

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6800840号
(P6800840)

(45) 発行日 令和2年12月16日 (2020. 12. 16)

(24) 登録日 令和2年11月27日 (2020. 11. 27)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 N 21/17 (2006. 01)	GO 1 N 21/17 6 3 0
A 6 1 B 3/10 (2006. 01)	A 6 1 B 3/10 1 0 0

請求項の数 6 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2017-517153 (P2017-517153)	(73) 特許権者	516373775
(86) (22) 出願日	平成27年6月11日 (2015. 6. 11)		セルビュー・イメージング・インコーポレ イテッド
(65) 公表番号	特表2017-517751 (P2017-517751A)		カナダ・オンタリオ・M 3 K ・ 2 A 2 ・ ト ロント・シェパード・アベニュー・ウエス ト・1 1 4 0
(43) 公表日	平成29年6月29日 (2017. 6. 29)	(74) 代理人	100108453
(86) 国際出願番号	PCT/CA2015/000375		弁理士 村山 靖彦
(87) 国際公開番号	W02015/188258	(74) 代理人	100110364
(87) 国際公開日	平成27年12月17日 (2015. 12. 17)		弁理士 実広 信哉
審査請求日	平成30年5月22日 (2018. 5. 22)	(74) 代理人	100133400
(31) 優先権主張番号	62/010, 643		弁理士 阿部 達彦
(32) 優先日	平成26年6月11日 (2014. 6. 11)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		
前置審査			
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 干渉計の参照アーム及びその製造方法、並びに、当該参照アームを備える光学コヒーレンストモ
グラフィ (OCT) 干渉計

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

干渉計内の参照アームを作製する方法であって、
前記干渉計の物体アームの群遅延および群分散遅延(GDD)を決定するステップと、
前記参照アーム内の既知の構成要素の分散を決定するステップであって、前記既知の構
成要素は、使用時に前記参照アームからの出力信号の生成に必要である、ステップと、
前記物体アームの前記GDDを、空気部分、単一ガラスタイプのガラスを備えるガラス部
分、および前記既知の構成要素の前記分散に等しい分散を有する既知の構成要素部分を備
える仮想参照アームのGDDと合致させるステップと、
前記GDDの前記合致から前記ガラス部分のガラスタイプおよび長さを決定するステップ
と、

前記物体アームの前記群遅延を前記仮想参照アームの群遅延と合致させるステップと、
前記群遅延の前記合致、前記ガラス部分の前記ガラスタイプおよび前記長さから前記空
気部分の全長を決定するステップと、

現実の参照アームを作製するステップであって、前記参照アーム内の少なくとも1つの
空気部分の長さのその合計は、前記仮想参照アームの前記空気部分の前記全長に等しく、
前記参照アームは、前記仮想参照アームのガラス部分と同じ特性を有するガラス部分を有
する、ステップと、
を含む、方法。

【請求項 2】

10

20

前記物体アームの前記GDDを前記仮想参照アームの前記GDDと合致させるステップは、

$$x_{\text{glass}} \cdot \beta_{\text{glass},2} + \Phi_{\text{known},2} = \Phi_{\text{obj},2}$$

を設定するステップを含み、ただし x_{glass} は、前記ガラス部分の長さであり、 $\beta_{\text{glass},2}$ は、周波数に関する前記ガラス部分の伝搬定数の二次導関数であり、 $\Phi_{\text{known},2}$ は、前記既知の構成要素部分のGDDであり、 $\Phi_{\text{obj},2}$ は、前記物体アームの前記GDDであり、

前記物体アームの前記群遅延を前記仮想参照アームの前記群遅延と合致させるステップは、

$$x_{\text{air}}/c + x_{\text{glass}} \cdot \beta_{\text{glass},1} + \Phi_{\text{known},1} = \Phi_{\text{obj},1}$$

