



(10) **DE 10 2020 124 766 A1** 2021.04.01

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2020 124 766.4**

(22) Anmeldetag: **23.09.2020**

(43) Offenlegungstag: **01.04.2021**

(51) Int Cl.: **H01L 27/146** (2006.01)

**H01L 31/09** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**62/908,160**      **30.09.2019**    **US**  
**16/994,963**      **17.08.2020**    **US**

(74) Vertreter:

**BOEHMERT & BOEHMERT** Anwaltspartnerschaft  
**mbB - Patentanwälte Rechtsanwälte, 28209**  
**Bremen, DE**

(71) Anmelder:

**Taiwan Semiconductor Manufacturing Co. Ltd.,**  
**Hsinchu, TW**

(72) Erfinder:

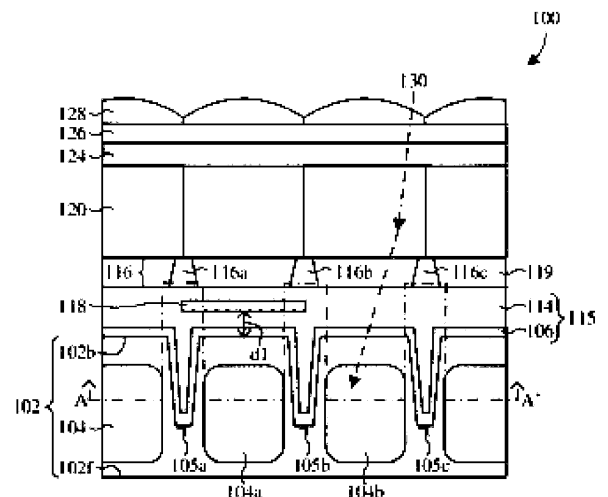
**Hsu, Shih-Hsun, Hsinchu, TW; Lin, Ping-Hao,**  
**Hsinchu, TW**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **EINGEBETTETE LICHTABSCHIRMUNGSSTRUKTUR FÜR CMOS-BILDSENSOR**

(57) Zusammenfassung: In einigen Ausführungsformen wird ein Bildsensor bereitgestellt. Der Bildsensor weist auf: einen ersten Fotodetektor, der innerhalb einer vorderseitigen Oberfläche eines Halbleitersubstrats angeordnet ist. Eine Grabenisolationsstruktur ist über einer rückseitigen Oberfläche des Halbleitersubstrats angeordnet. Die Grabenisolationsstruktur weist eine Pufferschicht und eine dielektrische Auskleidung auf. Die Pufferschicht bedeckt die rückseitige Oberfläche des Halbleitersubstrats und füllt Gräben, die sich nach unten in die rückseitige Oberfläche des Halbleitersubstrats erstrecken. Die dielektrische Auskleidung ist zwischen der Pufferschicht und dem Halbleitersubstrat angeordnet. Eine Verbundgitterstruktur weist Verbundgittersegmente auf, die jeweils über den Gräben ausgerichtet sind. Die Pufferschicht trennt die dielektrische Auskleidung von der Verbundgitterstruktur. Eine Lichtabschirmungsstruktur ist innerhalb der Pufferschicht und direkt über dem ersten Fotodetektor angeordnet.



**Beschreibung**

## VERWEIS AUF VERWANDTE ANMELDUNG

**[0001]** Diese Anmeldung beansprucht die Priorität der vorläufigen US-Patentanmeldung 62/908,160, eingereicht am 30. September 2019, die durch Bezugnahme vollumfänglich hierin aufgenommen wird.

## STAND DER TECHNIK

**[0002]** Viele moderne elektronische Vorrichtungen (zum Beispiel Digitalkameras, optische Bildgebungs-vorrichtungen, etc.) weisen Bildsensoren auf. Bildsensoren wandeln optische Bilder in digitale Daten um, welche als digitale Bilder dargestellt werden können. Ein Bildsensor weist eine Anordnung von Bildpunktsensoren auf, welche Einheitsvorrichtungen für die Umwandlung eines optischen Bilds in digitale Daten sind. Manche Typen von Bildpunktsensoren weisen Bildsensoren mit ladungsgekoppelter Einrichtung (CCD-Bildsensoren) und Bildsensoren mit komplementärem Metalloxidhalbleiter (CMOS-Bildsensoren) auf. Im Vergleich zu CCD-Bildpunktsensoren, werden CMOS-Bildpunktsensoren aufgrund ihres niedrigen Energieverbrauchs, ihrer kleinen Abmessungen, ihrer raschen Datenverarbeitung, einer direkten Datenausgabe und geringer Wartungskosten bevorzugt.

## Figurenliste

**[0003]** Aspekte der vorliegenden Offenbarung lassen sich am besten anhand der folgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen verstehen. Es ist zu beachten, dass gemäß der branchenüblichen Praxis verschiedene Merkmale nicht maßstabsgetreu dargestellt sind. Tatsächlich können die Abmessungen der verschiedenen Merkmale zugunsten einer klaren Erläuterung willkürlich vergrößert oder verkleinert sein.

**Fig. 1A** stellt eine Querschnittsansicht einiger Ausführungsformen eines Bildsensors aufweisend eine Pufferschicht, welche über einer rückseitigen Oberfläche eines Halbleitersubstrats angeordnet ist, und eine Lichtabschirmungsstruktur, welche innerhalb der Pufferschicht angeordnet ist, dar.

**Fig. 1B** stellt eine Draufsicht einiger Ausführungsformen des Bildsensors von **Fig. 1A** entlang der Linie A-A' dar.

**Fig. 2A - Fig. C, Fig. 3A - Fig. C** und **Fig. 4A - B** stellen verschiedene Querschnittsansichten einiger alternativer Ausführungsformen des Bildsensors von **Fig. 1A** dar, in welchen eine Zwischenverbindungsstruktur entlang einer vorderseitigen Oberfläche des Halbleitersubstrats angeordnet ist.

**Fig. 5 - Fig. 15** stellen Querschnittsansichten einiger Ausführungsformen eines ersten Verfahrens zum Bilden eines Bildsensors aufweisend eine Pufferschicht, welche über einer rückseitigen Oberfläche eines Halbleitersubstrats angeordnet ist, und eine Lichtabschirmungsstruktur, welche innerhalb der Pufferschicht angeordnet ist, dar.

**Fig. 16 - Fig. 21** stellen Querschnittsansichten einiger Ausführungsformen eines zweiten Verfahrens zum Bilden eines Bildsensors aufweisend eine Pufferschicht, welche über einer rückseitigen Oberfläche eines Halbleitersubstrats angeordnet ist, und eine Lichtabschirmungsstruktur, welche innerhalb der Pufferschicht angeordnet ist, dar.

**Fig. 22** stellt ein Ablaufdiagramm einiger Ausführungsformen eines Verfahrens zum Bilden eines Bildsensors aufweisend eine Pufferschicht, welche über einer rückseitigen Oberfläche eines Halbleitersubstrats angeordnet ist, und eine Lichtabschirmungsstruktur, welche innerhalb der Pufferschicht angeordnet ist, dar.

## AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

**[0004]** Die vorliegende Offenbarung wird nun unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben, wobei durchwegs ähnliche Bezugsziffern verwendet werden, um ähnliche Elemente zu bezeichnen, und wobei die dargestellten Strukturen nicht notwendigerweise maßstabsgetreu dargestellt sind. Es versteht sich, dass diese ausführliche Beschreibung und die entsprechenden Figuren den Umfang der vorliegenden Offenbarung in keiner Weise einschränken, und dass die ausführliche Beschreibung und die Figuren nur einige Beispiele bereitstellen, um verschiedene Wege darzustellen, auf welchen die erfinderischen Konzepte in Erscheinung treten können.

**[0005]** Die vorliegende Offenbarung stellt viele verschiedene Ausführungsformen, oder Beispiele, zum Umsetzen verschiedener Merkmale dieser Offenbarung bereit. Nachfolgend sind spezifische Beispiele von Komponenten und Anordnungen beschrieben, um die vorliegende Offenbarung zu vereinfachen. Dabei handelt es sich selbstverständlich nur um Beispiele, welche keinesfalls als Einschränkung auszu-legen sind. Zum Beispiel kann die Bildung eines ersten Merkmals über oder auf einem zweiten Merkmal in der folgenden Beschreibung Ausführungsformen umfassen, in welchen das erste und das zweite Merkmal in direktem Kontakt miteinander gebildet sind, kann jedoch auch Ausführungsformen umfassen, in welchen zusätzliche Merkmale derart zwischen dem ersten Merkmal und dem zweiten Merkmal gebildet sein können, dass das erste und das zweite Merkmal nicht in direktem Kontakt miteinander sein können. Darüber hinaus kann die vorliegende Offenba-

rung Bezugsziffern und/oder - zeichen in den verschiedenen Beispielen wiederholen. Diese Wiederholung dient dem Zweck der Vereinfachung und Klarheit, und schreibt für sich selbst keine Beziehung zwischen den verschiedenen erörterten Ausführungsformen und/oder Konfigurationen vor.

**[0006]** Ferner können Begriffe räumlicher Beziehungen, wie zum Beispiel „darunter“, „unterhalb“, „niedrig“, „oberhalb“, „obere/r/s“ und dergleichen hierin zum Zweck einer einfacheren Beschreibung der Beziehung eines in den Figuren dargestellten Elements oder Merkmals zu (einem) anderen Element(en) oder Merkmal(en) verwendet werden. Die Begriffe räumlicher Beziehungen sollen dazu dienen, verschiedene Ausrichtungen der Vorrichtung bei der Verwendung oder im Betrieb zusätzlich zur in den Figuren abgebildeten Ausrichtung einzuschließen. Die Vorrichtung kann anders ausgerichtet (um 90 Grad gedreht oder in anderen Ausrichtungen) angeordnet sein, und die hierin verwendeten Begriffe räumlicher Beziehungen können somit auch dementsprechend ausgelegt werden.

**[0007]** Manche Bildsensoren mit komplementärem Metalloxidhalbleiter (CIS-Bildsensoren) weisen eine Mehrzahl von (d.h. mehrere) Fotodetektoren, welche in einem Halbleitersubstrat angeordnet sind, auf. Eine Mehrzahl von (d.h. mehrere) Bildpunktvorrichtungen (zum Beispiel Übertragungstransistoren, Source-Folgetransistoren, Rücksetztransistoren, etc.) und eine Zwischenverbindungsstruktur sind entlang einer vorderseitigen Oberfläche des Halbleitersubstrats angeordnet. Eine Isolationsstruktur (zum Beispiel eine tiefe Grabenisolationsstruktur (DTI-Struktur)) ist in/über einer rückseitigen Oberfläche des Halbleitersubstrats und seitlich zwischen benachbarten Fotodetektoren angeordnet. Die Isolationsstruktur weist eine Pufferschicht, welche ein oder mehrere Segmente, welche sich in das Halbleitersubstrat erstrecken, aufweist, und eine dielektrische Auskleidung, welche zwischen dem Halbleitersubstrat und der Pufferschicht angeordnet ist, auf. Eine Verbundgitterstruktur ist über der Pufferschicht angeordnet und ist seitlich rund um eine Mehrzahl von Gitteröffnungen, welche der Mehrzahl von Fotodetektoren entsprechen, angeordnet. Die Verbundgitterstruktur kann eine oder mehrere Metallgitterschichten aufweisen, welche dafür eingerichtet sind, einfallendes Licht zu den Fotodetektoren zu lenken und die optische Isolation zwischen den Fotodetektoren zu erhöhen, wodurch sie ein Übersprechen zwischen der Mehrzahl von Fotodetektoren verringern. Ferner sind den Fotodetektoren entsprechende Mikrolinsen und Farbfilter über der Verbundgitterstruktur angeordnet.

**[0008]** Der CIS kann eine Lichtabschirmungsstruktur aufweisen, welche über der Pufferschicht und entlang einer oberen Oberfläche und Seitenwänden der Verbundgitterstruktur angeordnet ist. Die Lichtab-

schirmungsstruktur ist dafür eingerichtet, das Erreichen eines ersten Fotodetektors, welcher direkt unter der Lichtabschirmungsstruktur angeordnet ist, durch einfallendes Licht einzudämmen. Dies verringert eine Quantenausbeute (QE) des ersten Fotodetektors. Ferner ist die Lichtabschirmungsstruktur gegenüber einem zweiten Fotodetektor, welcher angrenzend an den ersten Fotodetektor angeordnet ist, seitlich derart versetzt, dass einfallendes Licht, welches direkt über dem zweiten Fotodetektor angeordnet ist, von der Lichtabschirmungsstruktur nicht blockiert wird. Dies erhöht eine QE des zweiten Fotodetektors derart, dass der erste Fotodetektor eine niedrigere QE aufweist als der benachbarte zweite Fotodetektor. Dadurch, dass der erste Fotodetektor die niedrigere QE aufweist, kann eine Belichtungszeit des CIS erhöht werden. Dies rührt daher, dass der erste Fotodetektor während der erhöhten Belichtungszeit weniger einfallendes Licht (zum Beispiel Photonen) aufnimmt, wodurch ein Verlust akkumulierter Ladung vom ersten Fotodetektor durch das Halbleitersubstrat zum benachbarten zweiten Fotodetektor eingedämmt wird. Ferner kann die erhöhte Belichtungszeit eine Empfindlichkeit des CIS erhöhen, wodurch eine Fähigkeit zur Erzeugung exakter Bilder bei schlechten Lichtverhältnissen (zum Beispiel in der Nacht) gesteigert wird. Eine Dicke der Pufferschicht über der rückseitigen Oberfläche des Halbleitersubstrats kann jedoch relativ groß sein (zum Beispiel mehr als ungefähr 50.000 Angström), was einen Abstand zwischen der Lichtabschirmungsstruktur und der rückseitigen Oberfläche des Halbleitersubstrats vergrößert. Dies verlängert einen Pfad für das einfallende Licht bis zum Erreichen des ersten Fotodetektors. Zum Beispiel kann einfallendes Licht, welches in einem Winkel relativ zu einer oberen Oberfläche der Pufferschicht angeordnet ist, den Abstand zwischen der Lichtabschirmungsstruktur und der rückseitigen Oberfläche des Halbleitersubstrats bis zum ersten Fotodetektor durchqueren. Somit wird ein Übersprechen zwischen der Mehrzahl von Fotodetektoren erhöht und eine Empfindlichkeit des CIS verringert.

**[0009]** In verschiedenen Ausführungsformen richtet sich die vorliegende Anmeldung auf einen Bildsensor aufweisend eine Lichtabschirmungsstruktur, welche zwischen einer Gitterstruktur und einer rückseitigen Oberfläche eines Halbleitersubstrats angeordnet ist. Der Bildsensor weist eine Mehrzahl von Fotodetektoren auf, welche innerhalb des Halbleitersubstrats angeordnet sind. Eine Isolationsstruktur ist in/über der rückseitigen Oberfläche des Halbleitersubstrats und seitlich zwischen benachbarten Fotodetektoren angeordnet. Die Isolationsstruktur weist eine Pufferschicht, welche ein oder mehrere Segmente, welche sich in das Halbleitersubstrat erstrecken, aufweist, und eine dielektrische Auskleidung, welche zwischen dem Halbleitersubstrat und der Pufferschicht angeordnet ist, auf. Die Verbundgitterstruktur ist über der Pufferschicht und seitlich rund um ei-

ne Mehrzahl von Gitteröffnungen, welche der Mehrzahl von Fotodetektoren entsprechen, angeordnet. Die Verbundgitterstruktur kann eine oder mehrere Metallgitterschichten aufweisen, welche dafür eingerichtet sind, einfallendes Licht zu den Fotodetektoren zu lenken. Ferner ist die Lichtabschirmungsstruktur innerhalb der Pufferschicht angeordnet und ist direkt über einem ersten Fotodetektor angeordnet. Die Lichtabschirmungsstruktur ist gegenüber mindestens einem Abschnitt eines benachbarten zweiten Fotodetektors seitlich versetzt. Die Lichtabschirmungsstruktur ist dafür eingerichtet, mindestens einen Abschnitt einfallenden Lichts derart zu blockieren, dass es den ersten Fotodetektor nicht erreicht, wodurch eine QE des ersten Fotodetektors verringert und ein Überbelichten zwischen der Mehrzahl von Fotodetektoren eingedämmt wird. Somit ist die QE des ersten Fotodetektors geringer als eine QE des zweiten Fotodetektors, sodass eine Empfindlichkeit des Bildsensors erhöht wird (zum Beispiel wird die Empfindlichkeit während langen Belichtungszeiten und/oder bei schlechten Lichtbedingungen erhöht). Dadurch dass die Lichtabschirmungsstruktur innerhalb der Pufferschicht angeordnet ist, ist ein Abstand zwischen der Lichtabschirmungsstruktur und der rückseitigen Oberfläche des Halbleitersubstrats verringert. Dies bewahrt zum Teil die relativ niedrige QE des ersten Fotodetektors (welche zum Beispiel geringer ist als die QE des zweiten Fotodetektors), während es die optische Isolierung zwischen dem ersten und dem zweiten Fotodetektor erhöht. Dadurch verringert die Lichtabschirmungsstruktur ein Übersprechen und Überbelichten in der Mehrzahl von Fotodetektoren und erhöht die Empfindlichkeit des Bildsensors.

**[0010]** Die **Fig. 1A - Fig. 1B** stellen einen Bildsensor **100** im Einklang mit einigen Ausführungsformen dar. **Fig. 1A** stellt einige Ausführungsformen einer Querschnittsansicht entlang der Linie A - A' von **Fig. 1B** dar. **Fig. 1B** stellt einige Ausführungsformen einer Draufsicht des Bildsensors **100** dar, welche einer rückseitigen Oberfläche **102b** des Halbleitersubstrats **102** zugewandt ist.

**[0011]** Wie in den **Fig. 1A - Fig. 1B** gezeigt, weist der Bildsensor **100** eine Mehrzahl von Fotodetektoren **104** auf, welche in einem Halbleitersubstrat **102** angeordnet sind. Die Mehrzahl von Fotodetektoren **104** sind dafür eingerichtet, einfallendes Licht **130** (zum Beispiel Photonen) zu absorbieren und jeweilige elektrische Signale zu erzeugen, welche dem einfallenden Licht **130** entsprechen. In einigen Ausführungsformen weist das Halbleitersubstrat **102** einen Halbleiterkörper (zum Beispiel monokristallines Siliziumsubstrat, Silizium-Germanium-Substrat (SiGe-Substrat), Silizium-auf-Isolator-Substrat (SOI-Substrat)) auf. Eine Lichtfilteranordnung (zum Beispiel eine Farbfilteranordnung) aufweisend eine Mehrzahl von Lichtfiltern **120** (zum Beispiel Farbfiltern) ist über der Mehrzahl von Fotodetektoren

**104** angeordnet. Eine Mehrzahl von Mikrolinsen **128** ist typischerweise über der Lichtfilteranordnung derart angeordnet, dass die Lichtfilteranordnung die Mikrolinsen **128** von den Fotodetektoren **104** trennt. Typischerweise weisen die Mikrolinsen **128** eine gerundete obere Oberfläche auf, sodass die Mikrolinsen **128** dafür eingerichtet sind, einfallendes Licht **130** (zum Beispiel Photonen) auf die Fotodetektoren **104** zu fokussieren. Eine erste Grenzflächenschicht **124**, wie zum Beispiel eine dielektrische Schicht, ist über der Mehrzahl von Lichtfiltern **120** angeordnet. In einigen Ausführungsformen ist eine Antireflexionsüberzugsschicht (ARC-Schicht) **126** zwischen der ersten Grenzflächenschicht **124** und der Mehrzahl von Mikrolinsen **128** angeordnet.

