

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-177231

(P2016-177231A)

(43) 公開日 平成28年10月6日(2016.10.6)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 27/02 (2006.01)	G02B 27/02 Z	2H042
G02B 5/04 (2006.01)	G02B 5/04 B	2H199
G02C 9/00 (2006.01)	G02C 9/00	
H04N 5/64 (2006.01)	G02B 5/04 F	
	H04N 5/64 511A	
審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 14 頁)		

(21) 出願番号 特願2015-59170 (P2015-59170)
 (22) 出願日 平成27年3月23日 (2015.3.23)

(71) 出願人 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区新宿四丁目1番6号
 (74) 代理人 100116665
 弁理士 渡辺 和昭
 (74) 代理人 100164633
 弁理士 西田 圭介
 (74) 代理人 100179475
 弁理士 仲井 智至
 (72) 発明者 平出 紀明
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 Fターム(参考) 2H042 CA06 CA12 CA17
 2H199 CA02 CA12 CA23 CA24 CA25
 CA27 CA28 CA44 CA47 CA50
 CA52 CA66 CA69

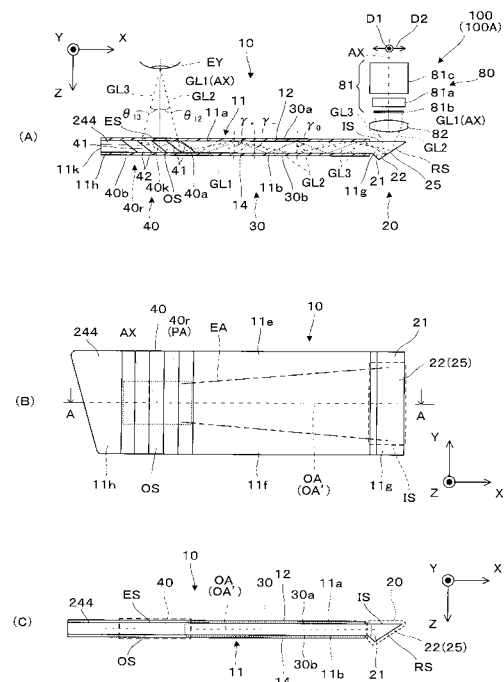
(54) 【発明の名称】 導光装置、頭部搭載型ディスプレイ、及び導光装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 十分な強度を確保することができ、外形形状の自由度を高めることができる導光装置を提供すること。

【解決手段】 導光装置10は、画像光を内部に取り込む光入射部20と、光入射部20から取り込まれた画像光を対向して延びる導光面での全反射により導く導光部30と、導光部30を経た画像光を外へ取り出す光射出部40と、少なくとも光射出部40に付随して設けられて光射出部40の破断を抑制する保護層12、14とを備える。この導光装置10によれば、光射出部40等に付随して保護層12、14が設けられているので、光射出部40等が保護されており、加工時や使用時に簡単に破損することを防止できる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像光を内部に取り込む光入射部と、
前記光入射部から取り込まれた前記画像光を対向して延びる第 1 及び第 2 導光面での全反射により導く導光部と、
前記導光部を経た画像光を外部へ取り出す光射出部と、
少なくとも前記光射出部に付随して設けられて前記光射出部の破断を抑制する保護層と、
を備える導光装置。

【請求項 2】

前記保護層は、シート状又は板状である、請求項 1 に記載の導光装置。

10

【請求項 3】

前記光射出部は、画像光を反射する複数の反射素子を配列したマルチスリット状の反射部を有する、請求項 1 及び 2 のいずれか一項に記載の導光装置。

【請求項 4】

前記反射部は、複数のプリズム状の光透過部材間に前記反射素子を配置することによって形成された平板状部材であり、前記保護層は、前記平板状部材に貼り付けられている、請求項 3 に記載の導光装置。

【請求項 5】

前記保護層は、前記光射出部の観察者側及び外界側の表面のうち少なくとも片方に設けられている、請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の導光装置。

20

【請求項 6】

前記保護層は、前記光入射部を除いた領域に設けられている、請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の導光装置。

【請求項 7】

前記保護層は、前記光射出部側の端面にも設けられている、請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の導光装置。

【請求項 8】

前記保護層は、光透過性を有する本体と、当該本体の表面を覆う表面処理層とを有する、請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の導光装置。

【請求項 9】

前記保護層は、透過率を調整した樹脂材料で形成され、均一な厚みを有する、請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の導光装置。

30

【請求項 10】

請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の導光装置と、
前記導光装置に入射させるための画像光を形成する画像表示装置と、を備える頭部搭載型ディスプレイ。

【請求項 11】

画像光を内部に取り込む光入射部と、前記光入射部から取り込まれた前記画像光を対向して延びる第 1 及び第 2 導光面での全反射により導く導光部と、前記導光部を経た前記画像光を外部へ取り出す光射出部と、を備える導光装置の製造方法であって、
少なくとも前記光射出部を含む部分に保護層を形成する、導光装置の製造方法。

40

【請求項 12】

光射出部を、複数のガラス板に反射膜を設け、前記複数のガラスを重ね合わせて斜めに切断することによって形成する、請求項 11 記載の導光装置の製造方法。

【請求項 13】

前記保護層を設けた前記光射出部を前記保護層とともに外形加工する、請求項 11 及び 12 のいずれか一項に記載の導光装置の製造方法。

【請求項 14】

前記保護層は、前記光射出部を含む部分に貼り付けされたフィルムまたは前記光射出部を含む部分に接合されたプラスチック板として設けられる、請求項 11 ～ 13 のいずれか

50

一項に記載の導光装置の製造方法。

【請求項 15】

保護層は、前記光射出部を位置決めして型に入れた後に型に樹脂を注入するインサート成形することによって設けられる、請求項 11～14 のいずれか一項に記載の導光装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、頭部に装着して使用するヘッドマウントディスプレイ等への組み込みに適する導光装置、頭部搭載型ディスプレイ、導光装置の製造方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

