

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7635294号
(P7635294)

(45)発行日 令和7年2月25日(2025.2.25)

(24)登録日 令和7年2月14日(2025.2.14)

(51)国際特許分類	F I				
H 1 0 F 39/12 (2025.01)	H 0 1 L	27/146		D	
H 1 0 F 39/18 (2025.01)	H 0 1 L	27/146		A	
G 0 2 B 5/04 (2006.01)	G 0 2 B	5/04		F	
G 0 2 B 3/00 (2006.01)	G 0 2 B	3/00		A	

請求項の数 11 (全16頁)

(21)出願番号	特願2023-74436(P2023-74436)	(73)特許権者	507296388
(22)出願日	令和5年4月28日(2023.4.28)		采▲ぎょく▼科技股▲ふん▼有限公司
(65)公開番号	特開2024-115492(P2024-115492 A)		VisEra Technologies Company Limited
(43)公開日	令和6年8月26日(2024.8.26)		台湾新竹市科学園区篤行一路12號
審査請求日	令和5年4月28日(2023.4.28)		No.12,Dusing Rd.1,
(31)優先権主張番号	18/169,126		Hsinchu Science Park,Hsin-Chu City,Taiwan
(32)優先日	令和5年2月14日(2023.2.14)	(74)代理人	100206335
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		弁理士 太田 和宏
		(72)発明者	劉 浩偉
			台湾新竹市新竹科學工業園區篤行一路12號
		(72)発明者	鄭 聖傳
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 イメージセンサ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第一のユニットを備える、イメージセンサであって、
前記第一のユニットが、
第一の寸法を有する第一のフォトダイオードと、
前記第一のフォトダイオードに隣接して配置され、前記第一の寸法よりも大きい第二の寸法を有する第二のフォトダイオードと、
前記第一のフォトダイオード及び前記第二のフォトダイオードに重なり、前記第一のフォトダイオードの上面全体及び第二のフォトダイオードの上面全体を覆う第一のカラーフィルタと、
前記第一のカラーフィルタに配置され、前記第一のフォトダイオードと重なる第一の内部リフレクタであって、前記第一の内部リフレクタは前記第一のカラーフィルタの上面から前記第二のフォトダイオードに向かって傾斜した傾斜受光面を有し、前記第一の内部リフレクタの屈折率は前記第一のカラーフィルタの屈折率よりも小さい、第一の内部リフレクタと、
を備える、イメージセンサ。

【請求項2】

前記第一の内部リフレクタの屈折率と前記第一のカラーフィルタの屈折率との差が0.2より大きい、
請求項1に記載のイメージセンサ。

【請求項 3】

前記第一のユニットは、前記第一のカラーフィルタを取り囲むグリッドを備え、前記グリッドの高さに対する前記第一の内部リフレクタの高さの比は $0.3 \sim 1$ であり、前記第一の内部リフレクタは第五の寸法を有し、前記第五の寸法は前記第一のフォトダイオードの前記第一の寸法より大きく、前記第一のフォトダイオードの前記第一の寸法と、前記第二のフォトダイオードの前記第二の寸法の半分との和より小さい、

請求項 1 に記載のイメージセンサ。

【請求項 4】

前記第一のユニットは、前記第一のカラーフィルタを取り囲むグリッドを備え、前記第一の内部リフレクタは、前記傾斜受光面と前記第一のフォトダイオードとの間に角度 θ_1 を有する、

請求項 1 に記載のイメージセンサ。

【請求項 5】

前記角度 θ_1 は、

【数 1】

$$\frac{0.3 * H_1}{0.5 * W_2 + W_1} \leq \tan \theta_1 \leq \frac{H_1}{W_1}$$

を満たし、

H_1 は前記グリッドの高さ、 W_1 は前記第一のフォトダイオードの前記第一の寸法、 W_2 は前記第二のフォトダイオードの前記第二の寸法である、

請求項 4 に記載のイメージセンサ。

【請求項 6】

前記第一の内部リフレクタは前記第二のフォトダイオードの一部と重なり、前記第一の内部リフレクタは透明な有機材料で作られ、前記第一の内部リフレクタは三角プリズムである、

請求項 1 に記載のイメージセンサ。

【請求項 7】

第二のユニットをさらに備える、請求項 1 に記載のイメージセンサであって、

前記第二のユニットが、

第三の寸法を有する第三のフォトダイオードと、

前記第三のフォトダイオードに隣接して配置され、前記第三の寸法よりも大きい第四の寸法を有する第四のフォトダイオードと、

前記第三のフォトダイオード及び前記第四のフォトダイオードに重なる第二のカラーフィルタと、

前記第二のカラーフィルタに配置され、前記第三のフォトダイオードと重なる第二の内部リフレクタであって、前記第二の内部リフレクタは前記第二のカラーフィルタの上から前記第四のフォトダイオードに向かって傾斜した傾斜受光面を有し、前記第二の内部リフレクタの屈折率は前記第二のカラーフィルタの屈折率よりも小さく、前記第二の内部リフレクタの透明度は前記第一の内部リフレクタの透明度と異なる、第二の内部リフレクタと、

を備える、イメージセンサ。

【請求項 8】

前記第二の内部リフレクタの屈折率と前記第二のカラーフィルタの屈折率との差が 0.2 より大きく、前記第二のユニットは前記第二のカラーフィルタを取り囲むグリッドを備え、前記グリッドの高さに対する前記第二の内部リフレクタの高さの比は $0.3 \sim 1$ である、

請求項 7 に記載のイメージセンサ。

【請求項 9】

前記第二の内部リフレクタは第六の寸法を有し、前記第六の寸法は前記第三のフォトダイオードの前記第三の寸法より大きく、前記第三のフォトダイオードの前記第三の寸法と、前記第四のフォトダイオードの前記第四の寸法の半分との和より小さい、請求項 7 に記載のイメージセンサ。

