

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2012-506838

(P2012-506838A)

(43) 公表日 平成24年3月22日(2012.3.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C03C 3/247 (2006.01)	C O 3 C 3/247	4 G O 6 2
G02B 1/00 (2006.01)	G O 2 B 1/00	
C03C 3/32 (2006.01)	C O 3 C 3/32	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2011-534788 (P2011-534788)	(71) 出願人	507416193
(86) (22) 出願日	平成21年10月29日 (2009.10.29)		マーガリアン, アルフレッド, エー.
(85) 翻訳文提出日	平成23年4月27日 (2011.4.27)		MARGARYAN, Alfred,
(86) 国際出願番号	PCT/US2009/062652		A.
(87) 国際公開番号	W02010/051393		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 91
(87) 国際公開日	平成22年5月6日 (2010.5.6)		203 グレンデイル, エービーティー.
(31) 優先権主張番号	61/198,012		スイート107, ダブリュ. パイオニア
(32) 優先日	平成20年10月31日 (2008.10.31)		ドライブ 370
(33) 優先権主張国	米国 (US)		370 W. PIONEER DRIVE
(31) 優先権主張番号	61/180,880		, Apt. Suite 107, Gl
(32) 優先日	平成21年5月24日 (2009.5.24)		endale, CA 91203, U
(33) 優先権主張国	米国 (US)		. S. A.
(31) 優先権主張番号	61/185,190		
(32) 優先日	平成21年6月8日 (2009.6.8)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高エネルギー環境下で用いるための、光学特性が改善された光学部品

(57) 【要約】

1. 2.9×10^9 rad 以上の高強度ガンマ線放射線量、および、 3×10^9 から 1×10^{14} n/cm² 秒以上の中性子束の中性子エネルギー、および、 2×10^{16} から 8.3×10^{20} n/cm² 以上の中性子フルエンス、を加えることを含む、高エネルギー環境下の透過性を保つ（透明なままの）光学部品。さらに、前記光学部品のバルクレーザ損傷閾値は、 105 ± 20 J/cm² であり、表面レーザ損傷閾値は 72 ± 15 J/cm² であり、ストークシフトは約9%であり、熱負荷率は約11%である。

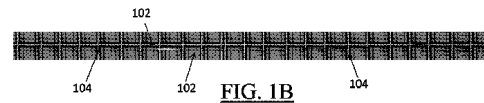


FIG. 1B

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

10 から 60 モル % のメタリン酸塩 $Ba(PO_3)_2$ と、
 10 から 60 モル % のメタリン酸塩 $Al(PO_3)_3$ と、
 20 から 90 モル % のフッ化物 $BaF_2 + RF_3$ と、
 を含み、
 ここで、R は、Y および La のうちの 1 つから選択され、
 100 に対して 0.5 から 10 重量 % の Yb_2O_3 および YbF_3 のうちの 1 つから選
 択されているドーパントを有する、光学部品。

【請求項 2】

20 から 50 モル % のメタリン酸塩 $Ba(PO_3)_2$ と、
 10 から 60 モル % のメタリン酸塩 $Al(PO_3)_3$ と、
 20 から 90 モル % のフッ化物 $BaF_2 + RF_3$ と、
 を含み、
 ここで、R は、Y および La のうちの 1 つから選択され、
 100 に対して 0.5 から 15 重量 % の Yb_2O_3 および YbF_3 のうちの 1 つから選
 択されているドーパントを有する、光学部品。

【請求項 3】

10 から 60 モル % のメタリン酸塩 $Ba(PO_3)_2$ と、
 10 から 60 モル % のメタリン酸塩 $Al(PO_3)_3$ と、
 10 から 75 モル % のフッ化物 $BaF_2 + RF_3$ と、
 を含み、
 ここで、R は、Y および La のうちの 1 つから選択され、
 100 に対して 0.5 から 10 重量 % の Yb_2O_3 および YbF_3 のうちの 1 つから選
 択されているドーパントを有する、光学部品。

【請求項 4】

5 から 60 モル % のメタリン酸塩 $Ba(PO_3)_2$ と、
 5 から 60 モル % のメタリン酸塩 $Al(PO_3)_3$ と、
 10 から 90 モル % のフッ化物 $BaF_2 + RF_3$ と、
 を含み、
 ここで、R は、Y および La のうちの 1 つから選択され、
 100 に対して 0.2 から 20 重量 % の Yb_2O_3 および YbF_3 のうちの 1 つから選
 択されているドーパントを有する、光学部品。

【請求項 5】

モル % のメタリン酸塩 $Ba(PO_3)_2$ と、
 モル % のメタリン酸塩 $Al(PO_3)_3$ と、
 モル % のフッ化物 $BaF_2 + RF_x$ と、
 を含み、
 Yb の前記組成物の 100 に対してパーセント (重量 %) の Yb_2O_3 および YbF_3 の
 うちの 1 つから選択されているドーパントを有し、
 R は、Mg、Ca、Bi、Y、La から構成される群から選択され、
 x は、前記組成物 RF_x においてフッ素 (F) の量を示す指数であり、
 $1.29 \times 10^9 \text{ rad}$ 以上の高強度ガンマ線放射線量を加え、
 3×10^9 から $1 \times 10^{14} \text{ n/cm}^2$ 秒以上の中性子束の中性子エネルギーを加え、
 2×10^{16} から $8.3 \times 10^{20} \text{ n/cm}^2$ 以上の中性子フルエンスを加えることを含
 む、
 高エネルギー環境下での透過性を保ち、
 バルクレーザ損傷閾値が $105 + / - 20 \text{ J/cm}^2$ であり、表面レーザ損傷閾値が約
 72 J/cm^2 である、光学部品。

【請求項 6】

固体レーザホストおよび固体増幅器ホストのうちの１つであり、１００に対して０．５から５重量％の Yb_2O_3 および YbF_3 のうちの１つから選択されたドーパントを有する、請求項５に記載の光学部品。

【請求項７】

薄ディスクレーザホストであり、１００に対して１から２０重量％の Yb_2O_3 および YbF_3 のうちの１つから選択されたドーパントを有する、請求項５に記載の光学部品。

【請求項８】

ファイバ・レーザ・ホストおよびファイバ増幅器ホストのうちの１つであり、１００に対して０．５から３重量％の Yb_2O_3 および YbF_3 のうちの１つから選択されているドーパントを有する、請求項５に記載の光学部品。

10

【請求項９】

窓、ミラー、および、ソーラーパネル被覆用薄膜のうちの１つであり、１００に対して１から１０重量％の Yb_2O_3 および YbF_3 のうちの１つから選択されているドーパントを有する、請求項５に記載の光学部品。

【請求項１０】

レンズのうちの１つであり、１００に対して０．５から５．５重量％の Yb_2O_3 および YbF_3 のうちの１つから選択されているドーパントを有する、請求項５に記載の光学部品。

【請求項１１】

ストークシフトが約９％であり、熱負荷率が約１１％である、請求項５に記載の光学部品。

20

【請求項１２】

前記 Yb のドーパントは、活性化したとき、前記光学部品の透過性を保つために高エネルギー環境下の感光除去器としての機能を果たすと同時に、レーザドーパントとしての機能を果たす、請求項５に記載の光学部品。

【請求項１３】

$1.29 \times 10^9 \text{ rad}$ 以上の高強度ガンマ線放射線量、および、 3×10^9 から $1 \times 10^{14} \text{ n/cm}^2$ 秒以上の中性子束の高中性子エネルギー、および、 2×10^{16} から $8.3 \times 10^{20} \text{ n/cm}^2$ 以上の中性子フルエンスを含む、高エネルギー環境下で透過性を保つフルオロリン酸塩ガラス系を有し、

30

バルクレーザ損傷閾値が約 105 J/cm^2 であり、表面レーザ損傷閾値が約 72 J/cm^2 である、光学部品。

【請求項１４】

固体レーザホスト、固体増幅器ホスト、薄ディスクレーザホスト、ファイバ・レーザ・ホスト、ファイバ増幅器ホスト、窓、ソーラーパネル被覆用薄膜、ミラー、および、レンズのうちの１つである、請求項１３に記載の光学部品。

【請求項１５】

ストークシフトが約９％であり、 945 nm の波動エネルギーによって活性化したときの熱負荷率が約１１％である、請求項１４に記載の光学部品。

【請求項１６】

118 A° から 132 A° の粗さ p_v に研磨された、請求項１３に記載の光学部品。

40

【請求項１７】

光ファイバを形成するための引抜温度 T_D が、結晶化温度 T_C とは実質的に異なり、前記引抜温度は約 690 と等しい、請求項１４に記載の光学部品。

【請求項１８】

フルオロリン酸塩ガラス系が Yb のドーパントを含み、前記 Yb のドーパントは、活性化したとき、前記光学部品の透過性を保つために高エネルギー環境下の感光除去器としての機能を果たすと同時に、レーザドーパントとしての機能を果たす、請求項１３に記載の光学部品。

【請求項１９】

50

線形屈折率が増加しているにも関わらず変化しない約 6.4 から 6.8 のアッペ数を有するレンズであり、非線形屈折率がおおよそ $n_2 = 1.42 \times 10^{-13} \text{ esu}$ と低いままである、請求項 14 に記載の光学部品。

【請求項 20】

フルオロリン酸塩ガラス系が、
 モル%のメタリン酸塩 $\text{Ba}(\text{PO}_3)_2$ と、
 モル%のメタリン酸塩 $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ と、
 モル%のフッ化物 $\text{BaF}_2 + \text{RF}_x$ と、
 を含み、

Yb の前記組成物の 100 に対してパーセント（重量%）の Yb_2O_3 および YbF_3 のうちの 1 つから選択されたドーパントを有し、

R は、 Mg 、 Ca 、 Bi 、 Y 、 La から構成される前記群から選択され、

x は、前記組成物 RF_x においてフッ素（ F ）の量を示す指数である、請求項 13 に記載の光学部品。

【発明の詳細な説明】

【関連出願の相互参照】

【0001】

本出願は、2008年10月31日に出願された同時係属中の米国仮特許出願第 61 / 198012 号、2009年5月24日に出願された同時係属中の米国仮特許出願第 61 / 180880 号、2009年6月8日に出願された同時係属中の米国仮特許出願第 61 / 185190 号、および、2009年6月21日に出願された同時係属中の米国仮特許出願第 61 / 218971 号の優先権の利益を主張し、これら全ての出願は、その全開示が参照により明示的に本明細書に参照により組み込まれる。

【技術分野】

【0002】

本発明は、高エネルギー環境下で用いるための、光学特性が改善されたフルオロリン酸塩ベースの光学部品に関するものである。

【背景技術】

【0003】

既知の従来の光学部品の一部は、いくらかの放射抵抗レベルを有するものがあるが、これらの抵抗レベルは、高エネルギー環境下で使用するには十分ではない。

【0004】

異なる放射抵抗特性レベルを有する光学部品の例として、数百 krad のガンマ線にさらした後で感光する、ビスマスのメタリン酸塩ベースのガラス系が挙げられる。他の例としては、非常に低いレベルのガンマ線下で暗くなる故に高エネルギー環境下で用いるにはひどく非実用的である、高エネルギー環境下での性能の悪いものとして周知の SiO_2 ベースの光学部品が挙げられる。様々な組成物のリン酸塩ベースのガラスを含む他の光学部品は、アルカリ元素を含んでおり、このアルカリ元素は最終製品の全放射抵抗を実際に減らすおよび下げることで知られており、従って、いかなる高エネルギー環境下で用いるにもひどく非実用的である。従来の使用される他の光学部品は、二酸化ゲルマニウムベースの網状構造を含んでおり、 GeO_2 が存在する故に放射抵抗に適していない。

