

(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2006-519421

(P2006-519421A)

(43) 公表日 平成18年8月24日(2006.8.24)

(51) Int.CI.	F 1		テーマコード (参考)
<b>G02B 25/00</b> (2006.01)	G02B 25/00	A	2 H 0 8 7
<b>G02B 13/16</b> (2006.01)	G02B 13/16		
<b>G02B 13/18</b> (2006.01)	G02B 13/18		
<b>G02B 27/02</b> (2006.01)	G02B 27/02	Z	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 28 頁)

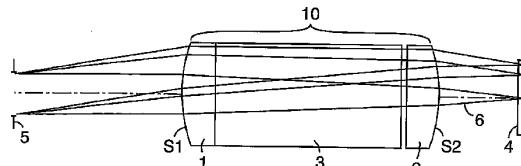
(21) 出願番号	特願2006-508782 (P2006-508782)	(71) 出願人	599056437 スリーエム イノベイティブ プロパティズ カンパニー
(86) (22) 出願日	平成16年2月20日 (2004.2.20)	(74) 代理人	100099759 弁理士 青木 篤
(85) 翻訳文提出日	平成17年10月19日 (2005.10.19)	(74) 代理人	100077517 弁理士 石田 敏
(86) 國際出願番号	PCT/US2004/005103	(74) 代理人	100087413 弁理士 古賀 哲次
(87) 國際公開番号	W02004/079431	(74) 代理人	100111903 弁理士 永坂 友康
(87) 國際公開日	平成16年9月16日 (2004.9.16)		
(31) 優先権主張番号	60/451,963		
(32) 優先日	平成15年3月5日 (2003.3.5)		
(33) 優先権主張国	米国(US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】回折レンズ

## (57) 【要約】

頭装着型ディスプレイで用いるための光学系であって、マイクロディスプレイ(4)、および人間の眼によって見るためのマイクロディスプレイの拡大像を形成するためのマグニファイア(10)を具備する光学系が提供される。マグニファイア(10)は、回折面を具備し、順に、長共役の方向において凸面である第1の面(S1)を有する第1の素子(1)と、光学材料のブロック(3)と、短共役の方向において凸面である第2の面(S2)を有する第2の素子(2)と、を有する。第1の面(S1)は、回折面であることが好ましい。マグニファイアは、最小の構成要素によって、長いアイレリーフ、大きい射出瞳および大きな視野を提供する。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

(A) マイクロディスプレイおよび

(B) 人間の眼によって見るための前記マイクロディスプレイの拡大像を生成するためのマグニファイアであって、焦点距離  $f_0$ 、前記人間の眼の方向における長共役側、前記マイクロディスプレイの方向における短共役側および前記長共役側から前記短共役側に通過する光に関する  $f$  ナンバー  $f \#$  を有するマグニファイアを具備し、前記マグニファイアが、前記長共役側から前記短共役側に向かって順に

(I) 前記長共役の方向において凸面である第1の面を有し、焦点距離  $f_1$  を有する第1の素子と、  
10

(II) 光学材料のブロックと、

(III) 前記短共役の方向において凸面である第2の面を有し、焦点距離  $f_2$  を有する第2の素子と、を具備し、

(a)  $f_1 > 0$

(b)  $f_2 > 0$

(c) 前記第1の面が回折面であるか、または前記第2の面が回折面であるか、または前記マグニファイアが前記第1の面および前記第2の面とは別の回折面を具備し、

(d) 前記長共役側から前記短共役側に向かって光学系を通過し、前記マイクロディスプレイで収束する軸方向の光が前記回折面でビームの直径を有し、その最大値が  $d$  で  
あり、  
20

(e) 前記ビームの直径の値  $d$ 、前記焦点距離  $f_0$  および前記  $f$  ナンバーが関係

$(f \# \cdot d) / f_0 > 0.4$

を満たす光学系。

## 【請求項 2】

前記ビームの直径の値  $d$ 、前記焦点距離  $f_0$  および前記  $f$  ナンバーが関係

$(f \# \cdot d) / f_0 > 0.8$

を満たす、請求項 1 に記載の光学系。

## 【請求項 3】

$f_1 / f_2 > 1.0$

である、請求項 1 に記載の光学系。  
30

## 【請求項 4】

$f_1 / f_0 > 1.3$

である、請求項 1 に記載の光学系。

## 【請求項 5】

$f_1 / f_2 > 1.0$  および

$f_1 / f_0 > 1.3$

である、請求項 1 に記載の光学系。

## 【請求項 6】

前記回折面が、前記マグニファイアの短共役側より長共役側に近い、請求項 1 に記載の光学系。  
40

## 【請求項 7】

前記第1の面が、回折面である、請求項 6 に記載の光学系。

## 【請求項 8】

前記第1の面が、回折面かつ非球面である、請求項 7 に記載の光学系。

## 【請求項 9】

前記第1の面および前記第2の面が、非球面である、請求項 1 に記載の光学系。

## 【請求項 10】

前記マグニファイアが、その短共役側でテレセントリックである、請求項 1 に記載の光学系。

## 【請求項 11】

10

20

30

40

50

前記第1の素子、前記光学材料のブロックおよび前記第2の素子が一個固体部品として成形される、請求項1に記載の光学系。

**【請求項12】**

前記光学材料のブロックを通過する光路が、折り畳まれる、請求項1に記載の光学系。

**【請求項13】**

前記第1の面と前記第2の面との間の距離Tが関係

30ミリメートル T 45ミリメートル

を満たす、請求項1に記載の光学系。

**【請求項14】**

(A)マイクロディスプレイおよび

(B)人間の眼によって見るための前記マイクロディスプレイの拡大像を生成するためのマグニファイアであって、焦点距離 $f_0$ 、前記人間の眼の方向における長共役側および前記マイクロディスプレイの方向における短共役側を有するマグニファイアを具備し、前記マグニファイアが、前記長共役側から前記短共役側に向かって順に

