

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4521994号
(P4521994)

(45) 発行日 平成22年8月11日(2010.8.11)

(24) 登録日 平成22年6月4日(2010.6.4)

(51) Int.Cl. F I
HO 1 S 3/094 (2006.01) HO 1 S 3/094 S

請求項の数 11 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2000-610100 (P2000-610100)	(73) 特許権者	502124444
(86) (22) 出願日	平成12年3月23日 (2000.3.23)		コミッサリア ア レネルジー アトミー
(65) 公表番号	特表2002-541670 (P2002-541670A)		ク エ オ ゼネルジ ザルタナテイヴ
(43) 公表日	平成14年12月3日 (2002.12.3)		フランス国 エフー75015 パリ、
(86) 国際出願番号	PCT/FR2000/000734		パテイマン 「ル ポナン デー」、
(87) 国際公開番号	W02000/060709		リュ ルブラン 25
(87) 国際公開日	平成12年10月12日 (2000.10.12)	(74) 代理人	100105647
審査請求日	平成19年2月14日 (2007.2.14)		弁理士 小栗 昌平
(31) 優先権主張番号	99/03946	(74) 代理人	100105474
(32) 優先日	平成11年3月30日 (1999.3.30)		弁理士 本多 弘徳
(33) 優先権主張国	フランス (FR)	(74) 代理人	100108589
			弁理士 市川 利光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多角形底面をもつシリンダ形リフレクタを含むレーザーの光ポンピングモジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーザーの光ポンピングモジュールにおいて、ほぼ円形の底面をもつシリンダ形バーを形成する増幅媒体(10, 11)、この媒体の横方向光ポンピング用に設けられた少なくとも1つの光源(12, 24, 44)及びこの媒体をとり囲み、多数の通路に沿って光源の光を増幅媒体に向かって送り返し、そのポンピングを均質化するために具備されたリフレクタ(14, 15)を含んで成り、このリフレクタが、万華鏡効果による画像を多数の光源点から作り出すようにほぼ正多角形である底面をもつ1つのシリンダを形成し、このシリンダの稜が増幅媒体の軸(X)に対し平行である光ポンピングモジュールであって、

【請求項 2】

光源(12, 24, 44)がこのシリンダの1つの稜と対向して増幅媒体(10, 11)に対してこの稜と反対側に配置されて光源の光が稜の方に向かうようにされており、この媒体とこの光源の間の距離は光ポンピングの均質化効果を最適化するように選択されていることを特徴とする、レーザーの光ポンピングモジュール。

【請求項 3】

前記増幅媒体(11)と前記リフレクタ(15)がほぼ同軸であることを特徴とする、請求項1に記載のモジュール。

【請求項 4】

前記リフレクタ(15)は増幅媒体(11)とほぼ同じ長さを有することを特徴とする、請求項1に記載のモジュール。

前記リフレクタ(15)の面の数が奇数であり、光源(24, 44)がほぼこのリフレクタの1つの面(34, 36)のレベルでその中央に配置されていることを特徴とする、請求項1に記載のモジュール。

【請求項5】

リフレクタの面の数が偶数であり光源(24)がほぼこのリフレクタ(15)の1つの稜上に配置されたことを特徴とする、請求項1に記載のモジュール。

【請求項6】

さらに複数のブロック(30, 32)を含み、各ブロックが、光源(24)の光を反射することのできる少なくとも1つの平坦な面(34, 36)を含み、リフレクタの各面がブロックのそれぞれの平面のうちの少なくとも1つによって形成されていることを特徴とする、請求項1に記載のモジュール。

10

【請求項7】

光源が、2つのブロック(30, 32)のそれぞれの平面(34, 36)の間に形成された空間から光が出現するような形でこれら2つのブロック(30, 32)の間に形成された間隔の中に配置されたことを特徴とする、請求項6に記載のモジュール。

