

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第6989454号  
(P6989454)

(45) 発行日 令和4年1月5日 (2022. 1. 5)

(24) 登録日 令和3年12月6日 (2021. 12. 6)

(51) Int. Cl.

F I

GO 2 B 17/08 (2006. 01)

GO 2 B 5/00 (2006. 01)

B 6 O R 1/04 (2006. 01)

GO 2 B 17/08 A

GO 2 B 5/00 Z

B 6 O R 1/04 H

請求項の数 10 外国語出願 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2018-134887 (P2018-134887)	(73) 特許権者	507342261
(22) 出願日	平成30年7月18日 (2018. 7. 18)		トヨタ モーター エンジニアリング ア
(65) 公開番号	特開2019-66825 (P2019-66825A)		ンド マニファクチャリング ノース
(43) 公開日	平成31年4月25日 (2019. 4. 25)		アメリカ, インコーポレイティド
審査請求日	令和2年5月27日 (2020. 5. 27)		アメリカ合衆国、7 5 0 2 4 テキサス州
(31) 優先権主張番号	15/677, 341		、ブレイノ、ダブリュ 1 - 3 シー・ヘッド
(32) 優先日	平成29年8月15日 (2017. 8. 15)		クォーターズ・ドライブ、6 5 6 5
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(74) 代理人	100099759
			弁理士 青木 篤
		(74) 代理人	100123582
			弁理士 三橋 真二
		(74) 代理人	100092624
			弁理士 鶴田 準一
		(74) 代理人	100147555
			弁理士 伊藤 公一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハーフレンズおよび平面ミラーを備えたクローキングデバイスおよびこれを含むビークル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

クローキングデバイスであって、

物体サイド、画像サイド、前記物体サイドと前記画像サイドの間の被クローキング領域、および前記物体サイドから前記画像サイドまで延在する基準光学軸と、

物体サイドハーフレンズおよび画像サイドハーフレンズであって、各々が内向き表面、外向き凸状表面、厚端部および薄端部を含み、前記内向き表面および前記外向き凸状表面が前記厚端部と前記薄端部の間に延在している、物体サイドハーフレンズおよび画像サイドハーフレンズと、

前記物体サイドハーフレンズと前記画像サイドハーフレンズの間に位置付けされた平面反射境界であって、前記基準光学軸と平行に配向された内向きミラー表面を含む、平面反射境界と、

を含み、

前記クローキングデバイスの前記物体サイドに位置付けされ前記被クローキング領域により視認不能化された物体からの光が、前記物体サイドハーフレンズ、前記平面反射境界および前記画像サイドハーフレンズにより前記被クローキング領域の周りに方向変換されて前記クローキングデバイスの前記画像サイドに前記物体の画像を形成し、こうして前記物体からの前記光が前記被クローキング領域を通過したように見える、

クローキングデバイス。

【請求項 2】

前記物体サイドハーフレンズおよび前記画像サイドハーフレンズの前記薄端部が、前記基準光学軸に対して近位に位置付けされ、前記物体サイドハーフレンズおよび前記画像サイドハーフレンズの前記厚端部が、前記基準光学軸に対して遠位に位置付けされている、請求項 1 に記載のクロッキングデバイス。

【請求項 3】

前記平面反射境界の前記内向きミラー表面が、前記物体サイドハーフレンズの焦点に位置付けされている、請求項 1 または 2 に記載のクロッキングデバイス。

【請求項 4】

前記物体サイドハーフレンズは、前記クロッキングデバイスの前記物体サイドに位置付けされた前記物体からの光を前記平面反射境界の前記内向きミラー表面上に集束させるように配向されており、前記平面反射境界の前記内向きミラー表面は、前記物体サイドハーフレンズからの光を前記画像サイドハーフレンズに反射するように配向されており、前記平面反射境界の前記内向きミラー表面から反射された光は発散光であり、前記画像サイドハーフレンズは、前記平面反射境界の前記内向きミラー表面からの前記発散光を集束させて前記クロッキングデバイスの前記画像サイドに前記物体の前記画像を形成するように配向されている、請求項 1 から 3 のいずれかに記載のクロッキングデバイス。

10

【請求項 5】

前記物体サイドハーフレンズおよび前記画像サイドハーフレンズが、円柱ハーフレンズ、非円柱ハーフレンズおよび色消しハーフレンズからなる群の中から選択される、請求項 1 から 4 のいずれかに記載のクロッキングデバイス。

20

【請求項 6】

前記物体サイドハーフレンズは物体サイドハーフレンズ対を含み、前記物体サイドハーフレンズ対の一方の物体サイドハーフレンズは前記基準光学軸の一方の側に位置付けされ、前記物体サイドハーフレンズ対の他方の物体サイドハーフレンズが前記基準光学軸の他方の側に位置付けされており、

前記物体サイドハーフレンズ対の各物体サイドハーフレンズは、内向き表面、外向き凸状表面、厚端部および薄端部サイドを含み、前記内向き表面および前記外向き凸状表面は前記厚端部と前記薄端部の間に延在しており、

前記物体サイドハーフレンズ対の各物体サイドハーフレンズの前記薄端部は、前記基準光学軸に対し近位に位置付けされ、前記物体サイドハーフレンズ対の各物体サイドハーフレンズの前記厚端部は、前記基準光学軸に対し遠位に位置付けされており、

30

前記画像サイドハーフレンズは画像サイドハーフレンズ対を含み、前記画像サイドハーフレンズ対の一方の画像サイドハーフレンズは前記基準光学軸の一方の側に位置付けされ、前記画像サイドハーフレンズの他方の画像サイドハーフレンズは前記基準光学軸の他方の側に位置付けされており、

前記画像サイドハーフレンズ対の各画像サイドハーフレンズは、内向き表面、外向き凸状表面、厚端部および薄端部を含み、前記内向き表面および前記外向き凸状表面は前記厚端部と前記薄端部の間に延在しており、

前記画像サイドハーフレンズ対の各画像サイドハーフレンズの前記薄端部は、前記基準光学軸に対し近位に位置付けされ、前記画像サイドハーフレンズ対の各画像サイドハーフレンズの前記厚端部は、前記基準光学軸に対し遠位に位置付けされており、

40

前記平面反射境界は、平面反射境界対を含み、前記平面反射境界対の一方の平面反射境界は、前記基準光学軸の一方の側に位置付けされた前記物体サイドハーフレンズと前記画像サイドハーフレンズの間に位置付けされており、前記平面反射境界対の他方の平面反射境界は、前記基準光学軸の前記他方の側に位置付けされた前記物体サイドハーフレンズと前記画像サイドハーフレンズの間に位置付けされており、

前記平面反射境界対の各平面反射境界は、前記基準光学軸と平行に配向された内向きミラー表面を含み、

前記クロッキングデバイスの前記物体サイドに位置付けされ前記被クロッキング領域により視認不能化された物体からの前記光が、前記物体サイドハーフレンズ対、平面反射境

50

界対および画像サイドハーフレンズ対により前記被クローキング領域の周りに方向変換されて前記クローキングデバイスの画像サイドに前記物体の画像を形成し、こうして前記物体からの前記光が前記被クローキング領域を通過したように見える、

請求項 1 から 5 のいずれかに記載のクローキングデバイス。

【請求項 7】

前記物体サイドハーフレンズ対の前記厚端部の厚さが互いに等しい、請求項 6 に記載のクローキングデバイス。

【請求項 8】

前記物体サイドハーフレンズ対の前記厚端部の厚さが互いに等しくない、請求項 6 に記載のクローキングデバイス。

【請求項 9】

ピークルであって、

A ピラーと、

前記 A ピラー上に位置付けされたクローキングデバイスであって、

前記クローキングデバイスが、物体サイド、画像サイド、被クローキング領域、および前記物体サイドから前記画像サイドまで延在する基準光学軸を含み、前記 A ピラーが前記被クローキング領域内に位置付けされ、前記物体サイドが前記ピークルの外部に位置付けされ、前記画像サイドが前記ピークルの内部に位置付けされ、

前記クローキングデバイスが更に、物体サイドハーフレンズおよび画像サイドハーフレンズであって、各々が内向き表面、外向き凸状表面、厚端部および薄端部を含み、前記内向き表面および前記外向き凸状表面が前記厚端部と前記薄端部の間に延在している、物体サイドハーフレンズおよび画像サイドハーフレンズを含み、

前記クローキングデバイスが更に、前記物体サイドハーフレンズと前記画像サイドハーフレンズの間に位置付けされた平面反射境界であって、前記基準光学軸と平行に配向された内向きミラー表面を含む、平面反射境界を含む、

クローキングデバイスと、

を含み、

前記クローキングデバイスの物体サイドに位置付けされ前記被クローキング領域により視認不能化された物体からの光が、前記物体サイドハーフレンズを通る前記平面反射境界への前記光の伝播と、前記平面反射境界による前記画像サイドハーフレンズ上への前記物体サイドハーフレンズからの光の反射と、前記平面反射境界からの前記光の前記画像サイドハーフレンズを通る伝播と、を介して、前記 A ピラーの周りに方向変換されて前記クローキングデバイスの画像サイドに前記物体の画像を形成し、こうして前記物体からの前記光が前記被クローキング領域を通過したように見える、

ピークル。

【請求項 10】

前記物体サイドハーフレンズおよび画像サイドハーフレンズの前記薄端部が、前記基準光学軸に対して近位に位置付けされ、前記物体サイドおよび画像サイドハーフレンズの前記厚端部が、前記基準光学軸に対して遠位に位置付けされている、請求項 9 に記載のピークル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

技術分野

本明細書は、概して、物体が透明に見えるようにするための装置および方法に関し、より具体的には、ピークル（自動車、乗り物、輸送体）のピラー用のクローキングデバイスおよびピークルのピラーを透明に見えるようにするための方法に関する。

【背景技術】

【0002】

背景

10

20

30

40

50

ピークルのピラーを透明にすると考えられるクローキングデバイスについての研究が公表されている。このような研究は、ピークルの乗員が見掛け上、ピークルピラーを通して「見る」ことができるようにし、これによってピークル内の死角を減少させるためにメタマテリアルを使用すること、または表示スクリーンと組み合わせてビデオカメラを使用することを開示している。しかしながら、メタマテリアルおよびビデオ技術は、複雑な材料設計および設備を使用する。