**[0012]** Zum Absorbieren des einfallenden Lichts **130** weist der Bildsensor **100** die Fotodetektoren **104** auf, welche zwischen der rückseitigen Oberfläche **102b** und einer vorderseitigen Oberfläche **102f** des Halbleitersubstrats **102** angeordnet sind. Eine Isolationsstruktur **115** ist innerhalb/über der rückseitigen Oberfläche **102b** des Halbleitersubstrats **102** angeordnet. In einigen Ausführungsformen kann die Isolationsstruktur **115** als eine Grabenisolationsstruktur bezeichnet werden. Die Isolationsstruktur **115** weist eine dielektrische Auskleidung **106** auf, welche Gräben **105a**, **105b** und **105c**, welche sich nach unten in die rückseitige Oberfläche **102b** des Halbleitersubstrats **102** erstrecken, auskleidet. Die Isolationsstruktur **115** weist ferner eine Pufferschicht **114** auf, welche über der dielektrischen Auskleidung **106** angeordnet ist und die Gräben **105a - c** ausfüllt. Eine Verbundgitterstruktur **116** ist über der Pufferschicht **114** angeordnet und weist Verbundgittersegmente **116a**, **116b**, **116c** auf, welche über den jeweiligen Gräben **105a - c**, ausgerichtet sind. In einigen Ausführungsformen weist die Verbundgitterstruktur **116** eine Mehrzahl von Metallschichten auf, welche dafür eingerichtet sind, ein Übersprechen zwischen benachbarten Fotodetektoren **104** zu verringern. Ferner ist eine dielektrische Struktur **119** über der Pufferschicht **114** angeordnet und umgibt die Verbundgitterstruktur **116** seitlich.

**[0013]** Eine Lichtabschirmungsstruktur **118** ist innerhalb der Pufferschicht **114** über der rückseitigen Oberfläche **102b** des Halbleitersubstrats **102** angeordnet und erstreckt sich seitlich zwischen benachbarte Verbundgittersegmente **116a**, **116b** der Verbundgitterstruktur **116**. Die Lichtabschirmungsstruktur **118** ist direkt über einem ersten Fotodetektor **104a** der Mehrzahl von Fotodetektoren **104** angeordnet. In einigen Ausführungsformen weist die Lichtabschirmungsstruktur **118** ein erstes Ende auf, welches unter einem ersten Verbundgittersegment **116a** der Verbundgitterstruktur **116** endet, und weist ein zweites Ende auf, welches unter einem zweiten Verbundgittersegment **116b** der Verbundgitterstruktur **116** endet. In weiteren Ausführungsformen weist die Lichtabschirmungsstruktur **118** zum Beispiel einen me-

tallischen Werkstoff (zum Beispiel Gold, Kupfer, Titan, Tantal, Wolfram, einen anderen metallischen Werkstoff oder eine beliebige Kombination der vorgenannten), ein Metalloxid (zum Beispiel, Titanoxid (TiO<sub>2</sub>), Tantaloxid (Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), Wolframoxid (WO<sub>3</sub>), ein anderes Metalloxid oder eine beliebige Kombination der vorgenannten), ein dielektrisches Material (zum Beispiel, Siliziumdioxid oder ein anderes dielektrisches Material), ein Nitrid (zum Beispiel, Titanitrid, Tantalnitrid oder ein anderes Nitrid), ein Polymer (zum Beispiel Poly(<sub>3</sub>-hexylthiophen) (P<sub>3</sub>HT), konjugierte Polymere basierend auf Benzodithiophen (BDT) oder ein anderes Polymer), ein organisches Material (zum Beispiel ein Kohlenstoffnanoröhrenmaterial (CNT-Material) oder ein anderes organisches Material), ein anorganisches Material (zum Beispiel Kupfer-Zink-Zinnsulfid (Cu<sub>2</sub>ZnSnS<sub>4</sub>) oder ein anderes anorganisches Material), ein anderes geeignetes Material oder eine beliebige Kombination der vorgenannten auf. Aufgrund eines Materials, einer Position und/oder einer Form der Lichtabschirmungsstruktur **118**, ist die Lichtabschirmungsstruktur **118** dafür eingerichtet, mindestens einen Abschnitt einfallenden Lichts derart zu blockieren, dass es den ersten Fotodetektor **104a** nicht erreicht, wodurch eine Quantenausbeute (QE) des ersten Fotodetektor **104a** verringert wird. Ferner ist die Lichtabschirmungsstruktur **118** gegenüber mindestens einem Abschnitt eines zweiten Fotodetektors **104b** der Mehrzahl von Fotodetektoren **104** seitlich derart versetzt, dass einfallendes Licht **130**, welches direkt über dem zweiten Fotodetektor **104b** angeordnet ist, von der Lichtabschirmungsstruktur **118** nicht blockiert wird. Dies erhöht eine QE des zweiten Fotodetektors **104b** derart, dass die QE des ersten Fotodetektors **104a** geringer ist als die QE des zweiten Fotodetektors **104b**.

**[0014]** Während des Betriebs des Bildsensors **100**, kann dadurch, dass der erste Fotodetektor **104a** eine relativ niedrige QE aufweist (das heißt geringer als die QE des zweiten Fotodetektors **104b**), eine Belichtungsdauer des Bildsensors **100** erhöht werden, während ein Überbelichten in der Mehrzahl von Fotodetektoren **104** verringert werden kann. Dies rührt zum Teil daher, dass die Lichtabschirmungsstruktur **118** die Ladung (zum Beispiel Photonen), welche der erste Fotodetektor **104a** während der erhöhten Belichtungszeit aufnimmt, verringert, wodurch ein Verlust akkumulierter Ladung vom ersten Fotodetektor **104a** durch das Halbleitersubstrat **102** zu benachbarten Fotodetektoren (zum Beispiel dem zweiten Fotodetektor **104b**) eingedämmt wird. Somit verhindert die relativ niedrige QE des ersten Fotodetektors **104a** eine Überbelichtung während der erhöhten Belichtungsdauer, welche andernfalls ein Überstrahlen zwischen der Mehrzahl von Fotodetektoren **104** verursachen kann. Ferner ermöglicht die Erhöhung der Belichtungsdauer des Bildsensors **100** die Erfassung von Bilddaten hoher Qualität insbesondere bei schlechten Lichtbedingungen (zum Beispiel in der

Nacht), wodurch sie eine Empfindlichkeit des Bildsensors **100** erhöht.

**[0015]** In einigen Ausführungsformen, wie zum Beispiel der Ausführungsform von **Fig. 1A**, ist die Lichtabschirmungsstruktur **118** in der Pufferschicht **114** derart eingebettet, dass die Pufferschicht **114** eine obere Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur **118** kontaktiert, eine untere Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur **118** kontaktiert und Seitenwandflächen der Lichtabschirmungsstruktur **118** kontaktiert. Somit ist ein erster äußerer Abschnitt der oberen Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur **118** (zum Beispiel die linke Seite) durch die Pufferschicht **114** von einer unteren Oberfläche des ersten Verbundgittersegments **116a** beabstandet, und ein zweiter äußerer Abschnitt der oberen Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur **118** (zum Beispiel die rechte Seite) ist durch die Pufferschicht **114** von einer unteren Oberfläche des zweiten Verbundgittersegments **116b** beabstandet. Durch Einbetten der Lichtabschirmungsstruktur **118** in die Pufferschicht **114** und unter die Verbundgitterstruktur **116** wird ein Abstand  $d_1$  zwischen der unteren Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur **118** und der rückseitigen Oberfläche **102b** des Halbleitersubstrats **102** verringert. Dies hält einfallendes Licht **130** zum Teil davon ab, den ersten Fotodetektor **104a** zu erreichen und erhöht die optische Isolierung zwischen dem ersten und dem zweiten Fotodetektor **104a - b**, während es die relativ niedrige QE des ersten Fotodetektors **104a** aufrechterhält. Zum Beispiel kann das Verringern des Abstands  $d_1$  einfallendes Licht **130**, welches in einem Winkel in Bezug auf eine obere Oberfläche der Pufferschicht **114** angeordnet ist, derart blockieren und/oder eindämmen, dass es den ersten Fotodetektor **104a** nicht erreicht. Daher verringert die Lichtabschirmungsstruktur **118** ein Übersprechen in der Mehrzahl von Fotodetektoren **104**, während der Unterschied der QE zwischen dem ersten und dem zweiten Fotodetektor **104a - b** aufrechterhalten bleibt, wodurch eine Leistung des Bildsensors **100** gesteigert wird. Betrachtet man weitere Ausführungsformen, wie zum Beispiel die Ausführungsform von **Fig. 1B**, von oben, so ist ersichtlich, dass eine Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur **118** größer ist als eine Oberfläche des ersten Fotodetektors **104a**, wodurch auf den ersten Fotodetektor **104a** einfallendes Licht weiter verringert wird.

**[0016]** **Fig. 2A** stellt eine Querschnittsansicht einiger Ausführungsformen eines Bildsensors **200a** aufweisend ein Halbleitersubstrat **102** und eine Lichtabschirmungsstruktur **118**, welche innerhalb einer Pufferschicht **114**, welche über dem Halbleitersubstrat **102** angeordnet ist, eingebettet ist, dar.

**[0017]** Der Bildsensor **200a** weist eine Zwischenverbindungsstruktur **202** auf, welche entlang einer vorderseitigen Oberfläche **102f** des Halbleitersubstrats

**102** angeordnet ist. In verschiedenen Ausführungsformen kann der Bildsensor **200a** als ein rückseitig beleuchteter komplementärer Metalloxidhalbleiterbildsensor (BSICIS) gestaltet sein, welcher es ermöglicht, dass einfallendes Licht von einer rückseitigen Oberfläche **102b** des Halbleitersubstrats **102** eindringt. Es versteht sich, dass der Bildsensor **200a**, welcher als ein anderer CIS gestaltet ist, ebenfalls in den Umfang der Offenbarung fällt. In einigen Ausführungsformen kann das Halbleitersubstrat **102** zum Beispiel ein massives Substrat (zum Beispiel ein massives Siliziumsubstrat), ein Silizium-auf-Isolator-Substrat (SOI-Substrat), kristallines Silizium, p-dotiertes Silizium oder ein anderes geeignetes Halbleitermaterial sein oder enthalten, und/oder kann einen ersten Dotierungstyp (zum Beispiel Typ p) aufweisen. Die Zwischenverbindungsstruktur **202** weist eine Mehrzahl leitfähiger Durchkontaktierungen **206**, eine Mehrzahl leitfähiger Drähte **208** und eine dielektrische Zwischenverbindungsstruktur **204** auf. Die dielektrische Zwischenverbindungsstruktur **204** weist eine oder mehrere dielektrische Zwischenschichten (ILD-Schichten) auf. Die Mehrzahl leitfähiger Durchkontaktierungen **206** und die Mehrzahl leitfähiger Drähte **208** sind innerhalb der dielektrischen Zwischenverbindungsstruktur **204** angeordnet und sind dafür eingerichtet, Halbleitervorrichtungen innerhalb des Bildsensors **200a** miteinander und/oder mit einer weiteren integrierten Schaltung (IC) (nicht gezeigt) elektrisch zu koppeln. Ferner ist die Zwischenverbindungsstruktur **202** dafür eingerichtet, dass sie ein Auslesen der Mehrzahl von Fotodetektoren **104**, welche innerhalb des Halbleitersubstrats **102** angeordnet sind, ermöglicht. In einigen Ausführungsformen kann die dielektrische Zwischenverbindungsstruktur **204** zum Beispiel ein dielektrisches Material mit niedrigem k-Wert, ein dielektrisches Material mit extrem niedrigem k-Wert, ein Oxid, wie zum Beispiel Siliziumdioxid, ein anderes dielektrisches Material oder eine beliebige Kombination der vorgenannten sein oder enthalten. In noch weiteren Ausführungsformen können die Mehrzahl leitfähiger Durchkontaktierungen **206** und die Mehrzahl leitfähiger Drähte **208** zum Beispiel jeweils Aluminium, Kupfer, Titanitrid, Tantalitrid, Ruthenium, ein anderes leitfähiges Material oder eine beliebige Kombination der vorgenannten sein oder enthalten.

**[0018]** Eine Mehrzahl von Bildpunktvorrichtungen **210** sind entlang der vorderseitigen Oberfläche **102f** des Halbleitersubstrats **102** angeordnet. In einigen Ausführungsformen kann die Mehrzahl von Bildpunktvorrichtungen **210** eine Gate-Elektrode **212** und eine dielektrische Gate-Schicht **214**, welche zwischen dem Halbleitersubstrat **102** und der Gate-Elektrode **212** angeordnet ist, aufweisen. In weiteren Ausführungsformen können die Mehrzahl von Bildpunktvorrichtungen **210** zum Beispiel (ein) Übertragungstransistor/en, (ein) Source-Folgetransistor/en, ein Zeilenauswahltransistor/en, (ein) Rücksetztran-

sistor/en, eine andere geeignete Halbleitervorrichtung oder eine beliebige Kombination der vorstehenden sein oder aufweisen. Die Bildpunktvorrichtungen **210** sind durch die Mehrzahl leitfähiger Durchkontaktierungen und Drähte **206**, **208** elektrisch an die Zwischenverbindungsstruktur **202** gekoppelt.

**[0019]** Die Mehrzahl von Fotodetektoren **104** sind innerhalb des Halbleitersubstrats **102** zwischen der vorderseitigen Oberfläche **102f** und der rückseitigen Oberfläche **102b** des Halbleitersubstrats **102** angeordnet. In einigen Ausführungsformen weist die Mehrzahl von Fotodetektoren **104** einen zweiten Dotierungstyp (zum Beispiel Typ n) auf, welche dem ersten Dotierungstyp (zum Beispiel Typ p) entgegengesetzt ist. In weiteren Ausführungsformen kann der erste Dotierungstyp Typ p und der zweite Dotierungstyp Typ n sein, oder umgekehrt. Ferner ist die Mehrzahl von Bildpunktvorrichtungen **210** dafür eingerichtet, dass sie mittels der Zwischenverbindungsstruktur **202** eine Auslesung der Fotodetektoren **104** durchführt. Die Mehrzahl von Fotodetektoren **104** weist einen ersten Fotodetektor **104a** und einen zweiten Fotodetektor **104b**, welcher angrenzend an den ersten Fotodetektor **104a** angeordnet ist, auf.

**[0020]** Eine Isolationsstruktur **115** ist über der rückseitigen Oberfläche **102b** des Halbleitersubstrats **102** angeordnet und weist einen oder mehrere Vorsprünge auf, welche Gräben **105a - c** des Halbleitersubstrats **102** füllen. Die Isolationsstruktur **115** umgibt seitlich jeden der Fotodetektoren **104** und ist dafür eingerichtet, die optische und/oder elektrische Isolierung zwischen benachbarten Fotodetektoren **104** zu erhöhen. Die Isolationsstruktur **115** kann zum Beispiel als eine rückseitige Grabenisolationsstruktur (BTI-Struktur), eine tiefe Grabenisolationsstruktur (DTI-Struktur), eine rückseitige DTI-Struktur (BDTI-Struktur) oder eine andere geeignete Isolationsstruktur gestaltet sein. Die Isolationsstruktur **115** erstreckt sich in die rückseitige Oberfläche **102b** des Halbleitersubstrats **102** bis zu einem Punkt unterhalb der rückseitigen Oberfläche **102b** des Halbleitersubstrats **102**. In einigen Ausführungsformen weist die Isolationsstruktur **115** eine dielektrische Auskleidung **106** und eine Pufferschicht **114** auf, wobei die dielektrische Auskleidung **106** zwischen dem Halbleitersubstrat **102** und der Pufferschicht **114** angeordnet ist. In einigen Ausführungsformen kann die dielektrische Auskleidung **106** zum Beispiel ein dielektrisches Material, ein Oxid, wie zum Beispiel Siliziumdioxid, oder dergleichen sein oder enthalten. In einigen Ausführungsformen kann die Pufferschicht **114** zum Beispiel Siliziumdioxid (SiO<sub>2</sub>), ein Metalloxid (wie zum Beispiel Aluminiumoxid, Tantaloxid, etc.), ein Polymer, ein organisches Material, ein anorganisches Material, ein anderes geeignetes dielektrisches Material oder eine beliebige Kombination der vorstehenden sein oder enthalten.

**[0021]** Eine Verbundgitterstruktur **116** ist über der Pufferschicht **114** angeordnet und weist eine Mehrzahl von Verbundgittersegmenten **116a - c** auf. In einigen Ausführungsformen kann die Verbundgitterstruktur **116** als eine Metallgitterstruktur, eine dielektrische Gitterstruktur oder eine Kombination der vorgenannten gestaltet sein. Die Verbundgitterstruktur **116** ist dafür eingerichtet, einfallendes Licht zur Mehrzahl von Fotodetektoren **104** zu lenken. Wenn die Verbundgitterstruktur **116** einen metallischen Werkstoff enthält (wenn die Verbundgitterstruktur **116** zum Beispiel Kupfer, Titan Wolfram, einen anderen metallischen Werkstoff oder eine beliebige Kombination der vorgenannten enthält), kann Licht in einigen Ausführungsformen von den Seitenwänden der Verbundgitterstruktur **116** zu den darunter angeordneten Fotodetektoren **104** reflektiert werden. In solchen Ausführungsformen kann die Verbundgitterstruktur **116** Licht, welches in einem Winkel in Bezug auf die rückseitige Oberfläche **102b** des Halbleitersubstrats **102** angeordnet ist, derart blockieren, dass es sich nicht über einen Fotodetektor **104** zu einem benachbarten Fotodetektor **104** ausbreitet. Dies verringert zum Teil ein Übersprechen zwischen der Mehrzahl von Fotodetektoren **104**, was die Leistung des Bildsensors **200a** steigert. Eine dielektrische Struktur **119** ist über der Pufferschicht **114** und seitlich zwischen den Verbundgittersegmenten **116a - c** der Verbundgitterstruktur **116** angeordnet. In einigen Ausführungsformen kann die dielektrische Struktur **119** zum Beispiel Siliziumdioxid, ein anderes dielektrisches Material oder eine beliebige Kombination der vorgenannten sein oder enthalten.

**[0022]** Darüber hinaus ist eine Lichtfilteranordnung (zum Beispiel eine Farbfilteranordnung) aufweisend eine Mehrzahl von Lichtfiltern **120** (zum Beispiel Farbfiltern) über der Verbundgitterstruktur **116** angeordnet. In einigen Ausführungsformen kann die Mehrzahl von Lichtfiltern **120** einen Rotfarbfilter, einen Blaufarbfilter, einen Grünfarbfilter, einen anderen geeigneten Lichtfilter (zum Beispiel einen Infrarotlichtfilter (IR-Lichtfilter)) oder eine beliebige Kombination der vorgenannten aufweisen. Die Mehrzahl von Lichtfiltern **120** sind jeweils dafür eingerichtet, Wellenlängen innerhalb eines ersten Bereichs von Wellenlängen durchzulassen, während sie andere Wellenlängen, welche sich vom ersten Bereich von Wellenlängen unterscheiden, blockieren. Die Mehrzahl von Lichtfiltern **120** weist einen ersten Lichtfilter **120a**, welcher direkt über dem ersten Fotodetektor **104a** angeordnet ist, und den zweiten Lichtfilter **120b**, welcher direkt über einem zweiten Fotodetektor **104b** angeordnet ist, auf. Eine erste Grenzflächenschicht **124** ist über der Mehrzahl von Lichtfiltern **120** angeordnet, und eine Antireflexionsüberzugsschicht (ARC-Schicht) **126** ist über der erste Grenzflächenschicht **124** angeordnet. Die ARC-Schicht **126** ist dafür eingerichtet, eine Reflexion von Licht weg von der rückseitigen Oberfläche **102b** des Halbleitersubstrats **102**

zu verhindern. Ferner ist eine Mehrzahl von Mikrolinsen **128** über der Mehrzahl von Lichtfiltern **120** angeordnet. In einigen Ausführungsformen weisen die Mikrolinsen **128** jeweils eine gerundete obere Oberfläche auf, sodass die Mikrolinsen **128** dafür eingerichtet sind, Licht auf die Fotodetektoren **104** zu fokussieren. In einigen Ausführungsformen kann die erste Grenzflächenschicht **124** zum Beispiel Siliziumdioxid, ein anderes dielektrisches Material oder eine beliebige Kombination der vorgenannten sein oder enthalten. In noch weiteren Ausführungsformen kann die ARC-Schicht **126** zum Beispiel Titanoxid, Tantaloxid, Siliziumdioxid, ein anderes geeignetes Material oder eine beliebige Kombination der vorgenannten sein oder enthalten.

