

公告本

發明專利說明書

I221534

(填寫本書件時請先行詳閱申請書後之申請須知，作※記號部分請勿填寫)

※申請案號：92100373 ※IPC分類：G01R 31/30

※申請日期：92.1.8

壹、發明名稱

(中文) 高速驅動級之電流偵測電路

(英文)

貳、發明人 (共 2 人)

發明人 1 (如發明人超過一人，請填**說明書發明人續頁**)

姓名：(中文) 曾 光 男

(英文)

住居所地址：(中文) 新竹市光復路一段 485 巷 6 弄 11 號 6 樓

(英文) 6FL., NO. 11, ALLEY 6, LANE 485, SEC. 1,
GUANGFU RD., HSINCHU, TAIWAN 300, R.O.C.

國籍：(中文) 中華民國

(英文)

參、申請人 (共 1 人)

申請人 1 (如申請人超過一人，請填**說明書申請人續頁**)

姓名或名稱：(中文) 圓創科技股份有限公司

(英文) AIMTRON TECHNOLOGY CORP.

住居所或營業所地址：(中文) 新竹市科學工業園區展業二路 10 號 2 樓

(英文) 2F, NO. 10, PROSPERITY RD. II,
SCIENCE-BASED INDUSTRIAL PARK,
HSINCHU, TAIWAN, R.O.C.

國 籍：(中文) 中華民國

(英文)

代表人：(中文) 羅 豐 胤

(英文)

發明人 2

姓名：(中文) 陳 天 賜
(英文)

住居所地址：(中文) 台北市內湖區瑞光路 188 巷 48 號 3 樓
(英文) 3FL., NO. 48, LANE 188, RUEIGUANG RD., NEIHU
CHIU, TAIPEI, TAIWAN 114, R.O.C.

國籍：(中文) 中華民國 (英文)

發明人 3

姓名：(中文)
(英文)

住居所地址：(中文)
(英文)

國籍：(中文) (英文)

發明人 4

姓名：(中文)
(英文)

住居所地址：(中文)
(英文)

國籍：(中文) (英文)

發明人 5

姓名：(中文)
(英文)

住居所地址：(中文)
(英文)

國籍：(中文) (英文)

發明人 6

姓名：(中文)
(英文)

住居所地址：(中文)
(英文)

國籍：(中文) (英文)

捌、聲明事項

本案係符合專利法第二十條第一項 第一款但書或 第二款但書規定之期間，其日期為：_____

本案已向下列國家（地區）申請專利，申請日期及案號資料如下：

【格式請依：申請國家（地區）；申請日期；申請案號 順序註記】

1. 本案在向中華民國提出申請前未曾向其他國家提出申請專利。

2. _____

3. _____

主張專利法第二十四條第一項優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；日期；案號 順序註記】

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

6. _____

7. _____

8. _____

9. _____

10. _____

主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

【格式請依：申請日；申請案號 順序註記】

1. _____

2. _____

3. _____

主張專利法第二十六條微生物：

國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

1. _____

2. _____

3. _____

國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

1. _____

2. _____

3. _____

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

(1)

玖、發明說明

(發明說明應敘明：發明所屬之技術領域、先前技術、內容、實施方式及圖式簡單說明)

發明所屬之技術領域

本發明係關於一種高速驅動級之電流偵測電路，特別是關於一種可降低功率消耗之高速驅動級之電流偵測電路

先前技術

對高電壓或高電流之電路而言，為了避免過負載(over-loading)的情形發生，經常需在驅動級加入一電流偵測電路，以偵測電流之異常變化。

傳統驅動級之電流偵測電路需在驅動級串聯一電流偵測電阻，並使用運算放大器將偵測電阻的電壓加以放大且轉換成電流，以進行後續之訊號處理。因此習知之電流偵測電路具有如下之缺點：

1. 使用串聯電阻會增加功率消耗，降低效率。
2. 使用運算放大器會使電路複雜，且工作速度不易提高。
3. 在積體電路內部之串聯電阻會隨著製程變化而造成偵測電流的誤差。

另一種電流感測電路揭示於美國專利號 6,384,636 (以下稱 '636 專利)，標題為「FAST AND PRECISE CURRENT-SENSE CIRCUIT FOR HIGH-VOLTAGE SWITCH」之專利說明書內。該 '636 專利之電流感測電路包含負載電流開關所形成之第一導通路徑和分壓器所形成之第二導通路徑，且其利用一輸出電路量測該第二導通電路之輸出電流和偏壓電流之差值以判斷負載電流之變

