



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I815208 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 09 月 11 日

(21)申請案號：110141473

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 11 月 08 日

(51)Int. Cl. : G01T1/166 (2006.01)

G01T1/24 (2006.01)

(30)優先權：2020/11/25 世界智慧財產權組織 PCT/CN2020/131471

(71)申請人：大陸商深圳幀觀德芯科技有限公司 (中國大陸) SHENZHEN XPECTVISION TECHNOLOGY CO., LTD. (CN)

中國大陸

(72)發明人：劉雨潤 LIU, YURUN (CN)；曹培炎 CAO, PEIYAN (CN)

(74)代理人：葉璟宗；卓俊傑

(56)參考文獻：

TW 201824855A

US 2004/0012689A1

WO 2012/029974A1

WO 2008/003351A1A1

審查人員：林永昌

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：7 共 37 頁

(54)名稱

成像方法

(57)摘要

本文公開了一種方法，所述方法包括：沿第一方向在相對於場景的多個位置之間移動圖像感測器，並分別在多個位置處捕獲場景的局部圖像；從局部圖像形成場景的圖像；其中圖像感測器具有有效區域和死區；其中死區沿第二方向延伸；其中第二方向與第一方向成一角度；其中當圖像感測器位於多個位置處時，場景中的每個點落在死區上不超過一次。

Disclosed herein is a method comprising: moving an image sensor along a first direction among a plurality of positions relative to a scene and capturing partial images of the scene respectively at the plurality of positions; forming an image of the scene from the partial images; wherein the image sensor has an active area and a dead zone; wherein the dead zone extends along a second direction; wherein the second direction is at an angle with the first direction; wherein each point in the scene falls on the dead zone no more than once when the image sensor is at the plurality of positions.

指定代表圖：

符號簡單說明：

50:場景

100:輻射檢測器

109:輻射源

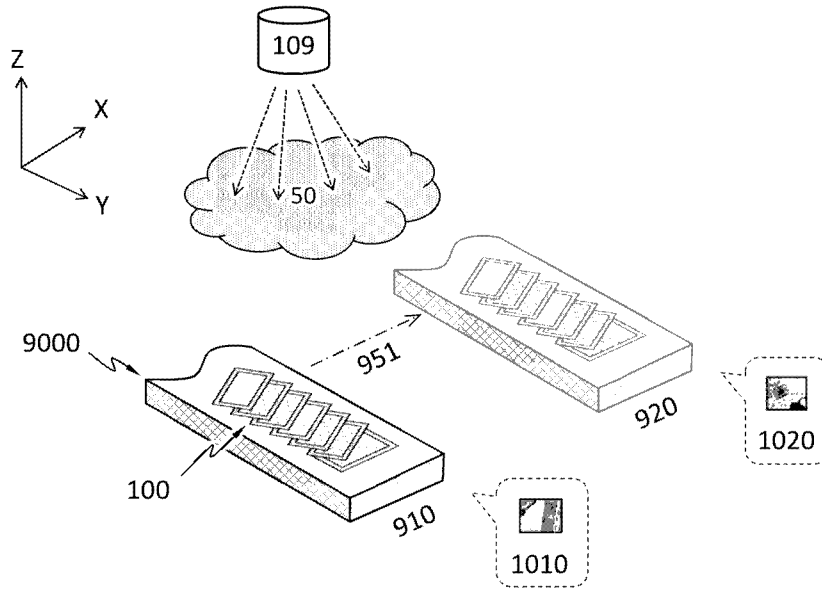
910:第一位置

920:第二位置

951:第一方向

1010、1020:局部圖像

9000:圖像感測器



【圖1】



I815208

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】 成像方法

【英文發明名稱】 IMAGING METHOD

【中文】 本文公開了一種方法，所述方法包括：沿第一方向在相對於場景的多個位置之間移動圖像感測器，並分別在多個位置處捕獲場景的局部圖像；從局部圖像形成場景的圖像；其中圖像感測器具有有效區域和死區；其中死區沿第二方向延伸；其中第二方向與第一方向成一角度；其中當圖像感測器位於多個位置處時，場景中的每個點落在死區上不超過一次。

【英文】 Disclosed herein is a method comprising: moving an image sensor along a first direction among a plurality of positions relative to a scene and capturing partial images of the scene respectively at the plurality of positions; forming an image of the scene from the partial images; wherein the image sensor has an active area and a dead zone; wherein the dead zone extends along a second direction; wherein the second direction is at an angle with the first direction; wherein each point in the scene falls on the dead zone no more than once when the image sensor is at the plurality of positions.

【指定代表圖】 圖1。

【代表圖之符號簡單說明】

50:場景

100:輻射檢測器

109:輻射源

910:第一位置

920:第二位置

951:第一方向

1010、1020:局部圖像

9000:圖像感測器

**【特徵化學式】**

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 成像方法

【英文發明名稱】 IMAGING METHOD

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種成像方法。

【先前技術】

【0002】 輻射檢測器可以用於測量輻射的通量、空間分佈、頻譜或其他性質的設備。

【0003】 輻射檢測器可用於許多應用。一個重要的應用是成像。輻射成像是一種射線照相技術，並可用於揭示非均勻組成的不透明的物件（如人體）的內部結構。

【0004】 用於成像的早期輻射檢測器包括照相底板和照相膠片。照相底板可以是具有光敏乳劑塗層的玻璃板。雖然照相底板被照相膠片取代了，但由於它們提供的優質品質及其極端穩定性，它們仍可用於特殊情形。照相膠片可以是具有光敏乳劑塗層的塑膠膜（例如，條或片）。

【0005】 在 20 世紀 80 年代，可光激勵的磷光體板（PSP 板）變得可用。PSP 板可以包含在其晶格中具有色心的磷光體材料。當 PSP 板暴露於輻射時，由輻射激發的電子被俘獲在色心中，直到它們被在板表面上掃描的雷射光束激勵。當該板被雷射掃描時，

被俘獲的激發電子發出光，該光被光電倍增管收集。收集的光被轉換成數位圖像。與照相底板和照相膠片相比，PSP板可以被重複使用。

**【0006】** 另一種輻射檢測器是輻射圖像增強器。輻射圖像增強器的元件通常被真空密封。與照相底板、照相膠片和PSP板相比，輻射圖像增強器可以產生即時圖像，即，不需要曝光後處理來產生圖像。輻射首先撞擊輸入磷光體（例如，碘化銫）並轉換成可見光。然後可見光撞擊光電陰極（例如，含有銫和銻化合物的薄金屬層）並引起電子發射。發射的電子數量與入射輻射的強度成比例。發射的電子通過電子光學器件投射到輸出磷光體上並使輸出磷光體產生可見光圖像。

**【0007】** 閃爍體在某種程度上與輻射圖像增強器類似地操作，因為閃爍體（例如，碘化鈉）吸收輻射並發射可見光，該可見光然後可以通過合適的用於可見光的圖像感測器檢測。在閃爍體中，可見光在所有方向上擴散和散射，從而降低空間解析度。減小閃爍體厚度有助於改善空間解析度，但也減少了輻射的吸收。因此，閃爍體必須在吸收效率和解析度之間達成折衷。

**【0008】** 半導體輻射檢測器主要通過將輻射直接轉換成電信號來克服這個問題。半導體輻射檢測器可以包括吸收關注波長的輻射的半導體層。當輻射粒子在半導體層中被吸收時，產生多個電荷載流子（例如，電子和電洞）並在電場下朝向半導體層上的電觸點掃射。當前可用的半導體輻射檢測器（例如，Medipix）中所需

的繁瑣的熱管理會使得具有大面積和大量圖元的檢測器難以生產或不可能生產。

### 【發明內容】

【0009】 本文公開了一種方法，所述方法包括：沿第一方向在相對於場景的多個位置之間移動圖像感測器，並分別在所述多個位置處捕獲所述場景的局部圖像；由所述局部圖像形成所述場景的圖像；其中，所述圖像感測器具有有效區域和死區；其中所述死區沿第二方向延伸；其中所述第二方向與所述第一方向成一角度；其中當圖像感測器位於所述多個位置處時，所述場景中的每個點落在所述死區上不超過一次。

【0010】 根據實施例，所述死區跨越所述有效區域延伸。

【0011】 根據實施例，所述死區將所述有效區域分成多個空間不連續部分。

【0012】 根據實施例，所述圖像感測器包括多個輻射檢測器。

【0013】 根據實施例，所述死區是輻射檢測器的保護環的一部分。

【0014】 根據實施例，所述多個輻射檢測器相互重疊。

【0015】 根據實施例，所述多個輻射檢測器中的至少一個具有平行於第一方向的邊緣。

【0016】 根據實施例，所述方法還包括在第一圖像和第二圖像中形成保護環的投影。

【0017】 根據實施例，所述圖像感測器包括多個圖元；其中所述

圖像感測器被配置為在一段時間內對入射在所述圖元上的輻射粒子的數量進行計數。

**【0018】** 根據實施例，所述輻射粒子是 X 射線光子。

**【0019】** 根據實施例，所述輻射檢測器中的至少一個包括：包括電觸點的輻射吸收層；第一電壓比較器，所述第一電壓比較器被配置為將所述電觸點的電壓與第一閾值進行比較；第二電壓比較器，所述第二電壓比較器被配置為將所述電壓與第二閾值進行比較；計數器，所述計數器被配置為記錄到達所述輻射吸收層的輻射光子或粒子的數量；控制器；其中所述控制器被配置為從所述第一電壓比較器確定所述電壓的絕對值等於或超過所述第一閾值的絕對值的時間開始時間延遲；其中所述控制器被配置為在所述時間延遲期間啟動所述第二電壓比較器；其中所述控制器被配置為當所述第二電壓比較器確定所述電壓的絕對值等於或超過所述第二閾值的絕對值時使所述計數器記錄的數量加 1。