**[0023]** Die Lichtabschirmungsstruktur **118** ist innerhalb der Pufferschicht **114** vertikal zwischen der Verbundgitterstruktur **116** und der rückseitigen Oberfläche **102b** des Halbleitersubstrats **102** angeordnet. In einigen Ausführungsformen ist die Lichtabschirmungsstruktur **118** direkt über dem ersten Fotodetektor **104a** angeordnet. In weiteren Ausführungsformen weist die Lichtabschirmungsstruktur **118** zum Beispiel einen metallischen Werkstoff (zum Beispiel Kupfer, Titan, Tantal, einen anderen metallischen Werkstoff oder eine beliebige Kombination der vorgenannten), ein Metalloxid (zum Beispiel Aluminiumoxid, Titanoxid, Tantaloxid, ein anderes Metalloxid oder eine beliebige Kombination der vorgenannten), ein dielektrisches Material (zum Beispiel Siliziumdioxid oder ein anderes dielektrisches Material), ein Polymer, ein organisches Material, ein anorganisches Material, ein anderes geeignetes Material oder eine beliebige Kombination der vorgenannten auf. Die Lichtabschirmungsstruktur **118** ist dafür eingerichtet, mindestens einen Abschnitt einfallenden Lichts derart zu blockieren, dass dieser den ersten Fotodetektor **104a** nicht erreicht, wodurch eine Quantenausbeute (QE) des ersten Fotodetektors **104a** verringert wird. In einigen Ausführungsformen ist die QE ein Verhältnis einer Anzahl von Trägern, welche durch einen betreffenden Fotodetektor aufgenommen oder absorbiert werden, zu einer Anzahl von Photonen, welche am betreffenden Fotodetektor durch einfallendes Licht angeordnet sind. Falls in solchen Ausführungsformen sämtliche Photonen einer bestimmten Wellenlänge einfallenden Lichts durch den betreffenden Fotodetektor absorbiert werden, ist die QE bei dieser Wellenlänge Eins (das heißt, die QE des betreffenden Fotodetektors weist einen Wert von 1 auf). In weiteren Ausführungsformen ist die Lichtabschirmungsstruktur **118** gegenüber dem zweiten Fotodetektor **104b** seitlich derart versetzt, dass eine QE des zweiten Fotodetektors **104b** größer ist als die QE des ersten Fotodetektors **104a**. Darüber hinaus wird der Abstand  $d_1$  zwischen der Lichtabschirmungsstruktur **118** und der rückseitigen Oberfläche **102b** des Halbleitersubstrats **102** dadurch, dass die Lichtabschirmungsstruktur **118** unterhalb der Verbundgitter-

struktur **116** angeordnet ist, verringert. Dies erhöht zum Teil eine Fähigkeit der Lichtabschirmungsstruktur **118**, die QE des ersten Fotodetektors **104a** effektiv zu reduzieren, während ein Übersprechen von einfallendem Licht, welches über benachbarten Fotodetektoren **104** angeordnet ist, verringert wird, was eine Leistung des Bildsensors **200a** steigert.

**[0024]** Während des Betriebs des Bildsensors **200a** öffnet sich ein Blendenverschluss, um die Mehrzahl von Fotodetektoren **104** für einfallendes Licht (zum Beispiel ein optisches Bild) freizulegen, und jeder der Fotodetektoren **104** zeichnet Licht auf, welches für eine gewisse Belichtungszeit an seiner jeweiligen Position auftritt. In einigen alternativen Fällen werden Reihen von Fotodetektoren **104** aktiviert, ohne dass ein mechanischer Blendenverschluss (ein sogenannter „Rolling Shutter“) dafür verwendet wird, oder die gesamte Anordnung kann gleichzeitig „geflasht/angeblitzt“ werden, um das Bild aufzuzeichnen. Ungeachtet der genauen Umsetzung bewirkt das Licht, welches bei geöffneter Blende jeden der Fotodetektoren **104** erreicht, eine Elektronen-Loch-Rekombination im betreffenden Fotodetektor **104**, wodurch sich in jedem der Fotodetektoren **104** Ladungsträger gemäß der am betreffenden Fotodetektor **104** empfangenen Lichtintensität aufbauen. Die Ladungsträger können durch die Mehrzahl von Bildpunktvorrichtungen **210** und die Zwischenverbindungsstruktur **202** ausgelesen werden, um die Intensität des durch jeden Fotodetektor **104** während der Belichtungsdauer erfassten Lichts zu ermitteln und eine digitale Version des Bilds zu rekonstruieren.

**[0025]** In einigen Ausführungsformen kann eine Überbelichtung eintreten, wenn die Menge an Ladungsträgern, welche an einem Fotodetektor **104** erzeugt werden, die Speicherkapazität (zum Beispiel die Sättigungskapazität (FWC)) des Fotodetektors **104** übersteigt und Überschussladung in benachbarte Fotodetektoren **104** überläuft. Falls zum Beispiel der erste Fotodetektor **104a** von einem hochintensiven Licht getroffen wurde, welches die Speicherkapazität des ersten Fotodetektors **104a** überschritten hat, könnte Überschussladung durch das Halbleitersubstrat **102** zu benachbarten Fotodetektoren **104** (zum Beispiel den zweiten Fotodetektor **104b**) gelangen, wodurch diese Fotodetektoren **104** irreführend hohe Pegel verzeichnen würden. Ein Überbelichten kann eintreten, falls die Belichtungsdauer zu lange ist und/oder das auf den entsprechenden Fotodetektor **104** einfallende Licht zu hell ist. Diese Überschuss- oder Überladung ist nicht von der Ladung unterscheidbar, welche in den benachbarten Fotodetektoren **104** erzeugt würde, falls jene Fotodetektoren **104** Licht ausgesetzt worden wären. Somit erscheinen in solchen Ausführungsformen die benachbarten Fotodetektoren **104** (zum Beispiel der zweite Fotodetektor **104b**) aufgrund der Überschuss- oder Überladung, als wären sie mit mehr Licht bestrahlt worden,

als tatsächlich auf sie aufgetroffen ist. Folglich scheint eine kleine Lichtbestrahlungsstruktur hoher Intensität an einem oder mehreren Fotodetektoren **104** in eine viel größere Struktur auch über benachbarte Fotodetektoren **104** „auszublühen“ beziehungsweise sich auszubreiten.

**[0026]** Aufgrund der Lichtabschirmungsstruktur **118**, welche direkt über dem ersten Fotodetektor **104a** angeordnet ist, weist der erste Fotodetektor **104a** eine relativ niedrige QE (zum Beispiel geringer als die QE des zweiten Fotodetektors **104b**) auf, und die Belichtungsdauer des Bildsensors **100** kann erhöht werden, während die Überbelichtung in der Mehrzahl von Fotodetektoren **104** verringert wird. Dies rührt zum Teil daher, dass die Lichtabschirmungsstruktur **118** eine Intensität von Licht, welches während der erhöhten Belichtungsdauer am ersten Fotodetektor **104a** empfangen worden ist, verringert, wodurch sie eine Sättigung der Speicherkapazität (zum Beispiel der FWC) des ersten Fotodetektors **104a** verhindert. Somit verhindert die relativ niedrige QE des ersten Fotodetektors **104a** eine Überbelichtung während der erhöhten Belichtungsdauer, welche andernfalls eine Überbelichtung der Mehrzahl von Fotodetektoren **104** verursachen kann. Dies erhöht eine Fähigkeit des Bildsensors **200a**, Bilddaten höchster Qualität zu erzeugen, insbesondere bei Anwendungen mit wenig Licht (zum Beispiel in der Nacht), wodurch eine Empfindlichkeit und Genauigkeit des Bildsensors **100** erhöht wird.

**[0027]** Darüber hinaus verringert das Anordnen der Lichtabschirmungsstruktur **118** in der Pufferschicht **114** und unter der Verbundgitterstruktur **116** einen Abstand  $d_1$  zwischen der unteren Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur **118** und der rückseitigen Oberfläche **102b** des Halbleitersubstrats **102**. Dies hält einfallendes Licht zum Teil davon ab, den ersten Fotodetektor **104a** zu erreichen und erhöht die optische Isolierung zwischen dem ersten und dem zweiten Fotodetektor **104a - b**, während die relativ niedrige QE des ersten Fotodetektors **104a** erhalten bleibt. Zum Beispiel kann das Verringern des Abstands  $d_1$  einfallendes Licht, welches in einem Winkel in Bezug auf eine obere Oberfläche der Pufferschicht **114** angeordnet ist, derart blockieren und/oder eindämmen, dass es den ersten Fotodetektor **104a** nicht erreicht. Daher verringert die Lichtabschirmungsstruktur **118** ein Übersprechen und Überbelichten in der Mehrzahl von Fotodetektoren, während der Unterschied der QE zwischen dem ersten und dem zweiten Fotodetektor **104a - b** aufrechterhalten bleibt, was eine Gesamtleistung des Bildsensors **200a** erhöht.

**[0028]** In einigen Ausführungsformen liegt der Abstand  $d_1$  in einem Bereich von ungefähr 10 bis 50.000 Angström. Es versteht sich, dass auch ein Abstand  $d_1$ , welcher andere Werte aufweist, in den Umfang der Offenbarung fällt. Falls in weiteren Ausführungsformen der Abstand  $d_1$  relativ klein ist (zum Beispiel



weniger als ungefähr 10 Angström), kann ein Ätzprozess (zum Beispiel ein Trockenätzprozess), welcher dazu verwendet wird, die Verbundgitterstruktur **116** und/oder die Lichtabschirmungsstruktur **118** zu bilden, die dielektrische Auskleidung **106** und/oder die rückseitige Oberfläche **102b** des Halbleitersubstrats **102** beschädigen. Dies kann zu einer Ablösung der dielektrischen Auskleidung **106** und/oder einer Beschädigung der rückseitigen Oberfläche **102b** des Halbleitersubstrats **102** führen, was eine strukturelle Integrität des Bildsensors **200a** vermindert. Falls in noch weiteren Ausführungsformen der Abstand  $d_1$  relativ groß ist (zum Beispiel größer als ungefähr 50.000 Angström), so kann eine erhöhte Menge einfallendes Lichts, welches in einem Winkel in Bezug auf die obere Oberfläche der Pufferschicht **114** angeordnet ist, den ersten Fotodetektor **104a** erreichen, was zu einer Erhöhung des Übersprechens zwischen der Mehrzahl von Fotodetektoren **104** führt. In verschiedenen Ausführungsformen ist eine erste Breite  $w_1$  der Lichtabschirmungsstruktur **118** größer als eine zweite Breite  $w_2$  des ersten Fotodetektors **104a**, wodurch Überbelichtung und Übersprechen zwischen der Mehrzahl von Fotodetektoren **104** eingedämmt wird.

**[0029]** In einigen Ausführungsformen liegt eine erste Dicke **T1** der Lichtabschirmungsstruktur **118** in einem Bereich von ungefähr 10 bis 50.000 Angström. Es versteht sich jedoch, dass auch eine erste Dicke **T1**, welche andere Werte aufweist, in den Umfang der Offenbarung fällt. Falls in verschiedenen Ausführungsformen die erste Dicke **T1** relativ gering ist (zum Beispiel weniger als ungefähr 10 Angström), so kann eine Gesamtdickenabweichung (TTV) der Lichtabschirmungsstruktur **118** sehr groß sein, was eine Fähigkeit der Lichtabschirmungsstruktur **118** zum effektiven Verringern der QE des ersten Fotodetektors **104a** vermindert. Dies kann zu vermehrtem Überbelichten und Übersprechen zwischen der Mehrzahl von Fotodetektoren **104** führen. Falls in noch weiteren Ausführungsformen die erste Dicke **T1** relativ groß ist (zum Beispiel größer als ungefähr 50.000 Angström), so kann die Lichtabschirmungsstruktur **118** einfallendes Licht vollständig daran hindern, den ersten Fotodetektor **104a** zu erreichen, wodurch eine Empfindlichkeit des Bildsensors **200a** vermindert wäre. Ferner ist eine zweite Dicke **T2** der Pufferschicht **114** von einer oberen Oberfläche der dielektrischen Auskleidung **106** zur oberen Oberfläche der Pufferschicht **114** definiert. In verschiedenen Ausführungsformen liegt die zweite Dicke **T2** in einem Bereich von ungefähr 200 bis 50.000 Angström. Es versteht sich jedoch, dass auch eine zweite Dicke **T2**, welche andere Werte aufweist, in den Umfang der Offenbarung fällt. Falls in einigen Ausführungsformen die zweite Dicke **T2** relativ klein ist (zum Beispiel weniger als ungefähr 200 Angström), so kann ein Ätzprozess (zum Beispiel ein Trockenätzprozess), welcher dazu verwendet wird, die Verbundgitterstruktur

**116** zu bilden, die dielektrische Auskleidung **106** und/oder die rückseitige Oberfläche **102b** des Halbleitersubstrats **102** beschädigen. Dies kann zu einer Ablösung der dielektrischen Auskleidung **106** und/oder einer Beschädigung der rückseitigen Oberfläche **102b** des Halbleitersubstrats **102** führen, was eine strukturelle Integrität des Bildsensors **200a** vermindert. Falls in weiteren Ausführungsformen die zweite Dicke **T2** relativ groß ist (zum Beispiel größer als ungefähr 50.000 Angström), kann sich das Übersprechen zwischen der Mehrzahl von Fotodetektoren **104** erhöhen. In noch weiteren Ausführungsformen ist die erste Dicke **T1** der Lichtabschirmungsstruktur **118** geringer als die zweite Dicke **T2** der Pufferschicht **114**.

**[0030]** In noch weiteren Ausführungsformen kann die Lichtabschirmungsstruktur **118** ein erstes Material (zum Beispiel Titanitrid, Titanoxid, Tantaloxid, etc.) enthalten, und die Pufferschicht **114** kann ein zweites Material (zum Beispiel Siliziumdioxid) enthalten, welches sich vom ersten Material unterscheidet. Die Lichtabschirmungsstruktur **118** weist einen ersten Brechungsindex auf, und die Pufferschicht **114** weist einen zweiten Brechungsindex auf. In einigen Ausführungsformen ist der erste Brechungsindex größer als der zweite Brechungsindex. In weiteren Ausführungsformen kann der erste Brechungsindex der Lichtabschirmungsstruktur **118** in einem Bereich von ungefähr 1,35 bis 2,76 liegen, mehr als ungefähr 1,3 betragen, oder einen anderen geeigneten Wert aufweisen. In noch weiteren Ausführungsformen kann der zweite Brechungsindex der Pufferschicht **114** in einem Bereich von ungefähr 1 bis 2 oder innerhalb eines Bereichs von ungefähr 2 bis 1,45 liegen, oder einen anderen geeigneten Wert aufweisen.

**[0031]** Fig. 2B stellt eine Querschnittsansicht einiger Ausführungsformen eines Bildsensors **200b** im Einklang mit einigen alternativen Ausführungsformen des Bildsensors **200a** von Fig. 2A dar, in welchen die Mehrzahl von Fotodetektoren **104** den ersten Fotodetektor **104a**, den zweiten Fotodetektor **104b** und einen dritten Fotodetektor **104c** aufweist. Der erste Fotodetektor **104a** ist seitlich zwischen dem zweiten und dem dritten Fotodetektor **104b**, **104c** angeordnet. In einigen Ausführungsformen ist ein erster äußerer Rand der Lichtabschirmungsstruktur **118** (zum Beispiel die linke Seite) direkt über mindestens einem Abschnitt des dritten Fotodetektors **104c** angeordnet, und ein zweiter äußerer Rand der Lichtabschirmungsstruktur **118** (zum Beispiel die rechte Seite) ist direkt über mindestens einem Abschnitt des zweiten Fotodetektors **104b** angeordnet. Dies kann zum Teil weiter eindämmen, dass einfallendes Licht den ersten Fotodetektor **104a** erreicht, wodurch die QE des ersten Fotodetektors **104a** weiter verringert wird. Ferner verringert die Tatsache, dass die Lichtabschirmungsstruktur **118** direkt über den Abschnitten des zweiten beziehungsweise des dritten Foto-

detektors **104b**, **104c** angeordnet ist, das Übersprechen zwischen der Mehrzahl von Fotodetektoren **104** zusätzlich, wodurch sich ein Rauschen (zum Beispiel Funkelrauschen) im Bildsensor **200b** weiter verringert. In verschiedenen Ausführungsformen sind das erste und das zweite Verbundgittersegment **116a**, **116b** seitlich beabstandet zwischen gegenüberliegenden Seitenwänden der Lichtabschirmungsstruktur **118** angeordnet. In weiteren Ausführungsformen erstreckt sich die Lichtabschirmungsstruktur **118** seitlich fortlaufend von über einem ersten Graben **105a** zu einem zweiten Graben **105b**, welche sich jeweils nach unten in die rückseitige Oberfläche **102b** des Halbleitersubstrats **102** erstrecken. In noch weiteren Ausführungsformen beträgt ein Verhältnis zwischen der ersten Breite  $w_1$  der Lichtabschirmungsstruktur **118** und der zweiten Breite  $w_2$  des ersten Fotodetektors **104a**  $2 : 1$ , oder weist einen anderen geeigneten Wert auf.

**[0032] Fig. 2C** stellt eine Querschnittsansicht einiger Ausführungsformen eines Bildsensors **200C** im Einklang mit einigen alternativen Ausführungsformen des Bildsensors **200a** von **Fig. 2A** dar, in welchen die erste Breite  $w_1$  der Lichtabschirmungsstruktur **118** geringer ist als die zweite Breite  $w_2$  des ersten Fotodetektors **104a**. Somit sind in einigen Ausführungsformen gegenüberliegende äußere Seitenwände der Lichtabschirmungsstruktur **118** seitlich beabstandet zwischen gegenüberliegenden äußeren Seitenwänden des ersten Fotodetektors **104a** angeordnet.

**[0033] Fig. 3A** stellt eine Querschnittsansicht einiger Ausführungsformen eines Bildsensors **300a** im Einklang mit einigen alternativen Ausführungsformen des Bildsensors **200a** von **Fig. 2A** dar, in welchen die Lichtabschirmungsstruktur **118** eine obere Oberfläche **118t** aufweist, welche komplanar zu einer oberen Oberfläche **114t** der Pufferschicht **114** ist. In einigen Ausführungsformen kontaktiert ein erster äußerer Abschnitt der oberen Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur **118** eine untere Oberfläche des ersten Verbundgittersegments **116a** direkt, und ein zweiter äußerer Abschnitt der oberen Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur **118** kontaktiert eine untere Oberfläche des zweiten Verbundgittersegments **116b** direkt.

**[0034] Fig. 3B** stellt eine Querschnittsansicht einiger Ausführungsformen eines Bildsensors **300b** im Einklang mit einigen alternativen Ausführungsformen des Bildsensors **300a** von **Fig. 3A** dar, in welchen die obere Oberfläche **118t** der Lichtabschirmungsstruktur **118** vertikal über einer oberen Oberfläche **118us** der Lichtabschirmungsstruktur **118** angeordnet ist. In solchen Ausführungsformen erstreckt sich die dielektrische Struktur **119** fortlaufend von inneren gegenüberliegenden Seitenwänden der Lichtabschirmungsstruktur **118** zur oberen Oberfläche **118us** der Lichtabschirmungsstruktur **118**.

**[0035] Fig. 3C** stellt eine Querschnittsansicht einiger Ausführungsformen eines Bildsensors **300c** im Einklang mit einigen alternativen Ausführungsformen des Bildsensors **300a** von **Fig. 3A** dar, in welchen die Lichtabschirmungsstruktur **118** Vorsprünge **118p1**, **118p2** aufweist, welche sich vertikal in die dielektrische Struktur **119** erstrecken. In einigen Ausführungsformen weist ein erster Vorsprung **118p1** der Lichtabschirmungsstruktur **118** gegenüberliegende Seitenwände auf, welche auf gegenüberliegende Seitenwände des ersten Verbundgittersegments **116a** ausgerichtet sind, und ein zweiter Vorsprung **118p2** der Lichtabschirmungsstruktur **118** weist gegenüberliegende Seitenwände auf, welche auf gegenüberliegende Seitenwände des zweiten Verbundgittersegments **116b** ausgerichtet sind.