(2)

化。然，該'636專利因電路設計之特性而必需製造出三倍之偏壓電流，因而增加功率消耗。此外，該'636專利需使用差動輸出的方式才得以判斷負載電流之變化，因此設計上較為複雜且較佔據晶片面積。

鑒於習知技藝存在的問題，本發明提出一新穎的高速驅動級之電流偵測電路，以克服上述缺點。

發明內容

本發明之主要目的係提供一種高速驅動級之電流偵測電路及其方法，可適用於低功率消耗之偵測電路之應用需求。

本發明揭示之高速驅動級之電流偵測電路之主要功能為可線性地偵測驅動級電晶體的輸出電流，並利用電晶體的幾何比例直接將偵測電流縮小到適當的值，以方便後級訊號處理電路做為控制之用。

為了達到上述目的，本發明揭示之高速驅動級之電流偵測電路包含一輸入級、一位準轉換單元、一回授單元、一電流鏡單元及一分流單元。該輸入級用於控制和該高速驅動級同時啟動和關閉，且該位準轉換單元用於轉換該輸入級之輸出電壓。該回授單元用於將該位準轉換單元之輸出電壓轉換為電流，且該電流鏡單元用於產生和該回授單元等比例之輸出電流。該分流單元用於分流該電流鏡單元之輸出電流，而產生和該高速驅動級等比例之電流。

本發明之高速驅動級之電流偵測電路包含步驟(a)至步驟(d)。步驟(a)為擷取該高速驅動級之輸出電壓。步驟(b)

(3)

為利用電阻和第一電流源調整該高速驅動級之輸出電壓準位。步驟(c)為利用一回授單元轉換該電壓準位至一參考電流。步驟(d)為由該參考電流分流出一輸出電流，其中該輸出電流係正比於該高速驅動級之輸出電流及該電阻和該高速驅動級之尺寸比例。

本發明亦可使用差動輸出的方式，然其在設計上較為複雜，且較佔據晶片面積。此外，本發明之部分電晶體亦可利用電阻加以取代，其具有等效之功用。

實施方式

圖1係本發明之第一實施例之高速驅動級之電流偵測電路。該電流偵測電路包含一位準轉換單元12、一回授單元13、一電流鏡單元14、一分流單元15及一輸入級16。一般而言，高速驅動級11之輸出級電晶體111為減少功率消耗，其汲源極電壓(V_{DS})會控制在少於0.2V以下，也就是 $V(LX) \leq 0.2V$ 。然對於電流偵測電路而言，仍有必要將該輸出電壓 $V(LX)$ 進一步縮小，以減少功率消耗。本發明之輸入級16包含電晶體112和113，可將高速驅動級11之輸出電壓 $V(LX)$ 取出且作分壓控制。該分壓電壓 $V(ISEN)$ 的值很小，通常小於0.1伏特，可降低電路之功率消耗。此外，該電晶體112和高速驅動級11之輸出級電晶體111之閘極開關係由同一訊號控制，因此將同時開啟和關閉，可節省該高速驅動級11未啟動前之電能消耗。

該位準轉換單元12包含一第一電流源(I_B)171、第一電晶體114及電晶體115。該第一電晶體114之 $V_{DS} \ll V_{GS}$ ，因

(4)

此係操作於三極區 (triode region) 內而作為一個電阻之功能，其作用在於提升其汲極之位準。該電晶體 115 可作為緩衝 (buffer) 之用。

該回授單元 13 包含一第二電流源 172、電晶體 116 ~ 120。該第二電流源 172 之電流可設定為該第一電流源 171 之二分之一，即 $\frac{I_B}{2}$ ，且電晶體 116 ~ 120 之幾何大小可設定為電晶體 115 之二分之一。相同於電晶體 114，該電晶體 116 之 $V_{DS} \ll V_{GS}$ ，因此係操作於三極區內而作為一個電阻之功能。

換言之，電晶體 114 和 116 的電阻值 $R_{DS} = \frac{1}{[\mu C_{ox} \times \frac{W}{L} \times (V_{GS} - V_T)]}$ ，其中 V_T 為電晶體之臨界電壓， $\frac{W}{L}$ 為電晶體之幾何大小， μ 為通道載子之移動率 (mobility)， C_{ox} 為電晶體閘極氧化層之電容值。