を設定するステップを含み、ただし x_{air} は、前記空気部分の長さであり、 c は、真空中の光の速度であり、 $\beta_{\text{glass},1}$ は、周波数に関する前記ガラス部分の前記伝搬定数の一次導関数であり、 $\Phi_{\text{known},1}$ は、前記既知の構成要素部分の前記群遅延であり、 $\Phi_{\text{obj},1}$ は、前記物体アームの前記群遅延である、請求項1に記載の方法。

10

【請求項3】

前記ガラスタイプは、前記現実の参照アームが光学コヒーレンストモグラフィ干渉計において使用され得るように決定される、請求項1に記載の方法。

【請求項4】

前記物体アームの前記群遅延および前記GDDは、仮想的な患者の目の群遅延およびGDDを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項5】

干渉計の参照アームであって、

その全長が x_{air} である、少なくとも1つの空気部分と、

少なくとも1つの既知の構成要素であって、使用時に前記参照アームからの出力信号の生成に必要である前記少なくとも1つの既知の構成要素と、

長さ x_{glass} を有しかつ単一ガラスタイプから成るガラス部分と、
を備え、

前記空気部分の長さ、前記ガラス部分の長さ、および前記単一ガラスタイプは、前記干渉計の物体アームの群遅延および群分散遅延(GDD)と前記参照アームの群遅延およびGDDとのバランスを取ることによって決定され、

各アームのGDDのバランスを取ることは、

$$x_{\text{glass}} \cdot \beta_{\text{glass},2} + \Phi_{\text{known},2} = \Phi_{\text{obj},2}$$

を設定することを含み、ただし x_{glass} は、前記ガラス部分の長さであり、 $\beta_{\text{glass},2}$ は、周波数に関する前記ガラス部分の伝搬定数の二次導関数であり、 $\Phi_{\text{known},2}$ は、前記少なくとも1つの既知の構成要素の全GDDであり、 $\Phi_{\text{obj},2}$ は、前記物体アームの前記GDDであり、

30

各アームの群遅延のバランスを取ることは、

$$x_{\text{air}}/c + x_{\text{glass}} \cdot \beta_{\text{glass},1} + \Phi_{\text{known},1} = \Phi_{\text{obj},1}$$

を設定することを含み、ただし x_{air} は、前記空気部分の長さであり、 c は、真空中の光の速度であり、 $\beta_{\text{glass},1}$ は、周波数に関する前記ガラス部分の前記伝搬定数の一次導関数であり、 $\Phi_{\text{known},1}$ は、前記少なくとも1つの既知の構成要素の全群遅延であり、 $\Phi_{\text{obj},1}$ は、前記物体アームの前記群遅延である、干渉計の参照アーム。

40

【請求項6】

物体アームを通過する電磁波の群遅延が、 $\Phi_{\text{obj},1}$ の群遅延および $\Phi_{\text{obj},2}$ の群分散遅延(GDD)を有するような分散特性を有する前記物体アームと、

その全長が x_{air} である、少なくとも1つの空気部分、少なくとも1つの既知の構成要素であって、使用時に参照アームからの出力信号の生成に必要である前記少なくとも1つの既知の構成要素、および長さ x_{glass} を有しかつ単一ガラスタイプのガラスから成る単一ガラス部分を備える前記参照アームと、
を備え、

前記空気部分の前記長さ x_{air} 、前記単一ガラス部分の前記長さ x_{glass} 、および前記単一ガラスタイプは、前記参照アームの群遅延と前記物体アームの前記群遅延 $\Phi_{\text{obj},1}$ とのバ

50

ランスを取り、前記参照アームのGDDと前記物体アームの前記GDD $\Phi_{obj,2}$ とのバランスを取ることによって決定され、

各アームのGDDのバランスを取ることは、

$$x_{glass} \cdot \beta_{glass,2} + \Phi_{known,2} = \Phi_{obj,2}$$
を設定することを含み、ただし $\beta_{glass,2}$ は、周波数に関する前記単一ガラス部分の伝搬定数の二次導関数であり、 $\Phi_{known,2}$ は、前記少なくとも1つの既知の構成要素の全GDDであり、

