

(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2017-509117

(P2017-509117A)

(43) 公表日 平成29年3月30日(2017.3.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
<b>F 2 1 V 5/02 (2006.01)</b>	F 2 1 V 5/02 1 0 0	2 H 0 4 2
<b>F 2 1 V 5/04 (2006.01)</b>	F 2 1 V 5/04 6 5 0	3 K 2 4 3
<b>F 2 1 S 2/00 (2016.01)</b>	F 2 1 V 5/04 2 0 0	
<b>G 0 2 B 3/08 (2006.01)</b>	F 2 1 S 2/00 3 3 0	
<b>G 0 2 B 5/00 (2006.01)</b>	G 0 2 B 3/08	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-555321 (P2016-555321)  
 (86) (22) 出願日 平成27年3月4日(2015.3.4)  
 (85) 翻訳文提出日 平成28年9月1日(2016.9.1)  
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2015/054478  
 (87) 国際公開番号 W02015/132290  
 (87) 国際公開日 平成27年9月11日(2015.9.11)  
 (31) 優先権主張番号 14157679.3  
 (32) 優先日 平成26年3月4日(2014.3.4)  
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁(EP)

(71) 出願人 516043960  
 フィリップス ライティング ホールディング ビー ヴィ  
 オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイント  
 トホーフェン ハイ テク キャンパス  
 4 5  
 (74) 代理人 110001690  
 特許業務法人M&Sパートナーズ  
 (72) 発明者 クライン マルセリヌス ペトルス カ  
 ロルス ミカエル  
 オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイ  
 ントホーフェン ハイ テク キャンパス  
 5

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ビーム成形システム、及び当該ビーム成形システムを用いた照明システム

(57) 【要約】

本発明は、例えば光源のアレイの上での使用のための、ビーム成形システムを提供する。ビーム成形ユニットのアレイは、略平面に配置され、各ビーム成形ユニットは、中央の屈折領域と、中央の領域の下にある光源からの光を処理するための、中間の内部全反射領域と、最も近い光源及び隣接する光源からの光を処理するための、外側の内部全反射領域とを含む。この外側の領域は本質的に、隣接するビーム成形ユニットの有用なサイズを拡張し、ビーム成形性能及び/又は光学的効率を改善する。

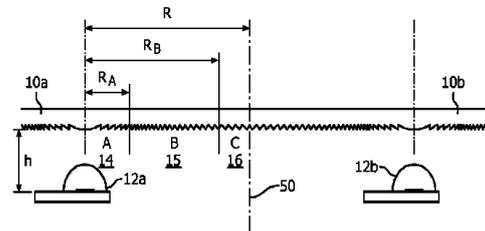


FIG. 6

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

略平面に配置されるビーム成形ユニットのアレイを含むビーム成形システムであって、前記ビーム成形ユニットの各々は、

中央領域の下にある光源からの光を屈折することによってビーム通過機能を提供するための当該中央領域と、

前記中央領域の下にある前記光源からの光の内部全反射を提供することによってビーム成形機能を提供するための中間領域と、

前記中央領域の下にある前記光源からの光の内部全反射を提供することによってビーム成形機能を提供し、また、隣接する前記ビーム成形ユニットの前記中央領域の下にある光源からの光の内部全反射を提供するための外側領域と、

を含み、

前記ビーム成形ユニットの各々は、光源のアレイに対向する起伏表面を有し、前記中間領域及び前記外側領域内の前記起伏表面は、光偏向プリズム素子である歯のセットを含み、当該光偏向プリズム素子である歯の各々は、前記光源に向いて面する第 1 の面と、前記光源から離れて面する第 2 の面とを有し、

前記第 1 の面は前記略平面から第 1 の角度 で延在し、前記第 2 の面は前記略平面から第 2 の角度 で延在し、

前記中間領域の前記歯に対し、 $\alpha < 85^\circ$ 、 $\beta > 50^\circ$ 、 $|\alpha - \beta| > 5^\circ$  であり、

前記外側領域の前記歯に対し、 $50^\circ < \alpha$ 、 $\beta < 60^\circ$ 、且つ  $|\alpha - \beta| < 5^\circ$  である

、  
ビーム成形システム。

## 【請求項 2】

前記ビーム成形ユニットが配置されるプレート又はフォイルを含む、請求項 1 に記載のビーム成形システム。

## 【請求項 3】

前記外側領域に対し、 $\alpha = \beta$  である、請求項 1 又は 2 に記載のビーム成形システム。

## 【請求項 4】

前記中間領域に対し、 $\alpha > \beta$ 、好ましくは  $\alpha - \beta < 30^\circ$  である、請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載のビーム成形システム。

## 【請求項 5】

前記中央領域は、前記光偏向プリズム素子である歯のセットを含み、前記中央領域に対し、 $\alpha > 80^\circ$  且つ  $\beta < 50^\circ$ 、好ましくは  $\alpha - \beta > 35^\circ$  である、請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載のビーム成形システム。

## 【請求項 6】

前記プレート又はフォイルの材料は、 $1.4 \sim 1.7$  の範囲内の屈折率を有する、請求項 5 に記載のビーム成形システム。

## 【請求項 7】

前記光偏向プリズム素子は突起であり、好ましくは、前記突起は同心円として配置される、請求項 1 乃至 6 の何れか一項に記載のビーム成形システム。

## 【請求項 8】

前記ビーム成形ユニットの各々は六角形の外形を有し、前記中央領域と前記中間領域との間の境界は、円形、六角形、又は丸みを帯びた角を有する六角形であり、前記中間領域と前記外側領域との間の境界は、円形、六角形、又は丸みを帯びた角を有する六角形である、請求項 1 乃至 7 の何れか一項に記載のビーム成形システム。

