



(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 I693788 B

(45) 公告日：中華民國 109 (2020) 年 05 月 11 日

(21) 申請案號：108118408

(22) 申請日：中華民國 106 (2017) 年 02 月 15 日

(51) Int. Cl. : H03F1/02 (2006.01)

H03F1/32 (2006.01)

H03F3/24 (2006.01)

(71) 申請人：立積電子股份有限公司 (中華民國) RICHWAVE TECHNOLOGY CORP. (TW)

臺北市內湖區堤頂大道二段四 0 七巷二 0 弄一號三樓

(72) 發明人：陳智聖 CHEN, CHIH-SHENG (TW)；謝珮娟 HSIEH, PEI-CHUAN (TW)

(74) 代理人：吳豐任；戴俊彥

(56) 參考文獻：

TW I479798B

US 6262631B1

US 6806774B2

US 6933780B2

US 7321265B2

審查人員：范士隆

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：26 共 48 頁

(54) 名稱

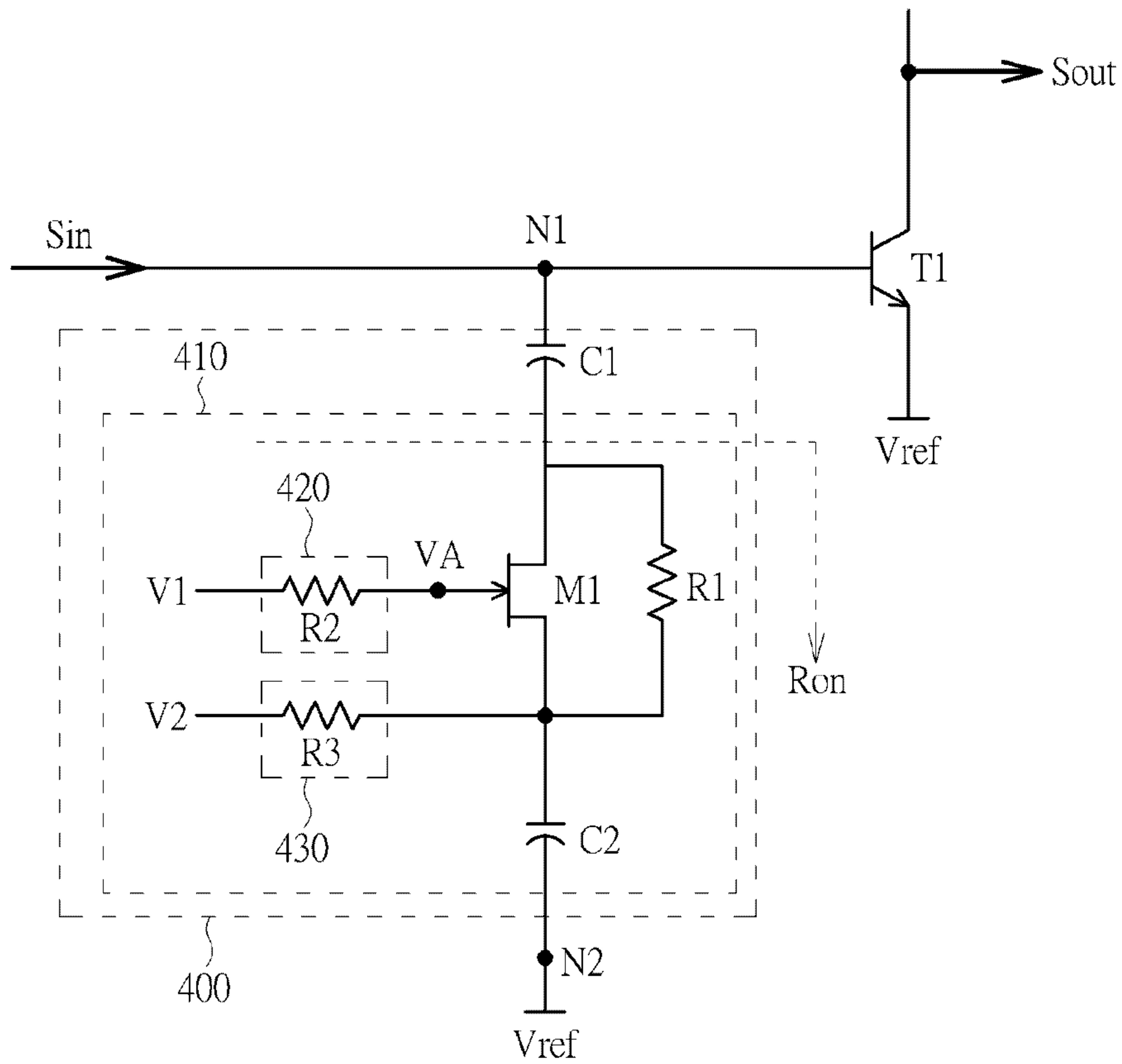
用於對放大器的線性度進行補償的前置補償器

(57) 摘要

本發明揭露一種前置補償器，用於對放大器的線性度進行補償。前置補償器包含第一電容以及阻抗轉換電路。第一電容的第一端耦接於放大器的第一節點。阻抗轉換電路用以進行阻抗轉換以提供可變電容值。阻抗轉換電路包含第一偏壓輸入電路以及雙極性接面電晶體。第一偏壓輸入電路用以接收第一偏壓。雙極性接面電晶體的基極耦接於第一偏壓輸入電路的輸出端及第一電容的第二端，雙極性接面電晶體的集極浮接，而雙極性接面電晶體的射極耦接於放大器的第二節點。

The present invention discloses a predistorter for compensating linearity of an amplifier. The predistorter has a first capacitor and an impedance conversion circuit. A first end of the first capacitor is coupled to a first node of the amplifier. The impedance conversion circuit is configured to perform an impedance conversion to provide a variable capacitance. The impedance conversion circuit has a first bias input circuit and a bipolar junction transistor (BJT). The first bias input circuit is configured to receive a first input bias. A base of the BJT is coupled to an output end of the first bias input circuit and a second end of the first capacitor, a collector of the BJT is floating, and an emitter of the BJT is coupled to a second node of the amplifier.

指定代表圖：



符號簡單說明：

400:前置補償器

410:阻抗轉換電路

420、430:偏壓輸入電路

C1、C2:電容

N1、N2:節點

M1:場效電晶體

T1:雙極性接面電晶體

R1、R2、R3:電阻

Ron:阻抗

Sin:輸入信號

Sout:輸出信號

V1、V2:偏壓

VA:電壓

Vref:參考電位

第13圖

I693788

【發明摘要】

【中文發明名稱】用於對放大器的線性度進行補償的前置補償器

【英文發明名稱】Predistorter for compensating linearity of amplifier

【中文】

本發明揭露一種前置補償器，用於對放大器的線性度進行補償。前置補償器包含第一電容以及阻抗轉換電路。第一電容的第一端耦接於放大器的第一節點。阻抗轉換電路用以進行阻抗轉換以提供可變電容值。阻抗轉換電路包含第一偏壓輸入電路以及雙極性接面電晶體。第一偏壓輸入電路用以接收第一偏壓。雙極性接面電晶體的基極耦接於第一偏壓輸入電路的輸出端及第一電容的第二端，雙極性接面電晶體的集極浮接，而雙極性接面電晶體的射極耦接於放大器的第二節點。

【英文】

The present invention discloses a predistorter for compensating linearity of a amplifier. The predistorter has a first capacitor and an impedance conversion circuit. A first end of the first capacitor is coupled to a first node of the amplifier. The impedance conversion circuit is configured to perform an impedance conversion to provide a variable capacitance. The impedance conversion circuit has a first bias input circuit and a bipolar junction transistor (BJT). The first bias input circuit is configured to receive a first input bias. A base of the BJT is coupled to an output end of the first bias input circuit and a second end of the first capacitor, a collector of the BJT is floating, and an emitter of the BJT is coupled to a second node of the amplifier.

【指定代表圖】第 (13) 圖。

【代表圖之符號簡單說明】

400	前置補償器
410	阻抗轉換電路
420、430	偏壓輸入電路
C1、C2	電容
N1、N2	節點
M1	場效電晶體
T1	雙極性接面電晶體
R1、R2、R3	電阻
Ron	阻抗
Sin	輸入信號
Sout	輸出信號
V1、V2	偏壓
VA	電壓
Vref	參考電位

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】用於對放大器的線性度進行補償的前置補償器

【英文發明名稱】Predistorter for compensating linearity of amplifier

【技術領域】

【0001】 本發明係有關於一種前置補償器(predistorter)，用於對放大器的線性度進行補償。

【先前技術】

【0002】 在各類不同的通信系統中，不論是發射機或接收機，線性度皆是一項基本且重要的規格。對發射機而言，放大器則為一重要且不可缺少之元件，關於通訊距離、通訊品質及待機時間等等，都與放大器密不可分。

【0003】 請參考第1圖及第2圖。第1圖為先前技術中的放大器100的示意圖，而第2圖則是用以表示放大器100的振幅失真(Amplitude distortion或稱AM-AM Distortion)和相位失真(Phase distortion或稱AM-PM Distortion)。放大器100用以放大輸入信號 S_{in} ，以產生輸出信號 S_{out} 。放大器100包含有電阻 R_a 及雙載子接面電晶體(Bipolar Junction Transistor；BJT) T_1 。其中，雙載子接面電晶體 T_1 的射極耦接接地端GND。第2圖中的曲線101用以表示放大器100的相位失真，而曲線102用以表示放大器100的振幅失真。第2圖所繪示的關係圖之橫軸表示放大器100的輸出功率 P_{out} ，而其縱軸表示放大器100的振幅失真及相位失真，其中振幅失真的單位為「dB」，而相位失真的單位為「度(degree)」。由第2圖可看出，曲線101為凹口向上的曲線，而曲線102為凹口向下的曲線，故放大器100的相位失真會

隨著輸出功率 P_{out} 的增加而增加，而放大器100的振幅失真會隨著輸出功率 P_{out} 的增加而減少。然而，因曲線101及102的凹口方向不同，故不易改善放大器100的線性度。

【發明內容】

【0004】 本發明一實施例揭露一種前置補償器，用於對放大器的線性度進行補償。前置補償器包含第一電容以及阻抗轉換電路。第一電容的第一端耦接於放大器的第一節點。阻抗轉換電路用以進行阻抗轉換以提供可變電容值。阻抗轉換電路包含第一偏壓輸入電路以及雙極性接面電晶體(bipolar junction transistor; BJT)。第一偏壓輸入電路用以接收第一偏壓。雙極性接面電晶體的基極耦接於第一偏壓輸入電路的輸出端及第一電容的第二端，雙極性接面電晶體的集極浮接，而雙極性接面電晶體的射極耦接於放大器的第二節點。

【0005】 本發明另一實施例揭露一種前置補償器，用於對放大器的線性度進行補償。前置補償器包含第一電容以及阻抗轉換電路。第一電容的第一端耦接於放大器的第一節點。阻抗轉換電路，用以進行阻抗轉換以提供可變電容值。阻抗轉換電路包含第一偏壓輸入電路、第二偏壓輸入電路、第一電阻、第二電容以及場效電晶體。第一偏壓輸入電路用以接收第一偏壓。第二偏壓輸入電路用以接收第二偏壓。其中場效電晶體的閘極耦接於第一偏壓輸入電路的輸出端，場效電晶體的源極及汲極中的第一電極耦接於第一電容的第二端及第一電阻的第一端，場效電晶體的源極及汲極中的第二電極耦接於第二偏壓輸入電路的輸出端、第二電容的第一端及第一電阻的第二端，而第二電容的第二端耦接於放大器的第二節點。

【0006】 本發明另一實施例揭露一種前置補償器，用於對放大器的線性度進行補償。前置補償器包含第一偏壓輸入電路、第一電容、第二電容以及阻抗轉換電路。第一偏壓輸入電路用以接收第一偏壓。第一電容的第一端耦接於放大器的第一級電路的輸出端。第二電容的第二端耦接於放大器的第二級電路的輸入端。阻抗轉換電路用以進行阻抗轉換以提供可變電容值。阻抗轉換電路包含第一電阻以及雙極性接面電晶體。第一電阻的第二端耦接參考電位。雙極性接面電晶體的基極耦接於第一偏壓輸入電路的輸出端及第一電容的第二端，雙極性接面電晶體的集極浮接，而雙極性接面電晶體的射極耦接於第一電阻的第一端及第二電容的第一端。

