



(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 I629901 B

(45)公告日：中華民國 107 (2018) 年 07 月 11 日

(21)申請案號：103135545

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 10 月 14 日

(51)Int. Cl. : H04N5/351 (2011.01)

H04N5/3745 (2011.01)

(30)優先權：2013/10/14 法國

1359940

(71)申請人：法商泰勒岱 e 2 v 半導體公司 (法國) TELEDUNE E2V SEMICONDUCTORS SAS
(FR)

法國

(72)發明人：吉賽特 斯特凡 GESSET, STEPHANE (FR)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

EP 1655840A1

US 8031241B2

US 2011/0242377A1

US 2012/0006974A1

US 2012/0008028A1

審查人員：劉耀允

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：7 共 34 頁

(54)名稱

取決於由像素接收的亮度級而具有多重轉換或單一轉換的斜坡式類比數位轉換

RAMP-TYPE ANALOGUE-DIGITAL CONVERSION, WITH MULTIPLE CONVERSIONS OR
SINGLE CONVERSION, DEPENDING ON THE LIGHT LEVEL RECEIVED BY A PIXEL

(57)摘要

在矩陣影像感測器中，讀取行的像素之方法允許行提供的電壓位準之類比-數位轉換的二模式：第一模式，在具有額定持續時間 d_n 的額定轉換時間窗 F_{CONV} 中執行單一類比-數位轉換，以及，計數隨著具有額定持續時間 d_n 的斜坡而啟始以及在比較器的輸出 S_{CMP} 觸發時停止；以及，第二模式，在相同的額定轉換時間窗中，藉由與具有縮減的持續時間 d_r 之斜坡相比較而提供多次轉換。在斜坡啟始的瞬間 t_i 後預定持續時間之後，根據偵測比較器的輸出 S_{CMP} 的狀態之觀測，選取要施加的轉換模式：假使該輸出觸發時，則要轉換的有用等級代表低亮度級，對有用等級施加具有多次轉換的第二模式；假使輸出未觸發時，則要轉換的有用等級代表高亮度級，對有用等級施加具有單一轉換之第一、傳統的模式。本發明藉由降低導因於轉換鏈的電路之高斯雜訊量，而能夠對低亮度級改良感測器輸出的訊號對雜訊比。

In a matrix image sensor, a method of reading a pixel of a column allows two modes of analogue-digital conversion of the voltage level provided by the column: a first mode in which are carried out a single analogue-digital conversion in a nominal conversion time window F_{CONV} , of nominal duration d_n and a counting which starts with a ramp of nominal duration d_n and stops upon the toggling of the output S_{CMP} of the comparator; and a second mode which provides for multiple conversions by comparison with a ramp of reduced duration d_r , in the same nominal conversion time window. The selection of the mode of conversion to be applied is based on the observation of the state of the output S_{CMP} of the comparator after a predetermined duration after the instant t_i of ramp start: if the output has toggled, the useful level to be

converted represents a low light level to which the second mode with multiple conversions will be applied; if the output has not toggled, the useful level to be converted represents a high light level and the first, conventional, mode with single conversion will be applied. The invention makes it possible to improve the signal-to-noise ratio at the output of the sensor, for low light levels, by decreasing the amount of the Gaussian noise due to the circuits of the conversion chain.

指定代表圖：

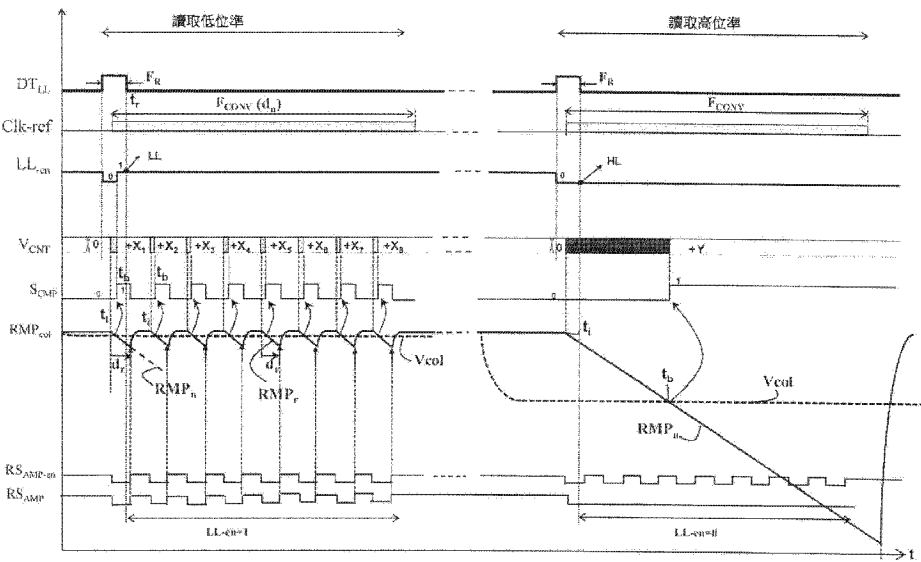


圖 3

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

取決於由像素接收的亮度級而具有多重轉換或單一轉換的斜坡式類比數位轉換

Ramp-type analogue-digital conversion, with multiple conversions or single conversion, depending on the light level received by a pixel

【技術領域】

本發明係關於讀取影像感測器的像素之方法，更特別關於意圖取得低亮度級及高亮度級的影像之具有大動態範圍的影像感測器。

【先前技術】

影像感測器包括組織成列及行之像素矩陣。同一行的像素連接至行導體，行導體本身連接至讀取電路，以將被選取的用於讀取的像素施加至行導體的電壓位準轉換成數位的。此電壓位準代表像素接收的亮度級。此轉換是由斜坡式類比-數位轉換器執行，其包括比較器及計數器，比較器用於比較要被轉換的電壓位準與線性電壓斜坡，計數器從斜坡開始的瞬間直到比較器觸發為止以高頻率計數。在觸發的瞬間之計數器的內容代表要被轉換的電壓位準之數值。

