

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6923253号
(P6923253)

(45) 発行日 令和3年8月18日(2021.8.18)

(24) 登録日 令和3年8月2日(2021.8.2)

(51) Int. Cl. F I
G 0 2 B 5/30 (2006.01) G O 2 B 5/30
F 2 1 V 9/14 (2006.01) F 2 1 V 9/14

請求項の数 15 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2018-563590 (P2018-563590)	(73) 特許権者	513085064
(86) (22) 出願日	平成28年6月9日(2016.6.9)		フィールドポイント (キプロス) リミテッド
(65) 公表番号	特表2019-518995 (P2019-518995A)		キプロス共和国, 2063 ニコシア, 75 プロドロモウ アベニュー, ワンワールド パークビュー ハウス
(43) 公表日	令和1年7月4日(2019.7.4)	(74) 代理人	100107456
(86) 国際出願番号	PCT/EP2016/063174		弁理士 池田 成人
(87) 国際公開番号	W02017/211420	(74) 代理人	100162352
(87) 国際公開日	平成29年12月14日(2017.12.14)		弁理士 酒巻 順一郎
審査請求日	平成31年2月4日(2019.2.4)	(74) 代理人	100123995
前置審査			弁理士 野田 雅一
		(74) 代理人	100124062
			弁理士 三上 敬史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照射装置、及び光学フィルタを製造する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源と、

光学的に透明なマトリックス材料及び前記マトリックス材料中に分散した二十面体又は十二面体の対称性を有するナノフォトニック材料を含む材料でできた基板を備える光学フィルタであって、前記ナノフォトニック材料は、前記マトリックス材料に埋め込まれたナノフォトニック粒子を含む、フィルタと、

前記光源と前記光学フィルタとの間に配置されたブルースター偏光板と、を備える照射装置。

【請求項 2】

前記ナノフォトニック材料がフラーレン分子を含む、請求項 1 に記載の照射装置。

【請求項 3】

前記ナノフォトニック材料が C₆₀ フラーレン分子を含む、請求項 2 に記載の照射装置。

【請求項 4】

前記マトリックス材料が、可視周波数範囲及びノ又は赤外周波数範囲において光学的に透明である、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の照射装置。

【請求項 5】

前記マトリックス材料がガラス及びプラスチックのうちの少なくとも一つを含む、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の照射装置。

【請求項 6】

前記プラスチックが熱可塑性樹脂である、請求項 5 に記載の照射装置。

【請求項 7】

前記熱可塑性樹脂がポリ（メチルメタクリレート）である、請求項 6 に記載の照射装置。

【請求項 8】

前記基板における前記ナノフォトニック材料の質量分率が $1 \cdot 10^{-3} \sim 0.3$ の範囲にある、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の照射装置。

【請求項 9】

前記ナノフォトニック材料の質量分率が $1.75 \cdot 10^{-3}$ である、請求項 8 に記載の照射装置。

10

【請求項 10】

光学的に透明なマトリックス材料及び前記マトリックス材料中に分散した二十面体又は十二面体の対称性を有するナノフォトニック材料を含む材料でできた基板を備える光学フィルタを製造する方法であって、

懸濁された、前記マトリックス材料と、二十面体又は十二面体の対称性を有する前記ナノフォトニック材料と、を含む液体混合物を調製するステップ、

前記液体混合物を金型に注型するステップ、

前記液体混合物を前記金型内で凝固させ、それにより前記光学フィルタを形成するステップ、及び

20

前記光学フィルタを前記金型から取り出すステップを含み、

前記液体混合物を調製する前記ステップが、

前記マトリックス材料を含む第一の予備混合物を用意すること、

前記第一の予備混合物を第一の期間にわたり混合すること、

溶媒中に溶解したナノフォトニック材料を前記第一の予備混合物に混ぜ入れ、それにより第二の予備混合物を生成すること、及び

前記第二の予備混合物を第二の期間にわたり混合し、それにより前記溶媒を蒸発させ、懸濁された、前記マトリックス材料と、前記ナノフォトニック材料とを含む、前記液体混合物を生成することを含み、

30

前記マトリックス材料がポリ（メチルメタクリレート）を含み、前記第一の予備混合物がポリ（メチルメタクリレート）及びメチルメタクリレートを含む、方法。

【請求項 11】

前記第二の予備混合物の混合が、室温を上回る温度で実施される、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記ナノフォトニック材料が、 C_{60} フラーレンを含む、請求項 10 又は 11 に記載の方法。

【請求項 13】

前記第一の予備混合物におけるポリ（メチルメタクリレート）の重量分率が $0.7 \sim 0.9$ の範囲にある、請求項 10 ~ 12 のいずれか一項に記載の方法。

40

【請求項 14】

前記第一の予備混合物におけるメチルメタクリレートの重量分率が $0.1 \sim 0.3$ の範囲にある、請求項 10 ~ 13 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 15】

前記液体混合物を前記金型内で凝固させる前記ステップが、前記液体混合物を前記金型内で第一の温度から第二の温度に加熱して、その後、前記液体混合物を前記第二の温度から第三の温度に冷却することを含む、請求項 10 ~ 14 のいずれか一項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【0001】

[001]一般的には、様々な実施形態が、光学フィルタ、光学フィルタを含む照射装置、及び光学フィルタを製造する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

[002]複合誘電体系を通した光の伝播は、ここ数年で精力的な研究の対象となった。複合誘電体系のなかでも、準結晶、特にフィボナッチ型の準結晶は、光との相互作用の観点でその並外れた特性を理由に、科学者の関心を惹きつけてきた(Luca Dal Negro、2003)。

【0003】

[003]準結晶、特にフィボナッチ型の準結晶との相互作用により、明確に定められた偏光状態及び明確に定められた角運動量分布を有する光を生み出すことができる。また、このことにより、このように生み出された光線と物質、例えば生物組織との相互作用が明確に定める機会が与えられる。

【0004】

[004]明確に定められた偏光状態及び明確に定められた角運動量分布を有する光は、光学フィルタにより得ることが可能である。

【0005】

[005]先に論じた機会を十分に活用するためには、光学的特性が経時的に悪化しないロバストな光学フィルタが必要とされる。

【発明の概要】

【0006】

[006]本発明の一態様によると、光学フィルタが提供される。光学フィルタは、光学的に透明なマトリックス材料と、マトリックス材料中に分散した二十面体又は十二面体の対称性を有するナノフォトニック材料とを含む材料でできた基板を含んでいてもよい。

【0007】

[007]本発明の別の態様によると、光学フィルタを製造する方法が提供される。この方法は、懸濁された、マトリックス材料と、ナノフォトニック材料と、を含む液体混合物を調製するステップ、混合物を金型に注型するステップ、混合物を金型内で凝固させ、それにより光学フィルタを形成するステップ、及び光学フィルタを金型から取り出すステップを含んでいてもよい。

【0008】

[008]図面において、一般的には、類似した参照符号は、異なる図全体にわたり同じ部分を指す。図面は、必ずしも縮尺通りではなく、一般的には、本発明の原理を説明することに重きが置かれている。以下の説明において、以下の図面を参照して、様々な本発明の実施形態を説明する。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明による光学フィルタを含む照射装置の概略図である。

【図2】光学フィルタの一部を示す図である。

【図3】二十面体群に関するエネルギー対称性の関係を示す表である。

【図4A】直線偏光の概略図である。

【図4B】図4Aに示される直線偏光の角運動量分布の概略図である。

【図5】過偏光(hyperpolarized light)の概略図である。

【図6】過偏光のスペクトルを示す図である。

【図7】一般的な黄色のフィルタを通過した後の直線偏光のスペクトルを示す図である。

【図8】図6及び7を組み合わせたスペクトルを示す図である。

【図9】カラーゲン線維の一部の概略図を示す図である。

【図10A】優れた生物物理学的皮膚状態を有する被検者の左手(上側)及び右手(下側)の皮膚から、光磁気イメージング分光法(OMIS)により得られたスペクトルを示す

10

20

30

40

50

図である。

【図10B】非常に良好な生物物理学的皮膚状態を有する被検者の左手(上側)及び右手(下側)の皮膚から、光磁気イメージング分光法(OMIS)により得られたスペクトルを示す図である。

