

(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2013-231981

(P2013-231981A)

(43) 公開日 平成25年11月14日(2013.11.14)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
G02B 5/04 (2006.01) G02B 5/04 F 2H042

審査請求 有 請求項の数 38 O L (全 39 頁)

(21) 出願番号	特願2013-124073 (P2013-124073)	(71) 出願人	505352275 スペースデザイン コーポレーション アメリカ合衆国 テキサス州 77251 -1045 ヒューストン ピーオーボック クス 1045
(22) 出願日	平成25年6月12日 (2013. 6. 12)	(74) 代理人	100092093 弁理士 辻居 幸一
(62) 分割の表示	特願2009-521849 (P2009-521849) の分割	(74) 代理人	100082005 弁理士 熊倉 禎男
原出願日	平成19年7月26日 (2007. 7. 26)	(74) 代理人	100067013 弁理士 大塚 文昭
(31) 優先権主張番号	60/833, 336	(74) 代理人	100086771 弁理士 西島 孝喜
(32) 優先日	平成18年7月26日 (2006. 7. 26)	(74) 代理人	100109070 弁理士 須田 洋之
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

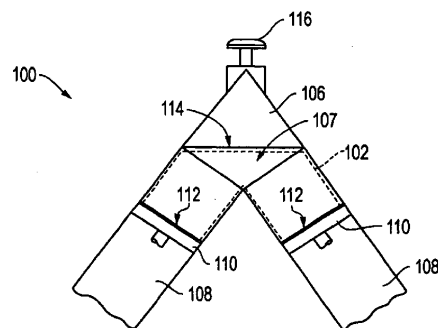
(54) 【発明の名称】 光波によって生じる放射圧を伝達する方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 電磁光波に存在するエネルギーを利用する方法及び装置を提供する。

【解決手段】 特に、光波における放射圧を利用する技術を提供する。光波を伝達又はそうでなければ操作し、及び/又は光波によって生じる放射圧を伝達する方法及び装置も提供する。本発明の一態様では、光波によって生じる放射圧を伝達する方法を提供する。本方法は、最初の透過表面と、各々が最初の透過表面に対してある一定の角度で位置決めされた1対の反射面とを含む近全反射面を有する反射プリズムを位置決めする段階を伴う。次に、光波は、光波が透過表面に対してほぼ垂直であり、かつそれを通過するように反射プリズムの方向に誘導される。光波は、更に、第1及び次に第2の反射面から反射し、透過表面を通じてプリズムを出射する。このようにして、反射する光波によって伝達される放射圧が、プリズムに対して作用する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光波によって生じる放射圧を伝達する方法であって、

透過表面と各々が該透過表面に対してある一定の角度で位置決めされた 1 対の反射面とを含む近全反射面 (N T R S) を有する反射プリズムを位置決めする段階と、

光波を、該光波が前記透過表面に対してほぼ垂直であり、かつそれを通過するように前記反射プリズムの方向に誘導し、それによって該光波が、第 1 及び次に第 2 の反射面から更に反射して該透過表面を通じて該プリズムを出射し、それによって該反射する光波によって伝達された放射圧が、該反射プリズムに対して作用する段階と、

を含むことを特徴とする方法。

10

【請求項 2】

前記反射面は、前記光波が該反射面上で入射角に対してほぼ 90° の角度で反射し、かつ前記プリズムを前記透過表面に対してほぼ垂直な角度で出射するように位置決めされることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記誘導する段階は、前記光波によって伝達される放射圧が前記反射プリズムに対して繰り返して作用するように複数回繰り返されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

光学スイッチと、前記反射プリズム、該光学スイッチ、及び第 2 の反射ミラーを含む閉じ込めチャンバとを更に含み、

20

前記誘導する段階は、光波を前記閉じ込めチャンバ内に導入する段階を更に含み、

前記導入する段階は、該導入した光波を前記第 1 の反射面の方向に誘導し、それによって前記反射プリズムに接触させてそこから反射させ、かつ放射圧をして前記 N T R S に作用させ、それによって該反射した光波が所定の反射光路に沿って移動させられ、それによって該反射光波が、該光波が再度該反射プリズムで反射させられるように、前記第 2 の反射ミラーで反射して該初期反射光路の方向に戻り、かつそれによって該光波が、複数のサイクルにわたって該所定の光路に沿って継続して伝播して、放射圧が、該反射プリズムに対して繰り返して作用する段階を含み、

前記反射面は、前記近全反射面 (N T R S) を有する石英プリズムによって提供される

30

ことを特徴とする請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記光波は、光源から所定の光路に沿って選択的に誘導され、それによって該光波は、該光波が赤方偏移して余熱を低減するように、前記透過表面を通過して前記反射面の各々に対して 45° の角度で反射し、かつ前記プリズムを該透過表面に対してほぼ垂直に出射することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

光波によって生じる放射圧を伝達する方法であって、

光波の伝播を閉じ込めるための閉じ込めチャンバを準備する段階と、

前記閉じ込めチャンバの第 1 の位置に第 1 の反射面を位置決めし、かつ該閉じ込めチャンバの第 2 の位置に第 2 の反射面を位置決めし、それによって該第 1 及び第 2 の反射面の該位置及び向きが予め決められて、少なくとも部分的に所定の反射光路を形成する段階と

40

、
第 1 のプリズムを準備し、該第 1 のプリズムの少なくとも 1 つの面が前記閉じ込めチャンバの境界を形成するように該第 1 のプリズムを位置決めする段階と、

導入される光波を前記第 1 の反射面の方向に誘導し、それによって該第 1 の反射面に接触させ、かつ放射圧をして該第 1 の反射面に作用させ、次に、該第 1 の反射面で反射させ、それによって該反射した光波が、前記所定の反射光路に沿って移動させられ、それによって該反射光波が、該光波が再度該第 1 の反射面で反射させられるように、前記第 2 の反射面で反射して該初期反射光路の方向に戻り、かつそれによって該光波が、複数のサイク

50

ルにわたって該所定の光路に沿って該反射面間を継続して伝播して、放射圧が、該第 1 の反射面に対して繰り返して作用する段階を含む、光波を前記閉じ込めチャンバ内に導入する段階と、

を含み、

前記反射面のうちの少なくとも 1 つは、近全反射面 (N T R S) を有するミラーによって提供される、

ことを特徴とする方法。

【請求項 7】

前記導入する段階は、前記光波が前記 1 つの面を通じて前記閉じ込めチャンバに入射するように前記プリズムの該 1 つ面を開放し、かつ該光波が該閉じ込めチャンバに入射した後に該 1 つの面を遮断することにより、該光波を該 1 つの面を通じて該プリズム内に誘導する段階を含むことを特徴とする請求項 6 に記載の方法。

10

【請求項 8】

第 2 のプリズムを準備して、該第 2 のプリズムの 1 つの面が前記第 1 のプリズムの前記 1 つの面に隣接して位置決めされるように該第 2 のプリズムを位置決めする段階を更に含み、

前記 1 つの面を開放する前記段階は、前記第 1 のプリズムの該 1 つの面を前記第 2 のプリズムの前記 1 つの面に向けて圧縮し、それによって該圧縮された面が、該第 1 及び第 2 のプリズム間の透過インタフェースを形成する段階を含む、

ことを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

20

【請求項 9】

前記第 1 の反射面は、該第 1 の反射面を形成する初期反射面と、該第 1 の反射面から反射する光波が前記プリズムから離れる方向に該反射面上で反射されるように位置決めされた戻り反射面とを有する反射プリズムによって提供され、かつそれによって前記導入する段階は、該初期反射面、該戻り反射面、及び少なくとも前記第 2 の反射面の間の該光波の伝播を引き起こすことを特徴とする請求項 6 に記載の方法。

【請求項 10】

前記プリズムは、可動プリズムであることを特徴とする請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

別の光波に対して前記導入する段階を繰り返し、それによって前記プリズムの前記表面の該光波との繰り返される接触が放射圧をして該可動プリズムを所定の経路に沿って移動させる段階を更に含むことを特徴とする請求項 10 に記載の方法。

30

【請求項 12】

前記 N T R S は、透過表面、前記初期反射面、及び前記戻り反射面を含み、かつ前記光波が、該透過表面を通過することによって前記プリズムに入射し、前記第 1 の反射面及び該戻り反射面から反射し、該透過表面を通じて出射するように該光波に対して位置決めされていることを特徴とする請求項 9 に記載の方法。

【請求項 13】

光波によって生じる放射圧を伝達するための装置であって、

光波の伝播を閉じ込めるように構成された閉じ込めチャンバと、

開放モード及び遮断モードで選択的に作動可能であり、開放モードで光波を前記閉じ込めチャンバに入射させ、遮断モードで該閉じ込めチャンバからの該光波の漏出を阻止する光学スイッチと、

前記閉じ込めチャンバの一端に位置決めされ、かつ近全反射面 (N T R S) を有する反射ミラーと、

を含み、

前記光学スイッチ及び反射ミラーは、該光学スイッチが、前記閉じ込めチャンバ内に該反射ミラーの方向に光波を導入し、それによって該光波が前記 N T R S で反射し、放射圧をして該反射ミラーに作用させるように作動可能であるように位置決めされる、

ことを特徴とする装置。

40

50

【請求項 14】

前記反射ミラーは、初期反射面と戻り反射面とを有する石英プリズムであることを特徴とする請求項 13 に記載の装置。

【請求項 15】

前記プリズムは、透過表面を更に含み、それを通じて光波が該プリズムに入射して前記反射面に接触し、かつそれを通じて光波が該プリズムを出射することを特徴とする請求項 14 に記載の装置。

【請求項 16】

前記反射面の各々は、前記透過表面に対してほぼ 45° に位置決めされることを特徴とする請求項 15 に記載の装置。

10

【請求項 17】

前記反射面は、前記光波が、該反射面上で入射角に対してほぼ 90° の角度で反射し、かつ前記プリズムを前記透過表面に対してほぼ垂直な角度で出射するように位置決めされることを特徴とする請求項 16 に記載の装置。

【請求項 18】

前記ミラーは、複数の N T R S を有することを特徴とする請求項 13 に記載の装置。

【請求項 19】

前記反射ミラーは、同心状に互いに隣接して配置された複数の N T R S を有する石英プリズムであることを特徴とする請求項 18 に記載の装置。

【請求項 20】

プリズムの容積が前記閉じ込めチャンバの一部を形成するように、かつプリズムの 1 つの面が前記光学スイッチに対するゲートを形成するように該閉じ込めチャンバに位置決めされた第 1 のプリズムと、

20

プリズムの面が前記第 1 のプリズムの前記 1 つの面に隣接して位置決めされるように、かつ該第 1 のプリズムとの間のプリズムの圧縮が前記開放及び遮断モード間で前記光学スイッチを作動させるように前記閉じ込めチャンバに隣接した第 2 のプリズムと、

を更に含むことを特徴とする請求項 13 に記載の装置。

【請求項 21】

前記光学スイッチに関連付けられ、かつ前記開放及び遮断モード間で前記第 1 及び第 2 のプリズムの圧縮を駆動するように作動可能な圧電アクチュエータを更に含むことを特徴とする請求項 20 に記載の装置。

30

【請求項 22】

光波によって生じる放射圧を伝達する方法であって、

光波の伝播を閉じ込めるための閉じ込めチャンバを準備する段階と、

近全反射面 (N T R S) を有するミラーを前記閉じ込めチャンバの第 1 の位置に、かつ第 2 の反射面を該閉じ込めチャンバの第 2 の位置に位置決めする段階と、

第 1 のプリズムを準備し、該第 1 のプリズムの少なくとも 1 つの面が前記閉じ込めチャンバの境界を形成するように該第 1 のプリズムを位置決めする段階と、

第 2 のプリズムを準備し、該第 2 のプリズムの 1 つの面が前記第 1 のプリズムの前記 1 つの面に隣接して位置決めされるように該第 2 のプリズムを位置決めする段階と、

40

前記第 2 のプリズムに外部光源からの光波を受光する段階と、

導入される光波を前記 N T R S の方向に誘導し、それによって該 N T R S に接触させて、放射圧をして該 N T R S に対して作用させ、それによって該光波が、所定の反射光路に沿って該 N T R S から反射して前記第 2 の反射面で反射し、該初期反射光路の方向に戻って該 N T R S で反射し、それによって該光波が、該 N T R S に繰り返し接触してそこで反射し、放射圧をしてそこに対して作用させる段階を含む、該光波を前記第 2 のプリズムから前記閉じ込めチャンバ内に導入する段階と、

を含むことを特徴とする方法。

【請求項 23】

前記導入する段階は、

50

前記光波が前記第 1 のプリズムの前記 1 つの面を通じて前記閉じ込めチャンバに入射するように該 1 つの面を開放し、該 1 つの面を開放する該段階が、該第 1 のプリズムの該 1 つの面を前記第 2 のプリズムの前記 1 つの面に向けて圧縮し、それによって該圧縮面が該第 1 及び第 2 のプリズム間の透過インタフェースを形成する段階を含み、かつ該光波が該閉じ込めチャンバに入射した後に該 1 つの面を遮断することにより、該第 1 のプリズムの該 1 つの面を通じて該閉じ込めチャンバ内に該光波を誘導する段階と、

前記開放する段階を含む前記導入する段階を繰り返して、放射圧をして前記ミラーに対して作用させる段階と、

を含む、

ことを特徴とする請求項 2 2 に記載の方法。

10

【請求項 2 4】

前記光波を分割し、前記導入する段階の前に前記第 2 のプリズム内で分割された光波をもたらし、それによって分割後に圧縮ビーム長さを有する光波をもたらし段階を含む、該導入する段階の前に該第 2 のプリズムにおいて前記光波を複数回増倍し、それによって前記閉じ込めチャンバ内に導入される該光波の強度を高める段階、

を更に含むことを特徴とする請求項 2 2 に記載の方法。

【請求項 2 5】

光波によって生じる放射圧を伝達するための装置であって、

近全反射面 (N T R S) を有し、かつ初期透過表面と 1 対の反射面とを有する石英プリズムである反射プリズムと、

20

光波が前記透過表面を通過して前記反射面から反射し、それによって該光波によって伝達された放射圧をして前記 N T R S に対して作用させるように、前記反射プリズムの方向に該透過表面に対してほぼ垂直に該光波を誘導するように位置決めされた光波源と、

を含むことを特徴とする装置。

【請求項 2 6】

前記 N T R S は、前記誘導される光波の経路に対してほぼ垂直に位置決めされた透過表面と、各々が該透過表面に対して 4 5 ° に位置決めされた 2 つの反射面とを含むことを特徴とする請求項 2 5 に記載の装置。

【請求項 2 7】

前記光波源は、前記反射ミラーまで前記透過表面に対して垂直に所定の光路に沿って前記光波を誘導するように選択的に作動可能な光学スイッチを含むことを特徴とする請求項 2 5 に記載の装置。

30

【請求項 2 8】

前記光波の伝播を閉じ込めるように構成された閉じ込めチャンバを更に含むことを特徴とする請求項 2 7 に記載の装置。

【請求項 2 9】

前記光学スイッチは、

プリズムの容積が前記閉じ込めチャンバの一部を形成するように、かつプリズムの 1 つの面が前記光学スイッチに対するゲートを形成するように該閉じ込めチャンバに位置決めされた第 1 のプリズムと、

40

プリズムの面が前記第 1 のプリズムの前記 1 つの面に隣接して位置決めされるように、かつ該第 1 のプリズムとの間のプリズムの圧縮が開放及び遮断モード間で前記光学スイッチを作動させるように前記閉じ込めチャンバに隣接した第 2 のプリズムと、