像素主要包括光二極體及例如四個電晶體等 MOS 電

晶體，而能夠驅動光二極體中由光產生的電荷之讀取。具有四個電晶體的像素將電荷從光二極體傳送至之前被初始至再初始化電位的電容儲存節點；像素的讀取大致上包括載送至再初始化電位的行導體然後是代表像素接收的亮度級之儲存節點的電位之行導體。

在習知的方式中，為了防止與像素的電容儲存節點相關連的雜訊（此相關連的雜訊是儲存節點的再初始化等級以及收到的電荷轉移後的有用等級都會很均等地遭遇到的相關雜訊），能夠執行再初始化等級以及有用等級等二等級中的各等級之類比-數位轉換，以及執行二數值之間的相減，因而消除此有關的雜訊成分。也能夠在轉換差值之前執行電壓的類比減法。在此情形中，使用二取樣電容器以取樣行提供的電訊號，一取樣是在再初始化之後，另一取樣是在電荷轉移之後而在執行差動轉換之後。

讀取電路感測器視感測器的動態範圍（也就是說，希望測量之照明的跨度）之作用而尺度化。值得注意，決定斜坡的持續時間，以致允許與計數頻率、計數器的位元數目、以及所需轉換率有關地希望測量之最高照明等級的轉換。

因為轉換鏈的各種雜訊源，這些影像感測器的動態範圍實際上受限於低亮度等級，所述轉換鏈包括安裝作為像素中的隨動器以將儲存節點的電位複製至行導體的電晶體、所有行共同的電流源、形成比較器的大增益放大器、等等。此鏈雜訊完全是隨機的及與要測量的訊號的位準不

相關。其阻礙感測器的動態範圍增加至低照明等級之能力。

【發明內容】

本發明特別關於讀取電路，其對行提供的二電壓位準中的各位準直接執行類比-數位轉換，以及，執行取得的二數值的相減。事實上在此情形中，理論上知道如何藉由 n 次轉換此訊號以及將這 n 個轉換平均，而以 n 比例的根，降低存在於訊號中的高斯雜訊量。

但是，執行 n 次轉換會使讀取像素所需的時間增加，讀取像素所需的時間主要由斜坡的額定持續時間所固定，斜坡的額定持續時間係被決定成取得用於這些感測器之寬廣的動態範圍及良好的解析度。

為了解決此問題，本發明提出在行提供的電壓位準之類比-數位轉換階段中決定此位準是否代表低的或高的照明等級，以致在低照明等級的情形中，藉由使用對於 n 次轉換中的各轉換的持續時間減少之斜坡，在一般分配給單一轉換的時間內，執行 n 次轉換及將它們平均。

結果，本發明提出讀取矩陣影像感測器中的像素之方法，像素在行導體上提供代表像素收到的亮度等級之電壓位準，讀取方法包括藉由斜坡式轉換器之類比-數位轉換，包括藉由比較器以比較自行導體接收的電壓位準與類比電壓斜坡，以及計數斜坡啟始的瞬間與比較器的輸出觸發的瞬間之間的時脈脈衝。

根據本發明，讀取方法包括決定階段，在決定階段中，在斜坡啟始的瞬間之後，在預定時間之後，偵測比較器的輸出的觸發，以區分假使輸出未觸發時的高亮度級或是假使輸出觸發時的低亮度級，以及分別根據第一或第二轉換模式而轉換電壓位準，其中，

- 第一轉換模式包括借助於具有額定持續時間的斜坡，在額定轉換時間窗的期間，以計數器單一計數，允許高亮度級轉換，

- 第二轉換模式包括建立在額定轉換時間窗的持續時間內具有縮減的持續時間之 n 個連續的斜坡，對於各斜坡，在斜坡的啟始與比較器的輸出之觸發之間，以計數器計數，以及，將 n 個計數結果總合，其中， n 是大於 1 的整數。

決定階段可在額定轉換時間窗啟始之前執行。

但是，其也可以在此額定轉換時間窗啟始時執行。然後，其隨著具有額定持續時間的電壓斜坡而啟始，以及，假使在決定階段結束之前比較器的輸出觸發，則具有額定持續時間的電壓斜坡在縮減的持續時間之後中斷以及構成 n 個連續的斜坡中的第一個斜坡。在此情形中，假使有特定用於矩陣像素的各行之計數器，則在由具有縮減的持續時間之 n 個連續的斜坡中的第一個斜坡重設至計數器的 0 之後，計數開始，而不由 $n-1$ 個後續的具有縮減的持續時間之斜坡中的各斜坡重設至 0，繼續計數，而能夠直接執行第二轉換模式的 n 個計次之總合。在額定轉換時間窗結

束時，計數器提供 n 個計次累積之總合結果作為輸出。

當讀取方法包括再初始化等級的第一轉換、代表像素收到的亮度級之有用等級的第二轉換以及二轉換的結果相減時，根據第二轉換模式，轉換再初始化等級，而能夠將與儲存節點的電容器有關的相關雜訊移除。

根據本發明，在對應於高亮度級的有用等級的情形中，在減掉有用等級的轉換結果之前，將根據第二模式執行的再初始化等級的轉換之結果除以 n 。

在額定轉換時間窗啟始之前執行決定階段的情形中，能夠使用特定用於像素矩陣的各行之上數計數器/下數計數器，以在此上數計數器/下數計數器中直接執行二轉換結果的相減（有用等級-再初始化等級）：根據決定階段的結果，在第二轉換之前，能夠將計數器的計數跨幅從 1 改成 n ，以及開始相關連的向下計數。