【発明の概要】

【0003】

したがって、ピークルのピラーを透明にすると考えられる代替的なデバイスに対するニーズが存在する。

【0004】

概要

一実施形態において、クローキングデバイスは、物体サイド、画像サイド、物体サイドと画像サイドの間の被クローキング領域（または、クローキングされた領域）、および物体サイドから画像サイドまで延在する基準光学軸を含む。物体サイドハーフレンズと画像サイドハーフレンズが含まれている。この物体サイドハーフレンズおよび画像サイドハーフレンズは、各々が内向き表面、外向き凸状表面、厚端部および薄端部を含んでいる。内向き表面および外向き凸状表面は厚端部と薄端部の間に延在している。物体サイドハーフレンズと画像サイドハーフレンズの間に位置付けされた平面反射境界が含まれている。平面反射境界は、基準光学軸と平行に配向された内向きミラー表面を含む。クローキングデバイスの物体サイドに位置付けされ被クローキング領域により視認不能化された物体からの光は、物体サイドハーフレンズ、平面反射境界および画像サイドハーフレンズにより被クローキング領域の周りに方向変換されてクローキングデバイスの画像サイドに物体の画像を形成し、こうして物体からの光が被クローキング領域を通過したように見える。一実施形態において、物体サイドおよび画像サイドハーフレンズの薄端部は、基準光学軸に対して近位に位置付けされ、物体サイドおよび画像サイドハーフレンズの厚端部は、基準光学軸に対して遠位に位置付けされている。同様に、平面反射境界の内向きミラー表面は、物体サイドハーフレンズの焦点に位置付けされてよい。物体サイドハーフレンズは、クローキングデバイスの物体サイドに位置付けされた物体からの光を平面反射境界の内向きミラー表面上に集束させるように配向されており、平面反射境界の内向きミラー表面は、物体サイドハーフレンズから画像サイドハーフレンズまで光を反射するように配向されている。画像サイドハーフレンズは、平面反射境界の内向きミラー表面からの光を集束させて、クローキングデバイスの画像サイドに物体の画像を形成するように配向されている。

【0005】

別の実施形態において、クローキングデバイスアセンブリは、物体サイド、画像サイド、被クローキング領域、被クローキング領域内部に位置付けされた被クローキング部材（または、クローキングされた部材）および物体サイドから画像サイドまで延在する基準光学軸を含む。物体サイドハーフレンズ対と画像サイドハーフレンズ対が含まれ、物体サイドハーフレンズ対の各物体サイドハーフレンズおよび画像サイドハーフレンズ対の各画像サイドハーフレンズは、内向き表面および外向き凸状表面を含む。物体サイドハーフレンズ対の一つの物体サイドハーフレンズは基準光学軸の一方の側に位置付けされ、物体サイドハーフレンズ対の一つの物体サイドハーフレンズは基準光学軸の他方の側に位置付けされている。同様にして、画像サイドハーフレンズ対の一つの画像サイドハーフレンズは基準光学軸の一方の側に位置付けされ、画像サイドハーフレンズ対の一つの画像サイドハーフレンズは基準光学軸の他方の側に位置付けされている。物体サイドハーフレンズ対の各物体サイドハーフレンズおよび画像サイドハーフレンズ対の各画像サイドハーフレンズは、厚端部および薄端部を含み、物体サイドハーフレンズ対の各物体サイドハーフレンズおよび画像サイドハーフレンズ対の各画像サイドハーフレンズの内向き表面および外向き凸状表面は厚端部と薄端部の間に延在する。物体サイドハーフレンズ対の各物体サイドハーフ

10

20

30

40

50

フレンズおよび画像サイドーフレンズ対の各画像サイドーフレンズの薄端部は、基準光学軸に対し近位に位置付けられてよく、厚端部の各々は、基準光学軸に対し遠位に位置付けられてよい。いくつかの実施形態において、物体サイドーフレンズ対の各物体サイドーフレンズの厚端部の厚さは互いに等しい。他の実施形態において、物体サイドーフレンズ対の各物体サイドーフレンズの厚端部の厚さは互いに等しくない。一对の平面反射境界が含まれ、この平面反射境界対の各々の平面反射境界は、基準光学軸に対して平行に配向された内向きミラー表面を含む。平面反射境界対の一方の平面反射境界は、基準光学軸の一方の側に位置付けられた物体サイドーフレンズと画像サイドーフレンズの間に位置付けられ、平面反射境界対の他方の平面反射境界は、基準光学軸の他方の側に位置付けられた物体サイドーフレンズと画像サイドーフレンズの間に位置付けされている。クロッキングデバイスアセンブリの物体サイドに位置付けられ被クロッキング領域により視認不能化された物体からの光は、物体サイドーフレンズ対、平面反射境界対および画像サイドーフレンズ対により被クロッキング領域の周りに方向変換されてクロッキングデバイスアセンブリの画像サイドに物体の画像を形成し、こうして物体からの光が被クロッキング領域を通過したように見える。

10

#### 【0006】

別の実施形態において、ピークルが、Aピラーと、Aピラー上に位置付けられたクロッキングデバイスとを共に含んでいる。クロッキングデバイスは、物体サイド、画像サイド、被クロッキング領域、および物体サイドから画像サイドまで延在する基準光学軸を含む。Aピラーは被クロッキング領域内に位置付けられ、物体サイドはピークルの外部に位置付けられ、画像サイドはピークルの内部に位置付けされている。物体サイドーフレンズおよび画像サイドーフレンズが含まれている。物体サイドーフレンズおよび画像サイドーフレンズは、各々が内向き表面、外向き凸状表面、厚端部および薄端部を含む。物体サイドーフレンズおよび画像サイドーフレンズの内向き表面および外向き凸状表面は厚端部と薄端部の間に延在している。物体サイドーフレンズと画像サイドーフレンズの間に位置付けられた平面反射境界が含まれている。平面反射境界は、基準光学軸に対して平行に配向された内向きミラー表面を含む。ピークルの外部に位置付けられ被クロッキング領域により視認不能化された物体からの光は、物体サイドーフレンズを通る平面反射境界上への光の伝播、平面反射境界による画像サイドーフレンズ上への光の反射および画像サイドーフレンズを通る光の伝播を介して、Aピラーの周りに方向変換される。この光は、ピークルの外部の物体の画像をピークルの内部に形成し、こうして物体からの光がAピラーを通過したように見える。

20

30

#### 【0007】

本開示中に記載の実施形態により提供されるこれらのおよび付加的な特徴は、図面と併せて以下の詳細な説明を考慮することでより完全に理解されるものである。

#### 【0008】

図面中に明記されている実施形態は、事実上説明的かつ例示的なものであり、クレームによって定義されている主題を限定するように意図されたものではない。例示的实施形態についての以下の詳細な説明は、以下の図面と併せて読んだ場合に理解可能であり、これらの図面中、類似の構造には、類似の参照番号が示されている。

40

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0009】

【図1】本開示中で開示され説明されている1つ以上の実施形態に係るクロッキングデバイスの頂面図を概略的に描いている。

#### 【0010】

【図2A】本開示中で開示され説明されている1つ以上の実施形態に係るクロッキングデバイス用のハーフ円柱レンズを概略的に描いている。

#### 【0011】

【図2B】本開示中で開示され説明されている1つ以上の実施形態に係るクロッキングデバイス用の円柱レンズから形成された一对のハーフ円柱レンズを概略的に描いている。

50

【 0 0 1 2 】

【図 3 A】本開示中で開示され説明されている 1 つ以上の実施形態に係るクロッキングデバイス用のハーフ非円柱レンズの頂面図を概略的に描いている。

【 0 0 1 3 】

【図 3 B】本開示中で開示され説明されている 1 つ以上の実施形態に係るクロッキングデバイス用のハーフ色消しレンズの頂面図を概略的に描いている。

【 0 0 1 4 】

【図 4】本開示中で開示され説明されている 1 つ以上の実施形態に係るクロッキングデバイスの頂面図を概略的に描いている。

【 0 0 1 5 】

【図 5】本開示中で開示され説明されている 1 つ以上の実施形態に係るクロッキングデバイスの一方の側に第 1 の物体があり、クロッキングデバイスの被クロッキング領域内に第 2 の物体がある状態の、図 1 のクロッキングデバイスの頂面斜視図を概略的に描いている。

10

【 0 0 1 6 】

【図 6】クロッキングデバイスの一方の側に第 1 の物体があり、クロッキングデバイスの被クロッキング領域内に第 2 の物体がある状態の、図 1 のクロッキングデバイスの側面図を概略的に描いている。

【 0 0 1 7 】

【図 7】本開示中で説明され例示されている 1 つ以上の実施形態に係るピークルのピークル A ピラーをクロッキングするクロッキングデバイスを概略的に描いている。

20

【 0 0 1 8 】

【図 8 A】基準光学軸とクロッキングアセンブリの視角の間の不整合が 0 ° である、図 1 の実施形態に係るクロッキングデバイス用のコンピュータシミュレーションしたクロッキング画像を描いている。

【 0 0 1 9 】

【図 8 B】基準光学軸とクロッキングアセンブリの視角の間の不整合が 1 ° である、図 1 の実施形態に係るクロッキングデバイス用のコンピュータシミュレーションしたクロッキング画像を描いている。

【 0 0 2 0 】

【図 8 C】基準光学軸とクロッキングアセンブリの視角の間の不整合が 2 ° である、図 1 の実施形態に係るクロッキングデバイス用のコンピュータシミュレーションしたクロッキング画像を描いている。

30

【 0 0 2 1 】

【図 8 D】基準光学軸とクロッキングアセンブリの視角の間の不整合が 3 ° である、図 1 の実施形態に係るクロッキングデバイス用のコンピュータシミュレーションしたクロッキング画像を描いている。

【 0 0 2 2 】

【図 8 E】基準光学軸とクロッキングアセンブリの視角の間の不整合が 4 ° である、図 1 の実施形態に係るクロッキングデバイス用のコンピュータシミュレーションしたクロッキング画像を描いている。

40

【 0 0 2 3 】

【図 8 F】基準光学軸とクロッキングアセンブリの視角の間の不整合が 5 ° である、図 1 の実施形態に係るクロッキングデバイス用のコンピュータシミュレーションしたクロッキング画像を描いている。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 4 】

詳細な説明

本開示中に記載の 1 つ以上（1 又は複数）の実施形態によると、クロッキングデバイスは概して、一対のハーフレンズおよび平面ミラーを含み、これらが入射光を被クロッキン

50

グ領域の周りに導く。本開示中に記載のクローキングデバイスは、物体からの光を集束させ、反射させ、発散させ、再度集束させるために、平面ミラーと組み合わせた形で、ハーフ円柱レンズ、ハーフ非円柱レンズおよび／またはハーフ色消しレンズを利用することができる。本開示中に記載のクローキングデバイスは、ピークルAピラー、Bピラー、Cピラー、Dピラーなどのピークル部材をクローキングし、ピークル部材により引き起こされる「死角」を除去するために使用可能である。死角とは、乗員の視界が妨害され得るピークルの領域を意味する。クローキングデバイスがなければピークルのピラーによって妨害されられると思われる画像を、ハーフレンズおよび平面ミラーを使用することにより、ドライバは知覚することができる。本開示では、クローキングデバイスのさまざまな実施形態およびその使用方法が、添付図面を具体的に参照しながら、さらに詳細に説明される。

