



(21) 申請案號：111109706

(22) 申請日：中華民國 111 (2022) 年 03 月 16 日

(51) Int. Cl. : *H01L27/146 (2006.01)*

(30) 優先權：2022/03/11 美國 17/692,679

2021/03/19 美國 63/163,057

(71) 申請人：美商光程研創股份有限公司 (美國) ARTILUX, INC. (US)  
美國

(72) 發明人：那允中 NA, YUN-CHUNG (TW)

(74) 代理人：趙嘉文；吳俊億

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：7 共 68 頁

(54) 名稱

光偵測裝置

(57) 摘要

本申請提供一種光偵測裝置。於一態樣，光偵測裝置包括一基底、受基底支撐且配置成接收一光學信號並回應光學信號而生成光載子的一吸收區、以及包括第一組和第二組的多組開關。基底包括一第一材料，且吸收區包括一第二材料。吸收區設置在第一組與第二組開關之間。每組開關個別包括一控制區和一讀出區。多組開關的控制區是配置成接收一控制信號，且多組開關的個別讀出區是配置成提供一或多個電性信號，一或多個代表第一集合資訊的電性信號，用於取得與該光學信號相關的飛時資訊。

Methods, devices, apparatus, and systems for photo-detecting are provided. The photo-detecting apparatus includes a substrate, an absorption region supported by the substrate and configured to receive an optical signal and generate photo-carriers in response to the optical signal, and multiple sets of a switch including a first set and a second set. The substrate includes a first material, and the absorption region includes a second material. The absorption region is arranged in between the first set and the second set. Each of the multiple sets includes a respective control region and a respective readout region. The respective control regions of the multiple sets of the switch are configured to receive a control signal, and the respective readout regions of the multiple sets of the switch are configured to provide one or more electrical signals representing first collective information for deriving time-of-flight information associated with the optical signal.

指定代表圖：

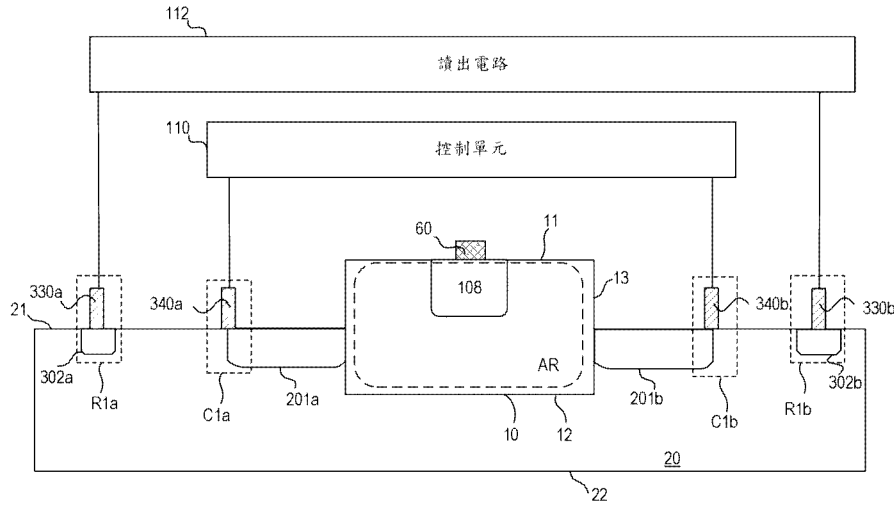


圖 1B

符號簡單說明：

10:吸收區

108:第一接觸區

11:第一表面

110:控制單元

112:讀出電路

12:第二表面

13:側邊表面

20:基底

201a:載子導引區

201b:載子導引區

21:第一表面

22:第二表面

302a:載子採集區

302b:載子採集區

330a:讀出電極

330b:讀出電極

340a:控制電極

340b:控制電極

60:第一電極

AR:光訊號接收區

C1a:控制區

C1b:控制區

R1a:讀出區

R1b:讀出區

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】 光偵測裝置

【英文發明名稱】 PHOTO-DETECTING APPARATUS

### 【中文】

本申請提供一種光偵測裝置。於一態樣，光偵測裝置包括一基底、受基底支撐且配置成接收一光學信號並回應光學信號而生成光載子的一吸收區、以及包括第一組和第二組的多組開關。基底包括一第一材料，且吸收區包括一第二材料。吸收區設置在第一組與第二組開關之間。每組開關個別包括一控制區和一讀出區。多組開關的控制區是配置成接收一控制信號，且多組開關的個別讀出區是配置成提供一或多個電性信號，一或多個代表第一集合資訊的電性信號，用於取得與該光學信號相關的飛時資訊。

### 【英文】

Methods, devices, apparatus, and systems for photo-detecting are provided. The photo-detecting apparatus includes a substrate, an absorption region supported by the substrate and configured to receive an optical signal and generate photo-carriers in response to the optical signal, and multiple sets of a switch including a first set and a second set. The substrate includes a first material, and the absorption region includes a second material. The absorption region is arranged in between the first set and the second set. Each of the multiple sets includes a respective control region and a respective readout region. The respective control regions of the multiple sets of the switch are configured to receive a control signal, and the respective readout regions of

the multiple sets of the switch are configured to provide one or more electrical signals representing first collective information for deriving time-of-flight information associated with the optical signal.

**【指定代表圖】 圖1B**

**【代表圖之符號簡單說明】**

10：吸收區	108：第一接觸區
11：第一表面	110：控制單元
112：讀出電路	12：第二表面
13：側邊表面	20：基底
201a：載子導引區	201b：載子導引區
21：第一表面	22：第二表面
302a：載子採集區	302b：載子採集區
330a：讀出電極	330b：讀出電極
340a：控制電極	340b：控制電極
60：第一電極	AR：光訊號接收區
C1a：控制區	C1b：控制區
R1a：讀出區	R1b：讀出區

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 光偵測裝置

【英文發明名稱】 PHOTO-DETECTING APPARATUS

### 【技術領域】

【0001】 本申請主要關於偵測裝置。具體而言，本申請提供一種光偵測裝置。

### 【先前技術】

【0002】 光偵測器可用於偵測光學信號，並將光學信號轉換成可由其他電路系統處理的電性信號。光偵測器可用於消費電子產品、接近傳感、生物特徵傳感、影像傳感、高速光學接收器、資料通訊、直接/間接飛時(TOF)測距或成像感測器、醫療設備以及其他許多適當應用。

### 【發明內容】

【0003】 通過以下說明或經由實施本申請實施例將可得知並理解本申請實施例的各種態樣及優點。

【0004】 本申請描述用於光偵測的系統、設備、裝置、方法和技術。

【0005】 本申請的一態樣提供一種光偵測裝置，包括：基底，其包括第一材料；吸收區，其包括第二材料，其中吸收區受基底所支撐，且其中吸收區是配置成接收光學信號並回應光學信號而生成光載子；及多個讀出電極，其電性連接至同一個讀出電路。吸收區是設置在多個讀出電極中的至少兩個讀出電極之間。

【0006】本申請的另一態樣提供一種光偵測裝置，包括：基底，其包括第一材料；吸收區，其包括第二材料，其中吸收區受基底所支撐，且其中吸收區是配置成接收光學信號並回應光學信號而生成光載子；及多組開關，包括一第一組及一第二組。吸收區是設置在第一組與第二組開關之間。多個組開關個別包括一控制區及一讀出區。多組開關的控制區是配置成接收同一控制信號，且多組開關的讀出區是配置成提供一或多個代表第一集合資訊的電性信號，其用於取得與光學訊號相關的飛時資訊。

【0007】於某些實施方式中，光偵測裝置還包括一或多個至少部分形成在基底中且與吸收區接觸的載子導引區，且一或多個載子導引區各電性耦接至多組開關中相應的一組開關。一或多個載子導引區可各為n型摻雜。

【0008】於某些實施方式中，吸收區是以一漸變摻雜分佈摻雜。吸收區可包含第一表面及位於吸收區的第一表面與基底表面之間的第二表面，且吸收區的漸變摻雜分佈可以是沿吸收區第二表面到吸收區第一表面的方向逐漸降低。

【0009】於某些實施方式中，吸收區還包括複數個載子輸出區，各接觸一或多個載子導引區中相應的載子導引區。

【0010】於某些實施方式中，吸收區屬於一第一傳導類型，一或多個載子導引區是屬於與一不同於第一傳導類型的第二傳導類型，基底屬於第一傳導類型，每一控制區包括屬於第一傳導類型的載子控制區，每一讀出區包括屬於第二傳導類型的載子採集區，且一或多個載子導引區是與載子控制區及載子採集區分離。基底還可以包括至少部分重疊於其中一個載子控制區的反摻雜區，且反摻雜區可以是屬於第二傳導類型。

【0011】本申請的另一態樣提供一種光偵測裝置，包括：基底，包括第一表面及與第一表面相反的第二表面；吸收區，受基底所支撐且是配置成接收光學信號並回應光學信號而生成光載子；及N組開關，其電性耦接於吸收區，其中各

組開關個別包括第一開關及第二開關，其中第一開關及第二開關個別包括設置在第一表面上的控制電極及個別讀出電極，且其中 $N \geq 2$ 。吸收區是設置在 $N$ 組開關中的兩組開關之間。 $N$ 組開關中的第一開關是配置成受控於第一控制信號，以共同操作為第一單一開關。 $N$ 組開關中的第二開關是配置成受控於與第一控制信號不同的第二控制信號，以共同操作為第二單一開關。

【0012】於某些實施方式中，光偵測裝置還包括一或 $N$ 個至少部分形成在基底中且接觸吸收區的載子導引區，且一或 $N$ 個載子導引區各電性耦接於 $N$ 組開關中的相應組開關。

【0013】於某些實施方式中，吸收區屬於一第一傳導類型，且一或 $N$ 個載子導引區各屬於一不同於第一傳導類型的第二傳導類型。於某些實施方式中，吸收區是以漸變摻雜分佈摻雜。吸收區可包含一第一表面及一第二表面，其中，第二表面位於吸收區的第一表面與基底的第二表面之間，且吸收區的漸變摻雜分佈可以是沿從吸收區的第二表面到吸收區的第一表面的方向逐漸降低。吸收區還可以包括複數個載子輸出區，與一或 $N$ 個載子導引區的相應的載子導引區接觸。

【0014】一或 $N$ 個載子導引區可各為 $n$ 型摻雜。基底的材料可以與吸收區的材料不同。吸收區可包含 $M$ 個側邊，且 $N$ 組開關可各分別設置在吸收區的 $M$ 個側邊中相應的一側邊，其中 $M \geq N$ 。

【0015】於某些實施方式中，吸收區屬於一第一傳導類型，一或 $N$ 個載子導引區屬於一不同於第一傳導類型的第二傳導類型，且基底屬於第一傳導類型。第一開關及第二開關可各包括屬於第一傳導類型的載子控制區及屬於第二傳導類型的載子採集區。於某些實施方式中，各載子控制區是位在相應的控制電極下，各載子採集區是位在相應的讀出電極下，且一或 $N$ 個載子導引區是與各載子控制區及各載子採集區分離。

【0016】於某些實施方式中，基底還包括反摻雜區，各反摻雜區至少部分重疊於相應的載子控制區，其中反摻雜區是屬於第二傳導類型。反摻雜區可以是與一或N個載子導引區分離。

【0017】於某些實施方式中，一或N個載子導引區的深度小於吸收區的深度。於某些實施方式中，吸收區是位在一或N個載子導引區之間。

【0018】於某些實施方式中，多個開關的個別讀出電極是配置成提供一或多個代表第一集合資訊的電性信號，用於取得與光學訊號相關的飛時資訊。

【0019】本申請的另一態樣提供一種光偵測裝置，包括：基底，具有第一表面及與第一表面相反的第二表面；吸收區，受基底所支撐且是配置成接收光學信號並回應光學信號而生成光載子，其中吸收區及基底是屬於第一傳導類型；一或多個載子導引區，其至少部分形成在基底中且接觸吸收區，其中一或多個載子導引區是屬於一不同於第一傳導類型的第二傳導類型；及一或多個組開關，其電性耦接於吸收區，其中一或多組開關中的各組開關包括第一開關及第二開關。第一開關及第二開關各包括設置在第一表面上的控制電極及讀出電極。第一開關及第二開關各包括位於相應的讀出電極下的載子採集區及位於相應的載子控制區下的控制電極，且一或多個載子導引區是與各載子採集區及各載子控制區分離。

【0020】於某些實施方式中，基底還包括反摻雜區，各至少部分重疊於相應的載子控制區，且反摻雜區是屬於第二傳導類型。反摻雜區可以是與一或多個載子導引區分離。

【0021】於某些實施方式中，一或多個載子導引區的深度小於吸收區的深度。

【0022】於某些實施方式中，吸收區是以漸變摻雜分佈摻雜。吸收區包括一第一表面及一第二表面，其中，該第二表面位於吸收區的第一表面與基底的第

二表面之間，且該吸收區的漸變摻雜分佈是沿從吸收區的第二表面到吸收區的第一表面的方向逐漸降低。吸收區還可以包括複數個載子輸出區，各接觸一或多個載子導引區中相應的載子導引區。

【0023】於某些實施方式中，基底的材料與吸收區的材料不同。於某些實施方式中，多個開關的個別讀出電極是配置成提供一或多個代表第一集合資訊的電性信號，用於取得與光學訊號相關的飛時資訊。

【0024】本申請的另一態樣提供一種光偵測裝置，包括：基底，包括第一表面及與第一表面相反的第二表面；吸收區，受基底所支撐且是配置成接收光學信號並響應光學信號而生成一或多個光載子，其中吸收區屬於一第一傳導類型；一第一接觸區，其電性耦接於吸收區；以及N組增益組件，各包括：多個第二接觸區，各為第一傳導類型且是形成於基底中，及多個第三接觸區，各具有一不同於第一傳導類型的第二傳導類型，且是形成於基底中。N組增益組件中的至少兩組是分別設置在吸收區兩個相反側邊。多個第二接觸區是配置成被施加於第一電壓，且多個第三接觸區是配置成被施加於第二電壓。

【0025】於某些實施方式中，光偵測裝置還包括：多個倍增區，其是形成在相應的第二接觸區與相應的第三接觸區之間且能夠在接收到由吸收區所生成的一或多個光載子時生成一或多個額外電荷載子。多個倍增區中的至少兩個可以是形成在吸收區的相反兩側。

【0026】於某些實施方式中，吸收區是以漸變摻雜分佈摻雜。吸收區包括一第一表面及一第二表面，其中，該第二表面位於吸收區的第一表面與基底的第二表面之間，且吸收區的漸變摻雜分佈可以是沿從吸收區第二表面到吸收區第一表面的方向逐漸降低。

【0027】於某些實施方式中，光偵測裝置還包括一或多個至少形成於基底中且接觸吸收區的載子導引區，且一或多個載子導引區各電性耦接於N組增益組件中相應的一組。

【0028】於某些實施方式中，吸收區還包括一或多個各接觸一或多個載子導引區中相應的載子導引區的載子輸出區，且一或多個載子輸出區是摻雜有吸收區中的最低摻雜濃度。

【0029】於某些實施方式中，基底的材料與吸收區的材料不同。於某些實施方式中，第三接觸區是配置成提供一或多個代表第一集合資訊的電性信號，用於取得與光學訊號相關的飛時資訊。

【0030】本申請的另一態樣提供一種光偵測裝置，包括：基底，具有第一表面及與第一表面相反的第二表面；吸收區，受基底所支撐且是配置成接收光學信號並回應光學信號而生成光載子，其中吸收區及基底屬於第一傳導類型；一或多個載子導引區，至少部分形成在基底中且接觸吸收區，其中一或多個載子導引區屬於一不同於第一傳導類型的第二傳導類型；以及一或多組開關，其電性耦接於吸收區，其中各組開關個別包括設置在第一表面上的控制電極及讀出電極、位在相應的讀出電極下的載子採集區以及位在相應的控制電極下的個別載子控制區，其中一或多個載子導引區是與各載子採集區及各載子控制區分離。

【0031】本申請的另一態樣提供一種傳感模組，包括發射器單元、接收器單元、及與接收器單元電性通訊的信號處理器；以及與處理器和發射器單元電性通訊的控制器；其中接收器單元包括一或多個如本申請的光偵測裝置。於某些實施方式中，傳感模組可以是近接傳感模組或TOF傳感模組。

