

(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2015-515637

(P2015-515637A)

(43) 公表日 平成27年5月28日(2015.5.28)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>G02B 19/00</b> (2006.01)	G02B 19/00	2H038
<b>F21S 2/00</b> (2006.01)	F21S 2/00	2H052
<b>F21V 8/00</b> (2006.01)	F21V 8/00	3K013
<b>F21V 19/00</b> (2006.01)	F21V 8/00	3K243
<b>G02B 6/00</b> (2006.01)	F21V 19/00	3K244

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2014-555359 (P2014-555359)	(71) 出願人	590000248 コーニングレッカ フィリップス エヌ ヴェ オランダ国 5656 アーエー アイン ドーフェン ハイテック キャンパス 5
(86) (22) 出願日	平成25年1月25日 (2013.1.25)	(74) 代理人	110001690 特許業務法人M&Sパートナーズ
(85) 翻訳文提出日	平成26年8月12日 (2014.8.12)	(72) 発明者	タッカー テウニス ウィレム オランダ国 5656 アーエー アイン ドーフェン ハイ テック キャンパス ビルディング 44
(86) 國際出願番号	PCT/IB2013/050665	(72) 発明者	アイゼルマン ウィレム ルベルタス オランダ国 5656 アーエー アイン ドーフェン ハイ テック キャンパス ビルディング 44
(87) 國際公開番号	W02013/114259		
(87) 國際公開日	平成25年8月8日 (2013.8.8)		
(31) 優先権主張番号	61/593,396		
(32) 優先日	平成24年2月1日 (2012.2.1)		
(33) 優先権主張国	米国(US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】光を均質化するための方法、光学システム、及び照明装置

## (57) 【要約】

光を均質化するように構成された細長い光学要素100によって光線束110を均質化するための方法、光学システム、及び照明装置である。光学要素は、光学要素の入射横断面101に指向され、及び(a)入射面の周縁の近傍；(b)入射面の中心から頂点123の中点に延びる第1の直線線分R1の少なくとも一部分の近傍；(c)入射面の中心から縁部122の中点に延びる第2の直線線分R2aの少なくとも一部分の近傍の幾何学的領域の少なくとも1つに指向される。

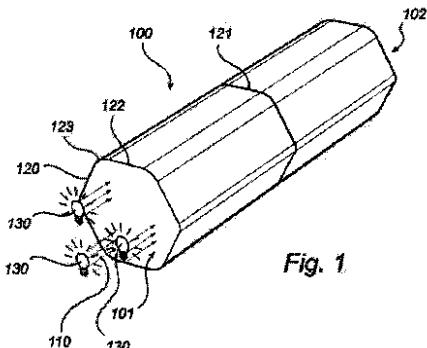


Fig. 1

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

光線束を均質化するための光学システムであって、  
光を均質化する円柱形状を有する細長い光学要素を備え、前記光学要素が、入射横断面と、出射横断面とを備え、前記入射面が、ゼロ曲率の少なくとも2つの縁部と、前記少なくとも2つの縁部の任意の2つの隣接する端部の間の頂点とを備える周縁を有し、前記頂点の少なくとも1つが、正曲率を有する線分であり、前記線分の長さが、前記周縁の長さの少なくとも1%～最大90%を成し、

光学システムが更に、

前記入射面に配置され、前記光線束を前記入射面に指向する少なくとも1つの光源を備え、前記光線束が、

- (a) 前記入射面の前記周縁の近傍；
- (b) 前記入射面の中心から頂点の中点に延びる第1の直線線分の少なくとも一部分の近傍；
- (c) 前記入射面の中心から縁部の中点に延びる第2の直線線分の少なくとも一部分の近傍

のうちの少なくとも1つの幾何学的領域に指向される光学システム。

**【請求項 2】**

領域(b)が、偶数個の頂点を有する多角形として実質的に成形された入射面内に位置され、領域(c)が、奇数個の頂点を有する多角形として実質的に成形された入射面内に位置される請求項1に記載の光学システム。

**【請求項 3】**

前記光線束が、前記第2の直線線分の一部分の近傍に指向され、前記少なくとも一部分が、最長で、前記直線線分の中点と縁部の中点との間に延びる請求項1に記載の光学システム。

**【請求項 4】**

前記光線束が、偶数の多角形の中心領域外に指向される請求項1に記載の光学システム。

**【請求項 5】**

前記偶数の多角形の縁部の数が、4、6、又は8である請求項1に記載の光学システム。

**【請求項 6】**

前記奇数の多角形の縁部の数が、3、5、又は7である請求項1に記載の光学システム。

**【請求項 7】**

前記光線束が、奇数の多角形の中心領域外に指向され、前記奇数の多角形の縁部の数が、5又は7である請求項1に記載の光学システム。

**【請求項 8】**

光線束を放出する少なくとも1つの光源を備える照明装置であって、前記少なくとも1つの光源が、

- (a') 多角形の周縁；
  - (b') 多角形の中心から頂点に延びる第1の直線線分の少なくとも一部分；及び
  - (c') 多角形の中心から縁部の中点に延びる第2の直線線分の少なくとも一部分
- のうちの少なくとも1つの幾何学的形状に沿って配置され、

前記多角形が、光学要素の入射面の形状と実質的に一致し、前記光学要素が、前記少なくとも1つの光源によって放出される光線束を均質化し、前記光学要素が、円柱形状を有し、入射横断面と、出射横断面とを備え、前記入射面が、ゼロ曲率の少なくとも2つの縁部と、前記少なくとも2つの縁部の任意の2つの隣接する端部の間の頂点とを備える周縁を有し、前記頂点の少なくとも1つが、正曲率を有する線分であり、前記線分の長さが、前記周縁の長さの少なくとも1%～最大90%を成し、それにより、前記少なくとも1つ

10

20

30

40

50

の光源が、

- ( a ) 前記入射面の前記周縁の近傍；
- ( b ) 前記入射面の中心から頂点の中点に延びる第 1 の直線線分の少なくとも一部分の近傍；及び
- ( c ) 前記入射面の中心から縁部の中点に延びる第 2 の直線線分の少なくとも一部分の近傍