近年、虚像の形成及び観察を可能にする頭部搭載型ディスプレイ又はヘッドマウントディスプレイとして、導光板によって表示素子からの画像光を観察者の瞳に導くタイプのものが種々提案されている。

【0003】

頭部搭載型ディスプレイとして、例えば反射層を施した複数のガラス板を積層・切断して画像取り出し部とした導光板を備えるものが公知となっている（特許文献 1～3 等参照）。この場合、ガラス板を切り出したブロック間に誘電体多層膜やハーフミラーが挟まれた構造となる。

20

【0004】

しかしながら、上記のような導光板は、ガラス板を切り出したブロックを接合したものであることから、接合部が複数個所に並んで存在する構造となり、強度を確保することが容易でない。また、上記導光板の場合、導光板の作製後に所望の外形にカットすることが容易でなく、外形形状の自由度が低いものとなっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2013-076847 号公報

【特許文献 1】特開 2010-164988 号公報

【特許文献 1】特開 2010-145859 号公報

30

【発明の概要】

【0006】

本発明は、十分な強度を確保することができ、外形形状の自由度を高めることができる導光装置を提供することを目的とする。

また、本発明は、上記のような導光装置を備える頭部搭載型ディスプレイ及びかかる導光装置の製造方法を提供することを目的とする。

【0007】

上記目的を達成するため、本発明に係る導光装置は、画像光を内部に取り込む光入射部と、光入射部から取り込まれた画像光を対向して延びる第 1 及び第 2 導光面での全反射により導く導光部と、導光部を経た画像光を外部へ取り出す光射出部と、少なくとも光射出部に付随して設けられて光射出部の破断を抑制する保護層とを備える。

40

【0008】

上記導光装置では、少なくとも光射出部に付随して光射出部の破断を抑制する保護層が設けられているので、光射出部等が保護されて簡単に破損することを防止できる。これにより、導光装置を薄くしつつその強度を十分に高め、結果として、保護層を設けた後の加工を容易にして形状の自由度を高めることにもなる。

【0009】

本発明の具体的な側面では、保護層は、シート状又は板状である。この場合、保護層は比較的厚くなり、保護層の強度延いては光射出部の強度を向上させることができる。

50

【0010】

本発明の別の側面では、光射出部は、画像光を反射する複数の反射素子を配列したマルチスリット状の反射部を有する。この場合、反射素子を配置した境界部で破断が生じやすくなるが、上記の保護層が境界部での破断を防止する。

【0011】

本発明のさらに別の側面では、反射部は、複数のプリズム状の光透過部材間に反射素子を配置することによって形成された平板状部材であり、保護層は、平板状部材に貼り付けられている。この場合、保護層が光透過部材間の接合を補強する役割を有し、簡易に光射出部等を保護することができる。

【0012】

本発明のさらに別の側面では、保護層は、光射出部の観察者側及び外界側の表面のうち少なくとも片方に設けられている。例えば外界側の表面に保護層を設けた場合、外界側の物体に対する光射出部等の保護が確実なものとなり、観察側の表面に保護層を設けた場合、眼や顔面の保護が確実なものとなる。

【0013】

本発明のさらに別の側面では、保護層は、光入射部を除いた領域に設けられている。この場合、保護層によって導光部等を保護することにもなる。

【0014】

本発明のさらに別の側面では、保護層は、光射出部側の端面にも設けられている。この場合、保護層によって端面の露出を防止して端部を保護することができる。

【0015】

本発明のさらに別の側面では、保護層は、光透過性を有する本体と、当該本体の表面を覆う表面処理層とを有する。この場合、表面処理層に強度向上、反射防止等の機能を持たせることができる。

【0016】

本発明のさらに別の側面では、保護層は、透過率を調整した樹脂材料で形成され、均一な厚みを有する。この場合、保護層にフィルター機能を持たせることができる。

【0017】

上記目的を達成するため、本発明に係る頭部搭載型ディスプレイは、上述した導光装置と、導光装置に入射させるための画像光を形成する画像形成装置と、を備える。

【0018】

上記頭部搭載型ディスプレイでは、上記導光装置を組み込んでいるので、導光装置の光射出部等において強度や加工性を向上させることができ、導光装置の簡単な破損を防止して導光装置の形状の自由度を高めることができる。

【0019】

上記目的を達成するため、本発明に係る導光装置の製造方法は、画像光を内部に取り込む光入射部と、光入射部から取り込まれた画像光を対向して延びる第1及び第2導光面での全反射により導く導光部と、導光部を経た画像光を外部へ取り出す光射出部と、を備える導光装置の製造方法であって、少なくとも光射出部を含む部分に保護層を形成する。保護層は、例えば光射出部等とは別体で形成されるものとでき、その後光射出部等に貼り付けることができる。

【0020】

上記導光装置の製造方法では、少なくとも光射出部を含む部分に保護層を形成するので、光射出部等を保護してその破損を抑制することができる。これにより、導光装置を薄くしつつその強度を十分に高め、結果として、保護層を設けた後の加工を容易にして形状の自由度を高めることにもなる。

【0021】

本発明の具体的な側面では、光射出部を、複数のガラス板に反射膜を設け、複数のガラスを重ね合わせて斜めに切断することによって形成する。この場合、複数の反射素子を配列したマルチスリット状の反射部や光射出部を簡易かつ高精度で形成することができる。

10

20

30

40

50

【0022】

本発明の別の具体的な側面では、保護層を設けた光射出部を保護層とともに外形加工する。この場合、光射出部の破損を防止しつつ光射出部の外形加工が可能になり、光射出部の加工が容易になるとともにその形状の自由度が増す。

【0023】

本発明の別の具体的な側面では、保護層は、光射出部を含む部分に貼り付けされたフィルムまたは光射出部を含む部分に接合されたプラスチック板として設けられる。この場合、保護層の作製が比較的簡易なものとなる。

