

(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2005-500651

(P2005-500651A)

(43) 公表日 平成17年1月6日(2005.1.6)

(51) Int.C1.⁷

F 21 V 8/00
 G02 B 6/00
 G02 F 1/13357
 // F 21 Y 101:02
 F 21 Y 103:00

F 1

F 21 V 8/00
 F 21 V 8/00
 GO2 B 6/00
 GO2 F 1/13357
 GO2 F 1/13357
 F 21 Y 101:02

F 21 Y 103:00

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 45 頁) 最終頁に続く

テーマコード (参考)

2 H 038
 2 H 091

(21) 出願番号 特願2003-521047 (P2003-521047)
 (86) (22) 出願日 平成14年6月20日 (2002.6.20)
 (85) 翻訳文提出日 平成16年2月16日 (2004.2.16)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2002/019615
 (87) 國際公開番号 WO2003/016784
 (87) 國際公開日 平成15年2月27日 (2003.2.27)
 (31) 優先権主張番号 09/930,371
 (32) 優先日 平成13年8月15日 (2001.8.15)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

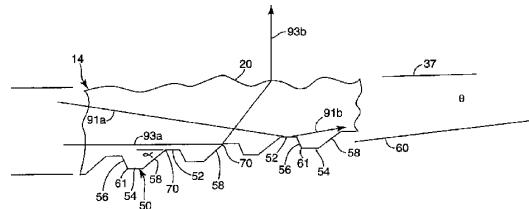
(71) 出願人 599056437
 スリーエム イノベイティブ プロパティ
 ズ カンパニー
 アメリカ合衆国, ミネソタ 55144-
 1000, セント ポール, スリーエム
 センター
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100092624
 弁理士 鶴田 準一
 (74) 代理人 100102819
 弁理士 島田 哲郎
 (74) 代理人 100082898
 弁理士 西山 雅也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】バックライト式ディスプレイと共に使用される導光板

(57) 【要約】

光出射側面(20)の逆側に位置された光再方向変換側面(22)を有する導光板本体を含む導光板(14)。前記導光板本体の光出射側面の近傍には複数の長く延びるプリズムが配置される。前記プリズムは、それらの長さに沿い相互に並置されて延在する。前記プリズムは該プリズムの高さを画成する上縁部を含む。前記上縁部は、前記プリズムの長さに沿い延在する。各上縁部は、異なる大きさの傾斜を有する複数の縁部セグメントを含む。導光板(14)はまた、光出射側面(20)に向けて光を反射すべく前記導光板本体の光再方向変換側面(22)の近傍に配置された複数の光導出構造も含む。前記光導出構造は、高所面部(54)および第1および第2斜面(56、58)を各々が有する長く延びる突出部(50)を含む。長く延びる突出部(50)は、高所面部(54)に対して凹状形成された低所面部(52)により分離される。第1および第2斜面(56、58)は、高所面部(54)から低所面部(52)に向けて延在する。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光出射側面の逆側に位置された光再方向変換側面を含む導光板本体と、前記導光板本体の前記光出射側面の近傍に配置された複数の長く延びるプリズムであって、各プリズムはそれらの長さに沿い相互に対し並置されて延在し、各プリズムは該プリズムの高さを画成する上縁部を含み、該上縁部は当該プリズムの長さに沿い延在し、且つ、前記上縁部は異なる大きさの傾斜を有する複数の縁部セグメントを含む、複数の長く延びるプリズムと、

前記導光板本体の前記光出射側面に向けて光を反射すべく前記光再方向変換側面の近傍に配置された複数の光導出構造であって、該光導出構造は高所面部および第1および第2斜面を各々が有する長く延びる突出部を含み、前記各長く延びる突出部は前記高所面部に対して凹状形成された低所面部により分離され、前記第1および第2斜面は前記高所面部から前記低所面部に向けて延在する、複数の光導出構造と、
10
を備えて成る、導光板。

【請求項 2】

前記高所面部の総面積は前記低所面部の総面積を超える、請求項 1 記載の導光板。

【請求項 3】

前記高所面部の内の少なくとも数個は、近傍の低所面部により画成される面積を超える面積を画成する、請求項 1 記載の導光板。

【請求項 4】

前記高所面部から外方へと突出する突起部を更に含む、請求項 1 記載の導光板。
20

【請求項 5】

前記導光板本体は略楔形状である、請求項 1 記載の導光板。

【請求項 6】

前記高所面部、前記斜面セグメントおよび前記低所面部は略平坦である、請求項 1 記載の導光板。

【請求項 7】

前記高所面部の面積は前記低所面部の面積の少なくとも 8 倍である、請求項 2 記載の導光板。
30

【請求項 8】

前記上縁部セグメントの傾斜の大きさはランダムに変更される、請求項 1 記載の導光板。

【請求項 9】

前記各縁部セグメントは頂点を画成し、且つ、各プリズムの頂点の少なくとも数個は異なる高さを有する、請求項 1 記載の導光板。

【請求項 10】

前記各頂点の高さはランダムに変更される、請求項 9 記載の導光板。
40

【請求項 11】

前記縁部セグメントは谷部を画成し、且つ、各プリズムの前記谷部の少なくとも数個は異なる深度を有する、請求項 1 記載の導光板。

【請求項 12】

前記各谷部の深度はランダムに変化せしめられ、請求項 11 記載の導光板。

【請求項 13】

前記各プリズムは前記導光板本体の前記光出射側面と一体的である、請求項 1 記載の導光板。

【請求項 14】

前記光導出構造は前記導光板本体の前記光再方向変換側面と一体的である、請求項 1 記載の導光板。

【請求項 15】

前記光導出構造および前記プリズムは前記導光板本体と一体的である、請求項 1 記載の導光板。
50

【請求項 1 6】

前記光導出構造は前記プリズムの長さを略横切る方向に長く延びる、請求項 1 記載の導光板。

【請求項 1 7】

前記光導出構造は蛇行パターンで湾曲する、請求項 1 記載の導光板。

【請求項 1 8】

前記導光板本体は、前記光出射側面と前記光再方向変換側面との間に延在する光入射側面を含み、且つ、

前記光導出構造は前記光入射側面に対して傾斜角度を形成する方向に延長される、請求項 1 記載の導光板。

【請求項 1 9】

第1端部から第2端部にかけて厚みが狭幅化される楔形状の導光板本体であって、該導光板本体は光出射側面の逆側に位置された光再方向変換側面を含み、前記光再方向変換側面および前記光出射側面は前記第1および第2端部間に延在し、該導光板本体は前記第1端部に配置された光入力表面を更に含み、前記光入力表面は前記光再方向変換側面と前記光出射側面との間で延在する、導光板本体と、

前記導光板本体の前記光出射側面と一体的な複数の長く延びるプリズムであって、各プリズムはそれらの長さに沿い相互に対して並置されて延在し、各プリズムは該プリズムの高さを画成する上縁部を含み、該上縁部は当該プリズムの長さに沿い延在し、各上縁部は異なる大きさの傾斜を有する複数の縁部セグメントを含み、前記傾斜の大きさは縁部セグメント毎にランダムに変化する、複数の長く延びるプリズムと、

前記光出射側面に向けて光を反射すべく前記導光板本体の前記光再方向変換側面と一体的である複数の光導出構造であって、該光導出構造は高所面部および第1および第2斜面を各々が有する長く延びる突出部を含み、前記各長く延びる突出部は前記高所面部に対して凹状形成された低所面部により分離され、前記第1および第2斜面は前記高所面部から前記低所面部に向けて延在する、複数の光導出構造と、

を備えて成る、導光板。

【請求項 2 0】

光源と、

光ゲート・デバイスと、

前記光源からの光を前記光ゲート・デバイスへと導向する導光板であって、

前記光ゲート・デバイスの方を向く光出射側面と該光出射側面の逆側に位置された光再方向変換側面とを含む導光板本体であって、該導光板本体は前記光再方向変換側面と前記光出射側面との間に延在する光入射側面も含み、前記光入射側面は前記光源の近傍に位置される、導光板本体と、

前記導光板本体の前記光出射側面の近傍に配置された複数の長く延びるプリズムであって、各プリズムはそれらの長さに沿い相互に対して並置されて延在し、各プリズムは該プリズムの高さを画成する上縁部を含み、該上縁部は当該プリズムの長さに沿い延在し、且つ、前記上縁部は異なる大きさの傾斜を有する複数の縁部セグメントを含む、複数の長く延びるプリズムと、

前記導光板本体の前記光出射側面に向けて光を反射すべく前記光再方向変換側面の近傍に配置された複数の光導出構造であって、該光導出構造は高所面部および第1および第2斜面を各々が有する長く延びる突出部を含み、前記各長く延びる突出部は前記高所面部に対して凹状形成された低所面部により分離され、前記第1および第2斜面は前記高所面部から前記低所面部に向けて延在する、複数の光導出構造と、

を含む導光板と、

を備えて成る、ディスプレイ。

【請求項 2 1】

前記導光板本体は楔形状である、請求項 2 0 記載のディスプレイ。

【請求項 2 2】

10

20

30

40

50

前記導光板の前記光再方向変換側面の下方に位置された反射要素を更に備えて成る、請求項20記載のディスプレイ。

【請求項23】

前記光ゲート・デバイスと前記導光板本体の前記光出射側面との間に位置された反射型偏光フィルムを更に備えて成る、請求項20記載のディスプレイ。

【請求項24】

前記光ゲート・デバイスと前記導光板本体の前記光出射側面との間に位置された輝度増大用プリズムフィルムを更に備えて成る、請求項20記載のディスプレイ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は導光板などの光学デバイスに関する。より詳細には、本発明はバックライト式ディスプレイと共に使用される導光板に関する。

【背景技術】

【0002】

電子ディスプレイを照射すべく種々のデバイスが提案されてきた。これらのデバイスとしては、バックライトパネル、前面照明パネル、集光器、反射器、構造化表面フィルム、および、光を再再方向変換、平行化、分配または別様に操作する他の光学デバイスが挙げられる。

【0003】

また、携帯電話、個人用デジタル補助装置(personal digital assistant)およびラップトップ・コンピュータなどで用いられるバッテリ駆動式の電子ディスプレイにおいては、光の効率的な使用が特に重要である。照明効率を改善することで、バッテリ寿命が増大可能であり且つ又はバッテリ・サイズが減少可能である。一般的に、バックライト式液晶ディスプレイの照明効率を改善すると共に見かけの輝度(brightness)を増進すべくプリズムフィルムが用いられる。

【0004】

また電子ディスプレイにおいては、表示品質も重要である。バックライト式ディスプレイに対する表示品質のひとつの尺度は、輝度の均一性である。ディスプレイは典型的に接近して視認されまたは長期に亘り使用されることから、比較的に小さな輝度の違いでも容易に認識することができる。輝度におけるこの種の変動は、ユーザを注意力散漫としましたは不快とし得るものである。非均一性を緩和しましたはそれを隠すために、一定の場合には(たとえば拡散板などの)光散乱要素を使用することができる。しかしこのような散乱要素は逆に、ディスプレイの全体的輝度に影響し得る。

【発明の開示】

【0005】

バックライトの多数の設計態様が提案されてきたが、依然として、更に効率的な設計態様および少ない電力消費に対する要望が在る。本発明は略、光を効率的に使用すると同時に高度の輝度均一性を提供し得るバックライト式ディスプレイに関する。

【0006】

本発明の一つの態様は、光出射側面の逆側に位置された光再方向変換再方向変換側面を有する導光板本体を含む導光板に関する。前記導光板本体の光出射側面の近傍には複数の長く延びるプリズムが配置される。前記プリズムは、それらの長さに沿い相互に並置されて延在する。前記プリズムは該プリズムの高さを画成する上縁部を含む。前記上縁部は、前記プリズムの長さに沿い延在する。各上縁部は、異なる大きさの傾斜を有する複数の縁部セグメントを含む。前記導光板はまた、前記光出射側面に向けて光を反射すべく前記導光板本体の光再方向変換再方向変換側面の近傍に配置された複数の斜面も含む。各斜面の間には、全内反射により前記導光板の長さに沿い光を反射する略平坦な表面が配置される。一定の実施例において前記導光板の前記光再方向変換側面は、各高所面部間に位置されて凹状形成された低所面部を含み得る。このような実施例においては、前記高所面部か