【0005】

前記光学部品の光学特性に関して、および、特に、前記光学部品の表面レーザ損傷閾値に関して、ほとんどの光学部品は、以下の表に示したように非常に低い表面レーザ損傷閾値を有している。

【0006】

表面レーザ損傷閾値

光学部品

表面レーザ損傷閾値

ショットガラス製品		
リン酸塩ガラスLG750	~ 30J/cm ²	

コーニングガラス製品シリカガラス		
7940	~ 38+/-2J/cm ²	

コーニングガラス製品ホウケイ酸塩ガラス		
0211	~ 32J/cm ²	

ビスマス含有フルオロリン酸塩ガラス	~ 29J/cm ²	10

【 0 0 0 7 】

それ故、前記光学部品は、 60 J/cm^2 またはそれ以上の閾値を必要とする高レーザーエネルギー環境下では、用いることができない。

【 0 0 0 8 】

従って、現在の技術水準および現在の光学部品の不都合な点に鑑みて、高エネルギー抵抗および優れたアクティブおよびパッシブ光学特性を有する、光学部品が必要である。

【 発明の概要 】

【 0 0 0 9 】

本発明は、 $1.29 \times 10^9\text{ rad}$ 以上の高強度ガンマ線放射線量、および、 3×10^9 から $1 \times 10^{14}\text{ n/cm}^2$ 秒以上の中性子束の高中性子エネルギー、および、 2×10^{16} から $8.3 \times 10^{20}\text{ n/cm}^2$ 以上の中性子フルエンスを含み、高エネルギー環境下での透過性を保つ（透明なままの）光学部品を提供する。さらに、前記光学部品のバルクレーザー損傷閾値は、 $105 + / - 20\text{ J/cm}^2$ であり、表面レーザー損傷閾値は $72 + / - 15\text{ J/cm}^2$ であり、ストークシフトは約 9 % であり、熱負荷率は約 11 % である。

【 0 0 1 0 】

本発明の例示的な一態様は、

- 10 から 60 モル % のメタリン酸塩 $\text{Ba}(\text{PO}_3)_2$ と、
- 10 から 60 モル % のメタリン酸塩 $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ と、
- 20 から 90 モル % のフッ化物 $\text{BaF}_2 + \text{RF}_3$ と、
- を含み、

ここで、R は、Y および La のうちの 1 つから選択され、100 に対して 0.5 から 10 重量 % の Yb_2O_3 および YbF_3 のうちの 1 つから選択されるドーパントを有する、光学部品を提供する。

【 0 0 1 1 】

本発明の別の例示的な態様は、

- 20 から 50 モル % のメタリン酸塩 $\text{Ba}(\text{PO}_3)_2$ と、
- 10 から 60 モル % のメタリン酸塩 $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ と、
- 20 から 90 モル % のフッ化物 $\text{BaF}_2 + \text{RF}_3$ と、
- を含み、

ここで、R は、Y および La のうちの 1 つから選択され、100 に対して 0.5 から 15 重量 % の Yb_2O_3 おおび YbF_3 のうちの 1 つから選択されるドーパントを有する、光学部品を提供する。

【 0 0 1 2 】

本発明のさらなる例示的な態様は、

- 10 から 60 モル % のメタリン酸塩 $\text{Ba}(\text{PO}_3)_2$ と、
- 10 から 60 モル % のメタリン酸塩 $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ と、
- 10 から 75 モル % のフッ化物 $\text{BaF}_2 + \text{RF}_3$ と、

を含み、

ここで、Rは、YおよびLaのうちの1つから選択され、100に対して0.5から10重量%の Yb_2O_3 および YbF_3 のうちの1つから選択されるドーパントを有する、光学部品を提供する。

【0013】

本発明の別の例示的な態様は、

5から60モル%のメタリン酸塩 $Ba(PO_3)_2$ と、

5から60モル%のメタリン酸塩 $Al(PO_3)_3$ と、

10から90モル%のフッ化物 $BaF_2 + RF_3$ と、

を含み、

ここで、Rは、YおよびLaのうちの1つから選択され、100に対して0.2から20重量%の Yb_2O_3 および YbF_3 のうちの1つから選択されるドーパントを有する、光学部品を提供する。

【0014】

本発明のさらに別の例示的な態様は、

モル%のメタリン酸塩 $Ba(PO_3)_2$ と、

モル%のメタリン酸塩 $Al(PO_3)_3$ と、

モル%のフッ化物 $BaF_2 + RF_x$ と、

を含み、

Ybの組成物の100パーセント(重量%)に対する Yb_2O_3 および YbF_3 のうちの1つから選択されるドーパントを有し、

ここで、Rは、Mg、Ca、Bi、Y、Laからなる群から選択され、

xは、組成物 RF_x 中のフッ素(F)の量を示す指数であり、

前記光学部品は、

1.29 × 10⁹ rad以上の高強度ガンマ線放射線量を加えることと、
3 × 10⁹ から 1 × 10¹⁴ n/cm² 秒以上の中性子束の中性子エネルギー、および
2 × 10¹⁶ から 8.3 × 10²⁰ n/cm² 以上の中性子フルエンスを加えることとを含む、
高エネルギー環境下での透過性を保ち、

バルクレーザ損傷閾値が105 + / - 20 J/cm²であり、表面レーザ損傷閾値が72 + / - 15 J/cm²である、

光学部品を提供する。

【0015】

本発明の例示的な任意選択的な一態様は、

固体レーザホストおよび固体増幅器ホストのうちの1つであり、

100に対して0.5から5重量%の Yb_2O_3 および YbF_3 のうちの1つから選択されるドーパントを有する光学部品を提供する。

【0016】

本発明の別の例示的な任意選択的な態様は、

薄ディスクレーザホストであり、100に対して1から20重量%の Yb_2O_3 および YbF_3 のうちの1つから選択されるドーパントを有する光学部品を提供する。

【0017】

本発明のさらなる例示的な任意選択的な態様は、

ファイバ・レーザ・ホストおよびファイバ増幅器ホストのうちの1つであり、100に対して0.5から3重量%の Yb_2O_3 および YbF_3 のうちの1つから選択されるドーパントを有する、

光学部品を提供する。

【0018】

本発明のさらなる例示的な任意選択的な態様は、

窓、ミラー、およびソーラーパネル被覆用薄膜のうちの1つであり、100に対して1から10重量%の Yb_2O_3 および YbF_3 のうちの1つから選択されるドーパントを有

10

20

30

40

50

する、光学部品を提供する。

【0019】

本発明の別の例示的な任意選択的な態様は、

100に対して0.5から5.5重量%の Yb_2O_3 および YbF_3 のうちの1つから選択されるドーパントを有するレンズのうちの1つである、光学部品を提供する。

【0020】

本発明のさらなる例示的な任意選択的な態様は、

光学部品のストークシフトが約9%であり、熱負荷率が約11%である、光学部品を提供する。

【0021】

本発明のなおさらなる例示的な任意選択的な態様は、

前記 Yb のドーパントは、活性化したとき、光学部品を透過的に保つために高エネルギー環境下の感光除去器として機能すると同時に、レーザドーパントとして機能する、光学部品を提供する。

【0022】

本発明の別の例示的な態様は、

$1.29 \times 10^9 \text{ rad}$ 以上の高強度ガンマ線放射線量、および、 3×10^9 から $1 \times 10^{14} \text{ n/cm}^2$ 秒以上の中性子束の中性子エネルギー、および、 2×10^{16} から $8.3 \times 10^{20} \text{ n/cm}^2$ 以上の中性子フルエンスを含む、高エネルギー環境下の透過性を保つフルオロリン酸塩ガラス系を含み、

バルクレーザ損傷閾値が $105 + / - 20 \text{ J/cm}^2$ であり、表面レーザ損傷閾値が $72 + / - 15 \text{ J/cm}^2$ である、光学部品を提供する。

【0023】

本発明の別の例示的な任意選択的な態様は、

固体レーザホスト、固体増幅器ホスト、薄ディスクレーザホスト、ファイバ・レーザ・ホスト、ファイバ増幅器ホスト、窓、ソーラーパネル被覆用薄膜、ミラー、および、レンズのうちの1つである、光学部品を提供する。

【0024】

本発明のさらに別の例示的な任意選択的な態様は、

光学部品のストークシフトが約9%であり、945 nmの波動エネルギーによって活性化したときの熱負荷率が約11%である、光学部品を提供する。

【0025】

本発明のさらなる例示的な任意選択的な態様は、

118 A^0 から 132 A^0 の粗さ p_v に研磨されている、光学部品を提供する。

【0026】

本発明のなおさらなる例示的な任意選択的な態様は、

光ファイバを形成するための光学部品の引抜温度 T_D が、結晶化温度 T_C とは大幅に異なり、前記引抜温度が約690と同等である、光学部品を提供する。

【0027】

本発明の別の例示的な任意選択的な態様は、

フルオロリン酸塩ガラス系が Yb のドーパントを含み、前記 Yb のドーパントは、活性化したとき、光学部品の透過性を保つために高エネルギー環境下の感光除去器として機能し、同時にレーザドーパントとして機能する、光学部品を提供する。

【0028】

本発明のさらに別の例示的な任意選択的な態様は、

線形屈折率が増加に関わらず変化しない約64から68のアッペ数を有するレンズであり、非線形屈折率がおよそ $n_2 = 1.42 \times 10^{-13} \text{ esu}$ と低いままである、光学部品を提供する。

【0029】

本発明の別の例示的な任意選択的な態様は、

10

20

30

40

50

フルオロリン酸塩ガラス系が、
モル%のメタリン酸塩 $Ba(P O_3)_2$ と、
モル%のメタリン酸塩 $Al(P O_3)_3$ と、
モル%のフッ化物 $BaF_2 + R F_x$ と、
を含み、

Yb の組成物の100パーセント(重量%)に対して Yb_2O_3 および YbF_3 のうちの1つから選択されるドーパントを有し、

ここで、 R は、 Mg 、 Ca 、 Bi 、 Y 、 La からなる群から選択され、

x は、組成物 $R F_x$ においてフッ素(F)の量を示す指数である、光学部品を提供する。

10

【0030】

このように示した本発明の利点は、例にすぎず、本発明を限定するように解釈されるべきではない。本発明のこれらのおよび他の特徴、態様、および利点については、以下の図面および特許請求の範囲とともに、以下の好ましい非限定的な例示的な実施態様の詳細な説明から、当業者に明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0031】

図面は、例示的な説明を行うためにのみ用いられるべきであり、本発明に限定の定義としてのものではないということが、理解されるべきである。開示全体において、「例示的な」という語は、「例、例証、または、説明としての機能を果たす」という意味でもっぱら用いられる。「例示的な」と記載されたいかなる実施態様も、他の実施態様よりも好ましいまたは有利であるとは必ずしも解釈されるべきではない。

20

図面に関して、同様の参照符号は全体にわたって対応箇所を示している。

【図1】図1Aは本発明に従った例示的なファイバコアの例示的な形状をした、本発明の第1光学部品のサンプルの説明図である。図1Bは本発明に従って高エネルギーを加えた後の、図1Aに示した第1光学部品の例示的な図である。図1Cは本発明に従って高エネルギーを加えた後の、例示的な直方体の形状をした本発明の第2光学部品のサンプルの例示的な図である。

