

(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2009-526368

(P2009-526368A)

(43) 公表日 平成21年7月16日(2009.7.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 2 1 S 2/00 (2006.01)	F 2 1 S 2/00 4 3 3	2 H 0 3 8
G 0 2 F 1/13357 (2006.01)	F 2 1 S 2/00 4 3 5	2 H 1 9 1
G 0 2 B 6/00 (2006.01)	G 0 2 F 1/13357	
F 2 1 Y 101/02 (2006.01)	G 0 2 B 6/00 3 3 1	
	F 2 1 Y 101:02	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 53 頁)		

(21) 出願番号 特願2008-554335 (P2008-554335)
 (86) (22) 出願日 平成19年2月8日 (2007.2.8)
 (85) 翻訳文提出日 平成20年9月16日 (2008.9.16)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2007/003360
 (87) 国際公開番号 W02007/095049
 (87) 国際公開日 平成19年8月23日 (2007.8.23)
 (31) 優先権主張番号 11/351,699
 (32) 優先日 平成18年2月10日 (2006.2.10)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 508240904
 アールピーシー フォトニクス インコー
 ポレーテッド
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 6
 2 3 ロチェスター クレイ ロード 3
 3 0
 (74) 代理人 100071755
 弁理士 斉藤 武彦
 (74) 代理人 100070530
 弁理士 畑 泰之
 (72) 発明者 チャクマクジャン, ステフェン エイチ
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 4
 7 2 ホニヨイ フォールズ オールド
 ブルック トレイル 1 3

最終頁に続く

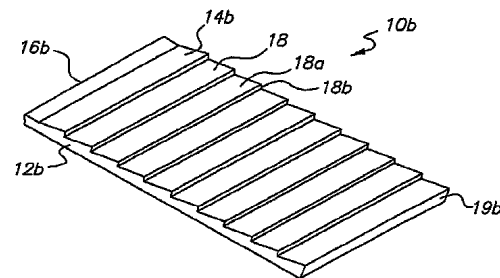
(54) 【発明の名称】 照明を導くための光学装置

(57) 【要約】

【課題】 光学装置から引き出された光が望ましい表面を経て出て予定された方向に拡がるやり方で、光学装置中に入力される光の実質的にすべてを引き出すために頂部の表面および/または底部の表面を有する照明を導くための光学装置の提供。

【解決手段】 複数の前側の出口面を提供する1つの階段状構造または複数の鋭角の傾斜構造を有する表面をもつ本体からなる照明を導くための光学装置であって、光を装置の1つの末端で入力したとき、光が該前側の出口面により分散され、そして該傾斜構造のそれぞれの前側の出口面から分散されるまで、該光の少なくとも実質的な部分が該本体の内部で反射される。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の前側の出口面を提供する 1 つの階段状構造または複数の鋭角の傾斜構造を有する表面をもつ本体からなる照明を導くための光学装置であって、光が装置の 1 つの末端で入力したとき、該前側の出口面により分散され、そして該傾斜構造のそれぞれの前側の出口面から分散するまで、該光の少なくとも実質的な部分が該本体の内部で反射することを特徴とする照明を導くための光学装置。

【請求項 2】

複数の鋭角の傾斜構造を有する表面をもつ本体；および
該光を分散するための前側の出口面を有する該傾斜構造のそれぞれからなる照明を導くための光学装置であって、光が該装置の 1 つの末端で入力したとき、該傾斜構造のそれぞれの前側の出口面から分散するまで、光が該本体内で実質的にすべて内部的に反射することを特徴とする照明を導くための光学装置。

10

【請求項 3】

該前側の出口面の末端が、該表面に沿って次の傾斜構造の開始と接触する請求項 2 の装置。

【請求項 4】

該表面を第 1 の表面とし、該本体が第 2 の表面を有し、その場合、該第 1 および第 2 の表面が、それぞれ装置の頂部の表面および底部の表面であり、そして該第 2 の表面が実質的に平らである請求項 2 の装置。

20

【請求項 5】

該傾斜構造のそれぞれ隣接する組が、該第 2 の表面に実質的に平行であってしかも面している平らな面により分けられている請求項 4 の装置。

【請求項 6】

該本体が、光を入力するための該 1 つの末端に相当する第 1 の末端および第 2 の末端を有し、該傾斜構造のそれぞれが、該第 1 の表面に沿ってサイズが等しく、そして該傾斜構造が、それぞれ、該第 1 の末端と第 2 の末端との間で該第 2 の表面に向かって逐次テーパを付けられて装置の厚さが漸次薄くなる請求項 4 の装置。

【請求項 7】

該第 2 の末端での厚さが実質的に零であり、そして該本体中に入力する該光の実質的にすべてが、該傾斜構造の該前側の出口面から分散する請求項 6 の装置。

30

【請求項 8】

該本体が、光を入力するための該 1 つの末端に相当する第 1 の末端および第 2 の末端を有し、該傾斜構造が、装置の軸に相当する該第 1 の末端と第 2 の末端との間の次元に沿って延在し、その場合、該傾斜構造が、それぞれ該軸に対して鋭角の傾斜表面を有し、そして該傾斜構造のそれぞれの前側の出口面が、該軸の垂直方向に対して鋭角の面である請求項 2 の装置。

【請求項 9】

R が該軸に対する傾斜表面の角度を表し；

E_F が該軸の垂直方向に対する該構造のそれぞれの該前側の出口面の角度を表し；

40

該本体が屈折率 (NA) を有する物質からなり；

R_n が該本体の材料の屈折率対該本体を囲む媒体の屈折率の比であり；そして
該角度 R および E_F が、少なくとも式

【数 1】

$$\Theta_{EP} \leq \arcsin\left[\frac{1}{R_n}\right] - \arcsin\left[\frac{1}{R_n} NA\right]$$

$$\arcsin[R_n \sin(\Theta_{EP})] - \Theta_{EP} \geq \Theta_s$$

に従って選択される請求項 8 の装置。

【請求項 10】

該傾斜構造のそれぞれの前側の出口面から分散される該光が、或る角度の範囲にわたって該本体から該光を分散する請求項 2 の装置。

50

【請求項 1 1】

該構造のそれぞれの下り面から分散された該光が、広い角度にわたって該本体から該光を分散する請求項 2 の装置。

【請求項 1 2】

該傾斜構造のそれぞれの該前側の出口面が曲がっている請求項 2 の装置。

【請求項 1 3】

該傾斜構造のそれぞれの該前側の出口面が平らである請求項 2 の装置。

【請求項 1 4】

本体が、光を入力するための該 1 つの末端に相当する第 1 の末端および第 2 の末端を有し、該傾斜構造が、該第 1 の末端と第 2 の末端との間の次元に沿って延在し、そして該本体が、該第 1 の末端と第 2 の末端との間の該次元に沿って曲がっている請求項 2 の装置。

10

【請求項 1 5】

本体が、光を入力するための該 1 つの末端に相当する第 1 の末端および第 2 の末端を有し、該傾斜構造が、装置の長さに相当する該第 1 の末端と第 2 の末端との間の次元に沿って延在し、そして該本体が該装置の幅に沿って曲がっている請求項 2 の装置。

【請求項 1 6】

該本体が、該傾斜構造の該最初の 1 つと光を入力するための該 1 つの末端との間に入力部分を有する請求項 2 の装置。

【請求項 1 7】

該入力部分が、該 1 つの末端から該傾斜構造を有する該本体への光の伝達を助けるように成形されている請求項 1 6 の装置。

20

【請求項 1 8】

本体が、光を入力するための該 1 つの末端に相当する第 1 の末端および第 2 の末端を有し、該傾斜構造が、装置の軸に相当する該第 1 の末端と第 2 の末端との間の次元に沿って延在し、そして該入力部分が、該軸の少なくとも 1 つまたは該軸に垂直な次元に沿って、該第 1 の末端への該傾斜構造の最初の 1 つの方向にテーパが付けられている請求項 1 6 の装置。

【請求項 1 9】

該本体が円筒である請求項 2 の装置。

【請求項 2 0】

30

該表面が頂部の表面であり、該傾斜構造が第 1 の傾斜構造であり、該本体が第 1 の部分と第 2 の部分とを有し、その場合、該第 1 の傾斜構造は該第 1 の部分の該頂部の表面に沿って設けられ、該装置は、さらに互いに交互する該底部の表面に沿う第 2 の傾斜構造および下り構造からなり、そして光が該本体の該第 1 の部分から受容されるとき、該第 2 の傾斜構造のそれぞれの傾斜面から反射により分散されて該頂部の表面を出るまで、または該傾斜面から伝達されて次の隣接する下り構造に戻されるまで、光が該本体の該第 2 の部分内で完全に内部で反射される請求項 1 の装置。

【請求項 2 1】

該第 2 の傾斜構造のそれぞれが、該軸に対して鋭角である昇り表面からなり、そして該下り構造のそれぞれが、該軸の垂直方向に対して鋭角である下り表面従って該頂部の表面に実質的に平行な表面からなる請求項 2 0 の装置。

40

【請求項 2 2】

該下り構造のそれぞれの該下り表面がプリズム状の表面である請求項 2 1 の装置。

【請求項 2 3】

最初の平らな表面が、該 1 つの末端から該第 2 の傾斜構造の最初のものへ延在している裏面より低く、そして最初の平らな表面の後の下り構造のそれぞれの平らな表面が、光学装置の長さに沿ってその前の平らな表面より高いレベルにあり、それにより光学装置の厚さを薄くする請求項 2 1 の装置。

【請求項 2 4】

該第 2 の傾斜構造および該下り構造のそれぞれのサイズが、該底部の表面に沿う厚さの

50

減少に比例して増加する請求項 2 3 の装置。

【請求項 2 5】

第 2 の傾斜構造のそれぞれの昇り表面が、該軸に対して次第に鋭くなる鋭角の複数の面に分節される請求項 2 1 の装置。

【請求項 2 6】

傾斜構造のそれぞれの昇り表面が、連続して変化するスロープを有する請求項 2 1 の装置。

【請求項 2 7】

少なくとも該第 2 の傾斜構造および下り構造に沿う底部の表面が、反射性材料を有する請求項 2 1 の装置。

【請求項 2 8】

装置の該頂部の表面からの光の分散が、該傾斜構造のそれぞれの傾斜表面の高さ、該傾斜構造のそれぞれの傾斜表面の角度、該傾斜構造のそれぞれの前側の出口面の角度および該傾斜構造の隣接するものの間の間隔の 1 つ以上による請求項 8 の装置。

【請求項 2 9】

傾斜表面の高さ、傾斜表面の角度および前側の出口面の角度が、該頂部の表面に沿って傾斜構造のそれぞれについて同じであり、そして該傾斜構造の隣接するものの間の間隔が、該表面に沿って同じである請求項 8 の装置。

【請求項 3 0】

傾斜表面の高さ、傾斜表面の角度および前側の出口面の角度が、該表面に沿って該傾斜構造の 1 つ以上について変化する請求項 8 の装置。

【請求項 3 1】

該傾斜構造の隣接するものの間の間隔が、該表面に沿って該傾斜構造の 1 つ以上について変化する請求項 3 0 の装置。

【請求項 3 2】

さらに、該装置の該 1 つの末端中に入力される光に関する源を含む請求項 2 の装置。

【請求項 3 3】

該源が、ランプ、シングル LED、LED の列または光ファイバー光源である請求項 3 2 の装置。

【請求項 3 4】

該源および該装置が、ハウジングに配置される請求項 3 2 の装置。

【請求項 3 5】

該ハウジングが、表面に設置可能である請求項 3 4 の装置。

【請求項 3 6】

該装置がハウジングに配置され、そして該源が、照明を受容するための該ハウジングの外の入力末端および該装置に光を伝達するための該ハウジング中に延在する出力末端を有する光ファイバーからなる請求項 3 2 の装置。

【請求項 3 7】

一連の構造体を有しかつ頂部の表面および底部の表面を有する本体からなる照明を導くための装置であって、該一連の構造体は装置の軸に相当する次元に沿って装置の 1 つの末端から延在し、

該構造体のそれぞれは、昇り表面とそれに続く下り表面をもち、該昇り表面および該下り表面は、該軸に対して傾斜して、光が該構造体の昇り表面および該底部の表面に沿ってそのすべてまたは実質的部分が内部的に反射される間、該構造体の該下り表面のそれぞれから該 1 つの末端で光が該本体に入力されるとき、光の分散を可能にすることを特徴とする照明を導くための装置。

【請求項 3 8】

複数の傾斜構造および下り構造を有する底部の表面および頂部の表面を有する本体からなる照明を導くための装置であって、該傾斜構造および下り構造が該底部の表面に沿って互いに交互し、そして該傾斜構造および下り構造は、該頂部の表面と実質的に平行な装置

10

20

30

40

50

の軸に相当する次元に沿って延在し、そして光が該本体の１つの末端から受容されるとき、該傾斜構造の１つから該頂部の表面からの出口へ反射により分散されて該頂部の表面から出るまで、または該下り構造の隣接する１つを経て該傾斜構造の１つを通して伝達されて該本体中に戻されるまで、光が該本体内ですべて内部的に反射されることを特徴とする照明を導くための装置。

【請求項 39】

該傾斜構造のそれぞれが、該軸に対して鋭角の昇り表面からなり、該下り構造のそれぞれが、該軸の垂直方向に対して鋭角である下り表面からなる請求項 38 の装置。

【請求項 40】

該下り構造のそれぞれの該下り表面がプリズム状の表面である請求項 39 の装置。

10

【請求項 41】

最初の平らな表面が、該１つの末端から該傾斜構造の最初のものに延在する裏面よりも低く、最初の平らな表面の後の下り構造のそれぞれの平らな表面が、光学装置の長さに沿ってその前の平らな表面より高いレベルにあり、それにより光学装置の厚さを薄くする請求項 39 の装置。

【請求項 42】

該傾斜構造および該下り構造のそれぞれのサイズが、該底部の表面に沿う厚さの減少に比例して増加する請求項 38 の装置。

【請求項 43】

傾斜構造のそれぞれの昇り構造が、該軸に対して次第に鋭くなる鋭角の複数の面に分節される請求項 39 の装置。

20

【請求項 44】

傾斜構造のそれぞれの昇り構造が、連続して変化するスロープを有する請求項 39 の装置。

【請求項 45】

該底部の表面が反射性材料を有する請求項 38 の装置。

【請求項 46】

さらに、該装置の該１つの末端中に入力される光を入力するための源を含む請求項 38 の装置。

【請求項 47】

該源が、ランプ、シングル LED、LED の列または光ファイバー光源である請求項 46 の装置。

30

【請求項 48】

該源および該装置がハウジングに配置される請求項 46 の装置。

【請求項 49】

該ハウジングが表面に設置可能である請求項 48 の装置。

【請求項 50】

該装置がハウジングに配置され、該源が照明を受容するための該ハウジングの外の入力末端および該装置へ光を伝達するために該ハウジング中に延在する出力末端を有する光ファイバーからなる請求項 38 の装置。

40

【請求項 51】

頂部の表面および底部の表面、並びに装置の長さに沿って光を入力するための入力末端からの複数の連続する部分を有する本体からなる照明を導くための光学装置であって；該部分の少なくとも１つの頂部の表面は、前側の出口面を有する複数の第１の傾斜構造を有し、その場合、光は、該頂部の表面に沿って該前側の出口面からの分散のために該部分の該１つ内で反射されることができ；

該部分の少なくとも１つ以外の中の少なくとも１つの底部の表面は、複数の第２の傾斜構造を有し、その場合、光は、該第２の傾斜構造の１つからの反射により分散されて該頂部の表面から出るために該部分の少なくとも１つ以外の中の該１つ内で反射されうることを特徴とする照明を導くための光学装置。

50

【請求項 5 2】

光が、或る光の分散をもたらすために組み合わせられた該第 1 の傾斜構造および該第 2 の傾斜構造から該光学装置を出る請求項 5 1 の光学装置。

【請求項 5 3】

頂部の表面および底部の表面を有する光誘導装置および該光誘導装置中に光を入力するための光源からなる照明装置であって；

該頂部の表面および底部の表面の少なくとも 1 つは、該頂部の表面に沿って照明をもたらす鋭角の傾斜構造のパターンからなり、その場合、該傾斜構造が底部の表面に沿って存在するとき、該傾斜構造は該頂部の表面から光を導き、そして該傾斜構造が該頂部の表面に沿って存在するとき、該傾斜構造は該傾斜構造の鋭角の出口面から光を導くことを特徴とする照明装置。

10

【請求項 5 4】

さらに、少なくとも該光誘導装置を有するハウジングを含む請求項 5 3 の装置。

【請求項 5 5】

該ハウジングが、さらに該光源を有する請求項 5 4 の装置。

【請求項 5 6】

該ハウジングが、表面に設置可能である請求項 5 4 の装置。

【請求項 5 7】

該光源が、ランプ、シングル LED、LED の列または光ファイバー光源である請求項 5 3 の装置。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、光学照明誘導装置例えば光ガイドに関し、さらにそれらの頂部の表面から光を分散するために、それらの頂部の表面に沿って階段状または鋭角の傾斜構造および／またはそれらの底部の表面に沿って鋭角の傾斜構造を有する照明を導くための光学装置に関し、その場合、光は、これらの構造により装置の外に分散されるまで、装置の内ですらなくとも実質的に完全に内部で反射される。本発明の光学装置は、完全な内部の反射のプロセスを経て光を導き、それにより予定された空間への分散および角度をもった分散へ有効に伝達される。本発明の光学装置は、種々の照明の応用、例えば建築物の照明、ディスプレイ、バックライト、ソリッドステートライティング、信号または消費財に有用である。本発明は、また、これらの光学装置を使用して、本明細書では照明器具とよぶ照明装置に関する。

30

【背景技術】**【0002】**

非常に多くの照明の使用は、或る源から空間の特定の目標または域に光の放射を運ぶために光学的な光ガイドを用いる。例えば、光ガイドは、バックライトディスプレイシステム、一般の照明（例えば照明器具）および医学用装置例えば内視鏡に使用されている。例えば、特許文献 1 - 8 参照。これらの文献に記載された光ガイドすなわち光を導く光学要素は、光を引き出すために、三角形または台形のいずれかの形状の表面、マイクロプリズムまたはマイクロレンズの列、波形のリボン様構造、プリズム状の表面の刻み、または円いノッチに依存する。それらの個々の応用でそれらのそれぞれの光源について有用であるが、これらの光を導く光学要素は、本発明の構造から実現されるような、光を導くための完全に内部の反射を有効に用いることがない。

40

【0003】

【特許文献 1】米国特許 6 7 7 5 4 6 0

【特許文献 2】米国特許 5 9 4 9 9 3 3

【特許文献 3】米国特許 6 4 7 4 8 2 7

【特許文献 4】米国特許 6 0 0 2 8 2 9

【特許文献 5】米国特許 6 9 4 8 8 3 2

50

【特許文献 6】米国特許 5 1 3 6 4 8 0

【特許文献 7】米国特許 5 6 1 3 7 5 1

【特許文献 8】米国特許 6 9 1 0 7 8 3

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従って、光学装置から引き出された光が望ましい表面を経て出て予定された方向に拡がるやり方で、光学装置中に入力される光の実質的にすべてを引き出すために頂部の表面および／または底部の表面を有する照明を導くための光学装置を提供するのが、本発明の特徴である。

10

【0005】

種々の照明装置および応用において 1 つ以上の光源により利用できる頂部の表面および／または底部の表面に構造を有する照明を導くための光学装置を提供するのが本発明の他の特徴である。

【課題を解決するための手段】

【0006】

簡単に説明すると、本発明を具現化する光学装置は、これら構造の前側の出口面から光を分散するために前側の出口面をそれぞれ有する複数の階段状または鋭角の傾斜構造を有する頂部の表面および光入力末端を有する光学物質の本体を有する。入力される光のすべてまたは少なくとも実質的な部分は、前側の出口表面から分散されるまで、本体内ですべて内部的に反射される。

20

【0007】

構造は、装置の長さを規定する軸に平行な方向で頂部の表面に沿って延在する。装置の底部の表面は、この軸に実質的に平行している。このような光学装置が鋭角の傾斜構造を有するとき、傾斜構造は、それぞれこの軸に対して鋭角の傾斜（または昇り）表面を有し、そして傾斜構造のそれぞれの前側の出口面は、この軸の垂直方向に対して鋭角の表面に相当する。それぞれの傾斜構造の前側の出口面は、次の隣接する傾斜構造の傾斜表面の開始と接触するか、または隣接する傾斜構造のそれぞれの組が、軸に実質的に平行な表面により分けられているかの何れかである。傾斜構造は、それぞれ底部の表面に向かって光入力末端から離れて連続してテーパが付けられ、それにより装置の厚さを徐々に薄くする。光入力末端に反対の装置の他の末端の厚さは、実質的に零であって、本体中に入力される実質的にすべての光を、傾斜構造の前側の出口面から分散できるようにする。

30

【0008】

光学装置の本体は、光入力末端と構造の最初のものとの間に入力部分を有し、それは開口数を減少させるおよび／または装置の幅に沿う本体の次元に沿って平行になるように成形される。

