前記エンクロージャ内の温度変化が前記結晶に与えるストレスを増大させることなく、前記結晶の表面の対角線に近接して合力を発生させることによって、前記結晶を前記エンクロージャ内に固定するための手段と、
前記エンクロージャに光が入射し、該光が前記結晶に接するように構成された窓と
を含み、
前記結晶がスプリングを含む前記エンクロージャ内に固定されるエンクロージャ。
【請求項１５】
前記エンクロージャは主位相整合軸に対して垂直な内蔵角度調整によって構成される、請求項１４に記載のエンクロージャ。
【請求項１６】
前記角度調整は、前記結晶の中心に近接する回転軸を有するゴニオメータによって行われる、請求項１５に記載のエンクロージャ。
【請求項１７】
前記入射窓を前記エンクロージャにシールするように構成される１次シールを更に含む、請求項１４に記載のエンクロージャ。
【請求項１８】
前記１次シールは、高温において低ガス放出の材料から形成されるリングを含む、請求項１７に記載のエンクロージャ。
【請求項１９】
前記第１シールと組み合わせて、前記入射窓を前記エンクロージャにシールするように構成された第２シールを更に含み、
前記第２シールは、銀、ステンレス鋼、アルミニウム、ニッケルを含む一群のうちの少なくとも一つを含む金属から形成されるリングを含む、
請求項１７に記載のエンクロージャ。

【請求項２０】
前記結晶は、周波数混合を行うように構成された非線形結晶である、請求項１４に記載のエンクロージャ。
【請求項２１】
前記結晶は、ＣＬＢＯ、ＬＢＯ、ＢＢＯ、ＫＢＢＦ、ＣＢＯ、ＫＤＰ、ＫＴＰ、ＫＤ＊Ｐ、又はＢＩＢＯを含む一群のうちの一つから形成される、請求項２０に記載のエンクロージャ。
【請求項２２】
複数の結晶を含む環境を制御するように構成されるエンクロージャであって、
温度変化の際に、前記各結晶に与えるストレスを増大させることのないような構成で、前記各結晶の表面の対角線に近接して合力を発生させることによって、前記エンクロージャ内に前記複数の結晶を固定するように構成される固定具と、
光が前記エンクロージャに入り、出られるように構成された窓と
を含み、
前記複数の結晶がスプリングを含む前記エンクロージャ内に固定されるエンクロージャ。
【請求項２３】
前記窓及び前記エンクロージャの間に形成されたシールを更に含む、請求項２２に記載のエンクロージャ。
【請求項２４】
第１の結晶から光を集光し、前記光を第２の結晶に近接して再度集束させるように構成された光学系を更に含む、請求項２２に記載のエンクロージャ。
【請求項２５】
前記光学系はエンクロージャ内に配置される、請求項２４に記載のエンクロージャ。
【請求項２６】
前記光学系はエンクロージャの外に配置される、請求項２４に記載のエンクロージャ。
【請求項２７】
少なくとも一つの結晶が非臨界位相整合する、請求項２２に記載のエンクロージャ。
【請求項２８】
一つの結晶が主位相整合面において調整されるように構成されている、請求項２２に記載のエンクロージャ。
【請求項２９】
前記複数の結晶が、ウォークオフ補償又は分散デルタｋ補償を含む一群のうちの少なくとも一つを行うように構成されている、請求項２２に記載のエンクロージャ。
【請求項３０】
複数の結晶を含む環境を制御するように構成されているエンクロージャであって、
金属フレームと、
取り外し可能な結晶保持具と
を含み、
前記各結晶の表面の対角線に近接して合力を発生させることによって、前記複数の結晶がスプリングを含む前記エンクロージャ内に固定されるエンクロージャ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本出願は、本願明細書にそのすべての内容を援用する、２００７年１２月１８日に出願された米国仮特許出願第６１／００８，２６０号「光学結晶の環境制御用エンクロージャ（Enclosure for Controlling the Environment of Optical Crystals）」の便益を主張するものである。
【０００２】
本発明は、概して、半導体ウエハ検査システム及びフォトマスク検査システムのような

検査システシステムと共に用いられる照射器に関し、特にそのような検査システムと共に用いられる周波数変換光源に関する。

【背景技術】

【０００３】

半導体業界における、高スループットかつ優れた分解能を発揮するウエハ検査システムやフォトマスク検査システムの需要は依然として継続している。このような検査システムの後継世代においては、より短波長の光エネルギーを用いてウエハやレチクルを照射することによって、さらに高い分解能を実現する傾向にある。

【０００４】

４００ｎｍ以下の波長の光を用いてウエハやレチクルを照射した場合、一定の実利がありうる。高品質のウエハ検査システムやフォトマスク検査システムに適したレーザを供給することは、とりわけ困難である。遠紫外（ＤＵＶ）域の光エネルギーを発生させる従来のレーザは、典型的には、比較的短命で平均出力が低い、大規模且つ高価な装置であった。通常、半導体ウエハ検査システムやフォトマスク検査システムには、十分なスループットと十分な欠陥ＳＮ比（signal-to-noise ratio）を実現するために、平均出力が高く、且つピーク出力が低い、比較的短波長のレーザが必要である。

【０００５】

十分な出力のＤＵＶを生成するための主な方法では、より長波長の光からより短波長の光を生成すること要する。このように、波長を変換する処理は、一般的には周波数変換と称される。この周波数変換は、光学結晶に非線形応答させるために、高ピーク出力の光エネルギーを生じさせることを必要とする。この処理の効率を上げるために、高い平均出力と短い光パルスを有する、より長波長の光を光学結晶に集束させうる。元の光は、典型的には基本波光と称される。

【０００６】

高効率であることは、ＤＵＶレーザにとって重要である。高効率であれば、より信頼性が高く、より小さく、そして、より熱生成の少ない、低出力の基本波レーザ源を用いることを可能にする。ファイバレーザを用いた場合、低出力の基本波レーザは、比較的スペクトル広がりを生じない。相対的に高効率であれば、コストもより低減され、安定性もより向上しうる。これらの理由により、ＤＵＶへの効率的な周波数変換は比較的重要である。

【０００７】

４００ｎｍ以下、特に３００ｎｍ以下の波長を有する光を生成することは非常に難しい。半導体検査のために使用する光源は、比較的高出力、長寿命、そして安定した性能を必要とする。これらの、高度な検査技術のための必要条件を満たしている光源は存在しない。現在のＤＵＶ周波数変換レーザにおける、寿命、出力、及び安定性は、特に、３５５、２６６、２１３及び１９３ｎｍのようなＤＵＶ波長に露光される周波数変換結晶及びその変換スキームによって制限されている。

【０００８】

光をＵＶ／ＤＵＶ波長に効率的に周波数変換することが可能な非線形結晶は比較的少ない。従来用いられてきた結晶の多くは、適切に調整されず、且つ動作環境が適切に維持されなければ、損傷閾値が低い。したがって、一般的に、環境を維持するために結晶はエンクロージャ内に収容されていた。赤外線レーザをＤＵＶに周波数変換するためには、複数の結晶が用いられうる。複数の結晶を用いる場合、エンクロージャ内にそれらの全てを配置することは効果的でありうる。その結果、結晶の配列が複雑化し、エンクロージャ内で光を集光し、集束させることが困難になりうる。