【図2】本発明に従ってレーザ損傷閾値試験を受けた、本発明の例示的な光学部品を示す図である。

30

【図3】図3Aは本発明に従った例示的な固体レーザホストまたは固体増幅器ホストの形状をした、本発明の例示的な光学部品の図である。図3Bは本発明に従った例示的なディスクの形状をした、本発明の例示的な光学部品の図である。図3Cは本発明に従ってレンズへと切断、成形、および、研磨されてもよい例示的なディスクの形状をした、本発明の例示的な光学部品の図である。

【図4】図4Aは本発明の立方体状の光学部品の研磨された一面のトポグラフィーを例示的に示す図である。図4Bは図4Aに示された前記一面の研磨された光学部品最終製品に関して、表面の質に関する数値データを詳細に示す表である。図4Cは図4Aに示された本発明の同一の立方体状の光学部品の別の研磨された面のトポグラフィーを例示的に示す図である。図4Dは図4Cに示された前記面の研磨された光学部品最終製品に関して、表面の質に関する数値データを詳細に示す表である。

40

【図5】本発明に従った例示的なガラスロッドの形状をした、例示的な光学部品の図である。

【発明を実施するための形態】

【0032】

添付図面に関連して以下に示した詳細な説明は、本発明の現在において好ましい実施態様の説明として意図されたものであり、本発明が構成および/または利用される唯一の形態を示すために意図されたものではない。

【0033】

簡易で明瞭にするために、本開示は、波動エネルギーおよび粒子エネルギーの両方に関

50

して、「エネルギー」という語句を用いる。さらに、本開示は、高エネルギー波（つまり、高電磁放射線またはEMR）を、（ 10^{19} Hz以上の）ガンマ線周波数での高エネルギー波であるとする。さらに、本開示は、少なくとも 3×10^9 n/cm²秒の平均中性子束、および、少なくとも 2×10^{16} n/cm²秒の平均中性子フルエンスにおいて、高粒子エネルギーを提示する。従って、本発明は、「高エネルギー」、「高放射線」、「高放射エネルギー」、「高エネルギー環境」などといった集合的な語句を、前記高波動エネルギーパラメーターおよび高粒子エネルギーパラメーターによって定義されたエネルギーとして定義する。

【0034】

さらに、本開示全体について、「感光する」という語、および、「感光」、「感光される」などといった「感光する」の派生語は、様々な量の放射線にさらすことによる材料が黒ずむこと、褐変、および/または、燃けることを定義する。「感光を除去する」という語、および、「感光の除去」、「感光が除去された」などといった「感光を除去する」の派生語は、高エネルギーにさらしている間の感光工程に継続的に抵抗する（あるいはこれを戻す）ための材料の能力を定義する。

10

【0035】

本発明の光学部品は、系のホストとして用いてもよく、「ホスト」とは、1つまたはそれ以上の機能の実行に用いられる前記系内の媒質（パッシブまたはアクティブ）と定義される。ホストとして用いられる本発明の光学部品の1つの非限定的な例として、励起したときにレーザエネルギーを発する働きをするレーザ材料（またはレーザホスト材料）となる媒質である、レーザガラス（活性）が挙げられる。

20

【0036】

本発明の光学部品は、多くの分野において用途があり、高いレーザ損傷閾値をも必要とする場合がある高エネルギー環境下で用いられてもよいし、さらに、放射抵抗遮蔽材料の製造に用いられてもよい。本発明の光学部品の適用例の非限定的で非網羅的なものとして、光学窓、光学ミラーの基材、ソーラーパネルカバー、スペースソーラーパネルカバー、レンズ、ファイバなどが挙げられる。ホストとして用いられる本発明の光学部品の適用例の他の非限定的で非網羅的なものとして、ファイバ増幅器ホスト、固体増幅器ホスト、ファイバ・レーザ・ホスト、固体レーザホスト（例えば、薄ディスクレーザ（活性ミラー））などが挙げられる。

30

【0037】

特に、本発明は、イッテルビウムドーパントを有するが、アルカリまたはフッ化アルカリ、鉛またはフッ化鉛、または、ビスマスのメタリン酸塩を用いない、フルオロリン酸塩ガラス系をベースにした光学部品を提供する。本発明の光学部品は鉛を全く用いていないので、環境に優しい。その上、本発明の鉛を用いない光学部品は、さらに、前記光学部品内のいかなる潜在的な放射線残留物をも閉じ込める非常に高い浸出抵抗を有している。つまり、放射エネルギーにさらした後、本発明の光学部品は、水などの他の溶液に入れられたり、または、他の水分を含むもの（例えば、酸または塩基）にさらされたとしても、内部に大部分の放射線残留物を保持および閉じ込める（浸出を防ぐ）。本発明の光学部品に用いられ得るフルオロリン酸塩ベース（ただし、鉛またはフッ化鉛なし）のガラス系の非限定的な例は、Margaryanによる米国特許出願公開公報第2003/0040421号に開示されている。この公報の全開示は、明示的に、本明細書に参照により全体が組み込まれる。

40

【0038】

特に、本発明の光学部品は、以下のフルオロリン酸塩ガラス系{Ba(PO₃)₂、Al(PO₃)₃、BaF₂+RF_x}+{ドーパント}を含んでもよい。ここで、RF_xは、MgF₂、CaF₂、BiF₃、または、関連するフッ化物（しかし、フッ化アルカリまたはフッ化鉛ではない）の群から選択され、前記ドーパントは、少なくとも、Yb₂O₃またはYbF₃を含んでもよい。任意選択的に、MnOまたはMnF₂といったコドーパントも含まれていてもよい。前記ガラス系Ba(PO₃)₂-Al(PO₃

50

)₃ - BaF₂ + RF_x + ドーパントは、Ybおよびその混合物の組成物の100パーセント(重量%)に対して希土類元素の酸化物またはフッ化物の群からなるドーパントを使用する。

【0039】

本発明の例示的な好ましい材料は、10から60モル%のBa(PO₃)₂、10から60モル%のAl(PO₃)₃、20から90モル%のBaF₂ + RF_x(ここで、RF_xは、MgF₂、CaF₂、BiF₃の群から選択される)、および、0.5から20重量%のYb₂O₃または0.5から20重量%のフッ化物YbF₃のうちの1つのドーパントをベースとした、または、それらを含む、光学部品である。ガラス生成に用いられる原化合物は、メタリン酸バリウムBa(PO₃)₂およびメタリン酸アルミニウムAl(PO₃)₃であり、これらは化学的に安定した(耐久力のある)物質と見られており、水または他の水分を含むもの(例えば、酸または塩基)への溶解に対する耐性がある。

10

【0040】

本発明の光学部品に用いられ得るフルオロリン酸塩ベースのガラス系の別の非限定的な例として、Ba(PO₃)₂、Al(PO₃)₃、BaF₂、および、RF_xを含んだイッテルビウムドーパントを有するフルオロリン酸塩ガラス系が挙げられる。ここで、RF_xは、MgF₂、CaF₂、BiF₃、YF₃、LaF₃、または、関連するフッ化物(フッ化アルカリまたはフッ化鉛ではない)の群、および、Yb₂O₃またはYbF₃のうちの1つから選択される。つまり、ガラス系Al(PO₃)₃ - Ba(PO₃)₂ - BaF₂ + RF_x + ドーパントは、Ybおよびその混合物の組成物の100パーセント(重量%)に対して希土類元素の酸化物またはフッ化物の群からなるドーパントを使用する。フッ化イットリウムYF₃およびフッ化ランタンLaF₃の導入は、全体的な性能およびこれらガラスの有効性を改善した。YF₃を用いた光学部品の好ましい材料は、10から60モル%のBa(PO₃)₂、10から60モル%のAl(PO₃)₃、20から90モル%のBaF₂ + RF_x、および、0.5から20重量%のYb₂O₃または0.5から20重量%のフッ化物YbF₃のうちの1つのドーパントを含んでいてもよい。

20

【0041】

YF₃は、60モル%までのYF₃を導入できるガラス形成領域を劇的に増加させ、ほぼ996nmの発振波長における0.87から1.37pm²のより広い発光断面積、G = 0.95 ~ 1.65ms * pm⁴の極めて高い利得係数、および、約90 ~ 94%の量子効率、といった光学特性を改善した。これらの改良点は、放射抵抗レーザホスト材料およびファイバといった、放射抵抗光学部品の光学特性を改善することにより、放射抵抗全体の性能をさらに高めた。LaF₃フッ化ランタンは、アッペ数(分散)を64 ~ 68に劇的に改善し、色収差を約20から30%低減する。安定したアッペ数および低い色収差は、放射抵抗レンズにとって極めて重要である。さらに、このようにLaF₃の導入により特性が改善されたことによって、放射抵抗レンズの正確度および精度が高まり、より小さく平らなレンズを作ることができる。レンズの大きさを小さくすることにより、光学系電子装置を含む様々な産業において、レンズの総合的利用が増える。BaF₂ + RF_x(YF₃、LaF₃、CaF₂、MgF₂、および、BiF₃)が存在することにより、レーザ材料の化学的耐久性は効果的に高まる。湿度または水分に関係のある非ケイ酸塩ガラスの化学的安定性に関するガラスの分類によると、本発明の光学部品は安定的であると考えられる。

30

40

【0042】

本開示の残りの大部分(しかし全てではない)において光学部品および特に前記光学部品に用いられるガラス系については、Margaryanによる米国特許出願公開公報第2003/0040421号に開示されたフルオロリン酸塩ベースのガラス系の非限定的な例の参照が指示される場合があるが、これらの参照は実例および説明の簡便性ためであるに過ぎず、限定的なものではない、ということに留意されたい。

【0043】

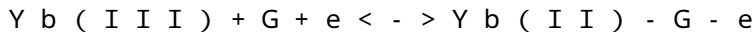
本発明の光学部品の放射抵抗特性は、透過性(例えば、光学部品の褐変または黒ずみ、

50

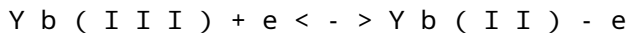
感光しないこと)を変更することなく、高レベルのエネルギーに対する高い抵抗を示す。大きな原子半径、フッ素の高い電気陰性度、および、Yb(III)ドーパントの価数の逆変化、といった独特の分子構造の組み合わせにより、これらの光学部品は高い感光抵抗を得ることができる。ガンマ線または中性子束(およびフルエンス)にさらしている間、Yb(III)ドーパントは、連続的な感光除去工程を引き起こす。この工程により、約90~95%のYb(III)の価数の著しく高い変化故に、本発明の光学部品が透過性を保つことができる。つまり、Yb(III)にガンマ、中性子、または、他の高いエネルギー(放射線/粒子)が当たったとき、Yb(III)からYb(II)またはその逆へのYbの価数の変化は絶え間なく再発し、ガラス母材は以下に従って透過性を保つことができる。

10

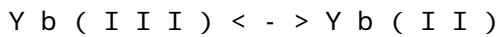
【0044】



【0045】



【0046】



【0047】

ここで、Gはガンマ線のエネルギーであり、eは電子である。

【0048】

Yb(III)がイオン化し、Yb(III)からYb(II)へ、およびその逆への変化過程を引き起こすためには、6.4 eV(電子ボルト)のエネルギーが必要である。190 nm(例えば、遠紫外、UV)から始まり高レベルのX線およびガンマ線に至る波長が、逆または連続的な変化をなしうるために、Yb(III)ドーパントにとって必要な6.4 eVまたはそれ以上を作り出すことができ、従って、本発明の光学部品の透過性は高エネルギー環境下で保たれる。各波長に対する電子ボルトエネルギーは、次の式を用いて測定される。