【0024】

本発明の別の具体的な側面では、保護層は、光射出部を位置決めして型に入れた後に型に樹脂を注入するインサート成形することによって設けられる。この場合、導光装置を多様な外形を有するものとでき、光射出部等の強度を高める効果も確実なものとなる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】(A)は、第1実施形態に係る導光装置及び頭部搭載型ディスプレイを説明する断面図であり、(B)及び(C)は、導光装置の正面図及び平面図である。

【図2】ハーフミラー層又は反射部を含む光射出部を説明する断面図である。

【図3】保護層の構造等を説明する拡大断面図である。

【図4】図1(A)等を示す導光装置を組み込んだ頭部搭載型ディスプレイを示す斜視図である。

【図5】第2実施形態に係る導光装置を説明する断面図である。

【図6】図5の導光装置の製造方法を説明する概念図である。

【図7】第3実施形態に係る導光装置等を説明する断面図である。

【図8】図7の導光装置の反射部又は光射出部を説明する拡大断面図である。

【図9】図7の導光装置の変形例を説明する断面図である。

【図10】図7の導光装置の別の変形例を説明する断面図である。

【図11】図7の導光装置のさらに別の変形例を説明する断面図である。

【図12】第4実施形態に係る導光装置を説明する断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

〔第1実施形態〕

以下、図面を参照しつつ、本発明の第1実施形態に係る導光装置及び頭部搭載型ディスプレイについて詳細に説明する。

【0027】

図1に示すように、本実施形態の導光装置10は、図中のXY面に平行に延びる平板状の外観を有し、板状の本体部材11と、本体部材11を挟む一対の保護層12、14とを備える。なお、図1(A)は、図1(B)に示す導光装置10のA-A断面に対応する。

【0028】

導光装置10の光入射側には、不図示の光学フレームを介して画像形成装置80が固定されている。これら導光装置10と画像形成装置80とによって、単独で使用可能な片眼用の虚像表示装置である頭部搭載型ディスプレイ100が構成され、この頭部搭載型ディスプレイ100によって、観察者に対して動画や静止画としての虚像が提供される。なお、頭部搭載型ディスプレイ100は、ヘッドマウントディスプレイとも呼ばれる。

【0029】

導光装置10において、薄板状の本体部材11は、光透過性の材料、具体的にはガラスを基材として形成されている。本体部材11は、観察者側の第1主面11aと、外界側の第2主面11bと、上端部11eと、下端部11fと、横端部11g、11hとを有する。第1主面11aと第2主面11bとは、互いに平行な平面でありXY面に沿って延びている。本体部材11は、一体的な部材であるが、機能的にみて、画像光を内部に取り込む光入射部20と、画像光を一端から他端に導く導光部30と、画像光を外部へ取り出す光

射出部 40 とを備える。本体部材 11 は、画像形成装置 80 からの画像光を光入射部 20 を介して内部に取り込み、取り込んだ画像光を導光部 30 を介して光射出部 40 に導き、光射出部 40 から射出させた画像光を観察者の眼 EY に入射させるように虚像を形成する。

【0030】

光入射部 20 は、本体部材 11 の一方の横端部 11g において、導光部 30 を長手方向に拡張するように導光部 30 と一体的に形成された部分である。光入射部 20 は、導光部 30 と一体化されたプリズム部 21 と、これに付随する反射面 22 とを有する。プリズム部 21 は、側面として、光入射面 IS と斜面 RS とを有する。斜面 RS 上には、これを被覆するようにミラー層 25 が形成されている。ここで、ミラー層 25 は、斜面 RS と協働することにより、光入射面 IS に対して傾斜した状態で配置される反射面 22 として機能する。この反射面 22 は、光入射面 IS から入射し全体として +Z 方向に向かう画像光を、全体として -Z 方向に偏った -X 方向に向かわせるように折り曲げることで、画像光を導光部 30 内に結合させる。なお、光入射面 IS は、第 1 主面 11a の一部となっている。

【0031】

導光部 30 は、第 1 主面 11a の一部である第 1 導光面 30a と、第 2 主面 11b の一部である第 2 導光面 30b とを有する。第 1 及び第 2 導光面 30a, 30b は、互いに向し XY 面に対して平行に延びる 2 平面として、光入射部 20 の反射面 22 で折り曲げられた画像光をそれぞれ全反射させる。すなわち、光入射部 20 の反射面 22 で反射された画像光は、まず、第 1 導光面 30a に入射して全反射される。次に、当該画像光は、第 2 導光面 30b に入射して全反射される。以下この動作が繰り返されることで、画像光は、本体部材 11 の奥側すなわち光射出部 40 を設けた -X 側に導かれる。なお、導光部 30 のうち画像光が通過する有効領域 EA (図 1 (B) 参照) は、光入射部 20 側で上下方向に比較的幅広になっている。

【0032】

光射出部 40 は、導光部 30 を -X 側すなわち光入射部 20 の反対側に拡張するように導光部 30 と一体的に形成された平板状部材である。光射出部 (平板状部材) 40 は、画像光の角度情報を保ったままで画像光を保観察者側に向けるマルチスリット状の角度変換部すなわち反射部 40r として、第 1 及び第 2 導光面 30a, 30b に対して傾斜し互いに平行に等間隔で配列される多数のハーフミラー層 41 を有する。ハーフミラー層 41 は、画像光を反射するための反射素子であり、互いに平行に延びる光射出面 ES と外側面 OS との間に挟まれている。図示の例では、ハーフミラー層 41 又は反射部 40r は、上下に関する中央領域 PA のみに形成されているが (図 1 (B) 参照)、光射出部 40 の全体に形成されてもよい。