本發明可將電晶體 112、113、114 和 116 設定為同一型式，因其 $V_{GS} = V_{CC}$ 且 $V_{GS} > V_{DS}$ ，所以其 $R_{DS}(On)$ 正比於 $\frac{1}{(\frac{W}{L})}$ ， $V(ISEN) = V(LX) \times \frac{1}{K}$ ，其中 K 為電晶體 112 和 113 之分壓比。

電晶體 114 和 116 的作用是配合第一電流源 171、第二電流源 172 及電晶體 115、117、118、119 和 120 組合成的回授電路，將 $V(ISEN)$ 的電壓訊號轉換成電流，其電性公式如 (式 1) 所示，其中 M 代表電晶體，而 M 之後之數字代表該電晶體之編號， I_X 為流經電晶體 118 之電流。

電晶體 114 和 116 的作用是配合第一電流源 171、第二電流源 172 及電晶體 115、117、118、119 和 120 組合成的回授電路，將 $V(ISEN)$ 的電壓訊號轉換成電流，其電性公式如 (式 1) 所示，其中 M 代表電晶體，而 M 之後之數字代表該電晶體之編號， I_X 為流經電晶體 118 之電流。

$$V(ISEN) + I_B \times R_{M114} + V_{GS}(M115) = V_{GS}(M117) + \left(\frac{I_B}{2} + I_X\right) \times R_{M116} \dots \dots (式 1)$$

若調整 $R_{M114} = R_{M116} = R_e$ ， $V_{GS}(M115) = V_{GS}(M117)$ ，則可得如下結果：

$$V(ISEN) + I_B \times R_e = \left(\frac{I_B}{2} + I_X\right) \times R_e \dots \dots \dots (式 2)$$

(5)

繼續推導則可得如下結果：

$$\frac{V(ISEN)}{R_e} + \frac{I_B}{2} = I_X \dots \dots \dots (式 3)$$

此外，電晶體 118 可作為單倍放大器 (unit gain amplifier)，使該回授單元 13 之工作電壓不隨電源電壓 V_{cc} 而變化，且使產生之電流較穩定。該電晶體 117 可作為緩衝之用，且可將其源極電壓維持在 0.1 伏特以下。

該電流鏡單元 14 包含電晶體 121 和 122，用於產生一和 I_X 等比例之電流。

該分流單元 15 包含一第三電流源 173 和分流點 SLOP，其中該第三電流源 173 具有電流 $\frac{I_B}{2}$ ，且該分流點 SLOP 具有分流電流 I_{slop} 。因為 $I_{slop} = I_X - \frac{I_B}{2}$ ，則由 (式 3) 可得再推得如下結果：

$$I_{slop} = \frac{V(ISEN)}{R_e} \dots \dots \dots (式 4)$$

因為 $V(LX) = I_0 \times R_{M111}$ ，而 $V(ISEN) = \frac{1}{K} \times V(LX)$ ，將其套入 (式 4) 可得如下結果，其中 I_0 為驅動級 11 之負載電流。

$$I_{slop} = \frac{V(ISEN)}{R_e} = \frac{1}{K} \times \frac{V(LX)}{R_e} = \frac{1}{K} \times I_0 \times \frac{R_{M111}}{R_e} \dots \dots \dots (式 5)$$

因為 R_{M111} 和 R_e 正比於 $\frac{1}{(\frac{W}{L})}$ ，因此可得如下結果：

$$I_{slop} = \frac{1}{K} \times I_0 \times \frac{(\frac{W}{L})(M114)}{(\frac{W}{L})(M111)} \dots \dots \dots (式 6)$$

(6)

所以可知 I_{stop} 為等比例縮小後的 I_0 。

本發明之第二電流源 172 和第三電流源 173 未必需等於第一電流源 171 之電流之二分之一，只要第二電流源 172 和第三電流源 173 之電流之總和等於第一電流源 171 之電流即可。

圖 2 係本發明之第二實施例之高速驅動級之電流偵測電路，其係將第一實施例之 MOS 電晶體 115、117 和 118 更改為雙載子電晶體 211、212 和 213，以增加其驅動能力。本發明亦可將電晶體 112~122 變更為其他型式，凡符合本發明之技術思想，均在本發明之權利範圍之內。