【0032】附圖及以下說明中提出一或多種揭露實施方式的細節。其他特徵、態樣和優點將可通過描述、附圖和權利要求而得知。

**【圖式簡單說明】****【0033】**

以下詳細說明連同附圖將使讀者更輕易領會並理解以上態樣及本申請的諸多優點，於附圖中：

圖1A為依據本申請的一或多個實施例描繪光偵測裝置的頂視圖；

圖1B為依據本申請的一或多個實施例描繪沿圖1A中A-A'線的剖視圖；

圖1C為依據本申請的一或多個實施例描繪光偵測裝置的頂視圖；

圖1D為依據本申請的一或多個實施例描繪光偵測裝置的頂視圖；

圖1E為依據本申請的一或多個實施例描繪沿圖1D中A-A'線的剖視圖；

圖1F為依據本申請的一或多個實施例描繪沿圖1E中C-C'線的漸變摻雜分佈；

圖1G為依據本申請的一或多個實施例描繪沿圖1E中C-C'線的剖視圖；

圖2A為依據本申請的一或多個實施例描繪光偵測裝置的頂視圖；

圖2B為依據本申請的一或多個實施例描繪沿圖2A中A-A'線的剖視圖；

圖2C為依據本申請的一或多個實施例描繪沿圖2A中B-B'線的剖視圖；

圖2D為依據本申請的一或多個實施例描繪光偵測裝置的頂視圖；

圖2E為依據本申請的一或多個實施例描繪光偵測裝置的頂視圖；

圖2F為依據本申請的一或多個實施例描繪沿圖2E中B-B'線的剖視圖；

圖2G為依據本申請的一或多個實施例描繪光偵測裝置的頂視圖；

圖2H為依據本申請的一或多個實施例描繪光偵測裝置的頂視圖；

圖2I為依據本申請的一或多個實施例描繪光偵測裝置的頂視圖；

圖3A為依據本申請的一或多個實施例描繪光偵測裝置的頂視圖；

圖3B為依據本申請的一或多個實施例描繪沿圖3A中A-A'線的剖視圖；

圖4A為依據本申請的一或多個實施例描繪光偵測裝置的頂視圖；

圖4B為依據本申請的一或多個實施例描繪沿圖4A中A-A'線的剖視圖；

圖4C為依據本申請的一或多個實施例描繪光偵測裝置的頂視圖；

圖4D為依據本申請的一或多個實施例描繪沿圖4C中A-A'線的剖視圖；

圖4E為依據本申請的一或多個實施例描繪光偵測裝置的頂視圖；

圖4F為依據本申請的一或多個實施例描繪沿圖4E中A-A'線的剖視圖；

圖5A-5C為依據本申請的一或多個實施例描繪光偵測裝置的部分剖視圖；

圖6A-6D為依據本申請的一或多個實施例顯示光偵測裝置的控制區C1a、C1b、C1c、C1d、C2a、C2b、C2c、C2d範例；

圖7A為依據本申請的一或多個實施例的影像系統範例實施例方塊圖；及

圖7B為依據本申請的一或多個實施例顯示範例接收器單元或控制器的方塊圖。

相似的元件是使用相似的參考標號和名稱來表示。

### 【實施方式】

【0034】本申請主張的申請權益是基於2021年3月19日提出申請的美國臨時專利申請第63/163,057號，上述案件的整體內容經參照併入本文。

【0035】在本文中，例如「第一」、「第二」、「第三」、「第四」和「第五」等用語可描述各種元件、元件、區域、層體及/或部分，這些元件、元件、區域、層體及/或部分不應受限於這些用語。這些用語可能僅是用於區分不同的元件、元件、區域、層體或部分。除非上下文另有指明，否則當本文中使用例如「第一」、「第二」、「第三」、「第四」和「第五」等用語時，並不表示特定的順序或次序。「光偵測」、「光傳感」、「光線偵測」、「光線傳感」及其他任何類似用語可以替換使用。

【0036】 空間描述，例如「上方」、「頂部」和「底部」等等，除非另有指明，否則就是指示關於圖中所顯示的定向。應理解的是，本文所使用的空間描述只是屬於說明目的，在此所描述結構的實際實施可能在空間上以不同的定向或方式安排，只要本申請實施例的優點不脫離這樣的安排即可。

【0037】 在本文中，「本質」表示半導體材料沒有刻意添加摻雜物。

【0038】 圖1A根據一或多個實施例描繪光偵測裝置100a的頂視圖。圖1B根據一或多個實施例描繪沿圖1A中A-A'線的剖視圖。

【0039】 光偵測裝置100a包括具有第一材料的基底20以及具有第二材料的吸收區10，且吸收區10受基底20所支撐。於某些實施方式中，吸收區10包括光訊號接收區AR，由設有光窗的遮光罩（圖未示）所定義。光訊號接收區AR是一個虛擬區域，其接收自光窗通過的入射光學信號。吸收區10是配置成接收光學信號並回應光學信號而生成光載子。

【0040】 於某些實施方式中，基底20包括一第一表面21及一與第一表面21相反的第二表面22。於某些實施方式中，吸收區10包括一第一表面11、一第二表面12及一或多個側邊表面13。吸收區10的第二表面12是位在吸收區10的第一表面11與基底20的第二表面22之間。吸收區10的第一表面11、第二表面12及一或多個側邊表面13中的至少一個是至少部分與基底20直接接觸，且因此在吸收區10與基底20之間形成一個異質介面。

【0041】 在某些實施方式中，如圖1A所示，光偵測裝置100a具有多組開關，包括第一組開關102a及第二組開關102b，且吸收區10是設置在第一組開關102a與第二組開關102b之間。第一組開關102a及第二組102b各包括一個控制區C1a、C1b及一個讀出區R1a、R1b。

【0042】 於某些實施方式中，讀出區R1a、R1b個別包括設置在基底20的第一表面21上的讀出電極330a、330b。於某些實施方式中，如圖1B所示，讀出區

R1a、R1b個別還包括位在相應讀出電極330a、330b下的載子採集區302a、302b。

【0043】於某些實施方式中，如圖1B所示，多組開關中的第一組開關102a及第二組開關102b的控制區C1a及C1b是耦接於控制單元110，且配置成接收來自控制單元110的同一控制信號。於某些實施方式中，如圖1A及1B所示，控制區C1a、C1b個別包括設置在基底20第一表面21上且電性耦接於控制單元110的控制電極340a、340b。即，由來自控制單元110的同一控制信號控制的多組開關（例如第一組開關102a與第二組開關102b）共同操作為單一開關。單一開關與同一吸收區10或同一光訊號接收區AR電性連接，藉以控制來自同一吸收區10或同一光訊號接收區AR的光載子的流動方向以及收集來自同一吸收區10或同一光訊號接收區AR的光載子。

【0044】通過將吸收區10設置在受控於來自控制單元110的同一個控制信號的第一組開關102a與第二組開關102b之間，可以由較接近吸收區10中待收集的光載子的讀出區R1a，R1b的讀出電極330a、330b的一者收集在吸收區10生成的光載子。如此一來，光載子的移動距離可以縮短，使得光偵測裝置100a的速度提高。

【0045】於某些實施方式中，如圖1B所示，多組開關中第一組開關102a及第二組開關102b的讀出區R1a、R1b是耦接於一個讀出電路112，且配置成對讀出電路112提供一或多個電性信號。一或多個電性信號可代表第一集合資訊，用於取得與光學信號相關的飛時（TOF）資訊。

【0046】於某些實施方式中，讀出電路112可採用三電晶體配置，其具有一個重設閘、一個源極隨耦器以及一個選擇閘，或是採用四電晶體配置，多包括一個傳輸閘，或任何能夠對讀出區所收集的電荷進行處理的適當電路系統。於某些實施方式中，多組開關電性耦接於同一個讀出電路112，且共同輸出一個單一信號，例如，第一組開關102a與第二組開關102b可共同輸出一個單一總輸出信號。

【0047】於某些實施方式中，光偵測裝置100a還包括一或多個至少部分形成在基底20中且接觸吸收區10的載子導引區201a及201b。各載子導引區201a、201b電性耦接於多組開關中相應的組開關。例如，參照圖1A，載子導引區201a是電性耦接於第一組開關102a，且載子導引區201b是電性耦接於第二組開關102b。

【0048】於某些實施方式中，吸收區10 摻雜有第一傳導類型（例如p摻雜）的摻雜物，且載子導引區201a、201b摻雜有不同於第一傳導類型且屬於第二傳導類型（例如n型摻雜）的第二摻雜物。於某些實施方式中，基底20摻雜有第一傳導類型的摻雜物。載子導引區201a、201b可配置成限制從同一吸收區10或同一光訊號接收區AR生成的光載子朝向第一組開關102a及/或第二組開關102b移動的路徑。於某些實施方式中，載子導引區201a、201b的峰值摻雜濃度皆介於 $1 \times 10^{12} \text{cm}^{-3}$ 與 $1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 之間。

【0049】於某些實施方式中，在一或多個載子導引區201a、201b與吸收區10之間的異質介面處，吸收區10中第一摻雜物的摻雜濃度相對於一或多個載子導引區201a、201b中第二摻雜物的摻雜濃度的比值是等於或大於10，因而使得光偵測裝置100a可在降低異質介面上暗電流的同時，達成良好的量子效率。

【0050】於某些實施方式中，例如圖1B所示，光偵測裝置100a還包括位於吸收區10中且接近吸收區10第一表面11的第一接觸區108。第一接觸區108 是以與吸收區10的第一傳導類型相同的傳導類型摻雜（例如p型摻雜）。於某些實施方式中，第一接觸區108中的摻雜物峰值摻雜濃度高於吸收區10的峰值摻雜濃度。例如，第一接觸區108的峰值摻雜濃度可在 $1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 與 $5 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$ 之間。第一接觸區108所收集的載子不同於載子採集區302a、302b所收集的載子。例如，若載子採集區302a是n型摻雜，用於收集電子，則第一接觸區108為p型摻雜，用於收集電洞。

【0051】於某些實施方式中，例如圖1B所示，光偵測裝置100a還包括電性

耦接於第一接觸區108的第一電極60。取決於第一電極60的材料及第一接觸區108的峰值摻雜濃度，第一電極60與第一接觸區108之間可形成有歐姆接觸。第一電極60是設置在吸收區10的第一表面11上。

【0052】於某些實施方式中，第一接觸區108可形成在基底20中且接觸吸收區10，而第一電極60是設置在基底20的第一表面21上，詳情可同時參照圖2E及圖2I。

【0053】圖1C依據本申請的一或多個實施例描繪光偵測裝置100c的頂視圖。依據本申請的一或多個實施例，沿圖1C中A-A'線的剖視圖類似於圖1B。與上述相似的元件是使用相似的參考標號和名稱表示。不同之處說明如下。

【0054】相較於圖1A-1B具有兩組開關的光偵測裝置100a，光偵測裝置100c包括四組開關。如圖1C所示，吸收區10是設置在四組開關之間。四組開關都是受控於來自控制單元110的同一個控制信號。四組開關電性耦接於同一個讀出電路112且共同輸出一個單一信號，例如四組開關共同輸出一個單一總輸出信號。於某些實施方式中，光偵測裝置的開關所包含的組數不限於兩組或四組。組數可以是不小於2的正整數。

【0055】圖1D依據本申請的一或多個實施例描繪光偵測裝置100d的頂視圖。圖1E依據本申請的一或多個實施例描繪沿圖1D中A-A'線的剖視圖。圖1F依據本申請的一或多個實施例描繪沿圖1E中C-C'線的漸變摻雜分佈。與上述相似的元件是使用相似的標號和名稱表示。不同之處說明如下。

【0056】於某些實施方式中，吸收區10是以一漸變摻雜分佈摻雜，使得吸收區10在沿水準方向且接觸一或多個載子導引區201a、201b的至少一部分具有吸收區10中最低的摻雜濃度。水準方向實質上平行於基底20的第一表面21。於某些實施方式中，吸收區10的漸變摻雜分佈是沿從吸收區10第二表面12到吸收區10第一表面11的方向逐漸降低。於某些實施方式中，吸收區10是完全嵌入基底

20。例如，參照圖1E及圖1F，吸收區10可包含多個層體，例如但不限於三層體101、102、103，分別具有不同的峰值摻雜濃度A、B及C。層體102位於層體101與層體103之間。峰值摻雜濃度A高於峰值摻雜濃度B，而峰值摻雜濃度B又高於峰值摻雜濃度C。參照圖1F，漸變摻雜分佈可以是步階式的濃度分佈。於另一範例中，參照圖1G，漸變摻雜分佈可以是梯度式的分佈。由於吸收區10的漸變摻雜分佈是沿從吸收區10第二表面12向吸收區10第一表面11的方向逐漸降低，待收集的載子（例如電子，當載子導引區201a、201b為n型摻雜時）可受驅動而朝向接近吸收區10第一表面11的一或多個載子導引區201a、201b移動。

【0057】於某些實施方式中，如圖1D及1E所示，吸收區10還包括複數個載子輸出區104a、104b，各接觸相應的載子導引區201a、201b。於某些實施方式中，載子輸出區104a、104b的峰值摻雜濃度低於吸收區10主體的峰值摻雜濃度C。載子輸出區104a、104b進一步促進載子從吸收區10向載子導引區201a、201b移動。

【0058】圖2A依據本申請的一或多個實施例描繪光偵測裝置200a的頂視圖。圖2B依據本申請的一或多個實施例描繪沿圖2A中A-A'線的剖視圖。圖2C依據本申請的一或多個實施例描繪沿圖2A中B-B'線的剖視圖。於某些實施方式中，沿圖2A中C-C'線的剖視圖類似於圖2B的剖視圖，但參考標號可能有所出入。與上述相似的元件是使用相似的參考標號和名稱表示。以下將就本申請的光偵測裝置200a詳細說明。

【0059】於某些實施方式中，光偵測裝置200a包括多組開關102a、102b。吸收區10受基底20所支撐且是配置成接收光學信號並回應光學信號而生成光載子。在某些實施方式中，光偵測裝置200a包括N組（ $N \geq 2$ ）電性耦接於吸收區10的開關，其中各組開關102a、102b個別包括一第一開關S1a、S1b及一第二開關S2a、S2b。第一開關S1a、S1b及第二開關S2a、S2b各包括設置在第一表面21上的一個控制電極340a、340b、360a、360b及一個讀出電極330a、330b、370a、370b。

例如，第一組開關102a包括第一開關S1a及第二開關S2a，且第二組開關102b包括第一開關S1b 及第二開關S2b。第一開關S1a可包含控制電極340a及讀出電極330a。第二開關S2a可包含控制電極360a及讀出電極370a。第一開關S1b可包含控制電極340b及讀出電極330b。第二開關S2b可包含控制電極360b 及讀出電極370b。

**【0060】** 吸收區10可設置在N組開關中的兩組之間，例如圖2A中的兩組開關102a、102b。例如，參照圖2A，吸收區10是設置在兩組開關102a、102b之間。N組開關的第一開關S1a、S1b受控於第一控制信號而可共同操作為單一開關，例如為第一單一開關，且N組開關的第二開關S2a、S2b受控於與第一控制信號不同的第二控制信號，而可共同操作為另一單一開關，例如為第二單一開關。第一單一開關以及第二單一開關與同一吸收區10或同一光訊號接收區AR電性連接，藉以控制來自同一吸收區10或同一光訊號接收區AR的光載子的流動方向以及收集來自同一吸收區10或同一光訊號接收區AR的光載子。

**【0061】** 通過將吸收區10設置在N組開關中的至少兩組之間，其中兩組開關的第一開關S1a、S1b受控於相同的第一控制信號，且兩組開關的第二開關S2a、S2b受控於相同的第二控制信號，當第一開關S1a、S1b開啟時，由吸收區10生成的光載子可以由第一開關S1a、S1b的讀出電極330a或330b中較接近吸收區10中待收集光載子的一者所收集。當第二開關S2a、S2b開啟時，由吸收區10生成的光載子可以受第二開關S2a、S2b的讀出電極370a或370b中較接近吸收區10中待收集光載子的一者所收集。如此一來，光載子的移動距離縮短，可以提高光偵測裝置200a的速度。由所有第一開關S1a、S1b收集的光載子可共同處理而操作為一個單一開關，且由所有第二開關S2a、S2b收集的光載子可共同處理而操作為另一單一開關。雖然圖中並未示出，圖2A至2C中所描繪的多組開關亦可使用超過兩個開關來實施。

【0062】於某些實施方式中，光偵測裝置200a包括一或多個載子導引區201a、201b，一或多個載子導引區201a、201b至少部分形成在基底20中且接觸吸收區10，其中一或多個載子導引區201a、201b各電性耦接於N組開關中相應的組開關102a、102b。