【０００９】

したがって、光学結晶の環境を維持して、４００ｎｍ以下の波長における効率的な周波数変換を実現するエンクロージャを提供することは望ましい。この効率的な変換は、同一又は異なる材料からなる複数の結晶を含みうる。複数の周波数変換のステップが、一つのエンクロージャ内で用いられうる。いかなるエンクロージャにおいても、従来の設計と比較して、寿命、安定性、及び／又は損傷閾値を向上させうる材料を用いることは重要であ

る。加えて、エンクロージャが、例えば、高温ベークなどの結晶の前露光処理を可能にし、且つ結晶特性をリアルタイム測定できるようにすることは望ましい。

【発明の概要】

【００１０】

本発明に係る設計の一つの観点では、結晶を含む環境制御エンクロージャを提供する。幾つかの実施形態においては、複数の結晶が備えられる。エンクロージャは、結晶をエンクロージャ内に固定するように構成された固定具を含み、エンクロージャ内の温度変化が結晶に与えるストレスをごく小さいものにする。さらに、エンクロージャは、光がエンクロージャに入り、その光が結晶に接触できるように構成された窓を含み、且つ窓とエンクロージャとの間にシールを含みうる。

【００１１】

幾つかの実施形態においては、エンクロージャにフレームが設けられ、エンクロージャからパージガスを排気するための排気口も設けられる。エンクロージャ及びエンクロージャ内の一又は複数の結晶の温度を制御するために、加熱又は冷却素子が備えられ、フィードバックによる温度制御を行う温度読取素子（temperature reading element）が備えられうる。一又は複数の窓は、ブリュースター角で備えられうる。

【００１２】

これら及び他の本発明の効果は、以下の発明の詳細な説明及び添付の図面から当業者には明確である。

【００１３】

限定的にではなく例示的に、本発明を添付の図面内の図に示す。

【図面の簡単な説明】

【００１４】

【図１】内蔵（built in）角度調整ヒンジを有するエンクロージャを示す図である。

【図２】内蔵角度調整たわみを有するフレームを示す図である。

【図３】内蔵角度調整下部ピンを示す図である。

【図４】内蔵角度調整上部ピンを示す図である。

【図５】結晶の対角線に沿って合力を乗じさせるスプリングを用いて結晶を保持することを示す図である。

【図６】ガラス－金属シール（lass-to-metal seal）を示す図である。

【図７】第１のシールであるガラス－金属シールを第２のリングシールをと共に示す図である。

【図８】第１のシールであるガラス－金属シールをＯリングの第２シール及び冷却フィンと共に示す図である。

【図９】独立調整が行われない、１つのエンクロージャ内の複数の結晶を示す図でである。

【図１０】独立調整が行われる、１つのエンクロージャ内の複数の結晶を示す図である。

【図１１】レンズリレーを行う２つの結晶を示す図である。

【図１２】レンズリレー内の複数の結晶を示す図である。

【図１３】ミラーリレーを行う２つの結晶を表す図である。

【図１４】ミラーリレーを行う複数の結晶を示す図である。

【図１５】エンクロージャ内のリレーを示す図である。

【図１６】拡張出射部を有する一つのエンクロージャ内の複数の結晶を示す図である。

【図１７】外部の光学系及びブリュースター窓を有する１つのエンクロージャ内の複数の結晶を示す図である。

【図１８】熱処理だけのための結晶エンクロージャを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１５】

本発明に係る設計によれば、一又は複数の光学結晶について望ましい環境を維持するエンクロージャが提供される。このエンクロージャ設計は、安定的で、長寿命且つ高出力の

、光のＵＶ／ＤＵＶ波長への周波数変換を実現する。加えて、このエンクロージャは、一又は複数の結晶を周波数変換光に露光する前に、一又は複数の結晶を前処理するためにも用いられうる。

【００１６】

この設計における周波数変換は、エンクロージャ内において少なくとも一つの光学結晶を用いるか、又は複数の結晶を用いうる。複数の結晶を用いる場合、複数の結晶は、同一又は異なる材料から構成されうる。複数の結晶は、複数の波長を生成するか、又は単一波長の周波数変換効率を増加させるために用いられうる。

【００１７】

更に、本発明に係る設計は、光エネルギーを提供するための新規な方法を有する高度な光源を提供することができる。本発明に係る設計は、エンクロージャ内で非線形光学結晶を用いることができる。ここで、エンクロージャは使用する前に一又は複数の結晶を処理して、周波数変換の間中に、処理される結晶の環境を維持する。また、このエンクロージャは結晶に光を集束させて、結晶から光を集光するための光学系を含む。これらの光学系は、エンクロージャの外部に存在するか、又はエンクロージャ内に含まれてもよい。

【００１８】

本発明に係る設計は、実施形態において一つ又は複数のセルを用いることを可能にする。このとき、各セルは一又は複数の結晶を含みうる。加えて、これらのセルは、結晶の異なる部分を通る光を集束させるために移動（translate）されうる。このことは、単結晶の寿命を増加させるために一般的に行われている。一般的に、結晶に集束するビームの直径は、結晶の横断面の大きさよりも非常に小さい。結晶の特定位置が損傷を受けた場合、結晶は損傷を受けていない領域に移動され、継続して用いることができる。

【００１９】

本発明に係る設計の特筆すべき点は、結晶に大きなストレスを与えることなく、又は、ごく僅かなストレスを与えるように、エンクロージャ及び結晶が環境を加熱又は冷却できるようにする能力にある。

【００２０】

他の実施形態においては、前露光処理だけのためのエンクロージャが含まれる。一つのエンクロージャを前処理に使用し、他のエンクロージャを周波数変換のために用いることで、前露光処理による結晶の汚染リスクが低減され、且つ周波数変換エンクロージャの簡略化が可能になる。

【００２１】

＜光学結晶のエンクロージャ＞

光学結晶のエンクロージャは、エンクロージャフレーム、結晶をフレーム内に固定具、光が入り、且つ周波数変換された光が出られるようにする窓、この窓をフレーム内に固定する固定具、フレームと窓とをシールするための器具（hardware）、そしてパージガスの吸気口及び排気口のような、幾つかの部品を含む。また、多くの場合、エンクロージャと接触する加熱又は冷却素子を含むことも望ましい。この加熱又は冷却素子は、安定した温度、即ち周囲温度上下の温度、を結晶に提供するために用いられる。加熱又は冷却素子は、前露光処理のための結晶温度を調整するためにも用いられうる。加えて、エンクロージャは、結晶の位相整合角を調整可能な器具も含み、周波数変換を最適化する。

【００２２】

図１は、光学結晶のエンクロージャを示す図である。このエンクロージャの主要部は、フレーム１０１である。このフレームは、光汚染（photocontamination）の影響を最小化する材料及び技術を使用して製造される。フレームのために用いられうる２つの材料には、アルミニウム及びステンレス鋼がある。多くの場合、金属内の汚染物質が漏れ出ないように、材料をニッケルの層でコーティングすることが望ましい。また、いかなる残留表層汚染も最小化するために、フレームを電解研磨及びクリーニングすることも望ましい。また、位相整合角を調整可能するために、角度調整機構をフレームに組み込むことも望ましい。

