

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5198432号  
(P5198432)

(45) 発行日 平成25年5月15日(2013.5.15)

(24) 登録日 平成25年2月15日(2013.2.15)

(51) Int.Cl.	F I	
HO 1 L 33/60 (2010.01)	HO 1 L 33/00	4 3 2
HO 1 L 33/56 (2010.01)	HO 1 L 33/00	4 2 4
F 2 1 S 2/00 (2006.01)	F 2 1 S 2/00	4 8 4
F 2 1 Y 101/02 (2006.01)	F 2 1 Y 101:02	

請求項の数 7 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2009-507212 (P2009-507212)	(73) 特許権者	590000248
(86) (22) 出願日	平成19年4月18日(2007.4.18)		コーニンクレッカ フィリップス エレク
(65) 公表番号	特表2009-535798 (P2009-535798A)		トロニクス エヌ ヴィ
(43) 公表日	平成21年10月1日(2009.10.1)		オランダ国 5621 ベーアー アイ
(86) 国際出願番号	PCT/IB2007/051390		ドーフエン フルーネヴァウツウェッハ
(87) 国際公開番号	W02007/122555		1
(87) 国際公開日	平成19年11月1日(2007.11.1)	(74) 代理人	100087789
審査請求日	平成22年4月15日(2010.4.15)		弁理士 津軽 進
(31) 優先権主張番号	06113019.1	(74) 代理人	100122769
(32) 優先日	平成18年4月25日(2006.4.25)		弁理士 笛田 秀仙
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)	(72) 発明者	ボーネカンブ エリク
前置審査			オランダ国 5656 アーアー アイ
			ドーフエン プロフ ホルストラーン 6

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 埋め込みLED

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも1つのLEDパッケージを有するLEDアレイシステムであり、前記少なくとも1つのLEDパッケージが、LEDを有し、前記LEDパッケージに駆動電圧を供給する手段を具備する基板上に配設され、前記少なくとも1つのLEDパッケージが、支持層内に埋め込まれ、最上層が、前記最上層と、前記基板との間に前記支持層を挟むようにして配設されるLEDアレイシステムであって、前記少なくとも1つのLEDパッケージが、前記LEDによって放射される光をコリメートするための反射面を持つ反射器を有し、前記反射面に隣接する半径方向外側の第1ボリュームに、前記反射面の半径方向内側の第2ボリュームの屈折率より低い屈折率を持つ媒体が充填され、それにより、前記LEDから送出される光が、前記反射面において全反射を経験し、前記基板及び前記最上層が、ガラス製であり、前記支持層が、ポリマ製であり、前記第1ボリュームが、屈折率が1であるガスを有し、前記第2ボリュームが、前記ポリマの屈折率と等しい屈折率を備える透明な材料を有するLEDアレイシステム。

【請求項2】

請求項1に記載のLEDアレイシステムであって、前記ポリマが、PVBであるLEDアレイシステム。

【請求項3】

請求項1又は2に記載のLEDアレイシステムであって、前記反射面が、前記支持層の垂線と直交する断面であって、前記LEDからの距離の関数として増大していく断面を持

つLEDアレイシステム。

【請求項4】

請求項1乃至3のいずれか一項に記載のLEDアレイシステムであって、前記反射面が、円錐台を有するLEDアレイシステム。

【請求項5】

請求項1乃至3のいずれか一項に記載のLEDアレイシステムであって、前記反射面が、複合放物面集光器を有するLEDアレイシステム。

【請求項6】

請求項1乃至5のいずれか一項に記載のLEDアレイシステムであって、望ましい方向上のコーン2の外側では、グレアを500cd/m<sup>2</sup>未満に保つよう構成されるLEDアレイシステム。

10

【請求項7】

請求項1乃至6のいずれか一項に記載のLEDアレイシステムを含む照明システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガラスのような材料に組み込まれる発光ダイオード(LED)に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、建築用発光素子のために、ガラスに組み込まれた発光ダイオード(LED)が製造されている。これらの素子においては、ポリマ、通常PVB(ポリビニルブチラール)によって貼り合わされる2枚のガラス板の間に、2次元LEDアレイが挟まれる。LEDは、LEDに電流を供給する導体のパターンが存在する一方のガラス板に取り付けられる。上記構成は、この構成に耐久性を与え、それによって、使用分野が増大することから、有益である。