のうちの少なくとも 1 つの前記光学要素の幾何学的領域に前記光線束を指向する照明装置。

#### 【請求項 9】

光を均質化する細長い光学要素によって光線束を均質化するための方法であって、  
円柱形状を有する細長い光学要素の入射横断面に前記光線束を指向するステップを含み、前記入射面が、ゼロ曲率の少なくとも 2 つの縁部と、前記少なくとも 2 つの縁部の任意の 2 つの隣接する端部の間の頂点とを備える周縁を有し、前記頂点の少なくとも 1 つが、正曲率を有する線分であり、前記線分の長さが、前記周縁の長さの少なくとも 1 % ~ 最大 90 % を成し、前記光線束が、

- ( a ) 前記入射面の前記周縁の近傍；
- ( b ) 前記入射面の中心から頂点の中点に延びる第 1 の直線線分の少なくとも一部分の近傍；
- ( c ) 前記入射面の中心から縁部の中点に延びる第 2 の直線線分の少なくとも一部分の近傍

のうちの少なくとも 1 つの幾何学的領域に指向され、

方法が更に、  
前記光線束を前記光学要素の出射面から抽出するステップ  
を含む方法。

#### 【請求項 10】

領域 ( b ) が、奇数個の頂点を有する多角形として実質的に成形された入射面内に位置され、領域 ( c ) が、偶数個の頂点を有する多角形として実質的に成形された入射面内に位置される請求項 9 に記載の方法。

#### 【請求項 11】

前記光線束が、前記第 2 の直線線分の一部分の近傍に指向され、前記少なくとも一部分が、最長で、前記第 2 の直線線分の中点と縁部の中点との間に延びる請求項 9 に記載の方法。

#### 【請求項 12】

前記光線束が、長方形である入射面の中心領域外に指向される請求項 9 に記載の方法。

#### 【請求項 13】

前記偶数の多角形の縁部の数が、4、6、又は 8 である請求項 9 に記載の方法。

#### 【請求項 14】

前記奇数の多角形の縁部の数が、3、5、又は 7 である請求項 9 に記載の方法。

#### 【請求項 15】

前記光線束が、奇数の多角形の中心領域外に指向され、前記奇数の多角形の縁部の数が、5 又は 7 である請求項 9 に記載の方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

##### 【0001】

本発明は、一般に、光学部品の分野に関する。より正確には、本発明は、光線束を均質化するための方法、光学システム、及び照明装置に関する。

##### 【背景技術】

##### 【0002】

様々な産業分野での多くのシステムが、照度及び / 又は色などの特性に関して光ビームのスパンにわたって均質（均一）な光のビームの提供を必要とする。例えば、レーザ療法

10

20

30

40

50

、レーザ生体刺激、及び光線力学的療法など多くの医療用途において、光ビームが、光ビームの出力プロファイルの均質な照度を有することが非常に望ましい。しかし、ほとんどの光源は不均質な光を放出するので、求められる光の均質性を得るために光フィルタリング及び／又は光補正デバイスが提案されている。

#### 【0003】

光が複数の光源（例えば、異なる色を有するLED）から発生される場合、均質な光をレンダリングする狙いで、光の混合が行われ得る。光の混合は、複数の光源から光ガイドを通して光を案内することによって実施され得る。光ガイドの実施形態は、固体混合ロッド（例えば、ガラス／プラスチックファイバ、ロッド、管など）であり、界面での、周囲の媒体に向かう全反射（TIR:total internal reflection）を利用し（前後への反射）、それにより、混合ロッド内部で反射された光は、混合ロッドから出るときには混合されている。

10

#### 【0004】

混合ロッドの構造が、光の好ましい混合を得るために重要であり、この目的で、混合ロッドの様々な幾何学的構造が提案されている。実用から、正方形断面を有する混合ロッドが円形のものよりも優れているが、六角形断面を有するロッドが、均一な光を得る目的で更に良いことが知られている。六角形の混合ロッドは今日広く使用されているが、この幾何学的形状は、混合ロッドの出射面で、照度の適切な均質性をもたらさない。より特定的には、光線は、混合ロッドの遠視野では適切に混合されない。なぜなら、混合が光線の角度を十分には変えないからである。

20

#### 【0005】

更に、光を混合することができる混合ロッドの能力は、複数の光源からの光が混合ロッド内に指向される様式に依存する。より特定的には、混合ロッド内への光の指向は、混合ロッドの幾何学的形状に依存するが、混合効率と光入射点との間の正確な関係は、十分には研究されておらず、実用に至っていない。

#### 【0006】

このことに鑑みて、光の混合を改良することが望まれる。

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0007】

本発明の目的は、光線束を均質化するための方法、光学システム、及び照明装置を提供することである。この目的及び他の目的は、独立請求項に記載されている特徴を有する方法、光学システム、及び照明装置によって実現される。好ましい実施形態は、従属請求項で定義される。

30

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0008】

従って、本発明の第1の態様によれば、光を均質化するように構成された細長い光学要素によって光線束を均質化するための方法が提供される。この方法は、円柱形状を有する光学要素の入射横断面に光線束を指向するステップを含む。入射面は、ゼロ曲率の少なくとも2つの縁部と、少なくとも2つの縁部の任意の2つの隣接する端部の間にある頂点とを備え、頂点の少なくとも1つは、正曲率を有する線分である。更に、この方法は、(a)入射面の周縁の近傍；(b)入射面の中心から頂点の中点に延びる第1の直線線分の少なくとも一部分の近傍；及び(c)入射面の中心から縁部の中点に延びる第2の直線線分の少なくとも一部分の近傍のうちの少なくとも1つの幾何学的領域に光線束を指向するステップを含む。更に、この方法は、光線束を光学要素の出射面から抽出するステップを含む。

40

#### 【0009】

本発明の第2の態様によれば、光線束を均質化するための光学システムが提供される。光学システムは、光を混合するように構成された円柱形状を有する細長い光学要素を備える。光学要素は、入射横断面と、出射横断面とを備える。入射面は、ゼロ曲率の少なくと