【００２３】
金属フレーム１０１は、非限定的には、ステンレス鋼、アルミニウム、ベリリウム銅、銅、黄銅、及び／又はニッケルを含む種々の金属又は材料から形成されうる。金属フレーム１０１は、ニッケルコーティング、及び／又は電解研磨されうる。
【００２４】
図１において、ヒンジプレート１０２はフレームに含まれ、そして、ヒンジ回転ピン１０３及び調整ネジ１０４はまた、角度調整のために用いる。角度調整は、ヒンジプレート１０２を定位置に維持して機能する。固定ボルト１０５は、回転ピン１０３について回転できるようにゆるめられる。回転は、プッシュプル調整ネジ１０４を回すことで行われる。適当な位置において、固定ボルト１０５を係止する。また、図１は、窓保持プレート１０６内において、窓を含む。この窓は、反射防止コーティングされるか、又はブリュースター角に方向づけられている。これらの技術は両方とも、光透過効率を改善するために用いられうる。
【００２５】
ブリュースター角でウインドウを提供するためには、窓をブリュースター角に近接して埋設することを必要とする。これを達成する１つの方法においては、窓をこの角度で支持するようにフレーム１０１を機械加工することを必要とする。そして、窓保持プレート１０６は、窓をフレームに固定する。第２の方法は、フレーム１０１及び保持プレート１０６の間に拡張部（extension）を追加するものである。この拡張部は、一端でフレーム１０１に取付けられ、他端でブリュースター角で窓を保持しうる。結晶に集束される光や、結晶から射出される光によって損傷を受けないように、窓は結晶から十分に離間して配置される。この距離は、光の波長、結晶及びハウジングへの集束状態、結晶のタイプ、窓材、窓方向、及び結晶又は窓に施されうる任意のコーティングに基づいて算出されうる。
【００２６】
外部環境を内部環境から効果的に分離するシール１０７が備えられる。このシールは、研磨ガラス及び研磨金属面の間の直接接触、又は圧縮材料のリングでありえる。この材料は、顕著に光汚染（photocontamination）せずに、高温に耐えなければならない。ガス放出を最小限に抑えつつ温度上昇に耐えることの出来る、考えられる２つの圧縮材料は、ヴァイトン（登録商標）及びカルレッツ（登録商標）である。
【００２７】
軟質金属から製造されるリング又は銀のような軟質金属でコーティングされた金属リングが使用されうる。リングの横断面は、円型又はＣ型でありえる。また、二段階でシールが行われることもあり、ガラス－金属シールが第１又は内側シールとして用いられ、圧縮材料のリングが第２シールとして用いられる。図１の設計も、内部の環境を維持するために、パージガスを考慮に入れている。これは、ガス放出を引き起こす残留材料を除去し、エンクロージャ内へ、いかなる低レベルの外部環境も漏れ入らないようにすることに役立つ。
【００２８】
幾つかの実施形態では、本発明に係る設計は、加熱又は冷却素子も組み込むことができる。この素子は（図示しない）、エンクロージャ内の光学結晶に近接して、表面１０９に取り付けられうる。平坦な素子又は円筒状の素子が容易に用いられることが考えられる。これらの要素は、容易にエンクロージャに取り付けられうる。また、冷却装置は、表面１０９に取り付けられうる。考えられる１種類の冷却器は、電圧が印加されたときに、装置の片側が冷表面、他方が熱表面となる熱電気装置である。このように、この装置は、加熱又は冷却のどちらのためにも用いることができる。あるいは、電気抵抗又はセラミック発熱体が用いられうる。加熱又は冷却は、また、フレーム１０１と接触する熱交換プレートに温水又は冷水を流す標準の熱交換器技術を使用して達成されることができる。冷却は、例えば、熱管又はベンチュリ管を用いても行われうる。
【００２９】
図２に示す他の設計は、光学結晶位相整合角を調整するためのたわみヒンジ機構を備え

る。本実施例において、フレーム２０１、調整プレート２０２及びたわみヒンジ２０３は、一つの金属片から製造されうる。角度調整操作は、図１に示す実施例と類似している。フレーム２０１も、角度調整ねじのための穴２０４、及び光学結晶と接触する、フレーム内部の凹部２０５を含む。保持具２０６が、フレーム及びウインドウの間をシールするために用いられる。穴２０７は、窓及びシール（図示しない）をフレーム２０１に固定するために用いられる。穴２０８は、加熱又は冷却素子（図示しない）を取り付けるために用いられる。穴２０９は、固定ボルト（図示しない）のために用いられ、穴２１０がパージガスの流入及び流出のために用いられる。この穴は、パージガスを流入させ、パージガスがエンクロージャから流出する前に、必ず、結晶の表面を流れるように位置している。

【００３０】

図３は、他の角度調整技術を示す図である。図３によれば、フレーム下部に回転ピン３０３が挿入できるように、ハウジング３０１に穴が配置される。通常、結晶がその中心に対して回転するように、ピン３０３の中心軸を結晶３０５の中心に近接して配置する。ヒンジが回転ピン３０３に置き換わる図１の実施例に類似した技術を用いて角度調整がなされる。図３において、光は、窓３０２を経て入射し、窓３０４を経て出射しうる。あるいは、光は、窓３０４を経て入射し、窓３０２を経て出射しうる。

【００３１】

図４は、他の角度調整技術を示す図である。図４によれば、フレーム上部に回転ピン４０５が挿入できるように、ハウジング４０１に穴が配置される。結晶がその中心について回転するように、回転ピン４０５の中心軸を結晶４０５の中心に近接して配置する。ヒンジが回転ピン４０５と置き換わる図１の実施例に類似した技術を用いて角度調整がなされる。図４において、光は、４０２に配置される窓を通って入射し、４０４に配置される窓を経て出射しうる。あるいは、光は、４０３に配置される窓を経て入射し、４０２に配置される窓を経て出射しうる。

【００３２】

図５は、スプリングを用いて結晶を適所に保持することを示す図である。この方法は、結晶の表面の対角線に近接して合力を発生させることによって結晶を保持する。このようにして結晶を維持することは、フレーム５０１内において相互に９０度を成す２つの表面５０２を備えることで達成される。結晶５０６の２側面を、表面５０２と接触させる。キャップ５０５も、相互に９０度を成す２つの表面を有する。これらの２つの表面は、結晶５０６の反対側の表面と接触させる。キャップが表層５０２又はフレーム５０１と接触しないように、スペースが設けられる。キャップ５０５の１つの表面は、結晶の側面に対して４５度で面取りされる。加えて、フレーム５０１の１つの表面は、キャップ５０５の面取り部に対して平行又は略平行である。ローフォーススプリング（low force spring）は、光学結晶を適所に保持するために用いられうる。このスプリングは、ステンレス鋼により製造され、キャップの面取り部に凹部を設けて配置されうる。この配置により、結晶５０６がフレーム５０１と接触する領域を最大化し、加熱並びに冷却の効率並びに均一性が向上する。また、この配置により、光学結晶５０６に与えるストレスを増大させることなく、広い温度範囲で、フレーム５０１及び光学結晶５０６を加熱又は冷却することが可能となる。

【００３３】

図６は、ガラス－金属シールのみを用いた窓の横断面を示す図である。この場合、窓６０１は、保持プレート６０２を用いてフレーム６０３に保持される。全ての材料が５００度を上回る温度に耐えうるので、この種のシールは非常に高温の用途に適している。窓材の選択は、主に光学損傷閾値に依存する。エンクロージャをＵＶ及びＤＵＶスペクトル領域の光を生成するために用いて、光を結晶に集束させる場合、石英ガラス（fused silica）又はフッ化カルシウムのいずれかが使用されうる。フッ化カルシウム製の窓も、赤外領域の光スペクトルの効率的な透過を実現する。結晶がエンクロージャ内にある場合、光学結晶の特性を測定することは有利である。金属が光学的品質の面になるまで研磨されない限り、実際には、金属及び硝子の間を完全にシールすることは難しい。しかし、多くの場