**【0020】** 根據實施例，所述圖像感測器還包括電連接到所述電觸點的積分器，其中所述積分器被配置為從所述電觸點收集電荷載流子。

**【0021】** 根據實施例，所述控制器被配置為在所述時間延遲開始或期滿時啟動所述第二電壓比較器。

**【0022】** 根據實施例，所述控制器被配置為將所述電觸點連接到電接地。

**【0023】** 根據實施例，在所述時間延遲期滿時，所述電壓的變化

率基本上為零。

【0024】 根據實施例，所述輻射吸收層包括二極體。

【0025】 根據實施例，所述輻射吸收層包括單晶矽。

【0026】 根據實施例，所述圖像感測器不包括閃爍體。

### 【圖式簡單說明】

#### 【0027】

圖 1 示意性地示出了根據實施例的沿第一方向在相對於場景的多個位置之間移動圖像感測器，並分別在多個位置處捕獲場景的局部圖像的方法。

圖 2A 示意性地示出了根據實施例的包括多個輻射檢測器的圖像感測器。

圖 2B 示意性地示出了根據實施例的第一輻射檢測器和第二輻射檢測器的俯視圖。

圖 2C 至圖 2D 各自示意性地示出了根據實施例的圖像感測器的輻射檢測器的兩種不同佈置的側視圖。

圖 3 示意性地示出了根據實施例的圖像感測器捕獲場景部分的多個局部圖像。

圖 4 示意性地示出了根據實施例的輻射檢測器可以具有圖元陣列。

圖 5A 示意性地示出了根據實施例的輻射檢測器的剖視圖。

圖 5B 示意性地示出了根據實施例的輻射檢測器的詳細剖視

圖。

圖 5C 示意性地示出了根據實施例的輻射檢測器的可替換的詳細剖視圖。

圖 6A 和圖 6B 各自示出了根據實施例的圖 5A、圖 5B 和圖 5C 中的輻射檢測器的電子系統的元件圖。

圖 7 示意性地示出了根據實施例的流過暴露於輻射的輻射吸收層的二極體的電極或電阻器的電觸點的電流的時間變化（上部曲線），以及該電極的電壓的相應時間變化（下部曲線），該電流是由通過入射在輻射吸收層上的輻射粒子產生的電荷載流子引起的。

### 【實施方式】

【0028】 圖 1 示意性地示出了根據實施例的方法。該方法包括沿著第一方向 951 在相對於場景 50 的多個位置之間移動圖像感測器 9000，並分別在多個位置處捕獲場景 50 的局部圖像。

【0029】 在圖 1 所示的示例中，圖像感測器 9000 可以沿著第一方向 951 從相對於場景 50 的第一位置 910 移動到第二位置 920。在一個實施例中，在相對於場景 50 的第一位置 910 處，圖像感測器 9000 使用已經穿過場景 50 的來自輻射源 109 的輻射來捕獲場景 50 部分的局部圖像 1010；並且在相對於場景 50 的第二位置 920 處，圖像感測器 9000 使用已經穿過場景 50 的來自輻射源 109 的輻射來捕獲場景 50 部分的另一局部圖像 1020。圖像感測器 9000

可以包括被配置為接收從輻射源 109 入射到其上的輻射的多個輻射檢測器。

**【0030】** 圖 2A 至圖 2D 示意性地示出了根據實施例的圖像感測器 9000 可以包括多個輻射檢測器 100(例如,第一輻射檢測器 100A,第二輻射檢測器 100B)。圖像感測器 9000 可以包括諸如印刷電路板(PCB)之類的支架 107。圖 2A 示意性地示出了根據實施例的圖像感測器 9000 的一部分的俯視圖。多個輻射檢測器 100 可以佈置在支架 107 的平坦表面上。圖 2C 至圖 2D 示意性地示出了根據一個實施例的圖像感測器 9000 的輻射檢測器 100 的兩種不同佈置的側視圖。在圖 2C 所示的示例中,多個輻射檢測器 100 可以被安裝在支架 107 上,並且每個輻射檢測器的輻射接收表面可以相對於支架 107 的平坦表面傾斜。多個輻射檢測器 100 可以相互重疊。在圖 2D 所示的示例中,多個輻射檢測器 100 可以被安裝在支架 107 上,並且每個輻射檢測器的輻射接收表面可以平行於支架 107 的平坦表面。

**【0031】** 圖 2B 示意性地示出了根據實施例的第一輻射檢測器 100A 和第二輻射檢測器 100B 的俯視圖。第一輻射檢測器 100A 可以佈置在與第二輻射檢測器 100B 不同的取向上。在圖 2B 示出的示例中,第一輻射檢測器 100A 可以具有平行於第一方向 951 的邊緣 921。在一個實施例中,圖像感測器 9000 包括至少一個第一輻射檢測器 100A。第二輻射檢測器 100B 可以相對於第一方向 951 傾斜,從而使得第二輻射檢測器 100B 的一個邊緣 921 可以平行於

第二方向 952。根據一個實施例，第二方向 952 不平行於第一方向 951。第二方向 952 可以相對於第一方向 951 成一角度 953(例如，大於 10 度、20 度或 30 度等)。如本文所用，“成一角度”意指不平行或垂直。

**【0032】** 根據實施例，輻射檢測器 100(如圖 2B 所示)分別具有有效區域 190 和死區 195。有效區域 190 可以包括多個圖元 150，從而使得當輻射檢測器 100 接收已經穿過場景 50 的來自輻射源 109 的輻射時，圖元 150 可以檢測輻射的入射粒子。死區 195 可以是不包括圖元的圍繞輻射檢測器 100 的輻射接收表面的周邊區域，因此入射在死區 195 中的輻射粒子可能不會被輻射檢測器 100 檢測到。在一個實施例中，死區 195 也是輻射檢測器 100 的保護環的一部分。死區 195 可以分別在每個輻射檢測器中跨越有效區域 190 延伸。在一個實施例中，當多個輻射檢測器 100(例如，100A、100B 等)被佈置在一起以形成如圖 2A 所示的圖像感測器 9000 時，圖像感測器 9000 的有效區域被死區 195 劃分為多個空間不連續的部分。圖像感測器 9000 的死區可以包括輻射檢測器 100 的死區和輻射檢測器 100 之間的任何間隙。圖像感測器 9000 的有效區域是輻射檢測器 100 的有效區域 190 的組合。

**【0033】** 圖 3 示意性地示出了根據實施例的圖像感測器 9000 捕獲場景 50 的部分的多個圖像。在圖 3 所示的示例中，包括多個輻射檢測器 100 的圖像感測器 9000 可以相對於場景 50 沿著第一方向 951 從位置 910 移動到位置 920。圖像感測器 9000 可以分別在位

置 910 和位置 920 處捕獲場景 50 的部份的局部圖像 1010 和 1020。圖像感測器 9000 可以拼接局部圖像 1010 和 1020 以形成整個場景 50 的圖像 1030。圖像感測器 9000 的死區在局部圖像 1010 和 1020 中留下空白。在圖 3 所示的示例中，根據實施例，當圖像感測器 9000 位於位置 910 時，死區留下局部圖像 1010 中的空白 1015；當圖像感測器 9000 位於位置 920 處時，死區留下局部圖像 1020 中的空白 1025。在一個實施例中，圖像感測器 9000 按照最小步長 1040 從位置 910 移動到位置 920，從而使得當圖像感測器 9000 處於多個位置處時，場景 50 中的每個點落在圖像感測器 9000 的死區上不超過一次。因此，當圖像感測器 9000 位於位置 920 處時，在位置 910 處落在圖像感測器 9000 的死區上的場景 50 的點可以被圖像感測器 9000 捕獲。對於圖像感測器 9000 沿第一方向 951 的每次移動保持最小步長 1040，通過組合圖像感測器 9000 在多個位置處捕獲的局部圖像(即，1010、1020 等)可以形成整個場景 50 的圖像 1030。

**【0034】** 圖 4 示意性地示出了根據實施例的輻射檢測器 100 可以具有圖元 150 陣列。該陣列可以是矩形陣列、蜂窩陣列、六邊形陣列或任何其他合適的陣列。每個圖元 150 可以被配置為檢測入射在其上的輻射粒子，測量輻射粒子的能量，或既檢測又測量。例如，每個圖元 150 可以被配置為在一段時間內對入射在其上的能量落在多個區間中的輻射粒子的數量進行計數。所有圖元 150 可以被配置為在同一段時間內對多個能量區間內的人射在其上的

輻射粒子的數量進行計數。每個圖元 150 可以具有其自己的類比數位轉換器 (ADC)，其被配置為將表示入射輻射粒子的能量的類比信號數位化為數位信號。ADC 可具有 10 位或更高的解析度。每個圖元 150 可以被配置為測量其暗電流，例如在每個輻射粒子入射到其上之前或同時。每個圖元 150 可以被配置為從入射在其上的輻射粒子的能量中減去暗電流的貢獻。圖元 150 可以被配置為平行作業。例如，當一個圖元 150 測量入射輻射粒子時，另一個圖元 150 可能正在等待另一個輻射粒子到達。圖元 150 可以是但不必是可單獨定址的。輻射粒子可以是 X 射線光子。