を含む、

ことを特徴とする請求項 2 8 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本出願は、2 0 0 6 年 7 月 2 6 日出願の米国特許仮出願出願番号第 6 0 / 8 3 3 、 3 3 6 号 (現在係属中) の出願日付の恩典を請求する。上述の出願は、あらゆる目的で引用に

50

よって本明細書に組み込まれており、本発明の開示の一部を成している。

【0002】

本発明は、一般的に電磁光波に存在するエネルギーを利用する方法及び装置に関する。特に、本発明は、光波における放射圧の利用に関する。本発明はまた、光波を伝達又はそうでなければ操作し、及び/又は光波によって生じる放射圧を伝達する方法及び装置に関する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】米国特許仮出願出願番号第60/833、336号

10

【特許文献2】米国特許出願出願番号第10/836、774号

【特許文献3】国際特許出願番号PCT/US2004/008495

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明の一態様では、光波によって生じる放射圧を伝達する方法を提供する。本方法は、最初の透過表面と、各々が最初の透過表面に対してある一定の角度で位置決めされた1対の反射面とを含む近全反射面を有する反射プリズムを位置決めする段階を伴う。次に、光波は、光波が透過表面に対してほぼ垂直であり、かつそれを通過するように反射プリズムの方向に誘導される。光波は、更に、第1及び次に第2の反射面から反射し、透過表面を通じてプリズムを出射する。このようにして、反射する光波によって伝達される放射圧が、プリズムに対して作用する。

20

【0005】

別の態様では、光波によって生じる放射圧を伝達するための装置を提供する。装置は、光波の伝播を閉じ込めるように構成された閉じ込めチャンバ、並びに開放モード及び遮断モードで選択的に作動可能な光学スイッチを含む。開放モードでは、光学スイッチは、光波を閉じ込めチャンバに入射させ、遮断モードでは、光学スイッチは、閉じ込めチャンバからの光波の漏出を阻止する。装置は、更に、閉じ込めチャンバの一端に位置決めされた反射ミラーを含む。反射ミラーは、近全反射面を有する。光学スイッチ及び反射ミラーは、光学スイッチが反射ミラーの方向に閉じ込めチャンバ内に光波を導入するように作動可能であるように、かつ光波が近全反射面に対して反射し、放射圧をして反射ミラーに作用させるように位置決めされる。

30

【0006】

別の態様では、光波によって生じる放射圧を伝達するための装置を提供する。装置は、近全反射面(NTRS)を有する反射プリズムを含み、反射プリズムは、透過表面及び1対の反射面を有する石英プリズムである。装置は、光波が透過表面を通過して反射面から反射し、それによって光波によって伝達された放射圧をしてNTRSに作用させるように、反射プリズムの方向に、かつ透過表面に対してほぼ垂直に光波を誘導するように位置決めされた光波源も含む。

【0007】

40

本発明の別の態様では、光波を伝達及び/又はそうでなければ操作する方法及び装置を提供する。本発明の別の態様では、インタフェースによって及び/又はインタフェースを通じて光波を伝達する方法及び装置を提供する。より具体的には、本発明は、開放と遮断(又は、透過と反射の状態又はモード)の間でインタフェースを作動させる、すなわち、切り換える方法及び装置を提供する。好ましくは、切り換え作動は、インタフェースの全屈折率を操作する段階を伴う。好ましいモードでは、本方法は、圧縮によって境界インタフェースを排除する段階を伴う。

【0008】

本発明のこれら及び他の特徴及び利点は、以下の好ましい実施形態の詳細説明及び図面から当業者には明らかであろう。

50

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1A】光波に付随する放射圧を利用するための光子エンジンのような装置を概略的に例示する図である。

【図1B】光波に付随する放射圧を利用するための光子エンジンのような装置を概略的に例示する図である。

【図2】図1の装置と共に使用するのに適するピストンアセンブリの概略図である。

【図3】代替の光子エンジンの概略図である。

【図4a】光子エンジンと共に用いることができるプリズムの図である。

【図4b】光子エンジンと共に用いることができるプリズムの図である。

10

【図5】更に別の装置の概略図である。

【図6a】代替装置及びこの装置を作動させる方法を示す略平面図である。

【図6b】図6aの装置の側立面図である。

【図7A】エンジンの様々な構成要素及び／又は段の作動及び構造の概略図である。

【図7B】エンジンの様々な構成要素及び／又は段の作動及び構造の概略図である。

【図7C】エンジンの様々な構成要素及び／又は段の作動及び構造の概略図である。

【図7D】エンジンの様々な構成要素及び／又は段の作動及び構造の概略図である。

【図7E】エンジンの様々な構成要素及び／又は段の作動及び構造の概略図である。

【図7F】エンジンの様々な構成要素及び／又は段の作動及び構造の概略図である。

【図7G】エンジンの様々な構成要素及び／又は段の作動及び構造の概略図である。

20

【図7H】エンジンの様々な構成要素及び／又は段の作動及び構造の概略図である。

【図8】エンジン及びエンジン作動の主な段／構成要素の概略図である。

【図9】光増倍器の概略図である。

【図10】光増倍器によって発生する増幅ビームの図である。

【図11】光スイッチの様々なモード又は段の図である。

【図12A】光スイッチの性能を示すグラフである。

【図12B】光スイッチの性能を示すグラフである。

【図13A】代替実施形態による可動プリズムの平面図である。

【図13B】図13Aを切った断面図である。

【図14A】プリズムの表面と光ビームの間の相互作用を示す可動プリズムの図である。

30

【図14B】代表的なエネルギーパッケージが進む時に通る関与媒質の図である。

【図15】例示的な時間的光線追跡の連続図である。

【図16】例示的な時間的光線追跡のフラット・ランド図である。

【図17】関与媒質領域の例示的な制御容積表現の図である。

【図18】例示的な光子エンジン及びそれに対する光線経路の図である。

【図19】代替の例示的光子エンジン及びそれに対する光線経路の図である。

【図20A】図19のエンジンに対する代替の光スイッチの概略図である。

【図20B】図19のエンジンに対する代替の光スイッチの概略図である。

【図20C】図19のエンジンに対する代替の光スイッチの概略図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0010】

本出願は、米国特許出願出願番号第10/836、774号及び国際特許出願番号PCT/US2004/008495に関連し、これらの開示内容は、あらゆる目的で引用によって本明細書に組み込まれている。これらの開示内容の実質的な部分は、本明細書の詳細説明に提供しており、本発明の様々な態様に対する背景及び前後関係としての役割を達成する。

【0011】

本発明以前の装置及び／又は方法を示すために図1～7を提供する。本発明による装置及び方法を示すために図8～20を紹介する。本発明の様々な態様をこれらの付加的な図内に例示する。

50

【0012】

一般的に、本発明は、光波固有の又は光波から取得可能な放射圧の利用に関する。放射圧源は、光源によって供給されるか、又はより具体的には、光源から本発明の装置の中又は内に誘導される伝播する電磁波によって供給される。本発明はまた、一般的に、そのような光波を伝達又はそうでなければ操作する方法及び装置に関する。本発明の光子エンジンの作動は、本発明のこの態様の採用を伴っている。一般的に、電磁波は、切り換えモードで機能する少なくとも1つの作動可能プリズムを通じて閉じ込めチャンバ内に誘導される。好ましい実施形態では、1次プリズム及び2次プリズムが用いられ、相互に作動して、第1のプリズムに入射する光を反射すること又は光を閉じ込めチャンバ内へと通過させることのいずれかを行う光スイッチ注入弁が形成される。

10

【0013】

光スイッチの作動(図1~7に関して下記に解説する)は、2つの個々の媒体(すなわち、プリズム)をこれらの媒体が1つの媒体として作用するようにインタフェースに沿って圧縮することができるという光学現象に基づいている。最初に、光は、1次プリズムに所定の角度で導入される。光スイッチが遮断又は非作動モードにある時には、光は、1次プリズムの背面又は壁で反射する。スイッチを開放し、作動モードに入れるために、1次及び2次プリズム、すなわち、第1及び第2の個々媒体は、外部駆動デバイスの作動によって互いに対して圧縮される(又はより具体的には、2次プリズムが、1次プリズムに対して又はそれに向かって圧縮する)。この圧縮を行う上で、2つのプリズムの境界、すなわち、共通面は除去され、2つの媒体は1つの媒体として機能する。一般的に、この境界は、プリズム材料とは異なる屈折率を有する空隙又は真空によって形成するか、又は設けることができる(遮断モードにおいて)。従って、第1のプリズム内に誘導された光は、第2のプリズムとの境界を通過し、第2のプリズムを通過して閉じ込めチャンバに入射する。光が、閉じ込めチャンバ内に移動可能に装着された反射ミラーに対して垂直な角度で閉じ込めチャンバに入射し、その後閉じ込めチャンバ内で伝播するように、光を1次プリズムに所定の角度で誘導することは更に有利である。

20

【0014】

光が閉じ込めチャンバ内に閉じ込められると、光スイッチは遮断される。すなわち、閉じ込めチャンバ内の光波又は光は、柱列構造を維持し、閉じ込めチャンバ内で連続して伝播する。より厳密には、閉じ込められた光は、第1の反射ミラーにおいて垂直な角度で反射し、次に、2次プリズムの面に対してほぼ45°の角度又は他の所定の角度で反射し、更に第2のミラーにおいて同じく垂直な角度で反射する。これらの3つの反射は、既知の所定の時間フレーム内で繰り返される完全なサイクルを構成する。また、時間フレームは、好ましくは、開放モード及び遮断モード間の光スイッチの作動頻度の1/2に対応する。各サイクル中に、放射圧が2つのミラー表面へ又は2つのミラー表面によって伝送され、それによって光波のエネルギーが機械的仕事、すなわち、ミラーの移動に変換又は転換されるように、光は、3つの反射面の間で高速度で循環する。好ましい実施形態では、ミラーは、エンジンとして作動するようにピストンに作動的に接続され、シリンダアセンブリ(シリンダは、好ましくは、光を吸収しない)内に収容される。

30

【0015】

本発明の説明を容易にするために、ある一定の概念の簡単な説明を最初に提供する。

40

【0016】

本発明の方法の対象物である光波は、電磁波である。電磁波は、線形運動量を輸送し、これは、ある一定の表面上に、その表面を電磁波上の光で照射することによって機械的圧力を及ぼすことを可能にする。この圧力は、個々の光の光子に対しては小さいことを理解すべきである。しかし、十分な数の光子が与えられると、有意な機械的圧力を得ることができる。

【0017】

マクスウェル(J.C.)は、完全に吸収される平行な光ビームに対して結果として生じる運動量 p は、エネルギー U を光の速度 c で割ったものであることを示している。

50

【 0 0 1 8 】

(式 1)

$$p = \frac{U}{c}$$

【 0 0 1 9 】

光ビームが完全に反射された場合には、反射への垂直入射において結果として生じる運動量は、全吸収値の 2 倍である。

【 0 0 2 0 】

(式 2)

$$p = \frac{2U}{c}$$

10

【 0 0 2 1 】

これらの例は、運動量移行におけるスペクトルの 2 つの端部を表している。一端では、完全に吸収されたビームは、完全非弾性の場合を明示し、この場合は粒子が共に粘着し、大部分の運動エネルギーは、一般的に熱エネルギー又は変形のような別の形態のエネルギーへと損失する。スペクトルの他端では、完全に反射されたビームは、運動エネルギーが保存される完全な弾性衝突を明示する。

【 0 0 2 2 】

図 2 を参照して、以下の数節は、本発明による装置及び方法、すなわち、エンジンによって達成されるパワーの計算を提供する。この計算は、力 (F)、時間 (T)、仕事 (W)、及びパワー (P) という 4 つの区域に分割することができる。

20

【 0 0 2 3 】

マクスウェル [2] は、入射に対して垂直の角度で全反射する平行光ビームに対して、結果として生じる運動量 p は、エネルギー U を 2 倍し、光の速度で割ったものであることを示している。

【 0 0 2 4 】

(式 3)

$$p = \frac{2U}{c}$$

30

【 0 0 2 5 】

この圧力は、ビームをその初期長さ l_i から圧縮長さ l_c へと圧縮することによって増倍することができる。増倍されたビームは、初期放射圧 p_0 を有して時間 0 (ゼロ) において光子エンジン閉じ込めチャンバに入射し、この放射圧 p_0 は、次式によって求められる。

【 0 0 2 6 】

(式 4)

$$p_0 = \frac{l_i p}{l_c}$$

40

【 0 0 2 7 】

放射圧の変化は、反射率 (関与媒質による吸収を含む)、可動反射面によって引き起こされる赤方偏移、及び光スイッチによる透過率によって説明することができる。

【 0 0 2 8 】

(式 5)

$$p_1 = \rho_m \tau_e p_0 \frac{c - v_1}{c}$$

【 0 0 2 9 】

50

上述の式を任意の時間 n へと一般化すると、跳ね返り n に対する放射圧 p_n は、次式によって求められる。

【 0 0 3 0 】

(式 6)

$$p_n = \rho_m^n \tau_s^n P_0 \left(\left(\frac{c - v_{n-1}}{c} \right)! \right)$$

【 0 0 3 1 】

ビームがミラー上に入射する時間は、赤方偏移の関数である。各赤方偏移の後にビーム長さは増加し、それによって入射時間が増大する。

10

【 0 0 3 2 】

(式 7)

$$l_1 = l_0 + v_0 t_0 \Rightarrow t_1 = t_0 \frac{c}{c - v_0}$$

【 0 0 3 3 】

上式を任意の時間 n へと一般化すると、入射時間は、次式で示される。

【 0 0 3 4 】

(式 8)

$$t_n = t_0 \left(\left(\frac{c}{c - v_{n-1}} \right)! \right)$$

20

【 0 0 3 5 】

任意の時間 n におけるピストンヘッドの速度増加 v_n は、次式によって計算される。

【 0 0 3 6 】

(式 9)

$$\Delta v_n = \frac{\rho_n \tau_n P_{n-1} A_m}{m} t_{n-1}$$

【 0 0 3 7 】

時間 z における速度 v_z は、時間 0 から z にわたって v の総和を取ることで計算される。

30

【 0 0 3 8 】

(式 1 0)

$$v_z = \sum_{n=1}^z \Delta v_n + v_0 = \sum_{n=1}^z \frac{\rho_n \tau_n P_{n-1} A_m}{m} t_{n-1} + v_0$$

【 0 0 3 9 】

(式 1 1)

$$v_z = \frac{\rho_m \tau_s A_m}{m} \sum_{n=1}^z P_{n-1} t_{n-1} + v_0$$

40

【 0 0 4 0 】

(式 1 2)

$$v_z = \frac{\rho_m \tau_s A_m}{m} \sum_{n=1}^z \rho_m^n \tau_s^n P_0 \left(\left(\frac{c - v_{n-1}}{c} \right)! \right) t_0 \left(\left(\frac{c}{c - v_{n-1}} \right)! \right) + v_0$$

【 0 0 4 1 】

(式 1 3)

$$v_z = \frac{\rho_m \tau_s A_m}{m} p_0 t_0 \sum_{n=1}^z \rho_m^n \tau_s^n + v_0$$

【 0 0 4 2 】

光子エンジンによって発生する仕事Wは、次式によって計算される。

【 0 0 4 3 】

(式 1 4)

$$W = \frac{1}{2} m (v_z^2 - v_0^2)$$

【 0 0 4 4 】

(式 1 5)

$$W = \frac{1}{2} m \left(\left(\frac{\rho A_m}{m} p_0 t_0 \sum_{n=1}^z \rho_m^n \tau_s^n + v_0 \right)^2 - v_0^2 \right)$$

