

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014年3月13日(13.03.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/038237 A1

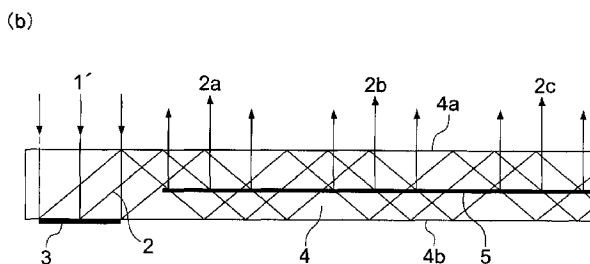
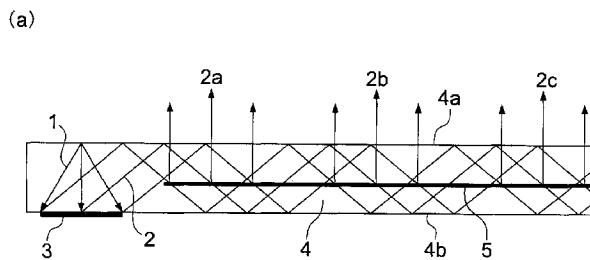
- (51) 国際特許分類:
G03H 1/22 (2006.01) G02F 1/13 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/060911
- (22) 国際出願日: 2013年4月11日(11.04.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-194964 2012年9月5日(05.09.2012) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): オリンパス株式会社 (OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (71) 出願人(米国についてのみ): 堀川嘉明 (HORIKAWA Yoshiaki) [JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 斎藤圭介, 外 (SAITO Keisuke et al.); 〒1010051 東京都千代田区神田神保町1-4-1-3 駿河台下MKビル6階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: DISPLAY METHOD AND DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: 表示方法及び表示装置



(57) Abstract: In this display method, display luminous flux (2) propagates by repeated internal reflection in a transparent substrate (4), and, by emitting a portion of the display luminous flux out of the transparent substrate (4) for each internal reflection of said display luminous flux, the display luminous flux is emitted from substantially the entire surface of the transparent substrate (4), wherein the display luminous flux is formed holographically. This display device is provided with a spatial phase modulation element (3) for forming display luminous flux, a transparent substrate (4) in which the display luminous flux propagates by repeated internal reflection, and a branching means (5) which emits a portion of the display luminous flux (2) out of the transparent substrate (4) for each internal reflection of the display luminous flux.

(57) 要約: 表示方法は、表示光束2が透明な基板内4を繰り返し内面反射して伝播し、表示光束が内面反射を行う毎に、表示光束の一部を透明な基板4外に射出することにより、透明な基板4のほぼ全面から表示光束を射出する表示方法であって、表示光束をホログラフィックに形成する、あるいは、表示装置は、表示光束を形成する空間位相変調素子3と、表示光束が繰り返し内面反射して伝播する透明な基板4と、表示光束が内面反射を行う毎に、表示光束2の一部を透明な基板外4へ射出させる分岐手段5と、を有する。

WO 2014/038237 A1

明 細 書

発明の名称：表示方法及び表示装置

技術分野

[0001] 本発明は、表示方法及び表示装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、表示画面の虚像を観察者の前方に形成するための画像表示装置が提案されている。この画像表示装置では、表示光束を透明な基板内で繰り返し内面反射させて、表示光束を基板内で伝播させている。そして、表示光束が内面反射を行う毎に、その表示光束の一部を基板外に射出させている。このようにすることにより、この画像表示装置では、基板のほぼ全面から表示光束を射出させている（特許文献1）。

[0003] より具体的には、この画像表示装置では、液晶表示素子の表示画面から表示光束が射出する。表示画面から射出した表示光束は対物レンズで平行光束に変換されて、透明な基板に入射する。そして、表示光束は透明な基板内で内面反射を繰り返しながら、透明な基板内を伝播する。このとき、内面反射毎に、表示光束の一部が基板から外に射出する。このように、透明な基板の複数の位置から表示光束が射出するため、透明な基板全面から表示光束が射出する。その結果、透明な基板から射出する表示光束全体の径は、透明な基板に入射したときの光束の径よりも大きくなる。

[0004] 観察者が表示画面の虚像を観察するためには、透明な基板から射出する表示光束を眼に入射させなくてはならない。上記の画像表示装置では、透明な基板から射出する表示光束の径が大きい（太い）。そのため、表示光束（透明な基板）に対する眼の位置合わせの許容範囲は、表示光束の径が小さい（細かい）場合と比べると広くなる。その結果、観察者は、容易に虚像を観察することができる。

[0005] また、透明な基板から射出する表示光束は平行光束である。そのため、観察者は透明な基板の奥に虚像を観察することができる。また、表示光束が太

いので、観察者は表示装置に眼を近づける必要が無い。なお、透明な基板の奥とは、透明な基板を挟んで観察者の位置と反対側の位置のことである。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許第4605152号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献1の画像表示装置では、表示画面（液晶表示素子）から射出した表示光束を、対物レンズで平行光束に変換している。ここで、表示光束には、軸上光束に加えて軸外光束が含まれているので、軸外光束も収差の少ない平行光束に変換しなければならない。そのため、対物レンズには複数枚のレンズが必要となる。その結果、特許文献1の画像表示装置では、平行光束を得るまでの構成（液晶表示素子と対物レンズ）が大型化してしまう。

[0008] 本発明は、このような課題に鑑みてなされたものであって、小型・薄型でありながら、高い光学性能を有する表示方法及び表示装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の表示方法は、表示光束が透明な基板内を繰り返し内面反射して伝播し、表示光束が内面反射を行う毎に、表示光束の一部を透明な基板外に射出することにより、

透明な基板のほぼ全面から表示光束を射出する表示方法であって、表示光束をホログラフィックに形成することを特徴とする。

[0010] また、本発明の表示装置は、表示光束を形成する空間位相変調素子と、表示光束が繰り返し内面反射して伝播する透明な基板と、表示光束が内面反射を行う毎に、表示光束の一部を透明な基板外へ射出さ

せる分岐手段と、
を有することを特徴とする。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、小型・薄型でありながら、高い光学性能を有する表示方法及び表示装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]表示装置の基本構造と表示光束の伝搬の様子を示す図であって、(a)は発散光束を透明な基板に入射させた場合、(b)は平行光束を透明な基板に入射させた場合を示す図である。

[図2]表示光束2をホログラフィックに形成する方法及び装置を示す図であって、(a)は虚像を観察するときの通常の光学系を示す図、(b)は表示光束をホログラフィックに形成する光学系を示す図である。

[図3]計算によってホログラムを求めるときの処理を示すブロック図である。

[図4]第1実施形態の表示装置を示す図であって、(a)は発散光束を透明な基板に入射させた場合、(b)は平行光束を透明な基板に入射させた場合を示す図である。

[図5]第2実施形態の表示装置を示す図である。

[図6]第3実施形態の表示装置を示す図であって、(a)は発散光束を透明な基板に入射させた場合、(b)は平行光束を透明な基板に入射させた場合を示す図である。

[図7]第4実施形態の表示装置を示す図であって、(a)は第1の透明な基板の構成と表示光束の伝搬の様子を示す図、(b)は第2の透明な基板の構成と表示光束の伝搬の様子を示す図である。

[図8]第4実施形態の表示装置の全体構成を示す図である。

[図9]表示光束の回折角が大きくとれない場合の構成を示す図であって、(a)は第1の透明な基板の構成を示す図、(b)は入射光、回折光及び0次光の関係を示す図である。

[図10]第5実施形態の表示装置を示す図であって、(a)は空間位相変調素

子が反射型の場合、（b）は空間位相変調素子が透過型の場合を示す図である。

[図11]本実施形態の表示装置から射出する光束を示す図であって、各々の光束の光学的距離を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 本発明のある態様にかかる実施形態の作用効果を説明する。なお、本実施形態の作用効果を具体的に説明するに際しては、具体的な例を示して説明することになる。しかし、それらの例示される態様はあくまでも本発明に含まれる態様のうちの一部に過ぎず、その態様には数多くのバリエーションが存在する。したがって、本発明は例示される態様に限定されるものではない。

[0014] 本実施形態の表示方法は、表示光束をホログラフィックに形成し、この表示光束を透明な基板内を繰り返し内面反射させて伝播させ、内面反射する毎に表示光束の一部を透明な基板の外に射出して表示を行う。そして、表示光束が伝播されるに従って、複数の表示光束が透明な基板から射出される。このようにすることで、透明な基板のほぼ全面から表示光束を射出させている。

[0015] 本実施形態の表示方法では、表示光束をホログラフィックに形成している。そのため、小型・薄型でありながら、高い光学性能を有する表示方法が実現できる。なお、表示光束をホログラフィックに形成するとは、ホログラムを使って表示光束を形成（再生）することを意味している。

[0016] また、本実施形態の表示方法では、表示光束が伝播されるに従って、複数の表示光束が透明な基板から射出される。観察者は、いずれか1つの表示光束を見ても、或いは複数の表示光束を見ても像を見ることができる。すなわち、それぞれの表示光束が合わさって一つの太い表示光束となっているとみなすことができる。また、画像の中心を表示する軸上の表示光束だけでなく、画像の端を表示する軸外の表示光束も同様に、それぞれの表示光束が合わさって一つの太い表示光束となっているとみなすことができる。このように、本実施形態の表示方法では、透明な基板から複数の表示光束が射出するが

、これは、透明な基板の全面から一つの太い表示光束が射出されているのと等価である。そのため、透明な基板の全面が射出瞳であり、また、透明な基板の大きさが射出瞳の大きさである。従って、それ自体が瞳であるルーペと同様に瞳が大きいので、観察者は表示装置に顔を近づけなくても容易に虚像を観察することができる。

[0017] また、本実施形態の表示方法では、透明な基板から外に射出される表示光束は、無限遠に虚像を表示する光束である。すなわち、観察者が表示光束を見た時、無限遠（遠方）に虚像が形成される。よって、透明な基板から射出された複数の表示光束の各々についても、観察者がこれらの表示光束を見た時、全て無限遠に虚像が形成される。その結果、観察者の目が近点にしか焦点の合わない老眼であっても、観察者は焦点の合った表示を見ることが出来る。また、観察者はどの表示光束を見ても、或いは複数の表示光束を同時に見ても、無限遠に形成された虚像を見ることが出来る。なお、この表示光束（ホログラフィックに形成された表示光束）は平行光である。

[0018] また、本実施形態の表示方法は、表示光束を反射させ、反射させた表示光束を振幅分割し、振幅分割によって、反射させた表示光束の進行方向と同じ方向に進行する光束と、反射させた表示光束の進行方向と異なる方向に進行する光束と、を生成し、反射と振幅分割を繰り返し行なう表示方法であって、表示光束は回折によって生成した光束であっても良い。

[0019] 次に、本実施形態の表示装置の基本構成について説明する。図1は、本実施形態の表示装置の基本構成と表示光束の伝搬の様子を示す図であって、（a）は発散光束を透明な基板に入射させた場合、（b）は平行光束を透明な基板に入射させた場合を示している。

[0020] 図1に示すように、本実施形態の表示装置は、LCOS（Liquid Crystal On Silicon：反射型液晶表示素子）3、3'と、透明な基板4と、回折格子5と、を有する。LCOS3、3'はSPM（Spatial Phase Modulator：空間位相変調素子）であって、表示光束2をホログラフィックに形成するホログラム表示素子であ

る。なお、LCOS 3、3' の代わりに、透過型の液晶表示素子を用いることもできる。

[0021] 透明な基板 4 は界面（第 1 透過面）4 a と、界面（第 2 透過面）4 b と、を有する。透明な基板 4 では、その内面、すなわち、界面 4 a や界面 4 b で表示光束 2 の反射（全反射）が生じる。これにより、表示光束 2 は透明な基板 4 の内部を伝搬する。

[0022] 回折格子 5 は分岐手段である。回折格子 5 は、表示光束 2 が内面反射を行う毎に、その光束の一部を透明な基板 4 の外へ射出させる。回折格子 5 は、界面 4 a から界面 4 b までの間に位置している。また、回折格子 5 は、LCOS 3、3' と対向するように配置されている。なお、この回折格子 5 は、ボリュームホログラムで構成されていても良い。

[0023] 表示光束 2 を形成するためには、LCOS 3、3' に照明光を入射させる必要がある。図 1 (a) は、光源（不図示）からの照明光が発散光束の場合を示している。発散光束 1 は、界面 4 a から入射し、界面 4 b に設けられた LCOS 3 に入射する。ここで、LCOS 3 には位相ホログラム（ホログラムパターン、あるいは位相パターン）が表示されている。そのため、LCOS 3 に入射した発散光束 1 は位相ホログラム（LCOS 3）で回折される。その結果、LCOS 3 から、表示光束 2 がホログラフィックに生成される。なお、表示光束 2 は、LCOS 3 に表示されたホログラムの 1 次回折光（1 次光）として生成される。LCOS 3 で正反射した 0 次回折光（0 次光）は、透明な基板 4 を射出する。

