(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)公表番号
特表2025-500729
(P2025-500729A)
(43)公表日　令和7年1月15日(2025.1.15)

(51)国際特許分類			FI			テーマコード（参考）
G02B	*27/02*	*(2006.01)*	G02B	27/02	Z	2H199
G02B	*27/01*	*(2006.01)*	G02B	27/01		2H249
G02B	*5/18*	*(2006.01)*	G02B	5/18		

審査請求　未請求　予備審査請求　有　（全27頁）

(21)出願番号　特願2024-523424(P2024-523424)
(86)(22)出願日　令和4年11月21日(2022.11.21)
(85)翻訳文提出日　令和6年5月31日(2024.5.31)
(86)国際出願番号　PCT/FI2022/050773
(87)国際公開番号　WO2023/105115
(87)国際公開日　令和5年6月15日(2023.6.15)
(31)優先権主張番号　20216248
(32)優先日　令和3年12月7日(2021.12.7)
(33)優先権主張国・地域又は機関
フィンランド(FI)
(81)指定国・地域　AP(BW,CV,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV
最終頁に続く

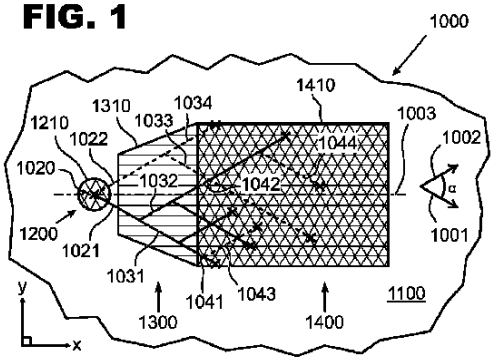
(71)出願人　520184365
ディスペリックス オサケ ユキチュア
フィンランド共和国 ０２１３０ エスポー、メトセンネイドンクヤ １０
(74)代理人　110000855
弁理士法人浅村特許事務所
(72)発明者　ラユネン、ハンナ
フィンランド共和国 ８０１１０ ヨエンスー、レームスティエ ３
(72)発明者　サースタモイネン、トニ
フィンランド共和国 ８０１１０ ヨエンスー、レームスティエ ３

Fターム（参考）　2H199　CA12 CA21 CA45 CA49 CA53 CA66 CA67 CA68 CA82 DA02 DA13 DA18
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　ディスプレイ構造体、ディスプレイ装置、及び車両

(57)【要約】
ディスプレイ構造体（１０００）、ディスプレイ装置、及び車両が開示される。ディスプレイ構造体（１０００）は、導波板（１１００）と、インカップリング・ビーム群（１０２１）をインカップリングするように構成されたインカップリング構造体（１２００）と、インカップリング・ビーム群（１０２１）を受け、回折させて第１の導波ビーム群１０３１及び第２の導波ビーム群（１０３２）を形成するように構成された回折性の射出瞳拡張構造体（１３００）と、射出瞳拡張構造体（１３００）から第１の回折ビーム群（１０４１）及び第２の回折ビーム群（１０４２）を受け、第１の回折ビーム群（１０４１）から及び第２の回折ビーム群（１０４２）からの光をアウトカップリングするように構成された回折性のアウトカップリング構造体（１４００）と、を備える。

FIG. 1



【特許請求の範囲】
【請求項１】
－　導波板（１１００）と、
－　入力ビーム群（１０２０）を、前記導波板（１１００）に対応付けられる環状の導波伝播領域（２００１）内のｋ空間における第１領域（２３１０）を定めるインカップリング・ｋベクトル群（３０２１）に対応付けられるインカップリング・ビーム群（１０２１）として前記導波板（１１００）内にカップリングするように構成されたインカップリング構造体（１２００）と、
－　前記インカップリング・ビーム群（１０２１）を受け、前記インカップリング・ビーム群（１０２１）を回折させて、前記第１領域（２３１０）に存在する第１のｋベクトル群（３０３１）に対応付けられる第１の導波ビーム群（１０３１）、及び前記第１領域（２３１０）と分離した第２領域（２３２０）に存在する第２のｋベクトル群（３０３２）に対応付けられる第２の導波ビーム群（１０３２）を形成するように構成された回折性の射出瞳拡張構造体（１３００）と、
を備えるディスプレイ構造体（１０００）であって、
前記ディスプレイ構造体（１０００）は、前記射出瞳拡張構造体（１３００）から前記第１領域（２３１０）に存在する第１の回折ｋベクトル群（３０４１）に対応付けられる第１の回折ビーム群（１０４１）、及び前記第２領域（２３２０）に存在する第２の回折ｋベクトル群（３０４２）に対応付けられる第２の回折ビーム群（１０４２）を受けるように構成された回折性のアウトカップリング構造体（１４００）を更に備え、
前記アウトカップリング構造体（１４００）は、前記第１の回折ビーム群（１０４１）からの光及び前記第２の回折ビーム群（１０４２）からの光を前記導波板（１１００）の外へカップリングするように構成された、ディスプレイ構造体（１０００）。
【請求項２】
前記射出瞳拡張構造体（１３００）が前記インカップリング・ビーム群（１０２１）を０次回折及び１次回折で回折させて、前記第１の導波ビーム群（１０３１）及び前記第２の導波ビーム群（１０３２）を形成するように構成された、請求項１に記載のディスプレイ構造体（１０００）。
【請求項３】
前記射出瞳拡張構造体（１３００）が、前記第１の導波ビーム群（１０３１）及び前記第２の導波ビーム群（１０３２）を回折させることによって、回折ビームの数を更に増やすように構成された、請求項１又は２に記載のディスプレイ構造体（１０００）。
【請求項４】
前記射出瞳拡張構造体（１３００）が、前記インカップリング・ビーム群（１０２１）を回折させて前記第１の導波ビーム群（１０３１）及び前記第２の導波ビーム群（１０３２）を形成する１次元の射出瞳拡張格子（１３１０）備える、請求項１から３までのいずれかに記載のディスプレイ構造体（１０００）。
【請求項５】
前記第１領域（２３１０）が第１の導光方向（１００１）を定め、前記第２領域（２３２０）が第２の導光方向（１００２）を定め、前記第１の導光方向（１００１）と前記第２の導光方向（１００２）との間の最小角度αが４５°若しくは５５°以上及び／又は６５°若しくは７５°以下である、請求項１から４までのいずれかに記載のディスプレイ構造体（１０００）。
【請求項６】
前記アウトカップリング構造体（１４００）が、前記第１の回折ビーム群（１０４１）及び／又は前記第２の回折ビーム群（１０４２）を回折させて、前記第２領域（２３２０）に存在する第１の追加ｋベクトル群（３０４３）に対応付けられる第１の追加ビーム群（１０４３）、及び／又は前記第１領域（２３１０）に存在する第２の追加ｋベクトル群（３０４４）に対応付けられる第２の追加ビーム群（１０４４）をそれぞれ形成するように更に構成された、請求項１から５までのいずれかに記載のディスプレイ構造体（１００

０）。
【請求項７】
前記アウトカップリング構造体（１４００）が、前記第１の回折ビーム群（１０４１）からの光を前記導波板（１１００）の外へカップリングする第１の周期性と、前記第２の回折ビーム群（１０４２）からの光を前記導波板（１１００）の外へカップリングする第２の周期性と、前記第１の追加ビーム群（１０４３）及び／又は前記第２の追加ビーム群（１０４４）を形成する第３の周期性と、を有する２次元のアウトカップリング格子（１４１０）を備える、請求項６に記載のディスプレイ構造体（１０００）。
【請求項８】
前記インカップリング構造体（１２００）が、前記入力ビーム群（１０２０）を前記導波板（１１００）内にカップリングして、前記インカップリング・ビーム群（１０２１）からの光が非０次回折を受けずに前記アウトカップリング構造体（１４００）に導波されるように構成される、請求項１から７までのいずれかに記載のディスプレイ構造体（１０００）。
【請求項９】
前記インカップリング構造体（１２００）は、前記入力ビーム群（１０２０）を前記第２領域（２３２０）に存在する第２次インカップリングｋベクトル群（３０２２）に対応付けられる第２次インカップリング・ビーム群（１０２２）として前記導波板（１１００）内にカップリングするように更に構成され、
前記射出瞳拡張構造体（１３００）は、前記第２次インカップリング・ビーム群（１０２２）を受け、前記第２次インカップリング・ビーム群（１０２２）を回折させて、前記第１領域（２３１０）に存在する第１の第２次ｋベクトル群（３０３３）に対応付けられる第１の第２次導波ビーム群（１０３３）、及び前記第２領域（２３２０）に存在する第２の第２次ｋベクトル群（３０３４）に対応付けられる第２の第２次導波ビーム群（１０３４）を形成するように構成される、請求項１から８までのいずれかに記載のディスプレイ構造体（１０００）。
【請求項１０】
前記インカップリング構造体（１２００）が、前記入力ビーム群（１０２０）を前記インカップリング・ビーム群（１０２１）及び前記第２次インカップリング・ビーム群（１０２２）として前記導波板（１１００）内にカップリングする２次元のインカップリング格子１２１０）を備える、請求項９に記載のディスプレイ構造体（１０００）。
【請求項１１】
請求項１から１０までのいずれかによるディスプレイ構造体（１０００）を備えるディスプレイ装置（４０００）。
【請求項１２】
シースルー型ディスプレイ装置として実装される、請求項１１に記載のディスプレイ装置（４０００）。
【請求項１３】
携帯型ディスプレイ装置として実装される、請求項１１又は１２に記載のディスプレイ装置（４０００）。
【請求項１４】
車両用ディスプレイ装置として実装される、請求項１１から１３までのいずれかに記載のディスプレイ装置（４０００）。
【請求項１５】
請求項１４による車両用ディスプレイ装置（５１００）を備える車両（５０００）。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本開示は、ディスプレイ装置に関する。詳細には、本開示は、導波板ベースのディスプレイ構造体、そのようなディスプレイ構造体を備えるディスプレイ装置、及びそのような