【0033】

光射出部 (平板状部材) 40 において、各ハーフミラー層 (反射素子) 41 は、本体部材 11 の観察者側よりも外界側で光入射部 20 側に近づくように傾斜しており、光射出面 ES よりも外側面 OS で光入射部 20 側に近づくように傾斜している。具体的には、各ハーフミラー層 41 は、+X 側で +Z 側に傾くような配置となっている。換言すれば、各ハーフミラー層 41 は、その長手方向 (Y 軸方向) を軸として、主面 11a, 11b 又は XY 面に対して入射側端 (+X 側) が時計方向に回転するように傾斜している。この際の回転角は、導光部 30 を伝搬する画像光の角度状態に適合するように設定されている。光射出部 40 又は反射部 40r は、導光部 30 の第 1 及び第 2 導光面 30a, 30b を経て入射してきた画像光を、所定角度で反射して折り曲げることで光射出面 ES を介して観察者の眼 EY 側へ射出させる。つまり、光射出部 40 は、導光部 30 内を伝搬してきた画像光の角度を変換している。なお、光射出面 ES は、第 1 主面 11a の一部となっており、外側面 OS は、第 2 主面 11b の一部となっている。

【0034】

図 2 に拡大して示すように、光射出部 40 又は反射部 40r は、複数の光透過部材 44

を所定のピッチでX方向に多数配列した構造を有するマルチスリット状の光学系である。各光透過部材44は、光入射側又は入口側に第1接合面44iを有し、光射出側又は奥側に第2接合面44jを有する。光射出部40の第2接合面44j上と、導光部30の端部を兼ねる入口側の導光プリズム144の接合面144j上とは、局所的な部分領域上に半透過反射膜であるハーフミラー層（反射素子）41が形成され、或いは光射出部40の第1接合面44i上と、奥側の光透過部材244の接合面244i上とは、局所的な部分領域上に半透過反射膜であるハーフミラー層（反射素子）41が形成されている。ハーフミラー層41の画像光に対する反射率は、シースルーによる外界光の観察を容易にする観点で、想定される画像光の入射角範囲において10%以上50%以下とする。具体的な実施例のハーフミラー層41の画像光に対する反射率は、例えば20%に設定され、画像光に対する透過率は、例えば80%に設定されるが、複数のハーフミラー層41は、相互に異なる反射率又は透過率に設定可能である。出口側の導光プリズム144の接合面144jと光射出部40の最も入口側又は入射側の接合面44iとは、接着層CCによって互いに接合されている。また、光射出部40中の隣接する一对の光透過部材44の接合面44i, 44jは、接着層CCによって互いに接合されている。さらに、光射出部40の最も奥側又は反入射側の接合面44jと奥側の光透過部材244の接合面244iとは、接着層CCによって互いに接合されている。

【0035】

光入射部20のプリズム部21と、導光部30とは、光射出部40の光透過部材44、導光プリズム144等と同一の材料で形成され、同一の屈折率を有する。このため、本体部材11内に入射した画像光は、第1主面11aと第2主面11bとの間で一様に伝搬する。

【0036】

一对の保護層12, 14は、図示の例において、ある程度の厚みを有しプラスチック板状（つまり板状）であるが、フィルム状（つまりシート状）とすることもできる。ただし、保護層12, 14は、単独で形状を維持できず基材の存在を前提とする薄膜のようなものではない。保護層12, 14は、本体部材11の第1及び第2主面11a, 11bを覆うように、第1及び第2主面11a, 11bにそれぞれ貼り付けられている。保護層12, 14は、光入射部20を除いた領域に設けられているといえる。具体的には、一方の保護層12は、第1導光面30a、光射出面ES等を覆うが光入射面ISを露出させるように、接着剤等を利用して本体部材11に固定されている。他方の保護層14は、第2導光面30b、外側面OS等を覆うように、接着剤等を利用して本体部材11に固定されている。両保護層12, 14は、均一な厚みを有する部材であり、光入射部20等と同様に光透過性を有する。両保護層12, 14は、導光部30及び光射出部40を保護しており、特に平板状部材である反射部40rを挟むよう反射部40rに貼り付けられている。この結果、両保護層12, 14は、導光部30や光射出部40が破損することを防止しており、導光装置10を薄くしつつその強度を高めている。

【0037】

図3に示すように、保護層12は、光透過性及び可撓性を有する樹脂材料製の本体12aと、当該本体12aの表面を覆う表面処理層12bとを有する。保護層12は、光透過性の光硬化性樹脂等からなる接着剤16によって本体部材11の第1主面11aに接着されている。ここで、表面処理層12bは、ハードコート層であり、例えば熱硬化型のシリコン系の材料からなる。表面処理層12bがハードコート層である場合、ガラスに近い表面硬度を実現でき、保護層12の損傷を防止できるだけでなく、保護層12の耐候性を高めることもできる。表面処理層12bは、反射防止コート層とすることもでき、例えば誘電体多層膜で形成される。表面処理層12bが反射防止コート層である場合、ゴーストの発生を抑制でき、外界の観察に際しての減光を抑制することもできる。表面処理層12bは、ブルーライトカット等を可能にする波長選択透過性のフィルターとすることもできる。表面処理層12bや接着剤16の屈折率は、本体部材11の屈折率よりも十分に低くなっており、第1主面11a内面での画像光の全反射が確保されるようにしている。

【0038】

なお、説明を省略するが、外界側の保護層14も、上記した観察者側の保護層12の構造及び機能を有する。保護層12には、外界側の物体に対して光射出部40等を保護する役割を持たせることができ、保護層14には、眼EYや顔面を保護する役割を持たせることができる。

用い方にもよるが、観察者側の保護層12又は外界側の保護層14は、いずれか一方を省略することができる。つまり、観察者側の保護層12を省略して保護層14を残すことができ、逆に、保護層12を残して保護層14を省略することもできる。

【0039】

保護層12, 14については、可視域で均一な高い透過率分布を有するものとなっているが、赤外域や紫外域を遮光するものとできる。つまり、保護層12, 14は、透過率を調整した樹脂材料で形成されるものとでき、表面処理層12bや保護層12の本体12a自体が波長選択透過性のフィルターとして機能するものであってもよい。さらに、保護層12, 14については、透過率に空間的な分布をもたせることもできる。例えば、光射出部40の中央領域PAに対応する領域のみを高透過率とすることができ、この場合、中央領域PA越しに観察する外界光が周辺よりも暗くなる現象を抑制できる。