50

も 2 つの縁部と、少なくとも 2 つの縁部の任意の 2 つの隣接する端部の間にある頂点とを備える周縁を有し、頂点の少なくとも 1 つは、正曲率を有する線分である。更に、光学システムは、入射面に配置された少なくとも 1 つの光源を備え、光源は、光線束を入射面に指向するように配置される。光学システムは、2 つ以上の光源、例えば、1 つの均質な光線束への混合が望まれる異なる特性を有する光を放出する光源を備えることがある。光線束は、上記の幾何学的領域 (a)、(b)、及び (c) の少なくとも 1 つに指向される。

#### 【 0 0 1 0 】

本発明の第 3 の態様によれば、光線束を放出するように適合された少なくとも 1 つの光源を備える照明装置が提供される。光源は、以下の幾何学的形状の少なくとも 1 つに沿って配置される：多角形の周縁；多角形の中心から頂点に延びる第 1 の直線線分の少なくとも一部分；及び多角形の中心から縁部の中点に延びる第 2 の直線線分の少なくとも一部分。多角形は、少なくとも 1 つの光源によって放出される光線束を均質化するように構成された光学要素の入射面の形状と実質的に一致する。光学要素は、円柱形状を有し、入射横断面と出射横断面を備える。入射面は、ゼロ曲率の少なくとも 2 つの縁部と、少なくとも 2 つの縁部の任意の 2 つの隣接する端部の間にある頂点とを備える周縁を有し、頂点の少なくとも 1 つは、正曲率を有する線分である。少なくとも 1 つの光源が、光学要素の幾何学的領域 (a)、(b)、及び (c) の少なくとも 1 つに光線束を指向する。

#### 【 0 0 1 1 】

従って、本発明は、円柱形状を有する細長い光学要素の入射面に光線束を指向することによって、光線束を均質化するという着想に基づく。縁部間の頂点は正曲率を有し、即ち、頂点は外方向に湾曲される / 丸みを付けられる。本明細書では、用語「ゼロ曲率」によって、入射面の縁部が平坦 / 直線であり、即ち、入射面の平面内で湾曲されないことが意味される。更に、本明細書では、用語「頂点」によって、光学要素の入射面の縁部の間の角部 / 角が意味される。本明細書では、用語「正曲率」によって、少なくとも 1 つの頂点が周縁から外方向に丸められる（即ち、凸形に外方向に隆起する）ことが意味される。本明細書では、用語「多角形」によって、周縁が平坦 / 直線縁部によって定義されることが意味されるが、周縁の縁部間の角部 / 角は丸みを付けられる。光線が光学要素内に指向され、光学要素内で反射されるとき、光学要素の湾曲された頂点は、丸みを受けられた角部 / 頂点を有さない混合ロッドに比べて、光学要素内の光線の混合を改良する。光学要素の意図的に成形された周縁が、光学要素内部での光の混合の不規則性 / カオスを向上 / 増加させる。

#### 【 0 0 1 2 】

記載される本発明の光学要素に基づいて、光学要素の入射面に光を指向する方法であって、光がランダムな位置で入射面に入った場合よりも光学要素の出射面での光の均質性を高める方法を本発明者が実現したことが理解されよう。この光の均質性の増加は、光線束を幾何学的領域 (a)、(b)、及び (c) の 1 つ又は複数に指向することによって実現される。

#### 【 0 0 1 3 】

本発明は、光学要素の入射面の特定の幾何学的形状に応じて入射面の特定の幾何学的領域内に光線束を選択的に指向することによって、光の均質性を高めるという点で有利である。本発明者は、入射面の幾何学的形状に関して、光が入射面に入射する位置によって、光線束が光学要素を通過した後に非常に良く混合 / 均質化された光を提供することができることを認識した。更に、本発明者は、光線束が指向され得る入射面の他の領域が、光の不十分な混合 / 均質化しかもたらさないことを認識した。従って、本発明は、光学要素の入射面に光を意図的に指向することによって得られる光の改良された均質化という利点を提供する。更に、光の均質性を高めるために光が指向され得る入射面の幾何学的領域の位置は、光学分野の当業者には明白ではないことを理解されたい。対照的に、本発明は、光の混合を改良するという課題を与えられたときに当業者が想定しない光学要素の入射面の特定の領域に光を指向することを提案する。従って、本明細書で述べるような光学要素への光の指向は、光の均質化に関係付けられる意外な効果をもたらす。

10

20

30

40

50

## 【0014】

光を均質化するように構成された細長い光学要素によって光線束を均質化するための方法は、光線束を光学要素の入射横断面に指向するステップを含む。本明細書では、用語「指向」によって、光線束が入射面に向けられることが意味される。例えば、1つ又は複数の光源が入射面に直に隣接して位置決めされてよく、それにより、光源からの光が入射面に直接指向される。代替として、光は、光学要素の入射面に向けて（光案内手段によって）案内され得る。

## 【0015】

光線束は、幾何学的領域（a）、（b）、及び（c）の少なくとも1つに指向される。本明細書では、用語「周縁の近傍」によって、入射面の周縁部分（周縁）内の領域が意味される。更に、「直線線分の少なくとも一部分の近傍」は、直線線分のその部分の近くにある領域を表す。

10

## 【0016】

更に、この方法は、光線束を光学要素の出射面から抽出するステップを含む。即ち、光線束が光学要素を通過した後、均質化された光が、入射面とは逆の光学要素の出射面から抽出される。

## 【0017】

上述された幾何学的領域に関して、領域（b）が、奇数の多角形として実質的に成形された入射面内に位置されることが好ましい。更に、領域（c）は、好ましくは、偶数の多角形として実質的に成形された入射面内に位置される。同様に、本発明の実施形態による照明装置に関して、1つ又は複数の光源が、偶数の多角形の中心から縁部の中点に延びる第1の直線線分の少なくとも一部分に沿って配置されることが好ましい。代替として、そのような照明装置は、偶数の多角形の中心から縁部の中点に延びる第2の直線線分の少なくとも一部分に沿って配置された1つ又は複数の光源を備えてもよい。