【請求項8】

光源が発光体(24)であることを特徴とする、請求項1に記載のモジュール。

【請求項9】

この発光体が、レーザーダイオード又はレーザーダイオードロッド(24)又はレーザーダイオードロッド列又はレーザーダイオードロッドの積層又はこれら2つの幾何形状の組合せを含んで成り、この単数又は複数のロッドは、リフレクタが形成するシリンダの軸(X)に対し平行であることを特徴とする請求項8に記載のモジュール。

20

【請求項10】

前記光源が発光体(24)であり、この発光体が、レーザーダイオード又はレーザーダイオードロッド(24)又はレーザーダイオードロッド列又はレーザーダイオードロッドの積層又はこれら2つの幾何形状の組合せを含んで成り、この単数又は複数のロッドは、リフレクタが形成するシリンダの軸(X)に対し平行であり、

2つのブロック(30, 32)が導電性をもち、レーザーダイオード又は単数又は複数のレーザーダイオードロッド(24)がこれら2つのブロックを介して給電されていることを特徴とする、請求項7に記載のモジュール。

30

【請求項11】

光源が、発光体(46)と、増幅媒体を照明するための第1の端部及び前記発光体(46)の光を受理するための第2の端部をもつ光伝播用手段(44)と、を有することを特徴とする、請求項1に記載のモジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、多角形底面をもつシリンダ形リフレクタを含むレーザー光ポンピングモジュールに関する。

【0002】

本発明に基づくレーザーは、特に切断、溶接、材料表面硬化ならびに物体のマーキングといった分野において工業的に利用される。

40

【0003】

このレーザーは同様に、医学的分野においても利用できる。

【0004】

【従来の技術】

レーザーが基本的に1つの増幅媒体及び共振空洞を形成する2つの鏡を含んで成り、増幅媒体はこれら2つの鏡の間に配置されているということがわかっている。

【0005】

レーザーの作動に必要なエネルギーは、電氣的、化学的又は光学的に増幅媒体に供給され

50

得る。

【0006】

本発明においては、第3の方法すなわち増幅媒体の光ポンピングと呼ばれるもの、より厳密に言うところの増幅媒体の横方向光ポンピングに着目したものである。

【0007】

レーザーの性能を制限する効果を低減させるためには、増幅媒体内のポンピング光の分布を可能な限り均質にしなくてはならない。

【0008】

ところで、この方向で特定の何もしなかった場合は、このポンピング光の分布は一般に不均質で、往々にしてこの光の光源側で最大になる。

10

【0009】

まず、本発明がこの分布を均質にする手段に関するものであり、既存の技術との関係において、実施及び製作が単純であり従ってコストが低減されるという利点を示すということを明記しておきたい。

【0010】

レーザーの増幅媒体がポンピング出力の全部又は一部を吸収し、刺激された発出の形でその一定量を再度発出し、吸収された出力の残りの部分は熱に変換されるということがわかっている。この刺激された発出は「レーザー効果」と呼ばれている。

【0011】

ポンピング出力の吸収は、ポンピング源に近い増幅媒体の単数又は複数の部分上でより大きな出力が吸収されるという形で現われる、指数関数的法則（ベールランベルトの法則）に従っている。こうして、ポンピングの不均質性が生み出される。すなわち、吸収される出力は、増幅媒体のあらゆる箇所では同じではない。

20

【0012】

増幅媒体の異なる箇所でのポンピングの変動は、それ自体、発出されたレーザービームの位相の変形という形で現われる屈折率の局所的変動を作り出す。

【0013】

これらのポンピング不均質性の究極的な結果は、このレーザービームの質の制限である。特に、位相の変形は、抽出される出力を制限し、レーザービームの発散を増大させる。

【0014】

これらの欠点を補正するため、ポンピング放射線の波長で比較的吸収力の低い増幅媒体及び最初の通過で吸収されなかったポンピング放射線を増幅媒体に再度誘導することのできるリフレクタを選択することが知られている。この増幅媒体の中を何度も通過した後、ポンピング放射線は、完全に吸収されてしまうことになる。