【0007】 本發明另一實施例揭露一種前置補償器，用於對放大器的線性度進行補償。前置補償器包含第一偏壓輸入電路、第二偏壓輸入電路、第一電容、第二電容以及阻抗轉換電路。第一偏壓輸入電路用以接收第一偏壓。第二偏壓輸入電路用以接收第二偏壓。第一電容的第一端耦接於放大器的第一級電路的輸出端。第二電容的第二端耦接於放大器的第二級電路的輸入端。阻抗轉換電路用以進行阻抗轉換以提供可變電容值。阻抗轉換電路包含第一電阻以及場效電晶體。場效電晶體的閘極耦接於第一偏壓輸入電路的輸出端，場效電晶體的源極及汲極中的第一電極耦接於第二偏壓輸入電路的輸出端、第一電容的第二端及第一電阻的第一端，場效電晶體的源極及汲極中的第二電極耦接於第二電容的第一端及第一電阻的第二端。

【0008】 本發明另一實施例揭露一種前置補償器，用於對放大器的線性度進行補償。輸入信號經由信號放大路徑輸入至放大器而由放大器放大。前置補償器形成有不同於信號放大路徑的信號分流路徑。前置補償器包含第一電容及阻

抗轉換電路。第一電容設於信號分流路徑上，且第一電容的第一端耦接於放大器的第一節點。阻抗轉換電路用以進行阻抗轉換以提供可變電容值。阻抗轉換電路包含第一偏壓輸入電路及二極體。第一偏壓輸入電路用以輸入第一偏壓。二極體設於信號分流路徑上，而二極體的陽極耦接於第一偏壓輸入電路的輸出端及第一電容的一第二端，且二極體的陰極耦接於參考電位。

【0009】 本發明另一實施例揭露一種前置補償器，用於對放大器的線性度進行補償。前置補償器包含第一電容及阻抗轉換電路。第一電容的第一端耦接於放大器的第一級電路的輸出端。阻抗轉換電路用以進行阻抗轉換以提供可變電容值。阻抗轉換電路包含第一偏壓輸入電路及二極體。第一偏壓輸入電路用以輸入第一偏壓。二極體的陽極耦接於第一偏壓輸入電路的輸出端及第一電容的第二端，而二極體的陰極耦接於放大器的第二級電路的輸入端。

【圖式簡單說明】

【0010】

第1圖為先前技術中的放大器的示意圖。

第2圖則是有用以表示放大器的振幅失真和相位失真。

第3圖為為本發明一實施例之放大器的示意圖。

第4圖為第3圖之放大器的輸出功率與雙載子接面電晶體的集極之偏壓的關係圖。

第5圖為本發明一實施例用於改善放大器之線性的前置補償器之示意圖。

第6圖為本發明一實施例之前置補償器的電路圖。

第7圖為本發明另一實施例之前置補償器的電路圖。

第8圖為放大器的輸入功率與恆定電壓 V_{bias} 之關係圖。

第9圖為第6圖之輸入信號 S_{in} 的波形圖。

第10圖為第6圖之輸出信號 S_{out} 的波形圖。

第11圖為第6圖中的電壓 V_A 與放大器的輸出功率的關係圖。

第12圖為阻抗轉換電路的阻抗 R_{on} 與放大器的輸出功率的關係圖。

第13圖為本發明一實施例之前置補償器的電路圖。

第14圖為放大器的輸入功率與電壓 V_{det} 之關係圖。

第15圖為本發明一實施例之偏壓動態調整電路的電路圖。

第16圖為第6圖、第7圖或第13圖中的前置補償器的等效電路圖。

第17圖為當偏壓 V_1 為電壓 V_{det} 時，第6圖中的電壓 V_A 與放大器的輸出功率的關係圖。

第18圖為當偏壓 V_1 為電壓 V_{det} 時，第6圖中的阻抗 R_{on} 與放大器的輸出功率的關係圖。

第19圖為本發明一實施例之選擇電路的示意圖。

第20圖為第13圖之前置補償器另包含偏壓動態調整電路及選擇電路時的示意圖。

第21圖及第22圖分別用以說明本發明之前置補償器在放大器中不同的設置位置。

第23圖為本發明一實施例之前置補償器的電路圖。

第24圖為本發明另一實施例之前置補償器的電路圖。

第25圖為本發明一實施例之前置補償器的電路圖。

第26圖為第23圖、第24圖或第25圖中的前置補償器的等效電路圖。

【實施方式】

【0011】 請參考第3圖，第3圖為本發明一實施例之放大器200的示意圖。放大

器200可以是一個功率放大器，但本發明並不以此為限。放大器200包含雙載子接面電晶體T1及T2，其中雙載子接面電晶體T2的集極與射極彼此耦接，以使放大器200的振幅失真與相位失真可隨著放大器200的輸出功率同時地遞增或同時地遞減。請同時參考第3圖及第4圖，第4圖為放大器100的輸出功率 P_{out} 與雙載子接面電晶體T2的集極之偏壓VR的關係圖。其中，當輸出功率 P_{out} 遞增時，偏壓VR會跟著遞減。然而，當雙載子接面電晶體T2是以砷化鎵(GaAs)製作的異質接面雙載子電晶體(heterojunction bipolar transistor；HBT)時，因其空乏區電容會與偏壓VR的平方根成反比，故雙載子接面電晶體T2的空乏區電容會對偏壓VR較不敏感，且使得節點B的阻抗偏低。因此，雙載子接面電晶體T2需有足夠大的體積以使其空乏區電容不致太小。然而，加大雙載子接面電晶體T2體積的作法可能導致放大器200的增益較低且頻寬較小。

【0012】 請參考第5圖，第5圖為本發明一實施例用於改善放大器250之線性的前置補償器300之示意圖。放大器250可以是一個功率放大器，但本發明並不以此為限，例如也可以是低雜訊放大器。在本實施例中，為方便說明的緣故，第5圖中的前置補償器300與放大器250係以不同的裝置表示。但須瞭解地，前置補償器300亦可整合至放大器250當中，而成為放大器250的一部份。如圖所示，前置補償器300耦接於節點N1與節點N2之間，其中節點N1為放大器250的輸入端，而節點N2耦接參考電位 V_{ref} 。在本發明一實施例中，參考電位 V_{ref} 可為接地電位，但本發明並不以此為限。放大器250會放大所輸入的輸入信號 S_{in} ，以產生輸出信號 S_{out} 。前置補償器300則是用於對放大器250的線性度進行補償。其中，前置補償器300對放大器250的線性度進行補償包括了對放大器的振幅失真(AM-AM Distortion)和相位失真(AM-PM Distortion)進行補償。因前置補償器300的作用，以使放大器250的振幅失真與相位失真可隨著放大器250的輸出功率同

時地遞增或同時地遞減。此外，前置補償器300可提供可變電容值以調整放大器250的線性，而透過所提供的可變電容值即可避免如第3圖的放大器200因空乏區電容而導致放大器200過於龐大、增益過低或頻寬太小的問題。

【0013】 請參考第6圖，第6圖為本發明一實施例之前置補償器300的電路圖。前置補償器300耦接於節點N1與節點N2之間，並包含電容C1以及阻抗轉換電路310。節點N1耦接於雙極性接面電晶體T1的基極，而雙極性接面電晶體T1為第5圖之放大器250的元件。電容C1的第一端則耦接於放大器的第一節點N1。輸入信號Sin經由信號放大路徑L1輸入至放大器250後被放大為輸出信號Sout，而前置補償器300則形成有不同於信號放大路徑L1的信號分流路徑L2。由於前置補償器300的信號分流路徑L2不同於信號放大路徑L1，且前置補償器300藉由電容C1隔離直流訊號以減少對信號放大路徑L1的影響，因此前置補償器300可以在對原有放大器250的設計影響不大的情況下，對放大器250的線性度進行補償。此外，阻抗轉換電路310用以進行阻抗轉換以提供可變電容值予放大器250，進而藉由所提供的可變電容值調整放大器250的線性。阻抗轉換電路310包含偏壓輸入電路320以及雙極性接面電晶體(bipolar junction transistor; BJT) Q1。偏壓輸入電路320用以接收偏壓V1。雙極性接面電晶體Q1與電容C1皆設置於信號分流路徑L2上。雙極性接面電晶體Q1的基極耦接於偏壓輸入電路320的輸出端及電容C1的第二端，雙極性接面電晶體Q1的集極浮接(floating)，雙極性接面電晶體Q1的射極耦接於節點N2，而節點N2耦接於參考電位Vref。

【0014】 在另一實施例中，亦可用二極體(diode)取代雙極性接面電晶體Q1。請參考第7圖，第7圖為本發明另一實施例之前置補償器300'的電路圖。前置補償器300'與300的差異在於前置補償器300的電晶體Q1被二極體D1所取代。其中，

第 7 頁，共 17 頁(發明說明書)

二極體D1的陽極相當於電晶體Q1的基極，二極體的陰極相當於電晶體Q1的射極。二極體D1與電容C1皆設置於信號分流路徑L2上。與電晶體Q1相較，二極體D1會佔用較大的佈局(layout)面積。

【0015】 在一實施例中，第6圖及第7圖中的偏壓V1為其電壓值不會隨著輸入信號Sin或放大器250的輸入功率而改變的恆定電壓Vbias。在一實施例中，恆定電壓Vbias可從多個電壓值固定的電壓當中選出。請參考第8圖，第8圖為放大器250的輸入功率Pin與恆定電壓Vbias之關係圖。其中，恆定電壓Vbias係從多個電壓值固定的電壓Vb1至Vbn當中選出，而由圖7圖可看出，電壓Vb1至Vbn不會隨著放大器250的輸入功率Pin改變。因恆定電壓Vbias(即偏壓V1)的大小，可影響放大器250之線性的調整程度。因此，藉由從電壓Vb1至Vbn當中選出一個適當的電壓作為恆定電壓Vbias，即可對放大器250之線性進行微調，以符合不同的放大器之設計需求。

【0016】 請再參考第6圖。在本實施例中，偏壓V1為電壓值固定的正電壓，而由於雙極性接面電晶體Q1的集極浮接，故雙極性接面電晶體Q1可被視為一個受到順向偏壓的二極體，而有截波(clipping)的功能。請參考第9圖及第10圖，第9圖為輸入信號Sin的波形圖，而第10圖為輸出信號Sout的波形圖。其中，為方便說明，輸入信號Sin係以一正弦波表示，但須知本發明並不以此為限，輸入信號Sin可以是其他射頻(radio frequency)信號。由於雙極性接面電晶體Q1具有截波的功能，故輸出信號Sout的波峰不會超出上限VL1。故當輸入信號Sin為正弦波時，輸出信號Sout不一定是正弦波。由於雙極性接面電晶體Q1具有截波的功能，進而影響了阻抗轉換電路310的阻抗Ron。其中，上述阻抗轉換電路310因進行阻抗轉換而所提供的可變電容值與阻抗Ron相關。請參考第11圖及第12圖，第11圖為

第6圖中的電壓VA與放大器250的輸出功率Pout的關係圖，而第12圖為阻抗轉換電路310的阻抗Ron與放大器250的輸出功率Pout的關係圖。其中，隨著放大器250的輸出功率Pout的增加，電壓VA會跟著降低，而阻抗Ron會跟著提高。由於前置補償器300有著上述的特性，故前置補償器300適合用於改善其振幅失真(AM-AM Distortion)的問題，同時改善放大器的線性。

【0017】 請再參考第6圖，在本發明另一實施例中，偏壓輸入電路320可包含電阻R2。電阻R2的第一端用以輸入偏壓V1，而電阻R2的第二端耦接於偏壓輸入電路320的輸出端。電阻R2具有固定的阻值，而可依據不同的放大器設計需求來決定電阻R2的阻值。當選用具較大阻值的電阻R2時，阻抗Ron也相對地會較大；而當選用具較小阻值的電阻R2時，阻抗Ron也相對地會較小。