[0024] 図 1 (a) の表示装置では、LCOS 3 に表示させている位相ホログラムが、発散光束 1 を入射させたときに平行な表示光束 2 を生じるホログラムとなっている。また、表示光束 2 は軸上の表示光束（画像の中心から出た光束）に相当する。なお、LCOS 3 からは軸外の表示光束（画像の中心以外から出た光束）もホログラフィックに生成されるが、軸外の表示光束については図示を省略している。

[0025] 一方、図 1 (b) は、光源（不図示）からの照明光が平行光束の場合を示

している。平行光束 1' は、界面 4 a から入射し、界面 4 b に設けられた LCOS 3' に入射する。LCOS 3' では位相ホログラム（ホログラムパターン、あるいは位相パターン）が表示されている。そのため、LCOS 3' に入射した照明光は位相ホログラム（LCOS 3'）で回折される。その結果、LCOS 3' から、表示光束 2 がホログラフィックに生成される。なお、表示光束 2 は、LCOS 3' に表示されたホログラムの 1 次回折光（1 次光）として生成される。LCOS 3' で正反射した 0 次回折光（0 次光）は、透明な基板 4 を射出する。

[0026] 図 1 (b) の表示装置では、LCOS 3' に表示させている位相ホログラムが、平行光束 1' を入射させたときに平行な表示光束 2 を生じるホログラムとなっている。また、表示光束 2 は軸上の表示光束（画像の中心から出た光束）に相当する。LCOS 3' からは軸外の表示光束（画像の中心以外から出た光束）もホログラフィックに生成されるが、軸外の表示光束については図示を省略している。

[0027] なお、LCOS 3、3' には、発散光束や平行光束のほかに、収束光束を入射させても良い。LCOS 3、3' に収束光束を入射させる場合は、収束光束を入射させたときに平行な表示光束が生じるホログラムを、LCOS 3、3' に表示させれば良い。

[0028] ここで、表示光束 2 をホログラフィックに形成する方法及び装置について、図 2 を用いて詳説する。図 2 において、(a) は虚像を観察するときの通常の光学系を示す図、(b) は表示光束をホログラフィックに形成する光学系を示す図である。この表示光束は、虚像を観察するときの光束（図 2 (a) における平行光束 10、12）である。

[0029] 図 2 (a) に示す光学系は、LCD などの表示素子 6 と、レンズ 7 と、で構成されている。表示素子 6 をレンズ 7 の焦点位置（前側焦点位置）に置くと、表示素子 6 に表示された画像 8 はレンズ 7 によって無限遠に投影される。ここで、実線 9 は表示素子 6 の中心（軸上）から射出する光束、破線 11 は表示素子の端（軸外）から射出する光束である。実線 9 で示す光束は、平

行光束10となってレンズ7を射出する。また、破線11で示す光束も、平行光束12となってレンズ7を射出する。

[0030] 平行光束10と12は、観察者の眼13の瞳14に入射する。これにより、観察者は画像8の像15を見ることができる。観察者の瞳14に入射する光束10と12は平行光束であるので、観察者は表示装置の奥（図2（a）において、表示素子6よりも左側）、すなわち、無限遠にある虚像を観察していることになる。したがって、観察者の目が近点にしか焦点の合わない老眼であっても、観察者は焦点の合った画像8を見ることができる。

[0031] 図2（b）は、平行光束10、12をホログラフィックに形成するときの光学系を示している。この光学系は、コヒーレント光源16と、SPM（空間位相変調素子）17と、で構成されている。コヒーレント光源16としては、LD（レーザーダイオード）がある。また、SPM17としては、前述のLCOSがある。なお、このSPM17は、ホログラム表示素子のことである。今後は、ホログラム表示素子をSPMと称する。

[0032] ホログラムはホログラムパターンを有する。ホログラムパターンは、2つの波面によって形成された干渉パターンである。1つの波面は、図2（a）のレンズ7から射出する波面で、もう1つの波面は、図2（b）のコヒーレント光源16から射出する波面である。ここで、レンズ7から射出する波面（平行光束10、12）は、画像8の像の情報を含んでいる。一方、コヒーレント光源16から射出する波面は干渉縞を生成する波面であると同時に、ホログラムから再生光を生成するための波面である。

[0033] なお、表示素子6から射出する光はインコヒーレントな光である。そのため、表示素子6から射出する光と、コヒーレント光源16から射出する波面と、を重ね合わせても干渉しない。すなわち、ホログラムパターンを得ることができない。そこで、実際には、計算でホログラム（ホログラムパターン）を求める。そして、計算したホログラムをSPM17に表示し、コヒーレント光源16で照明する。このようにすることで、ホログラム、すなわち、平行光束10、12が再生される。平行光束10、12のうちの平行光束1

0が、図1に示す表示光束2である。

[0034] そして、このホログラフィックに形成された平行光束10、12を観察者が見ることによって、観察者は画像8を観察することができる。すなわち、平行光束10、12は観察者の眼13の瞳14に入射し、像15を形成する。

[0035] なお、図2(a)に示す光学系では、レンズ7は、軸外の画像(表示素子6の周辺部に表示された画像)も解像力良く眼13に投影する必要がある。そのために、実際には、レンズ7は複数枚のレンズで構成される。また、レンズ7は、その径も大きくする必要がある。このようなことから、表示装置に図2(a)に示す光学系を用いた場合、表示装置の薄型化・小型化は困難となる。

[0036] 次に、計算によるホログラムの求め方を詳説する。図3は、計算によってホログラムを求めるときの処理を示すブロック図である。図3に示すように、まず、画像データ18を用意する。この画像データ18は、図2(a)において、表示素子6に入力されるデータである。レンズ7から射出する波面は、フーリエ変換処理20で、画像データ18をフーリエ変換することによって求められる。

[0037] ただし、フーリエ変換によって求められた空間周波数分布には、空間位相分布と同時に空間強度分布も生じるので、回折効率の良い位相ホログラムを形成できない。そこで、フーリエ変換処理20の前に、ランダム位相の付与19が行われる。予め画像データ18にランダムな位相情報を付与(重畳)しておく、フーリエ変換後の空間強度の値を空間周波数面全面に渡って平均化、すなわち、空間強度をほぼ等しくすることができる。その結果、ホログラムを位相情報のみを持つ位相ホログラムとすることができる。

[0038] 次に補正処理21を行う。この補正処理21は、光学系の配置に基づく補正処理である。例えば、図2(b)に示す光学系では、コヒーレント光源16からの波面でホログラム(平行光束10、12)を再生する。この再生を行なったときに、正確な表示光束2(平行光束10、12)が形成されるよ

うにする必要がある。コヒーレント光源 16 からの波面は球面波であるので、補正処理 21 では、この球面波の情報でホログラムを計算する。その後、計算結果（ホログラム情報）は SPM ドライバ制御 22 に入力される。そして、SPM ドライバ制御 22 からの制御情報により、SPM 17（図 1 では LCOS 3、3'）にホログラムが表示される。

[0039] なお、SPM 17 の回折効率はほぼ一定であるので、明るいシーンの画像でも、暗いシーンの画像でも、同程度の明るさになってしまう。従って、表示光束をホログラフィックに形成する場合は、画像の総光量に従って SPM 17 に入射させる光量を制御する必要がある。そこで、画像データ 18 の総光量データを光源ドライバ 23 に入力することで、光源の明るさの制御が行われる。

[0040] 図 1（a）に戻って説明を続ける。LCOS 3 から射出した表示光束 2 は、透明な基板 4 の界面 4 a で全反射し、回折格子 5 に入射する。回折格子 5 では、表示光束 2 の一部が回折される。回折方向は、界面 4 a の法線方向である。回折格子 5 で回折された光束は透明な基板 4 から外に射出し、表示光束 2 a となる。

[0041] 回折格子 5 を透過した表示光束 2 は、更に透明な基板 4 の界面 4 b で全反射し、回折格子 5 を透過する。回折格子 5 を透過した表示光束 2 は、再び界面 4 a で全反射し、回折格子 5 に入射する。回折格子 5 では、表示光束 2 の一部が回折される。回折方向は、界面 4 a の法線方向である。回折格子 5 で回折された光束は透明な基板 4 から外に射出し、表示光束 2 b となる。同様に、表示光束 2 は透明な基板 4 内を伝播し、新たな表示光束 2 c を形成する。このような繰り返しにより、透明な基板 4（界面 4 a）の全面から多数の表示光束（2 a、2 b、2 c）が射出される。

[0042] 観察者は、表示光束 2 a、2 b、2 c の少なくとも 1 つを眼に入射させることで、虚像を観察することができる。ここで、例えば、画像データ 18 が動画の場合は、観察者は動画を観察することができる。また、画像データが静止画の場合は、観察者は静止画を観察することができる。

- [0043] 本実施形態の表示装置の基本構成では、LCOS3を用いて表示光束2を形成している。そのため、小型・薄型でありながら、高い光学性能を有する表示装置が実現できる。また、LCOS3に入射させる光束は軸上光束のみで良い。そのため、光源から射出した光を、そのままLCOS3に入射させる光束として使うことができる。この場合、光束変換用のレンズを必要としないため、表示装置の薄型化・小型化ができる。
- [0044] また、LCOS3'に入射させる光束が平行光束の場合であっても、平行な軸上光束のみをLCOS3'に入射させればよい。そのため、収束光束や発散光束を平行光束に変換するレンズを、簡素化することができる。よって、LCOS3'に入射させる光束が平行光束の場合であっても、表示装置の薄型化・小型化ができる。
- [0045] また、本実施形態の表示装置の基本構成では、LCOS3、3'で表示光束2をホログラフィックに形成している。そのため、上記のように、表示装置の薄型化・小型化ができる。
- [0046] また、本実施形態の表示装置の基本構成では、表示光束が伝播されるに従って、複数の表示光束2a、2b、2cが透明な基板4から射出される。観察者は、眼の瞳に少なくとも1つの表示光束を入射させることで、虚像を観察することができる。本実施形態の表示装置の基本構成では、複数の表示光束2a、2b、2cが存在するので、表示光束の径が大きくなっているのと等価である。表示光束には画像の中心を表示する軸上光束と画像の端を表示する軸外光束があるが、それぞれの表示光束が太くなっており、射出瞳は表示光束が射出する透明な基板の全面となる。そのため、表示光束（透明な基板4）に対する眼の位置合わせの許容範囲は、表示光束の径が小さい（細かい）場合比べると広がる。その結果、観察者は、容易に虚像を観察することができる。
- [0047] なお、上記のように、SPMには、LCOSや透過型の液晶表示素子が用いられるが、デフォーダブルミラーを用いることもできる。デフォーダブルミラーとしては、複数の微小ミラーの各々を偏向させるタイプや、1枚の薄

いミラーを変形させるタイプがある。

- [0048] また、表示装置は、例えば、次のようにして製作することができる。まず、透明な基板4の一部、すなわち、回折格子5を設ける部分に凹部を形成しておく。そして、この凹部に、回折格子5を配置する。その後、回折格子の上から、凹部と略一致する透明部材で覆う。あるいは、まず、透明な基板4の側面に、界面4aと平行なスリット状の凹部を形成する。そして、この凹部に回折格子5を挿入する。その後、側面を透明部材や接着材等で覆う。
- [0049] 第1実施形態の表示装置を図4に示す。図4において、(a)は発散光束を透明な基板に入射させた場合、(b)は平行光束を透明な基板に入射させた場合を示している。本実施形態の表示装置では、SPM（空間位相変調素子）として、LCOS（反射型液晶表示素子）3、3'を用いている。
- [0050] 本実施形態の表示装置は、光源24と、LCOS（反射型液晶表示素子）3、3'と、透明な基板4と、回折格子5と、を有する。なお、図1に示した表示装置と同様の機能を生じる部材は同じ番号を付し、説明は省略する。
- [0051] 透明な基板4は、界面（第1透過面）4aと、界面（第2透過面）4bと、を有する。透明な基板4では、その内面、すなわち、界面4aや界面4bで表示光束2の反射（全反射）が生じる。これにより、表示光束2は透明な基板4の内部を伝搬する。
- [0052] LCOS3、3'はSPM（空間位相変調素子）であって、表示光束2を形成する素子である。このLCOS3、3'は、表示光束2をホログラフィックに形成するホログラム表示素子である。LCOS3、3'は、光源24から界面4bまでの間に配置されている。より具体的には、LCOS3、3'は、界面4bの空気と接触している側に設けられている。
- [0053] 回折格子5は分岐手段である。回折格子5は、表示光束2が内面反射を行う毎に、その光束の一部を透明な基板4の外へ射出させる。回折格子5は、界面4aから界面4bまでの間に位置している。また、回折格子5は、LCOS3、3'と対向するように配置されている。なお、この回折格子5は、ボリュームホログラムで構成しても良い。また、光源24側から透明な基板