各アームの群遅延のバランスを取ることは、

$$x_{air}/c + x_{glass} \cdot \beta_{glass,1} + \Phi_{known,1} = \Phi_{obj,1}$$
を設定することを含み、ただし c は、真空中の光の速度であり、 $\beta_{glass,1}$ は、周波数に関する前記単一ガラス部分の前記伝搬定数の一次導関数であり、 $\Phi_{known,1}$ は、前記少なくとも1つの既知の構成要素の全群遅延である、光学コヒーレンストモグラフィ(OCT)干渉計

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、広帯域干渉計において分散のバランスを取ることにに関する。

【背景技術】

【0002】

光コヒーレンストモグラフィ(OCT)においては、A-スキャンでの縦分解能は、参照アーム内の分散と物体アーム内の分散との間の類似度に一部依存する。分散は、波の伝搬定数が、周波数への非線形依存性を有するときに与えられる用語である。周波数に関する波の位相関数のゼロ次導関数は、位相遅延を示し、一次導関数は、群遅延を示し、二次導関数は、群遅延分散を示す。

20

【0003】

一般に、構成要素の分散特性はわかるので、問題は、これが時変信号に対してどのような影響を有するかを決定することである。干渉計においては、その影響は、よく知られており、問題は次いで、各アーム内の分散のバランスを取ることである。

【0004】

広帯域干渉計における分散のアンバランスは、信号対雑音比の低減およびコヒーレンスプロファイルの拡大を引き起こし、それは順に、OCT A-スキャンでの縦分解能の低減を意味する。干渉計における分散素子の存在は、それ自体問題ではないが、しかし干渉計の両方のアーム内の分散は、最適な信号対雑音比および分解能を達成するためにバランスを取られなければならない。一般にこれは、物体アーム内に位置する任意の要素を参照アーム内に複製することによって達成される。例えば、レンズは通常、異なるガラスタイプまたは様々な厚さで構成されており、一般に参照アーム内よりも物体アーム内に多くある。各アーム内の各要素は、一般に異なる方法で、アーム内の光の分散に寄与することもある。したがって、一般的な技法は、物体径路に存在する付加的分散を補償するために、物体径路内の各レンズのガラスタイプおよび平均厚さに合致する、余分なガラス片を参照径路内に含むことである。各ガラスタイプは通常、参照径路内に含まれる複合ロッドを形成するために一緒に接合される。この技法は、干渉計の各アーム内の平均分散がよく合致することを確実にするが、干渉計のコストおよび複雑さは、増加される。加えて、異なる材料間の境界に起因する多重反射およびパワーロスの増加がある。

30

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

物体アーム内に位置する各機能要素を参照アーム内に複製することのコストおよび複雑さなしに、干渉計のアーム内の分散を均等にしたシステムを提供する必要がある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

50

物体アーム内の様々な要素の分散特性を模倣するために、参照アーム内で所与の厚さを有する単一ガラスタイプを使用することによって、OCT干渉計の設計は、非常に簡略化することができる。

【0007】

本発明の実施形態の特徴および利点は、添付の図を参照して好ましい実施形態の下記の詳細な説明からより明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】 仮想光学経路を示す図である。

【図2】 本発明の一実施形態による干渉計の例示的参照アームの略図を示す図である。

10

【図3】 本発明の一実施形態による干渉計の参照アームの概略表現を示す図である。

【図4】 本発明の一実施形態による、OCT干渉計の参照アームが設計される方法のフローチャートを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

添付の図において、類似の特徴は、同様のラベルを持つことに留意する。

【0010】

OCT干渉計は、種々の物理的特性を有するレンズなどの様々なガラス構成要素を含み、一般に位相関数 $\phi(\omega)$ は、高度に非線形である。しかしながら、比較的狭い帯域ソース (OCTシステムに特有の) および吸収端 (典型的には大部分のガラスについて紫外線に見られる) から遠い周波数について、位相関数は、テイラー級数展開、

