

公告本

申請日期	88.12.29
案 號	88123181
類 別	H04N 5/217

A4
C4

463496

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	暗電流補償電路
	英 文	DARK CURRENT COMPENSATION CIRCUIT
二、發明 創作人	姓 名	(1)布倫特 D. 湯馬士 (2)摩特扎 阿富加希
	國 籍	(1)美 國 (2)瑞 典
	住、居所	(1)美國.亞利桑納州 85248,錢得勒,西奧利夫路 2184 號 (2)美國.亞利桑納州 85284,坦普,東微拉巷 472 號
三、申請人	姓 名 (名稱)	英特爾公司
	國 籍	美 國
	住、居所 (事務所)	美國.加州 95051,聖塔克拉拉,沃許大道 2625 號
	代 表 人 姓 名	湯瑪斯 C. 雷諾德

裝

訂

線

463496

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
I P C 分類：

A6

B6

本案已向：

美國(地區) 申請專利，申請日期：1998.12.30 案號：09/223.130 ☒有 ☐無主張優先權

有關微生物已寄存於：

，寄存日期：

，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明(一)

技術之領域

本發明一般係關於影像感測，且特別是，關於暗電流補償。

發明背景

諸如電荷耦合裝置(CCD)及互補金屬氧化半導體(CMOS)影像裝置之固態影像裝置，係用於諸如數位相機、影印機及掃描器之不同電子裝置。該影像裝置包括許多排列成具有垂直行及水平列之像素矩陣之發光二極體。於操作時，該發光二極體係曝露於一個發光光源。舉例而言，一個數位相機之快門被打開，以曝露一個發光二極體陣列。該入射之光子被轉變成電子，且當作一個於該發光二極體之電荷而予以儲存。這些電荷代表曝露於該發光二極體陣列之光影像。該發光二極體之電荷係被轉移至一個用以轉換電荷成數位資料之處理單元。舉例而言，一個被相機中之發光二極體陣列所捕捉之影像係被處理且儲存於記憶體之中，作為將來觀看及／或列印之用。

一種轉移一個由電荷耦合裝置陣列所捕捉之影像之標準方法係，依序讀出一列之每一個像素，且然後依序讀出下一列之每一個像素。重覆此方法，直到該陣列之每一個像素被讀出為止。因為整個發光二極體同時曝露於光線下，且該發光二極體電荷係依次轉移，在曝露該陣列及轉移最後發光二極體像素之電荷之間係有一段實質的時間。此外，固態影像裝置係有揮發性的。亦即，發光二極體係易

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

於漏失電流，且因此過度損失電荷。當該陣列係暗的或者不再曝露於發光光源時，此種電荷損失係特別可注意到。於暗時期之發光二極體漏失電流係稱為暗電流。此暗電流係一個溫度、製造變數及該發光二極體係暗的（曝露且時間超過）之時間長度之函數。因此，於曝露該陣列及讀出最後發光二極體之間之時期之內，一個可變誤差發生了。該暗電流總是存在於影像裝置之中。亦即，暗電流係存在於曝光期間（有時稱為整合）且無入射光時。

不同的用於消除或補償暗電流之方法已經被提出。舉例而言，於西元1997年3月4日公告之美國專利公告號第5,608,455號，名稱爲“具有減少暗電流之線間轉移電荷耦合裝置影像感測器”，敘述一個使用位於一個影像拾取區域及一個水平轉移路徑之間之光學黑色區域之電荷耦合裝置影像感測器。該電荷耦合裝置影像感測器捕捉及儲存該主動陣列之暗影像。於一個曝光影像之資料轉移操作之期間，該主動陣列之儲存之暗影像係用以補償暗電流錯誤。其他方法被提出，其係藉由處理轉移操作或物理之操作變異，而補償暗電流。

基於上述理由及下文所述之其他理由，熟習本項技藝人士在閱讀及瞭解本發明之後係清楚的，於本項技藝之中，準確地減少於影像裝置中之暗電流錯誤係有需要的。

發明概要

於一個實施例中，一個影像裝置包含一個影像陣列，

五、發明說明()

該影像陣列包含複數個配置於複數個列及行之光敏感像素。該影像陣列進一步包含一個主動區域、一個包含至少一列像素之第一光學暗區域及一個位於鄰接該主動區域且包含至少一行像素之第二光學暗區域。一個補償電路係連接至該影像陣列。該補償電路由該第一光學暗區域之一個輸出訊號產生一個起始暗電流補償值，且使用該第二光學暗區域之一個輸出訊號，調整該起始暗電流補償值。

於另一個實施例中，一個影像裝置補償電路包含：一個用以接收由一個光學敏感裝置而來之輸出訊號，一個連接至該輸入節點之緩衝器電路，一個經由一個第一開關電路而連接至該緩衝器電路之一個輸入節點之參考電壓電路，及一個連接至該緩衝器電路之一個輸出訊號之積分器電路。該積分器電路具有一個輸出節點，該輸出節點經由一個第二開關電路而連接至該緩衝器電路之一個輸入節點。

圖式簡單說明

第 1 圖係一個本發明之一個實施例之影像裝置之方塊圖；

第 2 圖說明第 1 圖之影像裝置之一個影像陣列；

第 3 圖係一個第 1 圖之影像裝置之補償電路之圖；

第 4 圖係一個第 1 圖之影像裝置之替代補償電路之圖；及

第 5 圖係第 1 圖之影像裝置之替代補償電路之圖。

五、發明說明(4)