【請求項 10】

前記第二のユニットは、前記第二のカラーフィルタを取り囲むグリッドを備え、前記第二の内部リフレクタは、前記傾斜受光面と前記第三のフォトダイオードとの間に角度 θ_2 を有し、前記角度 θ_2 は、

【数 2】

$$\frac{0.3 * H_1}{0.5 * W_4 + W_3} \leq \tan \theta_2 \leq \frac{H_1}{W_3}$$

10

を満たし、

H_1 は前記グリッドの高さ、 W_3 は前記第三のフォトダイオードの前記第三の寸法、 W_4 は前記第四のフォトダイオードの前記第四の寸法である、

請求項 7 に記載のイメージセンサ。

【請求項 11】

前記第二のカラーフィルタは、前記第三のフォトダイオードから前記第四のフォトダイオードまで連続的に延び、前記第二の内部リフレクタの消衰係数は $0.1 \sim 0.3$ であり、前記第二の内部リフレクタは三角プリズムであり、前記第二の内部リフレクタは前記第四のフォトダイオードの一部と重なる、

20

請求項 7 に記載のイメージセンサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、イメージセンサに関する。

【背景技術】

【0002】

高速イメージセンサは、自動車、マシンビジョン、プロフェッショナルなビデオ撮影など、様々な分野の多くの用途で幅広く使用されてきた。イメージセンサ、特に相補型金属酸化膜半導体 (CMOS) イメージセンサを製造する技術は、急速に進歩し続けてきた。例えば、フレームレートをより高くして、電力消費を削減することが必要なために、そのようなイメージセンサのさらなる小型化及び統合が促進されてきた。

30

【0003】

自動車産業のようないくつかの技術分野では、デジタルビデオカメラを車両に配置し、運転手のために車室内に小型ディスプレイを提供することによって、運転中の車両の全体的な安全性を向上させる取り組みが継続的に行われている。移動体を正確に認識し、あらゆる光条件下で高い色再現性で検出することが望まれている。このような用途では、 10^{-1} ルクス (暗視用) から 10^5 ルクス (明るい太陽光やヘッドライトの直接照射条件) までのシーン照明の範囲をキャプチャするためのハイダイナミックレンジ (HDR) が必要である。このハイダイナミックレンジは、少なくとも 100 dB 以上のダイナミックレンジに相当する。現在の CMOS センサは、フルウェル限界とノイズフロア限界のため、このレンジを実現するのは困難である。CMOS イメージセンサの用途をハイダイナミックレンジ分野まで拡大するためには、ハイダイナミックレンジセンサ設計が必要である。

40

【発明の概要】

【0004】

本開示の態様は、第一のユニットを含むイメージセンサを提供する。第一のユニットは、第一の寸法を有する第一のフォトダイオードと、第一のフォトダイオードに隣接して配置され、第一の寸法よりも大きい第二の寸法を有する第二のフォトダイオードと、第一の

50

フォトダイオード及び第二のフォトダイオードに重なる第一のカラーフィルタと、第一のカラーフィルタに配置され、第一のフォトダイオードと重なる第一の内部リフレクタと、を備える。第一の内部リフレクタは、第一のカラーフィルタの上面から第二のフォトダイオードに向かって傾斜した傾斜受光面を有し、第一の内部リフレクタの屈折率は、第一のカラーフィルタの屈折率よりも小さい。

【 0 0 0 5 】

本開示のいくつかの実施形態によれば、第一の内部リフレクタの屈折率は、1 より大きい。

【 0 0 0 6 】

本開示のいくつかの実施形態によれば、第一の内部リフレクタの屈折率と第一のカラーフィルタの屈折率との差は、0.2 より大きい。

10

【 0 0 0 7 】

本開示のいくつかの実施形態によれば、第一のユニットは、第一のカラーフィルタを取り囲むグリッドをさらに含み、グリッドの高さに対する第一の内部リフレクタの高さの比は、0.3 ~ 1 である。

【 0 0 0 8 】

本開示のいくつかの実施形態によれば、第一の内部リフレクタは第五の寸法を有し、第五の寸法は第一のフォトダイオードの第一の寸法より大きく、第一のフォトダイオードの第一の寸法と、第二のフォトダイオードの第二の寸法の半分との和より小さい。

【 0 0 0 9 】

20

本開示のいくつかの実施形態によれば、第一のユニットは、第一のカラーフィルタを取り囲むグリッドをさらに含む。第一の内部リフレクタは、傾斜受光面と第一のフォトダイオードとの間に角度 θ_1 を有し、角度 θ_1 は、

【数 1】

$$\frac{0.3 * H_1}{0.5 * W_2 + W_1} \leq \tan \theta_1 \leq \frac{H_1}{W_1}$$

を満たし、 H_1 はグリッドの高さ、 W_1 は第一のフォトダイオードの第一の寸法、 W_2 は第二のフォトダイオードの第二の寸法である。

30

【 0 0 1 0 】

本開示のいくつかの実施形態によれば、第一のカラーフィルタは、第一のフォトダイオードから第二のフォトダイオードまで連続的に延びる。

【 0 0 1 1 】

本開示のいくつかの実施形態によれば、第一のフォトダイオード及び第二のフォトダイオードは、対称軸を共有する。

【 0 0 1 2 】

本開示のいくつかの実施形態によれば、第一の内部リフレクタは、透明な有機材料で作られている。

【 0 0 1 3 】

40

本開示のいくつかの実施形態によれば、第一の内部リフレクタは、三角プリズムである。

【 0 0 1 4 】

本開示のいくつかの実施形態によれば、イメージセンサは、第二のユニットをさらに備え、第二のユニットは、第三の寸法を有する第三のフォトダイオードと、第三のフォトダイオードに隣接して配置され、第三の寸法よりも大きい第四の寸法を有する第四のフォトダイオードと、第三のフォトダイオード及び第四のフォトダイオードに重なる第二のカラーフィルタと、第二のカラーフィルタに配置され、第三のフォトダイオードと重なる第二の内部リフレクタと、を含む。第二の内部リフレクタは、第二のカラーフィルタの上面から第四のフォトダイオードに向かって傾斜した傾斜受光面を有し、第二の内部リフレクタの屈折率は第二のカラーフィルタの屈折率より小さく、第二の内部リフレクタの透明度は