30

【0015】

既知のリフレクタは一般に、吸収されなかった出力を増幅媒体に向かって再度集中させるため増幅媒体のものにほぼ等しい長さの曲面を有する。

【0016】

曲面リフレクタは、以下の文書から知られている：

T. Brand, I, Schmidt, 「マイクロチャンネル冷却式積層ダイオードレーザーアレイによってポンピングされたコンパクトな600w cw Nd:YAGロッドレーザーシステムの設計及び性能」；

40

S. Fujikawa, T.Kojima 及びK.Yasui, 「高出力高効率ダイオードサイドポンピング型Nd:YAGレーザー」、C.R.Pollock 及びW.Bodsenberg編、OSA TOPS第10巻、p 296~299。

K. Du et al., 「3ダイオードレーザーバーによりサイドポンピングされるネオジミウムNd:YAG30-Wcwレーザー」、Appl. Opt., 第37巻、第12号、1998年4月20日、p 2361~2364。

【0017】

リフレクタは一般に、金属部品から機械加工され、その後に（光学的品質の研磨度が得ら

50

れるような形で) 研磨され、金、銀又はアルミニウムの反射層でコーティングされる。リフレクタの品質は、研磨の質が良ければ良いほど高くなる。

【0018】

ところで、(ここで考慮されている表面の場合がそうであるように) 曲率半径の小さい凹状曲面は、適正に研磨するのがむずかしい。同様に、反射層を均質に適用することも困難である。

【0019】

リフレクタは、或る種のセラミクス又は或る種のPTFE(テフロン〔登録商標〕)といったような拡散性材料から機械加工することができる。

【0020】

かかる材料の欠点は、これらの材料の残留吸収が発生させる熱の排出を困難にするその低い熱伝導率にある。これらは同じく多孔質でもあることから、それらが冷却液と直接接する場合、その利用には補足的な処理が時として必要となる(エナメルがけ)。

【0021】

もう1つのリフレクタ製作技術は、2つの水晶部品間に含まれた空間内に拡散性粉末(例えばMgO又はBaSO₄粉末)を圧縮することから成る。

【0022】

かかるリフレクタは、製作に時間と労力とそして費用がかかるものである可能性がある。

【0023】

レーザーの増幅媒体は、一般に、ポンピング光源に対する収束レンズとみなすことができる。このことは特に、円形底面をもつ1本のシリンダ形バーを形成する固体増幅媒体というきわめて頻繁に見られる形態の場合に言えることである。

【0024】

このことは、バーの軸Xに対し垂直なこのような増幅媒体の概略的断面図である図1により例示されている。

【0025】

反射平面2及びポンピング光源4を互いに対向して、ただし増幅媒体6の両側に単純に設置した場合、この増幅媒体上又はその近くでポンピングビーム8の再集束が発生する。

【発明が解決しようとする課題】

【0026】

このことには、増幅媒体内にポンピングの不均質性を作り出すという欠点がある。

【0027】

かかる欠点は、光ポンピング光源(レーザーダイオード)が反射平面の正面にある、以下の文書から知られている多角形断面をもつリフレクタについて存在する：

Y.Hirano et al., 「高平均出力誘導冷却式ダイオードポンピング型Nd³⁺:YLFレーザー」、レーザー及び電子光学会議、第6巻、1998, OSA Technical Digest Series (OSA Washington DC, 1998), p 103 ~ p 104。

【0028】

本発明は、光ポンピングの不均質性を補正することをその課題としている。

【0029】

【課題を解決するための手段】

本発明は、レーザーの光ポンピングモジュールにおいて、ほぼ円形の底面をもつシリンダ形バーを形成する増幅媒体、この媒体の横方向光ポンピング用に設けられた少なくとも1つの光源及びこの媒体をとり囲み、多数の通路に沿って光源の光を増幅媒体に向かって送り返しそのポンピングを均質化するために具備されたリフレクタを含んで成り、このリフレクタが、万華鏡効果による画像を多数の光源点から作り出すべくほぼ規則的な多角形である底面をもつ1つのシリンダを形成し、このシリンダの稜が増幅媒体の軸に対し平行である光ポンピングモジュールであって、光源がこのシリンダの1つの稜と対向して、増幅媒体との関係においてこの稜の反対側に配置されており、この媒体とこの光源の間の距離は光ポンピングの均質化効果を最適化するように選択されていることを特徴とする、レー