**[0036] Fig. 4A** stellt eine Querschnittsansicht einiger Ausführungsformen eines Bildsensors **400a** im Einklang mit einigen alternativen Ausführungsformen des Bildsensors **200a** von **Fig. 2A** dar, in welchen die Verbundgittersegmente **116a - c** jeweils gerade gegenüberliegende äußere Seitenwände aufweisen. Ferner kann die Pufferschicht **114** eine obere Oberfläche **114t** aufweisen, welche vertikal über einer oberen Oberfläche **114us** der Pufferschicht **114** angeordnet ist.

**[0037] Fig. 4B** stellt eine Querschnittsansicht einiger Ausführungsformen eines Bildsensors **400a** im Einklang mit einigen alternativen Ausführungsformen des Bildsensors **400a** von **Fig. 4A** dar, in welchen die Verbundgitterstruktur **116** eine Metallgitterstruktur **402** und eine dielektrische Gitterstruktur **404**, welche über der Metallgitterstruktur **402** angeordnet ist, aufweist. In einigen Ausführungsformen enthält die Metallgitterstruktur **402** einen metallischen Werkstoff (zum Beispiel Wolfram, Aluminium, Kupfer, einen anderen metallischen Werkstoff oder eine beliebige Kombination der vorgenannten), welcher dafür eingerichtet ist, Licht zur Mehrzahl von Fotodetektoren **104** zu lenken. In weiteren Ausführungsformen enthält die dielektrische Gitterstruktur **404** ein dielektrisches Material (zum Beispiel Titanoxid, Tantaloxid, Siliziumdioxid, ein anderes dielektrisches Material oder eine beliebige Kombination der vorgenannten), welches dafür eingerichtet ist, eine innere Totalreflexion (TIR) mit der dielektrischen Struktur **119**, oder umgekehrt, zu erzielen, wodurch Licht zur Mehrzahl von Fotodetektoren **104** gelenkt wird.

**[0038] Fig. 5 - Fig. 15** stellen Querschnittsansichten **500 - 1500** einiger Ausführungsformen eines ersten Verfahrens zum Bilden eines Bildsensors aufweisend eine Pufferschicht, welche über einer rückseitigen Oberfläche eines Halbleitersubstrats angeordnet ist, und eine Lichtabschirmungsstruktur, welche innerhalb der Pufferschicht angeordnet ist, dar. Obwohl die Querschnittsansichten **500 - 1500**, welche in den **Fig. 5 - Fig. 15** gezeigt sind, unter Bezugnah-

me auf das erste Verfahren beschrieben sind, versteht sich, dass die in den **Fig. 5 - Fig. 15** gezeigten Strukturen nicht auf das erste Verfahren beschränkt sind, sondern auch getrennt vom Verfahren für sich alleine stehen können. Obwohl die **Fig. 5 - Fig. 15** darüber hinaus als eine Abfolge von Vorgängen beschrieben sind, versteht sich, dass diese Vorgänge dahingehend nicht eingeschränkt sind, als dass die Reihenfolge der Vorgänge in anderen Ausführungsformen geändert sein kann, und dass die offenbarten Verfahren auf für andere Strukturen anwendbar sind. In anderen Ausführungsformen können einige der dargestellten und/oder beschriebenen Vorgänge zur Gänze oder zum Teil weggelassen werden.

**[0039]** Wie in der Querschnittsansicht **500** von **Fig. 5** dargestellt, wird ein Halbleitersubstrat **102** bereitgestellt, und eine Mehrzahl von Fotodetektoren **104** werden innerhalb des Halbleitersubstrats **102** gebildet. In einigen Ausführungsformen kann das Halbleitersubstrat **102** zum Beispiel ein massives Substrat (zum Beispiel ein massives Siliziumsubstrat, ein Silizium-auf-Isolator-Substrat (SOI-Substrat)) oder ein anderes geeignetes Substrat sein oder enthalten, und/oder weist einen ersten Dotierungstyp (zum Beispiel eine p-Dotierung) auf. In einigen Ausführungsformen ist die Mehrzahl von Fotodetektoren **104** derart ausgebildet, dass jeder der Fotodetektoren **104** einen zweiten Dotierungstyp (zum Beispiel eine n-Dotierung) aufweist, welche dem ersten Dotierungstyp entgegengesetzt ist. Der erste Dotierungstyp kann zum Beispiel Typ p sein, und der zweite Dotierungstyp kann Typ n sein, oder umgekehrt. In noch weiteren Ausführungsformen kann ein Prozess zum Bilden einer Mehrzahl von Fotodetektoren **104** umfassen: Bilden einer Maskierungsschicht (nicht gezeigt) über einer vorderseitigen Oberfläche **102f** des Halbleitersubstrats **102**; selektives Implantieren von Dotierstoffen in die vorderseitige Oberfläche **102f** des Halbleitersubstrats **102** gemäß der Maskierungsschicht, wodurch die Mehrzahl von Fotodetektoren innerhalb des Halbleitersubstrats **102** gebildet wird; und Durchführen eines Entfernungsprozesses zum Entfernen der Maskierungsschicht von über der vorderseitigen Oberfläche **102f** des Halbleitersubstrats **102** (nicht gezeigt). Die Mehrzahl von Fotodetektoren **104** weist einen ersten Fotodetektor **104a** und einen zweiten Fotodetektor **104b** auf.

**[0040]** Wie in der Querschnittsansicht **600** von **Fig. 6** dargestellt, werden eine Mehrzahl von Bildpunktvorrichtungen **210** und eine Zwischenverbindungsstruktur **202** über der vorderseitigen Oberfläche **102f** des Halbleitersubstrats **102** gebildet. In einigen Ausführungsformen wird die Mehrzahl von Bildpunktvorrichtungen **210** derart über dem Halbleitersubstrat **102** gebildet, dass jede der Bildpunktvorrichtungen **210** eine dielektrische Gate-Schicht **214** und eine Gate-Elektrode **212** aufweist. In weiteren Ausführungsformen umfasst ein Prozess zum Bilden der Bild-

punktvorrichtungen **210**: Aufbringen (zum Beispiel durch chemische Dampfabscheidung (CVD), physikalische Dampfabscheidung (PVD), Atomlagenabscheidung (ALD) oder einen anderen geeigneten Aufwachs- oder Abscheidungsprozess) eines dielektrischen Gate-Films über der vorderseitigen Oberfläche **102f** des Halbleitersubstrats; Aufbringen (zum Beispiel durch CVD, PVD, ALD, Zerstäubung/Sputtern, Stromlosplattieren, Elektroplattieren oder einen anderen geeigneten Aufwachs- oder Abscheidungsprozess) einer Gate-Elektrodenschicht über dem dielektrischen Gate-Film; und Strukturieren des dielektrischen Gate-Films und der Gate-Elektrodenschicht, wodurch die dielektrische Gate-Schicht **214** beziehungsweise die Gate-Elektrode **212** gebildet werden. In einigen Ausführungsformen kann die dielektrische Gate-Schicht **214** zum Beispiel ein dielektrisches Material mit hohem k-Wert, Aluminiumoxid, Hafniumoxid, Siliziumdioxid, ein anderes dielektrisches Material oder eine beliebige Kombination der vorgenannten sein oder enthalten. In weiteren Ausführungsformen kann die Gate-Elektrode **212** zum Beispiel Aluminium, Titan, Tantal, Polysilizium, dotiertes Polysilizium, ein Silizid, ein anderes leitfähiges Material oder eine beliebige Kombination der vorgenannten sein oder enthalten.

**[0041]** Ferner weist die Zwischenverbindungsstruktur **202** eine dielektrische Zwischenverbindungsstruktur **204**, eine Mehrzahl leitfähiger Durchkontaktierungen **206** und eine Mehrzahl leitfähiger Drähte **208** auf. Die dielektrische Zwischenverbindungsstruktur **204** kann zum Beispiel durch einen oder mehrere CVD-Prozess(e), PVD-Prozess(e), ALD-Prozess(e), einen anderen geeigneten Aufwachs- oder Abscheidungsprozess oder eine beliebige Kombination der vorgenannten gebildet werden. In weiteren Ausführungsformen können die Mehrzahl leitfähiger Durchkontaktierungen **206** und die Mehrzahl leitfähiger Drähte **208** jeweils zum Beispiel durch einen Einzeldamaszenerprozess, einen Doppeldamaszenerprozess oder einen anderen geeigneten Bildungsprozess gebildet werden. In einigen Ausführungsformen weist die dielektrische Zwischenverbindungsstruktur **204** zum Beispiel eine Mehrzahl dielektrischer Zwischenschichten (ILD-Schichten) auf, welche jeweils Siliziumdioxid, ein dielektrisches Material mit niedrigem k-Wert, ein dielektrisches Material mit extrem niedrigem k-Wert, ein anderes dielektrisches Material oder eine beliebige Kombination der vorgenannten enthalten. In noch weiteren Ausführungsformen können die Mehrzahl leitfähiger Durchkontaktierungen **206** und die Mehrzahl leitfähiger Drähte **208** zum Beispiel jeweils Kupfer, Aluminium, Titanitrid, Tantalnitrid, Ruthenium, ein anderes leitfähiges Material oder eine beliebige Kombination der vorgenannten sein oder enthalten.

**[0042]** Wie in der Querschnittsansicht **700** von **Fig. 7** dargestellt, wird eine Isolationsstruktur **115** über der

und in die rückseitige Oberfläche **102b** des Halbleitersubstrats **102** gebildet. In einigen Ausführungsformen umfasst das Bilden der Isolationsstruktur **115**: Bilden einer Maskierungsschicht (nicht gezeigt) über der rückseitigen Oberfläche **102b** des Halbleitersubstrats **102**; Ätzen unmaskierter Bereiche des Halbleitersubstrats **102** mit einem oder mehreren Ätzmitteln, wodurch ein Isolationsgraben gebildet wird, welcher eine Mehrzahl von (d.h. mehrere) Gräben **105a - c** aufweist, welche sich nach unten in die rückseitige Oberfläche **102b** des Halbleitersubstrats **102** erstrecken; Aufbringen (zum Beispiel durch CVD, PVD, ALD oder einen anderen geeigneten Aufwachs- oder Abscheidungsprozess) einer dielektrischen Auskleidung **106** über der rückseitigen Oberfläche **102b** des Halbleitersubstrats **102**, sodass die dielektrische Auskleidung **106** die Gräben **105a - c** auskleidet; und Aufbringen (zum Beispiel durch CVD, PVD, ALD oder einen anderen geeigneten Aufwachs- oder Abscheidungsprozess) einer Pufferschicht **114** über der dielektrischen Auskleidung **106** und der rückseitigen Oberfläche **102b** des Halbleitersubstrats **102**, wodurch die Isolationsstruktur **115** gebildet wird. In einigen Ausführungsformen wird die Pufferschicht **114** in einer ursprünglichen Dicke  $T_1$  aufgebracht, welche zwischen einer oberen Oberfläche der dielektrischen Auskleidung **106** und einer oberen Oberfläche der Pufferschicht **114** definiert ist. In anderen Ausführungsformen kann die Pufferschicht **114** zum Beispiel Siliziumdioxid, ein Metalloxid (wie zum Beispiel Aluminiumoxid, Hafniumoxid, etc.), ein Polymer, ein organisches Material, ein anorganisches Material, ein anderes geeignetes dielektrisches Material oder eine beliebige Kombination der vorgenannten sein oder enthalten. In noch weiteren Ausführungsformen kann die dielektrische Auskleidung **106** zum Beispiel Siliziumdioxid, ein anderes dielektrisches Material oder dergleichen sein oder enthalten.

**[0043]** Wie in der Querschnittsansicht **800** von **Fig. 8** dargestellt, wird eine Lichtabschirmungsschicht **802** über der Pufferschicht **114** gebildet. In einigen Ausführungsformen wird die Lichtabschirmungsschicht **802** über der Pufferschicht **114** zum Beispiel durch CVD, PVD, ALD, Zerstäubung/Sputtern, Stromlosplattieren, Elektroplattieren oder einen anderen geeigneten Aufwachs- oder Abscheidungsprozess aufgebracht. In weiteren Ausführungsformen enthält die Lichtabschirmungsstruktur **802** zum Beispiel einen metallischen Werkstoff (zum Beispiel Gold, Kupfer, Titan, Tantal, Wolfram, einen anderen metallischen Werkstoff oder eine beliebige Kombination der vorgenannten), ein Metalloxid (zum Beispiel Titanoxid ( $TiO_2$ ), Tantaloxid ( $Ta_2O_5$ ), Wolframoxid ( $WO_3$ ), ein anderes Metalloxid oder eine beliebige Kombination der vorgenannten), ein dielektrisches Material (zum Beispiel Siliziumdioxid oder ein anderes dielektrisches Material), ein Nitrid (zum Beispiel Titanitrid, Tantalnitrid oder ein anderes Nitrid), ein Polymer (zum Beispiel Poly(3-Hexylthiophen) ( $P_3HT$ ),

konjugierte Polymere basierend auf Benzodithiophen (BDT) oder ein anderes Polymer), ein organisches Material (zum Beispiel ein Kohlenstoffnanoröhrenmaterial (CNT-Material) oder ein anderes organisches Material), ein anorganisches Material (zum Beispiel Kupfer-Zink-Zinnsulfid ( $Cu_2ZnSnS_4$ ) oder ein anderes anorganisches Material), ein anderes geeignetes Material oder eine beliebige Kombination der vorgenannten, und kann in einer ersten Dicke  $T_1$  gebildet werden, welche in einem Bereich von ungefähr 10 bis ungefähr 50.000 Angström liegt oder einen anderen geeigneten Dickenwert aufweist. Ferner wird eine Maskierungsschicht **804** über der Lichtabschirmungsstruktur **802** gebildet. In einigen Ausführungsformen ist die Maskierungsschicht **804** direkt über dem ersten Fotodetektor **104a** angeordnet. In weiteren Ausführungsformen ist die erste Dicke  $T_1$  der Lichtabschirmungsstruktur **802** größer als die ursprüngliche Dicke  $T_1$  der Pufferschicht **114**.

**[0044]** Wie in der Querschnittsansicht **900** von **Fig. 9** dargestellt, wird ein Strukturierungsprozess an der Lichtabschirmungsschicht (**802** von **Fig. 8**) gemäß der Maskierungsschicht (**804** von **Fig. 8**) durchgeführt, wodurch eine Lichtabschirmungsstruktur **118** über der rückseitigen Oberfläche **102b** des Halbleitersubstrats **102** gebildet wird. In einigen Ausführungsformen umfasst der Strukturierungsprozess das Durchführen eines Trockenätzprozesses, eines Nassätzprozesses oder eines anderen geeigneten Ätzprozesses. Ferner umfasst der Strukturierungsprozess das Ätzen unmaskierter Bereiche der Lichtabschirmungsschicht (**802** von **Fig. 8**) mit einem oder mehreren Ätzmitteln. In weiteren Ausführungsformen kann die Lichtabschirmungsstruktur **118** derart gebildet werden, dass eine erste Breite  $w_1$  der Lichtabschirmungsstruktur **118** größer ist als eine zweite Breite  $w_2$  des ersten Fotodetektors **104a**. Ferner wird die Lichtabschirmungsstruktur **118** derart gebildet, dass ein Abstand  $d_1$  zwischen einer unteren Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur **118** und der rückseitigen Oberfläche **102b** des Halbleitersubstrats **102** in einem Bereich von ungefähr 10 bis 50.000 Angström liegt. Es versteht sich, dass auch ein Abstand  $d_1$ , welcher andere Werte aufweist, in den Umfang der Offenbarung fällt.

**[0045]** Wie in der Querschnittsansicht **1000** von **Fig. 10** dargestellt, wird zusätzliches Puffermaterial (zum Beispiel durch CVD, PVD, ALD oder einen anderen geeigneten Abscheidungs- oder Aufwachsprozess) über der rückseitigen Oberfläche **102b** des Halbleitersubstrats **102** und der Lichtabschirmungsstruktur **118** aufgebracht, wodurch eine Dicke der Pufferschicht **114** von der ursprünglichen Dicke ( $T_1$  von **Fig. 9**) auf eine zweite Dicke  $T_2$  erhöht wird. Somit wird in einigen Ausführungsformen die Pufferschicht **114** in einer zweiten Dicke  $T_2$  gebildet, welche in einem Bereich von ungefähr 200 bis 50.000 Angström liegt. Es versteht sich jedoch, dass auch eine zwei-

te Dicke **T2**, welche andere Werte aufweist, in den Umfang der Offenbarung fällt. In noch weiteren Ausführungsformen kann das zusätzliche Puffermaterial zum Beispiel Siliziumdioxid, ein Metalloxid (wie zum Beispiel Aluminiumoxid, Hafniumoxid, etc.), ein Polymer, ein organisches Material, ein anorganisches Material, ein anderes geeignetes dielektrisches Material oder eine beliebige Kombination der vorstehenden sein oder enthalten. In noch weiteren Ausführungsformen wird nach dem Aufbringen des zusätzlichen Puffermaterials über der rückseitigen Oberfläche **102b** des Halbleitersubstrats **102** ein Planarisierungsprozess (zum Beispiel ein chemisch-mechanischer Polierprozess (CMP-Prozess)) in die Pufferschicht **114** hinein ausgeführt, sodass eine obere Oberfläche der Pufferschicht **114** im Wesentlichen plan ist.

**[0046]** Wie in der Querschnittsansicht **1100** von **Fig. 11** dargestellt, wird eine Verbundgitterschicht **1102** über der Pufferschicht **114** aufgebracht, und eine Maskierungsschicht **1104** wird über der Verbundgitterschicht **1102** gebildet. In einigen Ausführungsformen kann die Verbundgitterschicht **1102** zum Beispiel durch CVD, PVD, ALD, Zerstäubung/Sputtern, Stromlosplattieren, Elektroplattieren oder einen anderen geeigneten Abscheidungs- oder Aufwuchsprozess aufgebracht werden. In weiteren Ausführungsformen kann die Verbundgitterschicht **1102** einen metallischen Werkstoff (zum Beispiel Titan, Tantal, Wolfram, Aluminium, Kupfer, einen anderen metallischen Werkstoff oder eine beliebige Kombination der vorgenannten), ein dielektrisches Material (zum Beispiel Titanoxid, Tantaloxid, Siliziumdioxid, ein anderes dielektrisches Material oder eine beliebige Kombination der vorgenannten), ein anderes geeignetes Material oder eine beliebige Kombination der vorgenannten enthalten. In noch weiteren Ausführungsformen kann das Aufbringen der Verbundgitterschicht **1102** das Durchführen eines oder mehrerer Abscheidungsprozesse zum Bilden einer dielektrischen Gitterschicht (nicht gezeigt) über einer Metallgitterschicht (nicht gezeigt) umfassen, sodass die dielektrische Gitterschicht das dielektrische Material enthält und die Metallgitterschicht den metallischen Werkstoff enthält.

**[0047]** Wie in der Querschnittsansicht **1200** von **Fig. 12** dargestellt, wird ein Strukturierungsprozess an der Verbundgitterschicht (**1102** von **Fig. 11**) gemäß der Maskierungsschicht (**1104** von **Fig. 11**) durchgeführt, wodurch eine Verbundgitterstruktur **116** gebildet wird. Die Verbundgitterstruktur **116** wird derart gebildet, dass sie eine Mehrzahl von Verbundgittersegmenten **116a - c** aufweist, welche jeweils direkt über den Gräben **105a - c** angeordnet sind. Ferner weist die Verbundgitterstruktur **116** eine Mehrzahl von gegenüberliegenden Seitenwänden auf, welche jeweils eine Mehrzahl von Gitteröffnungen, welche der Mehrzahl von Fotodetektoren **104** entsprechen,

bilden. In einigen Ausführungsformen umfasst der Strukturierungsprozess das Ätzen unmaskierter Bereiche der Verbundgitterschicht (**1102** von **Fig. 11**) mit einem oder mehreren Ätzmitteln. In weiteren Ausführungsformen umfasst der Strukturierungsprozess das Durchführen eines Trockenätzprozesses, eines Nassätzprozesses, eines anderen geeigneten Ätzprozesses oder einer beliebigen Kombination der vorgenannten. Der Strukturierungsprozess kann in die Pufferschicht **114** hinein derart überätzen, dass der Strukturierungsprozess mindestens einen Abschnitt der Pufferschicht **114** entfernt.