圖 3 係本發明之第三實施例之高速驅動級之電流偵測電路，其係將電晶體 112 和 113 變更為電阻 311 和 312。此時分流電流 I_{stop} 為以下所示。

$$I_{stop} = \frac{R312}{R311 + R312} \times I_0 \times \frac{\left(\frac{W}{L}\right)(M114)}{\left(\frac{W}{L}\right)(M111)} \dots \dots \dots \text{(式 7)}$$

圖 4 係本發明之第四實施例之高速驅動級之電流偵測電路，其係顯示第一至第三電流源 171~173 之電路結構。

圖 5 係本發明之第五實施例之高速驅動級之電流偵測電路，其係顯示將第一實施例之電流偵測電路之電晶體極

(7)

性予以交換；即將 NMOS 電晶體變更為 PMOS 電晶體，且將 PMOS 電晶體變更為 NMOS 電晶體。

綜而言之，本發明之高速驅動級之電流偵測電路具有下列優點：

1. 所偵測的電流 I_{stop} 可藉由輸出級電晶體 111 和第一電晶體 114 的幾何比例而加以調整，並可和驅動級負載電流 I_o 維持一階的線性度。
2. 所偵測的電流 I_{stop} 只和電晶體的幾何比例有關，所以可適應製程參數的變化。
3. 回授單元 13 只使用一級的回授電路，所以較傳統之運算放大器更為簡單，且速度更快。
4. 直接偵測驅動級 11 之輸出級電晶體 111 的輸出電壓 $V(LX)$ ，並未加串聯電阻，所以未再消耗額外功率。

本發明之技術內容及技術特點已揭示如上，然而熟悉本項技術之人士仍可能基於本發明之教示及揭示而作種種不背離本發明精神之替換及修飾。因此，本發明之保護範圍應不限於實施例所揭示者，而應包括各種不背離本發明之替換及修飾，並為以下之申請專利範圍所涵蓋。

圖式之簡單說明

本發明將依照後附圖式來說明，其中：

圖 1 係本發明之第一實施例之高速驅動級之電流偵測電路；

圖 2 係本發明之第二實施例之高速驅動級之電流偵測

(8)

電路；

圖 3 係本發明之第三實施例之高速驅動級之電流偵測電路；

圖 4 係本發明之第四實施例之高速驅動級之電流偵測電路；及

圖 5 係本發明之第五實施例之高速驅動級之電流偵測電路。

元件符號說明

11 高速驅動級	12 位準轉換單元
13 回授單元	14 電流鏡單元
15 分流單元	16 輸入級
111 高速驅動級之電晶體	112~122 電晶體
114 第一電晶體	171 第一電流源
172 第二電流源	173 第三電流源
211~213 雙載子電晶體	311、312 電阻

肆、中文發明摘要

本發明揭示一種高速驅動級之電流偵測電路，其包含一輸入級、一位準轉換（level shift）單元、一回授單元、一電流鏡（current mirror）單元及一分流單元。本發明可線性地偵測驅動級電晶體的輸出電流，並利用電晶體的幾何比例直接將偵測電流縮小到適當的值，以方便後級訊號處理電路做為控制之用。

伍、英文發明摘要

陸、(一)、本案指定代表圖為：第1圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

11	高速驅動級	12	位準轉換單元
13	回授單元	14	電流鏡單元
15	分流單元	16	輸入級
111	輸出級電晶體	112~122	電晶體
114	第一電晶體	171	第一電流源
172	第二電流源	173	第三電流源

柒、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

拾、申請專利範圍

1. 一種高速驅動級之電流偵測電路，包含：
 - 一輸入級，和該高速驅動級同時啟動和關閉；
 - 一位準轉換單元，用於轉換該輸入級之輸出電壓；
 - 一回授單元，用於將該位準轉換單元之輸出電壓轉換為電流；
 - 一電流鏡單元，用於產生和該回授單元等比例之輸出電流；以及
 - 一分流單元，用於分流該電流鏡單元之輸出電流而產生和該高速驅動級等比例之電流。
2. 如申請專利範圍第1項之電流偵測電路，其中該位準轉換單元包含一第一電晶體、一第一電流源及一電阻。
3. 如申請專利範圍第2項之電流偵測電路，其中該電阻為一工作於三極區之電晶體。
4. 如申請專利範圍第1項之電流偵測電路，其中該回授單元之電晶體尺寸和電流源之電流係等比例於該第一電晶體和第一電流源之電流。
5. 如申請專利範圍第1項之電流偵測電路，其中該回授單元之電晶體尺寸和電流源之電流係該第一電晶體和第一電流源之電流之二分之一。
6. 如申請專利範圍第1項之電流偵測電路，其中該分流單元之輸出電流係該電流鏡單元之輸出電流扣除一第三電流源之電流，其中該第三電流源之電流係等比例於第一電流源之電流。