上記の光学照明誘導装置は、上側の構造の装置である。本発明は、さらに、底部の表面に沿って互いに交互する傾斜構造および下り構造を有する底部の表面をもつ下側の構造の装置に相当する照明を導くための光学装置を具現化する。このような傾斜構造および下り構造は、装置の軸に平行な次元に沿って延在する。装置の本体の頂部の表面は、この軸に実質的に平行である。光が装置の本体の 1 つの末端から受容されるとき、光は、傾斜構造の 1 つから反射により分散されて装置の頂部の表面から出るまで、または下り構造の隣接する 1 つを経て傾斜構造の 1 つを通して伝達されて本体中に戻されるまで、本体内ですべて内部的に反射される。

40

【0009】

下側の構造の装置のそれぞれの傾斜構造は、装置の軸に対して鋭角の昇り表面を有する。それぞれの下り構造は、装置の軸の垂直方向に対して鋭角の下り表面従って頂部の表面に実質的に平行な表面を有する。それぞれの下り構造の下り表面は、傾斜構造から光の向きを変えて光学装置中に戻すのを助けるために、プリズム状の表面である。下り構造の最初の平らな表面は、装置の光入力末端から該傾斜構造の最初のものへ延在する後ろの表面

50

より低く、最初の平らな表面の後の下り構造のそれぞれの平らな表面は、装置の長さに沿って、その前の平らな表面より高いレベルにあり、それにより装置の厚さを薄くする。所望により、傾斜構造および下り構造のサイズは、このような底部の表面に沿って厚さを薄くすることに比例して増加する。その上、傾斜構造のそれぞれの昇り表面は、角度が次第に鋭くなる複数の表面に分節されるか、単一の角度のついた平らな表面になるか、または連続して変化するスロープを有する。

【 0 0 1 0 】

下側の構造の正面誘導装置は、別の光学装置であるか、または上記のような上方および下方の構造の表面を有する照明を導くための光学装置を提供するための上側の構造の照明誘導装置と同じ本体の一部である。このような組み合わせられた光学装置は、連続する部分

10

を有する本体を有し、それぞれの連続する部分は、前の部分から光を受容する。このような部分の少なくとも1つは、上側の構造の光学照明誘導装置に相当し、このような部分の少なくとも1つ以外のものの中の少なくとも1つは、下側の構造の光学照明誘導装置に相当する。部分の1つの構造により分散されない光は、装置の本体の次の連続する部分により受容され、そして以下同様である。本体の構造の部分から分散された光は、光学装置の頂部の表面から組み合わせられた照明をもたらす。

【 0 0 1 1 】

本発明は、さらに、本明細書で照明器具とよばれる照明装置を具現化し、それは、光源、および上側、下側またはその両者の上方および下方の側面の上記の光学装置を有する。

20

例えば、光源は、ランプ、シングル発光ダイオード (LED)、LEDの列、または光ファイバー光源である。このような照明器具は、特別な照明の用途に従って表面に設けることができるハウジング内に設けられ、そのような表面は部屋または乗り物 (例えば自動車または航空機) の壁、階段、床、棚、天井、または照明が必要な他の用途を意味する。照明器具は、また、ハウジングの有無にかかわらず提供され、そして器具、装置に設けられ、ヒトの身体例えば手首、衣類の物品例えば帽子に着けられるか、または他の装置例えばLCDディスプレイのハウジングに含まれる。ハウジングおよびそのなかのコンポーネントは、特別の照明の用途に応じてサイズおよび形が決められる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 2 】

本発明は、光のコントロールされた分散を可能にするための種々の構造上の表面を有する光学照明装置 10 a、10 b、10 c、10 d、10 e、10 f および 10 g を記述する。これらの光学装置 10 a - f のそれぞれは、本発明の異なる態様として以下に記述されるが、単一の光学装置は、例えば光学装置 10 g におけるように、同じ表面または異なる表面について画かれた、装置 10 a - f の1つ以上からの構造を有する。光学装置 10 a - f は、装置内の全内部反射のプロセスを経て光の誘導を可能にするように、周囲の媒体例えば材料または気体例えば空気のそれよりも高い屈折率を有する光学材料例えばプラスチック、ガラス、ポリカーボネートまたはシリコンからなる。以下に記述されるように、光学装置 10 a - f の本体の1つ以上の表面上に、装置の外に漏れる照明の分散をコントロールすることと組み合わせられて光を有効に引き出すように、リリース構造が表面に

30

40

【 0 0 1 3 】

光学装置 10 a - g の構造は、光学材料の1つ以上の表面上に構成され、従来のミリング、旋盤またはダイヤモンド旋削によりこれら装置の本体が用意される。これらの技術は、また、例えばこれら装置の大きな平らなシートのための押し出しまたは非平面の形の製造のために、これら装置の射出成型または押し出し成型、または射出成型次にスランピングまたは加熱成形のための型を提供するのに使用できる。

【 0 0 1 4 】

光学装置 10 a - g は、ほとんど透明な絶縁材料からつくられる平行な形状の構造を主として有する。光学装置 10 a - g およびそれらのそれぞれの構造の大きさは、光の波長に比べて大きく、回折の効果はほとんど無視され、光に関する光線のモデリングを可能に

50

する。光学装置 10 a - g は、隣接する面へ光をカップリングする目的で構造の 1 つの面中にカップリングされる光のための導管として作用する。これは、ほとんどの使用で、光が 1 つの末端中にカップリングされそして反対の末端から出る光ファイバーとは逆である。

【 0 0 1 5 】

光学装置 10 a - g の表面は、反射と屈折との両者を利用して光をコントロールし、装置からすべての光をカップリングするか、または装置に残る光の開口数を維持するかまたは減らしつつ光の一部をカップリングするかのいずれかを行う。光学装置は、テーパを付けられた光ガイド（光ガイドに関する厚さが薄くなる時、開口数が、それに応じて増加する）とは反対に、不連続な段により光学装置の大きさを小さくすることによってのみ、それらの装置内の光の開口数を維持する原理に基づいて動作する。これは、装置内を通る光の開口数を増加することなく、光学装置の大きさを小さくしながら、出力のカップリングを可能にする。

10

【 0 0 1 6 】

図 1 - 4 5 に示された光学装置 10 a - e の操作の原理を理解するために、先ず、光ガイドの次元とその中に拡がる光の開口数との積として式 (1) の光学的不変量を考える。

【 0 0 1 7 】

【 数 1 】

$$L \equiv X * NA_x,$$

20

ただし、X は光ガイドの次元であり、 NA_x は、式 (2)

【 0 0 1 8 】

【 数 2 】

$$NA_x \equiv n \sin(\Theta_{Ray-max}).$$

【 0 0 1 9 】

（ただし、装置の光学物質の屈折率は n でありそして装置の軸に対して光の伝播の最大角は $Ray-max$ である）により与えられる x 方向の光の開口数である。式 (1) および (2) は、もし装置の次元が小さくなると、光学装置内の光の角度が、それに応じて増加することを示す。この原理は、断熱的テーパデザインに伴う開口数の増加を防ぐための光をカップリングしつつ、光学装置の次元を小さくすることにより避けられる。これは、残存する光の角度の増加なしに、光学装置の構造の厚さを減らすことを可能にする。これは、それ自体で側面から外へ漏れるか、または実際に反射して源に向かって戻るか何れかの点に光学装置の次元を小さくすることがしばしば可能であるため、重要である。

30

【 0 0 2 0 】

光学装置 10 a - e に関する光学デザインのルールは、目的とする表面からの 100 % 有効なカップリング（フレネル反射を除く）について、以下に示される。示されるように、装置の表面に入射する実質的にすべての光は、所望の表面を通して外へカップリング（射出）され、装置に残る光の開口数を維持または減少させつつ、この光を外へカップリングする。その上、光学装置から射出される引き出された光の出力の角度の分散をコントロールすることができる。光学装置のいくつかの特徴は、以下の通りである。

40

【 0 0 2 1 】

- (1) 肉眼で見える光ガイド > > 波長
- (2) 厚さに比べて長い長さ（典型的な例では、厚さの > 10 倍）
- (3) 光ガイドに残る光の開口数の維持または減少
- (4) 開口数を維持するために光を外にカップリングすることによる光ガイドの次元の減少
- (5) 光線の角度を操作するための屈折および完全な内部反射の両者の使用

50

(6) 前面および裏面の両者のデザインのルール

(7) ほぼ 1 0 0 % のカップリング能率のために開発されたデザインルール

(8) 出力光の角度のついた分散の最大のコントロール

【 0 0 2 2 】

図 1 について、上部の表面 1 4 a に沿って階段状の構造 1 1 を設ける一連の段を有する光学材料の本体 1 2 a をもつ第 1 の態様の光学装置 1 0 a が示される。段のそれぞれは、同じ間隔をおいて配置されていることが示される。以下の理論上の説明により示されるように、光学装置 1 0 a は、前面の出力カップリングを用意し、光が装置 1 0 a の 1 つの末端 1 6 a 中に入力すなわち入射するとき、その光は段のそれぞれの前側の出口面 1 1 a により分散され、そして光の実質的な部分は、これらの前側の出口面から分散されるまで、本体 1 2 a 内で内部で反射される。

10

【 0 0 2 3 】

光学装置 1 0 a は、本発明の概念を示すために主として提供され、そして光学装置 1 0 b - e に加えられる特徴が、前面に入射する実質的にすべての光のアウトカップリングをもたらすことができ、一方光学装置を出ない光の開口数を増大させないことから、記載された態様のなかで好ましい態様の最低のものと考えられる。この出力カップリングは、予定された方向に装置から光をカップリングしつつ、光学装置の次元を小さくする。光学装置からカップリングされた光は、装置の内側に伝播する光のそれに等しいかまたはそれよりも低い開口数を有する。これは、それを通して光が光学装置中にカップリングされた領域（末端面 1 6 a ）よりも実質的に広い領域（光学装置の前側表面）を通して光を発することによって光学不変量（式（ 1 ））に反することなく達成される。

20

【 0 0 2 4 】

光学装置 1 0 a の前側表面 1 4 a は、光を外へカップリングするために前側の末端表面 1 1 a および平行な表面 1 1 b を用意する不連続の段を有し、そして装置の内側に伝播する光の開口数を大きくすると思われる角度のついたテーパを用いることなく、本体 1 6 の厚さを薄くする。光学装置 1 0 a の断面は、図 2 に示される。この態様は、断熱的テーパデザインの場合におけるように、装置の厚さを薄くして零にしながら、光学装置内に伝播する光線の開口数が増加しないことを確実にするために、装置の次元を段々に小さくさせるとともに、光を外へカップリングする。この態様の目的は、前側の表面 1 4 a の構造の前側の出口面 1 1 a から光をカップリングすることである。残念ながら、この構造 1 1 は、また、いくらかの光が裏面 1 5 a からカップリングすることを可能にする。

30

【 0 0 2 5 】

図 2 は、光が入力末端面 1 6 a を通って装置中に入射する光線の形態を示している。内部の光は、Ray a、Ray b、Ray c および Ray d と名付けられた 4 つの光線により画かれる。Ray a と名付けられた光線は、光学装置 1 0 a の表面に向かって図では上方に伝播しつつある。それは段の面に入射し、垂直方向から離れて段の面を通して屈折し、うまく装置を出ることを示している。Ray b と名付けられた光線は、光学軸 1 7 a と平行して進行している。この光線は、出口面 1 1 a の 1 つに入射し、そして媒体対空気の界面を通して伝播しそして軸 1 7 a と平行して装置から出ることが示されている。Ray c と名付けられた末端の光線は、装置の頂部の表面と反射して離れ、次に出口面 1 1 a の 1 つと衝突することが示されている。この光線は、スネルの法則に従って出口面の垂直方向から屈折して離れ、次に装置に再び入り、垂直方向に向かって屈折する。この光線は、装置に再び入ると、装置内に保持されない角度で伝播し、望ましくない方向に裏面 1 5 a から出る。光学装置 1 0 a の構造は、従って、所望の方向に光をアウトカップリングするのに有効ではない。Ray d は、裏面 1 5 a からの全内部反射を行う非常に下方を進行する光線を画いている。Ray d に関するこの状態は、光学装置材料の屈折率対周囲の媒体の屈折率の比が入射する光の開口数を支持するのに適切である限り、生ずる。

40

【 0 0 2 6 】

図 2 の Ray d のような最大角の光線の全内部反射を支持するための裏面 1 5 a およ

50

び任意の平行な前側の表面 1 1 b (または装置の軸に平行な任意の他の表面)からの反射に関する有効性の条件は、以下に記述される。

表面の臨界角は、式 (3)

【 0 0 2 7 】

【 数 3 】

$$\Theta_{critical} = \arcsin \left[\frac{1}{R_n} \right],$$

(ただし、屈折率比は、式 (4)

10

【 0 0 2 8 】

【 数 4 】

$$R_n = \frac{n_{lg}}{n_m},$$

(ただし、変数 n_{lg} および n_m は、それぞれ光学装置 1 0 a の材料および媒体の屈折率である)である)
により規定される。

光学装置 1 0 a の内側の光の最大角は、式 (5)

20

【 0 0 2 9 】

【 数 5 】

$$\Theta_{Ray-max} \geq \arcsin \left[\frac{1}{R_n} * NA \right],$$

【 0 0 3 0 】

(ただし、NA は、入射される光線 (空気中) の開口数の正弦である)

により規定される。ガウス分布光線の開口数は、分布の $1/e^2$ 強度値での角度の正弦である。ガウスのビームについて、 $1/e^2$ 限界の外側のパラメーターにより伝播するエネルギーはほとんど無く、そしてこれは限界光線として使用できる。前側の出口面 1 1 a 上のこの光線の入射角は、式 (6)

30

【 0 0 3 1 】

【 数 6 】

$$\Theta_{in} = \pm(90 - \Theta_{Ray-max}).$$

により与えられる。

完全な内部反射でこれらの光線を保持する光学装置 1 0 a では、条件は、式 (7)

【 0 0 3 2 】

【 数 7 】

40

$$\Theta_{in} \leq \Theta_{critical}$$

を満足しなければならない。入射された光の開口数を保持するのに必要な要求される率の比 R_n は。図 3 に示される。屈折率比 $R_n > 1.41$ は、光学装置 1 0 a 中に入射される 1.0 に等しい値の開口数を保持するだろう。屈折率比 R_n が図 3 に画かれた限界よりも大きい条件は、導かれた光の完全な内部反射を保持するために光学装置 1 0 a について必要である。

【 0 0 3 3 】

図 4 について、本発明の第 2 の態様の光学装置 1 0 b が示されている。光学装置 1 0 b は、前側の表面 1 4 b に沿って一連の反復する (または周期的な) 鋭角の傾斜 (またはつ

50

め車)構造18を有する光学材料の本体12bを有する。それぞれの傾斜構造18は、鋭角の昇り(または傾斜)表面18aおよび鋭角の前側の出口面(またはファセット)18bを有する。前側の出口面18bは、光が末端16bで入力したとき、光を分散し、そしてこの光は、傾斜構造18の前側の出口面18bにより分散されるまで、本体12b内で完全に内部で反射されることによって装置に導かれる。光学装置10bは、前側の表面14bに入射する実質的にすべての光を能率的に引き出し(フレネルの損失を除く)、後方に傾斜したその出口面18bの直前に離れて傾斜しているその昇り表面18aを有するそれぞれの傾斜構造18を有する。図5は、傾斜構造18の3つの前側の表面構造の断面図である。昇り18aおよび出口面18bは、有効であるために鋭角を形成する。この鋭角は、上記の第1の態様の光学装置10aの短所を避けるのに必要である。

10

【0034】

光学装置10bの軸17bに対する昇り表面18aの角度は、 θ_R として表される。軸17bの垂直方向に対する出口面18bの角度は、 θ_{EF} として表される。それぞれの傾斜構造18と底部の表面15bとの間の本体12bの厚さは、光学装置10bの長さに沿って同じである。底部の表面15bは、実質的に平らで光学軸17bと平行しており、そして式(7)の関係により提供されるように、光学装置10b中に入射されるすべての光線に完全な内部の反射をもたらす。前側の出口面18bに入射する光のすべては、光学装置10aのRay c(図2)の場合のように、光学装置10bに再び入る光を有することなく外へカップリングできる。これは、所定の開口数NAおよび屈折率比 R_n についてパラメータ θ_E および θ_{EF} を適切にコントロールすることにより傾斜構造18について達成される。すべての光が引き出されるとは限られない場合、反射されて光学装置10b中に戻る光線の角度が小さくなり、そのため残る光の有効な開口数を小さくするように、装置を最適にすることができる。光は、出口面18bを通して屈折することにより光学装置10bを直接出るか、または光は、昇り18aの頂部から反射し次に出口面18bを通して屈折する。どちらの場合でも、光は、出口面18bを通して光学装置10bの外へカップリングされる。傾斜構造18の出口面18bに向かって上方に伝播した光線のみが、外へカップリングできる。それは、水平方向に伝播し下方方向に伝播する光線が、出口面18bと決して相互作用しないからである。これは、光の半分のみが、傾斜構造18とアウトカップリングし、そして出る光の開口数が、光学装置10b中に初めにカップリングされる光のそれよりも小さいことを意味する。光学的不変量(式(1)および(2))は、光が光学装置10bの入射面16bよりも大きな面積にわたって発されるため保存される。

20

30

【0035】

光学装置10bをデザインするためのフリーのパラメータは、昇り角 θ_R 、昇り長さ L_R および出口面 θ_{EF} のカットバック角である。昇り表面18aの長さは、それらの面が肉眼でほとんど区別できる点まで短くでき、発された照射の予定された角度のスペクトルを有する延長された光源を提供する。昇り高さHは、関係、式(8)；

【0036】

【数8】

$$H = L_R \tan(\theta_R)$$

40

により与えられる従属変数である。

【0037】

前側の表面18bとの相互作用の目的は、以下の何れかである。

- (a) 装置の外への光のカップリング、または
- (b) その初めの値に等しいかまたはそれより小さい角度の大きさと、反射された光を再循環して装置中に戻すこと。この重要な特徴は、装置中に伝播する光の開口数を小さくする。

【0038】

50

これを行うために、図 6 および 7 に明らかにされている 4 つの臨界光線限界を考える必要がある。図 6 では、構造 18 の出口面 18 b に直接入射する 2 つの極端な角度の光線が示されている。Ray 1 は、式 (5) により規定されるような $\theta_{Ray-max}$ で伝播する最大角の光線である。Ray 2 は、昇り表面 18 a から反射することなく出口面 18 b に直接入射する最も下方を進行する光線である。これらの図において、Ray 2 は、軸 17 b に平行に進行し出口面 18 b の底部で入射する角度零の光線である。光学装置 10 b を出るにあたって、いずれの光線も、次の昇り表面 18 a を通って再び入らないという条件が、出口面 18 b の角度 θ_{EF} に課されている。

【0039】

図 7 は、出口面 18 b にあたる前に、構造 18 の昇り表面 18 a からの完全な内部反射を行う光線の 2 つのケースに相当する。これらは、図 7 において光線 3 および 4 である。Ray 3 では、開口数および昇り表面角度 θ_R が、示されたように、反射された光線が負の角度を有しそして出口面 18 b の底部にあたることができる。一般に、出口面 18 b の底部にあたる光線は、昇り表面 18 a の底部と頂部との間の昇り上の位置から反射する。Ray 4 は、光の開口数および昇り表面 18 a の角度が、昇り表面 18 a の底部から反射する光線が、上方に進行しそして零ではない高さ H_{Ray} で出口面 18 b にあたるようなものであるケースに相当する。Ray 3 および Ray 4 の相互作用に関する反射された光線の角度は零に近づくため、これらの 2 つのケースは、昇りの底部に入射する両方の光線および出口面 18 b の底部に入射するそれらの反射された対応物により、少なくなる。

【0040】

図 8 について、光学装置 10 b に対する第 1 のデザインの制限は、光線の角度を広げるかまたはそれを後方に反射して源に向かわせるかの何れかができる角度で完全な内部の反射を避けるために出口面の角度になされる。この条件は、最大の上方向への角度 $\theta_{Ray-max}$ で伝播する光線が、光学装置 10 b の光学材料に関する臨界角より小さい角度で出口面 18 b に入射することである。まず、図 8 の命名を使用して、表面の垂直方向に対する光線の入射角は、式 (9)

【0041】

【数 9】

$$\theta_{in} = \theta_{Ray-max} + \theta_{EF}.$$

により規定される。

入射角は、以下の式 (10) のように、光学装置 10 b の光学材料の臨界角よりも小さいことが要求される。

【0042】

【数 10】

$$\theta_{EF} + \theta_{Ray-max} \leq \theta_{critical}.$$

(ただし、光学装置 10 b の臨界角は式 (3) および (4) の式により与えられる)。

この点で、これらの極端な上方へ進行する光線は、以下の式 (11) のように出口面 18 b での完全な内部の反射を行う。

【0043】

【数 11】

$$\theta_{EF} \leq \theta_{critical} - \theta_{Ray-max}.$$

臨界角および最大光線角に関する定義を使用してこの不等式を書き換えると、以下の式 (12) のようになる。

【0044】

10

20

30

40

【数 1 2】

$$\Theta_{EF} \leq \arcsin\left[\frac{1}{R_n}\right] - \arcsin\left[\frac{1}{R_n} NA\right]$$

この制限を視覚化すると、この制限の条件のプロットは、屈折率比 R_n の種々の値について図 9 に示される。もし出口面角 Θ_{EF} が、所定の開口数および屈折率比 R_n についてプロットされる値より小さいならば、最大角の光線である Ray_1 は、出口面 18b で完全な内部の反射を行わないだろう。これは、厳しくない制限であり、出口面のカットバック角度の選択にあたって、いくらかのデザインの自由度を可能にする。逆に、もし出口面 18b の角度が、それに入射する光線のいくらかまたは全部が、完全な内部の反射を行う点に拡大するならば、光線は、昇り表面 18a に向かい、そして次に源に向かって戻る角度の方向で光ガイドを出るだろう。この条件は、前側の表面の構造 18 が、より大きな角度の照明を作り出すことを可能にする。装置は、これにより、実質的により広い範囲の角度を照明する。