【0018】 本發明的部分實施例中，雙極性接面電晶體Q1可以是異質接面雙載子電晶體(heterojunction bipolar transistor；HBT)。而在本發明的其他實施例中，雙極性接面電晶體Q1可以是同質接面雙載子電晶體。

【0019】 請參考第13圖，第13圖為本發明一實施例之前置補償器400的電路圖。前置補償器400亦耦接於節點N1與節點N2之間，而包含電容C1以及阻抗轉換電路410。電容C1的第一端耦接於節點N1。阻抗轉換電路410用以進行阻抗轉換以提供可變電容值。阻抗轉換電路410包含偏壓輸入電路420、偏壓輸入電路430、電阻R1、電容C2以及場效電晶體(field effect transistor)M1。偏壓輸入電路420用以輸入偏壓V1，而偏壓輸入電路430用以輸入偏壓V2。場效電晶體M1的閘極耦接於偏壓輸入電路420的輸出端，場效電晶體M1的源極及汲極中的其中一電極耦接於電容C1的第二端及電阻R1的第一端，場效電晶體M1的源極及汲極中的

另一電極耦接於偏壓輸入電路430的輸出端、電容C2的第一端及電阻R1的第二端，而電容C2的第二端耦接於放大器的節點N2，而節點N2耦接於參考電位Vref。

【0020】 在本實施例中，偏壓V1為其電壓值不會隨著輸入信號Sin或放大器的輸入功率而改變的恆定電壓Vbias，而偏壓V2為其電壓值會隨著輸入信號Sin或放大器的輸入功率而改變的電壓Vdet。請參考第14圖，第14圖為放大器的輸入功率Pin與電壓Vdet之關係圖。當放大器的輸入功率Pin越大時，電壓Vdet也會越大。阻抗轉換電路410同樣可被視為一個受到順向偏壓的二極體，而有截波的功能。前置補償器400的電壓VA與放大器的輸出功率Pout的關係亦如第11圖所示，而前置補償器400的阻抗Ron與放大器的輸出功率Pout的關係亦如第12圖所示，在此即不再贅述。其中，上述阻抗轉換電路410因進行阻抗轉換而所提供的可變電容值與阻抗Ron相關。

【0021】 上述的電壓Vdet可由前置補償器400的偏壓動態調整電路500產生。請參考第15圖，第15圖為本發明一實施例之偏壓動態調整電路500的電路圖。偏壓動態調整電路500耦接於放大器的輸入端(如節點N1)，用以依據放大器的輸入功率，動態地調整電壓Vdet的大小。偏壓動態調整電路500的輸入端531可用以接收輸入信號Sin，而偏壓動態調整電路500的輸出端532輸出電壓Vdet。偏壓動態調整電路500包含電阻電容電路510、電晶體T、電阻電容電路520以及運算放大器OP1。電阻電容電路510的輸入端耦接於放大器的輸入端N1。電晶體T可以是雙極性接面電晶體。雙極性接面電晶體T的集極(第一端)耦接至系統電壓Vbat，雙極性接面電晶體T的基極(控制端)耦接至電阻電容電路510的輸出端，而雙極性接面電晶體T的射極(第二端)耦接至電阻電容電路520的輸入端。上述的系統電壓Vbat例如是電池的輸出電壓，而系統電壓Vbat通常會高於參考電位Vref。

電阻電容電路520耦接於參考電位 V_{ref} 與雙極性接面電晶體T的射極之間。運算放大器OP1的正輸入端耦接於雙極性接面電晶體T的射極，運算放大器OP1的負輸入端耦接於運算放大器OP1的輸出端，而運算放大器OP1的輸出端輸出電壓 V_{det} 。

【0022】 請再參考第13圖，在本發明一實施例中，偏壓輸入電路420包含電阻R2，而偏壓輸入電路430包含電阻R3。其中，電阻R2的第一端輸入上述的偏壓V1，而電阻R2的第二端耦接於偏壓輸入電路420的輸出端。電阻R3的第一端輸入偏壓V2，電阻R3的第二端耦接於偏壓輸入電路430的輸出端。

【0023】 請參考第16圖，第16圖為第6圖、第7圖或第13圖中的前置補償器300、300'或400的等效電路圖。以第13圖的前置補償器400為例，前置補償器400可視為與放大器的輸入級電路和輸出級電路並聯。其中放大器的輸入級電路具有阻抗 $IM1$ ，而放大器的輸出級電路具有阻抗 $IM2$ 。前置補償器400包含電容C1以及阻抗轉換電路410。阻抗轉換電路410用以進行阻抗轉換以提供可變電阻R。其中，阻抗Z為中間級匹配阻抗(interstage matching)，可為電感或電容。雙極性接面電晶體Q1的射極與參考電位 V_{ref} 之間則存在電容C2。至於第6圖及第7圖之前置補償器300及300'的等效電路圖則與第16圖類似。詳言之，將第16圖中的電容C2移除後，使可變電阻R的一端直接耦接於參考電位 V_{ref} ，即為第6圖及第7圖之前置補償器300及300'的等效電路圖。

【0024】 相較上述阻抗 R_{on} 會隨著輸出功率 P_{out} 的增加而增加，本發明另一實施例的前置補償器之阻抗 R_{on} 會隨著輸出功率 P_{out} 的增加而減少。請再參考第6圖。當第6圖中偏壓V1改以電壓值會隨著輸入信號 S_{in} 或放大器的輸入功率而改

變的電壓 V_{det} 時，阻抗 R_{on} 會隨著輸出功率 P_{out} 的增加而減少。請參考第17圖及第18圖。第17圖為當偏壓 V_1 為電壓 V_{det} 時，第6圖中的電壓 V_A 與放大器的輸出功率 P_{out} 的關係圖。第18圖為當偏壓 V_1 為電壓 V_{det} 時，阻抗轉換電路310的阻抗 R_{on} 與放大器的輸出功率 P_{out} 的關係圖。其中，隨著放大器250的輸出功率 P_{out} 的增加，電壓 V_A 會跟著增加，而阻抗 R_{on} 會跟著降低。因此，可藉由將偏壓 V_1 設定為恆定電壓 V_{bias} 或電壓 V_{det} ，而改變前置補償器300的阻抗特性，以對放大器的線性進行不同方向的調整及補償。

【0025】 類似地，當第13圖中的前置補償器400的偏壓 V_1 為電壓 V_{det} ，而偏壓 V_2 為恆定電壓 V_{bias} 時，前置補償器400的電壓 V_A 會隨著放大器250的輸出功率 P_{out} 的增加而增加，而前置補償器400的阻抗 R_{on} 會隨著放大器250的輸出功率 P_{out} 的增加而降低。可藉由將偏壓 V_1 設定為恆定電壓 V_{bias} 及電壓 V_{det} 之一者，並將偏壓 V_2 設定為恆定電壓 V_{bias} 及電壓 V_{det} 之另一者，而可改變前置補償器400的阻抗特性，以對放大器的線性進行不同方向的調整及補償。由於前置補償器400有著上述的特性，故當偏壓 V_1 為恆定電壓 V_{bias} 而偏壓 V_2 為電壓 V_{det} 時(或當偏壓 V_1 為電壓 V_{det} 而偏壓 V_2 為恆定電壓 V_{bias} 時)，前置補償器400適合用於改善其振幅失真(AM-AM Distortion) 的問題，同時改善放大器的線性。

【0026】 為方便對恆定電壓 V_{bias} 及電壓 V_{det} 進行切換，上述的前置補償器300或400可另包含選擇電路550。請參考第19圖及第20圖，第19圖為上述選擇電路550的示意圖，第20圖為第13圖之前置補償器400另包含偏壓動態調整電路500及選擇電路550時的示意圖。選擇電路550包含第一輸入端 IN_1 、第二輸入端 IN_2 、第一輸出端 O_1 、第二輸出端 O_2 以及控制端 P_1 。第一輸入端 IN_1 用以接收恆定電壓 V_{bias} ，第二輸入端 IN_2 用以接收電壓 V_{det} ，第一輸出端 O_1 耦接於偏壓輸入電

路420的輸入端以提供偏壓V1，第二輸出端O2耦接於偏壓輸入電路430的輸入端以提供偏壓V2，而控制端P1用以接收選擇控制訊號Sc。其中，當選擇控制訊號Sc為第一電位(如高電位)時，選擇電路550將第一輸入端IN1耦接至第一輸出端O1，並將第二輸入端IN2耦接至第二輸出端O2；而當選擇控制訊號Sc為第二電位(如低電位)時，選擇電路550將第一輸入端IN1耦接至第二輸出端O2，並將第二輸入端IN2耦接至第一輸出端O1。藉此，以決定偏壓V1為恆定電壓Vbias或電壓Vdet。當偏壓V1為恆定電壓Vbias時，偏壓V2即為電壓Vdet；而當偏壓V1為電壓Vdet時，偏壓V2即為恆定電壓Vbias。因此，藉由選擇電路550，可在切換恆定電壓Vbias及電壓Vdet時更為方便。

【0027】 上述實施例中的前置補償器300及400係設置在放大器的節點N1及N2之間，其中節點N1可為放大器的輸入端，而節點N2可為參考電位Vref，如第5圖所示。然而，本發明並不以此為限。請參考第21圖及第22圖，第21圖及第22圖分別用以說明本發明之前置補償器300及400在放大器中不同的設置位置。在第21圖的實施例中，節點N1為放大器580的偏壓電路582的一端，而節點N2耦接參考電位Vref。在第22圖的實施例中，節點N1耦接於放大器570的第一級電路630的輸出端，而節點N2耦接於放大器570的第二級電路640的輸入端。其中，第一級電路630及第二級電路640用以對輸入信號Sin進行兩次放大，以輸出輸出信號Sout。

【0028】 請參考第23圖，第23圖為本發明一實施例之前置補償器600的電路圖。前置補償器600耦接於放大器的第一級電路630及第二級電路640之間。第一級電路630及第二級電路640分別具有阻抗IM1及IM2。前置補償器600包含偏壓輸入電路620、電容C1、電容C2以及阻抗轉換電路610。偏壓輸入電路620用以輸

入恆定電壓 V_{bias} 。電容 $C1$ 的第一端耦接於放大器的第一級電路630的輸出端，而電容 $C2$ 的第二端耦接於放大器的第二級電路640的輸入端。阻抗轉換電路610用以進行阻抗轉換以提供可變電容值 C_{on} ，並可同時提供可變電阻 R 。阻抗轉換電路610包含電阻 $R1$ 以及雙極性接面電晶體 $Q1$ 。電阻 $R1$ 的第二端耦接參考電位 V_{ref} ，雙極性接面電晶體 $Q1$ 的基極耦接於第一偏壓輸入電路620的輸出端及電容 $C1$ 的第二端，雙極性接面電晶體 $Q1$ 的集極浮接，而雙極性接面電晶體 $Q1$ 的射極耦接於電阻 $R1$ 的第一端及電容 $C2$ 的第一端。在本實施例中，恆定電壓 V_{bias} 為電壓值固定的正電壓，而由於雙極性接面電晶體 $Q1$ 的集極浮接，故雙極性接面電晶體 $Q1$ 可被視為一個受到順向偏壓的二極體，而有截波的功能。前置補償器600的線性補償與前置補償器300的線性補償相似，亦可用以調整中間級匹配阻抗，以得到較佳的線性。

【0029】 在另一實施例中，亦可用二極體取代第23圖中的雙極性接面電晶體 $Q1$ 。請參考第24圖，第24圖為本發明另一實施例之前置補償器600'的電路圖。前置補償器600'與600的差異在於前置補償器600的電晶體 $Q1$ 被二極體 $D1$ 所取代。其中，二極體 $D1$ 的陽極相當於電晶體 $Q1$ 的基極，二極體的陰極相當於電晶體 $Q1$ 的射極。與第23圖中的電晶體 $Q1$ 相較，第24圖中的二極體 $D1$ 會佔用較大的佈局面積。