20

【0011】

【数1】

$$\phi(\omega) \approx \phi_0 + (\omega - \omega_0) \cdot \phi_1 + (\omega - \omega_0)^2 \cdot \frac{\phi_2}{2} + \dots + (\omega - \omega_0)^n \cdot \frac{\phi_n}{n!}$$

【0012】

によって正確に近似することができ、ただし、

【0013】

30

【数2】

$$\phi_n = \left. \frac{d^n \phi}{d\omega^n} \right|_{\omega=\omega_0}$$

【0014】

であり、 ω_0 は、光源の中心周波数である。

【0015】

これらの条件を所与とすると、二次まで、すなわち ϕ_2 までの項だけが、必要とされる。バルク材料においては、 x によって与えられるガラスの厚さを通る伝搬後の位相関数は、

40

$$\phi(\omega) = \beta(\omega) \cdot x$$

のように、材料の伝搬定数 β に関連し、したがって展開後は、

【0016】

【数 3】

$$\phi_n = \left. \frac{d^n \phi}{d\omega^n} \right|_{\omega=\omega_0} = x \cdot \left. \frac{d^n \beta}{d\omega^n} \right|_{\omega=\omega_0} = x \cdot \beta_n$$

【0017】

である。

【0018】

空気中の伝搬が、それへの良い近似である、真空中の伝搬については、 ω への β の依存性は、明確に知られており、 10

【0019】

【数 4】

$$\beta(\omega) = k(\omega) = \frac{\omega}{c}$$

【0020】

である。

【0021】

20

真空中の β_n の値は、微分により、

【0022】

【数 5】

$$\beta_0 = k_0 = \frac{\omega_0}{c}, \quad \beta_1 = \frac{1}{c}, \quad \beta_2 = 0$$

【0023】

であることが見いだされている。

【0024】

30

これまで、伝搬によって引き起こされる位相シフトが、進んだ距離に正比例する、分散の分布形態だけが、考慮されてきた。位相シフトが、空間の非常に小さい領域にわたって起こり得る場合もまたある。ミラー、ビーム分割器および反射防止コーティングを作製するための誘電体コーティングの使用が例である。これらのデバイスの分散特性は、それらを作るために使用される材料よりはむしろそれらの構造によって支配される。これらのデバイスは、それらが入力信号の透過または反射後に誘起する全位相シフト $\phi(\omega)$ によって最も良く表され、その場合 $\phi(\omega)$ についての前の導出は、なお使用されてもよい。

【0025】

数個の要素から構成されるより複雑なシステムにおいては、計算する必要があるすべてのものは、システムを通過後の全位相シフトである。図1を参照すると、仮想光学経路が示されている。図示されている光学経路は、光学経路の単に仮想的な例であり、どのように本発明が機能するかを示すことを意図されている。図1に示されている光学経路は、長さ x_1 を有する第1の材料12、長さ x_2 およびコーティング16を有する第2の材料14を備える。全位相シフトは、

40

【0026】

【数6】

$$\begin{aligned}\phi_T(\omega) &= \phi_1(\omega) + \phi_2(\omega) + \phi_3(\omega) \\ &= \beta_1(\omega) \cdot x_1 + \beta_2(\omega) \cdot x_2 + \phi_3(\omega)\end{aligned}$$

【0027】

と書くことができ、ただしここで、下付き文字Tは、全位相シフトを指し、下付き文字1、2、および3は、第1の材料12、第2の材料14、およびコーティング16をそれぞれ指す。各項をテイラー級数として展開すると、位相遅延、群遅延およびGDDについての式、

$$\phi_{T0} = \beta_{10} \cdot x_1 + \beta_{20} \cdot x_2 + \phi_{30} \quad = \text{全位相遅延}$$

$$\phi_{T1} = \beta_{11} \cdot x_1 + \beta_{21} \cdot x_2 + \phi_{31} \quad = \text{全群遅延}$$

$$\phi_{T2} = \beta_{12} \cdot x_1 + \beta_{22} \cdot x_2 + \phi_{32} \quad = \text{全GDD}$$