## 【請求項 9】

前記中間領域及び前記外側領域の前記ビーム成形機能は、コリメーション機能である、請求項 1 乃至 8 の何れか一項に記載のビーム成形システム。

## 【請求項 10】

前記中央領域によって提供される前記ビーム通過機能は、コリメーション機能である、

10

20

30

40

50

請求項 1 乃至 9 の何れか一項に記載のビーム成形システム。

【請求項 1 1】

前記中央領域はフレネルレンズを含む、請求項 1 0 に記載のビーム成形システム。

【請求項 1 2】

前記ビーム成形ユニットのアレイの上の略平面に配置される第 2 のビーム成形ユニットの第 2 のアレイを含み、前記ビーム成形ユニットのアレイの前記中央領域によって提供される前記ビーム通過機能は、パススルー機能を提供する、請求項 1 乃至 9 の何れか一項に記載のビーム成形システム。

【請求項 1 3】

光源のアレイと、

請求項 1 乃至 1 2 の何れか一項に記載のビーム成形システムと、  
を含み、前記ビーム成形ユニットの各々の前記中央領域は、対応する光源の上に設けられる、照明システム。

【請求項 1 4】

前記光源は L E D を含む、請求項 1 3 に記載の照明システム。

【請求項 1 5】

スポットライト照明システムを含む、請求項 1 3 又は 1 4 に記載の照明システム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0 0 0 1】

本発明は、照明システムのためのビーム成形光学系に関し、また、当該ビーム成形光学系を用いた照明システムに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

ビーム成形は、多くの照明アプリケーションにおいて不可欠である。ビーム成形光学素子の例は、反射器やコリメータ等の従来の素子を含む。スポット照明のアプリケーションに対して多くの場合当てはまるように、斯様な光学系のアレイが必要とされるときは特に、斯様な光学素子はかなり大きな体積を占め、また、比較的高価である。

【0 0 0 3】

30

ユーザによって、より大きな光出力領域が所望される一方で、L E D の出力光プロファイルは、非常に小さくて明るい光出力領域を有するので、これら L E D の光出力プロファイルを再形成するために、ビーム成形が通常用いられる。

【0 0 0 4】

L E D スポット照明のアプリケーションに対して、L E D によって放射される光は、集光され、ある程度コリメートされなければならない。コリメーションの程度はアプリケーションに依存するが、典型的には、狭いビームに対して 1 0 ° から広いビームに対して 4 0 ° まで幅がある。

【0 0 0 5】

40

集光機能及びコリメーション機能のために、内部全反射 ( T I R ) コリメータが通常用いられる。T I R コリメータは、コリメータの中央部での屈折と、コリメータの外側部の内部全反射との組合せを用いる。斯様なコリメータは、比較的大きくて高価である。

【0 0 0 6】

T I R コリメータと同様の機能性を提供するための代替的なオプションとして、薄膜マイクロ光学系の利用が広く研究されている。これらマイクロ光学系は、一方の面又は両面にマイクロ構造化表面を有するスラブ材料の形式を取る。

【0 0 0 7】

ほとんどのアプリケーションに対して、単一の L E D は十分な光を提供しない。この場合 L E D のアレイが用いられ、各々が当該 L E D 自体のコリメータを有する。従来の光学系を用いるとき、このオプションは費用がかかるだけでなく、顧客の視点からは、光源の

50

方に向けて又は光源の中を見るときに、シャワーヘッドの印象をもたらす。このシャワーヘッドの印象は、美的観点から好まれない。

【0008】

薄膜マイクロ光学系を傾斜させることは、これらの欠点を有さず、傾斜した構造体は略平面の外観を有する。しかしながら、高い光学的効率と併せて小さなビーム広がりを実現することにおいて困難が残る。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明は、この問題に対処することを目的とする。

10

【0010】

日本国特許出願公開第2002352611A号は、略平面に配置されるビーム成形ユニットのアレイを含む表示装置であって、各ビーム成形ユニットが、中央の屈折領域Sと、TIRを提供する1つの外側領域Mとを含む、当該表示装置を開示する。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は、請求項によって規定される。

【0012】

一態様によると、略平面に配置されるビーム成形ユニットのアレイを含むビーム成形システムであって、各ビーム成形ユニットは、

20

中央領域の下にある光源からの光を屈折することによってビーム通過機能を提供するための当該中央領域と、

中央領域の下にある光源からの光の内部全反射(TIR)を提供することによってビーム成形機能を提供するための中間領域と、

中央領域の下にある光源からの光の内部全反射(TIR)を提供することによってビーム成形機能を提供し、また、隣接するビーム成形ユニットの中央領域の下にある光源からの光の内部全反射を提供するための外側領域と、

を含み、

各ビーム成形ユニットは、光源のアレイに対向する起伏表面を有し、中間領域及び外側領域内の起伏表面は、光偏向プリズム素子(歯)のセットを含み、各々の光偏向プリズム素子(歯)は、光源に向けて面する第1の面と、光源から離れて面する第2の面とを有し、

30

第1の面は略平面から第1の角度で延在し、第2の面は略平面から第2の角度で延在し、

中間領域の歯に対し、 $\theta < 85^\circ$ 、 $\theta > 50^\circ$ 、 $|\theta - \theta'| > 5^\circ$ であり、

外側領域の歯に対し、 $50^\circ < \theta < 60^\circ$ 、且つ $|\theta - \theta'| < 5^\circ$ である、

ビーム成形システムが提供される。

【0013】

ビーム成形システムは例えば、限定されたビーム広がりを有するビームを形成するために、光源のアレイからの光を処理するのに用いられ得る。ビーム成形ユニットは、対応する光源の上に中心を置くようにデザインされる。好ましくは、中央領域、中間領域、及び外側領域は、中心の下にある関連する光源と同心状に当該中心の周りに配置される。外側領域は、隣り合うビーム成形ユニット(ひいては隣り合う光源)の間に重複領域を提供する。この重複領域は、隣り合う光源からこの重複領域に達する光の受け入れ及び成形を可能にする。結果は、光学的効率の向上若しくはビーム成形(例えばコリメーション)の程度の向上、又は両方の組合せである。

40

【0014】

システムは、(略平面に延在する)プレート又はフォイルを含み、当該プレート又はフォイルは、光源のアレイに対向する起伏表面を有するビーム成形ユニットを備え、中間領域及び外側領域の起伏表面は歯のセットを含み、各歯は、光源に向けて面する第1の面と