**【0035】** 圖 5A 示意性地示出了根據實施例的輻射檢測器 100 其中之一的剖視圖。輻射檢測器 100 可以包括輻射吸收層 110 和電子器件層 120 (例如, ASIC), 用於處理或分析入射輻射在輻射吸收層 110 中產生的電信號。在一個實施例中, 圖像感測器 9000 的輻射檢測器 100 不包括閃爍體。輻射吸收層 110 可以包括半導體材料, 例如矽、鍺、GaAs、CdTe、CdZnTe 或單晶矽。該半導體可以對於關注的輻射能量具有高質量衰減係數。遠離電子器件層 120 的輻射吸收層 110 的表面 103 被配置為接收輻射。

**【0036】** 如圖 5B 中的輻射檢測器 100 的詳細剖視圖所示, 根據實施例, 輻射吸收層 110 可以包括由第一摻雜區 111, 第二摻雜區 113 的一個或多個離散區 114 形成的一個或多個二極體 (例如, p-i-n 或 p-n)。第二摻雜區 113 可以通過可選的本徵區 112 與第一摻雜區 111 分離。離散區 114 通過第一摻雜區 111 或本徵區 112

相互分離。第一摻雜區 111 和第二摻雜區 113 具有相反的摻雜類型（例如，區域 111 是 p 型且區域 113 是 n 型，或者，區域 111 是 n 型且區域 113 是 p 型）。在圖 5B 的示例中，第二摻雜區 113 的每個離散區 114 與第一摻雜區 111 和可選的本徵區 112 形成二極體。即，在圖 5B 的示例中，輻射吸收層 110 具有多個二極體，其具有第一摻雜區 111 作為共用電觸點。第一摻雜區 111 還可以具有離散的部分。

**【0037】** 當輻射粒子撞擊包括二極體的輻射吸收層 110 時，輻射粒子可被吸收並通過多種機制產生一個或多個電荷載流子。輻射粒子可以產生 10 至 100000 個電荷載流子。電荷載流子可以在電場下漂移到二極體之一的電觸點。該場可以是外部電場。電觸點 119B 可以包括離散部分，每個離散部分與離散區 114 電接觸。在實施例中，電荷載流子可以在各方向上漂移，使得由單個輻射粒子產生的電荷載流子基本上不被兩個不同的離散區 114 共用（這裡“基本上不……共用”意指相比於其餘的電荷載流子，這些電荷載流子中的小於 2%、小於 0.5%、小於 0.1% 或小於 0.01% 的電荷載流子流向一個不同的離散區 114）。由入射在這些離散區 114 之一的覆蓋區周圍的輻射粒子產生的電荷載流子基本上不與這些離散區 114 中的另一個共用。與離散區 114 相關聯的圖元 150 可以是離散區 114 周圍的區域，其中由以 0° 的入射角入射到其中的輻射粒子產生的基本上全部（大於 98%，大於 99.5%，大於 99.9%，或大於 99.99%）的電荷載流子流向離散區 114。即，這些電荷載

流子中的小於 2%、小於 1%、小於 0.1% 或小於 0.01% 的電荷載流子流過該圖元。

【0038】 如圖 5C 中的輻射檢測器 100 的可替換的詳細剖視圖所示，根據實施例，輻射吸收層 110 可以包括諸如矽、鍺、GaAs、CdTe、CdZnTe 或其組合之類的半導體材料的電阻器，但不包括二極體。該半導體可以對於關注的輻射能量具有高質量衰減係數。

【0039】 當輻射粒子撞擊包括電阻器而不包括二極體的輻射吸收層 110 時，它可以被吸收並通過多種機制產生一個或多個電荷載流子。輻射粒子可以產生 10 至 100000 個電荷載流子。電荷載流子可以在電場下漂移到電觸點 119A 和 119B。該場可以是外部電場。電觸點 119B 包括離散部分。在實施例中，電荷載流子可以在各方向上漂移，使得由單個輻射粒子產生的電荷載流子基本上不被電觸點 119B 的兩個不同的離散部分共用（這裡“基本上不……共用”意指相比於其餘的電荷載流子，這些電荷載流子中的小於 2%，小於 0.5%，小於 0.1% 或小於 0.01% 的電荷載流子流向一個不同的離散部分）。由入射在電觸點 119B 的這些離散部分之一的覆蓋區周圍的輻射粒子產生的電荷載流子基本上不與電觸點 119B 的這些離散部分中的另一個共用。與電觸點 119B 的離散部分相關聯的圖元 150 可以是離散部分周圍的區域，其中由以 0° 的入射角入射到其中的輻射粒子產生的基本上全部（大於 98%，大於 99.5%，大於 99.9%，或大於 99.99%）的電荷載流子流向電觸點 119B 的離散部分。即，這些電荷載流子中的小於 2%、小於 0.5%、小

於 0.1% 或小於 0.01% 的電荷載流子流過與電觸點 119B 的一個離散部分相關聯的圖元。

**【0040】** 電子器件層 120 可以包括適合於處理或解釋由入射在輻射吸收層 110 上的輻射粒子產生的信號的電子系統 121。電子系統 121 可以包括諸如濾波器網路、放大器、積分器和比較器之類的類比電路，或者諸如微處理器和記憶體之類的數位電路。電子系統 121 可以包括由各圖元共用的元件或專用於單個圖元的元件。例如，電子系統 121 可以包括專用於每個圖元的放大器和在所有圖元之間共用的微處理器。電子系統 121 可以通過通孔 131 電連接到圖元。通孔之間的空間可以被填充材料 130 填充，這可以增加電子器件層 120 與輻射吸收層 110 的連接的機械穩定性。其它接合技術可以在不使用通孔的情況下將電子系統 121 連接到圖元。

**【0041】** 圖 6A 和圖 6B 均示出了根據實施例的電子系統 121 的元件圖。電子系統 121 可以包括第一電壓比較器 301、第二電壓比較器 302、計數器 320、開關 305、可選的電壓表 306 和控制器 310。

**【0042】** 第一電壓比較器 301 被配置為將至少一個電觸點 119B 的電壓與第一閾值進行比較。第一電壓比較器 301 可以被配置為直接監視該電壓，或者通過在一段時間內對流過電觸點 119B 的電流進行積分來計算該電壓。第一電壓比較器 301 可以由控制器 310 可控地啟動或去啟動。第一電壓比較器 301 可以是連續比較器。即，第一電壓比較器 301 可以被配置為連續啟動並連續監視該電壓。第一電壓比較器 301 可以是時鐘控制比較器。第一閾值可以

是一個入射輻射粒子可以在電觸點 119B 上產生的最大電壓的 5-10 %、10%-20%、20-30%、30-40% 或 40-50%。最大電壓可取決於入射輻射粒子的能量、輻射吸收層 110 的材料和其他因素。例如，第一閾值可以是 50mV、100mV、150mV 或 200mV。

**【0043】** 第二電壓比較器 302 被配置為將該電壓與第二閾值進行比較。第二電壓比較器 302 可以被配置為直接監視該電壓或者通過在一時間段內對流過二極體或電觸點的電流進行積分來計算該電壓。第二電壓比較器 302 可以是連續比較器。第二電壓比較器 302 可以由控制器 310 可控地啟動或去啟動。當第二電壓比較器 302 被去啟動時，第二電壓比較器 302 的功耗可以小於在第二電壓比較器 302 被啟動時的功耗的 1%、5%、10% 或者 20%。第二閾值的絕對值大於第一閾值的絕對值。如本文所使用的，實數  $x$  的術語“絕對值”或“模數”  $|x|$  是不考慮其符號的  $x$  的非負值。即，第二閾值可以是第一閾值的 200%-300%。第二閾值可以是一個入射輻射粒子可以在電觸點 119B 上產生的最大電壓的至少 50%。例如，第二閾值可以是 100mV、150mV、200mV、250mV 或 300mV。第二電壓比較器 302 和第一電壓比較器 301 可以是同一元件。即，系統 121 可以具有一個電壓比較器，其可以在不同時間將電壓與兩個不同的閾值進行比較。

**【0044】** 第一電壓比較器 301 或第二電壓比較器 302 可以包括一個或多個運算放大器或任何其他合適的電路。第一電壓比較器 301 或第二電壓比較器 302 可以具有高速以允許電子系統 121 在高通

量的入射輻射粒子下操作。然而，具有高速通常以功耗為代價。

【0045】計數器 320 被配置為記錄入射到包含圖元 150 的輻射吸收層 110 的輻射粒子的數量。計數器 320 可以是軟體元件（例如，存儲在電腦記憶體中的數位）或硬體元件（例如，4017 IC 和 7490 IC）。