更具體而言，對於再初始化等級的第一轉換：以 1 接 1 的計數之計數模式，規劃計數器；然後，對於有用等級的第二轉換，視用於此二轉換的決定階段之結果，而以 1 接 1 或 n 接 n 計數跨幅、以向下計數模式且不重設至 0，來規劃計數器。

實際上，在再初始化像素期間，提供電壓斜坡，所述電壓斜坡都具有等於行導體的電壓位準之同一啟始位準。

本發明也關於對應的矩陣影像感測器。

【圖式簡單說明】

在詳細說明中，參考附圖，以非限定方式，顯示本發明的其它特徵及優點，其中：

圖 1 顯示根據先前技術之允許讀取方法的矩陣影像感測器的像素以及跟隨之相關連的讀取電路的習知結構；

圖 2 是讀取電路的各式各樣訊號的對應時序圖；

圖 3 代表使用根據像素收到的亮度級之第一或第二轉換模式之根據本發明的讀取方法之用於像素的讀取訊號之時序圖；

圖 4 顯示舉例說明的讀取電路，其能夠實施根據本發明的讀取方法；

圖 5 是時序圖，顯示根據本發明的讀取方法，包括：在有用等級對應於高亮度級的情形中，讀取再初始化等級以及讀取像素的有用等級；

圖 6 是時序圖，顯示根據本發明的讀取方法，包括：在有用等級對應於低亮度級的情形中，讀取再初始化等級以及讀取像素的有用等級；以及

圖 7 顯示根據本發明的讀取方法之變異，根據此讀取方法之變異，在類比-數位轉換之前，決定要施加的轉換模式。

【實施方式】

圖 1 顯示連接至像素矩陣的行導體之像素的習知結構、以及根據先前技術之用於讀取此像素的電路，用於執行行導體提供的電壓位準之類比-數位轉換，以及，圖 2

代表對應的訊號之時序圖。

像素 PIX 包括光二極體 D_{ph} 、以連接至電容器的點表示之電容儲存節點 ND、用於在光二極體的陰極與儲存節點之間傳送電荷的電晶體 T1、用於再初始化儲存節點的電位之電晶體 T2、隨動電晶體 T3 及列選取電晶體 T4。

電晶體 T1 由傳送訊號 TRA 控制。電晶體 T2 的汲極連接至以 VREF 表示的參考電位，VREF 可為邏輯電壓源。其由控制儲存節點 ND 的再初始化之訊號 RS_{ND} 控制。隨動電晶體 T3 的汲極連接至固定電位，在實例中，固定電位為電位 VREF。電晶體 T3 的源極連接至列選取電晶體 T4 且其閘極連接至儲存節點 ND。列選取電晶體 T4 的閘極連接至列導體 L1，列導體 L1 連接矩陣的同一列的像素之所有列選取電晶體。電晶體 T4 的汲極連接至電晶體 T3 的源極且其源極連接至行 COL 導體，行 COL 導體是同一行的像素之所有像素共用的。

在行的腳部，行導體連接至讀取電路。大致上藉由電晶體（未表示），其也連接至電流源 CC，而能夠將行導體與在像素讀取級之外的電流源隔離。電流源通常是所有行共用的。

當像素被選取時，電晶體 T3 表現為電壓隨動器，將儲存節點 ND 的電位傳送至行導體。

讀取電路能夠提供數值 V_{CNT} ，數值 V_{CNT} 代表傳送至行導體的電壓位準 V_{col} 。此值與取得之用於其它像素的其它值一起存於記憶體中，以致能由用於這些資料的數位

處理之電路（未顯示）所處理。較佳地，首先測量在儲存節點再初始化之後的電壓位準，然後，測量在傳送至用於儲存代表照明的電荷之節點之後的電壓位準，以及計算這二測量的差別。

讀取電路包括類比-數位轉換器，類比-數位轉換器設有比較器 CMP 及計數器 CNT，比較器 CMP 用於比較要轉換的電壓位準 V_{col} 與線性電壓斜坡 RMP_n ，計數器 CNT 從斜坡啟始的瞬間 t_1 直到比較器的輸出觸發之瞬間 t_b ，高頻率地計數。此時，計數器的內容 V_{CNT} 代表要轉換的電壓位準之數值。此內容存於記憶體中且代表像素的照明值。實際上，在斜坡的啟始 t_1 之前，計數器的內容初始化至 0，以及，計數的開始會與斜坡啟始同步。

比較器是具有大增益、自動零化之差動放大器，其一輸入連接至行 COL 導體，其另一輸入接收斜坡訊號，斜坡訊號在持續時間 d_n 內提供線性電壓斜坡 RMP_n 。斜坡訊號 S_{RMP} 是由線性斜坡產生器提供，舉例而言，線性斜坡產生器是使用由固定電流源充電的電容器之產生器。這對於有數位-類比轉換器跟隨在後的計數器是同等適當的，即使以小增量執行，計數器仍能提供線性電壓斜坡給第一階。

斜坡產生器是所有讀取電路共用的，亦即，在具有持續時間 d_n 的額定轉換時間窗中，被同步及致動的矩陣之所有行所共用。決定用於給定感測器的斜坡 RMP_n 之持續時間 d_n 及斜率，以致允許與計數頻率、計數器的位元數