【 0 0 4 5 】

総和は、べき級数解を用いて書き直すことができる。その結果は、短い形式の支配的仕事方程式である。

【 0 0 4 6 】

(式 1 6)

$$W = \frac{1}{2} m \left(\left(\frac{p_0 A_m t_0}{m} \left(\frac{1 - (\rho_m \tau_s)^z}{1 - \rho_m \tau_s} \right) + v_0 \right)^2 - v_0^2 \right)$$

【 0 0 4 7 】

ここで図 1 ~ 7 に移ると、これらの図は、本発明による装置のいくつかの実施形態を示している。具体的には、図 1、3、5、及び 7 の各々は、本発明による例示的光子エンジン、及びこの光子エンジンと共に用いるための同じく本発明による様々なデバイスを示している。また、これらの図は、本発明による光波を伝達するか又はそうでなければ操作するためのデバイスも示している。本発明のデバイスのうちの 1 つは、圧縮境界光スイッチである。これらのデバイスのうちの別のものは、中に導入される光波の強度を高めるために、この光波を増倍又は分割することができる（すなわち、閉じ込めチャンバ内への導入の前に）1 次プリズムである。

【 0 0 4 8 】

図 1 は、各々が本発明により光又は光波を操作又はそうでなければ伝達し、及び / 又は放射圧を利用して機械的仕事を発生させるシステム及び / 又は装置 1 0 0 の概略図である。特に、装置 1 0 0 は、装置 1 0 0 内に導入されるか、又は装置 1 0 0 によって操作される光波によって生じる放射線を利用する光子エンジン 1 0 0 である。好ましくは、本発明の光子エンジン 1 0 0 は、光波を受光するための 1 次プリズム 1 0 6、1 次プリズム 1 0 6 と作動的及び集合的に関連付けられた 2 次プリズム 1 0 7、及び閉じ込めチャンバ 1 0 2（図 1 の破線で示している）を含む。1 次プリズム 1 0 6 及び 2 次プリズム 1 0 8 は、面と面で（又は、壁と壁で）当接し、圧縮境界インタフェース 1 1 4 を形成するように置かれる。上記に簡潔に解説したように、インタフェース 1 1 4 は、1 つのモードにおいて、実際には 2 つの面の間に閉鎖可能又は圧縮可能な空気又は真空の間隙を含むことができ、これに対しては、図 1 a 及び 1 b に関連してより詳しく解説する。

【 0 0 4 9 】

例示的光子エンジン 1 0 0 は、ピストンハウジング又はシリンダ 1 0 8、ピストンアセンブリ 1 1 0、及び反射ミラー 1 1 2 の実質的に同一の対を更に含む。閉じ込めチャンバ 1 0 2 は、2 次プリズム 1 0 7 の前面、シリンダ 1 0 8、及びミラー 1 1 2 によって形成される。高反射ミラー 1 1 2 は、可動ピストン 1 1 0 の平坦な表面上に装着される。ミラー 1 1 2 及びピストン 1 1 2 は、シリンダ 1 0 8 内を一緒に進む。下記において更に説明

10

20

30

40

50

することになるが、ピストンアセンブリ 110 は、クランクシャフトアセンブリなどと機械的に接続することができる。

【0050】

図 1 から明らかなように、反射ミラー 112 及びピストンアセンブリ 110 の移動は、閉じ込めチャンバ 102 の容積が、2 次プリズムの少なくともいずれかの側で増大又は減少することを可能にする。好ましくは、ミラー 112 は、同調して移動することになる（より大きなピストン/クランクシャフトアセンブリの一部として）。更に、1 次プリズム 106 と 2 次プリズム 107 の間の圧縮境界 114 は、同じく本発明による光スイッチによって制御される。上述のように、光スイッチは、空隙の閉鎖を駆動して（圧縮により）光が閉じ込めチャンバ 102 内へと通過することを可能にする圧電駆動機構 116 を用いて作動させることができる。従って、駆動機構 116 の作動は、制御された方式で光スイッチ 114 の開放及び遮断モードを決める。

10

【0051】

好ましくは、光子エンジン 100 は、1 次プリズム 106 及び 2 次プリズム 107 において石英材料を利用する。より具体的には、光子エンジン 100 は、圧電効果及び内部全反射（TIR）という石英の性質の 2 つの基本的な原理に基づいて作動する圧縮境界光スイッチを提供する。圧電効果は、石英が電界内に配置された時に発生する。具体的には、石英は、電界の存在の中で膨張する。石英の結晶構造は、3 つの主軸 X、Y、Z を有する。結晶構造の X 軸に沿って方向付けられた電界を配置することにより、石英は、電界の方向に基づいて膨張又は収縮することになる。電界が X 軸に沿って圧縮を生じる場合には、石英は、Y 軸に沿って又は Y 軸において膨張することになる。膨張中に Y 軸に沿って石英を拘束することにより、石英内で Y 軸に沿って応力が発生する。X 軸に沿って方向付けられた電界によるこの応力の発生、及びその結果として生じる Y 軸における歪みは、2 つの石英（すなわち、1 次プリズム 106 及び 2 次プリズム 107）を圧縮するのに利用される。

20

【0052】

図 1 a は、遮断又は非作動モードにある間の圧縮境界インタフェース 114 の詳細図を示している。このモードでは、1 次プリズム 106 の背面 106c は、2 次プリズム 107 の前面 107c から分離している。スネルの法則及び入射角が与えられると、両方のプリズムの屈折率は、開放モードにおける光スイッチの作動を容易にするのに十分に類似である（例えば、好ましくは、互いに約 5% から約 20% の範囲内）。また、両方のプリズムにおける屈折率は、遮断モードにおける光スイッチの作動を容易にするのに十分に空隙（又は空間）と異なっている。その結果、空隙 170 が、2 つの面 106c、107c の間に設けられる。ここの説明では、空隙 170 及び面 106c、107c を指す上で圧縮境界又はインタフェース 114 を用いる。また図 1 A は、石英又は 1 次プリズム 106 の座標又は軸 X、Y を示している。一般的に、空隙 170 は、遮断又は非作動モードで約 2000 ナノメートルから 50 ナノメートルの深さ、より好ましくは、約 1000 ナノメートルから 100 ナノメートルの間の深さを有することになる。

30

【0053】

図 1 b は、圧電駆動機構 116 の作動を受けた圧縮境界 114 の圧縮を示している。その結果、電界の印加又は励起を受けて、空隙 170 は、約 100 ナノメートル～0 ナノメートルへと圧縮される。上述のように、電界の印加は、X 軸線方向の収縮を生じ、この収縮により、Y 方向に応力が発生する（石英材料又は面 106c が Y 方向に膨張することが阻止される結果として）。好ましくは、駆動機構 116 の適用は、1 次プリズム 106 及び 2 次プリズム 107 の両方、又はより具体的には面 106c 及び 107 の両方に対して行われることになる。好ましくは、空隙 170 は、約 100 ナノメートル～約 0 ナノメートル、より好ましくは、約 50 ナノメートル～約 0 ナノメートルの深さへと圧縮されることになる。

40

【0054】

更に、図 1 a 及び 1 b を本発明による 1 次プリズム 106 及び / 又は圧縮境界 170 を

50

通じての光波 A A の伝達を示すために用いる。図 1 a では、光波 A A は、約 45° の入射角で背面 106c に衝突する。空隙 170 によって同様に与えられる屈折率に起因して、光波 A A は、TIR によって入射角に対してほぼ 90° の方向に反射する。図 1 b では、空隙 170 が実質的に排除され、2 次プリズム 107 の石英材料が 1 次プリズム 106 のものと実質的に同様であるから、2 つの面 106c、107c は、ただ 1 つの媒体として機能する。すなわち、異なる屈折率の効果（空隙 170 によって与えられる）が排除される。従って、光波 A A は、遮られることなく面 106c 及び 2 次プリズム 107 の面 107c を通過する。

【0055】

スネルの法則は、放射線又は電磁波が一方の媒体から他方の媒体へと通過する時の効果を説明する。その結果として生じる角度は、両方の媒体の屈折率における入射角の関数である。スネルの法則の結果が虚数であった場合には、電磁波は TIR である。本発明による光子エンジン 100 は、この現象を利用して、光波を 1 次プリズム内に閉じ込める（更に別の実施形態に関連して説明するように）。

【0056】

圧電圧縮による TIR と TIR 境界の除去とのカップリングにより、本発明による光スイッチを提供する。停止モードでは電圧が印加されず、光は TIR であり、閉じ込めチャンバ 112 の外側に留まる。電圧が印加された時、光スイッチは作動モードであると呼び、TIR 境界は除去される。それにより、光波は、圧縮境界又はインタフェース CC を通過して閉じ込めチャンバ 112 内に入ることが可能になる。従って、本発明の方法の重要な段階は、光を捕捉又は閉じ込めるように、光スイッチをオンに作動して、次に迅速にオフにすることである。

【0057】

好ましくは、駆動機構 116 は、信号を圧電石英又はプリズム 106、107 に送信する高電圧、低電流（ほぼ静電的）の電源を含む。機械的接続は、例えば、1 次及び 2 次プリズム 106、107 の適切な面に付着された銅板によって設けられる。駆動機構は、非常に迅速な（ギガヘルツ）パルスでの切り換えを達成するために電界効果トランジスタを更に含む。最も好ましくは、パルスは、ナノ秒で開き、次にミリ秒で停止する。

【0058】

図 2 は、ピストン 210 及びミラー 212 を含む可動アセンブリの一実施形態の概略図である。このアセンブリは、質量 m （及び特定の面積）及び反射率 によって特徴付けられる。作動時には、ミラー表面は、圧縮境界 214 を通じて 2 次プリズム 207 内に透過する放射線による距離 d にわたる光束 p_1 によって照射される。放射圧 p は、ミラー 212 及びピストンアセンブリ 210 に対して作用する機械的力を集合的に発生させる。

【0059】

ここで図 3 に移ると、本発明による代替実施形態の光子エンジン 300 が例示されている。同様の要素を指す上で同様の参照番号を用いている図示の変形では、1 次プリズム 306 は、2 次プリズム 307 に隣接して位置する。特に、1 次プリズム 306 の背面 306c は、2 次プリズム 307 の前面 307c から分離され、1 次プリズム 306 と閉じ込めチャンバ 302 の間に圧縮境界インタフェース 314 が形成される。この実施形態では、境界インタフェース 314 は、八角形断面のスイッチ要素を形成する。設計及び作動の全ての他の態様では、光子エンジン 300 は、図 1 に示しているものと実質的に同様である。図 1 の光子エンジン 100 と同様に、光子エンジン 300 は、1 対のシリンダ 308、その中に移動可能に収容されたピストン 310、及びピストン 310 の上に装着された高反射ミラー 312 を含む。

【0060】

図 4 a 及び 4 b は、本発明における 1 次プリズムとしての使用に適する様々な幾何学構成のプリズム 406 を示している。好ましくは、プリズム 406 は、1.45 よりも大きい屈折率を有する結晶石英材料で作られる。実際には、光波がそこを通過するか、又はそこから反射することになる高度に研磨された表面を形成することが重要である。図 4 のプ

10

20

30

40

50

リズム 406 では、面 A、B、及び C が、この目的で研磨される。

【0061】

図 5 は、本発明により放射エネルギーを異なる形態のエネルギー又は仕事へと変換するためのシステム 501 の概略図を示している。システム 501 は、上述のように光子エンジン 500 を利用する。更に、システム 501 は、「3M (登録商標)」の放射光膜によって覆うか又は被覆することができる内側放物表面を有する 1 次集光ミラー 541 を利用する。システム 501 は、少なくとも、1 次集光装置 541 の上方に装着され、1 次集光装置 541 の内側放物表面から反射する光波を反射するように位置決めされた 2 次集光装置ミラー 540 を更に含むか又は利用することができる。2 次集光装置 540 は、より小さい表面によって特徴付けられるが、有利な態様においては、外面上を「3M (登録商標)」の放射光膜で覆うか又は被覆することができる。このシステムには、2 次集光装置ミラー 540 及び 1 次集光装置ミラー 541 からの集中光を光子エンジン 500 に伝達するための光誘導器 545 を更に装備することができる。好ましくは、システム 501 は、スタンド及び基部アセンブリ 544、並びにシステム 501 を放射線源に向って方向付けするための指向コントローラ 543 を含むことになる。

10

【0062】

図 6 a 及び 6 b は、本発明の光子エンジンの変形、特に多シリンダ光子エンジン 600 を更に例示する概略図である。またこれらの 2 つの図は、本発明のエンジン 600 の作動も例示している。図 6 a は、同調して往復運動する 2 つのシリンダ 608、608' を含むエンジン 600 の正面図を提供している。図 6 b の側立面図には、光子エンジン 600 の一方の側の 4 つのシリンダ 608 を示している。シリンダ 608 は、クランクシャフトアセンブリ 611 に作動的に接続したピストンアセンブリ 610 の進行を可能にする。

20

【0063】

図 6 a に移ると、光子エンジン 600 は、八角形状の 2 次プリズム 607 に背面及び前面 606 c、607 c それぞれによって少なくとも部分的に形成された圧縮境界インタフェース 614 を通じて隣接して位置決めされた同様の形状の 1 次プリズム 606 を含む。2 次プリズム 607 は、シリンダ 608、608'、及び従ってシリンダ 608、608' の各々内のミラー 612 及びピストン 610 と連通する。図 6 b の側立面図には、4 つの 1 次プリズム 606 及び 4 つの 2 次プリズム 607 を示しており、各対は、1 対又は 1 列のシリンダ 608 及びピストン 610、並びにシリンダ 608 内に位置するクランクアセンブリ 611 と作動的に関連付けられる。

30

【0064】

図 6 a に移ると、圧縮境界インタフェース 614 は、プリズム圧電駆動機構 616 によって作動的に駆動されて、上述のように圧縮境界光スイッチ (CBLS) の開放又は遮断を作動する。図 6 a では、光スイッチが遮断位置にあることを示すために、614 a によって表しているインタフェースを用いており (破線で)、一方で光スイッチが遮断位置にあることを表すために、参照番号 614 b を用いている。図 6 a は、光子エンジン 600 の外部に設けられた光波源 617 を更に例示している。光波 617 は、最初に集光装置ミラー 618 によって捕捉又は集中され、1 次プリズム 606 内へと瞬間放射線として再方向付けされる (矢印 AA を参照されたい)。光波 AA は、背面 606 c に約 45° の入射角で衝突する。光スイッチが遮断位置 (破線及び参照番号 614 a によって表している) にある場合には、光波 AA は、インタフェース 614 a で反射し (破線を参照されたい)、プリズム 606 の別の面を通じて再方向付けされる (そして 1 次プリズム 606 を出射する)。

40

【0065】

インタフェース 614 が開放位置 (実線及び 614 b によって表している) にある時には、光波 AA は、インタフェース 614 b を通じて進み、矢印 AA' によって示しているように、閉じ込めチャンバ 602 に入射し、背面 606 に衝突する。更に、プリズム 606 及び 608 は、光波 AA' が閉じ込めチャンバ 608 内に入射し、シリンダ 608 内に真っ直ぐに誘導されるように構成される。すなわち、光波 AA' は、好ましくは、ほぼ垂