〔元件符號說明〕

100	影像裝置
102	光敏感陣列
104	控制電路
105	處理電路
106	補償電路
107	光敏感像素
108	主動區域
110	光學暗區域
112	光學暗區域
114	光學暗區域
120	輸入節點
121	節點
122	節點
124	耦合電容
126	取樣及保持緩衝器
128	可重置積分器電路
130	開關電路
131	控制線
132	開關電路
133	控制線
134	參考電壓電路
135	開關電路
136	控制線

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(ㄘ)

1 5 2 類比至數位轉換器

1 5 5 累加器電路

發明詳細說明

於下列較佳實施例之詳細說明，並參考形成本發明之一部份之後附圖式，其係藉由說明本發明可以實施之特定較佳實施例而予以顯示。這些實施例係敘述得足夠詳細，使得熟習本項技藝人士能夠實施本發明，且應瞭解的是，在不偏離本發明之精神及範疇之下，其他實施例係可以被完成，且邏輯上的、機械的及電機的改變可以被完成。因此，下列之詳細說明係不是作為限制之意義，且本發明之範疇僅係為後附申請專利範圍所定義。

參考第 1 圖，一個補償於一個陣列轉移操作期間所經歷之暗電流之影像裝置被顯示出來。該影像裝置 1 0 0 包括一個光敏感晶胞之陣列或像素 1 0 2，諸如發光二極體，一個用以減少該光敏感晶胞所遭遇之錯誤的補償電路 1 0 6，及一個控制該影像裝置操作及由該陣列之資料轉移之控制電路 1 0 4。一個可選擇的處理電路 1 0 5 能夠被提供，以處理及／或儲存由該陣列轉移之資料。類似地，由該補償電路而來之輸出訊號能夠由該影像裝置輸出，作為外部處理之用。

如上文所解說，該光敏感陣列 1 0 2 捕捉一個曝光於該陣列之光影像。該陣列包括許多光敏感晶胞或像素之列及行，其遭遇漏（暗）電流。因為在曝光該陣列於一個發

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (6)

光光源及由該陣列轉移像素電荷之間係遭遇到一個可變時間差，所以遭遇到可變（增加的）暗電流增強，其導致儲存於該像素中之電荷錯誤。熟習本項技藝人士均知，該暗電流係裝置溫度及整合時間之一個函數。亦即，環境及操作變數兩者改變該暗電流之結果。

於該影像裝置之一個實施例中，一個補償電路係被提供，該補償電路 1 0 6 補償於一個陣列轉移操作之暗電流改變。在敘述轉移電路之前，對於陣列 1 0 2 作更詳細之敘述。參看第 2 圖，其說明陣列 1 0 2 之一個實施例。該陣列包括一個配置成許多列及行之光敏感像素 1 0 7 之矩陣。該陣列包括一個主動區域 1 0 8，該主動區域 1 0 8 於影像裝置之操作期間係被曝光。光敏感像素 1 0 7 能夠是固態光敏感裝置之任何形式，諸如互補金屬氧化半導體（CMOS）發光二極體，但並非受限於 CMOS 發光二極體。一個光學暗區域 1 1 0 係被提供鄰接於該陣列，且包括複數個光敏感像素列。熟習本項技藝人士應可瞭解，在本案所揭露之優點之下，光學暗區域 1 1 0 能夠位於主動區域 1 0 8 之任一邊或兩邊。本發明只需要一個區域 1 1 0。

光學暗區域 1 1 0 及主動區域 1 0 8 之間之一個差異係：位於該光學暗區域 1 1 0 中之光敏感像素係遮蔽入射光。此能夠藉由製造一層諸如鋁之金屬於該像素上而完成。一個第二光學暗區域 1 1 2 係位於該陣列之一端，且包括複數個光敏感像素行。一個可選擇的光學暗區域 1 1 4

五、發明說明 (7)

能夠位於該陣列之一個相對端，且包括複數個像素行。於一個由該陣列讀出操作期間，一個電荷係一個接一個地由每一列讀出。舉例而言，陣列 1 0 2 能夠被讀出，其藉著：首先，由一個位於陣列 1 0 2 右上角（列 1 5 0（a），行 1 1 1（a））之像素 1 0 7 讀出一個電荷，然後，依序地由位於列 1 5 0（a）之像素讀出一個電荷，直到達到行 1 1 1（n）。然後，由一個後續列而來之資料被讀出，且按照相同的程序，直到由列 1 5 0（n）而來之資料被讀出。雖然上文敘述之轉移操作由左至右移動電荷，資料亦能從右至左、上至下、下至上或混合之方式，由該陣列讀出。如下所述，不論所選擇之轉移機制為何，在從主動區域 1 0 8 讀出資料之前，資料會從光學暗區域 1 1 0 讀出。

如熟習本項技藝人士皆知，在曝光於入射光之前，光敏感元件 1 0 7 能夠被充電至一個預先決定之準位。因此，陣列之像素具有一個預先決定之起始電荷，而在曝光於入射光線時，電荷被改變。在整合之前之陣列之準備係與影像裝置之結構有關，且並非被認為係限制本發明。電荷之減少係正此於曝光於一個特定像素之光線之強度。於一個理想化之光學影像裝置中，該預先決定之電荷（補償因子）能夠由結果之電荷之中被減除，以決定使用入射光所曝光之影像。然而，目前之影像裝置由於漏失形式之電流而遭遇錯誤。該漏電流係一個溫度之因子，且該漏電流之累積結果係根據資料曝露於該漏電流之時間而改變。因為

五、發明說明(8)