【0040】

画像形成装置80は、画像表示装置81と投射光学系82とを有する。このうち、画像表示装置81は、2次元的な照明光を射出する照明装置81aと、透過型の空間光変調装置である液晶表示デバイス81bと、照明装置81a及び液晶表示デバイス81bの動作を制御する駆動制御部82cとを有する。

【0041】

照明装置81aは、赤、緑、青の3色を含む照明光を発生する。液晶表示デバイス81bは、照明装置81aからの照明光を空間的に変調して動画像等の表示対象となるべき画像光を形成する。駆動制御部82cは、照明装置81aに電力を供給することにより安定した輝度の照明光を射出させるとともに、液晶表示デバイス81bに対して駆動信号を出力することにより透過率パターンとして動画や静止画の元になるカラーの画像光を形成する。

【0042】

投射光学系82は、液晶表示デバイス81b上の各点から射出された画像光を平行状態の光束にするコリメートレンズである。つまり、投射光学系82は、虚像の形成に寄与する画像光を結像しない平行光として射出する。

【0043】

以下、導光装置10中における画像光の光路について説明する。投射光学系82から射出された各画像光GL1, GL2, GL3の主要成分は、導光装置10の光入射面ISからそれぞれ入射した後、第1及び第2主面11a, 11bにおいて互いに異なる角度で全反射を繰り返す。

具体的には、液晶表示デバイス81の中心点から射出された画像光GL1は、投射光学系82を通過後に平行光束として光入射面ISに入射し反射面22で反射された後、標準反射角 γ_0 で導光装置10の第1主面11aに入射し、全反射される。その後、画像光GL1は、標準反射角 γ_0 を保った状態で、第1及び第2主面11a, 11bで全反射を繰り返した後、光射出部40の中央部40kに達する。この中央部40kで反射された画像光GL1は、光射出面ESから当該光射出面ES又はXY面に対して垂直な光軸AX方向に平行光束として射出される。また、液晶表示デバイス81の一端側(+X側)から射出された画像光GL2は、投射光学系82を通過後に平行光束として光入射面ISに入射し反射面22で反射された後、最大反射角 γ_+ ($>\gamma_0$)で導光装置10の第1主面11aに入射し、第1及び第2主面11a, 11bで全反射を繰り返しつつ、光射出部40のうち最も入口側(+X側)の周辺部40aに入射する。この周辺部40aで反射された画像光GL2は、光入射部20から離れるように+X軸に対して鈍角をなし、光軸AXに対して角度 θ_{12} だけ傾斜した方向に射出される。さらに、液晶表示デバイス81の他端側(

10

20

30

40

50

－X側）から射出された画像光GL3は、投射光学系82を通過後に平行光束として光入射面ISに入射し反射面22で反射された後、最小反射角 $\gamma - (< \gamma 0)$ で導光装置10の第1主面11aに入射し、第1及び第2主面11a, 11bで全反射を繰り返しつつ、光射出部40のうち最も奥側（－X側）の周辺部40bに入射する。この周辺部40bで反射された画像光GL2は、光入射部20に戻されるように＋X軸に対して鈍角をなし、光軸AXに対して角度 $\theta 13$ だけ傾斜した方向に射出される。

【0044】

以下、導光装置10の製造方法の一例について説明する。予め、ガラス製の平行平板である多数のガラスを準備し、それらの一面に金属反射膜や誘電体多層膜である反射膜を成膜することによって、多数の要素板を準備する。その後、形成された多数の要素板を接着剤で接合しつつ積層することでこれらを重ね合わせ、全体を斜めに切断する。これにより、平行平板を斜めに分割した細長いプリズム片である光透過部材44の間に、金属反射膜や誘電体多層膜からなるハーフミラー層41を挟んだ構造の板状部材すなわち反射ユニットを得ることができる。この反射ユニットの対向する一对の主面を研磨することで光射出面ESと外側面OSとが形成され、光射出部40が得られる。その後、この光射出部40にガラス製の導光部30等が接合され本体部材11が完成する。

これと並行して、保護層12の基材である本体12aを準備し、その片面に表面処理層12bを形成する。表面処理層12bは、例えば本体12aの片面をシールしてのディップによりコートされ、熱処理等によって硬化させる。詳細な説明を省略するが、保護層14も保護層12と同様に準備する。

その後、本体部材11の第1及び第2主面11a, 11bを覆うように、一对の保護層12, 14を、第1及び第2主面11a, 11bにそれぞれ貼り付ける。さらに、本体部材11の外周を保護層12, 14とともに切削等によって所望の形状に外形加工することにより、導光装置10が完成する。なお、導光装置10は、画像形成装置80とともに不図示のフレームに組み付けられる。

【0045】

上記実施形態の導光装置10によれば、光射出部40及び導光部30に付随して保護層12, 14が設けられているので、光射出部40等が保護されており、加工時や使用時に簡単に破損することを防止できる。特に、反射部40rにおいてハーフミラー層41を配置した境界部での破断を防止する効果が大きい。これにより、導光装置10を薄くしつつその強度を十分に高め、結果として、保護層12, 14を設けた後の加工を容易にして形状の自由度を高めることにもなる。

【0046】

図4は、図1(A)～(C)等に示す導光装置10を組み込んだ頭部搭載型ディスプレイ200の外観を説明する斜視図である。頭部搭載型ディスプレイ200は、眼鏡のような外観を有し、この頭部搭載型ディスプレイ200を装着した観察者の両眼に対して虚像による画像光を認識させることができるとともに、観察者の両眼に対して外界像をシースルーで観察させることができる。頭部搭載型ディスプレイ200は、観察者の眼前を覆う一对の導光装置10A, 10Bと、これら導光装置10A, 10Bを支持するフレーム171と、フレーム171のうち前方のカバー部分から後方のつる部分（テンプル）にかけての部分に付加された第1及び第2画像形成装置80A, 80Bとを備える。図面上で右側の第1導光装置10Aと第1画像形成装置80Aとを組み合わせた第1表示装置100Aは、左眼用の虚像を形成する部分であり、図1(A)に示す頭部搭載型ディスプレイ100に相当する。また、図面上で左側の第2導光装置10Bと第2画像形成装置80Bとを組み合わせた第2表示装置100Bは、右眼用の虚像を形成する部分であり、図1(A)に示す頭部搭載型ディスプレイ100を左右反転させた構造を有する。導光装置10A, 10Bは、用途や好みに応じて様々な輪郭とする必要があり、予め破断を抑制する保護層12, 14を設けておくことで、外形加工が容易となる。