10

【0045】

光学装置 10b に関する次のデザインルールは、 Ray_2 の挙動例えば角度 Θ_{EF} および R_n を考えることにより誘導され、 Ray_2 は、次の昇り 18a の頂部を通して光学装置に再び入ることはない。光線の角度の命名は、図 10 で規定される。限界光線が装置の軸 17b と平行しているため、光線の角度 $\Theta_{Ray} = 0$ である。式 (9) の入射光線の角度の表現は、以下の式 (13) のようになる。

20

【0046】

【数 1 3】

$$\Theta_{in} = \Theta_{EF}$$

昇り表面 18a を通って屈折する光線の出る角度 Θ_{exit} は、スネルの法則を使用して計算される。式 (14)；

【0047】

【数 1 4】

$$\Theta_{exit} = \arcsin[R_n * \sin(\Theta_{in})]$$

式 (14) は、表面の垂直方向に対する出る光線の角度を示している。軸 17b に対する伝播の新しい角度は、以下の式 (15) の通りである。

【0048】

【数 1 5】

$$\Theta_{Ray-out} = \Theta_{exit} - \Theta_{EF}$$

40

伝播のこの新しい角度は、昇りの角度より大きくなてはならないか、または光線は、光学装置 10b に再び入りそしてその初めの伝播角より大きい角度に屈折する。この条件を避けるために、新しい伝播角は、昇りの角度よりも大きいことが要求される。式 (16)；

【0049】

【数 1 6】

$$\Theta_{Ray-out} \geq \Theta_R$$

関連する定義を書き換えると、昇りの角度と出口面カットバック角度値との間の関係は、以下の式 (17) の通りである。

50

【 0 0 5 0 】

【 数 1 7 】

$$\arcsin[R_n \sin(\Theta_{EF})] - \Theta_{EF} \geq \Theta_R.$$

【 0 0 5 1 】

この条件が満足されるとき、図 1 0 に示される極端な Ray 2 は、出口面 1 8 b を通って出るが、光学装置 1 0 b に決して再入しない。昇りの角度と出口面の角度との間のこの関係を立証するために、昇りの角度対出口面の角度のプロットは、光学装置 1 0 b の屈折率対まわりの媒体の屈折率の種々の比に関して、図 1 1 に示される。このプロットは、出口面の角度が、所定の昇りの角度に関する最低値よりも大きくなければならないか、または逆に、昇りの角度が、所定の出口面の角度に関する最大値よりも小さくなければならないことを示す。これらの曲線は、これらの前側の表面 1 8 b を通る高能率の出力カップリングのための解空間を制限する。解は曲線の下および右側にあるので、屈折率比 R_n を増加すると解空間のサイズは増大する。

10

【 0 0 5 2 】

次に、図 7 に示されている Ray 3 および 4 について示されるように、昇り 1 8 a を反射して離れ次に出口面 1 8 b を通って出る光線に関するケースを考える。この検討について、このケースの詳細なダイアグラムは、図 1 2 に示され、その場合、より一般的な Ray 4 の相互作用が示されている。光線の第 1 の相互作用は、昇り 1 8 a からの反射にある。光線は、式 (1 8)

20

【 0 0 5 3 】

【 数 1 8 】

$$\Theta_{Ray}^* = 2\Theta_R - \Theta_{Ray-max}$$

により与えられる新しい方向をとる。もし光線が出口面 1 8 b に入射するならば、それは、光学装置 1 0 b から外にカップリングし、Ray-out により表される角度で屈折する。この角度を決めるために、式 (1 9)

【 0 0 5 4 】

30

【 数 1 9 】

$$\Theta_{in} = \Theta_{Ray}^* + \Theta_{EF}$$

のように、出口面の垂直方向に対して出口面 1 8 b の入射角を示すのが有用である。次に、スネルの法則を用いて、出口面の垂直方向に対して出口面を通して伝達される光線の角度は、式 (2 0)

【 0 0 5 5 】

【 数 2 0 】

$$\Theta_{exit} = \arcsin[R_n \sin(\Theta_{in})]$$

40

により与えられる。軸 1 7 b に対する出る光線の角度は、式 (2 1)

【 0 0 5 6 】

【 数 2 1 】

$$\Theta_{Ray-out} = \Theta_{exit} - \Theta_{EF}$$

【 0 0 5 7 】

として表される。出る光線の角度に関する式により、光線が光学装置 1 0 b に再入するこ

50

とを防ぐ条件が規定できる。もし反射された光線の角度が、昇り 18 a の或る部分から反射する光線が $\theta_{Ray} < 0$ で出口面 18 b の底部にあたるほど十分に小さいならば、極端な角度の光線は、図 7 の Ray 3 のケースのように、出口面 18 b の底部に入射するだろう。出口面 18 b を通って屈折した後、それは、光学装置 10 b への再入を避けるために、昇りの角度よりも大きい角度を有しなければならない。この条件は、式 (22)

【0058】

【数22】

$$\theta_{Ray-out} \geq \theta_R$$

10

により与えられる。式 (14) - (18) で与えられる関係を組み合わせそして式 (5) の光線の角度に関する限界値を用いて、光学装置 10 b の他のデザインパラメーターを定義するのに必要な関係は、以下の式 (23) の通りである。

【0059】

【数23】

$$\theta_{Ray-out} = \arcsin[R_n * \sin(2 * \theta_R - \theta_{Ray-max} + \theta_{EF})] - \theta_{EF} \geq \theta_R$$

式 (23) は、昇り表面 18 a から反射して離れそして出口面 18 b の底部で出口面 18 b を通って屈折する光線に関する式である。もし、一方、昇りの角度が、昇り表面 18 a の底部から反射して離れる極端な角度の光線 ($\theta_{Ray-max}$) が正の角度 ($\theta_{Ray} > 0$) を有するほど十分に大きいならば、光線が昇り表面 18 a に入射する点は $H_{Ray} > 0$ である (図 5 および 10 の Ray 4 におけるように)。出口面 18 b での光線の高さは、式 (24)

20

【0060】

【数24】

$$H_{Ray} \cong L_R * \tan(\theta_{Ray}),$$

30

(ただし、光線が出口面 18 b に全距離 L_R を実際に進行するため、近似が生ずる) により与えられる。光線は、この距離よりわずかに短く進行するが、適度に小さい出口面および昇りの角度にとって、かなり正確である。出る光線が次の昇り 18 a の頂部に達することなく光学装置 10 b 中への再入を避ける条件は、式 (25)

【0061】

【数25】

$$L_R * \tan(\theta_{Ray-out}) \geq H - H_{Ray}$$

40

により与えられる。H および H_{Ray} に関する定義を使用して、この最後の式は、式 (26)

【0062】

【数26】

$$\tan(\theta_{Ray-out}) \geq \tan(\theta_R) - \tan(\theta_{Ray})$$

【0063】

と書き換えられる。ただし、それぞれ θ_{Ray} および $\theta_{Ray-out}$ に関する式 (1

50

8) および (23) の定義が、なお適用される。式 (23) および (26) は、昇り表面 18a の角度と出口面 18b のカットバック角度との間の関係に下方の限界を課する。高能率の出力カップリングに必要なこの最後のデザイン条件を視覚化するために、境界条件が、 R_n および NA の種々のパラメータについて図 13 および 14 にプロットされる。図 13 は、屈折率比が固定された開口数について低下するにつれ、最低の角度の制約が大きくなり、従って解空間のサイズを小さくする。図 14 は、入力照明の開口数が固定した屈折率比について低下するにつれ、最低の角度の制約も低下し、従って解空間のサイズを大きくする。このデザインの制約のこの解釈は、出口面 18b および昇り 18a の角度の両者が、これらの曲線により規定される点の軌跡よりも大きくなければならないことである。

10

【0064】

次に、式 (12)、(17)、(23) および (26) で示された 3 つのデザインのルールは、一緒にして所望に応じ光学装置 10b に関するパラメータの選択を可能にする。図 15 および 16 は、屈折率比 R_n がそれぞれ 1.59 および 1.4 に等しいケースについて、光学装置 10b の 3 つの境界デザインルールにより支配されるこのようなパラメータの選択に関する解空間を示す。解空間は、式 (17) により頂部から限られている。解空間は、式 (12) により示される臨界角の限界により右側から限られている。解空間は、式 (23) および (26) で示されている反射 - 屈折の相互作用のケースにおける制限光線により底部から限られている。0.1、0.3 および 0.5 の開口数値のケースに関する解は、これらの図において指示されたラベルのついた陰影のある領域である。

20

【0065】

例えば、図 15 で示したように 1.59 の屈折率比 (空気中のポリカーボネート)、18 度の出口面 18b 角度値および約 10 度の昇り表面 18a の角度値を有する光学装置 10b が用意される。他の例では、図 16 で示したように 1.4 の屈折率比 (空気中のシリコン)、~24 度の出口面 18b 角度値および約 10 度の昇り表面 18a の角度値を有する光学装置 10b が用意される。これらの角度により規定される傾斜構造 18 は、装置の頂部表面 14b に沿って反復して図 4 に示されるような光学装置を提供する。

【0066】

出口面 18b および昇り表面 18b の次元は、典型的な例では、光学装置 10b の全厚さに比べて小さい。それらは、通常、光学装置 10b の元来の厚さの 1/10 - 1/100 の範囲にある。そのため、その厚さが 5 mm である装置 10b の例では、出口面 18b の高さ H は、0.005 - 0.5 mm の範囲にある。昇り 18b の長さは、その角度および昇りの高さ H により決められる。現在の例では、これは、構造 18 の長さ L が長さ 0.01 - 1 mm の範囲にあることを意味する。これらは、近似の範囲であり、これらの範囲外で操作することも可能である。例えば、大きな構造 18 は、粗い、滑らかさの少ない照明を生ずるが、一方小さい構造 18 は、光学装置の表面 14b に近い滑らかなしかも均一な照明を生ずる。構造 18 が高さ 0.05 mm 以下に小さくなると、構造の自由度は、より厳しいものになる。

30

【0067】

これらの例は、屈折率比が低下するにつれ、解空間が狭くなることを示す。増加した屈折率比および低下した入力開口数の照明は、光学装置 10b に関する可能なパラメータのサイズを増やす。これらの例では、光学装置を出る光線の角度は、これらの 2 つの角度を顕著な角度の範囲に同調することにより、調節できる。例えば、図 16 に示されているような $NA = 0.1$ および率比 $R_n = 1.4$ の場合の角度の範囲では、5 度と 40 度との間の出口面角度が選択できる。大きな出口面角度は、プリズムのように作用して、光を光学装置から離れるように導く。この効果は、以下に記述される図 35A および 35B で示されており、それらは、出口面角度が 20 度から 40 度に変化するように調節された光の分散を示す。

40

【0068】

光が所望の方向に光学装置 10b の外へ有効にカップリングされる間、装置の厚さを零

50

に小さくすることなく、または装置の末端 19 b (図 4) で最後の出口面 18 b を有することなく、光のすべてを外にカップリングすることはできない。末端 19 b での出口面 18 b は、この域から発する光の同じ角度のスペクトルを提供するために、前の出口面角度とほぼ同じでなければならない。末端 18 b での出口面は、また、この面からの光線の角度のスペクトルを改変する構造をもつ。図 17 の光学装置 10 c について以下に記述されるように、末端 16 b からまたは 19 b へ光学装置の厚さを薄くすることは、光学装置の末端の外への光の残りをカップリングする別の方法として使用できる。

【0069】

光学装置 10 b の他の例で、図 15 について、 $NA = 0.5$ および $R_n = 1.59$ に関する解空間の中心は、 $R = 10$ 度の昇りの角度および $E_F = 18$ 度の出口面角度でのものである。もし発光の角度が光学装置の軸に垂直の方向に対して選ばれるならば、全部の光は、出口面角度と昇りの角度の余角との間、すなわち光学装置の軸に垂直な方向から 18 度と 80 度との間に出る。これらの角度は、入射された光のこの伝播方向に沿ってほとんど前方への方向の照明をもたらす。

10

【0070】

さらなる例では、図 16 について、 $NA = 0.3$ および $R_n = 1.40$ で、昇りの角度 $R = 10$ 度および出口面角度 $E_F = 30$ 度を選択できる。このケースでは、昇り表面角度は、最大光線角度より大きく、昇り表面からの光の反射はなく、光ガイドを出るすべての光は、出口面に直接入射する。すべての光は、出口面と昇り表面角度の余角との間、すなわち、このケースでは光学装置の軸の垂直方向の 30 度と 80 度との間で発する。もう一度、光は、入射する光の伝播方向により規定されるように、ほとんど前方の方向に発する。

20

【0071】

図 17 について、本発明の第 3 の態様の光学装置 10 c が示される。光学装置 10 c は、昇り (傾斜) 表面 20 a および出口面 20 b を有する頂部の表面 14 c に沿って傾斜構造 20 を有する。傾斜構造 20 は、光学装置 10 b の傾斜構造 18 に類似しているが、光学装置 10 b とは異なり、光学装置の本体 12 c の厚さは薄くなり、そして光が光学装置の外へカップリングする速度は、コントロールされる。これは、また、光学装置 10 b の第 2 の態様で生ずるような装置の末端の外へ残りの光がカップリングする問題を軽減する。光学装置 10 c の厚さを末端 19 c で零に薄くすることにより、末端 16 c から入力される実質的にすべての光は、傾斜構造 20 の出口面 20 b から引き出される。図 18 は、光学装置 10 c の前側の表面構造の断面図である。出口面の高さ H_{EF} は、式 (8) の関係により昇りの角度 R にもはや直接関係しない変数である。その代わり、出口面 20 b は、出口面角度 E_F で式 (27)

30

【0072】

【数 27】

$$H_{EF} = \alpha * H,$$

(ただし、無次元のスケールのパラメーター α が導入されそして式 (28))

40

【0073】

【数 28】

$$\alpha \geq 1.$$

で制約される)

として示される出口面の高さ H_{EF} に対して下方および裏側に向かって続く角度を有する。この厚さの低下に加えて、光学装置 10 c の厚さが薄くなる率は、式 (29)

【0074】

【数 2 9】

$$Effective - taper - angle = \arctan[(1 - \alpha) * \tan(\Theta_R)].$$

として示すことができる。

昇りの角度 Θ_R の正接により測られる量 (1 - α) は、光学装置 10 c の軸 17 c に対して有効なスロープを導入するように働く。図 6 に画かれた Ray 1 の相互作用がこの装置と同じであるので、Ray 1 の相互作用について誘導された式 (12) による出口面角度 Θ_{EF} に関する制約は、なお適用される。光学装置 10 c について光線 Ray 2、Ray 3 および Ray 4 において規定された制約は、図 19 - 22 に関連して決められる。

10

【0075】

図 19 は、光学装置 10 c における Ray 2 の相互作用を示す。下方へ屈折する光線を制限することは、式 (30)

【0076】

【数 30】

$$\Theta_{Ray} = \arctan \left[\frac{H - H_{EF}}{L_R} \right],$$

20

(ただし、高さ H は、なお式 (1) により定義される) により Θ_{Ray} として示される。H および H_{EF} に関する定義を使用して、式 (22) は、式 (31)

【0077】

【数 31】

$$\Theta_{Ray} = \arctan[(1 - \alpha) * \tan(\Theta_R)].$$

と書き換えられる。これは、式 (29) により与えられる有効なテーパ角と同じである。Ray 2 が下方に進行するので、光線の入射角は、式 (32)

【0078】

30

【数 32】

$$\Theta_{in} = \Theta_{EF} + \Theta_{Ray}.$$

により与えられる。スネルの法則および既に規定された定義を使用して、装置 10 c を出る光線の角度に関する式は、式 (33)

【0079】

【数 33】

$$\Theta_{Ray-out} = \arcsin \{ R_n * \sin[\Theta_{EF} + \arctan[(1 - \alpha) * \tan(\Theta_R)]] \} - \Theta_{EF}.$$

40

である。この出る光線は、光学装置 10 c に再入することはない、その角度は昇りの角度より大きくなければならない。すなわち、以下の式 (34) の通りである。

【0080】

【数 34】

$$\arcsin \{ R_n * \sin[\Theta_{EF} + \arctan[(1 - \alpha) * \tan(\Theta_R)]] \} - \Theta_{EF} \geq \Theta_R$$

式 (34) は、光学装置 10 c を出て次の昇り表面 20 a を通って再入しない Ray 2 に関する基準である。もし $R_n = 1$ ならば、式 (34) は、第 2 の態様の光学デザイン 1

50

0 b に関する式 (1 7) の式に戻る。この関係への解は、図 2 0 でプロットされる。パラメーター α が増加すると、上方の角度の制限は下方に移動し、解空間を狭くする。 $\alpha = 1$. 3 のケースでは、昇りの角度は、2 0 度の出口面角度について 8 度よりも小さくなければならない。例えば、 $\alpha = 1$. 3 に関する 8 度の昇りの角度は、式 (2 9) に記述したように、約 2 . 4 度の有効な厚さの低下をもたらす。

【 0 0 8 1 】

光学装置 1 0 c に関する前側面 2 0 b への極端な反射 - 屈折の光線の相互作用により課されるデザインの制約を、以下に記述する。この検討のため、図 2 1 は、R a y 4 の相互作用を示す。出口面 2 0 b における光線の高さ H_{Ray} は、以下の式 (3 5)

【 0 0 8 2 】

【 数 3 5 】

$$H_{Ray} \cong (H_{EF} - H) + L_R * \tan(\Theta'_{Ray}),$$

(ただし、もう一度、これは近似の関係である) により与えられる。出る光線が光学装置 1 0 c に再入してはならない制約は、光線が、次の昇り 2 0 a の先端の高さを達成しなければならないものとして、以下の式 (3 6) のように言い換えることができる。

【 0 0 8 3 】

【 数 3 6 】

$$L_R * \tan(\Theta_{Ray-out}) \geq H - H_{Ray}.$$

H および H_{Ray} の定義を置換して、この条件は、以下の式 (3 7) に示されるものになる。

【 0 0 8 4 】

【 数 3 7 】

$$\tan(\Theta_{Ray-out}) \geq (2 - \alpha) * \tan(\Theta_R) - \tan(\Theta'_{Ray}).$$

この式は、 $\alpha = 1$ について式 (2 6) に書き換えられ、すなわち厚さの減少がない。この条件は、出口面 2 0 b での光線の位置が、以下の式 (3 8) の条件

【 0 0 8 5 】

【 数 3 8 】

$$H_{Ray} \geq 0,$$

を満足するときに適用され、それは、これが R a y 4 の相互作用であることを意味する。この条件は、反射された光線の角度 Θ_{Ray} に対する条件として示すことができる (式 (3 9))。

【 0 0 8 6 】

【 数 3 9 】

$$\tan(\Theta'_{Ray}) \geq (1 - \alpha) * \tan(\Theta_R).$$

R a y 3 の相互作用では、光線の角度は、それがこの関係を満足させず、出力光線の角度 $\Theta_{Ray-out}$ が条件 ; 式 (4 0)

【 0 0 8 7 】

【 数 4 0 】

$$\Theta_{Ray-out} \geq \Theta_R.$$

10

20

30

40

50

を満足するのに必要であるようなものである。出力光線の角度 $\theta_{Ray-out}$ は、もう一度、式 (41)

【0088】

【数41】

$$\theta_{Ray-out} = \arcsin[R_n \cdot \sin(2 \cdot \theta_R - \theta_{Ray-max} + \theta_{EF})] - \theta_{EF} \geq \theta_R$$

により規定される。式 (41) の条件は、式 (23) と同じである。式 (37) および (41) は、光学装置 10c についてパラメーターを選択するための解空間に関する下方の境界の条件をと共に形成する。この境界の条件は、図 22 において、率比 $R_n = 1.59$ 、開口数 0.5 および の種々の値についてプロットされる。パラメーター は、この境界条件に強く影響しない。

10

【0089】

図 23 および 24 において、光学装置 10c の 3 つのデザインの制約がプロットされて、パラメーター のいくつかの値について解空間を示す。解空間は、同じ率比について図 13 および 14 からのそれと比較できる。解空間は、厚さの低下により狭くなっている。例えば、図 24 では、選ばれたパラメーターについて、1.4 の率比および 0.5 の開口数に関し出口面の外へ 100% カップリングするための解空間は狭い。

【0090】

20

例えば、光学装置 10c は、示された $R_n = 1.3$ のケースについて、20 度の出口面角度値および 8 度の昇りの角度値に中心をもつ 0.5 の開口数、1.59 の率比 R_n に関して、図 23 からパラメーターを有するように選択できる。0.3 および 0.1 の開口数値は、パラメーターのこのセットでは、なお極めて大きい。この例について式 (29) により与えられるような有効なテーパ角（厚さの低下を規定する）は、約 2.4 度である。もしパラメーターが光学装置 10c の長さ方向にわたって変化しないならば、厚さは、入力末端面 16c または入力面に対する第 1 の傾斜構造 20 の開始における光学装置の厚さの約 2.4 倍の長さにわたって零に低下できるだろう。この例では、光は、末端 16c からの入射する光の伝播方向に沿って前方の方向に、光学装置 10c の軸 17c（図 18）に垂直な方向から 20 度から 82 度の角度で発するだろう。