**[0048]** Wie in der Querschnittsansicht **1300** von **Fig. 13** dargestellt, wird eine dielektrische Struktur **119** über der Pufferschicht **114** gebildet. In einigen Ausführungsformen umfasst ein Prozess zum Bilden der dielektrischen Struktur **119**: Aufbringen (zum Beispiel durch CVD, PVD, ALD oder einen anderen geeigneten Aufwachs- oder Abscheidungsprozess) der dielektrischen Struktur **119** über der Pufferschicht **114** und der Verbundgitterstruktur **116**; und Durchführen eines Planarisierungsprozesses (zum Beispiel eines CMP-Prozesses) in die dielektrische Struktur **119** hinein, sodass eine obere Oberfläche der Verbundgitterstruktur **116** komplanar mit einer oberen Oberfläche der dielektrischen Struktur **119** ist.

**[0049]** Wie in der Querschnittsansicht **1400** von **Fig. 14** dargestellt, wird eine Lichtfilteranordnung (zum Beispiel eine Farbfilteranordnung) aufweisend eine Mehrzahl von Lichtfiltern **120** (zum Beispiel Farbfiltern) über der dielektrischen Struktur **119** und der Verbundgitterstruktur **116** gebildet. In einigen Ausführungsformen kann die Mehrzahl von Lichtfiltern **120** zum Beispiel durch CVD, PVD, ALD oder einen anderen geeigneten Aufwachs- oder Abscheidungsprozess gebildet werden.

**[0050]** Wie in der Querschnittsansicht **1500** von **Fig. 15** dargestellt, wird eine erste Grenzflächenschicht **124** über der Mehrzahl von Lichtfiltern **120** gebildet. Eine Antireflexionsüberzugsschicht (ARC-Schicht) **126** wird über der ersten Grenzflächenschicht **124** gebildet, und eine Mehrzahl von Mikrolinsen **128** werden über der ARC-Schicht **126** gebildet. In einigen Ausführungsformen können Prozesse zum Bilden der ersten Grenzflächenschicht **124**, der ARC-Schicht **126** und der Mehrzahl von Mikrolinsen **128** einen CVD-Prozess, einen PVD-Prozess, einen ALD-Prozess oder einen anderen geeigneten Aufwachs- oder Abscheidungsprozess umfassen.

**[0051]** Die **Fig. 16 - Fig. 21** stellen Querschnittsansichten **1600 - 2100** einiger Ausführungsformen dar, welche einem zweiten Verfahren zum Bilden eines Bildensors aufweisend eine Pufferschicht, welche über einer rückseitigen Oberfläche eines Halbleitersubstrats angeordnet ist, und eine Lichtabschirmungsstruktur, welche innerhalb der Pufferschicht

angeordnet ist, im Einklang mit der vorliegenden Offenbarung entsprechen. In einigen Ausführungsformen stellen die **Fig. 16 - Fig. 21** einige Ausführungsformen von Vorgängen dar, welche anstelle der Vorgänge in den **Fig. 7 - Fig. 13** des ersten Verfahrens ausgeführt werden können. Somit stellt das zweite Verfahren einige alternative Ausführungsformen des ersten Verfahrens der **Fig. 5 - Fig. 15** dar, wobei das zweite Verfahren zum Beispiel nach den **Fig. 5-6** mit den **Fig. 16 - Fig. 21**, und dann von **Fig. 21** mit den **Fig. 14 - Fig. 15** fortfahren (und die **Fig. 7 - Fig. 13** auslassen) kann. In solchen Ausführungsformen stellt das zweite Verfahren einige alternative Ausführungsformen zum Bilden der Lichtabschirmungsstruktur **118** dar.

**[0052]** Wie in der Querschnittsansicht **1600** von **Fig. 16** dargestellt, wird eine Isolationsstruktur **115** in die rückseitige Oberfläche **102b** des Halbleitersubstrats **102** hinein gebildet, und eine Maskierungsschicht **1602** wird über der Isolationsstruktur **115** gebildet. In einigen Ausführungsformen weist die Isolationsstruktur **115** die dielektrische Auskleidung **106** und die Pufferschicht **114** auf. In einigen Ausführungsformen kann die Isolationsstruktur **115** durch (einen) Prozess/e gebildet werden, welche/r im Wesentlichen gleich dem/den Prozess/en ist/sind, welche/r oben hinsichtlich der Bildung der Isolationsstruktur **115** von **Fig. 7** beschrieben worden ist/sind. Wie in **Fig. 16** dargestellt, kann die Pufferschicht **114** in einigen Ausführungsform derart gebildet werden, dass die zweite Dicke **T2** in einem Bereich von ungefähr 200 bis 50.000 Angström liegt. Es versteht sich jedoch, dass auch eine zweite Dicke **T2**, welche andere Werte aufweist, in den Umfang der Offenbarung fällt. In der Folge wird die Maskierungsschicht **1602** derart über der Isolationsstruktur gebildet, dass die Maskierungsschicht **1602** gegenüberliegende Seitenwände, welche eine Öffnung direkt über dem ersten Fotodetektor **104a** definieren, aufweist.

**[0053]** Wie in der Querschnittsansicht **1700** von **Fig. 17** dargestellt, wird ein Strukturierungsprozess an der Pufferschicht **114** gemäß der Maskierungsschicht (**1602** von **Fig. 16**) durchgeführt, wodurch eine Lichtabschirmungsöffnung **1702** in der Pufferschicht **114** gebildet wird. In einigen Ausführungsformen umfasst der Strukturierungsprozess das Durchführen eines Trockenätzprozesses, eines Nassätzprozesses, eines anderen geeigneten Ätzprozesses oder einer beliebigen Kombination der vorgenannten.

**[0054]** Wie in der Querschnittsansicht **1800** von **Fig. 18** dargestellt, wird eine Lichtabschirmungsschicht **1802** derart über der Pufferschicht **114** aufgebracht, dass die Lichtabschirmungsschicht **1802** die Lichtabschirmungsöffnung (**1702** von **Fig. 17**) ausfüllt. In einigen Ausführungsformen wird die Lichtabschirmungsschicht **1802** über der Pufferschicht **114** zum Beispiel durch CVD, PVD, ALD, Zer-

stäubung/Sputtern, Stromlosplattieren, elektrochemisches Plattieren (ECP), Elektroplattieren oder einen anderen geeigneten Aufwachs- oder Abscheidungsprozess aufgebracht. In weiteren Ausführungsformen enthält die Lichtabschirmungsstruktur **1802** zum Beispiel einen metallischen Werkstoff (zum Beispiel Gold, Kupfer, Titan, Tantal, Wolfram, einen anderen metallischen Werkstoff oder eine beliebige Kombination der vorgenannten), ein Metalloxid (zum Beispiel Titanoxid (TiO<sub>2</sub>), Tantaloxid (Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), Wolframoxid (WO<sub>3</sub>), ein anderes Metalloxid oder eine beliebige Kombination der vorgenannten), ein dielektrisches Material (zum Beispiel Siliziumdioxid oder ein anderes dielektrisches Material), ein Nitrid (zum Beispiel Titanitrid, Tantalnitrid oder ein anderes Nitrid), ein Polymer (zum Beispiel Poly(3-Hexylthiophen) (P<sub>3</sub>HT), konjugierte Polymere basierend auf Benzodithiophen (BDT) oder ein anderes Polymer), ein organisches Material (zum Beispiel ein Kohlenstoffnanoröhrenmaterial (CNT-Material) oder ein anderes organisches Material), ein anorganisches Material (zum Beispiel Kupfer-Zink-Zinnsulfid (Cu<sub>2</sub>ZnSnS<sub>4</sub>) oder ein anderes anorganisches Material), ein anderes geeignetes Material oder eine beliebige Kombination der vorgenannten, und kann in einer Dicke gebildet werden, welche in einem Bereich von ungefähr 10 bis ungefähr 50.000 Angström liegt oder einen anderen geeigneten Dickenwert aufweist.

**[0055]** Wie in der Querschnittsansicht **1900** von **Fig. 19** dargestellt, wird ein Planarisierungsprozess (zum Beispiel ein CMP Prozess) an der Lichtabschirmungsschicht (**1802** von **Fig. 18**) ausgeführt, wodurch eine Lichtabschirmungsstruktur **118** gebildet wird. In einigen Ausführungsformen wird die Lichtabschirmungsstruktur **118** derart gebildet, dass eine obere Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur **118** komplanar mit einer oberen Oberfläche der Pufferschicht **114** ist. In weiteren Ausführungsformen wird der Planarisierungsprozess in die Pufferschicht **114** hinein derart ausgeführt, dass die obere Oberfläche der Pufferschicht **114** im Wesentlichen plan und auf die obere Oberfläche der Pufferschicht **114** ausgerichtet ist.

**[0056]** Wie in der Querschnittsansicht **2000** von **Fig. 20** dargestellt, wird eine Verbundgitterschicht **1102** über der Pufferschicht **114** aufgebracht, und eine Maskierungsschicht **1104** wird über der Verbundgitterschicht **1102** gebildet. In einigen Ausführungsformen sind die Verbundgitterschicht **1102** und die Maskierungsschicht **1104** im Wesentlichen gleich der Verbundgitterschicht **1102** und der Maskierungsschicht **1104** von **Fig. 11**. In weiteren Ausführungsformen werden die Verbundgitterschicht **1102** und die Maskierungsschicht **1104** durch (einen) Prozess/e gebildet, welche/r im Wesentlichen gleich dem/den Prozess/en ist/sind, welche/r oben hinsichtlich der Bildung der Verbundgitterschicht **1102** und der Mas-

kierungsschicht **1104** von **Fig. 11** beschrieben worden ist/sind.

**[0057]** Wie in der Querschnittsansicht **2100** von **Fig. 21** dargestellt, wird ein Strukturierungsprozess an der Verbundgitterschicht (**1102** von **Fig. 20**) gemäß der Maskierungsschicht (**1104** von **Fig. 20**) durchgeführt, wodurch eine Verbundgitterstruktur **116** gebildet wird. In einigen Ausführungsformen umfasst der Strukturierungsprozess das Durchführen eines Trockenätzprozesses, eines Nassätzprozesses, eines anderen geeigneten Ätzprozesses oder einer beliebigen Kombination der vorgenannten. In noch weiteren Ausführungsformen kann der Strukturierungsprozess in die Pufferschicht **114** und die Lichtabschirmungsstruktur **118** hinein überätzen, wodurch mindestens ein Abschnitt der Pufferschicht **114** und der Lichtabschirmungsstruktur **118** entfernt wird. Ferner wird eine dielektrische Struktur **119** über der Pufferschicht **114** und der Lichtabschirmungsstruktur **118** gebildet. In einigen Ausführungsformen kann die dielektrische Struktur **119** durch (einen) Prozess/e gebildet werden, welche/r im Wesentlichen gleich dem/den Prozess/en ist/sind, welche oben hinsichtlich der Bildung der dielektrischen Struktur **119** von **Fig. 13** beschrieben ist/sind, sodass eine obere Oberfläche der dielektrischen Struktur **119** komplanar mit einer oberen Oberfläche der Verbundgitterstruktur **116** ist.

**[0058]** **Fig. 22** stellt ein Verfahren **2200** zum Bilden eines Bildsensors aufweisend eine Pufferschicht, welche über einer rückseitigen Oberfläche eines Halbleitersubstrats angeordnet ist, und eine Lichtabschirmungsstruktur, welche innerhalb der Pufferschicht eingebettet ist, im Einklang mit der vorliegenden Offenbarung dar. Obwohl das Verfahren **2200** als eine Abfolge von Vorgängen oder Ereignissen dargestellt und/oder beschrieben ist, versteht sich, dass das Verfahren nicht auf die dargestellte Reihenfolge oder die dargestellten Vorgänge eingeschränkt ist. Daher können in einigen Ausführungsformen die Vorgänge in anderen als der dargestellten Reihenfolge ausgeführt werden und/oder können gleichzeitig ausgeführt werden. Ferner können in einigen Ausführungsformen die dargestellten Vorgänge oder Ereignisse in mehrere Vorgänge oder Ereignisse aufgeteilt werden, welche zu verschiedenen Zeiten oder gleichzeitig mit anderen Vorgängen oder Untervorgängen ausgeführt werden können. In einigen Ausführungsformen können manche dargestellten Vorgänge oder Ereignisse weggelassen werden, und andere nicht dargestellte Vorgänge oder Ereignisse können hinzugefügt werden.

**[0059]** Bei Vorgang **2202** werden eine Mehrzahl von Fotodetektoren innerhalb eines Halbleitersubstrats gebildet. Die Mehrzahl von Fotodetektoren weist einen ersten Fotodetektor seitlich angrenzend an einen zweiten Fotodetektor auf. **Fig. 5** stellt eine Quer-

schnittsansicht **500** dar, welche einigen Ausführungsformen des Vorgangs **2202** entspricht.

**[0060]** Bei Vorgang **2204** werden eine Mehrzahl von Bildpunktvorrichtungen und eine Zwischenverbindungsstruktur entlang einer vorderseitigen Oberfläche des Halbleitersubstrats gebildet. **Fig. 6** stellt eine Querschnittsansicht **600** dar, welche einigen Ausführungsformen des Vorgangs **2204** entspricht.

**[0061]** Bei Vorgang **2206** wird eine Isolationsstruktur in/über einer rückseitigen Oberfläche des Halbleitersubstrats gebildet, wobei die Isolationsstruktur Gräben, welche sich in die rückseitige Oberfläche erstrecken, ausfüllt. Die Isolationsstruktur weist eine dielektrische Auskleidung und eine Pufferschicht auf, wobei sich die Pufferschicht in die Gräben erstreckt und über der rückseitigen Oberfläche des Halbleitersubstrats angeordnet ist. Die **Fig. 7** und **Fig. 10** stellen Querschnittsansichten **700** und **1000** dar, welche einigen Ausführungsformen des Vorgangs **2206** entsprechen. Ferner stellt **Fig. 16** eine Querschnittsansicht **1600** dar, welche einigen alternativen Ausführungsformen des Vorgangs **2206** entspricht.

**[0062]** Bei Vorgang **2208** wird eine Lichtabschirmungsstruktur derart innerhalb der Pufferschicht gebildet, dass die Lichtabschirmungsstruktur direkt über dem ersten Fotodetektor angeordnet ist und mindestens gegenüber einem Abschnitt des zweiten Fotodetektors seitlich versetzt ist. Die **Fig. 8** und **Fig. 9** stellen Querschnittsansichten **800** und **900** dar, welche einigen Ausführungsformen des Vorgangs **2208** entsprechen. Ferner stellen die **Fig. 16 - Fig. 19** Querschnittsansichten **1600 - 1900** dar, welche einigen alternativen Ausführungsformen des Vorgangs **2208** entsprechen.

**[0063]** Bei Vorgang **2210** wird eine Verbundgitterstruktur über der Pufferschicht und der Lichtabschirmungsstruktur gebildet. Die **Fig. 11** und **Fig. 12** stellen Querschnittsansichten **1100** und **1200** dar, welche einigen Ausführungsformen des Vorgangs **2210** entsprechen. Ferner stellen die **Fig. 20** und **Fig. 21** Querschnittsansichten **2000** und **2100** dar, welche einigen alternativen Ausführungsformen des Vorgangs **2208** entsprechen.

**[0064]** Bei Vorgang **2212** wird eine Mehrzahl von Lichtfiltern über der Verbundgitterstruktur gebildet, und eine Mehrzahl von Mikrolinsen wird über der Mehrzahl von Lichtfiltern gebildet. Die **Fig. 14** und **Fig. 15** stellen Querschnittsansichten **1400** und **1500** dar, welche einigen Ausführungsformen des Vorgangs **2212** entsprechen.

**[0065]** Folglich betrifft die vorliegende Offenbarung in einigen Ausführungsformen einen Bildsensor aufweisend eine Mehrzahl von Fotodetektoren, welche innerhalb eines Halbleitersubstrats angeordnet sind.

Eine Pufferschicht ist über der Mehrzahl von Fotodetektoren zwischen einer rückseitigen Oberfläche des Halbleitersubstrats und einer darüberliegenden Verbundgitterstruktur angeordnet. Eine Lichtabschirmungsstruktur ist innerhalb der Pufferschicht angeordnet und ist direkt über einem entsprechenden Fotodetektor angeordnet.

**[0066]** In einigen Ausführungsformen stellt die vorliegende Anmeldung einen Bildsensor bereit, welcher einen ersten Fotodetektor, welcher innerhalb einer vorderseitigen Oberfläche eines Halbleitersubstrats angeordnet ist; eine Grabenisolationsstruktur, welche über einer rückseitigen Oberfläche des Halbleitersubstrats angeordnet ist, wobei die Grabenisolationsstruktur eine Pufferschicht und eine dielektrische Auskleidung aufweist, wobei die Pufferschicht die rückseitige Oberfläche des Halbleitersubstrats bedeckt und Gräben, welche sich nach unten in die rückseitige Oberfläche des Halbleitersubstrats erstrecken, ausfüllt, wobei die dielektrische Auskleidung zwischen der Pufferschicht und dem Halbleitersubstrat angeordnet ist; eine Verbundgitterstruktur, welche Verbundgittersegmente, welche jeweils über den Gräben ausgerichtet sind, aufweist, wobei die Pufferschicht die dielektrische Auskleidung von der Verbundgitterstruktur trennt; und eine Lichtabschirmungsstruktur, welche innerhalb der Pufferschicht und direkt über dem ersten Fotodetektor angeordnet ist, aufweist. In einer Ausführungsform weist die Lichtabschirmungsstruktur ein erstes Ende auf, welches unter einem ersten Verbundgittersegment der Verbundgitterstruktur endet, und weist ein zweites Ende auf, welches unter einem zweiten Verbundgittersegment der Verbundgitterstruktur endet, wobei das erste Verbundgittersegment angrenzend an das zweite Verbundgittersegment angeordnet ist. In einer Ausführungsform weist die Lichtabschirmungsstruktur eine obere Oberfläche auf, welche komplanar mit einer oberen Oberfläche der Pufferschicht ist. In einer Ausführungsform kontaktiert ein erster äußerer Abschnitt der oberen Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur eine untere Oberfläche des ersten Verbundgittersegments direkt, wobei ein zweiter äußerer Abschnitt der oberen Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur eine untere Oberfläche des zweiten Verbundgittersegments direkt kontaktiert. In einer Ausführungsform ist die Lichtabschirmungsstruktur in der Pufferschicht derart eingebettet, dass die Pufferschicht eine obere Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur kontaktiert, eine untere Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur kontaktiert und Seitenwandflächen der Lichtabschirmungsstruktur kontaktiert. In einer Ausführungsform ist ein erster äußerer Abschnitt der oberen Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur durch die Pufferschicht von einer unteren Oberfläche des ersten Verbundgittersegments beabstandet, wobei ein zweiter äußerer Abschnitt der oberen Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur durch die Pufferschicht von ei-

ner unteren Oberfläche des zweiten Verbundgittersegments beabstandet ist. In einer Ausführungsform weist der Bildsensor ferner einen zweiten Fotodetektor auf, welcher innerhalb des Halbleitersubstrats und angrenzend an den ersten Fotodetektor angeordnet ist; wobei die Lichtabschirmungsstruktur mindestens gegenüber einem Abstand des zweiten Fotodetektors um einen Abstand ungleich Null seitlich versetzt ist. In einer Ausführungsform ist ein erster äußerer Abschnitt einer unteren Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur direkt über einem ersten äußeren Rand des zweiten Fotodetektors angeordnet, wobei die Lichtabschirmungsstruktur gegenüber einem zweiten äußeren Rand des zweiten Fotodetektors in einer Richtung zum ersten Fotodetektor hin um einen Abstand ungleich Null seitlich versetzt ist.