【0047】

〔第2実施形態〕

以下、第2実施形態に係る頭部搭載型ディスプレイについて説明する。なお、本実施形態に係る頭部搭載型ディスプレイは、第1実施形態に係る頭部搭載型ディスプレイ100の変形例であり、特に説明しない場合、第1頭部搭載型ディスプレイ100と同様である。

【0048】

図5に示すように、第2実施形態の導光装置10の場合、保護層112が、本体部材11の第1及び第2主面11a、11bを覆うとともに、光射出部40側の横端部11hにおいて端面11kを覆っている。これにより、保護層112によって端面11kの露出を防止して横端部11hを保護することができる。

【0049】

図6は、図5に示す導光装置10の製造方法の一工程を例示する図である。本体部材11の製造までは、第1実施形態の導光装置10の場合と同様であり、本体部材11の製造後が説明されている。第2実施形態の導光装置10の場合、保護層112を射出成形によって具体的にはインサート成形によって形成する。射出成形に際して、本体部材11は、金型90内に固定されており、インサート成形が行われる。金型90は、一対の転写型91、92を備え、転写型91、92を閉じ合わせることによって成形空間93が形成される。成形空間93内には、本体部材11を収納するスペースが設けられ、成形空間93を形成する転写面91a、92aには、本体部材11を位置決めしつつ支持する複数の突起94が形成されている。溶融樹脂95を成形空間93内に注入することにより、成形空間93が溶融樹脂95で充填され、溶融樹脂95の冷却・硬化によって保護層112が形成される。金型90から取り出された本体部材11のうち、導光部30や光射出部40の表面、つまり第1及び第2導光面30a、30b、光射出面ES、外側面OS等は、保護層112で覆われ、横端部11hも保護層112で覆われている（図5参照）。保護層112の内面は、成形時の熱によって本体部材11と密着し接着されたような状態となる。保護層112の形成後においては、保護層112の表面に、ハードコート層や反射防止コート層を設けることもできる。

【0050】

なお、第2実施形態の場合、保護層112の形成後に本体部材11等の外周をカットする工程を設けないことを前提としているが、得られた導光装置10の外周を所望の形状にカットすることもできる。

【0051】

〔第3実施形態〕

以下、第3実施形態に係る頭部搭載型ディスプレイについて説明する。なお、本実施形態に係る頭部搭載型ディスプレイは、第1実施形態に係る頭部搭載型ディスプレイ100の変形例であり、特に説明しない場合、第1頭部搭載型ディスプレイ100と同様である。

【0052】

図7に示すように、第3実施形態の導光装置10の場合、光射出部40において、マルチスリット状の光学系を構成する一群のハーフミラー層41が外側面OS側に偏って形成されている。一群の細長いハーフミラー層41が並ぶ矩形層状の反射領域を反射部40rと呼ぶものとし、この反射部40rは、外側面OSに沿って形成されている。反射部40rにおいて、多数のハーフミラー層41は、Y方向に延びるとともにX方向に殆ど隙間なく配列されている。各ハーフミラー層41は、本体部材11の観察者側よりも外界側で光入射部20側に近づくように傾斜している。具体的には、各ハーフミラー層41は、+X側で+Z側に傾くような配置となっている。

【0053】

図8を参照して、光射出部40の製造方法の一例について説明する。まず、光射出部40を構成する平板ガラス49を準備する。次に、平板ガラス49の表面49a側に、切削、研磨等により、Y方向に延びX方向に隙間なく配列された多数のV字状の溝51を形成する。各溝51は、直立面51aと斜面51bとを有し、斜面51bに対してのみハーフ

ミラー層 4 1 を形成する。このため、多数の溝 5 1 を形成した平板ガラス 4 9 の表面 4 9 a 側に、例えばマスクを配置して蒸着等を行うことにより、多数の溝 5 1 のうち斜面 5 1 b にのみハーフミラー層 4 1 を選択的に形成することができる。ハーフミラー層 4 1 は、マスクに代えて平板ガラス 4 9 を傾斜させることによって、斜面 5 1 b にのみ選択的に形成可能である。その後、多数の溝 5 1 に平板ガラス 4 9 の屈折率と一致させた液体樹脂を流し込み、熱や紫外光で硬化させて充填部 5 2 とする。これにより、多数の溝 5 1 を埋めた板状の部材であって多数のハーフミラー層 4 1 を内蔵した光射出部 4 0 やこれから延びる導光部 3 0 等を含む本体部材 1 1 を得ることができる。なお、多数の溝 5 1 を樹脂で充填する際に、保護層 1 4 を利用して蓋をすることもできる。これにより、保護層 1 4 の接着を一括して行うことになる。

10

なお、反射部 4 0 r を構成する多数のハーフミラー層 4 1 のサイズや間隔は、必ずしも一致させる必要がなく、位置に応じてこれらを調整することができる。

また、図 7 に示す導光装置 1 0 においても、横端部 1 1 h において保護層によって端面 1 1 k を覆うことができる。このような端面用の保護層は、保護層 1 2, 1 4 とは別に作製して後で固定することができるが、図 6 に示すものと同様の手法で保護層 1 2, 1 4 と一括で一体的に形成することもできる。