7. 如申請專利範圍第6項之電流偵測電路，其中該第三電流源之電流加上該回授單元之電流源之電流係等於該第一電流源之電流。
8. 如申請專利範圍第1項之電流偵測電路，其中該輸入級更包含分壓之功能。
9. 一種高速驅動級之電流偵測方法，包含下列步驟：
 - 擷取該高速驅動級之輸出電壓；
 - 利用電阻和第一電流源調整該高速驅動級之輸出電壓準位；
 - 利用一回授單元轉換該電壓準位至一參考電流；以及
 - 由該參考電流分流出一輸出電流，其中該輸出電流係正比於該高速驅動級之輸出電流及該電阻和該高速驅動級之尺寸比例。
10. 如申請專利範圍第9項之電流偵測方法，其更包含一將該高速驅動級之輸出電壓進行分壓之步驟。
11. 如申請專利範圍第10項之電流偵測方法，其中該輸出電流係正比於該分壓之比例。
12. 如申請專利範圍第9項之電流偵測方法，其中該回授單元包含一第二電流源，該參考電流連接至一第三電流源，且該第二電流源加上該第三電流源之電流係等於該第一電流源之電流。
13. 如申請專利範圍第9項之電流偵測方法，其中該電阻為一工作於三極區之電晶體。

拾壹、圖式 *9 > 100 → 3*