(I)前記長共役の方向において凸面である第1の面を有し、焦点距離 $f_1$ を有する第1の素子と、

(II)光学材料のブロックと、

(III)前記短共役の方向において凸面である第2の面を有し、焦点距離 $f_2$ を有する第2の素子と、を具備し、

(a)  $f_1 > 0$

(b)  $f_2 > 0$

(c)  $f_1 / f_2 > 1 . 0$

20

(d)前記第1の面が回折面であるか、または前記第2の面が回折面であるか、または前記マグニファイアが前記第1の面および前記第2の面とは別の回折面を具備する光学系。

**【請求項15】**

$f_1 / f_0 > 1 . 3$

である、請求項14に記載の光学系。

**【請求項16】**

前記回折面が、前記マグニファイアの短共役側より長共役側に近い、請求項14に記載の光学系。

30

**【請求項17】**

前記第1の面が、回折面である、請求項16に記載の光学系。

**【請求項18】**

前記第1の面が、回折面かつ非球面である、請求項17に記載の光学系。

**【請求項19】**

前記第1の面および前記第2の面が、非球面である、請求項14に記載の光学系。

**【請求項20】**

前記マグニファイアが、その短共役側でテレセントリックである、請求項14に記載の光学系。

40

**【請求項21】**

前記第1の素子、前記光学材料のブロックおよび前記第2の素子が一個固体部品として成形される、請求項14に記載の光学系。

**【請求項22】**

前記光学材料のブロックを通過する光路が、折り畳まれる、請求項14に記載の光学系。

**【請求項23】**

前記第1の面と前記第2の面との間の距離Tが関係

30ミリメートル T 45ミリメートル

を満たす、請求項14に記載の光学系。

50

## 【請求項 2 4】

(A) マイクロディスプレイおよび

(B) 人間の眼によって見るための前記マイクロディスプレイの拡大像を生成するためのマグニファイアであって、焦点距離  $f_0$ 、前記人間の眼の方向における長共役側および前記マイクロディスプレイの方向における短共役側を有するマグニファイアを具備し、前記マグニファイアが、前記長共役側から前記短共役側に向かって順に

(I) 前記長共役の方向において凸面である第1の面を有し、焦点距離  $f_1$  を有する第1の素子と、

(II) 光学材料のブロックと、

(III) 前記短共役の方向において凸面である第2の面を有し、焦点距離  $f_2$  を有する第2の素子と、を具備し、

(a)  $f_1 > 0$

(b)  $f_2 > 0$

(c)  $f_1 / f_0 > 1 . 3$

(d) 前記第1の面が回折面であるか、または前記第2の面が回折面であるか、または前記マグニファイアが前記第1の面および前記第2の面とは別の回折面を具備する光学系。

## 【請求項 2 5】

前記回折面が、前記マグニファイアの短共役側より長共役側に近い、請求項 2 4 に記載の光学系。

20

## 【請求項 2 6】

前記第1の面が、回折面である、請求項 2 5 に記載の光学系。

## 【請求項 2 7】

前記第1の面が、回折面かつ非球面である、請求項 2 6 に記載の光学系。

## 【請求項 2 8】

前記第1の面および前記第2の面が、非球面である、請求項 2 4 に記載の光学系。

## 【請求項 2 9】

前記マグニファイアが、その短共役側でテレセントリックである、請求項 2 4 に記載の光学系。

30

## 【請求項 3 0】

前記第1の素子、前記光学材料のブロックおよび前記第2の素子が一個固体部品として成形される、請求項 2 4 に記載の光学系。

## 【請求項 3 1】

前記光学材料のブロックを通過する光路が、折り畳まれる、請求項 2 4 に記載の光学系。

## 【請求項 3 2】

前記第1の面と前記第2の面との間の距離 T が関係

30 ミリメートル T 45 ミリメートル

を満たす、請求項 2 4 に記載の光学系。

## 【請求項 3 3】

(A) マイクロディスプレイおよび

(B) 人間の眼によって見るための前記マイクロディスプレイの拡大像を生成するためのマグニファイアであって、前記人間の眼の方向における長共役側および前記マイクロディスプレイの方向における短共役側を有するマグニファイアを具備し、前記マグニファイアが、前記長共役側から前記短共役側に向かって順に

(I) 前記長共役の方向において凸面である第1の面を有し、焦点距離  $f_1$  を有する第1の素子と、

(II) 光学材料のブロックと、

(III) 前記短共役の方向において凸面である第2の面を有し、焦点距離  $f_2$  を有する第2の素子と、を具備し、

40

50

- ( a )  $f_1 > 0$
- ( b )  $f_2 > 0$

( c ) 前記マグニファイアが、前記マグニファイアの短共役側より長共役側に近い回折面を具備する光学系。

**【請求項 3 4】**

前記第1の面が、回折面である、請求項33に記載の光学系。

**【請求項 3 5】**

前記第1の面が、回折面かつ非球面である、請求項34に記載の光学系。

**【請求項 3 6】**

( a ) 前記光学材料のブロックが長共役面を有し、

( b ) 前記第1の素子が長共役面および短共役面を有し、前記長共役面が第1の面であり、

( c ) 前記第1の素子の前記短共役面が前記光学材料のブロックの前記長共役面から離隔され、

( d ) 前記第1の素子の前記短共役面または前記光学材料のブロックの前記長共役面が回折面である、請求項33に記載の光学系。

**【請求項 3 7】**

前記第1の面および前記第2の面が、非球面である、請求項33に記載の光学系。

**【請求項 3 8】**

前記マグニファイアが、その短共役側でテレセントリックである、請求項33に記載の光学系。

**【請求項 3 9】**

前記第1の素子、前記光学材料のブロックおよび前記第2の素子が一個固体部品として成形される、請求項33に記載の光学系。

**【請求項 4 0】**

前記光学材料のブロックを通過する光路が、折り畳まれる、請求項33に記載の光学系。

**【請求項 4 1】**

前記第1の面と前記第2の面との間の距離Tが関係

30ミリメートル T 45ミリメートル

を満たす、請求項33に記載の光学系。

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】**

**【0001】**

本発明は、回折面を用いる光学設計に関し、特に、頭装着型ディスプレイシステムで使用するための回折面を用いる光学設計に関する。

**【背景技術】**

**【0002】**

頭装着型ディスプレイシステムで使用するための光学系は、以下の特徴を備えることが好ましい。

(1) 使用者装着眼鏡によって快適に見ることができるようにするための十分に長いアイリーフ、

(2) 観察者の配置に対する制約を最小限に抑えるための十分に大きい射出瞳、および(3) 系のマイクロディスプレイの快適に拡大した像を提供するための十分に広い視野。