【0054】

図 9 は、図 7 に示す導光装置 1 0 の変形例を示す。この場合、反射部 4 0 r が光射出面 E S 側に偏って形成されている。

【0055】

20

図 1 0 は、図 7 に示す導光装置 1 0 の別の変形例を示す。この場合、反射部 4 0 r が本体部材 1 1 の外側に外付けされている。反射部 4 0 r は、第 1 実施形態で説明した光射出部 4 0 又は反射部 4 0 r の製造方法と同様の手法で作製される。ただし、図 1 0 に示す反射部 4 0 r は、第 1 実施形態に示すものよりさらに薄板状であり、光射出部 4 0 の位置まで延びる導光部 3 0 の光射出面 E S 側の面に貼り付けられている。この場合、反射部 4 0 r の表面すなわち光射出面 E S にのみ、保護層 1 2 を設けているが、導光部 3 0 を覆うように、つまり光入射面 I S を除く第 1 主面 1 1 a 全体を覆うように保護層 1 2 を形成することができる。

【0056】

30

図 1 1 は、図 7 に示す導光装置 1 0 の別の変形例を示す。この場合、反射部 4 0 r が本体部材 1 1 内に埋め込むように形成されている。反射部 4 0 r は、導光部 3 0 から延びる第 1 光学部材 1 4 9 a と、これに嵌合させる第 2 光学部材 1 4 9 b とを組み合わせる接合したものである。第 1 光学部材 1 4 9 a は、例えばガラスからなり、第 2 光学部材 1 4 9 b は、第 1 光学部材 1 4 9 a と略等しい屈折率を有するガラス又はプラスチックからなる。第 1 光学部材 1 4 9 a には、図 8 に示す手法と同様の手法を用いて、鋸歯状の断面を有する多数の溝 5 1 やこれに付随するハーフミラー層 4 1 が形成されている。一方、第 2 光学部材 1 4 9 b には、第 1 光学部材 1 4 9 a の多数の溝 5 1 に対応する形状の多数の溝 1 5 1 が形成されている。第 1 光学部材 1 4 9 a と第 2 光学部材 1 4 9 b とを、これらと略等しい屈折率を有する接着剤で接合することにより、反射部 4 0 r が形成される。

図 1 1 に示す導光装置 1 0 において、保護層 1 2, 1 4 とは別体又は一体の保護層によって、横端部 1 1 h の端面 1 1 k を覆うことができる。この場合、保護層によって光学部材 1 4 9 a, 1 4 9 b 間の接合面が覆われ、反射部 4 0 r の強度が増す。

40

【0057】

〔第 4 実施形態〕

以下、第 4 実施形態に係る頭部搭載型ディスプレイについて説明する。なお、本実施形態に係る頭部搭載型ディスプレイは、第 2 実施形態に係る頭部搭載型ディスプレイ 1 0 0 の変形例であり、特に説明しない場合、第 2 の頭部搭載型ディスプレイ 1 0 0 と同様である。

【0058】

図 1 2 に示すように、第 4 実施形態の導光装置 1 0 の場合、保護層 1 1 2 が、一様な厚

50

みを有しておらず、凸又は凹に湾曲している。つまり、インサート成形によって、本体部材 11 の機能を維持しつつ、導光装置 10 に、湾曲した外観を実現したりレンズ効果を持たせたりすることができる。

以上各実施形態に即して本発明を説明したが、本発明は、上記の実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

【0059】

上記実施形態では、画像表示装置 80 として、透過型の液晶表示デバイス 81b 等を用いているが、画像表示装置 80 としては、透過型の液晶表示デバイス 81b に限らず種々のものを利用可能である。例えば、反射型の液晶表示デバイスを用いた構成も可能であり、液晶表示デバイス 81b に代えてデジタル・マイクロミラー・デバイス等を用いることもできる。また、画像表示装置 80 として、LED アレイや OLED（有機 EL）などに代表される自発光型素子を用いることもできる。

【0060】

上記実施形態では、保護層 12, 14, 112 に導光機能を持たせていないが、屈折率の調整により、保護層 12, 14, 112 に導光機能を持たせることができる。この場合、保護層 12, 14, 112 の表面が本体部材 11 の主面 11a, 11b 又は導光部 30 の導光面 30a, 30b として機能する。

【符号の説明】

【0061】

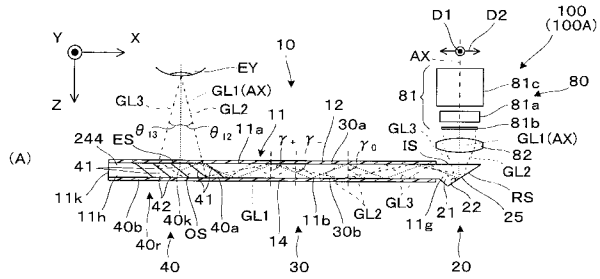
10, 10A, 10B…導光装置、 11…本体部材、 11a, 11b…主面、 11g, 11h…横端部、 11k…端面、 12, 14…保護層、 12a…本体、 12b…表面処理層、 16…接着剤、 20…光入射部、 21…プリズム部、 22…反射面、 25…ミラー層（反射素子）、 30…導光部、 30a, 30b…導光面、 40…光射出部（平板状部材）、 40r…反射部、 41…ハーフミラー層、 48…反射ユニット、 52…充填部、 80, 80A, 80B…画像形成装置、 81…画像表示装置、 81b…液晶表示デバイス、 81a…照明装置、 82c…駆動制御部、 82…投射光学系、 100…頭部搭載型ディスプレイ、 100A, 100B…表示装置、 200…頭部搭載型ディスプレイ、 AX…光軸、 ES…光射出面、 EY…眼、 GL1, GL2, GL3…画像光、 IS…光入射面、 OS…外側面、 PA…中央領域、 RS…斜面