20

【数1】

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1240nm}{\lambda} eV \quad \dots (1)$$

30

ここで、Eはエネルギー、fは周波数、λは光子の波長、hはプランク定数、cは光速である。

【0049】

本発明の異なる2つの光学部品のサンプルは、高エネルギー環境(つまり、高レベルのガンマ線および中性子エネルギー)下で試験され、その結果、前記サンプルの透過性は保たれた。図1Aは、直径約179 μmの例示的寸法を有する例示的なファイバコアのみ(クラディングのない)の形状をした、高い任意のエネルギー放射線を何ら加える前の、本発明の第1光学部品のサンプルの例示的な図である。さらに、図1Aに示した本発明のファイバコアと共に、任意選択の有機アクリル酸被覆物(直径約284 μm)が含まれている。この被覆物によって、使用者は実際に図1Aに示したファイバコアを扱うことができる。図1Bは、図1Aに示したものと同一第1光学部品のサンプルの例示的な図であるが、高エネルギーを加えた後の図である。図1Cは、本発明に従った高エネルギーを加えた後の、例示的な3 mm × 5 mm × 5 mmの寸法である例示的な直方体の形状をした本発明の第2光学部品のサンプルの例示的な図である。

40

【0050】

本発明の両方(図1Aおよび図1C)の光学部品のサンプルは、放射線にさらす前に、可視スペクトル領域において透過性であったことに留意されたい。本発明の両方のサンプ

50

ルに対して行われた試験は、高輝度ガンマ線環境下において、コバルト60照射器において30日間、一時間に $1.8 \times 10^6 \text{ rad}$ のレベルで行われた。このとき、全ガンマ線放射線量は、 $1.29 \times 10^9 \text{ rad}$ であった。このような高レベルの放射線に耐えた後、本発明の両方の光学部品のサンプルは、いかなる感光も生じることなく透過性のままであった。図1Bに示したように、実際の光学サンプルファイバは、透明で透過性のままであった(部分102)。図1Bに示した本発明のファイバサンプルの暗い部分104は、高エネルギー環境にさらした結果焼けた、任意選択の有機アクリル酸被覆物であり、これは布で簡単にきれいにふき取ることができる。さらに、図1Cに示したように、本発明の第2光学部品のサンプルもまた、透過性のままであった。

【0051】

加えて、本発明の同一の光学部品(前記光学部品のサンプルと同一で、同じ大きさおよび同じ寸法)の第2組は、高エネルギー中性子実験を受けた。2つの光学部品は、いかなる放射にもさらず前は可視スペクトル領域において透過性であった。中性子放射線の試験は、これら2つのサンプルに対して、 3×10^9 から $1 \times 10^{14} \text{ n/cm}^2$ 秒の中性子束、および、 2×10^{16} から $8.3 \times 10^{20} \text{ n/cm}^2$ の中性子フルエンスで行われた。90日以上にわたり、上記の放射線にさらした場合、本発明のこれら2つの光学部品のサンプルの透過性は保たれ、図1Bおよび図1Cに示したものと同一結果であった。従って、本発明の光学部品の放射抵抗特性は、透過性(例えば、光学部品の褐変または黒ずみのない-感光のない)が変化せずに、高レベルのエネルギー(波動または粒子)に対する高い抵抗を示す。

【0052】

高放射抵抗(波動または粒子)を示すことに加えて、本発明の光学部品はまた、レーザ損傷に対する高レベルの抵抗を有している。図2は、レーザ損傷閾値試験(以下に詳述する)を受けた、本発明の光学部品を例示的に示した図である。以下の表2に示したように、本発明の光学部品は、一つにはドーパントとしてイッテルビウムを加えた結果として、高いレーザ損傷閾値を有している。従って、本発明の光学部品(例えば、固体レーザホストまたは固体増幅器ホスト)は、高エネルギー環境下において高レベルのレーザ損傷閾値を有する高エネルギー光学部品として用いられてもよい。さらに、他とは異なる分光特性のゆえに、本発明の光学部品は、約350から約5000nmまでの帯域における、紫外光学機器、視覚光学機器、および、近赤外光学機器に用いることができる。本発明の光学部品は、高い化学的耐久性を有し、フッ化アルカリおよびビスマスのメタリン酸塩を用いていない。

【0053】

現在市販されている高出力ガラス質光学部品は、主に、NdドーパントまたはErドーパントをベースとしている。他方、本発明の光学部品は、Ybのドーパントを用いている。前記Ybのドーパントは、1Kwより大きいエネルギーを生み出し、レーザ効果を生み出すために活性化したときの放熱性が低い。例えば、Ybのドーパントを有する本発明の光学レーザ製品が945nmの波動エネルギーによって、活性化されたり、または、ポンピングされたときに、約11%という熱負荷率が生じる。Ndがドーパされた従来の光学部品は、たった808nmの波動エネルギーによって、活性化されたり、または、ポンピングされたときに、約32%という大量の熱負荷を発生させる。高出力レーザにおいて発生した熱負荷は、発生した熱負荷が高まるとレーザエネルギー出力が下がるという点において大きな懸念材料である、ということに留意されたい。熱負荷が高まると、レーザ出力効率が下がる。前記の例では、Ybのドーパントを有する本発明の高出力光学部品の出力効率は、約89%である。Ndドーパントを有する従来の光学部品は、残りのエネルギーが熱に変換および消散されて、ほんの68%の出力効率を有している。さらに、量子欠損またはストークシフトは、Ndがドーパされたレーザ光学部品においては約24%であるのに対して、Ybがドーパされた本発明のレーザ光学部品においてはたった9%である。つまり、Ybのドーパントを有する本発明のレーザホストからの実際の波長出力は、その想定される理想的な波長出力から9%変化しているだけである。ここで重要なのは、高出

10

20

30

40

50

力で、(Y b のドーパントを有する) 本発明のレーザホストは、想定される理想的なレーザ波長出力による純粋なものに近い (または最悪の場合でも、ほんの 9 % だけシフトした) レーザ波長を発生させる。

【 0 0 5 4 】

高レベルのエネルギー下で (レーザを加えるための) 励起工程の間、本発明の光学部品における Y b のドーパントは、2 つの機能を同時に実行できる。Y b の一方の機能は、(前記のような) 高エネルギー環境下で用いた場合の Y b の絶え間ない感光除去工程によって本発明の光学部品の透過性を保つことにより、感光除去器として機能することができる。本発明の光学部品内の Y b のもう一方の機能は、活性化したときに、レーザドーパントとして機能することができる。つまり、レーザ光学部品として用いるとき、本発明の光学部品内の Y b のドーパント一部は、活性化したとき、出力レーザエネルギーを発生させるために励起される。両方の機能が同時に生じることが出来る点に留意されたい。つまり、レーザ製品として用られ、かつ、高エネルギー環境下に位置するとき、本発明の光学部品は、励起した場合、Y b のドーパントはレーザドーパントとして機能し、さらに、感光除去器としても機能する。従って、本発明の光学部品は、レーザを加え、高エネルギーを加え、または、レーザおよび高エネルギーを同時に加えるという使用には理想的である。例えば、本発明の光学部品をレーザホストとして使用することは、核融合工程を通じて核エネルギーを発生させるために用いられる場合がある高エネルギーレーザ装置用に、または、(異なるタイプの放射線にさらされる可能性の高い) 深宇宙における作業に必要な用途にとって、理想的である。

【 0 0 5 5 】

本発明の光学部品の効果的な構成および特性の例は、モルパーセントおよび重量パーセントとして表 1 に示される。

【 表 1 】

ガラスの組成物(モル%)			Yb ₂ O ₃ または YbF ₃ ドーパント (重量%)	屈折率	密度	発光 断面積 pm ²	利得係数 (ms ⁻¹ pm ⁴)	量子 効率
Ba (PO ₃) ₂	Al (PO ₃) ₃	BaF ₂ + RFx	100%に 対して	nD	g/cm ³	@996nm	G	%
40	48	12	1	1.5878	4.15	0.87	0.95	90
35	13	52	1	1.5886	4.20	0.95	1.55	92
28	10	62	1	1.5895	4.28	1.29	1.60	93
10	16	74	1	1.5914	4.32	1.37	1.65	94
RFxは、MgF ₂ 、CaF ₂ 、BiF ₃ 、YF ₃ 、LaF ₃ のうちの1つ。								

【 0 0 5 6 】

前記の例では、ドーパントとして Y b₂ O₃ または Y b F₃ が用いられる。

【 0 0 5 7 】

以下の手順は、図 2 に示した本発明の光学部品のレーザ損傷閾値 (バルクおよび表面の両方) の試験に用いられた。

【 0 0 5 8 】

1 - 低いフルエンス / 照射量で開始し、1 ショット / 地点で、10 地点を試験した。損傷を受けた地点数に基づいて、そのフルエンスの損傷の割合が計算された。

【 0 0 5 9 】

2 - 次に、フルエンス / 照射量は増加され、1 ショット / 地点で、他の 10 地点が行われた。

【 0 0 6 0 】

3 - この手順は、フルエンス / 照射量が 10 / 10 地点に損傷を与えるまで繰り返された。

【 0 0 6 1 】

4 - 次に、プロットされた損傷の割合がフルエンス / 照射量に対して試験された。データは 1 本の線に適合され、閾値の x 軸で切片を取る。全ての値は以下の表 2 に示される。

【 0 0 6 2 】

本発明の光学部品のバルクレーザ損傷閾値は、 $105 + / - 20 \text{ J / cm}^2$ であることが見出された。レーザ損傷閾値試験は、本発明の光学部品の表面レーザ損傷閾値が $72 + / - 15 \text{ J / cm}^2$ であることが見出されたことを示した。レーザ光源は Nd : YAG、ビーム半径 = $9.5 \text{ ミクロン (Hwe - 1 M)}$ 、パルス幅 = $1.7 \text{ ns (Hwe - 1 M)}$ 、波長 = 1.064 ミクロン であった。本発明の光学部品に関するこの新たに見いだされたレーザ損傷閾値データは、現在存在しているほとんどの既知の市販されている光学部品の中で、もっとも高い値であると思われる。

10

【 表 2 】

ビーム半径 = $9.5 \mu\text{m (Hw1/eM)}$

パルス幅 = 1.7 ns (Hw1/eM)

波長 = $1.064 \mu\text{m}$

試験方法 : 各フルエンスで 10 地点、地点あたり 1 ショット

%DMG = 与えられたフルエンスにおいて損傷を受けた地点の割合 $(N/10 * 100)$

	平均フルエンス (J/cm^2)	平均照射量 (GW/cm^2)	%DMG
バルク	100	33.1876	0
	125	41.4845	10
	145.1153	48.16031485	20
	182.8112	60.67069616	50
	225.0739	74.69668157	60
	248.028	82.31458645	70
	270.4212	89.7463645	40
	295.6787	98.12871882	70
	319.9747	106.1919986	30
	371.7115	123.3621978	80
	424.5899	140.911298	80
	481.3942	159.763286	100
表面	9.714412	3.22398243	0
	21.25153	7.052877027	0
	47.91108	15.9005484	0
	72.02686	23.90400168	0
	99.76801	33.11063192	30
	115.3912	38.29559336	30
	131.6353	43.68662377	60
	148.6606	49.33690225	50
	166.8075	55.35943438	40
	186.5968	61.9270522	50