50

、光源から離れて面する第2の面とを有する。歯は、比較的大きな角度の（すなわち略平面に近い）入射光を受ける。（空気対プレートの境界である）第1の面は通常、入射光の屈折を実行する一方で、光は（プレート対空気の境界での）第2の面に内部全反射によって反射する。

【0015】

プレート又はフォイルの材料は、好ましくは1.4～1.7の範囲内の屈折率を有する。

【0016】

第1の面は、略平面から第1の角度で延在するものとして規定され、第2の面は、略平面から第2の角度で延在するものとして規定される。外側領域の歯に対し、及びは、50°～60°の範囲内で存在する。

10

【0017】

この態様では、歯が両側からの光を同様に処理し得るように、歯はかなり対称性がある。対称性は、 $|\theta_1 - \theta_2| < 5^\circ$  であるようにされる。完全に対称な一実現形態では、 $\theta_1 = \theta_2$  である。

【0018】

各ビーム成形ユニットは六角形の外形を有し、中央領域と中間領域との間の境界は、円形、六角形、又は丸みを帯びた角を有する六角形であり、中間領域と外側領域との間の境界は、円形、六角形、又は丸みを帯びた角を有する六角形である。したがって、最も外側の形状が六角形である外側領域は別として、歯は中心の周りに環状に広がる。このとき外側の歯は、円形状から六角形状へと融合するような形状とされるか、又は外側の歯は、不連続な円形の一部であってもよい。代替的に、歯は全て六角形の経路に従い、このとき境界は六角形であるものとみなされるか、又は円形と六角形との間の経路を有してもよい。

20

【0019】

したがって、各ビーム成形ユニットは、フレネル構造に類似し、内部全反射の歯は、完全に回転対称とはいえない形状を有してもよく、円形と六角形との間の何らかの形状を有してもよい。例えば、内部領域は外側領域よりも、より円形の対称であってよい。円形の対称構造体は、製造するのに容易なので好ましい。

【0020】

実施形態では、ビーム成形ユニットは、次の好ましい特徴：

30

- わずかに傾斜した光偏向プリズム素子（歯）に囲まれる、比較的大きな湾曲した中央光偏向素子であって、この点でわずかに傾斜したとは、 $\theta > 80^\circ$  且つ  $\phi < 50^\circ$  を意味し、好ましくは  $\theta > 35^\circ$  である、

- 中間領域の歯に対し、 $\theta > \theta_0$ 、好ましくは  $\theta < 30^\circ$  である、

- 外側領域の歯に対し、 $\theta = \theta_0$  である、

のうちの少なくとも1つを含む。

【0021】

中間領域及び外側領域のビーム成形機能は、好ましくはコリメーション機能である。同様に、中央領域によって提供されるビーム通過機能も、コリメーション機能を含む。したがって、単一のプレートが、当該プレートの全領域に亘りコリメーションを提供し得る。所望のコリメーションの程度に依存して、ビーム成形ユニットは上述の好ましい特徴のうちの1以上を含む。

40

【0022】

代替は、光源の真上の中央領域をコリメートするためと、周辺領域（隣接する光源に対してコリメーションが実行される場所を含む）をコリメートするためとで、別々の構造体を用いることである。この目的で、第2のビーム成形ユニットの第2のアレイが、ビーム成形ユニットの（第1の）アレイの上の略平面に配置され、ビーム成形ユニットの（第1の）アレイの中央領域によって提供されるビーム通過機能は、パススルー機能を提供する。

50

## 【 0 0 2 3 】

また、本発明は、  
光源のアレイと、  
本発明のビーム成形システムと、  
を含み、各ビーム成形ユニットの中央領域は、対応する光源の上に設けられる、  
照明システムを提供する。

## 【 0 0 2 4 】

光源はLEDを含み、例えば共にスポットライト照明システムを含む。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 2 5 】

本発明の実施例は、添付の図面を参照して、詳細に説明される。

## 【 0 0 2 6 】

【 図 1 】 出願人によって提案されるビーム成形ユニットのシステムと、関連するLEDとを示す。

【 図 2 】 LEDのアレイが用いられるときに、図1のLEDからの一部の光が、隣接するビーム成形ユニットにどのように向けられるかを示す。

【 図 3 】 システムの光学性能に影響を与える設計パラメータを示す。

【 図 4 】 あるLEDから隣接するビーム成形ユニットに達する光の問題点を示す。

【 図 5 】 本発明のシステムの第1の実施例の光学的挙動を示す。

【 図 6 】 各ビーム成形ユニットを構成する様々な領域を示す。

【 図 7 】 ビーム成形ユニットの歯の好ましい角度関係を説明するために用いられる。

【 図 8 】 入射ビームがビーム成形ユニットの歯の両面ともに当たらない場合に起こる問題点を示す。

【 図 9 】 所望の角度設定が選択されることを可能にするグラフを示す。

【 図 1 0 】 複数のLED及びビーム成形ユニットが、どのように六角形のグリッドに形成され得るかを示す。

【 図 1 1 】 両側のLEDからの光を処理するために非対称な歯が用いられ得ることを示す。

【 図 1 2 】 2つのLEDの間の非対称な歯に対するビーム追跡を示す。

【 図 1 3 】 ビーム成形ユニットの外側ゾーンがどのくらい大きいかは、LEDとビーム成形ユニットとの間の離間に依存することを説明するための関係を示す。

【 図 1 4 】 本発明のシステムの第2の実施例を示す。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 2 7 】

本発明は、例えば光源のアレイの上での使用のための、ビーム成形システムを提供する。ビーム成形ユニットのアレイは、略平面に配置され、各ビーム成形ユニットは、中央の屈折領域と、中央の領域の下にある光源からの光を処理するための、中間の内部全反射領域と、最も近い光源及び隣接する光源からの光を処理するための、外側の内部全反射領域とを含む。この外側の領域は本質的に、隣接するビーム成形ユニットの有用なサイズを拡張し、ビーム成形性能及び/又は光学的効率を改善する。