10

20

30

40

50

ら前記低所面部まで第1および第2斜面が延在する。

【0007】

本発明の別の態様は、光源と(たとえば液晶ディスプレイ(LCD)などの)光ゲート・デバイスとを有するバックライト式ディスプレイに関する。前記光源から前記光ゲート・デバイスへと光を導向すべく、前記光ゲート・デバイスの背後には上述された如き導光板が位置される。代替実施例においては、前記導光板と前記光ゲート・デバイスとの間に一個以上の光学素子(たとえば透過性拡散器、偏光フィルム、反射型偏光フィルム、輝度増進用プリズムフィルムなど)を配置することができる。他の実施例においては、前記導光板の背後に反射要素(たとえば反射型拡散器、偏光反転ミラーなど)を配置することができる。

【0008】

本発明の種々の態様は、再循環型バックライト式ディスプレイに対して特に適用可能性を有する。典型的な再循環型バックライト式ディスプレイは、導光板と、該導光板の背後に位置された反射器と、前記導光板の前方に位置された一個以上の光再循環構造とを含む。前記光再循環構造は、選択された形式の光(たとえば、選択された偏光を有さない光または所定視野角以外の光)を前記導光板内へと戻し反射することで、該反射光が再使用されるのを許容する。本発明の種々の見地は、ワンパス型バックライト式ディスプレイにも適用可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

本発明は大きくは、バックライト式ディスプレイと共に用いられる導光板もしくは導出器に関する。本発明の導光板は特に、小型バッテリにより駆動される発光ダイオード(LED)により照射される超小型もしくは小型のディスプレイ・デバイスに対する点・面間(point to area)または線・面間(line to area)の背面式導光板として有用である。適切なディスプレイ・デバイスとしては、携帯電話、ポケットベル、個人用デジタル補助装置、時計、腕時計、計算器、ラップトップ・コンピュータ、車両用ディスプレイなどに対するカラーまたはモノクロのLCDデバイスが挙げられる。他のディスプレイ・デバイスとしては、ラップトップ・コンピュータ用のディスプレイまたはデスクトップのフラットパネル・ディスプレイなどのフラットパネル・ディスプレイが挙げられる。LEDに加え、他の適切な照射源としては、(たとえば冷陰極蛍光灯などの)蛍光灯、白熱灯、電界発光灯などが挙げられる。

【0010】

I. 概略的なバックライト式ディスプレイ

図1は、本発明の原理に従い構成されたバックライト式ディスプレイ10を概略的に示している。該ディスプレイは、(たとえば蛍光灯または複数個のLEDの如き、線形光源などの)光源12、導光板14、および、(たとえばLCDなどの)光ゲート・デバイス16を含む。導光板14は光ゲート・デバイス16の背後に位置されると共に、線状光源12を面状光源へと変換すべく機能する。導光板14は、光源12の近傍に位置された光入射側面18と、光ゲート・デバイス16の方を向く光出射側面20と、光出射側面20の逆側に位置された光再方向変換側面22とを含む。この詳細な説明のII節およびIII節に記述される如く、光再方向変換側面22は好適には導光板14から光を導出する(微小構造などの)導出構造を含み、且つ、光出射側面20は導光板14を出射する光の少なくとも幾分かの光の出射角度を変更する構造を含む。

【0011】

ディスプレイ10の使用に際し、光源12からの光線24は光入射側面18を介して導光板14に進入し、全内反射(TIR)により該導光板を通り伝搬する。光線24は、光再方向変換側面22により提供される(突出部50として図4に示された)導出構造により該光線が反射されるまで、導光板14内で内部的に反射され続ける。前記導出構造はTIRを妨げる角度にて光線24を上方に反射することから、光線24は屈折により光出射側面20を通り導光板14を出射する。光出射側面20を介して屈折した後、(ゲート・デバイス16が光を透過すべく適切に変調されると仮定すると)光線24は視認者19に向けて光ゲート・デバイス16を通過する。

【0012】

10

20

30

40

50

図2を参照すると、導光板14は好適には楔形状を有する。“楔形状”という表現は、導光板14の第1端部44(すなわち、基端、または、光源に最も近い端部)が、導光板14の第2端部46(すなわち、末端、または、光源から最も遠い端部)よりも厚寸であることを意味することは理解されるであろう。図2に示される如く導光板14の厚みは、第1端部44における拡大厚み t_1 から第2端部46における減少厚み t_2 まで漸進的に傾斜せしめられている。非限定的な例としてラップトップ・コンピュータなどの用途に対して導光板14は、1~3ミリメートルの範囲の名目厚み t_3 、および、0.25°~1.5°の範囲のテーパ角度 θ を有し得る。前記厚みは意図された前記ディスプレイの視認面積に比例して変化し得る(すなわち、通常は、大寸のディスプレイは小寸のディスプレイよりも厚寸の導光板を有する)ことが理解されるであろう。楔形状が好適であるが、(比較的に一定厚みの厚板などの)他の形状を有する導光板も使用することができる。10

【0013】

導光板14は好適には中実構造を有すると共に、ポリカーボネート、ポリメチルメタクリレートなどのポリアクリレート、ポリスチレン、ガラス、または、その他の比較的大きな屈折率を有する色々なプラスチック材料などの光学的に適切な材料で作成される(屈折率は1.45~1.7)。

【0014】

図3を参照するとディスプレイ10のゲート・デバイス16は、周囲光を視認のために良好に照明された状態で反射する半透過反射型ミラー電極であって光源12からの光を視認のために調光状態で透過する半透過反射型ミラー電極を有するLCDを含み得る。代替的に前記LCDは、視認のために常に光源が必要とされる如く厳密に透過的とされ得る。更なる別実施例においては、(たとえばTDFの商品名でミネソタ・マイニング・アンド・マニュファクチャリング社から販売されている製品などの)拡散半透過反射型フィルムの形態の光学素子40がゲート・デバイス16の背後に取付けられ得る(図3参照)。これらの形式のフィルムによれば、ゲート・デバイス16における部分透過電極を必要とせずに周囲光を光源として使用して良好に照明された状態で視認が許容される。20

【0015】

本発明の原理に係る導光板は、特に再循環型ディスプレイ・デバイスにおいて適用可能性を有する。代表的な再循環型ディスプレイ・デバイスは、図15に示される。本発明の原理に係る導光板は、ワンパス・ディスプレイ・デバイスにおいても使用することができる。代表的なワンパス・ディスプレイ・デバイスは図16に示される。30

【0016】

11.導光板の光再方向変換側面

図4を参照すると導光板14の光再方向変換側面22は、相互に対して平行に且つ並置して位置された複数の長く延びる突出部50を含む。各突出部50は、低所面部52により分離される。各突出部50は、高所面部54と、前側斜面56(すなわち光源に最も近い斜面)と、後側斜面58(すなわち光源から最も遠い斜面)とを含む。低所面部52は好適には、高所面部54に対して凹形とされる(すなわち差し込まれる)。斜面56および58は高所面部54から低所面部52まで延在すると共に、突出部50の長さに沿っても延在する。“高所面部”という語句は、比較的に急峻なオフセット要素(たとえば斜面56および58)により近傍の低所面部(すなわち該高所面部の各側部における略平坦なセグメント)からオフセットされた略平坦なセグメントを意味することは理解される。また“略平坦なセグメント”という語句は、僅かな曲率(たとえば平坦セグメントの傾斜を10%未満だけ変化させる曲率)を有するセグメントを包含する。好適には低所面部52の略平坦なセグメントは、光が全内反射により導光板14を通して伝搬するのを促進すべく、実質的に導出構造が無く且つ十分に平坦である。“比較的に急峻”という語句は、斜面56および58が高所面部54および低所面部52の傾斜と比較して比較的に急峻な傾斜を有することを意味すると理解することができるであろう。40

【0017】

図4に示された如く高所面部54は、低所面部52から下方にオフセットされる。一定の実施例において高所面部54の面積は、近傍の低所面部52の面積よりも大きい。故に光再方向変50

換側面22にて、高所面部54の総面積は低所面部52の総面積より大きい。一定の実施例において高所面部54の総面積は低所面部52の面積の少なくとも8倍とすることができます。もちろん他の実施例において、低所面部52の面積は高所面部54の面積よりも大きくすることができます。

【0018】

図5は、前側斜面56と高所面部54との交点にて形成された頂点61を通るべく線描された仮想線60と共に導光板14を示している。仮想線60は、導光板14の光出射側面20により形成された名目基準平面(たとえば導光板14の垂直視認角に対して直交する平面)を通り線描された直線37と角度 θ を形成する。図5に示された如く、高所面部54、低所面部52および斜面56、58は全て好適に平坦である。斜面56、58は、低所面部52および高所面部54に対して傾斜角度を画成する。低所面部52および高所面部54は好適には、仮想直線37に対して実質的に平行である。後側斜面58は、夫々の前側斜面56より高位に上方に延在する主要反射器部分70を含む。図5の実施例において主要反射器部分70は、後側斜面58を前側斜面56よりも長く(すなわちより高く)構成することで提供される。図5に示された如く後側斜面58は、低所面部52および基準平面37に対して角度 θ を画成する。再循環型ディスプレイに対して角度 θ は、好適には20~40°の範囲であり、更に好適には25~35°の範囲であり且つ最も好適には25~30°の範囲である。ワンパス・ディスプレイに対して角度 θ は好適には20°未満であり、更に好適には15°未満であり且つ最も好適には10°未満である。

【0019】

図5はまた、導光板14を通り進行する2つの光線91aおよび93aにより踏破される光路も示している。光線91aは低所面部52に衝当すると共に、導光板14の末端(図5において不図示)に向けて光線91bとして反射される。光線93aは後側斜面58の主要反射器部分70に衝当すると共に、出射表面20を通り光線93bとして(図1に示された)ゲート・デバイス16に向けて上方に反射される。もしゲート・デバイス16が適切に変調されれば、光波93bはゲート・デバイス16を通り視認者に向けて通過する。

【0020】

図5に示された如く、前記前側斜面と高所面部との間の頂点は直線に沿うように位置することができる。各頂点が直線に沿い位置すると共に名目的な光出射表面が基準平面と称されるならば、該基準平面と前記直線との間の角度 θ は好適には約0.1~約6°であり、または更に好適には約0.25~1.5°である。ひとつのこのような実施例において後側斜面の高さは、導光板の長さに沿い一定である。別のこのような実施例において後側斜面の高さは導光板の入射端部から末端もしくは狭幅端部に向けて減少する。更なる実施例においては、後側斜面の高さは導光板の入射端部から末端もしくは狭幅端部に向けて減少し、高所面部の長さは導光板の長さに沿い一定であり、且つ、前側斜面の高さは、前側斜面-高所面部の各頂点が直線上に位置するに十分な量だけ導光板の末端から入射端部に向けて減少する。

【0021】

所望であれば、前側斜面と高所面部との間の各頂点は湾曲経路に沿い位置し得る。ひとつのこのような実施例において、後側斜面の高さは導光板の入射端部から末端もしくは狭幅端部に向けて減少し、且つ、低所面部の長さは導光板の長さに沿い一定のままである。別のこのような実施例において、後側斜面の高さは一定であり且つ低所面部の長さは導光板の入射端部から末端もしくは狭幅端部に向けて減少する。いずれにしても、前側斜面と高所面部との頂点が湾曲経路に沿い位置する導光板に対する角度 θ は、以下の式に示される如く(導光板の入射端部および末端の夫々の厚みの差を導光板の長さで除算した商)の逆正接を計算することで近似されねばならない:

【0022】

$$= \text{arc tan}((\text{入射端部の厚み} - \text{末端の厚み}) / \text{導光板の長さ})$$

個々の突出部は全てが同一である必要はなく、全てが同一の角度配向、形状もしくは寸法を有する必要もない。但し製造の容易さのために、高所面部および斜面セグメントが突出部毎に同一の角度配向を有するという突出部を形成することが一般的に好適である。所望

10

20

30

40

50

であれば、低所面部もまた角度配向およびセグメント長が類似し得る。一定の実施例において前記各突出部は、導光板の光入射端部の近傍では相対的に疎なピッチで、最も狭幅な部分に向けて相対的に微細なピッチで離間され得る。間隔におけるこの変化は、導光板の入射端部から末端(すなわち最も狭幅な部分)にかけて低所面部の長さを漸進的に減少することで好適に達成することができる。

【0023】

各前側斜面は好適には平坦であるが、所望に応じ凸形状もしくは凹形状などの他の形状を使用することもできる。前記前側斜面は通常は導光板の内側からの光線を反射もしくは透過しないことから、光学的に円滑でない表面を有し得る。但し、過剰な表面粗度を回避すべく注意が必要である。その様にすれば、導光板内における光の後方散乱により生じ得るゴーストおよび他の視覚的なアーチファクト、ならびに、前側斜面を通る後方散乱光の結果的に脆弱な透過の回避が助力される。また前側斜面の高さは好適には、約0.001～約0.5mmであり、更に好適には約0.002～約0.02mmである。基準平面37と前側斜面との間の角度は好適には約90°～約45°であり、更に好適には約85～約65°である。

10

【0024】

好適には前記高所面部は、光導出を誘起しない様に略平坦で光学的に円滑な表面である。高所面部の長さは好適には、約0.001～約1.5mmであり、更に好適には約0.004～約0.12mmである。基準平面37と高所面部との間の角度は約0～約10°であり、更に好適には約0～約2°であり、高所面部は最も好適には基準平面37に対して平行である(換言すると、²⁰は最も好適にはゼロである)。

20

【0025】

前記後側斜面セグメントは、光をゲート・デバイス16に向けて導向する。好適には該後側斜面は平坦であるが、所望であれば、それらは凸形状または凹形状などの他の形状を有し得る。好適には後側斜面は、反射光の散乱を誘起しない様に略平坦で光学的に円滑な表面を有する。

【0026】

前記光再方向変換側面の低所面部は光をTIRにより、導光板の狭幅部分もしくは末端に向けて反射する。好適には前記低所面部は、反射光の散乱を誘起しない様に略平坦で光学的に円滑な表面を有する。上述の如く低所面部の長さは好適には、導光板の長さに沿い減少し得る。好適なピッチは、光入射端部にては約0.06～12個の突出部/mmであり且つ導光板の末端もしくは最狭幅部分にては約1～250個の突出部/mmである。好適な低所面部の長さは約0.003～約15mmであり、更に好適には約0.003mm～約1.2mmである。基準平面37と低所面部との間の角度は約0～約5°、代替的には約0.5～約2°とすることができる。一定の実施例において低所面部は、前記楔から逆方向に傾斜せしめられる。

30

【0027】

前記突出部は、前記光再方向変換側面の全幅に亘り延在することができ、または、全幅ではなく、相互に対して行列形態で整列することができ、もしくは行毎に交互配置され得る更に短寸のセグメントの形態とすることもできる。突出部の各行は、光入力表面に対して平行にまたはその表面に関して所定角度にて配置することもできる。好適には前記突出部は光再方向変換側面の全幅に亘り延在すると共に光入力表面に対して略平行である。但し図6は、光入力表面に対して傾斜した角度で延在する突出部50aおよび低所面部52aを備えた導光板14aを示す平面図である。突出部のこの傾斜した角度付けによれば、各突出部はゲート・デバイス内におけるピクセル構造に対して傾斜されることから、波紋パターンが引き起こされる可能性が低くなる。図7は、帶縞発生を回避して照射を更に良好にランダム化すべく蛇行パターンで湾曲する突出部50bおよび低所面部52bを有する導光板14bを示している。突出部50aおよび50bは、図5の突出部50と同一の輪郭を有することができる。

40

【0028】

前記低所面部のサイズに対して前記高所面部のサイズを増大することで、前記各斜面を通り流出すると共に近傍の斜面により再捕捉される光の割合が増大され得ることが発見された。図8は、この発見を利用した導光板120を示している。導光板120は、導出構造122お

50

より導出構造124などの導出構造を有する。導出構造122は、前側斜面126、後側斜面128および高所面部130を有する。導出構造122および124は、低所面部132により分離される。一般的には、導光板上の高所面部の総面積は低所面部の総面積よりも大きいことが望ましい。言い換えれば、各高所面部の殆どは近傍の低所面部のいずれの面積よりも大きな面積を有さねばならない。

【0029】

図9は、本発明に係る導光板の効率を更に増大する別の構造を示している。図9の実施例において導光板140は、導出構造142などの導出構造を有する。導出構造142は、前側斜面144、後側斜面146および高所面部148を有する。隣接する各導出構造は、低所面部150などの低所面部により分離される。付加的に導出構造142は、前側斜面144と同一側に突起部152を有する。光線158は臨界角未満の角度にて斜面160に衝当することから、導光板140から外方に透過される。それは次に突起部152の前面に衝当し、導光板140に再進入する。光線158は次に臨界角より大きな角度にて突起部152の後面に衝当すると共に、全内反射を受けて前記導光板の底部から出射する。したがって、前側斜面144に達せずに突起部152の無い導光板140の頂部で発せられた光は所望方向へと再導向される。好適には突起部152などの突起部の前面は、関連する導出構造の前側斜面の高さの少なくとも10%の高さを有さねばならない。突起部の立ち上がり部の最大高さに制限が無いが、実用上の制限は、関連する導出構造の立ち上がり部の高さの約100%である。

【0030】

図10は、図9の実施例に関する僅かな変形例を示している。図10の実施例において、導光板140'は導出構造142'を有する。導出構造142'は、前面154'と後面156'とを有する突起部152'を有する。突起部152'は更に、高所面部162を有する。

【0031】

図11は本発明の原理に係る導光板14'を示し、この場合には高所面部が画成されない様に前側斜面はゼロまで減少される。代わりに、この実施例は斜面58'により相互からオフセットされた略平坦な複数の表面52'を含む。表面52'は、光を全内反射により導光板に沿い導向すべく機能する。斜面58'は、全内反射が妨げられる如く光を導光板の光出射側面に向けて反射することで導光板14'から光を導出すべく機能する。

【0032】

本発明を実施する上で用いられるに適した他の導出構造は、代理人処理番号55244U5A1Bが割当てられ且つ2000年9月26日に出願されて“導出構造を備えた導光板(GUIDE WITH EXTRACTION STRUCTURES)”と称された米国特許出願第09/669,932号に見られる。

【0033】

III.導光板の光出射側面

図12に概略的に示される如く、導光板14の光出射側面20は複数の長く延びるプリズム200を含む。“プリズム”という語句は、2個以上の斜面により包まれて光束を偏向もしくは分散すべく用いられる光学的透過体を意味するということが理解されよう。前記導光板の各プリズム200は長さLに沿い相互に並置されて延在する。各プリズム200は三角溝201により分離される。

【0034】

各プリズム200は、上縁部204にて好適に合流する2つの斜面202を含む。一定の実施例において上縁部204は丸形とすることもできる。上縁部204はプリズム200の(図13に示された)高さHを画成する。上縁部204の各々は、異なる垂直傾斜変化率を有する複数の縁部セグメント204a乃至204oを含む。垂直傾斜変化率(すなわち傾斜の大きさおよび方向)は好適には、各プリズム200の縁部セグメント204a乃至204oに対してランダムに変更される。たとえば傾斜の変化率は、傾斜値の分布(たとえば32,000個、または、一定の用途に対しては更に多数個の傾斜値)からランダムに選択することができる。傾斜値の分布は平坦とされまたは加重(たとえば釣鐘形状など)されたものとなり得ることが理解される。他の実施例において傾斜変化率は、非ランダム様式で選択され得る。たとえば一定の用途に対しては、更に急峻な傾斜変化率を有するセグメントが光源の近傍に位置される如く、傾斜の大

10

20

30

40

50

きさをプリズムの長さに沿い漸進的に減少させることが望ましいこともある。概略的な設計自由度によれば各傾斜は所望の導出効率に対応して選択され得ることは理解される。

【0035】

図12を参照すると、プリズム200の上縁部204は複数の頂点206および谷部208を画成する。頂点206および谷部208は、隣接する縁部セグメントが逆方向の垂直傾斜を有する箇所にて画成される(たとえば、頂点206を画成する縁部セグメント204aおよび204b、および、谷部208を画成する縁部セグメント204bおよび204cを参照)。隣接する各縁部セグメントは、垂直傾斜に関して異なる大きさ及び同一の方向を有することができる(たとえば縁部セグメント204eおよび204fを参照)。図13に最も良く示される如く、各上縁部204は夫々のプリズム200の長さに沿う水平寸法において蛇行する(すなわち左右に移動することで单一垂直平面から逸脱する)ことも可能である。他の実施例においては、谷部208もまた水平方向において蛇行することもある。

10

【0036】

図12に示された如く、頂点206および谷部208の高さは各プリズム200の長さに沿い変化する。好適には、頂点206および谷部206の高さはランダムに変更される。

【0037】

ひとつの非限定的実施例において各プリズム200は、夫々のプリズム高さは15ミクロン乃至35ミクロンで変化し乍ら約25ミクロンの名目高さを有し得る。プリズム200の(図13に示された)ピッチpは好適には、10~100ミクロンの範囲である。ピッチの更に好適な範囲は24~50ミクロンである。最も好適なピッチは50ミクロンである。付加的に、各プリズム200の斜面202により画成される開先角度は好適には70~120°の範囲であり、更に好適には80~100°の範囲である。最も好適には、斜面202の開先角度は90°である。

20

【0038】

図12を参照すると、上縁部セグメント204a乃至204oの各々は同一の水平長さ成分y(たとえば150ミクロン)を有して示される。上縁部セグメントの各々に対する水平成分yは好適には、約10~500ミクロンの範囲である。各縁部セグメントは一定の水平成分yを有するのが好適であるが、上縁部区画に対する水平成分yはセグメント毎に変化することも可能である。

30

【0039】

図12および図13の概略図に示された如く上縁部204は、直線により接続された個別の頂点206および谷部208を含む。図14に示された如く、実際の様式において縁部204は略直線状のセグメントにより相互接続された丸形の頂点206および谷部208を含む。代替実施例において、直線状のセグメントは湾曲されたセグメントにより置き換えることができる。

【0040】

図14においては、上縁部セグメント204pの水平成分yおよび垂直成分xが符号表示される。縁部セグメント204pの傾斜の大きさは、垂直成分xを水平成分yで除算することで決定されることは理解される。傾斜の方向(すなわち正または負)は、縁部セグメントが上昇するか下降するかにより決定される。典型的実施例において所定縁部セグメントの傾斜の大きさは好適には、10°を超えない。もちろん、更に大きな傾斜を使用することもできる。

40

【0041】

依然として図14を参照すると、ひとつの溝201の深度210も示される。深度210は、下縁部212により画成される(図13参照)。上縁部204と同様に下縁部212は好適に、異なる傾斜変化率を有する複数の縁部セグメントを有する。

使用に際して導光板14のプリズム200は_____すべく機能する。プリズム200の長さに沿う傾斜の変化は_____を支援する。

【0042】

IV. 例示的ディスプレイ

図15は、本発明の原理に係る例示的な再循環型バックライト式ディスプレイ10aを示している。ディスプレイ10aは、導光板14と光ゲート・デバイス16との間に位置された光学