20

## 【0018】

本発明の一実施形態によれば、最も好ましくは、入射面が偶数の多角形である場合には、光線束が、第2の直線線分の中点と縁部の中点との間に延びる第2の直線線分の少なくとも一部分の近傍に指向され得る。従って、光線束は、直線線分の中点（即ち半径上の中点）から縁部の中点までの第2の直線線分の部分の近傍に指向され得る。これは、光学要素が、偶数の多角形として成形される入射面を有する場合に特に効率的である。この実施形態は、入射面が偶数の多角形の形状を有する場合に、光がこの特定の幾何学的領域に指向される場合に、光の均質性を高めるという点で有利である。

30

## 【0019】

本発明の一実施形態によれば、光線束は、偶数の多角形の中心領域外に指向され得る。従って、光学要素が、長方形、特に正方形の形状での入射面を有する場合、光線束は、入射面の中心領域外に（即ち中心領域内ではなく）指向され得る。本発明者は、長方形の形状を有する入射面の中心領域に指向された光が、限られた程度でしか（又は全く）均質化されないという意外な結論に達した。従って、この実施形態は、記載される実施形態に従って、光線束を入射面の中心に指向せずに、入射面の他の領域に光を指向する場合に、光学要素の出射面から抽出される光が更に均質化され得るという点で有利である。

40

## 【0020】

本発明の一実施形態によれば、偶数の多角形の縁部の数は、4、6、又は8で良い。同様に、本発明の別の実施形態によれば、奇数の多角形の縁部の数は、3、5、又は7で良い。

## 【0021】

本発明の一実施形態によれば、光線束は、偶数の多角形の中心領域外に指向されてよく、ここで、奇数の多角形の縁部の数は、7である。偶数の多角形の入射面の場合と同様に、本発明者は、5つ又は7つの縁部を有する多角形の入射面の中心領域に指向された光が、限られた程度でしか又は場合によっては全く均質化されないことを認識している。従って、この実施形態は、記載される実施形態に従って、光線束を入射面のこの領域に指向せ

50

ずに、入射面の他の領域に光を指向する場合に、より均質化された光を得ることができるという点で有利である。

#### 【0022】

本発明の一実施形態によれば、頂点の長さは、周縁の長さの少なくとも1%～最大90%を成すことがある。即ち、湾曲された頂点の長さは、縁部と、縁部の任意の2つの隣接する端部の間の頂点とによって画定される周縁の全長の1～90%である。この実施形態は、この細長い光学要素が、完全に鋭利な角部と、円形（又はほぼ円形）の入射面とを有する光学要素に比べて光線束の混合を改良するという点で有利である。従って、光線束が本発明の光学要素を通過した後に、既存の混合ロッドに比べてより均質な光が得られる。

#### 【0023】

本発明の光学要素の特徴は、その要素が、光線束が光学要素を通過した後に、既存の混合ロッドに比べてより均質な光が得られるように、光線束の混合を改良するという点で有利である。より特定的には、頂点が正曲率を有する光学要素の縁部及び頂点は、光学要素内部での光の散乱／反射の改良により、光の混合を向上させる。これは、湾曲された頂点の法線角度が連続的に変化するので、丸みを付けられた／湾曲された頂点を備える光学要素の周縁が光線反射／散乱の方向の数を増加させることにより実現される。直線縁部のみを備える横断面を有する光学要素において、光線方向は、概して、 $2 / n$ （nは縁部の数）の倍数のみ変化することができるこを理解されよう。対照的に、本発明の光学要素は、反射される光の安定な軌道、即ち、光学要素内部で周期的伝播を有する光線反射の軌道の数を減少させ、例えば、光度、色点、波長スペクトルなどの1つ又は複数に関して、光学要素の出射面で、従来技術での混合ロッドに比べてより均質な光（即ち光成分の均等な分散）を提供する。

#### 【0024】

本発明の光学要素の特徴は、光の混合の改良が、光学要素の幾何学的形状のみによって提供されるので更に有利である。即ち、光の均質性の向上は、光学要素の幾何学的特徴のみによって得られ、それにより、光の混合を改良する目的での追加の手段（例えば、光学要素の内側のコーティング又は他の処置、及び／又は反射率を改良する目的での光学要素への補助要素の提供）は不要になり得る。その結果、本発明の光学要素は、製造が容易である。なぜなら、光学要素は、光を案内及び混合する目的を有する材料（例えば、ガラスやプラスチックなどを含む透明材料）のみから製造されることができ、それにより、他の（補助）材料の必要をなくすからである。更に、追加の処置（例えば、内側コーティング）が行われなくてもよいので、本発明の光学要素の製造を比較的安価にする。要素は、単一材料から製造される能够である。

#### 【0025】

本発明の光学要素の特徴に関連付けられる別の利点は、光学要素の横断面の幾何学的形状が更に、光学要素の入射面から出射面への方向で、既知の混合ロッドに比べてより早くに光線束の均質性を提供することである。即ち、本発明の光学要素による横断面の最適化された周縁により、光学要素の入射面に導かれる光線束は、細長い光学要素に沿って迅速に混合される。光学要素は、初めは均質でない光線束を均質化された光に混合するという課題を、光学要素の長さに沿って、従来技術での混合ロッドに比べてより早くに実現することが可能である。従って、本発明の光学要素は、この与えられた課題を実現するために、従来技術での他の混合ロッドよりも比較的短い長さで良い。これは非常に有利である。なぜなら、それにより、この光学要素は、光学要素の更に低い製造コスト、より低い重量、より簡便な取扱い及び／又は輸送、及び／又は光学要素が光学システムに取り付けられる場合の簡略化された手順を示唆するからである。

#### 【0026】

本発明による特徴を有する円柱形状の光学要素は、例えば押出成形を使用して容易に製造されるという点で有利である。更に、光学要素の円柱形状は、光学要素の長さが変更される必要がある場合に有利である。例えば、光学要素が短縮される場合、出射面の断面、及び入射面と出射面の間の断面は同じままである。従って、光学要素の長さは、要求され