50

第一の内部リフレクタの透明度と異なる。

【 0 0 1 5 】

本開示のいくつかの実施形態によれば、第二の内部リフレクタの屈折率は、1 より大きい。

【 0 0 1 6 】

本開示のいくつかの実施形態によれば、第二の内部リフレクタの屈折率と第二のカラーフィルタの屈折率との差は、0 . 2 より大きい。

【 0 0 1 7 】

本開示のいくつかの実施形態によれば、第二のユニットは、第二のカラーフィルタを取り囲むグリッドをさらに含み、グリッドの高さに対する第二の内部リフレクタの高さの比は、0 . 3 ~ 1 である。

10

【 0 0 1 8 】

本開示のいくつかの実施形態によれば、第二の内部リフレクタは第六の寸法を有し、第六の寸法は第三のフォトダイオードの第三の寸法より大きく、第三のフォトダイオードの第三の寸法と、第四のフォトダイオードの第四の寸法の半分との和より小さい。

【 0 0 1 9 】

本開示のいくつかの実施形態によれば、第二のユニットは、第二のカラーフィルタを取り囲むグリッドをさらに含み、第二の内部リフレクタは、傾斜受光面と第三のフォトダイオードとの間に角度 θ_2 を有し、角度 θ_2 が

【 数 2 】

20

$$\frac{0.3 * H_1}{0.5 * W_4 + W_3} \leq \tan \theta_2 \leq \frac{H_1}{W_3}$$

を満たし、 H_1 はグリッドの高さ、 W_3 は第三のフォトダイオードの第三の寸法、 W_4 は第四のフォトダイオードの第四の寸法である。

【 0 0 2 0 】

本開示のいくつかの実施形態によれば、第二のカラーフィルタは、第三のフォトダイオードから第四のフォトダイオードまで連続的に延びる。

【 0 0 2 1 】

30

本開示のいくつかの実施形態によれば、第二の内部リフレクタの消衰係数は、0 . 1 ~ 0 . 3 である。

【 0 0 2 2 】

本開示のいくつかの実施形態によれば、第二の内部リフレクタは、三角プリズムである。

【 0 0 2 3 】

本開示のいくつかの実施形態によれば、第一のユニットは、第一のフォトダイオード上の第一のレンズと、第二のフォトダイオード上の第二のレンズとをさらに含む。

【 0 0 2 4 】

前述の一般的な説明及び以下の詳細な説明は、いずれも例によるものであり、特許請求される本発明のさらなる説明を提供することを意図していることを理解されたい。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 5 】

添付の図面は、本発明のさらなる理解を提供するために含まれ、本明細書に組み込まれ、本明細書の一部を構成する。図面は、本発明の実施形態を示すものであり、説明とともに、本発明の原理を説明するのに役立つ。

【 0 0 2 6 】

【 図 1 】 本開示のいくつかの実施形態によるイメージセンサの上面図である。

【 図 2 】 図 1 の線 A - A に沿って取られた断面図であり、本開示のいくつかの実施形態による第一のユニットの断面を示す。

50

【図 3 A】本開示のいくつかの実施形態による第一のユニットの異なる光路の概略図である。

【図 3 B】本開示のいくつかの実施形態による第一のユニットの異なる光路の概略図である。

【図 3 C】本開示のいくつかの実施形態による第一のユニットの異なる光路の概略図である。

【図 4】本開示の第一のユニットの異なる実施形態の断面図である。

【図 5】本開示の第一のユニットの異なる実施形態の断面図である。

【図 6】図 1 の線 B - B に沿って取られた断面図であり、本開示のいくつかの実施形態による第二のユニットの断面を示す。

10

【図 7】図 1 の線 C - C に沿って取られた断面図であり、本開示のいくつかの実施形態による第三のユニットの断面を示す。

【図 8】本開示のいくつかの実施形態による、イメージセンサのユニットの大型フォトダイオードの正規化された感度ピークである。

【図 9】本開示のいくつかの実施形態による、イメージセンサのユニットの小型フォトダイオードの正規化された感度ピークである。

【発明を実施するための形態】

【0027】

ここで、本発明の本実施形態について詳細に言及するが、その例は、添付の図面に例示されている。可能な限り、図面及び説明において、同じ参照番号は、同様又は類似のパーツを参照するために使用される。

20

【0028】

図 1 を参照すると、この図は、本開示のいくつかの実施形態によるイメージセンサの上面図である。イメージセンサ 10 は、複数の第一のユニット 100、複数の第二のユニット 200、及び複数の第三のユニット 300 を含む。第一のユニット 100、第二のユニット 200、及び第三のユニット 300 は、異なる光学特性及び構造設計を有する。いくつかの実施形態では、イメージセンサ 10 の第一のユニット 100、第二のユニット 200、及び第三のユニット 300 の比率及び配置は、異なる要件に従って設計することができる。