10

#### 【0025】

図1は概して、クローキングデバイスの一実施形態を描いている。クローキングデバイスは、2つのハーフレンズおよび2つのハーフレンズの間に位置付けされた1つの平面反射境界と少なくとも部分的に境を接している被クローキング領域を含む。本開示中で使用されている「ハーフレンズ」なる用語は、レンズの光学軸に直交する方向に沿って長さが短縮されているレンズを意味する。「境界なる用語は、物理的表面を意味する。ハーフレンズの1つは物体サイドハーフレンズであり得、ハーフレンズの1つは画像サイドハーフレンズであり得る。平面反射境界は、物体サイドハーフレンズと画像サイドハーフレンズの間に位置付けされ得る。物体サイドハーフレンズおよび画像サイドハーフレンズは各々、内向き表面、外向き凸状表面、厚端部および薄端部を有する。本開示中で使用される「内向き表面」は、被クローキング領域に向かって面するかまたは被クローキング領域に対して近位にある表面を意味し、「外向き表面」なる用語は、被クローキング領域から離れるように面するかまたは被クローキング領域から遠位にある表面を意味する。物体サイドハーフレンズは、クローキングデバイスの物体サイドに位置付けされた物体からの入射光を平面反射境界上に集束させるように配向されている。平面反射境界は、物体サイドハーフレンズからの集束された入射光を画像サイドハーフレンズの内向き表面上に反射し発散させるように配向されている。画像サイドハーフレンズは、平面反射境界からの発散入射光を集束させ、クローキングデバイスの画像サイドに画像を提供するように配向されている。

20

#### 【0026】

なおも図1を参照すると、クローキングデバイスの実施形態は、物体サイド12、画像サイド14および4つのハーフレンズ100、120、140、160を備えたクローキングアセンブリ10を含む。ハーフレンズ100、140とハーフレンズ120、160の間に被クローキング領域が位置付けされている。4つのハーフレンズ100、120、140、160の各々は、図に示された座標軸のX軸に沿った長さ、Y軸に沿った厚さ、およびZ軸に沿った高さを有する。すなわち、図中に示されているX軸は、4つのハーフレンズ100、120、140、160の長さに沿って延在し、図中に示されているY軸は4つのハーフレンズ100、120、140、160の厚さに沿って延在し、図中に示されているZ軸は4つのハーフレンズ100、120、140、160の高さに沿って延在する。2つのハーフレンズ100、140は、物体「O」に面するように、クローキングアセンブリ10の物体サイド12に位置付けされてよく、本開示では物体サイドハーフレンズ100、140と呼ぶことができる。2つのハーフレンズ120、160は、クローキングアセンブリ10により形成された画像「I」を提供するためにクローキングアセンブリ10の画像サイド14に位置付けされてよく、本開示では画像サイドハーフレンズ120、160と呼ぶことができる。

30

40

#### 【0027】

ハーフレンズ100、120、140、160は各々、内向き表面102、122、142、162および外向き凸状表面104、124、144、164をそれぞれ有している。同様に、ハーフレンズ100、120、140、160は各々、厚端部106、126、146、166および薄端部108、128、148、168をそれぞれ有している

50

。内向き表面 102、122、142、162 および外向き凸状表面 104、124、144、164 は、厚端部 106、126、146、166 と薄端部 108、128、148、168 の間でそれぞれ延在する。

#### 【0028】

実施形態において、ハーフレンズ 100、120、140、160 は、ハーフ円柱レンズ、ハーフ非円柱レンズ、またはハーフ色消しレンズであってよい。同様に、ハーフレンズ 100、120、140、160 は、ハーフ円柱レンズ、ハーフ非円柱レンズおよび/またはハーフ色消しレンズの組み合わせであってよいということを理解すべきである。すなわち、ハーフレンズ 100、120、140、160 の 1 つ以上は、ハーフ円柱レンズ、ハーフ非円柱レンズまたはハーフ色消しレンズであってよい。ハーフ円柱レンズ 160 の一例が、図 2 A に描かれている。詳細には、ハーフ円柱レンズ 160 は、内向き表面 162 と外向き凸状表面 164 を含む。内向き表面 162 は、内向きで平面的な表面であり、外向き凸状表面 164 は、半径「 $r$ 」の外向き円筒形表面である。内向き表面 162 および外向き凸状表面 164 は、厚端部 166 と薄端部 168 の間に延在する。内向き平面表面 162 は、X 方向に沿って長さ「 $l$ 」を有し、厚端部 166 は、Y 方向に沿って厚さ「 $t$ 」を有する。ハーフ円柱レンズ 160 は、Z 方向に延在する光学軸（図示せず）および高さ「 $h$ 」を有する。実施形態において、ハーフ円柱レンズ 160 は、図 2 B に描かれている円柱レンズから形成され得る。すなわち、図 2 B に描かれている長さ「 $L$ 」（X 方向）の円柱レンズ 8 を平面 9 に沿って切断または分割して、2 つのハーフレンズ、例えば図 2 B に描かれた 2 つのハーフ円柱レンズ 120、160 を形成することができる。ハーフ円柱レンズ 100 および 140 も類似の方法で、すなわち単一の円柱レンズから形成された一対のハーフ円柱レンズとして形成することができるということを理解すべきである。同様に、一対のハーフ非円柱レンズおよび一対のハーフ色消しレンズをそれぞれ単一の非円柱および単一の色消しレンズから形成することができ、単一のレンズから一対のハーフレンズを形成することにより、本開示中に記載のクロッキングデバイスの製造コストを削減することができる、ということも理解すべきである。図 2 B は、互いに等しいサイズの 2 つのハーフレンズ（すなわち、2 つのハーフ円柱レンズ 120、160 の長さ「 $l$ 」は「 $L/2$ 」に等しい）を形成するための円柱レンズ 8 の分割を描いているものの、本開示中に記載の「ハーフレンズ」は、1 つのレンズの正確に半分でなくてよい、すなわちハーフレンズの長さ「 $l$ 」は、円柱レンズ 8 の「 $L/2$ 」より短いまたは長いものであり得る、ということを理解すべきである。

#### 【0029】

以上で指摘した通り、4 つのハーフレンズ 100、120、140、160 は、ハーフ非円柱レンズまたはハーフ色消しレンズであってもよい。図 3 A は、ハーフ非円柱レンズ 160 a の形をしたハーフレンズ 160 の頂面図を描いており、図 3 B は、ハーフ色消しレンズ 160 b の形をしたハーフレンズの頂面図を描いている。ハーフ非円柱レンズ 160 a（図 3 A）は、内向き平面表面 162 a と、半径「 $r_a$ 」の外向き円筒形表面 164 a を有する。内向き平面表面 162 a および外向き円筒形表面 164 a は、厚端部 166 a と薄端部 168 a の間に延在する。ハーフ色消しレンズ 160 b（図 3 B）は、内向き平面表面 162 b および半径「 $r_b$ 」の外向き凸状表面 164 b を有する。ハーフ色消しレンズ 160 b は、2 つの光学的構成要素、例えば、図 3 B に描かれているようなフリント 162 c およびクラウン 164 c から形成され得る。フリント 162 c は内向き表面 162 b を含み、クラウン 164 c は外向き凸状表面 164 b を含む。フリント 162 c は第 1 の屈折率を有する第 1 の透明な材料から形成され、クラウン 164 c は、第 1 の屈折率とは異なる第 2 の屈折率を有する第 2 の透明な材料から形成される。内向き表面 162 b および外向き凸状表面 164 b は、厚端部 166 b と薄端部 168 b の間に延在する。ハーフ非円柱レンズ 160 a およびハーフ色消しレンズ 160 b をそれぞれ、単一の円柱レンズおよび単一の色消しレンズから形成することができるということを理解すべきである。すなわち、図 2 B を参照しながら以上で論述したように、円柱レンズおよび色消しレンズを切断または分割して、それぞれハーフ非円柱レンズおよびハーフ色消しレンズを形



成することができる。

#### 【 0 0 3 0 】

図 1 に戻ると、実施形態において、4つのハーフレンズ 1 0 0、1 2 0、1 4 0、1 6 0 の薄端部 1 0 8、1 2 8、1 4 8、1 6 8 は、物体サイド 1 2 から画像サイド 1 4 まで延在する基準光学軸 1 5 に対して近位にまたはこれに隣接して位置付けされている。このような実施形態において、4つのハーフレンズ 1 0 0、1 2 0、1 4 0、1 6 0 の厚端部 1 0 6、1 2 6、1 4 6、1 6 6 は、基準光学軸 1 5 に対して遠位に位置付けされるかまたは基準光学軸 1 5 から離隔されている。図 1 は、それぞれ物体サイドハーフレンズ 1 0 0、1 4 0 の薄端部 1 0 8、1 4 8 およびそれぞれ画像サイドハーフレンズ 1 2 0、1 6 0 の薄端部 1 2 8、1 6 8 を互いに接触して位置付けされた状態で描いているものの、薄端部 1 0 8、1 4 8 および / または薄端部 1 2 8、1 6 8 は、離隔された薄端部 1 0 8、1 4 8 および / または離隔された薄端部 1 2 8、1 6 8 の間にクロッキングされていない領域または空隙 ( 図示せず ) が存在するような形で、X 軸に沿って互いに離隔されていてよい、ということを理解すべきである。このような実施形態においては、クロッキングされていない領域の上方 ( + Y 方向 ) に位置付けされた物体 O の部分の画像が、クロッキングアセンブリ 1 0 の画像サイド 1 4 に提供されることはない。

#### 【 0 0 3 1 】

基準光学軸 1 5 の右側 ( + X 方向 ) で物体サイドハーフレンズ 1 0 0 と画像サイドハーフレンズ 1 2 0 の間に、平面反射境界 1 1 0 を位置付けすることができ、基準光学軸 1 5 の左側 ( - X 方向 ) で物体サイドハーフレンズ 1 4 0 と画像サイドハーフレンズ 1 6 0 の間に平面反射境界 1 5 0 を位置付けすることができる。実施形態において、図 1 に描かれているように、平面反射境界 1 1 0 は、物体サイドハーフレンズ 1 0 0 の内向き表面 1 0 2 から画像サイドハーフレンズ 1 2 0 の内向き表面 1 2 2 まで延在し、平面反射境界 1 5 0 は、画像サイドハーフレンズ 1 6 0 の物体サイドハーフレンズ 1 4 0 の内向き表面 1 4 2 から画像サイドハーフレンズ 1 6 0 の内向き表面 1 6 2 まで延在する。他の実施形態においては、平面反射境界 1 1 0 は、物体サイドハーフレンズ 1 0 0 の内向き表面 1 0 2 から画像サイドハーフレンズ 1 2 0 の内向き表面 1 2 2 まで延在しなくてもよく、平面反射境界 1 5 0 は物体サイドハーフレンズ 1 4 0 の内向き表面 1 4 2 から画像サイドハーフレンズ 1 6 0 の内向き表面 1 6 2 まで延在しなくてもよい。このような実施形態において、平面反射境界 1 1 0 および / または平面反射境界 1 5 0 は、物体サイド 1 2 と画像サイド 1 4 を 2 等分しそれらの間に延在する 2 等分軸 1 6 上に位置付けされてよい。すなわち、平面反射境界 1 1 0 は、物体サイドハーフレンズ 1 0 0 の内向き表面 1 0 2 と画像サイドハーフレンズ 1 2 0 の内向き表面 1 2 2 の間で等しく間隔取りされてよく、平面反射境界 1 5 0 は、物体サイドハーフレンズ 1 4 0 の内向き表面 1 4 2 と画像サイドハーフレンズ 1 6 0 の内向き表面 1 6 2 の間で等しく間隔取りされてよい。平面反射境界 1 1 0 は、内向きミラー表面 1 1 2 を含んでいてよく、平面反射境界 1 5 0 は、内向きミラー表面 1 5 2 を含んでいてよい。内向きミラー表面 1 1 2、1 5 2 は、基準光学軸 1 5 に対して平行に配向されてよく、全方向フォトニック結晶またはミラーから製造可能である。