【図10C】標準的な生物物理学的皮膚状態を有する被検者の左手(上側)及び右手(下側)の皮膚から、光磁気イメージング分光法(OMIS)により得られたスペクトルを示す図である。

【図10D】非標準的な生物物理学的皮膚状態を有する被検者の左手(上側)及び右手(下側)の皮膚から、光磁気イメージング分光法(OMIS)により得られたスペクトルを示す図である。

10

【図11A】直線偏光で照射する前の標準的な生物物理学的皮膚状態を有する被検者の左手の皮膚のOMISスペクトルを示す図である。

【図11B】過偏光で照射する前の標準的な生物物理学的皮膚状態を有する被検者の右手の皮膚のOMISスペクトルを示す図である。

【図12A】一般的な黄色のフィルタを通過した直線偏光で照射した後の標準的な生物物理学的皮膚状態を有する被検者の左手の皮膚のOMISスペクトルを示す図である。

【図12B】過偏光で照射した後の標準的な生物物理学的皮膚状態を有する被検者の右手の皮膚のOMISスペクトルを示す図である。

【図13A】直線偏光で照射する前の非標準的な生物物理学的皮膚状態を有する被検者の左手の皮膚のOMISスペクトルを示す図である。

20

【図13B】過偏光で照射する前の非標準的な生物物理学的皮膚状態を有する被検者の右手の皮膚のOMISスペクトルを示す図である。

【図14A】一般的な黄色のフィルタを通過した直線偏光で照射した後の非標準的な生物物理学的皮膚状態を有する被検者の左手の皮膚のOMISスペクトルを示す図である。

【図14B】過偏光で照射した後の非標準的な生物物理学的皮膚状態を有する被検者の右手の皮膚のOMISスペクトルを示す図である。

【図15】光学フィルタを製造する例示的な方法のフローチャートを示す図である。

【図16】懸濁された、マトリックス材料と、ナノフォトニック材料と、を含む液体混合物を調製するステップに含まれる例示的なステップを示す図である。

【図17A】スクリーンに投射されたある種類の光の光点を示す図である。

30

【図17B】スクリーンに投射されたある種類の光の光点を示す図である。

【図17C】スクリーンに投射されたある種類の光の光点を示す図である。

【図17D】スクリーンに投射されたある種類の光の光点を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

[009]以下の詳細な説明は添付図面に関連し、この添付図面により、特定の詳細及び本発明を實踐可能な実施形態が例示的に示される。

【0011】

[0010]本明細書において、「例示的な」という言葉は、「例、事例又は例示としての役割を果たす」を意味するために使用される。本明細書において「例示的」として記載されるいかなる実施形態又は設計も、必ずしも他の実施形態又は設計よりも好適又は有利であると解釈されるべきであるとは限らない。

40

【0012】

[0011]図1は、例示的な照射装置100の概略図を示す。照射装置100は、光源102及び光学フィルタ104を含んでいてもよい。光源102は、拡散した非偏光光線106、すなわち偏光状態が相関関係にない異なるエネルギーの光子を含む光線を放出するように構成されていてもよい。非偏光光線106を偏光光線108に変換するために、照射装置100は、光源102と光学フィルタ104との間に配置された偏光素子110をさらに含んでいてもよい。偏光素子110は、特定の偏光の光波を通過させ、他の偏光の光波を遮断するように構成されている。このように、偏光素子110を通過する光は、明確

50

に定められた偏光を有する。

【0013】

[0012]例示的な照射装置において、偏光素子110は、直線偏光素子110、すなわち入射光線106を直線偏光光線108に変換する偏光素子として構成されていてもよい。この照射装置は図1に図示されている。

【0014】

[0013]直線偏光素子110は、吸収型偏光板又はビーム分割型偏光板として構成されていてもよい。吸収型偏光板において、不所望な偏光状態を有する光波は、偏光板により吸収される。ビーム分割型偏光板は、入射光線を分割して偏光状態が異なる2つの光線にするように構成されている。

【0015】

[0014]吸収型偏光板とは異なり、ビーム分割型偏光板は、不所望な偏光状態を有する光線のエネルギーを散逸せずに済むため、高い強度を有する光線を扱うことができる。

【0016】

[0015]ビームを分割して偏光状態の異なる2つのビームにすることは、反射により実施可能である。光が傾斜して2つの透明な材料の間の界面から反射する場合、反射率は、入射面内で偏光した光と入射面に対して垂直に偏光した光とで異なる。特別な入射角においては、反射光全体が、入射面に対して垂直な平面内で偏光している。この入射角は、ブルースター角として知られている。この偏光スキームに基づく偏光板は、ブルースター偏光板と称される。

【0017】

[0016]例示的な実施形態において、直線偏光素子110は、ブルースター偏光板として構成されていてもよい。このように、直線偏光光線は、単純な配置で用意されていてもよく、先に言及したように、偏光素子110において光エネルギーを散逸させる必要がないため、直線偏光素子110は、大きな光強度を扱うことができる。

【0018】

[0017]光学フィルタ104の一部を図2に図示する。光学フィルタ104は、光学的に透明なマトリックス材料116と、マトリックス材料116中に分散した二十面体又は十二面体の対称性を有するナノフォトニック材料118とを含む材料でできた基板112を含んでいてもよい。

【0019】

[0018]ナノフォトニック材料118は、マトリックス材料116中に分散したナノフォトニック粒子120を含んでいてもよい。ナノフォトニック材料120は、二十面体/十二面体の対称性を有するフラーレン分子、例えばC₆₀フラーレン又は高次フラーレンを含んでいてもよい。

【0020】

[0019]本文脈において、マトリックス材料116中に分散したナノフォトニック材料118とは、少なくとも幾つかのナノフォトニック粒子120がマトリックス材料116に埋め込まれていること、すなわち、少なくとも幾つかのナノフォトニック粒子120がマトリックス材料116により完全に囲まれていることを意味する。例示的な光学フィルタ104において、大部分のナノフォトニック粒子120又はすべてのナノフォトニック粒子120さえ、マトリックス材料116に埋め込まれている。例示的な光学フィルタ104において、ナノフォトニック材料118は、マトリックス材料116全体に均質に分布している。

【0021】

[0020]ナノフォトニック材料118は、マトリックス材料116中に分散しているため、非常に効率的に外部影響から保護されており、それにより、光学フィルタ104のナノフォトニック含量が経時的に変化して光学フィルタ104の光学的特性が必然的に変化することが防止される。このようにして、信頼できる光学的特性を有するロバストな光学フィルタ104が提供される。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 2 】

[0021]基板 1 1 2 におけるナノフォトニック材料 1 1 8 の質量分率は、約 $1 \cdot 10^{-3}$ ~ 0.3 の範囲にあってもよい。例示的な実施形態において、基板 1 1 2 におけるナノフォトニック材料 1 1 8 の質量分率は、約 $1.75 \cdot 10^{-3}$ であってもよい。

【 0 0 2 3 】

[0022]マトリックス材料 1 1 6 は、可視波長範囲及び/又は赤外波長範囲において、光学的に透明であってもよい。

【 0 0 2 4 】

[0023]マトリックス材料は、ガラス及びプラスチックのうちの少なくとも 1 つを含んでもよい。プラスチックは熱可塑性樹脂であってもよい。例示的な光学フィルタ 1 0 4 において、マトリックス材料 1 1 6 は、ポリ(メチルメタクリレート)(PMMA)を含んでも、完全にポリ(メチルメタクリレート)(PMMA)から製造されていてもよい。PMMA は、頑丈かつ軽量な材料である。PMMA は、密度が $1.17 \sim 1.20 \text{ g/cm}^3$ であり、これはガラスの密度の半分未満である。さらに、PMMA は、光に対する透過率が 90% までと高く、このことは、光学フィルタのマトリックス材料 1 1 6 として用いるのに非常に重要である。