ディスプレイ装置を備える車両に関する。
【背景技術】
【０００２】
一般に、種々の携帯型ディスプレイ及び車両用ディスプレイにとって、小型のフォーム・ファクタは非常に重要である。フォーム・ファクタを小さくしたディスプレイは、そのようなディスプレイの光学エンジンからの光をユーザの眼へ導波する導波板ベースの構造体を用いて実現されることができる。
【０００３】
通常の光学エンジンにより生成される画像は比較的小さいため、従来の導波板ベースのディスプレイでは、出力画像のサイズを大きくするために瞳複製に基づく射出瞳拡張法が通例用いられる。従来の射出瞳拡張法では、光ビームは、射出瞳拡張構造体、例えば回折格子又は複数連続するビーム・スプリッタを通って第１の方向に伝播するように導波板内にカップリングされ、射出瞳拡張構造体は第１の方向に垂直な第２の方向に伝播する複数の光ビームを形成する。次いで、そのような複数の光ビームからの光が導波板の外へカップリングされて、出力画像を形成する。
【０００４】
このような従来の方法は、種々の携帯型及び車両用ディスプレイを生成するためにうまく用いられてきたものの、通常の射出瞳拡張構造体によって生じる光損失は甚だしく大きくなることがある。このような損失は、射出瞳拡張構造体がインカップリングされた光を反射又は回折させる効率を上げることで、ある程度軽減されることができる。しかし、射出瞳拡張構造体の効率を単に上げても、出力画像において輝度の不均一が生じる恐れがある。
【０００５】
このことに照らして、ディスプレイ装置に関する新しい解決手段を開発することが望ましいであろう。
【発明の概要】
【課題を解決するための手段】
【０００６】
本概要は、以下の詳細な説明で更に記述する選択された諸概念を簡略な形で導入するために記載される。本概要は、特許請求の範囲の主題の枢要な特徴又は不可欠な特徴を特定することを意図するものではなく、また特許請求の範囲の主題の範囲を限定するために用いられることを意図するものでもない。
【０００７】
第１の態様では、ディスプレイ構造体が提供される。ディスプレイ構造体は、導波板と、入力ビーム群を、導波板に対応付けられる環状の導波伝播領域のｋ空間における第１領域を定めるインカップリング・ｋベクトル群に対応付けられるインカップリング・ビーム群として導波板内にカップリングするように構成されたインカップリング構造体と、インカップリング・ビーム群を受け、インカップリング・ビーム群を回折させて、第１領域に存在する第１のｋベクトル群に対応付けられる第１の導波ビーム群、及び第１領域と分離した第２領域に存在する第２のｋベクトル群に対応付けられる第２の導波ビーム群を形成するように構成された回折性の射出瞳拡張構造体と、を備える。ディスプレイ構造体は、射出瞳拡張構造体から第１領域に存在する第１の回折ｋベクトル群に対応付けられる第１の回折ビーム群、及び第２領域に存在する第２の回折ｋベクトル群に対応付けられる第２の回折ビーム群を受けるように構成された回折性のアウトカップリング構造体を更に備え、アウトカップリング構造体は、第１の回折ビーム群からの光及び第２の回折ビーム群からの光を導波板の外へカップリングするように構成される。
【０００８】
第２の態様では、第１の態様によるディスプレイ構造体を備えるディスプレイ装置が提供される。
【０００９】

第３の態様では、第２の態様による車両用ディスプレイ装置を備える車両が提供される。

【００１０】

本開示は、以下の詳細な説明を添付の図面に照らして読むことにより、より理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１】ディスプレイ構造体の部分正射上面図を示す。

【図２】ディスプレイ構造体の作用原理を示す正規化されたｋベクトル図２０００を示す。

【図３】ディスプレイ構造体の作用に関連する種々の回折事象の効果を示す複数のｋベクトル図を示す。

【図４】ディスプレイ装置を示す。

【図５】車両を示す。

【発明を実施するための形態】

【００１２】

具体的に別様の記載が無い限り、上記の図面のいずれの図面も、当該図面の実施の形態のある特定の構造的側面を強調するために当該図面中の任意の要素が当該図面中の他の要素に対して不正確な大きさで描かれるように、一定の縮尺で描かれていない場合がある。

【００１３】

更に、上記の図面のうちの任意の２つの図面の実施の形態における対応する要素は、当該２つの図面の実施の形態のある特定の構造的側面を強調するために、当該２つの図面において互いに大きさが不釣り合いである場合がある。

【００１４】

以下の詳細な説明で検討するディスプレイ構造体及びディスプレイ装置に関して、下記のことに留意されたい。

【００１５】

本明細書において、「ディスプレイ装置」は、画像及び／又はデータを視覚的に表示するための操作可能な出力装置、例えば電子機器を指すことができる。ディスプレイ装置は一般に、画像及び／又はデータを視覚的に表示するために必要又は有用な任意の部品又は要素、例えば電源ユニット、光学エンジン、導波板ベースのコンバイナ光学ユニット等のコンバイナ光学ユニット、アイ・トラッキング・ユニット、ヘッド・トラッキング・ユニット、身振り検知ユニット、及び／又は深さマッピング・ユニットを備えてよい。ディスプレイ装置は、シースルー型ディスプレイ装置として、並びに／或いは携帯型ディスプレイ装置及び／又は車両用ディスプレイ装置として、実装されてもされなくてもよい。

【００１６】

本明細書では、「シースルー型ディスプレイ装置」又は「透明ディスプレイ装置」は、ユーザがディスプレイ装置上に示された画像及び／又はデータを見るとともにディスプレイ装置を通した向こうを見ることができるディスプレイ装置を指すことができる。

【００１７】

本明細書では、「携帯型ディスプレイ装置」は、容易に運送可能なように構成され、並びに／或いは携行及び／又は装着されるように構成されたディスプレイ装置を指すことができる。

【００１８】

更に、「車両用ディスプレイ装置」は、車両内で、例えば当該車両を運転中に使用するように構成されたディスプレイ装置を指すことができる。加えて、又は代わりに、車両用ディスプレイ装置は、車両及び／又は車両の運転と関連付けられる画像及び／又はデータを表示するように構成されたディスプレイ装置を指すことができる。一般に、車両用ディスプレイ装置は、車両に固定された車両搭載型ディスプレイ装置として実装されてもされなくてもよい。

【００１９】
本開示全体にわたって、「ディスプレイ構造体」は、操作可能なディスプレイ装置の少なくとも部分を指すことができる。加えて、又は代わりに、ディスプレイ構造体は、ディスプレイ装置内で用いるのに好適な構造体を指すことができる。
【００２０】
本明細書全体にわたって、「ｋベクトル」又は「波数ベクトル」はｋ空間におけるベクトルを指すことができる。加えて、又は代わりに、ｋベクトルは、特定の伝播方向を有する光ビーム、すなわち光線を表すことができる。一般に、媒質中を伝播する光ビームに対応付けられるｋベクトルは、
【数１】

$$k = n\frac{2\pi}{\lambda_0}$$

と定義される（角）波数によって定まる大きさを持つことができる。ここで、ｎは媒質の屈折率であり、λ_0は真空中の光ビームの波長である。上記の等式に基づいて明らかであるように、光ビームの波長が短くなると、ｋベクトルは大きさが増大する。加えて、ｋベクトルは自身が表す光ビームの伝播方向を指すことができる。上記に照らすと、ｋベクトル
【数２】

$(\boldsymbol{k})$

は、
【数３】

$\boldsymbol{k} = k\hat{\boldsymbol{v}}$

と定義することができる。ここで、ｋは光ビームの波数であり、
【数４】

$\hat{\boldsymbol{v}}$

は光ビームの伝播方向を指す単位ベクトルである。
【００２１】
本明細書では、「ｋ空間」又は「角度空間」は、空間周波数空間解析（ｓｐａｔｉａｌ ｆｒｅｑｕｅｎｃｙ ｓｐａｃｅ ａｎａｌｙｓｉｓ）を用いてｋベクトルを幾何学的点に関係付ける枠組みを指すことができる。加えて、又は代わりに、ｋ空間は導波板に対応付けられる２次元投影空間を指すことができる。ｋ空間において、光が導波板中を伝播する際に発生する任意の回折事象は、並進として表すことができる。ｋ空間の形式を用いて、ディスプレイ構造体の作用は、前記ディスプレイ構造体によって入力ｋベクトル群がｋ空間を移動する様子によって記述されることができる。
【００２２】
一般に、均質な無限媒質中では、全ての伝播方向が許容され、ある特定の波長の全てのｋベクトルの大きさは同じである。従って、均質な無限媒質中のある特定の波長の許容されるｋベクトルによって、ｋ空間中の、半径がｋベクトルの共通の波数で規定される中空の球体が定まる。ｋベクトルの共通の波数は媒質の屈折率に比例するので、中空の球の半径も媒質の屈折率に比例する。
【００２３】
しかし、平面に沿って広がる均質な導波板内では、ある特定の波長の許容されるｋベク