10

20

30

40

50

る／求められる光の混合に従って、より容易に適合され得る。

**【0027】**

光学要素の頂点の少なくとも1つは、円弧の線分で良い。即ち、少なくとも1つの頂点は、円の円周の一部である。この実施形態は、頂点が、連続的で対称的な丸みを有する点で有利であり、これは、光の混合に更に寄与する。

**【0028】**

光学要素の円弧の半径は、少なくとも2つの縁部の少なくとも1つの長さと等しくてよい。この実施形態は、数値シミュレーションによって検証され得るように、光学要素の横断面内での光線反射の安定な軌道の数を減少させるという点で有利である。例えば、光学要素の断面が、奇数個の縁部を有する多角形状を有する場合、円弧の線分と、円弧の半径と同じ長さを有する向かい合う縁部との間に、ただ1つの安定な軌道が存在する。従って、この実施形態は、光の混合の更なる改良に寄与する。

10

**【0029】**

光学要素の円弧の半径は、少なくとも2つの縁部の少なくとも1つの長さより大きくてよい。この実施形態の利点は、それが、光学要素内部での光線反射の安定な軌道の数を更に減少することである。例えば、光学要素の横断面が、奇数個の縁部を有する多角形状を有し、円弧の半径が、向かい合う縁部よりも大きい場合、円弧の線分と向かい合う縁部との間に安定な軌道はない。従って、この実施形態は、光の混合の改良に更に寄与する。

20

**【0030】**

光学要素の少なくとも2つの縁部の全てが等しい長さで良く、頂点の全てが等しい長さである。即ち、光学要素の横断面は、その縁部に関して等辺であり、縁部の任意の2つの隣接する端部の間の頂点は、等しい長さである。この実施形態は、光学要素が、 $n$ 回回転対称性（ $n$ は縁部の数）を提供するという点で有利である。従って、例えば光学要素を光学システム内に取り付けるときに、光学要素の位置合わせが容易にされる。

30

**【0031】**

少なくとも1つの頂点の勾配、及び光学要素の縁部の任意の2つの隣接する端部の勾配は、少なくとも1つの頂点と、任意の2つの隣接する端部との間の少なくとも1つの交点で等しくすることができる。即ち、2つの隣接する端部間の頂点は、縁部間の滑らかな丸み／接続／連接を提供し、頂点での任意の点の勾配は、2つの隣接する端部の勾配によって定められる間隔内にあり、交点ではそれらの端部の勾配に等しい。

30

**【0032】**

光学要素の周縁は、6つの縁部を備えることがある。即ち、6つの縁部は、光学要素の六角形断面を構成し、更に、縁部間に、丸みを付けられた頂点を備える。この実施形態は、この実施形態の光学要素による光の混合が、丸みを付けられた角部を有さない六角形断面を単に有する従来技術での混合ロッドによって実現される混合よりも優れているという点で有利である。これは、この実施形態の六角形断面での丸みを付けられた頂点が、光学要素内部の可能な／異なる光線反射の数を増加させることにより実現される。更に、六角形断面を有する混合ロッドは従来技術で知られているので、この実施形態は、従来技術からの混合ロッドの製造用の機器が、この実施形態による光学要素の製造に容易に変更されるという点で更に有利であり、この実施形態による光学要素では、六角形断面は、丸みを付けられた頂点を更に備えて、光の混合を改良する。

40

**【0033】**

光学要素の周縁は、3つの縁部によって画定されることがある、2つの縁部が垂直であり、等しい長さであり、頂点は、等しい半径の3つの円弧であり、半径は、2つの縁部の一方の長さに等しい。即ち、光学要素の横断面は、直角三角形として成形され、底辺と高さとしての2つの垂直縁部と、斜辺としての1つの縁部を有するが、頂点は、鋭利な角部が存在しないように丸みを付けられる。更に、頂点は、同じ半径を有する円弧であり、半径は、2つの縁部（底辺と高さ）の一方の長さに等しい。光線反射の安定な軌道は、 $n$ 回回転対称性（ $n$ は整数）を有する任意の横断面で存在することが知られているので、この実施形態で定義されるような周縁を有する光学要素内では、ただ1つの安定な光線反射軌

50

道が存在する。従って、この実施形態に伴う利点は、光学要素の出射面での光の均質性が更に高められることである。方法に関して上で述べられた特定の実施形態及び任意の追加の特徴が、本発明の第2の態様による光学システム、及び本発明の第3の態様による照明装置にも同様に適用可能及び組合せ可能であることを理解されたい。

#### 【0034】

本発明の更なる目的、特徴、及び利点は、以下の詳細な開示、図面、及び添付の特許請求の範囲を検討すれば明らかになろう。当業者は、本発明の異なる特徴が、以下に述べられるもの以外の実施形態を形成するように組み合わされ得ることを理解されよう。

#### 【0035】

以下、本発明のこれら及び他の態様が、本発明の実施形態を示す添付図面を参照して、  
より詳細に説明される。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0036】

【図1】本発明の一実施形態による細長い光学要素の概略図である。

【図2a-b】光学要素の横断面の概略図である。

【図3a-f】光学要素の様々な入射面の概略図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0037】

図1は、細長い光学要素100の概略図である。ガラスやプラスチックなどの透明材料から形成され得る光学要素100は、円柱体として成形され、入射面101と、出射面102とを備える。動作時、光線束110が入射面101に向けて指向され、光線束110は、界面で、周囲の媒体に向けて全反射(TIR)を受ける。光学要素100内部で反射された後、光線束110は、出射面102を通って光学要素100から出る。

#### 【0038】

図1での光学要素100の輪郭は、光学要素100の横断面121の周縁120が、ゼロ曲率の6つの縁部122と、縁部122の隣接する任意の2つの端部間にある6つの頂点123とによって画定されるように設計される。この実施形態では、縁部122は長さが等しく、頂点123も長さが等しい。頂点123は、正曲率を有する線分(丸みを付けられた線分)であり、図1での頂点123の長さは、周縁120の長さの30~50%を成す。光源130からの光線束110が光学要素100内に指向されるとき、光学要素100の湾曲された/丸みを付けられた頂点123は、丸みを付けられた角部/頂点を有さない混合ロッドに比べて、光学要素100内の光線の角度及び位置の混合を改良する。角部/頂点123は、代替として、光学要素100内で長手方向に延在する丸みを付けられた稜部123と呼ばれることもある。丸みを付けられた縁部により、光学要素100は、光線束110が出射面102で光学要素100から出るときに、光線束110の均質性を高める。