10

20

30

40

50

ザーの光ポンピングモジュールにある。

【0030】

本発明のモジュールの好ましい一実施形態によれば、増幅媒体とリフレクタはほぼ同軸である。かくして、このモジュールの製造が容易になる。

【0031】

好ましくは、リフレクタは増幅媒体とほぼ同じ長さを有する。こうしてユーザーは、光ポンピングのためにこの増幅媒体の長さ全体を利用できるようになる。

【0032】

本発明のモジュールの第1の特定の実施形態によれば、リフレクタ(15)の面の数 g は奇数であり、光源は、ほぼこのリフレクタの1つの面のレベルでその中央に配置されている。

10

【0033】

第2の特定の実施形態によれば、リフレクタの面の数は偶数であり光源はほぼこのリフレクタの1つの稜上に配置されている。

【0034】

本発明のモジュールは、さらに複数のブロックを含み、各ブロックは、光源の光を反射することのできる少なくとも1つの平坦な面を含み、リフレクタの各面はブロックのそれぞれの平面のうちの少なくとも1つによって形成されている。

【0035】

モジュールの特定の1実施形態によれば、光源は、2つのブロックのそれぞれの平面の間に形成された空間から光が出現するような形でこれら2つのブロックの間に形成された間隔の中に配置されている。

20

【0036】

本発明の特定の第1の実施形態によれば、光源は発光体である。

【0037】

この発光体は、レーザーダイオード又はレーザーダイオードロッド又はレーザーダイオードロッド列又はレーザーダイオードロッドの積層又はこれら2つの幾何形状の組合せを含んで成り、この単数又は複数のロッドは、リフレクタが形成するシリンダの軸(X)に対し平行である。発光体が、積層された複数のダイオードロッドを含む場合、2本のロッド間の離隔距離は小さい方が好ましい。

30

【0038】

発光体が1つのレーザーダイオード又は単数又は複数のレーザーダイオードロッドを含む場合、光源が2つのブロック間に形成された間隔内に設置された時点で、これらのブロックは導電性を有していてもよく、このときレーザーダイオード又は単数又は複数のレーザーダイオードロッドは、これら2つのブロックを介して給電されている。

【0039】

モジュールの第2の特定の実施形態によれば、光源は、増幅媒体を照明するための第1の端部及び発光体の光を受理するための第2の端部をもつ光伝播用手段である。

【0040】

本発明は、純粋に例示を目的とし制限的意味を全くもたない以下に示された実施例の説明を添付図面を参考にしながら読むことによって、より良く理解できるであろう。

40

【0041】

【発明の実施の形態】

本発明に従った光ポンピングモジュールは、図2に概略的かつ部分的に表わされており、円形又はほぼ円形の底面及びXと記された軸をもつシリンダ形バーを形成する増幅媒体10を含んで成る。

【0042】

このモジュールは同様に、媒体10の横方向光ポンピングを目的とする光源12をも含んで成る。

【0043】

50

その上、このモジュールは、正多角形又はほぼ正多角形の底面をもつシリンダを形成するリフレクタ 14 を含んで成る。

【 0 0 4 4 】

このシリンダは、研磨され場合によっては反射層又は拡散層がコーティングされた複数の平面の集合体である。図 2 には、隣接する 2 つの面 16 及び 18 のみが表わされている。