50

的積層物30を含む。所望のディスプレイ照明特性に依存し、光学的積層物30は任意数の異なる光学素子を含むこと也可以ある。たとえば前記積層物は、輝度増進用フィルム(たとえばミネソタ州、セントポールのミネソタ・マイニング・アンド・マニュファクチャリング社から入手可能なBEFIIIなどの輝度増進用フィルム製品)などのマイクロプリズム・フィルム32を含んで示される。輝度増進用フィルムは典型的に、導光板14から発せられた光であって所定角度範囲以外の光を再循環/反射すべく設計される(たとえばその全体が言及したことにより本明細書中に援用される米国特許第4,906,070号を参照)。フィルム32は、上方を向くプリズムであって突出部50の方向に対して平行な方向に延在するプリズムを有する。積層物30はまた、(DBEFの商品名でミネソタ・マイニング・アンド・マニュファクチャリング社から販売されている鏡面反射型偏光フィルムなどの)反射型偏光フィルム34(すなわち、ひとつの偏光状態を反射し且つ直交する偏光状態は透過するフィルム)も含む。反射型偏光フィルム34は好適には、ゲート・デバイス16の対応透過軸心と整列された透過軸心を有する。前記透過軸心と整列されていない光は、導光板14に向けて反射されて再循環される。反射型偏光フィルム34およびゲート・デバイス16の両者と整列された透過軸心を有する“仕上げ”偏光フィルム36を使用すること也可以ある。先に記述された如く、この種の用途に対して後側斜面58は好適には、20~40°の範囲の角度を画成する。

10

【0043】

導光板14の背後には、該導光板の光再方向変換側面22を通り出した光を再捕捉すべく位置された反射要素38が示される。反射要素38は好適には、拡散ミラーである。偏光変換を行うべく(たとえば四分の一波長板などの)フィルムも付加され得る。この形式の実施例において低所面部52および高所面部54は、積層物30により反射された光が前記導光板の光再方向変換側面22を通過して反射要素38に到達するのを許容する“窓”として機能する。そのときに低所面部52および高所面部54は、光が反射要素30により反射された後に導光板14に再進入するのを許容する。

20

20

【0044】

図16は、本発明の原理に係る例示的なワンパス型バックライト式ディスプレイ10bを示している。ディスプレイ10bは、導光板14とゲート・デバイス16との間に位置されたプリズム型反転フィルム41を含む。_____の商品名でミネソタ・マイニング・アンド・マニュファクチャリング社により販売されているこの種の反転フィルムは、視認に対して好適な角度範囲へと光を再導向すべく用いられる(たとえば反転フィルムは、ゲート・デバイス16に対して更に直角に入射すべく光を導向し得る)。好適には前記反転フィルムは、下方を向いて突出部50に平行な方向に延在するプリズム43を有する。(鏡面反射ミラーなどの)反射要素38は、導光板の光再方向変換側面22を通り出した光を再捕捉すべく導光板14の背後に位置して示される。先に記述された如くこの種の用途に対し、後側斜面58は好適には20°未満の角度を画成する。

30

30

【0045】

V. 製造方法

本発明に係る導光板は好適には、所望の構造表面の逆レプリカ(negative replica)を担持する金属もしくは他の耐久性のある材料から成る、旋盤あるいはその他の工具で成形された、表面に対し、射出成形可能な樹脂を、鋳造、エンボス加工、硬化、または、その他の方法で成形することで作成される。当業者は、この種の成形された表面を作成する方法および前記導光板を鋳造、エンボス加工または硬化する方法を良く知っているはずである。好適には、プリズム200は導光板14の光出射側面20と一体的に形成される(すなわち単一のモノリシック片として形成される)と共に、突出部50は導光板14の光再方向変換側面22と一体的に形成される。代替実施例においてプリズム200もしくは突出部50は、(たとえば積層プロセスなどの)慣用技術により導光板14上に取付けられたフィルム上に形成することができる。

40

【0046】

導光板14の光出射側面20においてプリズム200を形成すべく用いられるツールに対するマスタは、ダイヤモンド旋削技術により作成することができる。典型的に前記マスタは、所

50

望のプリズム構造パターンと同一の輪郭を有すると共に、所望プリズム構造の逆レプリカを有する成形ツールを作成すべく用いられる。一例として前記ツールに対するマスタは、ロール(roll)として公知の円筒状素材上にダイヤモンド旋削により作成することができる。前記ロールの表面は典型的に硬質の銅であるが、他の材料も使用することができる。(図17に示された)ダイヤモンド製切削工具300は、三角形断面を有する溝を前記ロールに切削すべく用いられる。好適には、前記ロールには連続溝が切削される一方、ダイヤモンド製工具300は回転するロールを横切る方向(すなわちロールの回転軸心に平行な方向)に移動される。各プリズム間における(たとえば50ミクロンのピッチなどの)一定のピッチが所望であれば、工具300は一定速度で移動される。切削プロセスの間、工具300はドラムに対して径方向に突入され且つドラムから径方向外方に引出されることで、夫々に異なる傾斜変化率を有するプリズムが提供される。好適実施例において突入深度範囲は15~35ミクロンである。前記ロールが一定速度で回転する間に工具300が突入されまたは引込められる速度を変化させることにより、異なる傾斜変化率が生成される。

10

20

30

40

【0047】

当業者であれば、本発明の有効範囲および精神から逸脱せずに本発明の種々の改変および変更は明らかであろう。本発明は前記で示された例示的実施例に限定されないことを理解すべきである。また詳細な説明において参照された全ての図面は概略的であり且つ一定縮尺で描かれていないことも理解すべきである。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】光源、導光板および光ゲート・デバイスを含む本発明の原理に係るバックライト式ディスプレイの概略図である。

【図2】図1の導光板の概略図である。

【図3】導光板と光ゲート・デバイスとの間に拡散半透過反射型フィルムが位置された図1のバックライト式ディスプレイの概略図である。

【図4】本発明の原理に係る導光板の底面斜視図である。

【図5】図4の導光板の部分的側面図である。

【図6】本発明の原理に係る第2の導光板の底面図である。

【図7】本発明の原理に係る第3の導光板の底面図である。

【図8】本発明の原理に係る第4の導光板の側部輪郭図である。

【図9】本発明の原理に係る第5の導光板の側部輪郭図である。

【図10】本発明の原理に係る第6の導光板の側部輪郭図である。

【図11】本発明の原理に係る第7の導光板の側部輪郭図である。

【図12】図4の導光板の上方からの正面および側面の斜視図である。

【図13】図12の導光板の上方からの正面斜視図である。

【図14】図12の導光板の側部輪郭図である。

【図15】本発明の原理に係る再循環型ディスプレイの概略図である。

【図16】本発明の原理に係るワンパス・ディスプレイの概略図である。

【図17】本発明の原理に係る導光板の製造において使用されるに適したダイヤモンド製切削工具を示す図である。

【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
27 February 2003 (27.02.2003)

PCT

(10) International Publication Number
WO 03/016784 A1

(51) International Patent Classification*: F21V 8/00

Office Box 33427, Saint Paul, MN 55133-3427 (US).

(21) International Application Number: PCT/US02/19615

LAMB, David, J.; Post Office Box 33427, Saint Paul, MN 55133-3427 (US); GARDINER, Mark, E.; Post Office Box 33427, Saint Paul, MN 55133-3427 (US).

(22) International Filing Date: 20 June 2002 (20.06.2002)

(74) Agents: BUCKINGHAM, Stephen, W. et al.; Office of Intellectual Property Counsel, Post Office Box 33427, Saint Paul, MN 55133-3427 (US).

(25) Filing Language: English

(81) Designated States (national): AE, AG, AI, AM, AT (utility model), AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BE, BY, BZ, CA, CI, CN, CO, CR, CU, CZ (utility model), CZ, DE (utility model), DE, DK (utility model), DK, DM, DZ, EC, EU (utility model), IL, IS, IY (utility model), HU, GB, GD, GI, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KR, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK (utility model), SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(30) Priority Data: 09/930,371 15 August 2001 (15.08.2001) US

(84) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), European patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BI, CH, CY, DE, DK, IS, IL, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(71) Applicant: 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (US/US); 3M Center, Post Office Box 33427, Saint Paul, MN 55133-3427 (US).

(72) Inventors: WHITNEY, Leland, R.; Post Office Box 33427, Saint Paul, MN 55133-3427 (US); BOYD, Gary, T.; Post Office Box 33427, Saint Paul, MN 55133-3427 (US); KOTCHICK, Keith, M.; Post Office Box 33427, Saint Paul, MN 55133-3427 (US); EPSTEIN, Kenneth, A.; Post Office Box 33427, Saint Paul, MN 55133-3427 (US); COBB, Sanford, Jr.; Post Office Box 33427, Saint Paul, MN 55133-3427 (US); WATSON, Philip, E.; Post

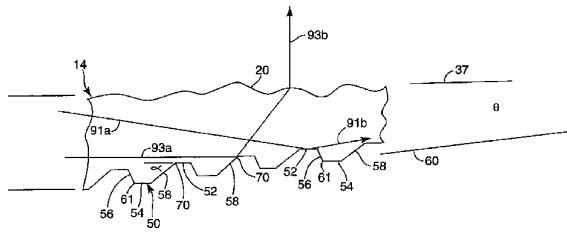
[Continued on next page]

(54) Title: LIGHT GUIDE FOR USE WITH BACKLIT DISPLAY



WO 03/016784 A1

(57) Abstract: A light guide (14) including a light re-directing side (22) positioned opposite from a light output side (20). A plurality of elongate prisms are located adjacent the light output side of the light guide body. The prisms extend side-by-side relative to one another along lengths. The prisms include upper edges defining heights of the prisms. The upper edges extend along the lengths of the prisms. Each upper edge includes a plurality of edge segments having different magnitudes of slope. The light guide (14) also includes a plurality of light extraction structures located adjacent the light re-directing side (22) of the light guide body for reflecting light toward the light output side (20). The light extraction structures include elongated projections (50) each having a plateau segment (54) and first and second facets (56, 58). The elongated projections (50) are separated by lands (52) that are recessed relative to the plateau segments (54). The first and second facets (56, 58) extend from the plateau segments (54) to the lands (52).



WO 03/016784 A1 **Declarations under Rule 4.17:**

- as to applicant's entitlement to apply for and be granted a patent (Rule 4.17(i)) for all designations
- as to the applicant's entitlement to claim the priority of the earlier application (Rule 4.17(iii)) for all designations

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

Published:

with international search report

WO 03/016784

PCT/US02/19615

LIGHT GUIDE FOR USE WITH BACKLIT DISPLAY**Technical Field**

The present invention relates to optical devices such as light guides. More particularly, the present invention relates to light guides for use with backlit displays.

5 **Background Art**

A variety of devices have been proposed for illuminating electronic displays. These devices include backlighting panels, front lighting panels, concentrators, reflectors, structured-surface films and other optical devices for redirecting, collimating, distributing or otherwise manipulating light.

- 10 Efficient use of the light is particularly important in battery powered electronic displays such as those used in cell phones, personal digital assistants and laptop computers. By improving lighting efficiency, battery life can be increased and/or battery sizes can be reduced. Prismatic films are commonly used to improve lighting efficiency and enhance the apparent brightness of a backlit liquid crystal display.
- 15 Display quality is also an important consideration in electronic displays. One measure of display quality for a backlit display is brightness uniformity. Because displays are typically studied closely or used for extended periods of time, relatively small differences in the brightness can easily be perceived. These types of variances in brightness can be distracting or annoying to a user. To soften or mask non-uniformities, a
- 20 light scattering element (e.g., a diffuser) can sometimes be used. However, such scattering elements can negatively affect the overall brightness of a display.