10

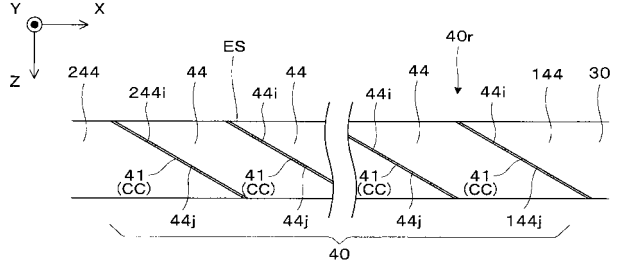
20

30

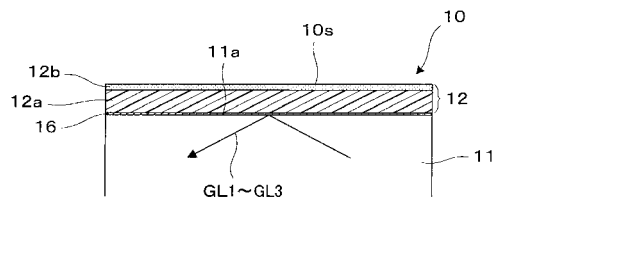
【図 1】



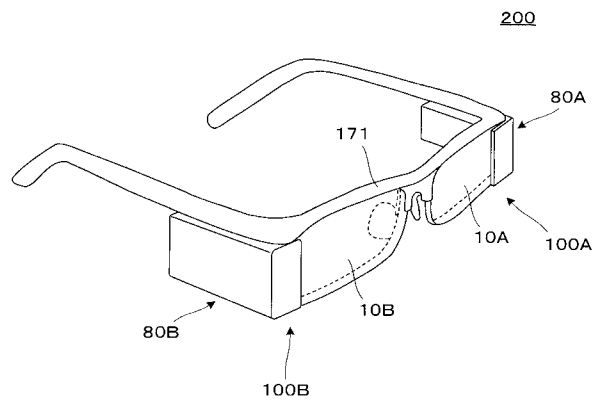
【図 2】



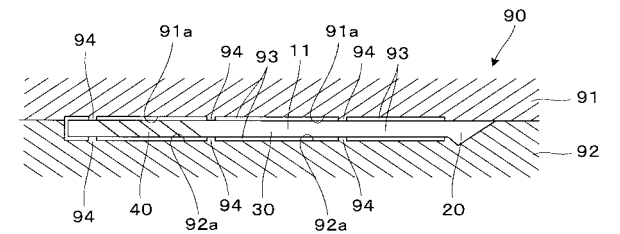
【図 3】



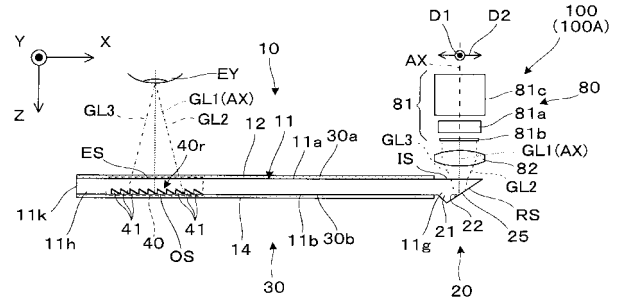
【図 4】



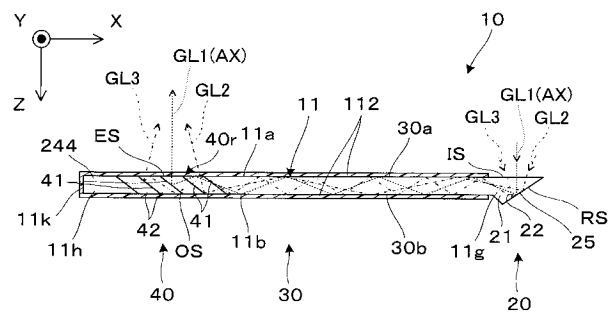
【図 6】



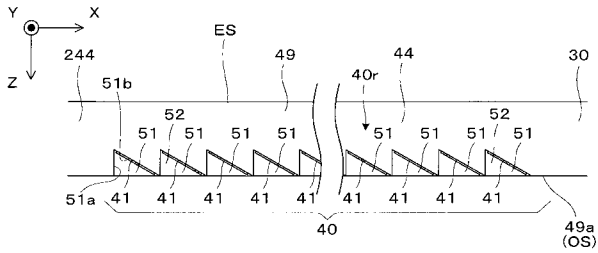
【図 7】



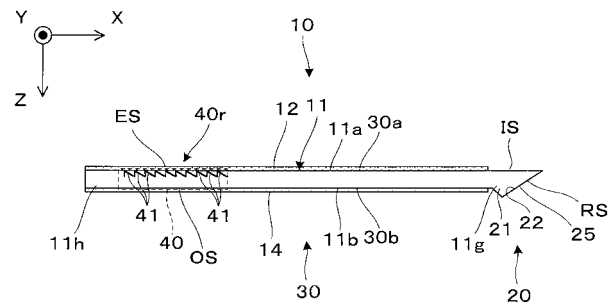
【図 5】



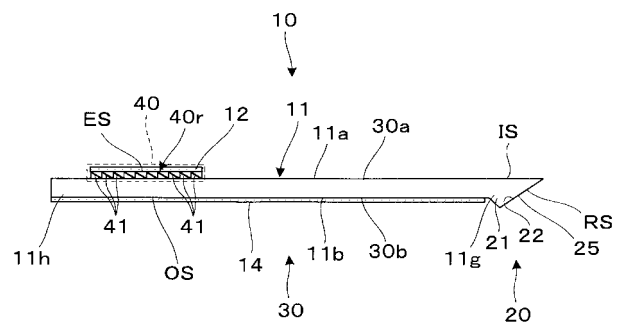
【図 8】



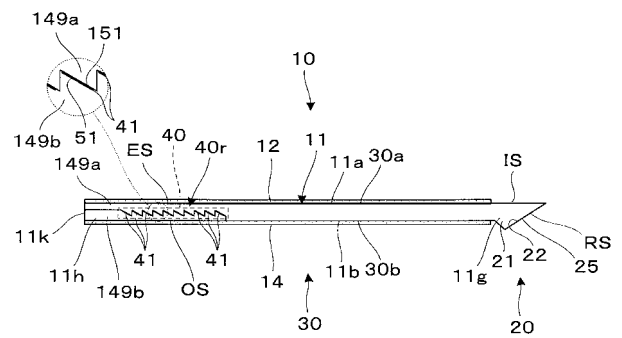
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【図 12】