目、及所需的轉換速率有關地希望測量之最高照明等級的轉換。在斜坡結束時的瞬間 t_f 時的斜坡電壓位準對應於希望測量之最高照明等級。

當在斜坡發展過程中在比較器的二輸入上的電壓變成相等時，比較器的輸出 S_{CMP} 觸發。初始的自動零化能夠補償不同行的比較器之偏移電壓（偏移）。

簡而言之，方法如下所述地進行：

在保留用於像素的讀取之整個持續時間中，控制像素 PIX 的電晶體 T4 之閘極的訊號 SEL 進行至主動位準。

藉由施加脈衝 RS_{ND} 至電晶體 T2 以將其開啟，將像素的電容儲存節點 ND 再初始化。

行 COL 充電至儲存節點再初始化位準，而在隨動電晶體 T3 的臨界電壓之內。

首先，執行比較器的自動零化階段（訊號 az）。

在重設至計數器的內容 V_{CNT} 之 0(RS.CNT)之後，用於第一轉換的額定轉換時間窗 F_{CONDV} 啟始。從斜坡 RMP_n 的啟始（瞬間 t_i ）直到取決於行導體上的電壓位準之比較器觸發的瞬間 t_b 為止，計數器以時脈頻率 Clk-ref 計數。觸發會停止計數。

在觸發瞬間之計數器的內容 V_{CNT} 提供對應於像素儲存節點的再初始位準之數值 A。此第一值儲存於記憶體中。

與線性斜坡 RMP_n 的結束之瞬間 t_f 一致之額定轉換時間窗的結束會標記再初始位準讀取階段結束。

在光二極體中由光產生的電荷接著傳送至儲存節點中（訊號 TRA）。計數器的內容 V_{CNT} 重設至 0(RS-CNT)，以及隨著新的線性斜坡 RMP_n ，用於第二轉換的額定轉換時間窗 F_{CONV} 開始。

說明與再初始位準讀取階段中所述相同的步驟：建立斜坡 RMP_n 、計數、觸發比較器、停止計數、將計數器內容存於記憶體中。照明之數值測量是差值 B-A。

在此情形中，本發明提出讀取方法，其能夠將計數器的動態範圍增進至低亮度級，也就是說，能夠改良當有用訊號弱時的訊號對雜訊比，而不會增加轉換時間及不會過度地增加讀取電路面積。

根據本發明，提供二轉換模式，第一轉換模式相當於先前所述，會在額定轉換時間窗內單一轉換，以及計數由斜坡啟始且在比較器的輸出觸發時停止；以及，另一模式係在相同的額定轉換時間窗內，以具有縮減的持續時間之斜坡，藉由比較而提供多次轉換。根據在斜坡瞬間啟始後的預定持續時間之後比較器輸出狀態之觀測，選取要施加之轉換模式；假使輸出觸發時，要被轉換的有用等級代表將被施加具有多次轉換的第二模式之低亮度級；假使輸出未觸發時，則要被轉換的有用等級代表高亮度級以及將被施加具有單一轉換之第一、傳統的模式。

為了說明根據本發明的讀取方法，我們起初僅處理行 COL 上的電壓位準 V_{col} 之讀取。

圖 3 顯示時序圖，其左方對應於代表低亮度級的行電

壓位準之讀取；右方相當於對應於高亮度級的電壓位準之讀取。

在決定要施加的轉換模式之階段伴隨有由行提供的電壓位準之類比-數位轉換階段的實施中，這些時序圖對應於根據本發明的讀取方法。在本實施中，在斜坡啟始的瞬間 t_i 後的瞬間 t_r ，決定要施加的轉換模式。

各轉換包括與線性斜坡的比較以及在斜坡啟始的瞬間 t_i 啟始之計數。但是，根據具有單一轉換或是多次轉換之轉換模式，線性斜坡是具有額定持續時間 d_n 的斜坡 RMP_n ，或是具有縮減的持續時間 d_r 之斜坡 RMP_r ，藉由在持續時 d_n 中與此斜坡 RMP_r 的比較而允許 n 次轉換。在圖 3 的時序圖的實例中，我們因而在左方具有斜坡訊號 S_{RMP} ，斜坡訊號 S_{RMP} 包括在額定轉換時間窗 F_{CONV} 的持續時間 d_n 內 n 個連續的線性斜坡 RMP_r ，而在右方，我們具有斜坡訊號 S_{RMP} ，斜坡訊號 S_{RMP} 在窗 F_{CONV} 期間僅包括具有額定持續時間 d_n 之線性斜坡 RMP_n 。

藉由比較圖 2 與圖 3 的時序圖，也突顯根據本發明的決定階段之加入。在類比-數位轉換啟始時，此決定階段因限定決定時間窗 F_R 的訊號 DT_{LL} 的存在而顯露。讀取電路儲存決定窗結束時（瞬間 t_r ）比較器的輸出狀態以及自決定窗結束時提供標示比較器是否已觸發之邏輯位準 LL_{-en} 。

如此，在實例中，假使 LL_{-en} 在瞬間 t_r 儲存「0」，這意指比較器的輸出在 t_i 與 t_r 之間未觸發。被處理之有用的

等級因而代表高亮度級 HL。如同計數一般，與線性斜坡 RMP_n 的比較在瞬間 t_i 開始一直持續到比較器輸出觸發瞬間 t_b 為止，其中， $t_i < t_r < t_b$ 。在此瞬間 t_b ，計數器的內容 V_{CNT} 含有測量結果之數值 Y 。這是根據本發明的第一比較模式，第一比較模式對應於先前參考圖 1 及 2 所述及在圖 3 右方呈現的傳統轉換。