這些變數係不容易預測，僅僅減除置放於像素上之預先決定電荷準位無法提供該入射光線影像之精確表示。

參看第3圖，其提供一個補償電路106之實施例，該補償電路產生用於每一個捕捉到之影像之一個起始暗電流補償因子，且於資料轉移操作期間調整該起始補償因子。該補償電路包括一個用以接收由該陣列之像素而來之電荷之輸入節點120。一個可選擇之耦合電容124係用於耦合該電荷至節點121。該補償電路操作於兩種模式之一：根據陣列之那一個區域連接至該補償電路而定。亦即，當光學暗區域連接至該補償電路時，一個第一操作模式被執行。當主動區域108連接至該補償電路時，一個第二操作模式被執行。該第一操作模式係使用於建立從主動區域讀出之資料之中減除之暗電流補償值。

示於第3圖之補償電路包括一個取樣及保持緩衝器126、一個可重置積分器電路128、開關電路135、開關電路130、一個參考電壓電路134、及開關電路132。開關電路130、132及135可以是電機控制之開關，諸如場效電晶體(FETs)，其分別為控制線131、133及136所致動。這些開關能夠被控制器104所控制。參考電壓電路134能夠位於該補償電路之外面，且提供一個接近陣列像素所遭遇之起始暗電流之參考電壓。當該第一操作模式於光學暗區域110被轉移至補償電路106之期間，開關電路132係關閉，使得一個由參考電壓電路134而來之參考電壓係連接至節點

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(9)

1 2 1。此參考電壓係由一個經由輸入節點 1 2 0 而連接至節點 1 2 1 之光學暗像素電荷之中減除。因此，於節點 1 2 1 之上之電壓代表於該光學暗像素及該參考電壓之間之電荷差。該於節點 1 2 1 之上之電壓係被緩衝器電路 1 2 6 所取樣，且經由關閉之開關 1 3 5 而連接至積分器電路 1 2 8。積分器電路 1 2 8 將所有於光學暗區域 1 1 0 中之像素及參考電壓之間之電荷差作整合。代表於區域 1 1 0 之轉移期間所遭遇之平均暗電流之整合值係被維持於積分器電路 1 2 8 之中，作為一個暗電流補償值，該暗電流補償值係在主動區域 1 0 8 之資料轉移期間所使用。用於獲得補償值之時間常數對應於由光學暗區域 1 1 0 轉移資料所需之時間，係應注意的。

當一個電荷由主動區域 1 0 8 轉移至該補償電路，開關電路 1 3 0 係關閉，而開關電路 1 3 2 及 1 3 5 係打開。當像素資料電荷由主動區域 1 0 8 耦合至輸入節點 1 2 0，該由積分器電路 1 2 8 而來之暗電流補償值係於節點 1 2 1 被減除。於此第二操作模式之中，積分器電路 1 2 8 並不改變該暗電流補償值。因此，提供於節點 1 2 2 之資料代表一個在區域 1 0 8 之中且被代表一個暗電流變數之補償值所補償之像素讀出之電荷。如上所述，暗電流係一個時間之因子，因此，當轉移操作接近列 1 5 0 (n) 時，該補償值不會準確地移除所有引起之暗電流錯誤。當轉移操作持續通過連續的列時，暗區域 1 1 2 及 / 或 1 1 4 係被提供，以調整該補償值。

五、發明說明(10)

爲了調整該暗電流補償值，如上所述，由位於區域 1 1 2 及／或 1 1 4 而來之電荷係經由開關 1 3 5 而耦合至積分器電路 1 2 8。於一個實施例中，開關 1 3 2 及 1 3 5 係關閉的且開關 1 3 0 係打開，使得積分器電路 1 2 8 於每一個陣列之連續列，調整該暗電流補償值。或者，開關 1 3 2 係打開且開關 1 3 0 及 1 3 5 係關閉，於此實施例中，該積分器在調整該補償值之前，補償於節點 1 2 1 上之電荷。於此兩個實施例中，區域 1 1 2 及／或 1 1 4 係用以調整連接至節點 1 2 1 之補償值。

在研讀本發明之揭示之後，熟習本項技藝人士應可瞭解到，光學暗區域 1 1 2 及 1 1 4 兩者或其中之一能夠被使用於調整該補償值。因此，當一個捕捉到之影像由陣列 1 0 2 轉移時，該補償電路決定一個起始暗電流補償值，且調整該暗電流補償值。因此，由製造及溫度改變所造成之暗電流變動，係藉由每次捕捉到影像時，建立一個起始補償值而獲得補償。此外，由於轉移主動區域之資料所花費之時間所引起之暗電流變動，係藉由每一個新的像素列被轉移時，調整該補償值而獲得補償。因此，該補償電路提供一個相關連之雙取樣暗電流補償電路，其自動地調整於暗電流上之改變。

提供於該補償電路之節點 1 2 2 之輸出訊號代表儲存於一個陣列區域 1 0 8 中之像素中，且被暗電流中之改變所補償。然而，該輸出電壓仍然包括起始電荷之殘留部份，該殘留部份係在陣列曝光於入射光之前，置放於陣列像

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(11)

素上。該起始電荷值及曝光後之像素電荷之間之差提供一個入射光線強度之更精確的表示。爲了取得此資料，該起始電荷值於第二操作模式期間，能夠使用參考電壓電路 134 而被消除。亦即，當主動區域 108 被轉移期間，開關 130 及 132 兩者係關閉的。因此，該參考電壓及由積分器 128 而來之補償值兩者皆用於取得由一個提供於節點 120 上之電荷而來之影像。或者，該起始電荷能夠使用額外處理電路，而由輸出節點 122 移除。