50

直な角度でミラー表面 6 1 2 に接触し、その結果、高度の反射率が得られる。例示しているように、反射光波は、開放インタフェース 6 1 4 b に向ってほぼ真正面に反射して戻るが、この時にインタフェースは遮断位置にあり、反射光波は、約 45° の角度でインタフェースに衝突する。従って、反射光波 A A' は、遮断インタフェース 6 1 4 b で閉じ込めチャンバ 6 0 2 の第 2 のシリンダ 6 0 8 の方向に反射する。上述のように、反射光波 A A' は、同様にほぼ垂直の向きで第 2 のミラー 6 1 2 に衝突し、垂直の向きで反射して戻る（高度の反射率で）。従って、光波 A A' は、光波 A A' が第 2 のミラー 6 1 2 に達するまでに進んだ同じ経路に沿って反射する。1 つの点では、所定の光路は、構成要素の中でも特にプリズム 6 0 6、6 0 7、シリンダ 6 0 8、6 0 8' の向きによって定められる。そのような所定の光路を図 6 の双方向矢印 A A' で表している。

10

【0066】

同じく前に説明したように、ミラー 6 1 2 の表面上の光波 A A' の接触は、この表面上に放射圧を発生させる。この放射圧は、図 6 で「X」で表している距離だけミラー 6 1 2 及びピストン 6 1 0 アセンブリを変位させるように作用する（それによって仕事が発生する）。更に、この変位は、クランクシャフトアセンブリ 6 1 1 を回転させ、それによって機械的エネルギーが発生する。別のモードでは、光スイッチの開放及び遮断により、光が、2 次プリズム 6 0 7 の内側の放射線の振動数に関連する時間スケールで 2 次プリズム 6 0 7 内に入射することが可能になるように、駆動機構 6 1 4 は、振動数変調モードで作動させることができる。このようにして、ピストン 6 1 2 アセンブリ上の放射圧が強化される。

20

【0067】

図 7 の概略図は、本発明による更に別の代替実施形態の光子エンジンを示しており、同様の要素を表す上で同様の参照番号を用いている。特に、図 7 a は、1 次プリズム 7 0 6 内に組み込まれた光ビーム拡大器/縮小器 7 6 2 を利用する 1 次プリズム 7 0 6 及び 2 次プリズム 7 0 7 の構成を示している。具体的には、光ビーム拡大器/縮小器 7 7 0 は、光ビームを複数回分割し、それをそれぞれ自体の上に再方向付けし、それによって最終的に閉じ込めチャンバ 7 0 2 a 内に導入される光波の強度を高めるように機能する。

【0068】

図 7 の実施形態では、1 次プリズム 7 0 6 a は八角形状を有し、従って、8 つの面又は壁 7 0 8 a ~ 7 0 8 h を有する（これらのうちの一部のみを示している）。前の実施形態と同様に、1 次プリズム 7 0 6 は、好ましくは、石英材料で作られる。1 次プリズム 7 0 6 は、第 1 の面 7 0 8 a から延びる突出部 7 6 0 を含む。好ましくは、ビーム入口 7 6 0 は、集中円形状を有する。更に、1 次プリズム 7 0 6 の別の面 7 0 6 c は、2 次プリズム 7 0 8 の前面 7 0 7 c と隣接し、そこから分離して位置決めされ、圧縮境界インタフェース 7 1 4 が形成される。上述のように、インタフェース 7 1 4 は、本発明による適正な駆動機構による作動に基づいて圧縮境界光スイッチを形成する。

30

【0069】

図 7 b の詳細図を参照すると、本発明の更に別の態様では、1 次プリズム 7 0 6 には、1 次プリズム 7 0 6 の内部に位置決めされ、石英材料 7 0 6' 内に組み込まれた光ビーム拡大器/縮小器 7 6 2 が装備される。図 7 c 及び 7 d は、拡大器/縮小器 7 6 2 の更に詳細な図を提供している。

40

【0070】

図 7 d に戻ると、光拡大器/縮小器 7 6 2 は、石英材料 7 0 6' 内に組み込まれた切子石英ブロックである。物理的には、光拡大器/縮小器 7 6 2 は、中に同心空気インタフェース 7 8 6 が切削された石英材料 7 0 6' の彫刻された円形区域である。切子石英ブロック 7 6 2 は、所定の直径を有する到着光ビーム A A' 上の中心に置かれている。図 7 b に示しているように、石英ブロック 7 6 2（すなわち、光拡大器/縮小器 7 6 2）は、石英-空気インタフェースの 1 組の同心 45° 切子面を設ける。クロスハッチング区域は、1 次プリズム 7 0 6 の石英材料 7 0 6'、並びに石英ブロック 7 6 2 の石英材料 7 0 6' を示している。残りのクロスハッチングのない区域は、石英材料のない空気又は真空インタ

50

フェース 782 である。より重要なことには、これらの空気インタフェース 782 は、石英材料のものとは異なる光学的性質（すなわち、屈折率）を有する。図 7 b、及び図 7 c の平面図は、同様に同心インタフェースの外側円筒を形成する同心ミラー 780 を示している。下記に説明することになるが、ミラー 780 は、作動中に最外側直径同心円筒の光を反射し、それによって光路を逆転し、光縮小処理を開始するように機能する。

【0071】

図 7 d の概略図には、本発明の光拡大器 / 縮小器 762 が、1 次プリズム 706 を通じて進む光ビーム AA を如何に伝達又はそうでなければ操作するかということが例示されている。伝達の第 1 のモードでは、光ビーム AA_E は、45° の石英 - 空気インタフェース 784 上で反射する。各入射ビームは、外向き方向の 2 回の 90° 反射を受け、それによ

10

【0072】

従って、光拡大器 / 縮小器 762 は、光拡大、光反射、及び光縮小という 3 つの作動をもたらす。光反射 (AA_L) は、光ビーム AA が最大同心円筒まで拡大された時点で発生する。この発生は、光 AA_L の方向を逆転するミラー 780 の反射によって促される。光ビームが完全に拡大されて縮小された状態で、光スイッチ (圧縮境界インタフェース 714) が始動され、それにより、図 7 g に示しているように閉じ込めチャンバ 702 を 2 つの方向に流し込むことが可能になる。図 7 h は、ビーム束が 1 次プリズム 706 内で増倍

20

【0073】

図 7 e 及び 7 f は、圧縮境界光スイッチが遮断又は停止モードにある間の 1 次プリズム 706 の一般的な作動を示している。集光された光ビーム AA は、ほぼ垂直の角度でビーム入口 760 を通じて 1 次プリズム 706 内に導入される。好ましくは、ビーム入口 760 は、1 次プリズム 706 内に導入される光ビーム AA が、背面 706 c 及び圧縮境界

30

【0074】

好ましくは、集光されたビーム AA は、1 次プリズム 706 に入射して、ビーム拡大器 / 縮小器 762 に入射する前に 3 回の光反射を受ける。光ビーム AA が拡大器 / 縮小器 762 に入射する方向は、ビーム AA が拡大されるか又は縮小されるかを定める。図 7 e では、光ビーム AA は、1 次プリズム 706 内で時計回り方向に周回するように示している。この方向では、ビーム拡大器 / 縮小器 762 内への光ビームの入射は、ビーム AA が拡大される結果を生じる。逆に、光ビーム AA は、1 次プリズム内で反時計回り方向に向けることができる。図 7 f に例示しているように、光ビーム AA は、結果として生じる光ビームが縮小されることとなるように拡大器 / 縮小器 762 に入射する。各周回及びビーム拡大器 / 縮小器内への導入により、結果として生じる光ビーム AA は、同心円筒の次のレベルへと拡大又は縮小する。しかし、拡大は、最大レベルの同心円筒にある反射ミラー 780 によって制限される。この時点で、光ビーム AA の方向は逆転され、それによって縮小処理が再始動される。

40

【0075】

50

付加的な本発明の特徴、及び／又は前に説明したように放射線を利用し、及び／又は光波及び放射圧を伝達するための装置及び／又は方法への改善を示すために図 8 ~ 20 を提供する。例示及び便宜目的で、主に光子エンジンを背景として図及び本発明を以下に説明する（図 1 ~ 7 に関して前に説明されているように）。しかし、本発明は、様々な本発明の概念のそのような特定のかつ例示的な構成及び用途に限定すべきではない。これらの様々な概念を他の構成内で、更に他の用途において採用することができることを意図しており、これは、当業者には明らかであろう。そのような他の構成及び他の用途は、本発明によって想定されている。

【 0 0 7 6 】

例えば、本発明の装置及び方法の様々な態様は、切り換え及び光学関連用途を含む厳密な伝達作動に採用することができることを想定している。特定の用途では、光増幅、発電、及び／又は可動反射面の使用は、関連しない場合がある。例えば、これらの態様は、厳密な切り換え及び／又は制御作動では用いられない場合がある。しかし、そのような更に別の用途は、本発明による光波における放射圧の利用、及び／又は光波（又は放射圧）を伝達する段階を伴うことに注意されたい。

10

【 0 0 7 7 】

図 8 は、本発明の好ましい実施形態に従って光ビームによって伝えられる放射圧を機械的仕事に変換するためのエンジン 800（光子エンジン）の概略図である。この好ましい実施形態では、光子エンジン 800 は、余熱を低減するために光ビームを赤方偏移する段階を有する新しい熱制御技術を採用する。この好ましいモードは、可動ミラーにおける近全反射面（NTRS）、及びこのミラーに移動可能に関連付けられ、直列に位置決めされた複数の共振圧電アクチュエータを用いる。この実施形態では、反射面及び可動ミラーは可動プリズム内に設けられる。好ましいモードでは、機械的仕事は、電気出力への変換の前に、NTRSを通じて可動プリズム及び圧縮可能圧電アクチュエータへと移行される。好ましくは、光子エンジンの作動は、本明細書において大部分を説明してきた光ビーム集光、光ビーム増倍、及び光ビーム閉じ込めを含む他の重要な部分処理を含む。

20

【 0 0 7 8 】

本発明のエンジンのある一定の構成要素又は処理の作動の背景にある原理は、支配的仕事方程式、光スイッチングに適用されるフレネルの方程式、閉与媒質領域中を光が移動する間の光を定量化するための単純な減衰式、及び内部全反射を説明するスネルの法則によって説明することができる。支配的仕事方程式は、光子エンジンの仕事出力を計算するための単一の式を与える。フレネルの方程式は、エバネッセント波の超臨界角トンネル現象を用いて光スイッチングを示し、光を閉じ込めるために必要なスイッチング機構を設計するのに適用することができる。閉与媒質は、石英内の光吸収の測定値を供給する。光子エンジンの複数の構成要素は、石英を通じたエネルギー輸送に依存している。スネルの法則は、光の屈折を説明し、結果として生じる屈折角が虚数になる時には、光は内部全反射される（TIR）。

30

【 0 0 7 9 】

エンジンによって発生する機械的仕事 W は、光ビームと可動ミラー表面の間の運動量移行又は放射圧を関連付けるピストン - 質量系の仕事方程式 [1] によって説明することができる。次式は、可動ミラーの初期速度を含み、光ビームの赤方偏移が、光ビーム伸張によって相殺されることを示している。

40

【 0 0 8 0 】

【 数 1 】

$$W = \frac{1}{2} m \left[\left(\frac{p_0 A_m t_0}{m} \left(\frac{1 - (\rho_m \tau_s)^c}{1 - \rho_m \tau_s} \right) + v_0 \right)^2 - v_0^2 \right] \quad (1)$$

【 0 0 8 1 】

ここで、 p_0 は、初期放射圧であり、

50

A_m は、各ミラーの面積であり、
 t_0 は、初期ビーム衝突持続時間であり、
 m は、ミラー/ピストンアセンブリの質量であり、
 r_m は、ミラーの有効反射率であり、
 t_s は、光スイッチの有効透過率であり、
 z は、運動量移行中に可能な跳ね返り時間であり、
 v_0 は、ミラーの初期速度である。

【0082】

エンジン効率は、式(1)に示している仕事を最初の光ビーム内に含まれる全エネルギーによって割算することによって計算される。

10

【0083】

光子エンジン800は、集光装置/集光810、光増倍器又は増幅器/増幅820、光変換器/変換830、並びに発電器/発電840という4つの主な構成要素/相を有するものとして説明することができる。図8の概略図は、この4つの主な構成要素を示しており、更に所定の経路に沿ってこの構成要素の中を通る光波AAの例示的な進行を示している。

【0084】

集光装置810は、大きい面積の又は大きく分散した集光光から、より小さい集中ビームAAを発生させる。この集光相では、光源は、好ましくは、大きい放物面集光装置によって捕捉される太陽光入力である。ビームは、逆放物面ミラーに合焦され、集光光AAは、再度集中ビームへと視準される。次に、この集中ビームは、光増倍器820に誘導される。光増倍器820は、ビームAAを操作して、増倍又は増幅済みビームを発生させる。この増幅相中に、集光ビームは、集光装置から連続して入力される。別の態様では、光増倍器820は、更に集光相の光変換相との同期を可能にする。その結果は、連続した光処理及びエンジン作動である。

20

【0085】

図8は、光増倍器820への拡張タブを有する入口を示している。入射ビームは、意図的に拡張タブに対して垂直に誘導され、それによって反射を引き起こすと考えられるブリュースター角が回避される[4]。従って、機械は、全ての入射ビームを垂直な表面に沿って石英に衝突させるように設計される。同様に、それにより、そうでなければ光を波長に基づいて分散させる(レインボー効果)と考えられる分散又は波長依存屈折が阻止される。垂直な表面に沿って入射する光は、正反射を引き起こすことになる。閉じ込めチャンパ内では、光が依然として反射されることからこの正反射は許容される。

30

【0086】

光増幅相中に、集光光ビームAAは、それ自体の周囲に巻かれ、ビームAAは、端部正面から見ると図10の1組の大きな同心円に見える。この処理は、比較的低いエネルギーの肉薄のビームを取得し、各同心円によってビームを拡幅することによってビームエネルギーを高める。光路AAは、増倍器820の内側で循環を続け、各順方向循環は拡大器に衝突し、次に、大きな直径の同心円へと拡大する。ビームが外側同心円に達すると、光AAは、ミラー表面上に入射し、逆方向に反射される。次に、光AAは、逆方向にあること及び反対の周回であることを除いて光増倍器820内で上記と同じ経路を戻す。光AAが光縮小器上に入射すると、ビーム直径は、各逆循環によって低減する。光増倍器820は、逆ビームが、増倍器の周りに初期ビーム直径(凝集円)へと再度繰り出された時に最大パワーのビームを発生させる。この時点で、集光光ビームAAは、増倍済み(強化済み)光ビームAAへと変換されており、両方の方向で光スイッチに当たる。

40

【0087】

光変換相は、全反射モード(遮断)から全透過モード(開放)へと変化するように光スイッチを作動させることによって始動される。その結果、増倍済みビームは、光増倍器820から閉じ込めチャンパ830内に注入される。光増倍器から、対象の光ビームが完全になくなると、光スイッチは、全反射モード(遮断)に戻される。

50

【 0 0 8 8 】

光を閉じ込めるには、全反射から全透過に迅速に切り換える機構が必要である。この光スイッチの一実施形態を本明細書では圧縮境界光スイッチ（C B L S）と呼ぶ。このスイッチは、図 1 1 に示しているように 2 つの石英プリズム 1 1 0 1 を用いる。石英プリズム 1 1 0 1 は、小さい距離 d が 2 つのプリズム 1 1 0 1 の間に存在するように分離される。図 1 1 A を参照すると、最初にこの距離は有意に大きくなり（ d_r ）、内部全反射が達成される。図 1 1 C を参照すると、非常に小さい距離 d_t しか存在しないように 2 つのプリズムが互いに非常に近い時に光は全透過される。図 1 1 B を参照すると、中途の表面が互いに移動している間には、光は他方の表面に触れ、光は、透過及び反射の両方を受けることになる。透過量は、フレネルの方程式 [2] を用いて多重境界問題として解くことができる。