【 0 0 4 5 】

シリンダ面の交差平面は、このシリンダの稜を構成し、図 2 には、面 16 及び 18 に対応する稜 20 が見える。

【 0 0 4 6 】

シリンダの稜は、バー形状の媒体の軸 X に対して平行である。ここで図 2 は、この軸 X に対し垂直なモジュールの横断面図であるということを明記しておく。

10

【 0 0 4 7 】

本発明によれば、ポンピング光源 12 は、シリンダの稜 20 に対向して、バー 10 の形をした媒体との関係においてこの稜の反対側に設置されている。

【 0 0 4 8 】

このような形態により、多数の光源点から万華鏡効果により光源 12 の画像を作り出すことが可能となる。

【 0 0 4 9 】

図 2 の参照番号 22 は、この光源 12 によって発出される光ビームを表わしている。

【 0 0 5 0 】

20

考慮対象の形態により、増幅媒体 10 内の最初の通過の際に吸収されなかったポンピング光は、光源 12 に面するリフレクタのコーナーで反射し、(すなわち稜 20 の付近で反射し)、従って増幅媒体 10 に向かって再度集束されない。

【 0 0 5 1 】

好ましくは、図 2 が示しているように、光源 12 は、この増幅媒体の軸 X 及びリフレクタの稜 20 を含む平面内にある。このことにより、本発明に従ったモジュールの製造が単純化される。

【 0 0 5 2 】

ここで、曲面リフレクタを含むポンピングモジュールと比較して、本発明は、曲面よりも機械加工、適正な研磨及び処理が容易である平坦面を有するという利点を示す。

30

【 0 0 5 3 】

本発明に従ったモジュールでは、増幅媒体から適切な距離のところ単数又は複数のポンピング光源を配置するように注意することによって、きわめて均質なポンピング分布を得ることが可能である。

【 0 0 5 4 】

この距離は主として、この単数又は複数の光源によって供給された単数又は複数のポンピングビームの発散に左右される。

【 0 0 5 5 】

単数又は複数の光源は、増幅媒体をできるかぎり広く照明するべくこの増幅媒体に近すぎずはならず、又、ポンピング光の最初の通過の際に吸収されたポンピング出力を低減させることによりレーザーの合計効率を損なうことがないようにこの増幅媒体から離れすぎてもいけない。

40

【 0 0 5 6 】

ここで、その各々において、多角形底面をもつシリンダ形リフレクタ 15 及び円形底面を持つシリンダ形バーの形をした増幅媒体 11 が同軸であり、同じ長さを有している、図 3 及び 4 の例を考慮する。

【 0 0 5 7 】

これらの例の各々において、ポンピングモジュールは、増幅媒体及びリフレクタに共通である軸 X に垂直な横断面として示されている。

【 0 0 5 8 】

50

図3の例においては、リフレクタは、奇数の数の面、より厳密には5つの面を含んでおり、ポンピング光源として、軸Xに平行であるレーザーダイオードロッド24で構成された発光体利用されている。

【0059】

レーザーの空洞の2つの鏡が図3には(又その他の図にも)表わされていないということを明記しておく。この空洞を限定するこれらの鏡は、軸Xに垂直であり、それぞれ増幅媒体の両側に配置されている。

【0060】

図3の例においては、この増幅媒体11は中実である。これはポンピング光に対し透過性ある1本の管26の内部に配置されている。

10

【0061】

この管26と増幅媒体11の間に含まれる間隔28の中には、増幅媒体を冷却するため、図示されていない手段を用いて例えば水といった冷却液を循環させる。

【0062】

図3には、同一平面上にあってその統合が図3のモジュールの五角形底面をもつリフレクタ15の1つの面を構成しひいては、このリフレクタの5つの面を構成することになるそれぞれ2つの平坦面34及び36をもつ2つの金属ブロック30及び32の5つグループが見られる。

【0063】

各々のレーザーダイオードロッド24は、同一グループの2つの金属ブロックの間に含まれており、これら2つのブロックのそれぞれの面34及び36の近くでこれら2つの面を分離するライン上にある。

20

【0064】

こうして、図3でそれぞれブロック30及び32に結びつけられた正負符号-及び+で象徴されている手段によって適切な形で2つのブロックを分極させることにより、このロッド24のレーザーダイオードの給電が可能となる。