【0029】

30

図 1 及び図 2 を参照すると、図 2 は、図 1 の線 A - A に沿って取られた断面図で、本開示のいくつかの実施形態による第一のユニットの断面を示す。第一のユニット 100 は、第一の寸法 W_1 を有する第一のフォトダイオード 110 と、第二の寸法 W_2 を有する第二のフォトダイオード 120 とを含む。第二のフォトダイオード 120 は、第一のフォトダイオード 110 に隣接して配置され、第二のフォトダイオード 120 の第二の寸法 W_2 は、第一のフォトダイオード 110 の第一の寸法 W_1 より大きい。いくつかの実施形態では、第一のフォトダイオード 110 及び第二のフォトダイオード 120 は、対称軸 L を共有する。

【0030】

より具体的には、第一のユニット 100 は、第一のフォトダイオード 110 を第二のフォトダイオード 120 から分離するように構成されたディープトレンチ分離構造 102 を含む。第一のフォトダイオード 110 の第一の寸法 W_1 は、対称軸 L の方向において第一のフォトダイオード 110 の反対側にある一対のディープトレンチ分離構造 102 の中心間距離の間で測定され、第二のフォトダイオード 120 の第二の寸法 W_2 は、対称軸 L の方向において第二のフォトダイオード 120 の反対側にある一対のディープトレンチ分離構造 102 の中心間距離の間で測定される。

40

【0031】

第一のユニット 100 は、第一のフォトダイオード 110 及び第二のフォトダイオード 120 に重なる第一のカラーフィルタ 130 をさらに含む。第一のカラーフィルタ 130 は、R / G / B カラーフィルタ又は C / Y / M カラーフィルタであり得る。第一のカラー

50

フィルタ 130 は、第一のフォトダイオード 110 から第二のフォトダイオード 120 まで連続的に延びる。

【0032】

第一のユニット 100 は、第一のカラーフィルタ 130 を取り囲む第一のグリッド 140 をさらに含む。第一のカラーフィルタ 130 は、第一のフォトダイオード 110 と第二のフォトダイオード 120 に重なり、第二のフォトダイオード 120 の第二の寸法 W_2 は、第一のフォトダイオード 110 の第一の寸法 W_1 より大きいので、第一のグリッド 140 は、矩形の形状ではなく、第一のフォトダイオード 110 と第二のフォトダイオード 120 との間の部分を有さない。

【0033】

より具体的には、第一のカラーフィルタ 130 は、第一のフォトダイオード 110 の真上にある第一の部分 132 と、第二のフォトダイオード 120 の真上にある第二の部分 134 とを有し、第一の部分 132 と第二の部分 134 とは、同じ波長帯を透過させる。第一のカラーフィルタ 130 の第一の部分 132 は、第一のグリッド 140 のいかなる部分もその間に介在することなく、第一のカラーフィルタ 130 の第二の部分 134 に直接接続される。

【0034】

第一のユニット 100 は、第一のカラーフィルタ 130 内に配置され、第一のフォトダイオード 110 に重なる第一の内部リフレクタ 150 をさらに含む。いくつかの実施形態では、第一の内部リフレクタ 150 は、三角プリズムである。いくつかの実施形態では、第一の内部リフレクタ 150 は、透明な有機材料で作られている。第一の内部リフレクタ 150 は、傾斜受光面 152 と、第二のフォトダイオード 120 を指す頂点 154 とを有する。より具体的には、第一の内部リフレクタ 150 は三角形の断面を有し、第一の内部リフレクタ 150 の底面 151 は第一のフォトダイオード 110 の受光面に平行かつ隣接し、第一の内部リフレクタ 150 の側面 153 は第一のフォトダイオード 110 の受光面に垂直であり、傾斜受光面 152 は第一の内部リフレクタ 150 の底面 151 と側面 153 を相互接続し、第一のカラーフィルタ 130 の上面から第二のフォトダイオード 120 に向かって傾斜している。いくつかの実施形態では、第一の内部リフレクタ 150 は、第一のカラーフィルタ 130 に完全に埋め込まれる。

【0035】

第一の内部リフレクタ 150 の屈折率は、第一のカラーフィルタ 130 の屈折率よりも小さく、第一の内部リフレクタ 150 と第一のカラーフィルタ 130 との間の界面によって指示光の光路が変更され、より大きな寸法 W_2 を有する第二のフォトダイオード 120 に、より多くの光量を入れることができるようになっている。いくつかの実施形態では、第一の内部リフレクタ 150 の屈折率は、1 より大きい。いくつかの実施形態では、第一の内部リフレクタ 150 の屈折率と第一のカラーフィルタ 130 の屈折率との差は、0.2 より大きい。

【0036】

第一のユニット 100 は、第一のレンズ 160 と、第二のレンズ 170 とをさらに含む。第一のレンズ 160 は、第一のフォトダイオード 110 上に配置され、第二のレンズ 170 は、第二のフォトダイオード 120 上に配置される。また、第二のレンズ 170 のサイズは、第一のレンズ 160 のサイズよりも大きい。

【0037】

図 3A ~ 図 3C を参照する。図 3A ~ 図 3C は、本開示のいくつかの実施形態による第一のユニット 100 の異なる光路の概略図である。第一のユニット 100 の光路は、少なくとも、第一の内部リフレクタ 150 と第一のカラーフィルタ 130 との屈折率の差、第一の内部リフレクタ 150 の傾斜角、及び入射光の入射角に従って決定される。

【0038】

いくつかの状況では、図 3A に示すように、入射光 L_1 の入射角 θ_1 は、第一の内部リフレクタ 150 と第一のカラーフィルタ 130 との間の界面の全内部反射 (TIR) 角と

10

20

30

40

50

実質的に等しい。入射光 L_1 が第一のカラーフィルタ 130 から第一の内部リフレクタ 150 への界面に到達すると、入射光 L_1 は第一の内部リフレクタ 150 に屈折せず、第一のカラーフィルタ 130 に反射しない。入射光 L_1 は、第一の内部リフレクタ 150 と第一のカラーフィルタ 130 との間の界面に沿って実質的に透過し、したがって、ほとんどの入射光 L_1 が第二のフォトダイオード 120 に行く。