## 【 0 0 2 8 】

上述のとおり、ビームのコリメーション（又は他のビーム成形機能）のために薄膜マイクロ光学系を用いるときに、高い光学的効率と併せて小さなビーム広がりを実現するのは困難であるという問題がある。この問題の原因が最初に説明される。

## 【 0 0 2 9 】

図1は、LED12によって放射される光をコリメートするための薄膜マイクロ光学プレート/フォイル10として具現化される、ビーム成形ユニット10の一部分の断面図により、動作の原理を概略的に示す。薄膜マイクロ光学プレート/フォイル（「光学素子」とも呼ばれる）は、LEDの近くに（数mmの距離で）設置される。LEDによって放射される光は、典型的にはランバーシアン分布を有する。LEDによって放射される光線の

10

20

30

40

50

角度は、光学素子に対して垂直から光学素子に対して平行まで、幅がある（光線は2の立体角を囲む）。

【0030】

中央部分14は屈折に依存し、基本的にフレネルレンズの形式であり、すなわち中央部分14は、わずかに傾斜した光偏向プリズム素子に囲まれる、比較的大きな湾曲した中央の光偏向素子を含む。この点でわずかに傾斜したとは、 $\theta > 80^\circ$  且つ  $\theta < 50^\circ$  を意味し、好ましくは  $\theta > 35^\circ$  である。光学素子の法線方向に対して大きな角度でLEDを離れる光線は、屈折によってコリメートされることはできない。このために、光学素子の中間部分15及び外側部分16は、内部全反射（TIR）に依存する。これらの領域では、各光線は、図1の拡大された部分に示されるように、光学素子の下部表面と2回相互作用する。

10

【0031】

例として、中間領域15の光偏向プリズム素子との光線の相互作用が示され、示されるプリズム素子に対して  $\theta = 70^\circ$  且つ  $\theta = 55^\circ$  である。1回目に、光線は第1の表面17によって（空気から光学プレートへと通過して）屈折され、2回目に、光線は（プレート対空気の境界での）第2の表面18から内部全反射によって反射される。この態様で、LEDを大きな角度で離れる光線がコリメートされ得る。

【0032】

図2は、図1と同様の構造体を示し、LEDをあまりに大きな角度で離れる光線20は、光学素子に全く当たらないことを示す。光線が遮断される最大角度は、 $\theta_{max} = \tan^{-1}(R/h)$  であり、ここでRは光学素子の半径であり、hはLEDから光学素子までの距離である。ランパーシアンエミッタに対して、この態様で遮断される光線（又はエネルギー）の割合fは、 $f = \sin^2(\theta_{max})$  である。

20

【0033】

遮断されるエネルギーの割合は、距離hを最小化するか、又は半径Rを最大化することによって最大化され得る。

【0034】

実際には、Rを最大化するには限界があり、利用可能な限られた空間に一定の数のLEDが収容されなければならない。更に、費用の理由のために、高電力LEDから脱却して中電力LEDに向かう傾向があり、各LEDに対して利用可能な空間は更に低減されることを意味する。

30

【0035】

また、hを最小化するにも限界がある。

【0036】

図3は、図1と同様の構造体を示し、LED光源のサイズの重要性を説明するために用いられる。図3に示されるように、LEDと薄膜光学素子との組合せから得られるコリメーションの程度（ビーム広がり）は、距離hと光源のサイズ（LEDダイのサイズ）sとによって決定される。典型的には、ビーム広がり  $\theta$  は、式  $\theta = \tan^{-1}(n \cdot s/h)$  によって与えられ、ここでnはLEDのドームの屈折率（ドームがない場合にはn=1）である。これは、LEDから光学素子までの小さな距離は、大きなビーム広がりを示唆することを意味する。

40

【0037】

これは、ビーム広がりと光損失との間にトレードオフがなされなければならないことを意味する。

【0038】

図4は、LED12a、12bのレイがあり、各々が当該LED12a、12bの最密充填構成で並べられた光学素子10a、10bを有するときの状況を示す。例えば、各LEDは六角形の光学素子を備え、このとき光学素子はテセレーション（モザイク加工）される。テセレーションは、例えば三角形、長方形、又は正方形を有し、オプションで鋭い若しくは丸みを帯びた角又は境界として円形外周を有する、合同な形状の光学素子によ

50

って行われてもよい。

【0039】

LED 12 a から生じ、この LED と関連付けられた光学素子 10 a に当たらない光線（図 4 における光線 b）は、隣の光学素子 10 b へと横切り、考慮されるアプリケーションに対して大きすぎる可能性がある制御されない出射角度となってしまう。言い換えると、これらの光線は、所望のビームの範囲外となってしまう、低減された光学的効率につながる。この光学的効率は、所望のターゲットビームの範囲内となる光線の割合として規定される。

【0040】

本発明は、薄膜マイクロ光学素子のアレイが設けられるデザインを提供する。各光学素子は、対応する光源との位置合わせ用である。光学素子のアレイは単一のシートを形成するが、複数のシートが用いられてもよい。

10

【0041】

各光学素子は 3 つの領域に分けられる。中央領域を通過する光線は、屈折の原理によってコリメートされる。中央領域と外側領域との間の領域を通過する光線は、TIR によってコリメートされる。（プリズム素子の構造体すなわち歯を有する）TIR マイクロ構造体は、実質的に非対称である。

【0042】

外側領域も TIR に依存し、略対称な構造を有するか、あるいはこれらは非対称であってもよい。しかしながら、この外側領域の TIR の歯の角度は、対応する LED からの光線、及び隣の LED からの光線がコリメートされる（又は他の態様で成形される）ように選択され、すなわち、 $\theta$  と  $\theta'$  とはほぼ等しく、すなわち  $|\theta - \theta'| < 5^\circ$  であるか、又は等しく、 $\theta = \theta'$  でさえある。