4を見たとき、LCOS 3、3' と回折格子5とが隣り合うように配置されている。

[0054] このような構成において、LCOS 3、3' から、表示光束2が射出される。そして、図1で説明したように、表示光束2は透明な基板4内を伝搬し、表示光束2 a、2 b、2 cを透明な基板4の外に射出する。なお、図4 (b) に示す表示装置でも表示光束2 b、2 cは生成されているが、図示を省略している。

[0055] 図4 (a) に示すLCOS 3には、発散光束1を入射させたときに平行な表示光束2が生じるホログラム (位相ホログラム) が表示されている。そのため、光源24から射出した発散光束1を変換することなく、そのままLCOS 3に入射させることができる。その結果、光源24を透明な基板4やLCOS 3に近づけることができる。図4 (a) では、光源24は界面4 aに接している。よって、表示装置の薄型化・小型化ができる。

[0056] また、光源24は、界面4 aよりも界面4 b側に位置させても良い。例えば、界面4 aから透明な基板4の内部に向けて凹部 (穴) を形成し、凹部に光源24を配置しても良い。このようにすれば、表示装置をさらに薄型化・小型化ができる。なお、薄型化・小型化に支障のない範囲であれば、光源24を、界面4 aからやや離れた位置 (界面4 aの近傍) に配置しても良い。

[0057] このように、図4 (a) に示す表示装置では、光束変換用のレンズを必要としないため、表示装置の薄型化・小型化ができる。

[0058] 一方、図4 (b) に示すLCOS 3' には、平行光束1' を入射させたときに平行な表示光束2が生じるホログラムが表示されている。そのため、光源24からLCOS 3' までの光路中に、レンズ25が配置されている。このレンズ25により、発散光束1を平行光束1' に変換している。図4 (b) 示す表示装置では、レンズ25が存在するため、光源24を界面4 aの近傍に配置することは難しい。よって、図4 (a) に示す表示装置に比べると、表示装置が薄型化・小型化されているとはいえない。

[0059] しかしながら、図4 (b) 示す表示装置では、軸上光束のみをLCOS 3

'に入射させればよい。そのため、レンズ25を簡素化、例えば、レンズ25を構成するレンズの枚数を少なくすることができる。図4(b)示す表示装置では、レンズ25は単レンズで十分である。また、レンズの収差は、前述の補正処理21(図3)の中で補正すればよい。よって、LCOS3'に入射させる光束が平行光束の場合であっても、従来の表示装置(図2(a))に比べると表示装置の薄型化・小型化ができる。

- [0060] なお、図4(a)や(b)示す表示装置において、LCOS3、3'を、界面bよりも界面a側(界面aと界面bの間)に配置しても良い。
- [0061] また、LCOS3で表示するホログラムについては、補正処理21(図3)で、ホログラム情報の補正処理を行っている。このようにすることで、発散光束1がLCOS3に入射したときに、正確な表示光束2が形成される。同様に、LCOS3'で表示するホログラムについても、補正処理21(図3)で、ホログラム情報の補正処理を行っている。このようにすることで、平行光束1'がLCOS3'に入射したときに、正確な表示光束2が形成される。
- [0062] また、図4(a)に示す表示装置では、LCOS3で反射した0次光(0次の回折光)は発散しながら透明な基板4から射出するので、表示(虚像の観察)に悪影響を及ぼすことは無い。また、図4(b)に示す表示装置では、LCOS3'で反射した0次光は、そのまま(平行光束の状態)、垂直に透明な基板4から射出するので、表示(虚像の観察)に悪影響を及ぼすことは無い。
- [0063] また、本実施形態の表示装置では、0次光は透明な基板4を透過し、1次光(表示光束2)は透明な基板4(界面4a、4b)で全反射する条件を満たすように、LCOS3とLCOS3'が配置されている。よって、0次光が表示(虚像の観察)に悪影響を及ぼすことは無い。
- [0064] また、本実施形態の表示装置でも、観察者の瞳に入射する光束は平行光束であるので、観察者は表示装置の奥、すなわち、無限遠にある虚像を観察していることになる。したがって、観察者の目が近点にしか焦点の合わない老

眼であっても、観察者は焦点の合った画像 8 を見ることができる。

[0065] また、本実施形態の表示装置では、簡単のために、表示光束 2 については軸上光束のみを示し、軸外光束は明示していない。しかしながら、軸外光束が存在するのは言うまでもない。

[0066] 第 2 実施形態の表示装置を図 5 に示す。本実施形態の表示装置は、光源 24 から、LCOS 3' に至るまでの光路中に、別の LCOS 26 を有する。具体的には、図 5 に示すように、LCOS 3' は界面 4 a 側に配置され、LCOS 26 が界面 4 b 側に配置されている。なお、第 1 実施形態の表示装置と同様の機能を生じる部材は同じ番号を付し、説明は省略する。

[0067] LCOS 3' には、平行光束 1' を入射させたときに平行な表示光束 2 が生じるホログラムが表示されている。一方、LCOS 26 には、発散光束 1 を入射させたときに平行光束 1' が生じるホログラムが表示されている。

[0068] 光源 24 から射出した発散光束 1 は、LCOS 26 に入射する。発散光束 1 は、LCOS 26 で平行光束 1' に変換される。変換された平行光束 1' は、LCOS 26 から射出する。LCOS 26 から射出した平行光束 1' は、LCOS 3' に入射する。LCOS 3' では、平行光束 1' から表示光束 2 が生成（再生）され、表示光束 2 は LCOS 3' から射出する。そして、図 1 で説明したように、表示光束 2 は透明な基板 4 内を伝搬し、表示光束 2 a（2 b、2 c）を透明な基板 4 の外に射出する。

[0069] 図 4（b）に示す表示装置（第 1 実施形態）の場合、光源 24 と界面 4 a の間にレンズ 25 を配置しなくてはならない。そのため、光源 24 は、界面 4 a から離れた位置に配置される。その結果、表示装置の薄型化・小型化が十分にできない。

[0070] これに対して、本実施形態の表示装置では、レンズ 25 の役目を果たす LCOS 26 を、界面 4 b 側に配置できる。そのため、光源 24 を、界面 4 a に接近させることができる。その結果、図 4（a）に示す表示装置（第 1 実施形態）と同程度に、表示装置の薄型化・小型化ができる。

[0071] なお、図 5 では、光源 24 側から透明な基板 4 を見たとき、LCOS 3'

と回折格子5とが重なり合うように配置されている。しかしながら、回折格子5で回折された表示光束2 aがLCOS 3'を通過しないように、実際には、LCOS 3'と回折格子5とは隣り合うように配置されている。

[0072] また、本実施形態では、簡単のために、表示光束2については軸上光束のみを示し、軸外光束は明示していない。しかしながら、軸外光束が存在するのは言うまでもない。また、LCOS 26を通常のコホログラム(コホログラムレンズ)で置き換えることもできる。この場合は、ボリュームコホログラムが回折効率の点で好ましい。

[0073] 第3実施形態の表示装置を図6に示す。図6において、(a)は発散光束を透明な基板に入射させた場合、(b)は平行光束を透明な基板に入射させた場合を示している。本実施形態の表示装置では、SPM(空間位相変調素子)として、LCD(透過型液晶表示素子)を用いている。

[0074] 本実施形態の表示装置は、光源24と、LCD(透過型液晶表示素子)27、27'と、透明な基板4と、回折格子5と、を有する。なお、第1実施形態の表示装置と同様の機能を生じる部材は同じ番号を付し、説明は省略する。

[0075] LCD 27、27'はSPM(空間位相変調素子)であって、表示光束2を形成する素子である。このLCD 27、27'は、表示光束2をコホログラフィックに形成するコホログラム表示素子である。LCD 27、27'は、光源24から界面4 bまでの間に配置されている。より具体的には、LCD 27、27'は、界面4 bの空気と接触している側に設けられている。

[0076] 図6(a)に示す表示装置では、光源24からの発散光束1をLCD 27に入射させる。一方、図6(b)に示す表示装置では、光源24からの平行光束1'をLCD 27'に入射させる。そして、LCD 27、27'に位相コホログラムを表示することにより、1次の回折光(1次光)として表示光束2を形成する。表示光束2が透明な基板4を伝播し、表示光束2 a、2 b、2 cが透明な基板4を射出する作用は、第1実施形態の表示装置と同様である。

[0077] 図6 (a) に示すLCD 27には、発散光束1を入射させたときに平行な表示光束2が生じるホログラム（位相ホログラム）が表示されている。そのため、光源24から射出した発散光束1を変換することなく、そのままLCD 27に入射させることができる。その結果、光源24を透明な基板4やLCD 27に近づけることができる。よって、表示装置の薄型化・小型化ができる。

[0078] 一方、図4 (b) に示すLCD 27'には、平行光束1'を入射させたときに平行な表示光束2が生じるホログラムが表示されている。そのため、光源24からLCD 27'までの光路中に、レンズ（不図示）を配置する必要がある。しかしながら、軸上光束のみをLCD 27'に入射させればよい。そのため、レンズを簡素化、例えば、レンズを構成するレンズの枚数を少なくすることができる。図4 (b) に示す表示装置では、レンズは単レンズで十分である。また、レンズの収差は、前述の補正処理21（図3）の中で補正すればよい。よって、LCD 27'に入射させる光束が平行光束の場合であっても、従来の表示装置（図2 (a)）に比べると表示装置の薄型化・小型化ができる。

[0079] なお、薄型化・小型化に支障のない範囲であれば、図6 (a) や (b) 示す表示装置において、LCD 27、27'を界面bからやや離れた位置に配置しても良い。あるいは、LCD 27、27'を界面bよりも界面a側（界面aと界面bの間）に配置しても良い。また、光源24とLCD 27、27'を、界面a側に配置しても良い。

[0080] また、第1実施形態の表示装置と同様に、LCD 27で表示するホログラムについては、補正処理21（図3）で、ホログラム情報の補正処理を行っている。このようにすることで、発散光束1がLCD 27に入射したときに、正確な表示光束2が形成される。同様に、LCD 27'で表示するホログラムについても、補正処理21（図3）で、ホログラム情報の補正処理を行っている。このようにすることで、平行光束1'が入射したときに、正確な表示光束が形成される。

- [0081] また、図6(a)に示す表示装置では、LCD27を透過した0次光(0次の回折光)は発散しながら透明な基板4から射出するので、表示(虚像の観察)に悪影響を及ぼすことは無い。また、図6(b)に示す表示装置では、LCD27'を透過した0次光28は、そのまま(平行光束の状態)、垂直に透明な基板4から射出するので、表示(虚像の観察)に悪影響を及ぼすことは無い。
- [0082] また、本実施形態の表示装置では、0次光は透明な基板4を透過し、1次光(表示光束2)は透明な基板4(界面4a、4b)で全反射する条件を満たすように、LCD27とLCD27'が配置されている。よって、0次光が表示(虚像の観察)に悪影響を及ぼすことは無い。
- [0083] また、本実施形態の表示装置でも、観察者の瞳に入射する光束は平行光束であるので、観察者は表示装置の奥、すなわち、無限遠にある虚像を観察していることになる。したがって、観察者の目が近点にしか焦点の合わない老眼であっても、観察者は焦点の合った画像8を見ることができる。
- [0084] なお、LCD27、27'に通常の強度情報を表示するLCDを用いても良い。この場合、LCDに表示されるのは位相ホログラムではなく、振幅ホログラムとなるので、回折効率は低下する。
- [0085] また、本実施形態の表示装置では、簡単のために、表示光束2については軸上光束のみを示し、軸外光束は明示していない。しかしながら、軸外光束が存在するのは言うまでもない。
- [0086] 第4実施形態の表示装置を図7、図8に示す。図7において、(a)は第1の透明な基板の構成と表示光束の伝搬の様子を示す図、(b)は第2の透明な基板の構成と表示光束の伝搬の様子を示す図である。また、図8は、表示装置の全体構成を示す図である。
- [0087] 本実施形態の表示装置は、図8に示すように、第1の透明な基板30と、第2の透明な基板36と、を備える。第1の透明な基板30は第2の透明な基板36の端部に位置し、この位置で、第1の透明な基板30が第2の透明な基板36に固定されている。