【 0 0 2 5 】

[0024]これより、光学フィルタ 1 0 4 の動作原理に移る。先に言及したように、ナノフォトニック材料 1 1 8 は、フラレン、例えば C_{60} を含んでもよい。 C_{60} は、12 個の五角形及び 20 個の六角形内に規則的に並べられた 60 個の炭素原子から成る。

【 0 0 2 6 】

[0025] C_{60} は 2 つの結合長を有する。第一の結合長は、2 個の六角形の辺に沿っており、第二の結合長は、六角形の辺と五角形の辺との間にあり、第一の結合長は、第二の結合長より大きい。

【 0 0 2 7 】

[0026] C_{60} は、古典的及び量子力学的な特性の双方を示す分子である(Markus Arndt 等、Wave-particle duality、Science、第 401 巻、680 ~ 682 頁、1999)。 C_{60} は、直径が約 1 nm である。 C_{60} 分子は、固体状態、例えば、結晶又は薄膜では毎秒約 $3 \cdot 10^{10}$ 回、溶液では毎秒約 $1.8 \cdot 10^{10}$ 回、回転する。 C_{60} 分子の回転は、異方性である(全方向に向いている)。 C_{60} クラスタは、フィボナッチ型の分子結晶(準結晶)である。

【 0 0 2 8 】

[0027]準結晶は、単純な決定論的法則に従って構成された非周期的な構造である。フィボナッチ準結晶は、以下のフィボナッチ生成スキームによる 2 つの異なる化合物 A 及び B を重ねることで形成された決定論的な非周期構造である： $S_{j+1} = \{S_{j-1}, S_j\}$ 、j について 1 以上、ただし $S_0 = \{B\}$ 及び $S_1 = \{A\}$ 。より下位の桁の数値は、 $S_2 = \{BA\}$ 、 $S_3 = \{AB A\}$ 、 $S_4 = \{BA A B A\}$ などである。

【 0 0 2 9 】

[0028]フィボナッチスキームに従って構成されたその空間構造に加えて、 C_{60} は、フィボナッチスキームに従ったエネルギー固有状態も有する。エネルギー固有状態は、 C_{60} の相応する対称要素と一緒に、図 3 の掛け算表に示されている。 C_{60} の重要な特性のうちの一つは、黄金比に一致する対称要素 C_5 、 C_5^2 、 S_{10} 及び S_{10}^3 の場合、エネルギー固有状態 T_{1g} 、 T_{2g} 、 T_{1u} 及び T_{2u} に基づく。

【 0 0 3 0 】

[0029]数学において、2 つの量は、それら量の比が、それら量の合計と、2 つの量のうちの大きい方の量との比に等しい場合、黄金比 がある。は、数学的には $(1 + 5) / 2 = 1.62$ と表すことができる。

【 0 0 3 1 】

[0030] C_{60} の上記の固有状態の共鳴放射(resonant emission)により、入射した直線偏光は、過偏光に変換される。より詳細には、過偏光を、 C_{60} のエネルギー固有状態 T

10

20

30

40

50

$1g$ 、 T_{2g} 、 T_{1u} 及び T_{2u} の共鳴放射として生み出すことができる。対称性 C_5 、 C_5^2 、 S_{10} 及び S_{10}^3 (図3) を有するこれらのエネルギー状態を有する光子は、直鎖状の平面に規則的に並べられているのではなく、フィボナッチの法則(「ひまわり」)に従った角度で曲がった水平面に規則的に並べられている。

【0032】

[0031]次に、直線偏光と過偏光との間の差について、図4A、4B及び5を参照して説明する。

【0033】

[0032]図4Aは、伝播方向に対して平行な直鎖状の隣接面で一列に並べられた3つの異なる波長122a、122b、122cについて、直線偏光の性質を図示する。光子は、波長により規則的に並べられているのであって、それらの角運動量の観点で規則的に並べられているのではない(左及び右)。これは、図4Bで図示されている。図4Bにおいて、参照符号124a及び124bは、異なる角運動量の光子を表す。図4Bからはっきりと分かるように、直線偏光における光子の角運動量は、完全に拡散している。

10

【0034】

[0033]図5は、過偏光126の性質を図示している。図5において、多くの異なる波長の光子が、中心点128から発せられ、波長及び角運動量の双方により各渦線に沿って規則的に並べられている。

【0035】

[0034]角運動量が異なる光子の渦線パターンは、ひまわりの種のパターンに類似している。ひまわりの種は、渦線状に配置されており、一組の渦線が左回りになっており、1組の渦線が右回りになっている。右回りの渦線の数及び左回りの渦線の数は、フィボナッチ数列の数である。フィボナッチ生成スキームについては、準結晶に関して先に規定した。この生成スキームは、基本的なフィボナッチ数列から得られ、0、1、1、2、3、5、8、13、21、34、55...と表される。フィボナッチ数列における次の数は、連続する先の2つの数字をそれぞれ合計することで計算することができる。フィボナッチ数列のある数と直前の数との比が、黄金比により求められる。

20

【0036】

[0035]図5に示される過偏光における角運動量に関連する右回りの渦線及び左回りの渦線の数も、フィボナッチ数列により求められる。より詳細には、図5において、21本の左回りの渦線及び34本の右回りの渦線を見つけることができ、これらは、どちらもフィボナッチ数列の数である。よって、過偏光は、「黄金の光」とも称される。

30

【0037】

[0036]さらに、図5からはっきりと分かるように、各渦線において、異なる波長の光子130a、130b、130cは、隣接する平行面で直線偏光している。

【0038】

[0037]上記の特性を有する過偏光は、光学フィルタ104中に存在するナノフォトニック材料118を有する偏光素子110により生じた直線偏光108の相互作用により生み出される。より詳細には、過偏光は、光学フィルタ104中に存在する二十面体の対称性を有するナノフォトニック材料118、例えば C_{60} との相互作用、又は光学フィルタ104中に存在する十二面体の対称性を有するナノフォトニック材料との相互作用により生み出される。

40

【0039】

[0038]光学フィルタ104を通過した後の光、すなわち過偏光のスペクトルを図6に示す。比較用の一般的な黄色のフィルタを通過した後の直線偏光のスペクトルを図7に示す。どちらのスペクトルも、図8において同じプロットで示す。図8において、参照番号131aは、過偏光のスペクトルを表し、参照番号131bは、一般的な黄色のフィルタを通過した後の直線偏光のスペクトルを表す。

【0040】

[0039]図6~8における強度分布は、約200nm~約1100nm、すなわち紫外線

50

～近赤外線の波長範囲について示されている。

【0041】

[0040]図6及び8に示されるように、光学フィルタ104は、波長を約400nm未満に抑制し、かつ青色の波長範囲の低い透過率を有する。約740nmで、光学フィルタ104の最大透過率であり、これは、青色光及び紫外光に比べて侵入深さがより大きいために、生物組織を効率的に刺激するのに望ましい。

【0042】

[0041]図7及び8に示されるように、比較用の一般的な黄色のフィルタは、波長を約475nm未満(紫外光及び青色光)に抑制する。約720nmで、比較用の一般的な黄色のフィルタの最大透過率であり、これは、光学フィルタ104の最大透過率の波長に近い。

10

【0043】

[0042]本発明による光学フィルタ104及び比較用の一般的な黄色のフィルタは、類似した波長でそれらの最大透過率を有するものの、図8から明らかに分かるように、本発明による光学フィルタ104は、660～1100nmの赤色及び赤外の波長範囲において積分透過率(integral transmittance)がより高い。

【0044】

[0043]しかしこの理由から、本発明による光学フィルタ104は、比較用の一般的な黄色のフィルタに比べて、生物組織をより効率的に刺激することが可能になる。生物組織を刺激する観点で本発明による光学フィルタ104のさらにより重要な利点は、過偏光を生み出すその能力から生じ、生物組織、特にコラーゲンと過偏光との相互作用は、直線偏光とは対照的に、主に量子力学的な性質の相互作用である。