トルは、半径がｋベクトルの共通の波数で規定される密な円盤によって通例表される。このような表現は、先述の中空の球体を、導波板が広がる方向に沿った平面に対応してｋ空間の平面上に投影したものと見ることができる。密な円盤の境界内のどの点も、互いに逆向きで前記平面に垂直な成分を有する２つの許容されるｋベクトルに対応する。例えば、均質な導波板がｘ－ｙ平面に沿って広がる場合、波数ｋのｋベクトルの、平面外成分であるｋ$_z$は、

【数５】

$$k_z = \pm\sqrt{k^2 - k_x^2 - k_y^2}$$

で与えられる。ここで、ｋ$_x$とｋ$_y$とは、それぞれｋベクトルのｘ成分とｙ成分との大きさである。均質な無限媒質の場合と同様に、密な円盤の半径は導波板の屈折率に比例する。

【００２４】

通常、導波板中で許容される全てのｋベクトルが導波板中で導波されるわけではない。導波板は通例、屈折率が導波板よりも小さい媒質に包囲されている。一般に、そのような媒質内で許容されるｋベクトルを表すために、別個の密な円盤を定めることができる。包囲する媒質の屈折率は導波板の屈折率よりも小さいため、包囲する媒質に対応付けられる密な円盤は、導波板に対応付けられる密な円盤よりも半径が小さい。

【００２５】

一般に、このような大きい密な円盤におけるこのような小さい密な円盤の差集合で、すなわち大きい密な円盤と小さい密な円盤との差で定義されるｋ空間中の環状の領域は、導波板に対応付けられる「導波伝播領域」と呼ぶことができる。平面内成分が導波板のこのような導波伝播領域中に存在する全てのｋベクトルは、導波される様式で当該導波板中を伝播することができる。

【００２６】

以上で述べたように、小さい密な円盤は、導波板を包囲する媒質中で許容されるｋベクトルを表す。導波板内に、又は導波板の外へカップリングされる光はこのような包囲する媒質中を伝播可能でなければならないため、平面内成分がこのような小さい密な円盤中に存在するｋベクトルのみが、導波板内に、又は導波板の外へカップリング可能である。従って、導波板を包囲する媒質中で許容されるｋベクトルを表す小さい密な円盤は、当該導波板に関連付けられる「カップリング領域」と呼ぶことができる。

【００２７】

以上に照らして、導波板中で許容されるｋベクトルは、２次元のｋベクトル図を用いてｋ空間に描くことができる。本明細書では、「ｋベクトル図」は、導波板中を伝播する光ビームの導波伝播角度が、当該導波板に対応付けられる環状の導波伝播領域で表されるｋ空間を描いたものを指すことができる。加えて、又は代わりに、ｋベクトル図は、導波板中を伝播する光ビームの非導波伝播角度が、当該導波板に関連付けられるカップリング領域で表されるｋ空間を描いたものを指すことができる。

【００２８】

一般に、導波伝播領域の外側半径は光の波長に反比例し得て、より短波長の光がより広い導波伝播領域に対応付けられ得る。導波伝播領域の幅は導波板中を導波されうるｋベクトルの範囲に影響を与えることができるものの、波長が短くなるにつれて広くなる視野には非分散型導波板であっても一概に対応できない恐れがある。これは視野の角度範囲が波長に反比例するためであり得る。このことを踏まえ、ｋベクトル図は通常正規化されて、真空中の伝播に対応付けられる密な円盤が単位半径で描かれる、すなわち各ｋベクトルをその真空中の波数（ｋ$_0$）、すなわち

【数６】

$$k_0 = \frac{2\pi}{\lambda_0}$$

で割ることによりプロットが正規化されるようになる。

【００２９】

図１は、一実施の形態によるディスプレイ構造体１０００の部分正射上面図を示し、図２は、ディスプレイ構造体１０００の作用原理を示す正規化されたｋベクトル図２０００を示し、図３は、ディスプレイ構造体１０００の作用に関連する種々の回折事象の効果を更に示す複数のｋベクトル図３０００を示す。他の実施の形態では、ディスプレイ構造体は図１～図３の実施の形態のディスプレイ構造体１０００と同一、類似、又は異なるものであってよい。

【００３０】

図１～３の実施の形態では、ディスプレイ構造体１０００は導波板１１００を備える。図１では、導波板１１００は図の平面と平行に広がる。

【００３１】

本開示では、「導波板」は光導波板を指すことができる。加えて、又は代わりに、導波板は、光が当該導波板の厚さ方向に沿って閉じ込められうる２次元の導波板を指すことができる。加えて、又は代わりに、導波板は、光が内部全反射により当該導波板の対向する面の間に閉じ込められうる２次元の導波板を指すことができる。

【００３２】

図１～図３の実施の形態では、ディスプレイ構造体１０００はインカップリング構造体１２００を備える。

【００３３】

本開示全体にわたって、「インカップリング構造体」は、入力ビーム群を導波板中で導波伝播させるために導波板内にカップリングするように構成された構造体を指すことができる。一般に、インカップリング構造体は、例えば１つ若しくは複数の回折格子等の回折光学素子、及び／又は１つ若しくは複数の鏡等の反射光学素子、及び／又は１つ若しくは複数のプリズム等の屈折光学素子を備えてよい。

【００３４】

図１～図３の実施の形態では、導波板１１００は屈折率が可視スペクトル全体にわたって約２であってよい。他の実施の形態では、導波板は屈折率が任意の好適な分散特性を有する任意の好適なものであってよい。

【００３５】

導波板１１００は、屈折率が可視スペクトル全体にわたって約１である空気で包囲することができる。従って、光は対向する空気－ガラス界面間の導波板１１００中で導波することができる。他の実施の形態では、光は任意の好適な界面、例えば空気－ガラス界面間の導波板中で導波することができる。

【００３６】

図１で模式的に示すように、図１～図３の実施の形態のインカップリング構造体１２００は、入力ビーム群１０２０をインカップリング・ビーム群１０２１として導波板１１００内にカップリングするように構成される。

【００３７】

本明細書では、「入力ビーム群」は、インカップリング構造体へ導かれ、入力画像に相当する光ビーム群を指すことができる。加えて、又は代わりに、入力ビーム群は、ディスプレイ構造体のインカップリング構造体に向かって当該ディスプレイ構造体の視野を定める立体角で伝播する光ビーム群を指すことができる。加えて、又は代わりに、入力ビーム群は、導波板に関連付けられるカップリング領域に存在する入力ｋベクトル群に対応付けられる光ビーム群を指すことができる。

【００３８】

更に、「インカップリング・ビーム群」は、インカップリング構造体により導波板内にカップリングされた光ビーム群を指すことができる。加えて、又は代わりに、インカップリング・ビーム群は、画像に相当し且つ導波板中を導波される様式で伝播する光ビーム群を指すことができる。加えて、又は代わりに、インカップリング・ビーム群は、導波板に対応付けられる導波伝播領域に存在するインカップリング・ｋベクトル群に対応付けられる光ビーム群を指すことができる。

【００３９】

加えて、又は代わりに、インカップリング・ビーム群及び／又は入力ビーム群は、画像の視野に対応する場合がある。画像は、例えば、ユーザに表示される画像を含むことができる。

【００４０】

図１～図３の実施の形態の入力ビーム群１０２０とインカップリング・ビーム群１０２１は、入力ｋベクトル群３０２０とインカップリング・ｋベクトル群３０２１とにそれぞれ対応付けられる。

【００４１】

図３の複数のｋベクトル図３０００において、入力ｋベクトル群３０２０は、第１のｋベクトル図３１００に点の群として模式的に図示され、インカップリング・ｋベクトル群３０２１は、第２のｋベクトル図３２００に点の群として模式的に図示され、入力ビーム群１０２０をインカップリング・ビーム群１０２１として導波板１１００内にカップリングすることは、第１のｋベクトル図３１００から第２のｋベクトル図３２００に伸びる矢印として模式的に表される。

【００４２】

図２及び図３に基づいて明らかであるように、入力ｋベクトル群３０２０とインカップリング・ｋベクトル群３０２１は、インカップリング領域２１００と第１領域２３１０とにそれぞれ存在する。第１領域２３１０は、導波板１１００に対応付けられる環状の導波伝播領域２００１内に位置し、他方でインカップリング領域２１００は、導波伝播領域２００１に包囲されるカップリング領域２００２内に存在する。

【００４３】

図１～図３の実施の形態では、インカップリング領域２１００は、カップリング領域２００２の中央に配置される。他の実施の形態では、インカップリング領域は、カップリング領域内に任意の好適な様式で、例えばその中央に又は中央から外れて配置することができる。

【００４４】

本明細書では、「第１領域」は、導波板に対応付けられる導波伝播領域内に位置する、ｋ空間における領域を指すことができる。加えて、又は代わりに、第１領域は、インカップリング構造体により導波板内にカップリングされたインカップリング・ｋベクトル群により定められる、ｋ空間における領域を指すことができる。本明細書では、「インカップリング・ｋベクトル群により定められる、ｋ空間における領域」は、当該インカップリング・ｋベクトル群を表す点の各々を含む、導波板に対応付けられる導波伝播領域内の最小非空連結開集合を指すことができる。