合、パージガスからの正の圧力は、外部環境がエンクロージャ内部を汚染することを防止するのに十分でありうる。

【００３４】

図７は、１次のガラス－金属シール及び２次のリングシールを用いた窓の横断面を示す図である。この場合、窓７０１は保持プレート７０３を用いてフレーム７０４に対して保持されている。加えて、リングシール７０２は、窓７０１及びフレーム７０４の端の間に配置される。このようなシールは、外部の汚濁物が構内に入るのを防止することに非常に適している。また、ガス放出された材料がエンクロージャ内に入るためには１次のガラス－金属シールを経て漏出する必要があるので、この設計は、リングシールからのいかなる光汚染（photocontamination）も最小化する。

【００３５】

リングシール材料の選択は重要であり、エンクロージャが上昇しうる温度に依存する。リングシールが１５０度未満の温度となる用途のためには、ヴァイトン（登録商標）又はカルレッツ（登録商標）材料でを用いれば十分である。リングシールが１５０度及び２５０度の間となる用途のためには、一般に、高温カルレッツ（登録商標）が用いられる。リングシールが２５０度を超える用途のためには金属リングシールが必要とされうる。この金属リングは軟質金属素材であり、ガラスに対しても十分に密閉性を発揮する。金属材が軟質ではない場合、過剰な圧力がリングを圧縮させるために加えられ、窓にひびが入る。多くの異なる種類の金属リングシールを利用することができる。中空の断面円形及び中空Ｃ型断面の金属リングシールが利用できる。金属リングシールのための材料の選択肢としては、銅、黄銅、ニッケル、ステンレス鋼、銀又は金が挙げられるが、他の金属も用いられうる。銀は、軟質金属であり、且つ良好なシール特性を有するので、好ましい選択肢である。加えて、シールを改善するために、他の金属リング材料について銀コーティングを用いることも可能である。他の金属は、異なる利点を提供する。この種のシールは、高温用途に非常に適している。

【００３６】

任意には、リングシール７０２は、窓及びフレーム７０４の間で配置されうる。これは、１次シールとしてリングシールを使用する、非常に従来的な構成である。

【００３７】

窓の取付け及びシールのための追加の実施形態を図８に示す。図８は、１次のガラス－金属シール及び２次のリングシールを用いた窓の横断面図である。この場合、窓８０２は、保持プレート８０１を用いてフレーム８０４に対して保持される。加えて、リングシール８０３は、窓８０２及びフレーム８０４の端の間に配置される。この設計は、リングシール８０３に近接して付加的な冷却フィン８０５を有する。この設計手法は、リングシールに近接するフレームの温度の抑制に役立ち、リングシールに低温材料を使用できるようにする。典型的には、リングシールは、図７の設計に関して上述したものと同じ状況及び制約を満たすものである。

【００３８】

図９は、２つの光学結晶９０５及び９０６を含んでいるエンクロージャの一実施形態を示す図である。このエンクロージャは、本願明細書において言及される全ての特徴事項を使用することができる。横断面図は、エンクロージャの構成要素を示す。窓９０４及び９１０は、取付プレート９０２及び９０９を用いてフレーム９０１に取り付けられる。窓９０４及び９１０は、２次のリングシール９０３及び９０８を伴って、１次のガラス－金属シールによってシールされる。前述の実施形態に関して開示した、他の種類のシールも用いられうる。また、前述の実施形態において説明したように、ブリュースター窓も用いられうる。加えて、多くの場合、結晶に集束される光や、結晶から射出される光によって損傷を受けないように、窓は結晶から十分に離間して配置される。

【００３９】

２つの結晶９０５及び９０６は、凹部又は支持要素９０７によってセル内において支持される。図５に関して記載した技術と類似の技術を用いて、両方の結晶は適当な状態に保

たれうる。結晶は、同じタイプ又は異なるタイプのものでありうる。同じタイプの結晶が用いられる場合、それは周波数変換効率を増大させるか、又は、本設計に提供される光エネルギーのビーム形状を改善させることができる。

【００４０】

ビームを増進するための２つの典型的方法は、ウォークオフ補償（ＷＯＣ）及び分散デルタｋ（distributed delta k (ＤＤＫ)） 補償である。ＷＯＣのために、システムは、第２の結晶を回転させて、第１の結晶とは反対方向のウォークオフを生成する。これにより効率及びビーム形状の両方が改善される。一般的に、ウォークオフは結晶内の光線の強度配布が光波ベクトルの方向から遠ざかるような状況を表す。このように、ウォークオフ補償は、２つの結晶を配置した場合における第１の結晶のウォークオフを減少させる傾向がある。ＤＤＫのために、変換効率を最適化するために、結晶の角度は僅かに異なる角度に最適化される。

【００４１】

結晶が異なるタイプである場合、多くの場合、同じエンクロージャ内で複数の波長が生成される。例えば、波長１０６４ｎｍの光が、エンクロージャ内に入射しうる。一部の光は、第１の結晶によって５３２ｎｍに変換される。それから、５３２ｎｍの光と、残りの１０６４ｎｍの光が、３５５ｎｍの光を生成するために、第２の結晶において混合されうる。結晶を直列に配置して、２以上の結晶を使用することも可能である。

【００４２】

図１０は、位相整合方向において結晶の一つを独立に調整できる追加的な機能を有する２つの光学結晶を含むエンクロージャの実施形態を示す図である。このエンクロージャは、前述の全ての構造特徴を用いることができる。横断面図は、エンクロージャの構成要素を示す。窓１００４及び１０１０は、取付プレート１００２及び１００９を用いてフレーム１００１に取り付けられる。窓は、２次のリングシール１００３及び１０１１を伴って、１次のガラス－金属シールによってシールされる。あるいは、前述の実施形態に関して開示したような他の種類のシールも用いられうる。また、前述の実施形態において説明したように、ブリュースター窓も用いられうる。加えて、多くの場合、結晶に集束される光や、結晶から射出される光によって損傷を受けないように、窓は結晶から十分に離間して配置される。

【００４３】

結晶１００５は、凹部１００７によってセル内において支持される。結晶１００６は、フレーム１００１に挿入される台１０１３上で支持される。この台１０１３は、リングシール１０１２を使用して密閉されうる。このリングシールは、前述の実施形態における窓シールと類似する材料でありえる。加えて、ここのシールは、金属－金属接触面に対するものであるため、例えば、真空密閉に使用するメタルクラッシュワッシャなどの他の種類のシールが用いられうる。このときのシールはこれに限らない。適切に調整されるために、台１０１３は結晶１００５に対して回転されて、外側留め具１０１４を用いて適所に固定される。図５に関して記載した技術と類似の技術を用いて、両方の結晶は適当な状態に保たれうる。

【００４４】

図１１は、複数の結晶を使用する光学装置の一実施形態である。場合によっては、２つの結晶を近接して配置することは、効率的でない。２つの結晶が相互に近接して配置される状態においては、光リレーは一つの結晶の近接領域から光を集光し、次の結晶に近接する領域に集束させる。実際には、これは、いくつかの光学スキームを使用して達成されうる。そのような装置を図１１に示す。第１の結晶１１０１からの光は、第１のレンズ１１０２によって平行にされる。レンズ１１０４により光が第２の結晶１１０５に集光される前に、波長板 １１０３を用いて光の偏光が修正されうる。多くの場合、第１の結晶からの光の偏光を修正することは必須ではないので、波長板１１０３は任意である。一つのレンズを用いて結晶１１０１から光を集光して、結晶１１０５に集束させることも可能である。