**[0067]** In einigen Ausführungsformen stellt die vorliegende Anmeldung einen Bildsensor bereit, welcher eine Mehrzahl von Fotodetektoren, welche innerhalb eines Halbleitersubstrats angeordnet sind, aufweist, wobei die Mehrzahl von Fotodetektoren einen ersten Fotodetektor, welcher angrenzend an einen zweiten Fotodetektor angeordnet ist, aufweist; eine Zwischenverbindungsstruktur, welche entlang einer vorderseitigen Oberfläche des Halbleitersubstrats angeordnet ist; eine Isolationsstruktur, welche über einer rückseitigen Oberfläche des Halbleitersubstrats angeordnet ist, wobei die Isolationsstruktur eine Pufferschicht, welcher über der rückseitigen Oberfläche des Halbleitersubstrats angeordnet ist, und ein oder mehrere Segmente, welche sich in eine Mehrzahl von Gräben, welche sich nach unten in die rückseitige Oberfläche des Halbleitersubstrats erstrecken, erstrecken, aufweist; eine Metallgitterstruktur, welche entlang einer oberen Oberfläche der Pufferschicht angeordnet ist, wobei die Pufferschicht die Metallgitterstruktur von der rückseitigen Oberfläche des Halbleitersubstrats trennt; und eine Lichtabschirmungsstruktur, welche innerhalb der Pufferschicht und direkt über dem ersten Fotodetektor angeordnet ist, wobei die Lichtabschirmungsstruktur mindestens gegenüber einem Abschnitt des zweiten Fotodetektors seitlich versetzt ist, und wobei die Lichtabschirmungsstruktur dafür eingerichtet ist, eine Quantenausbeute (QE) des Fotodetektors derart zu verringern, dass die QE des ersten Fotodetektors geringer ist als eine QE des zweiten Fotodetektors. In einer Ausführungsform ist eine erste äußere Seitenwand der Lichtabschirmungsstruktur direkt über einem ersten Graben der Mehrzahl von Gräben angeordnet, und eine zweite äußere Seitenwand der Lichtabschirmungsstruktur ist direkt über einem zweiten Graben der Mehrzahl von Gräben angeordnet. In einer Ausführungsform weist der Bildsensor ferner eine dielektrische Struktur, welche über der Pufferschicht und seitlich zwischen Seitenwänden der Metallgitterstruktur angeordnet ist, auf; wobei eine obere Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur vertikal über einer oberen Oberfläche der



Lichtabschirmungsstruktur angeordnet ist, wobei eine obere Oberfläche der Pufferschicht auf die obere Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur ausgerichtet ist, und wobei sich die dielektrische Struktur fortlaufend von Seitenwänden der Metallgitterstruktur entlang gegenüberliegenden Seitenwänden der Lichtabschirmungsstruktur zur oberen Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur erstreckt. In einer Ausführungsform enthält die Lichtabschirmungsstruktur ein erstes Material, und die Pufferschicht enthält ein zweites Material, welches sich vom ersten Material unterscheidet. In einer Ausführungsform ist das erste Material Titanitrid, Titanoxid oder Tantaloxid, und das zweite Material ist Siliziumdioxid. In einer Ausführungsform weist die Mehrzahl von Fotodetektoren ferner einen dritten Fotodetektor auf, sodass der erste Fotodetektor seitlich zwischen dem zweiten und dem dritten Fotodetektor beabstandet ist, wobei eine erste äußere Seitenwand der Lichtabschirmungsstruktur direkt über dem dritten Fotodetektor angeordnet ist und eine zweite äußere Seitenwand der Lichtabschirmungsstruktur direkt über dem zweiten Fotodetektor angeordnet ist, wobei die erste äußere Seitenwand gegenüber der zweiten äußeren Seitenwand angeordnet ist. In einer Ausführungsform weist die Lichtabschirmungsstruktur einen ersten Vorsprung und einen zweiten Vorsprung auf, wobei der erste Vorsprung gegenüberliegende Seitenwände, welche auf gegenüberliegende Seitenwände eines ersten Gittersegments der Metallgitterstruktur ausgerichtet sind, aufweist, und der zweite Vorsprung gegenüberliegende Seitenwände, welche auf gegenüberliegende Seitenwände eines zweiten Gittersegments der Metallgitterstruktur ausgerichtet sind, aufweist. In einer Ausführungsform ist die Lichtabschirmungsstruktur seitlich zwischen benachbarten Gittersegmenten der Metallgitterstruktur beabstandet, und eine Breite der Lichtabschirmungsstruktur ist geringer als eine Breite des ersten Fotodetektors.

**[0068]** In einigen Ausführungsformen stellt die vorliegende Anmeldung ein Verfahren zum Bilden eines Bildensors bereit, das Verfahren umfassend das Bilden einer Mehrzahl von Fotodetektoren innerhalb einer vorderseitigen Oberfläche eines Halbleitersubstrats; das Bilden eines Isolationsgrabens an einer rückseitigen Oberfläche eines Halbleitersubstrats, wobei der Isolationsgraben jeden der Fotodetektoren seitlich umgibt; das Aufbringen einer dielektrischen Auskleidung über der rückseitigen Oberfläche des Halbleitersubstrats derart, dass die dielektrische Auskleidung den Isolationsgraben auskleidet; das Bilden einer Pufferschicht zum Ausfüllen eines Rests des Isolationsgrabens, welche sich nach oben zu einer ersten Höhe über der rückseitigen Oberfläche des Halbleitersubstrats erstreckt; das Bilden einer Lichtabschirmungsstruktur über der Pufferschicht, sodass die Lichtabschirmungsstruktur direkt über einem ersten Fotodetektor der Mehrzahl von Fotodetektoren angeordnet ist; und das Bilden

einer Gitterstruktur über der Lichtabschirmungsstruktur, sodass die Gitterstruktur eine Mehrzahl von Gittersegmenten aufweist, wobei jeder der Fotodetektoren seitlich zwischen benachbarten Gittersegmenten beabstandet ist. In einer Ausführungsform weist die Gitterstruktur ein erstes Gittersegment, welches über einem ersten äußeren Rand der Lichtabschirmungsstruktur ausgerichtet ist, auf, und weist ein zweites Gittersegment, welches über einem zweiten äußeren Rand der Lichtabschirmungsstruktur ausgerichtet ist, auf, wobei der erste äußere Rand gegenüber dem zweiten äußeren Rand angeordnet ist. In einer Ausführungsform umfasst das Bilden der Lichtabschirmungsstruktur das Bilden einer Maskierungsschicht über der Pufferschicht, sodass die Maskierungsschicht gegenüberliegende Seitenwände aufweist, welche eine Öffnung direkt über dem ersten Fotodetektor definieren; das Strukturieren der Pufferschicht gemäß der Maskierungsschicht, wodurch eine Lichtabschirmungsöffnung innerhalb der Pufferschicht gebildet wird; das Aufbringen einer Lichtabschirmungsschicht über der Pufferschicht, sodass die Lichtabschirmungsschicht die Lichtabschirmungsöffnung ausfüllt; und das Durchführen eines Planarisierungsprozesses in die Lichtabschirmungsschicht hinein, wodurch eine Lichtabschirmungsstruktur direkt über dem ersten Fotodetektor gebildet wird, wobei eine obere Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur komplanar mit einer oberen Oberfläche der Pufferschicht ist.

**[0069]** Das Vorstehende umreißt Merkmale verschiedener Ausführungsformen derart, dass Fachleute die Aspekte der vorliegenden Offenbarung besser verstehen können. Fachleute sollten verstehen, dass sie die vorliegende Offenbarung problemlos als eine Grundlage zum Designen oder Modifizieren weiterer Prozesse und Strukturen zum Ausführen derselben Zwecke und/oder zum Erlangen derselben Vorteile der hierin vorgestellten Ausführungsformen verwenden können. Fachleute sollten auch erkennen, dass derartige äquivalente Konstruktionen nicht vom Geist und Umfang der vorliegenden Offenbarung abweichen, und dass sie verschiedenste Änderungen, Ersetzungen und Neugestaltungen daran vornehmen können, ohne vom Geist und Umfang der vorliegenden Offenbarung abzuweichen.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- US 62908160 [0001]

## Patentansprüche

### 1. Bildsensor aufweisend:

einen ersten Fotodetektor, der innerhalb einer vorderseitigen Oberfläche eines Halbleitersubstrats angeordnet ist;

eine Grabenisolationsstruktur, die über einer rückseitigen Oberfläche des Halbleitersubstrats angeordnet ist, wobei die Grabenisolationsstruktur eine Pufferschicht und eine dielektrische Auskleidung aufweist, wobei die Pufferschicht die rückseitige Oberfläche des Halbleitersubstrats bedeckt und Gräben füllt, die sich nach unten in die rückseitige Oberfläche des Halbleitersubstrats erstrecken, wobei die dielektrische Auskleidung zwischen der Pufferschicht und dem Halbleitersubstrat angeordnet ist;

eine Verbundgitterstruktur, die Verbundgittersegmente aufweist, welche jeweils über den Gräben ausgerichtet sind, wobei die Pufferschicht die dielektrische Auskleidung von der Verbundgitterstruktur trennt; und

eine Lichtabschirmungsstruktur, die innerhalb der Pufferschicht und direkt über dem ersten Fotodetektor angeordnet ist.

2. Bildsensor nach Anspruch 1, wobei die Lichtabschirmungsstruktur ein erstes Ende aufweist, das unter einem ersten Verbundgittersegment der Verbundgitterstruktur endet, und ein zweites Ende aufweist, welches unter einem zweiten Verbundgittersegment der Verbundgitterstruktur endet, wobei das erste Verbundgittersegment zu dem zweiten Verbundgittersegment benachbart ist.

3. Bildsensor nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Lichtabschirmungsstruktur eine obere Oberfläche aufweist, die komplanar mit einer oberen Oberfläche der Pufferschicht ist.

4. Bildsensor nach Anspruch 3, wobei ein erster äußerer Abschnitt der oberen Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur eine untere Oberfläche des ersten Verbundgittersegments direkt kontaktiert, wobei ein zweiter äußerer Abschnitt der oberen Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur eine untere Oberfläche des zweiten Verbundgittersegments direkt kontaktiert.

5. Bildsensor nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Lichtabschirmungsstruktur in die Pufferschicht eingebettet ist, so dass die Pufferschicht eine obere Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur kontaktiert, eine untere Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur kontaktiert und Seitenwandflächen der Lichtabschirmungsstruktur kontaktiert.

6. Bildsensor nach Anspruch 5, wobei ein erster äußerer Abschnitt der oberen Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur durch die Pufferschicht von einer unteren Oberfläche des ersten Verbundgitterseg-

ments beabstandet ist, und wobei ein zweiter äußerer Abschnitt der oberen Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur durch die Pufferschicht von einer unteren Oberfläche des zweiten Verbundgittersegments beabstandet ist.

7. Bildsensor nach einem der vorstehenden Ansprüche, ferner aufweisend:

einen zweiten Fotodetektor, der innerhalb des Halbleitersubstrats angeordnet ist und zu dem ersten Fotodetektor benachbart ist,

wobei die Lichtabschirmungsstruktur gegenüber mindestens einem Abschnitt des zweiten Fotodetektors um einen Abstand ungleich Null seitlich versetzt ist.

8. Bildsensor nach Anspruch 7, wobei ein erster äußerer Abschnitt einer unteren Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur direkt über einem ersten äußeren Rand des zweiten Fotodetektors angeordnet ist, wobei die Lichtabschirmungsstruktur gegenüber einem zweiten äußeren Rand des zweiten Fotodetektors um einen Abstand ungleich Null seitlich hin zu dem ersten Fotodetektor versetzt ist.

9. Bildsensor nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei ein Brechungsindex der Lichtabschirmungsstruktur größer als ein Brechungsindex der Pufferschicht ist.

10. Bildsensor aufweisend:

mehrere Fotodetektoren, die innerhalb eines Halbleitersubstrats angeordnet sind, wobei die mehreren Fotodetektoren einen ersten Fotodetektor aufweisen, der zu einem zweiten Fotodetektor benachbart ist; eine Zwischenverbindungsstruktur, die entlang einer vorderseitigen Oberfläche des Halbleitersubstrats angeordnet ist;

eine Isolationsstruktur, die über einer rückseitigen Oberfläche des Halbleitersubstrats angeordnet ist, wobei die Isolationsstruktur eine Pufferschicht aufweist, die über der rückseitigen Oberfläche des Halbleitersubstrats angeordnet ist und ein oder mehrere Segmente aufweist, welche sich in mehrere Gräben erstrecken, die sich nach unten in die rückseitige Oberfläche des Halbleitersubstrats erstrecken; eine Metallgitterstruktur, die entlang einer oberen Oberfläche der Pufferschicht angeordnet ist, wobei die Pufferschicht die Metallgitterstruktur von der rückseitigen Oberfläche des Halbleitersubstrats trennt; und

eine Lichtabschirmungsstruktur, die innerhalb der Pufferschicht angeordnet ist und direkt über dem ersten Fotodetektor liegt, wobei die Lichtabschirmungsstruktur gegenüber mindestens einem Abschnitt des zweiten Fotodetektors seitlich versetzt ist, und wobei die Lichtabschirmungsstruktur eingerichtet ist, eine Quantenausbeute, QE, des ersten Fotodetektors zu verringern, so dass die QE des ersten Fotodetektors geringer als eine QE des zweiten Fotodetektors ist.

11. Bildsensor nach Anspruch 10, wobei eine erste äußere Seitenwand der Lichtabschirmungsstruktur direkt über einem ersten Graben der mehreren Gräben angeordnet ist, und eine zweite äußere Seitenwand der Lichtabschirmungsstruktur direkt über einem zweiten Graben der mehreren Gräben angeordnet ist.

12. Bildsensor nach Anspruch 10 oder 11, ferner aufweisend:

eine dielektrische Struktur, die über der Pufferschicht angeordnet ist und seitlich zwischen Seitenwänden der Metallgitterstruktur angeordnet ist, wobei eine obere Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur vertikal über einer oberen Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur angeordnet ist, wobei eine obere Oberfläche der Pufferschicht auf die obere Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur ausgerichtet ist, wobei die dielektrische Struktur sich fortlaufend von Seitenwänden der Metallgitterstruktur entlang gegenüberliegender Seitenwände der Lichtabschirmungsstruktur zu der oberen Oberfläche der Lichtabschirmungsstruktur erstreckt.

13. Bildsensor nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei die Lichtabschirmungsstruktur ein erstes Material enthält und die Pufferschicht ein zweites Material enthält, das von dem ersten Material verschieden ist.

14. Bildsensor nach Anspruch 13, wobei das erste Material Titanitrid, Titanoxid oder Tantaloxid ist und das zweite Material Siliziumdioxid ist.

15. Bildsensor nach einem der Ansprüche 10 bis 14, wobei die mehreren Fotodetektoren ferner einen dritten Fotodetektor aufweist, so dass der erste Fotodetektor seitlich zwischen dem zweiten Fotodetektor und dem dritten Fotodetektor beabstandet ist, wobei eine erste äußere Seitenwand der Lichtabschirmungsstruktur direkt über dem dritten Fotodetektor angeordnet ist und eine zweite äußere Seitenwand der Lichtabschirmungsstruktur direkt über dem zweiten Fotodetektor angeordnet ist, wobei die erste äußere Seitenwand gegenüber der zweiten äußeren Seitenwand angeordnet ist.

16. Bildsensor nach einem der Ansprüche 10 bis 15, wobei die Lichtabschirmungsstruktur einen ersten Vorsprung und einen zweiten Vorsprung aufweist, wobei der erste Vorsprung gegenüberliegende Seitenwände aufweist, die auf gegenüberliegende Seitenwände eines ersten Gittersegments der Metallgitterstruktur ausgerichtet sind, und der zweite Vorsprung gegenüberliegende Seitenwände aufweist, welche auf gegenüberliegende Seitenwände eines zweiten Gittersegments der Metallgitterstruktur ausgerichtet sind.

17. Bildsensor nach einem der Ansprüche 10 bis 16, wobei die Lichtabschirmungsstruktur seitlich zwischen benachbarten Gittersegmenten der Metallgitterstruktur beabstandet ist, wobei eine Breite der Lichtabschirmungsstruktur geringer als eine Breite des ersten Fotodetektors ist.

18. Verfahren zum Bilden eines Bildsensors, umfassend:

Bilden eines ersten Fotodetektors innerhalb einer vorderseitigen Oberfläche eines Halbleitersubstrats; Bilden eines Isolationsgrabens auf einer rückseitigen Oberfläche eines Halbleitersubstrats, wobei der Isolationsgraben jeden der Fotodetektoren seitlich umgibt;

Aufbringen einer dielektrischen Auskleidung über der rückseitigen Oberfläche des Halbleitersubstrats, so dass die dielektrische Auskleidung den Isolationsgraben auskleidet;

Bilden einer Pufferschicht, um einen Rest des Isolationsgrabens zu füllen, so dass sie sich nach oben bis zu einer ersten Höhe über der rückseitigen Oberfläche des Halbleitersubstrats zu erstreckt;

Bilden einer Lichtabschirmungsstruktur über der Pufferschicht, so dass die Lichtabschirmungsstruktur direkt über einem ersten Fotodetektor der mehreren Fotodetektoren angeordnet ist; und

Bilden einer Gitterstruktur über der Lichtabschirmungsstruktur, so dass die Gitterstruktur mehrere Gittersegmente aufweist, wobei jeder Fotodetektor zwischen benachbarten Gittersegmenten seitlich beabstandet ist.

19. Verfahren nach Anspruch 18, wobei die Gitterstruktur ein erstes Gittersegment aufweist, das über einem ersten äußeren Rand der Lichtabschirmungsstruktur ausgerichtet ist, und ein zweites Gittersegment aufweist, das über einem zweiten äußeren Rand der Lichtabschirmungsstruktur ausgerichtet ist, wobei der erste äußere Rand gegenüber dem zweiten äußeren Rand angeordnet ist.