【0065】

図3では、対応するロッド24によって部分的に占有されている空間であるこれら2つのブロック30及び32の間に存在する空間が見られる。この空間の残りの部分には、電氣的に絶縁性ある材料38が充てんされている。

30

【0066】

同様にして、電氣的に絶縁性ある材料で作られた要素40が、1定のブロックグループに属する各ブロック30を隣接するグループから分離し、これら2つのブロック間の電氣的接触を回避している。

【0067】

その上、全ての面34及び36は研磨され(光学品質の研磨)、例えば金属から成る反射性金属被着物(図示せず)でコーティングされている。

【0068】

各レーザーダイオードに由来し考慮対象の例ではその発散角が約90°に等しいポンピング光ビーム42は、増幅媒体11に向かって送られ、このビームの一部分はこの増幅媒体11内に進入しここで一部吸収される。

40

【0069】

この媒体内に進入しないか又はこの媒体内を最初に通過した時点で吸収されなかった光は、金属により反射される。

【0070】

多数の反射の後、ポンピング光は増幅媒体か又は金属により完全に吸収される。

【0071】

図4のモジュールは、そのリフレクタ15の面数に関して図3のものと異なっている。この数は偶数であり、図示された例において6に等しく、ここから六角形の底面をもつシリンダ形リフレクタがもたらされる。

50

【 0 0 7 2 】

図 4 の例においては、2つのブロック 3 0 及び 3 2 の3つのグループひいては3系列のレーザーダイオードロッド 2 4 が利用され、ロッドの各々は、同じグループの2つの平坦面に共通の稜上に位置づけされている。

【 0 0 7 3 】

六角形の底面をもつリフレクタの各面は、1つのブロックの1つの平坦面から成り、隣接する2つのブロックのそれぞれ平坦面は互いに 120° の角度を成している。

【 0 0 7 4 】

図 3 の例に戻ると、レーザーダイオードロッドの数は、5未満であってよく、さらには1であってもよい。この数は対応するレーザーのために必要とされる出力によって左右される。

10

【 0 0 7 5 】

このとき、1本のロッドに結びつけられていない同じグループのブロック 3 0 及び 3 2 はひと続きになっていてよく（間に空間がない）、1本のロッドに結びつけられている各ブロックグループのみが、電氣的に絶縁性ある材料でできた要素 4 0 により隣接するグループから分離されていなくてはならない。

【 0 0 7 6 】

同様にして、図 4 のモジュールは、1本又は2本のレーザーダイオードロッドしか有していなくても良い。

【 0 0 7 7 】

この図 4 の場合、軸 X との関係において既存のロッドとは反対側の各絶縁性要素 4 0 のレベルでレーザーダイオードロッドを付加することさえ可能であり、こうして3本の補足的ロッドを追加することができる。

20

【 0 0 7 8 】

さらに、図 3 及び 4 を参照して示された例の各々のレーザーダイオードロッドは、高出力レーザーが必要でない場合唯一のレーザーダイオードで置換されてもよく、又反対に、積重ねられた又は1本の列に沿って整列された複数のロッド又はこれら2つの幾何形状の組合せにより置換されてもよい。

【 0 0 7 9 】

図 3 及び 4 に例においては、リフレクタによって限定された空間内に光を直接導入するためポンピング光の発光体利用される。

30

【 0 0 8 0 】

この代りに、以下のような光伝播手段を介してこの光を導入することが可能である：

- 光屈折系（レンズの組合せ）、
- 増幅媒体の軸 X に平行なポンピングビームを受理するためのリフレクタにより限定された空間内の（増幅媒体に向かって軸 X に対し垂直にこれらのビームを送るような形で方向づけされた鏡を用いた）反射光学系、
- 反射屈折系（レンズと鏡の組合せ）、及び
- 光導体。