第 4 圖說明一個補償電路 106 之替代實施例。一個類比至數位轉換器 152 係連接至取樣電路 126 之輸出端。因此，於節點 122 之輸出訊號係數位的。類似地，可重置積分器 128 使用該數位輸入且提供一個類比輸出電壓。一個提供一個數位輸出之可重置積分器係示於第 5 圖。一個累加器電路 155，係用以由一個輸出訊號移除由該積分器提供之補償值。

影像裝置 100 已經於此以簡化之方式敘述以說明本發明。應瞭解到，額外的元件及特色能夠提供於影像裝置 100 之中。舉例而言，該補償電路之輸出節點 122 能夠被連接至額外之內部處理電路及／或連接至外部裝置。於一個實施例中，該影像裝置係一個相機，且該內部處理電路係用於捕捉及儲存許多影像。該相機能夠適用於與一個外部處理器、列表機或網路作通訊，以轉移該捕捉到的影像。類似地，該影像裝置可以是一個掃描器、影印機或類似的裝置。此外，開關電路 130、132 及 135 代

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (1/)

表能夠結合於其餘電路之控制功能。亦即，該積分器 1 2 8 能夠包括取樣該節點 1 2 2 及耦合一個輸出訊號至節點 1 2 1 以回應控制訊號之電路。

雖然特定的實施例已於此圖示及說明，熟習本項技藝人士應可瞭解，任何計算出達成相同目的之配置能夠用以取代該特定實施例。本發明意欲涵蓋本發明之任何改變及變異。因此，申請人意欲本發明係受限於申請專利範圍及其均等物。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

四、中文發明摘要(發明之名稱:)

暗電流補償電路

一個影像裝置包括一個用以減少於操作期間產生之暗電流效應之補償電路。該補償電路使用一個光敏感陣列之光學暗區域，計算出一個起始暗電流補償值。當由光敏感陣列之連續列而來之輸出訊號被轉移時，該補償電路亦自動地調整該起始暗電流補償值。該補償電路能夠在每次一個影像被捕捉時，計算該起始暗電流補償值，因而補償諸如溫度之變數。

英文發明摘要(發明之名稱:DARK CURRENT COMPENSATION CIRCUIT)

An imaging device includes a compensation circuit for reducing an effect of dark current generated during operation. The compensation circuit calculates an initial dark current offset value using optically dark regions of a photo sensitive array. The compensation circuit also automatically adjusts the initial dark current offset value as output signals from successive rows of the photo sensitive array are transferred. The compensation circuit can calculate the initial dark current offset value each time an image is captured, thereby compensating for variables such as temperature.

六、申請專利範圍

1、一種影像裝置，其包含：

一個影像陣列，其包含複數個配置成複數個列及行之光敏感像素，該影像陣列進一步包含：一個主動區域，一個包含至少一列像素之第一光學暗區域，及一個第二光學暗區域，該第二光學暗區域係位於鄰近該主動區域且包含至少一行像素；及

一個補償電路，其連接至該影像陣列，該補償電路由一個該第一光學暗區域之輸出訊號，而產生一個起始暗電流補償值，且使用該第二光學暗區域之一個輸出訊號而調整該起始暗電流補償值。

2、如申請專利範圍第1項之影像裝置，其中，該影像陣列進一步包含一個第三光學暗區域，其包含至少一列像素，該第三光學暗區域係位於該第三光學暗區域於該主動區域之相對側。

3、如申請專利範圍第1項之影像裝置，其中，該補償電路包含：

一個緩衝器電路，其被耦合以接收一個由該影像陣列而來之輸出訊號；

一個參考電路，其選擇性地連接一個參考電壓至該緩衝器電路之一個輸出節點；及

一個整合電路，以產生該起始暗電流補償值，且調整該起始暗電流補償值。

4、如申請專利範圍第3項之影像裝置，其中，該參考電路係透過一個開關電路而連接至該緩衝器電路。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

六、申請專利範圍

5、如申請專利範圍第4項之影像裝置，其中，當該第一或第二光學暗區域其中之一係連接至該補償電路時，該開關電路係被選擇性致動。

6、如申請專利範圍第3項之影像裝置，其中，該整合電路係透過一個開關電路而連接至該緩衝器電路之一個輸入節點。

7、如申請專利範圍第6項之影像裝置，其中，當該主動區域係連接至該補償電路時，該開關電路係被選擇性致動。

8、如申請專利範圍第1項之影像裝置，其中，每次該主動區域係曝光於入射光線時，該補償電路決定該起始暗電流補償值。

9、如申請專利範圍第1項之影像裝置，其進一步包含：一個控制電路，以由該影像陣列轉移資料至該補償電路。

10、一種影像裝置，其包含：

一個影像陣列，其包含複數個配置成複數個列及行之光敏感像素，該影像陣列進一步包含：一個主動區域，其能夠被選擇性曝光於該入射光線以捕捉一個影像；一個位於鄰接於該主動區域之第一光學暗區域，其包含至少一列光敏感像素；及一個位於鄰接該主動區域之第二光學暗區域，其包含至少一行光敏感像素，及第一及第二光學暗區域之光敏感像素係被阻絕入射光線；及

一個補償電路，其連接至該影像陣列，該補償電路由

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

六、申請專利範圍

該第一光學暗區域產生一個起始暗電流補償值，且使用該第二光學暗區域來調整該起始暗電流補償值，該補償電路包含：

一個緩衝器電路，其被耦合以由該影像陣列接收一個輸出訊號；

一個參考電路，以選擇性地連接一個參考電壓至該緩衝器電路之一個輸出節點；及

一個整合電路，以產生該起始暗電流補償值，且調整該起始暗電流補償值。

1 1、如申請專利範圍第 1 0 項之影像裝置，其中，該影像裝置係一個相機。

1 2、如申請專利範圍第 1 0 項之影像裝置，其中，該參考電路係透過一個開關電路而連接至該緩衝器電路，當該第一或第二光學暗區域之其中之一連接至該補償電路時，該開關電路係選擇性地被致動。