【００４５】

図１～図３の実施の形態では、ディスプレイ構造体１０００は、回折性の射出瞳拡張構造体１３００を更に備える。

【００４６】

本明細書において、「回折性」の構造体は、回折光学素子を備える当該構造体を指すことができる。本明細書では、「回折光学素子」は、作用が光の回折に基づく光学素子を指すことができる。一般に、回折光学素子は、少なくとも１つの寸法が可視光波長のオーダーである、例えば少なくとも１つの寸法が１マイクロメートルより小さい構造的特徴を備えてよい。回折光学素子の典型例としては、単一領域回折格子として又は複数領域回折格子として実装されることができる回折格子、例えば１次元の回折格子及び２次元の回折格

子が挙げられる。回折格子は一般に、少なくとも表面レリーフ型回折格子又は体積ホログラム型回折格子として実装されることができ、透過型回折格子及び／又は反射型回折格子として機能するように構成されることができる。

【００４７】

更に「射出瞳拡張」又は「ＥＰＥ（ｅｘｉｔ　ｐｕｐｉｌ　ｅｘｐａｎｓｉｏｎ）」は、導波板中の光を制御された様式で分配し、光のアウトカップリングが起こる当該導波板の部分を拡張する過程を指すことができる。一般に、射出瞳拡張は、複数の射出サブ瞳が結像系に形成される、所謂「瞳複製」方式を用いる導波板ベースのディスプレイ構造体において行われることができる。従って、「射出瞳拡張構造体」は、例えば瞳複製による射出瞳拡張のために好適である又は構成された構造体を指すことができる。

【００４８】

図１に模式的に示すように、図１～図３の実施の形態の射出瞳拡張構造体１３００は、インカップリング・ビーム群１０２１を受け、インカップリング・ビーム群１０２１を回折させて、第１の導波ビーム群１０３１及び第２の導波ビーム群１０３２を形成するように構成される。

【００４９】

インカップリング・ビーム群及び／又は入力ビーム群が画像の視野に対応する場合、第１の導波ビーム群１０３１及び第２の導波ビーム群１０３２も画像の視野に対応することができる。従って、射出瞳拡張構造体１３００は、画像の全視野のコピーを生成することができる。これにより、第１の導波ビーム群１０３１及び第２の導波ビーム群１０３２は画像の全視野のコピーを備えることができる。

【００５０】

図１～図３の実施の形態において、第１の導波ビーム群１０３１は、第１のｋベクトル群３０３１に対応付けられ、第２の導波ビーム群１０３２は、第２のｋベクトル群３０３２に対応付けられる。図３の複数のｋベクトル図３０００において、第１のｋベクトル群３０３１及び第２のｋベクトル群３０３２は、第３のｋベクトル図３３００に点の群として描かれ、インカップリング・ビーム群１０２１が射出瞳拡張構造体１３００により回折して、第１の導波ビーム群１０３１及び第２の導波ビーム群１０３２を形成することは、第２のｋベクトル図３２００から第３のｋベクトル図３３００に伸びる矢印として模式的に表される。図２及び図３に示すように、第１のｋベクトル群３０３１は第１領域２３１０に存在し、第２のｋベクトル群３０３２は第１領域２３１０と分離した第２領域２３２０に存在し、導波伝播領域２００１内に配置される。

【００５１】

図１～図３の実施の形態の第１領域２３１０及び第２領域２３２０は、図２のｋベクトル図２０００におけるk_x／k_0軸に関して対称に配置される。他の実施の形態では、第１領域及び第２領域は、導波板に対応付けられるｋベクトル図の原点を通って伸びる線に関して対称に配置されてもされなくてもよい。例えば、いくつかの実施の形態では、第１領域及び第２領域の一方は、導波板に対応付けられるｋベクトル図の原点から第１の半径距離に配置されることができ、前記第１領域及び前記第２領域の他方は、前記原点から、前記第１の半径距離に対して異なる、すなわち大きい又は小さい第２の半径距離に配置されることができる。

【００５２】

図１～図３の実施の形態のディスプレイ構造体１０００は、回折性のアウトカップリング構造体１４００を更に備える。

【００５３】

本開示では、「アウトカップリング構造体」は、光を導波板の外へカップリングするように構成された構造体を指すことができる。

【００５４】

図１に図式的に示すように、図１～図３の実施の形態のアウトカップリング構造体１４００は、射出瞳拡張構造体１３００から第１の回折ビーム群１０４１及び第２の回折ビー

ム群１０４２を受けるように構成されている。
【００５５】
本明細書全体にわたって、「第１の回折ビーム群」及び「第２の回折ビーム群」は、アウトカップリング構造体が射出瞳拡張構造体から受けるビーム群であって、前記第１の回折ビーム群がｋ空間中の第１領域に存在する第１の回折ｋベクトル群に、前記第２の回折ビーム群が前記第１領域と分離した第２領域に存在する第２のｋベクトル群に対応付けることができるビーム群を指すことができる。加えて、又は代わりに、「第１の回折ビーム群」は、インカップリング・ビーム群からの光及び／又はインカップリング構造体により導波板内にカップリングされた第２次インカップリング・ビーム群からの光を含むビーム群を指すことができる。
【００５６】
第１の回折ビーム群１０４１と第２の回折ビーム群１０４２は、それぞれ第１の回折ｋベクトル群３０４１と第２の回折ｋベクトル群３０４２とに対応付けられる。図３の複数のｋベクトル図３０００において、第１の回折ｋベクトル群３０４１及び第２の回折ｋベクトル群３０４２は、第４のｋベクトル図３４００に点の群として描かれ、第１の回折ビーム群１０４１及び第２の回折ビーム群１０４２の射出瞳拡張構造体１３００からアウトカップリング構造体１４００への伝播は、第３のｋベクトル図３３００から第４のｋベクトル図３４００に伸びる矢印として模式的に表される。図２及び図３に示すように、第１の回折ｋベクトル群３０４１は第１領域２３１０に存在し、第２の回折ｋベクトル群３０４２は第２領域２３２０に存在する。
【００５７】
図１～図３の実施の形態では、アウトカップリング構造体１４００は、第１の回折ビーム群１０４１からの光及び第２の回折ビーム群１０４２からの光を導波板１１００の外へカップリングするように更に構成されている。一般に、アウトカップリング構造体が、ｋ空間の第１領域に存在する第１の回折ｋベクトル群に対応付けられる第１の回折ビーム群及び前記第１領域と分離した第２領域に存在する第２の回折ｋベクトル群に対応付けられる第２の回折ビーム群の双方からの光をアウトカップリングするように構成されることで、射出瞳拡張に関連する光損失を軽減することができる。
【００５８】
図３の複数のｋベクトル図３０００において、アウトカップリング構造体１４００によって導波板１１００の外へカップリングされる光に対応するｋベクトルは、第５のｋベクトル図３５００に点の群として模式的に図示され、光のアウトカップリングは、第４のｋベクトル図３４００から第５のｋベクトル図３５００に伸びる矢印として模式的に表される。図２及び図３に示すように、アウトカップリング構造体１４００によって導波板１１００の外へカップリングされる光に対応するｋベクトルは、カップリング領域２００２内に配置されるアウトカップリング領域２２００に存在する。
【００５９】
図１～図３の実施の形態では、アウトカップリング領域２２００は、カップリング領域２００２の中央に配置される。他の実施の形態では、アウトカップリング領域は、カップリング領域内に任意の好適な様式で、例えばその中央に又は中央から外れて配置されることができる。いくつかの実施の形態では、アウトカップリング領域は、インカップリング領域と位置を合わせられることができる。
【００６０】
図２の正規化されたｋベクトル図２０００では、インカップリング・ビーム群１０２１の射出瞳拡張構造体１３００による回折は、第１領域２３１０から第２領域２３２０に伸びる基本射出瞳拡張格子ｋベクトル
【数７】

$$(\boldsymbol{G}^{EPE})$$

として表される。従って、射出瞳拡張構造体１３００は、インカップリング・ビーム群１０２１を０次回折で回折させて第１の導波ビーム群１０３１を形成し、１次回折
【数８】

$(\boldsymbol{G}^{EPE})$

で回折させて第２の導波ビーム群１０３２を形成するように構成されている。一般に、射出瞳拡張構造体が、インカップリング・ビーム群を０次回折及び１次回折で回折させて、第１の導波ビーム群及び第２の導波ビーム群を形成するように構成されていることで、射出瞳拡張に関連する光損失を更に容易に軽減するようにできる。

【００６１】

本明細書では、「格子ｋベクトル」は、ｋベクトルで表される光ビームの伝播方向に対する回折光学素子の効果を表す、ｋ空間中のベクトルを指すことができる。加えて、又は代わりに、回折光学素子と対応付けられる格子ｋベクトルは、前記光ビームの伝播に対する前記回折光学素子の効果を表すために、光ビームと対応付けられるｋベクトルの平面内成分に足すことができる、ｋ空間中のベクトルを指すことができる。