30

【0091】

他の例では、光学装置 10c は、示される $R_n = 1.2$ のケースについて、24 度の出口面角度値および 8 度の昇りの角度値に中心をもつ 0.5 の開口数、1.4 の率比 R_n に関して、図 24 からパラメーターを有するように選択できる。0.3 および 0.1 の開口数値は、パラメーターのこのセットでは、極めて大きい。この例について式 (29) により与えられるような有効なテーパ角は、約 1.6 度である。もしパラメーターが光学装置 10c の長さ方向にわたって変化しないならば、厚さは、入力末端面 16c または入力面に対する第 1 の傾斜構造 20 の開始における光学装置の厚さの約 3.6 倍の長さにわたって零に低下できるだろう。この例では、光は、末端 16c からの入射する光の伝播方向に沿って前方の方向に、光学装置 10c の軸 17c に垂直な方向から 24 度から 82 度の角度で発するだろう。

40

【0092】

図 25 について、本発明の第 4 の態様の光学装置 10d が示されている。光学装置 10d は、光学装置 10c に類似する末端 16d から 19d へその長さに沿って段々にまたは漸次低下した厚さを有する前側の表面 14d に傾斜構造 22 をもつ光学材料の本体 12 を有する。それぞれの傾斜構造 22 は、それぞれ光学装置 10b および 10c の傾斜構造 18 および 20 に類似した昇り（または傾斜）表面 22a および前側の出口面 22 を有する。傾斜構造 22 の隣接する組は、装置の光学軸 17d に平行な前側の表面 14d 上の平らな表面 24 により分けられている。このような平らな表面 24 の追加は、光学装置 10c に関して検討されたすべてのパラメーターの範囲について解空間を広げる。第 4 の態様の

50

光学装置 10 d の断面図は、図 26 に示される。

【0093】

出口面角度 Θ_{EF} 、昇りの角度 Θ_R および出口面の高さ H_{EF} のデザインの変数に加えて、パラメータ S が加えられ、それはそれぞれの平らな表面 24 の長さに相当する。この平らな表面の目的は、光学装置 10 d からの光のアウトカップリングの率を規制し、それにより光学装置の外へカップリングしない光の開口数を維持しつつ、パラメータの解空間を広げるように作用することである。パラメータ S は、以下の式 (42) の定義

【0094】

【数 42】

$$S = \beta * L_R,$$

10

(ただし、 β は式 (43))

【0095】

【数 43】

$$\beta \geq 0.$$

により制約される無次元で測られるパラメータである) により昇り表面 L_R の長さに関係している。平らな表面 24 の追加とともに、光学装置 10 d のテーパの有効な角度に関する式は、式 (44)

20

【0096】

【数 44】

$$Effective - taper - angle = \arctan \left[\frac{(1 - \alpha) * \tan(\Theta_R)}{(1 + \beta)} \right].$$

である。もう一度、式 (12) で与えられる臨界角の条件は、なお有効である。最小および最大の角度の制約が、次に決定される。平らな表面 24 の追加は、パラメータの所定のセット、すなわち R_n および NA について昇りおよび出口面の角度を調節するのに、より広いデザインの自由度を可能にする。

30

【0097】

図 27 について、出口面 22 b の高さは、式 (27) および (28) により、なお与えられる。限界の下方へ進行する光線 (Ray_{22}) は、出口面 22 b に入射する。その伝播角度は、出口面 22 b を通って屈折した後、式 (33) により、なお正確に記述される。このとき、限界出口角度は、光線が次の昇り 22 a に遭遇するために追加の距離を進行する必要があるため、 Θ_R より小さい。出る光線の角度に関する制限角度は、式 (45)

【0098】

【数 45】

$$\Theta_{Ray-out} \geq \arctan \left[\frac{H}{L_R + S} \right].$$

40

により制限される。H、 L_R および S に関する式を置換することにより、式 (45) は、式 (46)

【0099】

【数 4 6】

$$\Theta_{Ray-out} \geq \arctan \left[\frac{\tan(\Theta_R)}{(1+\beta)} \right]$$

と書き換えられる。式(33)に示される $Ray-out$ に関する式を使用して、光学装置 10d に関する上方の角度の制限デザインの制約は、式(47)

【0100】

【数 4 7】

$$\arcsin \{ R_n * \sin[\Theta_{EF} - \arctan((\alpha-1)*\tan(\Theta_R))] \} - \Theta_{EF} \geq \arctan \left[\frac{\tan(\Theta_R)}{(1+\beta)} \right].$$

10

である。この式は、条件 = 0 について式(34)に戻る。このデザインの制約は、図 28 において種々のパラメーターについてプロットされる。図は、厚さが薄くなるにつれ、パラメーター は増加し、最大の角度の制約は低下し、デザインの空間をせまくすることを示す。しかし、平らな表面 24 は、 が 0 から 2 に増加するにつれ、 = 1.5 の値について角度の制約を顕著に緩めることになる。

【0101】

図 29 について、光学装置 10d について反射および屈折の両者を行う限界光線により課される制約が記述される。まず、 Ray 4 の相互作用に関する式(37)を満足する反射された光線の角度について考える。次の昇り 22a の頂部を通して光学装置 10d 中への再入を避けるために、出る光線の角度は、式(48)

20

【0102】

【数 4 8】

$$\Theta_{Ray-out} \geq \arctan \left[\frac{H - H_{Ray}}{L_R + S} \right],$$

により制限され、それは種々のパラメーターについて値を置換した後、式(49)

30

【0103】

【数 4 9】

$$\Theta_{Ray-out} \geq \arctan \left[\frac{(2-\alpha)*\tan(\Theta_R) - \tan(2\Theta_R - \Theta_{Ray-max})}{1+\beta} \right].$$

になる。逆に、光線の角度が式(36)に規定された制限より小さいとき、光線の相互作用は、図 5 に示される Ray 3 の相互作用に似ており、境界条件は、式(50)

【0104】

【数 5 0】

40

$$\Theta_{Ray-out} \geq \arctan \left[\frac{H}{L_R + S} \right],$$

になり、それは式(51)

【0105】

【数 5 1】

$$\Theta_{Ray-out} \geq \arctan \left[\frac{\tan(\Theta_R)}{1+\beta} \right].$$

と書き換えられる。式(49)および(51)は、低下した厚さおよび平らな表面の特徴を有する光学装置10dについて解空間の小さい角度の制限を示す。この小さい角度の制限は、図30にプロットされる。最小の角度は、平らな表面24のサイズを大きくすることにより実質的に小さくなり、それはパラメーターの増加と同じである。

【0106】

10

図31は、パラメーター値、 $n = 1.5$ 、 $n_0 = 1.0$ 、 $R_n = 1.59$ および開口数0.5、0.3、0.1に関する光学装置10dの3つのデザイン制約のすべてのプロットを示す。例えば、光学装置10dのパラメーターは、率比 $R_n = 1.59$ (約8度の昇りの角度にある)および約18度の出口面角度について選択される。式(44)について、この例の有効なテーパ角は約2度である。もしパラメーターが光学装置10dの長さにわたって変化しないならば、光学装置の長さは、厚さを零にうすくするために最初の厚さの約29倍であろう。この例では、末端面16dから入射されるすべての光は、入射された光の伝播の方向に対して前方の方向で装置の軸17d(図26)の垂直方向について前側の表面14dから18度と82度との間の角度で発する。

【0107】

20

図32は、パラメーター値、 $n = 1.5$ 、 $n_0 = 1.0$ 、 $R_n = 1.40$ および開口数0.5、0.3、0.1に関する光学装置10dの3つのデザイン制約のすべてのプロットを示す。他の例では、光学装置10dのパラメーターは、0.5のNA、約8度の昇りの角度および約24度の出口面角度について選択される。この例の有効なテーパ角は約2度である。この例の光の分散は、軸17dの垂直方向に対して24度と82度との間である。

【0108】

光学装置10b、10cおよび10dの前側の鋭角の傾斜構造からの光の分散が、次にさらに詳細に記述される。すべての3つの装置10b、10cおよび10dは、光の分散の2つの制限するケースを可能にする。第1のケースは、出口面および昇り表面の両者に対して垂直方向を含む平面に沿って、出口面および昇り平面により画成される角度の間に分散される広角の照明を生ずる。第2のケースは、出口面角度を調節することによって導かれる、より狭い分散を生ずる。第1のケースは、0.3以上に近づく開口数に関連する。第2のケースは、典型的な例として0.3より低い開口数のような、より低い値について有効である。両方のケースにおいて、源のコリメーションをもたらすことにより、図41-45に関連して以下に記述されるように光学装置の幅が改変されない限り、光は、最初の源の分散に同じ方法で、光学装置10b、10cおよび10dの幅に沿って分散する。

30

【0109】

大きな角度の分散のケースでは、この第1の光の分散の例を成功させる条件は、光学装置10b、10cおよび10dのそれぞれの傾斜構造18、20、22の角度が、昇りの角度が最大の光線の角度 $\Theta_{Ray-max}$ のほぼ半分でありそして出口面角度 Θ_F が、光の適切な開口数に関する臨界角の制限により規定されるように最大角またはその付近であるように選択される。例えば、図25の光学装置10dのケースでは、要求を満足するパラメーターは、約8度の昇りの角度値および約18度の出口面角度に近い。この例に関する光の分散は、図34Aに画かれそして図34Bにプロットされる。水平軸は、光学装置の軸の垂直方向に対する光の方向である。零度の照明角度は、従って、光学装置の表面に対して垂直方向であり、そして90度の照明角度は、従って、光学装置の軸に直接平行している。図34Bのプロットは、光が、出口面角度(18度)と昇り表面角度の余角(82度)との間の角度の範囲にわたって分散している。ほとんどの光は、表面の垂直方向

40

50

の60度と80度との間に入る。同様な例は、開口数および屈折率比 R_n のいくつかの値について他の鋭角の光学装置10bおよび10cに関して存在する。

【0110】

光の開口数が小さく、そのため光学装置本体内部の角度の分散が小さいとき、光ガイドを出る光の分散をコントロールするように、昇りおよび出口面の角度を調節することができる。図35Aおよび35Bにおいて、小さい開口数 $NA = 0.1$ 、 1.4 の率比 R_n および2度の昇り表面角度のケースに関する光の分散がプロットされる。昇り表面および NA のこの値について、光は出口面角度を通して直接出るとともに昇り表面を反射して離れ、そして出口面表面を通して出る。図35Aにおいて、出口面角度は20度であり、そしてほとんどの光は、光学装置の垂直方向に対して約80度の角度の付近で分散する。図35Bでは、出口面角度は40度であり、照明は、光学装置の垂直方向に対して約65度の角度に集中する。この NA および R_n を利用する他の鋭角の光学装置10cおよび10dは、図35Aおよび35Bのこのような光の分散を同様に有する。

【0111】

より狭い分散のケースでは、光学装置10b、10cおよび10dに入射する光の開口数は、図33の曲線により規定されるような光ガイドにおける光の最大角 R_{ay-out} を昇り表面の角度が超えることを可能にするほど十分に小さい。昇りの角度は、限界光線の角度 R_{ay-out} よりも大きいように選択される。これは、どんな光線も昇り表面を反射して離れないが、その代わり出口面に直接入射することを確実にする。このケースでは、光の分散は、出口面と昇り表面との間の角度よりも小さく、そして分散が、出口面および昇り表面の両方に垂直な表面を含む平面に沿って導かれる。誘導は、図33の曲線に存在する角度により限られる値と、所定のデザインの態様に関する最大角の制約との間の出口面角度 E_F を調節することにより達成される。例えば、図10の光学装置10bのケースにおいて、 $NA = 0.1$ で、最大光線角度 R_{ay-max} は、率比 $R_n = 1.4$ について図33で分かるように、約4度である。図16について、出口面角度は、10度と41度との間でなければならない。図36では、出口面角度 E_F のいくつかの値に関する光の分散のプロットが提供されている。プロットは、いくつかのパラメータについてこの例の光学装置10bから発する光の正常化された強度の分散を示す。この解は、4度の昇りの角度の余角により限られる角度で、または86度の照明角度で、光が出ること possible にするに過ぎないことを記憶しておく必要がある。また、図36は、出口面角度が増加するとき、光の分散が、比較的狭いままであるが、光学装置の軸の垂直方向すなわち90度に向かって誘導されることを示す。同様な例は、開口数および屈折率比のいくつかの値に関して他の鋭角の光学装置10cおよび10dについて存在する。

【0112】

所望により、光学装置10a、10b、10cおよび10dのそれぞれの前側の出口面11a、18b、20bまたは22bは、それらのそれぞれの頂部表面14a、14b、14cおよび14dに沿ってそれらの弓形の角度の隆起に沿い断面で曲線の表面である。例えば、図37は、前側の出口面18bが、図5に示されているように直線状であるよりもむしろ凹形である光学装置10bの部分的な断面を示す。前側の出口面の湾曲は、図6、8および10へ直線で入射するとき、それらに相当する光 R_{ay-1} および2に比べて、図37の曲がった出口面18bへ入射する光 R_{ay-1} および2により示されるように、装置の厚さに沿って発された照射の角度に影響する。傾斜構造18は、反射を避けるのに十分なほど大きな昇り18a角度を有する。曲がった前側の出口面18bは、誘導された開口数の少ない照明をもたらすように、装置10bの頂部表面14bからの光の分散を変化させる。光学装置10a、10cおよび10dのそれぞれ前側の出口面11a、20bおよび22bは、同様に曲がった表面であるか、または前側の出口面11a、18b、20bまたは22bは、他の形状を有してそれらのそれぞれの装置10a、10cおよび10dについて所望の光の分散をもたらす。

【0113】

所望により、光学装置10a、10b、10cおよび10dのそれぞれの前側の出口面

11 a、18 b、20 bまたは22 bは、装置の幅に沿って弓形の路をたどり、それぞれの頂部表面14 a、14 b、14 cおよび14 dからの光の分散を行う。例えば、図38は、それぞれの昇り（傾斜）表面18 aおよびそれぞれの前側の出口面18 bの前方の端が、図4に示されるように直線状であることよりもむしろ、装置の幅に沿って曲がっている、図4の光学装置10 bを示す。光学装置10 a、10 cおよび10 dのそれぞれの前側の出口面11 a、20 bおよび22 bは、同様に曲がった表面であるか、または前側の出口面11 a、18 b、20 bまたは22 bは、装置の幅に沿って他の形状を有して、それぞれの装置10 a、10 b、10 cおよび10 dについて所望の光の分散を提供する。また、前側の出口面11 a、18 b、20 bまたは22 bは、装置の幅に沿って成形され（例えば図38）しかもそれらのそれぞれの頂部表面に沿ってそれらの鋭角の隆起（例えば図37）に沿って断面で成形される。

10

【0114】

それらの光学軸がそれらのそれぞれの裏面と平行な平面とほぼ一致している上記の光学装置10 b、10 cおよび10 dが示されているが、光学装置の本体は、図39に示されるように装置の軸に垂直な軸のまわりに曲がっているか、または図40に示されているように装置の軸に平行な軸のまわりに曲がっているか、または図41に示されているように円筒を形成するために装置の軸に平行な軸のまわりを完全に曲げられている。図39 - 41は、光学装置10 bについて示されているが、光学装置10 cおよび10 dは、同様な形状を形成できる。さらに、光学装置10 b、10 cおよび10 dは、特定の照明の用途に必要なこれらの図に示されているものに限定されず、他の形状またはそれらの組み合わせを形成できる。

20

【0115】

それぞれの光学装置10 b、10 cおよび10 dに関する図15、16、23、24、31および32のプロットは、能率的な出力カップリングについて、開口数が0.5の値を越えて大きく増加するとき、パラメータの選択は小さくなるかまたは屈折率比 R_n のより小さい値について全く消失することを示す。しばしば、空気中のポリカーボネートのケースよりも高い屈折率比 R_n を有するか、または光学的デザインにおいて、いくつかの自由度を可能にするために源の開口数を改変するかの何れかが望ましい。

【0116】

図42 - 45について、光学装置10 b、10 cまたは10 dの本体は、能率的な出力カップリングの解を得るかまたは所定の源の開口数について選択できる光学装置のパラメータを広げる目的で、光学装置における光の開口数を減らすように、光を入力するためのそれらの末端面とそれらの最初の鋭角をもつ傾斜構造との間に成形した入力部分28 a - cを有する。これは、光学装置の次元を増やすことが、式(1)から明らかのように、光学装置における光の開口数を減らすために生ずる。例えば、光は、図3に示されるように、その率比 R_n が少なくとも1.4である光学装置中に、 $NA = 1$ までの開口数を支持するためにカップリングできる。一度高い NA の光線が光学装置中にカップリングされると、光学装置は、導かれた光線の開口数を減らすように成形できる。光の開口数の減少は、光学装置の前側表面および裏面に垂直な方向にある。

30

【0117】

例えば、図42および43は、光学装置の入口面に沿って末端16 dから最初の傾斜構造22の開始へ増加する入力部分28 aの厚さを有する光学装置10 dを示す。図42は、長い入口末端面16 d例えばLEDの線状の列のような線源からの光のカップリングを示す。光の急速なコリメーションをもたらすために放物線の軌線で増加する光学装置の厚さが示される。図43は、小さい光源からカップリングの光のためのような、よりコンパクトな末端面16 dを示し、その場合、厚さは、再び増加されて光学装置の光のコリメーションをもたらす。一度装置の厚さが適切に増加すると、傾斜構造22は、光学装置の外へ光を能率的にカップリングする。光学装置の厚さを零またはその付近に減らすことは、望むように、すべての光の能率的な分散をもたらす。入力部分28 aでの光学装置の厚さは、所望の開口数が達成されるまで、増加されねばならない。図42および43は光学装

40

50

置 10 d を示しているが、他の光学装置 10 b および 10 c も同様に成形された入力部分を有して所望のコリメーションをもたらす。

【0118】

図 4 4 および 4 5 では、入力部分 28 b および 28 c は、それぞれ、幅の方向に減少した開口数の光を発するように、幅の方向に光学装置 10 b の開口数を減らすように成形される。幅の次元に沿って光学装置から発せられそして光学装置内の照射の NA を減らしそして光学装置の幅を増やすために、幅の次元で最初の傾斜構造 18 と末端 16 b との間で、図 4 4 は、放物線状のテーパを有する入力部分 28 b を示し、そして図 4 5 は、線状のテーパを有する入力部分 28 c を示す。照明の分散を整えるかまたは光学装置の面での強度を低下させるかの何れかで、これは、大きな面積から一層コリメーションされた光を伝達する目的のため、単一の小さい源から、より広い照明を生成するのに使用できる。図 4 4 および 4 5 は光学装置 10 b を示しているが、他の光学装置 10 c および 10 d も、同様に成形された入力部分を有して所望のコリメーションを提供する。また、図 4 2 - 4 5 に示された光学装置の本体が、それらのそれぞれの入力部分 28 a - c を提供するのに成形されるが、所望により、光学要素が、このような入力部分の代わりにまたはそれと組み合わせられて提供されて、光学装置に照明の大きさおよび / または調整をもたらすおよび / または増加させる。

【0119】

図 4 6 A について、その頂部表面から発光する構造をもつ裏側の表面を有する本発明の 5 番目の態様の光学装置 10 c が示される。光学装置 10 c は、装置の底部表面 34 に沿って互いに交互する傾斜構造 32 および下り構造 36 を有する光学材料の本体 30 を有する。傾斜構造 32 および下り構造 36 は、装置の軸 37 に相当する次元に沿って延在し、それは、図 4 8 で最も良く示されているように、装置の頂部表面 33 に実質的に平行している。それぞれの傾斜構造 32 は、軸 37 に対して鋭角の昇り表面（または隆起）32 a を有する。それぞれの下り構造は、軸 37 の垂直方向 37 a に対して鋭角の下り表面を有し、そして頂部表面に実質的に平行な表面 36 b を有する。装置の本体は、傾斜構造 32 が末端 38 から末端 39 へ装置に沿って延在する下り構造 36 と交互するとき、次第にその厚さを薄くする。以下の理論上の検討により示されるように、光が 38 の末端から受容されるとき、光は、傾斜構造の 1 つから装置の頂部の表面からの出口への反射によって分散されるか、または下り構造の隣接する 1 つを経て傾斜構造の 1 つを通して伝達されて本体中に戻るまで、本体 30 内で完全に内部で反射される。

【0120】

説明を目的として、図 4 6 B の 2 つの平らな表面 41 a および 41 b を有する一般的な光学要素 41 を考える。光は末端 41 c で入射し、そして光は軸 40 に対して今後規定される角度のある空間中に発せられ、そして式 (52)

【0121】

【数 52】

$$NA = n \sin \theta_{\max},$$

(ただし、 n は、光が伝播する周囲の媒体の屈折率であり、 θ_{\max} は、このケースでは軸 40 である任意の軸に対する光の最大角である) により規定される光学要素 41 の光学材料の開口数 (NA) を特徴とする。光は源から入り、そしてもし角度 θ_{\max} が十分に小さいならば、光は光学装置の材料の臨界角を越えることなく、そしてその伝播角度を変更する構造に遭遇するまで、完全な内部の反射を通して光学装置に閉じ込めたままであり、そして光ガイドから放出または発せられる。源からの光 (矢印 42 により示される) は、表面の垂直方向および軸 40 に対して空気中で角度 θ で光学要素 41 の入口面 41 c にあたる。光線は、スネルの法則に従って表面 41 c で屈折し、 $n \sin \theta = \sin \theta'$ であり、そして角度 θ' で光学要素 14 中を伝播する。