20

30

40

【 0 0 6 3 】

前記したように、本発明の光学部品は、多くの分野において用途があり、高レーザ損傷閾値をも必要とする高エネルギー環境下で用いられてもよい。非限定的で非網羅的な適用例として、窓、光学ミラーの基材、スペースソーラーパネルカバー、レンズ、ファイバ、ファイバ増幅器ホスト、ファイバ・レーザ・ホスト、固体増幅器ホスト、固体レーザホスト（例えば、薄ディスクレーザ（活性ミラー））などが挙げられる。優れた光学特性を有する放射抵抗製品を提供するための本発明の光学部品内の Yb_2O_3 ドーパントまたは YbF_3 ドーパントの量または濃度は、前記光学部品の物理的寸法を含む、前記光学部品の具体的な用途に応じて変わってもよい。例えば、本発明の活性の光学部品（例えば、レーザホスト等）については、 Yb_2O_3 のドーパントまたは YbF_3 のドーパントが加えら

50

れたときの光学部品の光学発光および放射抵抗特性の最適化に関して、ドーパントの濃度抑制の均衡を保たせる必要がある。他方、本発明の不活性光学部品（例えば、光学窓）については、 Yb_2O_3 のドーパントまたは YbF_3 のドーパントが加えられたときの透過性および光学部品の放射抵抗特性の最適化に関して、ドーパントの濃度抑制の均衡を保たせる必要がある。従って、以下の表 3 は、一組の例示的な製品に必要な Yb_2O_3 のドーパントまたは YbF_3 のドーパントの量または濃度に関する、例示的、非網羅的、非限定的なリストである。

【表 3】

光学部品の組成物	$\text{Yb}_2\text{O}_3(\text{YbF}_3)$ (重量%)がドーパされた、放射抵抗性の高いレーザ損傷閾値を有する光学部品				
	固体レーザホストまたは固体増幅器ホスト	薄ディスクレーザホスト	ファイバレーザ／増幅器ホスト	窓、ミラー、ソーラーパネルカバーク	レンズ
$\text{Ba}(\text{PO}_3)_2$ 、10から60モル%； $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ 、10から60モル%； BaF_2+RFx 、20から90モル%；	0.5 - 5	1-10	0.5 - 3	1-6	1-5
$\text{Ba}(\text{PO}_3)_2$ 、20から50モル%； $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ 、10から60モル%； BaF_2+RFx 、20から90モル%；	1-3	2-15	0.5 - 2.5	2-8	0.5 - 4.5
$\text{Ba}(\text{PO}_3)_2$ 、10から60モル%； $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ 、10から60モル%； BaF_2+RFx 、10から75モル%；	0.5 - 2.5	3.5 - 6	1 - 1.5	1.5 - 10	1.5 - 5.5
$\text{Ba}(\text{PO}_3)_2$ 、5から60モル%； $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ 、5から60モル%； BaF_2+RFx 、10から90モル%；	0.2 - 3	4-20	0.5 - 2	3 - 0	2-5
RFxは、 MgF_2 、 CaF_2 、 BiF_3 、 YF_3 、 LaF_3 のうちの1つである。					

10

20

30

40

50

【0064】

図 3 A は、表 3 に示した組成物およびドーパント量またはドーパント濃度を含む、本発明に従った例示的な固体レーザホストまたは固体増幅器ホストを示す図である。例えば、表 3 に示したように、図 3 A に示した固体レーザホストまたは固体増幅器ホストについて、光学部品の組成物は、10 から 60 モル%の $\text{Ba}(\text{PO}_3)_2$ 、10 から 60 モル%の $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ 、20 から 90 モル%の $\text{BaF}_2 + \text{RFx}$ を含んでいてもよく、 Yb_2O_3 または YbF_3 のドーパント濃度は 0.5 から 5 重量%である。表 3 に示したように、 RFx は、 MgF_2 、 CaF_2 、 BiF_3 、 YF_3 、 LaF_3 のうちの 1 つである。従って、表 3 に示し説明した組成物濃度を有する、図 3 A に示した本発明の固体レーザホストまたは固体増幅器ホストは、低いドーパントの濃度抑制、高い光学発光、および、高い放射抵抗を有している。

【0065】

図 1 C および図 2 は、ミラー、薄膜ソーラーパネルカバーク等へと成形および研磨する場合がある、本発明に従った例示的な窓を示す図である。この図 1 C および図 2 の光学部品は、表 3 に示した組成物およびドーパント量またはドーパント濃度を含んでいてもよい。例えば、表 3 に示したように、図 1 C および図 2 に示した窓について、光学部品の組成物は、10 から 60 モル%の $\text{Ba}(\text{PO}_3)_2$ 、10 から 60 モル%の $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ 、20 から 90 モル%の $\text{BaF}_2 + \text{RFx}$ を含んでいてもよく、 Yb_2O_3 または YbF_3 のドーパント濃度は約 5 重量%である。表 3 に示したように、 RFx は、 MgF_2 、 CaF_2 、 BiF_3 、 YF_3 、 LaF_3 のうちの 1 つである。従って、表 3 に示し説明した組成物濃度を有する、図 1 C および図 2 に示した本発明の窓は、低いドーパントの濃度抑制、

高い光透過性、および、高い放射抵抗を有している。

【0066】

前記したように、図1Cおよび図2に示した窓は、片側をコーティングすることによってミラーにされることができ、ミラー基板として用いられることができる。さらに、図1Cおよび図2のガラス窓は、切断および研磨されることができ、厚さ約200から250ミクロンのソーラーパネルカバーとして用いられることができる。つまり、(図1Cおよび図2に示した)本発明の光学部品は、大きな板状に形成されてもよく、その大きさは、製造設備に応じたものとなる。一般的に、ガラス板は、約550 から650 の温度で軟化され、圧延装置によって伸ばされる。ガラスの厚さが約3mmに下ると、板は、最終形状研磨設備に移され、所望の最終形状および厚さとなる。本発明の光ソーラーパネルカバーの実用的な製造を示すための実験では、図示した光学部品は、厚さ250ミクロンまでの研磨に成功し、透過性を250nmから5000nmと約90%著しく改善した。ガラスが薄くなればなるほど、ガラスの透過性は高くなる。

10

【0067】

図3Bは、表3に示した組成物およびドーパント量またはドーパント濃度を含んでもよい、本発明に従った薄ディスクの形状をした本発明の例示的な光学部品を示す図である。例えば、表3に示したように、図3Aに示した薄ディスクレーザホストについて、光学部品の組成物は、10から60モル%の $Ba(PO_3)_2$ 、10から60モル%の $Al(PO_3)_3$ 、20から90モル%の $BaF_2 + RFX$ を含んでもよく、 Yb_2O_3 または YbF_3 のドーパント濃度は約1から10重量%である。表3に示したように、 RFX は、 MgF_2 、 CaF_2 、 BiF_3 、 YF_3 、 LaF_3 のうちの1つである。従って、表3に示し説明した組成物濃度を有する、図3Bに示した本発明の薄ディスクレーザホストは、低いドーパントの濃度抑制、高い光学発光、および、高い放射抵抗を有している。薄ディスクレーザホスト材料は、用途に応じて異なる直径で、厚さ約150から200ミクロンに薄く切られ、成形され、研磨されることができ、ということに留意されたい。

20

【0068】

図3Cは、表3に示した組成物およびドーパント量またはドーパント濃度を含んだ、本発明に従ってレンズへと切断、成形、研磨される例示的なディスクの形状をした、本発明の例示的な光学部品を示す図である。例えば、表3に示したように、レンズについて、光学部品の組成物は、10から60モル%の $Ba(PO_3)_2$ 、10から60モル%の $Al(PO_3)_3$ 、20から90モル%の $BaF_2 + RFX$ を含んでもよく、最適な Yb_2O_3 または YbF_3 のドーパント濃度は約1から5重量%である。表3に示したように、 RFX は、 MgF_2 、 CaF_2 、 BiF_3 、 YF_3 、 LaF_3 のうちの1つである。従って、表3に示し説明した組成物濃度を有する、本発明のレンズは、低いドーパントの濃度抑制、高い光透過性、および、高い放射抵抗を有している。

30

【0069】

レンズの形状をした本発明の光学部品は、著しく一定なアッペ数を有している。つまり、レンズとして用いられる、イッテルビウムがドーブされた本発明の光学部品における、ドーパント材料をホスト材料に高密度で充填したために上昇したドーパント濃度と共に増加する線形屈折率の変化が見出された。その一方、本発明の光学レンズのアッペ数は、著しく一定、つまり、幅の広いドーパント濃度に対して約64~68であることが見出された。他方、非線形屈折率は、 $n_2 = 1.42 \times 10^{-13} \text{ esu}$ (静電単位)と低いままであった。以下の表4は、本発明のレンズの光学特性を示している。

40

【表 4】

Yb ₂ O ₃	0wt%	1wt%	2wt%	3wt%	4wt%	5wt%
nF 486nm	1.5933	1.5940	1.5950	1.5965	1.5984	1.6003
nD 589nm	1.5872	1.5878	1.5888	1.5898	1.5919	1.5940
nC 656nm	1.5847	1.5850	1.5860	1.5873	1.5894	1.5915
アッベ数	68.28	65.31	65.42	64.10	65.76	67.50

【0070】

本発明の光学部品の製造工程は、非限定的で例示的なポット溶解工程を用いることによって、最大限とすることができる。この工程で、材料は、Arまたは他の不活性ガスによって作られた不活性雰囲気下で製造される。(Al(PO₃)₃ - Ba(PO₃)₂ - BaF₂ + RFx + ドーパントを含む)メインバッチの溶解は、最終的な光学部品の用途および使用に応じて、異なる型のるつぼの中で行われる。一般的に、プラチナ(Pt)の存在は、ほとんどの光学部品の加工における重大な汚染問題であると考えられている。光学部品中のPtの存在は、前記光学部品の放射抵抗レベルを大幅に下げる。従って、高い放射エネルギーを加えるために、用いられるるつぼの好ましい非限定的な例として、プラチナを基材とするるつぼよりもむしろ、ガラス質炭素るつぼまたはグラファイトるつぼの使用が挙げられる。一般的に、ガラス質炭素るつぼまたはグラファイトるつぼを使用することにより、Ptによる全体的に許容可能なメインバッチの汚染が、プラチナ(Pt)の500ppbまでに制御される。他方、高レベルの放射抵抗を必要としない用途については、95%Ptで5%Auの非付着性るつぼ、またはそれに代わるものとして、100%Ptるつぼが用いられてもよい。これらの用途では、Pt汚染は5000ppbであることが見出された。この値は、ある程度のレベルの放射抵抗を有するものを含む光学部品にとって許容できるものである。

【0071】

ポット溶解工程を続けるために、メインバッチは、均一な溶解がなされるまでの4～6時間またはそれ以上の間、約1100～1280(例えば好ましくは1260)で溶解される。溶解の均一性は、溶解物を混合することによって高められる。次に、本発明のガラスは、冷却およびアニーリングするために型に流し込まれる。そして、光学部品の切断、成形、および、研磨は、望ましい用途のために主バルクから行われる。

【0072】

次の工程は、必要とされる用途のために、光学部品を所望の形状に切断することである。この工程には、光学部品の切断面を研磨する工程が必要となる。本発明の光学部品は、産業界の必要に応じて研磨することができる。しかしながら、ほとんどの従来型のフルオロリン酸塩ベースのガラス系は、化学的耐久性が非常に低いために例えば研磨工程中の水などの研磨物質に溶けてしまうので、(図4Bおよび図4Dの表に示した)本発明のレベルまで研磨することができない、ということに留意されたい。