Summary of Invention

- Although a number of backlight designs have been proposed, there is an ongoing need for more efficient designs and for reduced power consumption. The present
- 25 invention relates generally to backlit displays that efficiently use light and concurrently are capable of providing high levels of brightness uniformity.

One aspect of the present invention relates to a light guide including a light guide body having a light re-directing side positioned opposite from a light output side. A plurality of elongate prisms are located adjacent the light output side of the light guide body. The prisms extend side-by-side relative to one another along lengths. The prisms

WO 03/016784

PCT/US02/19615

include upper edges defining heights of the prisms. The upper edges extend along the lengths of the prisms. Each upper edge includes a plurality of edge segments having different magnitudes of slope. The light guide also includes a plurality of facets located adjacent the light re-directing side of the light guide body for reflecting light toward the light output side. Generally flat surfaces are located between the facets for reflecting light along the length of the light guide by total internal reflection. In certain embodiments, the light re-directing side of the light guide can include recessed lands positioned between plateau segments. In such embodiments, first and second facets extend from the plateau segments to the lands.

Another aspect of the present invention relates to a backlit display having a light source and a light gating device (e.g., a liquid crystal display (LCD)). A light guide as described above is positioned behind the light gating device for directing light from the light source to the light gating device. In alternate embodiments, one or more optical elements (e.g., transmissive diffusers, polarizing films, reflective polarizing films, prismatic brightness enhancing films, etc.) can be positioned between the light guide and the light gating device. In other embodiments, a reflective element (e.g., a reflective diffuser, a polarization inversion mirror, etc.) can be positioned behind the light guide.

The various aspects of the present invention have particular applicability to recycling backlit displays. A typical recycling backlit display includes a light guide, a reflector positioned behind the light guide, and one or more light recycling structures positioned in front of the light guide. The light recycling structures reflect light of a selected type (e.g., light that does not have a selected polarization or is outside a predetermined viewing angle) back into the light guide to allow the reflected light to be re-used. The various aspects of the present invention also are applicable to one-pass backlit displays.

Brief Description of the Drawing

Fig. 1 is a schematic view of a backlit display in accordance with the principle of the present invention, the display includes a light source, a light guide and a light gating device;

Fig. 2 is a schematic view of the light guide of Fig. 1;

WO 03/016784

PCT/US02/19615

Fig. 3 is a schematic view of the backlit display of Fig. 1 with a diffuse transreflective film positioned between the light guide and the light gating device;

Fig. 4 is a bottom, perspective view of a light guide in accordance with the principles of the present invention;

5 Fig. 5 is a partial side view of the light guide of Fig. 4;

Fig. 6 is a bottom plan view of a second light guide in accordance with the principles of the present invention;

Fig. 7 is a bottom plan view of a third light guide in accordance with the principles of the present invention;

10 Fig. 8 is a side profile of a fourth light guide in accordance with the principles of the present invention;

Fig. 9 is a side profile of a fifth light guide in accordance with the principles of the present invention;

15 Fig. 10 is a side profile of a sixth light guide in accordance with the principles of the present invention;

Fig. 11 is a schematic side profile of a seventh light guide in accordance with the principles of the present invention;

Fig. 12 is a top, front and side perspective view of the light guide of Fig. 4;

Fig. 13 is a top, front perspective view of the light guide of Fig. 12;

20 Fig. 14 is a side profile view of the light guide of Fig. 12;

Fig. 15 schematically depicts a recycling display in accordance with the principles of the present invention;

Fig. 16 schematically depicts a one-pass display in accordance with the principles of the present invention; and

25 Fig. 17 shows a diamond cutting tool suitable for use in manufacturing light guides in accordance with the principles of the present invention.

Detailed Description

The present invention relates generally to light guides or extractors for use with backlit displays. The light guides of the invention are particularly useful as point to area or line to area back light guides for subminiature or miniature display devices illuminated with light emitting diodes (LEDs) powered by small batteries. Suitable display devices

WO 03/016784

PCT/US02/19615

include color or monochrome LCD devices for cell phones, pagers, personal digital assistants, clocks, watches, calculators, laptop computers, vehicular displays and the like. Other display devices include flat panel displays such as laptop computer displays or desktop flat panel displays. In addition to LEDs, other suitable illumination sources 5 include fluorescent lamps (e.g., cold cathode fluorescent lamps) incandescent lamps, electroluminescent lights and the like.

I. General Backlit Display

Fig. 1 schematically shows a backlit display 10 constructed in accordance with the 10 principles of the present invention. The display includes a light source 12 (e.g., a line light source such as a fluorescent tube or a plurality of LEDs), a light guide 14 and a light gating device 16 (e.g., an LCD). The light guide 14 is positioned behind the light gating device 16 and functions to convert the line light source 12 into an area light source. The light guide 14 includes a light input side 18 positioned adjacent to the light source 12, a 15 light output side 20 that faces toward the light gating device 16, and a light re-directing side 22 positioned opposite from the light output side 20. As described at Sections II and III of this Detailed Description, the light re-directing side 22 preferably includes extraction structures (e.g., microstructures) for extracting light from the light guide 14 and the light output side 20 includes structure for changing the output angle of at least some of the light 20 that exits the light guide 14.

In use of the display 10, a light ray 24 from the light source 12 enters the light 25 guide 14 through the light input side 18 and propagates through the light guide via total internal reflection (TIR). The light ray 24 continues to be internally reflected within light 30 guide 14 until the ray is reflected by an extraction structure (shown in Fig. 4 as projection 50) provided at the light re-directing side 22. The extraction structure reflects the ray 24 upwardly at an angle that frustrates TIR thereby causing the ray 24 to exit the light guide 14 by refraction through the light output side 20. After refracting through the light output side 20, the light ray 24 passes through the light gating device 16 (assuming that gating 20 device 16 is suitably modulated to transmit light) towards a viewer 19.

30 Referring to Fig. 2, the light guide 14 preferably has a wedge shape. The phrase "wedge shape" will be understood to mean that a first end 44 (i.e., a proximal end or the end closest to the light source) of the light guide 14 is thicker than a second end 46 (i.e., a

WO 03/016784

PCT/US02/19615

distal end or the end furthest from the light source) of the light guide 14. As shown in Fig. 2, the thickness of the light guide 14 gradually tapers from an enlarged thickness t_1 at the first end 44 to a reduced thickness t_2 at the second end 46. By way of non-limiting example, for applications such as laptop computers, the light guide 14 can have a nominal thickness t_3 in the range of 1-3 millimeters, and a taper angle θ in the range of .25 degrees to 1.5 degrees. It will be appreciated that the thickness can vary proportionally with the intended viewing area of the display (i.e., larger displays will typically have thicker light guides than smaller displays). While a wedge shape is preferred, light guides having other shapes (e.g., a slab of relatively constant thickness) could also be used.

10 The light guide 14 preferably has a solid construction and is made of an optically suitable material such as polycarbonate, polyacrylates such as polymethyl methacrylate, polystyrene, glass, or any number of different plastic materials having relatively high refractive indexes (e.g., refractive indexes in the range of 1.45 to 1.7).

15 Referring to Fig. 3, the gating device 16 of the display 10 can include an LCD having transflective mirror electrodes that reflect ambient light for viewing in well lit conditions, and transmit light from the light source 12 for viewing in dim light conditions. Alternatively, the LCD can be strictly transmissive such that the light source is required at all times for viewing. In still another embodiment, an optical element 40 in the form of a diffuse transflective film (e.g., a product sold by Minnesota Mining and Manufacturing

20 20 under the name TDF) can be mounted behind the gating device 16 (see Fig. 3). These types of films allow viewing in well-lit conditions using ambient light as a light source without requiring partially transmitting electrodes in the gating device 16.

25 A light guide in accordance with the principles of the present invention has particular applicability in a recycling display device. An exemplary recycling display device is shown at Fig. 15. A light guide in accordance with the principles of the present invention can also be used in a one-pass display device. An exemplary one-pass display device is shown at Fig. 16.

II. Light Re-Directing Side of Light Guide

30 Referring to Fig. 4, the light re-directing side 22 of the light guide 14 includes a plurality of elongated projections 50 positioned in parallel and side-by-side relation to one another. The projections 50 are separated by lands 52. Each projection 50 includes a

WO 03/016784

PCT/US02/19615

plateau segment 54, a leading facet 56 (i.e., a facet closer to the light source) and trailing facet 58 (i.e., a facet farther from the light source). The lands 52 are preferably recessed (i.e., in-set) relative to the plateau segments 54. The facets 56 and 58 extend from the plateau segments 54 to the lands 52 and also extend along the lengths of the projections 5 50. The term "plateau segment" will be understood to mean a generally flat segment offset from adjacent lands (i.e., generally flat segments on opposite sides of the plateau segment) by relatively steep offset elements (e.g., facets 56 and 58). The term "generally flat segments" includes segments having slight curvatures (e.g., curvatures that vary the slope of the flat segments less than 10 percent). Preferably, the generally flat segments of 10 the lands 52 are substantially free of extraction structures and are sufficiently flat so as to promote propagation of light through the light guide 14 by total internal reflection. The term "relatively steep" will be understood to mean that the facets 56 and 58 have a slope that is relatively steep as compared to the slopes of the plateau segments 54 and the lands 52.

15 As shown in Fig. 4, the plateau segments 54 are downwardly offset from the lands 52. In some embodiments, the areas of the plateau segments 54 are larger than the areas of the adjacent lands 52. Thus, at the light re-directing side 22, the total area of the plateau segments 54 is greater than the total area of the lands 52. In some embodiments, the total area of the plateau segments 54 can be at least eight times as great as the area of the lands 20 52. Of course, in other embodiments, the areas of the lands 52 can be greater than the areas of the plateau segments 54.

Fig. 5 shows the light guide 14 with an imaginary line 60 drawn through vertices 61 formed at the intersections of the leading facets 56 and the plateau segments 54. Imaginary line 60 forms an angle θ with a line 37 drawn through the nominal reference 25 plane (e.g., the plane perpendicular to the normal viewing angle of the light guide 14) formed by the light output side 20 of the light guide 14. As shown in Fig. 5, the plateau segments 54, the lands 52 and the facets 56, 58 are all preferably planar. The facets 56, 58 define oblique angles relative to the lands 52 and the plateau segments 54. The lands 52 and the plateau segments 54 are preferably substantially parallel to the imaginary line 37. 30 The trailing facets 58 include primary reflector portions 70 that extend upwardly higher than their respective leading facets 56. In the embodiment of Fig. 5, the primary reflector portions 70 are provided by constructing the trailing facets 58 longer (i.e., taller) than the

WO 03/016784

PCT/US02/19615

leading facets 56. As shown in Fig. 5, the trailing facets 58 define an angle α relative to the lands 52 and the reference plane 37. For recycling displays, the angle α is preferably in the range of 20-40 degrees, more preferably in the range of 25-35 degrees and most preferably in the range of 25-30 degrees. For one-pass displays, the angle α is preferably 5 less than 20 degrees, more preferably less than 15 degrees and most preferably less than 10 degrees.

Fig. 5 also shows the light path traveled by two light rays 91a and 93a traveling through the light guide 14. Light ray 91a strikes land 52 and is reflected towards the distal end (not shown in Fig. 5) of the light guide 14 as ray 91b. Light ray 93a strikes primary 10 reflector portion 70 of trailing facet 58 and is reflected upwardly through output surface 20 towards gating device 16 (shown in Fig. 1) as light ray 93b. If gating device 16 is suitably modulated, then light wave 93b will pass through gating device 16 towards a viewer.