【0039】

いくつかの他の状況では、図 3 B に示すように、入射光 L_2 の入射角 ϕ_2 は、第一の内部リフレクタ 150 と第一のカラーフィルタ 130 との間の界面の TIR 角よりも大きい。入射光 L_2 が第一のカラーフィルタ 130 から第一の内部リフレクタ 150 への界面に到達すると、入射光 L_2 は第一の内部リフレクタ 150 に屈折せず、第一のカラーフィルタ 130 に全反射する。入射光 L_2 は、第一のカラーフィルタ 130 において実質的に透過し、したがって、ほとんどの入射光 L_2 が第二のフォトダイオード 120 に行く。

10

【0040】

さらに他のいくつかの状況では、図 3 C に示すように、入射光 L_3 の入射角 ϕ_3 は、第一の内部リフレクタ 150 と第一のカラーフィルタ 130 との間の界面の TIR 角よりも小さい。入射光 L_3 が第一のカラーフィルタ 130 から第一の内部リフレクタ 150 への界面に到達すると、入射光 L_3 の一部は第一の内部リフレクタ 150 に屈折して、その後、第一のフォトダイオード 110 に入射し、入射光 L_3 の別の一部は第一のカラーフィルタ 130 に反射して、その後、第二のフォトダイオード 120 に入射する。第二のフォトダイオード 120 の受光量は、第二のフォトダイオード 120 に直接入射する入射光と、第一のフォトダイオード 110 からの入射光の一部とを含む。

20

【0041】

図 3 A ~ 図 3 C で説明したように、第一のカラーフィルタ 130 に第一の内部リフレクタ 150 を追加することによって、第一のユニット 100 への入射光の光路が再配列され、寸法 W_1 が小さい第一のフォトダイオード 110 の感度は、第一の内部リフレクタ 150 により低下するようになる。一方、寸法 W_2 が大きい第二のフォトダイオード 120 の感度は、第一の内部リフレクタ 150 によって向上され得る。

【0042】

図 2 に戻って参照する。第一の内部リフレクタ 150 の構造は、入射光の光路を制御するために慎重に設計される。いくつかの実施形態では、第一のグリッド 140 の高さ H_1 に対する第一の内部リフレクタ 150 の高さ H_2 の比は、0.3 ~ 1 である。第一の内部リフレクタ 150 が高すぎたり短すぎたりすると、入射光の少なくとも一部を第二のフォトダイオード 120 に案内する機能が破綻する。いくつかの実施形態では、第一の内部リフレクタ 150 は第五の寸法 W_5 を有し、第五の寸法 W_5 は第一のフォトダイオード 110 の第一の寸法 W_1 よりも大きく、第一のフォトダイオード 110 の第一の寸法 W_1 と、第二のフォトダイオード 120 の第二の寸法 W_2 の半分との和より小さい。すなわち、第一の内部リフレクタ 150 は、少なくとも第一のフォトダイオード 110 と重なり、第二のフォトダイオード 120 の半分以上とは重ならない。いくつかの実施形態では、第一の内部リフレクタ 150 は、第一のフォトダイオード 110 と、第二のフォトダイオード 120 の一部分とに重なっている。

30

40

【0043】

いくつかの実施形態では、第一の内部リフレクタ 150 は、傾斜受光面 152 と第一のフォトダイオード 110 (例えば、第一の内部リフレクタ 150 の底面 151) との間に角度 θ_1 を有し、角度 θ_1 は、

【数 3】

$$\frac{0.3 * H_1}{0.5 * W_2 + W_1} \leq \tan \theta_1 \leq \frac{H_1}{W_1}$$

を満たし、ここで、 H_1 は第一のグリッド 140 の高さ、 W_1 は第一のフォトダイオード

50

110の第一の寸法、 W_2 は第二のフォトダイオード120の第二の寸法である。第一の内部リフレクタ150の角度 θ_1 が上記式を満たさない場合、入射光の光路は、所望のように再配列されない。

【0044】

したがって、本開示の第一のユニットの異なる実施形態の断面図である図4及び図5に示すように、第一の内部リフレクタ150の高さ H_2 が高くなると、第一の内部リフレクタ150の第五の寸法 W_5 もそれに伴って大きくなる。一方、第一の内部リフレクタ150の高さ H_2 が低くなると、第一の内部リフレクタ150の第五の寸法 W_5 は、それに伴って小さくなる。いくつかの実施形態では、図4に示すように、第一の内部リフレクタ150は、第一のカラーフィルタ130よりも短く、第一の内部リフレクタ150は、第一のフォトダイオード110上にあり、第二のフォトダイオード120上にない。いくつかの実施形態では、図5に示すように、第一の内部リフレクタ150は、第一のフォトダイオード110上、第一のフォトダイオード110と第二のフォトダイオード120との間のディープトレレンチ分離構造102の部分上、及び部分的に第二のフォトダイオード120上にある。

【0045】

図6を参照すると、この図は、図1の線B - Bに沿って取られた断面図で、本開示のいくつかの実施形態による第二のユニットの断面を示す。第二のユニット200は、第三の寸法 W_3 を有する第三のフォトダイオード210と、第四の寸法 W_4 を有する第四のフォトダイオード220とを含む。第四のフォトダイオード220は、第三のフォトダイオード210に隣接して配置され、第四のフォトダイオード220の第四の寸法 W_4 は、第三のフォトダイオード210の第三の寸法 W_3 より大きい。いくつかの実施形態では、第三のフォトダイオード210及び第四のフォトダイオード220は、対称軸 L' を共有する。