- [0088] 第1の透明な基板30は、図7(a)に示すように、SPM29と、ビームスプリッタ31と、回折格子32と、を有する。また、第2の透明な基板36は、図7(b)に示すように、ビームスプリッタ37と、回折格子38と、回折格子39と、を有する。なお、回折格子32、回折格子38及び回折格子39は、ボリュームホログラムであることが好ましい。
- [0089] SPM29は、表示光束34をホログラフィックに形成する空間位相変調素子である。また、第1の透明な基板30と第2の透明な基板36では、表示光束34が繰り返し内面反射して伝播する。また、ビームスプリッタ31は、表示光束34が第1の透明な基板30で内面反射を行う毎に、表示光束34の一部を第2の透明な基板36に入射させる。また、ビームスプリッタ37は、表示光束34が第2の透明な基板36で内面反射を行う毎に、表示光束34の一部を第2の透明な基板36から射出させる。
- [0090] 以下、詳細に説明する。なお、図7及び図8では、簡単のために、表示装置に入射させる光束（照明光）と表示光束は、軸上光束のうちの中心光線のみを示している。ただし、以下の説明では光束と称して説明する。また、軸外光束を明示していないが、軸外光束が存在するのは言うまでもない。
- [0091] 第1の透明な基板30は、図7(a)と及び図8に示すように、外形が長方形の透明部材で構成されている。そして、長辺方向(X軸方向)に沿って、SPM29、ビームスプリッタ31及び回折格子32が配置されている。表示光束34は、長辺方向に沿って伝播していく。なお、第1の透明な基板30の厚みは、例えば、2~4mmである。
- [0092] ビームスプリッタ31と回折格子32の外形は、共に長方形となっている。また、ビームスプリッタ31と回折格子32は、対向するように配置されている。ビームスプリッタ31は、第1の透明な基板30の2つの界面の間に配置されている。回折格子32は、第1の透明な基板30の一方の界面側に配置されている。
- [0093] また、この一方の界面の端部には、切り欠きが形成されている。そして、切り欠きによって生じた傾斜面に、SPM29が配置されている。また、2

つの界面に挟まれた端面（短辺側）の1つは、傾斜面となっている。この傾斜面から、平行光束33が入射する。

[0094] 本実施形態の表示装置では、図示しないLD光源から、平行光束33をSPM29に入射させている。そして、SPM29に表示されたホログラムにより、表示光束34が回折の1次光として形成される。表示光束34は、第1の透明な基板30の内面（界面）で全反射する。全反射した表示光束34は、ビームスプリッタ31で透過光と反射光に分離される。

[0095] 透過光は、第1の透明な基板30の界面に設けられた回折格子32に入射する。そして、回折格子32によって、ビームスプリッタ31側に向かって回折される。回折された光は表示光束34aとなって、第1の透明な基板30を垂直に射出する。第1の透明な基板30を垂直に射出した表示光束34aは、第2の透明な基板36に入射する（図7（b））。

[0096] 反射光は、再び第1の透明な基板30の内面（界面）で全反射され、再度ビームスプリッタ31に入射する。そして、ビームスプリッタ31で再度、透過光と反射光に分離される。

[0097] 再度分離された透過光は、回折格子32に入射する。そして、回折格子32によって、ビームスプリッタ31側に向かって回折される。回折された光は表示光束34bとなって、第1の透明な基板30を垂直に射出する。第1の透明な基板30を垂直に射出した表示光束34bは、第2の透明な基板36に入射する（図7（b））。

[0098] 再度分離された反射光は、再び、第1の透明な基板30の内面（界面）で全反射される。そして、表示光束34aや表示光束34bと同様の作用によって、表示光束34cが生成される。

[0099] このように、表示光束34は第1の透明な基板30の内面（界面）で全反射を繰り返して、第1の透明な基板30内を伝播する。そして、伝播しながら、次々と表示光束34a、34b、34cを第1の透明な基板30から垂直に射出させ、第2の透明な基板36に入射させる。なお、ここでは簡単の為に、射出する表示光束は三つ示している（34a、34b、34c）。光

束の数はこれに限らない。

- [0100] なお、回折格子 32 は、回折効率の高いボリュームホログラムが望ましい。また、SPM 29 で正反射した 0 次光 35 は第 1 の透明な基板 30 で全反射せず、そのまま第 1 の透明な基板 30 の外に射出する。そして、射出した 0 次光 35 は、図示しないトラップ機構により消滅する。
- [0101] 第 2 の透明な基板 36 は、図 7 (b) 及び図 8 に示すように、外形が略長方形の透明部材で構成されている。X 軸方向 (短辺) の長さは、第 1 の透明な基板 30 の長辺の長さと同じである。一方、Z 軸方向 (長辺) の長さは、第 1 の透明な基板 30 の短辺の長さよりも長い。なお、第 2 の透明な基板 36 の外形は、長方形に限られない。表示光束 34 は、Z 軸方向に沿って伝播していく。なお、第 2 の透明な基板 36 の厚みは、例えば、2~4 mm である。
- [0102] 回折格子 39 の外形は、回折格子 32 と同様に長方形である。回折格子 39 の短辺の長さは、第 1 の透明な基板 30 の短辺の長さを超えないことが好ましい。回折格子 39 は、第 2 の透明な基板 36 の一方の界面側に配置されている。また、回折格子 39 は、回折格子 32 と対向する位置に配置されている。
- [0103] ビームスプリッタ 37 と回折格子 38 の各々は、回折格子 39 (第 1 の透明な基板 30) と重複していない範囲に設けられている。また、ビームスプリッタ 37 と回折格子 38 は、対向するように配置されている。ビームスプリッタ 37 は、第 2 の透明な基板 36 の 2 つの界面の間に配置されている。回折格子 38 は、第 2 の透明な基板 36 の一方の界面 (回折格子 39 が配置されている界面) に配置されている。
- [0104] 第 2 の透明な基板 36 に入射した表示光束 34 a、34 b、34 c は、回折格子 38 により回折される。回折された表示光束 34 a、34 b、34 c は、第 2 の透明な基板 36 の内面 (界面) で全反射してビームスプリッタ 37 に入射する。ここからは、表示光束 34 a を使って説明する。
- [0105] 表示光束 34 a は、ビームスプリッタ 37 で透過光と反射光に分離される

。透過光は回折格子 38 に入射する。そして、回折格子 38 によって、ビームスプリッタ 37 側に向かって回折される。回折された光は表示光束 34 d となって、第 2 の透明な基板 36 を垂直に射出する。

[0106] 反射光は、再び第 2 の透明な基板 36 の内面（界面）で全反射され、再度ビームスプリッタ 37 に入射する。そして、ビームスプリッタ 37 で再度、透過光と反射光に分離される。

[0107] 再度分離された透過光は、回折格子 38 に入射する。そして、回折格子 38 によって、ビームスプリッタ 37 側に向かって回折される。回折された光は表示光束 34 e となって、第 2 の透明な基板 36 を垂直に射出する。

[0108] 再度分離された反射光は、再び、第 2 の透明な基板 36 の内面（界面）で全反射される。そして、表示光束 34 d や表示光束 34 e と同様の作用によって、表示光束 34 f が生成される。

[0109] このように、表示光束 34 a は第 2 の透明な基板 36 の内面（界面）で全反射を繰り返して、第 2 の透明な基板 36 内を伝播する。そして、伝播しながら、次々と表示光束 34 d、34 e、34 f を第 2 の透明な基板 36 から垂直に射出させる。表示光束 34 b、34 c も同様である。すなわち、図 8 に示すように、表示光束 34 は第 1 の透明な基板 30 の内部を伝播しながら表示装置の一方の方向 41 に広がると共に、第 2 の透明な基板 36 の内部を伝播しながら表示装置の他方の方向 42 に広がる。その結果、表示装置の表面 40 の全面から、表示光束 43 が射出される。

[0110] このように、本実施形態の表示装置では、SPM29 には、平行光束 33 を入射させたときに平行な表示光束 34 が生じるホログラムが表示されている。そのため、光源から SPM29 までの光路中に、レンズ（不図示）を配置する必要がある。しかしながら、SPM29 には、軸上光束のみを入射させればよい。そのため、レンズを簡素化、例えば、レンズを構成するレンズの枚数を少なくすることができる。本実施形態の表示装置では、レンズは単レンズで十分である。また、レンズの収差は、前述の補正処理 21（図 3）の中で補正すればよい。よって、SPM29 に入射させる光束が平行光束の

場合であっても、従来の表示装置（図2（a））に比べると表示装置の薄型化・小型化ができる。

[0111] なお、SPM29に、発散光束を入射させても良い。そして、SPM29に、発散光束を入射させたときに平行な表示光束34が生じるホログラムを表示するようにしても良い。このようにすれば、光源から射出した発散光束を変換することなく、そのままSPM29に入射させることができる。その結果、光源を透明な基板30やSPM29に近づけることができる。その結果、表示装置の薄型化・小型化ができる。なお、発散光束に代えて、収束光束をSPM29に入射させても良い。

[0112] また、本実施形態の表示装置では、表示光束が伝播されるに従って、複数の表示光束34d、34e、34fが第2の透明な基板36から射出される。観察者は、いずれか1つの表示光束を見ても、或いは複数の表示光束を見ても像を見ることができる。すなわち、それぞれの表示光束が合わさって一つの太い表示光束となっているとみなすことができる。また、画像の中心を表示する軸上の表示光束だけでなく、画像の端を表示する軸外の表示光束も同様に、それぞれの表示光束が合わさって一つの太い表示光束となっているとみなすことができる。このように、本実施形態の表示装置では、表示装置の表面40から複数の表示光束が射出するが、これは、表示装置の表面40の全面から一つの太い表示光束が射出されているのと等価である。そのため、表示装置の表面40の全面が射出瞳であり、また、表示装置の表面40の大きさが射出瞳その大きさである。従って、それ自体が瞳であるルーペと同様に瞳が大きいので、観察者は表示装置に顔を近づけなくても容易に虚像を観察することができる。

[0113] また、第2の透明な基板36から外に射出される表示光束34d、34e、34f（表示光束43）は、無限遠に虚像を表示する光束である。すなわち、観察者が表示光束を見た時、無限遠（遠方）に虚像が形成される。よって、第2の透明な基板36から射出された複数の表示光束の各々についても、観察者がこれらの表示光束を見た時、全て無限遠に虚像が形成される。そ

の結果、観察者の目が近点にしか焦点の合わない老眼であっても、観察者は焦点の合った表示を見ることができる。また、観察者はどの表示光束を見ても、或いは複数の表示光束を同時に見ても、無限遠に形成された虚像を見ることができる。なお、第1～3実施形態においても透明な基板を二枚用いて二次元的広がりのある表示装置に出来ることは言うまでもない。

[0114] さて、本実施形態の表示装置では、SPM29を配置した面を、回折格子32を設けた面に対して傾斜させている(図7(a))。このような構成は、SPM29から射出される表示光束34の回折角が十分に大きくとれない場合に有効である。しかしながら、この回折角を十分に大きく取れる場合は、SPM29を配置した面を、回折格子32を設けた面に対して傾ける必要はない。第1～3実施形態の表示装置と同様にすれば良い。

[0115] SPMから射出される表示光束の回折角が大きくとれない場合について、図9を用いて説明する。図9において、(a)は第1の透明な基板の構成を示す図、(b)は入射光、回折光及び0次光の関係を示す図である。なお、図7(a)と同様の機能を生じる部材は同じ番号を付し、説明は省略する。

[0116] 上記のように、SPM(LCOS、LCD)44にはホログラムが表示される。ホログラムは、一種の回折格子である。そのため、図9(b)に示すように、SPM44に入射した入射光(入射角 θ_R)は、回折角 θ_S で回折される。その結果、SPM44から回折光が射出する。なお、SPM44からは0次光も射出する。この0次光は、反射角 θ_R でSPM44から射出する。

[0117] ここで、入射角 θ_R 、回折角 θ_S 及び回折格子のピッチ d の関係は、以下のようになる。なお、 λ は入射光の波長である。

[0118] [数1]

$$d = \frac{\lambda}{\sin\theta_S - \sin\theta_R}$$

[0119] SPM44は、微細な画素が1次元、あるいは2次元に配列された構造を持つ。この微細な画素を使ってホログラムを表示している。よって、微細な

画素2つの大きさ、すなわち画素ピッチの2倍が回折格子のピッチ d に相当する。

[0120] 上記の式から分かるように、入射角 θ_R を一定とすると、回折格子のピッチ d が大きくなるほど、すなわち、SPM44の画素ピッチが大きくなるほど、回折角 θ_S は小さくなる。ここで、反射角 θ_R は一定であるので、回折角 θ_S が小さくなると、反射光と回折光を分離することが困難になる。