【００６２】

一般に、回折光学素子は、導波板内に及び／又は導波板の外へ光ビームをカップリングするために、並びに／或いは前記導波板内の前記光ビームの伝播方向を変えるために用いることができる。回折光学素子の効果を表す格子ｋベクトルの大きさ及び方向は、当該回折光学素子の特性によって決まる。具体的には、基本格子ベクトルは、回折光学素子のそれぞれの周期性方向と対応付けることができ、それぞれの基本格子ベクトルの方向及び大きさは、自らが対応付けられる周期性方向における前記回折光学素子の方向及びピッチによって決定される。次に、回折光学素子の高次格子ベクトルは、回折光学素子の基本格子ベクトルの整数の線形結合として表現することができる。例えば、回折光学素子が第１の方向の第１の周期性及び第２の方向の第２の周期性を有するとすると、第１の基本格子ベクトル
【数９】

$\boldsymbol{G}_1$

と第２の基本格子ベクトル
【数１０】

$\boldsymbol{G}_2$

は、第１の方向と第２の方向とに対応付けることができ、
【数１１】

$\boldsymbol{G}_1+\boldsymbol{G}_2, \boldsymbol{G}_1-\boldsymbol{G}_2, -2\boldsymbol{G}_2$ 及び $3\boldsymbol{G}_2$

等の高次格子ベクトルは、基本格子ベクトルに基づいて定めることができる。

【００６３】

本明細書全体にわたって、「Ｎ次回折」、例えば１次回折又は２次回折は、正のＮ次回折及び／又は負のＮ次回折を指すことができる。加えて、又は代わりに、構造体が「ビーム群をＮ次回折で回折させる」ように構成されているとは、当該構造体が格子ｋベクトル
【数１２】

$\pm N\boldsymbol{G}^f$

で表せる様式で当該ビーム群を回折させるように構成されていることを指すことができる。ここで、

【数１３】

$$G^f$$

は、当該構造体の回折光学素子の基本格子ｋベクトルである。

【００６４】

他の実施の形態では、射出瞳拡張構造体は、インカップリング・ビーム群を０次回折及び１次回折で回折させて第１の導波ビーム群及び第２の導波ビーム群を形成するように構成されてもされなくてもよい。例えば、いくつかの実施の形態では、射出瞳拡張構造体はインカップリング・ビーム群を０次回折で回折させて第１の導波ビーム群を形成し、２次回折で回折させて第２の導波ビーム群を形成するように構成されることができる。このような実施の形態では、前記射出瞳拡張構造体は、前記インカップリング・ビーム群を１次回折で回折させて、第１領域及び第２領域の各々と分離した第３領域に存在する第３のｋベクトル群に対応付けられる第３の導波ビーム群を形成するように構成されることができる。いくつかのこのような実施の形態では、アウトカップリング構造体は、前記射出瞳拡張構造体から前記第３領域に存在する第３の回折ｋベクトル群に対応付けられる第３の回折ビーム群を受け、前記第３の回折ビーム群からの光から、光を導波板の外へカップリングするように構成されることができる。

【００６５】

図１に模式的に示すように、図１～図３の実施の形態の射出瞳拡張構造体１３００は、第１の導波ビーム群１０３１及び第２の導波ビーム群１０３２を回折させることで、回折するビームの数を更に増やすように構成される。一般に、射出瞳拡張構造体が第１の導波ビーム群及び第２の導波ビーム群を回折させることで回折するビームの数を更に増やすように構成されることによって、アウトカップリング構造体全体にわたる空間像の輝度ばらつきを容易に軽減するようにできる。他の実施の形態では、射出瞳拡張構造体はそのように構成されてもされなくてもよい。例えば、いくつかの実施の形態では、射出瞳拡張構造体は、特定の回折次数に対する回折効率を最小化することで、第２の導波ビーム群の回折を抑制するように構成されることができる。

【００６６】

図１～図３の実施の形態では、射出瞳拡張構造体１３００は、インカップリング・ビーム群１０２１を回折させて第１の導波ビーム群１０３１及び第２の導波ビーム群１０３２を形成する１次元の射出瞳拡張格子１３１０を備える。一般に、射出瞳拡張構造体が１次元の射出瞳拡張格子を備えることで、当該射出瞳拡張構造体を容易に形成するようにできる。加えて、又は代わりに、射出瞳拡張構造体が１次元の射出瞳拡張格子を備えることで、射出瞳拡張に関連する光損失を軽減するために、インカップリング・ビーム群からの光を特定の回折次数に容易に導くようにできる。

【００６７】

他の実施の形態では、射出瞳拡張構造体は、１次元の射出瞳拡張格子を備えても備えなくてもよい。例えば、いくつかの実施の形態では、射出瞳拡張構造体は、２次元の回折性の射出瞳拡張素子を備えてよい。いくつかのこのような実施の形態では、前記射出瞳拡張素子は、インカップリング・ビーム群を回折させて第１の導波ビーム群及び第２の導波ビーム群を形成する、第１次方向に沿った第１次周期性、並びに第１次方向と異なる第２次方向に沿った第２次周期性を有してもよい。いくつかのそのような実施の形態では、前記第２次周期性は、前記射出瞳拡張構造体が受けた光が前記第２次方向に沿って回折しないようにするピッチによって定められることができる。

【００６８】

図１～図３の実施の形態では、第１領域２３１０が第１の導光方向１００１を定め、第２領域２３２０が第２の導光方向１００２を定め、第１の導光方向１００１と第２の導光

方向１００２との間の最小角度（α）が約６０°である。一般に、第１の導光方向と第２の導光方向との間の角度が小さくなると、アウトカップリング構造体を通過して、又はアウトカップリング構造体内にわたって伝播する光に起因する光損失が軽減できるが、第１の導光方向と第２の導光方向との間の角度が大きくなると、射出瞳拡張構造体のサイズを容易に小さくできる。他の実施の形態では、任意の好適な最小角度、例えば４５°若しくは５５°以上及び／又は６５°若しくは７５°以下の最小角度が第１の導光方向と第２の導光方向との間に存在してよい。

【００６９】

本明細書では、導波板に対応付けられる導波伝播領域内に位置するｋ空間におけるある領域が「導光方向を定める」とは、前記導波板がある平面に沿って横方向に広がっていること、及び前記領域が、前記平面に沿った前記導光方向を定める特徴となる点、例えば前記領域の図心を含むことを指すことができる。

【００７０】

図１に模式的に示すように、図１～図３の実施の形態のアウトカップリング構造体１４００は、第１の回折ビーム群１０４１と第２の回折ビーム群１０４２を回折させて、第１の追加ビーム群１０４３と第２の追加ビーム群１０４４をそれぞれ形成するように構成される。

【００７１】

第１の追加ビーム群１０４３と第２の追加ビーム群１０４４は、第１の追加ｋベクトル群３０４３と第２の追加ｋベクトル群３０４４とにそれぞれ対応付けられる。図３の複数のｋベクトル図３０００において、第１の追加ｋベクトル群３０４３と第２の追加ｋベクトル群３０４４は、それぞれ第２の回折ｋベクトル群３０４２と第１の回折ｋベクトル群３０４１とを示す点の群上に重なる点の群として第４のｋベクトル図３４００に描かれる。図２及び図３に示すように、第１の追加ｋベクトル群３０４３は第２領域２３２０に存在し、第２の追加ｋベクトル群３０４４は第１領域２３１０に存在する。

【００７２】

一般に、アウトカップリング構造体が、第１の回折ビーム群及び／又は第２の回折ビーム群を回折させて、第２領域に存在する第１の追加ｋベクトル群に対応付けられる第１の追加ビーム群及び／又は第１領域に存在する第２の追加ｋベクトル群に対応付けられる第２の追加ビーム群をそれぞれ形成するように構成されることによって、アウトカップリング構造体全体にわたる空間像の輝度ばらつきを容易に軽減するようにできる。他の実施の形態では、アウトカップリング構造体はそのように構成されてもされなくてもよい。

【００７３】

図１～図３の実施の形態では、アウトカップリング構造体１４００は、第１の回折ビーム群１０４１からの光を導波板１１００の外へカップリングする第１の周期性と、第２の回折ビーム群１０４２からの光を導波板１１００の外へカップリングする第２の周期性と、第１の追加ビーム群１０４３及び第２の追加ビーム群１０４４を形成する第３の周期性と、を有する２次元のアウトカップリング格子１４１０を備える。

【００７４】

一般に、アウトカップリング構造体が第１の回折ビーム群からの光を導波板の外へカップリングする第１の周期性、第２の回折ビーム群からの光を前記導波板の外へカップリングする第２の周期性、並びに第１の追加ビーム群及び／又は第２の追加ビーム群を形成する第３の周期性を有する２次元のアウトカップリング格子を備えることによって、単一面（ｓｉｎｇｌｅ－ｓｉｄｅｄ）製法でのアウトカップリング構造体の形成を可能にしてもよい。

【００７５】

他の実施の形態では、アウトカップリング構造体は、このような２次元のアウトカップリング格子を備えても備えなくてもよい。例えば、いくつかの実施の形態では、アウトカップリング構造体は第１の回折ビーム群及び／又は第２の回折ビーム群を回折させて、第１の追加ビーム群及び／又は第２の追加ビーム群をそれぞれ形成するように構成されるが

、前記アウトカップリング構造体は、第１の回折ビーム群と第２の回折ビーム群の双方からの光を導波板の外へカップリングし、第１の追加ビーム群及び／又は第２の追加ビーム群を形成する、少なくとも部分的には横方向に互いに重なり合う少なくとも２つの回折光学素子を備えてよい。