#### 【 0 0 3 2 】

平面反射境界 1 1 0 は、基準光学軸 1 5 の右側 ( + X 方向 ) でクロッキングアセンブリ 1 0 上に入射する物体 O からの光 ( 図 1 中で矢印「 1 」として図示 ) が物体サイドハーフレンズ 1 0 0 を通って伝播し ( 図 1 に矢印「 2 」として図示 )、内向きミラー表面 1 1 2 上に物体サイドハーフレンズ 1 0 0 により集束される ( 図 1 に矢印「 3 」として図示 ) ように、物体サイドハーフレンズ 1 0 0 との関係において位置付けされている。実施形態において、光 3 は、Z 方向に延在し物体サイドハーフレンズ 1 0 0 の焦点  $f_1$  ( 本開示中「焦点  $f_1$ 」と呼ばれる ) と交差するラインに向って物体サイドハーフレンズ 1 0 0 によって集束される。このような実施形態において、内向きミラー表面 1 1 2 は、焦点  $f_1$  に位置付けされ得る。焦点  $f_1$  および本開示中に記載の他の焦点は、本開示に記載の物体サイドハーフレンズの形状によって提供されているということを理解すべきである。例えば、焦点  $f_1$  は、物体サイドハーフレンズ 1 0 0 の外向き凸状表面 1 0 4 の曲率に起因するか

またはこの曲率によって提供される。光 3 は、内向きミラー表面 1 1 2 によって反射され、この内向きミラー表面から発散する（図 1 に矢印「4」として図示）。画像サイドハーフレンズ 1 2 0 は、内向きミラー表面 1 1 2 により反射されこの内向きミラー表面 1 1 2 から発散する光 3 が内向き表面 1 2 2 上に入射するような形で、平面反射境界 1 1 0 との関係において位置付けされる。光 4 は、画像サイドハーフレンズ 1 2 0 を通って伝播し、この画像サイドハーフレンズ 1 2 0 により集束されて（図 1 に矢印「5」として図示）、クローキングアセンブリ 1 0 の画像サイド 1 4 で基準光学軸 1 5 の右側に画像「I」の一部分を提供する。

#### 【0033】

外向き凸状表面 1 0 4 上に入射する光 1 は、光 2 として内向き表面 1 0 2 まで物体サイドハーフレンズ 1 0 0 を通って伝播する。光 2 は概して、平面反射境界 1 1 0 の内向きミラー表面 1 1 2 上の焦点  $f_1$  に対して物体サイドハーフレンズ 1 0 0 により光 3 として集束された後、光 4 として反射され画像サイドハーフレンズ 1 2 0 の内向き表面 1 2 2 上に発散する。光 5 は、画像サイドハーフレンズ 1 2 0 を通って外向き凸状表面 1 2 4 まで伝播する。画像サイドハーフレンズ 1 2 0 は、その原初の経路に対し平行に、すなわち光 1 に対して平行に光 5 を集束して（図 1 に矢印「6」として図示）、クローキングアセンブリ 1 0 の画像サイド 1 4 に画像「I」の右側部分（基準光学軸 1 5 から + X 方向）を形成する。したがって、基準光学軸 1 5 の右側（+ X 方向）の物体 O からの光 1 は画像サイドへと伝播して、物体 - 物体サイドハーフレンズ 1 0 0 - 平面反射境界 1 1 0 - 画像サイドハーフレンズ 1 2 0 - 画像という光路を介して基準光学軸 1 5 の右側に画像 I を形成する。すなわち、基準光学軸 1 5 の右側（+ X 方向）の物体 O からの光 1 は、物体 O - 物体サイドハーフレンズ 1 0 0 の外向き凸状表面 1 0 4 - 物体サイドハーフレンズ 1 0 0 の内向き表面 1 0 2 - 平面反射境界 1 1 0 の内向きミラー表面 1 1 2 - 画像サイドハーフレンズ 1 2 0 の内向き表面 1 2 2 - 画像サイドハーフレンズ 1 2 0 の外向き凸状表面 1 2 4 - 画像 I という光路を介して伝播する。

#### 【0034】

平面反射境界 1 5 0 は、基準光学軸 1 5 の左側（- X 方向）でクローキングアセンブリ 1 0 上に入射する物体 O からの光 1 が物体サイドハーフレンズ 1 4 0 を通って伝播し（光 2）、内向きミラー表面 1 5 2 上に光 3 として物体サイドハーフレンズ 1 4 0 により集束されるように、物体サイドハーフレンズ 1 4 0 との関係において位置付けされている。実施形態において、光 3 は、Z 方向に延在し物体サイドハーフレンズ 1 4 0 の焦点  $f_2$ （本開示中「焦点  $f_2$ 」と呼ばれる）と交差するラインに向って物体サイドハーフレンズ 1 4 0 によって集束される。このような実施形態において、内向きミラー表面 1 5 2 は、焦点  $f_2$  に位置付けされ得る。光 3 は、内向きミラー表面 1 5 2 によって反射され、この内向きミラー表面 1 5 2 から光 4 として発散する。画像サイドハーフレンズ 1 6 0 は、内向きミラー表面 1 5 2 により反射されこの内向きミラー表面 1 5 2 から光 4 として発散する光 3 が内向き表面 1 6 2 上に入射するような形で、平面反射境界 1 5 0 との関係において位置付けされる。光 4 は、画像サイドハーフレンズ 1 6 0 を通って伝播し（光 5）、この画像サイドハーフレンズにより光 6 として集束されて、クローキングアセンブリ 1 0 の画像サイド 1 4 で基準光学軸 1 5 の左側に画像「I」の一部分を提供する。

#### 【0035】

外向き凸状表面 1 4 4 上に入射する光 1 は、光 2 として内向き表面 1 4 2 まで物体サイドハーフレンズ 1 4 0 を通って伝播する。光 2 は概して、平面反射境界 1 5 0 の内向きミラー表面 1 5 2 上の焦点  $f_2$  に対して物体サイドハーフレンズ 1 4 0 により光 3 として集束された後、光 4 として反射され画像サイドハーフレンズ 1 6 0 の内向き表面 1 6 2 上に発散する。光 5 は、画像サイドハーフレンズ 1 6 0 を通って外向き凸状表面 1 6 4 まで伝播する。画像サイドハーフレンズ 1 6 0 は、その原初の経路に対し平行に、光 6 として光 5 を集束して、クローキングアセンブリ 1 0 の画像サイド 1 4 に画像「I」の左側部分（基準光学軸 1 5 から - X 方向）を形成する。したがって、基準光学軸 1 5 の左側（- X 方向）の物体 O からの光 1 は画像サイドへと伝播して、物体 - 物体サイドハーフレンズ 1 4

0 - 平面反射境界 1 5 0 - 画像サイドハーフレンズ 1 6 0 - 画像という光路を介して基準光学軸 1 5 の左側に画像 I を形成する。すなわち、基準光学軸 1 5 の左側 ( - X 方向 ) の物体 O からの光 1 は、物体 O - 物体サイドハーフレンズ 1 4 0 の外向き凸状表面 1 4 4 - 物体サイドハーフレンズ 1 4 0 の内向き表面 1 4 2 - 平面反射境界 1 5 0 の内向きミラー表面 1 5 2 - 画像サイドハーフレンズ 1 6 0 の内向き表面 1 6 2 - 画像サイドハーフレンズ 1 6 0 の外向き凸状表面 1 6 4 - 画像 I という光路を介して伝播する。

#### 【 0 0 3 6 】

組み合わせで、すなわち、クローキングアセンブリ 1 0 の物体サイド 1 2 の物体 O からの基準光学軸 1 5 の右側 ( + X 方向 ) および左側 ( - X 方向 ) の光は、物体 - 物体サイドハーフレンズ 1 0 0、1 4 0 - 平面反射境界 1 1 0、1 5 0 - 画像サイドハーフレンズ 1 2 0、1 6 0 - 画像という光路を介して画像サイド 1 4 まで伝播する。すなわち、物体 O からの光 1 は、物体 O - それぞれ物体サイドハーフレンズ 1 0 0、1 4 0 の外向き凸状表面 1 0 4、1 4 4 - それぞれ物体サイドハーフレンズ 1 0 0、1 4 0 の内向き表面 1 0 2、1 4 2 - それぞれ平面反射境界 1 1 0、1 5 0 の内向きミラー表面 1 1 2、1 5 2 - それぞれ画像サイドハーフレンズ 1 2 0、1 6 0 の内向き表面 1 2 2、1 6 2 - それぞれ画像サイドハーフレンズ 1 2 0、1 6 0 の外向き凸状表面 1 2 4、1 6 4 - 画像 I という光路を介して伝播する。