[0121] そこで、画素ピッチが大きいSPM44を使用する場合は、SPM44を配置した面を、回折格子32を設けた面に対して傾斜させる。このようにすれば、反射光と回折光を分離することが容易になる。

[0122] 例えば、表示装置の画角を ± 5.7 度確保する場合の具体例を、図9(a)を用いて詳説する。画角 ± 5.7 度は、携帯電話等のモバイル機器のディスプレイを明視距離で見える場合を想定している。画角の範囲は 11.4 度であるので、表示光束34と0次光35と分離するには、表示光束34L(表示光束(回折光あるいは1次回折光)の軸外主光線)と0次光との角度差は最低 12 度必要である。この時、表示光束34(表示光束34Lの軸外主光線)と0次光35のなす角は 0.6 度となり0次光35を分離することができる。

[0123] 位相情報を表示するSPM44の画素ピッチは $3\mu\text{m}$ である。すると、SPM44に表示する回折格子(ホログラムの一状態)のピッチは $6\mu\text{m}$ となる。入射角 θ_R を 60 度とすると、式1より回折角 θ_S は 72 度となる。必要な角度差 12 度を確保できる。

[0124] このとき、図9(a)に数値で示す配置を行うと、表示光束34は、透明な基板30の内面(界面)に入射角 51.6 度で入射し全反射で透明な基板30内を伝播することができる。

[0125] 第5実施形態の表示装置を図10に示す。(a)は空間位相変調素子が反

射型の場合、(b)は空間位相変調素子が透過型の場合を示している。本実施形態の表示装置は、空間位相変調素子から射出する0次光を捕捉するようにしている。なお、第1実施形態の表示装置と同様の機能を生じる部材は同じ番号を付し、説明は省略する。また、表示光束2の伝播、透明な基板4からの射出は第1実施形態の表示装置と同様である。

- [0126] 図10(a)に示す表示装置では、光源24から射出した発散光束1を、レンズ45で収束光束46に変換し、LCOS47に入射させた例である。LCOS47に表示された位相ホログラムで、表示光束2を形成する。
- [0127] 図10(a)に示す表示装置では、界面4aの端部に、傾斜面が形成されている。この傾斜面は、界面4b側に傾斜している。そして、この傾斜面にレンズ45が配置されている。また、界面4b側の端部にも、傾斜面が形成されている。この傾斜面は、界面4a側に傾斜している。そして、この傾斜面にLCOS47が配置されている。
- [0128] そして、界面4bから傾斜面が形成される位置に、トラップ48が設けられている。トラップ48は、界面4bから回折格子5に向かって、垂直に形成されている。
- [0129] 一方、図10(b)に示す表示装置では、光源24から射出した発散光束1を、レンズ45で収束光束46に変換し、LCD47'に入射させた例である。LCD47'に表示された位相ホログラムで、表示光束2を形成する。
- [0130] 図10(b)に示す表示装置では、界面4aと界面4bで挟まれた側面に、レンズ45が配置されている。また、界面4aと界面4bとの間に、LCD47'が斜めに配置されている。LCD47'は、レンズ45とトラップ48の間に配置されている。
- [0131] 光源24は、例えば、半導体レーザーである。光源24からは、発散光束1が射出される。発散光束1は、レンズ45で収束光束46に変換される。収束光束はLCOS47、LCD47'に入射する。LCOS47、LCD47'からは0次光と表示光束2が生成される。

- [0132] ここで、図10(a)に示す表示装置では、LCOS47は反射型のSPMである。そのため、LCOS47で正反射した0次光は、トラップ48に向かう。一方、図10(b)に示す表示装置では、LCD47'は透過型のSPMである。そのため、LCD47'を直進(透過)した0次光は、トラップ48に向かう。
- [0133] トラップ48は、光を吸収或いは遮断する部材である。よって、トラップ48に入射した0次光は、トラップ48で吸収或いは遮断される。その結果、0次光が表示光束2(虚像の観察)に悪影響を及ぼすことがない。
- [0134] また、本実施形態の表示装置では、収束光束46をLCOS47やLCD47'に入射させている。このようにすると、LCOS47やLCD47'から射出する0次光も、収束光束になっている。そのため、トラップ48に入射するまでの間に、0次光が広がることが無い。その結果、0次光が表示光束2に悪影響を及ぼすことがない。なお、トラップ48の位置での0次光の光束径は、トラップ48の面積より小さいほうが良く、できれば点状に集光させておくほうが良い。
- [0135] なお、LCOS47やLCD47'で表示するホログラムについては、補正処理21(図3)で、ホログラム情報の補正処理を行っている。このようにすることで、収束光束46がLCOS47やLCD47'に入射したときに、正確な表示光束2が形成される。
- [0136] また、レンズ45を透明な基板4と一体にしても良い。あるいは、第2実施形態の表示装置と同様に、レンズ45に代えて、LCOS或いは通常ホログラムを用いても良い。このようにすれば、表示装置の薄型化・小型化ができる。
- [0137] また、図10(b)に示す表示装置では、透明な基板4の中にLCD47'が一体的に配置されている。しかしながら、実際には、例えば、LCD47'は2つの透明部材で挟まれている。例えば、図10(a)の構成において、LCD47をLCD47'に交換し、LCD47'側から別の透明部材でLCD47'を覆うようにすれば良い。

- [0138] 図11は、本実施形態の表示装置から射出する光束を示す図であって、各々の光束の光学的距離を示す図である。第4実施形態の表示装置を例に説明する。
- [0139] 図8に示したように、表示装置の第2の透明な基板36の表面40から、表示光束43が射出する。この表示光束43は、図7(b)に示すように、表示光束34d、34e、34fで構成されている（ただし、実際には、この3つの光束以外にも、多数の光束が表面40から射出している）。このような表示装置を観察者が見た場合、表示光束の一部が観察者の眼の瞳51に入射するので、観察者は表示（虚像）を見ることができる。
- [0140] 図11には、表示光束が3つの位置50a、50b、50cから射出する様子が示されている。3つの表示光束の各々は、表示光束34と、最軸外の表示光束34U_oと、最軸外の表示光束34L_oで構成されている。表示光束34は、軸上（画像の中心）から射出した光束に対応する。最軸外の表示光束34U_oは、最軸外（画像の一方の端）から射出した光束に対応する。最軸外の表示光束34L_oは、最軸外（画像の他方の端）から射出した光束に対応する。
- [0141] 50a、50b、50cは、それぞれ観察者側から見たときのSPM29（図8）の光学的位置である。この光学的位置は、第2の透明な基板36の表面40からSPM29までの距離である。
- [0142] 50aは、表示光束34が第2の透明な基板36内で1回だけ全反射して射出する場合のSPM29の光学的位置である。50bは、表示光束が第2の透明な基板36内で2回全反射して射出する場合のSPM29の光学的位置である。50cは、表示光束が第2の透明な基板36内で3回全反射して射出する場合のSPM29の光学的位置である。
- [0143] ここで、2つの光学的位置の差を光学的距離の差異49とすると、光学的距離の差異49は、第2の透明な基板36で生じる1回の全反射によって伝播する距離である。より具体的には、ビームスプリッタ37から界面までを表示光束34が往復したときの距離である。

- [0144] なお、図 1 1 では三つの光学的位置を説明したが、S P M 2 9 の光学的位置は、実際には二次元に全反射を繰り返して伝播する光束の数だけある。また、観察者の瞳には、通常複数の異なる光学的位置の S P M 2 9 からの表示光束が入射する。
- [0145] S P M 2 9 では、コヒーレント光によって、表示光束 3 4、最軸外の表示光束 3 4 L o 及び最軸外の表示光束 3 4 U o がホログラフィックに形成される。そのため、表示光束 3 4、最軸外の表示光束 3 4 L o 及び最軸外の表示光束 3 4 U o も、各々コヒーレント光となる。図 1 1 に示すように、観察者の瞳 5 1 には、主に 5 0 b からの表示光束 (3 4、3 4 L、3 4 U) が入射するが、瞳 5 1 の位置によっては、5 0 a や 5 0 c からの表示光束も入射する。
- [0146] 上記のように、5 0 a からの表示光束、5 0 b からの表示光束及び 5 0 c からの表示光束は、各々コヒーレント光である。そのため、5 0 b からの表示光束と 5 0 a からの表示光束が観察者の瞳 5 1 に入射した場合、2 つの光束が干渉してしまい、観察する虚像が意図しない像 (虚像) になってしまうことが考えられる。意図しない像とは、例えば、画質が劣化した像である。
- [0147] そこで、光源 2 4 のコヒーレンス長を、光学的距離の差異 4 9 より短くすることが好ましい。すなわち、光源 2 4 のコヒーレンス長は、第 2 の透明な基板 3 6 で生じる 1 回の全反射によって伝播する距離より短いことが好ましい。このようにすることで、異なる光学的距離を持つ複数の表示光束が観察者の眼に入射しても、意図しない像が形成されることを防止することができる。
- [0148] 以上の実施形態の表示装置では、表示光束をホログラフィックに生成するために S P M を用いている。しかしながら、S P M を用いなくても、表示光束をホログラフィックに生成することはできる。例えば、静止画であれば、ホログラムパターンを変化させる必要がない。そのため、フィルムにホログラムパターンを記録し、このフィルムを S P M の位置に配置しても良い。ホログラムパターンを一度しか記録できない特性を持つものであれば、フィル

ムでなくとも良い。

産業上の利用可能性

[0149] 以上のように、本発明に係る表示方法及び表示装置は、小型・薄型でありながら、高い光学性能を有する点において有用である。

符号の説明

- [0150]
- 1 発散光束
 - 1' 平行光束
 - 2、2 a、2 b、2 c 表示光束
 - 3、3' 2 6 LCOS
 - 4 透明な基板
 - 4 a 界面（第1透過面）
 - 4 b 界面（第2透過面）
 - 5、3 2、3 8、3 9 回折格子
 - 6 表示素子（LCD）
 - 7、2 5 レンズ
 - 8 画像
 - 9 表示素子の中心（軸上）の光束
 - 1 0、1 2 平行光束
 - 1 1 表示素子の端（軸外）の光束
 - 1 3 観察者の眼
 - 1 4 眼の瞳
 - 1 5 画像の像
 - 1 6 コヒーレント光源
 - 1 7 SPM（空間位相変調素子）
 - 1 8 画像データ
 - 1 9 ランダム位相の付与
 - 2 0 フーリエ変換処理
 - 2 1 補正処理

- 22 SPMドライバ制御
- 23 光源ドライバ
- 24 光源
- 27、27' LCD
- 28 透過光束（0次の回折光、0次光）
- 29 SPM（空間位相変調素子）
- 30 第1の透明な基板
- 31、37 ビームスプリッタ
- 32、38、39 回折格子
- 33 平行光束
- 34、34a、34b、34c、34d、34e、34f、43 表示光束
- 34L、34U 表示光束（表示光束34の軸外主光線）
- 34Lo、34Uo 最軸外の表示光束
- 35 0次光
- 36 第2の透明な基板
- 40 表示装置の表面
- 41 表示装置の一方の方向
- 42 表示装置の他方の方向
- 44 SPM（LCOS、LCD）
- 45 レンズ
- 46 収束光束
- 47 LCOS
- 47' LCD
- 48 トラップ
- 49 光学的距離の差異
- 50a、50b、50c SPMの光学的位置
- 51 眼の瞳

請求の範囲

- [請求項1] 表示光束が透明な基板内を繰り返し内面反射して伝播し、
前記表示光束が前記内面反射を行う毎に、前記表示光束の一部を前記透明な基板外に射出することにより、
前記透明な基板のほぼ全面から前記表示光束を射出する表示方法であって、
前記表示光束をホログラフィックに形成することを特徴とする表示方法。
- [請求項2] 前記表示光束のコヒーレンス長が、一度の前記内面反射で前記表示光束が伝播する距離より短いことを特徴とする請求項1に記載の表示方法。
- [請求項3] 前記透明な基板外に射出される前記表示光束が、無限遠に虚像を表示することを特徴とする請求項2に記載の表示方法。
- [請求項4] 表示光束を形成する空間位相変調素子と、
前記表示光束が繰り返し内面反射して伝播する透明な基板と、
前記表示光束が前記内面反射を行う毎に、前記表示光束の一部を前記透明な基板外へ射出させる分岐手段と、
を有することを特徴とする表示装置。
- [請求項5] 前記空間位相変調素子がホログラフィックに前記表示光束を形成することを特徴とする請求項4に記載の表示装置。
- [請求項6] 前記透明な基板を2枚用いたことを特徴とする請求項5に記載の表示装置。
- [請求項7] 前記空間位相変調素子による0次光は前記透明な基板を透過し、1次光は前記透明な基板で全反射する条件を満たすように、前記空間位相変調素子を配置したことを特徴とする請求項5に記載の表示装置。
- [請求項8] 前記空間位相変調素子に収束光束を入射し、前記0次光を捕捉するトラップを設けたことを特徴とする請求項5に記載の表示装置。
- [請求項9] 前記表示光束のコヒーレンス長が、一度の前記内面反射によって伝