【００４５】
図１２は、複数の結晶を用いる光学装置の他の実施例である。この実施例は、図１１に示す実施例を、３つの結晶を用いる場合に拡張する。実際には、追加の結晶は同様に追加される。個々では例示的に３つの結晶を用いたが、実際上はこれに制限されるものではない。第１の結晶１２０１からの光は、第１のレンズ１１０２によって集光される。レンズ１２０４を用いて第２の結晶１２０５に光を集束させる前に、波長板１１０３は光の偏光を修正するために用いられうる。そして、レンズ１２０６は結晶１２０５から光を集光する。レンズ１２０８によって結晶１２０９に光を集束させる前に、波長板１２０７は光の偏光を修正するために用いられうる。
【００４６】
多くの場合、図１１の実施形態については、一又は複数の結晶からの光の偏光を修正することは必須ではない。偏光を修正しない場合、波長板１２０３又は１２０７は不要である。単一レンズを用いて結晶１２０１から光を集光して、結晶１２０５に光の焦点を合わせることも可能である。単一レンズを用いて、結晶１２０５から光を集光して結晶１２０９に集束させることも可能である。
【００４７】
図１３は、多数の結晶を使用するための光学装置の他の実施例である。この場合、光リレーは、ミラーを用いて、一つの結晶の近接領域から光を集光し、次の結晶に近接して集束させる。これは、高出力の光及びＵＶ／ＤＵＶ光を用いる場合のような特定の状況では有益でありえる。高出力光の小径ビームがレンズ素子を透過する場合、吸収によりレンズ特性が変化しうる。これは、光の焦点位置を変化させる、局所的なレンズの加熱を引き起こす。この現象は、熱レンズと称され、光の焦点位置の変化を引き起こしうる。このような焦点の変化は、周波数変換効率を減少させ、且つビームプロファイルを変化させうる。加えて、高出力のＵＶ／ＤＵＶ光がレンズを透過する場合、高出力の光は、圧縮、散乱、色中心形成、及び壊滅的な損傷を含む長期に亘る損傷を与えうる。光が透過するバルク材料は存在しないため、ミラーを用いることでこれらの問題が低減されうる。また、ミラーは高い損傷閾値を有しうる。加えて、ミラーを配置することで、周波数変換システムをより小型化し、使用する光学部品数を低減することができる。一方の波長の光を反射し、他方の光を透過するダイクロイックコーティングと共にミラーを用いることもできる。これにより、周波数変換光を周波数変換されなかった残りの光から分離できるようになる。
【００４８】
図１３に示す実施形態は、第１の結晶１３０２に光を集束させるレンズ１３０１を含む。このレンズは、ミラーと置き換えることもできる。そして、ミラー１３０３によって結晶１３０２からの光は集光される。そして、ミラー１３０３からの光は、波長板１３０４を通過して、ミラー１３０５によって集光される。波長板１３０４を用いて光の偏光が修正されうる。しかしながら、若干周波数変換スキームでは、このような偏光修正は不要であり、波長板１３０４は不要である。そして、ミラー１３０５は第２の結晶１３０６に光を集束させる。
【００４９】
図１４に示す設計は、２つより多くの結晶を用いるように、図１３に示す配置を拡張した例をしめす。図１４の実施例は、第１の結晶１４０２に光を集束させるレンズ１４０１を含む。また、このレンズはミラーと置き換えても良い。そして、結晶１４０２からの光はミラー１４０３により集光される。それから、ミラー１４０３からの光は波長板１４０４を通過して、ミラー１４０５により集光される。波長板１４０４を用いて光の偏光を修正しうるが、周波数変換スキームにおいては、偏光の修正は不要な場合があり、波長板１４０４は任意である。そして、ミラー１４０５は第２の結晶１４０６に光を集束させる。結晶１４０２からの光の場合と同様にして、結晶１４０６からの光はミラー１４０７によって集光され、ミラー１４０７からの光は波長板１４０８を通過して、ミラー１４０９によって集光される。波長板１４０８は、光の偏光を修正するために用いられうるが、任意であり、偏光の修正が不要な場合には必要ない。そして、ミラー１４０９は第３の結晶１

４１０に光を集束させる。上述したように、ダイクロイックミラーコーティングも用いられうる。

【００５０】

図１５は、光を集光し、集束させるための少なくとも一つの光学結晶及び光学系を含むエンクロージャの一実施例である。エンクロージャは、図１１～１４に示したものと類似する光学系及び結晶系を含みうる。図１５に示すシステムにおいて、光は、窓１５０１を通ってエンクロージャ内に入射する。前述の実施形態において詳述したように、窓１５０１はフレーム１５０３にシールされる。窓１５０１は、当該窓を透過する、期待波長の光に耐えるために十分に高い損傷閾値を有する材料から製造されることを要する。ＵＶ／ＤＵＶ波長域では、石英ガラス及びフッ化カルシウムがこの窓の用途に非常に適した材料である。

【００５１】

そして、レンズ１５０２によって、光学結晶１５０４に光を集束させる。そして、結晶１５０４からの光は、ミラー１５０５によって集光され、波長板１５０６を通過して、ミラー１５０７によって集光される。必要に応じて、波長板１５０６を用いて光の偏光を修正することができる。それから、ミラー１５０７は第２の結晶１５０８に光を集束させ、そして、光は窓１５０９を経てエンクロージャの外に出る。ブリュースター窓も、上記のように用いられうる。この場合、結晶に集束される光や、結晶から射出される光によって損傷を受けないように、窓は結晶から十分に離間して配置される。

【００５２】

図１６は、光を集光し、集束させるための少なくとも一つの光学結晶及び光学を含むエンクロージャの他の実施例である。このエンクロージャにおいては、図１５に示す設計よりも第２の結晶から離間して射出窓が配置され、ビームを発散させ、窓における光の輝度を低減させることが可能である。これにより、窓の寿命を劇的に長くすることができ、このことは、ＵＶ／ＤＵＶ波長の光が窓を透過するような場合に非常に重要である。エンクロージャは、図１１～１４に示すものと類似の光学システム及び結晶システムを含みうる。

【００５３】

図１６に示すシステムにおいて、光は、窓１６０１を通ってエンクロージャ内に入る。上述したように、窓１６０１はフレーム１６０３にシールされる。窓１６０１は、当該窓を通る光の波長に適した高い損傷閾値を有する材料から作られる。ＵＶ／ＤＵＶ波長域の光においては、石英ガラス及びフッ化カルシウムは、本願のために非常に好適な材料である。そして、レンズ１６０２によって光学結晶１６０４に光が集束される。結晶１６０４からの光は、ミラー１６０５によって集光され、波長板１６０６を通過して、ミラー１６０７によって集光される。必要に応じて、波長板１６０６を用いて光の偏光を修正しうる。それから、ミラー１６０７は第２の結晶１６０８に光を集束させ、その後、窓１６１０を経て光はエンクロージャを出る。ビームを拡散させ、拡張部１６０９を通るビームの輝度を低減させることができるように、窓１６１０は結晶１６０８から離間して配置される。拡張部１６０９は、フレーム１６０３とは別の部品であるか、又はフレーム１６０３と一体成形された部品でありうる。拡張部１６０９がフレーム１６０３とは別の部品である場合には、上述したようなリングシールの技術を用いてシールされる。ブリュースター窓を用いることもできる。この場合、結晶に集束される光や、結晶から射出される光によって損傷を受けないように、ブリュースター窓は結晶から十分に離間して配置される。