【0046】控制器 310 可以是硬體元件，例如微控制器和微處理器。控制器 310 被配置為從第一電壓比較器 301 確定電壓的絕對值等於或超過第一閾值的絕對值（例如，電壓的絕對值從低於第一閾值的絕對值增加為等於或高於第一閾值的絕對值的值）的時間開始時間延遲。這裡使用絕對值是因為電壓可以是負的或正的，這取決於是使用二極體的陰極還是陽極的電壓或使用哪個電觸點。控制器 310 可以被配置為在第一電壓比較器 301 確定電壓的絕對值等於或超過第一閾值的絕對值的時間之前，將第二電壓比較器 302、計數器 320 和第一電壓比較器 301 的操作不需要的任何其他電路保持為去啟動。時間延遲可以在電壓變得穩定即電壓的變化率基本上為零之前或之後期滿。“電壓的變化率基本上為零”的短語意指電壓的時間變化小於  $0.1\%/ns$ 。“電壓的變化率基本上不為零”的短語意指電壓的時間變化至少為  $0.1\%/ns$ 。

【0047】控制器 310 可以被配置為在時間延遲期間（包括開始和期滿）啟動第二電壓比較器。在一個實施例中，控制器 310 被配置為在時間延遲開始或期滿時啟動第二電壓比較器。術語“啟動”意指使元件進入操作狀態（例如，通過發送諸如電壓脈衝或

邏輯位準之類的信號，通過提供電力等)。術語“去啟動”意指使元件進入非操作狀態(例如，通過發送諸如電壓脈衝或邏輯位準之類的信號，通過切斷電力等)。操作狀態可以具有比非操作狀態更高的功耗(例如，為非操作狀態的 10 倍，100 倍，1000 倍)。控制器 310 本身可以被去啟動，直到當電壓的絕對值等於或超過第一閾值的絕對值時第一電壓比較器 301 的輸出啟動控制器 310 為止。

**【0048】** 控制器 310 可以被配置為如果在時間延遲期間，第二電壓比較器 302 確定電壓的絕對值等於或超過第二閾值的絕對值，則使得由計數器 320 記錄的數量中的至少一個加 1。

**【0049】** 控制器 310 可以被配置為使可選的電壓表 306 在時間延遲期滿時測量電壓。控制器 310 可以被配置為將電觸點 119B 連接到電接地，以便使電壓重定並對在電觸點 119B 上累積的任何電荷載流子進行放電。在一個實施例中，電觸點 119B 在時間延遲期滿之後連接到電接地。在實施例中，電觸點 119B 在有限的復位時間段內連接到電接地。控制器 310 可以通過控制開關 305 將電觸點 119B 連接到電接地。該開關可以是諸如場效應電晶體 (FET) 之類的電晶體。

**【0050】** 在一個實施例中，系統 121 不具有類比濾波器網路(例如，RC 網路)。在實施例中，系統 121 沒有類比電路。

**【0051】** 電壓表 306 可以將其測量的電壓作為類比或數位信號饋送到控制器 310。

【0052】 電子系統 121 可以包括電連接到電觸點 119B 的積分器 309，其中積分器被配置為從電觸點 119B 收集電荷載流子。積分器 309 可以在放大器的回饋路徑中包括電容器。這樣配置的放大器稱為電容轉阻放大器（CTIA）。CTIA 通過阻止放大器飽和而具有高動態範圍，並通過限制信號路徑中的頻寬來提高信噪比。在一時間段（“積分期”）內來自電觸點 119B 的電荷載流子累積在電容器上。積分期期滿後，對電容器電壓進行採樣，然後通過重定開關使電容器電壓重定。積分器 309 可包括直接連接到電觸點 119B 的電容器。

【0053】 圖 7 示意性地示出了由入射在包圍電觸點 119B 的圖元 150 上的輻射粒子產生的電荷載流子引起的流過電觸點 119B 的電流的時間變化（上部曲線），以及電觸點 119B 的電壓的相應時間變化（下部曲線）。電壓可以是電流相對於時間的積分。在時間  $t_0$ ，輻射粒子撞擊圖元 150，電荷載流子開始在圖元 150 中產生，電流開始流過電觸點 119B，並且電觸點 119B 的電壓的絕對值開始增加。在時間  $t_1$ ，第一電壓比較器 301 確定電壓的絕對值等於或超過第一閾值  $V_1$  的絕對值，控制器 310 開始時間延遲  $TD_1$ ，並且控制器 310 可以在  $TD_1$  開始時去啟動第一電壓比較器 301。如果控制器 310 在  $t_1$  之前被去啟動，則控制器 310 在  $t_1$  被啟動。在  $TD_1$  期間，控制器 310 啟動第二電壓比較器 302。如這裡使用的術語“在……期間”意指開始和期滿（即結束）以及它們之間的任何時間。例如，控制器 310 可以在  $TD_1$  期滿時啟動第二電壓比較器

302。如果在 TD1 期間，第二電壓比較器 302 在時間  $t_2$  確定電壓的絕對值等於或超過第二閾值  $V_2$  的絕對值，則控制器 310 等待電壓穩定而穩定。當由輻射粒子產生的所有電荷載流子漂移到輻射吸收層 110 之外時，電壓在時間  $t_e$  穩定。在時間  $t_s$ ，時間延遲 TD1 期滿。在時間  $t_e$  或之後，控制器 310 使電壓表 306 數位化電壓並確定輻射粒子的能量落入哪個區間中。控制器 310 然後使計數器 320 對應於該區間記錄的數位加 1。在圖 7 的示例中，時間  $t_s$  在時間  $t_e$  之後；即，在輻射粒子產生的所有電荷載流子漂移到輻射吸收層 110 之外之後，TD1 期滿。如果不能容易地測量時間  $t_e$ ，則可以憑經驗選擇 TD1 以使得有足夠的時間來收集由該輻射粒子產生的基本上所有的電荷載流子，但不要太長，以便有另一個入射輻射粒子的風險。即，可以憑經驗選擇 TD1，從而憑經驗確定時間  $t_s$  在時間  $t_e$  之後。時間  $t_s$  不必一定在時間  $t_e$  之後，因為控制器 310 可以在達到  $V_2$  時就忽視 TD1 並且等待時間  $t_e$ 。因此，電壓與暗電流對電壓的貢獻之間的差異的變化率在  $t_e$  處基本上為零。控制器 310 可以被配置為在 TD1 期滿時或在  $t_2$  或在其間的任何時間去啟動第二電壓比較器 302。

**【0054】** 在時間  $t_e$  的電壓與由輻射粒子產生的電荷載流子的量成比例，其與輻射粒子的能量有關。控制器 310 可以被配置為使用電壓表 306 確定輻射粒子的能量。

**【0055】** 在 TD1 期滿或電壓表 306 數位化（以較晚為準）之後，控制器 310 在復位期 RST 內將電觸點 119B 連接到電接地，以允

許累積在電觸點 119B 上的電荷載流子流到地並使電壓重定。在 RST 之後，電子系統 121 準備好檢測另一個人射輻射粒子。如果第一電壓比較器 301 已經被去啟動，則控制器 310 可以在 RST 期滿之前的任何時間啟動它。如果控制器 310 已經被去啟動，則可以在 RST 期滿之前啟動它。

【0056】 雖然本文已經公開了各個方面和實施例，但是其他方面和實施例對於本領域技術人員而言將是顯而易見的。本文公開的各個方面和實施例是出於說明的目的而不意圖是限制性的，其中真正的範圍和精神由下述申請專利範圍指示。

#### 【符號說明】

#### 【0057】

50:場景

100:輻射檢測器

100A:第一輻射檢測器

100B:第二輻射檢測器

103:表面

107:支架

109:輻射源

110:輻射吸收層

111:第一摻雜區

112:本徵區

- 113:第二摻雜區
- 114:離散區
- 119A、119B:電觸點
- 120:電子器件層
- 121:電子系統
- 130:填充材料
- 131:通孔
- 150:圖元
- 190:有效區域
- 195:死區
- 301:第一電壓比較器
- 302:第二電壓比較器
- 305:開關
- 306:電壓表
- 309:積分器
- 310:控制器
- 320:計數器
- 910:第一位置
- 920:第二位置
- 921:邊緣
- 951:第一方向
- 952:第二方向

953:角度

1010、1020:局部圖像

1015、1025:空白

1030:圖像

1040:最小步長

9000:圖像感測器

RST:復位期

$t_0$ 、 $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_e$ 、 $t_s$ :時間

TD1:時間延遲

V1:第一閾值

V2:第二閾值

## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種成像方法，包括：

沿著第一方向在相對於場景的多個位置之間移動圖像感測器，並分別在所述多個位置處捕獲所述場景的局部圖像；

從所述局部圖像形成所述場景的圖像；

其中，所述圖像感測器具有有效區域和死區；

其中，所述死區沿第二方向延伸；

其中，所述第二方向與所述第一方向成一角度；

其中，當所述圖像感測器位於所述多個位置處時，所述場景中的每個點落在所述死區上不超過一次，

其中，所述死區跨越所述有效區域延伸。

【請求項2】 如請求項1所述的成像方法，其中，所述死區將所述有效區域劃分為多個空間不連續部分。

【請求項3】 如請求項1所述的成像方法，其中，所述圖像感測器包括多個輻射檢測器。

【請求項4】 如請求項3所述的成像方法，其中，所述多個輻射檢測器佈置在支架的平坦表面上，並且其中，所述多個輻射檢測器的輻射接收表面相對於所述支架的所述平坦表面傾斜。

【請求項5】 如請求項3所述的成像方法，其中，所述多個輻射檢測器包括第一輻射檢測器和第二輻射檢測器，其中，所述第一輻射檢測器佈置在與所述第二輻射檢測器不同的取向上。