#### 【0039】

光源130は、例えば、異なる色を有する複数のLED(例えば、1つ又は複数の白色LED。更に、カラーレンダリングインデックス(CRI:colour rendering index)を改良するために赤色LEDが提供され得る)を備えていてよく、LEDは、調整可能なLEDスポットライト内に更に含まれてよい。更に、光学要素から出た光線束を要求される/望まれる形状のビームにコリメートするために、コリメート手段が光学要素の出射面102に配置され得る。コリメート手段の例は、レンズ、Sollerコリメータ、又はTIRコリメータで良い。

#### 【0040】

図2aは、従来技術による混合ロッドの横断面200の概略図であり、断面200は、六角形であり、6つの縁部201と6つの角部202とを備える。しかし、開示されるような断面200の幾何学的形状は、混合ロッドの出射面で所望の照度均質性をもたらさない。より特定的には、光線は、混合ロッドの遠視野では適切に混合されない。なぜなら、混合が光線の角度を十分には変えないからである。

10

20

30

40

50

## 【0041】

図2 bは、図1による光学要素100の横断面121の概略図である。図2 aに示されるような断面200の鋭利な角部202に比べて、光学要素100の頂点123は、正曲率を有する線分である。その結果、頂点123を備える断面121は、断面200を有する光学要素の使用に比べて、光学要素100内に指向された光線束の混合を改良する。

## 【0042】

図3 a～3 fは、本発明の光学要素100の様々な入射面301～306の概略図である。入射面301は、3つの縁部122( $n = 3$ )を備え、入射面302は、4つの縁部( $n = 4$ )を備え、以下同様であり、入射面306は、8つの縁部( $n = 8$ )を備える。入射面301～306は、更に、縁部間に、丸みを付けられた頂点123を備える。見やすくするために、縁部122及び頂点123は、入射面301においてのみ参照番号を付されている。10

## 【0043】

前述のように、光学要素100の入射面での光源130(例えばLED)の最適な位置決めは、入射面の幾何学的形状に依存することが理解されよう。この観察に関連して、図3 a～3 fは、光線束が指向され得る各入射面301～306の幾何学的領域を示し、ここで、暗い/黒色領域及び明るい/白色領域は、それぞれ最小の均質性及び最大の均質性に対応する。従って、図3 a～3 fでの明るい/白色領域は、光線束110が光学要素100を通過した後に非常に良く混合/均質化された光を出射面102で提供するために、光線束が指向され得る各入射面301～306の幾何学的領域を示す。同様に、暗い/黒色領域は、光線束が指向され得るが、その領域内では光が効率的には混合/均質化されない各入射面301～306の幾何学的領域を示す。光の高い/低い均質化のパターンを提供する幾何学的領域は、実験的に求められた。20

## 【0044】

すべての入射面301～306に関して、光線束が少なくとも周縁の近傍に(即ち周縁部分内の領域に)指向される場合に、光学要素100を使用して、非常に均質な光が得られる。

## 【0045】

更に、奇数の多角形(それぞれ $n = 3, 5, 7$ )の形状を有する入射面301、303、305での陰影パターンは、入射面301、303、305の中心から頂点123の中点に延びる第1の直線線分R1の近傍に光線束が指向される場合に、光が非常に良く均質化され得ることを示す。更に、入射面301に関して、光線束は、光の高い均質性のために、入射面301の中心領域に指向され得る。30

## 【0046】

更に、偶数の多角形(それぞれ $n = 4, 6, 8$ )の形状を有する入射面302、304、306での陰影パターンは、入射面302、304、306の中心から縁部122の中点に延びる第2の直線線分R2aの近傍に光線束110が指向される場合に、光が非常に良く均質化され得ることを示す。より特定的には、光線束は、第2の直線線分R2aの中点(即ち半径上のほぼ中点)から縁部122の中点までの第2の直線線分R2aの部分R2bの近傍に指向され得る。40

## 【0047】

更に、長方形として成形された入射面302を有する光学要素100の場合、入射面302の中央領域内に指向される光は効率的には均質化されないので、光線束は、中心領域外に(即ち中心領域内ではなく)指向されても良い。ここで、光が指向された場合に、限られた程度でしか光の均質化に寄与しない入射面302の中心領域は、半径R2aの1/3～1/2の間の半径を有する中心円形領域にほぼ対応する。同様に、入射面303又は入射面305(即ち $n = 5$ 又は7)を有する光学要素100の場合にも、光線束は、光の高い均質性のために、その中心領域外に指向され得る。

## 【0048】

図3 a～3 fにプロットされる実験データから、更なる有利な実施形態を当業者が導き

10

20

30

40

50

出すことができると考えられる。これらの図では、より明るい陰影領域は、入射光束がより効率的に混合され、当業者が選好する入射面の領域に対応する。しかし、より暗い陰影領域は、効率的な光混合が望まれる場合に入射領域としてあまり適していない入射面領域に対応する。従って、本発明の範囲は、特許請求の範囲の範囲に限定されず、以下のものに関する保護も求められる：図3に示される実験データに基づいて開発される更なる光混合方法；本明細書で述べられる幾何学的特性を有する光混合光学要素；図3での実験データに鑑みて特定の光混合光学要素に適するように適合された光源の配置；並びに、少なくとも1つの光混合光学要素と、効率的な光混合を保証するように光混合要素に対して固定した空間関係で装着される又は装着可能な光源の配置とを備える光学システム。