20

【0043】

第 1 の実施形態が図 5 に示され、図 5 は、LED のアレイの一部を形成する 2 つの LED 12 a、12 b を示す。各 LED は、関連する薄膜マイクロプレート/フォイルを光学素子 10 a、10 b として備え、これらの間の境界は線 50 として示される。

【0044】

（薄膜）光学素子は、単一のシートの光学素子をもたらすように平面充填される。

【0045】

この第 1 の実施例では、光学素子は境界 50 の近くで、内部全反射表面が対称であるように修正される。第 1 の表面 17、第 2 の表面 18 を示す図 1 を参照すると、これらの表面は  $\theta$ 、すなわち光学プレートの略平面に対して同一の角度で配置される。このことはもちろん、表面が法線方向に対して同一の角度で延在することも意味する。

30

【0046】

境界領域で光が処理される態様は図 5 に示される。LED から生じ、2 つの隣り合う LED の間の境界を横切る光線（図 5 において b とラベルされた光線）は、光線が境界にかなり近いままであることを前提に、依然としてコリメートされる。

【0047】

図 6 に示されるように、各光学素子 10 a、10 b は（少なくとも）3 つの領域を有する。

40

【0048】

第 1 の領域 A 14 は、半径  $R_A$  を有し、光は屈折を用いて処理される。これはフレネルレンズとして機能する。

【0049】

第 2 の領域 B 15 は、半径  $R_A$  と半径  $R_B$  との間に規定され、光線は内部全反射に基づいてコリメートされ、 $\theta < 85^\circ$  であり、 $\theta' > 50^\circ$ 、及び  $\theta > 50^\circ$ 、且つ  $|\theta - \theta'| > 5^\circ$  である。また、好ましくは  $\theta > 50^\circ$  であり、更に好ましくは  $\theta - \theta' < 30^\circ$  である。

50

## 【0050】

第3の領域C16は、半径 $R_B$ と半径 $R$ との間に規定され、 $\theta$ である。好ましくは、 $50^\circ < \theta < 60^\circ$  (且つ $50^\circ < \theta < 60^\circ$ ) 且つ $|\theta - \theta_0| < 5^\circ$ である。また、好ましくは $60^\circ < \tan^{-1}(R_B/h) < 85^\circ$ である。

## 【0051】

中央領域から中間領域への移行及び中間領域から外側領域への移行は、それぞれ半径 $R_A$ 及び $R_B$ において生じる。 $R_A$ 、 $R_B$ 及び $R$ は、相互に $0.15 * R < R_A < 0.4 * R$ 、及び $1.5 * R_A < R_B < 0.9 R$ に従って関連する。この関係は一般的に当てはまり、したがって図6に示される実施形態に対してだけ当てはまるわけではない。したがって外側領域は $R_B$ と $R$ との間に延在する。

10

## 【0052】

図7は、これらの所望の関係を説明するために用いられ、プレートを法線方向に離れる入射ビーム60を示す。用いられる定義は、 $\theta_2$ が(法線の反対側で)負であることも許容することに留意されたい。

## 【0053】

対称的な(すなわち $\theta_1 = \theta_2$ である)「歯」に対して、以下の関係

## 【数1】

$$3\alpha - \pi + \sin^{-1} \left[ \frac{\sin(\theta - \alpha)}{n} \right] = 0$$

20

に従う場合、斯様な歯に当たる光線がコリメートされることが少なくとも保証される。

## 【0054】

この関係では、 $\theta$ は入射光線の角度であり、 $n$ は光学素子の材料の屈折率である。

## 【0055】

図7は、光学素子の平面に垂直な出力光を提供するための角度の関係を示す。式[1]は屈折率の式であり、式[2]は三角形70の角度の合計である。これらの式は、組み合わせられるときに上記の関係を与える。

## 【0056】

図8は、入射角度が低すぎる場合、入射光線は第2の表面に当たらない恐れがあることを示す。

30

## 【0057】

これは、2つの所望の関係を与える。

## 【0058】

図9の左のプロットは、上記の関数を、2つの屈折率の値(1.5及び1.6)に対する $\theta$ との間の関係として示す。このプロットは、 $\theta$ (ひいては $\alpha$ )の値の所望の範囲の $50^\circ \sim 60^\circ$ を示す。したがって、典型的な $n$ の値且つ大きな角度の入射に対しては、典型的には $55^\circ \pm 5^\circ$ である。屈折率は、典型的には1.4~1.7の範囲内である。

40

## 【0059】

図9における右のプロットは、ビームが第2の表面に当たらない量(図8における値 $Z$ )を、角度 $\theta$ の関数として、やはり2つの異なる屈折率の値に対して示す。光線をコリメートするのに用いられることとなる対称な歯に対して、 $60^\circ$ より小さな角度に対しては一部の光線が第2の表面に当たらないので、入射角度は、好ましくは $60^\circ$ を超える。

## 【0060】

対称な内部全反射表面を有する第3の領域を有することの利点は、2つの光学素子の間の境界を横切る光線が、依然として良好な程度にコリメートされることである。事実上、各光学素子の有効半径は、 $R$ から $R + (R - R_B)$ へと増大される。このことは、より大きな割合の光線がコリメートされるので、光学的効率を向上させる。また、このことは、

50

LEDと光学素子との間の距離 $h$ が増大されることも可能にし、結果として、ビーム広がり低減させる。この態様で、コリメーションの程度と効率との間の、より良好なトレードオフが可能である。

【0061】

図10は、テセレーションされた六角形のセットとして形成される光学プレートを有するLED10のアレイを示す。図6に示される3つの領域A、B、C（すなわち14、15、16）は、複数のLEDのうちの1つに対して示されている。

【0062】

第2の実施形態では、光学素子は、図6で既に示されたように、やはり3つの領域に分けられる。しかしながら、第3の領域（領域C）の反射表面は、今度は非対称である。この領域の各個別の歯の角度 $\theta$ 及び $\phi$ は、対応するLED及び隣のLEDからの入射光線を同時に考慮に入れて計算されるが、等しい角度を有する必要はない。これは、角度 $\theta$ 及び $\phi$ の選択における多少の自由のおかげで可能である。