**【0003】**

さらに、光学系が軽量であり、使用者によって快適に着用されることができるような全体的なパッケージに組み込まれることもまた望ましい。

**【0004】**

頭装着型ディスプレイシステムに用いられるマイクロディスプレイは、LCD光弁素子であることが最も多い。この種の素子では、像の最大コントラストを確保するために、マ

10

20

30

40

50

イクロディスプレイの拡大像を形成するために用いられる光学系は、その短共役側、すなわちマイクロディスプレイが位置する側でテレセントリックであることが好ましい。

#### 【0005】

当業界で周知であるように、テレセントリックレンズは、無限遠にある少なくとも1つの瞳を有するレンズである。主光線の観点から言えば、無限遠に瞳を有するということは、(a)入射瞳が無限遠にある場合に主光線が物空間における光軸と平行であり、(b)射出瞳が無限遠にある場合に主光線が像空間内における光軸と平行であることを意味する。

#### 【0006】

実際の用途では、レンズの光学面から十分に長距離に位置する入射瞳または射出瞳を有するレンズは、本質的にテレセントリック系として動作するため、テレセントリック瞳は現実に無限遠に位置する必要はない。そのようなレンズの主光線は実質的に光軸に平行であるため、このレンズは一般に、瞳の理論(ガウス)上の位置が無限遠にあるレンズと機能的に同等となる。

#### 【0007】

したがって、本願明細書で用いられるとき、「テレセントリック」「テレセントリックレンズ」なる語は、レンズの素子から長距離にある瞳を有するレンズを包含するものとしており、「テレセントリック瞳」なる語は、レンズの素子から長距離にあるような瞳を表すために用いられる。本発明のレンズ系の場合には、テレセントリック瞳の距離は一般に、レンズの焦点距離の少なくとも約2倍である。

#### 【発明の開示】

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0008】

第1の態様によれば、本発明は、

(A)マイクロディスプレイ(4)および

(B)人間の眼によって見るためのマイクロディスプレイ(4)の拡大像を生成するためのマグニファイア(10)であって、焦点距離 $f_0$ 、人間の眼の方向における長共役側、マイクロディスプレイの方向における短共役側および長共役側から短共役側に通過する光に関する $f$ ナンバー $f\#$ を有するマグニファイアを具備し、上記のマグニファイアが、長共役側から短共役側に向かって順に

(I)長共役の方向において凸面である第1の面(S1)を有し、焦点距離 $f_1$ を有する第1の素子(1)と、

(II)光学材料のブロック(3)と、

(III)短共役の方向において凸面である第2の面(S2)を有し、焦点距離 $f_2$ を有する第2の素子(2)と、を具備し、

$$(a) f_1 > 0$$

$$(b) f_2 > 0$$

(c)第1の面(S1)が回折面であるか、または第2の面(S2)が回折面であるか、またはマグニファイア(10)が第1の面および第2の面から分離される回折面を具備し、

(d)長共役側から短共役側に向かって光学系を通過し、マイクロディスプレイで収束する軸方向の光が回折面でビームの直径を有し、その最大値がdであり、

(e)ビームの直径の値d、焦点距離 $f_0$ および $f$ ナンバーが関係

$(f\# \cdot d) / f_0 > 0.4$ (好ましくは $(f\# \cdot d) / f_0 > 0.8$ )を満たす光学系を提供する。

#### 【0009】

第2の態様によれば、本発明は、

(A)マイクロディスプレイ(4)および

(B)人間の眼によって見るためのマイクロディスプレイ(4)の拡大像を生成するためのマグニファイア(10)であって、焦点距離 $f_0$ 、人間の眼の方向における長共役側お

10

20

30

40

50

よりマイクロディスプレイの方向における短共役側を有するマグニファイアを具備し、上記のマグニファイアが、長共役側から短共役側に向かって順に

(I) 長共役の方向において凸面である第1の面(S1)を有し、焦点距離 $f_1$ を有する第1の素子(1)と、

(II) 光学材料のブロック(3)と、

(III) 短共役の方向において凸面である第2の面(S2)を有し、焦点距離 $f_2$ を有する第2の素子(2)と、を具備し、

(a)  $f_1 > 0$

(b)  $f_2 > 0$

(c)  $f_1 / f_2 > 1 . 0$

10

(d) 第1の面(S1)が回折面であるか、または第2の面(S2)が回折面であるか、またはマグニファイアが第1の面および第2の面とは別の回折面を具備する光学系を提供する。

#### 【0010】

第3の態様によれば、本発明は、

(A) マイクロディスプレイ(4)および

(B) 人間の眼によって見るためのマイクロディスプレイ(4)の拡大像を生成するためのマグニファイア(10)であって、焦点距離 $f_0$ 、人間の眼の方向における長共役側およびマイクロディスプレイの方向における短共役側を有するマグニファイアを具備し、上記のマグニファイアが、長共役側から短共役側に向かって順に