10

【 0 0 8 9 】

2 つの石英プリズム 1 1 0 1 の間の空間が十分に幅狭である時には、エバネッセント波が第 2 の表面を励起し、それによって光が透過される。透過量は、入射角、間隙の屈折率、石英プリズムの屈折率、光の波長、及び光の偏光の関数である。

【 0 0 9 0 】

p 偏光における全透過率を式 (2) に示す。

【 0 0 9 1 】

【 数 2 】

$$T_p^{tot} = \frac{n_t \cos \theta_t}{n_i \cos \theta_i} \frac{|t_p^{i \rightarrow m}|^2 |t_p^{m \rightarrow i}|^2}{|e^{-ik_m d \cos \theta_m} - r_p^{m \rightarrow i} r_p^{m \rightarrow t} e^{ik_m d \cos \theta_m}|^2} \quad (2)$$

20

【 0 0 9 2 】

s 偏光における全透過率を式 (3) に示す。

【 0 0 9 3 】

【 数 3 】

$$T_s^{tot} = \frac{n_t \cos \theta_t}{n_i \cos \theta_i} \frac{|t_s^{i \rightarrow m}|^2 |t_s^{m \rightarrow i}|^2}{|e^{-ik_m d \cos \theta_m} - r_s^{m \rightarrow i} r_s^{m \rightarrow t} e^{ik_m d \cos \theta_m}|^2} \quad (3)$$

30

【 0 0 9 4 】

フレネル係数 t_p 、 t_s 、 r_p 、及び r_s は、マクスウェルの方程式の直接的な結果である。p 偏光におけるこれらの係数を式 (4 . 1 ~ 4 . 4) に示している。

【 0 0 9 5 】

【 数 4 . 1 】

$$t_p^{i \rightarrow m} = \frac{2 \cos \theta_i \sin \theta_m}{\cos \theta_m \sin \theta_m + \cos \theta_i \sin \theta_i} \quad (4.1)$$

【 0 0 9 6 】

【 数 4 . 2 】

$$t_p^{m \rightarrow t} = \frac{2 \cos \theta_m \sin \theta_t}{\cos \theta_t \sin \theta_t + \cos \theta_m \sin \theta_m} \quad (4.2)$$

40

【 0 0 9 7 】

【 数 4 . 3 】

$$r_p^{m \rightarrow i} = -\frac{\cos \theta_m \sin \theta_m - \cos \theta_i \sin \theta_i}{\cos \theta_m \sin \theta_m + \cos \theta_i \sin \theta_i} \quad (4.3)$$

【 0 0 9 8 】

50

【数 4 . 4】

$$r_p^{m \rightarrow t} = -\frac{\cos \theta_t \sin \theta_t - \cos \theta_m \sin \theta_m}{\cos \theta_t \sin \theta_t + \cos \theta_m \sin \theta_m} \quad (4.4)$$

【0 0 9 9】

s 偏光におけるこれらの係数を式 (5 . 1 ~ 5 . 4) に示している。

【0 1 0 0】

【数 5 . 1】

$$t_s^{i \rightarrow m} = \frac{2 \cos \theta_m \sin \theta_i}{\cos \theta_i \sin \theta_m + \cos \theta_m \sin \theta_i} \quad (5.1) \quad 10$$

【0 1 0 1】

【数 5 . 2】

$$t_s^{m \rightarrow t} = \frac{2 \cos \theta_t \sin \theta_m}{\cos \theta_m \sin \theta_t + \cos \theta_t \sin \theta_m} \quad (5.2)$$

【0 1 0 2】

【数 5 . 3】

$$r_s^{m \rightarrow i} = -\frac{\cos \theta_i \sin \theta_m - \cos \theta_m \sin \theta_i}{\cos \theta_m \sin \theta_i + \cos \theta_m \sin \theta_i} \quad (5.3) \quad 20$$

【0 1 0 3】

【数 5 . 4】

$$r_s^{m \rightarrow t} = -\frac{\cos \theta_m \sin \theta_t - \cos \theta_t \sin \theta_m}{\cos \theta_m \sin \theta_t + \cos \theta_t \sin \theta_m} \quad (5.4)$$

【0 1 0 4】

全 p 偏光透過率は、間隙距離及び波長の関数として解かれ (6)、その結果を図 1 2 A にプロットしている。

【0 1 0 5】

【数 6】

$$T_p^{tot} = \frac{3.686}{e^{4.443 \frac{d}{\lambda}} + e^{-4.443 \frac{d}{\lambda}} + 1.686} \quad (6)$$

【0 1 0 6】

全 s 偏光透過率は、間隙距離及び波長の関数として解かれ (7)、その結果を図 1 2 B にプロットしている。

【0 1 0 7】

【数 7】

$$T_s^{tot} = \frac{1.437}{e^{4.443 \frac{d}{\lambda}} - e^{-4.443 \frac{d}{\lambda}} - 0.5604} \quad (7) \quad 40$$

【0 1 0 8】

全透過及び全反射状態は、可視光スペクトル (400 nm ~ 700 nm) に対して、それぞれ、 $d_t = 0$ nm 及び $d_r > 1000$ nm で発生する。それにより、CBL S に対する最低作動基準が定められ、完全に平坦な表面でなければ、全透過率状態は、石英プリズムが互いに圧縮されることを必要とすることが示されている。

【0 1 0 9】

光変換相では、光閉じ込めチャンバは、増幅済み光ビームを受光して閉じ込め、光ビームによって生じる放射圧の動力利用を容易にする。閉じ込められた増倍済みビームは、2 50

つの近全反射面 (N T R S) 上に誘導される。閉じ込めチャンバは、光ビーム内に含まれるエネルギーが消費するまで N T R S 上で閉じ込められた光ビームの連続反射を起こすように機能する。

【 0 1 1 0 】

この実施形態では、可動ミラー及び反射面は、可動石英プリズム 1 3 1 0 によって形成される。図 1 3 A は、プリズム 1 3 1 0 の平面図を提供しており、透過前面又は前表面 1 3 1 0 a、及びプリズム本体 1 3 1 0 d 内に位置決めされた 2 つの傾斜した反射面又は反射表面 1 3 1 0 b、1 3 1 0 c を示している。図 1 3 B の断面図は、反射面 1 3 1 0 b、1 3 1 0 c の相対位置、及びこれらの表面 1 3 1 0 a、3 1 0 b が形成する角を成す V 字形状をより詳細に示している。図 1 3 A の平面図に示しているように、反射面 1 3 1 0 b、1 3 1 0 c の上部及び底部の円形稜線は、プリズム 1 3 1 0 の前表面 3 1 0 a の下で一連の同心円を示している。また図 1 3 B の断面図は、最初の反射面 1 3 1 0 b に向かい、最初の反射面 1 3 1 0 b から戻りの反射面 1 3 1 0 c に行き、戻りの反射面 1 3 1 0 c から前表面を通じてプリズム 1 3 1 0 から離れる方向にある光ビーム A A の所定の誘導経路を示している。下記でより詳細に説明することになるが、面 1 3 1 0 a、1 3 1 0 b、及び 1 3 1 0 c は、光ビーム A A が、前面 1 3 1 0 a を約 9 0 度で通過し、背面 1 3 1 0 b、1 3 1 0 c の各々に約 4 5 度で衝突し、更に、再度前面を約 9 0 度で通過するように相対的に位置決めされる。その結果、光ビーム A A は、望ましくは、透過前面 1 3 1 0 a を通過し、2 つの背面 1 3 1 0 b、1 3 1 0 c の各々から反射する。この点から、表面又は面 1 3 1 0 a、1 3 1 0 b、1 3 1 0 c を含むプリズム 1 3 1 0 を近全反射面 (N T R S) と呼ぶ。下記により詳しく説明するように、可動プリズム 1 3 1 0 及び N T R S の作動は、これらと作動可能に関連付けられた一連の圧電アクチュエータと連係して有利な熱制御技術をもたらす。

【 0 1 1 1 】

本発明に用いる近全反射面 (N T R S) は、関与媒質がエネルギー吸収を引き起こし、赤方偏移がエネルギー発散を引き起こすにも関わらず、内部全反射を利用して繰返し反射からの損失を排除する。従って、N T R S は、市販のミラーよりも有意に優れた性能の有効ミラー表面を提供する。

【 0 1 1 2 】

この改善された性能を可能にする原理を説明するために、ここで図 1 4 を参照する。図 1 4 は、エネルギーパケットによって表す光ビーム A A の N T R S 内での進行の図を提供している。初期エネルギーパケット $dQ_{INITIAL}$ は、速度 v で真っ直ぐに遠ざかる表面上に入射する。速度ベクトルは、初期エネルギーパケットの方向ベクトルと直接に整列する。その結果として生じる入射エネルギー $dQ_{INCIDENT}$ は、式 (8) のように光の速度 c の関数である赤方偏移によって低減する。

【 0 1 1 3 】

【 数 8 】

$$dQ_{INCIDENT} = dQ_{INITIAL} \left(\frac{c-v}{c} \right) \quad (8)$$

【 0 1 1 4 】

スネルの法則 [4] は、結果として生じる屈折角が虚数である時に、光が内部全反射されるような光の屈折を説明する。反射エネルギー $dQ_{REFLECT}$ は、式 (9) のように入射エネルギーに等しい。

【 0 1 1 5 】

【 数 9 】

$$dQ_{REFLECT} = dQ_{INCIDENT} \quad (9)$$

【 0 1 1 6 】

反射エネルギーは、プリズムの他方の側に速度ベクトルに対して直角に接触することから

赤方偏移がなく、従って、 dQ_{FINAL} は、式 (1 0) のように反射エネルギーに等しい。

【 0 1 1 7 】

【 数 1 0 】

$$dQ_{REFLECT} = dQ_{FINAL} \quad (10)$$

【 0 1 1 8 】

入射エネルギーは、速度が高い程低くなるが、結果として生じる力は、ほぼ同じである。一方が低い表面速度に対するもの、及び他方が高い表面速度に対するものである 2 つの等しい力からの仕事出力は、同じではない。高い表面速度は、式 (1) に示すように高い仕事出力を発生させることになり、これは、最終の速度 (第 1 の二乗項) が初期速度 (第 2 の二乗項) を基準とすることによる。ミラー表面を十分に速く移動することによって赤方偏移がミラーの反射率に接近すると、閉じ込められたエネルギーは、赤方偏移によって発散することになり、それによって余熱が低下する。積層圧電アクチュエータは、共振して、機械的仕事を電気に効率的に変換し、赤方偏移に向けて高 N T R S 速度を得るための機構を提供する [5]。放射圧の機械的仕事への変換を起こすのに加えて、本明細書に教示する N T R S とアクチュエータの組合せは、熱制御の潜在的な技術的問題に対する技術的解決法としての役割を達成する。

【 0 1 1 9 】

関与媒質は、容積を通じて放射交換を達成する。放射線がその内部を進む複数の媒体 (又は単一の媒体) は、減衰を引き起こす場合がある。例えば、放射平衡にあるガスのような材料では、波長への依存性を無視することができる。これは、石英のような固体においても可能である。この簡略化により、簡単な吸収係数の使用が可能になる [3]。

【 0 1 2 0 】

初期エネルギーパケット $dQ_{INITIAL}$ は、図示のようにこのエネルギーパケットが相互作用するか又は屈折することができる領域に入射し、ここで関与媒質に遭遇する。エネルギーパケットが関与媒質を通じて進むと、それは、それが媒体によって吸収される ($dQ_{ABSORBED}$) 媒体を損失する。エネルギーパケットが媒体を出射すると、透過エネルギー $dQ_{TRANSMITTED}$ は、図示のように、再度関与媒質と相互作用するか又は屈折することができる。

【 0 1 2 1 】

このエネルギーパケットにおけるエネルギー収支は、式 (1 1) のように書くことができる。

【 0 1 2 2 】

【 数 1 1 】

$$dQ_{INITIAL} = dQ_{ABSORBED} + dQ_{TRANSMITTED} \quad (11)$$

【 0 1 2 3 】

吸収の後に残された透過エネルギーは、式 (1 2) のように吸収係数を用いて計算される。

【 0 1 2 4 】

【 数 1 2 】

$$dQ_{TRANSMITTED} = dQ_{INITIAL} e^{-\alpha t} \quad (12)$$

【 0 1 2 5 】

吸収エネルギーは、式 (1 3) のように計算することができる。

【 0 1 2 6 】

【 数 1 3 】

$$dQ_{ABSORBED} = dQ_{INITIAL} (1 - e^{-\alpha t}) \quad (13)$$

【 0 1 2 7 】

N T R S 有効反射率 τ_{NTRS} は、式 (1 4) のように計算することができる。

【 0 1 2 8 】

【 数 1 4 】

$$\rho_{NTRS} = \frac{dQ_{OUT}}{dQ_{IN}} = \rho_{QUARTZ} e^{-at} \left(\frac{c-v}{c} \right) \quad (14)$$

【 0 1 2 9 】

この場合には、散乱を無視することができるかと仮定しており、負の吸収を考慮していないことに注意されたい [3]。石英表面反射率 ρ_{QUARTZ} は、 dQ_{OUT} 内に含まれ、 dQ_{IN} は、石英媒体に入射する時に反射されるエネルギーを収容する。

【 0 1 3 0 】

電気発生相は、光変換器相と同時に発生する。積層共振圧電アクチュエータは、NTRSに直接取り付けられる。光変換相の継続期間にわたって、アクチュエータは縮小しており、NTRS面を入射ビームから高速度で遠ざけることによって閉じ込められた光を赤方偏移させるという必要な熱制御の利点をもたらす。更に、光によってNTRSを通じて圧電アクチュエータに印加される力からの付加的な電流は、H-ブリッジ（又は同様の）回路を用いて蓄積される。エネルギー伝達構成要素としての圧電アクチュエータの採用は、公知であることに注意すべきである。本発明の開示内容が与えられれば、本発明における圧電アクチュエータの統合は、当業者には明らかであろう。

【 0 1 3 1 】

ここで、本出願人は、このエンジンに対するモデル化のシステム及び方法を提供する。5つの時間的光線追跡機能を提供する。

- (1) 反射によって及ぼされる放射圧からの力蓄積、
- (2) 光スイッチングを用いて閉じ込めをモデル化する可変光学器械、
- (3) ビーム増倍及び分割からの光束デルタをモデル化する封入体、
- (4) 赤方偏移からのエネルギー損失、
- (5) 関与媒質内のエネルギー吸収。

【 0 1 3 2 】

第1の機能は、直接の加熱成分のみからのノードへの放射圧に加えて、反射エネルギーからの力を含む放射圧（又は放射力）の計算を可能にする。反射エネルギーからの放射圧は、複数の反射の間の光子から可動ピストンへの内部運動量移行をモデル化することにより、作動的な光子エンジンをモデル化する最も基本的な概念である。

【 0 1 3 3 】

第2の機能は、時間で変化する光学性質による光閉じ込めである。この機能は、光子エンジンを光ビームの増倍を含むように拡張するのに必要である。この機能は、高反射なものとして始まる表面をモデル化し、次に、有限の時間量の後に光学性質を瞬時に変更して透過を可能にすることによって達成される。その後の有限の時間量の後に、表面は、高反射のものに瞬時に変更し戻される。第1の場合の機能とは異なり、時間依存の性質を有することにより、第3の場合に示すようにビームパワーの増倍が可能になる。

【 0 1 3 4 】

第3の機能は、封入体間の切り換え時の光束変化である。この機能は、長い低光束ビームがそれ自体に巻かれ、次に、可変光学器械スイッチによって分割されて短い高光束ビームが達成される時の光源における光束変化（又は光束デルタ）を計算する。この処理は、ビーム長さを実質的に圧縮し、全エネルギーが同じに留まるので、その結果は、高光束ビームである。