【0030】 請參考第25圖，第25圖為本發明一實施例之前置補償器700的電路圖。前置補償器700耦接於放大器的第一級電路630及第二級電路640之間。第一級電路630及第二級電路640分別具有阻抗 $IM1$ 及 $IM2$ 。前置補償器700包含偏壓輸入電路720、偏壓輸入電路730、電容 $C1$ 、電容 $C2$ 以及阻抗轉換電路710。偏壓輸入電路720用以輸入偏壓 $V1$ ，而偏壓輸入電路730用以輸入偏壓 $V2$ 。偏壓 $V1$ 和

V2可分別為恆定電壓Vbias及電壓Vdet。其中，當偏壓V1為恆定電壓Vbias時，偏壓V2則為電壓Vdet；而當偏壓V1為電壓Vdet時，偏壓V2則為恆定電壓Vbias。電容C1的第一端耦接於第一級電路630的輸出端，電容C2的第二端耦接於第二級電路640的輸入端。阻抗轉換電路710用以進行阻抗轉換以提供可變電容值Con，並同時可提供可變電阻R。阻抗轉換電路710包含電阻R1以及場效電晶體M1。場效電晶體M1的閘極耦接於偏壓輸入電路720的輸出端，場效電晶體M2的源極及汲極當中的一個電極耦接於偏壓輸入電路730的輸出端、電容C1的第二端及電阻R1的第一端，而場效電晶體M2的源極及汲極當中的另一個電極耦接於電容C2的第一端及電阻R1的第二端。前置補償器700的線性補償特性與前置補償器400的線性補償特性相似，當偏壓V1為恆定電壓Vbias而偏壓V2為電壓Vdet時（或當偏壓V1為電壓Vdet而偏壓V2為恆定電壓Vbias時），前置補償器700適合用於改善其振幅失真的問題，同時改善放大器的線性。

【0031】 請參考第26圖，第26圖為第23圖、第24圖或第25圖中的前置補償器600、600'或700的等效電路圖。以第23圖的前置補償器600為例，第一級電路630及第二級電路640分別具有阻抗IM1及IM2。前置補償器600耦接於放大器的第一級電路630及第二級電路640之間，並包含偏壓輸入電路620、電容C1、電容C2以及阻抗轉換電路610。阻抗轉換電路610用以進行阻抗轉換以提供可變電阻R。其中，阻抗Z為中間級匹配阻抗(interstage matching)，可為電感或電容。同理，第24圖及第25圖的前置補償器600'及700的等效電路圖亦如第26圖所示。

【0032】 本發明實施例之前置補償器可對放大器的線性度進行補償，前置補償器具有阻抗轉換電路，用以進行阻抗轉換以提供可變電容值，而可避免放大器過於龐大、增益過低或頻寬太小的問題。

以上所述僅為本發明之較佳實施例，凡依本發明申請專利範圍所做之均等變化與修飾，皆應屬本發明之涵蓋範圍。

【符號說明】

【0033】

100、200、250、570、580	放大器
101、102	曲線
300、300'、400、600、600'、700	前置補償器
310、410、610、710	阻抗轉換電路
320、420、430、620、720、730	偏壓輸入電路
500	偏壓動態調整電路
510、520	電阻電容電路
531	輸入端
532	輸出端
550	選擇電路
582	偏壓電路
630	第一級電路
640	第二級電路
B、N1、N2	節點
C1、C2	電容
Con	可變電容值
GND	接地端
L1	信號放大路徑
L2	信號分流路徑

IM1、IM2、Ron、Z	阻抗
IN1	第一輸入端
IN2	第二輸入端
M1	場效電晶體
N3	集極
O1	第一輸出端
O2	第二輸出端
OP1	運算放大器
P1	控制端
Pin	輸入功率
Pout	輸出功率
Q1、T、T1、T2	雙極性接面電晶體
R	可變電阻
R1、R2、R3、Ra	電阻
Sc	選擇控制訊號
Sin	輸入信號
Sout	輸出信號
T	電晶體；雙極性接面電晶體
V1、V2、VR	偏壓
VA、Vb1至Vbn、Vdet	電壓
Vbat	系統電壓
Vbias	恆定電壓
VL1	上限
Vref	參考電位

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種前置補償器，用於對一放大器的線性度進行補償，該前置補償器包含：

一第一電容，該第一電容的一第一端耦接於該放大器的一第一節點；

一阻抗轉換電路，用以進行阻抗轉換以提供一可變電容值，該阻抗轉換電路

包含：

一第一偏壓輸入電路，用以輸入一第一偏壓；

一第二偏壓輸入電路，用以輸入一第二偏壓；

一第一電阻；

一第二電容；以及

一場效電晶體；以及

一選擇電路，用以從一第一電壓及一第二電壓中選出一電壓作為該第一偏壓，其中該第一電壓為一恆定電壓，而該第二電壓的電壓值隨著該放大器的輸入功率而改變；

其中該場效電晶體的一閘極耦接於該第一偏壓輸入電路的輸出端，該場效電晶體的一源極及一汲極中的一第一電極耦接於該第一電容的一第二端及該第一電阻的一第一端，該場效電晶體的一源極及一汲極中的一第二電極耦接於該第二偏壓輸入電路的輸出端、該第二電容的一第一端及該第一電阻的一第二端，而該第二電容的一第二端耦接於該放大器的一第二節點。

【第2項】 如請求項1所述之前置補償器，其中該第一節點為該放大器的一輸入端，而該第二節點耦接一參考電位。

【第3項】 如請求項1所述之前置補償器，其中該第一節點為該放大器的一偏壓

第 1 頁，共 3 頁(發明申請專利範圍)

電路之一端，而該第二節點耦接一參考電位。

【第4項】 如請求項1所述之前置補償器，其中該第一節點耦接於該放大器的一第一級電路的輸出端，該第二節點耦接於該放大器的一第二級電路的輸入端。

【第5項】 如請求項1所述之前置補償器，其中該選擇電路包含：

一第一輸入端，用以接收該第一電壓；

一第二輸入端，用以接收該第二電壓；

一第一輸出端，耦接於該第一偏壓輸入電路的輸入端，以提供該第一偏壓；

一第二輸出端，耦接於該第二偏壓輸入電路的輸入端，以提供該第二偏壓；以及

一控制端，用以接收一選擇控制訊號；

其中當該選擇控制訊號為一第一電位時，該選擇電路將該第一輸入端耦接至該第一輸出端，並將該第二輸入端耦接至該第二輸出端；及

其中當該選擇控制訊號為一第二電位時，該選擇電路將該第一輸入端耦接至該第二輸出端，並將該第二輸入端耦接至該第一輸出端。

【第6項】 如請求項1所述之前置補償器，另包含一偏壓動態調整電路，耦接於該放大器的輸入端，用以依據該放大器的輸入功率，動態地調整該第二電壓。

【第7項】 如請求項6所述之前置補償器，其中該偏壓動態調整電路包含：

一第一電阻電容電路，該第一電阻電容電路的輸入端耦接於該放大器的輸入

第 2 頁，共 3 頁(發明申請專利範圍)