20

【0003】

ガラスのような媒体の中に完全に埋め込まれるLEDに存在する問題は、ガラス面と、周囲の空気との間の境界面において全内部反射(TIR)が起こることである。結果として、臨界角より大きい角度を持つ光は、ガラス/空気の境界面において全反射される。しかしながら、全反射された光は、(多数の内部反射によって)ガラス/PVB/ガラス系において吸収される。絶縁LEDが大きなガラスのスタック(stack)の中にある場合には、全反射された光は、最終的には全て吸収される。しかしながら、相対的に高いLED密度(例えば、 $>0.5\text{cm}^{-2}$ )においては、全反射された光は、隣接するパッケージにおいて散乱し得る。これは、予測できない光のアウトカップリングをもたらす。

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

(上記のような)LEDシステムが照明目的で用いられる場合、性能は許容できないものである。なぜなら、光学的効率が低く、グレアが制御されない、即ち、光がLEDアレイシステムから望ましくない方向に出るのを阻止する手段がないからである。

40

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の目的は、LEDパッケージに駆動電圧を供給する手段を具備する基板上に配設されるLEDパッケージの形態の少なくとも1つのLEDを有し、少なくとも1つの前記LEDパッケージが支持層内に埋め込まれる、請求項1に記載のLEDアレイシステムを提供することによって上記の問題を取り除くことにある。前記LEDアレイシステムは、前記LEDパッケージが、前記LEDによって放射される光をコリメートするための反射面を持つ反射器も有することを特徴とする。反射コリメータの使用は、1より高い屈折率を持つ前記支持層内に埋め込まれた前記LEDから放射される前記光が、前記層と、周囲の媒体、一般には空気との間の境界面を通る際に起こる全内部反射(TIR)を減らすこ

50

とによって、光学的効率を高めることを可能にする。前記反射器は、グレアを減らすことも可能にする、即ち、前記LEDアレイシステムから放射される前記光を、好ましい方向のまわりの或る角度範囲内に保つことも可能にする。これは、指向性照明の目的に好ましい。

【0006】

前記LEDアレイシステムは、好ましくは、最上層であって、前記最上層と、前記基板との間に前記支持層を挟むようにして配設される最上層を具備する。前記最上層は、前記LEDアレイシステムの寿命を増やすために損傷を防止する保護部の役割を果たし得る。結果として生じる透明な照明器具は、視覚的に魅力的であり、本発明の装置は、透明な面内に発光素子を組み込むことを可能にする。

10

【0007】

好ましい実施例においては、前記基板及び前記最上層は、ガラス製であり、前記支持層は、ほぼ等しい屈折率を持つポリビニルブチラル(PVB)製である。合わせガラスのための、ガラスとPVBとの組み合わせは、良く知られている。

【0008】

前記コーリメータの前記反射面は、好ましくは、前記支持層の垂線と直交する断面であって、前記LEDからの距離の関数として増大していく断面を持ち、或る実施例によれば、前記反射面は、前記LEDから延在する円錐台を有する。円錐台は、理想的なコーリメータではないが、形状の簡単さは、製造するのを相対的に簡単にし、従って、コスト効率を高くする。

20

【0009】

前記光学的効率を高めるために、前記反射面は、複合放物面集光器(CPC)を有し得る。CPCは数学的に記述され得ることから、スキュー光線などをより正確に考慮に入れるためにレイトレーシング技法を利用することが可能であり、この方法においては、前記LEDアレイシステムから放射される光の望ましい特性を実現するために、前記CPCの形状が、レイトレーシング技法を用いて最適化される。

【0010】

前記反射器の上には、前記支持層に対して本質的に平行に、透明なカバーが配設されることができ、前記LEDと、前記反射面と、前記透明なカバーとによって規定されるボリューム(volume)には、ガス状媒体が充填され得る。この構成は、前記反射面などを損傷の危険にさらさずに、前記LEDパッケージを、あらかじめ製作し、保管することを相対的に簡単にする。

30

【0011】

或る実施例によれば、前記反射面は、好ましくは、金属の反射材料と、干渉コーティング(interference coating)とを有する。前記反射器は、ソリッド(solid)の金属、又は金属材料で被覆されているセラミックなどの何らかの他の材料から成り得る。金属コーティングは、表面の反射率を高める簡単な方法であり、前記反射面及び前記干渉コーティングは、それを更に高める。金属材料から成る反射器は、例えばアルミニウムの場合には、扱い易く、非常に頑丈であり得る。銀が用いられる場合のような他の場合には、前記反射面は、例えば、上記で言及した前記透明なカバーを用いて、封止される必要がある。