【 0 0 8 1 】

このことは、図 3 の1変形形態が概略的かつ部分的に斜視図で示されている図 5 によって例示されている。

40

【 0 0 8 2 】

ガラスプレート 4 4 が間にある2つのブロック 3 0 及び 3 2 から成るグループの1つが見える。

【 0 0 8 3 】

このプレート 4 4 の第1の端部が、これらのブロック 3 0 及び 3 2 のそれぞれの面 3 4 及び 3 6 のレベルにある。

【 0 0 8 4 】

このプレート 4 4 の第2の端部は、図示されていない手段によって制御される1本のレー

50

ザーダイオードロッド 4 6 に光学的にカップリングされている。

【 0 0 8 5 】

このロッドは、ポンピング光 4 2 を発出し、この光はブレード 4 4 を通して搬送され、このブレードの第 1 の端部から出て増幅媒体 (図示せず) を照明する。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 既知の光ポンピングモジュールの原理を概略的に例示しており、この図についてはすでに記述されている。

【 図 2 】 発明の原理を概略的に例示している。

【 図 3 】 奇数の数の面を含む多角形底面をもつシリンダ形リフレクタを利用した、本発明の目的である光ポンピングモジュールの特定の一実施形態の概略的横断面図である。

【 図 4 】 偶数の数の面を含む多角形底面をもつシリンダ形リフレクタを利用した、本発明の目的である光ポンピングモジュールのもう 1 つの特定の実施形態の概略的横断面図である。

【 図 5 】 図 3 のモジュールの一変形実施形態の概略的及び部分的斜視図である。

【 図 1 】

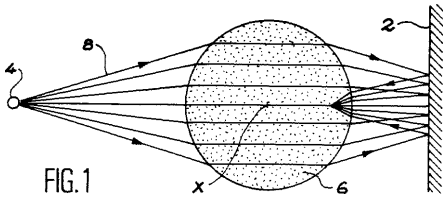


FIG. 1

【 図 2 】

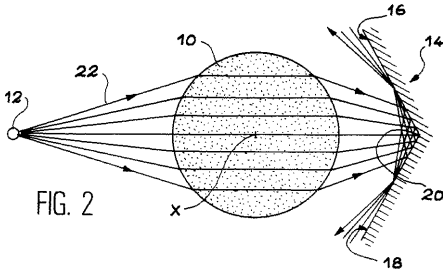


FIG. 2

【 図 5 】

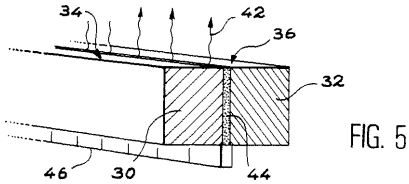


FIG. 5

【 図 3 】

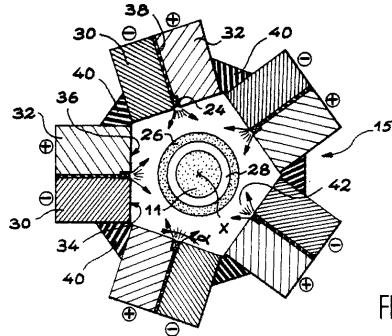


FIG. 3

【 図 4 】

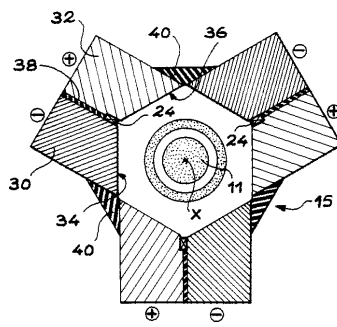


FIG. 4

フロントページの続き

(72)発明者 トロ, ピエール-イヴ

フランス国 エフ-91190 ジフ サー イベッテ, リュ ラオウル ドトリ, 2

(72)発明者 ユゲット, ジルス

フランス国 エフ-91940 レ ユリス, バ セ2, レジデンス “レ ミルペルテュイ
”

審査官 杉田 翠

(56)参考文献 特開平10-022551(JP,A)

特開昭57-126189(JP,A)

特開昭62-088386(JP,A)

特開平01-105586(JP,A)

特開平05-160477(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01S 3/00 - 3/02、3/04 - 3/0959、3/098 - 3/102、3/105 - 3/131、3/136 - 3/213、

3/23 - 3/30、4/00