播する距離より短いことを特徴とする請求項 5 に記載の表示装置。

[請求項10] 前記分岐手段が回折格子であることを特徴とする請求項 5 に記載の表示装置。

[請求項11] 前記回折格子がボリュームホログラムからなることを特徴とする請求項 10 に記載の表示装置。

[請求項12] 表示光束をホログラフィックに形成する空間位相変調素子と、
前記表示光束が繰り返し内面反射して伝播する第 1 の透明な基板と
第 2 の透明な基板と、

前記表示光束が前記第 1 の透明な基板で内面反射を行う毎に、前記表示光束の一部を前記第 2 の透明な基板に入射させる分岐手段と、

前記表示光束が前記第 2 の透明な基板で内面反射を行う毎に、前記表示光束の一部を前記第 2 の透明な基板から射出させる分岐手段と、
を有し、

前記表示光束のコヒーレンス長が、一度の前記内面反射によって伝播する距離より短いことを特徴とする表示装置。

[請求項13] 光源と、透明な基板と、空間位相変調素子と、分岐素子と、を備え、

前記透明な基板は、第 1 透過面と、第 2 透過面と、を有し、

前記空間位相変調素子は、前記光源から前記第 2 透過面までの間に配置され、

前記分岐素子は、前記第 1 透過面から前記第 2 透過面までの間に配置され、

前記光源側から前記透明な基板を見たとき、前記空間位相変調素子と前記分岐素子とが隣り合うように配置されていることを特徴とする表示装置。

[請求項14] 前記光源から前記空間位相変調素子に至る光路中に、別の空間位相変調素子を有することを特徴とする請求項 13 に記載の表示装置。

[請求項15] 前記光源は前記第 1 透過面に接していることを特徴とする請求項 1

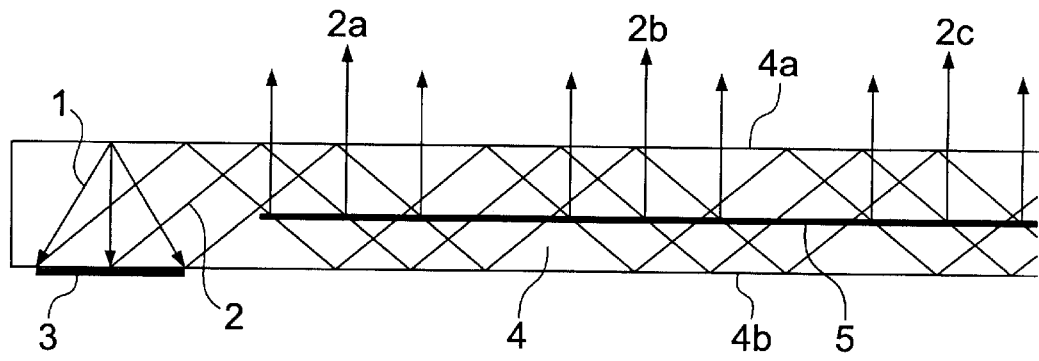
3に記載の表示装置。

[請求項16] 前記光源から前記空間位相変調素子までの光路中にレンズが配置されていることを特徴とする請求項1-3に記載の表示装置。

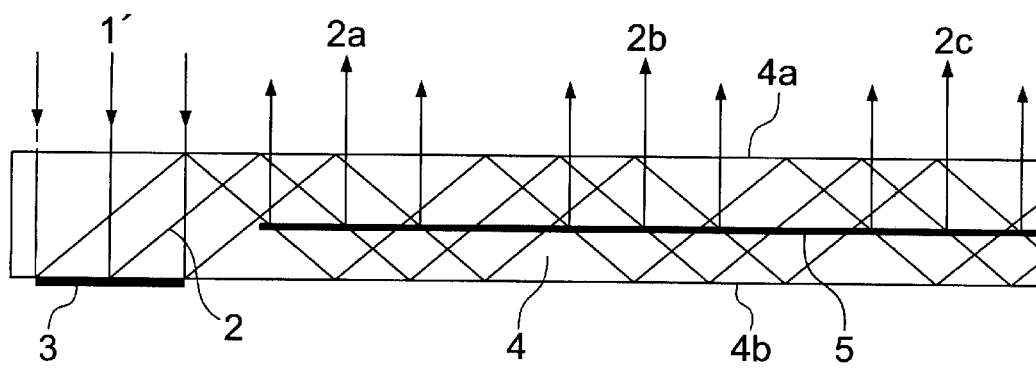
[請求項17] 表示光束を反射させ、
反射させた前記表示光束を振幅分割し、
前記振幅分割によって、反射させた前記表示光束の進行方向と同じ方向に進行する光束と、反射させた前記表示光束の進行方向と異なる方向に進行する光束と、を生成し、
前記反射と前記振幅分割を繰り返す表示方法であって、
前記表示光束は回折によって生成した光束であることを特徴とする表示方法。

[図1]

(a)

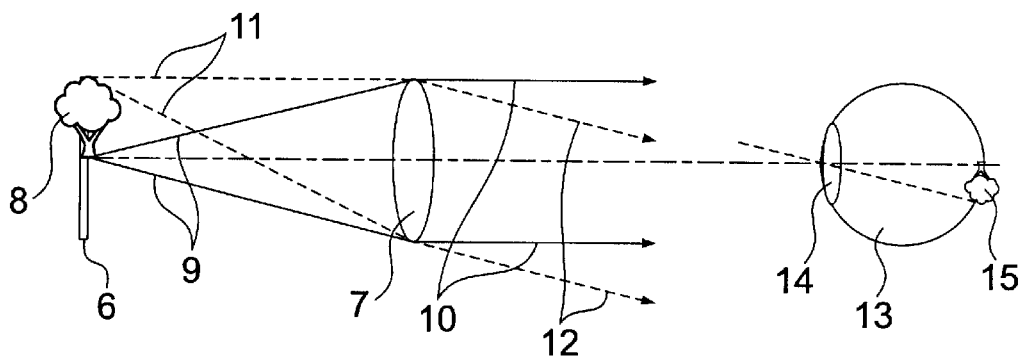


(b)

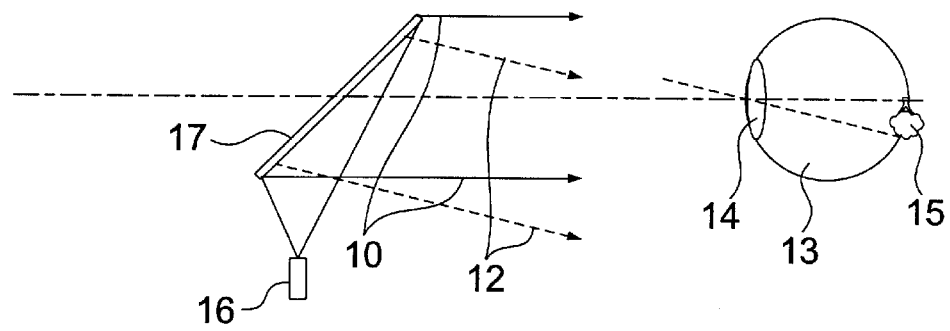


[図2]

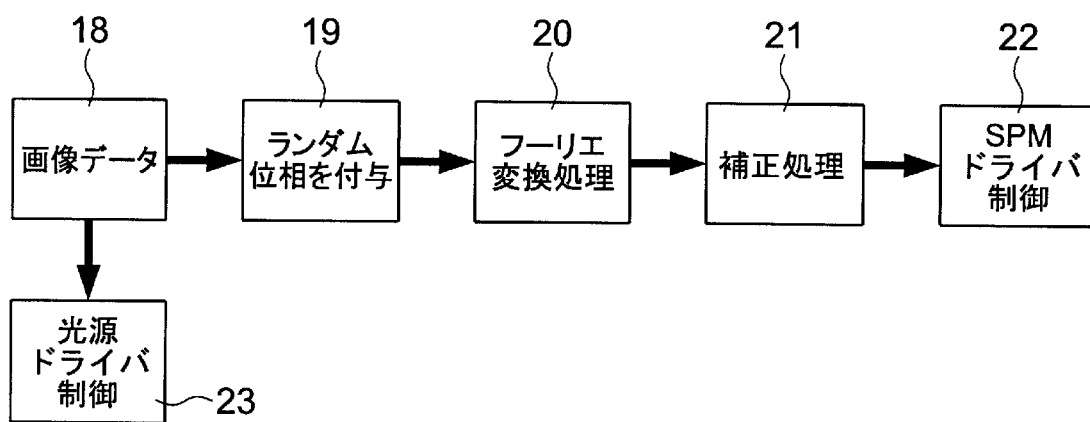
(a)



(b)

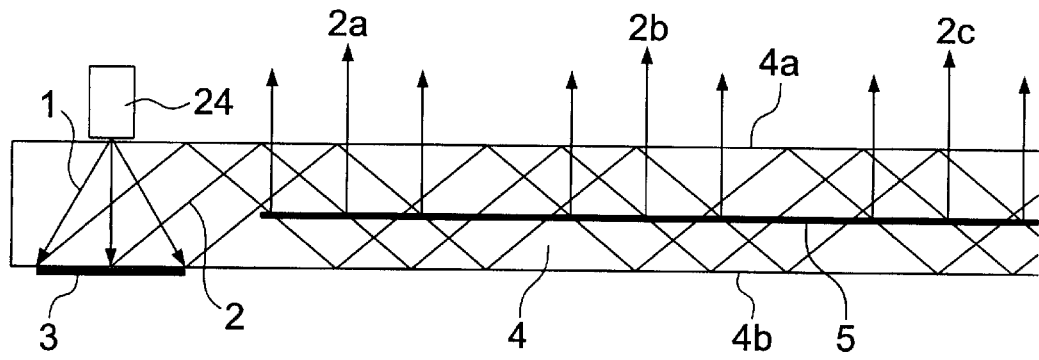


[図3]

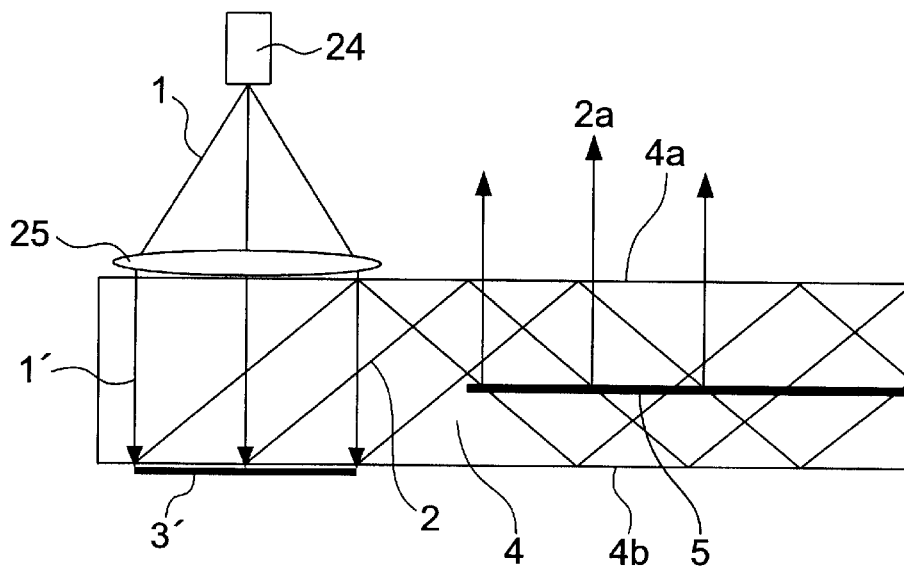


[図4]