【0063】於某些實施方式中，光偵測裝置200a還包括一或多個電氣連接於個別開關的讀出電路（例如圖2B的第一讀出電路112a以及第二讀出電路112b）。於某些實施方式中，由N組開關的第一開關S1a、S1b所收集到的光載子可一起由第一讀出電路處理，且由N組開關的第二開關S2a、S2b所收集到的光載子可一起由第二讀出電路處理。於某些實施方式中，第一讀出電路或第二讀出電路可採用三電晶體配置，其具有一個重設閘、一個源極隨耦器以及一個選擇閘，或是採用四電晶體配置，多包括一個傳輸閘，或任何夠對能收集的電荷進行處理的適當電路系統。

【0064】於某些實施方式中，第一控制信號及第二控制信號分別控制第一開關S1a、S1b的控制區C1a、C1b及第二開關S2a、S2b的控制區C2a、C2b，用以控制由吸收區10中所吸收光子產生的電子或電洞的移動方向。於某些實施方式中，第一控制信號與第二控制信號不同。例如，使用控制信號提供不同電壓而產生偏壓時，個別開關的控制電極的正下方兩個部分之間會產生電場，例如第一開關S1a、S1b的控制電極340a、340b正下方的兩個部分與第二開關S2a、S2b的控制電極360a、360b正下方的兩個部分，以及吸收區10之中會產生電場。吸收區10內的自由載子會依據電場方向和距離而向其中一個讀出電極330a、330b、370a、370b的正下方部分漂移，而後被讀出電極330a、330b、370a、370b收集。例如，使用控制信號提供不同電壓而產生偏壓時，開啟第一開關S1a、S1b，進而產生電場，驅使吸收區10中的光載子流向讀出電極330a、340a。而後光載子會被讀出電極330a、340a中較接近吸收區10中待收集光載子的那一個讀出電極所收集。收集

的光載子隨後由電性耦接於讀出電極330a、340a的同一個讀出電路(例如第一讀出電路112a)進一步處理。因此,光載子的移動距離縮短,可提高光偵測裝置200a的速度。

【0065】於某些實施方式中,第一控制信號包括第一控制相位,且第二控制信號包括第二控制相位,其中第一控制相位並不重疊於第二控制相位。於某些實施方式中,第一控制信號是固定在一個電壓值 $V$ ,且第二控制信號是在電壓值 $V \pm \Delta V$ 之間交替。於某些實施方式中, $\Delta V$ 是由變動電壓信號生成,例如在0V與3V之間操作的正弦信號、時脈信號或脈衝信號。吸收區10生成載子的漂流方向取決於偏壓值方向。於某些實施方式中,控制信號是調製信號。

【0066】參照圖2C,於某些實施方式中,吸收區10至少部分嵌入基底20中。於某些實施方式中,一或多個載子導引區201a、201b在基底20中的深度 $d_1$ 小於吸收區10在基底20中的深度 $d_2$ 。由於一或多個載子導引區201a、201b的深度 $d_1$ 小於吸收區10的深度 $d_2$ ,載子導引區201與吸收區10之間的介面面積縮小,因此可以減少光偵測裝置200a的暗電流。

【0067】圖2D依據本申請的一或多個實施例描繪光偵測裝置200d的頂視圖。光偵測裝置200d可以類似於圖2A-2C的光偵測裝置200a。但不同於光偵測裝置200a的是,光偵測裝置200d包括一個使用漸變摻雜分佈的吸收區10,如圖1D、1E、1F或1G所示。例如,類似於圖1D及1E中光偵測裝置100d的吸收區10,在光偵測裝置200d中,吸收區10可包含複數個載子輸出區104a、104b,各接觸一個相應的載子導引區201a、201b。於某些實施方式中,載子輸出區104a、104b的峰值摻雜濃度低於吸收區10本體的峰值摻雜濃度 $C$ 。載子輸出區104a、104b進一步促進載子從吸收區10向載子導引區201a、201b移動。

【0068】圖2E依據本申請的一或多個實施例描繪光偵測裝置200e的頂視圖。圖2F依據本申請的一或多個實施例描繪沿圖2E中B-B'線的剖視圖。光偵測

裝置200e可以類似於圖2A-2C的光偵測裝置200a。沿圖2E中A-A'線與C-C'線的剖視圖可以類似於圖2B的剖視圖，但參考標號可能有所出入。與上述相似的元件是使用相似的標號和名稱表示。不同之處說明如下。

**【0069】** 相較於具有一個形成於吸收區10的第一接觸區108的光偵測裝置200a，光偵測裝置200e，如圖2E所示，可包含多個形成於基底20中且接觸吸收區10的第一接觸區108。多個第一電極60可設於基底20的第一表面21上且電性耦接於相應的第一接觸區108。由於第一電極60、讀出電極330a、330b，370a、370b及控制電極340a、340b、360a、360b可以形成於基底20的相同第一表面21上，因此電極之間的高度差異可以縮小。

**【0070】** 圖2G依據本申請的一或多個實施例描繪光偵測裝置200g的頂視圖。光偵測裝置200g可以類似於圖2A-2C的光偵測裝置200a。與上述相似的元件是使用相似的標號和名稱表示。不同之處說明如下。

**【0071】** 於某些實施方式中，吸收區10包括M個側邊，且N組開關各分別設於吸收區10的其中一側，其中M及N是整數且 $M \geq N$ 。例如，參照圖2G，吸收區10包括四邊。四組開關102a、102b、102c、102d各設於這四邊中的一邊。於某些實施方式中，吸收區10位在載子導引區201a、201b、201c、201d之間。

**【0072】** 開關102a、102b、102c、102d的組數是四組且載子導引區201a、201b、201c、201d的數量是四個。於某些實施方式中，開關的組數並不限於兩個或四個。組數為正整數且 $\geq 2$ 。

**【0073】** 如圖2G所示，第一組開關102a包括：第一開關S1a，其具有包含控制電極340a的第一控制區C1a及包含讀出電極330a的第一讀出區R1a，以及第二開關S2a，其具有包含控制電極360a的第二控制區C2a及包含讀出電極370a的第二讀出區R2a。第二組開關102b包括：第一開關S1b，其具有包含控制電極340b的第一控制區C1b及包含讀出電極330b的第一讀出區R1b，以及第二開關S2b，其具

有包含控制電極360b的第二控制區C2b及包含讀出電極370b的第二讀出區R2b。第三組開關102c包括：第一開關S1c，其具有包含控制電極340c的第一控制區C1c及包含讀出電極330c的第一讀出區R1c，以及第二開關S2c，其具有包含控制電極360c的第二控制區C2b及包含讀出電極370c的第二讀出區R2c。第四組開關102d包括：第一開關S1d，其具有包含控制電極340d的第一控制區C1d及包含讀出電極330d的第一讀出區R1d，以及第二開關S2d，其具有包含控制電極360d的第二控制區C2d及包含讀出電極370d的第二讀出區R2d。

【0074】於某些實施方式中，第一控制信號控制第一開關S1a、S1b、S1c、S1d的控制區C1a、C1b、C1c、C1d及第二控制信號控制第二開關S2a、S2b、S2c、S2d的控制區C2a、C2b、C2c、C2d，以針對由吸收區10中吸收的光子所生成的電子或電洞控制移動方向。例如，在四組開關102a、102b、102c、102d的第一開關S1a、S1b、S1c、S1d開啟時，光載子被讀出電極330a、330b、330c、330d中較接近吸收區10中待收集光載子的那一個讀出電極收集。

【0075】圖2H依據本申請的一或多個實施例描繪光偵測裝置200h的頂視圖。光偵測裝置200h類似於圖2G的光偵測裝置200g。與上述相似的元件是使用相似的參考標號和名稱表示。

【0076】在光偵測裝置200g中，吸收區10是位在四個載子導引區201a、201b、201c、201d之間，且四組開關102a、102b、102c、102d是電性耦接於相應的載子導引區201a、201b、201c、201d。相較之下，在光偵測裝置200h中，四組開關102a、102b、102c、102d是電性耦接於同一個載子導引區201，且吸收區10是受載子導引區201所包圍。

【0077】圖2I依據本申請的一或多個實施例描繪光偵測裝置200i的頂視圖。光偵測裝置200i類似於圖2G的光偵測裝置200g。與上述相似的元件是使用相似的參考標號和名稱表示。不同之處說明如下。

【0078】在光偵測裝置200g中，第一接觸區108是形成在吸收區10中。相較之下，在光偵測裝置200i中，如圖2I所示，多個第一接觸區108可形成在基底20中，且位於吸收區10之外，但接觸吸收區10。多個第一電極60是設置在基底20的第一表面21上且電性耦接於相應的第一接觸區108。由於第一電極60、讀出電極330a、330b、330c、330d、370a、370b、370c、370d及控制電極340a、340b、340c、340d、360a、360b、360c、360d可形成在基底20的同一第一表面21上，電極之間的高度差異可以縮小。

【0079】圖3A依據本申請的一或多個實施例描繪光偵測裝置300a的頂視圖。圖3B依據本申請的一或多個實施例描繪沿圖3A中A-A'線的剖視圖。與上述相似的元件是使用相似的參考標號和名稱表示。

【0080】光偵測裝置300a包括：基底20，具有第一表面21及與第一表面21相反的第二表面22；吸收區10，受基底20所支撐且是配置成接收光學信號並回應光學信號而生成光載子。吸收區10可摻雜有第一傳導類型（例如p型摻雜）的摻雜物。

【0081】光偵測裝置300a還包括一個第一接觸區108，其電性耦接於吸收區10且可摻雜有第一傳導類型的摻雜物。光偵測裝置300a還可以包括N組增益元件105a、105b，各包括多個第二接觸區202a、202b，各屬於第一傳導類型，且形成於基底20中，以及多個第三接觸區203a、203b，各屬於不同於第一傳導類型的第二傳導類型（例如n型摻雜），且形成於基底20中。至少兩組增益組件105a、105b分別設置在吸收區10的相反兩側，其中多個第二接觸區202a、202b是配置被施加於第一電壓，且多個第三接觸區203a、203b是配置成被施加於第二電壓。

【0082】於某些實施方式中，光偵測裝置300a具有雪崩光電晶體的功能。於某些實施方式中，光偵測裝置300a還包括多個分別形成在相應的第二接觸區202a、202b與相應的第三接觸區203a、203b之間的倍增區Ma、Mb。倍增區Ma、

Mb能夠在接收到吸收區10所生成的一或多個光載子時生成一或多個額外電荷載子。於某些實施方式中，多個倍增區Ma、Mb中的至少兩個形成在吸收區10的相反兩側。

【0083】 通過在吸收區10的相反兩側分別設置至少兩組增益組件105a、105b，可將從吸收區10生成的光載子掃至倍增區Ma、Mb中較接近吸收區10中的光載子的那一個，而後光載子可在倍增區Ma、Mb中放大。如此能夠縮短光載子的移動距離，提升光偵測裝置300a的速度。

【0084】 於某些實施方式中，光偵測裝置300a還包括一或多個至少形成於基底20中且接觸吸收區10的載子導引區201a、201b，其中一或多個載子導引區201a、201b各電性耦接於N組增益組件105a、105b中相應的一組，以導引載子向多個倍增區Ma、Mb移動。

【0085】 於某些實施方式中，第三接觸區203a、203b是配置成提供一或多個代表第一集合資訊的電性信號，用於取得與光學訊號相關的飛時資訊。

【0086】 圖4A依據本申請的一或多個實施例描繪光偵測裝置400a的頂視圖。圖4B依據本申請的一或多個實施例描繪沿圖4A中A-A'線的剖視圖。與上述相似的元件是使用相似的參考標號和名稱表示。詳細說明如下。

【0087】 如圖4A-4B所示，光偵測裝置400a包括具有控制電極340a的控制區C1a以及包含位於吸收區10一側的讀出電極330a的讀出區R1a。於某些實施方式中，控制區C1a包括屬於第一傳導類型(例如p型摻雜)的載子控制區304a。載子控制區304a的詳細說明參照圖6B及6D。光偵測裝置400a還包括一個至少部分形成在基底20中且接觸吸收區10的載子導引區201。

【0088】 於某些實施方式中，基底20還可以包括一個至少部分重疊於或環繞載子控制區304a的反摻雜區350a，且反摻雜區350a可屬於第二傳導類型(例如n型摻雜)，其不同於基底20的傳導類型。反摻雜區350a與載子導引區201可具有

相同傳導類型。在某些範例中，吸收區10可為p型摻雜，載子控制區304a可為p型摻雜，載子採集區302a可為n型摻雜，反摻雜區350a可為n型摻雜，且基底20可為p型摻雜。

【0089】於某些實施方式中，反摻雜區350a的至少一部分是位在載子控制區304a與載子導引區201之間。於某些實施方式中，反摻雜區350a與載子導引區201分離。通過使載子導引區201與載子控制區304a、載子採集區302a及反摻雜區350a分離，可更容易地驅動光載子朝向載子控制區304a移動。具體而言，反摻雜區350a與基底20之間可形成高阻值介面，且行經載子導引區201的光載子(例如電子)可受吸引而朝向反摻雜區350a移動，因此受到載子控制區304a進行解調。於某些實施方式中，反摻雜區350a的峰值摻雜濃度皆介於 $1 \times 10^{12} \text{cm}^{-3}$ 與 $1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 之間。

【0090】圖4C依據本申請的一或多個實施例描繪光偵測裝置400c的頂視圖。圖4D依據本申請的一或多個實施例描繪沿圖4C中A-A'線的剖視圖。與上述相似的元件是使用相似的參考標號和名稱表示。詳細實施例說明如下。

【0091】光偵測裝置400c包括一或多個至少部分形成在基底20中且接觸吸收區10的載子導引區201a、201b。於某些實施方式中，一或多個載子導引區201a、201b是屬於一不同於吸收區10的第一傳導類型的第二傳導類型(例如n型摻雜)。

【0092】於某些實施方式中，光偵測裝置400c包括一或多組電性耦接於吸收區10的開關102a、102b，其中各組開關個別包括設在第一表面21上的一個控制電極340a、340b及一個讀出電極330a、330b。每一開關102a、102b還包括一個位在相應的讀出電極330a、330b下方的載子採集區302a、302b以及一個位在相應的個別控制電極340a、340b下方的載子控制區304a、304b。

【0093】於某些實施方式中，一或多個載子導引區201a、201b與載子採集

區302a、302b及載子控制區304a、304b分離。

【0094】 通過使載子導引區201a、201b與載子控制區304a、304b及載子採集區302a、302b分離，可在各載子採集區302a、302b與基底20之間形成較強電場，進而驅使光載子朝向載子控制區304a、304b移動且被載子採集區302a、302b收集

【0095】 圖4E依據本申請的一或多個實施例描繪光偵測裝置400e的頂視圖。圖4F依據本申請的一或多個實施例描繪圖4E沿A-A'線的剖視圖。沿圖4E中C-C'線的剖視圖可以類似於圖4F的剖視圖，但參考標號可能有所出入。光偵測裝置400e類似於圖4C-4D的光偵測裝置400c。不同於在多組開關中各包括一個開關的光偵測裝置400c，光偵測裝置400e包括多組開關，各包括第一開關（例如S1a、S1b、S1c或S1d）及第二開關（例如S2a、S2b、S2c或S2d），如圖2A-2I所示。

【0096】 於某些實施方式中，根據某一或某些實施例沿圖4E中C-C'線繪製的剖視圖與圖4F的剖視圖類似，但參考標號可能有所出入。與上述相似的元件是使用相似的參考標號和名稱表示，例如圖2A。

【0097】 於某些實施方式中，如圖4E及4F所描繪，光偵測裝置400e包括兩組開關102a、102b。第一組開關102a包括第一開關S1a及第二開關S2a，且第二組開關102b包括第一開關S1b及第二開關S2b。第一開關S1a及第二開關S2a各包括位在相應的讀出電極330a、370a下的載子採集區302a、305a，以及位在相應的控制電極340a、360a下的載子控制區304a、306a。同樣地，第一開關S1b及第二開關S2b可各包含位在相應的讀出電極330b、370b下方的載子採集區，以及位在相應的控制電極340b、360b下方的載子控制區。

【0098】 光偵測裝置400e包括一或多個至少部分形成在基底20中且接觸吸收區10的載子導引區201a、201b。一或多個載子導引區201a、201b是與載子採集區（例如302a、305a）及載子控制區（例如304a、306a）分離。通過使載子導引區201a、201b與載子控制區及載子採集區分離，可在載子採集區與基底20形成