【請求項6】 如請求項3所述的成像方法，其中，所述多個輻射檢測器包括第一輻射檢測器和第二輻射檢測器，其中，所述第一輻射檢測器具有平行於所述第一方向的邊緣，並且所述第二輻射檢測器具有平行於所述第二方向的邊緣。

【請求項7】 如請求項3所述的成像方法，其中，所述死區是所述輻射檢測器的保護環的一部分。

【請求項8】 如請求項3所述的成像方法，其中，所述多個輻射檢測器相互重疊。

【請求項9】 如請求項3所述的成像方法，其中，所述多個輻射檢測器中的至少一個具有平行於所述第一方向的邊緣。

【請求項10】 如請求項1所述的成像方法，所述方法還包括在所述局部圖像中形成保護環的投影。

【請求項11】 如請求項1所述的成像方法，其中，所述圖像感測器包括多個圖元；其中所述圖像感測器被配置為在一段時間內對入射在所述圖元上的輻射粒子的數量進行計數。

【請求項12】 如請求項11所述的成像方法，其中所述輻射粒子是X射線光子。

【請求項13】 如請求項3所述的成像方法，其中，所述輻射檢測器中的至少一個包括：

包括電觸點的輻射吸收層；

第一電壓比較器，被配置為將所述接電觸點的電壓與第一閾值進行比較；

第二電壓比較器，被配置為將所述電壓與第二閾值進行比較；  
計數器，所述計數器被配置為記錄入射到所述輻射吸收層上的輻射粒子的數量；

控制器；

其中，所述控制器被配置為從所述第一電壓比較器確定所述電壓的絕對值等於或超過所述第一閾值的絕對值的時間開始時間延遲；

其中，所述控制器被配置為在所述時間延遲期間啟動所述第二電壓比較器；

其中，所述控制器被配置為當所述第二電壓比較器確定所述電壓的絕對值等於或超過所述第二閾值的絕對值時，使所述粒子的數量中的至少一個加 1。

**【請求項14】** 如請求項13所述的成像方法，其中，所述圖像感測器還包括電連接到所述電觸點的積分器，其中所述積分器被配置為從所述電觸點收集電荷載流子。

**【請求項15】** 如請求項13所述的成像方法，其中，所述控制器被配置為在所述時間延遲開始或期滿時啟動所述第二電壓比較器。

**【請求項16】** 如請求項13所述的成像方法，其中，所述控制器被配置為將所述電觸點連接到電接地。

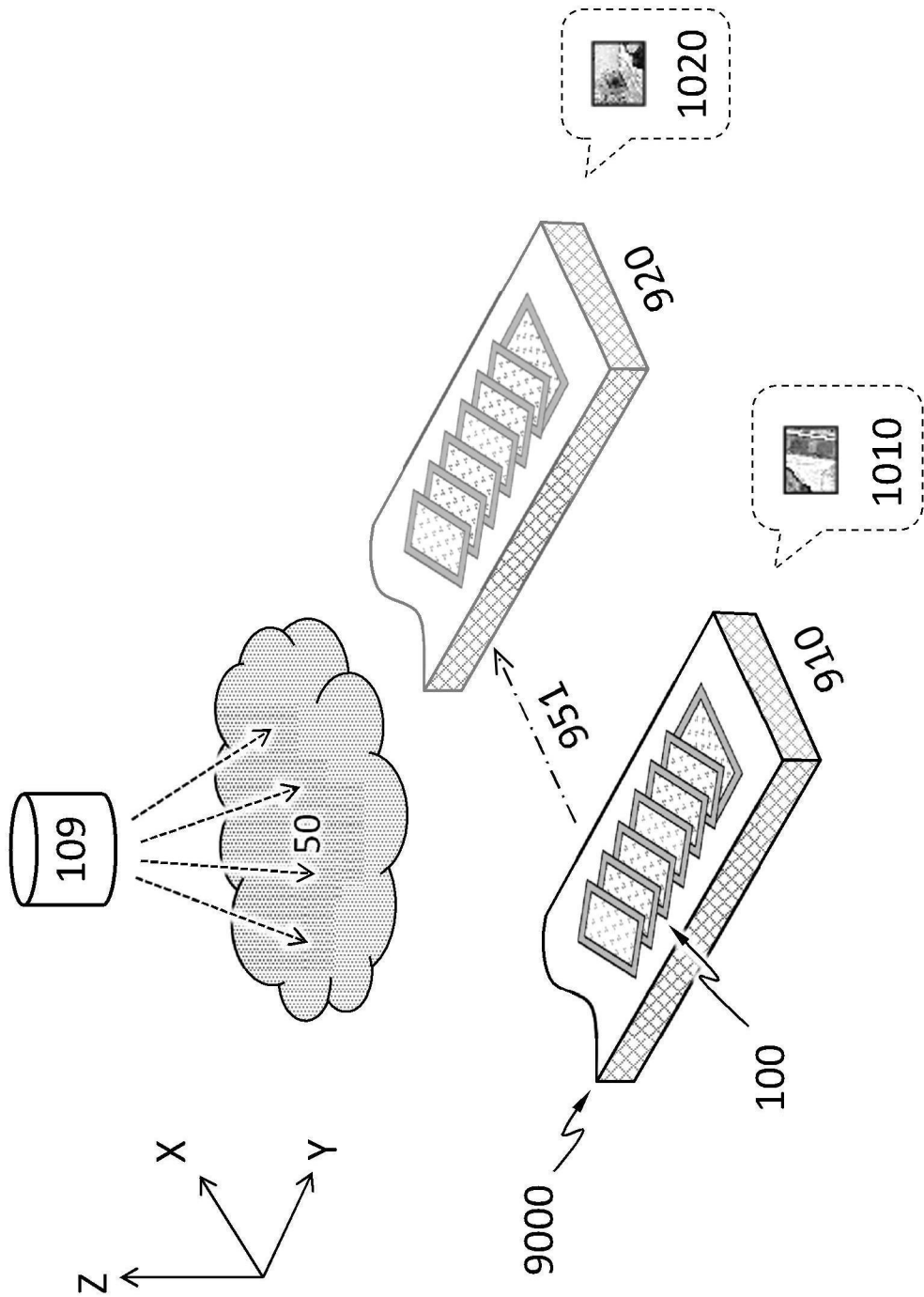
**【請求項17】** 如請求項13所述的成像方法，其中，在所述時間延遲期滿時，所述電壓的變化率基本上為零。

**【請求項18】** 如請求項13所述的成像方法，其中，所述輻射吸收層包括二極體。

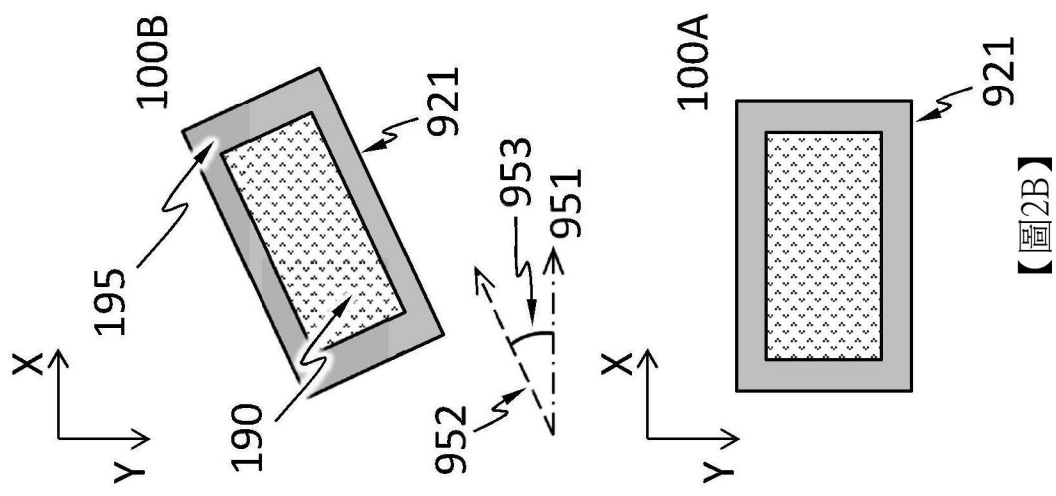
**【請求項19】** 如請求項13所述的成像方法，其中，所述輻射吸收層包括單晶矽。