20. Verfahren nach Anspruch 18 oder 19, wobei das Bilden der Lichtabschirmungsstruktur umfasst:

Bilden einer Maskierungsschicht über der Pufferschicht, so dass die Maskierungsschicht gegenüberliegende Seitenwände aufweist, die eine Öffnung direkt über dem ersten Fotodetektor definieren;

Strukturieren der Pufferschicht gemäß der Maskierungsschicht, dadurch Bilden einer Lichtabschirmungsöffnung innerhalb der Pufferschicht;

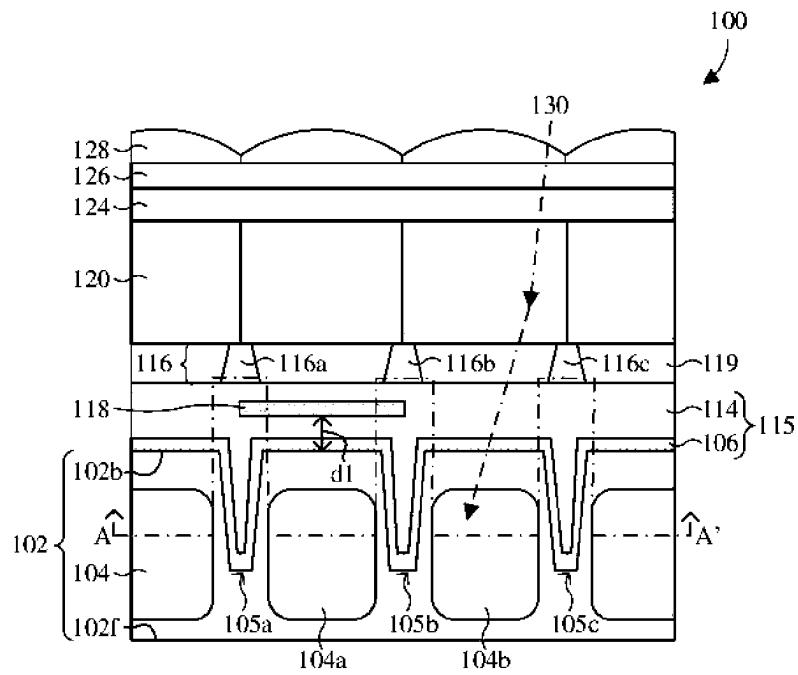
Aufbringen einer Lichtabschirmungsschicht über der Pufferschicht, so dass die Lichtabschirmungsschicht die Lichtabschirmungsöffnung füllt; und

Durchführen eines Planarisierungsprozesses in die Lichtabschirmungsschicht, dadurch Bilden einer Lichtabschirmungsstruktur direkt über dem ersten Fotodetektor, wobei eine obere Oberfläche der

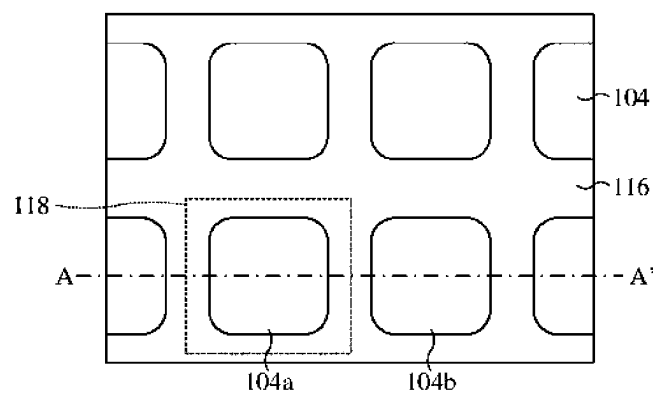
Lichtabschirmungsstruktur koplanar mit einer oberen  
Oberfläche der Pufferschicht ist.