につながり、ただし表記法 A_{ij} は、i番目の材料について周波数に関するj次導関数を表す。

【0028】

干渉計のアーム内の分散のバランスを取るためには、各アームにおける位相関数 $\phi(\omega)$ は、等しくなければならない。しかしながら、いくつかの簡略化が、なされてもよい。OCTにおいては、信号は常に、経路長をスイープするかまたはスペクトルOCTにおいてはソースの周波数スペクトルにわたってスイープすることによって、キャリアを生成することによって生成される。どちらの場合も、これは、各アームにおける定位相項 ϕ_0 が、無視されてもよく、第2および第3項の ϕ_1 および ϕ_2 だけが、参照および物体アームについてバランスを取られなければならないことを意味する。

【0029】

図2を参照すると、本発明の一実施形態による、干渉計において使用される例示的参照アームの略図が、示されている。参照アーム20は、第1の空気部分22、長さ x_{glass} を有しかつ単一ガラスタイプのガラスから成るガラス部分24、第2の空気部分26、バルク構成要素28、第3の空気部分30、および個別構成要素32を含む。

【0030】

バルク構成要素は、参照アーム内の光をコリメートするレンズなどの、参照アームから出力信号を生成するために必要な構成要素である。個別構成要素は、参照アームの端部に達する光を反射するミラーなどの、参照アームから出力信号を生成するために必要な構成要素である。より一般的には、ゼロ個以上の(zero or more)バルク構成要素および1つまたは複数の個別構成要素がある。これらの構成要素は、参照アームが出力信号を生成するのに必要な参照アーム内の光学構成要素である。それらは、単に物体アーム内の分散を補償するために追加される構成要素ではない。

【0031】

参照アームのセグメント内の分散は、加法的である。したがって、バルク構成要素および個別構成要素は、分散を目的とする単一の既知の構成要素と考えられてもよい。同様に、様々な空気部分は、分散を目的とする単一の空気部分と考えられてもよい。図3を参照すると、本発明の一実施形態による、OCTにおいて使用される参照アームの概略表現が、示されている。参照アームの概略表現40は、長さ x_{air} を有する空気部分42、単一ガラスタイプの長さ x_{glass} を有するガラス部分44、および既知の構成要素部分46を含む。既知の構成要素部分46は、参照アームに存在する少なくとも1つの必要かつ既知の光学構成要素を表す。少なくとも1つの必要かつ既知の光学構成要素は、参照アームが出力信号を生成するために必要であり、単に物体アーム内の分散を補償するために存在するのではない。

【0032】

図3に示されている参照アームの概略表現は、図2に示されている例示的参照アームを表すために使用されてもよい。分散は、加法的であるので、図2の様々な空気部分22、26、および30は、図3における単一空気部分42として表されてもよく、その長さ x_{air} は、図2に

10

20

30

40

50

おける個々の空気部分の長さの合計に等しい。図2のガラス部分24は、簡単に同一のガラス部分44によって表される。様々な既知の構成要素28および32は、単一の既知の構成要素部分46として表されてもよい。既知の構成要素部分46の分散 Φ_{known} は、既知の構成要素の分散の合計に等しく、すなわち、

$$\Phi_{\text{known}} = \Sigma \Phi_{\text{component}}$$

であり、ただし $\Phi_{\text{component}}$ は、特定の光学構成要素の分散である。

【0033】

参照アームを通過する光についての全群遅延は、各部分を通る群遅延の合計である。したがって、参照アーム内の全群遅延は、

$$\Phi_{\text{ref},1} = x_{\text{air}} \cdot \beta_{\text{air},1} + x_{\text{glass}} \cdot \beta_{\text{glass},1} + \Phi_{\text{known},1}$$

であり、空気を通過する光の分散は、真空を通過する光の分散と事実上同じであるので、これは、

$$\Phi_{\text{ref},1} = x_{\text{air}}/c + x_{\text{glass}} \cdot \beta_{\text{glass},1} + \Phi_{\text{known},1}$$

に簡略化される。

【0034】

同様に、参照アーム内の全GDDは、

$$\Phi_{\text{ref},2} = x_{\text{glass}} \cdot \beta_{\text{glass},2} + \Phi_{\text{known},2}$$