20

(I) 長共役の方向において凸面である第1の面(S1)を有し、焦点距離 $f_1$ を有する第1の素子(1)と、

(II) 光学材料のブロック(3)と、

(III) 短共役の方向において凸面である第2の面(S2)を有し、焦点距離 $f_2$ を有する第2の素子(2)と、を具備し、

(a)  $f_1 > 0$

(b)  $f_2 > 0$

(c)  $f_1 / f_0 > 1 . 3$

30

(d) 第1の面(S1)が回折面であるか、または第2の面(S2)が回折面であるか、またはマグニファイアが第1の面および第2の面とは別の回折面を具備する光学系を提供する。

#### 【0011】

第4の態様によれば、本発明は、

(A) マイクロディスプレイ(4)および

(B) 人間の眼によって見るためのマイクロディスプレイ(4)の拡大像を生成するためのマグニファイア(10)であって、人間の眼の方向における長共役側およびマイクロディスプレイの方向における短共役側を有するマグニファイアを具備し、上記のマグニファイアが、長共役側から短共役側に向かって順に

40

(I) 長共役の方向において凸面である第1の面(S1)を有し、焦点距離 $f_1$ を有する第1の素子(1)と、

(II) 光学材料のブロック(3)と、

(III) 短共役の方向において凸面である第2の面(S2)を有し、焦点距離 $f_2$ を有する第2の素子(2)と、を具備し、

(a)  $f_1 > 0$

(b)  $f_2 > 0$

(c) マグニファイアが、マグニファイアの短共役側より長共役側に近い回折面を具備する光学系を提供する。

#### 【0012】

第1の面(S1)は、回折面であることが好ましい。

#### 【0013】

50

本発明の種々の態様の上記の概要において用いられる参照符号は、読者の利便性のため過ぎず、本発明の範囲を限定するためではなく、そのように解釈すべきではない。さらに一般的に、前述の一般的な説明および以下の詳細な説明はいずれも本発明の例示に過ぎず、本発明の性質および特性を理解するための概観または構成を提供するためであることを理解されたい。

#### 【0014】

本発明のさらなる特徴および利点は、以下の詳細な説明に記載され、部分的には、本願明細書に述べるように、その説明から当業者には容易に明白となり、または本発明を実行することによって認識されるであろう。添付図面は、本発明のさらなる理解を提供するために含まれ、本願明細書に援用され、その一部を構成する。

10

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0015】

上述のように、本発明は、たとえば、頭装着型ディスプレイシステムにおいて用いるための光学系を提供する。本発明を用いることができる系の種類の例としては、シュピッツァー (Spitzer) による「Compact Image Display System for Eyeglasses or Other Head-Borne Frames (眼鏡または他の頭部ボーンフレームのコンパクトな画像ディスプレイシステム)」という名称の米国特許第6,384,982号明細書で見ることができる。

#### 【0016】

ある実施形態において、本発明の光学系のマグニファイア部分は、光学材料のブロックに離隔される2つの正の素子を具備する。ある好ましい実施形態において、マグニファイア部分は、2つの正の素子および光学材料のブロックのみからなる。

20

#### 【0017】

光学材料のブロックは、正の光学素子の一方または両方に接着されることがある。あるいは、光学材料のブロックおよび正の光学素子の一方または両方は一個固体部品として形成（たとえば型込）されることがある。1つの構成要素として光学系全体を形成することにより、作製中、頭装着型ディスプレイシステムの組立処理を著しく簡素化することができる。

#### 【0018】

正の光学素子間の光学材料のブロックは、ブロックを構成する材料の屈折率に比例する係数だけ素子間の距離を長くするために用いられる。これは、頭装着型ディスプレイシステムに組み込むのに適した光学系を作製するために行われる。種々の組み込み要件に適合させるために、固体ブロックを通る光路は折り畳まれることができる。

30

#### 【0019】

光学素子の全体的な重量を最小限に抑えるために、すべての光学部品、すなわち、第1の素子および第2の素子および固体ブロックは、プラスチック、たとえば、アクリルから構成されることが好ましい。

#### 【0020】

単色収差を補正するために非球面が用いられ、光学系内のさらなる素子を含むことなく、色補正を行うために、回折面が用いられる。たとえば、正の素子のそれぞれは非球面を具備することができ、正の素子の一方は回折面を具備することができる。所望であれば、回折面はまた、非球面であってもよい。

40

#### 【0021】

正の素子が個別の素子であるシステムの場合には、非球面および回折面は、素子のいずれの側、光学系の長共役端に面する側または短共役端に面する側であってもよい。正の素子が光学材料の固体ブロックと結合されるとき、素子の自由面（すなわちブロックに結合されない面）は、非球面であってもよく、非球面かつ回折面であってもよい。固体ブロックが自由端面を有する系では、回折面は光学材料の固体ブロックの端面に形成されることがある。

#### 【0022】

50

回折面は、正の素子のいずれかに用いられてもよく、2つの自由端面を有するブロックの場合には光学材料のブロックの自由端面のいずれかに用いられてもよい。回折面がマイクロディスプレイからさらに遠い場合には、寄生回折次数の第2の像に関するゴースティングが最小限に抑えられる。したがって、回折面に関する好ましい位置は、頭装着型ディスプレイシステムの使用時には、観察者の目に最も近い素子または光学材料のブロックの自由面である。正の素子および固体ブロックが1つの構成要素であるシステムでは、回折面は、マイクロディスプレイから最も遠い構成要素の端部にあることが好ましい。

#### 【0023】

複数の回折面が存在することにより、使用者に提供される像に劣化が生じる回折の相互作用を生じる可能性があるため、システムが具備する回折面は1つのみであることが好ましい。

10

#### 【0024】

任意の態様に限定することなく、本発明は、以下の実施例によってさらに詳細に説明される。

#### 【実施例】

#### 【0025】

以下の実施例1A～実施例1F、実施例2および実施例3は、頭装着型ディスプレイシステムに使用するのに適した光学系を示しており、光学系は以下の特性を有する。

(1) 18°の視野、ビューアから1メートル離れた対角線が12.5インチの像を見る場合に相当する、

(2) マイクロディスプレイから使用者の眼まで進む光に関して6.0ミリメートルの射出瞳の直径、および

(3) 25.0ミリメートルのアイレリーフ距離。

20

#### 【0026】

実施例1A～実施例1F、実施例2および実施例3に関する仕様表に記載された非球面係数は、以下の式で用いられる。

#### 【数1】

$$z = \frac{cy^2}{1 + [1 - (1+k)c^2y^2]^{1/2}} + Dy^4 + Ey^6 + Fy^8 + Gy^{10} + Hy^{12} + Iy^{14}$$