1 3、如申請專利範圍第 1 0 項之影像裝置，其中，該整合電路係透過一個開關電路而連接至該緩衝器電路之一個輸入節點，該開關電路係當該主動區域連接至該補償電路時，被選擇性地致動。

1 4、一種影像裝置補償電路，其包含：

一個輸入節點，其用以由一個光敏感裝置接收一個輸出訊號；

一個緩衝器電路，其連接至該輸入節點；

一個參考電壓電路，其透過一個第一開關電路而連接

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

六、申請專利範圍

至該緩衝器電路之一個輸入節點；及

一個整合器電路，其耦合至該緩衝器電路之一個輸出訊號，該整合器電路具有一個透過一個第二開關電路而耦合至該緩衝器電路之一個輸入節點之輸出訊號。

1 5、一種於影像裝置中補償暗電流之方法，該方法包含：

計算至少一列的被遮擋之光敏感像素之平均暗電流值；

將該平均暗電流值由主動光敏感像素之一個輸出訊號之中減除；及

使用位於該影像裝置之連續列中之被遮擋之光敏感像素，而調整該平均暗電流值。

1 6、如申請專利範圍第 1 5 項之方法，其中，該平均暗電流值係藉由累加一個由至少一列被遮擋光敏感像素之每一個像素而來之輸出訊號及一個參考電壓之間之差而計算出來。

1 7、如申請專利範圍第 1 5 項之方法，其中，調整該平均暗電流值對於該影像裝置之每一列光敏感像素而言，係實施兩次。

1 8、如申請專利範圍第 1 5 項之方法，其中，每一次該主動光敏感像素係曝光於入射光線時，該平均暗電流值係被計算出。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