#### 【 0 0 3 7 】

図 1 は、サイズが同じ、すなわち内向き表面 1 0 2、1 2 2、1 4 2、1 6 2 の長さが互いに等しく厚端部 1 0 6、1 2 6、1 4 6、1 6 6 の厚さが互いに等しい 4 つのハーフレンズ 1 0 0、1 2 0、1 4 0、1 6 0 を描いているものの、一部の実施形態においては、4 つのハーフレンズ 1 0 0、1 2 0、1 4 0、1 6 0 は同じサイズではない。詳細には、図 4 は、異なるサイズのハーフレンズを備えたクローキングアセンブリ 2 0 を描いている。クローキングアセンブリ 2 0 は、物体サイド 2 2、画像サイド 2 4 および 4 つのハーフレンズ 2 0 0、2 2 0、2 4 0、2 6 0 を含む。基準光学軸 2 5 の右側 ( + X 方向 ) にある 2 つのハーフレンズ 2 0 0、2 2 0 は、以下でさらに詳述するように、基準光学軸 2 5 の左側 ( - X 方向 ) にある 2 つのハーフレンズ 2 4 0、2 6 0 よりも小さい。ハーフレンズ 2 0 0、2 4 0 とハーフレンズ 2 2 0、2 6 0 の間に、被クローキング領域 C R が位置付けされている。4 つのハーフレンズ 2 0 0、2 2 0、2 4 0、2 6 0 の各々は、図に示されている X 軸に沿った長さ、Y 軸に沿った厚さおよび Z 軸に沿った高さを有する。2 つのハーフレンズ 2 0 0、2 4 0 は、物体「O」に面するようにクローキングアセンブリ 2 0 の物体サイド 2 2 に位置付けされてよく、本開示では物体サイドハーフレンズ 2 0 0、2 4 0 と呼ぶことができる。2 つのハーフレンズ 2 2 0、2 6 0 は、クローキングアセンブリ 2 0 により形成された画像「I」を提供するようにクローキングアセンブリ 2 0 の画像サイド 2 4 に位置付けされてよく、本開示では画像サイドハーフレンズ 2 2 0、2 6 0 と呼ぶことができる。

#### 【 0 0 3 8 】

ハーフレンズ 2 0 0、2 2 0、2 4 0、2 6 0 は各々、内向き表面 2 0 2、2 2 2、2 4 2、2 6 2 および外向き凸状表面 2 0 4、2 2 4、2 4 4、2 6 4 をそれぞれ有している。同様に、ハーフレンズ 2 0 0、2 2 0、2 4 0、2 6 0 は各々、厚端部 2 0 6、2 2 6、2 4 6、2 6 6 および薄端部 2 0 8、2 2 8、2 4 8、2 6 8 をそれぞれ有している。内向き表面 2 0 2、2 2 2、2 4 2、2 6 2 および外向き凸状表面 2 0 4、2 2 4、2 4 4、2 6 4 は、厚端部 2 0 6、2 2 6、2 4 6、2 6 6 と薄端部 2 0 8、2 2 8、2 4 8、2 6 8 の間でそれぞれ延在する。

#### 【 0 0 3 9 】

図 4 に描かれているように、物体サイドハーフレンズ 2 0 0 の内向き表面 2 0 2 は、物体サイドハーフレンズ 2 4 0 の内向き表面 2 4 2 の長さより小さい長さ ( X 方向 ) を有していてよく、画像サイドハーフレンズ 2 2 0 の内向き表面 2 2 2 は、画像サイドハーフレンズ 2 6 0 の内向き表面 2 6 2 の長さよりも小さい長さを有していてよい。一変形形態において、または付加的に、物体サイドハーフレンズ 2 0 0 の厚端部 2 0 6 は、物体サイド

10

20

30

40

50

ハーフレンズ 240 の厚端部 246 の厚さより小さい厚さ (Y 方向) を有してよく、画像サイドハーフレンズ 220 の厚端部 226 は、画像サイドハーフレンズ 260 の厚端部 266 の厚さより小さい厚さを有してよい。実施形態において、ハーフレンズ 200、220、240、260 は、ハーフ円柱レンズ 200、220、240、260 である (図 2A)。他の実施形態において、ハーフレンズ 200、220、240、260 はハーフ非円柱レンズ 200、220、240、260 である (図 3A)。さらに他の実施形態において、ハーフレンズ 200、220、240、260 はハーフ色消しレンズ 200、220、240、260 である (図 3B)。同様に、ハーフレンズ 200、220、240、260 は、ハーフ円柱レンズ、ハーフ非円柱レンズおよび / またはハーフ色消しレンズの組み合わせであってよい。すなわち、ハーフレンズ 200、220、240、260 の 1 つ以上は、ハーフ円柱レンズ、ハーフ非円柱レンズ、またはハーフ色消しレンズであってよい。

10

#### 【0040】

実施形態において、薄端部 208、228、248、268 は、物体サイド 22 から画像サイド 24 まで延在する基準光学軸 25 に対して近位にまたはこれに隣接して位置付けされている。このような実施形態において、厚端部 206、226、246、266 は、基準光学軸 25 に対して遠位に位置付けされるかまたは基準光学軸 25 から離隔されている。図 4 は、それぞれ物体サイドハーフレンズ 200、240 の薄端部 208、248 およびそれぞれ画像サイドハーフレンズ 220、260 の薄端部 228、268 を互いに接触して位置付けされた状態で描いているものの、薄端部 208、248 および / または薄端部 228、268 は、離隔された薄端部 208、248 および / または離隔された薄端部 228、268 の間にクロッキングされていない領域または空隙 (図示せず) が存在するような形で、X 軸に沿って互いに離隔されていてよい、ということを理解すべきである。このような実施形態においては、クロッキングされていない領域の上方 (+Y 方向) に位置付けされた物体 O の部分の画像が、クロッキングアセンブリ 20 の画像サイド 24 に提供されることはない。

20

#### 【0041】

基準光学軸 25 の右側 (+X 方向) で物体サイドハーフレンズ 200 と画像サイドハーフレンズ 220 の間に、平面反射境界 210 を位置付けすることができ、基準光学軸 25 の左側 (-X 方向) で物体サイドハーフレンズ 240 と画像サイドハーフレンズ 260 の間に平面反射境界 250 を位置付けすることができる。実施形態において、図 4 に描かれているように、平面反射境界 210 は、物体サイドハーフレンズ 200 の内向き表面 202 から画像サイドハーフレンズ 220 の内向き表面 222 まで延在し、平面反射境界 250 は、画像サイドハーフレンズ 260 の物体サイドハーフレンズ 240 の内向き表面 242 から画像サイドハーフレンズ 260 の内向き表面 262 まで延在する。他の実施形態においては、平面反射境界 210 は、物体サイドハーフレンズ 200 の内向き表面 202 から画像サイドハーフレンズ 220 の内向き表面 222 まで延在しなくてもよく、平面反射境界 250 は物体サイドハーフレンズ 240 の内向き表面 242 から画像サイドハーフレンズ 260 の内向き表面 262 まで延在しなくてもよい。このような実施形態において、平面反射境界 210 および / または平面反射境界 250 は、物体サイド 22 と画像サイド 24 を 2 等分しそれらの間に延在する 2 等分軸 26 上に位置付けされてよい。すなわち、平面反射境界 210 は、物体サイドハーフレンズ 200 の内向き表面 202 と画像サイドハーフレンズ 220 の内向き表面 222 の間で等しく間隔取りされてよく、平面反射境界 250 は、物体サイドハーフレンズ 240 の内向き表面 242 と画像サイドハーフレンズ 260 の内向き表面 262 の間で等しく間隔取りされてよい。平面反射境界 210 は、内向きミラー表面 212 を含んでいてよく、平面反射境界 250 は、内向きミラー表面 252 を含んでいてよい。内向きミラー表面 212、252 は、基準光学軸 25 に対して平行に配向されてよく、全方向フォトニック結晶またはミラーから製造可能である。

30

40

#### 【0042】

平面反射境界 210 は、基準光学軸 25 の右側 (+X 方向) でクロッキングアセンブリ

50

20 上に入射する物体Oからの光(図4中で矢印「1」として図示)が物体サイドハーフレンズ200を通して伝播し(図4に矢印「2」として図示)、内向きミラー表面212上に物体サイドハーフレンズ200により集束される(図4に矢印「3」として図示)ように、物体サイドハーフレンズ200との関係において位置付けされている。実施形態において、光3は、Z方向に延在し物体サイドハーフレンズ200の焦点 $f_3$ (本開示中「焦点 $f_3$ 」と呼ばれる)と交差するラインに向って物体サイドハーフレンズ200によって集束される。このような実施形態において、内向きミラー表面212は、焦点 $f_3$ に位置付けされ得る。光3は、内向きミラー表面212によって反射され、この内向きミラー表面から発散する(図4に矢印「4」として図示)。画像サイドハーフレンズ220は、内向きミラー表面212により反射されこの内向きミラー表面から発散する光3が内向き表面222上に入射するような形で、平面反射境界210との関係において位置付けされる。光4は、画像サイドハーフレンズ220を通して伝播し(図4に矢印「5」として図示)、この画像サイドハーフレンズ220により集束され(図4に矢印「6」として図示)て、クロッキングアセンブリ20の画像サイド24で基準光学軸25の右側に画像「I」の一部分を提供する。

10

#### 【0043】

外向き凸状表面204上に入射する光1は、光2として内向き表面202まで物体サイドハーフレンズ200を通して伝播する。光2は概して、平面反射境界210の内向きミラー表面212上の焦点 $f_3$ に対して物体サイドハーフレンズ200により光3として集束された後、光4として反射され画像サイドハーフレンズ220の内向き表面222上に発散する。光5は、画像サイドハーフレンズ220を通して外向き凸状表面224まで伝播する。画像サイドハーフレンズ220は、その原初の経路に対し平行に、すなわち光1に対して平行に光5を集束して(図4に矢印「6」として図示)、クロッキングアセンブリ20の画像サイド24に画像「I」の右側部分(基準光学軸25から+X方向)を形成する。したがって、基準光学軸25の右側(+X方向)の物体Oからの光1は画像サイドへと伝播して、物体-物体サイドハーフレンズ200-平面反射境界210-画像サイドハーフレンズ220-画像という光路を介して基準光学軸25の右側に画像Iを形成する。すなわち、基準光学軸25の右側(+X方向)の物体Oからの光1は、物体O-物体サイドハーフレンズ200の外向き凸状表面204-物体サイドハーフレンズ200の内向き表面202-平面反射境界210の内向きミラー表面212-画像サイドハーフレンズ220の内向き表面222-画像サイドハーフレンズ220の外向き凸状表面224-画像Iという光路を介して伝播する。

20

30

#### 【0044】

平面反射境界250は、基準光学軸25の左側(-X方向)でクロッキングアセンブリ20上に入射する物体Oからの光1が物体サイドハーフレンズ240を通して伝播し(光2')、内向きミラー表面252上に光3'として物体サイドハーフレンズ240により集束されるように、物体サイドハーフレンズ240との関係において位置付けされている。実施形態において、光3'は、Z方向に延在し物体サイドハーフレンズ240の焦点 $f_4$ (本開示中「焦点 $f_4$ 」と呼ばれる)と交差するラインに向って物体サイドハーフレンズ240によって集束される。このような実施形態において、内向きミラー表面252は、焦点 $f_4$ に位置付けされ得る。光3'は、内向きミラー表面252によって反射され、この内向きミラー表面252から光4'として発散する。画像サイドハーフレンズ260は、内向きミラー表面252により反射されこの内向きミラー表面252から光4'として発散する光3'が内向き表面262上に入射するような形で、平面反射境界250との関係において位置付けされる。光4'は、画像サイドハーフレンズ260を通して伝播し(光5')、この画像サイドハーフレンズにより光6'として集束されて、クロッキングアセンブリ20の画像サイド24で基準光学軸25の左側に画像「I」の一部分を提供する。