端；

一電晶體，該電晶體的第一端耦接至一系統電壓，而該電晶體的控制端耦接

至該第一電阻電容電路的輸出端；

一第二電阻電容電路，耦接於一參考電位與該電晶體的第二端之間；以及

一運算放大器，該運算放大器的一第一輸入端耦接於該電晶體的該第二端，

該運算放大器的一第二輸入端耦接於該運算放大器的一輸出端，該運算

放大器的該輸出端輸出該第二電壓。

【第8項】 如請求項1所述之前置補償器，其中該第一偏壓輸入電路包含一第二

電阻，而該第二偏壓輸入電路包含一第三電阻；

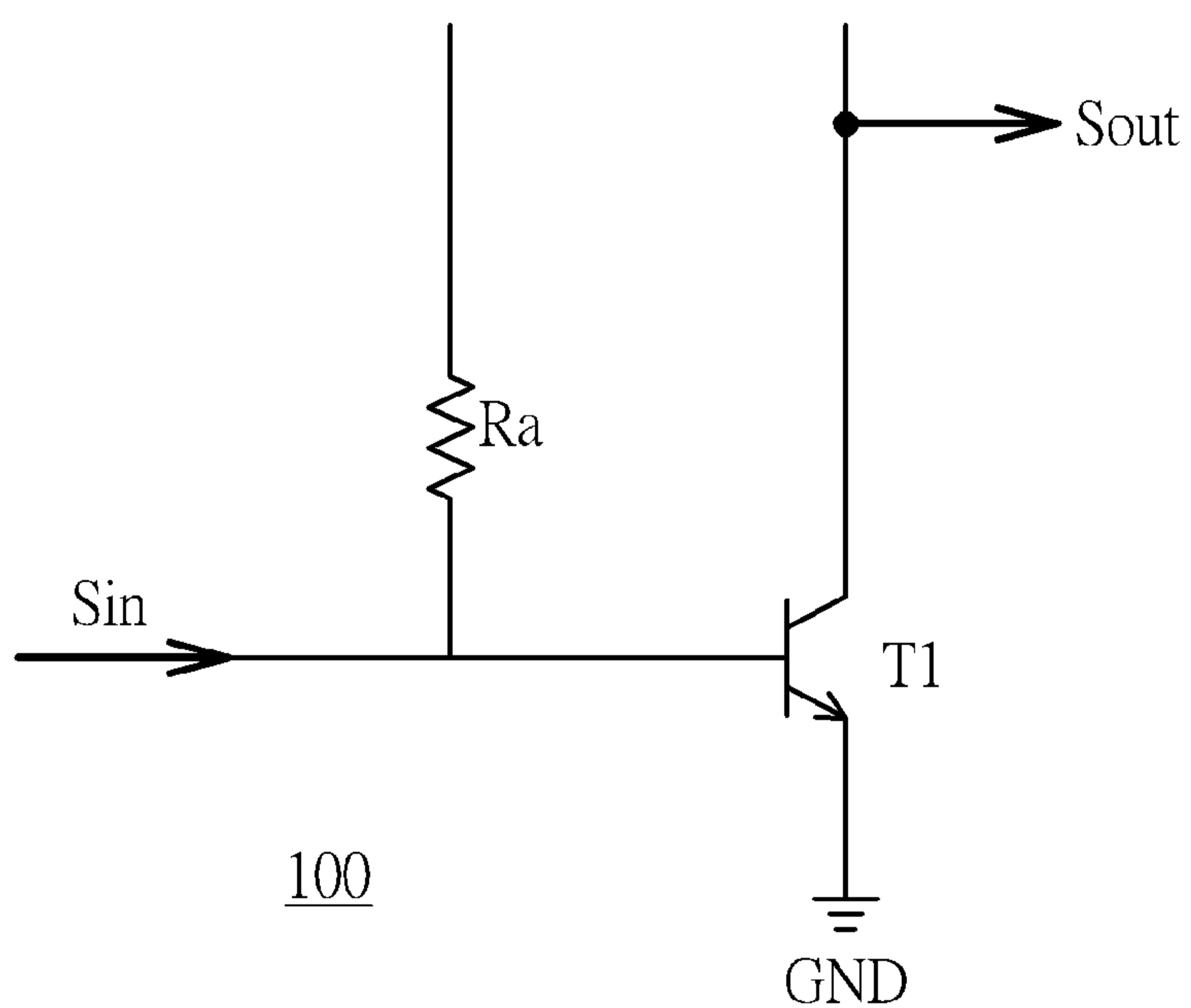