となる。

【0035】

概して、干渉計内に参照アームを作製する際には、干渉計の物体アームの群遅延および群分散遅延(GDD)が、決定される。物体アームのGDDは、空気部分、単一ガラスタイプのガラスを備えるガラス部分、および既知の構成要素部分を備える仮想参照アームのGDDと合致される。ガラス部分のガラスタイプおよび長さは、GDDの合致から決定される。加えて、物体アームの群遅延は、仮想参照アームの群遅延と合致される。空気部分の長さは、群遅延の合致、ガラスタイプ、およびガラス部分の長さから決定される。現実の参照アームは次いで、各々が仮想参照アームの空気部分およびガラス部分と同じ特性を有する空気部分およびガラス部分を有して作製されてもよい。

【0036】

図4を参照すると、本発明の一実施形態による、参照アームが作製される方法のフローチャートが、示されている。ステップ60において、物体アームの全群遅延 $\Phi_{\text{obj},1}$ が、決定される。上で説明されたように、全群遅延は、物体アーム内の構成要素の群遅延の合計である。物体アーム内の構成要素は、いったん物体アームの設計が完了すると、それらのそれぞれのガラスタイプおよび厚さを含み、知られている。物体アームの全分散は次いで、各ガラスタイプについての分散を参照することによって決定されてもよいが、物体アームの全分散を決定する他の方法が、モデリングパッケージを使用するなどによって使用されてもよい。一実施形態では、患者の目からの付加的分散は、例えば水の分散特性を使用することによって、物体アームの全分散に含まれる。

【0037】

ステップ62において、物体アームの全GDD $\Phi_{\text{obj},2}$ が、決定される。GDDは、全群遅延と同じ方法で、すなわちおそらくは目を含む、物体アーム内の各構成要素の分散的寄与を加算することによって決定される。もちろん、これらの2つの決定の正確な順序は、重要でなく、それらは実際には、同時に決定されることもあり得る。

【0038】

ステップ64において、参照アーム内の分散が、OCT干渉計において望まれるように、物体アーム内の分散と同じであることを要求することによって、ガラス部分44のガラスタイプおよび長さ x_{glass} が、決定される。各アーム内のGDDが同じ、

$$x_{\text{glass}} \cdot \beta_{\text{glass},2} + \Phi_{\text{known},2} = \Phi_{\text{obj},2}$$

であると設定する。

【0039】

物体アームのGDDは、ステップ62において決定され、参照アーム内の既知の構成要素のG

10

20

30

40

50

DD $\Phi_{\text{known},2}$ は、知られているので、ガラスタイプは、OCT干渉計について実用的であるガラス部分44の長さ x_{glass} をなお与えながら、上記の等式が満たされるように選択することができる。いったんガラス部分44のガラスタイプおよび長さ x_{glass} が、決定されると、次いでステップ66において、各アーム内の群遅延が同じ、

$$x_{\text{air}}/c + x_{\text{glass}} \cdot \beta_{\text{glass},1} + \Phi_{\text{known},1} = \Phi_{\text{obj},1}$$

であると設定することによって、空気部分42の長さ x_{air} が、決定される。

【0040】

物体アーム内のガラス部分44のガラスタイプ、それ故に $\beta_{\text{glass},1}$ 、長さ x_{glass} 、群遅延 $\Phi_{\text{obj},1}$ 、および参照アーム内の既知のかつ必要な構成要素の群遅延 $\Phi_{\text{known},1}$ は、知られているので、空気部分42の長さ x_{air} が、決定されてもよい。もちろん、もし x_{air} および x_{glass} の全長が、OCT干渉計の参照アームについて実用的長さをもたらしなないことになるならば、その時異なるガラスタイプのガラス部分44が、使用されてもよい。