20

【0045】

[0044]コラーゲンは、細胞外タンパク質であり、ヒトの皮膚の約30%を占める。コラーゲン及びヒトの皮膚の約60～65%を占める水は、ヒトの皮膚の主な構成要素である。よって、ヒトの皮膚の生物物理学的状態は、主に水とコラーゲンとの間の相互作用により決定される。

【0046】

[0045]図9は、矢印として示される複数のコラーゲン分子134を含むコラーゲン線維132の一部の概略図を示す。図9から分かるように、コラーゲン分子は、複数の列R1～R6で配置されている。個別のコラーゲン分子の長さLは、約300nmである。すぐ隣の列にある隣接するコラーゲン分子134は、67nmのギャップG67を空けてずらしてある。同じ列にあるすぐ隣のコラーゲン分子134は、35nmのギャップG35を空けてずらしてある。

30

【0047】

[0046]コラーゲンの生物物理学的状態は、ペプチド平面の振動状態により決定される。1つのペプチド平面の振動は、2つの隣接するペプチド平面の振動により決定される。隣接する平面の振動周波数の比は、黄金比により求められる。よって、コラーゲンのペプチド平面の振動挙動は、フィボナッチの法則に従ったそれらの角運動量の観点で規則的に並べられた光子により、例えば過偏光により影響を受け得る。

40

【0048】

[0047]細胞外空間にあるコラーゲンは、インテグリン及び細胞骨格タンパク質を介して、核と、したがってDNAと結合している。よって、細胞外空間にあるコラーゲンを仲介することで過偏光により細胞核に影響を与える機会が存在する。

【0049】

[0048]ヒトの皮膚の状態に対する過偏光の影響について、30人の被検者を調べた。被検者の皮膚を過偏光に曝す前に、光磁気イメージング分光法(OMIS)により、被検者の左手及び右手の皮膚状態の特徴を明らかにした。それから、比較例として、被検者の皮膚を過偏光及び直線偏光に10分にわたり曝した後に、OMISにより皮膚の特徴を再び明らかにし、皮膚に対する直線偏光及び過偏光の影響をそれぞれ調べた。

50

【 0 0 5 0 】

[0049] O M I S は、電磁放射線と試料材料における価電子との相互作用に基づく診断技術であり、試料材料の電子の特性を調べることができる。このように、試料材料（対電子 / 電子対）の常磁性特性及び反磁性特性を得ることができる。

【 0 0 5 1 】

[0050] O M I S の物理的背景について以下で手短に論じる。O M I S におけるさらなる詳細は、D . K o r u g a 等「E p i d e r m a l L a y e r s C h a r a c t e r i s a t i o n b y O p t o - M a g n e t i c S p e c t r o s c o p y B a s e d o n D i g i t a l I m a g e o f S k i n」Acta Physica Polonica A、第121巻、No. 3、606～610頁（2012）、又はD . K o r u g a 等「W a t e r H y d r o g e n B o n d s S t u d y b y O p t o - M a g n e t i c F i n g e r p r i n t」Acta Physica Polonica A、第117巻、No. 5、777～781頁（2010）、又はL . M a t i j a 「N a n o p h y s i c a l a p p r o a c h t o d i a g n o s i s o f e p i t h e l i a l t i s s u e s u s i n g O p t o - m a g n e t i c i m a g i n g s p e c t r o s c o p y」156～186頁、「N a n o m e d i c i n e」、A l e x a n d e r S e i f a l i a n、A c h a l a d e l M e l 及びD e e p a k M . K a l a s k a r 編、O N E C E N T R A L P R E S S、M a n c h e s t e r、U K（2015）、又はP . - O . M i l e n a 等「O p t o - M a g n e t i c M e t h o d f o r E p s t e i n - B a r r V i r u s a n d C y t o m e g a l o v i r u s D e t e c t i o n i n B l o o d P l a s m a S a m p l e s」Acta Physica Polonica A、第117巻、No. 5、782～785頁（2010）に見られる。

【 0 0 5 2 】

[0051] 電磁波としての光は、互いに垂直な電波及び磁波を有する。光を偏光させることで、磁波及び電波を分割することができる。ある特定のタイプの偏光は、光が先に論じたブルースター角のもと入射する場合に生じる。この角度は、照射された試料中に存在する材料に特徴的である。

【 0 0 5 3 】

[0052] 電気成分は選択的に検出可能であるため、磁気成分は、反射した偏光（電気成分）の強度を、反射した白色光の強度から引くことで求めることが可能である。分析試料の磁気特性は、このように得られた磁気成分に由来し得る。

【 0 0 5 4 】

[0053] O M I S により得られる一般的なスペクトルは、複数の正ピーク及び負ピークを含み、負ピークが、試料材料の反磁性特性を示す一方で、正ピークは、試料材料の常磁性特性を示す。

【 0 0 5 5 】

[0054] O M I S により得られる、30人の被検者の左手及び右手の皮膚の特徴を明らかにする測定の結果を、図10A～10Dに示す。これらのプロットにおいて、横座標は、nmで測定した波長差に相応し、縦座標は、任意単位（a . u .）での強度に相応する。これらの図の上側のプロットに各左手についての結果を示し、下側のプロットに各右手についての結果を示す。

【 0 0 5 6 】

[0055] 図10Aは、その皮膚が「優れた」生物物理学的皮膚状態を有することを特徴とする被検者の結果を示し、このことは、両方の手について類似したこれらのプロットに見られるピークが顕著であることを理由とする。4人の被検者の生物物理学的皮膚状態が、「優れた」と分類された。

【 0 0 5 7 】

[0056] 図10Bは、その皮膚が「非常に良好である」生物物理学的皮膚状態を有することを特徴とする被検者の結果を示し、このことは、両方の手について類似したこれらのプ

10

20

30

40

50

ロットに見られるピークがなおも顕著であることを理由とする。16人の被検者の生物物理学的皮膚状態が、「非常に良好である」と分類された。

【0058】

[0057]図10Cは、その皮膚が「標準的である」生物物理学的皮膚状態を有することを特徴とする被検者の結果を示す。図10Cから分かるように、ピークは、図10A及び10Bに示される、優れた状態及び非常に良好な状態に比べて、それほど顕著ではない。さらに、各被検者の両方の手のスペクトルの間に著しい差が存在する。8人の被検者の生物物理学的皮膚状態が、「標準的である」と分類された。

【0059】

[0058]図10Dは、その皮膚が「標準的ではない」生物物理学的皮膚状態を有することを特徴とする被検者の結果を示す。図10Dから分かるように、ピークは、図10A及び10Bに示される、優れた状態及び非常に良好な状態に比べて、それほど顕著ではない。さらに、スペクトルの間で非常に顕著な差が存在する。2人の被検者の生物物理学的皮膚状態が、「標準的ではない」と分類された。

10

【0060】

[0059]優れた生物物理学的皮膚状態を有する被検者及び非常に良好な生物物理学的皮膚状態を有する被検者から得られたスペクトルは、直線偏光及び過偏光での照射により達成可能な効果の間の比較には適しておらず、生物物理学的皮膚状態は、ほぼ改善され得ないため、以下では、標準的な生物物理学的皮膚状態を有する被検者及び非標準的な生物物理学的皮膚状態を有する被検者に関してのみ詳細に論じる。

20

【0061】

[0060]図11A及び11Bは、照射する前の標準的な生物物理学的皮膚状態を有する被検者の左手及び右手それぞれの生物物理学的皮膚状態を表すOMISスペクトルを示す。図12A及び12Bは、直線偏光及び過偏光でそれぞれ照射した後の標準的な生物物理学的皮膚状態を有する被検者の左手及び右手それぞれの生物物理学的皮膚状態を表すOMISスペクトルを示す。図12Aは、直線偏光で照射した後の左手の皮膚のOMISスペクトルを示し、図12Bは、過偏光で照射した後の右手の皮膚のOMISスペクトルを示す。