其中該第二電阻的一第一端輸入該第一偏壓，該第二電阻的一第二端耦接於

該第一偏壓輸入電路的輸出端；以及

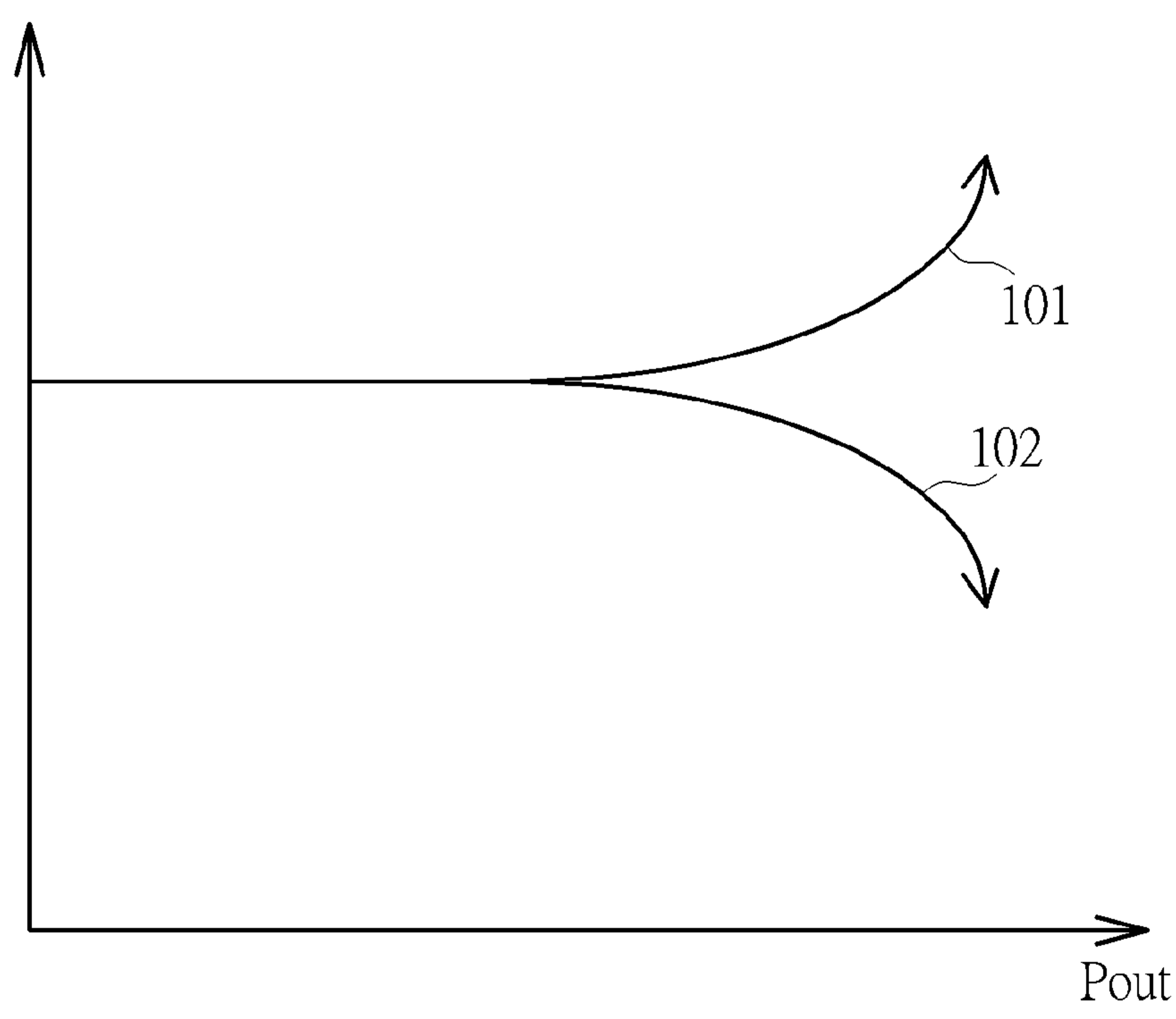
其中該第三電阻的一第一端輸入該第二偏壓，該第三電阻的一第二端耦接於

該第二偏壓輸入電路的輸出端。

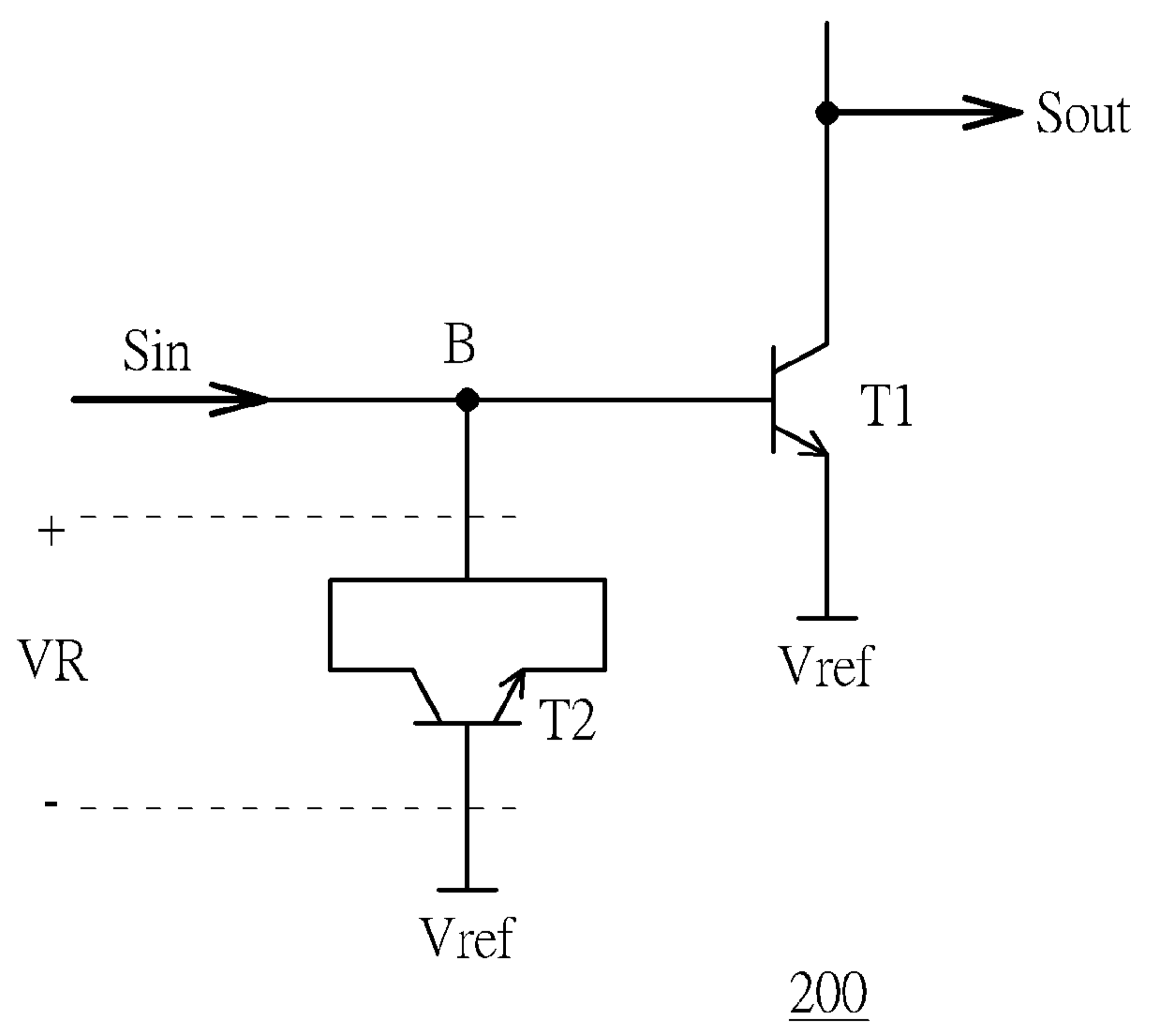
【發明圖式】



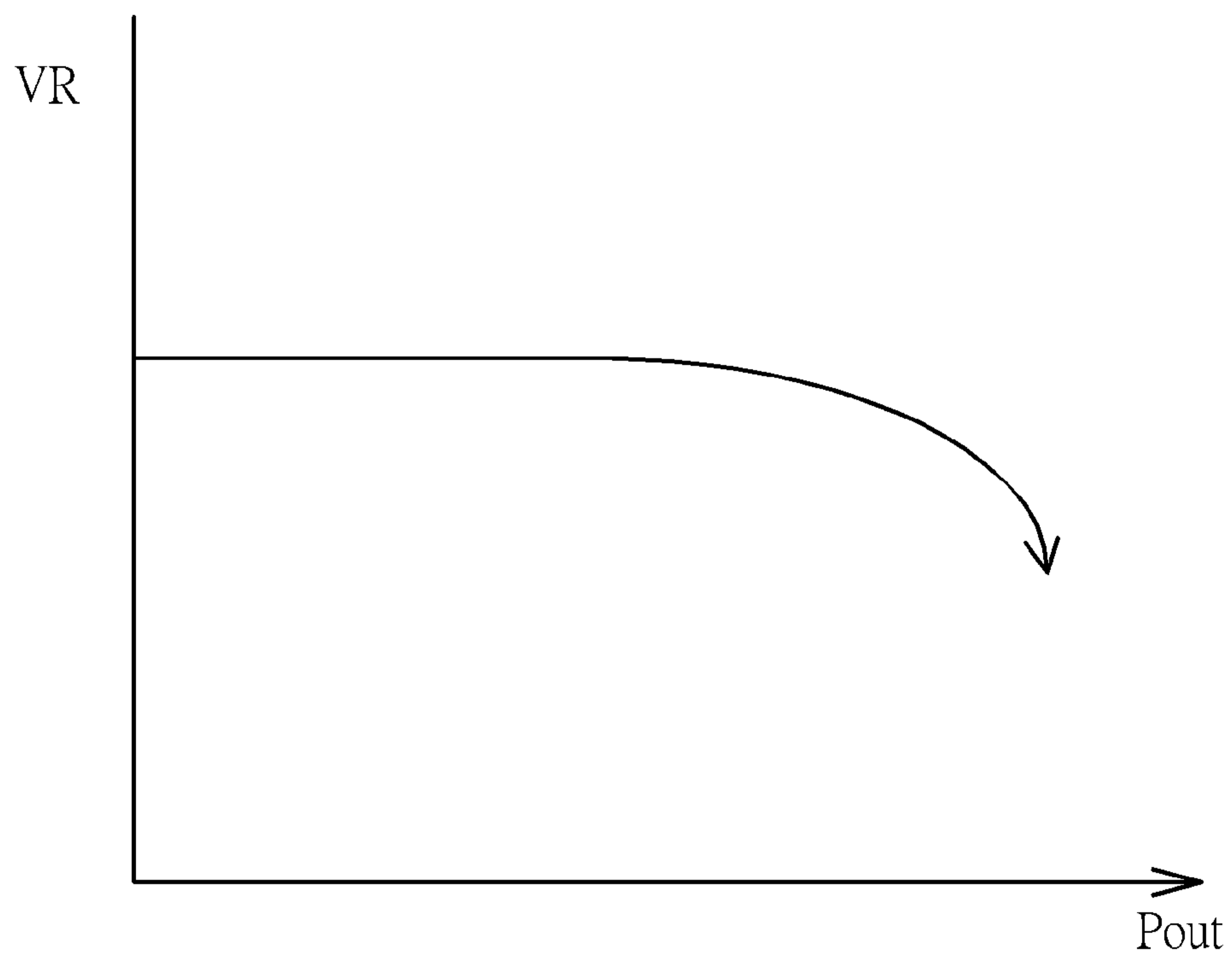
第1圖