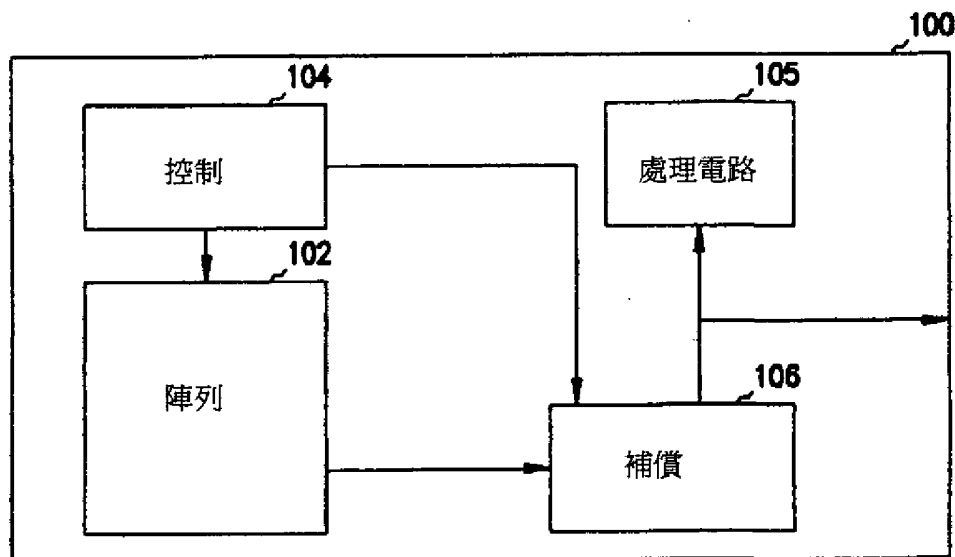


FIG. 1

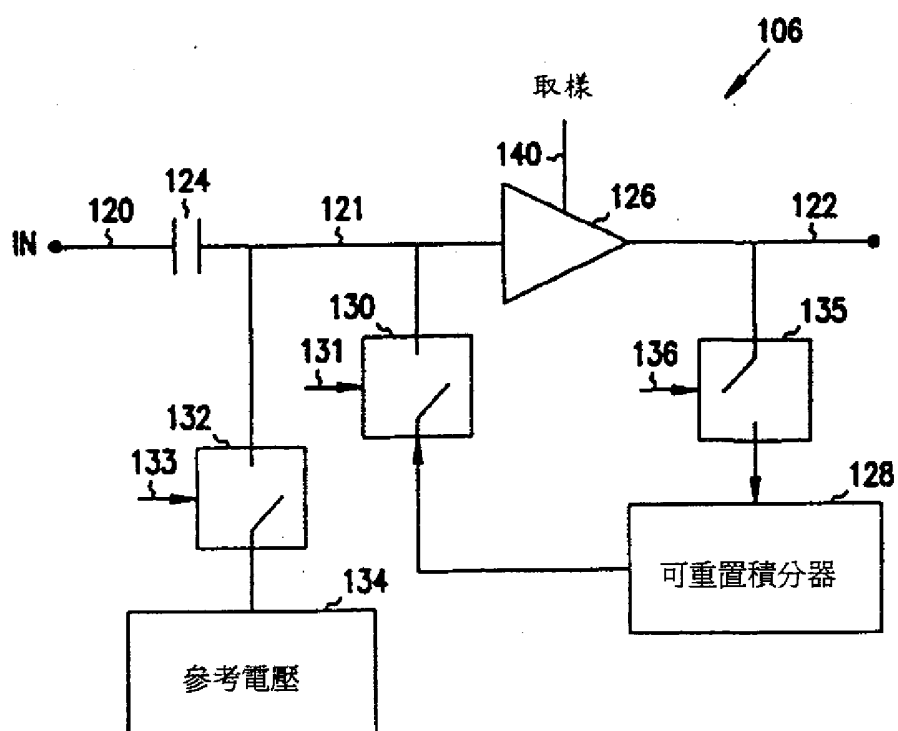


FIG. 3

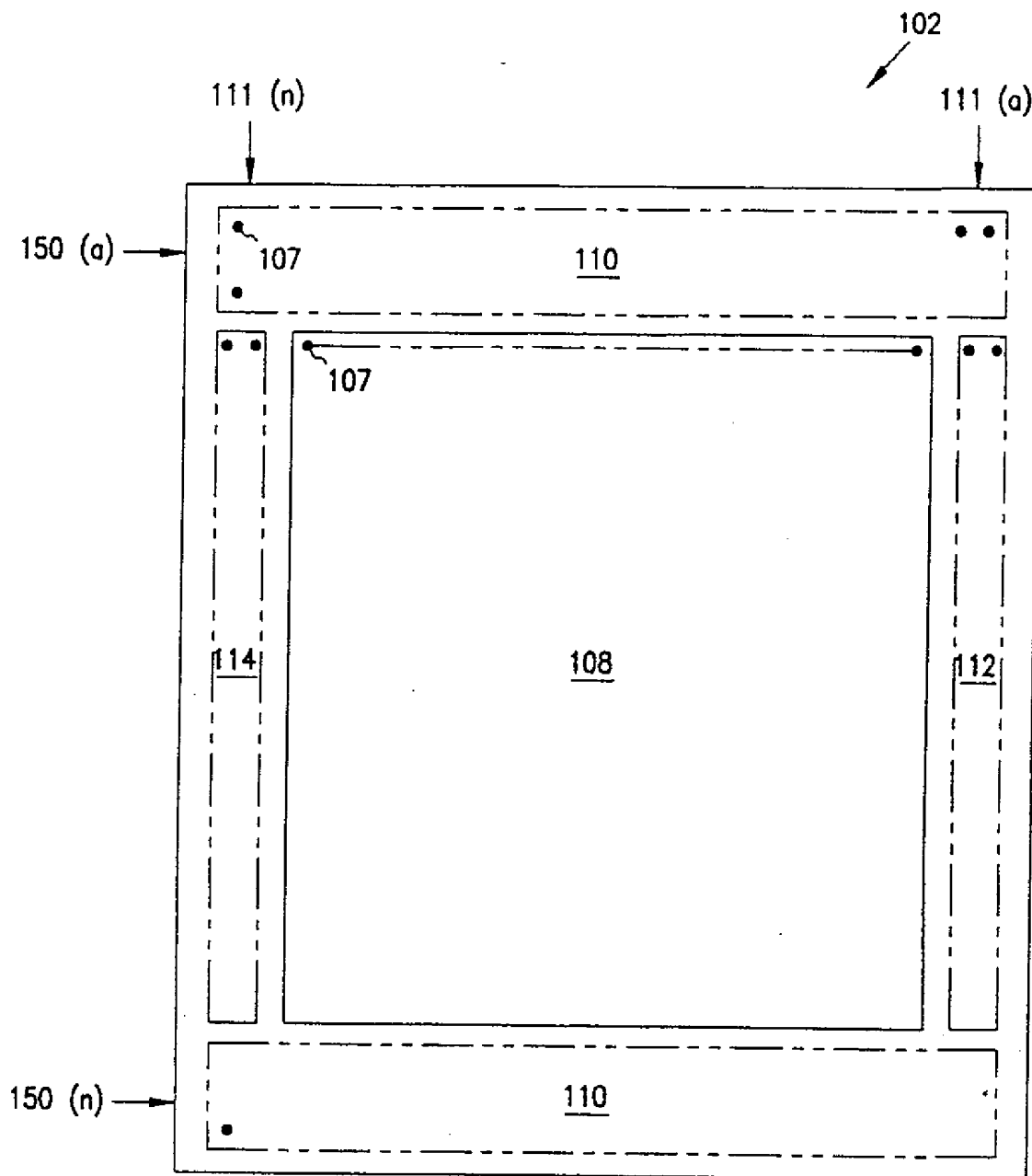