更強的電場，減輕位在吸收區10同側的同組開關（例如102a）的載子採集區（例如302a、305a）之間耦接的問題。

【0099】於某些實施方式中，基底20還包括反摻雜區350a、350b、380a、380b各至少部分重疊於相應的載子控制區304a、306a，其中反摻雜區350a、350b、380a、380b屬於第二傳導類型（例如n型）。於某些實施方式中，反摻雜區350a、350b、380a、380b是與一或多個載子導引區201a、201b分離。於某些實施方式中，載子控制區304a、306a可完全重疊於相應的反摻雜區350a、380a。

【0100】通過使載子導引區201a、201b與載子控制區304a、306a分離，且使載子採集區302a、305a及反摻雜區350a、350b、380a、380b各至少部分重疊於相應的載子控制區304a、306a，可更容易地將驅使電子朝向載子控制區304a、306a移動。具體而言，反摻雜區350a、350b、380a、380b與基底20之間可形成一個高阻值介面，藉由載子導引區201a、201b移動的載子，例如，電子，可受吸引而朝向反摻雜區350a、350b、380a、380b移動，隨後由載子控制區304a、306a基於第一控制信號及第二控制信號的控制而對之進行解調。

【0101】於某些實施方式中，光偵測裝置，例如100a、100c、100d、200a、200d、200e、200g、200h、200i、300a、400a、400c或400e，可應用於直接TOF系統或間接TOF系統。於某些實施方式中，光偵測裝置，例如100a，可應用於直接TOF系統。例如，多個開關的讀出電極（例如圖1A中的330a、330b、370a、370b）是配置成提供一或多個代表第一集合資訊的電性信號，用於取得與吸收區10所需收的光學訊號相關的飛時資訊。

【0102】應理解的是，在此所提及的元件能夠以任何方式和任何數量結合，產生更多實施例。例如，光偵測裝置200a、200d、200e、200g、200h、200i、300a、400a、400c或400e的吸收區10亦可以一漸變摻雜分佈摻雜，如圖1D至1G所述。又例如，光偵測裝置200a、200d、200e、200g、200h、200i、300a、400a、

400c或 400e的吸收區10亦可包括複數個載子輸出區104a、104b，如圖1D及1E所述。

【0103】圖5A-5C顯示依據本申請的一或多個實施例的光偵測裝置不同部分的剖視圖。各光偵測裝置可包括結構500a、500b、500c，其與上述實施方式任一者實質上相同，例如100a、100c、100d、200a、200d、200e、200g、200h、200i、300a、400a、400c或 400e。

【0104】於某些實施方式中，如圖5A所示，吸收區10可完全地在基底20的第一表面21上。於某些實施方式中，如圖5B所示，吸收區10可部分地嵌入於基底20。換言之，部分吸收區10的側表面與基底20接觸。於某些實施方式中，如圖5C所示，吸收區10可完全地嵌入於基底20。換言之，吸收區10的側表面完全與基底20接觸。

【0105】圖6A-6D顯示依據本申請的一或多個實施例的光偵測裝置的控制區（例如C1a、C1b、C1c、C1d、C2a、C2b、C2c、C2d）。光偵測裝置可包含一與上述實施例任一者實質上相同的結構例如100a、100c、100d、200a、200d、200e、200g、200h、200i、300a、400a、400c或400e。

【0106】於某些實施方式中，如圖6A所示，控制電極340可在基底20的第一表面21之上，並在控制電極340之下具有一本征區。根據包含基底20之材料、或位於第一表面21之上的一鈍化層之材料、及/或控制電極340之材料、及/或基底20或鈍化層之摻雜物或缺陷程度等不同之因素，控制電極340可能形成一蕭特基接觸、一歐姆接觸、或兩者間具有中間特性之組合。控制電極340可為控制電極340a、340b、340c、340d、360a、360b、360c、360d之任一者。

【0107】如圖6B所示，於某些實施方式中，開關之控制區更包括在控制電極340之下且在基底20中的一載子控制區303（例如304a、304b或306a）。於某些實施方式中，載子控制區303具有與載子採集區302a、302b之傳導類型不同的傳

導類型。於某些實施方式中，載子控制區303包括一摻雜物及一摻雜分佈。載子控制區303之峰值摻雜濃度是取決於控制電極340的材料、及或基底20的材料、及或基底20之摻雜物或缺陷程度，例如，在 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  至  $5 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 間。載子控制區303可與控制電極340形成一蕭特基接觸、或一歐姆接觸、或其組合。載子控制區303係用於根據控制信號之控制，解調吸收區10生成之載子。控制電極340可為控制電極340a、340b、340c、340d、360a、360b、360c、360d之任一者。

【0108】如圖6C所示，於某些實施方式中，開關之控制區更包含在基底20與控制電極340間之一介電層342。介電層342避免自控制電極340至基底20直接電流導通，但回應於施加至控制電極340之一電壓，允許在基底20中產生一電場。在兩個控制區間(例如，在控制區C1，C2)產生之電場可吸引或排斥基底20中之電荷載子。控制電極340可為控制電極340a、340b、340c、340d、360a、360b、360c、360d之任一者。

【0109】如圖6D所示，於某些實施方式中，開關之控制區包含在控制電極340之下且在基底20中之一載子控制區303，並包含在基底20與控制電極340間之一介電層342。控制電極340可為控制電極340a、340b、340c、340d、360a、360b、360c、360d之任一者。

【0110】於某些實施方式中，介電層342可包含但不限於二氧化矽( $\text{SiO}_2$ )。於某些實施方式中，介電層342可包含高介電係數材料包含但不限於氮化矽( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )、氮氧化矽( $\text{SiON}$ )、氮化矽( $\text{SiN}_x$ )、氧化矽( $\text{SiO}_x$ )、氧化鋯( $\text{GeO}_x$ )、氧化鋁( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )、氧化釷( $\text{Y}_2\text{O}_3$ )、二氧化鈦( $\text{TiO}_2$ )、二氧化鈺( $\text{HfO}_2$ )或二氧化鋯( $\text{ZrO}_2$ )。於某些實施方式中，介電層342可包含半導體材料，但不限於非晶矽、多晶矽、結晶矽、矽化鍺、或其組合。

【0111】圖7A是一影像系統700之一實施方式之一方塊圖。影像系統700可包含一傳感模組710及一軟體模組720，軟體模組720配置以重建一受偵測物件之

一3D模型730。影像系統700或傳感模組710可被實施於一行動式裝置（例如智慧型手機、一平板、汽車、無人機等），用於一行動式裝置之一輔助裝置（例如一穿戴式裝置）、在一汽車或在一固定設施（例如，一工廠）之一計算系統、一機器人系統、一監控系統、或任何合適之裝置及/或系統。

**【0112】** 傳感模組710包含一發射器單元714，一接收器單元716及一控制器712。在操作中，發射器單元714可往一目標物件702發射一發射光703。接收器單元716可接收從目標物件702反射之反射光705。控制器712至少可驅動發射器單元714及接收器單元716。在一些實施方式中，接收器單元716及控制器712被實施於一個半導體晶片上，例如一系統單晶片(system-on-a-chip, SoC)。在一些實施方式中，發射器單元714系由兩個不同半導體晶片實施，例如在III-V族基底之一雷射發射器晶片及在矽基底之一矽雷射驅動器晶片。

**【0113】** 發射器單元714可包含一或多個光源、控制一或多個光源之控制電路、及/或用以操控自一或多個光源發射之光的光學結構。在一些實施方式中，光源可包含一或多個發光二極體（light-emitting diode，LED）或垂直共振腔面射型雷射器（vertical cavity surface emitting laser，VCSEL），其發射之光可由光偵測裝置中之吸收區吸收。例如，一或多個LED或VCSEL可發射具有一峰值波長在一可見光範圍（例如，人眼可見之一波長），例如，570nm、670nm、或任何其他適用之波長之光。另一例，一或多個LED或VCSEL可發射具有一峰值波長在一可見光範圍之上，例如850 nm、940 nm、1050 nm、1064 nm、1310 nm、1350 nm、1550nm、或任何其他適用之波長之光。

**【0114】** 在一些實施方式中，來自光源之發射光可由一或多個光學結構對準。例如，光學結構可包含一或多個對準透鏡。

**【0115】** 接收器單元716可包含根據如上述之任一實施方式之一或多個光偵測裝置，例如100a、100c、100d、200a、200d、200e、200g、200h、200i、300a、

400c或400e。接收器單元716可更包含用來控制電路及/或光學結構之一控制電路，藉以用於調控由目標物件反射之光往一或多個光偵測裝置。在一些實施方式中，光學結構包含接收一對準光並將對準光往一或多個光偵測裝置聚焦之一或多個透鏡。

**【0116】** 於某些實施方式中，控制器712包含一時序產生器（例如圖7B所示的772）及一處理單元。時序產生器772接收一基準時脈信號，並提供時序信號至發射器單元714以調變發射光703。時序信號亦被提供至接收器單元716以控制光載子之收集。處理單元處理由接收器單元716產生及收集之光載子，並判定目標物件702之原始資料。處理單元可包含控制電路用來處理自光偵測裝置輸出之資訊之一或多個信號處理器758、及/或電腦儲存媒體，此電腦儲存媒體可儲存用來判定目標物件702之原始資料之指令、或儲存目標物件702之原始資料。作為一例，在一間接飛時測距（indirect TOF, i-ToF）感測器中之控制器712藉由利用發射器單元714所發射之光與接收器單元716所接收之光間之相位差，來判定兩個點間之一距離。

**【0117】** 軟體模組720可被實施以執行在例如，臉部辨識、眼球追蹤、手勢辨識、三維模組掃描/視訊錄影、動作追蹤、自駕車、及/或擴增/虛擬實境等應用中。

**【0118】** 圖7B顯示一例示設備750其可為接收器單元（例如716）或控制器（例如712）之一方塊圖。於此，利用如前述之光偵測裝置之任一實施方式（例如，100a, 100c, 100d, 200a, 200d, 200e, 200g, 200h, 200i, 300a, 400c, or 400e）之一影像感測器陣列752（例如，240 x 180圖元陣列）可被實施。一鎖相迴路(phase-locked loop, PLL) 電路770（例如整數倍分頻鎖相回路(Integer-N PLL)可產生一時脈信號（例如四相系統時脈以調製及解調制。在發送至影像感測器陣列752及外部照明驅動器780前，這些時脈信號可由一時序產生器772閘控及/或調製為一

預設積分時間及不同的操作模式。一可編程延遲線768可被加入至照明驅動器780路徑以延遲時脈信號。

【0119】 一電壓調節器762可被利用以控制影像感測器陣列752之一操作電壓。例如，N電壓域可被利用於一影像感測器。一溫度感測器764可被實施以可利用深度校準及電源控制，並且積體電路（IC）控制器766可由溫度感測器764取得溫度資訊。

【0120】 偵測裝置之讀出電路754橋接影像感測器陣列752之各光偵測裝置至一行類比-數位轉換器（analog-to-digital converter, ADC）756，其中類比-數位轉換器756之輸出可被進一步處理，並在到達輸出介面774前由一信號處理器758在數位域（digital domain）中整合。輸出介面774係耦合於時序產生器772。於某些實施方式中，讀出電路754可以是三電晶體配置，其具有一個重設閘、一個源極隨耦器以及一個選擇閘，或是採用四電晶體配置，多包括一個傳輸閘，或任何能夠對各讀出區所收集的電荷進行處理的適當電路系統。

【0121】 一記憶體760可被利用以儲存信號處理器758之輸出。在一些實施方式中，輸出介面774可利用一2-通道(2-lane)，1.2 Gb/s D-PHY行動產業處理器介面（mobile industry processor interface，MIPI）發射器，或對低速/低成本系統利用CMOS輸出來實施。由信號處理器758進一步調製的數位資料通過MIPI介面776發送出去以進行進一步處理。

【0122】 一積體電路匯流排（I2C）介面可被利用來存取於此所述之全部功能區塊。

【0123】 在一些實施方式中，基底20之一能隙是大於吸收區10之一能隙。在一些實施方式中，吸收區10包含或由一半導體材料組成。在一些實施方式中，基底20包含或由一半導體材料組成。在一些實施方式中，吸收區10包含或由III-V族半導體材料組成。在一些實施方式中，基底20包含或由III-V族半導體材料組

成。III-V族半導體材料可包含，但不限於，砷化鎵/砷化鋁（GaAs/AlAs）、磷化銻/銻鎵砷（InP/InGaAs）、銻化鎵/砷化銻（GaSb/InAs）、或銻化銻（InSb）。例如，在一些實施方式中，吸收區10包含或由InGaAs組成，且基底20包含或由InP組成。在一些實施方式中，吸收區10包含或由包含IV族元素之半導體材料組成。例如，鍺（Ge）、矽（Si）或錫（Sn）。在一些實施方式中，吸收區10包含或由 $\text{Si}_x\text{Ge}_y\text{Sn}_{1-x-y}$ 組成，其中 $0 \leq x \leq 1$ ， $0 \leq y \leq 1$ ， $0 \leq x+y \leq 1$ 。在一些實施方式中，吸收區10包含或由 $\text{Ge}_{1-a}\text{Sn}_a$ 組成，其中 $0 \leq a \leq 0.1$ 。於某些實施方式中，吸收區10包括或由 $\text{Ge}_x\text{Si}_{1-x}$ 組成，其中 $0 \leq x \leq 1$ 。在一些實施方式中，吸收區10由p型的本征鍺組成，p型的原因為在吸收區形成時所形成之材料缺陷，其中缺陷密度是從 $1 \times 10^{14} \text{cm}^{-3}$ 至 $1 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$ 。在一些實施方式中，載子導引區201，201a、201b、201c、201d，包含或由包含IV族元素之半導體材料組成。例如，鍺（Ge）、矽（Si）或錫（Sn）。在一些實施方式中，基底20包含或由 $\text{Si}_x\text{Ge}_y\text{Sn}_{1-x-y}$ 組成，其中 $0 \leq x \leq 1$ ， $0 \leq y \leq 1$ ， $0 \leq x+y \leq 1$ 。在一些實施方式中，基底20包含或由 $\text{Ge}_{1-a}\text{Sn}_a$ 組成，其中 $0 \leq a \leq 0.1$ 。在一些實施方式中，基底20包含或由 $\text{Ge}_x\text{Si}_{1-x}$ 組成，其中 $0 \leq x \leq 1$ 。例如，在一些實施方式中，吸收區10由鍺組成，且基底20包含或由矽組成。

**【0124】** 在一些實施方式中，本揭露之光偵測裝置更包含在圖元之上的一光學元件（未顯示）。在一些實施方式中，本揭露之光偵測裝置更包含在N個圖元之上的N個光學元件（未顯示）。光學元件彙聚一傳入之光訊號以使其進入吸光區。在一些實施方式中，光學元件包含複數個透鏡。

**【0125】** 在一些實施方式中，p型摻雜物包含一III族元素。在一些實施方式中，p型摻雜物是硼。在一些實施方式中，n型摻雜物包含一V族元素。在一些實施方式中，n型摻雜物是磷。

**【0126】** 在本揭露中，若未特別說明，吸收區是配置以吸收具有一峰值波長在一等於或大於800 nm（例如，850 nm、940 nm、1050 nm、1064 nm、1310

nm、1350 nm、或 1550 nm、或任何合適之波長範圍) 的不可見波長範圍中之光子。在一些實施方式中，吸收區接收一光學信號，並將光學信號轉換為電性信號。吸收區可為任何合適之形狀，例如但不限於，圓柱狀、矩形棱柱。

**【0127】** 在本揭露中，若未特別說明，吸收區具有取決於欲偵測之光子之波長及吸收區之材料之一厚度。在一些實施方式中，當吸收區包含鍍並設計為吸收具有一波長等於或大於800 nm之光子，吸收區具有一厚度等於或大於0.1  $\mu\text{m}$ 。在一些實施方式中，吸收區包含鍍並設計為吸收具有一波長在800 nm與2000 nm間之光子，吸收區具有在0.1  $\mu\text{m}$ 與2.5  $\mu\text{m}$ 間之一厚度。在一些實施方式中，吸收區具有在1  $\mu\text{m}$ 與2.5  $\mu\text{m}$ 間之一厚度以取得較高之量子效率。在一些實施方式中，吸收區可利用一覆蓋式磊晶 (blanket epitaxy)、一選擇性磊晶 (selective epitaxy) 或其他適用之技術來成長。

**【0128】** 在本揭露中，若未特別說明，光遮罩具有用以定義吸收區中之光訊號接收區之位置的光學視窗。換言之，光學視窗是用以准許入射之光學信號進入吸收區，並定義光訊號接收區。在一些實施方式中，當一入射光從基底之遠離吸收區之一第二表面進入吸收區，光遮罩是在基底之一第二表面之上。在一些實施方式中，由光學視窗之俯視圖，光學視窗之形狀可為橢圓形、圓形、矩形、正方形、菱形、八角形或其他任何合適之形狀。