但是，假使 LL_{-en} 在瞬間 t_r 時儲存「1」，則這意指比較器的輸出在 t_i 與 t_r 之間觸發。被處理之有用的等級因而代表低亮度級 LL。根據本發明，在額定轉換時間窗 F_{CONV} 的持續時間 d_n 內， n 次轉換以及 n 個結果加總一起執行。各次轉換由與具有縮減的持續時間 d_r 之線性 RMP_r 的比較以及始於斜坡啟始的瞬間 t_i 及結束於比較器輸出的觸發 t_b 之瞬間之計數所組成，其中， $t_i < t_b \leq t_r$ 。這是根據本發明且顯示於圖 3 的左方之第二轉換模式。

實際上，瞬間 t_r 是自斜坡啟始的瞬間 t_i （此處為轉換窗 F_{CONV} 啟始的瞬間）後持續時間 d_r 消逝。因此，持續時間 d_r 校正低位準 LL 與高位準 HL 之間的區別臨界值，以及，其將具有縮減的持續時間之斜坡的行程尺度化。

藉由在縮減的持續時間 d_r 之後中斷此斜坡以將其再初始化用於後續的轉換，根據具有額定持續時間 d_n 的斜坡 RMP_n ，有利地取得這些具有縮減的持續時間 d_r 之斜坡。

在顯示有 $n=8$ 的實例中，在以具有縮減的持續時間之斜坡完成 n 次轉換中的各次轉換時，取得對應的計數值：

X_1 、 X_2 、 $\dots$ X_8 。這 n 個值的總合之後允許位處理電路操縱平均值：在此平均值中，與鏈雜訊（隨動器、比較器、等等）相關的高斯隨機雜訊的量比根據第一轉換模式之在額定持續時間內已執行的單一轉換明顯地低 n 因數的根。

在對應於圖 3 的顯示之實際實施中，當每一行有計數器 CNT 時，隨著 n 次轉換，結果會累積在串接的計數器的暫存器中。在完成 n 次轉換時，計數器的內容 V_{CNT} 等於 n 個值的總合。其也可被儲存以便之後由感測器的數位處理電路 DSP 處理。在計數器中的此累積以置於 n 個計數值 X_1 、 X_2 、 $\dots$ X_8 中的各值之前的符號+表示。

之後，可能有各式各樣的處理。以電路 DSP 執行除以 n 。或者，在計數器的暫存器中位移 k 個位置後，儲存 n 次累積的結果，其中， $n=2^k$ ，因而執行除法。在 $n=8=2^3$ 的實例中，將計數器的內容向右移 3 個位置（最低效位元（LSB）側）即足夠。在此情形中，當訊號 LL_{en} 被設定於「1」時，移位 k 個位置結果位移被致動，在其它情形中則不被致動（習慣上，使用 LL_{en} = 「1」：低位準及 LL_{en} = 「0」：高位準）。

圖 4 代表行讀取電路，其能夠實施符合圖 3 的訊號時序圖之此行的像素讀取方法。此電路包括比較器 CMP、計數器 CNT、及斜坡驅動電路 CTL_{RMP} 和邏輯電路 CTL_{LL} ，而能夠偵測低亮度級及驅動第二轉換模式。斜坡驅動電路從所有行共用的斜坡產生器接收正斜率的線性電壓斜坡。

與圖 1 中所示的先前技術之電路相同之用於此讀取電路的控制元件及訊號帶有相同的代號。這些共同元件是比較器 CMP，其接收像素的行提供的電壓 V_{col} 及斜坡訊號 S_{RMP} 作為輸入。

斜坡訊號 S_{RMP} 由電路 CTL_{RMP} 遞送，電路 CTL_{RMP} 包括具有大增益及自動零化的放大器（反相器）。根據施加至所有讀取電路的線性電壓斜坡 RMP，決定放大器的增益，以致遞送具有額定持續時間 d_n 及負斜率的線性電壓斜坡 RMP_n 。此大增益施大器在輸入上接收將斜坡訊號 S_{RMP} 的啟始電壓位準固定之參考電壓 $V_{ref_{RMP}}$ 。其在其它輸入上接收經過電容器之具有正斜率的線性電壓斜坡 RMP。此斜坡由所有行的感測器共用的產生器（未顯示）提供且被以適當方式控制，以致於在比較器的輸入端之具有持續時間 d_n 的線性斜坡 RMP_n 隨著各額定轉換時間窗 F_{CONV} 而啟始。

實際上，在像素 PIX 再初始化後，取樣行所提供的電壓位準，而取得位準 $V_{ref_{RMP}}$ 。這能夠使轉換結果與像素的隨動電晶體之臨界電壓的變異無關。電路 CTL_{RMP} 因而包括電容器 C_s 以用於取樣放大器 AMP 的參考輸入上的行電壓 V_{col} 。在像素 PIX 的再初始化之後，此取樣電容器被充電至行電壓 V_{col} 的位準。實際上，比較器 CMP 自動零化控制訊號 az 作為取樣控制訊號。

藉由使放大器 AMP 的輸出迴路回至斜坡輸入 RMP，而使放大器 AMP 的輸出初始化至參考位準 $V_{ref_{RMP}}$ 。此初

始化由施加作為放大器自動零化之訊號 RS_{AMP} 所控制。在此初始化結束時，負斜率的線性斜坡 RMP_n 從此參考位準開始。

在各新的窗 F_{CONV} ，執行放大器 AMP 的輸出之初始化。在舉例說明的本發明實施中，額定斜坡 RMP_n 用以產生一系列具有縮減的持續時間之斜坡 RMP_r ，當用於偵測低位準的訊號 LL_{en} 是主動時，在窗 F_{CONV} 的持續時間內，也週期性地執行 n 次此初始化。在此情形中，計數也從先前計數值週期地再開始，以及，在比較器輸出之各觸發時停止。