FIG. 2

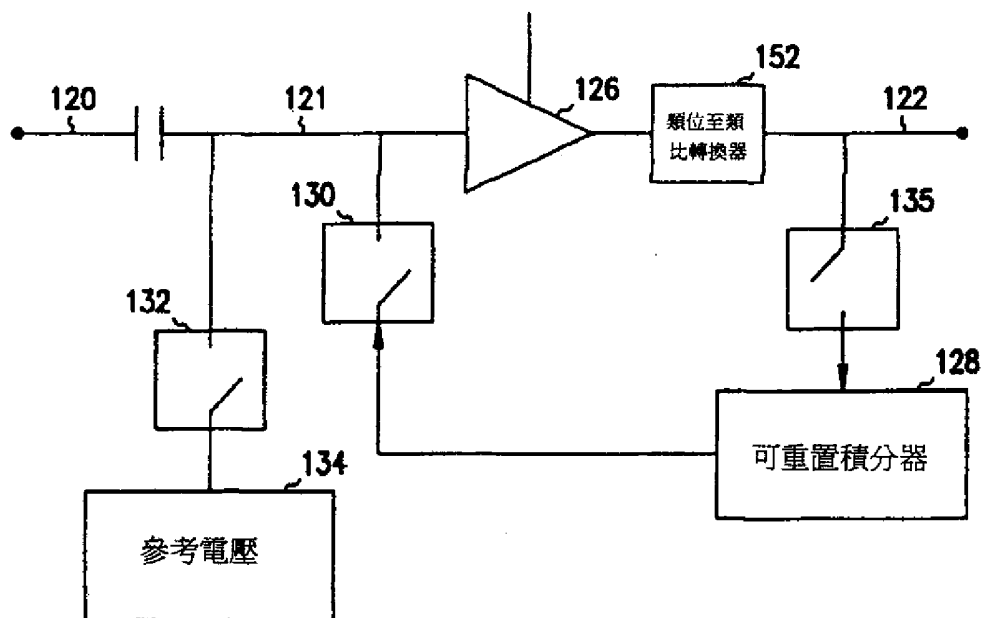


FIG. 4

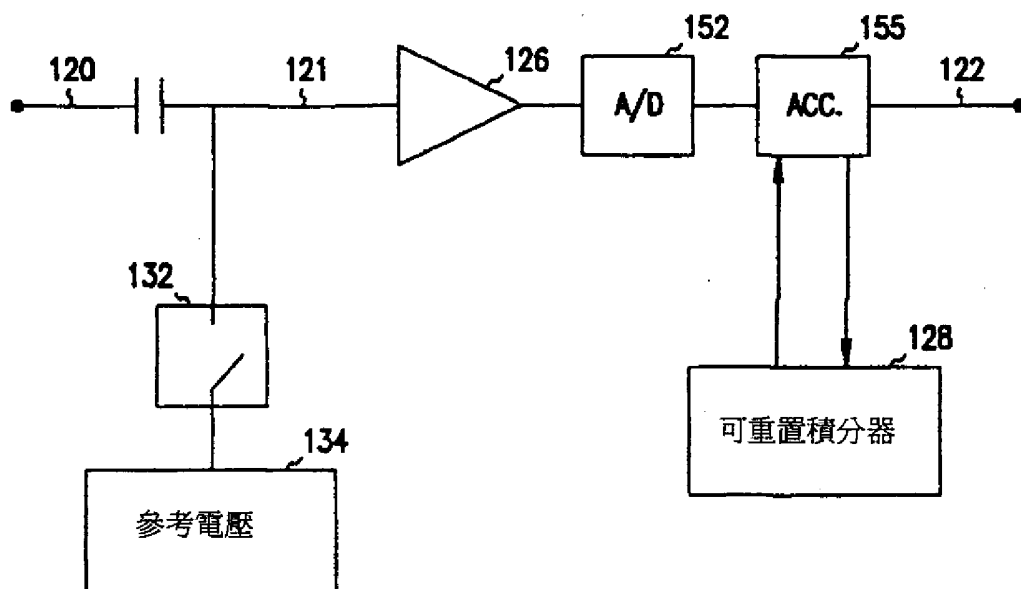


FIG. 5