**【0129】** 在本揭露中，若未特別說明，在一相同之圖元中，複數開關之一者之載子採集區所收集之光載子之類型，是與複數開關之另一者之載子採集區所收集之光載子之類型相同。例如，若光偵測裝置是配置以收集電子，當第一開關被開啟且第二開關被關閉，第一開關中之載子採集區收集吸收區所產生之光載子之電子，而當第二開關被開啟且第一開關被關閉，第二開關中之載子採集區亦收集吸收區所產生之光載子之電子。

**【0130】** 在本揭露中，若未特別說明，「電極」用語是包含金屬或合金。

例如，第一電極、第二電極、讀出電極及控制電極包含鋁、銅、鎢、鈦、鉭-氮化鉭-銅堆疊、或鈦-氮化鈦-鎢堆疊。

【0131】 在一些實施方式中，若未特別說明，本揭露所示之剖視圖可為沿一光偵測裝置之任何可能剖面線之一剖視圖。

【0132】 使用於此且未另外定義，「實質上」及「大約」等用語是用於描述及敘述小變化。當結合於一事件或情況，該用語可包含事件或情況發生精確的當下、以及事件或情況發生至一接近的近似點。例如，當結合於一數值，該用語可包含一變化範圍小於或等於該數值之 $\pm 10\%$ ，如小於或等於 $\pm 5\%$ 、小於或等於 $\pm 4\%$ 、小於或等於 $\pm 3\%$ 、小於或等於 $\pm 2\%$ 、小於或等於 $\pm 1\%$ 、小於或等於 $\pm 0.5\%$ 、小於或等於 $\pm 0.1\%$ 、或小於或等於 $\pm 0.05\%$ 。

【0133】 雖然以上是針對優選實施例來舉例說明本申請，但應理解這些優選實施例並不對本申請構成限制。相反的，本申請應涵蓋各種修改及類似安排和流程，且因此所附權利要求的範圍應符合最廣義的解釋，而能包含所有修改及類似安排和流程。

### 【符號說明】

#### 【0134】

10：吸收區

100a：光偵測裝置

100c：光偵測裝置

100d：光偵測裝置

102a：第一組開關/開關

102b：第二組開關/開關

102c：第三組開關/開關

102d：第四組開關/開關

104a：載子輸出區

104b：載子輸出區

105a：增益組件

105b：增益組件

108：第一接觸區	101：層體
102：層體	103：層體
11：第一表面	110：控制單元
112：讀出電路	112a：第一讀出電路
112b：第二讀出電路	12：第二表面
13：側邊表面	20：基底
200a：光偵測裝置	200d：光偵測裝置
200e：光偵測裝置	200g：光偵測裝置
200h：光偵測裝置	200i：光偵測裝置
201：載子導引區	201a：載子導引區
201b：載子導引區	201c：載子導引區
201d：載子導引區	202a：第二接觸區
202b：第二接觸區	203a：第三接觸區
203b：第三接觸區	21：第一表面
22：第二表面	300a：光偵測裝置
302a：載子採集區	302b：載子採集區
303：載子控制區	304a：載子控制區
304b：載子控制區	305a：載子採集區
305b：載子採集區	306a：載子控制區
330a：讀出電極	330b：讀出電極
330c：讀出電極	330d：讀出電極
370a：讀出電極	370b：讀出電極
370c：讀出電極	370d：讀出電極
350a：反摻雜區	350b：反摻雜區

380a：反摻雜區	380b：反摻雜區
340：控制電極	340a：控制電極
340b：控制電極	340c：控制電極
340d：控制電極	360a：控制電極
360b：控制電極	360c：控制電極
360d：控制電極	342：介電層
400a：光偵測裝置	400c：光偵測裝置
400e：光偵測裝置	500a：結構
500b：結構	500c：結構
60：第一電極	700：影像系統
702：目標物件	703：發射光
705：反射光	710：傳感模組
712：控制器	714：發射器單元
716：接收器單元	720：軟體模組
730：3D模型	750：設備
752：影像感測器陣列	754：讀出電路
756：類比-數位轉換器(ADC)	758：信號處理器
760：記憶體	762：電壓調節器
764：溫度感測器	766：積體電路(IC)控制器
768：可編程延遲線	770：鎖相迴路電路
772：時序產生器	774：輸出介面
776：MIPI介面	780：照明驅動器
A：峰值摻雜濃度	B：峰值摻雜濃度
C：峰值摻雜濃度	AR：光訊號接收區

C1：控制區

C1b：控制區

C1d：控制區

C2a：控制區

C2c：控制區

Ma：倍增區

R1a：讀出區

R1c：讀出區

R2a：第二讀出區

R2c：第二讀出區

S1a：第一開關

S1c：第一開關

S2a：第二開關

S2c：第二開關

C1a：控制區

C1c：控制區

C2：控制區

C2b：控制區

C2d：控制區

Mb：倍增區

R1b：讀出區

R1d：讀出區

R2b：第二讀出區

R2d：第二讀出區

S1b：第一開關

S1d：第一開關

S2b：第二開關

S2d：第二開關

## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種光偵測裝置，其包含：

一基底，包括一第一材料；

一吸收區，包括一第二材料，其中所述吸收區是受所述基底所支撐，且其中所述吸收區是配置成接收一光學信號並回應所述光學信號而生成光載子；以及

多組開關，其包括一第一組及一第二組，

其中，所述吸收區是設置在所述第一組與所述第二組之間，

其中，所述每組開關個別包括一控制區及一讀出區，

其中，所述多組開關的所述控制區是配置成接收一控制信號，且

其中，所述多組開關的所述讀出區是配置成提供一或多個代表第一集合資訊的電性信號，用於取得與所述光學信號相關的飛時資訊。

【請求項2】 如請求項1所述之光偵測裝置，還包括一或多個至少部分形成在所述基底內且與所述吸收區接觸的載子導引區，其中，所述一或多個載子導引區各電性耦接於所述多組開關中相應的組開關。

【請求項3】 如請求項2所述之光偵測裝置，其中，所述一或多個載子導引區各為n型摻雜。

【請求項4】 如請求項2所述之光偵測裝置，其中，所述吸收區還包括複數個載子輸出區，個別接觸所述一或多個載子導引區中相應的載子導引區。

【請求項5】 如請求項2所述之光偵測裝置，其中：

所述吸收區屬於一第一傳導類型，

所述一或多個載子導引區屬於一不同於所述第一傳導類型的第二傳導類型，

所述基底屬於所述第一傳導類型，

所述控制區分別包括一屬於所述第一傳導類型的載子控制區，

所述讀出區分別包括一屬於所述第二傳導類型的載子採集區，且所述一或多個載子導引區是與所述各載子控制區及所述各載子採集區分離。

**【請求項6】** 如請求項5所述之光偵測裝置，其中，所述基底還包括一反摻雜區，其至少部分重疊於其中一個所述載子控制區，且其中，所述反摻雜區屬於所述第二傳導類型。

**【請求項7】** 如請求項1所述之光偵測裝置，其中，所述吸收區是以一漸變摻雜分佈摻雜。

**【請求項8】** 如請求項7所述之光偵測裝置，其中，所述吸收區包括一第一表面及一第二表面，其中，該第二表面位於所述吸收區的第一表面與所述基底的一表面之間，且

其中，所述吸收區的所述漸變摻雜分佈是沿著從所述吸收區的第二表面到所述吸收區的第一表面的方向逐漸降低。

**【請求項9】** 一種光偵測裝置，其包含：

一基底，包括一第一表面及一與所述第一表面相反的第二表面；

一吸收區，受所述基底所支撐，且配置成接收一光學信號並回應所述光學信號而生成光載子；以及

N組開關，電性耦接至所述吸收區，其中所述N組開關中的每一組個別包括一第一開關及一第二開關，其中所述第一開關及所述第二開關個別包括在所述第一表面上的一控制電極及一讀出電極，且其中 $N \geq 2$ ；

其中，所述吸收區是設置在所述N組開關中的兩組之間；

其中，所述N組開關中的所述第一開關是配置成受一第一控制信號所控

制，以共同操作成一第一單一開關；且

其中，所述N組開關中的所述第二開關是配置成受一不同於所述第一控制信號的第二控制信號所控制，以共同操作成一第二單一開關。

**【請求項10】** 如請求項9所述之光偵測裝置，還包括一或N個至少部分形成於所述基底中且接觸所述吸收區的載子導引區，且

其中，所述一或N個載子導引區各電性耦接於所述N組開關中相應的組開關。

**【請求項11】** 如請求項10所述之光偵測裝置，其中，所述吸收區屬於一第一傳導類型，且所述一或N個載子導引區各屬於一不同於所述第一傳導類型的第二傳導類型。

**【請求項12】** 如請求項11所述之光偵測裝置，其中，所述吸收區是以一漸變摻雜分佈摻雜。

**【請求項13】** 如請求項12所述之光偵測裝置，其中，所述吸收區包括一第一表面及一第二表面，其中，該第二表面位於所述吸收區的第一表面與所述基底的第二表面之間，且

其中，所述吸收區的所述漸變摻雜分佈是沿著從所述吸收區的第二表面到所述吸收區的第一表面的方向逐漸降低。

**【請求項14】** 如請求項13所述之光偵測裝置，其中，所述吸收區還包括複數個載子輸出區，所述複數個載子輸出區與所述一或N個載子導引區的相應的載子導引區接觸。

**【請求項15】** 如請求項10所述之光偵測裝置，其中，所述一或N個載子導引區各為n型摻雜。

【請求項16】 如請求項10所述之光偵測裝置，其中，  
所述吸收區屬於一第一傳導類型，  
所述一或N個載子導引區屬於一不同於所述第一傳導類型的第二傳導類型，且  
所述基底屬於所述第一傳導類型。

【請求項17】 如請求項15所述之光偵測裝置，其中，所述第一開關及所述第二開關個別包括一屬於所述第一傳導類型的載子控制區及一屬於所述第二傳導類型的載子採集區，且

其中，所述載子控制區是個別在所述相應的控制電極下方，所述載子採集區是個別在所述相應的讀出電極下方，且所述一或N個載子導引區是與所述各載子控制區及所述各載子採集區分離。

【請求項18】 如請求項15所述之光偵測裝置，其中，所述基底還包括複數個反摻雜區，所述各反摻雜區至少部分與一相應的載子控制區重疊，其中所述複數反摻雜區是屬於所述第二傳導類型。

【請求項19】 如請求項9所述之光偵測裝置，其中，所述基底包括一不同於所述吸收區材料的材料。

【請求項20】 如請求項9所述之光偵測裝置，其中，所述吸收區包括M個側邊，且所述N組開關各分別設置在所述吸收區的所述M個側邊中相應的一邊，其中 $M \geq N$ 。