**【請求項20】** 如請求項13所述的成像方法，其中，所述圖像感測器不包括閃爍體。

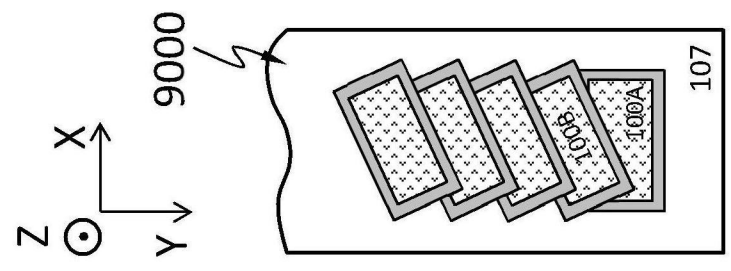
【發明圖式】



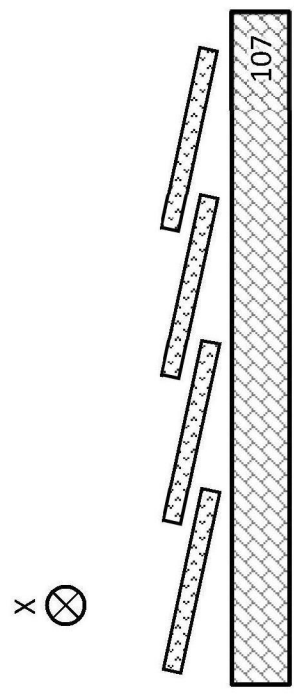
【圖1】



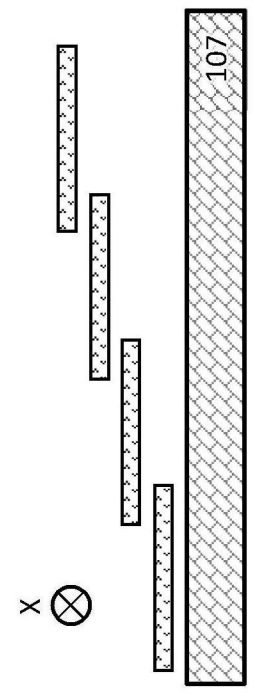
【圖2B】