【0046】

より具体的には、第二のユニット200は、第三のフォトダイオード210を第四のフォトダイオード220から分離するように構成されたディープトレレンチ分離構造202を含む。第三のフォトダイオード210の第三の寸法 W_3 は、対称軸 L' の方向において第三のフォトダイオード210の反対側にある一対のディープトレレンチ分離構造202の中心間距離の間で測定され、第四のフォトダイオード220の第四の寸法 W_4 は、対称軸 L' の方向において第四のフォトダイオード220の反対側にある一対のディープトレレンチ分離構造202の中心間距離の間で測定される。

【0047】

第二のユニット200は、第三のフォトダイオード210及び第四のフォトダイオード220に重なる第二のカラーフィルタ230をさらに含む。第二のカラーフィルタ230は、R/G/Bカラーフィルタ又はC/Y/Mカラーフィルタであり得る。第二のカラーフィルタ230は、第三のフォトダイオード210から第四のフォトダイオード220まで連続的に延びる。いくつかの実施形態では、第二のカラーフィルタ230の色は、第一のカラーフィルタ130の色と同じにすることも、異なるようにすることも可能である。

【0048】

第二のユニット200は、第二のカラーフィルタ230を取り囲む第二のグリッド240をさらに含む。第二のカラーフィルタ230は、第三のフォトダイオード210と第四のフォトダイオード220に重なり、第四のフォトダイオード220の第四の寸法 W_4 は、第三のフォトダイオード210の第三の寸法 W_3 より大きいので、第二のグリッド240は、矩形の形状ではなく、第三のフォトダイオード210と第四のフォトダイオード220の間の部分を有さない。

【0049】

より具体的には、第二のカラーフィルタ230は、第三のフォトダイオード210の真上にある第一の部分232と、第四のフォトダイオード220の真上にある第二の部分234とを有し、第一の部分232と第二の部分234とは、同じ波長帯を透過させる。第二のカラーフィルタ230の第一の部分232は、第二のグリッド240のいかなる部分

もその間に介在することなく、第二のカラーフィルタ 230 の第二の部分 234 に直接接続される。

【0050】

第二のユニット 200 は、第二のカラーフィルタ 230 に配置され、第三のフォトダイオード 210 に重なる第二の内部リフレクタ 250 をさらに含む。第二の内部リフレクタ 250 の屈折率は第二のカラーフィルタ 230 の屈折率よりも小さく、第二の内部リフレクタ 250 の透明度は第一の内部リフレクタ 150 の透明度とは異なる。例えば、第一の内部リフレクタ 150 は透明な材料から作られており、第二の内部リフレクタ 250 の透明度は、第一の内部リフレクタ 150 の透明度よりも小さい。すなわち、第二の内部リフレクタ 250 は、ゼロより大きい消衰係数を有する。いくつかの実施形態では、第二の内部リフレクタ 250 の消衰係数は、0.1 ~ 0.3 である。

10

【0051】

いくつかの実施形態では、第二の内部リフレクタ 250 は、ゼロより大きい消衰係数を有する三角プリズムである。第二の内部リフレクタ 250 は、傾斜受光面 252 と、第四のフォトダイオード 220 を指す頂点 254 とを有する。より具体的には、第二の内部リフレクタ 250 は三角形の断面を有し、第二の内部リフレクタ 250 の底面 251 は第三のフォトダイオード 210 の受光面に平行かつ隣接し、第二の内部リフレクタ 250 の側面 253 は第三のフォトダイオード 210 の受光面に垂直であり、傾斜受光面 252 は第二の内部リフレクタ 250 の底面 251 と側面 253 を相互接続し、第二のカラーフィルタ 230 の上面から第四のフォトダイオード 220 に向かって傾斜している。いくつかの実施形態では、第二の内部リフレクタ 250 は、第二のカラーフィルタ 230 に完全に埋め込まれる。第二のユニット 200 は、第三のフォトダイオード 210 上の第三のレンズ 260 と、第四のフォトダイオード 220 上の第四のレンズ 270 とをさらに含む。

20

【0052】

第一のユニット 100 と同様に、第二の内部リフレクタ 250 の屈折率は、第二のカラーフィルタ 230 の屈折率よりも小さく、図 3A ~ 図 3C で説明したように、第二の内部リフレクタ 250 と第二のカラーフィルタ 230 との間の界面によって指示光の光路が変更され、より大きな寸法 W_4 を有する第四のフォトダイオード 220 に、より多くの光量を入れることができるようになっている。いくつかの実施形態では、第二の内部リフレクタ 250 の屈折率は、1 より大きい。いくつかの実施形態では、第二の内部リフレクタ 250 の屈折率と第二のカラーフィルタ 230 の屈折率との間の差は、0.2 より大きい。

30

【0053】

いくつかの実施形態では、第二のグリッド 240 の高さ H_1 に対する第二の内部リフレクタ 250 の高さ H_3 の比は、0.3 ~ 1 である。第二の内部リフレクタ 250 が高すぎたり短すぎたりすると、入射光の少なくとも一部を第四のフォトダイオード 220 に案内する機能が破綻する。いくつかの実施形態では、第二の内部リフレクタ 250 は第六の寸法 W_6 を有し、第六の寸法 W_6 は第三のフォトダイオード 210 の第三の寸法 W_3 より大きく、第三のフォトダイオード 210 の第三の寸法 W_3 と、第四のフォトダイオード 220 の第四の寸法 W_4 の半分との和より小さい。すなわち、第二の内部リフレクタ 250 は、少なくとも第三のフォトダイオード 210 と重なり、第四のフォトダイオード 220 の半分以上とは重ならない。いくつかの実施形態では、第二の内部リフレクタ 250 は、第三のフォトダイオード 210 と、第四のフォトダイオード 220 の一部分とに重なっている。