As shown in Fig. 5, the vertices between the leading facets and plateaus can lie 15 along a straight line. If the vertices lie along a straight line, and if the nominal light output surface is designated as a reference plane, then the angle θ between the reference plane and the straight line preferably is about 0.1 to about 6 degrees, or more preferably about 0.25 to 1.5 degrees. In one such embodiment, the trailing facet heights are constant along the length of the light guide. In another such embodiment, the trailing facet heights diminish from the input end of the light guide towards the distal or narrow end. In a 20 further embodiment, the trailing facet heights diminish from the input end of the light guide towards the distal or narrow end, the plateau segment lengths are constant along the length of the light guide, and the leading facet heights diminish from the distal end of the light guide towards the input end by an amount sufficient so that the leading facet-plateau vertices lie along a straight line.

25 The vertices between leading facets and plateaus can if desired lie along a curved path. In one such embodiment, the trailing facet heights diminish from the input end of the light guide towards the distal or narrow end and the land segment lengths remain constant along the length of the light guide. In another such embodiment, the trailing facet heights are constant and the land lengths diminish from the input end of the light guide towards the distal or narrow end. In any event, the angle θ for a light guide whose leading 30 facet plateau vertices lie along a curved path should be approximated by calculating the

WO 03/016784

PCT/US02/19615

arctangent of the (difference between the input end and distal end thicknesses of the light guide, divided by the length of the light guide), as shown in the following formula:

$$\theta = \text{arc tan}((\text{input end thickness}-\text{distal end thickness})/\text{light guide length}).$$

The individual projections need not all be identical and need not all have the same 5 angular orientation, shape or dimensions. However, for ease of manufacturing, generally it will be preferred to form projections whose plateau and facet segments have the same angular orientation and segment length from projection to projection. The land segments also can if desired be similar to one another in angular orientation and segment lengths. In certain embodiments, the projections can be spaced at a relatively coarser pitch near the 10 light input end of the light guide, and at a relatively finer pitch towards the narrowest portion. This change in spacing can conveniently be accomplished by progressively decreasing the length of the land segments from the input end to the distal end (or narrowest portion) of the light guide.

Each leading facet preferably is planar although other shapes such as convex or 15 concave shapes can be used if desired. The leading facets do not ordinarily reflect or transmit light rays from inside the light guide, and thus can have a less than optically smooth surface. However, care should be taken to avoid excessive surface roughness. That will help avoid ghosting and other visual artifacts that may arise due to 20 backscattering of light within the light guide and consequent weak transmission of backscattered light through the leading facets. The leading facet heights preferably are about 0.001 to about 0.5 mm, more preferably about 0.002 to about 0.02 mm. The angle between the reference plane 37 and a leading facet preferably is about 90 degrees to about 45 degrees, more preferably about 85 to about 65 degrees.

Preferably, the plateaus have generally flat, optically smooth surfaces so as not to 25 induce light extraction. The plateau segment lengths preferably are about 0.001 to about 1.5 mm, more preferably about 0.004 to about 0.12 mm. The angle θ between the reference plane 37 and a plateau preferably is about 0 to about 10 degrees, more preferably about 0 to about 2 degrees, with the plateau segments most preferably being parallel to the reference plane 37 (or in other words, θ most preferably is zero).

30 The trailing facet segments direct light toward the gating device 16. Preferably, the trailing facets are planar although they can have other shapes such as convex or concave shapes if desired. Preferably the trailing facets have generally flat, optically

WO 03/016784

PCT/US02/19615

smooth surfaces so as not to induce scattering of the reflected light. The trailing facet heights preferably are greater than the leading facet heights, and more preferably are about 0.001 to about 1.5 mm, most preferably about 0.002 to about 0.12 mm.

5 The land segments of the light re-directing side reflect light by TIR toward the narrow portion or distal end of the light guide. Preferably the lands have generally flat, optically smooth surfaces so as not to induce scattering of the reflected light. As noted above, the land segments preferably can decrease in length along the length of the light guide. A preferred pitch is from about 0.06-12 projections per mm at the light input end and about 1-250 projections per mm at the distal end or narrowest portion of the light
10 guide. A preferred land segment length is about 0.003 to about 15 mm, more preferably about 0.003 to about 1.2 mm. The angle between the reference plane 37 and a land can be about 0 to about 5 degrees, or alternatively about 0.5 to about 2 degrees. In some embodiments, the lands are tilted in the opposite direction from the wedge.

15 The projections can extend across the full width of the light re-directing side or can be in the form of shorter, less than full width segments, which can be aligned with one another in rows and columns or staggered from row to row. Rows of projections can be arranged in parallel to the light input surface or at an angle with respect to that surface. Preferably, the projections extend across the full width of the light re-directing side and are generally parallel to the light input surface. However, Fig. 6 is a plan view showing a
20 light guide 14a with projections 50a and lands 52a that extend at an angle oblique relative to the light input surface. This oblique angling of the projections skews the projections relative to the pixel structure within the gating device to reduce the likelihood of a moiré pattern being generated. Fig. 7 shows a light guide 14b having projections 50b and lands 52b that curve in a serpentine pattern to avoid banding effects and to better randomize
25 illumination. Projections 50a and 50b can have the same profile as the projections 50 of Fig. 5

It has been discovered that, by increasing the size of the plateaus relative to the size of the lands, it is possible to increase the proportion of the light escaping through the facets that is recaptured by the adjacent facets. Fig. 8 shows a light guide 120 that uses
30 this discovery. Light guide 120 has extraction structures such as extraction structure 122 and extraction structure 124. Extraction structure 122 has a leading facet 126, a trailing facet 128, and a plateau 130. Land 132 separates extraction structures 122 and 124.

WO 03/016784

PCT/US02/19615

Generally it is desirable that the total area of the plateaus on a light guide be greater than the total area of the lands. Alternatively phrased, most of the plateaus should have an area greater than the area of either of the adjacent lands.

Fig. 9 shows another structure that further increases the efficiency of a light guide according to the present invention. In the embodiment of Fig. 9, a light guide 140 has extraction structures such as extraction structure 142. Extraction structure 142 has a leading facet 144, a trailing facet 146, and a plateau 148. Adjacent extraction structures are separated by lands such as land 150. Additionally, extraction structure 142 has a protrusion 152 on the same side as leading facet 144. Light ray 158 strikes facet 160 at an angle less than the critical angle and thus is transmitted out of light guide 140. It then strikes the leading face of protrusion 152 and reenters light guide 140. Light ray 158 will then strike the trailing face of the protrusion 152 at an angle greater than the critical angle and undergo total internal reflection and emerge from the bottom of the light guide. Thus light that would have missed the leading facet 144 and have been emitted on the top of light guide 140 absent protrusion 152 is redirected to the desired direction. Preferably, the leading faces of protrusions such as protrusion 152 should have a height of least ten percent of the height of the leading facet of associated extraction structure. Although there is no limit on the maximum height of the riser of a protrusion, the practical limit is approximately one hundred percent of the height of the riser of associated extraction structure.

Fig. 10 shows a slight variable on the embodiment of Fig. 9. In the embodiment of Fig. 10, a light guide 140' has an extraction structure 142'. Extraction structure 142' has a protrusion 152' which has a leading face 154' and a trailing face 156'. Protrusion 152' further has a plateau 162.

Fig. 11 shows a light guide 14' in accordance with the principles of the present invention where the leading facets have been reduced to zero such that no plateaus are defined. Instead, this embodiment includes a plurality of generally flat surfaces 52' offset from one another by facets 58'. The surfaces 52' function to direct light along the length of the light guide by total internal reflection. The facets 58' function to extract light from the light guide 14' by reflecting light toward the light output side of the light guide such that total internal reflection is frustrated.

WO 03/016784

PCT/US02/19615

Other extraction structures suitable for use in practicing the present invention can be found in U.S. patent application Serial No. 09/669,932, entitled LIGHT GUIDE WITH EXTRACTION STRUCTURES, which has been assigned Attorney Docket No. 55244USA1B and which was filed on September 26, 2000.

5

III. Light Output Side of Light Guide

As schematically shown in Fig. 12, the light output side 20 of the light guide 14 includes a plurality of elongate prisms 200. The term "prism" will be understood to mean an optically transmissive body bound by two or more facets that is used to deviate or disperse a beam of light. The prisms 200 of the light guide extend side-by-side relative to one another along lengths L. Triangular grooves 201 separate the prisms 200.

The prisms 200 each include two facets 202 that preferably meet at an upper edge 204. In certain embodiments the upper edges 204 can be rounded. The upper edges 204 define heights H (shown in Fig. 13) of the prisms 200. Each of the upper edges 204 includes a plurality of edge segments 204a-204o having different rates of vertical slope. The rates of vertical slope (i.e., the magnitude and direction of slope) are preferably randomly varied for the edge segments 204a-204o of each prism 200. For example, the rates of slope can be randomly selected from a distribution of slope values (e.g., 32,000 or more slope values for some applications). It will be appreciated that the distribution of slope values can be flat or weighted (e.g., bell shaped). In other embodiments, the rates of slope can be selected in a non-random manner. For example, for some applications, it may be desirable to gradually decrease the magnitudes of slope along the length of a prism such that segments having the steepest rates of slope are positioned adjacent the light source. It will be appreciated that general design degrees of freedom allow the slopes to be selected to correspond with desired extraction efficiencies.

Referring to Fig. 12, the upper edges 204 of the prisms 200 define a plurality of peaks 206 and valleys 208. The peaks 206 and valleys 208 are defined at locations where adjacent edge segments have opposite directions of vertical slope (e.g., see edge segments 204a and 204b defining peak 206 and edge segments 204b and 204c defining valley 208). Adjacent edge segments can have different magnitudes and the same directions of vertical slope (e.g., see edge segments 204e and 204f). As best shown in Fig. 13, each upper edge 204 can also meander in a horizontal dimension (i.e., move from side to side thereby

WO 03/016784

PCT/US02/19615

deviating from a single vertical plane) along the length L of each prism 200. In other embodiments, the valleys 208 may also meander in a horizontal direction.

As shown in Fig. 12, the heights of the peaks 206 and valleys 208 vary along the length of each prism 200. Preferably, the heights of the peaks 206 and valleys 208 are randomly varied.

5 In one non-limiting embodiment, the prisms 200 can have a nominal height of about 25 microns with the prism heights varying from 15 microns to 35 microns. The pitch p (shown in Fig. 13) of the prisms 200 preferably ranges from 10-100 microns. A more preferred range of pitch is from 24 to 50 microns. A most preferred pitch is 50 microns. Additionally, the included angle defined by the facets 202 of each prism 200 is 10 preferably in the range of 70-120 degrees and more preferably in the range of 80-100 degrees. Most preferably, the included angle of the facets 202 is 90 degrees.

15 Referring to Fig. 12, each of the upper edge segments 204a-204o is shown having the same horizontal component y of length (e.g., 150 microns). The horizontal component y for each of the upper edge segments is preferably in the range of about 10-500 microns. While it is preferred for the edge segments to have constant horizontal components y, the horizontal components y for the upper edge section can also be varied from segment to segment.

20 As shown in the schematic views of Figs. 12 and 13, the upper edges 204 include discrete peaks 206 and valleys 208 connected by straight lines. In actual practice, the edges 204 include rounded peaks 206 and valleys 208 interconnected by generally straight segments as shown in Fig. 14. In alternative embodiments, the straight segments could be replaced with curved segments.

25 In Fig. 14, a horizontal component y and a vertical component x of an upper edge segment 204p are labeled. It will be appreciated that the magnitude of slope of the edge segment 204p is determined by dividing the vertical component x by the horizontal component y. The direction of slope (i.e., positive or negative) is determined by whether the edge segment is ascending or descending. In a typical embodiment, the magnitude of slope of a given edge segment preferably will not exceed 10 degrees. Of course, larger 30 magnitudes of slope could also be used.

WO 03/016784

PCT/US02/19615

Referring still to Fig. 14, a depth 210 of one of the grooves 201 is also shown. The depth 210 is defined by a lower edge 212 (see Fig. 13). Similar to the upper edge 204, the lower 212 edge preferably has a plurality of edge segments having different rates of slope.