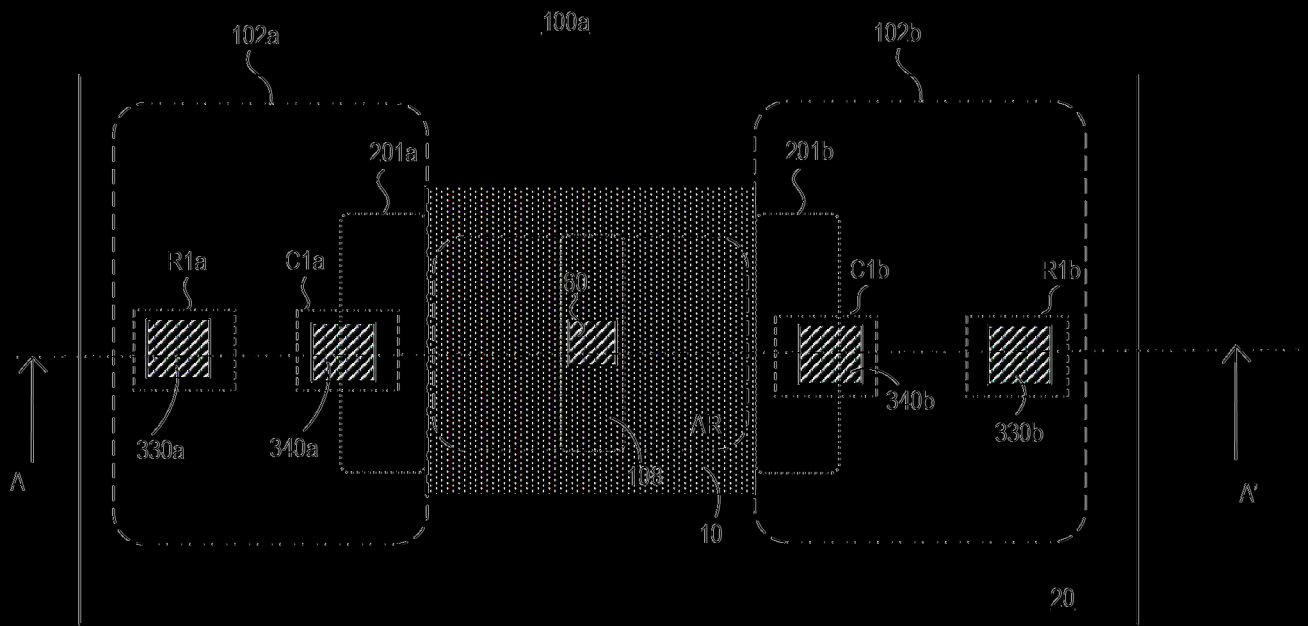


圖 1A

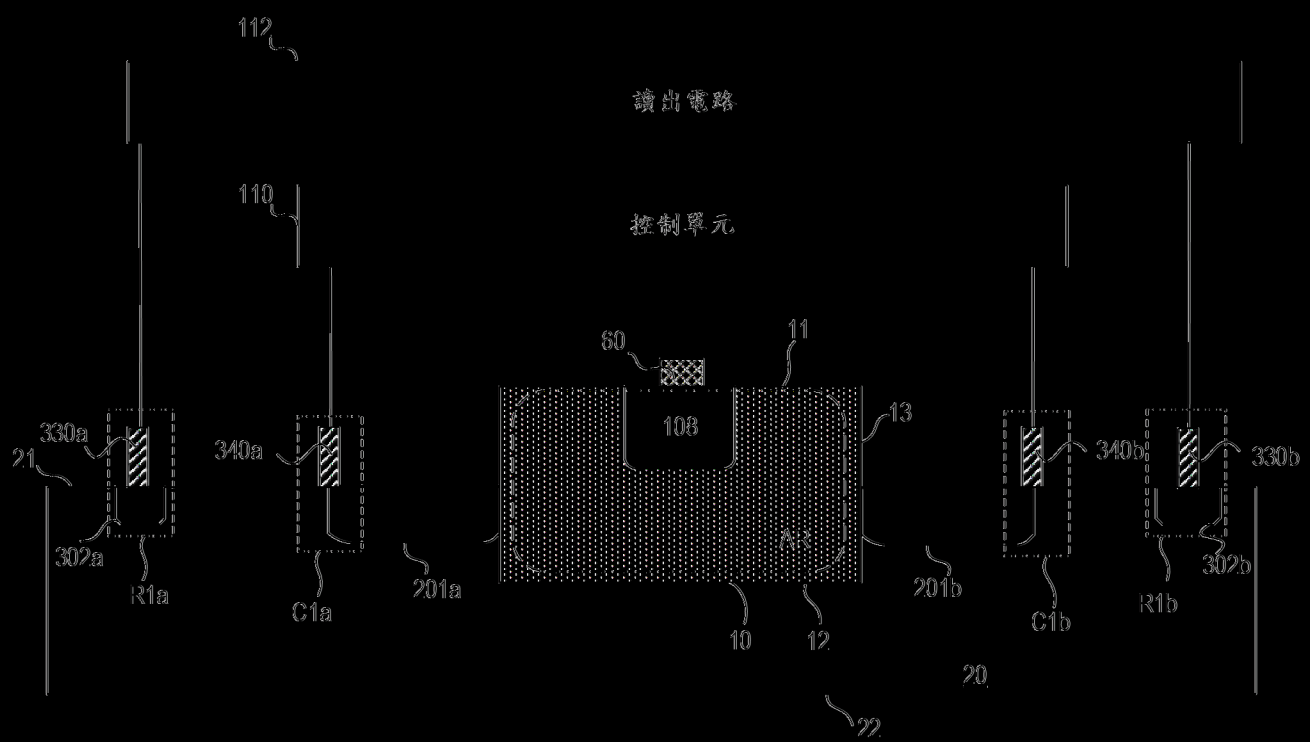


圖 1B

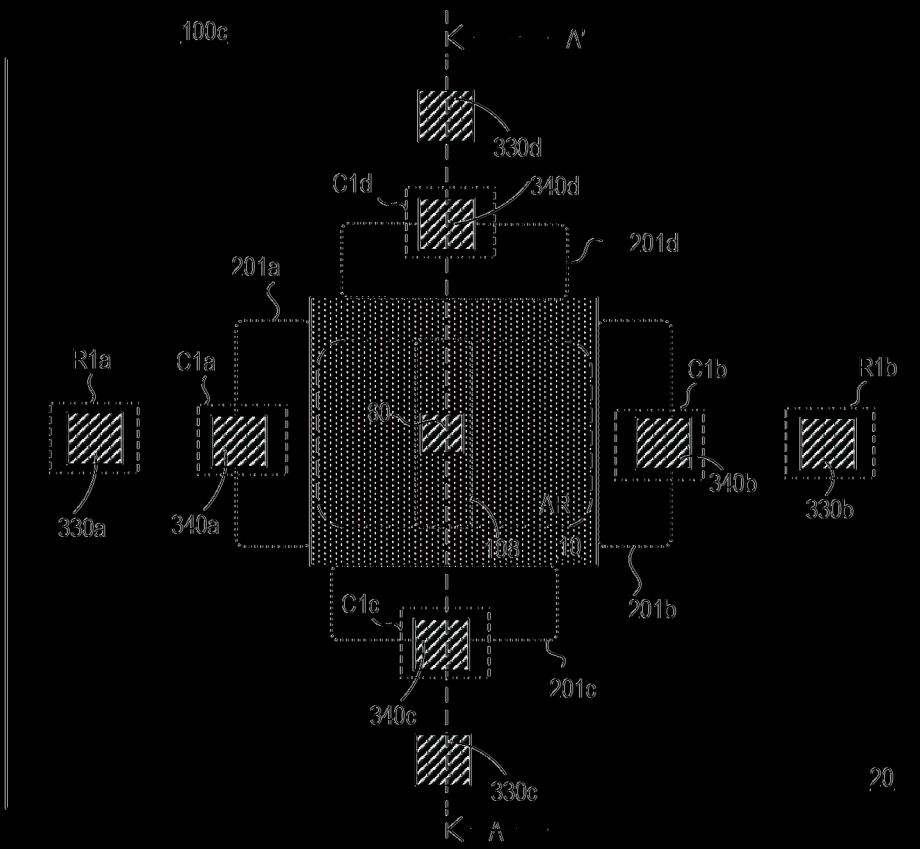


圖 1C

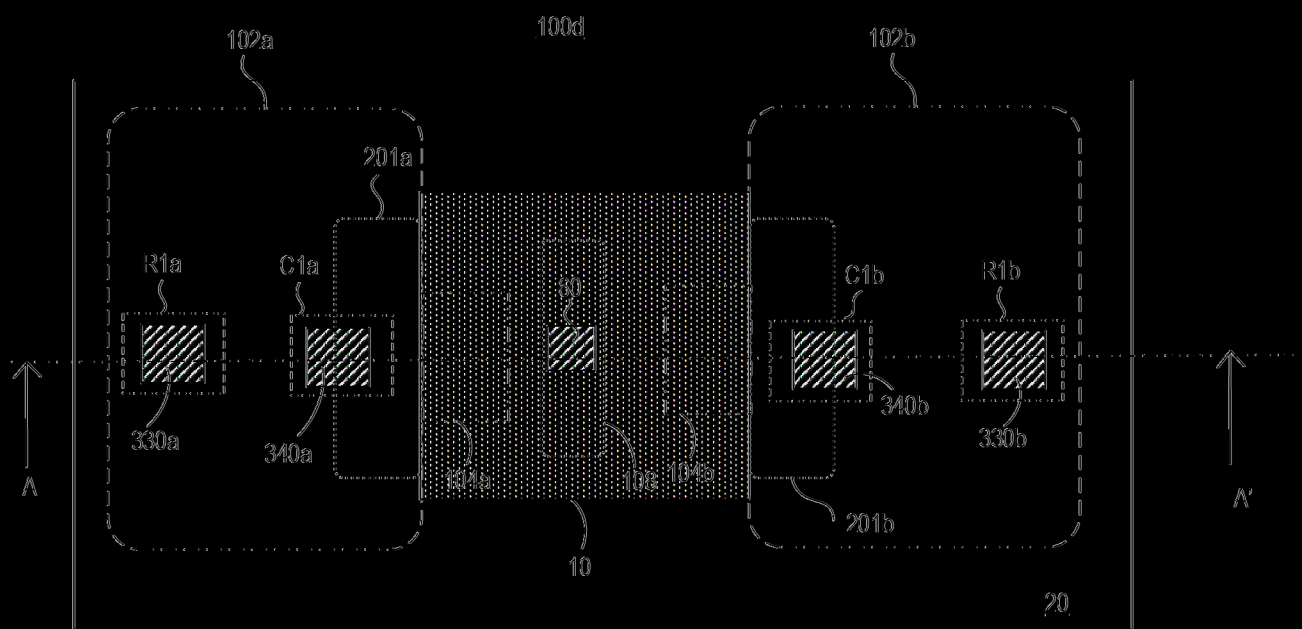


圖 1D







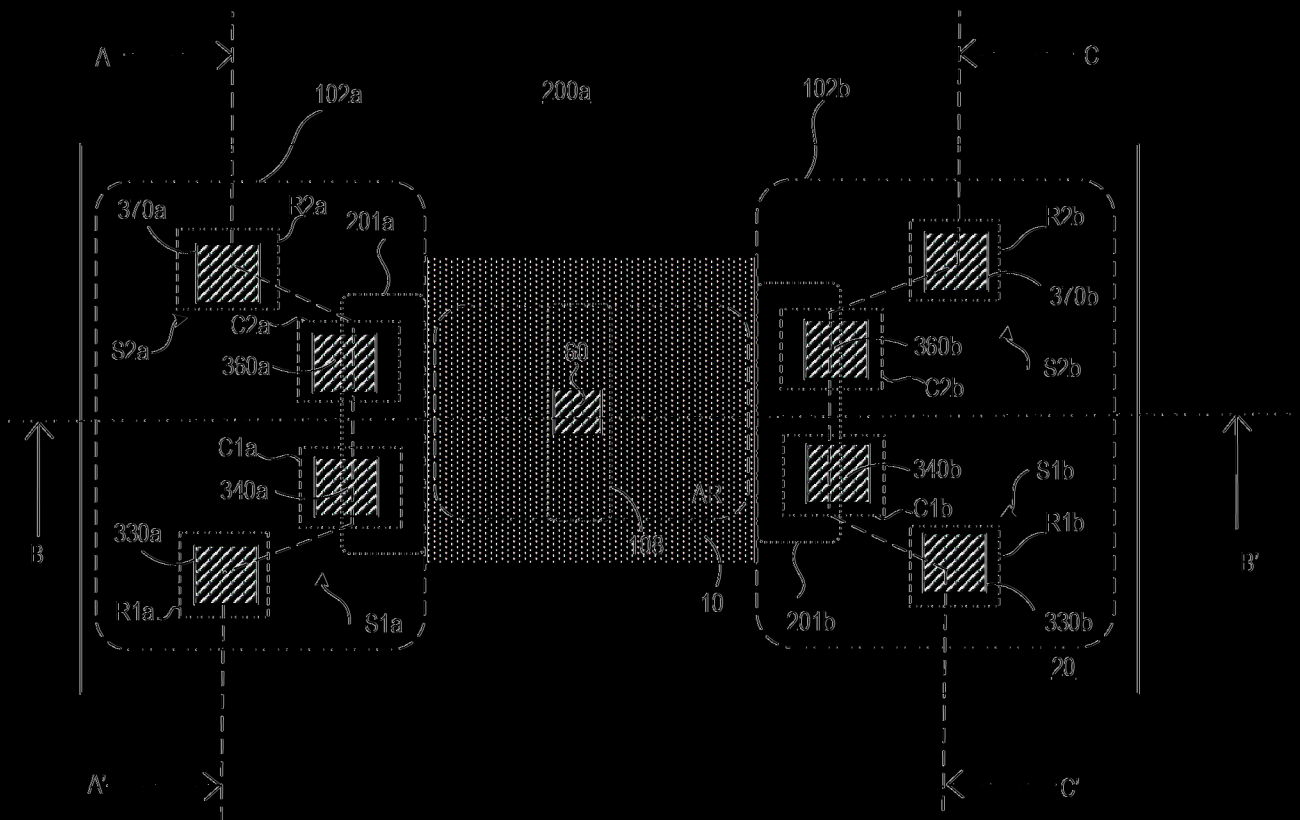


圖 2A

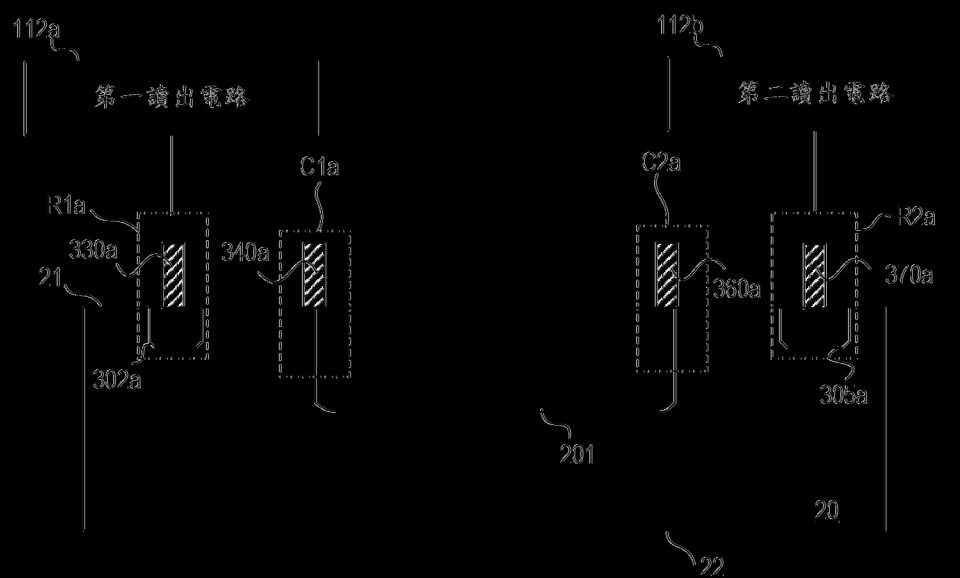


圖 2B

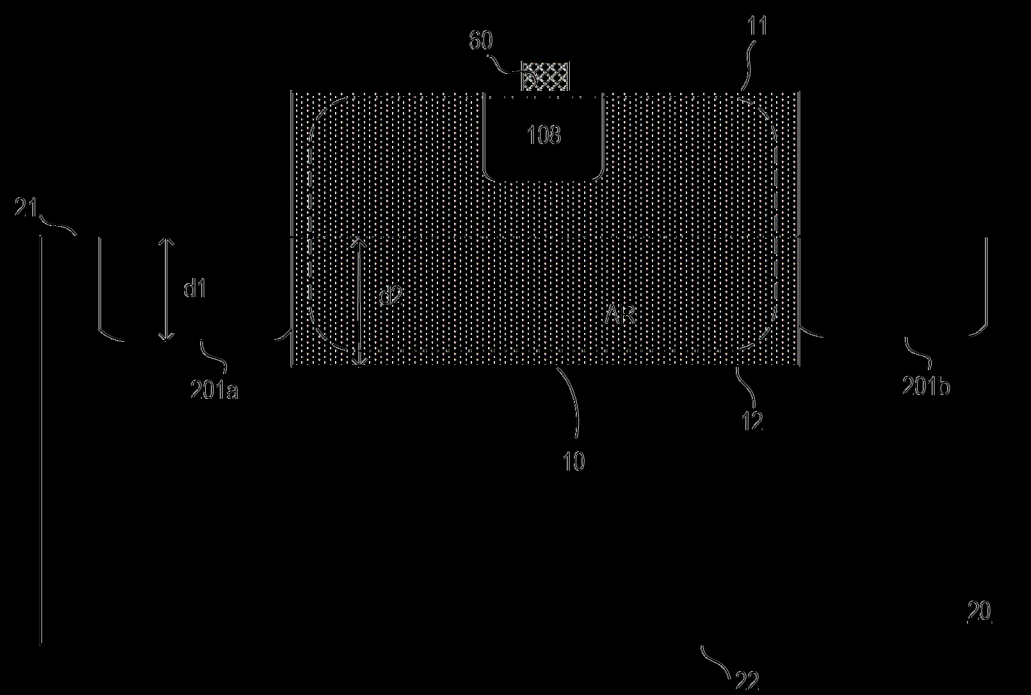


圖 2C

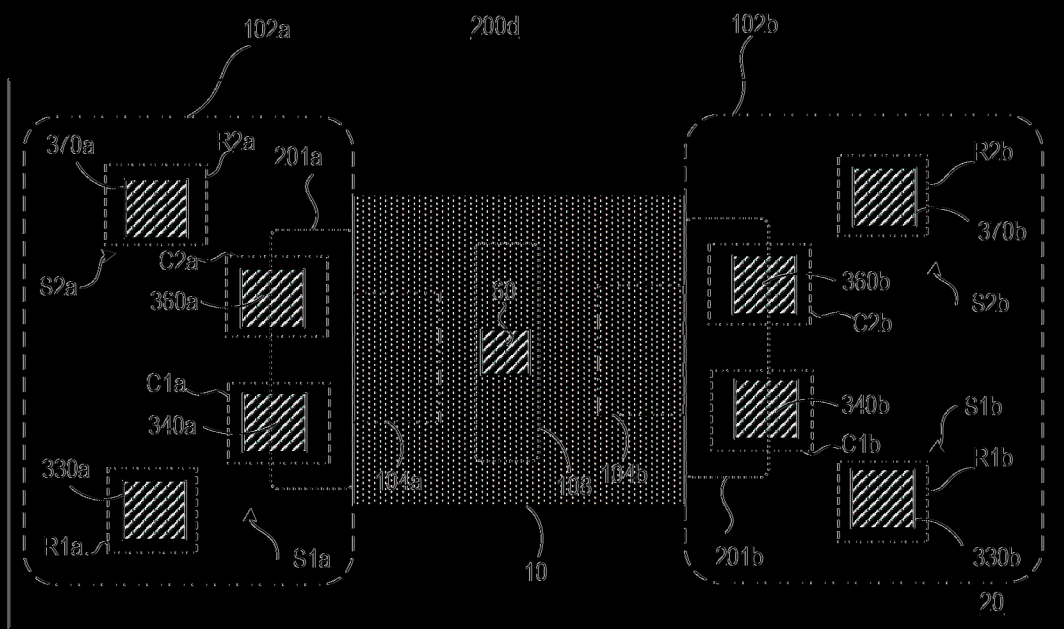


圖 2D