40

【0054】

いくつかの実施形態では、第二の内部リフレクタ 250 は、傾斜受光面 252 と第三のフォトダイオード 210 (例えば、第二の内部リフレクタ 250 の底面 251) との間に角度 θ_2 を有し、角度 θ_2 は、

【数 4】

$$\frac{0.3 * H_1}{0.5 * W_4 + W_3} \leq \tan \theta_2 \leq \frac{H_1}{W_3},$$

50

を満たし、ここで、 H_1 は第二のグリッド240の高さ、 W_3 は第三のフォトダイオード210の第三の寸法、 W_4 は第四のフォトダイオード220の第四の寸法である。第二の内部リフレクタ250の角度 θ_2 が上記式を満たさない場合、入射光の光路は、所望のように再配列されない。第一のグリッド140と第二のグリッド240は、実質的に同じプロセスで形成され、したがって、第一のグリッド140と第二のグリッド240の高さは、実質的に同じであることに留意されたい。

【0055】

図7を参照すると、この図は、図1の線C-Cに沿って取られた断面図で、本開示のいくつかの実施形態による第三のユニットの断面を示す。第三のユニット300は、第七の寸法 W_7 を有する第五のフォトダイオード310と、第八の寸法 W_8 を有する第六のフォトダイオード320とを含む。第五のフォトダイオード310は、第六のフォトダイオード320に隣接して配置され、第六のフォトダイオード320の第八の寸法 W_8 は、第五のフォトダイオード310の第七の寸法 W_7 より大きい。第三のユニット300は、第五のフォトダイオード310及び第六のフォトダイオード320に重なる第三のカラーフィルタ330をさらに含む。第三のカラーフィルタ330は、R/G/Bカラーフィルタ又はC/Y/Mカラーフィルタであり得る。いくつかの実施形態では、第三のカラーフィルタ330の色は、第一のカラーフィルタ130及び/又は第二のカラーフィルタ230の色と同じであることも、あるいは異なることもできる。第三のカラーフィルタ330には、内部リフレクタは存在しない。

【0056】

第三のユニット300は、第三のカラーフィルタ330を取り囲む第三のグリッド340をさらに含む。より具体的には、第三のカラーフィルタ330は、第五のフォトダイオード310の真上にある第一の部分332と、第六のフォトダイオード320の真上にある第二の部分334とを有し、第一の部分332と第二の部分334とは、同じ波長帯を透過させる。第三のカラーフィルタ330の第一の部分332は、第三のグリッド340の一部分によって第三のカラーフィルタ330の第二の部分334と間隔を空けて配置される。すなわち、第三のグリッド340は、第三のカラーフィルタ330の第一の部分332及び第二の部分334を取り囲み、その間に介在する部分を有している。第三のユニット300は、第五のフォトダイオード310上の第五のレンズ360と、第六のフォトダイオード320上の第六のレンズ370とをさらに含む。

【0057】

図8及び図9を参照すると、これらの図は、本開示のいくつかの実施形態による、イメージセンサのユニットの大型フォトダイオード及び小型フォトダイオードの正規化された感度ピークである。第三のユニットの第六のフォトダイオードのように、内部リフレクタなし(w/o ITR)のユニットの大型フォトダイオードの感度ピークは、1として決定される。第一のユニットの第二のフォトダイオードのように、透明内部リフレクタ(ITR1)を有するユニットの大型フォトダイオードの感度ピークは、1より大きい。第二のユニットの第四のフォトダイオードのように、消衰係数を有する内部リフレクタ(ITR2)を有するユニットの大型フォトダイオードの感度ピークも、1より大きい。

【0058】

第三のユニットの第五のフォトダイオードのように、内部リフレクタなし(w/o ITR)のユニットの小型フォトダイオードの感度ピークは、1として決定される。第一のユニットの第一のフォトダイオードのように、透明内部リフレクタ(ITR1)を有するユニットの小型フォトダイオードの感度ピークは、1未満である。第二のユニットの第三のフォトダイオードのように、消衰係数を有する内部リフレクタ(ITR2)を有するユニットの小型フォトダイオードの感度ピークも、1未満である。

【0059】

図8及び図9の結果によれば、ユニット内に内部リフレクタを追加することにより、大型フォトダイオードへの入射光は増加し、小型フォトダイオードへの入射光は減少する。第一、第二、及び第三のユニットを混合する利用は、イメージセンサのより多くの感度の

組み合わせを生成することができるので、ハイダイナミックレンジ（H D R）のための多感度比の目的を達成することができる。

【 0 0 6 0 】

本発明は、その特定の実施形態を参照して、かなり詳細に説明されたが、他の実施形態も可能である。したがって、添付の特許請求の範囲の精神及び範囲は、本明細書に含まれる実施形態の説明に限定されるべきではない。

【 0 0 6 1 】

本発明の範囲又は精神から逸脱することなく、本発明の構造に様々な修正及び変形を加えることができることは、当業者にとって明らかである。以上のことから、本発明は、本発明の修正及び変形が以下の特許請求の範囲及びその均等物の範囲に入るのであれば、それらの修正及び変形もカバーすることが意図される。