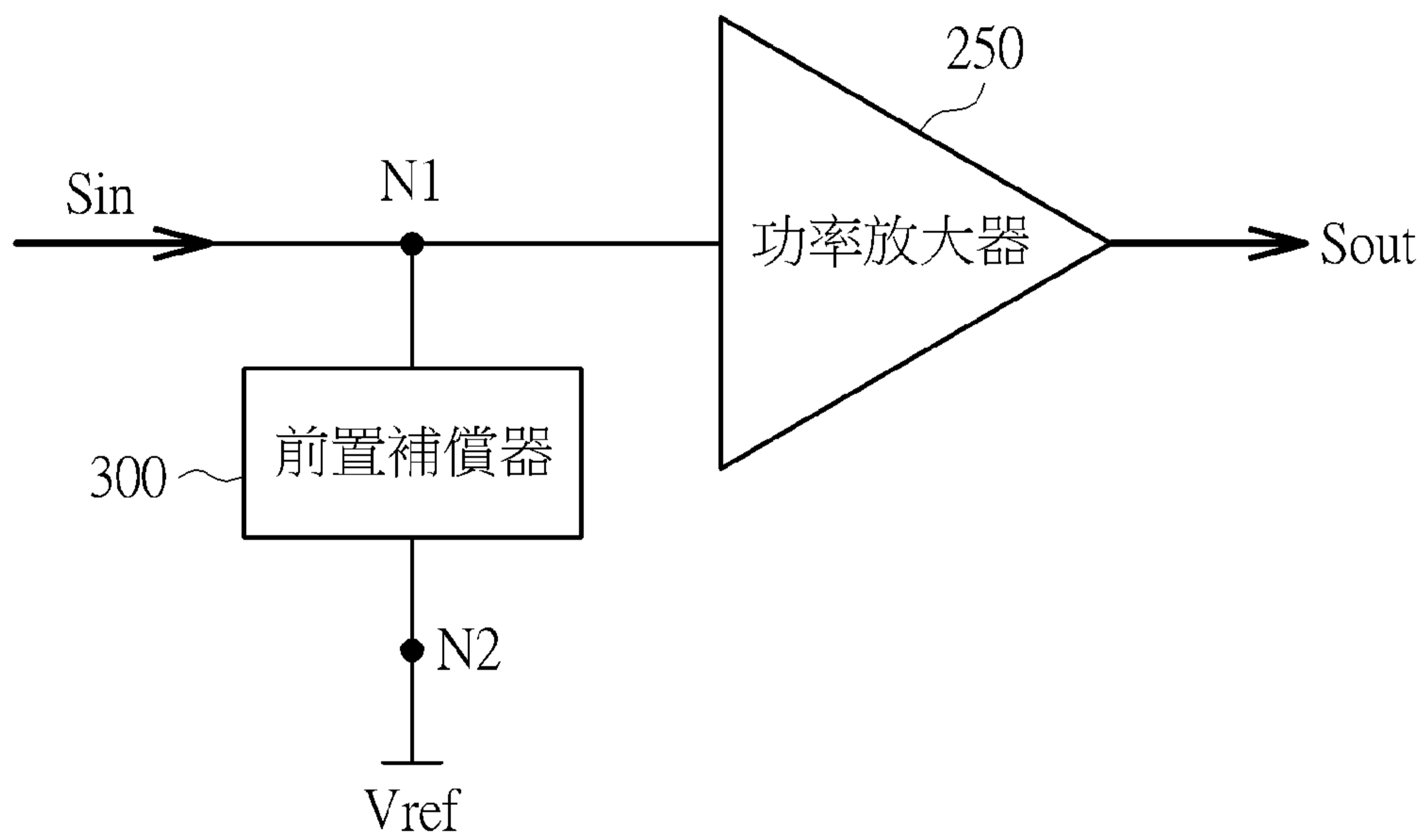
第2圖



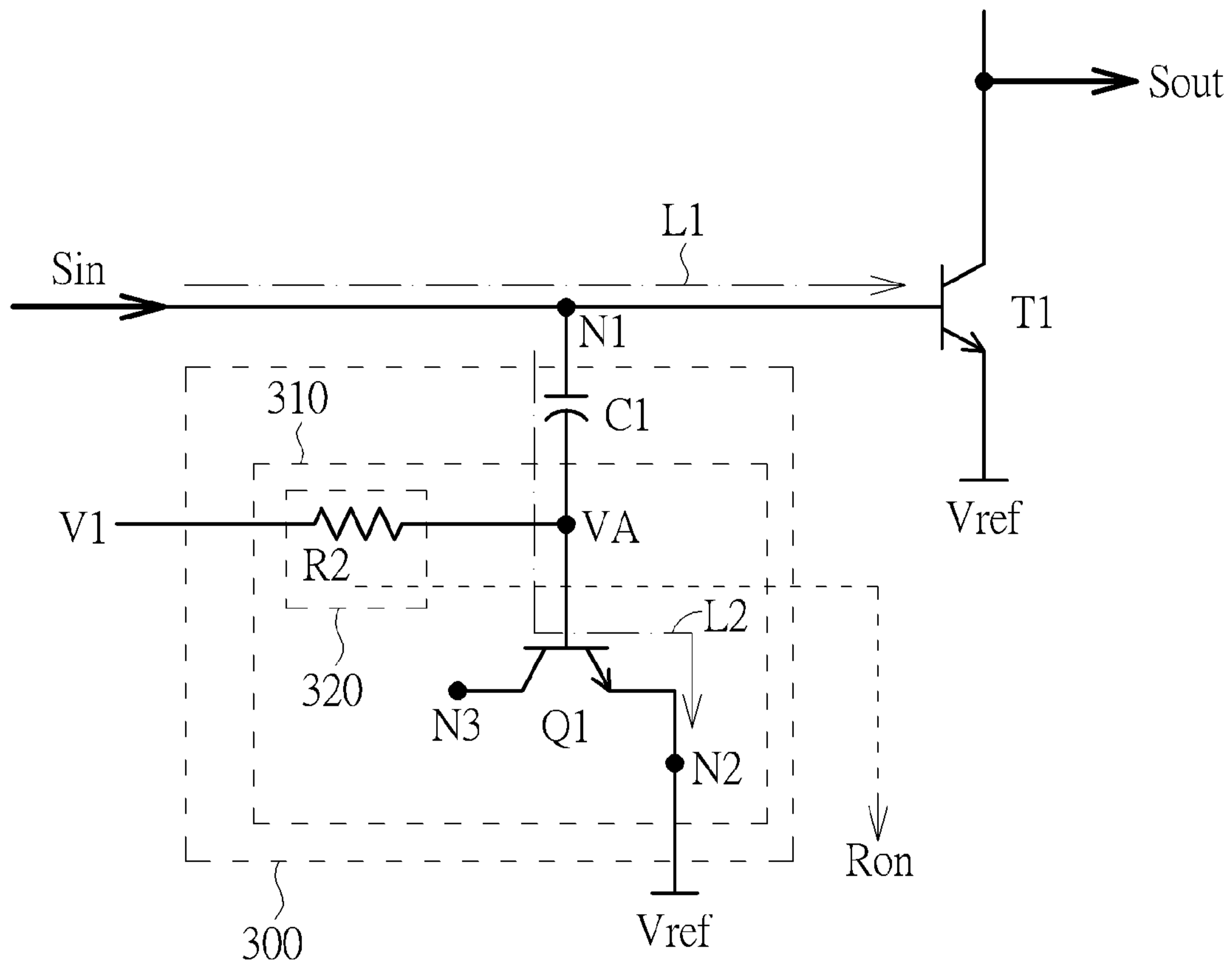
第3圖



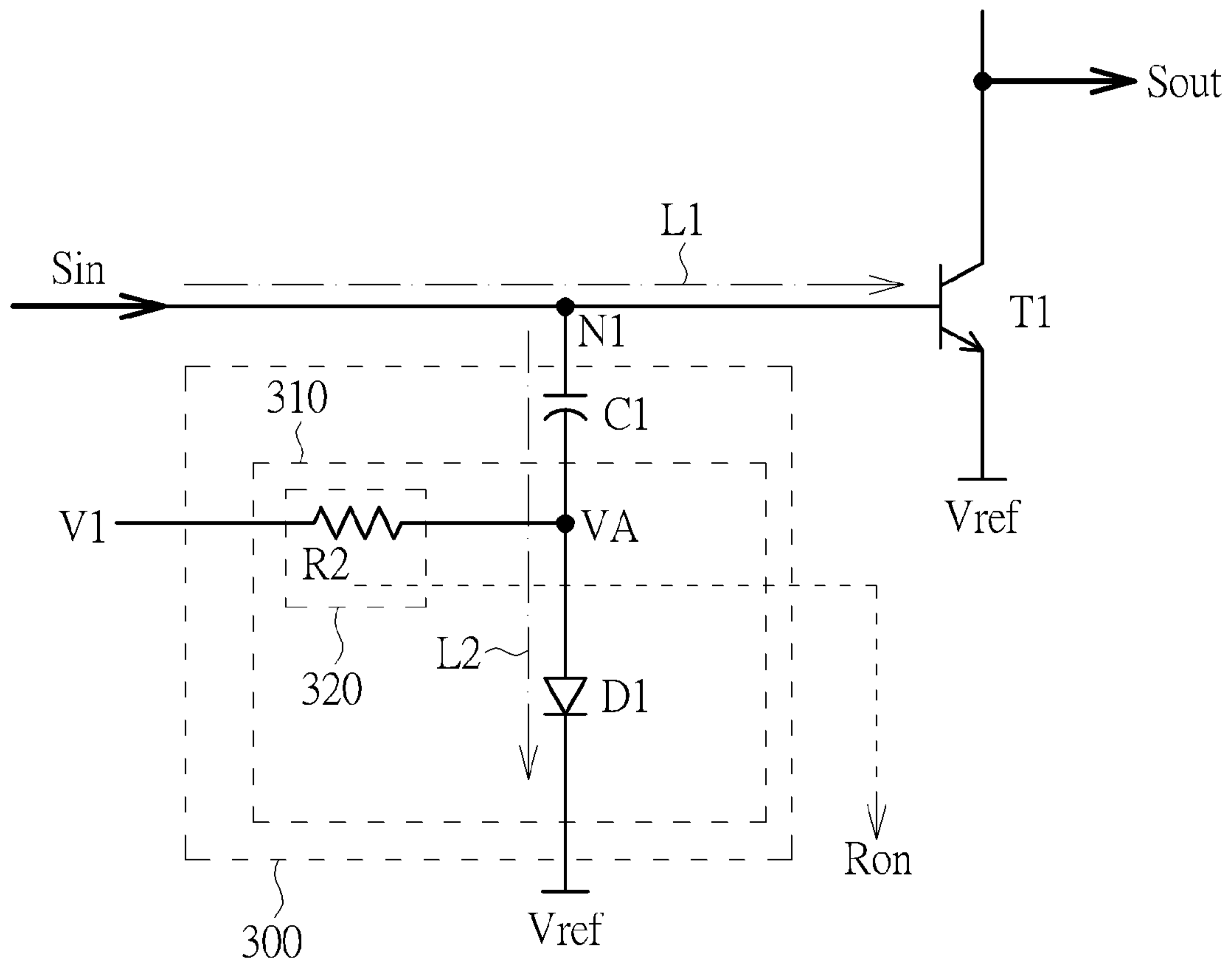
第4圖



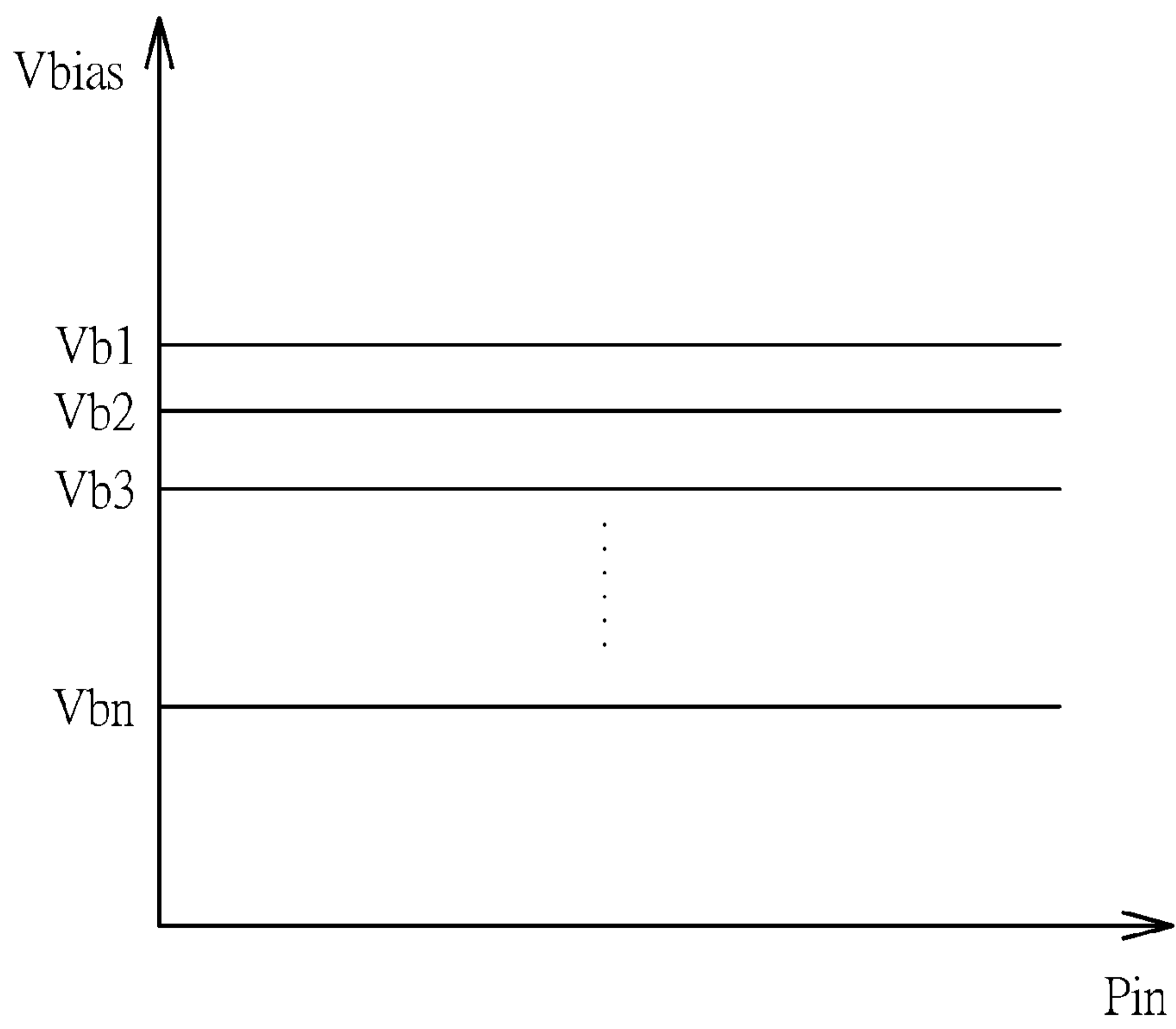
第5圖



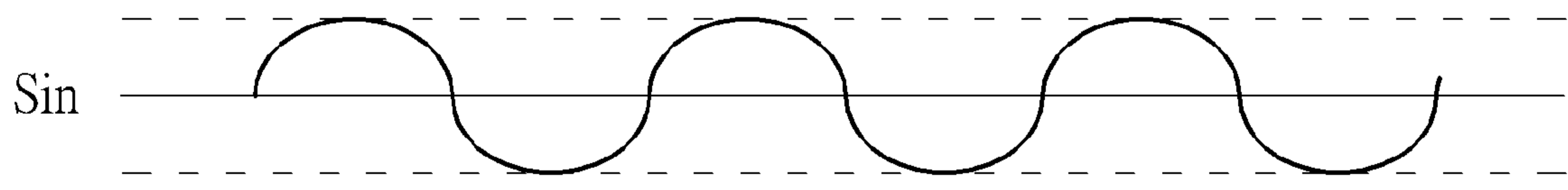
第6圖



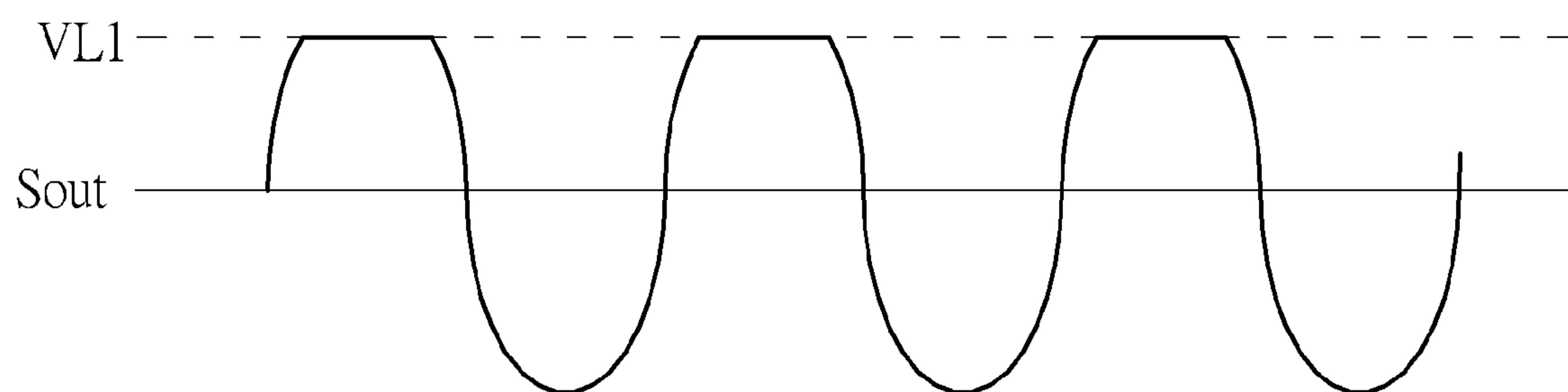