這些計數器再初始化及驅動會配合決定功能而作用，以確保根據第一轉換模式或第二轉換模式之轉換會藉由相同讀取電路而由圖 4 中以 CTL_{LL} 表示的邏輯電路執行。

決定功能由正反器 $TLAT$ 執行，其接收比較器輸出訊號 S_{CMP} 作為資料輸入 D 以及接收所有行共用的訊號 DEC_{LL} 作為驅動輸入 G ，訊號 DEC_{LL} 會限定決定窗 F_R 。正反器的記憶體輸出 Q 提供訊號 LL_{en} ，訊號 LL_{en} 會於窗 F_R 期間複製輸出訊號 S_{CMP} 以及根據標記窗 F_R 結束的訊號 DT_{LL} 的下降緣而將其保存在記憶體。

斜坡驅動電路 CTL_{RMP} 放大器再初始化功能視訊號 LL_{en} 的狀態之作用而由再初始化控制訊號 RS_{AMP-en} 確保或是由用於傳送的邏輯閘確保。在實施例中，根據圖 3 中所示的位準轉換，及（AND）閘執行所需功能，以提供訊號 RS_{AMP} ，僅在訊號 LL_{en} 是在發出低位準轉換的訊號之

其主動位準時才複製訊號 RS_{AMP-en} 。因此，在實例中，無論何時訊號 RS_{AMP-en} 及 LL_{en} 同時處於邏輯位準「1」時，藉由迴路回至 $Vref_{AMP}$ ，均可使放大器 AMP 的輸出再初始化。

在低位準偵測 LL 的情形中被致動的 Clk-ref 訊號傳輸 / 禁能功能會由訊號 S_{CMP} 與訊號 RS_{AMP} 之間的非或 (NOR) 閘確保，NOR 閘的輸出會輸入至 AND 閘，而能夠使計數器的時脈輸入 CK 上的時脈訊號 Clk-ref 之傳輸賦能或禁能。

因此，藉由經過客製化設計技術之順序邏輯電路，可以容易地實施根據本發明的讀取方法。這些電路會視用於各種控制訊號的主動邏輯位準而變。

在實際的實例中，對應於所示的時序圖，斜坡訊號 S_{RMP} 再初始化時間，亦即，訊號 RS_{AMP-en} 及 RS_{AMP} 的脈衝之高位準的持續時間，被選擇成等於斜坡 RMP_r 的持續時間 d_r 。

假使使用能夠計數 1024 個時脈之 10 位元計數器時，則能夠校正縮減的持續時間以致能夠執行 $n=4$ 次轉換：持續時間 d_r 相當於計數 128 個時脈所需的時間；以及，相當於後續 128 個時脈的持續時間用以再初始化斜坡驅動電路的放大器（在此時間期間計數被禁能）。在窗 F_{CONV} 結束時，在計數器中已執行 4 次連續的轉換之總合。藉由使計數器提供的結果向左移位二位元，而取得這 4 次轉換的平均值（除以 4）。假使採用 11 位元計數器時，則依相

同原理，將能夠執行 8 次轉換，以及，藉由向左移 3 位元，將能夠取得平均值（除以 8）。假使採用 14 位元計數器時，則能夠計數 16384 個時脈，然後依相同方式執行 64 次轉換及它們的加總。

根據本發明之像素讀取方法如先前技術般包含二轉換階段，第一轉換階段測量儲存節點的再初始位準，第二轉換階段測量對應於像素收到的光量之有用的等級，目標在於之後將二測量結果相減，因而移除與像素的電容儲存節點相關連的雜訊。對於各轉換階段，能夠選取轉換模式的決定階段接著被相關聯。

實際上，儲存節點的再初始化等級在定義上代表低亮度級。因此，根據本發明，轉換再初始化等級的階段將因而使用第二轉換模式，第二轉換模式具有藉由與具有縮減的持續時間 d_r 的斜坡相比之多次轉換。

假使有用等級對應於高亮度級則根據第一轉換模式，而相反的情形則根據第二轉換模式，執行轉換有用等級的階段。

為了執行二結果的相減，這些結果必須是同質的。

圖 5 及 6 分別顯示當有用等級代表低亮度級（圖 5）或高亮度級（圖 6）時接著發生的情形。

在圖 5 中顯示的情形中，二轉換都根據第二轉換模式執行，而如同配合圖 3 之說明所述般，會有具有縮減的持續時間之 n 次轉換以及 n 個結果的累積。將二累積結果儲存，接著由數位處理電路相減。之後，執行除以 n 。

在圖 6 中所示的情形中，根據第一習知的轉換模式，執行有用等級轉換。僅在儲存用於再初始化等級之結果除以 n 之後，才執行對應於再初始化等級之結果相減。

然後，將邏輯訊號 LL_{-en} 的狀態與各轉換的最後結果一起儲存。因此，假使對於有用等級， LL_{-en} 被設定為「1」，則在各額定轉換窗完成時，電路 DSP 將執行二儲存結果的相減。假使對於有用等級， LL_{-en} 被設定為「0」，則電路 DSP 將首先執行對應於再初始化等級的測量之結果除以 k ，然後，執行二結果的相減。

須注意，當以單一計數器用於所有行時，也可以應用剛才說明的讀取方法。在此情形中，對於 n 次轉換中的各次轉換，在計數啟始及結束時，必須儲存計數器的值。之後，電路 DSP 藉由相減而決定用於 n 次轉換中的各次轉換之計數值，然後決定這 n 次轉換的平均值。

圖 7 顯示根據本發明之讀取方法的變異，其中，決定階段不再伴隨轉換而是在此階段之前。

從斜坡啟始的瞬間或稍微在之前開始，直到斜坡結束為止，如先前所述般使用與具有縮減的持續時間之斜坡之比較、以及比較器的輸出 S_{CMP} 之複製。對要被轉換的位準，此斜坡的結束標記額定轉換時間窗的啟始。因此，複製窗與轉換窗不會重疊，第一者在第二者啟始之前結束於瞬間 t_r 。