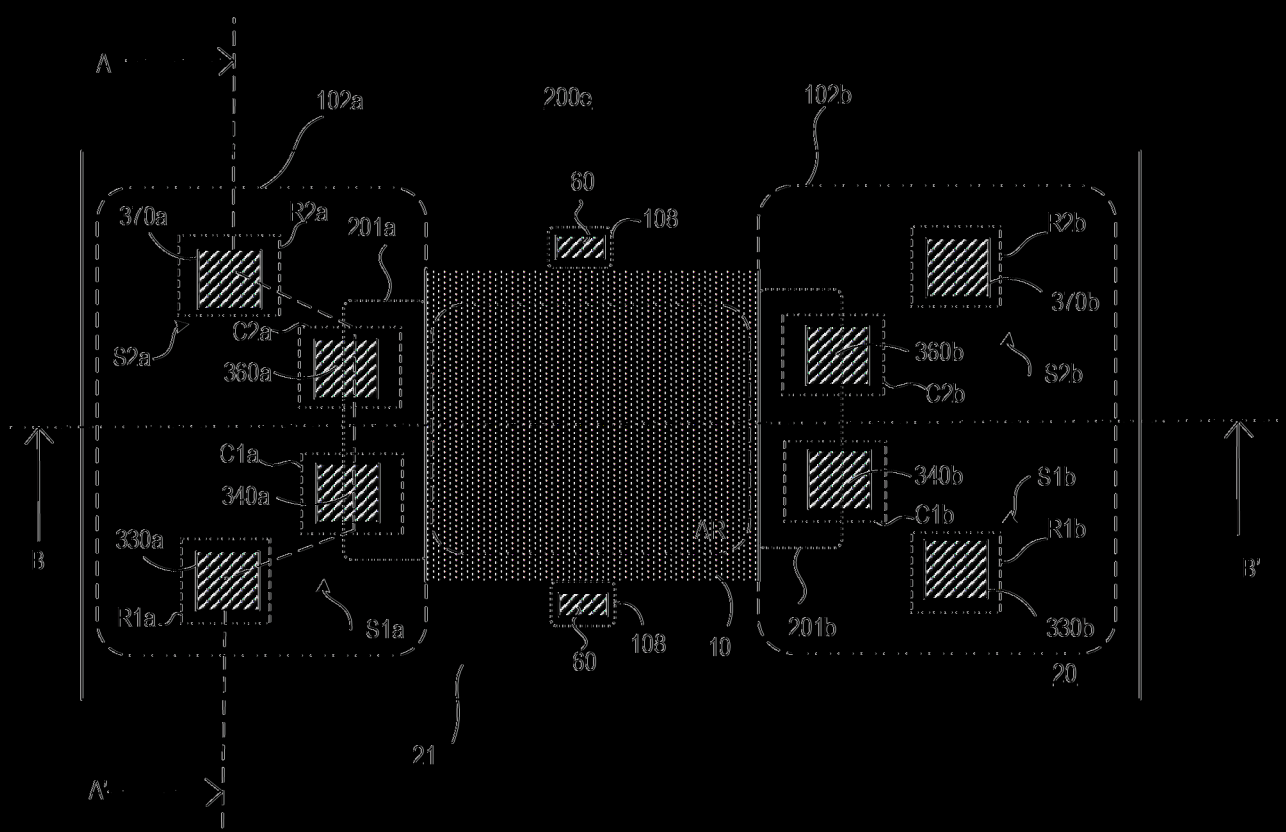


圖 2E

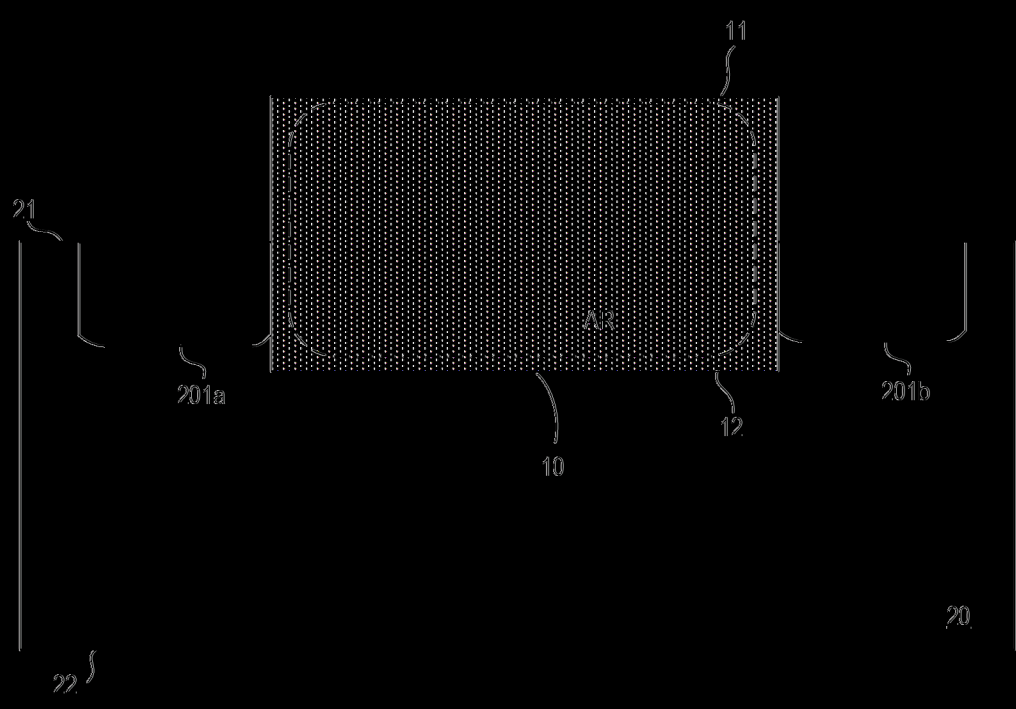


圖 2F

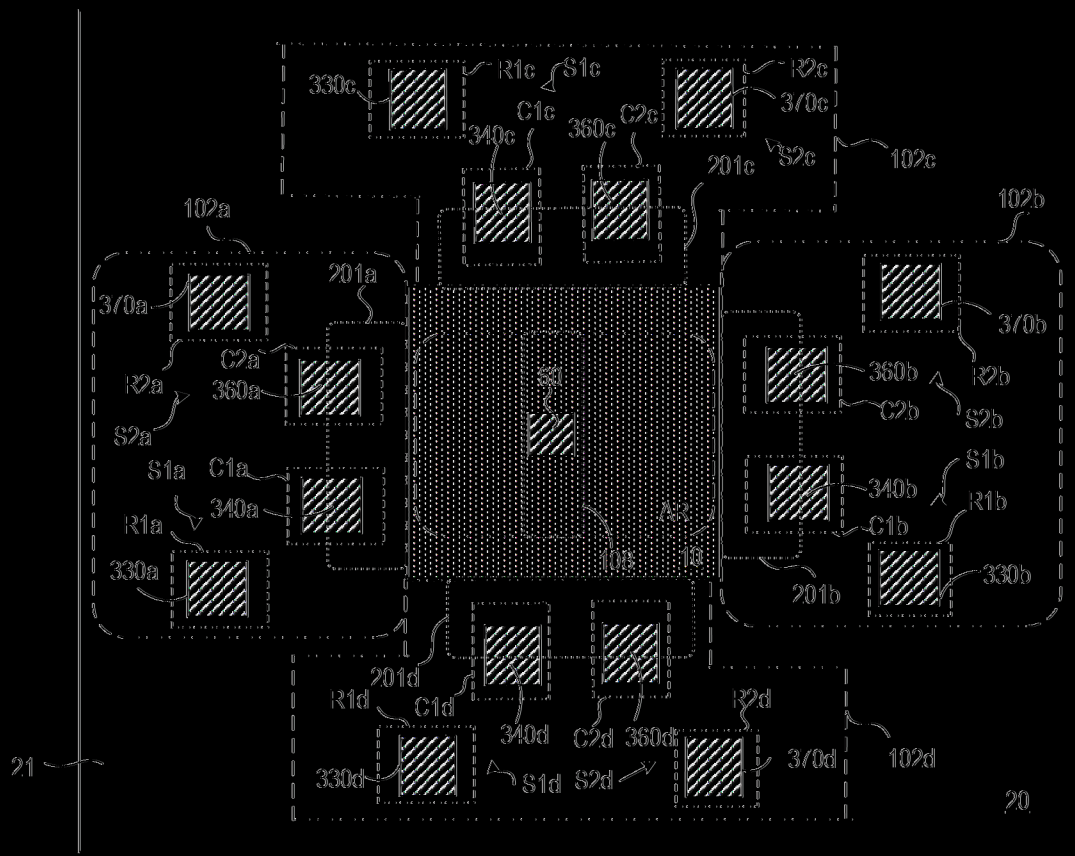


圖 2C

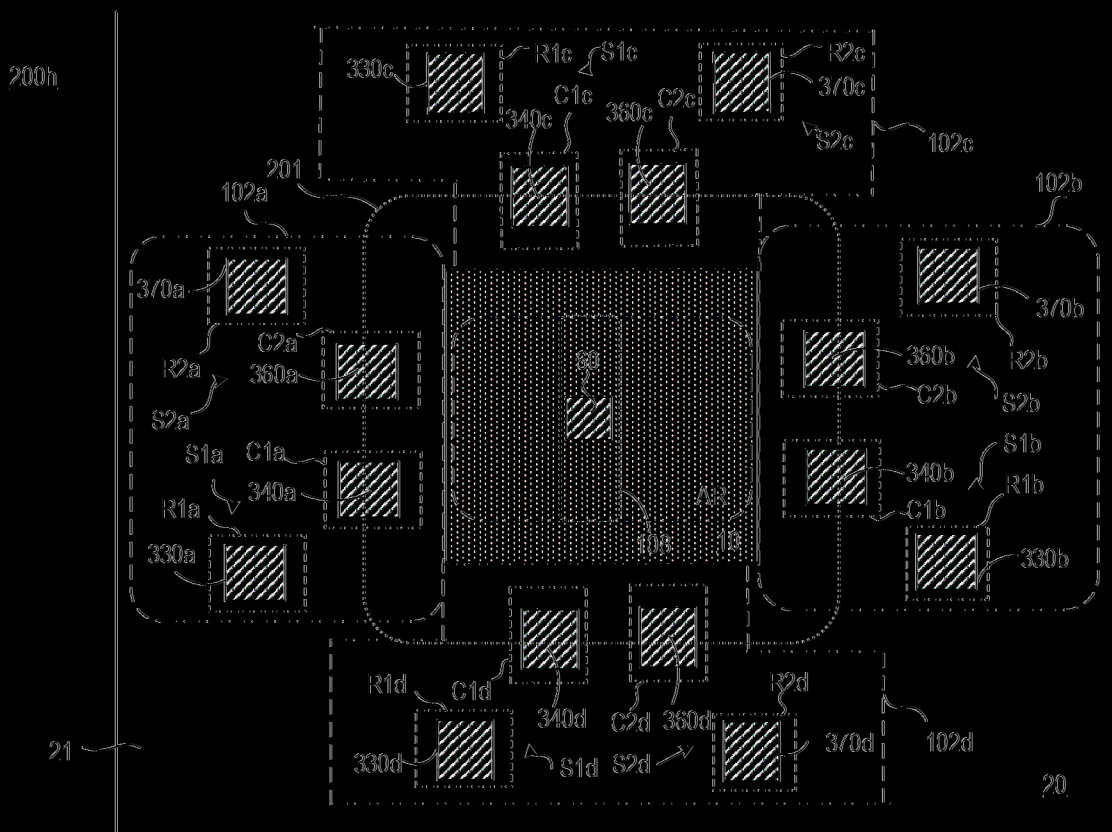


圖 211

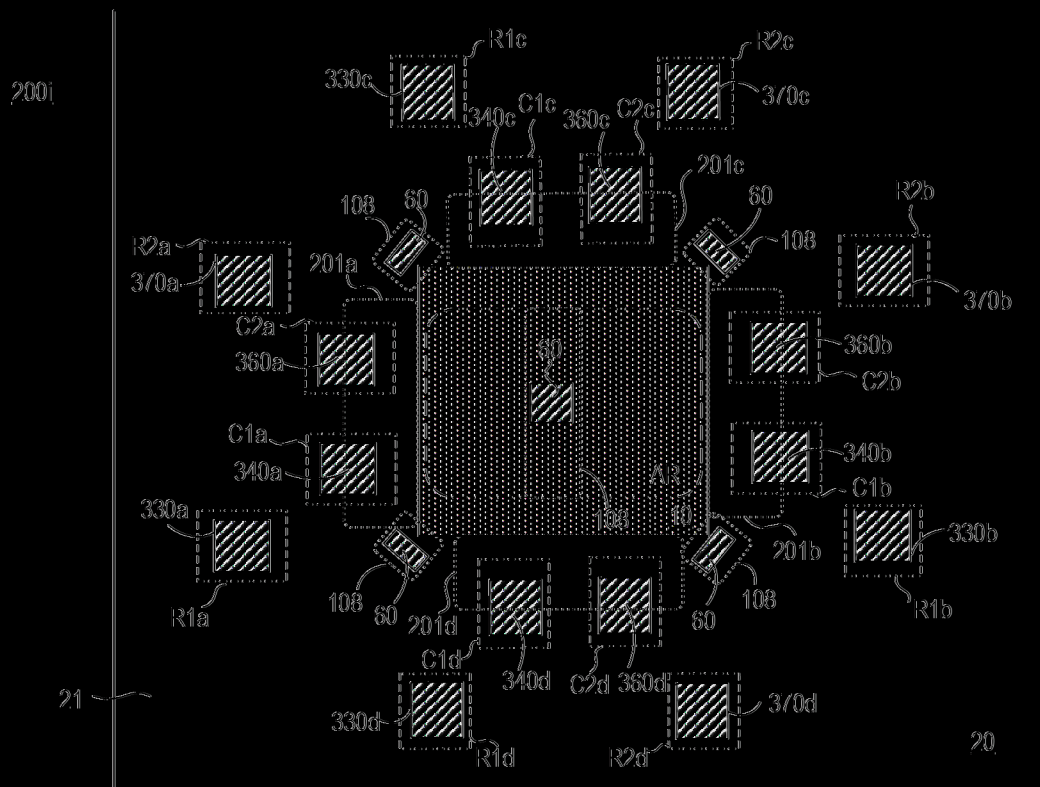


圖 21

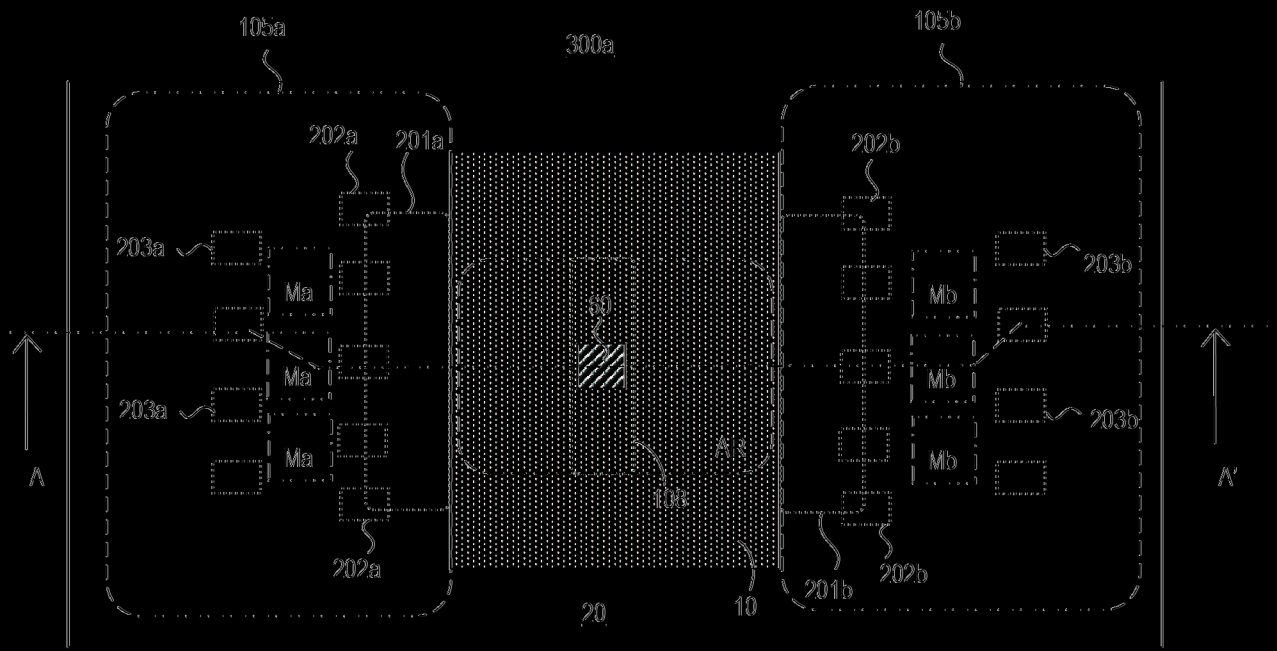


圖 3A

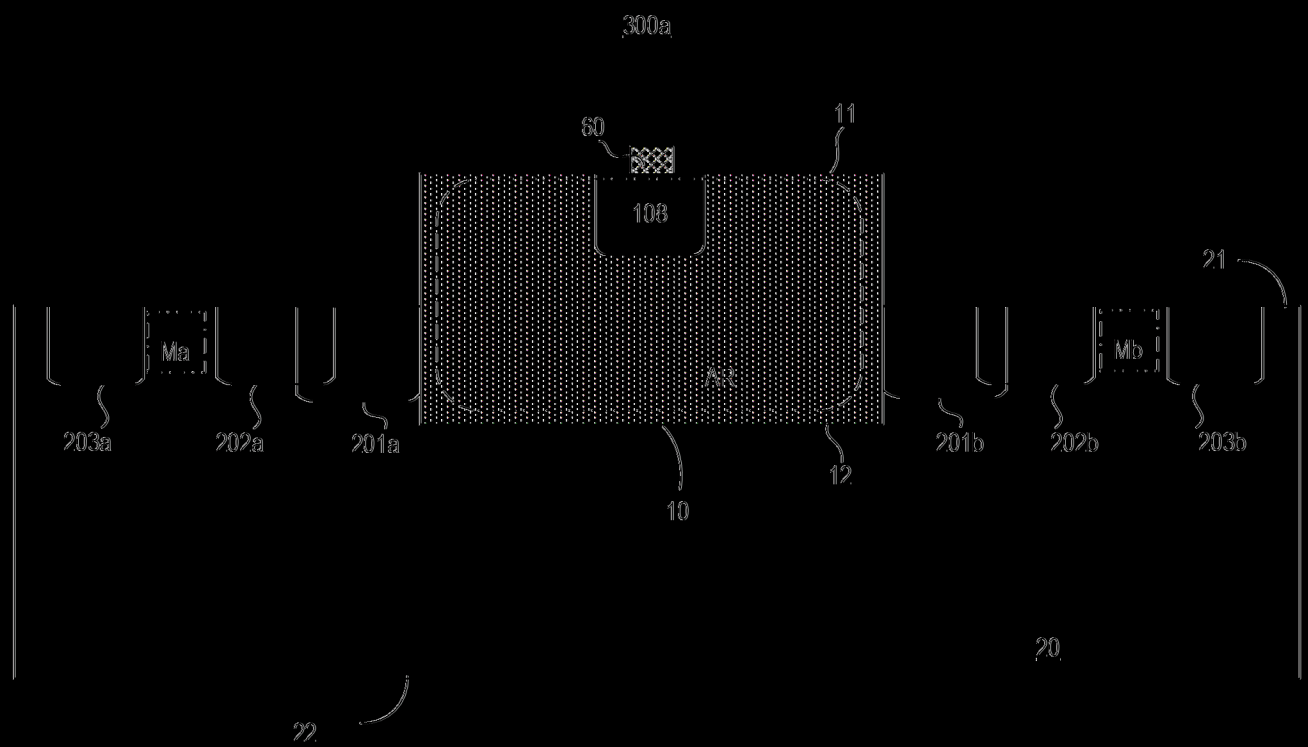


圖 3B

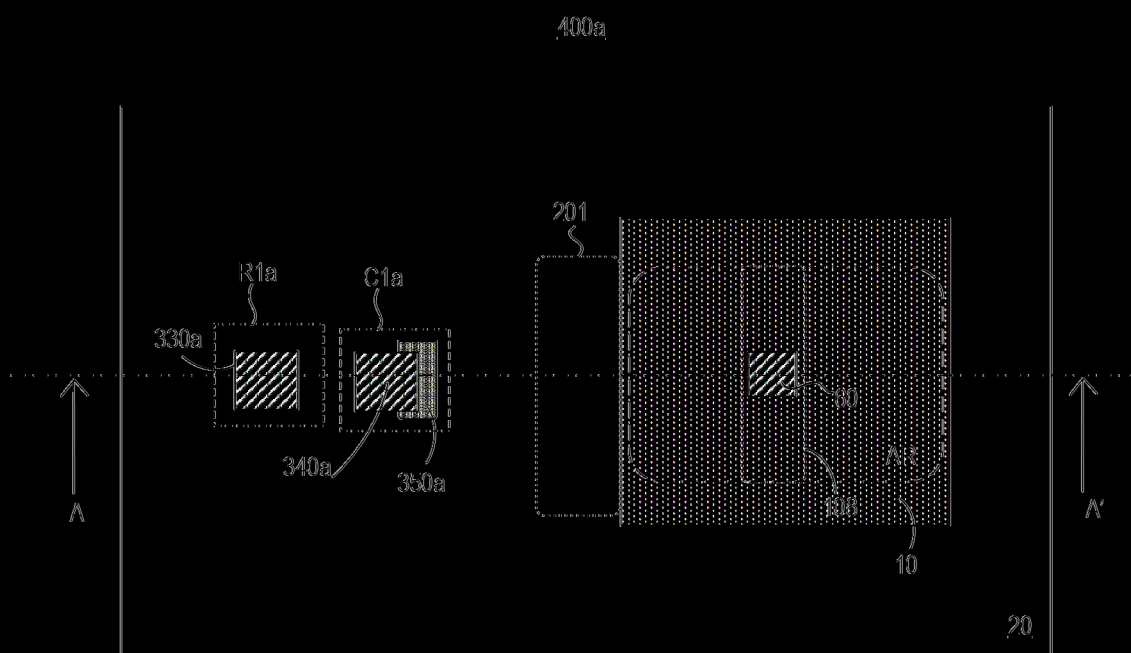


圖 4A

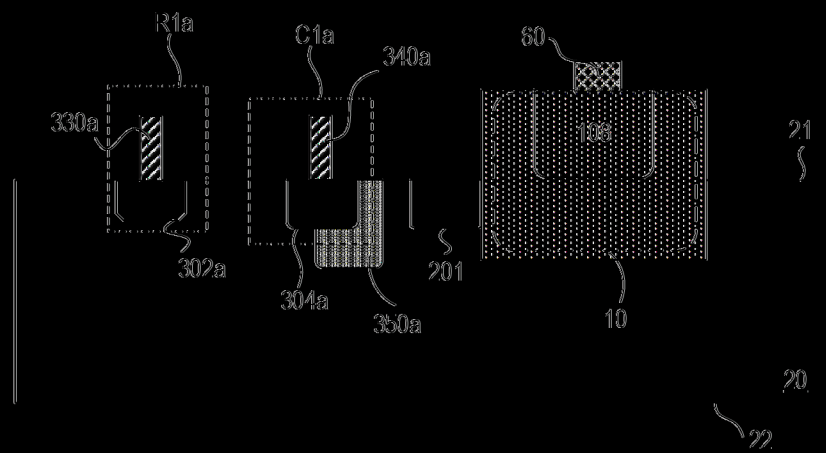