結局、それは、軌跡の垂直方向に対して角度 θ' で頂部表面 41 a にあたる。もし θ が、

10

20

30

40

50

式 (5 3)

【 0 1 2 2 】

【 数 5 3 】

$$\beta_c = \arcsin\left(\frac{1}{n}\right),$$

により規定される臨界角よりも大きいならば、光線は、完全な内部の反射 (T I R) を経験し、そしてどんな光も表面を通して伝達されない。これは、光ガイドの基本的な原理である。T I Rに関する および の条件は、以下の式 (5 4) である。

10

【 0 1 2 3 】

【 数 5 4 】

$$|\theta| \leq 90^\circ - \arcsin\left(\frac{1}{n}\right),$$

$$|\theta'| \leq \arcsin\left\{n \sin\left[90^\circ - \arcsin\left(\frac{1}{n}\right)\right]\right\}.$$

2 より大きい n について、90°までの角度ですべての光線が光学要素 4 1 に入りそして完全に内部で反射することに注意すべきである。

20

【 0 1 2 4 】

図 4 6 A の光学装置 1 0 c では、傾斜構造 3 2 は、光の伝播角度を変えて、規定された角度の空間中に前側の表面 3 3 から光が発するようにする。図 4 7 は、光学装置 1 0 e の使用の例を示し、その場合、源 4 4 からの光は、発光する (矢印 4 6 により示される) 頂部の表面 3 3 を有する末端 3 8 から光学装置 1 0 e 中に入射される。傾斜構造 3 2 は、裏面または底面 3 4 に沿って、頂部の表面 3 3 から外への発光のために、光学装置 1 0 e の内側に光を再び導く。装置 1 0 e は、平面の基体として画かれているが、装置は、光学装置 1 0 b - e について前述したそれに類似して曲がったまたはカーブしている。

【 0 1 2 5 】

図 4 8 は、図 4 6 A の構造を有する裏面 3 4 を詳細に示す部分的な断面図を示す。前述のように、構造は、下り構造 3 6 を伴う反復する傾斜構造 3 2 からなる。下り構造 3 6 は、プリズム状の構造または構造を有する表面に相当する下り表面 (すなわち段階的に減少する傾斜) 3 6 a および平らな領域または表面 3 6 b を有する。傾斜構造および下り構造の反復の複数の倍数は、光学装置 1 0 e のサイズおよび光が発されるべき面積により決定される。

30

【 0 1 2 6 】

図 4 8 に記述された角度について、まず、単一の昇り 3 2 a にあたる光線 4 7 a を考える。光線は、軸 3 7 に対して角度 で伝播する。図において、すべての角度は、を除いて正として示される。それは、昇りの垂直方向に対して角度 で昇り 3 2 にあたる。もしが臨界角度より大きいならば、光線は、T I R を経験しそして装置の頂部の表面 3 3 に向かって上方に反射する。光線は、角度 。_{u t} で頂部の表面 3 3 から発する。これらの角度と昇りの角度_rとの関係は、以下の式 (5 5) に示される。

40

【 0 1 2 7 】

【 数 5 5 】

$$\beta = 90^\circ - \theta_r + \theta,$$

$$\theta'_{out} = \beta - \theta_r = 90^\circ - 2\theta_r + \theta,$$

$$\sin(\theta_{out}) = n \sin(\theta'_{out}) = n \sin(90^\circ - 2\theta_r + \theta)$$

。_{u t} に関する正の値は、表面の垂直方向に対して時計回りの角度を示す。

50

【 0 1 2 8 】

例えば、光学装置 1 0 e の光学材料が、屈折率 $n = 1.5$ 、並びに 0.5 または 30° の空気中の開口数を有する光源を有すると仮定する。装置では、最大の角度の拡がり、装置の軸に対して $\theta_{max} = 19.47^\circ$ であろう。式 (55) をプロットすることにより昇りの角度の関数として出力角度の範囲は、 θ_r の特定の値すなわち θ_{max} 、 0 および $-\theta_{max}$ について決定できる。図 49 では、プロットは、この例からの結果を示す。任意の所定の昇りの角度について、 $\theta = \theta_{max}$ および $-\theta_{max}$ に関する曲線の間の垂直の間隔により決定される出力角度の範囲が存在する。例えば、昇りの角度 40° では、出力角度は、垂直の点線により示されるように、 $-\theta_{max}$ について -14.3° から θ_{max} について 47.6° に及ぶ。屈折率を増加することは、 θ の曲線をさらに垂直にし、ともに密になり、そして出力角度の範囲を広げる。図 49 では、例えば、 40° の昇りの角度は、 -14° から 48° の出力角度をもたらす。

10

【 0 1 2 9 】

もし昇りの角度が 45° ならば、 $\theta = 0$ の光線は、真っ直ぐ上方に反射して表面に垂直な出力面から生じ、そして反射した光線の他の出力角度は、約 0° で対称であり、入力光と同じ NA で出射する。

【 0 1 3 0 】

もし傾斜角度が浅いように選ばれ、出力角度 θ_{out} は、頂部の表面で臨界角より大きく、光線のいくつかは、 $\theta = \theta_{max}$ の曲線で出発し、頂部の表面で TIR を経験し、そして θ_{max} より大きい角度で光学装置を下方に伝播し続け、それにより光学装置内の光の開口数を増大させる。これは、それが光学装置の裏側から顕著な損失を生じさせるため、望ましくない状態である。図 49 の例では、最低の昇りの角度は 33.8° で生じ、それは、曲線 $\theta = \theta_{max}$ に関して 90° である点である。そのため、反射して昇りを離れるすべての光線が前側の表面を出るのに十分に大きな昇りの角度を選ぶことが望ましい。

20

【 0 1 3 1 】

ほとんどのケースでは、すべての光線が、昇りにあたる時、TIR を経験しないだろう。もし図 48 の θ が式 (53) で与えられる臨界角よりも小さいならば、光線は、反射光と伝達光とに分裂する。反射された光は、上記のように行動し、頂部の表面から射出される。伝達された光は、昇り表面 32 a の外へ屈折し、裏面 34 の外へ伝播し続ける。昇りの角度および光線角度の両者は、この条件が生じそして点線の曲線の下方の領域により図 49 の例でグラフで示されるとき、決定される。これは、もし裏面 34 が鏡面であるならば、避けられ、そしてすべての光線は、角度に関係なく、出力表面 33 に向かって反射される。裏面を鏡面にするのは、すべての用途にとり、好ましいものではないが、特に、この光を捕らえそしてそれを出力表面 33 に向かって再び誘導するのに必要なデザインの基準を考えるのに、有益であろう。それは、伝達された光線がエネルギーのほとんどを運ぶからである。

30

【 0 1 3 2 】

昇り 32 a を通って伝達される光線に関する極限の条件は、昇りの底面にあたる、 $\theta = -\theta_{max}$ での光線で生ずる。これは、図 50 で示される。屈折した光線 47 b は、軸 37 に対して角度 θ_{trans} で射出して、下り構造 32 のプリズム状表面 36 a をさえぎる。それが下り表面 36 a にあたる高さ h および位置 Δx は、光学装置 1 0 e のテーパのファクターを決定し、それは、装置の厚さの漸次の低下をもたらす。これらのパラメータは、式 (56)

40

【 0 1 3 3 】

【 数 5 6 】

$$\tan(\theta_{trans}) = \frac{h}{\Delta x}.$$

により示される関係がある。もし θ_{trans} が極端な光線の角度について正ならば、

50

= - m_{ax} 、テーパの高さ h は正でありそして光学装置 10 e の厚さは、光学装置の長さに沿って最初の傾斜構造 32 および下り構造 36 を単純に二重にすることによって発光領域の長さに沿って薄くなる。もし t_{rans} が負ならば、下り構造 36 a のプリズム構造は、この光線を捕らえるために、裏面の平面を越えて延在すべきである。テーパを付けることは、第 2 すなわち次の傾斜構造 32 の長さを長くすることによっても達成できる。この例は、図 58 に関連して以下に示される。図 50 から、任意の光線の角度 θ に関する昇り入射角 θ_r は、式 (57)

【0134】

【数57】

$$\beta = 90^\circ - \theta_r + \theta.$$

10

により与えられる。伝達される角度 t_{rans} は、式 (58)

【0135】

【数58】

$$\theta_{trans} = \beta - (\beta - \theta).$$

(ただし、角度 θ はスネルの法則により $\sin \theta = n \sin \theta_r$ である) により与えられる。従って、屈折した光線の角度と昇りおよび入射光線の角度との間の関係は、式 (59)

20

【0136】

【数59】

$$\theta_{trans} = \arcsin[n \sin(90^\circ - \theta_r + \theta)] - 90^\circ + \theta_r.$$

である。この式は、 θ の同じ 3 つの値、すなわち m_{ax} 、 0 および $-m_{ax}$ に関して図 51 で前の例についてプロットされる。 t_{rans} の最大値は、図の点線である昇りの角度 θ_r であり、それは昇り 32 a の臨界角で生ずる。28.7° より小さい昇りの角度に関するこの例では、すべての光線は、昇りで TIR を経験するが、しかし図 49 で示されるように、このような昇りの角度は、これらの反射した光線について頂部の表面で TIR に導かれ、その状態は、われわれが光学装置 10 e 内で光の NA を維持するために避けることを望む状態である。妥協しなければならず、いくつかの光線は、昇り表面 32 a を通過できるようにされなければならない。昇りの角度は、昇り 32 a からの TIR 光線に適切な反射角度を付与するように選択されて、それらは、頂部の表面 33 を出る一方伝達角度で他の光線を屈折させて、そのため、それらは、下り表面 36 a のプリズム状構造により捕らえられそして再循環されて光学装置 10 e に戻る。

30

【0137】

次に、傾斜構造 32 に隣接する下り (または下方にスロープする) 構造 36 のプリズム状構造に関して、その目的は、昇り 32 a を通過する光線を捕らえそして屈折させて $\pm m_{ax}$ の間の角度で光学装置 10 e 中に戻すことである。これは、それにあたる光線の角度のスペースおよび捕らえた屈折した光線を伝播するのを望む角度スペースに依存して、正または負のスロープを有する表面である。これらの光線が光学装置に再入する角度 θ_{ref} は、図 52 の助けにより決定され、それは、下り表面 36 a のプリズム状構造を詳細に示す。下り表面 36 a の入口面は、垂直方向に対して角度 θ を形成し、そして伝達された光線 47 c は、表面に垂直な方向に対して角度 θ を形成する。この光線は、それが光学装置 10 e に再入して装置の軸 37 に対して角度 θ_{ref} を形成するとき、垂直方向に対して角度 θ で屈折する。これらの角度間の関係は、式 (60)

40

【0138】

【数 6 0】

$$\sin(\beta) = n \sin(\beta')$$

$$\beta = \alpha + \theta_{trans},$$

$$\beta' = \alpha + \theta_{ref}.$$

により与えられる。注意すべきは、図中のすべての角度が、正の方向付けで示されていることである。および θ_{trans} で θ_{ref} を解くと、式 (61)

【0139】

10

【数 6 1】

$$\theta_{ref} = \arcsin \left[\frac{1}{n} \sin(\theta_{trans} + \alpha) \right] - \alpha.$$

となる。図 5 3 では、この式の結果は、零に等しい、零より大きいそして零より小さいについてそして $n = 1.5$ についてプロットされる。

【0140】

昇り間の間隔 L 、昇りの長さ a および昇り 3 2 a の数は、頂部表面 3 3 からの発光領域の長さを決定する。図 5 4 A - C では、 L に関する 3 つの可能性が、最初の昇り 3 2 a を外した 1 つの極端な光線 θ_{max} が、光ガイドの次の表面にあたる場所に基づいて示される。図 5 4 A では、この極端な光線 4 7 d は、昇りの底部から上方の位置で第 2 の昇り 3 2 a にあたる。次の伝達された光線は、最初の昇り 3 2 a についてよりも高い位置 h_2 で次のプリズム状の下り表面 3 6 a にあたる。別に、もし h が同じままであるならば、長さ a_2 は短くなるだろう。このケースでは、 L は零に近づき、それぞれの昇り 3 2 a は、前のプリズム状の下り表面 3 6 a の底部で始まる。

20

【0141】

図 5 4 B では、最初の昇り 3 2 a を外した極端な光線 4 7 が第 2 の昇り 3 2 a の底部にあたる特殊なケースが示されている。光学装置の光の NA、昇りの角度、プリズム角度、昇り長さ、およびテーパ高さ h は、すべて L の値を決定する。

30

【0142】

図 5 4 C は、 L が図 5 4 B のそれより大きな任意の値であるケースを示す。このケースでは、極端な光線 4 7 f のいくつかは、軸 3 7 に平行な平らな表面 3 6 b にあたる。これらの光線 4 7 f およびこの表面 3 6 b にあたるすべての光線は、TIR を経験し、そして光学装置を下方に伝播する。このやり方で、頂部表面 3 3 からの発光領域の長さは、延在できる。これは、昇り 3 2 a のそれぞれの点が光の完全な内部の NA により照明される。もし長さ L が光学装置 1 0 e の他のパラメータに関連して大きくなるならば、頂部表面 3 3 での発光の空間の分散は、均一にならず、バンディング効果を示す。これは、ユーザーが出力表面 3 3 を直接見るディスプレイのような用途に問題となるだろう。しかし、多用途の照明のような用途では、これは問題ではなく、放出領域の長さを延長するために、望ましい。

40

【0143】

或るケースでは、伝達光線 θ_{max} が負であるとき、光学装置をテーパにする能力は、図 5 4 A - C に示される光学デザイン 1 0 e により制限される。

図 5 5 A について、装置 1 0 e に類似しているが別の下り構造を有し、そして装置 1 0 e および 1 0 f のエレメントと同じ参照番号を有する本発明の第 6 の態様の光学装置 1 0 f が示される。装置 1 0 f において、それぞれの下り構造 3 6 は、下り表面 3 6 a と平らな表面 3 6 b との間に昇り表面 3 6 c を有する。昇り表面 3 6 c は、軸 3 7 に対して角度 θ を有する。この昇り 3 6 c は、光の最初の NA 内に保ちつつ、伝達された光線のいくらかを再誘導し、そして平らな表面 3 6 b を点 (昇り 3 2 a の最高の点をまさに外した最初

50

の極端な光線 47g をさえぎる)に置くことを可能にすることにより、光学装置 10f の厚さを減らす手段を提供する。光学装置 10f の裏側の最初の平面に関するこの平らな表面 36b の高さは、変化できる。これは、光学装置 10f の長さに沿って昇り 32a と下り表面 36a との間の長さ L を変える大きな自由度である。

【0144】

図 55B では、極端な光線 47h は、 $\theta = -\theta_{max}$ でたどられる。それが角度 θ_{ref} で光学装置に再入する点でプリズム状下り表面 36a にあたるまで、それは、角度 θ_{trans} で最初の昇り 32a を通過する。光線は、それが角度 θ_{refl} に完全に内部で反射される昇り 36c に伝播し、そして光学装置を下方に伝播し続ける。昇り 36c の反射角 θ_{ref} および昇りの角度 θ により、反射された角度は、式

10

【0145】

【数 62】

$$\theta_{refl} = 2\gamma - \theta_{ref}$$

により与えられる。この角度は、光学装置 10f の光の最大角すなわち θ_{max} より小さいことを要求する。一度 θ が設定されると、テーパ高さ h および昇り 36c の長さの最大値は、図に示されるように、昇り 36 による極端な光線の交差により決定される。

【0146】

θ_{refl} が θ_{max} より小さい要件は、反射して昇り 36c を離れるすべての光線が、光学装置 10f の頂部表面 33 にあたる前に次の昇り 32a の表面にあたるならば、緩和される。頂部表面 33 で、それらは、臨界角よりも小さく、放出されそして完全には内部で反射されない。

20

【0147】

図 46A の光学装置 10e の 1 つの例が、以下に記述され、傾斜構造 32 および下り構造 36 は、図 54A で示されたのと同じであり、下りのプリズム状面 36a は、昇り 32a を通って伝達される光線を捕らえるほど十分に大きく、そして平らな表面 36b は、昇り 32a のそれぞれの組の間に存在する。この例では、光学装置に入力される光は、0.5 の空気中の開口数を有し、そして屈折率 1.5 の材料からなる。光学装置内で、光の角度は、光学装置の長さに対して -19.74° から $+19.74^\circ$ に及ぶ。頂部表面 33 からの出力は、図 47 および 48 に画かれているように、表面の垂直方向のまわりに、この例では、対称であることが望まれる。望ましい出力光の分散が対称であるため、 45° の昇りの角度が選ばれ、頂部表面 33 から出る光の出力角度の範囲を $\pm 30^\circ$ にする。このような昇りの角度は、図 51 のグラフで示されているように、負の角度すなわち軸 37 の下の角度で昇り 32a を通って伝達される光線に導く。

30

【0148】

下りのプリズム状表面 36a での光線は、捕らえられる必要があり、そして屈折されて光学装置 10 中に戻される。図 56A では、この例による光学装置 10e が示され、図 56B は、初めの 3 つの傾斜構造 32 および交互する下り構造 36 の詳細な断面を示す。構造 32 および 36 による光に対する効果は、画かれた光線により示される。最初の昇り 32a で、2 つの伝達された光線 48a および 48b は、極端な光線 $\theta = -\theta_{max}$ から生ずる 1 つの光線 48a、およびまさに臨界角の下で昇り 32a にあたりそして昇りの角度 θ_r で伝達される光線を生ずる他の光線 48b であると考えられる。これらは、下りのプリズム状の表面 36a に関する角度の範囲を決めることになるだろう。極端な光線は、角度 -4.7° で 45° の昇りを通して伝達される。この光線 48b を捕らえるために、下りのプリズム状表面 36a は延在して裏面 34a をもたらし、それは、初めの裏面 34 のレベルより下にある。 $\theta = -9.3^\circ$ のプリズム角は、この光線 38b を屈折して光学装置の内側で $\theta = 0^\circ$ である。しかし、第 2 の光線 48a も、また考慮されねばならない。

40

$\theta_{trans} = \theta_r$ および $\theta_{ref} = \theta_{max}$ のときの下りのプリズム状表面の角度 θ について式 (61) を解くと、角度 $\theta = 16.3^\circ$ を生ずる。この角度で、最初の $\theta = -$

50

$m a x$ の光線 48b は、 -8.6° の角度でプリズム構造に再入し、それは十分に光の最初の NA 内である。この例では、昇りの角度 θ_r および下りのプリズム状表面の角度 θ_d は、光学装置の長さ全体にわたって一定である。光学装置 10e の他の例では、昇りおよびプリズムの角度は、特定の照明の用途について所望により変化できる。

【0149】

次の昇り 32a への間隔 L は、いくつかのファクターにより決定される。テーパーにするために、次の下り構造 36 の底部は、裏面 34 よりも高くなければならない。これは、最低の極端な光線 48c が、図 56B における変数 h により示されるように、昇り 32a の底部の上の場所で第 2 の昇り 32a にあたることを要する。間隔 L が小さければ小さいほど、あたる場所は高くなる。もし第 2 および次の昇り 32a の高さ H が高さ h に等しいならば、すべての昇りおよび間隔は、同じであろう。もし H が h より大きければ、距離 L は光学装置 10e の長さに沿って長くなる。昇り 32a は、サイズを大きくし、例えば図 58 で示されるが光学装置 10e において示されるように、間隔をさらに空けることになるだろう。

【0150】

図 56 の例の出力光の分散は、 $H = h$ でありそして昇り 32a 間の間隔が光ガイドの長さ全体に沿って均一であるときのケースについて、図 57 で示される。図 57 のグラフは、出力頂部表面 33 の次の平面における光学装置の軸に沿う相対的な光の分散を示す。位置 $x = 0$ は、裏側の表面の構造 32 および 36 の開始を記録する。光の分散は、この位置で最大であり、徐々に減少しながら光学装置の長さ方向に下がる。光の分散の均一性は、装置を下方に移動するとき昇りの間隔 L を減少させ、それにより、より多くの光が引き出されるにつれ単位長さあたりの昇りの数を増加させることにより、または H を h より大きくし、それにより図 58 の例について示されているように、光ガイドを下方に移動するにつれ昇りの表面積を増加させることにより、改善される。

【0151】

図 55A - 55B の追加の昇り表面 36c を利用する光学装置 10f の例が、以下に記述される。図 59A は、この例による光学装置 10f を示し、図 59B は、初めの 3 つの傾斜構造 32 およびそれらの間の交互する下りの構造 36 の詳細な断面を示す。すべての傾斜構造および下り構造は、同一であり、そしてそれらの間の間隔は一定である。この例の出力光の分散は、図 60 に示される。グラフは、出力頂部表面 33 にわたって光学装置の長さに沿う光の分散を示す。この例は、前の例よりも良好な均一性を示し、昇り 32a の間隔 L の変化により改善される。図 61 のグラフは、間隔 L が最初の昇り 32a での最大値から最後の昇り 32a での零の値へ線状の形で減少する光の分散の結果を示す。この例の他のパラメーター、すなわち昇りの角度、昇りの長さおよび二次的な昇りの角度は、同じままである。昇り 32a 間の間隔におけるこの減少は、光の分散の均一性に顕著な改善に導く。図 61、並びに図 34A、34B、35A、35B、57 および 60 に示される出力の分散は、Tucson、Arizona の Breault Research, Inc. から売り出されている ASAP のような光学モデルコンピュータソフトウェアを使用してシミュレーションされた。