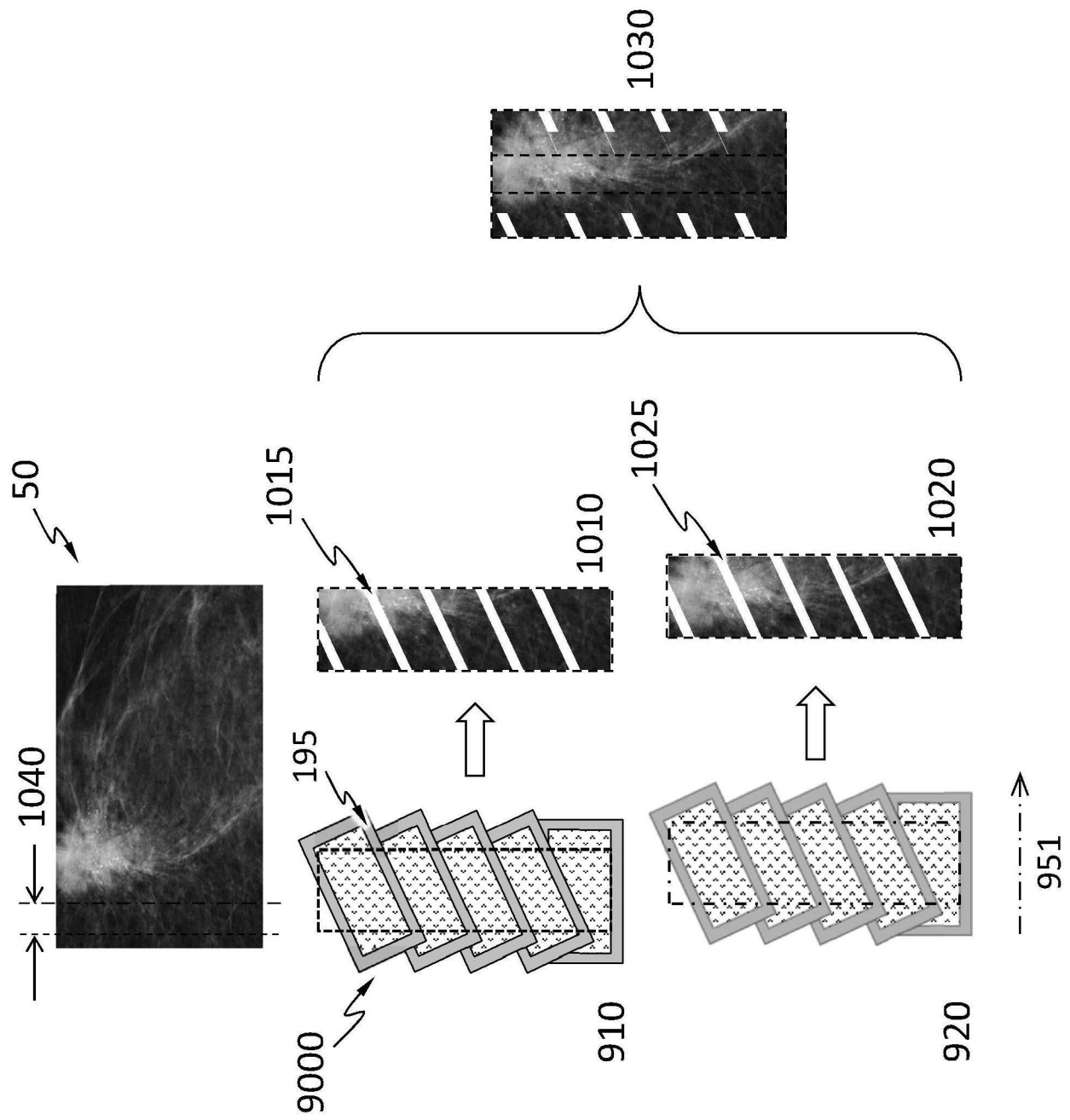
【圖2A】



【圖2C】

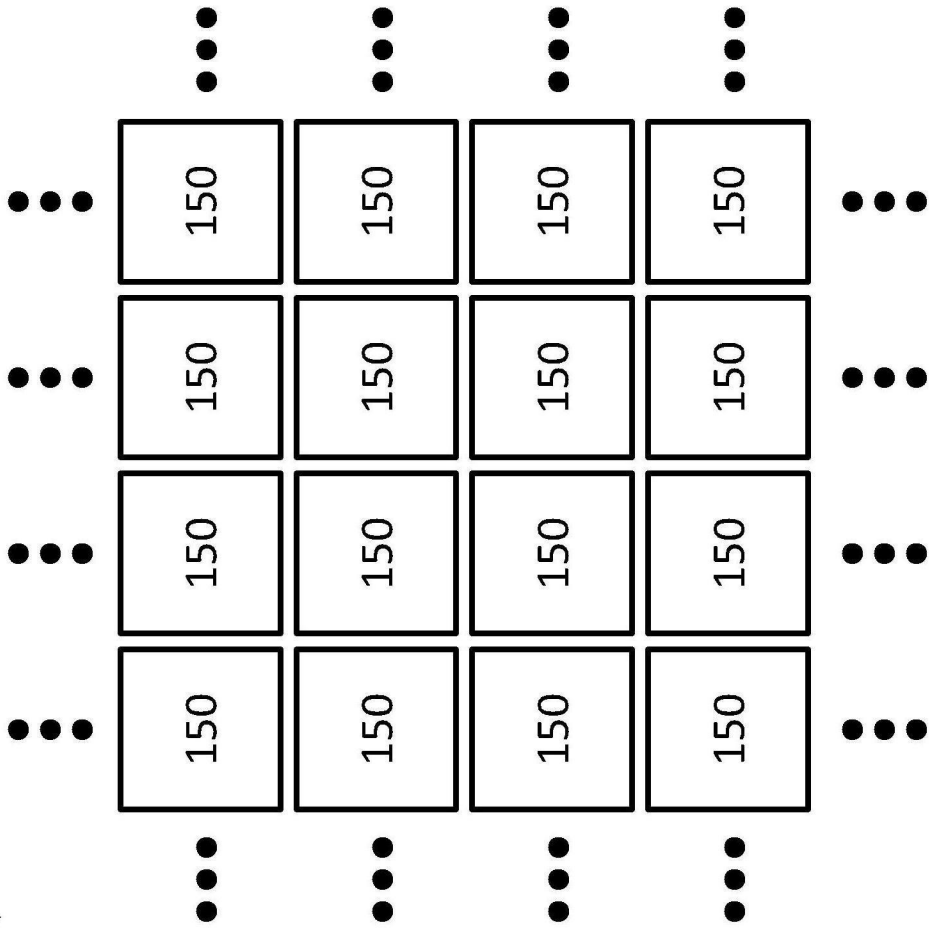


【圖2D】

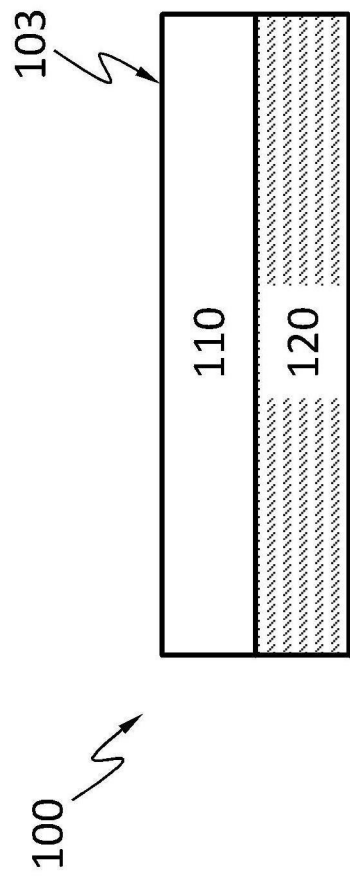


【圖3】

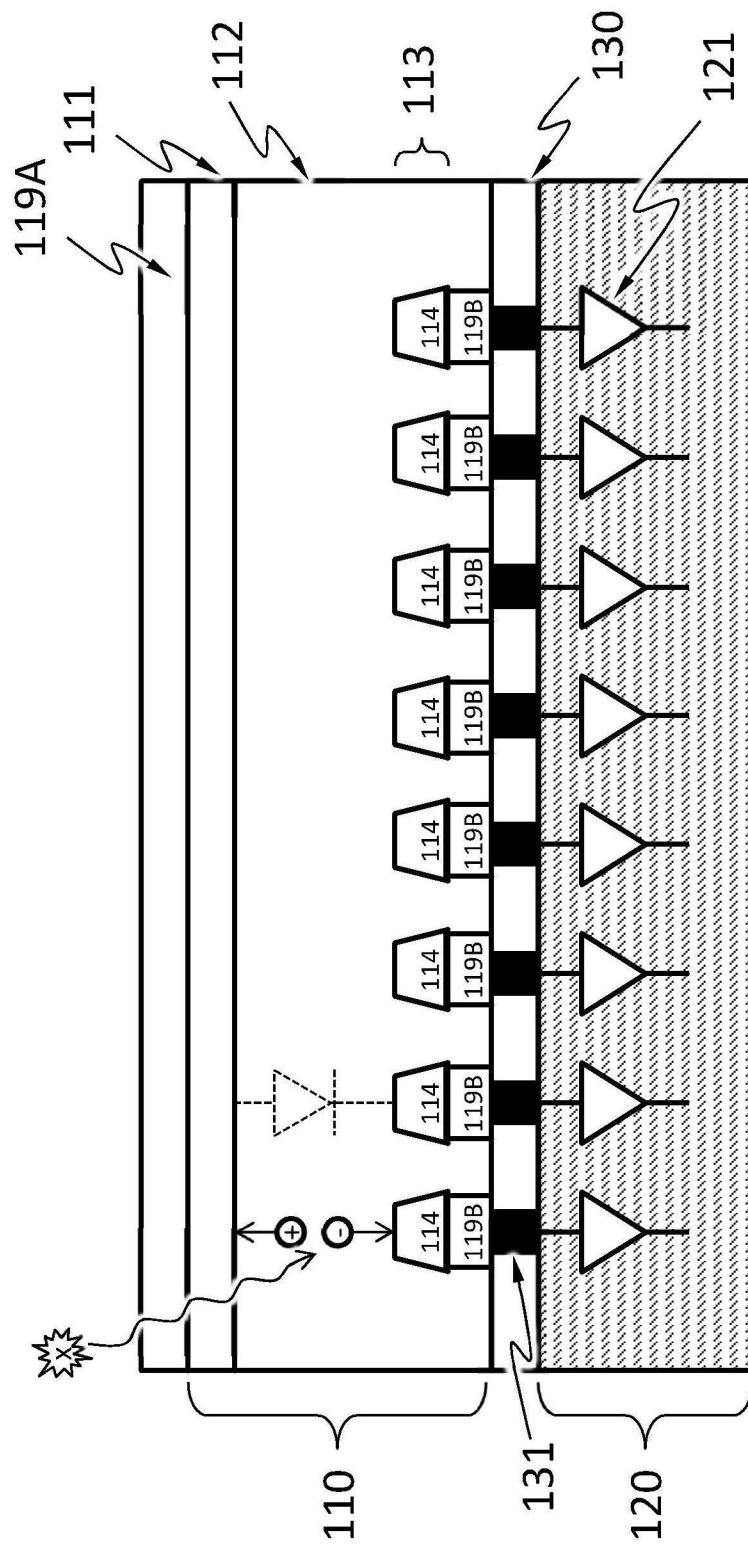
100 ↗