【 0 1 3 5 】

図15及び16は、時間的光線追跡の連続図及び時間的光線追跡のフラット・ランド図を提供している。

【 0 1 3 6 】

光束デルタ F は、式(15)のように、サンプル光線数 n 、閉じ込め光線数 m 、及び異なるサンプル時間、初期サンプル範囲 t_0 から t_1 、並びに可変光学器械スイッチ範囲 t

10

20

30

40

50

t_2 から t_3 を考慮に入れることによって計算される。

【 0 1 3 7 】

【 数 1 5 】

$$\Delta F = \frac{m (t_1 - t_0)}{n (t_3 - t_2)} \quad (15)$$

【 0 1 3 8 】

光束デルタは、式 (1 6) のように、モデル 1 光束 q''_1 からの増倍済みビームの閉じ込めチャンバ光束 q''_2 を特定するのに用いることができる。

【 0 1 3 9 】

【 数 1 6 】

$$q''_2 = \Delta F q''_1 \quad (16)$$

【 0 1 4 0 】

第 4 の機能は、赤方偏移に起因するビーム強度におけるエネルギー損失である。可動ピストンへの運動量移行を有する機械では、入射ビームから遠ざかるピストンの移動は、反射エネルギーの赤方偏移を引き起こすことになる。この赤方偏移は、反射中に表面が移動する速度に基づいて、単純に反射光線エネルギーを低減することによってモデル化することができる。

【 0 1 4 1 】

第 5 の機能は、関与媒質による吸収からのエネルギー損失である。この現象は、光が、石英のような固体を通じて透過される時に発生する。光子エンジン内の光路は、石英との多くの相互作用を必要とする。光増倍器内の相互作用は、石英の内部で長距離を進む光線を生じることになる。石英内で光線がより長く進む程、吸収によってより多くのエネルギーが損失する。それにより、低透過率及び関与媒質の加熱が生じる。光子エンジンの最も望ましい作動は、運動量移行においてエネルギーが利用可能であるように、最も低い吸収（最も高い透過）を有するものである。

【 0 1 4 2 】

図 1 7 は、関与媒質をモデル化する制御容積手法を示している。関与媒質の領域を連続容積として表す代わりに、この領域を小さい制御容積へとメッシュ分割することにより、関与媒質が領域を通じて移動する時に吸収を量子化することが可能になる。図 1 5 に示しているように、2 つの制御容積間のインタフェースにおけるエネルギー収支は、式 (1 7 . 1 ~ 1 7 . 2) のように内部加熱 $dQ_{n,abs}$ 、及びその後の制御容積に入射するエネルギー dQ_{x+} を生じる。

【 0 1 4 3 】

【 数 1 7 . 1 】

$$dQ_{x-} = dQ_{x+} + dQ_{n,abs} \quad (17.1)$$

【 0 1 4 4 】

【 数 1 7 . 2 】

$$dQ_{n,abs} = dQ_{x+} (e^{-\alpha(l+t_n)} - e^{-\alpha l}) \quad (17.2)$$

【 0 1 4 5 】

時間的光線追跡機能の各々を例示的作業エンジンを正確に模擬する単一シミュレーションへと組み合わせる解析を実施した。光を光線としてモデル化する時に、収差を回避するように注意すべきである。この歪曲は、光がある一定の点に合焦される時に発生する。このエンジン設計は、収差を回避している。常に内部全反射して、いかなる入射角もなしに 1 つの媒体から別の媒体へと表面に垂直に移行することにより、プリユスター角も同じく回避される。

【 0 1 4 6 】

10

20

30

40

50

図18は、例示的光子エンジン1800をこのエンジン1800における光線又はビーム光路を含めて示している。このエンジンは、上述のようにスイッチ1850を用いる（2つの隣接プリズム1840、1842を有する）。図19は、別のエンジン1900及びそれに関連する光線経路を示している。エンジン1900は、光スイッチ1950において単一のプリズムを用いる。これまでは第2のプリズム（例えば、1942）が、閉じ込めチャンバの一部分を形成したが、ここでは、線形スイッチ表面又は簡易に線形スイッチ1950が、圧縮境界スイッチの第2の半分を形成する。

【0147】

線形スイッチ1960は、第2のプリズムの石英材料を通じて進む光ビームの距離を実質的に短縮する（図18の設計及びそれ以前に説明した設計と比較して）。この別の設計は、三角錐区域1960aを用いる点でNTRSのものと同様である。スイッチ1960は、一連の線形三角プリズム1960aから成る。光は、面のうちの1つに垂直に入射し、光スイッチが反射性を有する時には内部全反射する（TIR）。光スイッチが透過性を有する時には、線形スイッチの平坦な表面は、1次プリズム1940に対して圧縮される。この設計は、エンジン内のあらゆるプリズムに対して拡張することができ、それによって石英の関与媒質に起因する減衰量が低減する。

10

【0148】

CBL Sを拡張することによってNTRS設計と同様の線形三角プリズム設計（線形スイッチ）を有するように設計を合成するシミュレーションツールを用いた。スプレッドシートを利用して、光線毎の閉じ込めチャンバ内の反射時間、 t_{NTRS} 及び t_{SWITCH} の推定値、並びに最も低い石英の吸収係数 a を用いて各設計の効率を推定した。表1に反映されているように、線形スイッチの使用により、有意に高い効率を得られる。高い効率を得る上で、更に別の技術的解決法（線形スイッチ）が実施され、技術的問題又は難問（サイズ及び製造における効率及び経済性）が解決される。

20

【0149】

（表1）

	光線毎の跳ね返り数、 z	ρ_{NTRS}	t_{SWITCH}	a - 石英 (cm^{-1})	効率 (%)
標準CBL S スイッチ	10469	0.99999	0.99999	1×10^{-5}	2.07
線形スイッチ	136534	0.99999	0.99999	1×10^{-5}	15.59

30

【0150】

しかし、本発明の装置の構成要素の本発明による様々な構成及び配備は、特定の環境及び用途に従って行うことができ、これらに従って変化することになることを理解すべきである。これらの変化にも関わらず、あらゆるそのような用途において、上述のように、本発明の様々な態様が適用可能になる。例えば、閉じ込めチャンバ設計、光学切り換えデバイス、並びに光増倍器又は光波増幅器のような本明細書に説明した装置の様々な態様は、他のエンジンを含む他の機械的デバイスと併合することができる。更に別の例として、ピストン及びシリンダアセンブリは、エネルギー蓄積デバイス（例えば、バネデバイス）のような別のエネルギーシステムによって置換することができる。更に、説明した本発明の様々な態様は、他の構成要素なしに他の用途に用いることができる。例えば、光スイッチとNTRSミラー（可動又は非可動）との組合せは、切り換え、伝達、又は制御作動において用いることができる（本明細書に説明した光子エンジン、エンジン構成要素、又は他の構成要素とは独立して）。他の例は、同様の切り換え、伝達、又は制御用途における光増倍器又は増倍器、及び/又は光スイッチの採用を含む。

40

【0151】

50

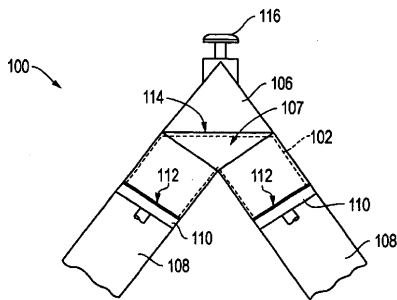
本発明の上述の説明は、例示及び説明目的で提供したものである。この説明は、本発明を本明細書に開示している装置及び方法に限定するように想定されているものではないことには注意されるものとする。上述の本発明の様々な態様は、放射圧を伝達するための他の種類のエンジン及び機械的仕事デバイス並びに方法に適用可能と考えられる。本発明はまた、上述の方法、これらの方法に利用される装置、並びに関連する構成要素及びサブシステムにおいて実施されることには注意されるものとする。本発明のこれらの変形は、本発明の開示が与えられることにより、光学、エンジン技術、又は他の関連技術における技術者には明らかになるであろう。その結果、上述の教示及び技術、並びに関連技術の知識と同等の変形及び修正は、本発明の範囲内である。更に、本明細書に説明及び例示した実施形態は、本発明を実施する最良のモードを説明し、当業者が、本発明及び他の実施形態を利用し、更に本発明の特定の用途又は使用によって必要とされる様々な修正を加えて利用することを可能にすることを意図したものである。