【００７６】

図２の正規化されたｋベクトル図２０００では、第１の回折ビーム群１０４１からの光を導波板１１００の外へカップリングすることは、第１領域２３１０からアウトカップリング領域２２００に伸びる基本第１次アウトカップリング格子ｋベクトル

【数１４】

$$\boldsymbol{G}_1^{OC}$$

として表される。同様に、第２の回折ビーム群１０４２からの光を導波板１１００の外へカップリングすることは、第２領域２３２０からアウトカップリング領域２２００に伸びる基本第２次アウトカップリング格子ｋベクトル

【数１５】

$$\boldsymbol{G}_2^{OC}$$

として表される。従って、アウトカップリング構造体１４００は、第１の回折ビーム群１０４１からの光及び第２の回折ビーム群１０４２からの光を１次回折

【数１６】

$$(\boldsymbol{G}_1^{OC}, \boldsymbol{G}_2^{OC})$$

によって導波板１１００の外へ回折させるように構成されている。他の実施の形態では、アウトカップリング構造体は、第１の回折ビーム群からの光及び／又は第２の回折ビーム群からの光を１次回折によって導波板の外へ回折させるように構成されてもされなくてもよい。

【００７７】

更に、図２の正規化されたｋベクトル図２０００では、第１の回折ビーム群１０４１を回折させて第１の追加ビーム群１０４３を形成することは、第１領域２３１０から第２領域２３２０に伸びる基本第３次アウトカップリング格子ｋベクトル

【数１７】

$$\boldsymbol{G}_3^{OC}$$

として表される。これに対応して、第２の回折ビーム群１０４２を回折させて第２の追加ビーム群１０４４を形成することは、

【数１８】

$$\boldsymbol{G}_3^{OC}$$

の反転、すなわち第２領域２３２０から第１領域２３１０に伸びる

【数１９】

$$-\boldsymbol{G}_3^{OC}$$

で表されることができよう。従って、アウトカップリング構造体１４００は、第１の回折ビーム群１０４１と第２の回折ビーム群１０４２を回折させて、１次回折

【数２０】

$$(\boldsymbol{G}_3^{OC}, -\boldsymbol{G}_3^{OC})$$

によって第１の追加ビーム群１０４３と第２の追加ビーム群１０４４とをそれぞれ形成するように構成されている。他の実施の形態では、アウトカップリング構造体は、第１の回折ビーム群と第２の回折ビーム群を回折させて、１次回折によって第１の追加ビーム群と第２の追加ビーム群をそれぞれ形成するように構成されてもされなくてもよい。

【００７８】

図１においてインカップリング構造体１２００から射出瞳拡張構造体１３００を通ってアウトカップリング構造体１４００に伸びる直線の実線矢印で模式的に示すように、インカップリング構造体１２００は、入力ビーム群１０２０を導波板１１００内にカップリングして、インカップリング・ビーム群１０２１からの光が非０次回折を受けずにアウトカップリング構造体１４００に導波されるように構成されている。一般に、インカップリング構造体がこのような様式で構成されることにより、射出瞳拡張に関連する光損失を更に軽減することができる。

【００７９】

他の実施の形態では、インカップリング構造体は、入力ビーム群を導波板内にカップリングして、インカップリング・ビーム群からの光が非０次回折を受けずにアウトカップリング構造体に導波されるように構成してもしなくてもよい。例えば、いくつかの実施の形態では、インカップリング構造体は、入力ビーム群を導波板内にカップリングして、インカップリング・ビーム群からの光が非０次回折によってのみ導波され、射出瞳拡張構造体を通過して導波されるように構成されることができる。一般にこのような配置によって、アウトカップリング構造体全体にわたる空間像の輝度ばらつきを容易に軽減するようにできる。

【００８０】

図１においてインカップリング構造体１２００から伸びる破線矢印で模式的に示すように、図１～図３の実施の形態のインカップリング構造体１２００は、入力ビーム群１０２０を第２次インカップリング・ビーム群１０２２として導波板１１００内にカップリングするように構成されることができる。

【００８１】

図１～図３の実施の形態の第２次インカップリング・ビーム群１０２２は、第２次インカップリング・ｋベクトル群３０２２に対応付けられることができる。図３の複数のｋベクトル図３０００において、第２次インカップリング・ｋベクトル群３０２２は、第６のｋベクトル図３６００に点の群として模式的に図示され、入力ビーム群１０２０を導波板１１００内に第２次インカップリング・ビーム群１０２２としてカップリングすることは、第１のｋベクトル図３１００から第６のｋベクトル図３６００に伸びる破線矢印として模式的に表される。図２及び図３に示すように、第２次インカップリング・ｋベクトル群３０２２は、第２領域２３２０に存在する。

【００８２】

他の実施の形態では、インカップリング構造体は、入力ビーム群を第２領域に存在する第２次インカップリングｋベクトル群に対応付けられる第２次インカップリング・ビーム群として導波板内にカップリングするように構成されてもされなくてもよい。

【００８３】

一般に、ディスプレイ構造体及び／又はその任意の部分は、第２次インカップリング・ビーム群からの光の伝播を、インカップリング・ビーム群からの光の伝播を制御する様式に相当する様式で制御するように構成されてもされなくてもよい。

【００８４】

例えば、図１において破線矢印を用いて模式的に示すように、回折性の射出瞳拡張構造体１３００は、第２次インカップリング・ビーム群１０２２を受け、第２次インカップリ

ング・ビーム群１０２２を回折させて、第１の第２次導波ビーム群１０３３及び第２の第２次導波ビーム群１０３４を形成するように構成されることができる。

【００８５】

第１の第２次導波ビーム群１０３３と第２の第２次導波ビーム群１０３４は、第１の第２次ｋベクトル群３０３３と第２の第２次ｋベクトル群３０３４とにそれぞれ対応付けられることができる。図３の複数のｋベクトル図３０００において、第１の第２次ｋベクトル群３０３３及び第２の第２次ｋベクトル群３０３４は、第７のｋベクトル図３７００に点の群として描かれ、第２次インカップリング・ビーム群１０２２が射出瞳拡張構造体１３００により回折して、第１の第２次導波ビーム群１０３３及び第２の第２次導波ビーム群１０３４を形成することは、第６のｋベクトル図３６００から第７のｋベクトル図３７００に伸びる破線矢印として模式的に表される。

【００８６】

一般に、回折性の射出瞳拡張構造体がインカップリング構造体から第２次インカップリング・ビーム群を受け、前記第２次インカップリング・ビーム群を回折させて、第１領域に存在する第１の第２次ｋベクトル群に対応付けられる第１の第２次導波ビーム群及び第２領域に存在する第２の第２次ｋベクトル群に対応付けられる第２の第２次導波ビーム群を形成するように構成されることによって、アウトカップリング構造体全体にわたる空間像の輝度ばらつきを容易に軽減するようにできる。

【００８７】

インカップリング構造体が入力ビーム群を第２領域に存在する第２次インカップリングｋベクトル群に対応付けられる第２次インカップリング・ビーム群として導波板内にカップリングするように構成される他の実施の形態では、射出瞳拡張構造体は、前記第２次インカップリング・ビーム群を受け、前記第２次インカップリング・ビーム群を回折させて、第１領域に存在する第１の第２次ｋベクトル群に対応付けられる第１の第２次導波ビーム群及び第２領域に存在する第２の第２次ｋベクトル群に対応付けられる第２の第２次導波ビーム群を形成するように構成されてもされなくてもよい。

【００８８】

図２の正規化されたｋベクトル図２０００では、第２次インカップリング・ビーム群１０２２を射出瞳拡張構造体１３００によって回折させることは、

【数２１】

$$\boldsymbol{G}^{EPE}$$

の反転、すなわち

【数２２】

$$-\boldsymbol{G}^{EPE}$$

として表されることができよう。従って、射出瞳拡張構造体１３００は、第２次インカップリング・ビーム群１０２２を１次回折

【数２３】

$$(-\boldsymbol{G}^{EPE})$$

で回折させて第１の第２次導波ビーム群１０３３を形成し、０次回折で回折させて第２の第２次導波ビーム群１０３４を形成するように構成されている。他の実施の形態では、射出瞳拡張構造体は、第２次インカップリング・ビーム群を１次回折で回折させて第１の第２次導波ビーム群を形成し、０次回折で回折させて第２の第２次導波ビーム群を形成するように構成されてもされなくてもよい。

【００８９】

図１～図３の実施の形態では、インカップリング構造体１２００は、入力ビーム群１０２０を導波板１１００内にカップリングするインカップリング格子１２１０を含む。他の実施の形態では、インカップリング構造体はこのようなインカップリング格子を備えても備えなくてもよい。例えば、いくつかの実施の形態では、インカップリング構造体は、インカップリング格子に加えて、又はその代わりに、１つ若しくは複数の鏡等の反射光学素子、及び／又は１つ若しくは複数のプリズム等の屈折光学素子を備えてよい。