10

【0063】

しかしながら、両側からの光を同様に処理するためには、同じく小さな差 $|\theta - \phi| < 5^\circ$ がやはり好ましい。

【0064】

この自由は、光線は、構造体を形成する各歯の第1の光学表面及び第2の光学表面の両方と相互作用するという事実から生じる。

【0065】

図11は、両側から入射する両方の光線に対して内部全反射を実行する第3の領域のコリメート歯の動作の原理を説明するために用いられる。図11は、わずかに異なる入射角度を有する両側からの光に対して、反射が後に続く屈折が、垂直に向けられるビームをどのようにもたらすかを概略的に示す。

20

【0066】

図12は、隣接する2つのLEDが第3の領域から異なる距離にあり、したがって入射角度が同一ではないにも関わらず、第3の領域によってコリメートされる、当該2つのLEDからの光線を示す、光線追跡シミュレーションを示す。

【0067】

光学構造体の各歯は、1つのLEDからの光に対する単一のTIR機能、又は2つの隣接するLEDからの光に対する二重のTIR機能を実行するものとみなされる。歯の機能は、これらLEDまでの距離、及びこれらLEDから光学素子までの距離に依存する。

30

【0068】

図13は、第3の領域、すなわち二重のTIRの歯の領域の相対的なサイズ $(R - R_B) / 2R$ を、光学素子までの距離 $h$ に対するLEDのピッチ $2R$ の比率の関数としてプロットする。これはプロット「TIRdouble」である。TIR領域全体 $(R - R_A) / 2R$ も、プロット「TIR」として示されている。

【0069】

第1の実施形態におけるように、二重のTIR領域を有することの利点は、2つの光学素子の間の境界を横切る光線が、依然として良好な程度にコリメートされることである。

40

【0070】

事実上、各光学素子の有効半径は、やはり $R$ から $R + (R - R_B)$ へと増大される。

【0071】

上記の実施例に関して示された断面は線状構造体であるか、あるいは断面は、回転対称構造体の断面であってもよい。しかしながら概念は、回転非対称構造体にも拡張され得る。

【0072】

両側からの光を処理するための外側（第3の）領域の利用は、5度未満である $\theta$ と $\phi$ の差、並びに、各々が50度～60度の間である $\theta$ 及び $\phi$ の好ましい範囲が当てはまるように、当該領域が限定された非対称性を有することを必要とする。2つのLEDの間の境

50

界では、対称な歯が好ましい( = )。徐々に境界から遠ざかる程、及び を選択して同等の結果を得るために、より大きな自由がある。したがって、境界からの様々な距離において、非対称性の程度は異なる。

【0073】

第3の実施形態は、図14を参照して説明される。

【0074】

この実施形態では、構造はLED12a、12bのアレイからなり、各々のLEDは、今度は、一方のLED12aに対して130a、132a、他方のLED12bに対して130b、132bである2つの光学素子のスタックを有する。LEDに近い方の光学素子130a、130bは、LEDによって放射される光線を集光し、均一な態様で第2の光学素子132a、132bを照射する。

10

【0075】

第2の光学素子は、ビーム成形(例えば狭いスポットへのコリメーション)を提供する。また、この場合、第1の光学素子130a、130bは、上述の態様で3つの区別された領域に分けられる。

【0076】

ビーム成形は第2の光学素子132a、132bによって完成され得るので、下側の光学素子130a、130bの中央領域は、屈折による不完全なビーム成形を提供するにすぎない。

【0077】

上記の実施例におけるように、マイクロ構造体は必ずしも回転対称である必要はない。

20

【0078】

上記の実施例は、光のコリメーションのためにデザインされるものとして一般的に説明された。しかしながら、同様の光学素子を用いて、より複雑な他のビーム成形も可能である。

【0079】

上記の実施例は、LEDを利用する。しかしながら、ビーム成形は、他の小領域光源にも当てはまる。一般的に、本発明は、固体照明装置に対して特に関心が持たれる。

【0080】

システムは、一般的に小さな光出力領域を有する光源に対して関心が持たれる。典型的には、LEDダイのサイズ(図3におけるパラメータs)は、0.1mm~2mmの範囲である。

30

【0081】

LED間の離間(図2における半径R)は、典型的には $5\text{ mm} < R < 25\text{ mm}$ 、例えば $10\text{ mm} \sim 15\text{ mm}$ の範囲内である。通常、離間の値(図3におけるパラメータh)は、典型的には $1\text{ mm} < h < 10\text{ mm}$ 、例えば $1.5\text{ mm} \sim 2.5\text{ mm}$ の範囲内である。通常、全ての実施形態に対して、 $R/h$ は好ましくは、 $4 < R/h < 10$ の範囲内の比率を有する。

【0082】

光学プレートのための適切な材料は、PMMA及びポリカーボネート等のプラスチックである。これらは照明アプリケーション用の光学部品に最もよく用いられる材料である。

40

【0083】

本発明はとりわけ、スポット、ダウンライト、及びオフィス照明用の照明器具等の、限定された角度広がりを持つビームを必要とする照明アプリケーションに適用される。

【0084】

上記の実施例は、各ビーム成形ユニットの下部の個別の物理的光源を利用する。しかしながら、これら光源は、遠隔の物理的光源から例えば鏡又は光ガイドによって送られた光である光源であってもよい。したがって、光源は仮想であっても現実の元の光源は別の場所にあってもよい。「光源」の用語はこれにより理解されるべきである。この場合、例えば仮想光源のアレイを作り出すためにLEDの周りに鏡のセットを有した当該LEDといっ

50

たように、共有される物理的光源は、複数の仮想光源を提供する。

【 0 0 8 5 】

当業者によって、特許請求された発明を実施するにあたり、図面、明細書、及び添付の請求項の研究から、開示された実施形態の他のパリエーションが理解され達成されることができる。請求項で、「含む」の文言は他の要素又はステップを除外するものではなく、不定冠詞「a」又は「an」は複数を除くものではない。特定の手段が、相互に異なる従属請求項に記載されているという単なる事実は、これらの手段の組合せを有利に使用できないことを意味するわけではない。請求項のいかなる参照符号も、範囲を限定するものとして解釈されるべきではない。