【００５４】

図１７は、光学系の集光及び集束がエンクロージャ外で行われる場合における、エンクロージャ内部に光学結晶を含む結晶エンクロージャの他の実施形態である。この実施形態においては、図１１～１４に示すものに類似した光学配置及び結晶配置を用いられうる。複数の結晶を使用するための典型的方法としては、１つの結晶のために一つのエンクロージャと、エンクロージャのない他の結晶とを使用することが考えられる。これらは、複数の集光及び集束レンズと共に用いられるが、結果的にコスト及びサイズが問題となりうる

。通常、複数の結晶を用いるためには、別々の結晶用の支持体、エンクロージャ、及び移動システムを必要とする。これは、関連する集光及び集束レンズと組み合わせて、非常に大きく且つ効果なシステムを構成しうる。多くの周波数変換ステップを用いるので、多くの波長及び偏光の組み合わせを生成しうる。これは、典型的には、多様なコーティングを有する多くの光学系を必要とする。

【００５５】

図１７に示した実施形態では、窓１７０２を経てエンクロージャに入射するＰ偏光の赤外光を伴う。この窓は、本願明細書に記載する技術を用いてフレームにシールされる。この窓は、ブリュースター角に方向付けられ、Ｐ偏光光の反射損失を生じさせない。入射光は光学結晶１７０３に集束される。この位置に用いられうる典型的な結晶は、ＬＢＯ（三ホウ酸リチウム）である。例えば、結晶１７０３は、赤外光を可視波長に周波数倍化する、非臨界位相整合のＬＢＯ結晶でありうる。２つの結晶のうちの１つが非臨界位相整合の結晶であれば、設計が配列に過敏ではなくなるので有利である。この場合、結晶１７０３は、I型位相整合により、ＩＲ光に対して直交偏光された可視光を生成する。窓１７０４は、周波数変換可視光についてのブリュースター角付近に方向付けられる。ミラー１７０５は、結晶１７０３から可視光を集光する。ミラー１７０５及び１７０７は、可視波長については反射性に富み、赤外波長については透過性に富む誘電体コーティングを有しうる。これによって、可視光だけをミラー１７０５で反射させ、残りの赤外光を透過させることが可能になる。

【００５６】

そして、可視光はブリュースター窓１７０４を再び透過し、ミラー１７０７によって集光される前に、フレーム１７０１及びブリュースター窓１７０６を通る。そして、ミラー１７０７は、ブリュースター窓１７０６を経て、可視光を結晶１７０８に集束させる。本実施形態において、結晶１７０８は、ＣＬＢＯ（セシウムホウ酸リチウム）結晶又はＢＢＯ（ホウ酸バリウム）結晶であってもよい。本実施形態において、結晶１７０８は、Ｉ型位相整合により、可視光に対して直交偏光のＤＵＶ光を生成する。それから、ＤＵＶ光及び残りの可視光は、ＤＵＶ波長のブリュースター角に方向付けられた窓１７０９を通過する。外部のダイクロイック・ミラー（図示しない）は、ＤＵＶ光を可視光から分離するために用いられうる。

【００５７】

本実施形態において、結晶１７０３又は結晶１７０８において、他の型の位相整合が用いられうる。これにより、他の偏光が生じ、ブリュースター窓を９０度回転することが必要となる。あるいは、窓は、ほぼ０度の入射角に方向付けられ、反射防止コーティングを施される。この種の変更態様は、当業者によって実施可能であり、本発明に係る設計の一部として考慮される。

【００５８】

図１８は、使用の前に結晶を調整するだけのための結晶エンクロージャを示す。多くの場合、結晶は長時間高温でベークしなければならない。この場合、高温処理に最適化された簡易の結晶エンクロージャを有することは有利である。この配置では、多くの場合、結晶に光を入射させ、結晶からの光を出射させるための窓は不要である。窓が必要無いことにより、ガス放出及び光汚染を生じないように、ガラス及び金属の間を高温シールすることは複雑では無くなる。

【００５９】

図１８のエンクロージャは、金属フレーム１８０１及び光学結晶１８０６を支持する台１８０２を含む。台１８０２は、リングシール１８０３を用いてフレーム１８０２にシールされる。このリングシールは、２つの金属面の間に配置され、本願明細書に記載したあらゆる種類のシール又はシール方法のいずれかを用いることができる。また、リングシールは２つの金属面の間のシールであり、且つ大きなクランプ力を加えることができるので、メタルクラッシュワッシャを用いることも可能である。前述の実施形態において詳述したように、結晶１８０６は、バネ１８０４及びキャップ１８０５を用いて所定位置に保持

される。これにより、結晶にクラックを生じさせるストレスを与えること無く、広い温度範囲で結晶を処理できる。加えて、エンクロージャの内部環境を維持するために、パージガスの吸気口及び排気口が設けられる。

【００６０】

したがって、要約すると、結晶を含む環境制御エンクロージャが提供される。幾つかの実施形態においては、複数の結晶が備えられうる。エンクロージャはエンクロージャ内に結晶を固定するように構成される固定具を含み、エンクロージャ内の温度変化が結晶与えるストレスをごく僅かなものにする。さらに、エンクロージャは、光がエンクロージャ内に入射して、その光が結晶に接するように構成された窓を含み、且つこの窓とエンクロージャの間に形成されたシールを含みうる。

【００６１】

幾つかの実施形態では、エンクロージャに対してフレームが設けられ、エンクロージャからのパージガスのために構成された排気口が設けられうる。加熱又は冷却素子は、エンクロージャ及びエンクロージャ内の一又は複数の結晶の温度を制御するために設けられ、フィードバックを用いて温度を制御する温度読取素子も備えられうる。一又は複数の窓が、ブリュースター角で設けられうる。

【００６２】

結晶は、ローフォーススプリングを含むエンクロージャ内に固定されうる。また、射出窓が備えられうる。窓は石英ガラス又はフッ化カルシウムより製造されうる。エンクロージャは、主位相整合軸に沿って内蔵（built in）角度を調整するように構成されうる。角度調整は、結晶の中心に近接する回転軸を有するゴニオメータによって行われうる。結晶は、周波数混合を行うように構成された非線形結晶であり、これは、ＣＬＢＯ、ＬＢＯ、ＢＢＯ、ＫＢＢＦ、ＣＢＯ、ＫＤＰ、ＫＴＰ、ＫＤ＊Ｐ、又はＢＩＢＯにより形成されうる。

【００６３】

窓及びエンクロージャの間にはシールが備えられ、入射窓をエンクロージャにシールするように構成された、第１のシール及び第２のシールが備えられる場合もある。第１のシールは、高温において低ガス放出の材料から形成される。２次シールは、銀、ステンレス鋼、アルミニウム及びニッケルを含む一群のうちの一つの材料により形成されるリングを含みうる。

【００６４】

光学系はエンクロージャ内部又は外部に備えられ、第１の結晶から光を集光して、第２の結晶に近接して再度集光させるように構成される。複数の結晶を用いる場合、これら複数の結晶はウォークオフ補償及び分散デルタｋ補償を含む一群のうちの少なくとも１つを行うように方向付けられうる。

【００６５】

本願明細書に示す設計及び例示した特定の態様は、本発明を限定するものではなく、むしろ、本発明の示唆及び利益の限りにおいて代替的な構成要素を包含しうる。このように、本発明について特定の実施形態に関して詳述したが、更なる変更態様も可能であることに留意されたい。本願は、典型的には本発明の原理に従うあらゆる変更態様、使用態様、又は適応態様を包含し、且つ、本発明が属する技術分野において周知かつ慣習的な実施の範囲内で本開示から逸脱する態様をも包含するものである。