【００９０】

図１～図３の実施の形態のインカップリング格子１２１０は、入力ビーム群１０２０をインカップリング・ビーム群１０２１及び第２次インカップリング・ビーム群１０２２として導波板１１００内にカップリングするように構成された２次元格子として実装されることができる。一般に、インカップリング構造体が、入力ビーム群をインカップリング・ビーム群及び第２次インカップリング・ビーム群として導波板内にカップリングする２次元のインカップリング格子を備えることによって、アウトカップリング構造体全体にわたる空間像の輝度ばらつきを容易に軽減するようにできる。インカップリング構造体が入力ビーム群を第２領域に存在する第２次インカップリングｋベクトル群に対応付けられる第２次インカップリング・ビーム群として導波板内にカップリングするように構成される他の実施の形態では、前記インカップリング構造体は２次元のインカップリング格子を備えても備えなくもよい。例えば、いくつかの実施の形態では、インカップリング構造体は、入力ビーム群をインカップリング・ビーム群として導波板内にカップリングする第１のインカップリング素子、例えば回折光学素子、反射光学素子又は屈折光学素子、並びに前記入力ビーム群を第２次インカップリング・ビーム群として前記導波板内にカップリングする第２のインカップリング素子、例えば回折光学素子、反射光学素子又は屈折光学素子を備えてよい。このような実施の形態では、前記第１のインカップリング素子及び前記第２のインカップリング素子は、少なくとも部分的には横方向に互いに重なり合うように配置されてもされなくてもよい。

【００９１】

図２の正規化されたｋベクトル図２０００では、入力ビーム群１０２０をインカップリング・ビーム群１０２１として導波板１１００内にカップリングすることは、インカップリング領域２１００から第１領域２３１０に伸びる基本第１次インカップリング格子ｋベクトル

【数２４】

$$(\boldsymbol{G}_1^{IC})$$

として表されるが、入力ビーム群１０２０を第２次インカップリング・ビーム群１０２２として導波板１１００内にカップリングすることは、インカップリング領域２１００から第２領域２３２０に伸びる基本第２次インカップリング格子ｋベクトル

【数２５】

$$(\boldsymbol{G}_2^{IC})$$

として表される。従って、インカップリング構造体１２００は、入力ビーム群１０２０を１次回折

【数２６】

$$(\boldsymbol{G}_1^{IC}, \boldsymbol{G}_2^{IC})$$

で回折させて、インカップリング・ビーム群１０２１及び第２次インカップリング・ビーム群１０２２を形成するように構成されている。他の実施の形態では、インカップリング構造体は、入力ビーム群を１次回折で回折させて、インカップリング・ビーム群及び／又

は第２次インカップリング・ビーム群を形成するように構成されてもされなくてもよい。
【００９２】
図１～図３の実施の形態では、インカップリング格子１２１０、射出瞳拡張格子１３１０及びアウトカップリング格子１４１０は、導波板１１００の厚さ方向に沿って広がる仮想的な横断面１００３に関して対称に配置される。図１では、横断面１００３は図の平面に垂直に広がる。他の実施の形態では、インカップリング格子、射出瞳拡張格子及びアウトカップリング格子は、導波板の厚さ方向に沿って広がる横断面に関して対称に配置されてもされなくてもよい。
【００９３】
インカップリング格子１２１０、射出瞳拡張格子１３１０及びアウトカップリング格子１４１０を含む、ディスプレイ構造体１０００中の任意の回折光学素子は、少なくとも部分的にナノインプリント・リソグラフィを用いて形成されることができる。他の実施の形態では、任意の好適な製造法、例えばナノインプリント・リソグラフィ及び／又は電子線リソグラフィを用いることができる。
【００９４】
以上で述べた第１の態様の実施の形態は、互いに組み合わせて使用されることができることを理解されたい。いくつかの実施の形態は、組み合わされて更なる実施の形態を形成することができる。
【００９５】
以上では、主にディスプレイ構造体に関連する特徴を検討している。以下では、ディスプレイ装置に関連する態様により重点を置く。実装方法、定義、詳細及び利点について以上で述べていることは、必要な変更が加えられた上で、以下で検討するディスプレイ装置に該当する。逆も同様に該当する。
【００９６】
図４は一実施の形態によるディスプレイ装置４０００を示す。図４の実施の形態は、図１～図３のうちの任意のものを参照して又はそれらと併せて開示されている実施の形態のうちの任意のものに拠ることができる。加えて、又は代わりに、図４に明示的に示していないものの、図４の実施の形態又はその任意の部分は、一般に図１～図３の実施の形態の任意の特徴及び／又は要素を備えてよい。
【００９７】
図４の実施の形態では、ディスプレイ装置４０００は頭部装着シースルー型ディスプレイ装置、より具体的には、シースルー型ディスプレイを備えるメガネとして実装される。他の実施の形態では、ディスプレイ装置は任意の好適な様式で、例えば携帯型ディスプレイ装置及び／又は車両用ディスプレイ装置として実装されることができるが、この装置はシースルー型ディスプレイ装置として更に実装されてもされなくてもよい。いくつかの実施の形態では、ディスプレイ装置は、具体的には頭部装着型ディスプレイ装置として実装されることができる。
【００９８】
本明細書では、「頭部装着型ディスプレイ装置」は、ヘッドギアの部品の一部として頭部に、及び／又は眼部に若しくは眼部から浮いた形で装着されるように構成された携帯型ディスプレイ装置を指すことができる。一般に、頭部装着型ディスプレイ装置は、シースルー型ディスプレイ装置として、及び／又は車両用ディスプレイ装置として実装されてもされなくてもよい。
【００９９】
図４の実施の形態では、ディスプレイ装置４０００は、フレーム４１００と、フレーム４１００によって支持される、第１の態様によるディスプレイ構造体４２００と、を備える。ディスプレイ構造体４２００は、導波板４２１０と、インカップリング構造体４２２０と、射出瞳拡張構造体４２３０と、アウトカップリング構造体４２４０と、を備える。他の実施の形態では、ディスプレイ装置はディスプレイ構造体を支持するフレームを備えても備えなくてもよい。

【０１００】
図４に示すように、ディスプレイ装置４０００は、導波板４２１０内へのカップリング対象となる光４２５１をインカップリング構造体４２２０に導くように構成された光学エンジン４２５０を更に備える。他の実施の形態では、ディスプレイ装置はこのような光学エンジンを備えても備えなくてもよい。
【０１０１】
図５は一実施の形態による車両５０００を模式的に示す。図５の実施の形態では、車両５０００は、乗用車として実装されている。他の実施の形態では、車両は乗用車として実装されてもされなくてもよい。例えば、いくつかの実施の形態では、車両は、乗用車、トラック、自動二輪車若しくはバス等の自動車、列車若しくは路面電車等の軌道車両、トラクター若しくは収穫機等の重機、船若しくはボート等の船舶、飛行機若しくはヘリコプター等の航空機、又は宇宙カプセル若しくは宇宙飛行機等の宇宙機として実装されることができる。
【０１０２】
図５の実施の形態では、車両５０００は、第２の態様による車両用ディスプレイ装置５１００を備える。図５に明示的に示していないとしても、図５の実施の形態又はその任意の部分は、一般に、図１～図４のうちの任意のものを参照して又はそれらと併せて開示されている任意の特徴及び／又は要素を備えてよい。
【０１０３】
図５の実施の形態の車両用ディスプレイ装置５１００は、第１の態様によるディスプレイ構造体５１１０と、光学エンジン５１２０と、を備える。ディスプレイ構造体５１１０は、導波板５１１１と、インカップリング構造体５１１２と、射出瞳拡張構造体５１１３と、アウトカップリング構造体５１１４と、を備える。他の実施の形態では、車両用ディスプレイ装置は光学エンジンを備えても備えなくてもよい。
【０１０４】
図５の実施の形態の車両用ディスプレイ装置５１００は、ヘッドアップ・ディスプレイ装置として実装される。他の実施の形態では、ディスプレイ装置は、ヘッドアップ・ディスプレイ装置として実装されてもされなくてもよい。
【０１０５】
本明細書では、「ヘッドアップ・ディスプレイ装置」は、車両の操縦者、例えば運転者又はパイロットに対して、通常の視点から目を離すことを当該操縦者に要求せずに、画像及び／又はデータを表示するように構成されたシースルー型車両用ディスプレイ装置を指すことができる。一般に、ヘッドアップ・ディスプレイ装置は、車両搭載型ディスプレイ装置として実装されてもされなくてもよい。
【０１０６】
図５の実施の形態では、車両５０００は積層された窓５２００を更に備え、導波板５１１１は窓５２００内に広がる。他の実施の形態では、１つ又は複数の導波板は、任意の好適な様式で配置することができる。いくつかの実施の形態では、導波板は、フロントガラス等の積層された窓の内部に広がってよい。いくつかの実施の形態では、車両は、窓から離れて配置される導波板を備える車両用ディスプレイ装置を備えてよい。
【０１０７】
技術の進歩に従って本発明の基本的発想が種々の方法で実装されうることは、当業者にとって明らかである。従って、本発明及びその実施の形態は、上述の例に限定されず、特許請求の範囲内で変形することができる。
【０１０８】
上述の利益及び利点のいずれも、一実施の形態に関連する場合があり、又はいくつかの実施の形態に関連する場合があることが理解されよう。実施の形態は、記載した課題の任意若しくは全てのものを解決する実施の形態、又は記載した利益及び利点の任意若しくは全てのものを有する実施の形態に限定されない。
【０１０９】

「備える（ｃｏｍｐｒｉｓｉｎｇ）」という用語は、本明細書において、この語に先行して記載されている特徴又は作用を、１つ又は複数の追加の特徴又は作用が存在することを排除せずに含むことを意味するために用いられる。更に、「単数」の事項に言及することによって、１つ又は複数の当該事項を指すことが理解されよう。