【符号の説明】

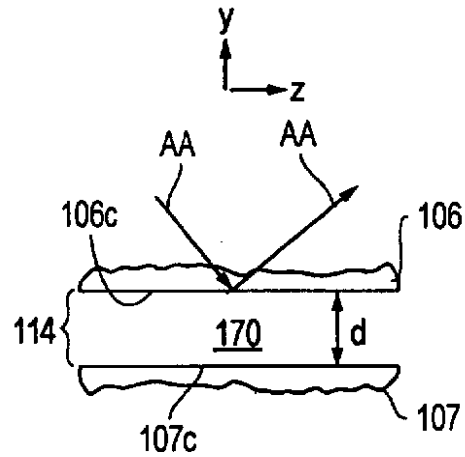
【 0 1 5 2 】

- 1 0 0 光子エンジン
- 1 0 6 1次プリズム
- 1 0 7 2次プリズム
- 1 1 4 圧縮境界インタフェース

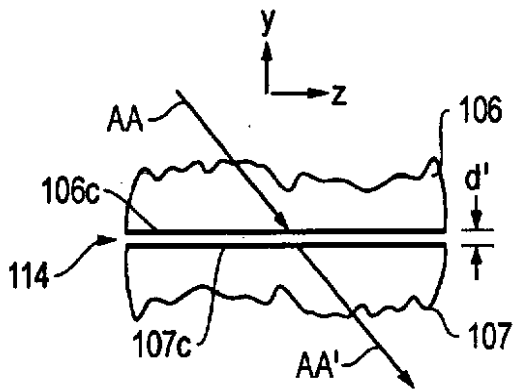
【 図 1 】



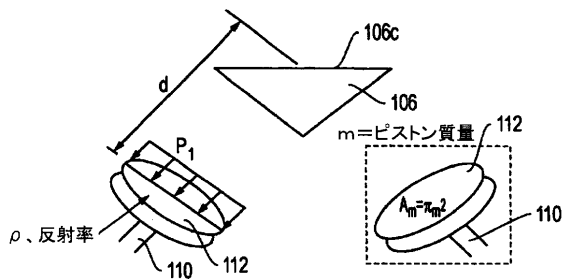
【 図 1 A 】



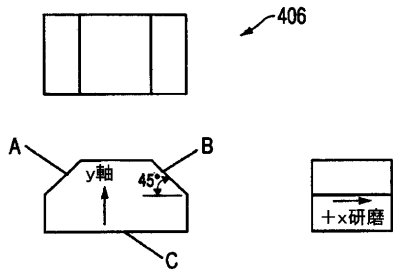
【 図 1 B 】



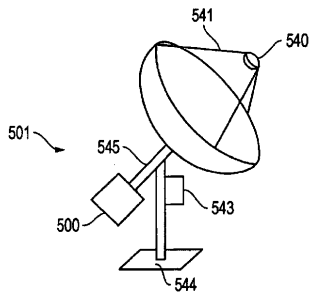
【 図 2 】



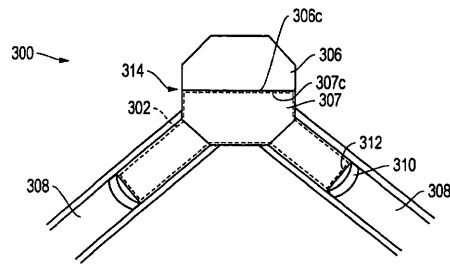
【 図 4 b 】



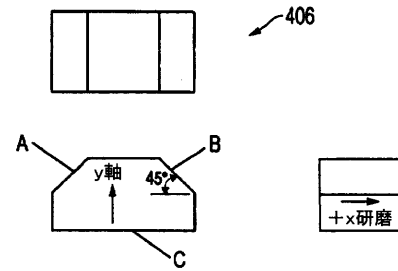
【 図 5 】



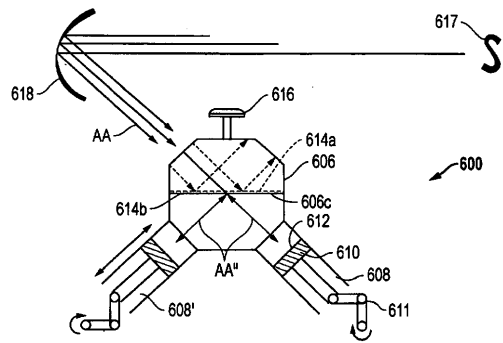
【 図 3 】



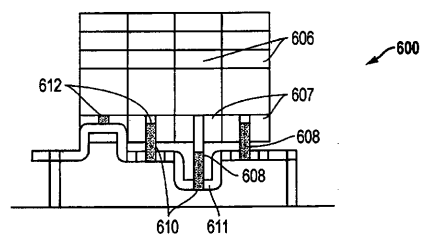
【 図 4 a 】



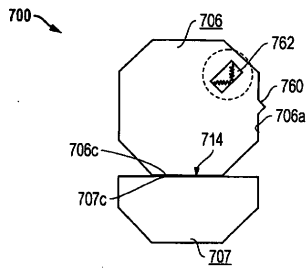
【 図 6 a 】



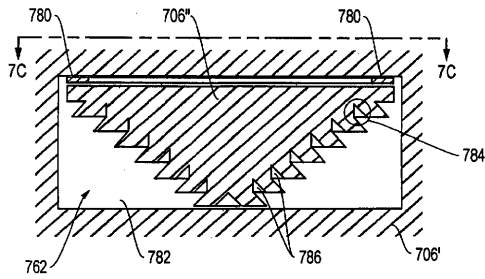
【 図 6 b 】



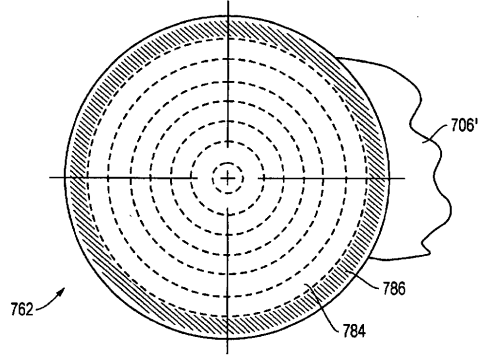
【 図 7 A 】



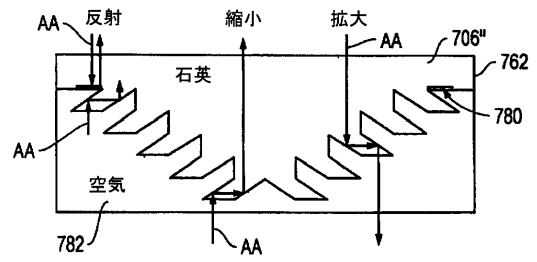
【 図 7 B 】



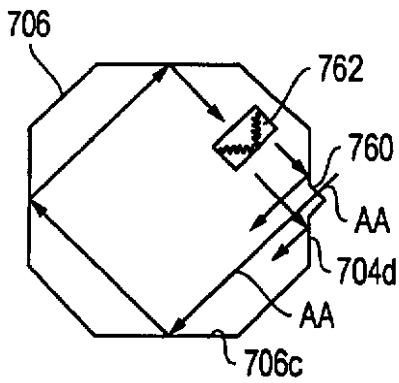
【 図 7 C 】



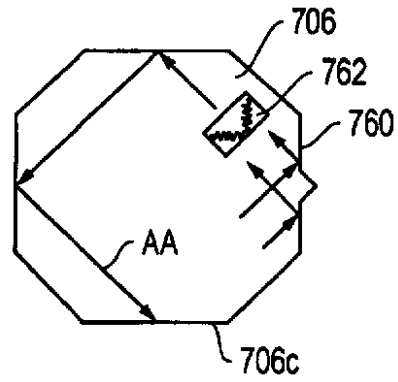
【 図 7 D 】



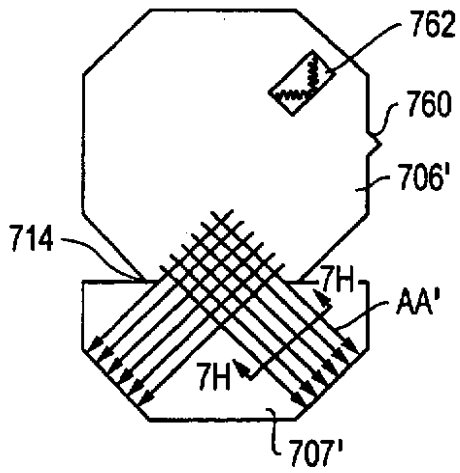
【 図 7 E 】



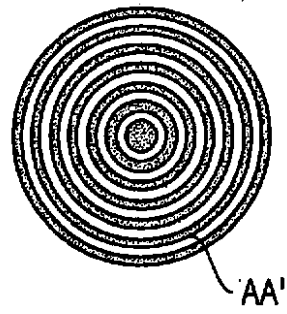
【 図 7 F 】



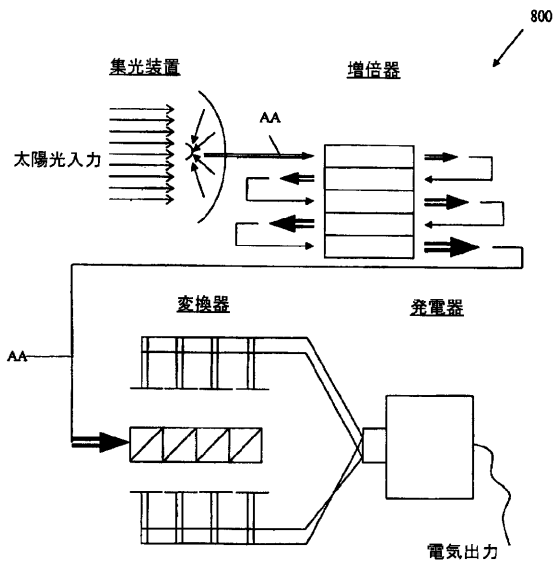
【 図 7 G 】



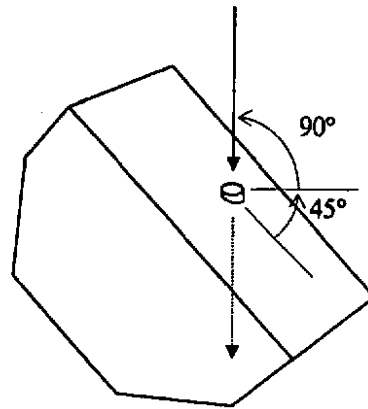
【 図 7 H 】



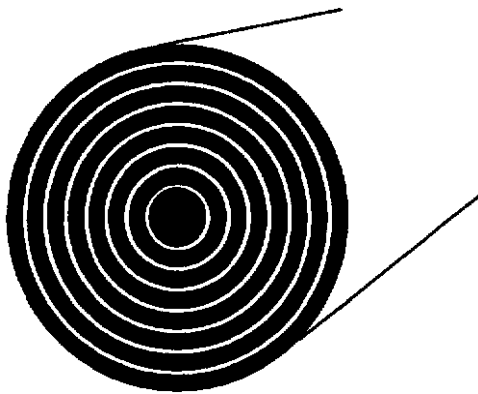
【 図 8 】



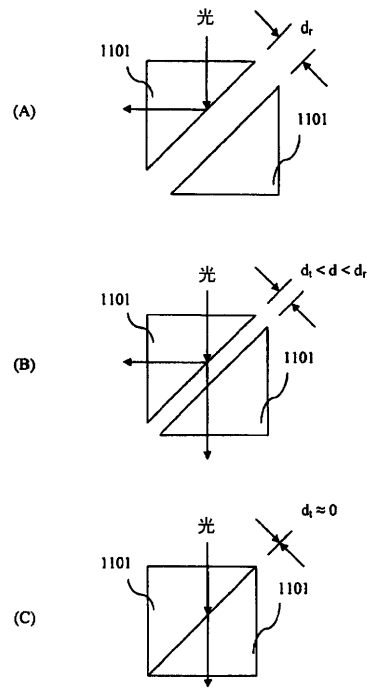
【 図 9 】



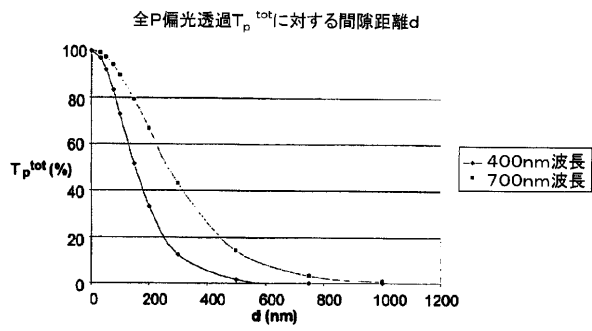
【 図 1 0 】



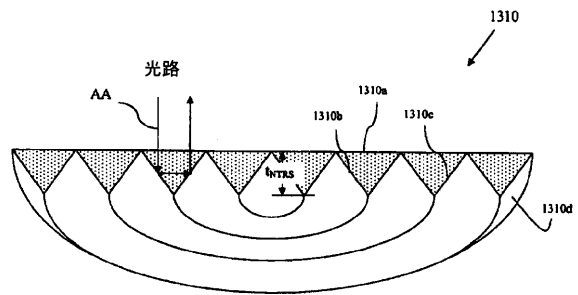
【 図 1 1 】



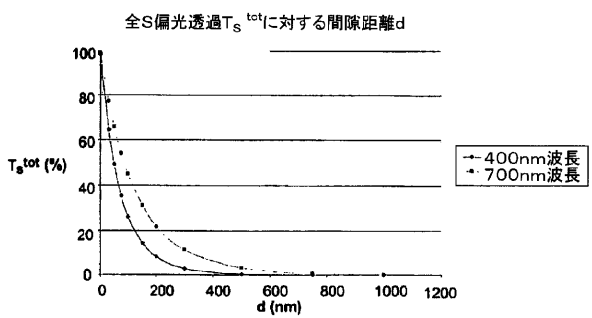
【 図 1 2 A 】



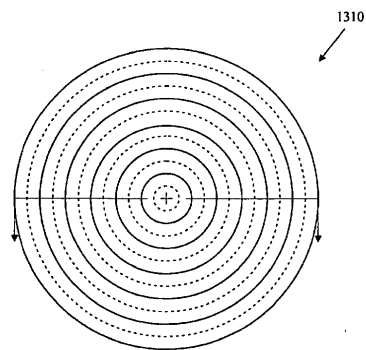
【 図 1 3 A 】



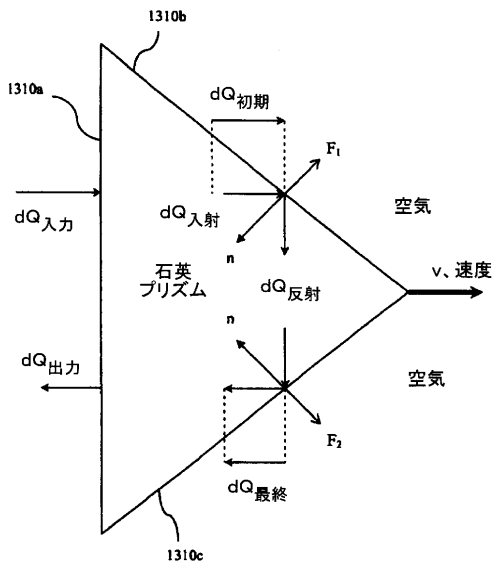
【 図 1 2 B 】



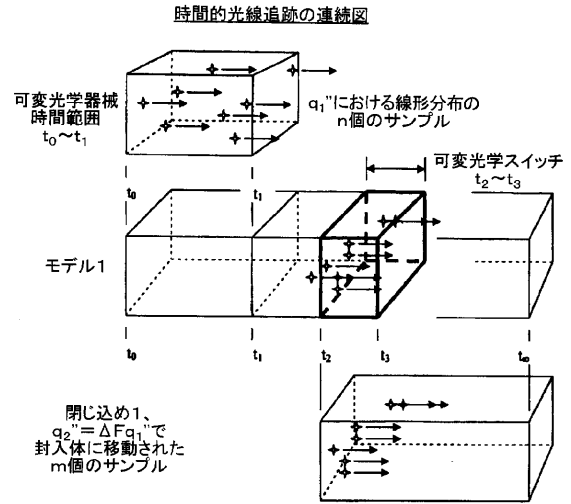
【 図 1 3 B 】



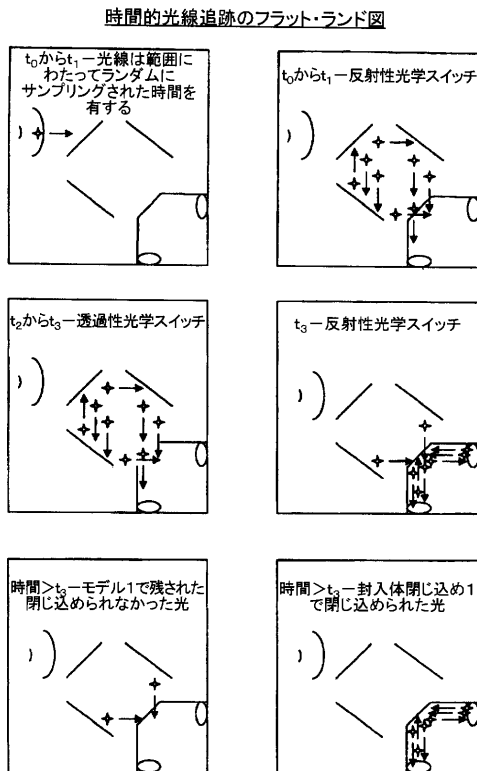
【 図 1 4 A 】



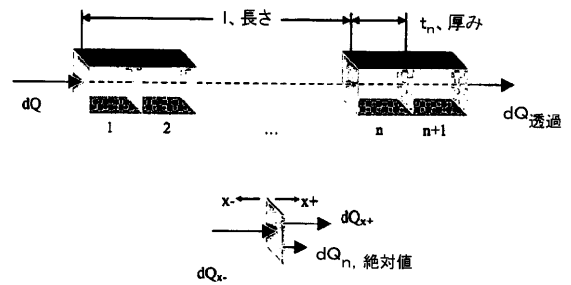
【 図 1 5 】



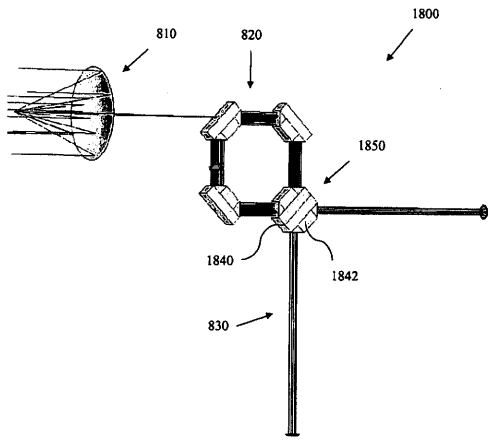
【 図 1 6 】



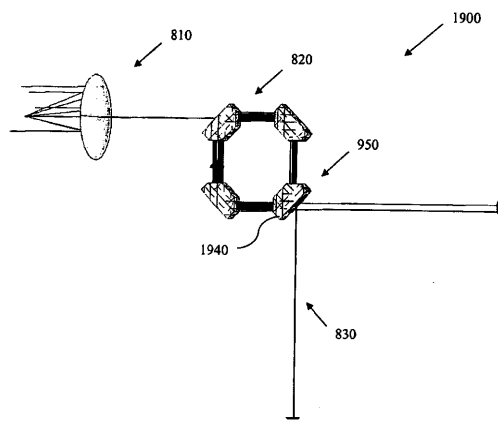
【 図 1 7 】



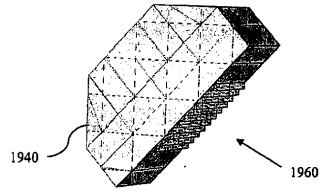
【図18】



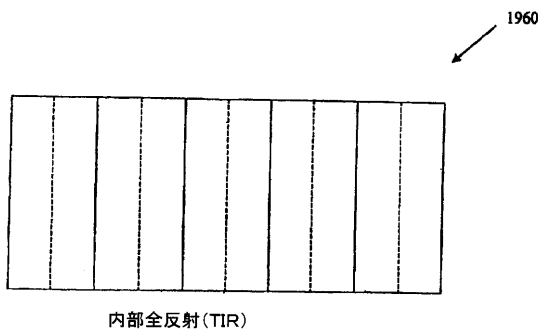
【図19】



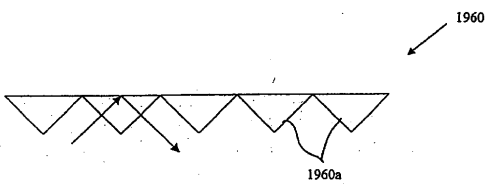
【図20A】



【図20B】



【図20C】



【手続補正書】

【提出日】平成25年9月27日(2013.9.27)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0009】

【図1】光子エンジンの概略図である。

【図1A】光波に付随する放射圧を利用するための光子エンジンのような装置を概略的に例示する図である。

【図1B】光波に付随する放射圧を利用するための光子エンジンのような装置を概略的に例示する図である。

【図2】図1の装置と共に使用するのに適するピストンアセンブリの概略図である。

【図3】代替の光子エンジンの概略図である。

【図4a】光子エンジンと共に用いることができるプリズムの図である。

【図4b】光子エンジンと共に用いることができるプリズムの図である。

【図5】更に別の装置の概略図である。

【図6a】代替装置及びこの装置を作動させる方法を示す略平面図である。

【図6b】図6aの装置の側立面図である。

【図7A】エンジンの様々な構成要素及び/又は段の作動及び構造の概略図である。

【図7B】エンジンの様々な構成要素及び/又は段の作動及び構造の概略図である。

【図7C】エンジンの様々な構成要素及び/又は段の作動及び構造の概略図である。

【図7D】エンジンの様々な構成要素及び/又は段の作動及び構造の概略図である。

【図7E】エンジンの様々な構成要素及び/又は段の作動及び構造の概略図である。

【図7F】エンジンの様々な構成要素及び/又は段の作動及び構造の概略図である。

【図7G】エンジンの様々な構成要素及び/又は段の作動及び構造の概略図である。

【図7H】エンジンの様々な構成要素及び/又は段の作動及び構造の概略図である。

【図8】エンジン及びエンジン作動の主な段/構成要素の概略図である。

【図9】光増倍器の概略図である。

【図10】光増倍器によって発生する増幅ビームの図である。

【図11】光スイッチの様々なモード又は段の図である。

【図12】光スイッチの性能を示すグラフである。

【図13A】代替実施形態による可動プリズムの平面図である。

【図13B】図13Aを切った断面図である。

【図14A】プリズムの表面と光ビームの間の相互作用を示す可動プリズムの図である。

【図15】例示的な時間的光線追跡の連続図である。

【図16】例示的な時間的光線追跡のフラット・ランド図である。

【図17】関与媒質領域の例示的な制御容積表現の図である。

【図18A】例示的な光子エンジン及びそれに対する光線経路の図である。

【図19】代替の例示的光子エンジン及びそれに対する光線経路の図である。

【図20A】図19のエンジンに対する代替の光スイッチの概略図である。

【図20B】図19のエンジンに対する代替の光スイッチの概略図である。

【図20C】図19のエンジンに対する代替の光スイッチの概略図である。

【手続補正書】

【提出日】平成25年9月30日(2013.9.30)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の屈折率を有する第 1 の透過性光学媒体を備える第 1 のプリズムを与える段階であって、前記第 1 のプリズムは多重内部表面を有する段階と、