注意，在此決定階段期間，亦即，在複製窗 F_R 的持續時間內，計數器不是主動的。其僅在額定轉換窗時間窗

F_{CONV} 期間被致動。

決定階段可以有利地使用用於轉換階段的額定斜坡作為斜坡，根據已說明的用於再初始化放大器 AMP 之相同機制，在斜坡瞬間 t_i 啟始後的持續時間 d_r 終止時，斜坡接著被中斷。這是所顯示的。

但是，也可以使用它自己的斜坡，值得注意的是具有更高的斜率之斜坡，因此，持續時間可以更短，允許更快的決定。事實上，在此決定階段中，並未尋求精確地轉換，而僅是決定之後要使用的轉換。藉由使用另一大增益放大器及相關連的訊號以控制初始化及取樣，可以根據行共用的斜坡產生器 RMP，提供此特定的斜坡。

決定階段在轉換階段之前之讀取方法的變異能夠在計數器 CNT 中直接執行再初始化等級的轉換所取得之結果與有用等級的轉換所取得之結果之間的相減。對於第一轉換（再初始化等級），以計數模式使用計數器，然後，對於第二轉換（有用等級），以倒數模式使用計數器，後者之倒數跨幅參數係在窗 F_{CONV} 期間視訊號 LL_{en} 的作用而為 1 接 1 或是 n 接 n 。

事實上，假使有用等級代表低亮度級時，訊號 LL_{en} 設定於 1。將根據與再初始化等級相同的多轉換模式，轉換有用等級。結果是同質的。計數器接著被參數化成 1 接 1 倒數。

但是，假使有用等級代表高亮度級時，則訊號 LL_{en} 設定於 0。將根據使用單一計數之習知模式，轉換有用等

級。結果不是同質的。計數器接著參數化成 n 接 n 倒數。

執行藉由計數及接著向下計數之計數器中的結果之相減，假定每行有計數器；這也假定在第一轉換階段與第二轉換階段之間計數器的內容未被再初始化；或者，在其它情形中，倒數依計數結果操作。

本變異的實施要求少數增加的或修改的控制以及序列訊號，以明顯地對各轉換階段正確地參數化計數器。這顯著地需要上/下訊號，上/下訊號係使計數器參數化成對於第一轉換階段處於計數模式、對於第二轉換階段（有用等級）處於倒數模式，以及需要能夠規劃計數器的計數跨幅之訊號：在計數模式中總是 1 接 1；以及，在倒數模式中，視訊號 LL_{en} 的狀態之作用，而為 1 接 1 或是 n 接 n 。舉例而言，藉由用於此目的之計數器的暫存器之參數化而執行此點。

【符號說明】

AMP：放大器

CMP：比較器

CNT：計數器

COL：行導體

CTL_{LL}：邏輯電路

DSP：數位處理電路

PIX：像素

TLAT：正反器

發明摘要

※申請案號：103135545

※申請日：103 年 10 月 14 日

※IPC 分類：H04N 5/351 (2011.01)
H04N 5/3745 (2011.01)

【發明名稱】(中文/英文)

取決於由像素接收的亮度級而具有多重轉換或單一轉換的斜坡式類
比數位轉換

Ramp-type analogue-digital conversion, with multiple conversions or
single conversion, depending on the light level received by a pixel

【中文】

在矩陣影像感測器中，讀取行的像素之方法允許行提供的電壓位準之類比-數位轉換的二模式：第一模式，在具有額定持續時間 d_n 的額定轉換時間窗 F_{CONV} 中執行單一類比-數位轉換，以及，計數隨著具有額定持續時間 d_n 的斜坡而啟始以及在比較器的輸出 S_{CMP} 觸發時停止；以及，第二模式，在相同的額定轉換時間窗中，藉由與具有縮減的持續時間 d_r 之斜坡相比較而提供多次轉換。在斜坡啟始的瞬間 t_i 後預定持續時間之後，根據偵測比較器的輸出 S_{CMP} 的狀態之觀測，選取要施加的轉換模式：假使該輸出觸發時，則要轉換的有用等級代表低亮度級，對有用等級施加具有多次轉換的第二模式；假使輸出未觸發時，則要轉換的有用等級代表高亮度級，對有用等級施加具有單一轉換之第一、傳統的模式。本發明藉由降低導因於轉換鏈的電路之高斯雜訊量，而能夠對低亮度級改良感測器輸出的訊號對雜訊比。

【 英文 】

In a matrix image sensor, a method of reading a pixel of a column allows two modes of analogue-digital conversion of the voltage level provided by the column: a first mode in which are carried out a single analogue-digital conversion in a nominal conversion time window F_{CONV} , of nominal duration d_n and a counting which starts with a ramp of nominal duration d_n and stops upon the toggling of the output S_{CMP} of the comparator; and a second mode which provides for multiple conversions by comparison with a ramp of reduced duration d_r , in the same nominal conversion time window. The selection of the mode of conversion to be applied is based on the observation of the state of the output S_{CMP} of the comparator after a predetermined duration after the instant t_i of ramp start: if the output has toggled, the useful level to be converted represents a low light level to which the second mode with multiple conversions will be applied; if the output has not toggled, the useful level to be converted represents a high light level and the first, conventional, mode with single conversion will be applied. The invention makes it possible to improve the signal-to-noise ratio at the output of the sensor, for low light levels, by decreasing the amount of the Gaussian noise due to the circuits of the conversion chain.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(3)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：
無