【0073】

図4Aは、本発明の立方体状の光学部品の一研磨面を例示的に示している。図4Bは、図4Aに示された前記面の研磨された光学部品最終製品に関して、表面の性質に関する数値データを示した表である。図4Cは、図4Aに示された同一の本発明の立方体状の光学部品の別の研磨面を例示的に示している。図4Dは、図4Cに示された面の研磨された光学部品最終製品に関して、表面の質に関する数値データを示した表である。本発明の光学部品の物理化学特性および熱機械特性により、図4Bから図4Dに示されたレベルの本発明の光学部品の研磨が実現する、ということに留意されたい。以下の表5は、本発明の光学部品の物理化学特性および熱機械特性の、例示的、非網羅的、非限定的なリストである。

【表 5】

本発明の光学部品	Yb ₂ O ₃ ドーパント
熱機械特性	
ヌーブ硬度(kgf/mm ²)	335.6から359.2
熱膨張(マイクロメートル/℃)	0.02295から 0.02309
物理特性	
密度(g/cc)	4.248から4.574

【0074】

本発明について図4Aから図4Dにおいて示されたレベルまで本発明の光学部品の研磨を行うことが、ほとんどの光学的用途のために必要であり、かつ重要であり、ほとんどの従来のフルオロリン酸塩ガラス系では不可能である、ということに留意されたい。図4Aは、本発明のサンプルの光学部品における、研磨面の一面の小断面（約20マイクロメートル）の実際の顕微鏡写真である。図4Cも、図4Aに示された同一の本発明のサンプルの光学部品における、研磨面の別の面の小断面（約8マイクロメートル）の実際の顕微鏡写真である。示した水平線A、B、C、Dは、サンプルとして採取された光学部品の研磨面の水平走査線である。このサンプルとして採取された光学部品は、サンプルが完全に研磨された後、表面の変化量（例えば、深度）を測定するために、水平線A、B、C、Dに沿って走査された。得られたデータが、図4Bおよび図4Dのそれぞれ対応する表に示されている。

【0075】

図4Bおよび図4Dは、それぞれ図4Aおよび図4Cの測定された走査線A、B、C、Dから推定されたデータを示した表である。図4Bおよび図4Dの表に示したように、この表の各行は、図4Aおよび図4Cの各走査線A、B、C、および、Dに相当する。図4Bの表に示したように、図4Aの各走査線から推定されたデータの平均粗さ最高最低差（粗さ $p-v$ ）は、約118Åであり、二乗平均平方根（RMS）の平均値は約21.0Åであり、平均は約16.4Åである。図4Dの表に示したように、図4Cの各走査線から推定されたデータの平均粗さ最高最低差（粗さ $p-v$ ）は、約132Åであり、二乗平均平方根（RMS）の平均値は約24.2Åであり、平均は約19.1Åである。

【0076】

本発明の同一の光学部品のの結果（図4Aおよび図4C）は、研磨され、サンプルとなった本発明の光学部品の表面がほぼ完璧であるということを、はっきりと示している。つまり、研磨された表面の粗さは最低限である。この無視できる程度の粗さは、ほとんどの（全てではないとすれば）光学的用途に対して、研磨された表面の必要条件を満たし、この必要条件を上回っている。さらに、サンプルとして採取された光学部品の研磨された表面の最小限の無視できる程度の非常に小さいごくわずかな粗さレベルの測定が、前記光学部品の全体的な性能を改善することにより、出力の非常に高いレーザにおける本発明の光学部品の使用を可能にする、ということに留意されたい。つまり、粗さを減らすことにより、レーザ光散乱に起因する表面損失が大幅に低減し、研磨した結果最小限に抑えられる。さらに、このような高レベルの研磨により、最終製品は、（上記した）様々なレーザ損傷閾値レベルで試験されることができ、説明したように、ほとんどの従来の光学部品は、非常に低い化学的耐久性を有しているために例えば研磨工程中の水などの研磨物質に溶解してしまうので、（図4Bおよび図4Dの表に示した）本発明のレベルまで研磨することはできない。

【0077】

前記したように、本発明の光学部品は、高レーザ損傷閾値をも必要とする場合がある高エネルギー環境下で用いられてもよい多くの分野における用途があり、非限定的な一例は、光ファイバ（アクティブまたはパッシブ）である。一般的に、従来のフルオロリン酸塩ベースのガラスは、光ファイバを製造するためのファイバ引抜工程として知られている工

程中に結晶化されるようになるという傾向を有している。従って、従来のフルオロリン酸塩ベースのガラスは、一般的に、光ファイバ部品の製造には用いられない。ほとんどの従来のフルオロリン酸塩ベースのガラスの欠点は、結晶化が起きているときの温度変化に対する粘度の変化率が通常高いという点にある。つまり、温度上昇の増分が少ないと、結晶化が生じているときの前記ほとんどの従来のフルオロリン酸塩ベースのガラスの粘度は大きく下がる。このことが、ほとんどの従来のフルオロリン酸塩ベースのガラスを光ファイバ製品の形成に用いることを妨げている。言い換えると、ほとんどの従来のフルオロリン酸塩ベースのガラスについては、（ファイバに引っぱるために十分に粘性になるときの）前記ほとんどの従来のフルオロリン酸塩ベースのガラスの引抜温度（または引っぱり温度） T_D は、その結晶化温度 T_C に非常に近く（つまり類似しており）、従ってほとんどの従来のフルオロリン酸塩ベースのガラスは結晶化する。結晶化に寄与する他の要因として、例えば、ガラス組成物中のアルカリ元素の使用を挙げてもよい。このことは、ファイバ引抜工程中に結晶化を増加させる傾向を有している。しかしながら、本発明の光学部品は、アルカリ元素を有しておらず、前記本発明の光学部品の結晶化温度 T_C とは大幅に異なる引っぱり温度または引抜温度 T_D を有している。従って、本発明の光学部品は、高い放射抵抗および高いレーザ損傷閾値を有する光ファイバを製造および形成するために、簡単に修正され、以下のような比較的low価格な技術を用いて、透過性ファイバにうまく引っぱられた（図1Aおよび図1B）。

10

【0078】

本発明の光学部品（ $Al(PO_3)_3 - Ba(PO_3)_2 - BaF_2 + R F x + \text{ドーパント}$ ）から（図1Aおよび図1Bに例示的に示した）ファイバ（「ファイバ引抜」）を形成するための製造工程は、一般的に、例えばArガスなどの不活性ガス雰囲気下で行われた。このファイバ引抜（または、上記ポット溶解工程から形成されたガラス系の「ロッド」からのファイバ形成）は、以下のような熱を加えることにより、不活性ガス（例えばAr）雰囲気下で行われる。本発明に従った例示的なガラスロッドの形状をした光学部品の一例が、図5に示されている。

20

【0079】

図5に示したロッドの形状をした本発明の光学部品の加熱スケジュールは以下のようなものであった。

- ・ガラス転移温度（ T_g ）540 のすぐ上になるまで3 /分で加熱し、そこで5分間保持し、次に、予測された引抜温度である620 まで5 /分で加熱する。
- ・620 で10分間保持する。垂れ下がりが得られなかったら、630 に上げる。
- ・630 で5分間保持する。垂れ下がりが得られなかったら、640 に上げる。
- ・640 で5分間保持する。垂れ下がりが得られなかったら、650 に上げる。
- ・650 で5分間保持する。垂れ下がりが得られなかったら、660 に上げる。
- ・660 で5分間保持する。垂れ下がりが得られなかったら、670 に上げる。
- ・670 で5分間保持する。垂れ下がりが得られなかったら、690 に上げる。
- ・690 で5分間保持する。垂れ下がりが得られなかったら、710 に上げる。
- ・710 で垂れ下がりが得られたら、温度を690 に下げる。

30

【0080】

前記したように、（図5に示した）本発明の「ロッド」ガラスは、540 のガラス転移温度（ T_g ）のすぐ上になるまで3 /分で加熱される。このガラス転移温度（ T_g ）は、ガラスが固体状態からより可鍛性の（例えば軟質の）状態に移行する閾値のことである。本発明のロッドガラスは、次に、540 で約5分間保持され、ロッド全体に均一な熱的状态を作り出した。その後、「ロッド」ガラスは次に、本発明の光ファイバ部品用の予測された引抜温度である620 まで約5 /分という次第に上昇する速度の温度にさらされた。

40

【0081】

さらに前記したように、このロッドガラスは、620 で約10分間保持された。しかしながら、ロッドガラス内に「垂れ下がり」または「だれ」は観察されなかった。つまり

50

、ロッドガラスは、十分に可鍛性すなわち軟らかくはなっておらず、本発明の光ファイバ部品のストランドになるようにロッドガラスを引き抜くまたは引っばるための（図1Aに示した）ファイバ引拔リールの方へ伸ばし、かつ垂れ下がらせ、または、だれさせることができる可能性がなかった。従って、「ロッド」ガラスは、次に、630 というさらに高い温度にさらされ、ロッドガラスは630 で約5分間保たれた。しかしながら、ロッドガラスに「垂れ下がり」または「だれ」は観察されず、従って、温度は約640 に上げられた。この工程は、前記したように、710 で垂れ下がりが得られるまで続けられ、ここで、次に温度は690 に下げられた。

【0082】

以下は、前記ファイバ引拔方法からの引拔観察結果である。710 で得られた初めの垂れ下がり、引拔張力が低すぎることを示し、従って、温度は690 に下げられた。本発明のフルオロリン酸塩ロッドは、この温度でうまく引き抜くように思われた。いくらかのわずかな表面結晶化が、初めの垂れ下がりの上に見られたが、この引拔がなされるとこれはなくなった。本発明の1200フィートを超える光ファイバ部品のサンプルが、この実験中に、寸法が約10mm（直径）および約97.1mm（長さ）である図5に示した例示的なロッドの形状をした本発明のフルオロリン酸塩ガラス系から採取された（引き抜かれた、または、引き上げられた）。引拔後、張力で示されたファイバの強度は、このタイプのガラスとしては良好であることが分かり、前記ロッドは、3 / 分で冷却された。類似の工程が、本発明の光ファイバ部品のコア要素およびクラディング要素を生成するために用いられてもよい、ということに留意されたい。

【0083】

本発明は、構造的特徴および/または方法的行為に特有の言葉でかなり詳細に記載してきたが、添付の特許請求の範囲において定義された本発明が前記具体的な特徴または行為に必ずしも限定されないということが理解されるべきである。むしろ、これらの具体的な特徴および行為は、特許請求された本発明を実施する好ましい形態として開示されている。別途記載したように、本明細書において用いられた語法および専門用語は、要約と同様に、説明するためのものであり、限定的なものであると見なされるべきではないということが、理解されるべきである。従って、本発明の例示的な説明的な実施態様が記載されたと同時に、非常に多くの変型例および代替の実施態様が当業者によって想起されるであろう。例えば、本発明の光学部品は、明示的に記載されなかった非常に多くの他の用途に用いられてもよい。さらに、いずれの図も原寸に比例していないことに留意すべきである。このような変型例および代替の実施態様が想定され、本発明の精神と範囲から逸脱することなくなされることができる。

【0084】

全明細書の全体を通して、例えば左、右、前、後、上端、下端、前方、逆、時計回り、反時計回り、上がる、下がるといった表示、または、例えば上部、下部、後方、前方、垂直、水平、斜め、近位、遠位、平行、直角、横、縦などの他の類似の語は、利便性の目的でのみ用いられ、いかなる特定の一定の方向または配向を暗示しようとしたものではない、ということにさらに留意されたい。代わりに、これらの語は、対象物の様々な部分間での相対的な位置および/または方向/配向を示すために用いられている。