【 図 1 】

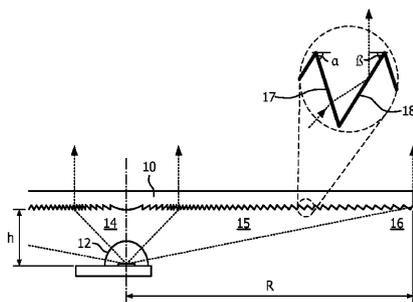


FIG. 1

【 図 2 】

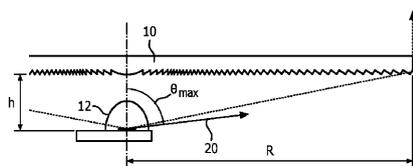


FIG. 2

【 図 3 】

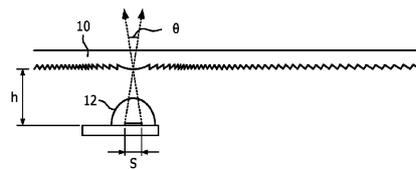


FIG. 3

【 図 4 】

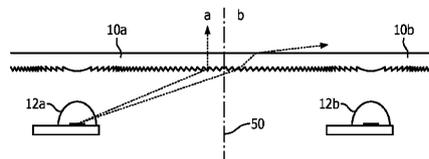


FIG. 4

【 図 5 】

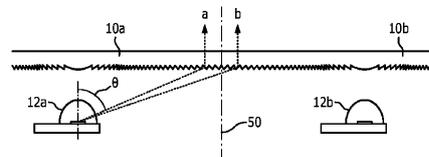


FIG. 5

【 図 6 】

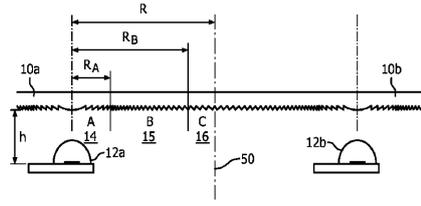


FIG. 6

【 図 8 】

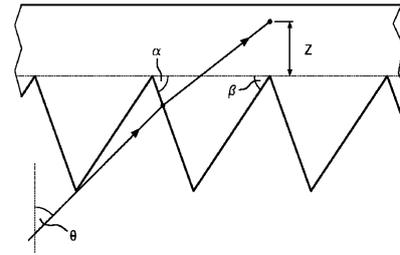
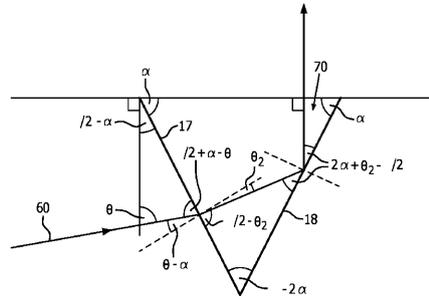


FIG. 8

【 図 7 】



$$n = \frac{\sin(\theta - \alpha)}{\sin \theta_2}$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left\{ \frac{\sin(\theta - \alpha)}{n} \right\} \dots [1]$$

$$\frac{1}{2} + \alpha + 2\alpha + \theta_2 - \frac{1}{2} =$$

$$3\alpha + \theta_2 = 0 \dots [2]$$

FIG. 7

【 図 9 】

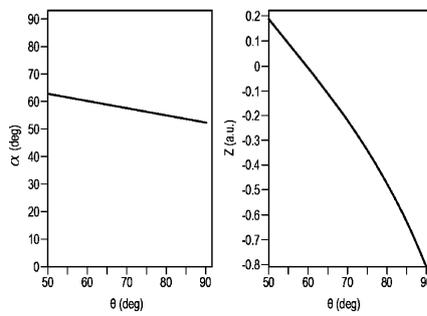


FIG. 9

【 図 10 】

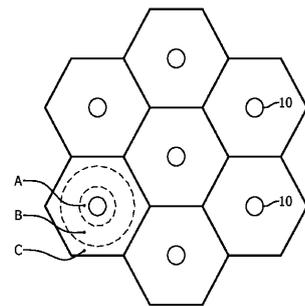


FIG. 10

【 図 12 】

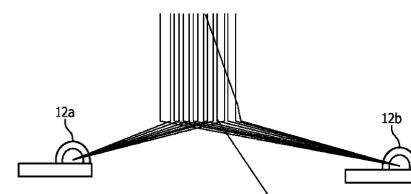


FIG. 12

【 図 11 】

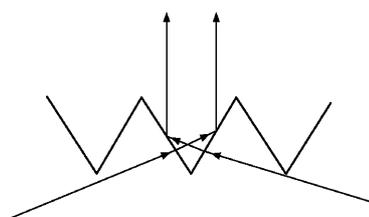


FIG. 11

【 図 13 】

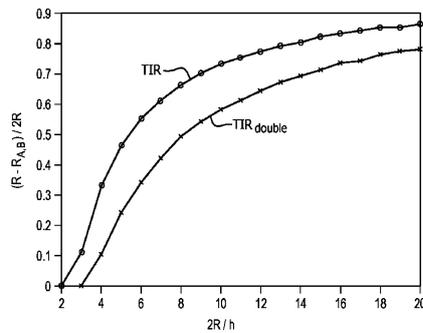


FIG. 13

【 図 1 4 】

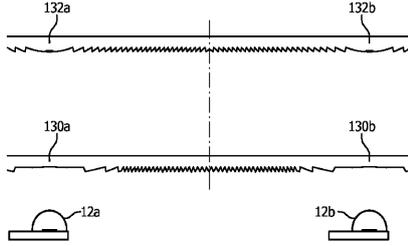


FIG. 14

## 【 手続補正書 】

【 提出日 】平成28年9月1日(2016.9.1)