［適用例１］

結晶を含む環境制御エンクロージャであって、

前記エンクロージャ内の温度変化が前記結晶にごく僅かなストレスを与えるように、前記結晶を前記エンクロージャ内に固定するように構成される固定具と、

前記エンクロージャに光が入射し、該光が前記結晶に接するように構成された窓と、

前記窓及び前記エンクロージャの間に形成されたシールと

を含むエンクロージャ。

［適用例２］

前記エンクロージャからのパージガスのために構成された排気口を更に含む、適用例１に記載のエンクロージャ。
［適用例３］
前記パージガスは不活性ガスを含む、適用例２に記載のエンクロージャ。
［適用例４］
前記不活性ガスの一定割合は酸素を含む、適用例３に記載のエンクロージャ。
［適用例５］
前記不活性ガスは１ｐｐｍ未満の水又は有機不純物を含む、適用例３に記載のエンクロージャ。
［適用例６］
結晶温度を周囲雰囲気より高く上昇させるように構成される加熱素子を更に含む、適用例１に記載のエンクロージャ。
［適用例７］
結晶温度を周囲雰囲気未満に低下させるように構成される冷却素子を更に含む、適用例１に記載のエンクロージャ。
［適用例８］
前記結晶がローフォーススプリングを含む前記エンクロージャ内に固定される、適用例１に記載のエンクロージャ。
［適用例９］
前記結晶に近接して配置される温度読取素子を更に含む、適用例１に記載のエンクロージャ。
［適用例１０］
前記温度読取素子は、前記結晶エンクロージャの温度を比較的一定の温度値に維持するようにフィードバックを生成する、適用例９に記載のエンクロージャ。
［適用例１１］
前記窓は前記エンクロージャに入射する光に対してブリュースター角に方向づけられる、適用例１に記載のエンクロージャ。
［適用例１２］
前記エンクロージャに結合され、前記エンクロージャから光が射出できるように構成された射出窓を更に含む、適用例１に記載のエンクロージャ。
［適用例１３］
前記窓は、石英ガラス及びフッ化カルシウムを含む一群のうちの一つから製造される、適用例１に記載のエンクロージャ。
［適用例１４］
前記エンクロージャは主位相整合軸に沿って内蔵角度を調整するように構成される、適用例１に記載のエンクロージャ。
［適用例１５］
結晶を内蔵するように構成された環境制御エンクロージャであって、
前記エンクロージャ内の温度変化が前記結晶にごく僅かなストレスを与えるように、前記結晶を前記エンクロージャ内に固定するための手段と、
前記エンクロージャに光が入射し、該光が前記結晶に接するように構成された窓と
を含むエンクロージャ。
［適用例１６］
前記エンクロージャは主位相整合軸に対して垂直な内蔵角度調整によって構成される、適用例１５に記載のエンクロージャ。
［適用例１７］
前記角度調整は、前記結晶の中心に近接する回転軸を有するゴニオメータによって行われる、適用例１６に記載のエンクロージャ。
［適用例１８］
前記入射窓を前記エンクロージャにシールするように構成される１次シールを更に含む

、適用例１５に記載のエンクロージャ。
［適用例１９］
前記１次シールは、高温において低ガス放出の材料から形成されるリングを含む、適用例１８に記載のエンクロージャ。
［適用例２０］
前記第１シールと組み合わせて、前記入射窓を前記エンクロージャにシールするように構成された第２シールを更に含み、
前記第２シールは、銀、ステンレス鋼、アルミニウム、ニッケルを含む一群のうちの少なくとも一つを含む金属から形成されるリングを含む、
適用例１８に記載のエンクロージャ。
［適用例２１］
前記結晶は、周波数混合を行うように構成された非線形結晶である、適用例１５に記載のエンクロージャ。
［適用例２２］
前記結晶は、ＣＬＢＯ、ＬＢＯ、ＢＢＯ、ＫＢＢＦ、ＣＢＯ、ＫＤＰ、ＫＴＰ、ＫＤ＊Ｐ、又はＢＩＢＯを含む一群のうちの一つから形成される、適用例２２に記載のエンクロージャ。
［適用例２３］
複数の結晶を含む環境を制御するように構成されるエンクロージャであって、
温度変化の際に、前記各結晶に僅少なストレスを与えるような構成で、前記エンクロージャ内に前記複数の結晶を固定するように構成される固定具と、
光が前記エンクロージャに入り、出られるように構成された窓と
を含むエンクロージャ。
［適用例２４］
前記窓及び前記エンクロージャの間に形成されたシールを更に含む、適用例２３に記載のエンクロージャ。
［適用例２５］
第１の結晶から光を集光し、前記光を第２の結晶に近接して再度集束させるように構成された光学系を更に含む、適用例２３に記載のエンクロージャ。
［適用例２６］
前記光学系はエンクロージャ内に配置される、適用例２５に記載のエンクロージャ。
［適用例２７］
前記光学系はエンクロージャの外に配置される、適用例２５に記載のエンクロージャ。
［適用例２８］
少なくとも一つの結晶が非臨界位相整合する、適用例２３に記載のエンクロージャ。
［適用例２９］
一つの結晶が主位相整合面において調整されるように構成されている、適用例２３に記載のエンクロージャ。
［適用例３０］
前記複数の結晶が、ウォークオフ補償又は分散デルタｋ補償を含む一群のうちの少なくとも一つを行うように構成されている、適用例２３に記載のエンクロージャ。
［適用例３１］
複数の結晶を含む環境を制御するように構成されているエンクロージャであって、
金属フレームと、
取り外し可能な結晶保持具と
を含むエンクロージャ。