【0085】

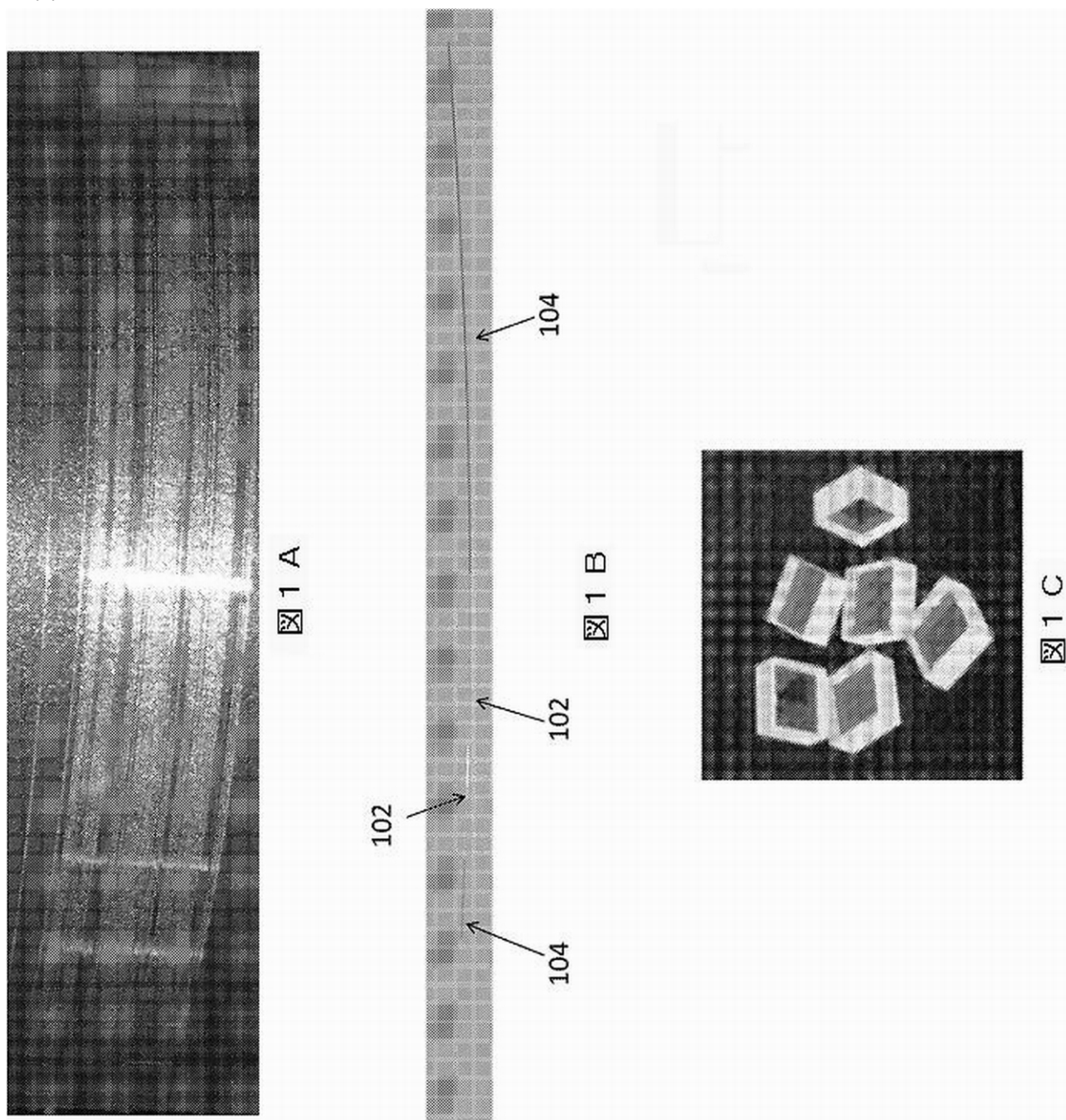
さらに、本開示（および特に、特許請求の範囲）全体を通して「第1」、「第2」、「第3」等々の構成要素という言葉は、順次的または数に関する限定を示すために用いられているのではなく、むしろ、グループの様々な構成要素を区別または識別するために用いられる。

【0086】

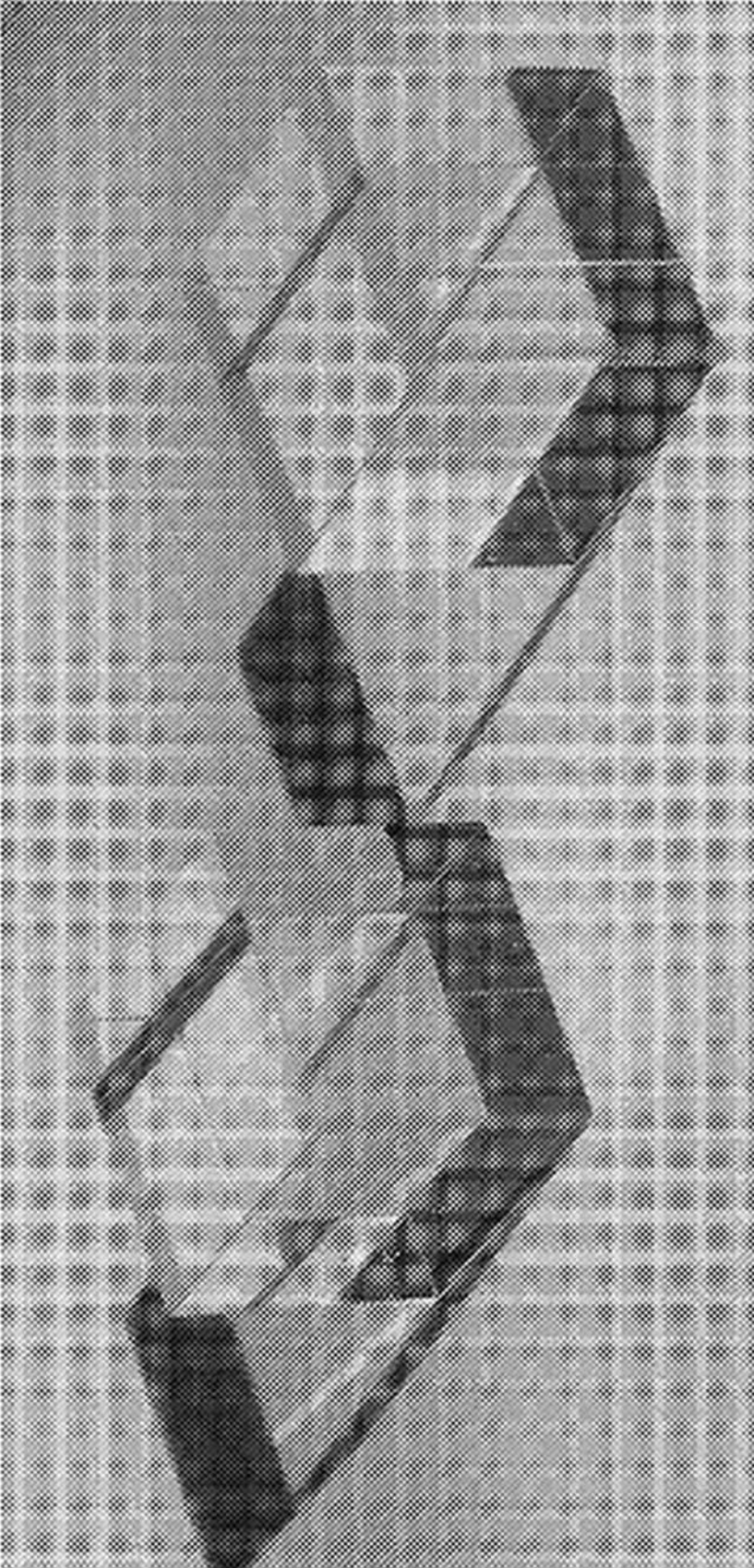
さらに、特定の機能を行う「するための手段」、または、特定の機能を行う「ためのステップ」を明示的に記載していない特許請求の範囲のいかなる要素も、米国特許法第112条第6段落に規定されるような「手段」または「ステップ」条項として解釈されるべきではない。特に、本特許請求の範囲の中の「のステップ」、「の行為」、「の実施」