10

【0041】

いったんガラス部分のガラスタイプ、長さ、および空気部分または複数空気部分の全長が、決定されると、OCT干渉計において使用するための参照アームは、これらの特性を有して構築されてもよい。空気部分または複数空気部分の任意の1つまたは複数の長さは、空気部分または複数空気部分の全長が、その決定された全空気部分長さ x_{air} に等しいように設定されてもよい。同様に、そのような参照アームを有するOCT干渉計が、構築されてもよい。

【0042】

20

本発明は、OCT干渉計を参照して述べられた。より一般的には、本発明は、任意の干渉計の参照アームを提供するために使用されてもよい。

【0043】

本発明は、OCT干渉計の物体アームと参照アームとの間の分散の差を補償するために、OCT干渉計の参照アーム内に決定された長さおよび型の単一ガラス部分を置くと述べられた。別法として、もし参照アーム内の分散が、さもないれば物体アーム内のそれよりも高いということになるならば、そのような差を補償するために、単一ガラスが、物体アーム内に置かれてもよく、ガラスの長さおよび型は、上で述べられたように決定される。

【0044】

提示されている実施形態は、例示的なだけであり、当業者は、上で述べられた実施形態への変形が、本発明の趣旨から逸脱することなくなされてもよいことを認識するということになる。本発明の範囲は、添付の請求項によって規定されるだけである。

30

【符号の説明】

【0045】

- 12 第1の材料
- 14 第2の材料
- 16 コーティング
- 20 参照アーム
- 22 第1の空気部分
- 24 ガラス部分
- 26 第2の空気部分
- 28 バルク構成要素、既知の構成要素
- 30 第3の空気部分
- 32 個別構成要素、既知の構成要素
- 40 参照アームの概略表現
- 42 空気部分
- 44 ガラス部分
- 46 既知の構成要素部分

40

【図 1】

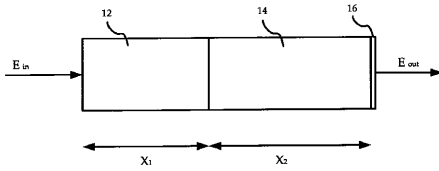
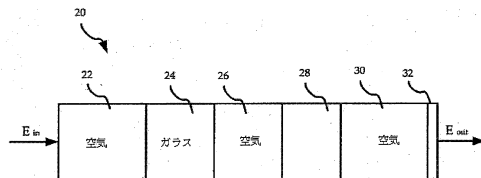
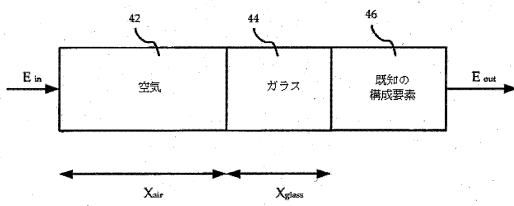


FIG. 1

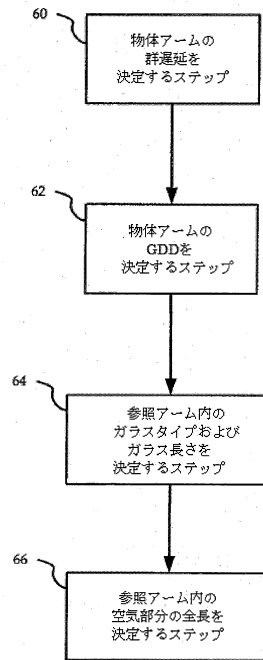
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 マーク・ハザウェイ
イギリス・CT4LT・ケント・カンタベリー・チャーサム・ハッチ・ニュー・タウン・ストリー
ト・13

(72)発明者 リシャード・ウェイツ
カナダ・オンタリオ・M2P・1M5・トロント・ヨークミンスター・ロード・101

審査官 平田 佳規

(56)参考文献 特開2013-009734 (JP, A)
特開2007-181632 (JP, A)
米国特許出願公開第2005/0259265 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01N 21/00- 21/01
G01N 21/17- 21/61
A61B 3/00- 3/18
A61B 10/00
G01B 9/02- 9/029
G01B 11/00- 11/30
G02B 5/30
G02B 27/28