30

式中、 $z$ は系の光軸からの距離 $y$ における面のサグであり、 $c$ は光軸における面の曲率、 $k$ は円錐係数であり、円錐係数 $k$ は表1A～表1F、表2および表3の仕様に特に記載のない限り0である。

#### 【0027】

表のさまざまな面に関する表記「a」は上記の数式におけるD、E、F、G、H、またはIのうち少なくとも1つが0でない面を表し、表記「c」は上記の数式における $k$ が0でない面を表す。請求項で用いるとき、非球面はk、D、E、F、G、H、またはIのうち少なくとも1つが0でない面である。表において面の種々の部分で用いられる表記「p」は、回折(位相)面を表す。

40

#### 【0028】

仕様表は、光が図面の左から右に進むことを前提として構成されている。実際には、使用者の眼が左側にあり、マイクロディスプレイが右側にあって、光は右から左へと進む。特に、物体/像および入射瞳/射出瞳に関する仕様表の記載は、本願明細書の以下の部分において使用されているものと逆になっている。仕様表および表4の寸法はすべてミリメートル単位である。実施例1A～実施例1Fの仕様表における面7、実施例2の仕様表に

50

おける面 6 および実施例 3 の仕様表における面 8 は、マイクロディスプレイ（イメージヤ）のカバーガラスである。実施例 3 の面 6 は、イメージヤと共に用いられる偏光子である。実施例 3 における光学材料のブロックの屈折率および分散は、標準的な 6 桁の形、すなわち  $a b c \times y z$  で与えられ、 $n = 1 . a b c$  であり  $v = x y . z$  である。

#### 【 0 0 2 9 】

回折面は、実施例 1 A ~ 実施例 1 D の面 5 および実施例 1 E ~ 実施例 1 F、実施例 2 および実施例 3 の面 2 上に形成される。実施例 1 A ~ 実施例 1 D の場合には、Z E M A X 用語の回折面の特性は、回折次数（d i f f o r d e r）が 1 であり、倍率（正規化）開口半径（s c a l i n g (n o r a m a l i z e d) r a d a p）が 1 0 であり、二次位相項が - 1 9 0 7 . 1 5 5 3 であり、実施例 1 E および実施例 3 の場合には回折次数が 1 であり、倍率（正規化）開口半径が 1 0 であり、P 2 および P 4 の位相項がそれぞれ - 8 0 0 . 0 および 1 0 0 . 0 であり、実施例 1 F および実施例 2 の場合の特性は、回折次数は 1 であり、倍率（正規化）開口半径が 1 0 であり、P 2 および P 4 の位相項がそれぞれ - 1 2 0 0 . 0 および 1 0 0 . 0 である。

#### 【 0 0 3 0 】

実施例 1 A ~ 実施例 1 F、実施例 2 および実施例 3 のマグニファイアを構成する素子の焦点距離および選択された他の特性が、表 4 に記載されている。 $f_0$  は系の焦点距離であり、 $f_1$  は使用者の眼に最も近い素子の焦点距離であり、 $f_2$  はマイクロディスプレイに最も近い素子の焦点距離であり、B F L はマイクロディスプレイの面板を含まない無限遠における近軸後側焦点距離、すなわち図面の左から右に進む光の場合にはマイクロディスプレイに最も近い素子から焦点面までの距離であり、d は回折面における軸ビームの直径である。

#### 【 0 0 3 1 】

「T」に関して、この変数は、光学系の第 1 の光学面と最後の光学面との間の距離である。頭装着型ディスプレイシステムに関する好ましい組み込み構成を実現するために、光学系の構成要素を約 3 0 ミリメートル ~ 3 5 ミリメートルだけ離隔することが望ましく、3 0 ミリメートル ~ 3 5 ミリメートルはほぼ使用者の眼の光軸と対応するテンブルとの間の距離である。したがって、光学系の第 1 の光学面と最後の光学面との間の総距離は 3 0 ミリメートルより大きいことが好ましい。他方、光学系があまり長くないようするために、T は 4 5 ミリメートル未満であることが好ましい。

#### 【 0 0 3 2 】

表 4 から分かるように、 $f_0$ 、 $f_1$  および  $f_2$  は、以下の関係を満たすことが好ましい。  
 $f_1 / f_2 > 1 . 0$  および / または  
 $f_1 / f_0 > 1 . 3$ 。

#### 【 0 0 3 3 】

色収差補正に関して有効である回折面の場合には、回折面における軸ビームの最小直径が、以下の関係を満たすことが好ましい。

$$(f \# \cdot d) / f_0 > 0 . 4$$

式中、 $f \#$  は光学系の f ナンバー、すなわち長共役側から短共役側に向かって進む光の場合には入射瞳直径で除算した焦点距離  $f_0$  である。実施例 1 A ~ 実施例 1 F、実施例 2 および実施例 3 のそれぞれに関して、 $f \#$  は 5 である。回折面は、比  $(f \# \cdot d) / f_0$  が 0 . 8 より大きい位置に位置することが最も好ましい。

#### 【 0 0 3 4 】

本発明の特定の実施形態について記載し、説明したが、当業者には前述の開示内容から本発明の範囲および精神から逸脱しない種々の変形例が明らかになるであろうことを理解されたい。