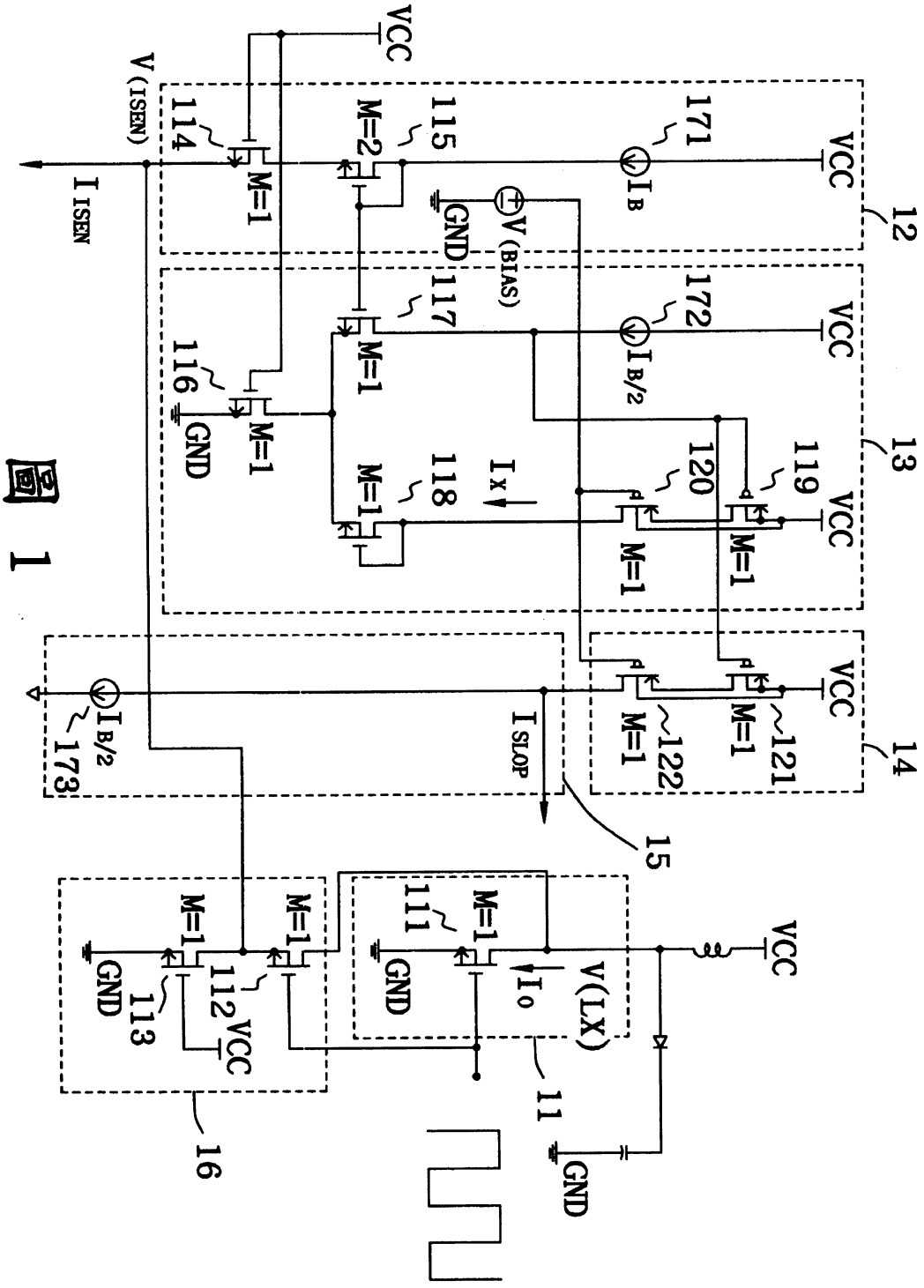


圖 1

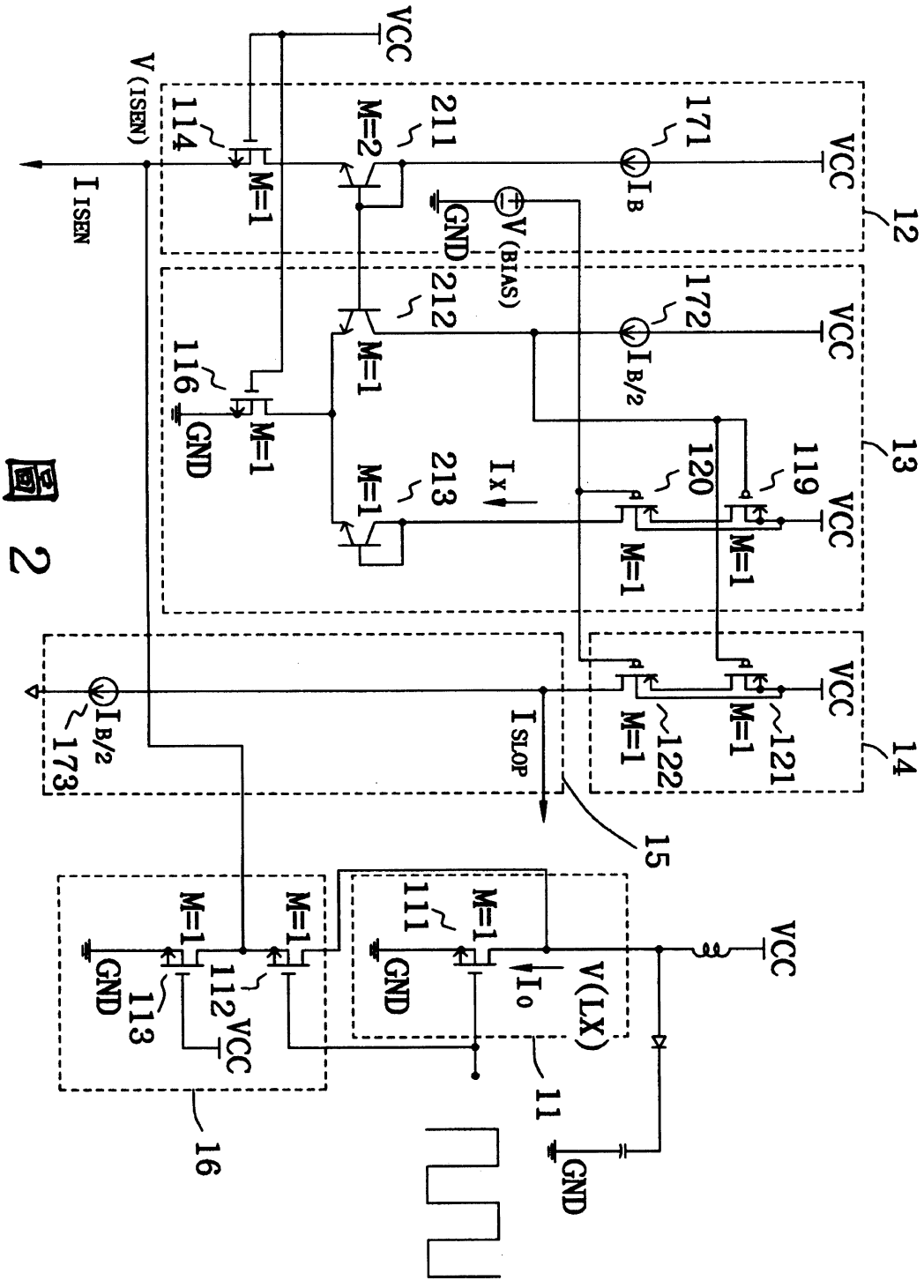


圖 2

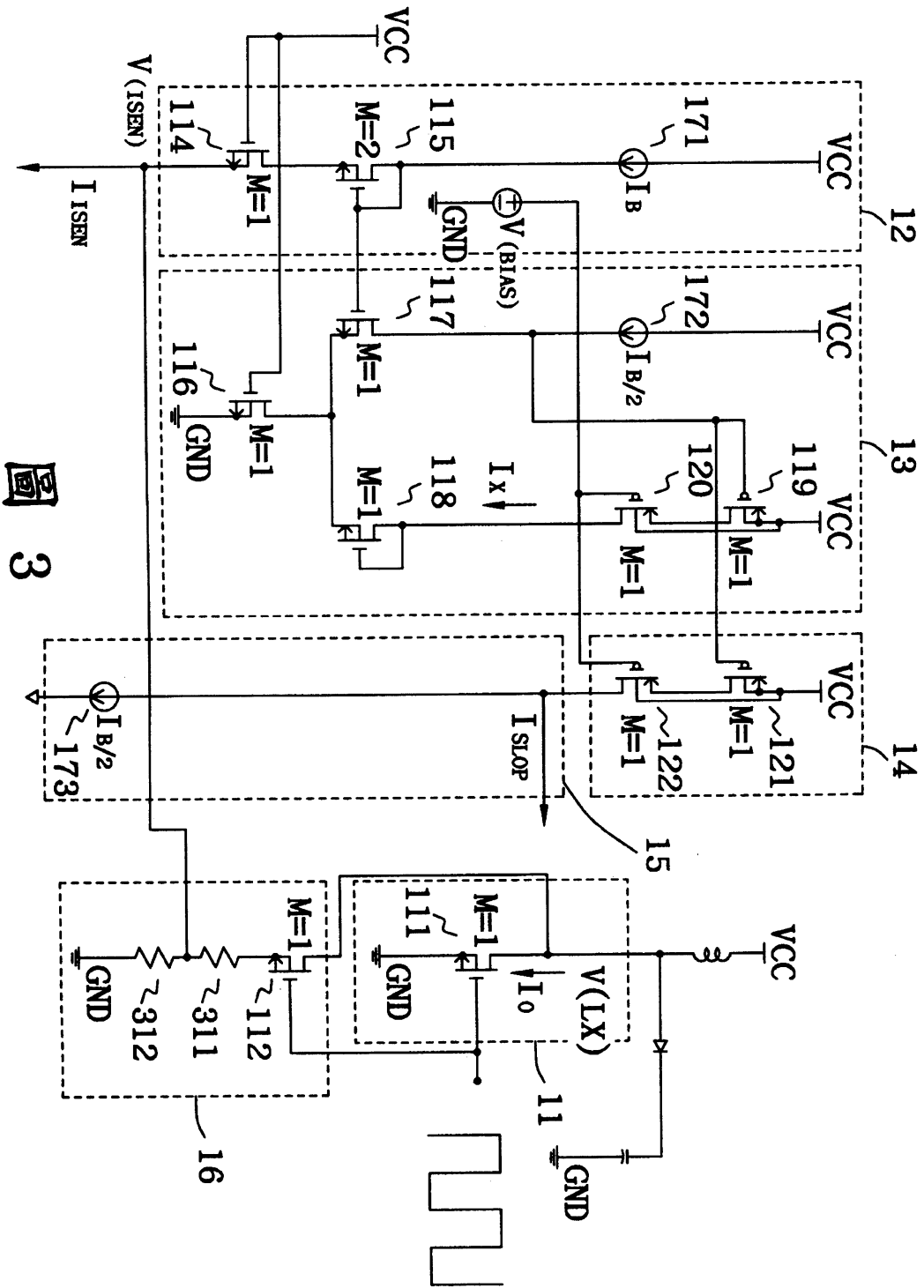


圖 3

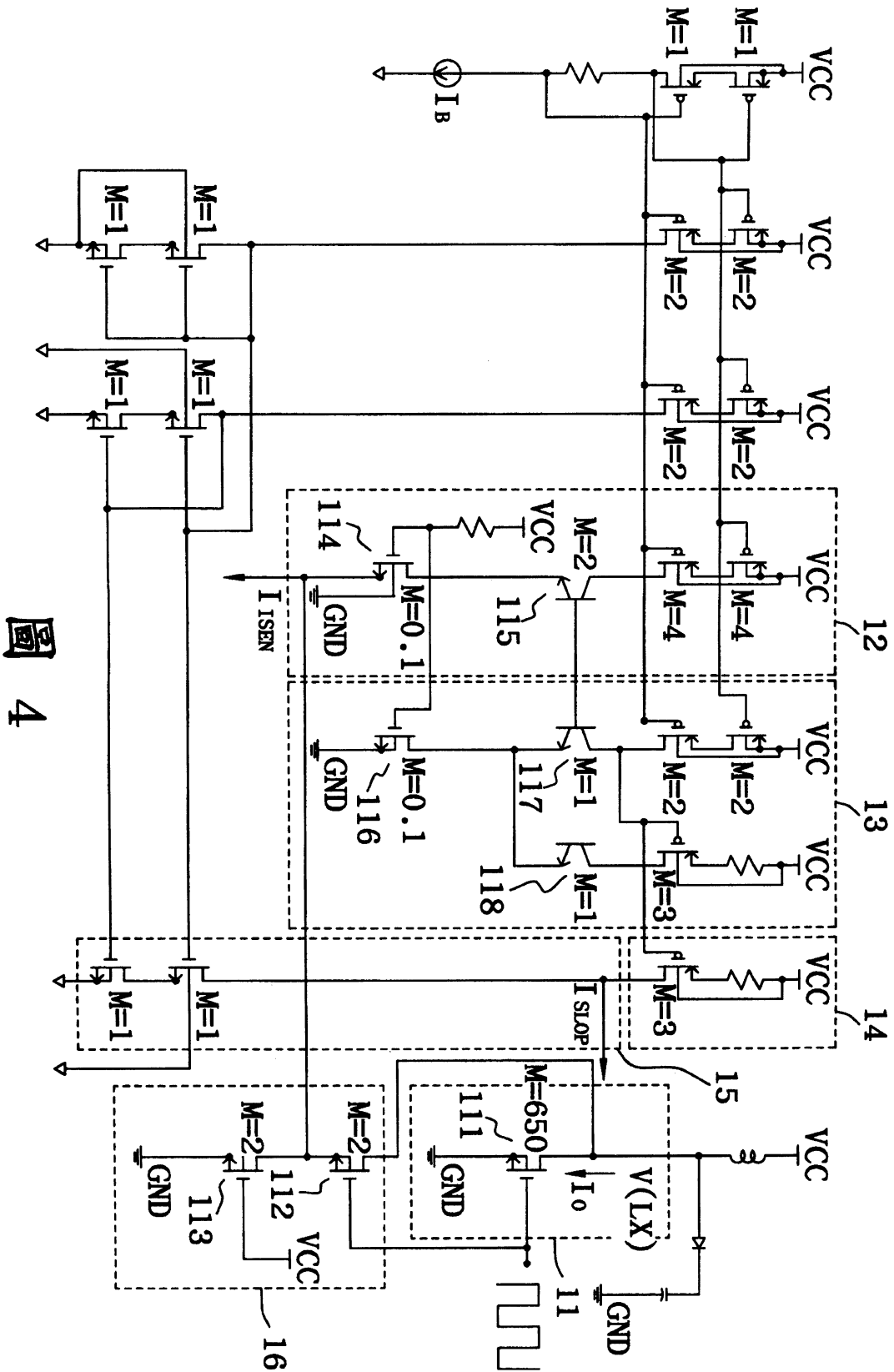


圖 4