初期光路に沿って前記第 1 のプリズムと連通する光拡大器 / 縮小器の所定の切子面の中へ初期光ビームを誘導することによって光ビームを処理する段階であって、前記光拡大器 / 縮小器は、一方向から前記第 1 のプリズムに進入する光ビームを拡張し、反対方向から前記第 1 プリズムに進入する光ビームを収縮して、出力光ビームを生成する段階と、

前記第 1 のプリズムの内部表面から前記第 1 のプリズムの次の内部表面まで、前記出力光ビームが異なる切子面にて初期光ビームとして同一の方向から前記光拡大器 / 縮小器に再入するまで、前記出力光ビームを反射し、それによって、前記出力光ビームを前記第 1 のプリズム内で繰り返し循環させて、前記処理された光ビームを生成する段階と、

前記第 1 のプリズムと閉じ込めチャンバとの間で前記処理された光ビームの伝達を制御する光スイッチを選択的に作動する段階と、

前記処理された光ビームを前記閉じ込めチャンバ内の所定の光路に沿って繰り返し伝搬させて閉じ込める段階であって、前記所定の光路は、エネルギーシステムに機械的に連通する移動可能に装着された 1 又は複数の反射表面を含む段階とを有し、

前記移動可能に装着された 1 又は複数の反射表面は、前記処理された光ビームのエネルギーを前記エネルギーシステムへ伝達するものであって、前記処理された光ビームは、前記処理された光ビームを赤方偏移させるほど十分に高い速度をもって繰り返し前記移動可能に装着された 1 又は複数の表面に衝突して移動することを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記速度は、残留熱を低減するほど十分に高いものであることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記移動可能に装着された 1 又は複数の反射表面は、近全反射面 (N T R S) を有する反射プリズムを有し、前記所定の光路は、前記 N T R S の透過表面の少なくとも一部によって規定される初期透過表面を通り、前記初期透過表面に対して第 1 の角度で第 1 の N T R S 反射表面へ延び、1 又は複数の第 2 の N T R S 反射面と第 2 の角度で連通して、前記初期透過表面に対し第 3 の角度で延び、前記 1 又は複数の N T R S は、前記光ビームを完全に内部反射させるよう適応されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記第 1 の角度は 45° であり、

前記第 2 の角度は 45° であり、

前記第 3 の角度は 45° である

ことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 5】

前記光スイッチを選択的に作動する段階は、開モード及び閉モードのグループから選択されたモード間の光スイッチを変化させることを含む

ことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 6】

第 2 の屈折率を有する第 2 の透過性光学媒体を第 2 のプリズムを与える段階を含むものであって、前記光スイッチは、前記第 2 のプリズムの第 2 の切子面に対向する前記第 1 のプリズムの第 1 の切子面を有する

ことを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 7】

前記光スイッチを選択的に作動する段階は、前記第 1 のプリズムの第 1 の面に関する前記第 2 のプリズムの第 2 の面を圧縮して、それらの間の透過インタフェースを形成することを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 8】

前記光スイッチを選択的に作動する段階は、前記第 1 のプリズムの第 1 の面に関する前記第 2 のプリズムの第 2 の面の圧縮解除することを含む請求項 6 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 9】

前記光スイッチを選択的に作動する段階は、前記処理された光ビームを多重の処理された光ビームに分割することを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 10】

前記光スイッチを選択的に作動する段階は、前記閉じ込めチャンバからの前記多重の処理された光ビームの伝送を最小化することを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 11】

光の方向を反転させる段階であって、該段階により前記光それ自体を再指向させ、完全に処理された光ビームを生成する段階と、

前記光スイッチを選択的に作動させて、前記完全に処理された光ビームを、前記第 1 のプリズムと前記閉じ込めチャンバとの間で伝送することによって、多重の完全に処理された光ビームを生成する段階と、

前記多重の完全に処理された光ビームを前記閉じ込めチャンバ内の所定の反射光路に沿って繰り返し伝搬させて閉じ込める段階と、

前記多重の完全に処理された光ビームのエネルギーを前記エネルギーシステムに伝達する段階と

を更に備えたことを特徴とする請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 12】

前記エネルギーシステムは、クランクシャフトアセンブリであり、前記エネルギーシステムへ伝達される前記エネルギーは、前記クランクシャフトを往復運動させることを特徴とする請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 13】

前記エネルギーシステムへ伝達される前記エネルギーを電気出力に変換する段階と、前記電気出力を集める段階とを更に含むことを特徴とする請求項 12 に記載の方法。

【請求項 14】

前記電気出力を集める段階を含むことを特徴とする請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

前記第 1 のプリズムは、石英を含み、

方法が、前記第 1 の面、前記第 2 の面、及びこれらの面の組み合わせからなるグループから選択された面として提供する段階を更に含み、

前記複数の処理された光ビームを実質的に全反射するのに有効な一連の線形三角プリズムを含む線形スイッチを含む、

ことを特徴とする請求項 1 ~ 14 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 16】

前記第 1 の面を前記第 2 の面から 0 nm の距離まで圧縮することと、該第 1 の面を該第 2 の面から 1000 nm よりも大きい距離まで急速に圧縮解除することの間で急速に切り換えることにより、前記閉じ込めチャンバにおける光の閉じ込めを改善する段階を更に含むことを特徴とする請求項 1 ~ 15 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 17】

前記 1 又は複数の反射プリズムは、初期速度 (v_0) を有し、

より大きい仕事量、より大きい初期速度で前記エネルギーシステムによって発生される、ことを特徴とする請求項 1 ~ 16 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 18】

前記複数の完全に処理された光ビームのエネルギーを前記エネルギーシステムに伝達する段階は、次式(1)：

$$W = \frac{1}{2} m \left(\left(\frac{p_0 A_m t_0}{m} \left(\frac{1 - (\rho_m \tau_s)^z}{1 - \rho_m \tau_s} \right) + v_0 \right)^2 - v_0^2 \right)$$

によって計算される量の仕事(W)を発生し、ここで、

p_0 は、前記複数の処理された光ビームが衝突する反射表面上の初期放射圧であり、

A_m は、前記複数の処理された光ビームが衝突する前記反射表面の面積であり、

t_0 は、前記反射表面上の前記複数の処理された光ビームの衝突の初期持続時間であり、

m は、前記反射表面及び前記エネルギーシステムの質量であり、

ρ_m は、前記反射表面による前記複数の処理された光ビームの有効反射率であり、

τ_s は、前記光スイッチを通る前記処理された光ビームの有効透過率であり、

z は、前記反射表面に対する前記複数の処理された光ビームの繰り返し衝突の数であり、

v_0 は、前記複数の処理された光ビームが衝突する前記反射表面の初期速度である、

ことを特徴とする請求項1～17のいずれか1項に記載の方法。

【請求項 19】

1つ又はそれよりも多くの集光ミラーを使用して光を集めかつ集中させて集中した光ビームを生成する段階と、

前記集中した光ビームを前記初期光路に沿ってかつ前記光拡張器/収縮器装置を通して誘導し、それによって完全に処理されて集中した光ビームを生成する段階と、

前記光スイッチを選択的に作動させて、前記第1のプリズムと前記閉じ込めチャンバとの間で前記完全に処理されて集中した光ビームの伝達を制御することによって、前記完全に処理されて集中した光ビームを分割し、前記処理されて集中した光ビームよりも高いエネルギーを有する複数の完全に処理されて集中した光ビームを生成する段階と、

前記閉じ込めチャンバ内の前記所定の光路に沿って前記複数の処理されて集中した光ビームを閉じ込め繰り返し伝播させる段階と、

前記増大されたエネルギーを前記エネルギーシステムへ伝達する段階と

を含むことを特徴とする請求項1～18のいずれか1項に記載の方法。

【請求項 20】

前記処理された光ビームを初期角度で前記初期透過表面へ誘導する段階と、

前記処理された光ビームの第1の部分を前記初期透過表面から反射させて第1の反射をもたらす段階と、

前記処理された光ビームの第2の部分を、前記初期透過表面を通して通過させ、前記NTRSプリズムの第1の部分を第1の角度で前記第1のNTRS反射表面へ通過させる段階であって、前記NTRSプリズムの前記第1の部分はエネルギーの第1の量を吸収して前記処理された光ビームの第1の残りを生成する段階と、

前記処理された光ビームの前記第1の残りを前記NTRSプリズムの第2の部分を通して前記第1のNTRS反射表面に対して第2の角度で完全に内部反射させる段階であって、前記NTRSの前記第2の部分は、エネルギーの第2の量を吸収して前記処理された光ビームの第2の残りを生成する段階と、

前記処理された光ビームの前記第2の残りを前記NTRSプリズムの第3の部分を通して前記第2のNTRS反射表面に対して第3の角度で完全に内部反射させる段階であって、前記NTRSの前記第3の部分は、エネルギーの第3の量を吸収して前記処理された光ビームの第3の残りを生成する段階と、

前記処理された光ビームの前記第3の残りを最終角度で前記初期透過表面を通して通過させ、第2の反射をもたらす段階と

を有し、

前記第 1 の反射及び前記第 2 の反射の組み合わせは、前記処理された光ビームを実質的に全反射させることを特徴とする請求項 1 ~ 19 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 2 1】

前記初期角度は、 90° であり、
前記第 1 の角度は、 45° であり、
前記第 2 の角度は、 45° であり、
前記第 3 の角度は、 45° であり、
前記最終角度は、 90° である

ことを特徴とする請求項 20 に記載の方法。

【請求項 2 2】

1 又は複数のシリンダを有する光子エンジンであって、

光ビーム入口と連通し、第 1 の面を含む複数の内部面を有する第 1 のプリズムであって、
所定の屈折率を有する研磨された結晶石英を含む第 1 のプリズムと、

前記光ビーム入口と連通する光拡張器 / 収縮器装置であって、一方向から進入する光ビームの直径を拡張すること、及び、反対方向から進入する光ビームの直径を収縮させることによって、処理された光を生成するのに適した切子面を有する光拡張器 / 収縮器装置と

前記第 1 の面から距離を隔てた閉じ込めチャンバの第 2 の面を有するプリズムを含む光スイッチであって、前記第 1 の面と前記閉じ込めチャンバとの間の光の伝達を制御するのに適した光スイッチと

を備え、

前記閉じ込めチャンバは、エネルギーシステムと連通する 1 又は複数の可動反射表面を含む所定の反射光路を含み、

前記光スイッチは、前記第 1 の面と前記第 2 の面との間の距離であって、 0 nm から 1000 nm よりも大きい数値の間の距離を急速に切り替えるのに適したものであることを特徴とする光子エンジン。

【請求項 2 3】

前記 1 又は複数の反射表面は、前記光ビームを赤方偏移させるのに十分高い速度で移動するのに適したものであることを特徴とする請求項 2 2 に記載の光子エンジン。

【請求項 2 4】

前記速度は、残留熱を低減するほど十分に高いものであることを特徴とする請求項 2 3 に記載の光子エンジン。

【請求項 2 5】

前記 1 又は複数の可動反射表面は、近全反射面 (N T R S) を有する 1 又は複数の反射プリズムを有し、前記 N T R S は、各々が前記透過表面の少なくとも部分によって規定される初期透過表面を有する 1 又は複数の N T R S プリズムを含み、

第 1 の N T R S 反射表面は、前記初期透過表面に対して第 1 の角度で伸び、前記初期透過表面に対して第 3 の角度で伸びる 1 又は複数の第 2 の N T R S 反射表面と第 2 の角度で連通し、前記 1 又は複数の N T R S は、前記光ビームを完全に内部反射させるのに適したものである

ことを特徴とする請求項 2 2 ~ 2 4 のいずれか 1 項に記載の光子エンジン。

【請求項 2 6】

前記第 1 の角度は 45° であり、
前記第 2 の角度は 45° であり、
前記第 3 の角度は 45° である

ことを特徴とする請求項 2 2 ~ 2 5 のいずれか 1 項に記載の光子エンジン。

【請求項 2 7】

前記光スイッチは、前記光スイッチを開モードと閉モードとの間で選択的に動作させるのに適した圧電アクチュエータと作動的に連結されていることを特徴とする請求項 2 2 ~

26のいずれか1項に記載の光子エンジン。

【請求項28】

前記光スイッチは、前記処理された光ビームを複数回分割して、前記処理された光ビームよりも高いエネルギーを有する複数の処理された光ビームを生成するのに適したものであることを特徴とする請求項22～27のいずれか1項に記載の光子エンジン。

【請求項29】

前記閉じ込めチャンバは、第2の屈折率を有する第2の透過性光学媒体を含む第2のプリズムを有し、

前記第2のプリズムは、前記第2の面、及び1又は複数の側面を有することを特徴とする請求項22～28のいずれか1項に記載の光子エンジン。

【請求項30】

前記光ビームの前記方向を反転させるのに更に適したものであることを特徴とする請求項22～29のいずれか1項に記載の光子エンジン。

【請求項31】

前記第1の面、前記第2の面、及びこれらの面の組み合わせからなるグループから選択された面は、前記面から延びる複数の三角プリズムを含む線形スイッチを有するものであり、複数の三角プリズムの各々は、前記面に対して第1の角度で伸びる第1の透過表面を有し、前記面は、前記面に対して第3の角度で伸びる第2の透過表面と第2の角度で連続し、前記線形スイッチは、光を完全に内部反射させるのに有効であることを特徴とする請求項22～30のいずれか1項に記載の光子エンジン。

【請求項32】

前記第1の角度は、 45° であり、

前記第2の角度は、 90° であり、

前記第3の角度は、 45° である

ことを特徴とする請求項31に記載の光子エンジン。

【請求項33】

前記複数の反射プリズムは、前記透過表面上に同軸状にかつ互いに隣接して配置された複数のNTRSを含むことを特徴とする請求項22～32のいずれか1項に記載の光子エンジン。

【請求項34】

前記複数の反射プリズムは、前記透過表面上に同心状にかつ互いに隣接して配置された複数のNTRSを含むことを特徴とする請求項22～33のいずれか1項に記載の光子エンジン。

【請求項35】

前記エネルギーシステムは、ピストン及びクランクシャフトアセンブリであることを特徴とする請求項22～34のいずれか1項に記載の光子エンジン。

【請求項36】

前記エネルギーシステムは、バネ装置であることを特徴とする請求項22～35のいずれか1項に記載の光子エンジン。

【請求項37】

複数のシリンダを含むことを特徴とする請求項22～36のいずれか1項に記載の光子エンジン。

【請求項38】

前記複1又は複数の反射表面は、Hブリッジ回路と作動的に関連付けられることを特徴とする請求項22～37のいずれか1項に記載の光子エンジン。

フロントページの続き

(74)代理人 100109335

弁理士 上杉 浩

(74)代理人 100136744

弁理士 中村 佳正

(72)発明者 クレイ ジョセフ エム

アメリカ合衆国 テキサス州 77019 ヒューストン ブルン ストリート 1818

Fターム(参考) 2H042 CA01 CA06 CA17