40

【0012】

或る実施例においては、前記反射面に隣接した半径方向外側の第1ボリュームに、前記反射面の半径方向内側の第2ボリュームの屈折率より低い屈折率を持つ媒体が充填され、それによって、前記LEDから送出される光は、前記反射面において全反射を経験する。異なる屈折率を持つ媒体間の境界面における全反射は、前記システムの最大限の光学的効率を達成する方法である。この構成は、一般に、前記反射面がコーティングを具備する前述した事例の場合のアスペクト比よりわずかに大きいアスペクト比(基板プレートに対して垂直な方向を基準として、幅で除算した高さ)を持つであろう。それ故、これに関連して、全反射の使用は、前記光学的効率が最も重要であり、わずかに厚いLEDアレイシステムが許容され得るアプリケーションに適している。結果として生じる前記LEDアレイ

50

システムは、全体的に見て、前記反射面が金属を有する場合より高度に透明でもあるであろう。透明度がより高いという特徴は、アプリケーションによっては、技術的利点と、審美的価値との両方を供給することが出来る。

【 0 0 1 3 】

前記第 1 ボリュームが、屈折率が 1 であるガスを有し、前記第 2 ボリュームが、前記支持層の屈折率と等しい屈折率、即ち、1 より高い屈折率を持つ透明な材料を有する場合には、全反射が得られる。後者の特徴は、屈折面の数を減らし、前記システムの複雑さを減らし、前記システムの透明な見た目を良くするが、明らかに、いくつかの視野角に対して全内部反射が起こるのである。

【 0 0 1 4 】

本発明のシステムを用いることによって、全内部反射が起こるのを防止することが可能であり、従って、前記光学的効率を高めるだけでなく、望ましい方向上のコーン (cone) の外側のグレアを、許容可能なレベル、少なくとも  $500\text{cd}/\text{m}^2$  未満に保つことが可能である。

【 0 0 1 5 】

別の態様において、本発明の LED アレイシステムの製造法は、基本的に、

- LED パッケージを、前記 LED パッケージに駆動電圧を供給する手段を具備する基板プレート上に配設するステップと、
- 前記 LED パッケージの上にポリマの支持層を塗布するステップと、
- スタックを、圧力を加えながら加熱し、斯くして、前記ポリマの媒体内にコリメータを完全に埋め込むステップとを有する。

【 0 0 1 6 】

上記の方法は、処理を改善するために、前記コリメータにポリマを予め充填するステップも含み得る。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 7 】

図 1 は、ガラス板の基板 6 上にランバート LED (Lambertian LED) 4 が配設されるシステム 2 の一部を概略的に図示している。基板 6 上には LED 4 に電流を供給する透明な導体 8 が存在する。LED 4 は、基板 6 と、上部ガラス板 10 との間に挟まれ、ポリマ 12、一般に、ポリビニルブチラール (PVB) 内に埋め込まれる。前記ポリマ 12 は、ガラス板 6、10 を結合させる接着剤も供給する。PVB の屈折率は、ガラスの屈折率とほぼ同じであり、下に記載されている計算においては、前記屈折率は、1.5 に設定される。サンドイッチ状の前記システムのおおよその高さ H は、一般に、約 7 乃至 8mm である。前記システムは、一般に空気 14 によって囲まれている。矢印 A は、LED 4 を出る光を示しており、矢印 A' は、全内部反射を経験する光を示している。

【 0 0 1 8 】

上記のシステムの場合は、光学的効率、即ち、上部ガラス面 10 を出る光の量を、LED 4 から放射される光の全量で除算したものが、低い。LED がポリマ / ガラスのスタック内に埋め込まれる場合の予想される低い光学的効率は、式スキーム 1 を用いて非常に簡単に計算され得る。

10

20

30

## 【数 1】

$$P_1 = 4\pi \int_0^{\alpha_c} I_0 \cos(\alpha) \sin(\alpha) d\alpha$$

$$P_2 = 4\pi \int_0^{\pi/2} I_0 \cos(\alpha) \sin(\alpha) d\alpha$$

$$\eta_{Lambertian, corrected} \approx \frac{P_1}{P_2} * \left( 1 - \left( \frac{n-1}{n+1} \right)^2 \right) * 100\%$$