#### 【 0 0 3 5 】

【表1】

表1A

面番号	種類	半径	厚さ	ガラス	有効開口口径
1		開口絞り	25.00000		6.09
2	ac	23.2851	5.00000	アクリル	14.29
3		$\infty$	28.00000	アクリル	14.28
4		$\infty$	0.50000		14.22
5	p	$\infty$	5.00000	アクリル	14.22
6	a	-21.0877	11.70000		14.30
7		$\infty$	1.00000	BSC7	10.20
8		$\infty$	-0.01315		10.00

## 符号の説明

a - 多項式非球面

c - 円錐曲面

p - 位相面

10

20

【0036】

【表2】

## 偶多項式非球面および円錐定数

面番号	k	D	E	F
2	-1.0000E+00	1.8457E-05	-1.1805E-06	3.2326E-08
6		1.1792E-04	-1.9097E-06	3.9462E-08

面番号	G	H	I
2	-2.9215E-10	-1.9562E-12	3.4875E-14
6	-4.0048E-10	4.3344E-13	1.5072E-14

30

【0037】

【表3】

一次データ			
f ナンバー	5.00	全長	-923.851
倍率	0.0305	前方頂点距離	76.1868
物体高さ	160.00	鏡筒長	76.2000
物体距離	1000.04	入射瞳距離	0.00
有効焦点距離	30.0003	射出瞳距離	59.8232
像距離	-131546E-01	絞り直径	6.093
絞り面番号	1	絞りまでの距離	0.00

10

20

【0038】

【表4】

## 素子の一次特性

素子番号	面番号	屈折力	f'
1	2 3	0.21206E-01	47.157
3	5 6	0.26471E-01	37.778

【0039】

【表5】

表1 B

30

面番号	種類	半径	厚さ	ガラス	有効開口口径
1		開口絞り	25.00000		6.09
2	ac	23.3136	5.00000	アクリル	14.29
3		$\infty$	28.00000	アクリル	14.28
4		$\infty$	0.50000		14.24
5	p	$\infty$	5.00000	アクリル	14.24
6	a	-21.0877	11.73460		14.11
7		$\infty$	1.00000	BSC7	10.15
8		$\infty$	0.00420		9.95

40

## 符号の説明

a - 多項式非球面

c - 円錐曲面

p - 位相面

【0040】

【表6】

## 偶多项式非球面および円錐定数

面番号	k	D	E	F
2	-1.0000E+00	1.4796E-05	-9.7462E-07	3.1044E-08
6		1.1792E-04	-1.9097E-06	3.9462E-08
面番号	G	H	I	
2	-3.3642E-10	-2.0677E-12	4.4089E-14	10
6	-4.0048E-10	4.3344E-13	1.5072E-14	

【0 0 4 1】

【表7】

## 一次データ

f ナンバー	5.00	全長	-924.045
倍率	0.0305	前方頂点距離	76.2388
物体高さ	160.00	鏡筒長	76.2346
物体距離	1000.28	入射瞳距離	0.00
有効焦点距離	30.0078	射出瞳距離	59.8511
像距離	0.419694E-02	絞り直径	6.095
絞り面番号	1	絞りまでの距離	0.00

20

【0 0 4 2】

【表8】

## 素子の一次特性

素子番号	面番号	屈折力	f'
1	2 3	0.21180E-01	47.215
3	5 6	0.26471E-01	37.778

30

【0 0 4 3】

40

【表9】

表1C

面番号	種類	半径	厚さ	ガラス	有効開口口径
1		開口絞り	25.00000		6.09
2	ac	23.2851	3.50000	アクリル	14.29
3		$\infty$	31.00000	アクリル	14.28
4		$\infty$	0.65000		14.22
5	p	$\infty$	3.50000	アクリル	14.22
6	a	-21.0877	11.70000		14.09
7		$\infty$	1.00000	BSC7	10.13
8		$\infty$	-0.00967		10.00

## 符号の説明

a - 多項式非球面

c - 円錐曲面

p - 位相面

10

20

【0044】

【表10】

## 偶多項式非球面および円錐定数

面番号	k	D	E	F
2	-1.0000E+00	1.8457E-05	-1.1805E-06	3.2326E-08
6		1.1792E-04	-1.9097E-06	3.9462E-08
面番号	G	H	I	
2	-2.9215E-10	-1.9562E-12	3.4875E-14	
6	-4.0048E-10	4.3344E-13	1.5072E-14	

30

【0045】

【表11】

## 一次データ

f ナンバー	5.00	全長	-927.210	
倍率	0.0305	前方頂点距離	76.3403	
物体高さ	160.00	鏡筒長	76.3500	
物体距離	1003.55	入射瞳距離	0.00	
有効焦点距離	30.1001	射出瞳距離	59.3244	
像距離	-967404E-02	絞り直径	6.115	10
絞り面番号	1	絞りまでの距離	0.00	

【0046】

【表12】

## 素子の一次特性

素子番号	面番号	屈折力	f'	20
1	2 3	0.21206E-01	47.157	
3	5 6	0.26549E-01	37.667	

【0047】

【表13】

表1D

30

面番号	種類	半径	厚さ	ガラス	有効開口口径
1		開口絞り	25.00000		6.09
2	ac	23.3136	3.50000	アクリル	14.29
3		$\infty$	31.00000	アクリル	14.28
4		$\infty$	0.65000		14.24
5	p	$\infty$	3.50000	アクリル	14.24
6	a	-21.0877	11.73460		14.11
7		$\infty$	1.00000	BSC7	10.15
8		$\infty$	0.00784		10.00

## 符号の説明

- a - 多項式非球面
- c - 円錐曲面
- p - 位相面

【0048】

【表14】

## 偶多项式非球面および円錐定数

面番号	k	D	E	F
2	-1.0000E+00	1.4796E-05	-9.7462E-07	3.1044E-08
6		1.1792E-04	-1.9097E-06	3.9462E-08
面番号	G	H	I	
2	-3.3642E-10	-2.0677E-12	4.4089E-14	10
6	-4.0048E-10	4.3344E-13	1.5072E-14	