## 【 手続補正 1 】

【 補正対象書類名 】特許請求の範囲

【 補正対象項目名 】全文

【 補正方法 】変更

【 補正の内容 】

【 特許請求の範囲 】

【 請求項 1 】

略平面に配置されるビーム成形ユニットのアレイを含むビーム成形システムであって、前記ビーム成形ユニットの各々は、

中央領域の下にある光源からの光を屈折することによってビーム通過機能を提供するための当該中央領域と、

前記中央領域の下にある前記光源からの光の内部全反射を介してビーム成形機能を提供するための中間領域と、

前記中央領域の下にある前記光源からの光の内部全反射を介してビーム成形機能を提供し、また、隣接する前記ビーム成形ユニットの前記中央領域の下にある光源からの光の内部全反射を提供するための外側領域と、  
を含み、

前記ビーム成形ユニットの各々は、光源のアレイに対向する起伏表面を有し、前記中間領域及び前記外側領域内の前記起伏表面は、光偏向プリズム素子のセットを含み、当該光偏向プリズム素子各々は、前記光源に向いて面する第1の面と、前記光源から離れて面する第2の面とを有し、

前記第1の面は前記略平面から第1の角度で延在し、前記第2の面は前記略平面から第2の角度で延在し、

前記中間領域の前記光偏向プリズム素子のセットに対し、 $< 85^\circ$ 、 $> 50^\circ$ 、 $|$   
 $-$   $| > 5^\circ$ であり、  
前記外側領域の前記光偏向プリズム素子のセットに対し、 $50^\circ <$ 、 $< 60^\circ$ 、且  
つ  $|$   $-$   $| < 5^\circ$ である、  
ビーム成形システム。

【請求項 2】

前記ビーム成形ユニットが配置されるプレート又はフォイルを含む、請求項 1 に記載の  
ビーム成形システム。

【請求項 3】

前記外側領域に対し、 $=$  である、請求項 1 又は 2 に記載のビーム成形システム。

【請求項 4】

前記中間領域に対し、 $>$  である、請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載のビーム成形  
システム。

【請求項 5】

前記中央領域は、前記光偏向プリズム素子のセットを含み、前記中央領域に対し、 $>$   
 $80^\circ$ 且つ  $< 50^\circ$  である、請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載のビーム成形システム  
。

【請求項 6】

前記プレート又はフォイルの材料は、 $1.4 \sim 1.7$  の範囲内の屈折率を有する、請求  
項 5 に記載のビーム成形システム。

【請求項 7】

前記光偏向プリズム素子は突起である、請求項 1 乃至 6 の何れか一項に記載のビーム成  
形システム。

【請求項 8】

前記ビーム成形ユニットの各々は六角形の外形を有し、前記中央領域と前記中間領域と  
の間の境界は、円形、六角形、又は丸みを帯びた角を有する六角形であり、前記中間領域  
と前記外側領域との間の境界は、円形、六角形、又は丸みを帯びた角を有する六角形であ  
る、請求項 1 乃至 7 の何れか一項に記載のビーム成形システム。

【請求項 9】

前記中間領域及び前記外側領域の前記ビーム成形機能は、コリメーション機能である、  
請求項 1 乃至 8 の何れか一項に記載のビーム成形システム。

【請求項 10】

前記中央領域によって提供される前記ビーム通過機能は、コリメーション機能である、  
請求項 1 乃至 9 の何れか一項に記載のビーム成形システム。

【請求項 11】

前記中央領域はフレネルレンズを含む、請求項 10 に記載のビーム成形システム。

【請求項 12】

前記ビーム成形ユニットのアレイの上の略平面に配置される第 2 のビーム成形ユニット  
の第 2 のアレイを含み、前記ビーム成形ユニットのアレイの前記中央領域によって提供さ  
れる前記ビーム通過機能は、パススルー機能を提供する、請求項 1 乃至 9 の何れか一項に  
記載のビーム成形システム。

【請求項 13】

光源のアレイと、

請求項 1 乃至 12 の何れか一項に記載のビーム成形システムと、  
を含み、前記ビーム成形ユニットの各々の前記中央領域は、対応する光源の上に設けられ  
る、照明システム。

【請求項 14】

前記光源は LED を含む、請求項 13 に記載の照明システム。

【請求項 15】

スポットライト照明システムを含む、請求項 13 又は 14 に記載の照明システム。

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2015/054478

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
INV.	G02B19/00 F21V5/04 G02B3/00 G02B3/08 F21Y105/00	
ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
F21Y G02B F21V		
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, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2013/051029 A1 (SUZUKI SHINGO [JP] ET AL) 28 February 2013 (2013-02-28) figures 1-4 paragraph [0050] - paragraph [0059] -----	1-15
A	JP 2013 057874 A (SHARP KK) 28 March 2013 (2013-03-28) abstract figures 1-4 -----	1-15
A	EP 2 343 578 A1 (GARCIA ORTIZ JOSE VICENTE [ES]; AIDO INST TECNOLOGICO DE OPTICA COLOR) 13 July 2011 (2011-07-13) paragraph [0024] paragraph [0033] -----	1-15
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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
4 May 2015		18/05/2015
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  von Hentig, Roger

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/054478

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2013051029	A1	28-02-2013	NONE
-----			
JP 2013057874	A	28-03-2013	EP 2755064 A1 16-07-2014
			JP 5192067 B2 08-05-2013
			JP 2013057874 A 28-03-2013
			US 2014218810 A1 07-08-2014
			WO 2013035404 A1 14-03-2013
-----			
EP 2343578	A1	13-07-2011	NONE
-----			

## 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 Y 105/18	(2016.01)	G 0 2 B	5/00	Z
F 2 1 Y 115/10	(2016.01)	F 2 1 Y	105:18	
		F 2 1 Y	115:10	

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, 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, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72) 発明者 セプハノフ ルスラン アフメドヴィチ  
 オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイントホーフェン ハイ テク キャンパス 5  
 Fターム(参考) 2H042 AA02 AA03 AA18 AA19 AA21  
 3K243 MA01