式1

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

10

$\alpha_c$  臨界面角  
 $I_0$  放射面に対して垂直な LED の光度 (cd)  
 $n$  屈折率

## 【数 2】

$$(n_{ガラス} \approx n_{PVB} = 1.50)$$

20

## 【0019】

$n \sim 1.50$  の屈折率の場合は、ランバート放射 LED のシステム内で、約 60% の光が吸収される。所謂エスケープコーン (escape cone) ( $\alpha < \alpha_c$ ) 内の光しか、LED からの放射光束に寄与しない。ほとんどの LED パッケージは、広い (ほとんどランバート) ビームを生成し、高屈折率媒体に組み込まれる場合ロスが大きい。

## 【0020】

上記の状況においては、放射光束は、 $2\alpha_c$  の空間角度にわたって放射される。しかしながら、照明目的では、グレアは許容できない。この文脈においては、グレアは、図において  $2\alpha_c$  で規定されている好ましい放射コーンの外部に放射される光に相当する。一般的なガイドは、角度  $\alpha > 60$  度に対して照明システムの輝度を 500 乃至 1000 cd/m<sup>2</sup> 未満に保つ。5mm<sup>2</sup> の面から 10lm を生成する一般的な LED の場合は、全半球の輝度は、式 2 を用いて計算されるように、 $\sim 1$  Mcd/m<sup>2</sup> である。

30

## 【数 3】

$$\frac{\Phi}{S} = \pi L$$

式2

$\Phi$  LED による放射光束 (lm)  
 $S$  放射面 (m<sup>2</sup>)  
 $L$  輝度 (cd/m<sup>2</sup>)

40

## 【0021】

本発明は、光学的効率をかなり高め、且つグレアの問題を完全に解決する方法を提供する。解決の鍵は、特定の形状及び低アスペクト比を備える鏡面反射型内壁を持つ LED パッケージを設計することにある。低アスペクト比は、薄いシステムを意味し、これは、美的印象を改善し、用いられる必要がある PVB の量を減らし、それによって、コストを減らす。また、より薄いシステムは、PVB による光の吸収を減らし、光の吸収があまりに顕著になるのを防止する。

## 【0022】

LED 4 によって放射される光は、光学的効率及びグレアを最適化しようコリメートされるべきである。本発明は、これらのパラメータを調整する反射素子の使用を提案する

50

## 【 0 0 2 3 】

図 2 には、本発明の LED アレイシステムの第 1 実施例 1 0 2 が示されている。矢印 A は、引き続き、LED 1 0 4 を出る光を示している。この実施例においては、LED パッケージ 1 0 0 は、ガラス板の基板 1 0 6 上に配設される。透明な導体 1 0 8 は、LED 1 0 4 に駆動電流を供給する。LED パッケージ 1 0 0 は、LED 1 0 4 から延在し、LED 1 0 4 から半径方向外向きに傾斜している反射側壁 1 2 0 も有する。側壁 1 2 0 は、おおむね、高さ h 及び幅 w にわたって延在し、サンドイッチ状の層の垂線に対して壁部角度  $\theta_w$  だけ角度を付けられる。LED パッケージ 1 0 0 は、PVB 1 1 2 内に埋め込まれ、上部ガラス板 1 1 0 は、PVB 層 1 1 2 上に配設される。目的は、光学的効率を高め、グレアを減らすことであり、適切なアスペクト比 (h/w) 及び壁部角度 ( $\theta_w$ ) を選択することによって、光は、全内部反射が起こることが防止され、且つグレアが存在しないようにしてコリメートされる。パラメータ h/w 及び  $\theta_w$  は、2 次元の場合について計算され得る。次いで、3 次元素子 (円錐形、正方形、六角形) が構成され得る。次いで、レイトリング技法を用いて光の角度分布を微調整することが可能である。コリメート素子のくさび角度  $\theta_w$  は、

$$\theta = \frac{\frac{\pi}{2} - \arcsin\left(\frac{\sin \psi}{n}\right)}{2N}$$

式 3

10

20

N コリメータの内部での最大反射回数

出射角 (ラジアン)

コリメータのくさび角度 (ラジアン)

を用いて計算され得る。コリメータの関連アスペクト比 (h/w) は、

## 【 数 5 】

$$\frac{h}{w} = \frac{1}{\frac{1}{(h_N/d)} + 2 \tan \theta}$$

式 4

30

によって与えられ、ここで、

## 【 数 6 】

$$\frac{h_N}{d} = \frac{1 + 2 \tan \theta \sum_{i=1}^{N-1} h_i/d}{\tan\left(\frac{\pi}{2} - 2N\theta\right) - \tan \theta}$$