申請專利範圍

1. 一種讀取矩陣影像感測器中的像素（PIX）之方法，該像素在行導體（COL）上提供代表該像素收到的亮度級之電壓位準（Vcol），該讀取方法包括：藉由斜坡式轉換器之類比-數位轉換，該類比-數位轉換包括藉由比較器（CMP）以比較自該行導體接收的電壓位準與線性類比電壓斜坡，以及計數斜坡啟始的瞬間（ti）與比較器的輸出觸發（tb）的瞬間之間的時脈脈衝，其特徵在於：該讀取方法包括偵測階段，在該斜坡啟始的瞬間（ti）之後，在預定時間（td）之後，偵測該比較器的輸出的觸發，以區分假使該輸出未觸發時的高亮度級（HL）或是假使該輸出觸發時的低亮度級（LL），以及分別根據第一或第二轉換模式而轉換該電壓位準，其中，

該第一轉換模式包括借助於具有額定持續時間（ d_n ）的斜坡（ RMP_n ），在額定轉換時間窗（ F_{CONV} ）的期間，以該計數器單一計數，而允許高亮度級轉換，

該第二轉換模式包括：建立在該額定轉換時間窗的持續時間內具有縮減的持續時間（ d_r ）之 n 個連續的斜坡（ RMP_r ），對於各斜坡，在該斜坡的啟始與該比較器的輸出之該觸發之間，以該計數器計數，以及，將 n 個計數結果總合，其中， n 是大於 1 的整數。

2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該偵測步驟在該額定轉換時間窗中與行電壓位準的該類比-數位轉換平行地執行，以及隨著該具有額定持續時間的電壓斜坡

而啟始，以及，假使在該決定階段結束之前該比較器的輸出觸發時，則該具有額定持續間（ d_n ）的電壓斜坡在該縮減的持續時間（ d_r ）之後中斷，以及構成該 n 個連續斜坡中的第一個斜坡。

3. 如申請專利範圍第 2 項之方法，使用特定用於該像素矩陣的各行之計數器，其中，在該第二轉換模式中，在由具有縮減的持續時間之該 n 個連續的斜坡中的第一個斜坡重設至 0 之後，該計數開始，而不由 $n-1$ 個後續的該具有縮減的持續時間之斜坡中的各斜坡重設至 0，該計數繼續，該計數器提供該 n 個計數之累積之總合結果作為輸出。

4. 如申請專利範圍第 3 項之方法，其中，該像素包括電荷儲存節點（ND），該電荷儲存節點（ND）在接收該光產生的電荷之前被再初始化，該方法包括再初始化等級的第一轉換、代表該像素接收的該亮度級之有用等級的第二轉換、以及該二轉換結果相減，其中，在有用等級對應於高亮度級的情形中，在該有用等級的轉換結果相減之前，將根據該第二模式執行之該再初始化等級的轉換結果除以 n 。

5. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，在該類比-數位轉換之前，執行該偵測階段，以及包括該電壓位準與該額定電壓持續時間斜坡之比較、以及該斜坡啟始的瞬間（ t_i ）之後的預定瞬間（ t_r ）時該比較器的輸出狀態之偵測。

6. 如申請專利範圍第 5 項之方法，其中，該像素包括電荷儲存節點（ND），該電荷儲存節點（ND）在接收該光產生的電荷之前被再初始化，該方法包括再初始化等級的第一轉換、代表該像素接收的該亮度級之有用等級的第二轉換、以及該二轉換的結果相減，其中，藉由依下述方式控制該計數器，而在特定用於該像素矩陣的各行之上數計數器/下數計數器中直接執行該相減：

對於該再初始化等級的第一轉換，將該計數器控制於 1 接 1 計數模式，然後，

對於有用等級的第二轉換，將該計數器控制成不重設至 0 而進入倒數模式，以及視該對應的決定階段之結果（LL_{en}），而以 1 接 1 或是 n 接 n 倒數。

7. 如申請專利範圍第 1 至 6 項中任一項之方法，其中，在再初始化該像素的階段期間，該電壓斜坡都具有同一啟始位準（V_{refRAMP}），該啟始位準（V_{refRAMP}）等於該行導體的電壓位準。

8. 一種矩陣影像感測器，包括組織成列及行之像素矩陣，同一行的像素連接至行導體（COL），該行導體連接至讀取電路，被選取的用於讀取的像素在該行導體上提供代表該像素接收的亮度級之電壓位準（V_{col}），以及，該讀取電路包括斜坡式類比-數位轉換器，該斜坡式類比-數位轉換器包括用於比較自該行導體接收的該電壓位準與線性類比電壓斜坡之比較器（CMP）、以及時脈脈衝（Clk-ref）的計數器（CNT），該計數器（CNT）在斜坡

啟始的瞬間 (t_i) 與該比較器的輸出觸發 (t_b) 的瞬間之間計數，

其特徵在於：該讀取電路包括選取電路，用於視該斜坡啟始的瞬間之後預定時間 (t_r) 之後預定時該比較器的輸出是否觸發，而選取第一轉換模式或是第二轉換模式，其中，

該第一轉換模式包括借助於具有額定持續時間 (d_n) 的斜坡 (RMP_n)，在額定轉換時間窗的期間，以該計數器單一計數，而允許高亮度級轉換，

該第二轉換模式包括：建立在該額定轉換時間窗 (F_{CONV}) 的持續時間 (d_n) 內具有縮減的持續時間 (d_r) 之 n 個連續的斜坡 (RMP_r)，對於各斜坡，在該斜坡的啟始與該比較器的輸出 (S_{CMP}) 之該觸發之間，以該計數器計數，以及，將 n 個計數結果總合，其中， n 是大於 1 的整數。