【0152】

多くの用途で、単一の昇りの角度を用いそして特定の光源から通常利用できるものを超えて出力光の分散の角度の拡がりを増加させることが望まれる。図 49 は、所定の光源の開口数および光ガイドの屈折率について、出力角度の範囲が、式 (55) により与えられるような昇りの角度により制限されることを示す。その近くのものに関して 1 つの昇りの角度を変えることにより個々に、またはそれぞれの昇りを分節しそしてそれぞれのセグメントに僅かに異なる角度を与えることによるかの何れかにより、複数の昇りの角度を組み入れることによって出力の角度の範囲を増加できる。

【0153】

このようなそれぞれの昇り表面 32a のセグメント化は、図 62 で示され、昇り 32a は、次第に鋭くなる不連続の角度で 3 つのセグメント 49a、49b および 49c に分割

10

20

30

40

50

される。昇りの角度、出力角度、プリズム面角度および二次的昇りの角度間の関係を確定するデザインの基準は、それぞれの昇りのそれぞれのセグメントに適用される。昇りの最初のセグメント 49 a は、浅い角度であって、このセグメントから現れる任意の伝達される光線は、最大の正のスロープの角度を有し、そして下りのプリズム状表面 36 a により、より容易に捕らえられる。そのため、この表面 36 a は、図 58 の例の最初の下りの構造 36 に関するケースのように、裏面の平面の下に延在しない。

【0154】

出力角度を広げることは、また、図 63 に示されているように、昇りのスロープの連続する変化により達成できる。不連続のスロープを有する分節された昇りの代わりに、昇り 32 a は、連続する曲線 59 d になり、スロープの範囲は、アウトカップリングする光の出力角度における所望の範囲により決定される。

10

【0155】

所望により、光学装置 10 e または 10 f の底部の表面 34 (構造 32 および 36 を含む) は、反射性の材料例えば絶縁物または金属の層または被覆を有することができる。例えば、有効な材料は、従来の金属処理法、例えば鏡または半導体の製造に使用されている方法を使用して適用される。これらの反射性材料を使用するにあたって、底部の表面 34 に沿う内部の反射全体は、すべての光が反射されるので、もはやデザインの相違がなく、そのため、下り構造の角度は、光学装置のデザインにおいて厳密を要しない。

【0156】

図 64 A - C について、本発明の第 7 の態様による光学装置 10 g の例が示され、それは、光学装置 10 b - d の参照番号 50 により一般に示される上側の構造、並びに光学装置 10 e - f の参照番号 51 により一般に示される下側の構造を有する光学材料の単一の本体を有する。装置 10 g は、頂部の表面 53 a に沿って上側の構造 50 を有する第 1 の本体部分 52 a および底面の表面 53 b に沿って下側の構造 51 を有する第 2 の本体部分 53 b を有する本体 52 を有する。末端 54 に沿って入力されるとき、第 1 の部分 52 a の構造 50 により分散されない光は、第 2 の本体部分 52 b により受容され、そして構造 51 により分散される。第 1 の本体部分 52 b から分散される光 54 および本体の第 2 の部分 52 b から分散される光は、装置 10 g の頂部表面 53 a から組み合わせられた照明 56 をもたらす。2 つの本体部分 52 a および 52 b のみが示されているが、装置 10 g は、装置の長さに沿って光を入力するための入力末端から連続する部分の任意の数を有し、該部分の少なくとも 1 つは、複数の構造 51 を有し、そしてこれら部分の他のものの少なくとも 1 つは、複数の構造 52 を有する。光学装置 10 b - 10 f の従来の態様におけるように、光学装置 10 g は、装置の光学材料の屈折率および装置 10 b - 10 f に関するこのような光の分散を選ぶために前述のこれらのパラメーターに従って予定された光の分散に沿って提供する。

20

30

【0157】

光学装置 10 b - 10 e を画いた図は、それらのそれぞれの頂部表面 14 b - e に沿って一定の周期を有する反復する周期的なパターンに相当する構造を示す。これは、これらの装置から均一な光の分散を得るのに望ましい。しかし、いくつかの用途では、均一ではない分散が望ましく、構造の周期および / または高さは、装置のすべてまたは部分にわたって異なる。例えば、図 65 は、図 25 の光学装置 10 d を示し、傾斜構造 22 の高さおよび平らな表面 24 を有する傾斜構造 22 の周期は、頂部表面 14 d に沿って変化して、装置の種々の域からの光の分散をコントロールし調節する。この例では、入力末端 16 d から装置の長さに沿って比例して増加する周期および高さが示されているが、周期および / または高さにおける他の均一でない変化は、同様に使用されて、特定の用途に所望に応じて装置を出る光の強度および分散をコントロールする。また、例が光学装置 10 d を使用して説明されているが、他の光学装置 10 b、c、e も、同様にそれらのそれぞれの前側の表面の構造の変化した周期および高さを有することができる。さらに、図 58 の光学装置 10 e の例は、末端 38 から末端 39 へ入力末端 16 d から比例して増加する周期および高さを有する構造 32 および 36 を示すが、光学装置 10 f は、また周期および高さ

40

50

が同様に増加する構造 3 2 および 3 6 を有するか、または光学装置 1 0 e または 1 0 f は、特定の用途について所望に応じて装置を出る光の強度および分散をコントロールするために周期および / または高さが変化する 1 つ以上の構造 3 2 および 3 6 を有することができる。

【 0 1 5 8 】

使用にあたって、光は、種々の源例えば光ファイバーケーブル、ファイバー束、発光ダイオード (L E D) または任意の他の同様な光源の 1 つから光学装置 1 0 a - g 中に末端に沿って入射される。延在する光源を有する照明器具 5 8 は、例えば図 6 6 で示される。図 6 6 では、照明器具 5 8 は、光学装置 6 2 を有するハウジング 5 9 および延在する光源 6 0 を有し、光学装置 6 2 の幅に沿って照明をもたらす、それは、装置 6 2 に沿って発光域 6 3 (点線により示される) からの出力についてこのような照明を運ぶ。例えば、延在された光源 6 0 は、光学装置 6 2 の入力面 6 2 a の方向に光をもたらすように妨げられた蛍光管に相当する。光学装置 6 2 は、発光域がこの装置の頂部表面に沿う光学装置 1 0 b - g の 1 つまたは組み合わせに相当する。

10

【 0 1 5 9 】

発光ダイオード (L E D) 光源 7 0 を有する照明器具 6 4 は、例えば図 6 7 で示されている。図 6 7 では、照明器具 6 4 は、構造 6 8 に沿って発光域 6 9 (点線により示される) からの出力について照明を運ぶための L E D 光源 7 0 および光学装置 6 8 を有するハウジング 6 6 をもつ。光学装置 6 8 は、テーパ付きの入力末端 6 8 a を有し、それは、小さい単一の L E D 源 7 0 からの照明を、光学装置のより大きな幅にわたって平均して広げることができることを可能にする。これは、ディスプレイのための照明のような一般の照明の目的に有用である。入力末端 6 8 a は、図 4 5 の入力末端 2 8 c に類似している。光学装置 6 8 は、発光域がこの装置の頂部表面に沿う光学装置 1 0 b - g の 1 つまたは組み合わせに相当する。

20

【 0 1 6 0 】

光源の列を有する照明器具 7 2 が、例えば図 6 8 に示される。図 6 8 では、照明器具 7 2 は、光学装置 7 6 および L E D 光源の列 7 8 を有するハウジング 7 4 を有し、それは、装置 7 6 に沿って発光域 7 7 (点線により示される) からの出力について照明を伝達するために、光学装置 7 6 の入力面 7 6 a の幅にわたって平均した照明をもたらす。好ましくは、光学装置 7 6 は、その入力面 7 6 a から装置の長さに沿ってテーパが付けられ、漸次の厚さの減少は、この方向に開口数を低下させる。列 7 8 の L E D は、同じカラーまたはマルチカラー例えば赤 (R)、緑 (G) または青 (B) のものであって、有効な建築およびディスプレイの用途にカラーが混合した白色照明をもたらすことができる。混合した R G B L E D 光源は、白色の L E D より有効である。さらに、列 7 8 は、L E D の 1 次元または 2 次元の列であるか、または L E D の複数の列であり、それぞれの列は、異なるカラーのチャンネル、例えば赤 (R)、緑 (G) または青 (B) またはこれらの組み合わせの照明をもたらして、望ましいカラーの照明効果を得る。この例の照明器具 7 2 は、入力面 7 6 a からその長さに沿って厚さがテーパになっており、この方向に、より狭い角度の照明を提供し、それゆえ、照明器具は、L C D ディスプレイについてバックライトのユニットに相当し、その場合、伝播方向は、垂直の視聴方向に一致し、そのため低下した開口数は、ほとんどのディスプレイ装置の垂直方向に必要な低下した視聴角度と一致する。光学装置 7 2 は、発光域がこの装置の頂部表面に沿っている光学装置 1 0 b - g の 1 つまたは組み合わせに相当する。

30

40

【 0 1 6 1 】

光ファイバー光源を有する照明器具 8 0 は、例えば図 6 9 で示される。図 6 9 では、照明器具 8 0 は、光学装置 8 3 を有するハウジング 8 0 を有し、光学装置は、ハウジング 8 2 へ延在する出力末端 8 6 b および入力末端 8 6 a を有する光ファイバー 8 6 並びに光 (またはランプ) の源 8 5 に相当する光ファイバー光源 8 4 の末端からの光を受容する。光源 8 5 からの光は、次に例えば遠隔の場所のような外部からハウジング 8 2 に提供される。この例の照明器具 8 0 は、ソーラー、レーザーまたは単一のランプの源 8 4 b から遠方

50

の源の照明に有用である。単一の遠方の源は、多目的に分散される照明のために照明器具 80 の 1 つまたはいくつかに照明を提供できる。光学装置 83 は、発光域 81 (点線により示される) がこの装置の頂部表面に沿っている光学装置 10 b - g の 1 つまたは組み合わせに相当する。

【0162】

図 66 - 69 のハウジング 59、66、74、82 およびそれらのコンポーネントは、望まれる照明の用途によりサイズおよび形状が決められ、そのため、図に示されているそれらに限定されない。ハウジング 59、66、74 のケースでは、照明源 60、70 および 78 は、それぞれケーブルまたはコネクタ 59 a、66 a または 74 a を経る電気接続によって、それぞれ電力が供給される。この電力は、またハウジング中の電池から供給される。また、このような 58、64、72 または 80 は、それらのそれぞれのハウジングなしに使用できるか、または望まれる用途例えば LCD ディスプレイのための他の電気および / または光学のコンポーネントとの大きなハウジングまたはアセンブリの一部である。

10

【0163】

図 66 - 69 により説明されるように、任意の光源は、光学装置 10 a - g の光入力末端からの光をカップリングするのに使用でき、そしてそれ自体光学装置は、本明細書で照明器具とよばれる照明装置の一部として 1 つ以上の光源とカップリングされ、その場合、光は、光学装置の前側の表面および裏面に垂直な方向にコリメーションでまたはコリメーションなしで光学装置中にカップリングされる。例えば、このような照明装置は、予定された方向に光を伝播するための照明器具であり、1 つ以上の蛍光源を利用する蛍光装置、ソリッドステート LED 源を利用する LED 光装置、1 つ以上のレーザー源からの光を使用するレーザー光装置、1 つ以上の白熱光源を利用する白熱光または照明装置、ソーラ照射装置例えば天空光または窓の一部、ハイブリッド源例えばソーラおよびソリッドステート LED 源照明装置、または遠隔の蛍光、白熱光、LED またはソーラ源からの他の光ガイドまたは光ファイバーを経て伝達される遠隔の源からの照明装置がある。

20

【0164】

例えば、建築物の照明の用途では、光学装置 10 a - g は、壁に設けられたまたは天井に設けられた光のための平らな照明器具の一部、個人のオフィスの作業スペースの光のための照明器具例えば小部屋の机の上の照明、天井に取り付けられた蛍光灯の置換品である。他の用途は、光を誘導するための照明装置、例えば非常用照明、暗い公共の場所例えば劇場、博物館の通路、アートまたは特別な陳列物、棚、階段の蹴込みを示す光を照らすことによる階段、クローゼット照明のための衣料の吊り棒である。

30

【0165】

光学装置 10 a - g は、また、液晶ディスプレイ用のバックライト照明、この技術を用いるバックライト信号灯または光ガイド技術を使用する箱文字 (チャンネルレター) 信号灯で使用できる。

光学装置 10 a - g は、また、医療用、歯科用および獣医用の装置および器具、例えば手術用の手首に着用される照明源、または医療技術者用の頭部に着用される照明を提供するのに使用できる。他の用途は、光力学治療用の投与量の光の伝達、他のタイプの光治療用の患者の身体の部分への光の伝達例えば髪のコリメーション成長および皮膚の治療、LED 源からの精密な照明の伝達、または照明による概日リズムのコントロールのための精密なカラー温度の照明の伝達のためのカラー混合の提供を含む。

40

【0166】

また、光学装置 10 a - g は、乗り物の照明の用途 (例えば、フラットパネル照明例えば装飾用照明およびドーム照明、航空機および自動車用の読書用照明を導く航空機のための間接照明、および航空機の非常用出口のための直接照明)、個人の照明の用途 (例えば、帽子のつば中への照明源および光学装置の埋め込み、頭部に設ける照明源、プロジェクタチームのための手首または頭部に設けるための着用の光源)、器具照明の用途 (例えば、器具のハンドル中への光学装置および光源の埋め込みによるハンド器具、ヘルメットお

50

よび手袋のような安全部材中への光ガイドの提供による個人使用のための安全を目的とする照明、照明付き定規、水準器、電動工具ハンドルおよびシールド)、スポーツの照明の用途(例えば、照明付きスポーツ器具例えばバスケットボールバックボード、スポーツ器具杖例えば野球のバット、ホッケーのスティック、ラクロスのスティックおよびテニスのラケット、または例えばホッケー、フットボールおよびサッカーのようなスポーツのゴールおよびネット用の照明付きの構造をもつ管)、料理用の照明の用途(例えば、バーベキュー用具のハンドル中への光ガイドの埋め込みによるバーベキュー用品のための照明、または料理用電動工具のハンドル)に使用される。

【0167】

前述から、光学照明誘導装置並びにこれらの装置を使用する証明器具が提供されることが明らかになった。本明細書に記述された本発明の光学装置および照明器具における変化および改変は、疑いもなく、当業者にそれら自身で示唆している。従って、前述は、例示として考え、本発明を制限するものとして考えてはならない。

【図面の簡単な説明】

【0168】

【図1】前側の垂直な段または階段構造を有する本発明の光学照明誘導装置の第1の態様の斜視図である。

【図2】光線ダイアグラムを示す図1の装置の一部断面図である。

【図3】図1の装置の前側表面、裏面および側面の平行な未構造化の域での全内部反射を支持するのに必要な入射光の屈折率比対開口数のプロットである。

【図4】装置の頂部表面に沿って鋭角の傾斜構造を有する本発明の光学照明誘導装置の第2の態様の斜視図である。

【図5】光線ダイアグラムを示す図4の装置の一部断面図である。

【図6】装置の前側の表面で2つの限界屈折光線の相互作用、Ray 1および2を説明する光線ダイアグラムを示す、図4の装置の他の一部断面図である。

【図7】装置の前側の表面で2つの主要な限界屈折光線の相互作用、Ray 3および4を説明する光線ダイアグラムを示す、図4の装置の他の一部断面図である。

【図8】装置の出口面の1つを通して屈折する第1の限界屈折光線Ray 1を詳細に説明する光線ダイアグラムを示す、図4の装置の他の一部断面図である。

【図9】図4の装置の出口面の1つを通して屈折する第1の制限光線Ray 1について誘導される最大出口面角度のプロットである。

【図10】装置の出口面の1つを通して屈折する第2の制限光線Ray 2を詳細に説明する光線ダイアグラムを示す、図4の装置の他の一部断面図である。

【図11】図4の装置の出口面の1つを通して屈折する第2の制限光線Ray 2について誘導される最大昇り(傾斜)角度対最小出口面角度の限界、並びに屈折率比 R_n の3つの異なる値のプロットである。

【図12】昇り(傾斜)表面の1つとの第4の限界光線Ray 4の反射相互作用および装置の出口面の1つを通る次の屈折を詳細に説明する光線ダイアグラムを示す、図4の装置の他の一部断面図である。

【図13】屈折率比 R_n の異なる値について0.5のNAを有する装置中に入力される光により、図4の装置で、昇り(傾斜)表面の1つとの第3および第4の限界光線Ray 3および4の反射相互作用、並びに出口面の1つを通る次の屈折について誘導される最小出口面および昇り(傾斜)角度限界を示すプロットである。

【図14】装置に入力される光の開口数NAの異なる値および1.4の屈折率比 R_n について、昇り(傾斜)表面の1つとの第3および第4の限界光線Ray 3および4の反射相互作用および図4の装置について出口面の1つを通る次の屈折について誘導される最小出口面および昇り(傾斜)角度限界を示すプロットである。

【図15】装置中に入射される光について、1.59の屈折率比 R_n および0.1、0.3および0.5の開口数NA値のケースで、図4の装置に関して出口面を通る有効な光の引き抜きのための解空間を説明する、すべて3つのデザインの制約を示すプロットである

10

20

30

40

50

。

【図 1 6】装置中に入射される光について、1、4 の屈折率比 R_n および 0.1、0.3 および 0.5 の開口数 NA 値のケースで、図 4 の装置に関して出口面を通る有効な光の引き抜きのための解空間を説明する、すべて 3 つのデザインの制約を示すプロットである。

【図 1 7】装置の長さに沿って漸次または不連続な厚さの減少を伴う、図 4 の装置に類似した鋭角の傾斜構造を有する本発明の光学照明誘導装置の第 3 の態様の斜視図である。

【図 1 8】光線ダイアグラムを示す図 1 7 の装置の一部断面図である。

【図 1 9】傾斜構造の 1 つの出口面を通る限界屈折光線 Ray 2 を詳細に説明する光線ダイアグラムを示す、図 1 7 の他の一部断面図である。

【図 2 0】1、5 9 の屈折率比 R_n および厚さ減少（比）パラメーター の異なる値について、図 1 7 の装置の傾斜構造の 1 つの出口面を通して屈折する、第 2 の限界光線 Ray 2 について誘導された最大昇り（傾斜）角度対最小出口面角度限界のプロットである

。

【図 2 1】昇り（傾斜）表面の 1 つとの第 4 の限界光線 Ray 4 の屈折相互作用および傾斜構造の 1 つの出口面を通る次の屈折相互作用を説明する光線ダイアグラムを示す、図 1 7 の装置の他の一部断面図である。

【図 2 2】1、5 9 の屈折率比 R_n 、0.5 の入射した光の開口数および厚さ減少（比）パラメーター の異なる値のケースについて、昇り（傾斜）表面との第 3 および第 4 の限界光線の反射相互作用および図 1 7 の装置の傾斜構造の 1 つの出口面を通る次の屈折について誘導される最小出口面および昇り（傾斜）角度限界を示すプロットである。

【図 2 3】1、5 9 の屈折率比 R_n 、厚さ低下比 = 1.3 および 0.1、0.3 および 0.5 の入射光の開口数値のケースについて、図 1 7 の装置に関して有効な光の引き抜きのための解空間を説明する 3 つすべてのデザイン制約を示すプロットである。

【図 2 4】1、4 の屈折率比 R_n 、厚さ低下比 = 1.2 および 0.1、0.3 および 0.5 の入射光の開口数値のケースについて、図 1 7 の装置に関して有効な光の引き抜きのための解空間を説明する 3 つすべてのデザイン制約を示すプロットである。

【図 2 5】隣接する傾斜構造の組間に平らな表面を有する、図 1 7 の装置に類似した、鋭角の傾斜構造および漸次の厚さの減少を有する本発明の光学照明誘導装置の第 4 の態様の斜視図である。

【図 2 6】これらの構造間に課された平らな表面および傾斜構造の 2 つに関する光線ダイアグラムを示す図 2 5 の装置の一部断面図である。

【図 2 7】傾斜構造の 1 つの出口面を通る第 2 の限界光線 Ray 2 の相互作用を説明する光線ダイアグラムを示す図 2 5 の装置の一部断面図である。

【図 2 8】1、5 9 の屈折率比 R_n およびパラメーター および のケースについて、図 2 5 の傾斜構造の 1 つの出口面を通る第 2 の限界光線 Ray 2 相互作用に関して誘導される最大昇り（傾斜）角度対最小出口面角度のプロットである。

【図 2 9】昇り（傾斜）表面の 1 つとの第 4 の限界光線 Ray 4 の反射相互作用および傾斜構造の 1 つの前側の出口面を通る次の屈折相互作用を説明する光線ダイアグラムを示す、図 2 5 の装置の一部断面図である。

【図 3 0】昇り（傾斜）表面の 1 つとの第 3 および第 4 の限界光線の反射相互作用および図 2 5 の傾斜構造の 1 つの出口面を通る次の屈折について誘導される最小出口面および昇り（傾斜）角度限界を示すプロットである。