40

#### 【0045】

外向き凸状表面244上に入射する光1は、光2'として内向き表面242まで物体サ

50

イドーフレンズ240を通して伝播する。光2'は概して、平面反射境界250の内向きミラー表面252上の焦点 $f_4$ に対して物体サイドーフレンズ240により光3'として集束された後、発散光4'として画像サイドーフレンズ260の内向き表面262上に反射される。光5'は、画像サイドーフレンズ260を通して外向き凸状表面264まで伝播する。画像サイドーフレンズ260は、その原初の経路に対し平行に、光6'として光5'を集束させて、クローキングアセンブリ20の画像サイド24に画像「I」の左側部分(基準光学軸25から-X方向)を形成する。したがって、基準光学軸25の左側(-X方向)の物体Oからの光1は画像サイドへと伝播して、物体-物体サイドーフレンズ240-平面反射境界250-画像サイドーフレンズ260-画像という光路を介して基準光学軸25の左側に画像Iを形成する。すなわち、基準光学軸25の左側(-X方向)の物体Oからの光1は、物体O-物体サイドーフレンズ240の外向き凸状表面244-物体サイドーフレンズ240の内向き表面242-平面反射境界250の内向きミラー表面252-画像サイドーフレンズ260の内向き表面262-画像サイドーフレンズ260の外向き凸状表面264-画像Iという光路を介して伝播する。

#### 【0046】

組み合わせで、すなわち、クローキングアセンブリ20の物体サイド22の物体Oからの基準光学軸25の右側(+X方向)および左側(-X方向)の光は、物体-物体サイドーフレンズ200、240-平面反射境界210、250-画像サイドーフレンズ220、260-画像という光路を介して画像サイド24まで伝播する。すなわち、物体Oからの光は、物体O-それぞれ物体サイドーフレンズ200、240の外向き凸状表面204、244-それぞれ物体サイドーフレンズ200、240の内向き表面202、242-それぞれ平面反射境界210、250の内向きミラー表面212、252-それぞれ画像サイドーフレンズ220、260の内向き表面222、262-それぞれ画像サイドーフレンズ220、260の外向き凸状表面224、264-画像Iという光路を介して伝播する。

#### 【0047】

ここで図1、5および6を参照すると、図1に関連して論述された実施形態に係るクローキングデバイスの頂面斜視図および側面図が、それぞれ図5および6に示されている。具体的には、図5は、クローキングデバイス10の被クローキング領域CR内部の支柱「C」の形をした部材および+Y方向でクローキングアセンブリ10の物体サイド12の支柱Cの後ろに位置設定された自動車「A」の頂面斜視図である。支柱Cは、クローキングデバイスの高さhよりも大きいZ方向の高さ寸法(+Z方向に増大した高さ)を有する(図6)。図6は、図1に示されたクローキングアセンブリ10の+Y方向から見た側面図であり、+Y方向でクローキングアセンブリ10を見ている観察者にとって、被クローキング領域内部にある支柱Cの部分が視認不能であり、+Y方向で支柱Cの後ろに位置設定された自動車Aが視認可能であるということを示している。したがって、クローキングアセンブリ10の画像サイド14を見ている観察者には、被クローキング領域内部に位置付けされた支柱Cが視認できず、画像サイド14を見ている観察者には自動車Aが視認できる。図5および6中の支柱Cは内向き表面(例えばクローキングアセンブリ10の内向き表面102、122、142、162)から分離したものである、すなわち支柱Cはクローキングアセンブリ10とは別個の物体であるものの、支柱Cは構造的にクローキングアセンブリ10の一部を成し、ーフレンズの内向き表面を提供するかまたはこれと同等である外部表面を有することもできるということを認識すべきである。

#### 【0048】

図7を参照すると、クローキングデバイスによりクローキングされているビークルのAピラーの実施形態が示されている。詳細には、図7は、ビークルVのAピラーPの一部分をクローキングする本開示中に記載されているクローキングデバイス19を示す。AピラーPの一部分は、クローキングデバイス19の被クローキング領域(図示せず)の内部に位置付けされており、AピラーPの一部分はクローキングデバイスを超えて延在し、トリムTでカバーされている。クローキングデバイス19の物体サイドでビークルVの外側に

例示されているのは、歩行者の形をした標的物体「O」である。歩行者Oの一部分は、ピークルVのサイドウィンドウを通して視認でき、歩行者の一部分は、クロッキングデバイス19によりクロッキングされたAピラーPを「通して」視認可能である。クロッキングデバイス19は、歩行者Oから反射された光を、クロッキングデバイス19の被クロッキング領域の内部に位置付けされたAピラーPの周りに方向変換し、歩行者Oの方を見ているピークルVの乗員にとって視認可能である歩行者Oの画像Iをクロッキングデバイス19の画像サイドでピークルの内部に形成する。したがって、歩行者Oからの光は、AピラーPを通過したように見え、典型的にAピラーPが作り出す死角は、AピラーPがクロッキングデバイス19の被クロッキング領域の内部に位置付けされていない場合ほど存在しない。実施形態において、AピラーP自体は、被クロッキング領域として役立つ。すなわちAピラーPは、歩行者からの光をAピラーPの周りに方向変換するのを補助する1つ以上の内向き表面を備えた外部表面を有する。クロッキングデバイス19を用いたAピラーPのクロッキングおよびAピラーPによって生成される死角の迂回、メタマテリアル、ビデオ画像、カメラ、最新の電子工学などを使用することなく実施される、ということを確認すべきである。

#### 【0049】

##### 実施例

ここで図8A～8Fを参照すると、クロッキングアセンブリ10の物体サイド12に位置付けされたエンブレムの形をした物体の、市販ソフトウェアプログラム(Zemax OpticStudio)を用いてシミュレートされた画像サイド14から見た画像が描かれている。物体サイドハーフレンズ100、140および画像サイドハーフレンズ120、160は、Thorlabs製の市販のAYL5040-Aのハーフレンズであった。物体サイドハーフレンズ100、140および画像サイドハーフレンズ120、160は、40mmの焦点距離、50mmの高さhおよび50mmの長さlを有していた。外向き凸状表面104、124、144、164は、反射防止コーティングが施されていた。全デバイス部域と隠ぺい領域の縦横比は、それぞれ0.60および0.83であり、クロッキング比(すなわち隠ぺい領域/総デバイス部域)は約36%であった。図8Aは、基準光学軸15と+Y方向からのクロッキングアセンブリ10の視角の間の不整合が全く無い状態(0°)の物体の画像を描く。すなわち、本開示で使用されている「不整合」なる用語は、クロッキングアセンブリの基準光学軸と、図中で+Y方向により描かれている画像サイドからクロッキングアセンブリを見る観察者の視線とで画定される角度(本開示中では「視角」とも呼ばれる)を意味する。図8Bは、基準光学軸15とクロッキングアセンブリ10の視角の間に1°の不整合を有する物体の画像を描く。図8Cは、基準光学軸15とクロッキングアセンブリ10の視角の間に2°の不整合を有する物体の画像を描く。図8Dは、基準光学軸15とクロッキングアセンブリ10の視角の間に3°の不整合を有する物体の画像を描く。図8Eは、基準光学軸15とクロッキングアセンブリ10の視角の間に4°の不整合を有する物体の画像を描く。図8Fは、基準光学軸15とクロッキングアセンブリ10の視角の間に5°の不整合を有する物体の画像を描く。図8A～8F中の画像により示されるように、クロッキングアセンブリ10の物体サイド12の物体の画像は、最大5°の不整合で明確に見ることができる。

#### 【0050】

本開示中に記載のクロッキングデバイスは、ピークルの内部から見た場合のピークル部材、例えばピークルAピラー、Bピラー、Cピラー、Dピラーなどをクロッキングし、ピークル部材がもたらす死角を迂回するために使用され得る。「物体」、「部材」および「品目」なる用語は、互換的に、光を反射するかまたは光を透過する視覚的物体または画像(2Dまたは3D)を意味し、「～からの光」なる用語は、「～から反射された光」または「～から透過された光」を意味することができる。「概して」、「おおよそ」および「約」なる用語は、本開示では、いずれかの定量的比較、値、測定または他の表現に起因する可能性のある固有の不確実性度を表わすために使用され得る。これらの用語は、本開示においては同様に、問題となっている主題の基本的機能の変化を結果としてもたらすこと

なく定量的表現が定められた基準から変動し得る度合いを表わすためにも使用される。

【 0 0 5 1 】

図中に開示され描かれている実施形態は、4つのレンズおよび2つの平面反射境界と境を接する被クロッキング領域を備えたクロッキングアセンブリを描いているものの、2つのハーフレンズおよび1つの平面反射境界と境を接する被クロッキング領域を備えたクロッキングアセンブリも提供される。例えば、非限定的に、被クロッキング領域は、物体サイドハーフレンズ、平面反射境界および画像サイド曲線CR境界の間で境を接していてもよい。

【 0 0 5 2 】

本開示中で使用されている方向用語、例えば上、下、右、左、前、後、頂部、底部、垂直、水平などは、描画された通りの図を基準としているにすぎず、別段の規定の無いかぎり絶対的配向を暗示するように意図されていない。

【 0 0 5 3 】

本開示中では特定の実施形態が例示され説明されてきたが、請求対象の主題の精神および範囲から逸脱することなく、さまざまな他の変更および修正を加えることができるということを理解すべきである。その上、本開示中では、請求対象の主題のさまざまな態様が説明されてきたが、このような態様を組み合わせで使用する必要はない。したがって、添付の特許請求の範囲は請求対象の主題の範囲内に入るこのような変更および修正の全てを網羅することが意図されている。

【 0 0 5 4 】

[ 例 1 ]

クロッキングデバイスであって、

物体サイド、画像サイド、前記物体サイドと前記画像サイドの間の被クロッキング領域、および前記物体サイドから前記画像サイドまで延在する基準光学軸と、

物体サイドハーフレンズおよび画像サイドハーフレンズであって、各々が内向き表面、外向き凸状表面、厚端部および薄端部を含み、前記内向き表面および前記外向き凸状表面が前記厚端部と前記薄端部の間に延在している、物体サイドハーフレンズおよび画像サイドハーフレンズと、

前記物体サイドハーフレンズと前記画像サイドハーフレンズの間に位置付けされた平面反射境界であって、前記基準光学軸と平行に配向された内向きミラー表面を含む、平面反射境界と、

を含み、

前記クロッキングデバイスの前記物体サイドに位置付けされ前記被クロッキング領域により視認不能化された物体からの光が、前記物体サイドハーフレンズ、前記平面反射境界および前記画像サイドハーフレンズにより前記被クロッキング領域の周りに方向変換されて前記クロッキングデバイスの前記画像サイドに前記物体の画像を形成し、こうして前記物体からの前記光が前記被クロッキング領域を通過したように見える、