圖 4B

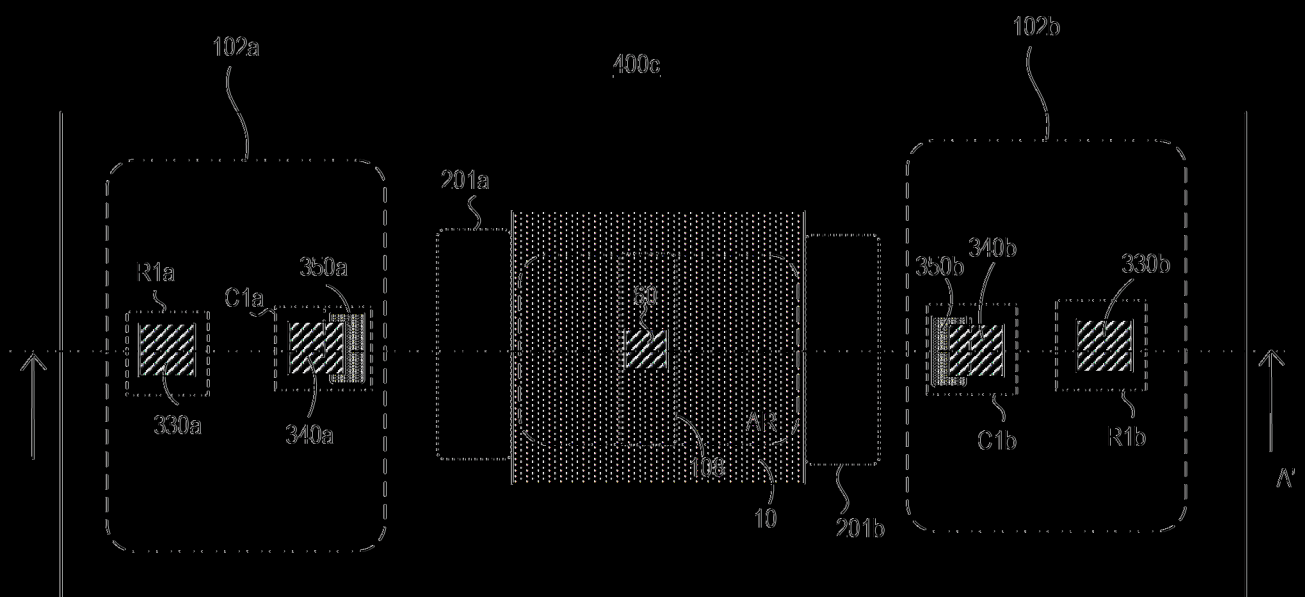


圖 4C

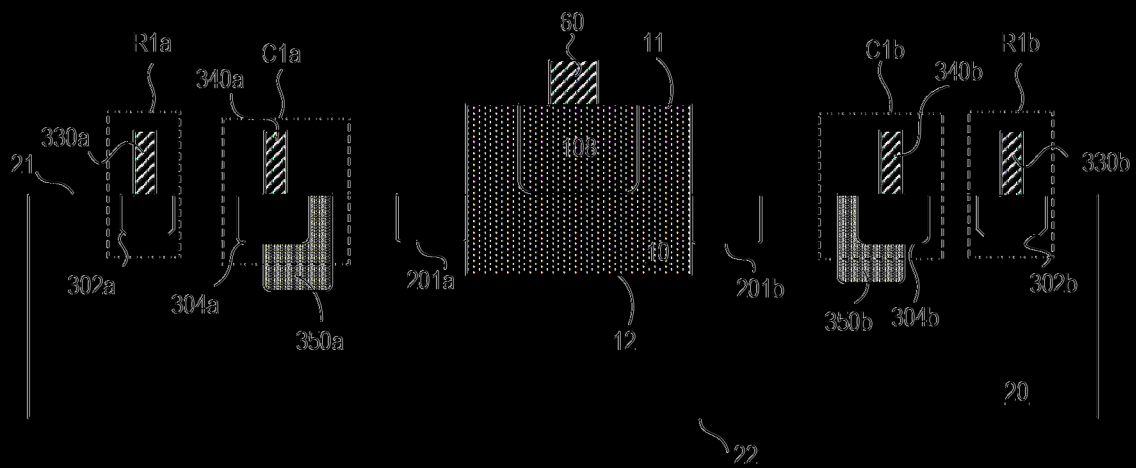


圖 4D

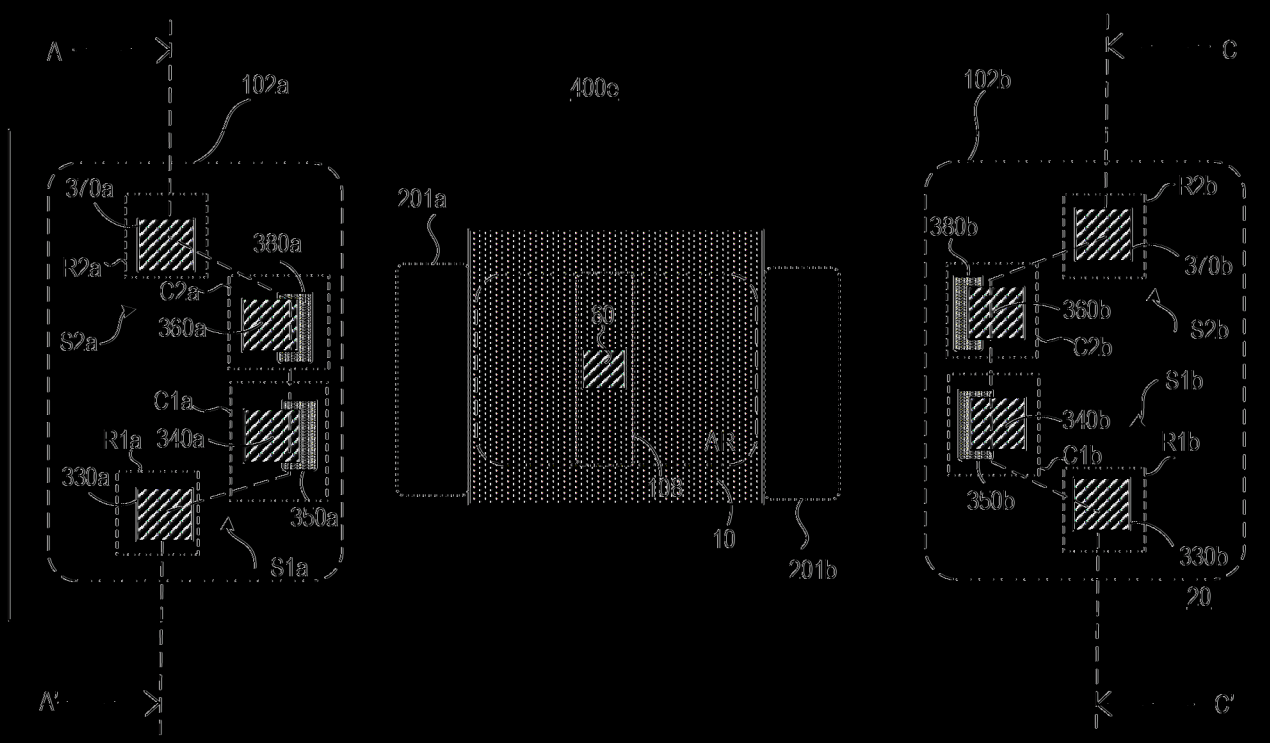


圖 4E

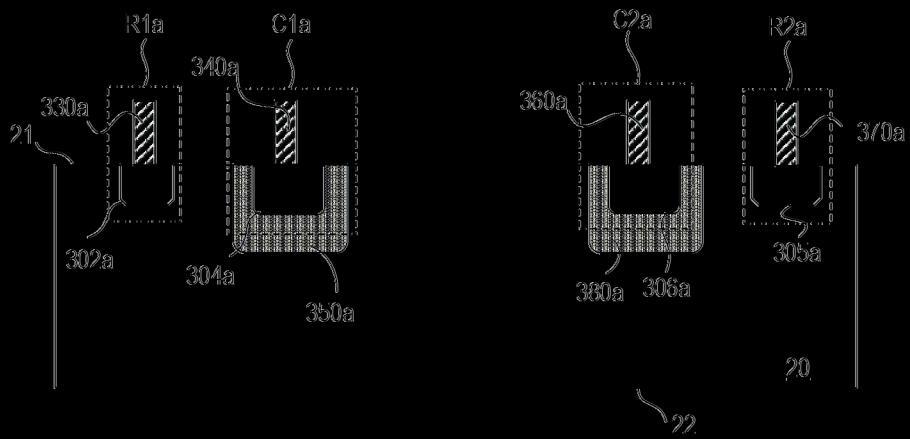


圖 4F



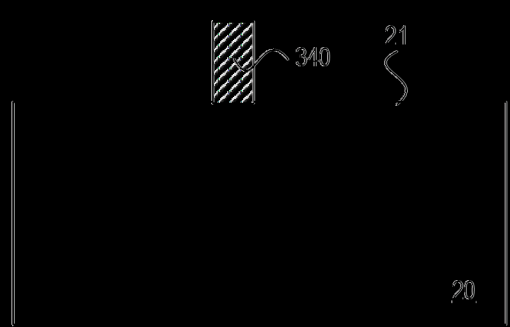


圖 6A

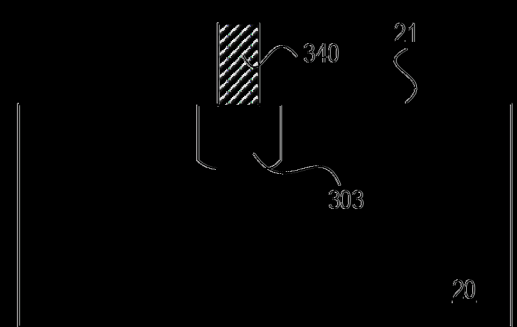


圖 6B

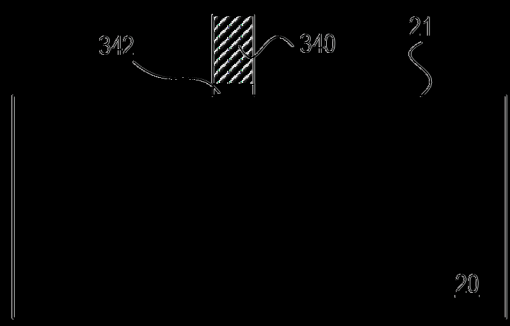


圖 6C

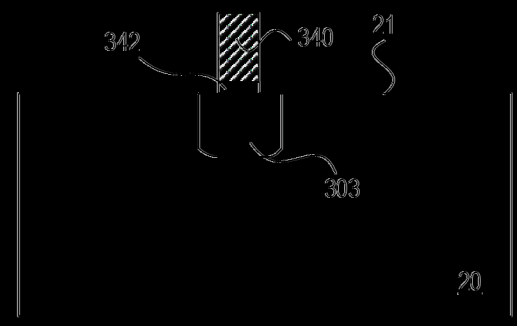


圖 6D