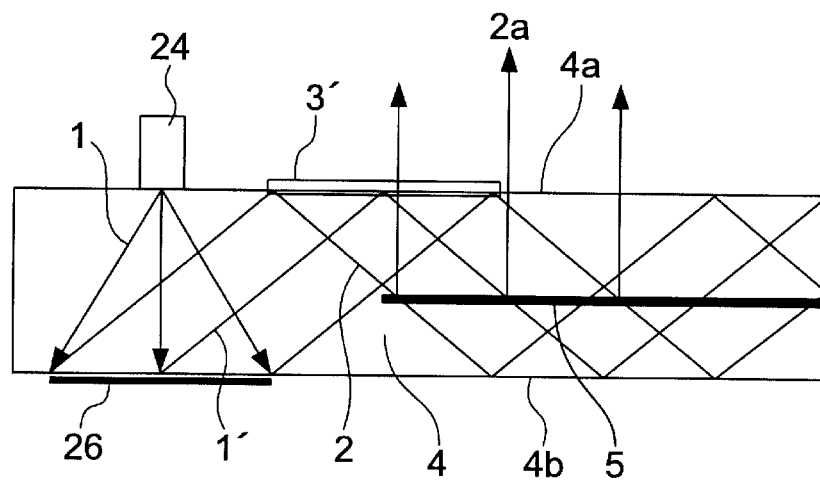
(a)



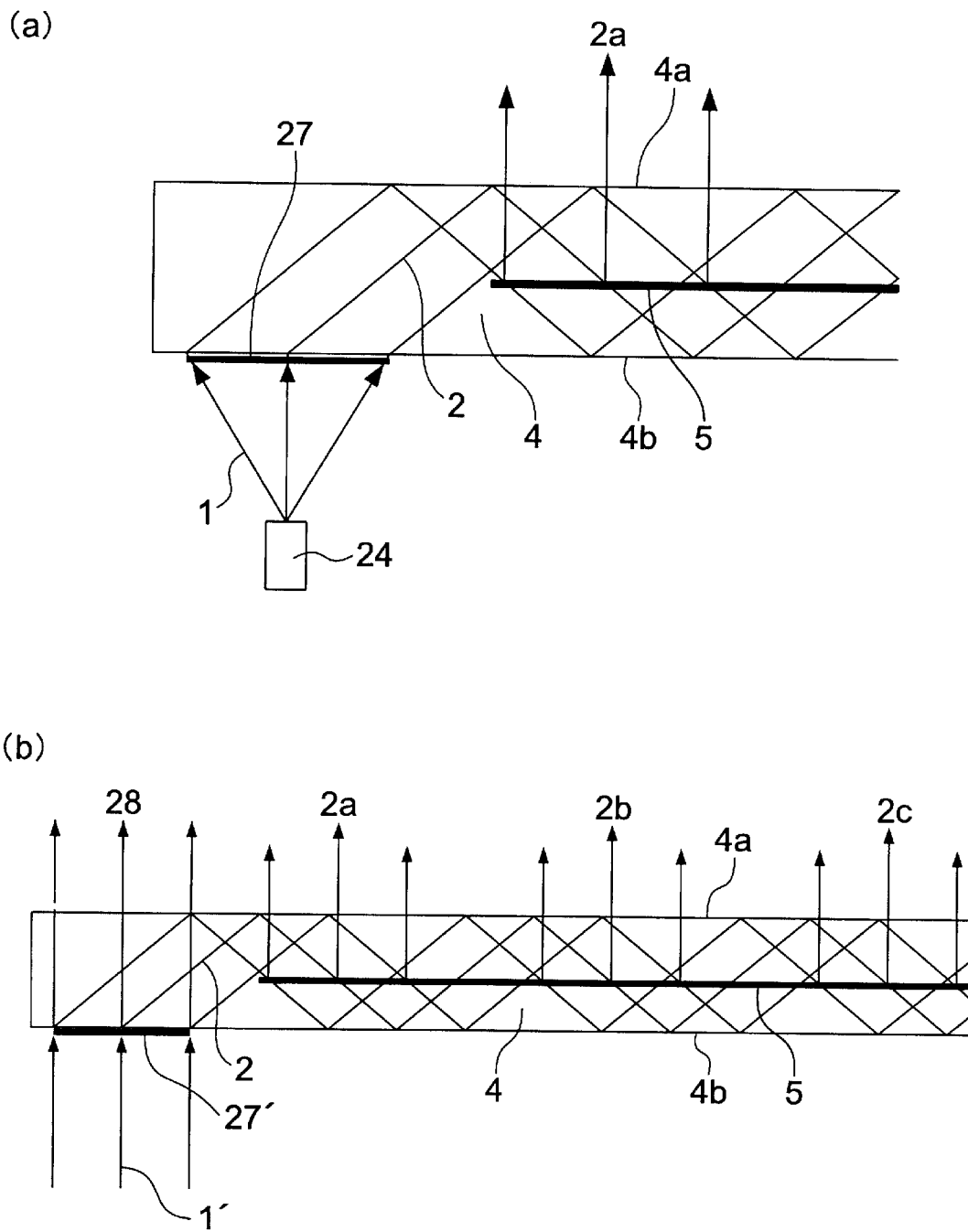
(b)



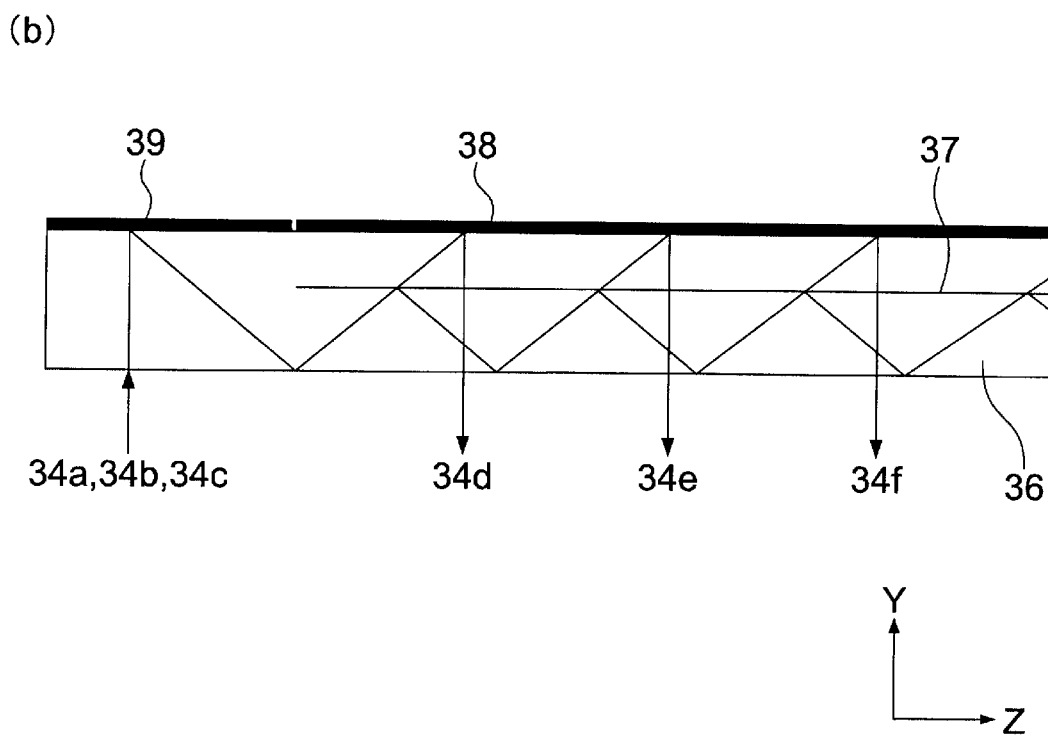
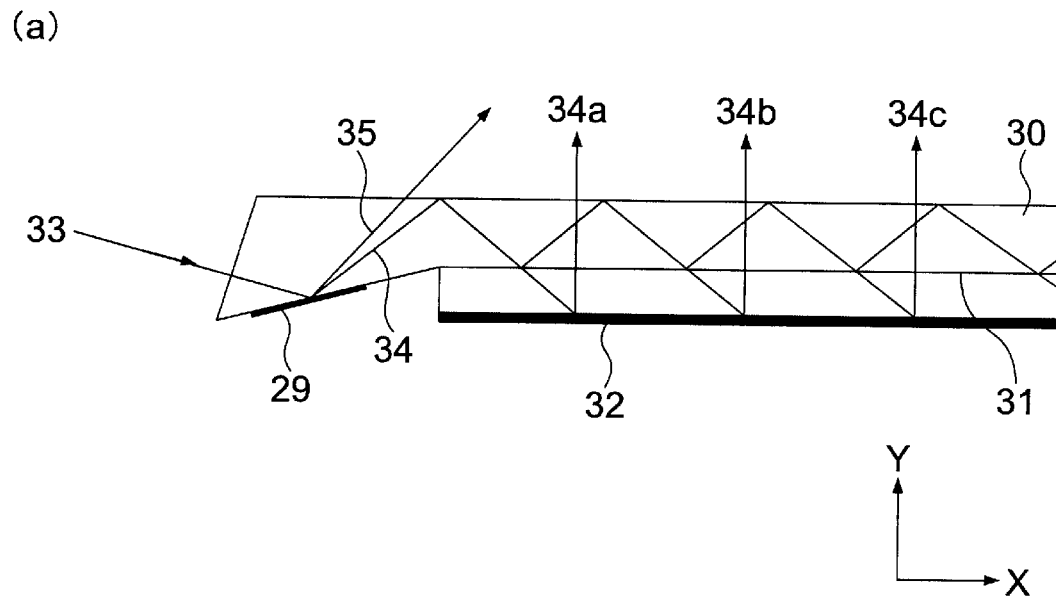
[図5]



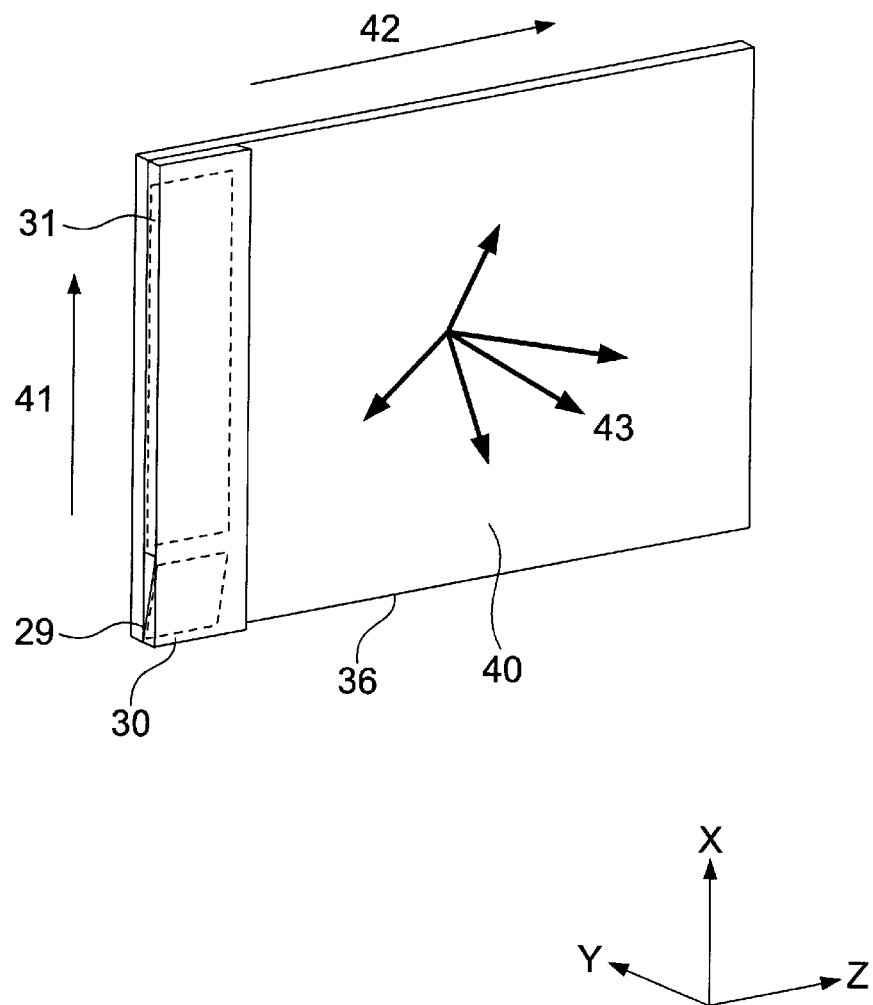
[図6]