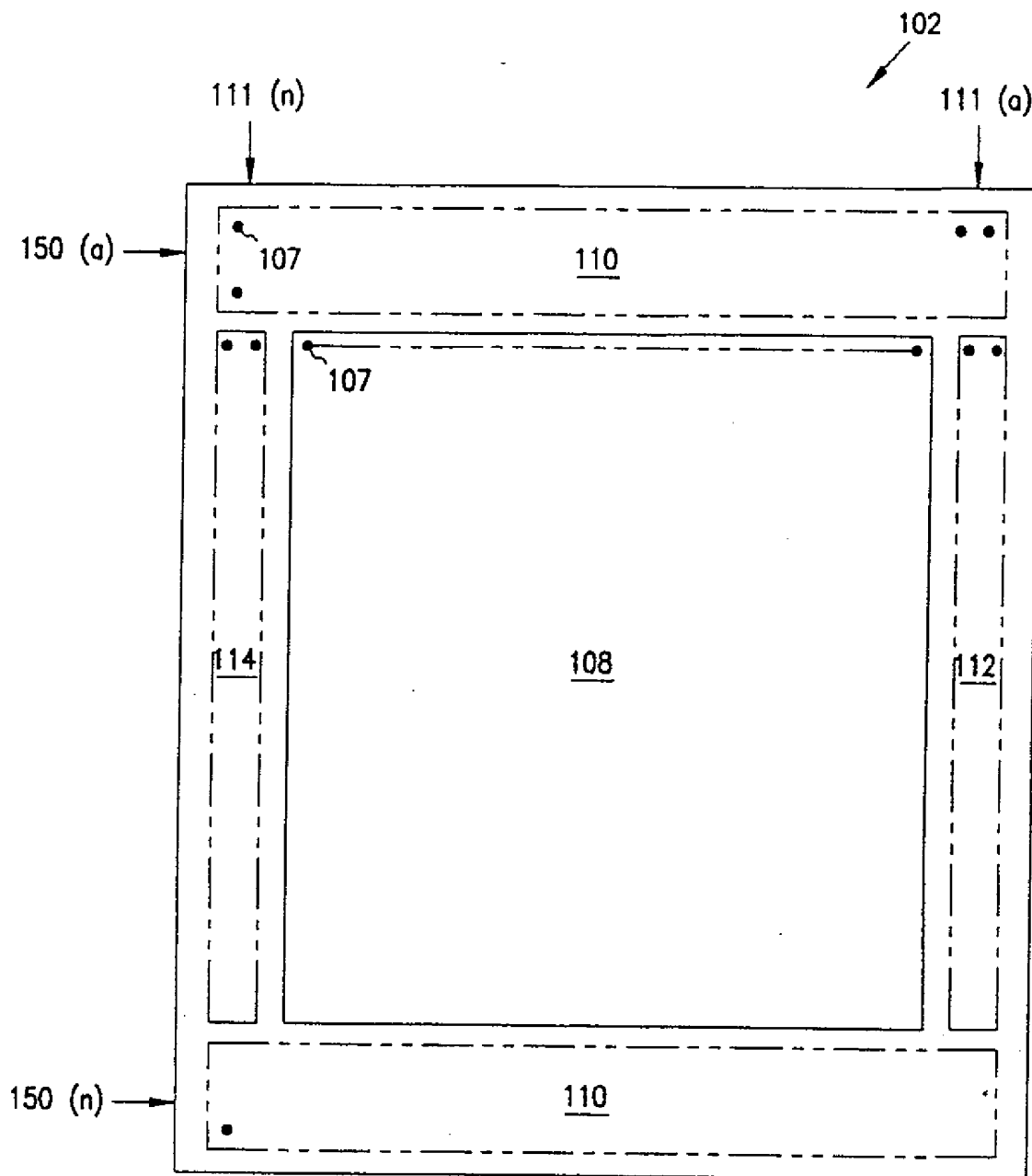


FIG. 2

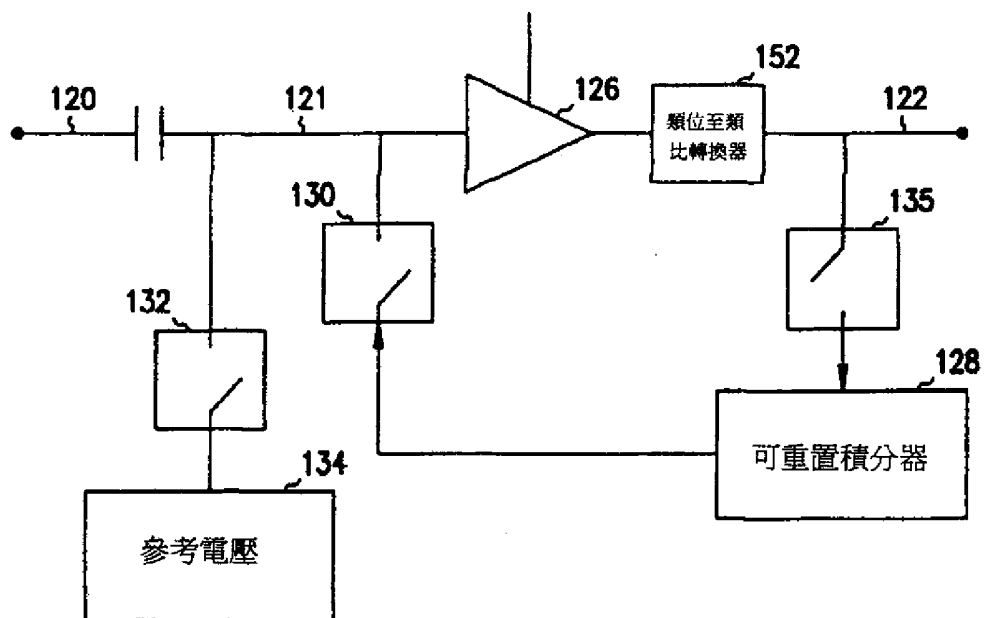


FIG. 4

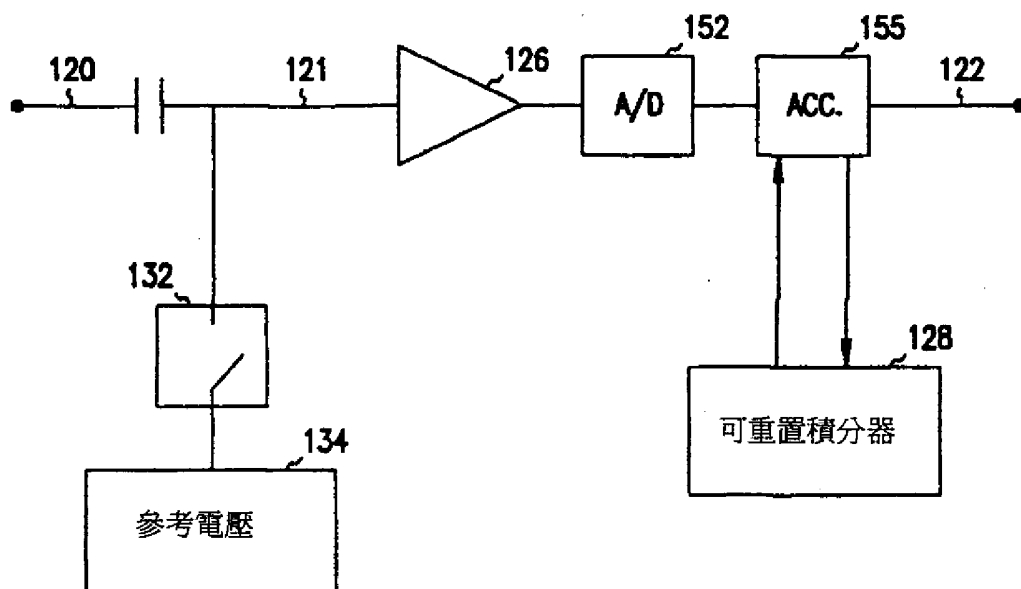


FIG. 5