5 In use, the prisms 200 of the light guide 14 function to _____. The variation in slope along the lengths of the prisms 200 assists in _____.

IV. Illustrative Displays

Fig. 15 shows an illustrative recycling backlit display 10a in accordance with the principles of the present invention. The display 10a includes an optical stack 30 positioned between the light guide 14 and the light-gating device 16. Depending upon the display lighting characteristics desired, the optical stack 30 can include any number of different optical elements. For example, the stack is shown including a micro-prism film 32 such as a brightness enhancing film (e.g., a Brightness Enhancing Film Product such as BEFIII available from Minnesota Mining and Manufacturing Company, St. Paul, Minnesota). Brightness enhancing films typically are designed to recycle/reflect light emitted from the light guide 14 that is outside a given angular range (e.g., see U.S. Patent No. 4,906,070 that is hereby incorporated by reference in its entirety). The film 32 has prisms that face upwardly and extend in a direction parallel to the direction of the projections 50. The stack 30 also includes a reflective polarizing film 34 (i.e., a film that reflects one state of polarization and transmits the orthogonal state of polarization) such as a Specular Reflective Polarizer film product sold by Minnesota Mining and Manufacturing Company under the name DBEF). The reflective polarizing film 34 preferably has a transmission axis that is aligned with a corresponding transmission axis of the gating device 16. Light not aligned with the transmission axis is reflected back to the light guide 14 and recycled. A "clean-up" polarizing film 36 having a transmission axis aligned with both the reflective polarizing film 34 and the gating device 16 can also be used. As previously described, for this type of application, the trailing facets 58 preferably define an angle α in the range of 20-40 degrees.

30 A reflective element 38 is shown positioned behind the light guide 14 to recapture light that escapes through the light re-directing side 22 of the light guide. The reflective element 38 is preferably a diffuse mirror. Films may also be added to provide polarization conversion (e.g., a quarter-wave plate). In this type of embodiment, the lands and plateaus

WO 03/016784

PCT/US02/19615

52 and 54 function as "windows" for allowing light reflected by the stack 30 to pass through the light re-directing side 22 of the light guide to reach the reflective element 38. The lands and plateaus 52 and 54 then allow the light to re-enter the light guide 14 after the light has been reflected by the reflective element 30.

10 Fig. 16 shows an illustrative one-pass backlit display 10b in accordance with the principles of the present invention. The display 10b includes a prismatic turning film 41 positioned between the light guide 14 and the gating device 16. Such turning film, which is sold by Minnesota Mining and Manufacturing Company under the name _____, is used to re-direct light to an angular range that is preferred for viewing (e.g., a turning film 15 can direct light to be more normally incident to the gating device 16). Preferably, the turning film has prisms 43 that face downwardly and extend in a direction parallel to the projections 50. Reflective element 38 (e.g., a specular reflective mirror) is shown positioned behind the light guide 14 to recapture light that escapes through the light re-directing side 22 of the light guide. As previously described, for this type of application, the trailing facets 58 preferably define an angle α less than 20 degrees.

V. Methods of Manufacture

20 Light guides in accordance with the present invention are preferably made by molding, embossing, curing or otherwise forming an injection moldable resin against a lathe-turned tool or other formed surface, made of metal or other durable material that bears a negative replica of the desired structured surface. Methods for making such 25 formed surfaces and for molding, embossing or curing the light guides will be familiar to those skilled in the art. Preferably, the prisms 200 are integrally formed (i.e., formed as a single monolithic piece) with the light output side 20 of the light guide 14, and the projections 50 are integrally formed with the light re-directing side 22 of the light guide 14. In alternative embodiments, the prisms 200 or projections 50 can be formed on films 30 that are mounted on the light guide 14 by conventional techniques (e.g., a lamination process).

30 A master for a tool used to form the prisms 200 in the light output side 20 of the light guide 14 can be made by diamond turning techniques. Typically, the master will have the same profile as the desired prism structure pattern, and will be used to make a forming tool having a negative replica of the desired prism structure. By way of example,

WO 03/016784

PCT/US02/19615

a master for the tool can be made by diamond turning on a cylindrical blank known as a roll. The surface of the roll is typically of hard copper, although other materials may be used. A diamond cutting tool 300 (shown in Fig. 17) is used to cut a groove having a triangular cross-section into the roll. Preferably, a continuous groove is cut into the roll

5 while the diamond tool 300 is moved in a direction transverse to the turning roll (i.e., in a direction parallel to the axis of rotation of the roll). If a constant pitch (e.g., a 50 micron pitch) between prisms is desired, the tool 300 is moved at a constant velocity. During the cutting process, the tool 300 is plunged radially into the drum and pulled radially outwardly from the drum to provide the prisms with different rates of slope. In a preferred

10 embodiment, the plunge depths range from 15-35 microns. By varying the speed at which the tool 300 is plunged or retracted while the roll rotates at a constant rate, different rates of slope are generated.

Various modifications and alterations of this invention will be apparent to those skilled in the art without departing from the scope and spirit of this invention. It should be
15 understood that this invention is not limited to the illustrative embodiments set forth above. It should also be appreciated that all of the drawings referenced in the Detailed Description are schematic and not drawn to scale.

WO 03/016784

PCT/US02/19615

What is claimed is:

1. A light guide comprising:
 - 5 a light guide body including a light re-directing side positioned opposite from a light output side;
 - a plurality of elongate prisms located adjacent the light output side of the light guide body, the prisms extending side-by-side relative to one another along lengths, the prisms including upper edges defining heights of the prisms, the upper edges extending along the lengths of the prisms, and each upper edge including a plurality of edge segments having different magnitudes of slope; and
 - 10 a plurality of light extraction structures located adjacent the light re-directing side of the light guide body for reflecting light toward the light output side, the light extraction structures including elongated projections each having a plateau segment and first and second facets, the elongated projections being separated by lands that are recessed relative to the plateau segments, the first and second facets extending from the plateau segments to the lands.
2. The light guide of claim 1, wherein a total area of the plateau segments exceeds a total area of the land segments.
- 20 3. The light guide of claim 1, wherein at least some of the plateau segments define areas that exceed areas defined by adjacent land segments.
4. The light guide of claim 1, further including projections that project outwardly from the plateau segments.
- 25 5. The light guide of claim 1, wherein the light-guide body is generally wedge-shaped.
- 30 6. The light guide of claim 1, wherein the plateau segments, the facet segments and the land segments are generally planar.

WO 03/016784

PCT/US02/19615

7. The light guide of claim 2, wherein the area of the plateau segments is at least 8 times as large as the area of the land segments.

8. The light guide of claim 1, wherein the magnitudes of slope of the upper edge 5 segments are randomly varied.

9. The light guide of claim 1, wherein the edge segments define peaks, and wherein at least some of the peaks of each prism have different heights.

10 10. The light guide of claim 9, wherein the heights of the peaks are randomly varied.

11. The light guide of claim 1, wherein the edge segments define valleys, and wherein at least some of the valleys of each prism have different depths.

15 12. The light guide of claim 11, wherein the depths of the valleys are randomly varied.

13. The light guide of claim 1, wherein the prisms are integral with the light output side of the light guide body.

20 14. The light guide of claim 1, wherein the light extraction structures are integral with the light re-directing side of the light guide body.

15. The light guide of claim 1, wherein the light extraction structures and the prisms are integral with the light guide body.

25 16. The light guide of claim 1, wherein the light extraction structures are elongated in a direction generally transverse to the lengths of the prisms.

17. The light guide of claim 1, wherein the light extraction structures curve in a 30 serpentine pattern.

WO 03/016784

PCT/US02/19615

18. The light guide of claim 1, wherein the light guide body includes a light input side that extends between the light output side and the light re-directing side, and wherein the light extraction structures are elongated in a direction that forms an oblique angle with the light input side.

5

19. A light guide comprising:

a wedge-shaped light guide body that narrows in thickness from a first end to a second end, the light guide body including a light re-directing side positioned opposite from a light output side, the light re-directing side and the light output side

10 extending between the first and second ends, the light guide body further including a light input surface located at the first end, the light input surface extending between the light re-directing side and the light output side;

a plurality of elongate prisms integral with the light output side of the light guide body, the prisms extending side-by-side relative to one another along lengths, the prisms including upper edges defining heights of the prisms, the upper edges extending along the lengths of the prisms, each upper edge including a plurality of edge segments having different magnitudes of slope, the magnitudes of slope varying randomly from edge segment to edge segment; and

15 a plurality of light extraction structures integral with the light re-directing side of the light guide body for reflecting light toward the light output side, the light extraction structures including elongated projections each having a plateau segment and first and second facets, the elongated projections being separated by lands that are recessed relative to the plateau segments, the first and second facets extending from the plateau segments to the lands.

20 20. A display comprising:

a light source;

a light gating device;

a light guide for directing light from the light source to the light gating device, the light guide including:

25 a light guide body including a light output side that faces toward the light gating device and a light re-directing side positioned opposite from a light output side, the light guide body also including a light input side that extends between the light re-

WO 03/016784

PCT/US02/19615

directing side and the light output side, the light input side being positioned adjacent to the light source;

a plurality of elongate prisms located adjacent the light output side of the light guide body, the prisms extending side-by-side relative to one another along lengths,

5 the prisms including upper edges defining heights of the prisms, the upper edges extending along the lengths of the prisms, and each upper edge including a plurality of edge segments having different magnitudes of slope; and

a plurality of light extraction structures located adjacent the light re-

directing side of the light guide body for reflecting light toward the light output side, the 10 light extraction structures including elongated projections each having a plateau segment and first and second facets, the elongated projections being separated by lands that are recessed relative to the plateau segments, the first and second facets extending from the plateau segments to the lands.

15 21. The display of claim 20, wherein the light guide body is wedge shaped.

22. The display of claim 20, further comprising a reflective element positioned beneath the light re-directing side of the light guide.

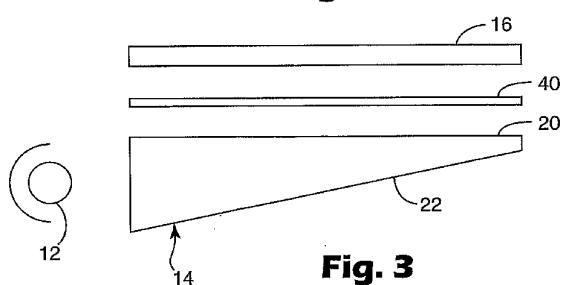
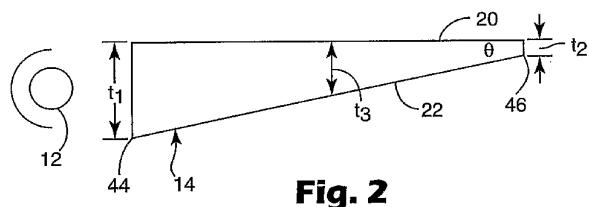
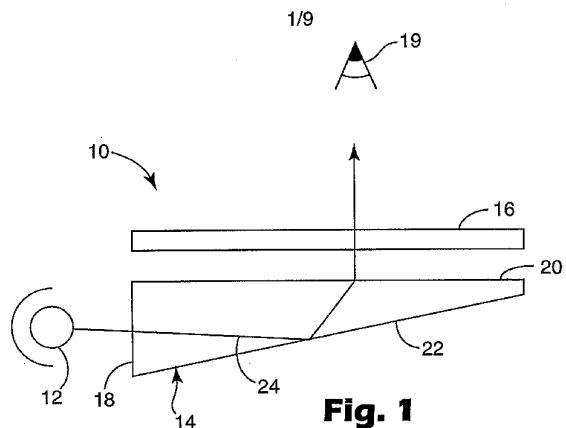
20 23. The display of claim 20, further comprising a reflective polarizing film positioned between the light gating device and the light output side of the light guide body.

24. The display of claim 20, further comprising a prismatic brightening film positioned between the light gating device and the light output side of the light guide body.