【符号の説明】

【０１１０】

【数２７】

$$\boldsymbol{k} = k\hat{\boldsymbol{v}}$$

ｋベクトル

α　角度

ｋ　波数

ｎ　屈折率

【数２８】

$$\hat{\boldsymbol{v}}$$

単位ベクトル

【数２９】

$$(\boldsymbol{G}_1^{IC})$$

第１次インカップリング格子ｋベクトル

【数３０】

$$(\boldsymbol{G}_2^{IC})$$

第２次インカップリング格子ｋベクトル

【数３１】

$$\boldsymbol{G}^{EPE}$$

射出瞳拡張格子ｋベクトル

【数３２】

$$\boldsymbol{G}_1^{OC}$$

第１次アウトカップリング格子ｋベクトル

【数３３】

$$\boldsymbol{G}_2^{OC}$$

第２次アウトカップリング格子ｋベクトル

【数３４】

$$\boldsymbol{G}_3^{OC}$$

第３次アウトカップリング格子ｋベクトル

１０００　ディスプレイ構造体

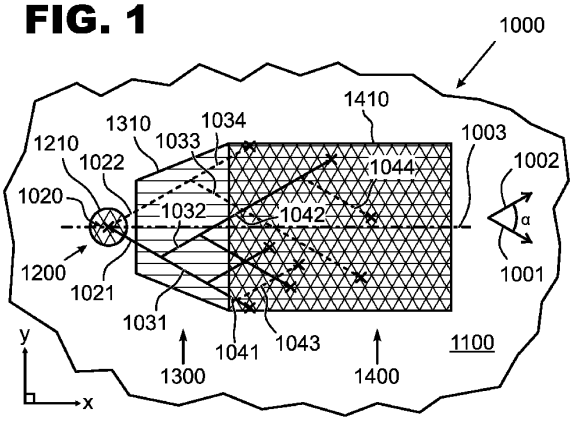
１００１　第１の導光方向
１００２　第２の導光方向
１００３　横断面
１０２０　入力ビーム群
１０２１　インカップリング・ビーム群
１０２２　第２次インカップリング・ビーム群
１０３１　第１の導波ビーム群
１０３２　第２の導波ビーム群
１０３３　第１の第２次導波ビーム群
１０３４　第２の第２次導波ビーム群
１０４１　第１の回折ビーム群
１０４２　第２の回折ビーム群
１０４３　第１の追加ビーム群
１０４４　第２の追加ビーム群
１１００　導波板
１２００　インカップリング構造体
１２１０　インカップリング格子
１３００　射出瞳拡張構造体
１３１０　射出瞳拡張格子
１４００　アウトカップリング構造体
１４１０　アウトカップリング格子
２０００　ｋベクトル図
２００１　導波伝播領域
２００２　カップリング領域
２１００　インカップリング領域
２２００　アウトカップリング領域
２３１０　第１領域
２３２０　第２領域
３０００　複数のｋベクトル図
３０２０　入力ｋベクトル群
３０２１　インカップリング・ｋベクトル群
３０２２　第２次インカップリング・ｋベクトル群
３０３１　第１のｋベクトル群
３０３２　第２のｋベクトル群
３０３３　第１の第２次ｋベクトル群
３０３４　第２の第２次ｋベクトル群
３０４１　第１の回折ｋベクトル群
３０４２　第２の回折ｋベクトル群
３０４３　第１の追加ｋベクトル群
３０４４　第２の追加ｋベクトル群
３１００　第１のｋベクトル図
３２００　第２のｋベクトル図
３３００　第３のｋベクトル図
３４００　第４のｋベクトル図
３５００　第５のｋベクトル図
３６００　第６のｋベクトル図
３７００　第７のｋベクトル図
４０００　ディスプレイ装置
４１００　フレーム
４２００　ディスプレイ構造体

４２１０　導波板
４２２０　インカップリング構造体
４２３０　射出瞳拡張構造体
４２４０　アウトカップリング構造体
４２５０　光学エンジン
４２５１　光
５０００　車両
５１００　車両用ディスプレイ装置
５１１０　ディスプレイ構造体
５１１１　導波板
５１１２　インカップリング構造体
５１１３　射出瞳拡張構造体
５１１４　アウトカップリング構造体
５１２０　光学エンジン
５２００　窓

【図面】

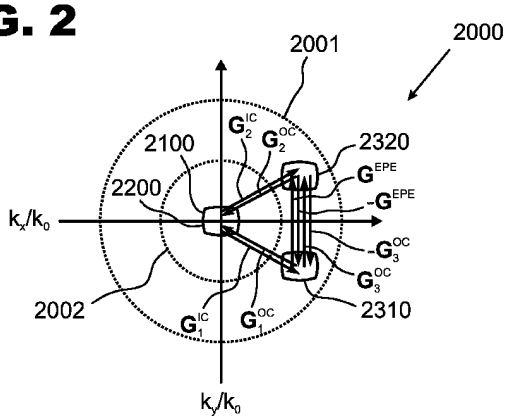
【図１】

FIG. 1



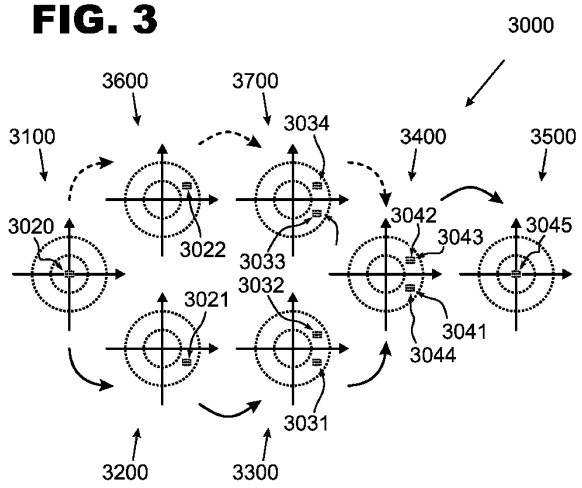
【図２】

FIG. 2



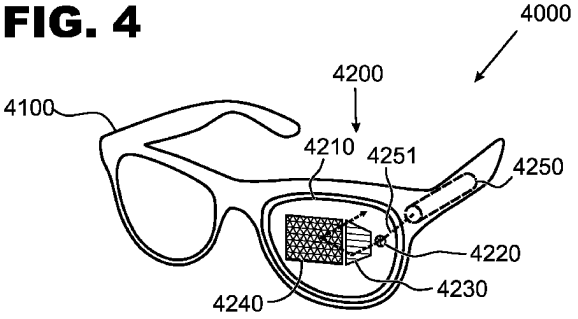
【図３】

FIG. 3



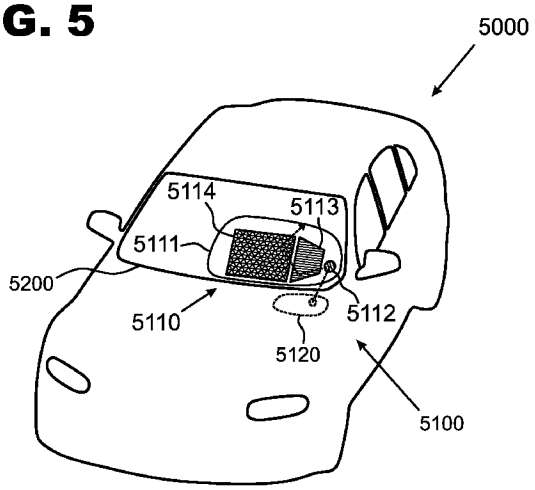
【図４】

FIG. 4



【図５】

FIG. 5



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FI2022/050773

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G02B27/00 G02B27/01
ADD.

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)
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 practicable, search terms used)
EPO-Internal, INSPEC, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 112 817 153 A (SHENZHEN GUANGZHOU SEMICONDUCTOR TECHNOL) 18 May 2021 (2021-05-18)	1,4-7, 9-15
A	abstract; figures 3a,4a-4c,5,6a-6f & US 2022/214494 A1 (LEVOLA TAPANI KALERVO [CN] ET AL) 7 July 2022 (2022-07-07) paragraph [0077] - paragraph [0154]; figures 3a,4a-4c,5,6a-6f	2,3,8
A	US 2020/209484 A1 (LEE HEE YOON [US]) 2 July 2020 (2020-07-02) paragraph [0036] - paragraph [0038]; figures 1A,6,7A	1
A	EP 3 339 936 A1 (OCULUS VR LLC [US]) 27 June 2018 (2018-06-27) abstract; figure 5M	1

☐ 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	Date of mailing of the international search report
3 February 2023	15/02/2023

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Lehtiniemi, Henry

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/FI2022/050773

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
CN 112817153 A	18-05-2021	CN 112817153 A	18-05-2021
		US 2022214494 A1	07-07-2022
		WO 2022147866 A1	14-07-2022
US 2020209484 A1	02-07-2020	US 10557994 B1	11-02-2020
		US 2020209484 A1	02-07-2020
EP 3339936 A1	27-06-2018	NONE	

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (April 2005)

フロントページの続き

,MC,ME,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,IR,IS,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

Fターム（参考） DA25 DA26 DA27 DA43
2H249 AA60 AA62 AA65