【0062】

[0061]標準的な生物物理学的皮膚状態を有する被検者の生物物理学的皮膚状態に対する直線偏光の効果は、図11A及び12Aを比較することで推定することが可能である。

30

【0063】

[0062]これらの図に示されるように、ピークの波長差(WLD)は、照射の前後で類似している。このことは、各被検者の皮膚におけるコラーゲン及び水-コラーゲン複合物がどちらも安定していることを示す。

【0064】

[0063]103~110nmのWLDを有するピークについては、形状及び強度において変化(約-4.3~-9.15のa.u.)が存在し、このことは、35nmのコラーゲンギャップが普通であることを示す。

【0065】

[0064]110~120nmのWLDの間で、形状及び強度において僅かな変化(6.25~10.94のa.u.及び21.6~23.56のa.u.)が存在する。また、121.4~119.1nmでこのピークのシフトが僅かに存在し、このことは、コラーゲン-水複合物が安定していることを示す。

40

【0066】

[0065]120~130nmのWLDの間で、ピークの強度は、-21.7~-19.6のa.u.で変化する。このことは、67nmのコラーゲンギャップの動力学が満足のゆくものではないことを示す。

【0067】

[0066]標準的な生物物理学的皮膚状態を有する被検者の生物物理学的皮膚状態に対する

50

過偏光の効果は、図 1 1 B 及び 1 2 B を比較することで分かる。

【 0 0 6 8 】

[0067]これらの図に示されるように、ピークの波長差(WLD)は、照射の前後で類似している。このことは、各被検者の皮膚におけるコラーゲン及び水-コラーゲン複合物がどちらも安定していることを示す。

【 0 0 6 9 】

[0068]103~110nmのWLDを有するピークについては、形状及び強度において大きな変化(約-11.0~-20.25のa.u.)が存在し、このことは、35nmのコラーゲンギャップの動力学が非常に良好であることを示す。

【 0 0 7 0 】

[0069]110~120nmのWLDの間で、各ピークの形状及び強度において変化は存在しない。このピークのWLDも変化しておらず、このことは、コラーゲン-水複合物が非常に安定していることを示す。

【 0 0 7 1 】

[0070]120~130nmのWLDの間で、ピークの強度は、-21.4~-25.6のa.u.で変化する。このことは、67nmのコラーゲンギャップの動力学が十分に良好であることを示す。

【 0 0 7 2 】

[0071]図 1 3 A 及び 1 3 B は、照射する前の非標準的な生物物理学的皮膚状態を有する被検者の左手及び右手それぞれの生物物理学的皮膚状態を表すOMISスペクトルを示す。図 1 4 A 及び 1 4 B は、照射した後の非標準的な生物物理学的皮膚状態を有する被検者の左手及び右手それぞれの生物物理学的皮膚状態を表すOMISスペクトルを示し、ここで図 1 4 A は、直線偏光で照射した後の左手の皮膚のOMISスペクトルを示し、図 1 4 B は、過偏光で照射した後の右腕の皮膚のOMISスペクトルを示す。

【 0 0 7 3 】

[0072]非標準的な生物物理学的皮膚状態を有する被検者の生物物理学的皮膚状態に対する直線偏光の効果は、図 1 3 A 及び 1 4 A を比較することで分かる。

【 0 0 7 4 】

[0073]これらの図に示されるように、ピークの波長差(WLD)は、照射の前後で類似している。このことは、各被検者の皮膚におけるコラーゲン及び水-コラーゲン複合物がどちらも満足のゆくものではないことを示す。

【 0 0 7 5 】

[0074]103~110nmのWLDを有するピークについては、形状及び強度において変化(約-8.2~-15のa.u.)が存在するが、但し、104~112nmで8nmの大きなWLDシフトが伴い、このことは、35nmのコラーゲンギャップの動力学が満足のゆくものではないことを示す。

【 0 0 7 6 】

[0075]110~120nmのWLDの間で、形状及び強度の双方において著しい変化(20.00~27.15のa.u.)が存在する。

【 0 0 7 7 】

[0076]さらに、約130nmのWLDで新たなピークが生じる。さらに、124.00nm~136.20nmで、-19.4~-31.5のa.u.の大きな強度差を伴って、負ピークのシフトが存在する。このことは、コラーゲン-水複合物が不安定であることを示す。さらに、WLDの範囲が広がり、このことは、67nmのコラーゲンギャップの動力学が満足のゆくものではないことを示す。

【 0 0 7 8 】

[0077]非標準的な生物物理学的皮膚状態を有する被検者の生物物理学的皮膚状態に対する過偏光の効果は、図 1 3 B 及び 1 4 B を比較することで分かる。

【 0 0 7 9 】

[0078]これらの図に示されるように、照射する前後のピークの10nmの波長差(WL

10

20

30

40

50

D)において大きなシフトが存在する。このことは、各被検者の皮膚におけるコラーゲン及び水 - コラーゲン複合物がどちらも安定していないことを示す。

【0080】

[0079] 103 ~ 110 nmのWLDを有するピークについては、顕著な正ピーク及び負ピークをもたらすスペクトルの著しい変化が存在する。このことは、皮膚を過偏光で照射することで、35 nmのコラーゲンギャップの非常に良好な動力学が確立され得ることを意味する。

【0081】

[0080] 110 ~ 120 nmのWLDの間で、10 nmの大きなWLDシフトが存在し、ピークの強度及び形状が変化した。このことは、コラーゲン - 水複合物が不安定であることを示す。さらに、2つの右側のピークのWLDの範囲は、123 nm ~ 132 nm及び132 nm ~ 142 nmでシフトしており、このことは、67 nmのコラーゲンギャップの動力学が満足のゆくものではないことを示す。

10

【0082】

[0081]これらの測定は、標準的な生物物理学的皮膚状態を有するヒトの皮膚及び非標準的な生物物理学的皮膚状態を有するヒトの皮膚を照射することで、過偏光での皮膚の照射が、特に低いWLDの範囲で、より良好な結果に達することを示す。

【0083】

[0082]光学フィルタ104により直線偏光を過偏光へと変換する効率は、現在約62%である。上記の結果を改善するためには、より高い変換効率が期待される。

20

【0084】

[0083]以下で、本発明による光学フィルタ104を製造する方法について論じる。

【0085】

[0084]図15の例示的なフローダイアグラムに、例示的な方法を示す。方法200は、懸濁された、マトリックス材料と、二十面体又は十二面体の対称性を有するナノフォトニック材料と、を含む液体混合物を調製するステップ(202)、液体混合物を金型に注型するステップ(204)、混合物を金型内で凝固させ、それにより光学フィルタを形成するステップ(206)、及び

光学フィルタを金型から取り出すステップ(208)を含んでいてもよい。

30

【0086】

[0085]懸濁された、マトリックス材料と、ナノフォトニック材料と、を含む液体混合物を調製するステップ(202)の例示的なフローダイアグラムを図16に示す。液体混合物を調製するステップは、

マトリックス材料を含む第一の液体予備混合物を用意すること(202-1)、第一の予備混合物を第一の期間にわたり混合すること(202-2)、溶媒中に溶解したナノフォトニック材料を第一の予備混合物に混ぜ入れ、それにより第二の予備混合物を生成すること(202-3)、及び

第二の予備混合物を第二の期間にわたり混合し、それにより溶媒を蒸発させ、懸濁された、マトリックス材料と、ナノフォトニック材料と、を含む液体混合物を生成すること(202-4)を含んでいてもよい。

40

【0087】

[0086]ナノフォトニック材料は、二十面体又は十二面体の対称性を有し、かつC₆₀を含んでいてもよい。マトリックス材料は、ポリ(メチルメタクリレート)(PMMA)を含んでいてもよい。

【0088】

[0087]第一の予備混合物は、ポリ(メチルメタクリレート)及びメチルメタクリレート(MMA)を含んでいてもよい。第一の予備混合物におけるPMMAの重量分率は、0 .