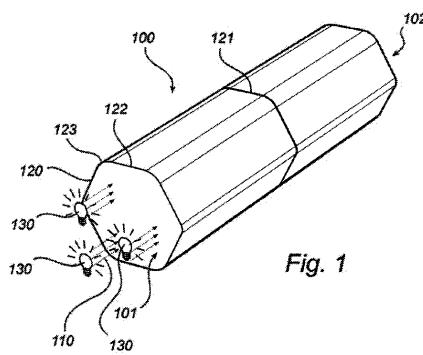
【0049】

10

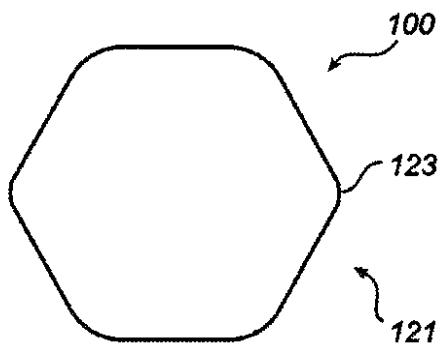
本発明を、その特定の例示的実施形態を参照して説明してきたが、この説明を検討した後に、当業者には多くの異なる変更や修正などが明らかであろう。従って、上記の実施形態は、本発明の範囲を限定することは意図されておらず、本発明の範囲は、添付の特許請求の範囲のみによって定義される。例えば、図1で、入射面101の直径と、細長い光学要素100の長さとの関係は、図示されるものと異なっていて良い。例えば、光学要素100は、入射面101に対してより細い（より長い）ことも、より太い（より短い）こともあり、従って、光学要素100と入射面101との長さの比は、それぞれ、より大きく、又はより小さくなる。更に、図2bで、頂点123は、図示されるものに比べて、周縁120の長さのうちのより大きい部分又はより小さい部分を成しても良い。また、図示／説明された要素の数が異なっていても良いことも理解されたい。例えば、図1での3つの光源130は、代替として、任意の数の光源で良い。