クロッキングデバイス。

[ 例 2 ]

前記物体サイドハーフレンズおよび前記画像サイドハーフレンズの前記薄端部が、前記基準光学軸に対して近位に位置付けされ、前記物体サイドハーフレンズおよび前記画像サイドハーフレンズの前記厚端部が、前記基準光学軸に対して遠位に位置付けされている、例1に記載のクロッキングデバイス。

[ 例 3 ]

前記平面反射境界の前記内向きミラー表面が、前記物体サイドハーフレンズの焦点に位置付けされている、例1に記載のクロッキングデバイス。

[ 例 4 ]

前記物体サイドハーフレンズは、前記クロッキングデバイスの前記物体サイドに位置付けされた前記物体からの光を前記平面反射境界の前記内向きミラー表面上に集束させるように配向されており、前記平面反射境界の前記内向きミラー表面は、前記物体サイドハーフ

10

20

30

40

50



フレンズからの光を前記画像サイドーフレンズに反射するように配向されており、前記平面反射境界の前記内向きミラー表面から反射された光は発散光であり、前記画像サイドーフレンズは、前記平面反射境界の前記内向きミラー表面からの前記発散光を集束させて前記クロッキングデバイスの前記画像サイドに前記物体の前記画像を形成するように配向されている、例 1 に記載のクロッキングデバイス。

[ 例 5 ]

前記物体サイドーフレンズおよび前記画像サイドーフレンズが、円柱ーフレンズ、非円柱ーフレンズおよび色消しーフレンズからなる群の中から選択される、例 1 に記載のクロッキングデバイス。

[ 例 6 ]

前記物体サイドーフレンズは物体サイドーフレンズ対を含み、前記物体サイドーフレンズ対の一方の物体サイドーフレンズは前記基準光学軸の一方の側に位置付けされ、前記物体サイドーフレンズ対の他方の物体サイドーフレンズが前記基準光学軸の他方の側に位置付けされており、

前記物体サイドーフレンズ対の各物体サイドーフレンズは、内向き表面、外向き凸状表面、厚端部および薄端部サイドを含み、前記内向き表面および前記外向き凸状表面は前記厚端部と前記薄端部の間に延在しており、

前記物体サイドーフレンズ対の各物体サイドーフレンズの前記薄端部は、前記基準光学軸に対し近位に位置付けされ、前記物体サイドーフレンズ対の各物体サイドーフレンズの前記厚端部は、前記基準光学軸に対し遠位に位置付けされており、

前記画像サイドーフレンズは画像サイドーフレンズ対を含み、前記画像サイドーフレンズ対の一方の画像サイドーフレンズは前記基準光学軸の一方の側に位置付けされ、前記画像サイドーフレンズの他方の画像サイドーフレンズは前記基準光学軸の他方の側に位置付けされており、

前記画像サイドーフレンズ対の各画像サイドーフレンズは、内向き表面、外向き凸状表面、厚端部および薄端部を含み、前記内向き表面および前記外向き凸状表面は前記厚端部と前記薄端部の間に延在しており、

前記画像サイドーフレンズ対の各画像サイドーフレンズの前記薄端部は、前記基準光学軸に対し近位に位置付けされ、前記画像サイドーフレンズ対の各画像サイドーフレンズの前記厚端部は、前記基準光学軸に対し遠位に位置付けされており、

前記平面反射境界は、平面反射境界対を含み、前記平面反射境界対の一方の平面反射境界は、前記基準光学軸の一方の側に位置付けされた前記物体サイドーフレンズと前記画像サイドーフレンズの間に位置付けされており、前記平面反射境界対の他方の平面反射境界は、前記基準光学軸の前記他方の側に位置付けされた前記物体サイドーフレンズと前記画像サイドーフレンズの間に位置付けされており、

前記平面反射境界対の各平面反射境界は、前記基準光学軸と平行に配向された内向きミラー表面を含み、

前記クロッキングデバイスの前記物体サイドに位置付けされ前記被クロッキング領域により視認不能化された物体からの前記光が、前記物体サイドーフレンズ対、平面反射境界対および画像サイドーフレンズ対により前記被クロッキング領域の周りに方向変換されて前記クロッキングデバイスの画像サイドに前記物体の画像を形成し、こうして前記物体からの前記光が前記被クロッキング領域を通過したように見える、

例 1 に記載のクロッキングデバイス。

[ 例 7 ]

前記物体サイドーフレンズ対の前記厚端部の厚さが互いに等しい、例 6 に記載のクロッキングデバイス。

[ 例 8 ]

前記物体サイドーフレンズ対の前記厚端部の厚さが互いに等しくない、例 6 に記載のクロッキングデバイス。

[ 例 9 ]

クローキングデバイスアセンブリであって、

物体サイド、画像サイド、被クローキング領域、前記被クローキング領域内部に位置付けられた被クローキング部材、および前記物体サイドから前記画像サイドまで延在する基準光学軸と、

物体サイドハーフレンズ対であって、各物体サイドハーフレンズが内向き表面および外向き凸状表面を含み、前記物体サイドハーフレンズ対の一方の物体サイドハーフレンズが前記基準光学軸の一方の側に位置付けられ、前記物体サイドハーフレンズ対の他方の物体サイドハーフレンズが前記基準光学軸の他方の側に位置付けされている、物体サイドハーフレンズ対と、

サイドハーフレンズ対であって、各画像サイドハーフレンズが内向き表面および外向き凸状表面を含み、前記画像サイドハーフレンズ対の一方の画像サイドハーフレンズが前記基準光学軸の一方の側に位置付けられ、前記画像サイドハーフレンズ対の他方の画像サイドハーフレンズが前記基準光学軸の他方の側に位置付けされている、画像サイドハーフレンズ対と、

平面反射境界対であって、各平面反射境界が前記基準光学軸に対して平行に配向された内向きミラー表面を含み、前記平面反射境界対の一方の平面反射境界が、前記基準光学軸の前記一方の側に位置付けされた前記物体サイドハーフレンズと前記画像サイドハーフレンズの間に位置付けられ、前記平面反射境界対の他方の平面反射境界が、前記基準光学軸の前記他方の側に位置付けされた前記物体サイドハーフレンズと前記画像サイドハーフレンズの間に位置付けされている、平面反射境界対と、

を含み、

前記物体サイドハーフレンズ対および前記画像サイドハーフレンズ対が、円柱ハーフレンズ、非円柱ハーフレンズおよび色消しハーフレンズからなる群の中から選択されており、

前記クローキングデバイスアセンブリの前記物体サイドに位置付けられ前記被クローキング領域により視認不能化された物体からの光が、前記物体サイドハーフレンズ対、前記平面反射境界対および前記画像サイドハーフレンズ対により前記被クローキング部材の周りに方向変換されて前記クローキングデバイスアセンブリの前記画像サイドに前記物体の画像を形成し、こうして前記物体からの前記光が前記被クローキング領域を通過したように見える、

クローキングデバイスアセンブリ。

[ 例 1 0 ]

前記物体サイドハーフレンズ対の各物体サイドハーフレンズおよび前記画像サイドハーフレンズ対の各画像サイドハーフレンズが、厚端部および薄端部を含み、前記物体サイドハーフレンズ対の各物体サイドハーフレンズおよび前記画像サイドハーフレンズ対の各画像サイドハーフレンズの内向き表面および外向き凸状表面が前記厚端部と前記薄端部の間に延在する、例 9 に記載のクローキングデバイス。

[ 例 1 1 ]

前記物体サイドハーフレンズ対の各物体サイドハーフレンズおよび前記画像サイドハーフレンズ対の各画像サイドハーフレンズの薄端部が、前記基準光学軸に対し近位に位置付けられ、前記厚端部の各々が、前記基準光学軸に対し遠位に位置付けされている、例 1 0 に記載のクローキングデバイスアセンブリ。

[ 例 1 2 ]

前記物体サイドハーフレンズ対の各物体サイドハーフレンズの前記厚端部の厚さが互いに等しく、前記画像サイドハーフレンズ対の各画像サイドハーフレンズの前記厚端部の厚さが互いに等しい、例 1 0 に記載のクローキングデバイスアセンブリ。

[ 例 1 3 ]

前記物体サイドハーフレンズ対の各物体サイドハーフレンズの前記厚端部の厚さが互いに等しくなく、前記画像サイドハーフレンズ対の各画像サイドハーフレンズの前記厚端部の厚さが互いに等しくない、例 1 0 に記載のクローキングデバイスアセンブリ。

## [ 例 1 4 ]

前記平面反射境界対の前記内向きミラー表面の対が、前記画像サイドハーフレンズ対の焦点に位置付けされている、例 9 に記載のクロッキングデバイスアセンブリ。

## [ 例 1 5 ]

前記クロッキングデバイスの前記物体サイドに位置付けされた前記物体からの前記光が、物体 - 前記物体サイドハーフレンズ対の外向き凸状表面 - 前記物体サイドハーフレンズ対の内向き表面 - 前記平面反射境界対の内向きミラー表面 - 前記画像サイドハーフレンズ対の内向き表面 - 前記画像サイドハーフレンズ対の外向き凸状表面 - 画像という光路を介し、前記画像サイドまで伝播して前記画像を形成する、例 9 に記載のクロッキングデバイスアセンブリ。

10

## [ 例 1 6 ]

ピークルであって、

A ピラーと、

前記 A ピラー上に位置付けされたクロッキングデバイスであって、

前記クロッキングデバイスが、物体サイド、画像サイド、被クロッキング領域、および前記物体サイドから前記画像サイドまで延在する基準光学軸を含み、前記 A ピラーが前記被クロッキング領域内に位置付けされ、前記物体サイドが前記ピークルの外部に位置付けされ、前記画像サイドが前記ピークルの内部に位置付けされ、

前記クロッキングデバイスが更に、物体サイドハーフレンズおよび画像サイドハーフレンズであって、各々が内向き表面、外向き凸状表面、厚端部および薄端部を含み、前記内向き表面および前記外向き凸状表面が前記厚端部と前記薄端部の間に延在している、物体サイドハーフレンズおよび画像サイドハーフレンズを含み、

20

前記クロッキングデバイスが更に、前記物体サイドハーフレンズと前記画像サイドハーフレンズの間に位置付けされた平面反射境界であって、前記基準光学軸と平行に配向された内向きミラー表面を含む、平面反射境界を含む、

クロッキングデバイスと、

を含み、

前記クロッキングデバイスの物体サイドに位置付けされ前記被クロッキング領域により視認不能化された物体からの光が、前記物体サイドハーフレンズを通る前記平面反射境界への前記光の伝播と、前記平面反射境界による前記画像サイドハーフレンズ上への前記物体サイドハーフレンズからの光の反射と、前記平面反射境界からの前記光の前記画像サイドハーフレンズを通る伝播と、を介して、前記 A ピラーの周りに方向変換されて前記クロッキングデバイスの画像サイドに前記物体の画像を形成し、こうして前記物体からの前記光が前記被クロッキング領域を通過したように見える、