式 5

40

h コリメータの高さ (m)

w コリメータの幅 (m)

d コリメータの入口寸法 (m)

である。

一例として、(適切なグレア防止のために必要とされる)  $\theta_w = 60$  度であると仮定すると、くさび角度  $\theta_w = 13.7$  度において、コリメータのアスペクト比 (h/w) は、1.18 である。この場合、光は、120 度のコーン内で逃げる。同時に、

【数7】

$$\arcsin\left(\frac{\sin\psi}{n}\right) < \alpha_c \quad \text{式6}$$

であることから、ガラス108と、空気114との間の境界面において全内部反射(TIR)が起こることが防止される。

【0024】

TIRが起こることが防止され、光がガラス108から高角度(>60度)で逃げない(グレアがない)ことから、効率は高い。光学的効率及び面積効率(etendue)の点で、より有利な反射器形状はCPCである。CPCは、よりコンパクトでもあり、従って、サンドイッチ状システムの高さを減らす。 10

【0025】

単一のLEDパッケージの機能しか記載されていないが、LEDアレイシステムは一般に幾つかのLEDパッケージを有することは理解されるべきである。

【0026】

図3には、本発明の第2の例示実施例が示されている。大体の構成素子は、第1実施例の構成素子とほぼ同じであり、LEDパッケージ200は、2枚のガラス板206、208の間に挟まれるPVB層212内に埋め込まれる。しかしながら、この実施例においては、LEDパッケージ212は、LED204から延在する反射CPC220を有する。透明なカバー222は、LED204と、CPC220の壁部と、前記カバー222とによって規定される領域内に空気間隙(air void)224が存在するように、CPC220上に設けられる。CPC220は、ソリッドのアルミニウム、又は金属被覆されたセラミック/ポリマから成り、LED204を出る光の反射コリメーション(reflective collimation)を供給する。 20

【0027】

図4は、本発明の第3実施例による本発明のシステムを図示している。ここでも、先の実施例と異なるのは、LEDパッケージ300だけである。この実施例においては、反射壁部は、LED304の上に直接配設され得るソリッドのCPC構造部320(例えば、PMMMA又はガラス又は透明なセラミック)を有する。CPC320は、基本的に、第2実施例に関連して示されているCPCとは逆のものである。同心空気間隙326の内壁は、LED304から放射される光をTIRによって効果的に反射する反射面を規定する。この実施例による本発明は、他の実施例の場合より高度に透明であるであろう。 30

【0028】

図5は、本発明の第4実施例を示している。この実施例においては、透明な導体408が配設されるガラス板406上に上下反対にLEDパッケージ400を配設することによって、第2実施例の透明なカバー222が取り除かれている。従って、ガラス板406は、LEDパッケージ400の基板及び透明なカバーの役割を果たす。透明な導体408とLEDパッケージとの間の電気接触は、ワイヤ428によって供給される。LEDパッケージ400は、適切な接着手段を用いてガラス板406に接着される。この構成は、第2実施例に比べてシステムの厚さを減らす。或る態様においては、ワイヤ428は、LEDパッケージ400がガラス板406に接着430されたら透明な導体408を圧迫するのに十分に堅い。これは、特にシステム402全体が積層された後の更なるボンディング/はんだ付けの使用なしに電気接触を確実にするであろう。 40

【0029】

様々なソリューションの中から選ぶ場合、コスト、複雑さ及び大きさなどの面が考慮に入れられる必要がある。例えば、第3実施例は、最も優れた光学的効率を供給するが、最も大きいアスペクト比をもたらすソリューションでもあり、現在、第1実施例に関連して記載されているソリューションと比べて相対的に高価なソリューションでもある。 50

## 【 0 0 3 0 】

従来技術の装置と、第2実施例と、第3実施例との比較が、表1に示されている。

表1：レイトラシング技法を用いて計算した、従来技術のソリューションと、本発明との比較

【表1】

構成	光学的効率 (レイ トラシング*) [%]	全体的な 厚さ [mm] (カバーを除く)	ガラスが あるか?
ガラスの中のLED	43	0.8	Yes
第2実施例	88 [*]	2.5	No
第3実施例	>90	6.0	No

10

[\*] 空気中のアルミニウムの反射率R=92.1%(550nm)