10

20

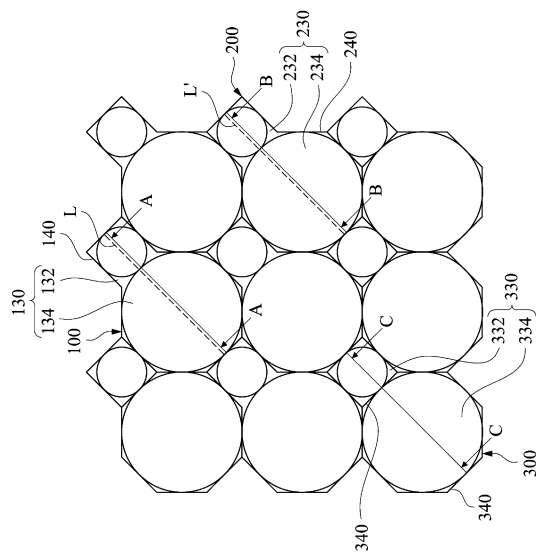
30

40

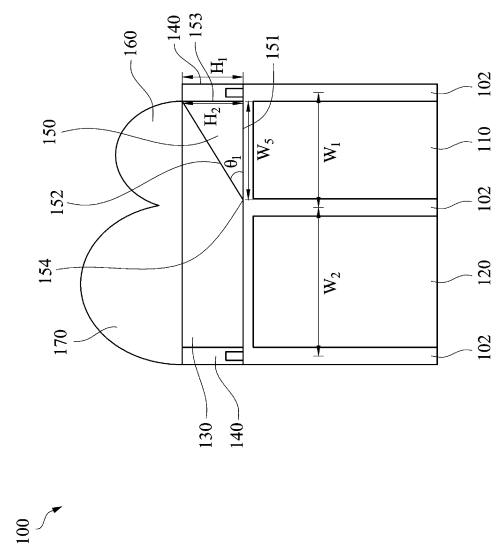
50

【 図面 】

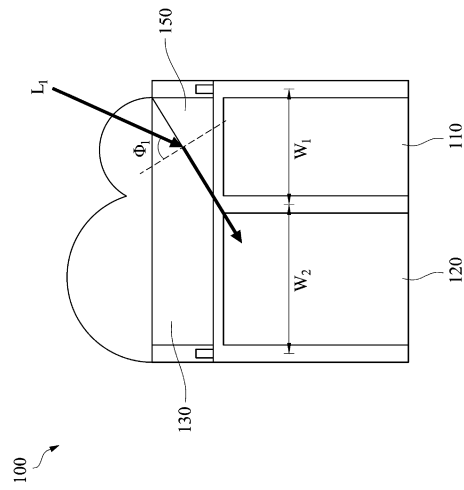
【 図 1 】



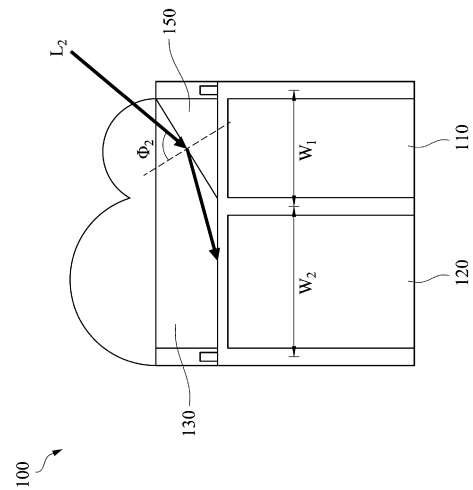
【 図 2 】



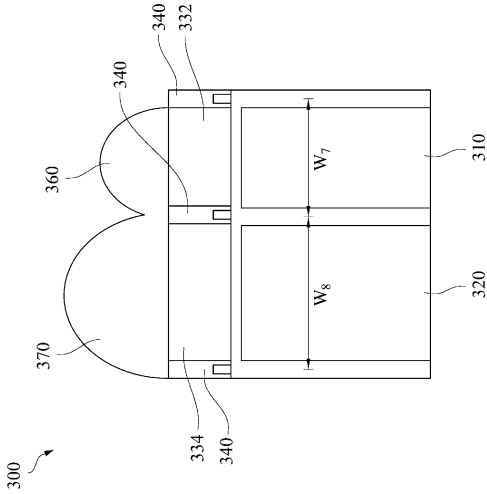
【図 3 A】



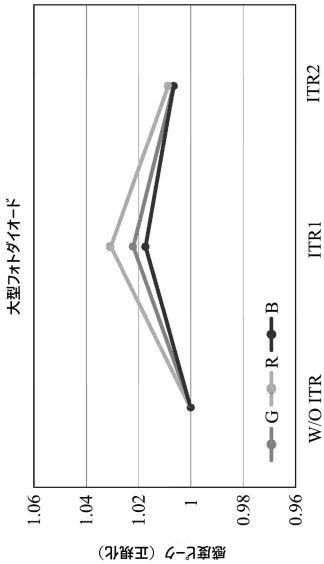
【 図 3 B 】



【図 7】

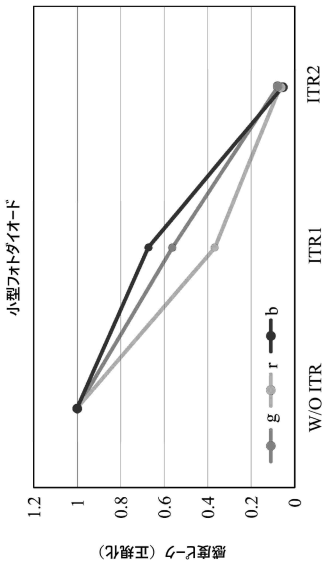


【図 8】



10

【図 9】



20

30

40

50

フロントページの続き

台湾新竹市新竹科學工業園區篤行一路 1 2 號
(72)發明者 吳 慶強
台湾新竹市新竹科學工業園區篤行一路 1 2 號
審査官 加藤 俊哉
(56)参考文献 特開 2 0 1 5 - 0 6 5 2 7 0 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 9 / 0 6 5 1 4 3 (W O , A 1)
特開 2 0 1 7 - 0 2 8 2 4 1 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 7 / 0 7 3 3 2 1 (W O , A 1)
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
H 0 1 L 2 7 / 1 4 6
G 0 2 B 5 / 0 4
G 0 2 B 3 / 0 0