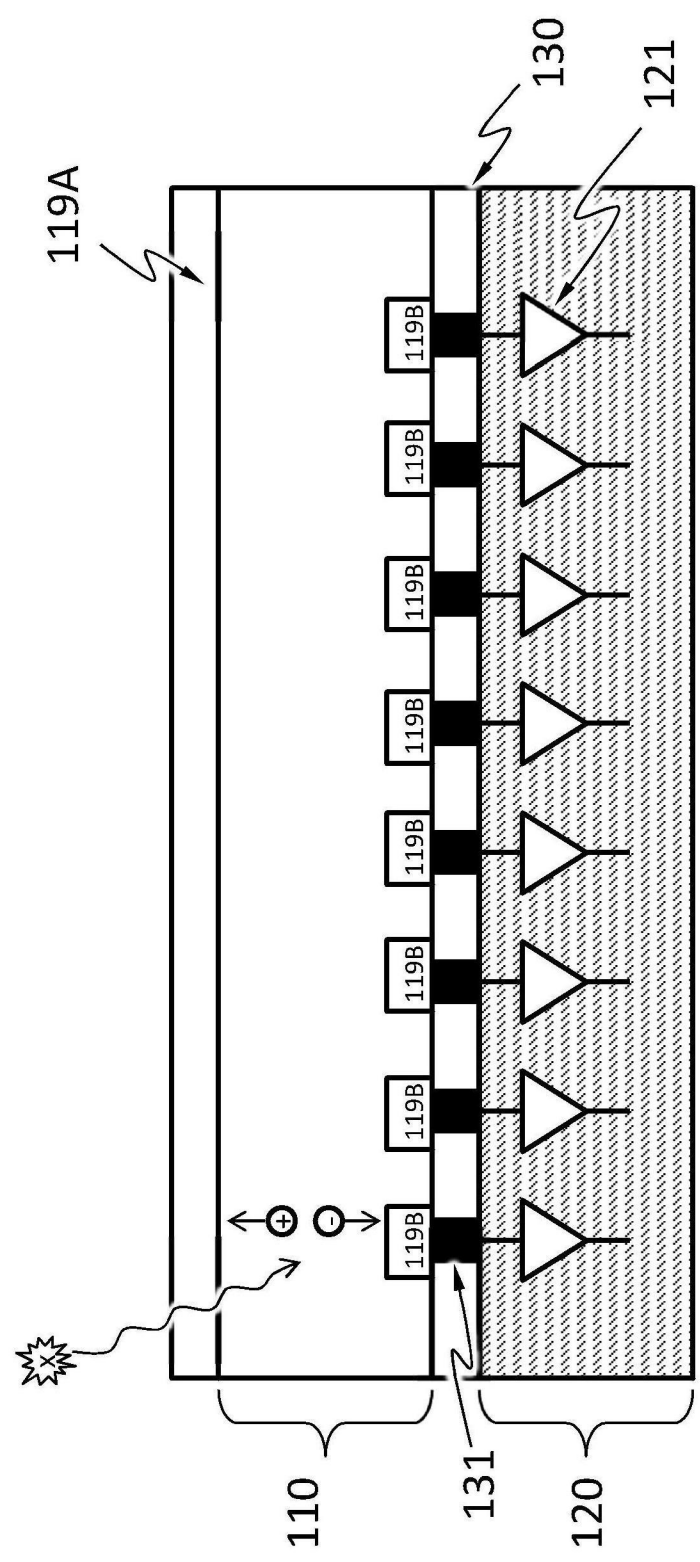
【圖4】



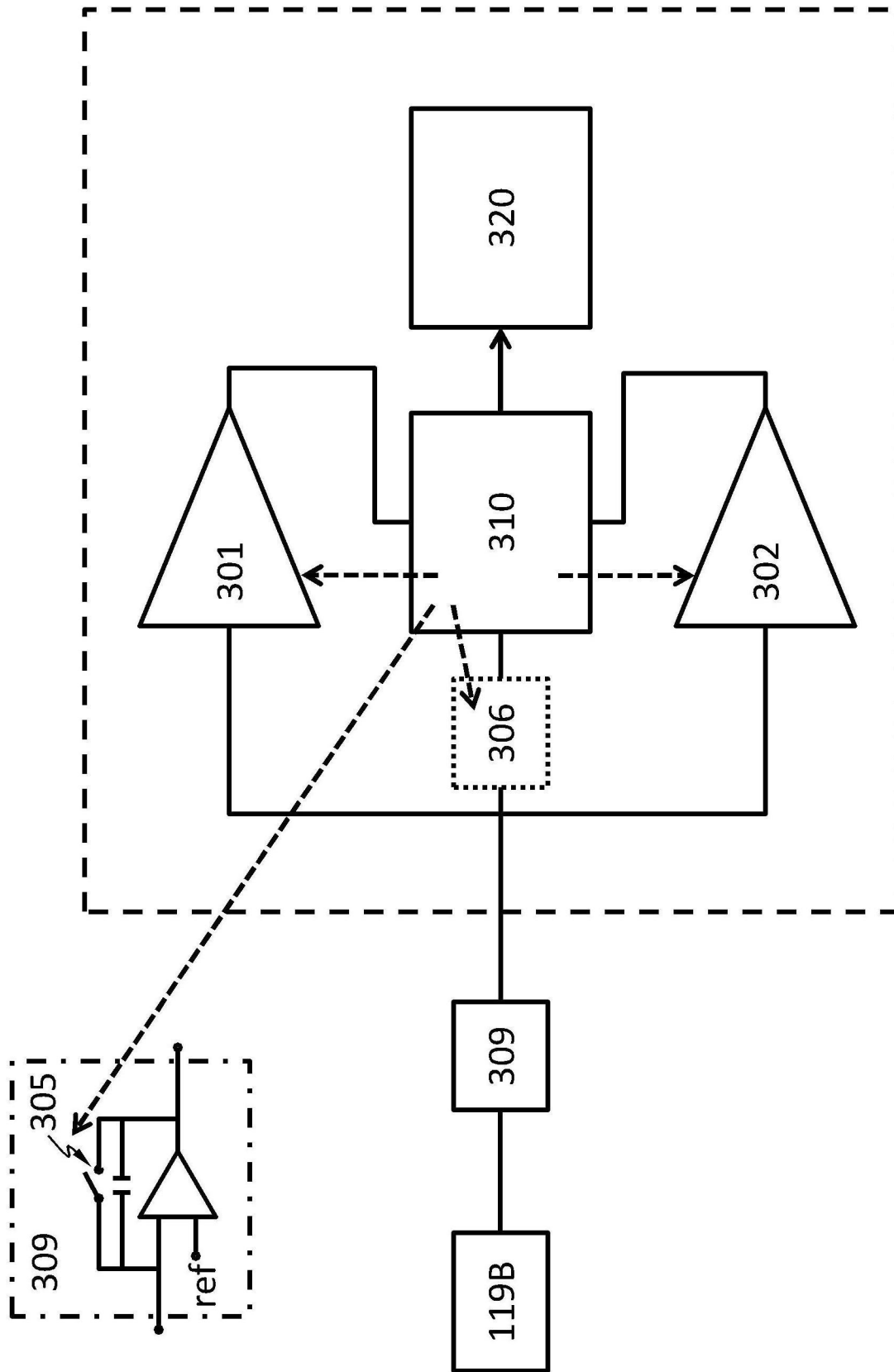
【圖5A】



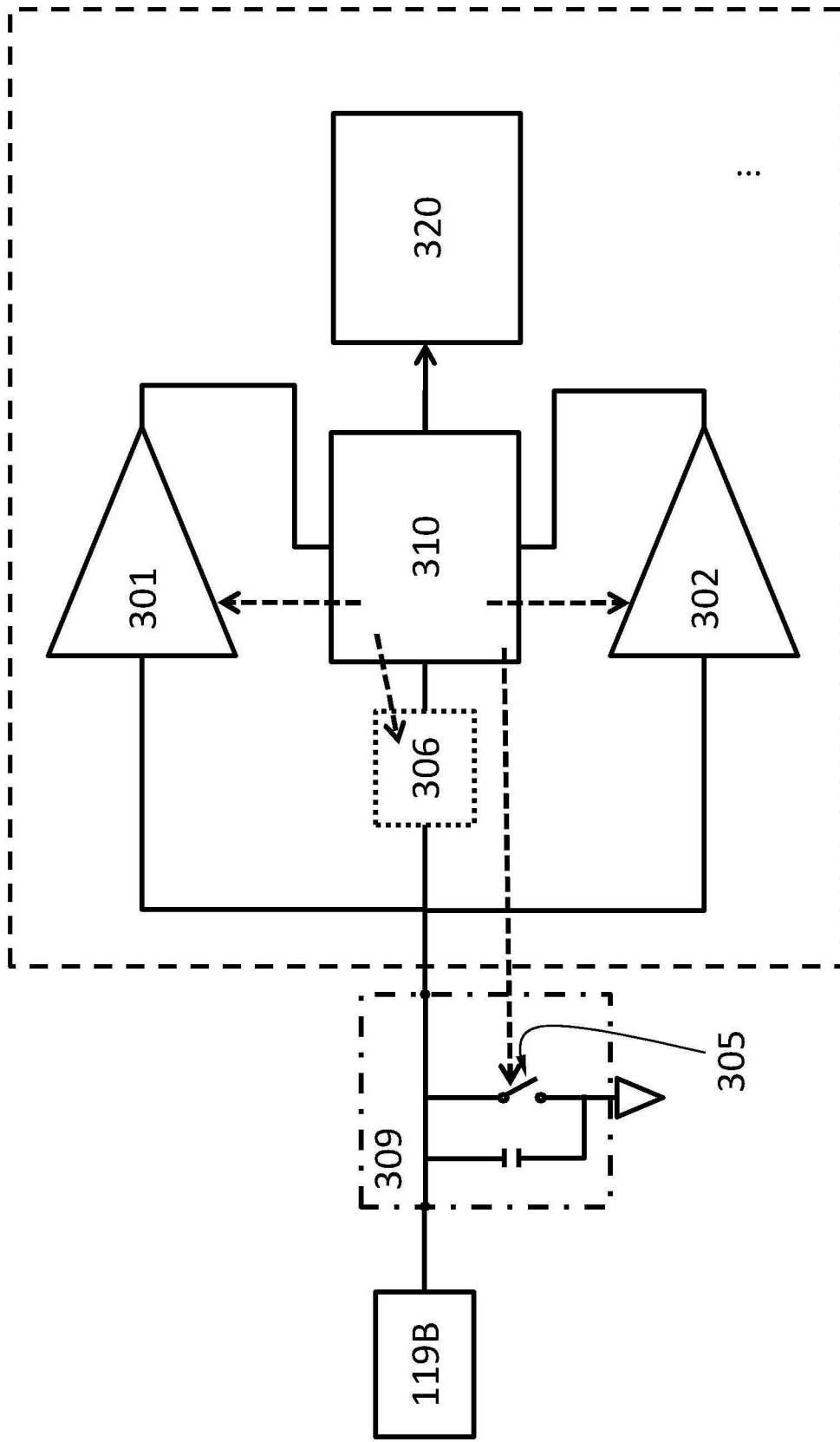
【圖5B】



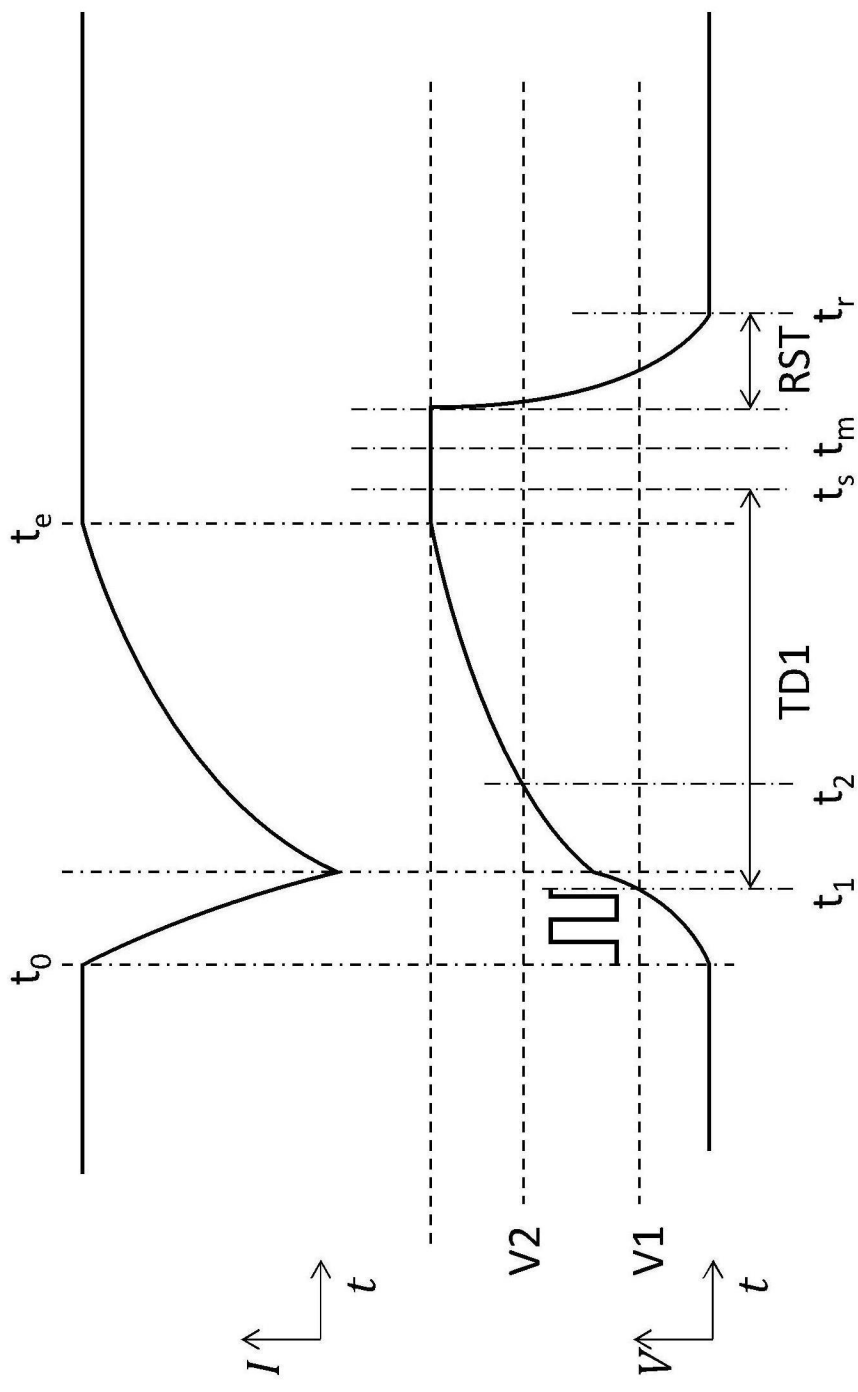
【圖5C】



【圖6A】



【圖6B】



【圖7】