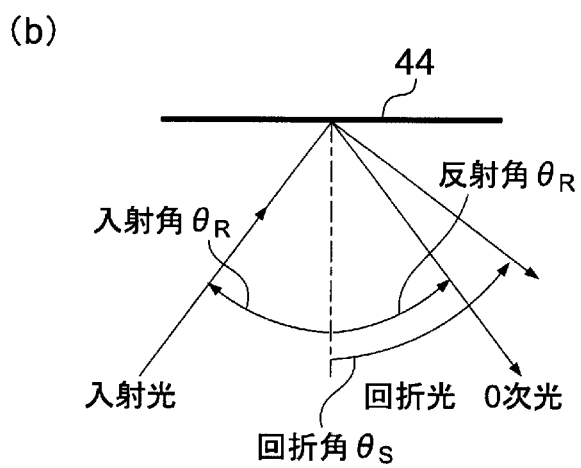
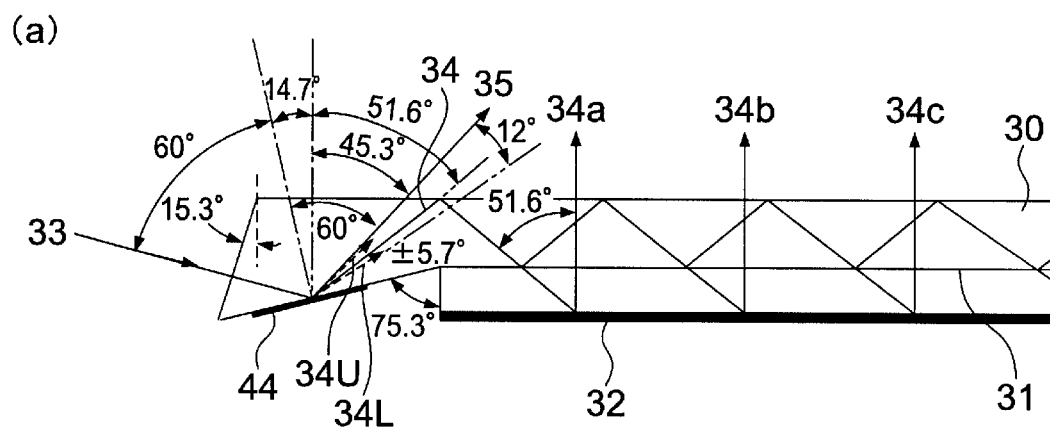
[図7]



[図8]

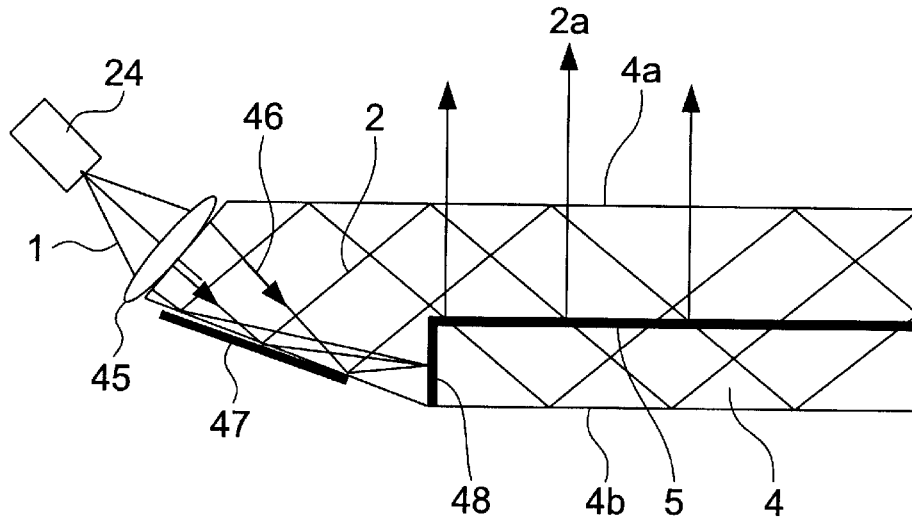


[図9]

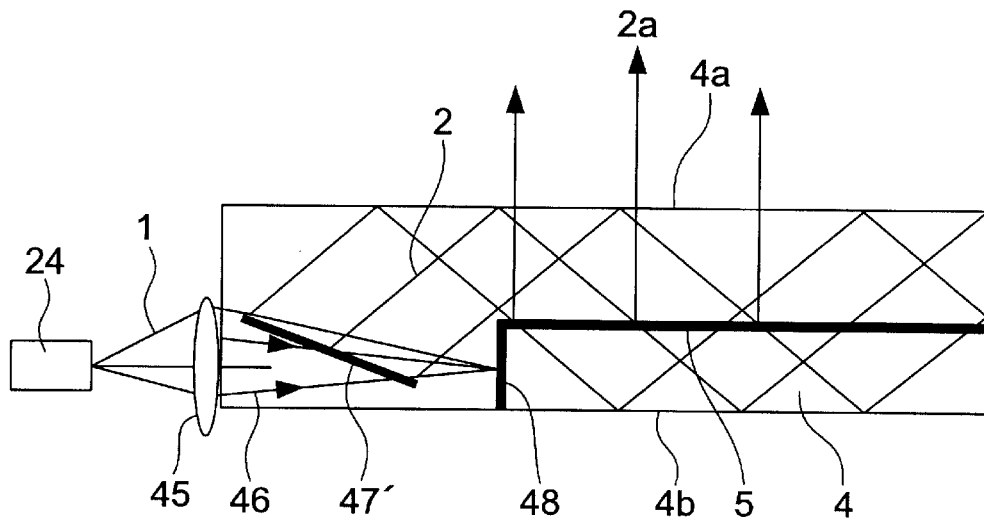


[図10]

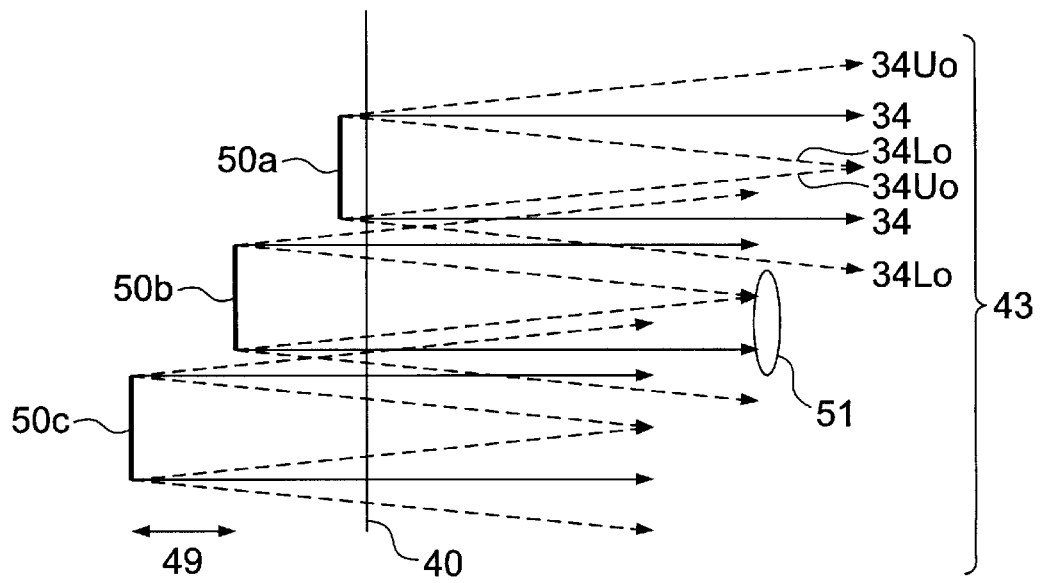
(a)



(b)



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/060911

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G03H1/22(2006.01) i, G02F1/13(2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G03H1/22, G02F1/13

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2008-270222 A (Minnesota Mining and Manufacturing Co.), 06 November 2008 (06.11.2008), paragraphs [0073], [0099]; fig. 27 & US 6335999 B1 & WO 1998/033006 A2	1-3, 17 4-16
A	JP 2007-505353 A (Lumus, Ltd.), 08 March 2007 (08.03.2007), entire text; all drawings & US 2007/0097513 A1 & WO 2005/024969 A2	1-17
A	JP 2009-516862 A (Micro Vision, Inc.), 23 April 2009 (23.04.2009), entire text; all drawings & US 2007/0159673 A1 & WO 2007/062098 A2	1-17

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
10 May, 2013 (10.05.13)

Date of mailing of the international search report
21 May, 2013 (21.05.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/060911

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-520669 A (Brookhaven Science Associates), 09 July 2002 (09.07.2002), paragraph [0012]; fig. 1 & US 6222971 B1 & WO 2000/004407 A1	4-17
A	JP 2007-240641 A (Harison Toshiba Lighting Corp.), 20 September 2007 (20.09.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/060911

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

- 1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

- 2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

- 3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

A display method, which involves all of the matters to define the invention in claim 1, is disclosed in JP 2008-270222 A (Minnesota Mining and Manufacturing Co.), 06 November 2008 (06.11.2008), paragraphs [0073], [0099]; fig. 27, and therefore cannot be considered to be novel in the light of the invention disclosed in the document 1 and does not have a special technical feature.

Further, the above-said opinion may be also applied to claims 2 and 17.

Consequently, the following two inventions (invention groups) are involved in claims.

(Continued to extra sheet)

- 1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
- 2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
- 3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

- 4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/060911

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

Meanwhile, the inventions of claims 1 and 2 having no special technical feature are classified into invention 1.

(Invention 1) Claims 1-3, 17: a display method for allowing a display light flux emitted outside a substrate to display a virtual image at infinity.

(Invention 2) Claims 4-16: a display device, wherein a space phase modulation element forms a display light flux, wherein the display light flux is internally reflected in a repeated manner, and wherein one portion of the display light flux is emitted outside a substrate every time internal reflection is performed.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/060911

Claims 13-16 include any display device having a desired positional relationship among "a light source, a transparent substrate, a space phase modulation element, and a dividing element". However, a display device by which a specific light flux disclosed in the description is divided every time specific reflection is performed to form a specific virtual image as a result is only disclosed within the meaning of PCT Article 5. Consequently, claims 13-16 are not supported within the meaning of PCT Article 6.

This international search report therefore covers those supported and disclosed by the description, namely a display device by which a specific light flux is divided every time specific reflection is performed to form a specific virtual image as a result, that is specifically mentioned in the description.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G03H1/22(2006.01)i, G02F1/13(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G03H1/22, G02F1/13

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2013年
日本国実用新案登録公報	1996-2013年
日本国登録実用新案公報	1994-2013年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2008-270222 A (ミネソタ・マイニング・アンド・マニュファクチャリング・カンパニー) 2008.11.06, 【0073】、【0099】、【図27】 & US 6335999 B1 & WO 1998/033006 A2	1-3, 17 4-16
A	JP 2007-505353 A (ラマス リミテッド) 2007.03.08, 全文、全図 & US 2007/0097513 A1 & WO 2005/024969 A2	1-17
A	JP 2009-516862 A (マイクロビジョン, インク.) 2009.04.23, 全文、全図 & US 2007/0159673 A1 & WO 2007/062098 A2	1-17

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日
10.05.2013

国際調査報告の発送日
21.05.2013

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)	20	3212
井海田 隆		
電話番号 03-3581-1101 内線		3271

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2002-520669 A (ブルックヘイブン サイエンス アソシエイツ) 2002.07.09, 【0012】、【図1】 & US 6222971 B1 & W0 2000/004407 A1	4-17
A	JP 2007-240641 A (ハリソン東芝ライティング株式会社) 2007.09.20, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-17

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a))の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、

2. 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

3. 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

JP 2008-270222 A (ミネソタ・マイニング・アンド・マニュファクチャリング・カンパニー) 2008.11.06, 【0073】、【0099】、【図27】

には、請求項1の発明特定事項全てを有する表示方法が記載されており、文献1に記載された発明に対して新規性が認められず、特別な技術的特徴を有しない。また、請求項2及び17について同様である。よって、請求の範囲には、以下に示す2の発明(群)が含まれる。

なお、特別な技術的特徴を有しない請求項1及び2に係る発明は、発明1に区分する。

(発明1) 請求項1-3, 17: 基板外に射出される表示光束が無限遠に虚像を表示する表示方法

(発明2) 請求項4-16: 空間位相変調素子が表示光束を形成し、これが繰り返し内面反射し、内面反射を行うたびに表示光束の一部を基板外へ射出させる表示装置。

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

請求項 13-16 は、「光源、透明な基板、空間位相変調素子、分岐素子」が所望の位置関係を有するあらゆる表示装置を包含するものであるが、PCT 第 5 条の意味において開示されているのは、明細書に記載された特定の光束が特定の反射を行う毎に分岐され、結果として特定の虚像を形成する表示装置のみであり、PCT 第 6 条の意味での裏付けを欠いている。よって、調査は、明細書に裏付けられ、開示されている範囲、すなわち、明細書に具体的に記載されている特定の光束が特定の反射を行う毎に分岐され、結果として特定の虚像を形成する表示装置について行った。