50

7 ~ 0.9 の範囲であってもよい。第一の予備混合物における MMA の重量分率は、0.1 ~ 0.3 の範囲であってもよい。

【0089】

[0088] 第一の期間は、約 24 時間であってもよい。第二の期間は、96 時間であってもよい。第二の予備混合物を混合することを、高温、例えば 60 ~ 75 で実施して、溶媒、例えばトルエンの蒸発を補助してもよい。

【0090】

[0089] 混合物を金型内で凝固させるステップは、混合物を金型内で第一の温度、例えば 25 から、第二の温度、例えば 90 まで加熱して、その後、混合物を所定の期間にわたり第三の温度、例えば 25 に冷却することを含んでいてもよい。所定の期間は、120 ~ 140 時間であってもよい。このような長い期間を選択することで、このように形成された光学フィルタにおける亀裂の生成を効率的に防止することができる。

【0091】

[0090] このように、約 $1200 \times 1100 \times 2.5 \text{ mm}^3$ の例示的な寸法を有する板状のブランクを製造することができた。このようなブランクから、50 mm の例示的な直径を有する光学フィルタを切り出すことができる。

【0092】

[0091] 図 17A ~ 17D では、スクリーンへの様々な種類の光の投射が図示されている。

【0093】

[0092] 図 17A では、スクリーンが周囲の拡散光で照らされている。

【0094】

[0093] 図 17B では、スクリーンが直線偏光光線で照らされている。図 17B に示されるように、投影された光点は、光線の偏光含量に起因する白色のコア領域を有する。コア領域は、偏光が不完全であるために部分的に偏光した赤方遷移近赤外光を表す赤色の環に囲まれている。

【0095】

[0094] 図 17C では、一般的な黄色のフィルタを通過させた後の直線偏光光線でスクリーンが照らされている。この図に示されるように、投影された光点は、光線の直線偏光含量に起因する白色のコア領域を有する。コア領域は、フィルタにおける不純物を理由に部分的に偏光した光の黄色及び赤色の環で囲まれている。

【0096】

[0095] 図 17D では、本発明による光学フィルタを通過させた後の過偏光光線でスクリーンが照らされている。ここでは、顕著な内側の白色のコア領域は目視可能ではない。その理由は、直線偏光が過偏光に変換されたからである。この過偏光は、スクリーンにおいて、赤色及び黄色の点として現れる。

【0097】

[0096] 以下で、本開示の様々な態様を示す。

【0098】

[0097] 例 1 は、光学フィルタである。この光学フィルタは、光学的に透明なマトリックス材料と、マトリックス材料中に分散した二十面体又は十二面体の対称性を有するナノフォトニック材料とを含む材料でできた基板を含んでいてもよい。

【0099】

[0098] 例 2 において、例 1 に記載の発明の対象は、ナノフォトニック材料がフラーレン分子を含むことを任意選択で含んでいてもよい。

【0100】

[0099] 例 3 において、例 2 に記載の発明の対象は、ナノフォトニック材料が C_{60} フラーレン分子を含むことを任意選択で含んでいてもよい。

【0101】

[0100] 例 4 において、例 1 ~ 3 のいずれか一つに記載の発明の対象は、マトリックス

10

20

30

40

50

材料が可視周波数範囲及び／又は赤外周波数範囲において光学的に透明であることを任意選択で含んでいてもよい。

【0102】

[00101]例5において、例1～4のいずれか一つに記載の発明の対象は、マトリックス材料がガラス及びプラスチックのうちの少なくとも一つを含むことを任意選択で含んでいてもよい。

【0103】

[00102]例6において、例5に記載の発明の対象は、プラスチックが熱可塑性樹脂であることを任意選択で含んでいてもよい。

【0104】

[00103]例7において、例6に記載の発明の対象は、熱可塑性樹脂がポリ(メチルメタクリレート)であることを任意選択で含んでいてもよい。

【0105】

[00104]例8において、例1～7のいずれか一つに記載の発明の対象は、基板におけるナノフォトニック材料の質量分率が約 $1 \cdot 10^{-3} \sim 0.3$ の範囲にあることを任意選択で含んでいてもよい。

【0106】

[00105]例9において、例8に記載の発明の対象は、ナノフォトニック材料の質量分率が約 $1.75 \cdot 10^{-3}$ であることを任意選択で含んでいてもよい。

【0107】

[00106]例10は、照射装置である。この照射装置は、光源及び例1～9のいずれか一つに記載の光学フィルタを含んでいてもよい。

【0108】

[00107]例11において、例10に記載の発明の対象は、光源と光学フィルタとの間に配置された偏光素子を任意選択でさらに含んでいてもよい。

【0109】

[00108]例12において、例11に記載の発明の対象は、偏光素子が直線偏光素子として構成されていることを任意選択で含んでいてもよい。

【0110】

[00109]例13において、例12に記載の発明の対象は、直線偏光素子がブルースター偏光板として構成されていることを任意選択で含んでいてもよい。

【0111】

[00110]例14は、例1～9のいずれか一つに記載の光学フィルタを製造する方法である。この方法は、懸濁された、マトリックス材料と、二十面体又は十二面体の対称性を有するナノフォトニック材料と、を含む液体混合物を調製するステップ、混合物を金型に注型するステップ、混合物を金型内で凝固させ、それにより光学フィルタを形成するステップ、及び光学フィルタを金型から取り出すステップを含んでいてもよい。

【0112】

[00111]例15において、例14に記載の発明の対象は、液体混合物を調製するステップが、マトリックス材料を含む第一の液体予備混合物を用意すること、第一の予備混合物を第一の期間にわたり混合すること、溶媒中に溶解したナノフォトニック材料を第一の予備混合物に混ぜ入れ、それにより第二の予備混合物を生成すること、及び第二の予備混合物を第二の期間にわたり混合し、それにより溶媒を蒸発させ、懸濁された、マトリックス材料と、ナノフォトニック材料と、を含む液体混合物を生成することを任意選択で含んでいてもよい。

【0113】

[00112]例16において、例14又は15に記載の発明の対象は、第二の予備混合物を混合することを、室温を上回る温度で実施することを任意選択で含んでいてもよい。

【0114】

[00113]例17において、例14～16のいずれか一つに記載の発明の対象は、ナノフ

10

20

30

40

50

オトニック材料が、 C_{60} フラーレン及び/若しくは高次フラーレン並びに/又は二十面体及び十二面体の対称性を有する他の材料を含むことを任意選択で含んでもよい。

【0115】

[00114]例18において、例14～17のいずれか一つに記載の発明の対象は、マトリックス材料がポリ(メチルメタクリレート)を含むことを任意選択で含んでもよい。

【0116】

[00115]例19において、例18に記載の発明の対象は、第一の予備混合物がポリ(メチルメタクリレート)及びメチルメタクリレートを含むことを任意選択で含んでもよい。

【0117】

[00116]例20において、例19に記載の発明の対象は、第一の予備混合物におけるポリ(メチルメタクリレート)の重量分率が0.7～0.9の範囲にあることを任意選択で含んでもよい。

【0118】

[00117]例21において、例19又は20に記載の発明の対象は、第一の予備混合物におけるメチルメタクリレートの重量分率が0.1～0.3の範囲にあることを任意選択で含んでもよい。

【0119】

[00118]例22において、例14～21のいずれか一つに記載の発明の対象は、混合物を金型内で凝固させるステップが、混合物を金型内で第一の温度から第二の温度に加熱して、その後、混合物を第二の温度から第三の温度に冷却することを含むことを任意選択で含んでもよい。

【0120】

[00119]特定の実施形態を参照して、本発明を詳細に示して説明してきたが、当業者であれば、添付の特許請求の範囲により規定される本発明の思想及び範囲から逸脱することなく、本明細書において形態及び詳細における様々な変更を加えることができると理解するものとする。したがって、本発明の範囲は、添付の特許請求の範囲により示され、よって、特許請求の範囲の等価の意味及び範囲内に入るあらゆる変更を包含することが意図される。