## 【 0 0 3 1 】

製造方法は、全ての実施例でほぼ同じである。違いは、LEDパッケージの構成に関するものである。LEDパッケージ100、200、300、400は、反射光学系120、220、320、420を具備し、付けられる透明な導電性領域を備えるガラス板106、206、306、406に取り付けられる。PVB112、212、312、412及び上部ガラス板108、208、308、408を加えた後、スタックは、一般に、~10barの圧力を加えながら、典型的には100℃まで加熱される。このようにして、ポリマ媒体112、212、312、412内にコリメータ120、220、320、420全体が埋め込まれる。コリメータ112、312にポリマを予め充填することは処理を改善し得る。

20

## 【 0 0 3 2 】

大雑把に説明したが、本発明のシステムの使用が考えられる多くの特定の領域がある。これらの領域は、照明器具、ショーケース、発光天井タイル、自動車用照明（例えば、ブレーキ灯）などのような照明システムを含む。また、適切な光学特性を持つ様々なセラミックなどのような、ガラス以外の材料も、本発明のシステムに用いられ得る。

30

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 3 3 】

【図1】既知の照明システムの概略的な断面図である。

【図2】本発明の第1実施例による概略的な断面図である。

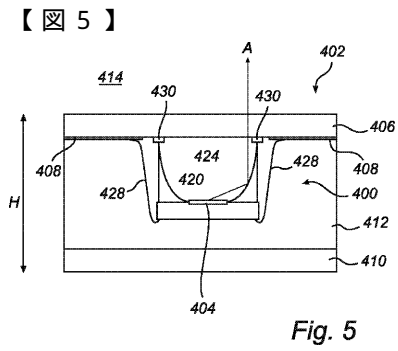
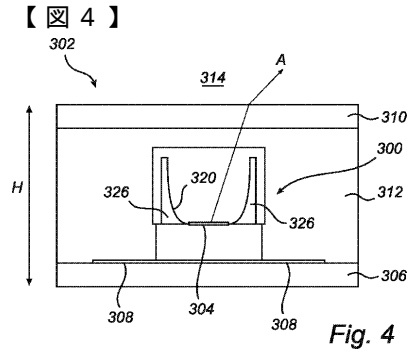
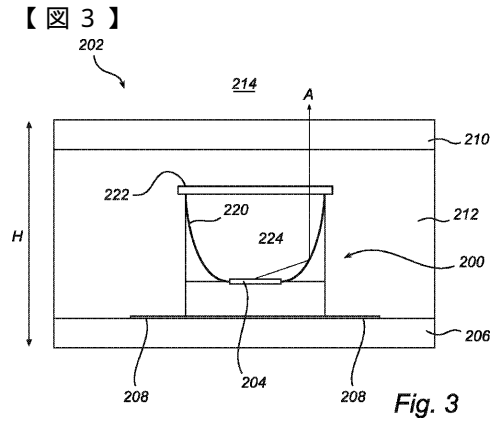
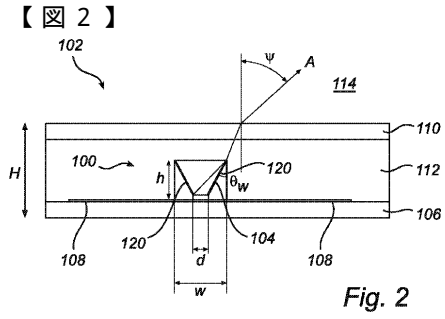
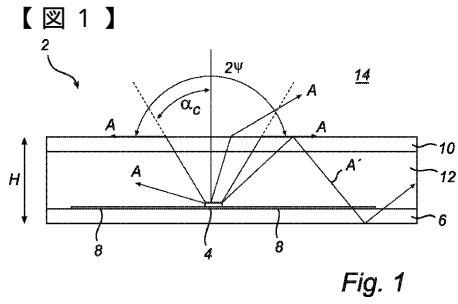
【図3】本発明の第2実施例による概略的な断面図である。

【図4】本発明の第3実施例による概略的な断面図である。

【図5】本発明の第4実施例による概略的な断面図である。

40





---

フロントページの続き

- (72)発明者 ヤコブス イェアン ピー  
オランダ国 5 6 5 6 アーアー アインドーフエン プロフ ホルストラーン 6
- (72)発明者 ドネルス マウリス エイ エイチ  
オランダ国 5 6 5 6 アーアー アインドーフエン プロフ ホルストラーン 6

審査官 杉山 輝和

- (56)参考文献 特開2000-261041(JP,A)  
特開2003-034560(JP,A)  
特表2005-533737(JP,A)  
特開2006-013426(JP,A)  
特開2006-080312(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L33/00-33/64  
F21S2/00  
F21Y101/02