【0049】

【表15】

## 一次データ

f ナンバー	5.00	全長	-927.398
倍率	0.0305	前方頂点距離	76.3924
物体高さ	160.00	鏡筒長	76.3846
物体距離	1003.79	入射瞳距離	0.00
有効焦点距離	30.1075	射出瞳距離	59.3507
像距離	0.783791E-02	絞り直徑	6.116
絞り面番号	1	絞りまでの距離	0.00

20

30

【0050】

【表16】

## 素子の一次特性

素子番号	面番号	屈折力	f'
1	2 3	0.21180E-01	47.215
3	5 6	0.26549E-01	37.667

40

【0051】

【表17】

表1E

面番号	種類	半径	厚さ	ガラス	有効開口口径
1		開口絞り	25.00000		6.09
2	acp	23.3136	3.50000	アクリル	14.29
3		$\infty$	31.00000	アクリル	14.28
4		$\infty$	0.65000		14.30
5		$\infty$	3.50000	アクリル	14.24
6	a	-21.0877	11.10000		14.11
7		$\infty$	1.00000	BSC7	10.15
8		$\infty$	0.02818		10.00

## 符号の説明

a - 多項式非球面

c - 円錐曲面

p - 位相面

10

20

【0052】

【表18】

## 偶多項式非球面および円錐定数

面番号	k	D	E	F
2	-1.0000E+00	1.4796E-05	-9.7462E-07	3.1044E-08
6		1.1792E-04	-1.9097E-06	3.9462E-08

面番号	G	H	I
2	-3.3642E-10	-2.0677E-12	4.4089E-14
6	-4.0048E-10	4.3344E-13	1.5072E-14

30

【0053】

【表19】

## 一次データ

f ナンバー	5.00	全長	-956.598
倍率	0.0305	前方頂点距離	75.7782
物体高さ	160.00	鏡筒長	75.7500
物体距離	1032.38	入射瞳距離	0.00
有効焦点距離	31.0579	射出瞳距離	75.7006
像距離	0.281843E-01	絞り直径	6.290
絞り面番号	1	絞りまでの距離	0.00

10

【0054】

【表20】

## 素子の一次特性

素子番号	面番号	屈折力	f'
1	2 3	0.22570E-01	44.306
3	5 6	0.23415E-01	42.707

20

【0055】

【表21】

表1 F

30

面番号	種類	半径	厚さ	ガラス	有効開口口径
1		開口絞り	25.00000		6.09
2	acp	23.3136	3.50000	アクリル	14.29
3		$\infty$	31.00000	アクリル	14.28
4		$\infty$	0.65000		14.30
5		$\infty$	3.50000	アクリル	14.24
6	a	-21.0877	10.50000		14.11
7		$\infty$	1.00000	BSC7	10.15
8		$\infty$	-0.02904		10.00

40

## 符号の説明

- a - 多項式非球面
- c - 円錐曲面
- p - 位相面

【0056】

## 【表22】

## 偶多项式非球面および円錐定数

面番号	k	D	E	F
2	-1.0000E+00	1.4796E-05	-9.7462E-07	3.1044E-08
6		1.1792E-04	-1.9097E-06	3.9462E-08
面番号	G	H	I	
2	-3.3642E-10	-2.0677E-12	4.4089E-14	10
6	-4.0048E-10	4.3344E-13	1.5072E-14	

## 【0057】

## 【表23】

## 一次データ

f ナンバー	5.00	全長	-948.861
倍率	0.0305	前方頂点距離	75.1210
物体高さ	160.00	鏡筒長	75.1500
物体距離	1023.98	入射瞳距離	0.00
有効焦点距離	30.7991	射出瞳距離	73.8276
像距離	-290390E-01	絞り直径	6.239
絞り面番号	1	絞りまでの距離	0.00

10

20

30

## 【0058】

## 【表24】

## 素子の一次特性

素子番号	面番号	屈折力	f'
1	2 3	0.23266E-01	42.982
3	5 6	0.23415E-01	42.707

40

## 【0059】

【表25】

表2

面番号	種類	半径	厚さ	ガラス	有効開口口径
1		開口絞り	25.00000		6.09
2	acp	23.3136	3.50000	アクリル	14.29
3		$\infty$	31.00000	アクリル	14.28
4		$\infty$	3.50000	アクリル	14.24
5	a	-21.0877	10.50000		14.11
6		$\infty$	1.00000	BSC7	10.15
7		$\infty$	0.31123		10.00

## 符号の説明

a - 多項式非球面

c - 円錐曲面

p - 位相面

10

20

【0060】

【表26】

## 偶多項式非球面および円錐定数

面番号	k	D	E	F
2	-1.0000E+00	1.4796E-05	-9.7462E-07	3.1044E-08
5		1.1792E-04	-1.9097E-06	3.9462E-08

30

面番号	G	H	I
2	-3.3642E-10	-2.0677E-12	4.4089E-14
5	-4.0048E-10	4.3344E-13	1.5072E-14

【0061】

【表27】

一次データ				
f ナンバー	5.00	全長	-937.929	
倍率	0.0305	前方頂点距離	74.8112	
物体高さ	160.00	鏡筒長	74.5000	
物体距離	1012.74	入射瞳距離	0.00	
有効焦点距離	30.4668	射出瞳距離	74.4743	
像距離	0.311233	絞り直径	6.171	10
絞り面番号	1	絞りまでの距離	0.00	

【0062】

【表28】

## 素子の一次特性

素子番号	面番号	屈折力	f'
1	2 3	0.23266E-01	42.982
3	4 5	0.23415E-01	42.707

20

【0063】

【表29】

表3

面番号	種類	半径	厚さ	ガラス	有効開口口径
1		開口絞り	25.00000		6.55
2	acp	23.3136	3.50000	アクリル	14.38
3		$\infty$	34.00000	533558	14.33
4		$\infty$	3.50000	アクリル	13.71
5	a	-21.0877	7.67000		13.66
6		$\infty$	1.00000	BSC7	11.12
7		$\infty$	2.60000		10.94
8		$\infty$	0.70000	BSC7	10.21
9		$\infty$	0.00187		10.09