20

【図1】

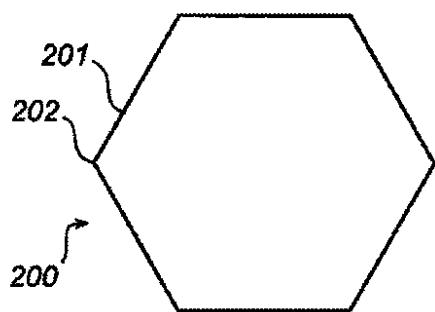


【図2 b】



【図2 a】

Fig. 2b



(Prior art) Fig. 2a

【図 3 a】

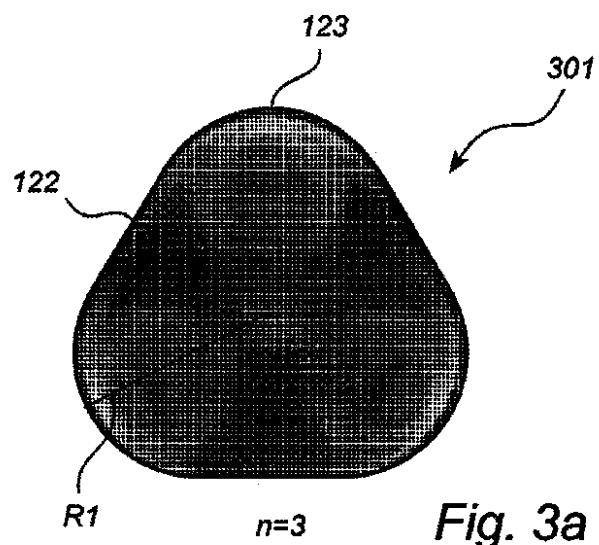


Fig. 3a

【図 3 b】

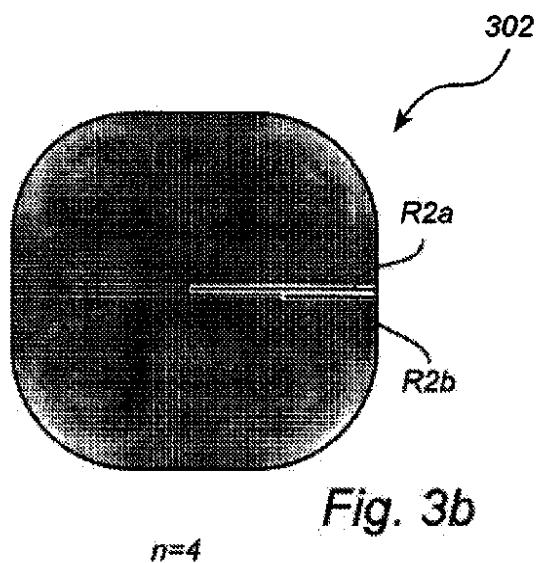


Fig. 3b

【図 3 c】

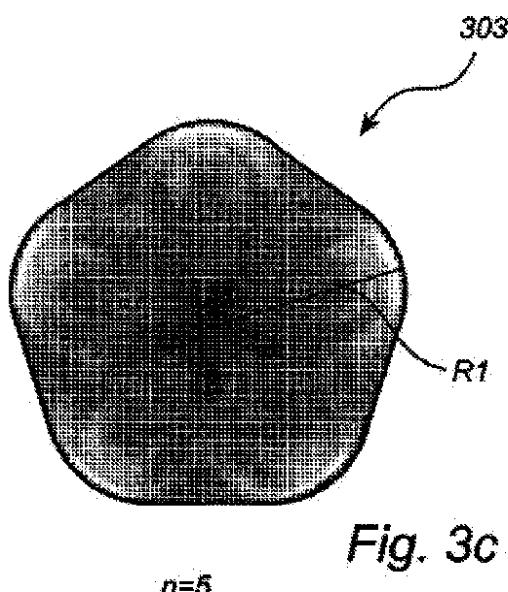


Fig. 3c

【図 3 d】

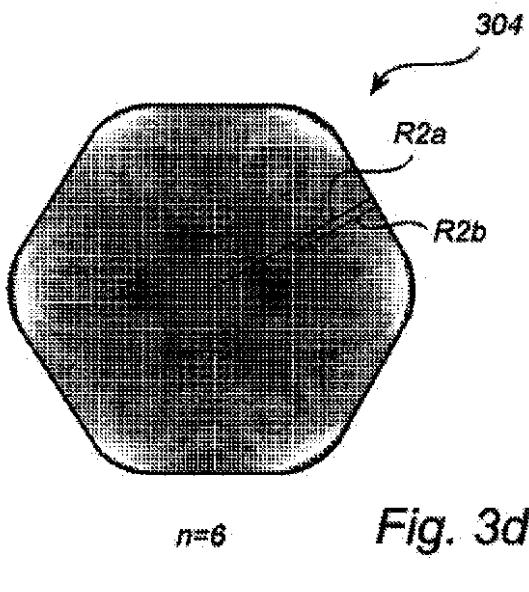


Fig. 3d

【図 3 e】

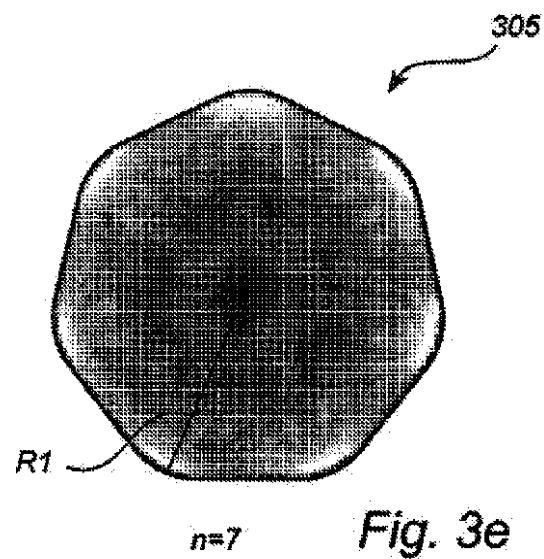


Fig. 3e

【図 3 f】

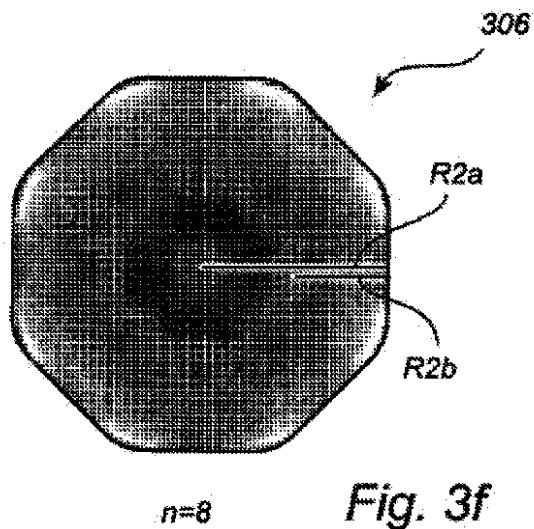


Fig. 3f

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/IB2013/050665

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. G02B6/42 G02B27/09 A61B18/22  
ADD.

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)  
G02B A61B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2007/024971 A1 (CASSARLY WILLIAM J [US] ET AL) 1 February 2007 (2007-02-01) figure 2 figure 3 figure 22A paragraph [0149] paragraph [0154] paragraph [0164] paragraph [0275] - paragraph [0278] ----- A US 2011/034973 A1 (WANG SEAN XIAOLU [US]) 10 February 2011 (2011-02-10) figure 1 figure 10 ----- X EP 1 118 814 A1 (LG ELECTRONICS INC [KR]) 25 July 2001 (2001-07-25) abstract ----- -/-	1-15  1,8,9  1-15  -/-

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

## \* 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

Date of mailing of the international search report

13 June 2013

08/07/2013

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Luck, Wulf

1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/IB2013/050665
---

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 148 291 A1 (MORI KEI) 17 July 1985 (1985-07-17) abstract figure 2A -----	1-15
X	WO 03/021330 A1 (SCHOTT GLAS [DE]; ZEISS STIFTUNG [DE]; BEWIG DR LARS [DE]; MARING DR W) 13 March 2003 (2003-03-13) abstract -----	1-15
X	US 5 290 169 A (FRIEDMAN JOSHUA [US] ET AL) 1 March 1994 (1994-03-01) abstract figure 7c -----	1-15
X	US 5 764 845 A (NAGATANI SHINPEI [JP] ET AL) 9 June 1998 (1998-06-09) abstract -----	1-15

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No
PCT/IB2013/050665

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 2007024971	A1	01-02-2007	EP	1920289 A2		14-05-2008
			US	2007024971 A1		01-02-2007
			US	2011058388 A1		10-03-2011
			WO	2007016282 A2		08-02-2007
US 2011034973	A1	10-02-2011		NONE		
EP 1118814	A1	25-07-2001	DE	60024770 T2		29-06-2006
			EP	1118814 A1		25-07-2001
			JP	3497802 B2		16-02-2004
			JP	2001215335 A		10-08-2001
			KR	20010073904 A		03-08-2001
			RU	2193221 C2		20-11-2002
			UA	65604 C2		15-08-2001
			US	6621978 B1		16-09-2003
EP 0148291	A1	17-07-1985		NONE		
WO 03021330	A1	13-03-2003	AU	2002337052 A1		18-03-2003
			DE	10143134 A1		03-04-2003
			WO	03021330 A1		13-03-2003
US 5290169	A	01-03-1994		NONE		
US 5764845	A	09-06-1998	US	5764845 A		09-06-1998
			US	5799126 A		25-08-1998

## フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
F 2 1 W 131/20 F 2 1 Y 101/02	(2006.01)	G 0 2 B 6/00 3 0 1 G 0 2 B 6/00 3 3 1 F 2 1 W 131:20 F 2 1 Y 101:02

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,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,R,S,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,BN,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,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC

(72)発明者 ゴールデン セバスティアヌス アドリアヌス  
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス ビルディング  
4 4

F ターム(参考) 2H038 AA52 BA01  
2H052 BA03 BA09  
3K013 BA01  
3K243 AA01 BC08 BE02  
3K244 AA04 BA03 BA08 BA27 BA31 BA48 CA02 DA01 DA19 EA02  
EA06 EA08 EA16 EE01 KA03 KA07