10

20

【 図 1 】

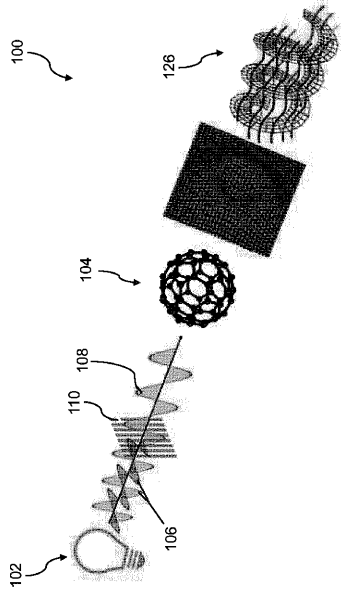


FIG. 1

【 図 2 】

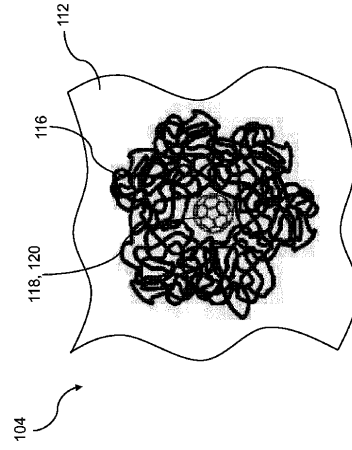


FIG. 2

【 図 3 】

M_n, I, K	$12C_1$	$12C_2$	$20C_1, 15C_2$	$12S_1$	$12S_2$	$20S_1, 15S_2$	III	IV
A_1	1	1	1	1	1	1	$x^2 + y^2 + z^2$	
A_2	$3i + \sqrt{3}$	$3i - \sqrt{3}$	0	1	$3i + \sqrt{3}$	0	(k, m, n, p)	
A_3	$3i - \sqrt{3}$	$3i + \sqrt{3}$	0	1	$3i - \sqrt{3}$	0	(k, m, n, p)	
A_4	0	0	1	0	0	1	(k, m, n, p)	
A_5	0	0	0	1	0	0	(k, m, n, p)	
A_6	$3i + \sqrt{3}$	$3i - \sqrt{3}$	0	1	$3i + \sqrt{3}$	0	(k, m, n, p)	
A_7	$3i - \sqrt{3}$	$3i + \sqrt{3}$	0	1	$3i - \sqrt{3}$	0	(k, m, n, p)	
A_8	0	0	1	0	0	1	(k, m, n, p)	
A_9	0	0	0	1	0	0	(k, m, n, p)	