30

40

## 符号の説明

- a - 多項式非球面  
 c - 円錐曲面  
 p - 位相面

【0064】

50

【表30】

## 偶多項式非球面および円錐定数

面番号	k	D	E	F
2	-1.0000E+00	1.4796E-05	-9.7462E-07	3.1044E-08
5		1.1792E-04	-1.9097E-06	3.9462E-08
面番号	G	H	I	
2	-3.3642E-10	-2.0677E-12	4.4089E-14	10
5	-4.0048E-10	4.3344E-13	1.5072E-14	

【0065】

【表31】

## 一次データ

f ナンバー	5.00	全長	-967.869
倍率	0.0305	前方頂点距離	77.9719
物体高さ	160.00	鏡筒長	77.9700
物体距離	1045.84	入射瞳距離	0.00
有効焦点距離	31.4555	射出瞳距離	75.2397
像距離	0.187063E-02	絞り直徑	6.372
絞り面番号	1	絞りまでの距離	0.00

20

【0066】

30

【表32】

## 素子の一次特性

素子番号	面番号	屈折力	f'
1	2 3	0.22570E-01	44.306
3	4 5	0.23415E-01	42.707

40

【0067】

【表33】

表4

実施例番号	f0	f1	f2	T	BFL	d
1A	30.0	47.16	37.78	38.50	13.26	3.00
1B	30.0	47.21	37.78	38.50	13.31	2.97
1C	30.1	47.16	37.67	38.65	13.27	2.82
1D	30.1	47.21	37.67	38.65	13.32	2.83
1E	31.1	44.31	42.71	38.65	12.94	6.12
1F	30.8	42.98	42.71	38.65	12.07	6.24
2	30.5	42.98	42.71	38.00	12.40	6.17
3	31.5	44.31	42.71	41.00	12.35	6.20

10

## 【図面の簡単な説明】

## 【0068】

【図1】本発明によって構成される代表的な光学系の概略側面図である。一般に、実施例 20  
1A～1Fの構造を示している。

【図2】本発明によって構成される代表的な光学系の概略側面図である。実施例2の構造  
を示している。

【図3】本発明によって構成される代表的な光学系の概略側面図である。実施例3の構造  
を示している。

## 【符号の説明】

## 【0069】

図面に用いられる参照符号は、以下に対応する。

- 1 第1の素子
- 2 第2の素子
- 3 光学材料のブロック
- 4 マイクロディスプレイ
- 5 開口絞り（使用者の目の瞳）
- 6 軸ビーム
- 10 マグニファイア

30

【図1】

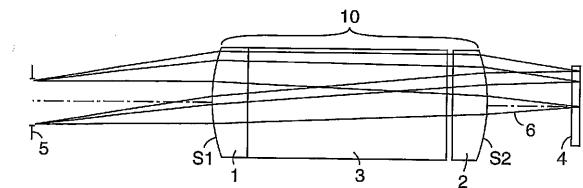


Fig. 1

【図2】

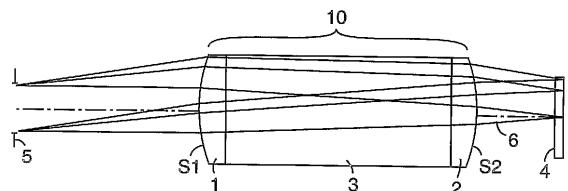


Fig. 2

【図3】

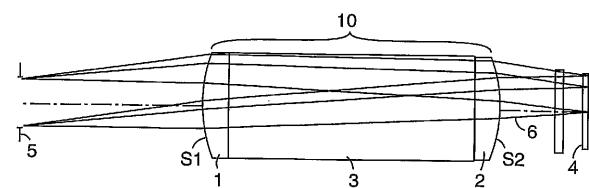


Fig. 3

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/US2004/005103

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 G02B27/01 G02B23/14 G02B25/00

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

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 G02B

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, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2003, no. 06, 3 June 2003 (2003-06-03) -& JP 2003 035869 A (DAINIPPON PRINTING CO LTD; OLYMPUS OPTICAL CO LTD), 7 February 2003 (2003-02-07) the whole document -& US 2003/090753 A1 (OHYAGI YASUYUKI ET AL) 15 May 2003 (2003-05-15)	1-41
P, X	US 2002/039232 A1 (TAKEYAMA TETSUHIDE) 4 April 2002 (2002-04-04) abstract; figures 1-6	1-41
X	US 6 429 954 B1 (KASAI ICHIRO) 6 August 2002 (2002-08-06) figure 8	1-41
		-/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

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 throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search  21 July 2004	Date of mailing of the international search report  03/08/2004
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Daffner, M

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**International Application No  
PCT/US2004/005103

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2003/030912 A1 (MOSKOVICH JACOB ET AL) 13 February 2003 (2003-02-13) the whole document -----	1-41

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No  
PCT/US2004/005103

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
JP 2003035869	A	07-02-2003	US	2003090753 A1		15-05-2003
US 2003090753	A1	15-05-2003	JP	2003035869 A		07-02-2003
US 2002039232	A1	04-04-2002	JP	2002139695 A		17-05-2002
US 6429954	B1	06-08-2002	JP	2000352689 A		19-12-2000
US 2003030912	A1	13-02-2003	WO	02099508 A1		12-12-2002
			US	2002191297 A1		19-12-2002

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,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,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IT,LU,MC,NL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,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,NA,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100082898

弁理士 西山 雅也

(72)発明者 モスコビッチ, ジエイコブ

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, スリーエム センター

F ターム(参考) 2H087 KA14 KA23 LA11 NA02 PA01 PA02 PA17 PB01 PB02 QA02  
QA07 QA13 QA21 QA33 QA41 RA05 RA12 RA13 RA42 RA45  
RA46 UA01