【図 3 1】1、5 9 の屈折率比 R_n 、厚さ低下比 = 1.5 および 0.1、0.3 および 0.5 の入射光の開口数値のケースについて、図 2 5 の装置に関して有効な光の引き抜きのための解空間を説明する 3 つすべてのデザイン制約を示すプロットである。

【図 3 2】1、4 の屈折率比 R_n 、厚さ低下比 = 1.5、フラットパラメーター = 1.0 および 0.1、0.3 および 0.5 の入射光の開口数値のケースについて、図 2 5 の装置に関して有効な光の引き抜きのための解空間を説明する 3 つすべてのデザイン制約を示すプロットである。

【図 3 3】屈折率比 R_n の異なる値について、図 4 の装置の光の最大伝播角度 Ray -

10

20

30

40

50

m_{ax} 対入射光の開口数 NA を示すプロットである。

【図 34 - A】18 度の E_F および 8 度の R および 0.5 の入射光の開口数 NA をもつ傾斜構造を有する図 4、17 および 25 の装置からの光の分散の例の例示である。

【図 34 - B】図 34 A の例に関する光の分散に関する照明の強度のプロットである。

【図 35 - A】20 度の E_F および 2 度の R および 0.1 の入射光の開口数 NA をもつ傾斜構造を利用するこれらの装置の光の分散を表す、図 4、17 および 25 の装置の例の光の分散に関する照明の強度のプロットである。

【図 35 - B】40 度の E_F および 2 度の R および 0.1 の入射光の開口数 NA をもつ傾斜構造を利用するこれらの装置の光の分散を表す、図 4、17 および 25 の装置の例の光の分散に関する照明の強度のプロットである。

10

【図 36】10、20、30 および 40 度の出口面角度 E_F について、4 度の昇りの角度 R および 0.1 の入射光の開口数 NA 、1.4 の屈折率比 R_n をもつ図 17 の装置の例に関する光の分散のプロットである。

【図 37】図 6 に類似しているが、凹形の形状を有するような曲がった前側の出口面を有する図 4 の装置の一部断面図である。

【図 38】図 17 に類似しているが、装置の幅に沿って発せられる照射の角度に影響する弓形の前側の出口面を有する図 17 の装置の斜視図である。

【図 39】装置の本体が装置の軸に垂直な軸のまわりに曲がっている、図 17 に類似した装置の斜視図である。

【図 40】装置の本体が装置の軸に垂直な軸のまわりに曲がっている、図 17 に類似した装置の斜視図である。

20

【図 41】装置の本体が円筒状の殻を形成する、装置の軸に平行な軸のまわりに完全に曲がった、図 17 に類似した装置の斜視図である。

【図 42】装置の本体の入力部分の始まりが、厚さ方向に装置内で照射の開口数を減らすために、より大きな厚さにテーパを付けられる、図 25 に類似した装置の斜視図である。

【図 43】本体の入力部分の始まりが、厚さ方向に装置内で照射の開口数を減らすために、より大きな厚さにテーパを付けられる、図 25 に類似した装置の斜視図である。

【図 44】本体の入力部分の始まりが、装置の幅に沿って装置内で照射の開口数を減らすために、テーパを付けられる、図 4 に類似した装置の斜視図である。

30

【図 45】本体の入力部分の始まりの幅が、装置の幅に沿って装置内で照射の開口数を減らすために、テーパを付けられる、図 4 に類似した装置の斜視図である。

【図 46】A は、傾斜構造が、傾斜構造を通して伝達される光を捕らえるために傾斜構造を裏面の下り構造と交互する、前側の表面を通して光を反射するための装置の裏面に沿って傾斜構造を有する本発明の光学照明誘導装置の第 5 の態様の斜視図である。B は、表面による全内部反射 (TIR) を説明するために頂部の表面および底部の表面を有する理論上の光学要素に入る光線の形を示す、光線ダイアグラムである。

【図 47】装置の頂部表面から発する光および光源を有する図 46 A の光学装置の 1 つの応用を示すブロックダイアグラムである。

【図 48】装置の前側表面への装置の傾斜構造の 1 つの昇り表面の反射を説明する光線ダイアグラムを示す図 46 A の装置の一部断面図である。

40

【図 49】装置の内側で光の NA により規定された空間について、昇りの角度 r に対する図 46 A の装置の頂部表面からの出力角度 θ_{out} のプロットであり、点線の曲線は、光線およびこの曲線の上の昇りの角度が TIR を生ずることを示す、昇り表面での TIR に関する境界である。

【図 50】傾斜構造の 1 つの昇り表面からの伝達された光線角度 θ_{trans} を説明する光線ダイアグラムを示す図 46 A の装置の一部断面図である。

【図 51】図 50 の光線ダイアグラムに関する極端な光線角度 - m_{ax} から m_{ax} について伝達される光線角度 θ_{trans} 対昇りの角度 r のプロットである。

【図 52】図 46 A の装置の傾斜構造の昇り表面の 1 つに関する光線ダイアグラムであり

50

、昇り表面から伝達される光は、プリズム角度に沿って装置の隣接する下り構造の下りのプリズム状表面に入射する。

【図 5 3】図 5 2 の光線ダイアグラムに関する傾斜構造の 1 つに関する昇り表面を通過する光線に関する伝達される光線角度に対する下りのプリズム状表面による屈折する光線のプロットである。

【図 5 4】A、B および C は、隣接する傾斜構造の昇り表面間の間隔について 3 つの条件を説明するための、図 4 6 A の光学装置の一部断面図に関する光線ダイアグラムを示す。

【図 5 5】A は、図 4 6 A の装置に類似しているが、二次的な昇り（または傾斜）表面を有する下り構造をもつ、本発明の光学照明誘導装置の第 5 の態様の一部断面図である。B は、A に類似した他の一部断面図である。

【図 5 6】A は、図 4 6 A の装置の例の断面図である。B は、光線ダイアグラムを示すための、A の楕円により示された A の一部断面図である。

【図 5 7】図 5 6 A の例に関する装置の頂部表面からの光の出力分散のプロットである。

【図 5 8】装置の長さに沿って漸次増加する交互する下り構造および傾斜構造のサイズを示す図 4 6 A の光学装置の例である。

【図 5 9】A は、図 5 5 A の装置の他の例の断面図である。B は、より詳細に装置を示す図 5 9 A の一部断面図である。

【図 6 0】図 5 9 A の例について装置の頂部表面からの光の出力分散のプロットである。

【図 6 1】図 5 9 A の例について装置の頂部表面からの光の出力分散の他のプロットであり、傾斜構造の間隔 L は、最初の傾斜構造でのその最大値から最後の傾斜構造での零に線状に低下する。

【図 6 2】図 4 6 A の装置の一部断面図であり、それぞれの傾斜構造は、漸次鋭くなる角度で複数の表面に分節される昇り表面を有する。

【図 6 3】図 4 6 A の装置の一部断面図であり、それぞれの傾斜構造は、連続的に変化するスロープを有する昇り表面を有する。

【図 6 4】A、B および C は、頂部表面から照明を分散するために頂部および底部の表面に沿って傾斜構造を有する、本発明の光学照明誘導装置の第 7 の態様による光学装置の、それぞれ平面斜視図、底面斜視図および正面斜視図である。

【図 6 5】図 2 5 の光学装置の例の斜視図であり、傾斜構造および平らな表面の周期および深さは、装置の長さに沿って変化する。

【図 6 6】図 4、1 7、2 5、4 6 A、5 5 A または 6 4 A - C の光学装置で使用される異なるタイプの光源を有する照明器具のブロックダイアグラムである。

【図 6 7】図 4、1 7、2 5、4 6 A、5 5 A または 6 4 A - C の光学装置で使用される異なるタイプの光源を有する照明器具のブロックダイアグラムである。

【図 6 8】図 4、1 7、2 5、4 6 A、5 5 A または 6 4 A - C の光学装置で使用される異なるタイプの光源を有する照明器具のブロックダイアグラムである。

【図 6 9】図 4、1 7、2 5、4 6 A、5 5 A または 6 4 A - C の光学装置で使用される異なるタイプの光源を有する照明器具のブロックダイアグラムである。

【符号の説明】

【0 1 6 9】

- 1 0 a 光学照明装置
- 1 0 b 光学照明装置
- 1 0 c 光学照明装置
- 1 0 d 光学照明装置
- 1 0 e 光学照明装置
- 1 0 f 光学照明装置
- 1 0 g 光学照明装置
- 1 1 階段状構造
- 1 1 a 前側の出口面
- 1 1 b 平行な前側の表面

10

20

30

40

50

1 2 a	本体	
1 2 b	本体	
1 2 c	本体	
1 2 d	本体	
1 4 a	頂部表面	
1 4 b	前側の表面	
1 4 c	頂部表面	
1 4 d	前側の表面	
1 5 a	裏面	
1 5 b	底面	10
1 6	本体	
1 6 a	1 0 の 1 つの末端	
1 6 c	末端	
1 6 d	末端	
1 7 a	光学軸	
1 7 b	光学装置の軸	
1 7 c	光学装置の軸	
1 7 d	光学軸	
1 8	傾斜構造	
1 8 a	昇り表面	20
1 8 b	前側の出口面	
1 9 c	末端	
1 9 d	末端	
2 0	傾斜構造	
2 0 a	昇り表面	
2 0 b	出口面	
2 2	傾斜構造	
2 2 a	昇り	
2 2 b	出口面	
2 4	平らな平面	30
2 8 a	入力部分	
2 8 b	入力部分	
2 8 c	入力部分	
3 0	本体	
3 2	傾斜構造	
3 3	頂部表面	
3 6	下り構造	
3 6 a	下りのプリズム状表面	
3 6 b	平らな表面	
3 6 c	昇り表面	40
3 7	装置の軸	
3 7 a	3 7 の垂直方向	
3 8	末端	
3 9	末端	
4 0	軸	
4 1	光学要素	
4 1 a	平らな表面	
4 1 b	平らな表面	
4 1 c	入口表面	
4 2	矢印	50

4 4	光源	
4 7 a	光線	
4 7 b	屈折光線	
4 7 c	伝達される光線	
4 7 d	極端な光線	
4 7 e	極端な光線	
4 7 f	極端な光線	
4 7 g	極端な光線	
4 8 a	伝達される光線	
4 8 b	伝達される光線	10
4 9 a	セグメント	
4 9 b	セグメント	
4 9 c	セグメント	
5 0	上側の構造	
5 1	下側の構造	
5 2	本体	
5 2 a	第 1 の本体部分	
5 2 b	第 2 の本体部分	
5 3 a	頂部表面	
5 3 b	底部表面	20
5 6	照明	
5 8	照明器具	
5 9	ハウジング	
6 0	光源	
6 2	光学装置	
6 2 a	入力面	
6 3	発光域	
6 4	照明器具	
6 6	ハウジング	
6 8	光学装置	30
6 8 a	入力末端	
6 9	発光域	
7 0	L E D 光源	
7 2	照明器具	
7 4	ハウジング	
7 6	光学装置	
7 6 a	入力面	
7 7	発光域	
7 8	L E D 光源列	
8 0	照明器具	40
8 1	発光域	
8 2	ハウジング	
8 3	光学装置	
8 4	光ファイバー	
8 4 b	光源	
8 5	光源	
8 6	光ファイバー	
8 6 a	入力末端	
8 6 b	出力末端	

【 図 1 】

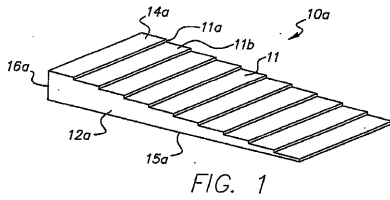


FIG. 1

【 図 2 】

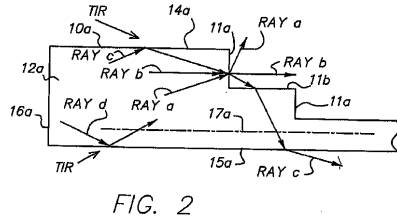
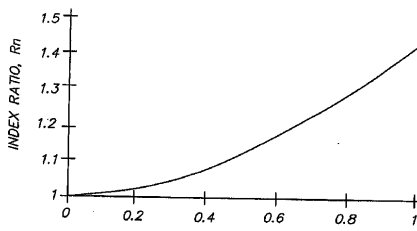


FIG. 2

【 図 3 】

FIG. 3 NUMERICAL APERTURE OF
INJECTED LIGHT IN AIR

【 図 7 】

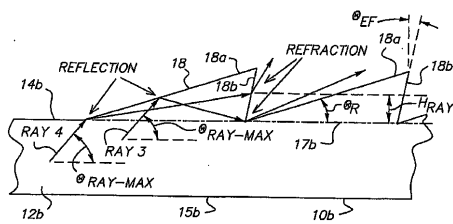


FIG. 7

【 図 8 】

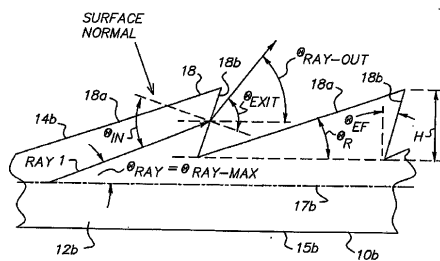


FIG. 8

【 図 4 】

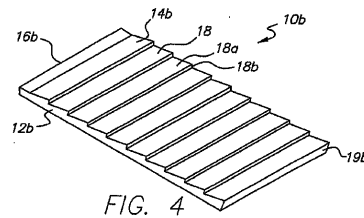


FIG. 4

【 図 5 】

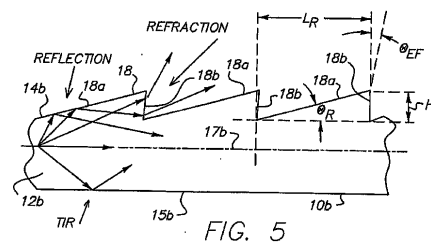


FIG. 5

【 図 6 】

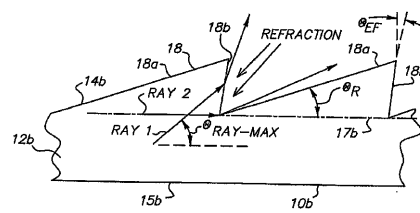


FIG. 6

【 図 9 】

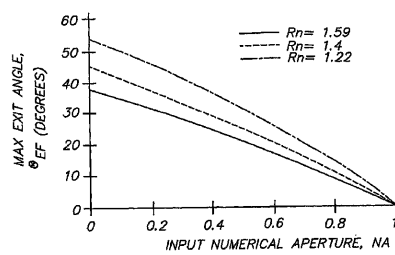


FIG. 9

【 図 10 】

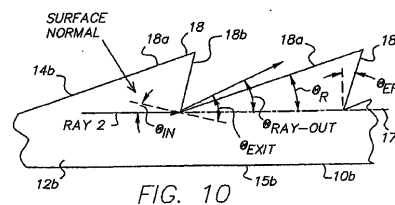


FIG. 10

【 図 1 1 】

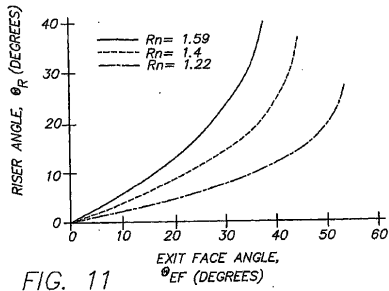


FIG. 11

【 図 1 2 】

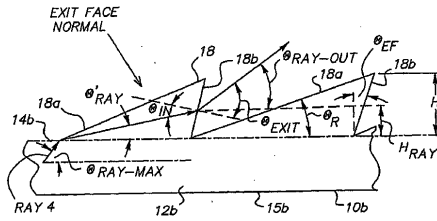


FIG. 12

【 図 1 3 】

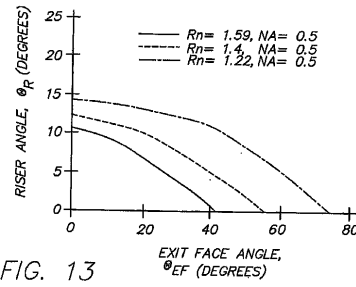


FIG. 13

【 図 1 4 】

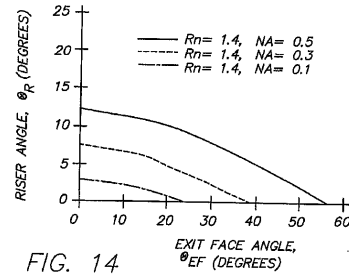


FIG. 14

【 図 1 5 】

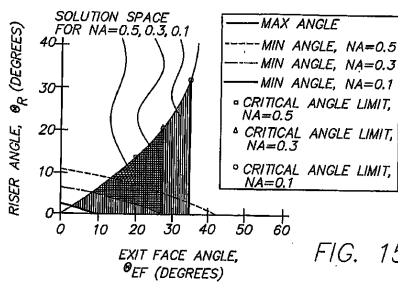


FIG. 15

【 図 1 6 】

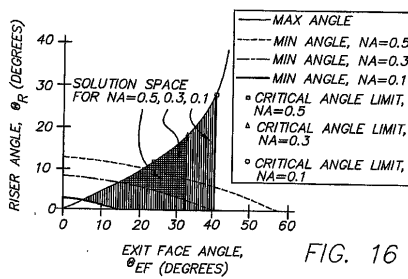


FIG. 16

【 図 1 7 】

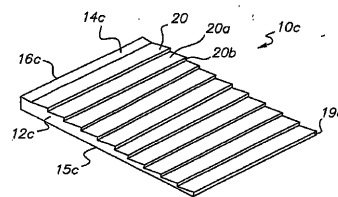


FIG. 17

【 図 1 8 】

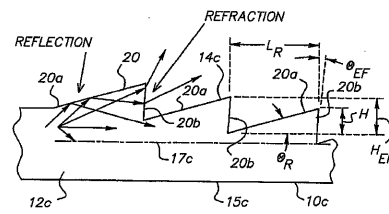


FIG. 18

【 図 1 9 】

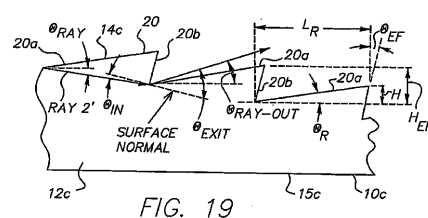


FIG. 19

【 図 2 0 】

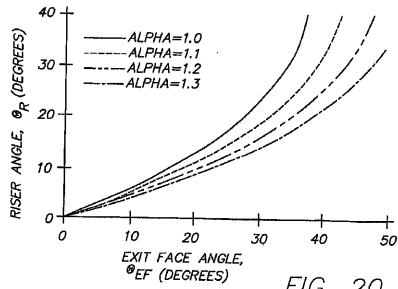


FIG. 20

【 図 2 1 】

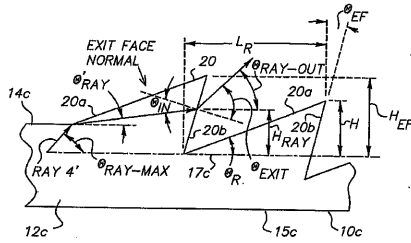


FIG. 21

【 図 2 2 】

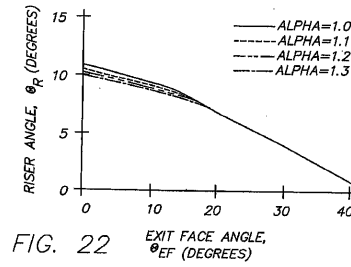


FIG. 22

【 図 2 3 】

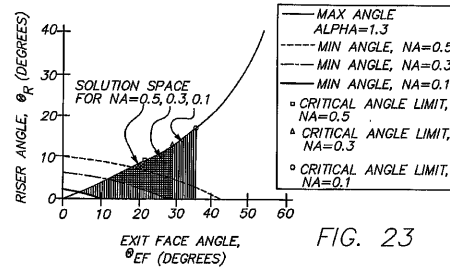


FIG. 23

【 図 2 4 】

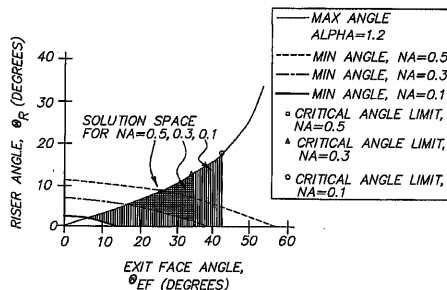


FIG. 24

【 図 2 6 】

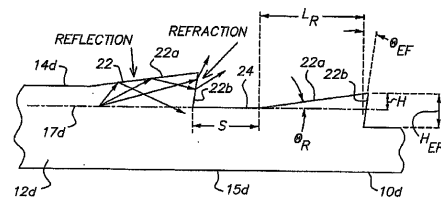
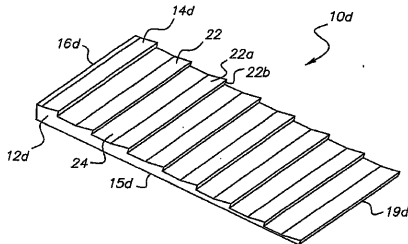