25

WO 03/016784

PCT/US02/19615



WO 03/016784

PCT/US02/19615

2/9

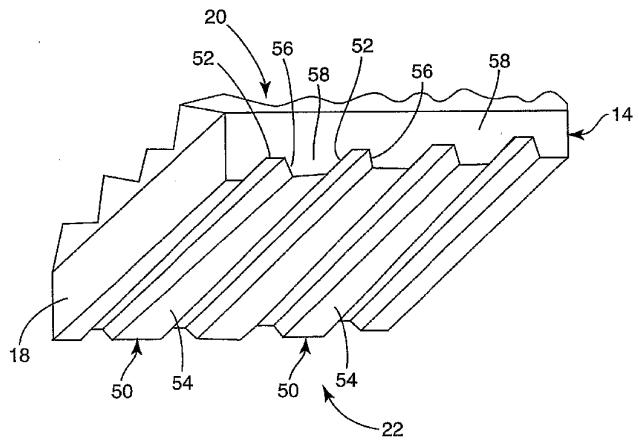


Fig. 4

WO 03/016784

PCT/US02/19615

3/9

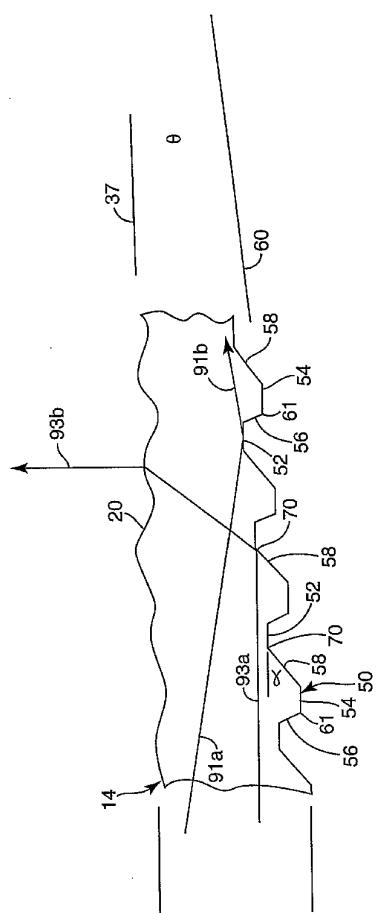
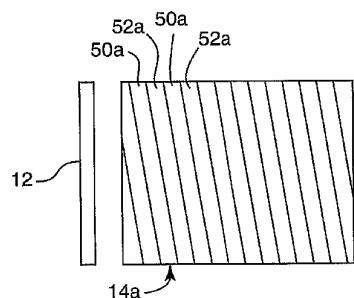
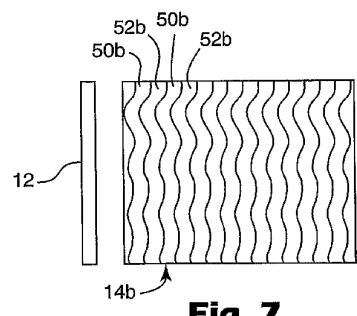
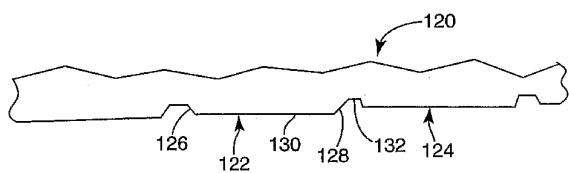
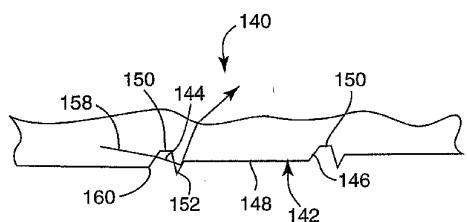
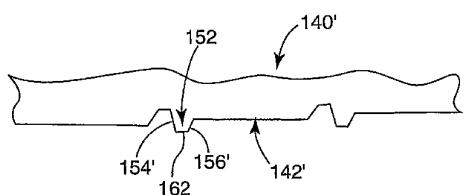


Fig. 5

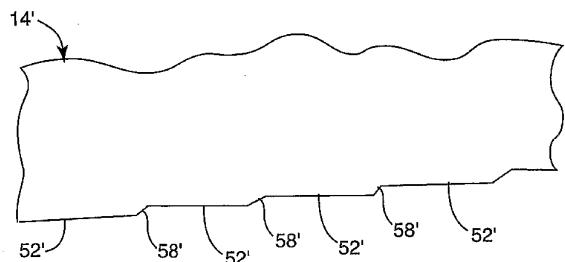
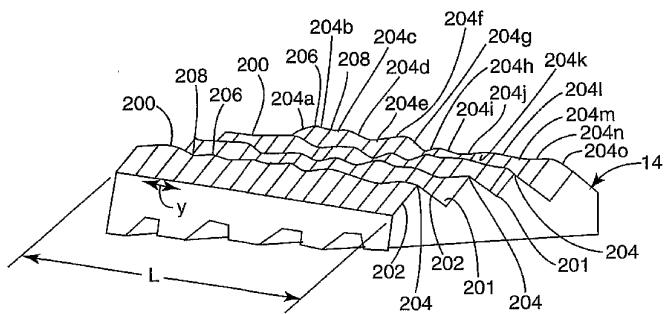
4/9

**Fig. 6****Fig. 7**

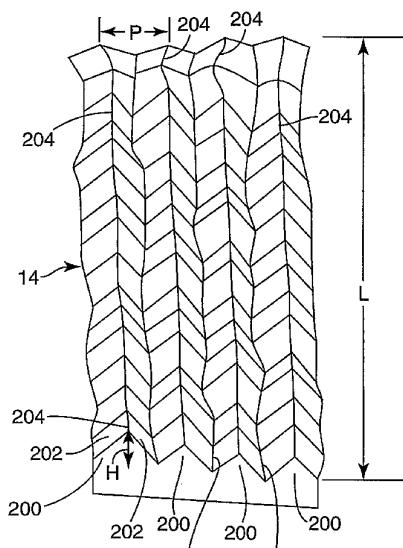
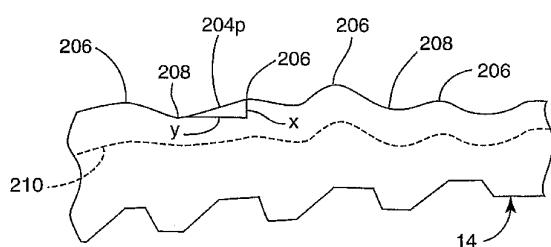
5/9

**Fig. 8****Fig. 9****Fig. 10**

6/9

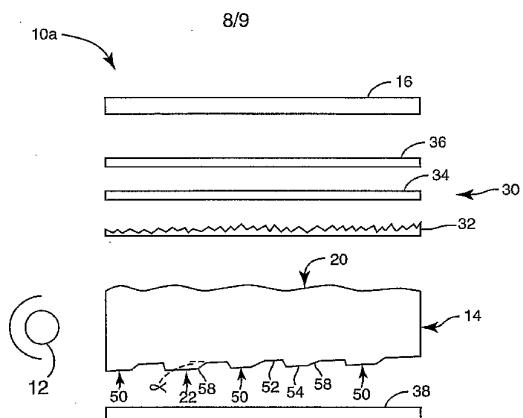
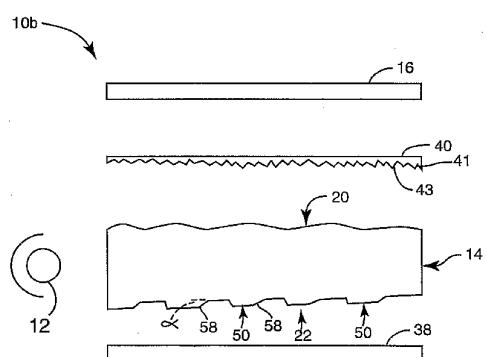
**Fig. 11****Fig. 12**

7/9

**Fig. 13****Fig. 14**

WO 03/016784

PCT/US02/19615

**Fig. 15****Fig. 16**

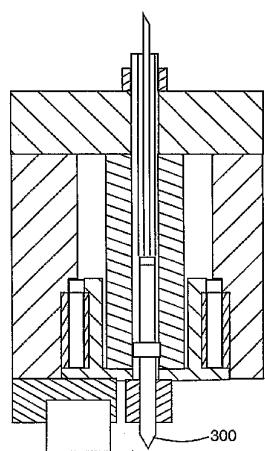


Fig. 17

【国際調査報告】

| INTERNATIONAL SEARCH REPORT | | International Application No PCT/US 02/19615 | |
|---|--|--|--|
| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER | | | |
| IPC 7 F21V8/00 | | | |
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC | | | |
| B. FIELDS SEARCHED | | | |
| Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbol) IPC 7 F21V | | | |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched | | | |
| Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal | | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | | |
| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. | |
| A | US 5 999 685 A (HIBINO KATSUTOSHI ET AL) 7 December 1999 (1999-12-07) abstract; figures 1-15 --- | 1,19,20 | |
| A | GB 2 337 628 A (LB ELECTRONICS INC) 24 November 1999 (1999-11-24) abstract; figures 5-7 --- | 1,19,20 | |
| A | WO 01 27527 A (3M INNOVATIVE PROPERTIES CO) 19 April 2001 (2001-04-19) abstract; figures 1-11 --- | 1,19,20 | |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. | | <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex. | |
| * Special categories of cited documents : | | | |
| *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance | | | |
| *E* earlier document but published on or after the International filing date | | | |
| *L* document which may influence the patentability of claim(s) or which has to be taken into account in the prior art date of another citation or other special search (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 taken together with one or more other cited documents, such combination being obvious to a person skilled in the art | | | |
| *8* document member of the same patent family | | | |
| Date of the actual compilation of the International search | Date of mailing of the International search report | | |
| 9 August 2002 | 19/08/2002 | | |
| Name and mailing address of the ISA | Authorized officer | | |
| European Patent Office, P.O. 5618 Patenttaan 2 NL - 2200 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016 | Malic, K | | |

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

National Application No
PCT/US 02/19615

| Patent document cited in search report | | Publication date | | Patent family member(s) | | Publication date |
|--|---|------------------|----|-------------------------|------------|------------------|
| US 5999685 | A | 07-12-1999 | JP | 10282496 A | 23-10-1998 | |
| | | | JP | 10339815 A | 22-12-1998 | |
| | | | CN | 1190195 A | 12-08-1998 | |
| | | | KR | 253635 B1 | 15-04-2000 | |
| GB 2337628 | A | 24-11-1999 | KR | 271672 B1 | 15-11-2000 | |
| | | | US | 6151169 A | 21-11-2000 | |
| WO 0127527 | A | 19-04-2001 | AU | 1187701 A | 23-04-2001 | |
| | | | EP | 1218665 A1 | 03-07-2002 | |
| | | | WO | 0127527 A1 | 19-04-2001 | |

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

フロントページの続き

(51) Int.Cl.⁷

F I

テーマコード(参考)

F 21 Y 103:00

(81) 指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,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,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NO,NZ,OM,PH,P,L,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(特許庁注:以下のものは登録商標)

ポケットベル

(72) 発明者 ホイットニー, レランド アール.

アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427

(72) 発明者 ボイド, ゲーリー ティー.

アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427

(72) 発明者 コッチック, キース エム.

アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427

(72) 発明者 エプスタイン, ケネス エー.

アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427

(72) 発明者 コブ, サンフォード ジュニア

アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427

(72) 発明者 ワトソン, フィリップ イー.

アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427

(72) 発明者 ラム, デイビッド ジェイ.

アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427

(72) 発明者 ガーディナー, マーク イー.

アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427

F ターム(参考) 2H038 AA55 BA06

2H091 FA23Z FA45Z