、または、「の操作上の行為」の使用は、米国特許法第 1 1 2 条第 6 段落の規定を行使することを意図としたものではない。

【 図 1 】



【図 2】



【図 3】

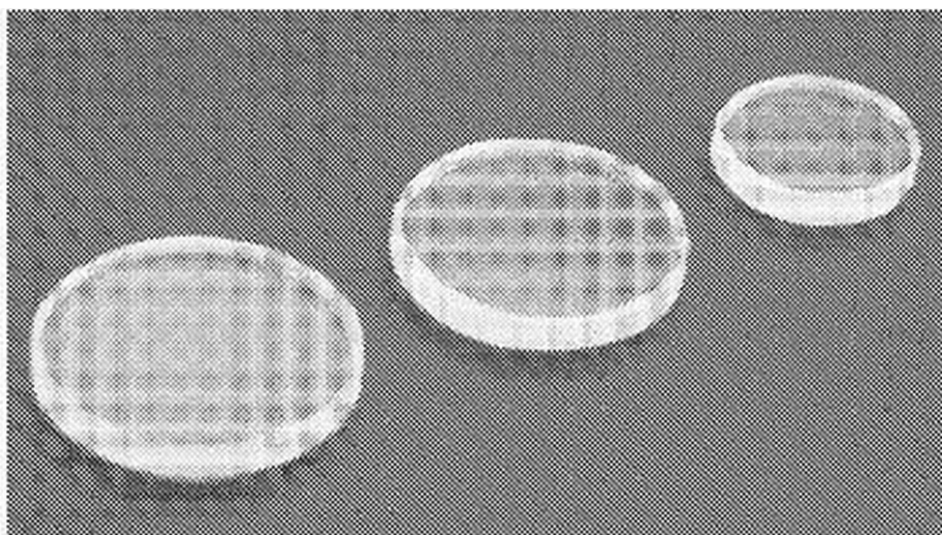


図 3 B

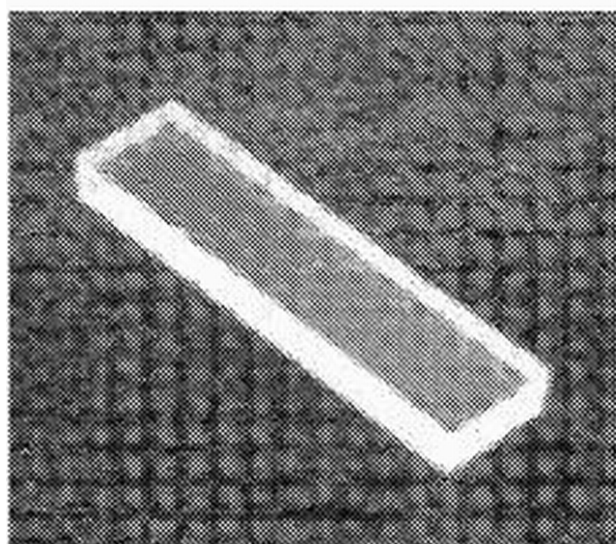


図 3 A

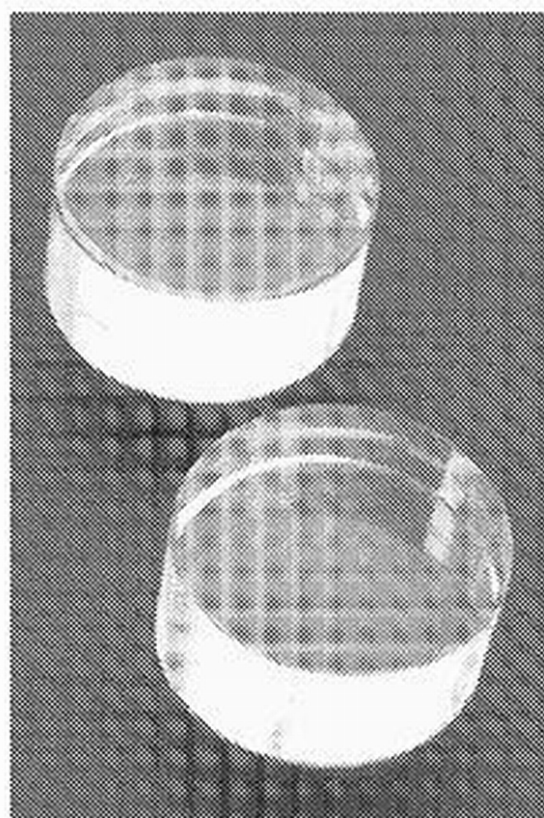


図 3 C

【 図 4 】

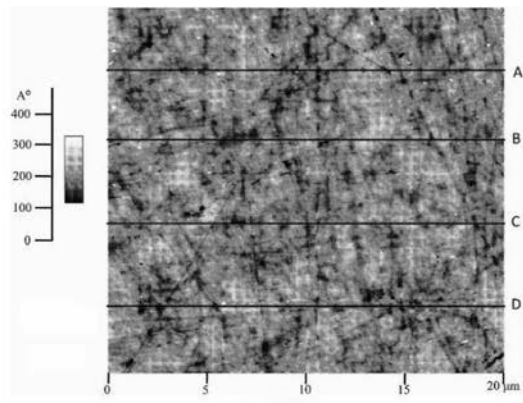


図 4 A

走査線	粗さ $p-v$	RMS	平均
A	103 Å ⁰	18.7 Å ⁰	14.6 Å ⁰
B	109 Å ⁰	21.9 Å ⁰	17.4 Å ⁰
C	104 Å ⁰	19.3 Å ⁰	14.9 Å ⁰
D	157 Å ⁰	23.8 Å ⁰	18.9 Å ⁰
平均	118 Å ⁰	21.0 Å ⁰	16.4 Å ⁰

図 4 B

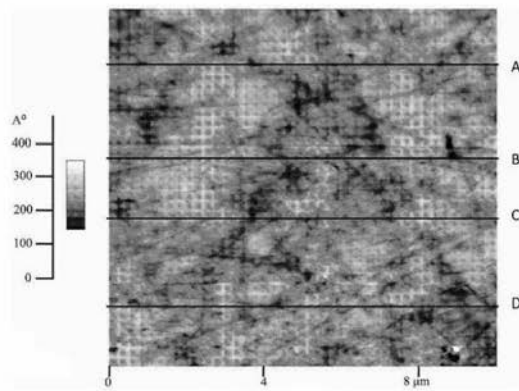
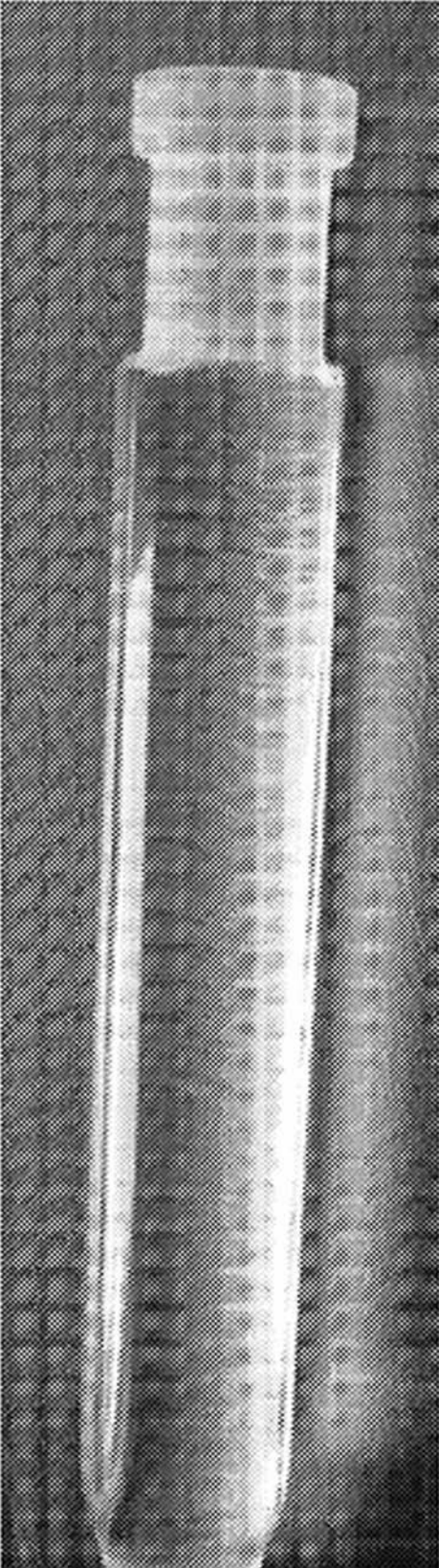


図 4 C

走査線	粗さ $p-v$	RMS	平均
A	102 Å ⁰	22.3 Å ⁰	17.8 Å ⁰
B	243 Å ⁰	30.6 Å ⁰	22.2 Å ⁰
C	102 Å ⁰	24.6 Å ⁰	20.4 Å ⁰
D	83.5 Å ⁰	19.4 Å ⁰	16.0 Å ⁰
平均	132 Å ⁰	24.2 Å ⁰	19.1 Å ⁰

図 4 D

【 図 5 】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US 09/62652

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC(8) - C03B 11/00, 23/00; C03C 3/247 (2010.01)

USPC - 501/30, 44; 65/64

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
USPC - 501/30, 44; 65/64Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
USPC - 501/30,44,32,45;55/32,5,64,66,424,27,29,117 (text search - see search terms below)Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
PubWEST (PGPB,USPT,OC,EPAB,JPAB); DialogPro (General Research); Google Patents
optic, component, glass, metaphosphate, Ba(PO₃)₂, %, Al(PO₃)₂, fluoride, BaF₂, RF₃, Y, La, lanthide,lanthanide, YB, dope, transperence, neutron, flux, n/cm², gamma, rads, laser,damage, threshold, J/cm², fluorophosphate, stokes shift, thermal load, host, fiber

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2007/0010390 A1 (MARGARYAN et al.) 11 January 2007 (11.01.2007), entire document especially abstract, para [0002], [0005], [0018]-[0021], [0026], [0029]-[0036], Tables I and II and claim 1.	1-20
Y	US 2005/0188724 A1 (IKENISHI et al.) 01 September 2005 (01.09.2005), entire document, especially abstract, para [0003], [0024], [0042], [0113], [0183], [0268], [0274]-[0276] and Tables 14-16.	1-4
Y	US 4,142,088 A (HIRSCH) 27 February 1979 (27.02.1979), entire document especially col 1, in 45-59, col 3, in 29-44, col 4, in 58-66, col 8, in 10-15.	5-20
Y	US 4,182,664 A (MAKLAD et al.) 06 January 1980 (08.01.1980), entire document especially abstract, col 2, in 54 - col 3, in 22, col 4, in 3-10 and claim 12.	5-20
Y	US 5,848,638 A (MEISSNER) 08 December 1998 (08.12.1998), entire document especially abstract, col 1, in 18-35, col 5, in 66 - col 6, in 21, col 9, in 41-56, col 10, in 24-45, col 13, in 50-67, col 14, in 16-49, col 17, in 8-44.	7, 10, 16
Y	US 2006/0245460 A1 (LUO et al.) 02 November 2006 (02.11.2006), entire document especially para [0003], [0038], [0045]-[0052], [0056], [0060].	11, 15
Y	US 2006/0033983 A1 (DAI et al.) 16 February 2006 (16.02.2006), entire document especially abstract, para [0011], [0060]-[0063].	17

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 February 2010 (15.02.2010)

Date of mailing of the international search report

05 MAR 2010

Name and mailing address of the ISA/US

Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents
P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450
Facsimile No. 571-273-3201

Authorized officer:

Lee W. Young

PCT Helpdesk: 571-272-4300
PCT OSP: 571-272-7774

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US 09/62662

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5,526,369 A (HAYDEN et al.) 11 June 1996 (11.06.1996), entire document especially abstract, col 1, ln 10-32, col 2, ln 28-43, col 3, ln 5-38, col 5, ln 46-59, col 6, ln 49-67, col 11, ln 31-50 and Tables 1 and 2.	19
A	US 3,941,672 A (TANAKA et al.) 02 March 1976 (02.03.1976), entire document especially Fig. 6, col 3, ln 54 - col 4, ln 17.	16
A	US 2005/0259844 A1 (ANDERSON et al.) 24 November 2005 (24.11.2005), entire document especially para [0183]-[0189], [0196].	17
A	US 4,120,814 A (IZUMITANI et al.) 17 October 1978 (17.10.1978), entire document.	19
A	US 2005/0058424 A1 (SHIOKA et al.) 17 March 2005 (17.03.2005), entire document especially abstract, para [0001], [0002], [0021]-[0028], [0038]-[0042], [0047]-[0051], [0070], [0071], [0093 and Tables 3-5.	1-20

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 61/218,971

(32)優先日 平成21年6月21日(2009.6.21)

(33)優先権主張国 米国(US)

(31)優先権主張番号 12/607,962

(32)優先日 平成21年10月28日(2009.10.28)

(33)優先権主張国 米国(US)

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PE,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(71)出願人 507416207

マーガリアン, アショット, エー.

MARGARYAN, Ashot, A.

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 91203 グレンデイル, エーピーティー. スイート206, ダブリュ. パイオニア ドライブ 370
370 W. PIONEER DRIVE, Apt. Suite 206, Glendale, CA 91203, U.S.A.

(74)代理人 100096703

弁理士 横井 俊之

(72)発明者 マーガリアン, アルフレッド, エー.

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 91203 グレンデイル, エーピーティー. スイート107, ダブリュ. パイオニア ドライブ 370

(72)発明者 マーガリアン, アショット, エー.

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 91203 グレンデイル, エーピーティー. スイート206, ダブリュ. パイオニア ドライブ 370

F ターム(参考) 4G062 AA04 BB09 CC10 DA01 DB04 DB05 DB06 DC01 DD05 DD06
DD07 DE01 DF01 EA01 EB01 EC01 ED01 EE01 EF01 EG04
EG05 EG06 FA01 FB01 FC01 FD01 FE01 FF01 FG01 FH01
FJ01 FJ02 FJ03 FJ04 FJ05 FJ06 FJ07 FK01 FK02 FK03
FK04 FK05 FK06 FK07 FL01 GA01 GA10 GB01 GC01 GD01
GE01 HH01 HH03 HH05 HH07 HH09 HH11 HH13 HH15 HH17
HH20 JJ01 JJ03 JJ05 JJ07 JJ10 KK01 KK03 KK05 KK07
KK08 KK10 MM02 NN29 NN33 NN34 NN35