FIG. 26

【 図 2 5 】



【 図 28 】

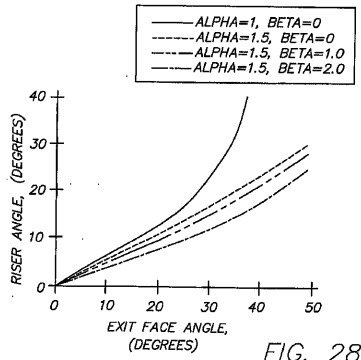


FIG. 28

【 図 29 】

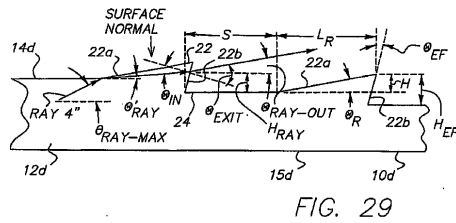


FIG. 29

【 図 30 】

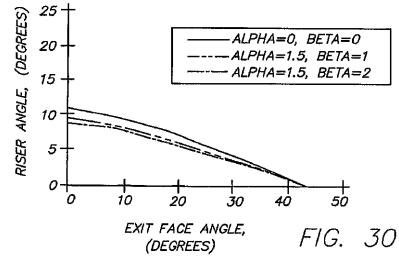


FIG. 30

【 図 31 】

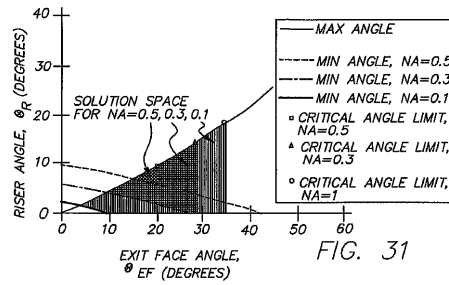


FIG. 31

【 図 32 】

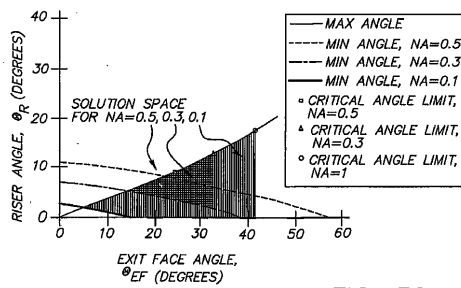


FIG. 32

【 図 33 】

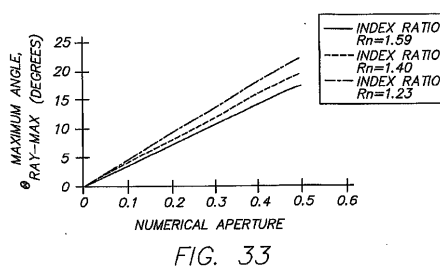


FIG. 33

【 図 34 A 】

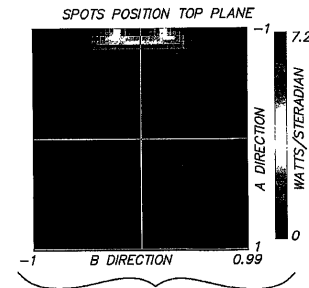


FIG. 34A

【 図 34 B 】

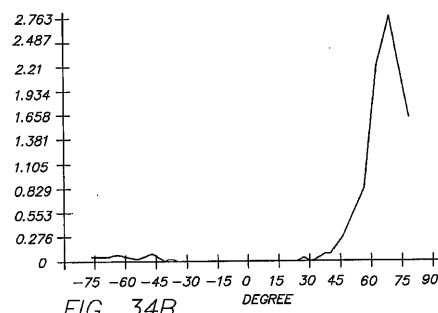
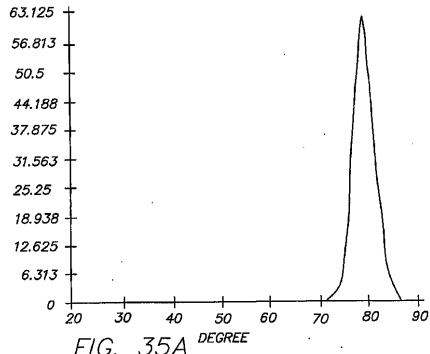
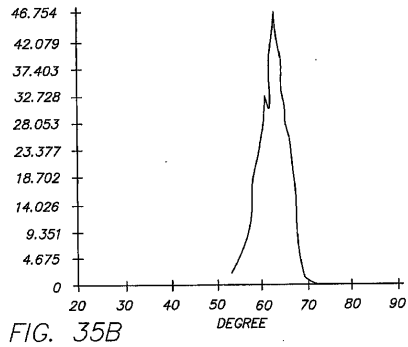


FIG. 34B

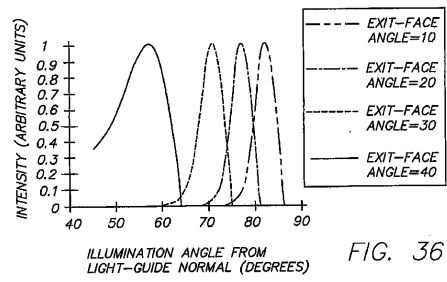
【図 35 A】



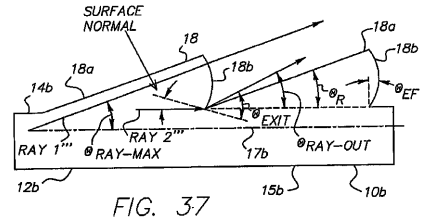
【図 35 B】



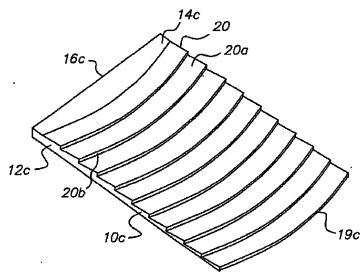
【図 36】



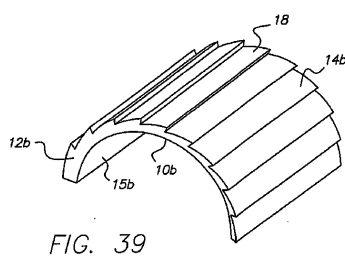
【図 37】



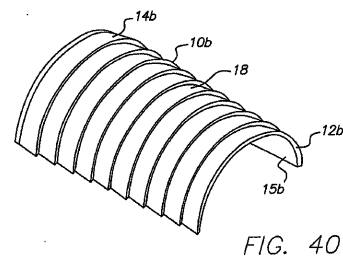
【図 38】



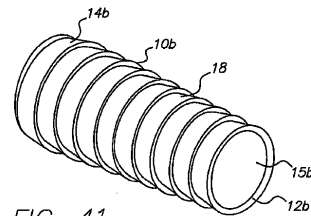
【図 39】



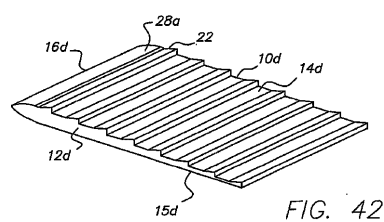
【図 40】



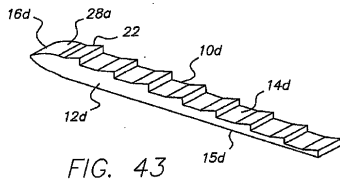
【図 41】



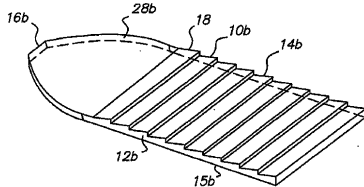
【図 42】



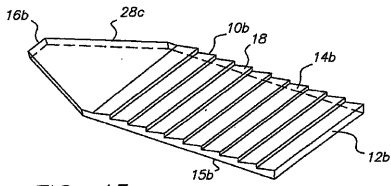
【 図 4 3 】



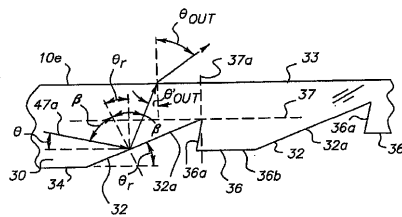
【 図 4 4 】



【 図 4 5 】



【 図 4 8 】



【 図 4 9 】

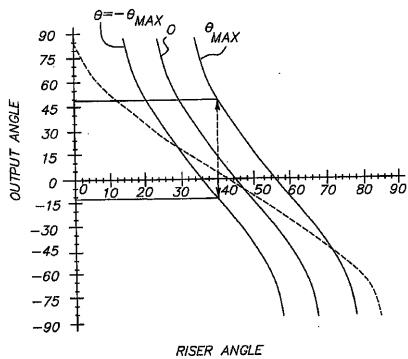
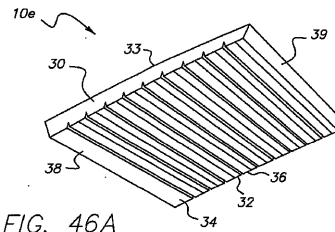
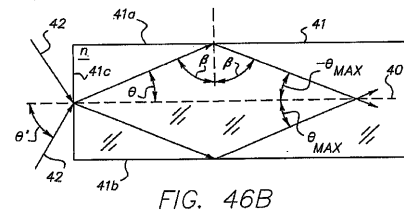


FIG. 49.

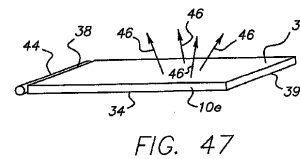
【 図 4 6 A 】



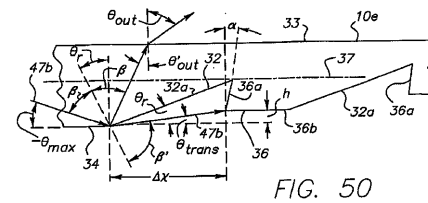
【 図 4 6 B 】



【 図 4 7 】



【 図 5 0 】



【 図 5 1 】

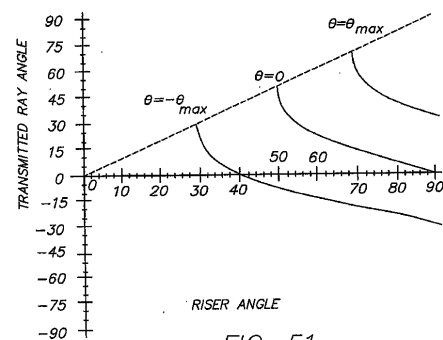


FIG. 51

【 図 5 2 】

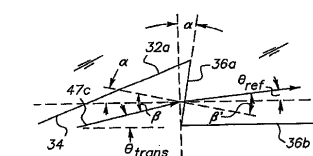


FIG. 52

【図 5 3】

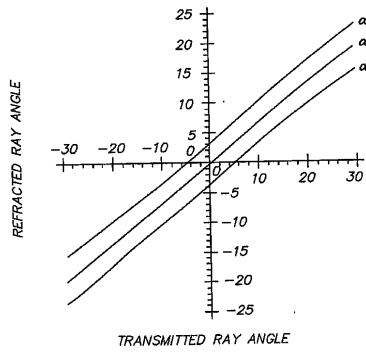


FIG. 53

【図 5 4 A】

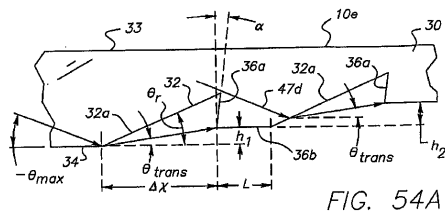


FIG. 54A

【図 5 4 B】

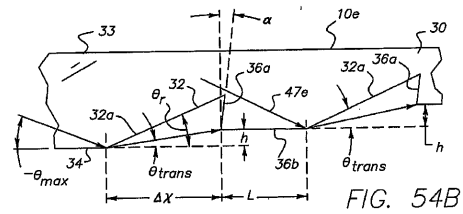


FIG. 54B

【図 5 4 C】

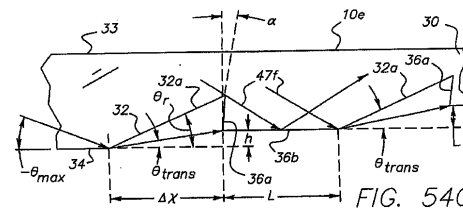


FIG. 54C

【図 5 5 A】

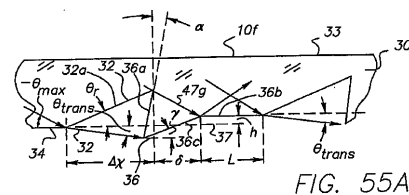


FIG. 55A

【図 5 5 B】

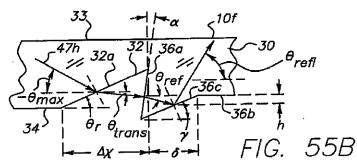


FIG. 55B

【図 5 6 A】

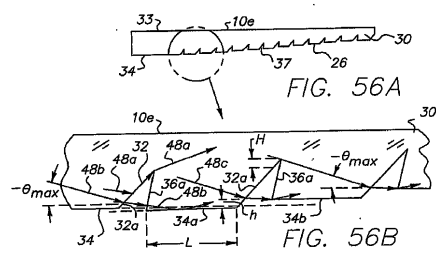


FIG. 56A

【図 5 6 B】

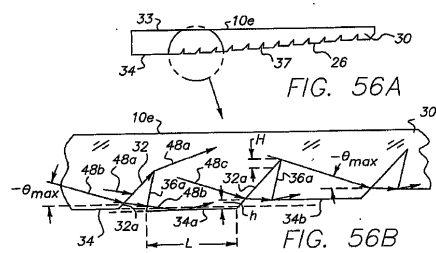


FIG. 56B

【図 5 7】

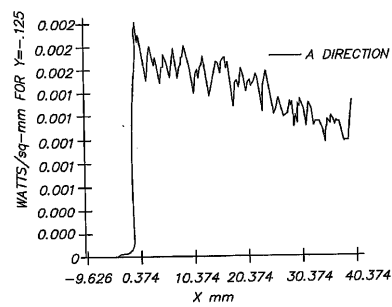


FIG. 57

【図 5 8】

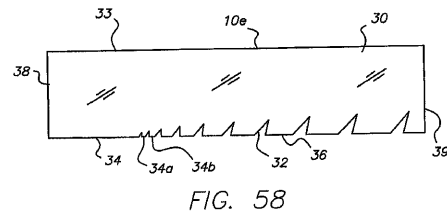


FIG. 58

【図 5 9 A】

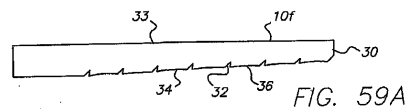
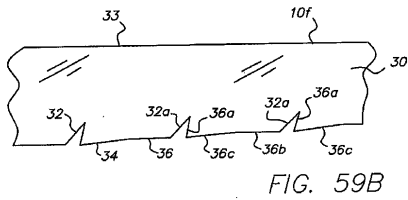
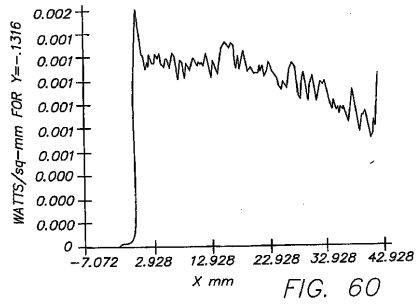


FIG. 59A

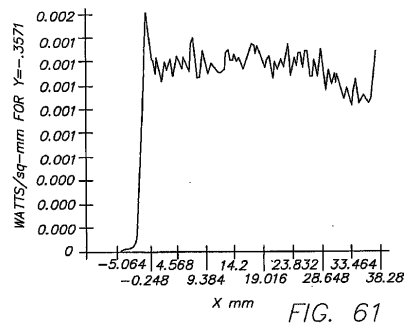
【図 59 B】



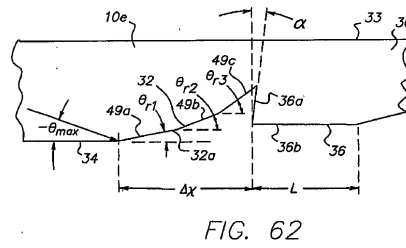
【図 60】



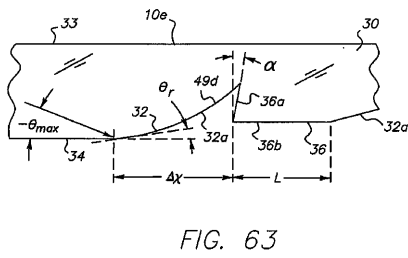
【図 61】



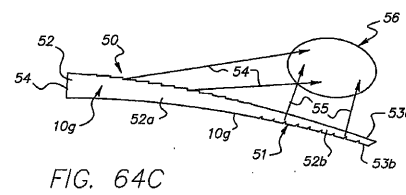
【図 62】



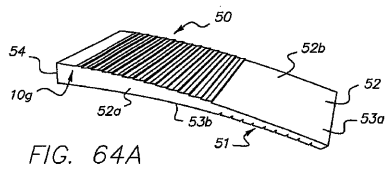
【図 63】



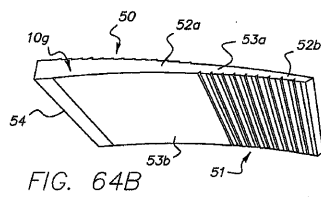
【図 64 C】



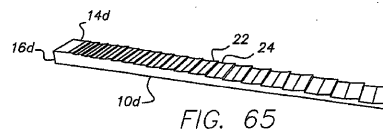
【図 64 A】



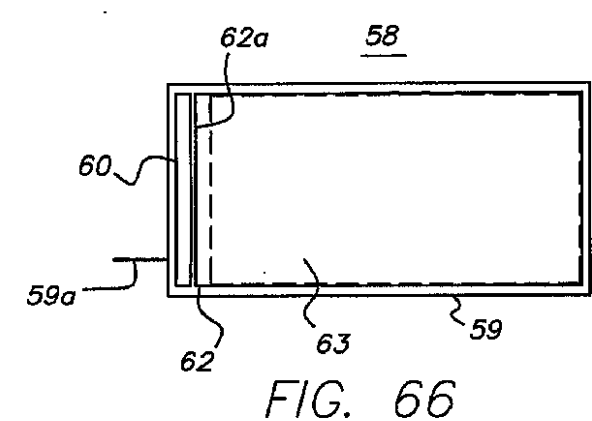
【図 64 B】



【図 65】



【図 66】



【図 67】

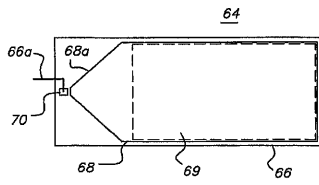


FIG. 67

【図 68】

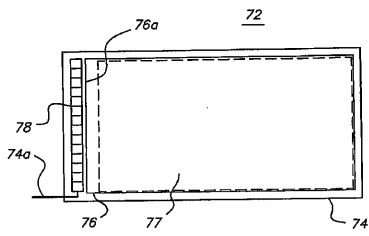


FIG. 68

【図 69】

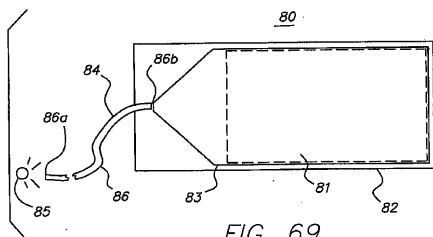


FIG. 69

【国際調査報告】

60900020031



PCT/US2007/003360

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US 07/03360

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC(8) - F21V 3/02 (2008.04)

USPC - 362/615

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
USPC - 362/615Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
USPC - 362/26, 27, 326, 346, 348, 349, 615; 385/146 See terms below

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

PubWest, USPTO, Google Scholar

Search terms: ramp, parallel, total internal reflection, surface, step, stair, saw tooth, light guide, light pipe, luminary, waveguide, curve, angle, index of refraction, wedge, refractive index,

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X — Y	US 5,894,539 A (Epstein) 13 April 1999 (13.04.1999) entire document especially Figs. 4B, and 5, col 3, in 38-67, col 4, in 10 to col 5, in 8, col 5, in 60 to col 6, in 8	1-8, 10, 11, 13, 16, 17, 28-33, 37-39, 41-44, 46, 47, 53, and 57
X — Y	US 2005/0232572 A1 (Winston et al.) 20 October 2005 (20.10.2005) entire document especially para [0014], [0025], [0035], [0155], [0216]	9, 12, 14, 15, 18-27, 34-36, 40, 45, 48-50, and 54-56
Y	US 5,136,480 A1 (Pristash et al.) 04 August 1992 (04.08.1992) entire document especially Fig. 22, col 8, in 52 to col 9, in 10, col 1, in 62 to col 2, in 3, and col 2, in 66 to col 3, in 11	51, and 52
Y	US 6,341,872 B1 (Goto et al.) 29 January 2002 (29.01.2002) entire document especially col 1, in 30-43	9, 12, 18, 20-27, 40, and 45
		14, 15, 19, 36, and 50
		34-36, 48-50, and 54-56

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

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 October 2006 (21.10.2006)

Date of mailing of the international search report

28 OCT 2008

Name and mailing address of the ISA/US

Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents

P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450

Facsimile No. 571-273-3201

Authorized officer

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

15.1.2009

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2007)

フロントページの続き

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

(72)発明者 シェルトラー, ドナルド ジェイ

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 6 2 4 ロチェスター ソザリー プレイス 2 7

(72)発明者 セールス, タツソ

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 6 2 3 ロチェスター ウェスト スクワイヤー ドライブ # 8 1 5 3

(72)発明者 モリス, マイケル ジー

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 5 6 4 ビクター エスシーアール レーン 8

Fターム(参考) 2H038 AA55 BA06

2H191 FA72Z FA74Z FA82Z FA85Z FA86Z FA87Z FB02 FB12 FB13 FD15

LA21 LA31