【図１】

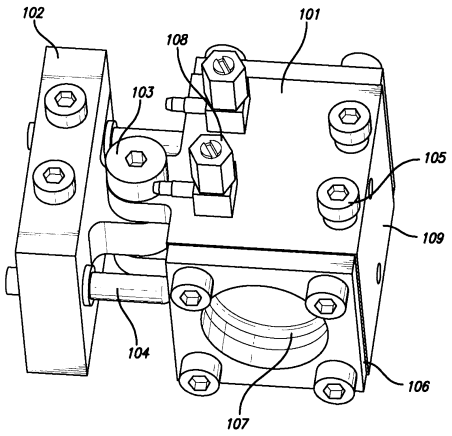


FIG. 1

【図２】

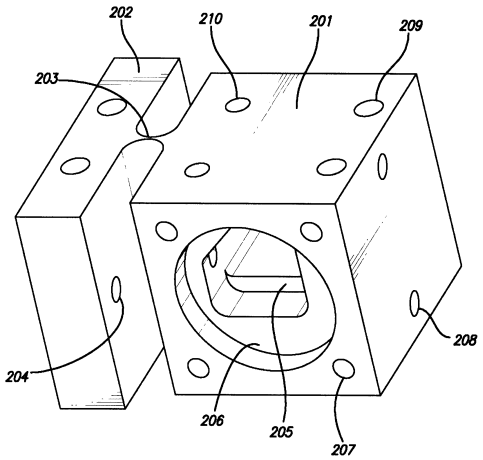


FIG. 2

【図３】

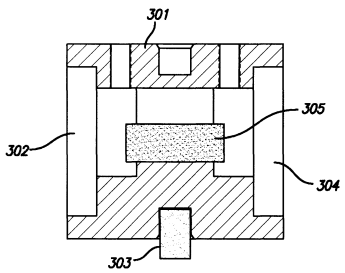


FIG. 3

【図４】

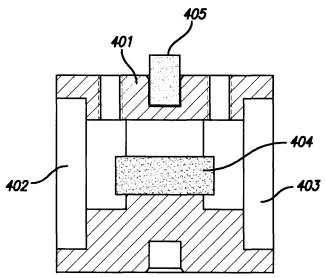


FIG. 4

【図５】

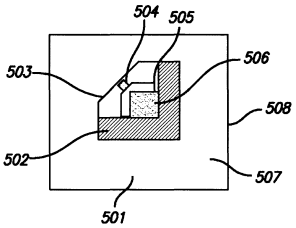


FIG. 5

【図６】

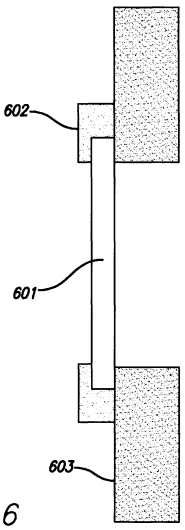


FIG. 6

【図７】

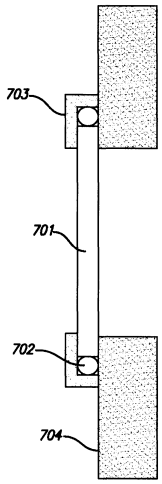


FIG. 7

【図８】

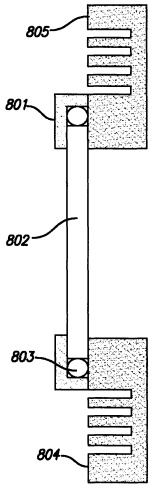


FIG. 8

【図９】

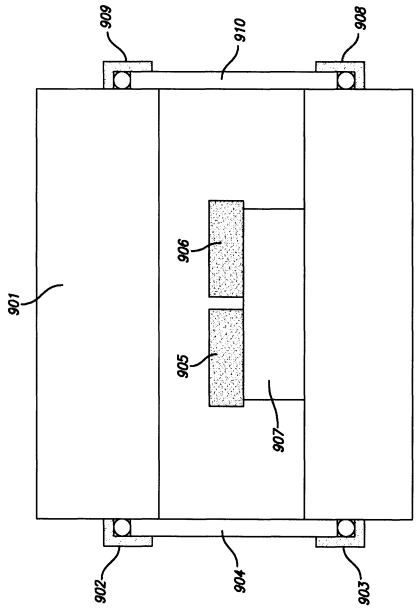


FIG. 9

【図１０】

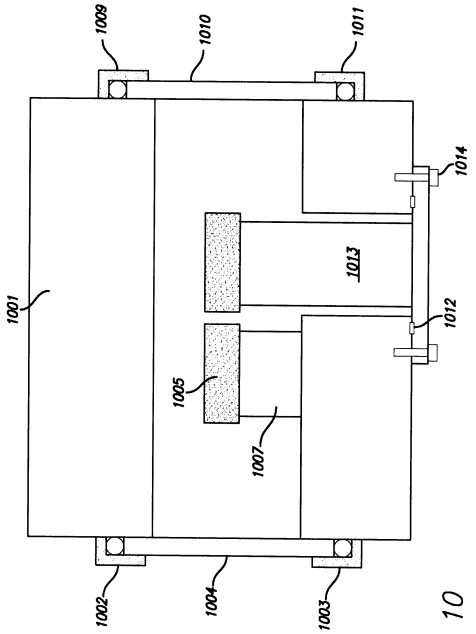


FIG. 10

【図１１】

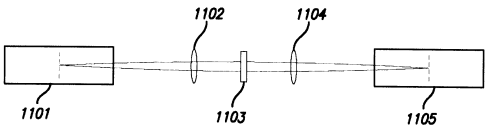


FIG. 11

【図１２】

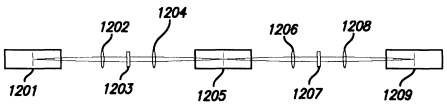


FIG. 12

【図１３】

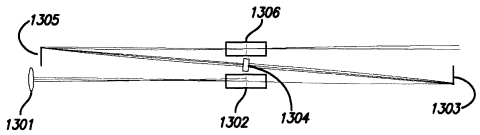


FIG. 13

【図１４】

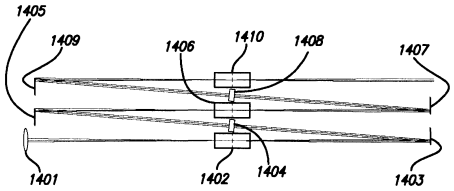


FIG. 14

【図１５】

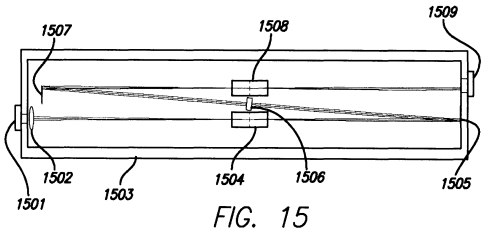


FIG. 15

【図１６】

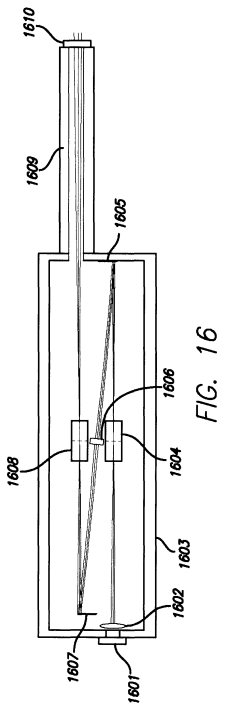


FIG. 16

【図１７】

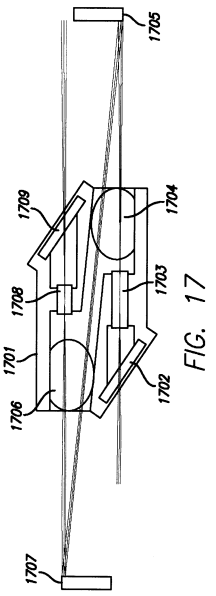


FIG. 17

【図１８】

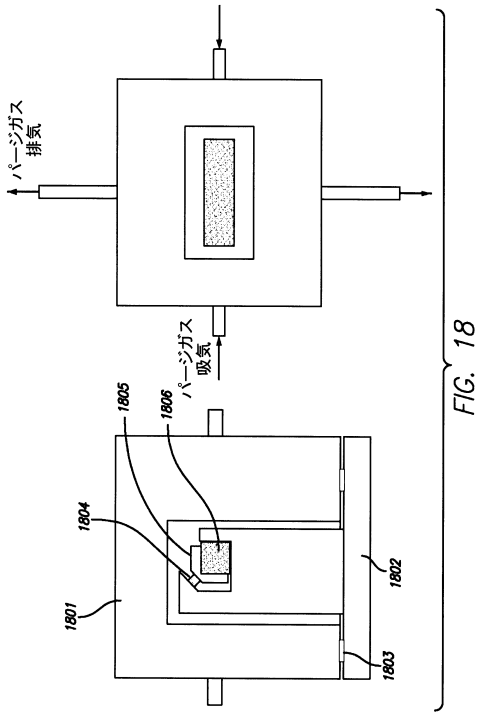


FIG. 18

フロントページの続き

審査官　堀江　義隆

(56)参考文献　特開２００４－２２００５１（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－１７７４６５（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－２７２７０５（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００５／１１６７５１（WO，Ａ１）
特開平０６－０２９５９５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｌ　２１／６６
Ｇ０２Ｆ　１／３７