Es folgen 12 Seiten Zeichnungen

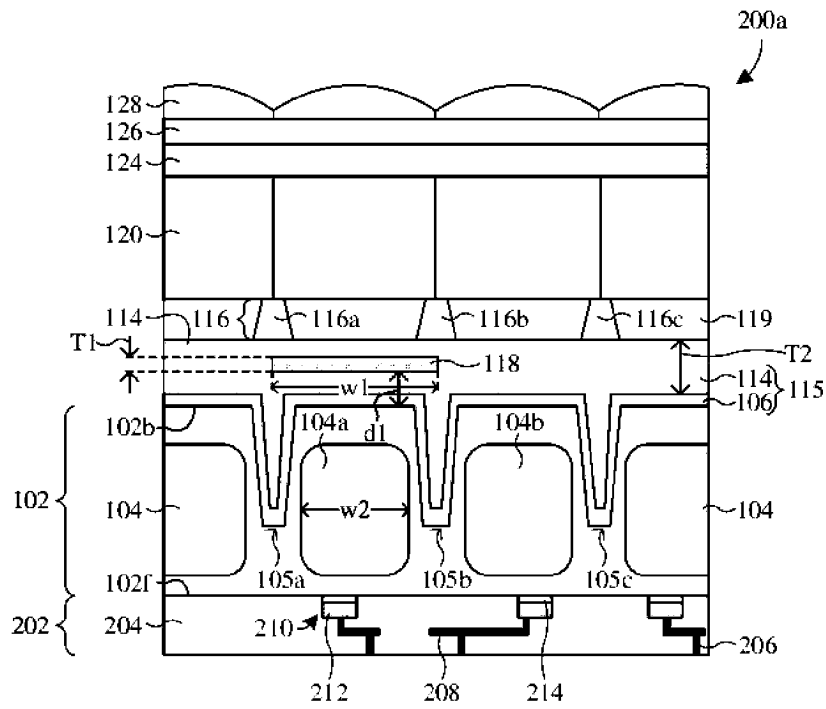
Anhängende Zeichnungen



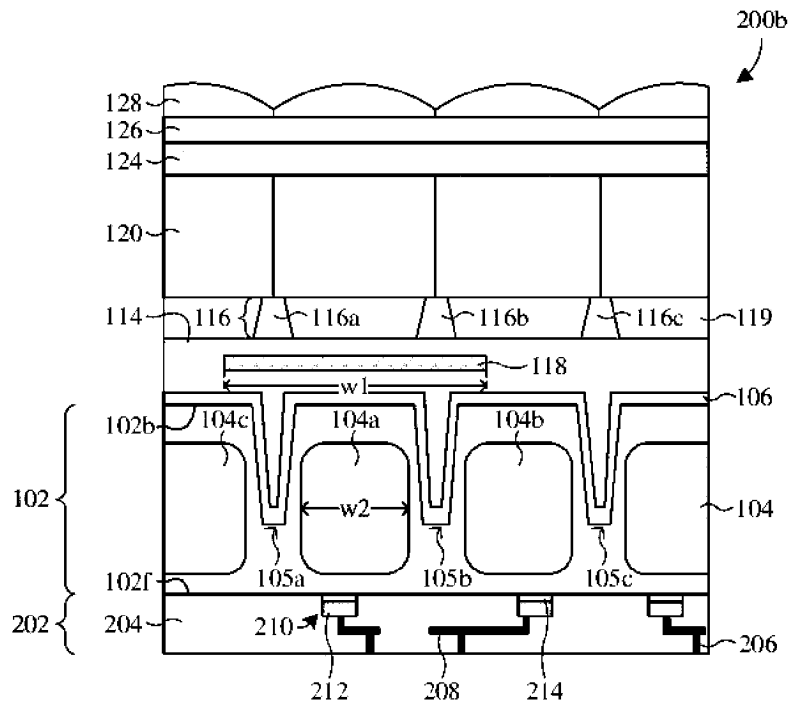
**Fig. 1A**



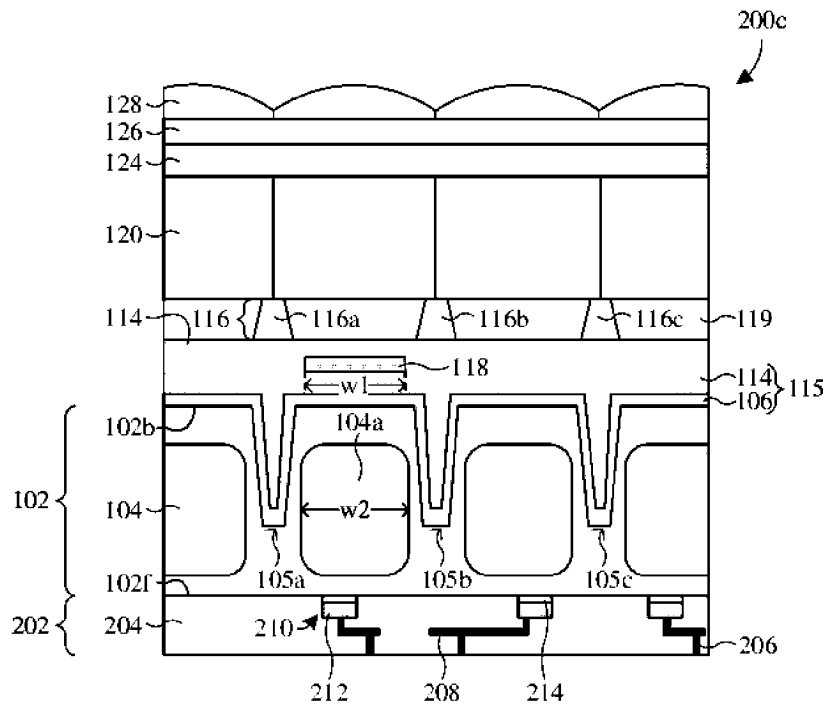
**Fig. 1B**



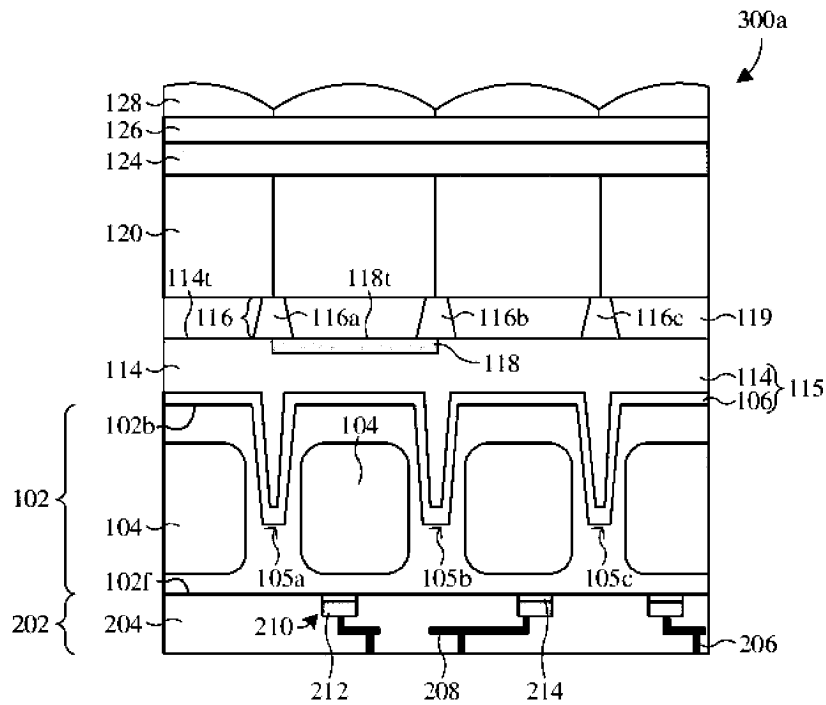
**Fig. 2A**



**Fig. 2B**

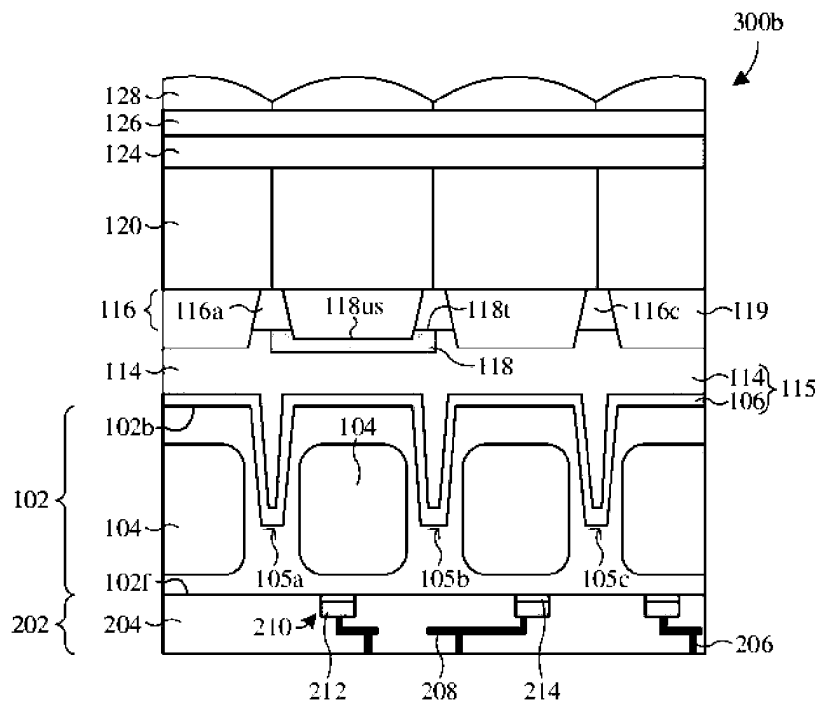


**Fig. 2C**

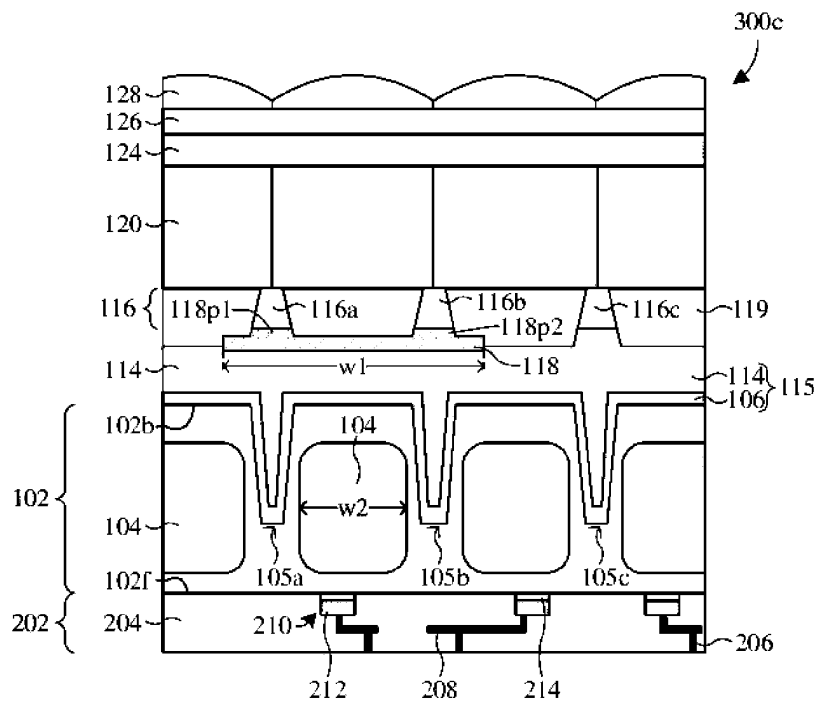


**Fig. 3A**

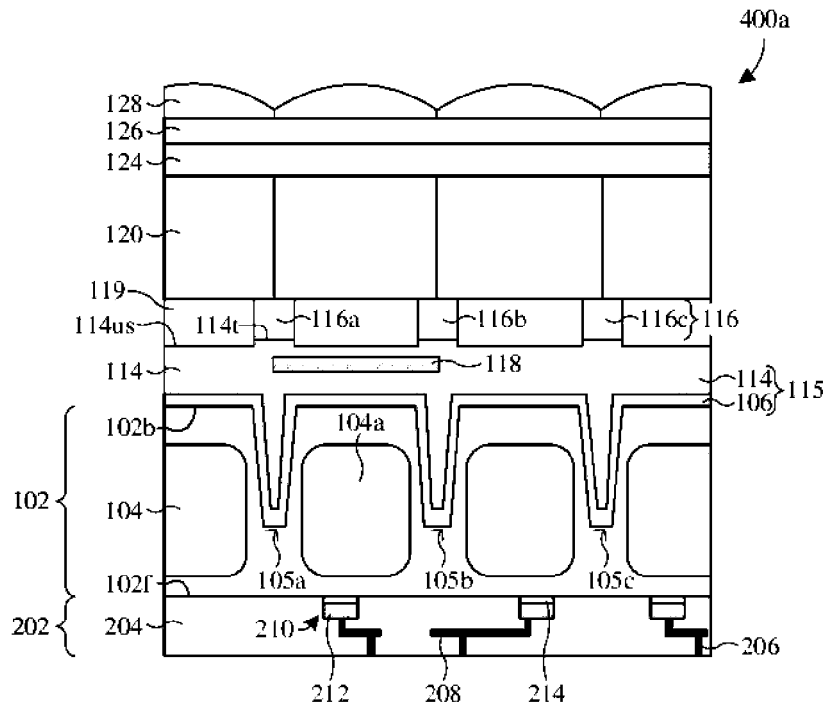




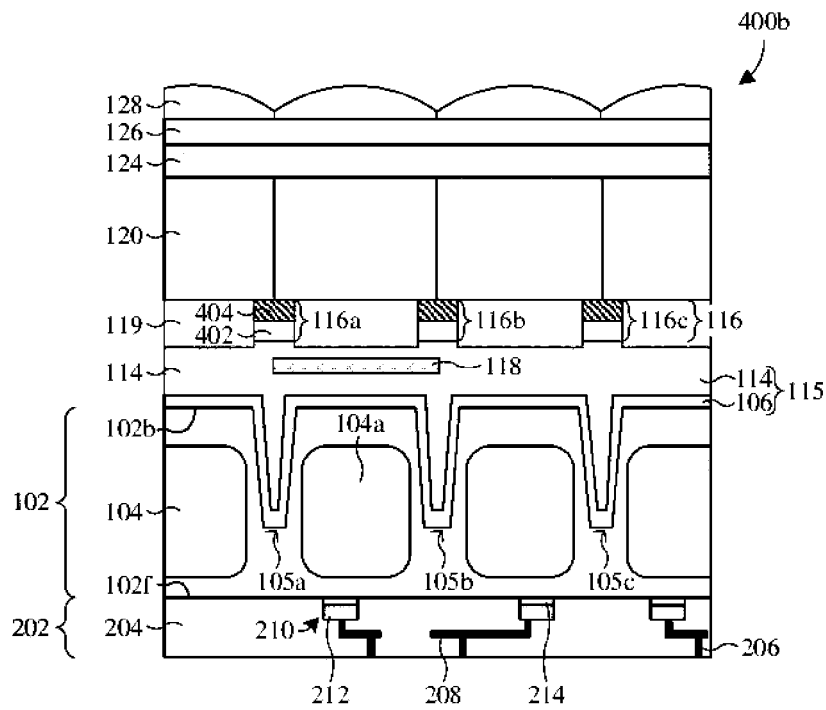
**Fig. 3B**



**Fig. 3C**

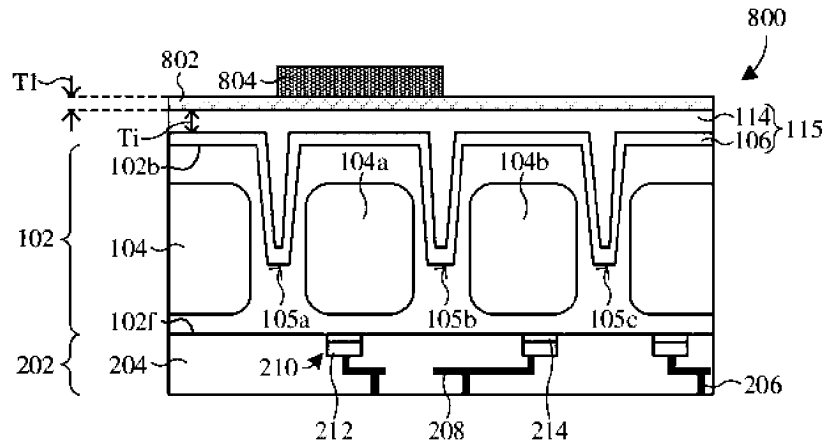


**Fig. 4A**

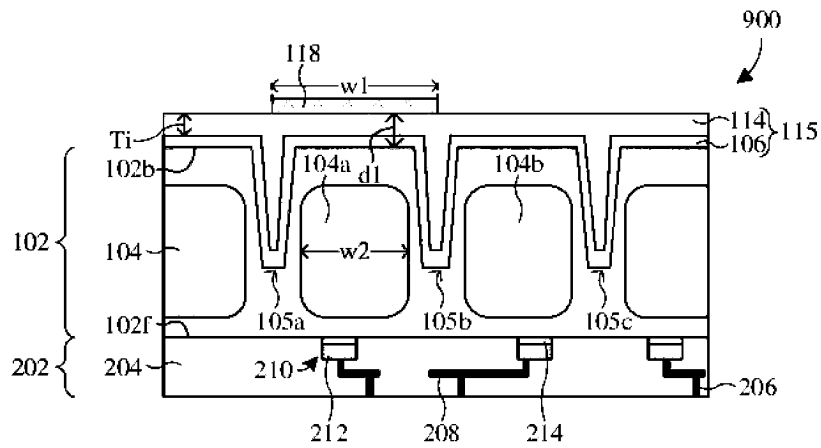


**Fig. 4B**

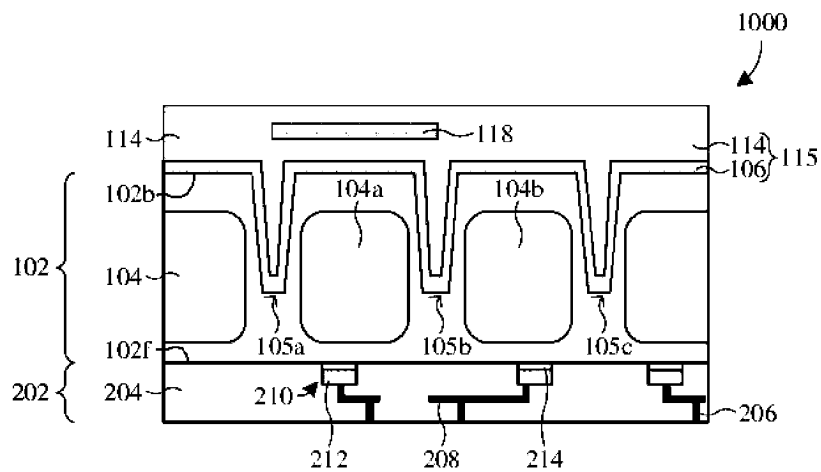




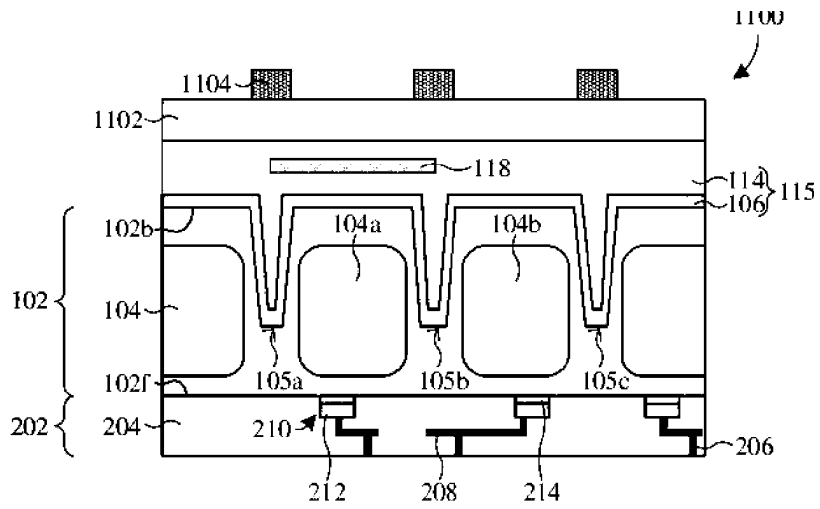
**Fig. 8**



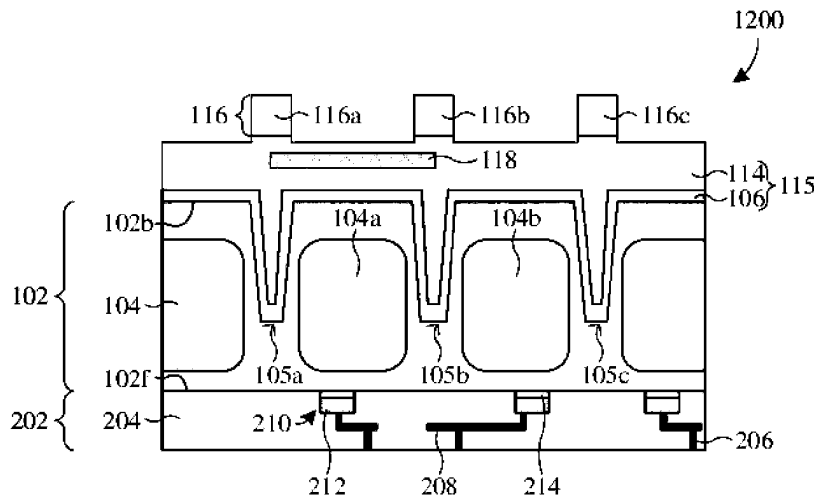
**Fig. 9**



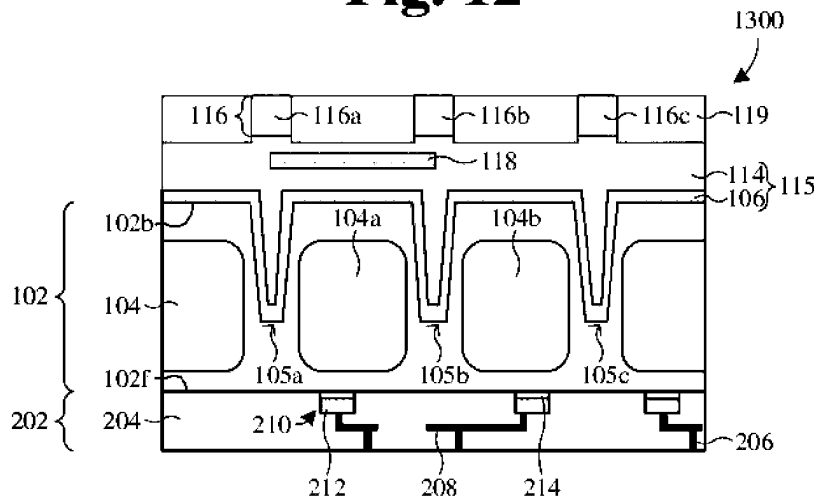
**Fig. 10**



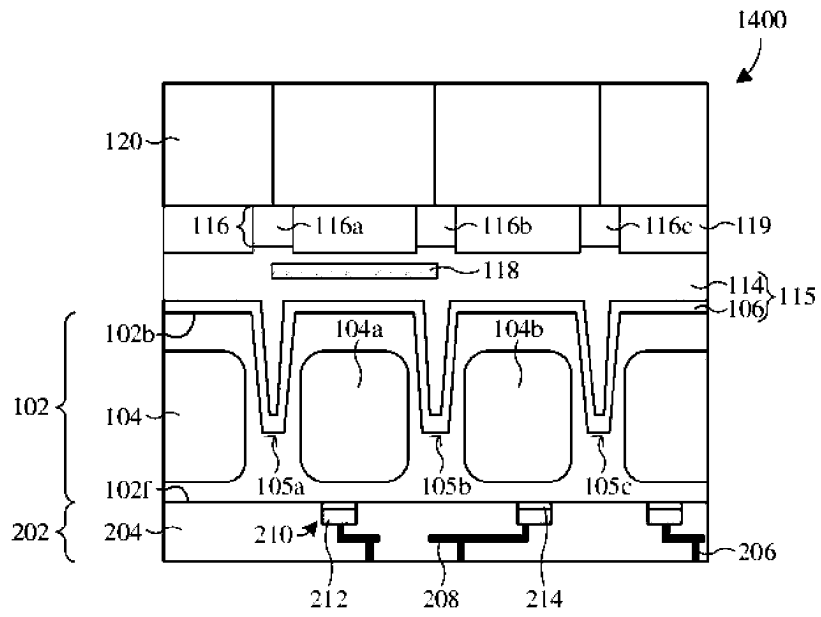
**Fig. 11**



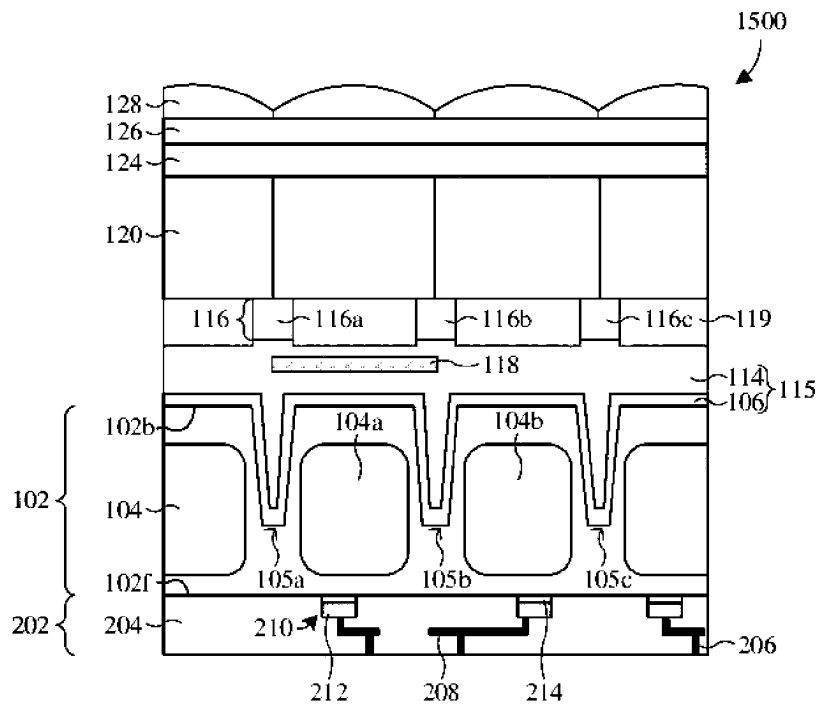
**Fig. 12**



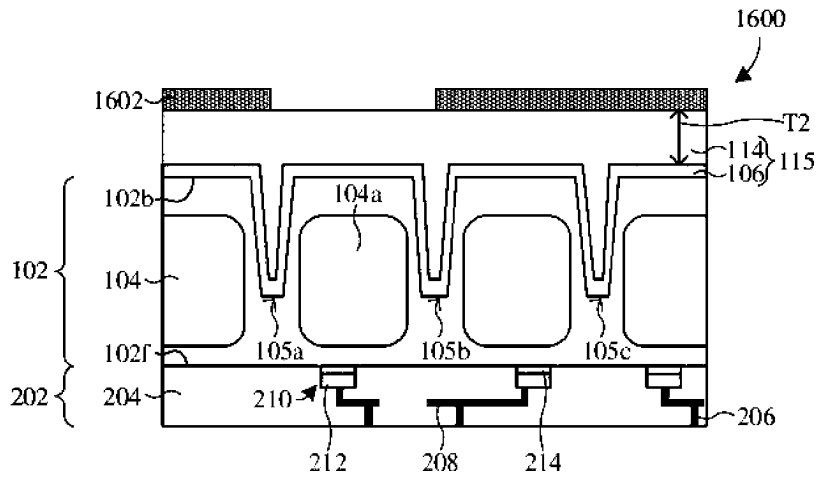
**Fig. 13**



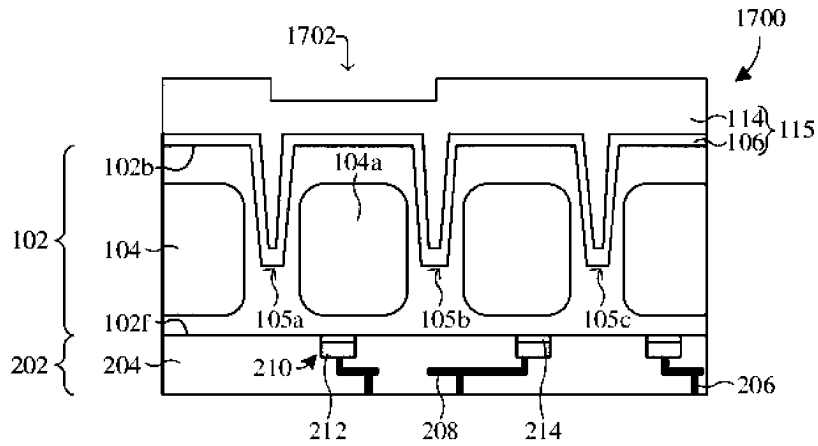
**Fig. 14**



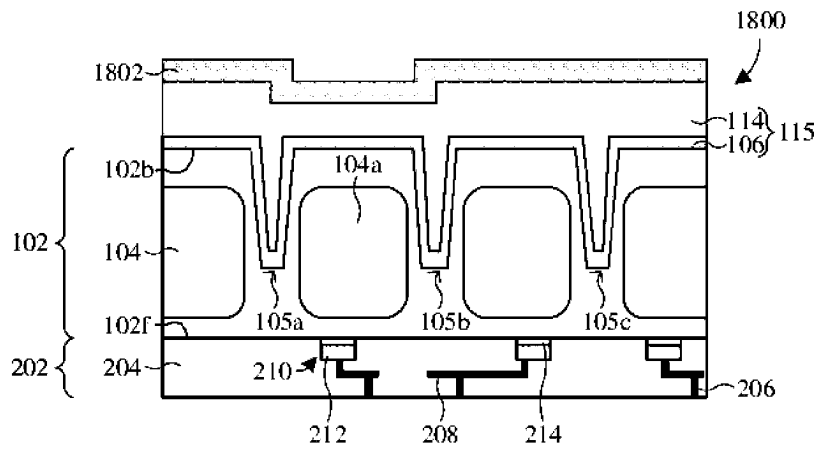
**Fig. 15**



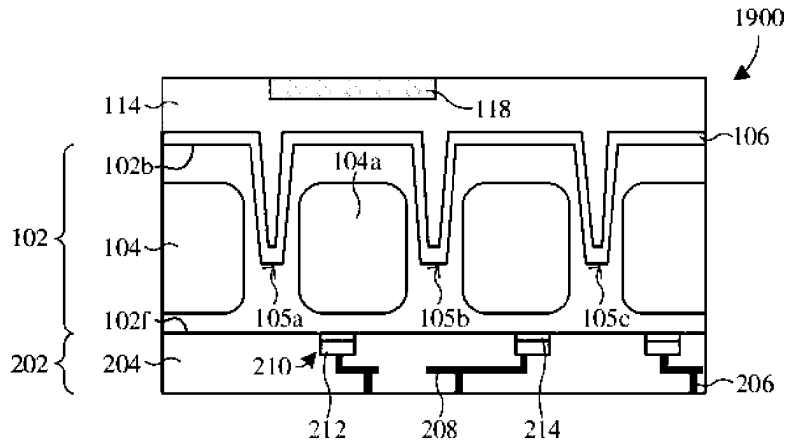
**Fig. 16**



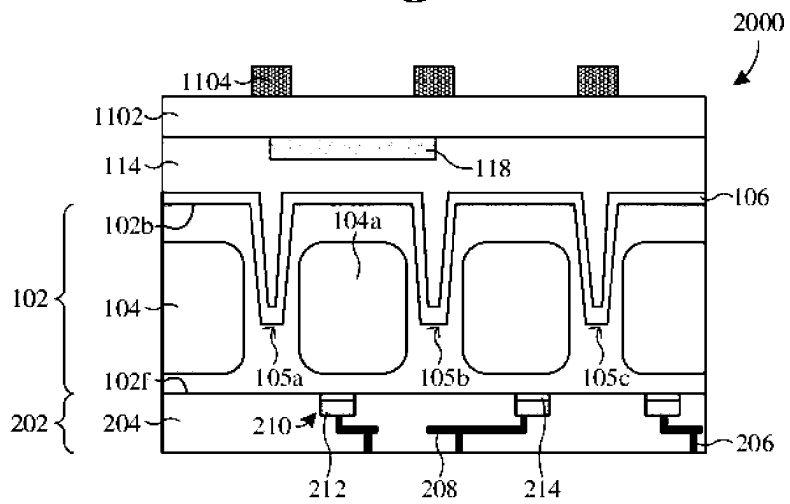
**Fig. 17**



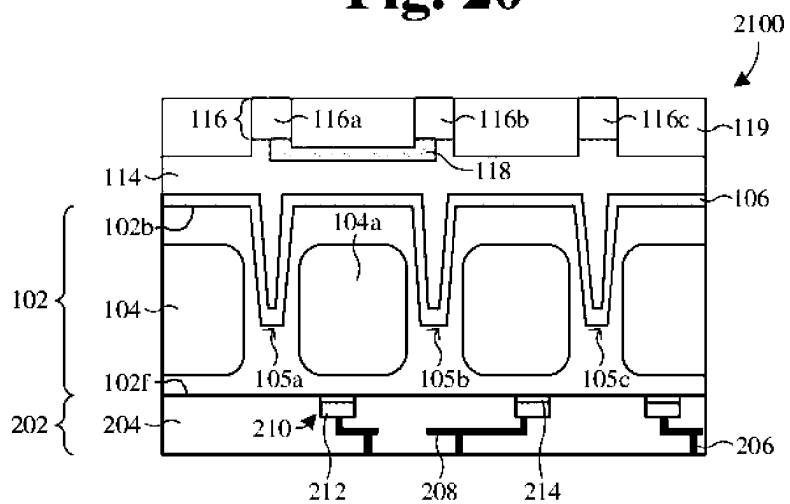
**Fig. 18**



**Fig. 19**

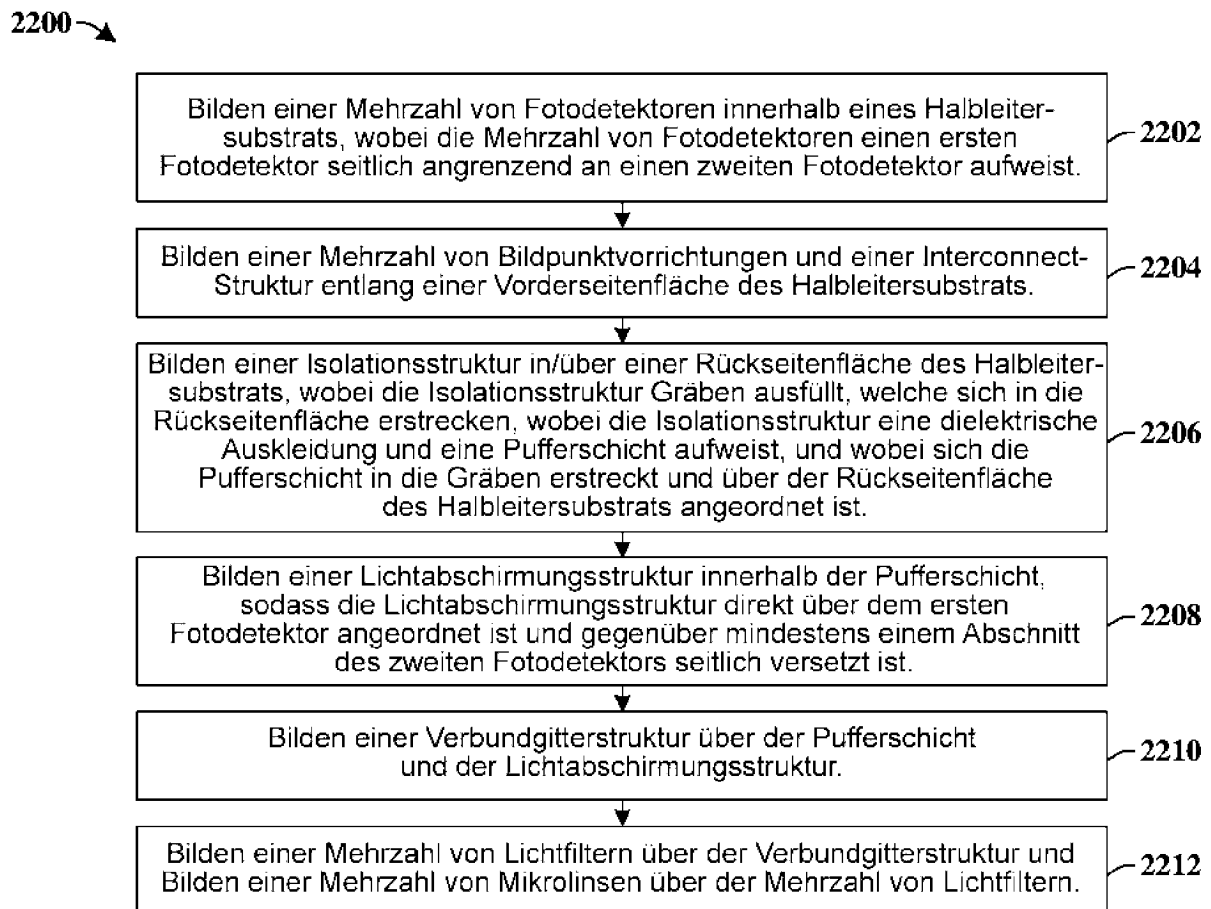


**Fig. 20**



**Fig. 21**



**Fig. 22**