30

ピークル。

## [ 例 1 7 ]

前記物体サイドハーフレンズおよび画像サイドハーフレンズの前記薄端部が、前記基準光学軸に対して近位に位置付けされ、前記物体サイドおよび画像サイドハーフレンズの前記厚端部が、前記基準光学軸に対して遠位に位置付けされている、例 1 6 に記載のピークル。

40

## [ 例 1 8 ]

前記平面反射境界の前記内向きミラー表面が、前記物体サイドハーフレンズの焦点に位置付けされている、例 1 6 に記載のピークル。

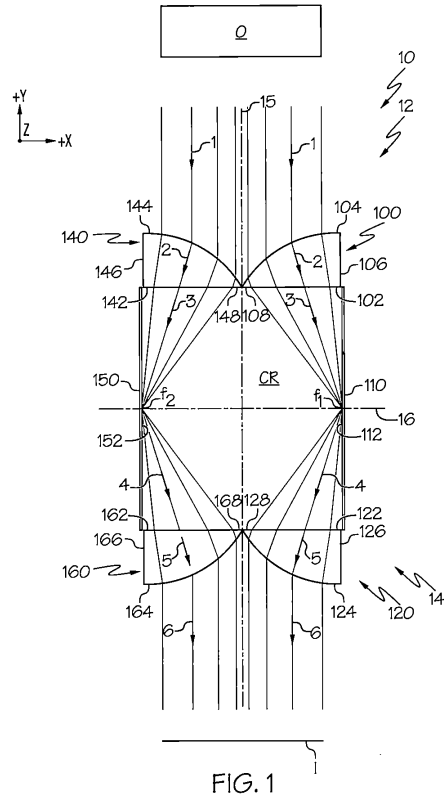
## [ 例 1 9 ]

前記物体サイドハーフレンズの前記厚端部の厚さが、前記画像サイドハーフレンズの前記厚端部の厚さに等しい、例 1 6 に記載のピークル。

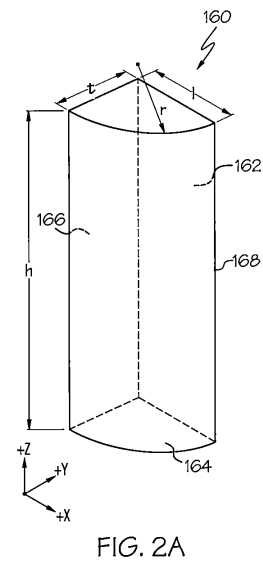
## [ 例 2 0 ]

前記物体サイドハーフレンズの前記厚端部の厚さが前記画像サイドハーフレンズの前記厚端部の厚さに等しくない、例 1 6 に記載のピークル。

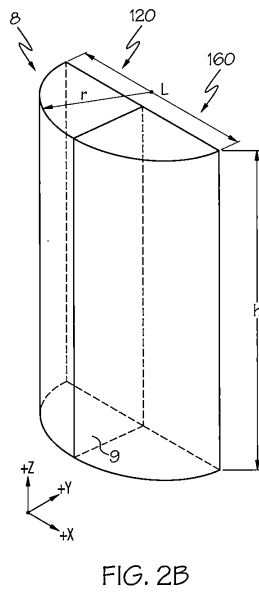
【図 1】



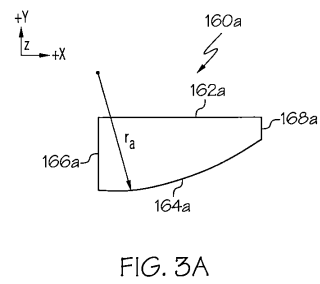
【図 2 A】



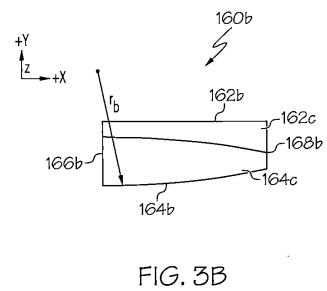
【図 2 B】



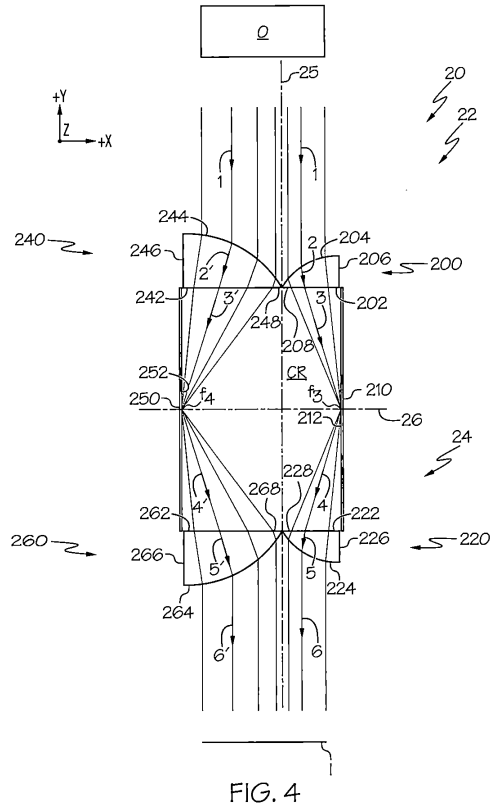
【図 3 A】



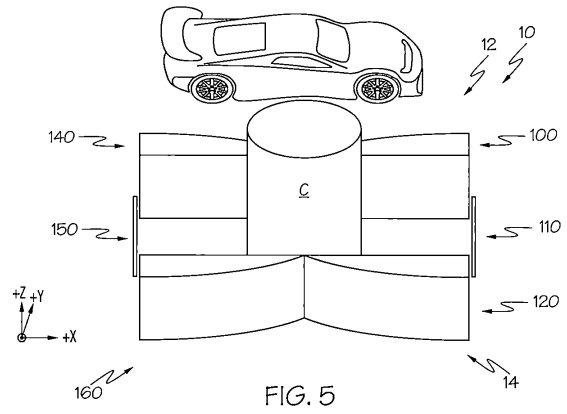
【図 3 B】



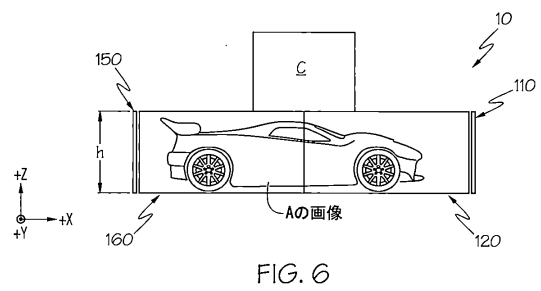
【図 4】



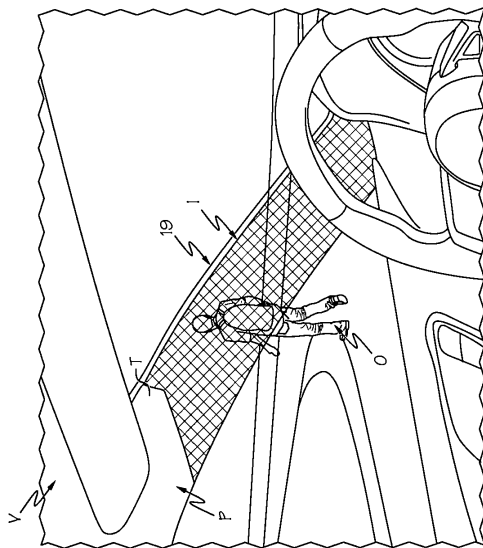
【図 5】



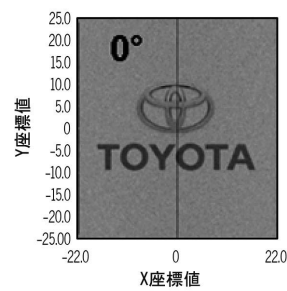
【図 6】



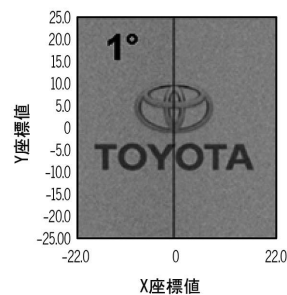
【図 7】



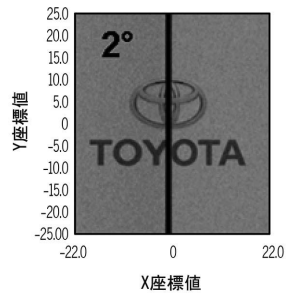
【図 8 A】



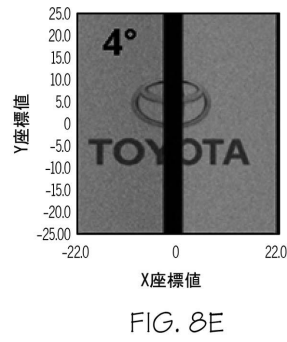
【図 8 B】



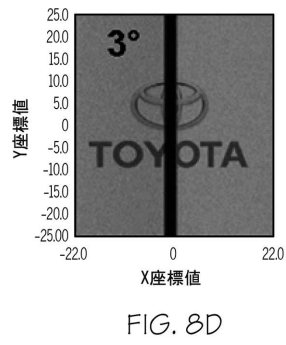
【図 8 C】



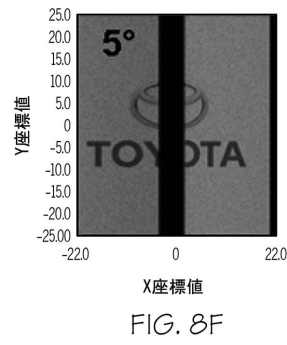
【図 8 E】



【図 8 D】



【図 8 F】



## フロントページの続き

(74)代理人 100123593

弁理士 関根 宣夫

(74)代理人 100153729

弁理士 森本 有一

(72)発明者 イ キュ - テ

アメリカ合衆国, ミシガン, アナーバー, ナタリー レーン 1413, アpartment ナンバー 303

(72)発明者 デバシシュ バナージー

アメリカ合衆国, ミシガン 48105, アナーバー, スプリング ホロー コート 3104

審査官 殿岡 雅仁

(56)参考文献 特開2008-191402(JP, A)

米国特許出願公開第2016/0025956(US, A1)

実開平07-005934(JP, U)

中国特許出願公開第101299079(CN, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 9/00 - 17/08

G02B 21/02 - 21/04

G02B 25/00 - 25/04

G02B 27/00 - 30/60

G02B 1/00 - 5/136

B60R 1/00 - 1/12

B62D 17/00 - 29/04