FIG. 3

【 図 4 A 】

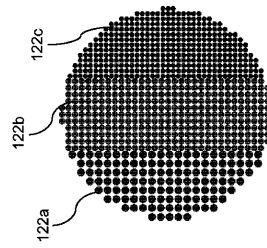


FIG. 4A

【 図 4 B 】

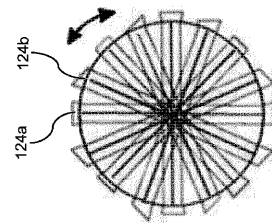


FIG. 4B

【 図 5 】

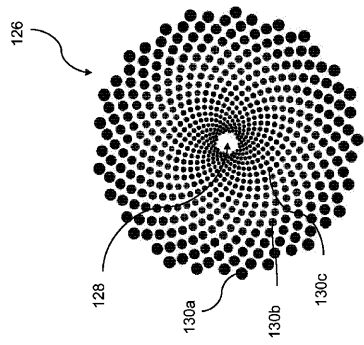


FIG. 5

【 図 6 】

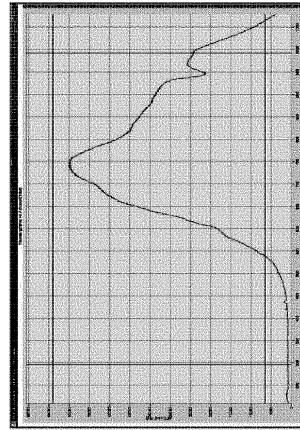


FIG. 6

【 図 7 】

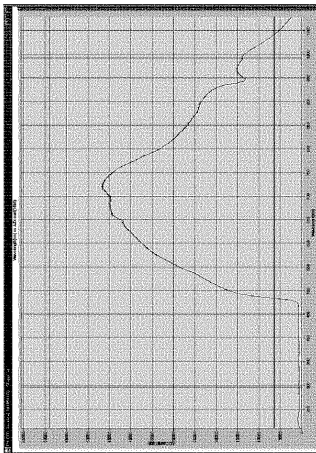


FIG. 7

【 図 8 】

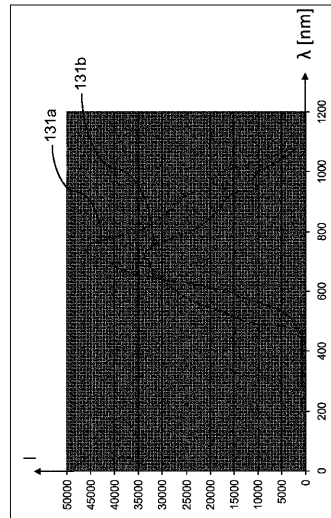


FIG. 8

【 図 9 】

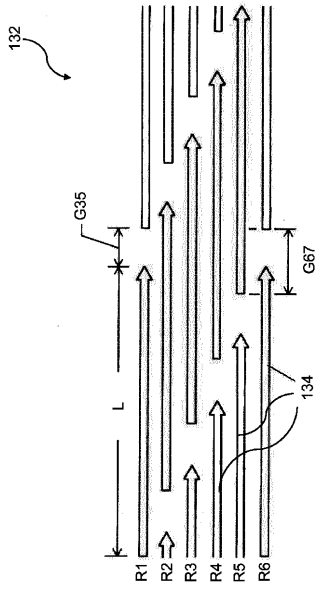


FIG. 9

【 図 10 A - 10 D 】

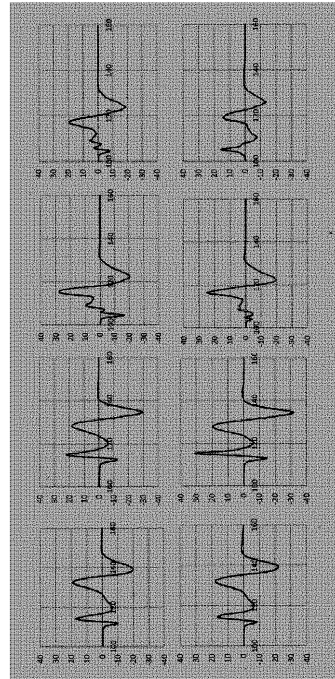


FIG. 10A FIG. 10B FIG. 10C FIG. 10D

【 図 11 A 】

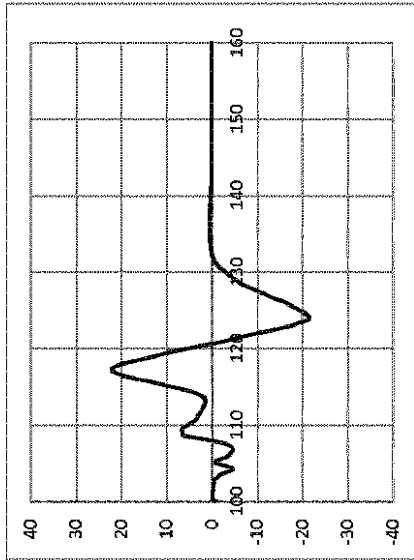


FIG. 11A

【 図 11 B 】

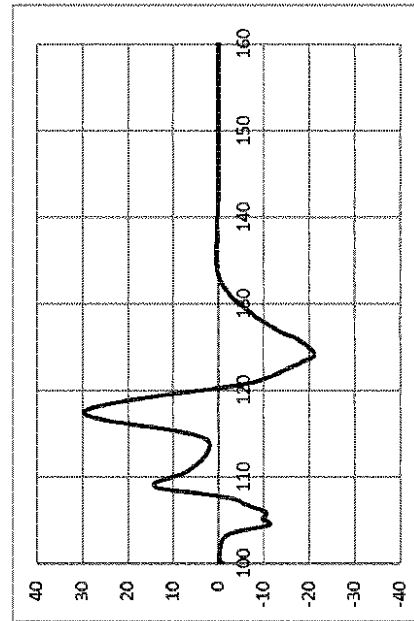


FIG. 11B

【 1 2 A 】

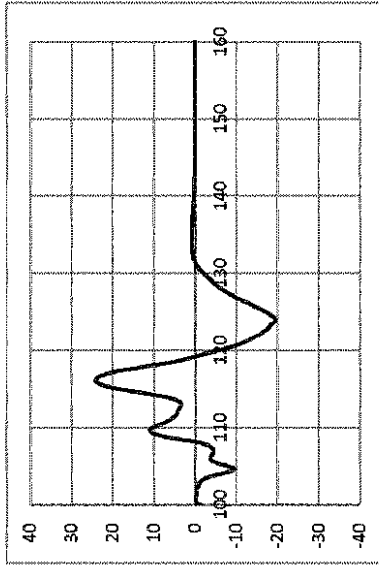


FIG. 12A

【 1 2 B 】

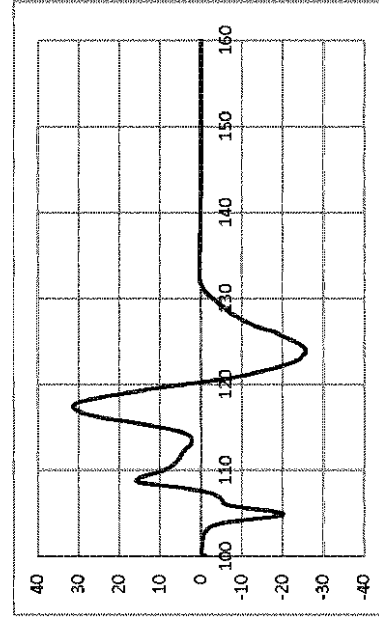


FIG. 12B

【 1 3 A 】

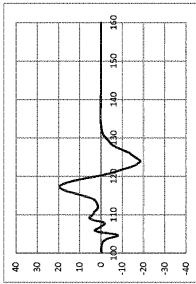


FIG. 13A

【 1 3 B 】

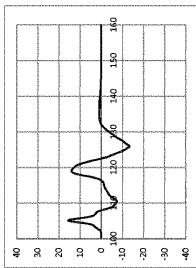


FIG. 13B

【 1 4 A 】

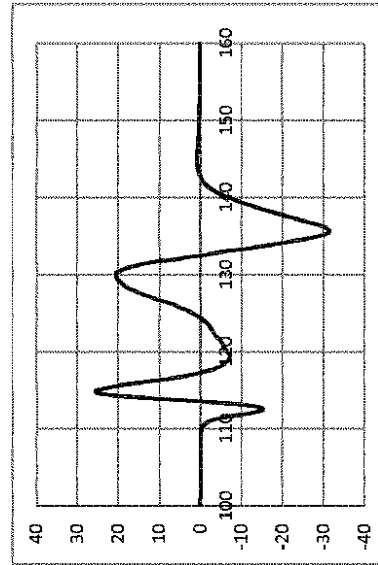


FIG. 14A

【 図 1 4 B 】

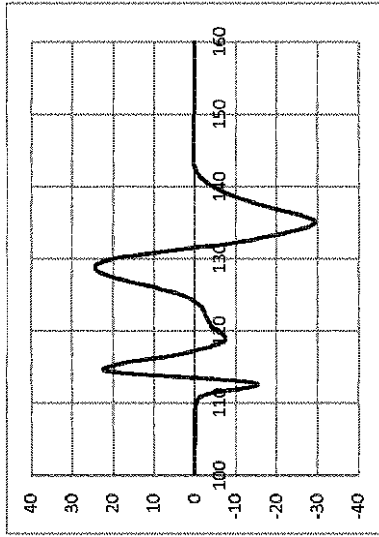


FIG. 14B

【 図 1 5 】

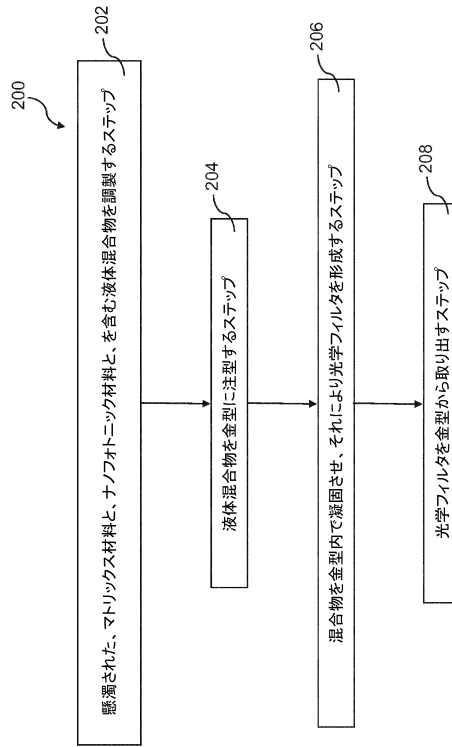


FIG. 15

【 図 1 6 】

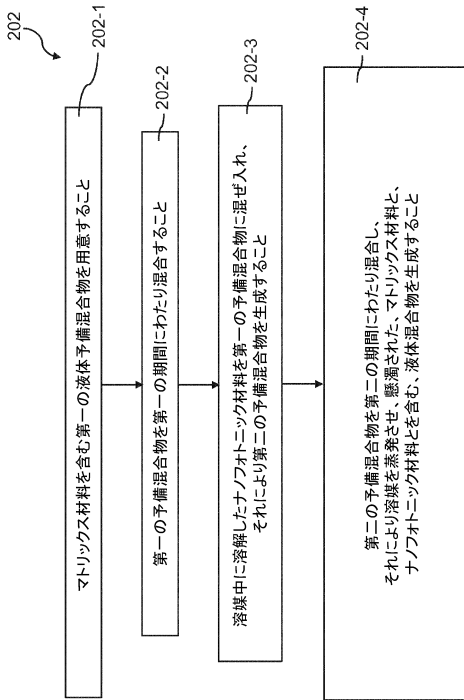


FIG. 16

【 図 1 7 A 】



FIG. 17A

【 17 B】

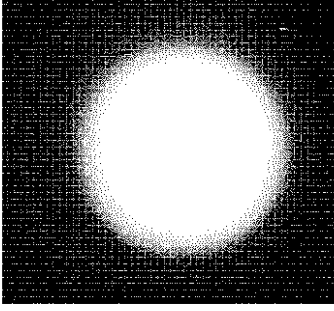


FIG. 17B

【 17 C】

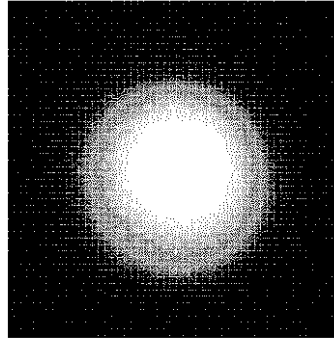


FIG. 17C

【 17 D】

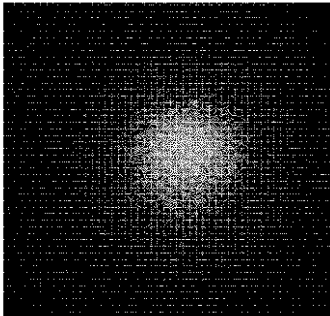


FIG. 17D

フロントページの続き

(74)代理人 100165526

弁理士 阿部 寛

(72)発明者 コルガ, ジューロ

セルビア, 11120, ベオグラード, クラリツァ マリヤ 16, ケアオブ ナノラボ
, デパートメント バイオメディカル エンジニアリング, ファカルティー オブ メカニカル
エンジニアリング, ユニバーシティ オブ ベオグラード

審査官 小西 隆

(56)参考文献 特表2011-504456(JP,A)

特表2014-532194(JP,A)

米国特許第06066272(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 5/30