第7圖



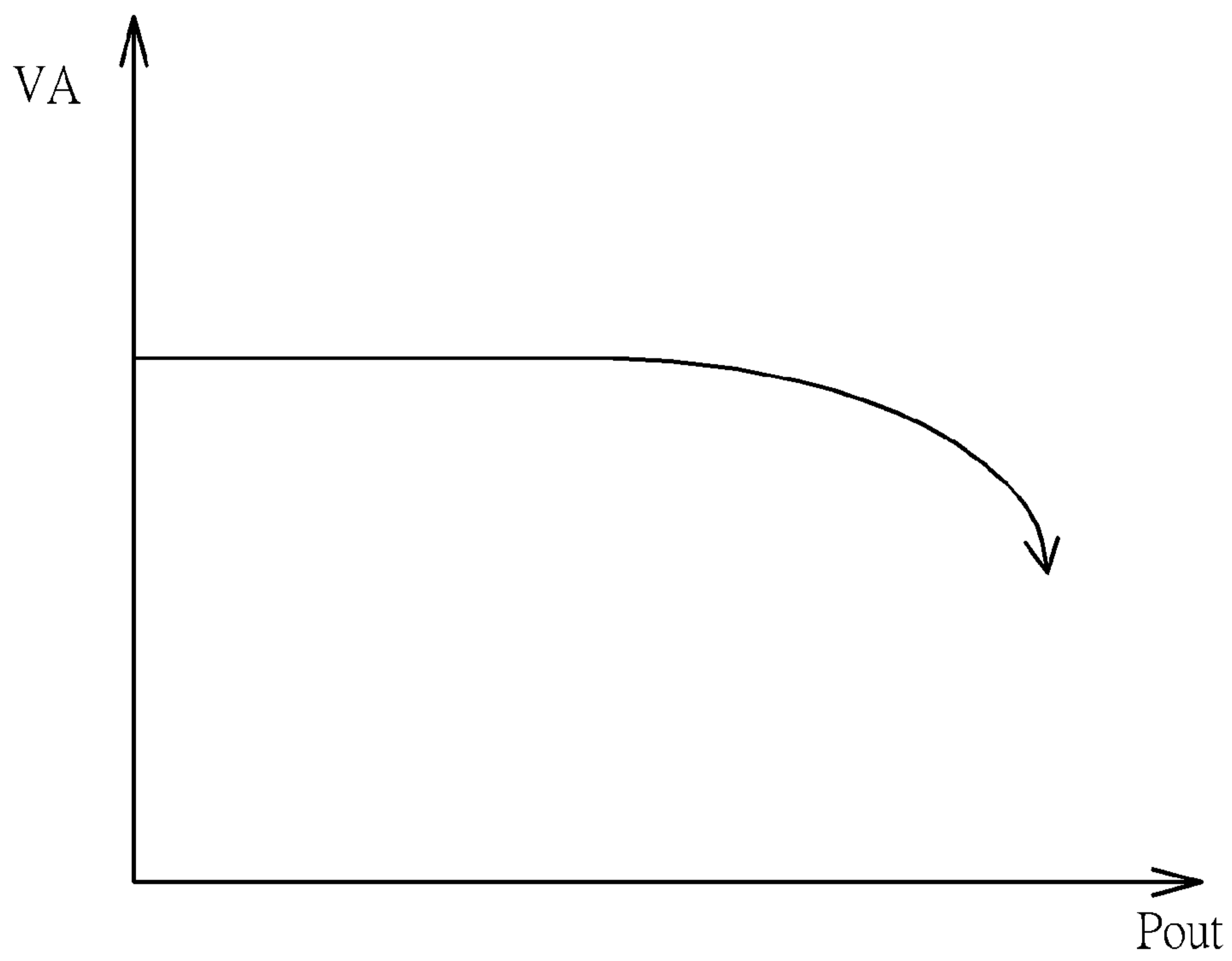
第8圖



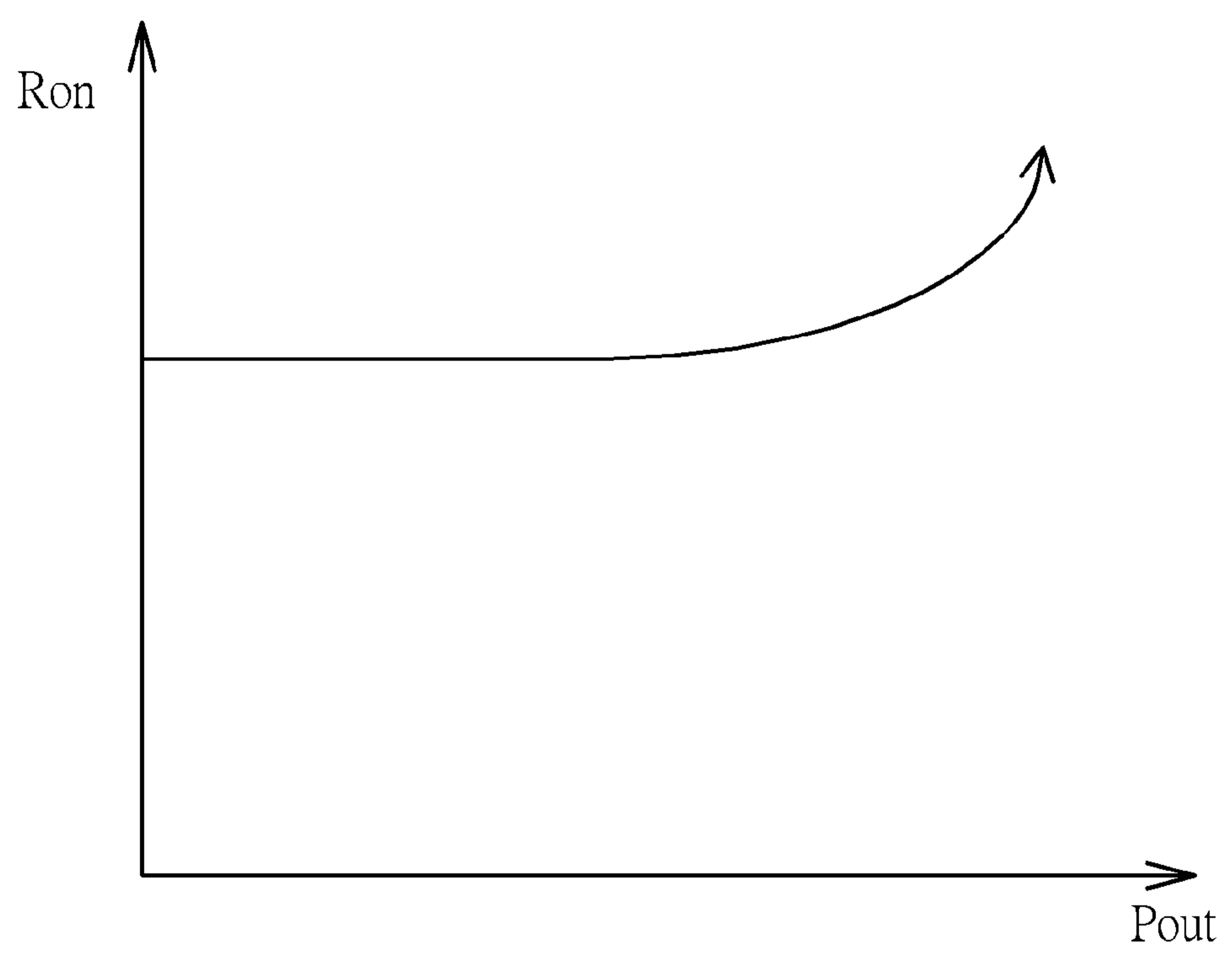
第9圖



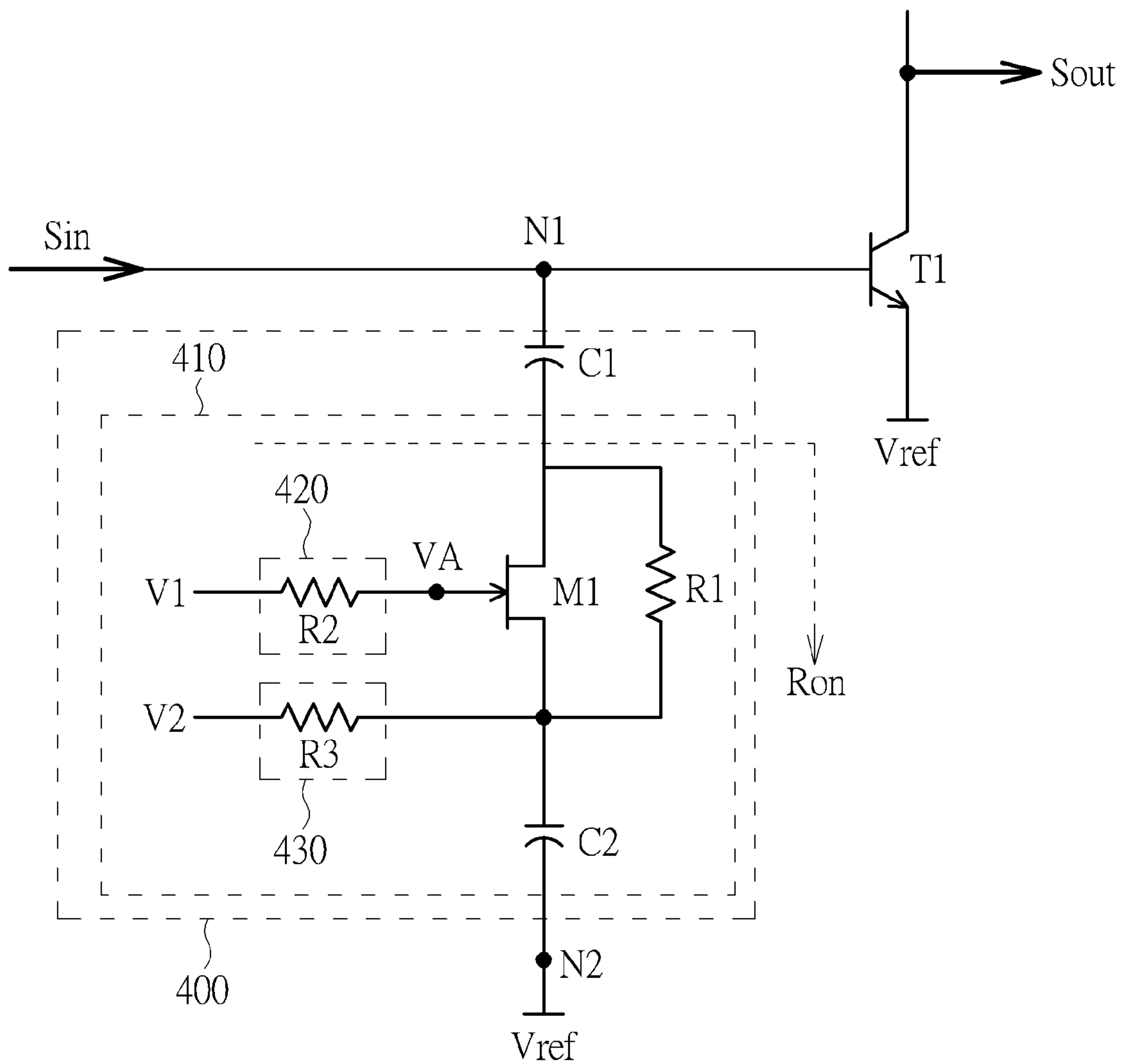
第10圖



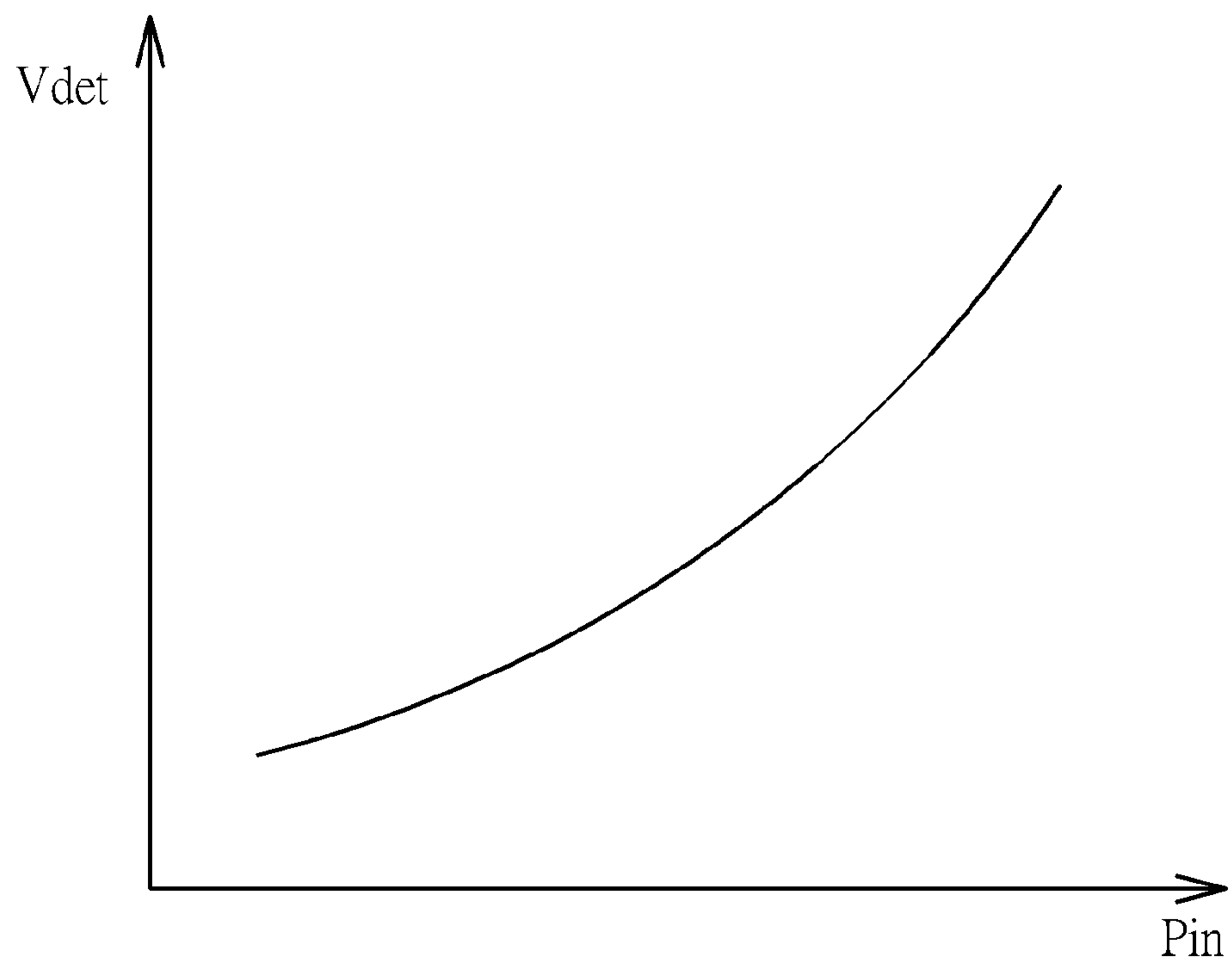
第11圖



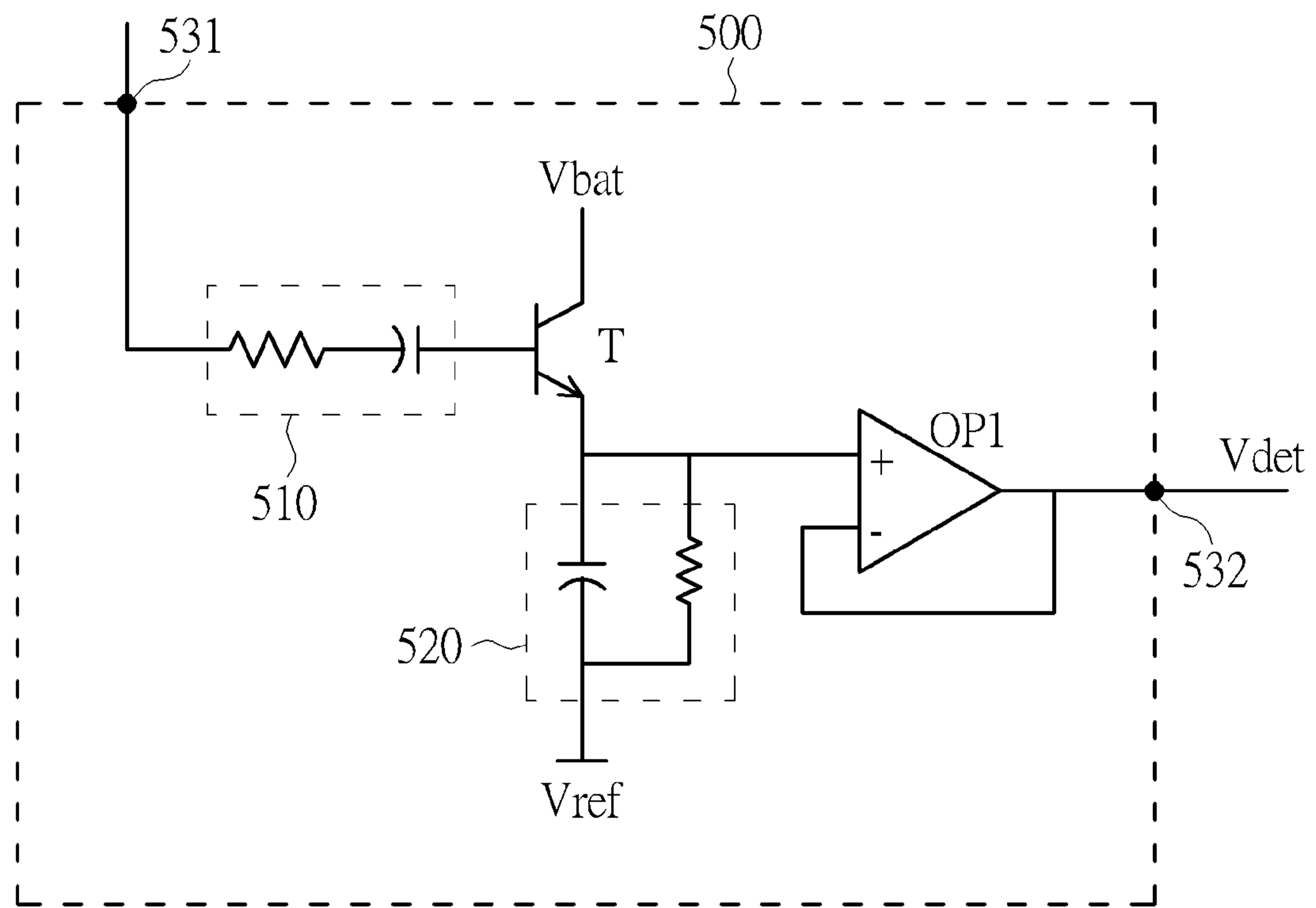
第12圖



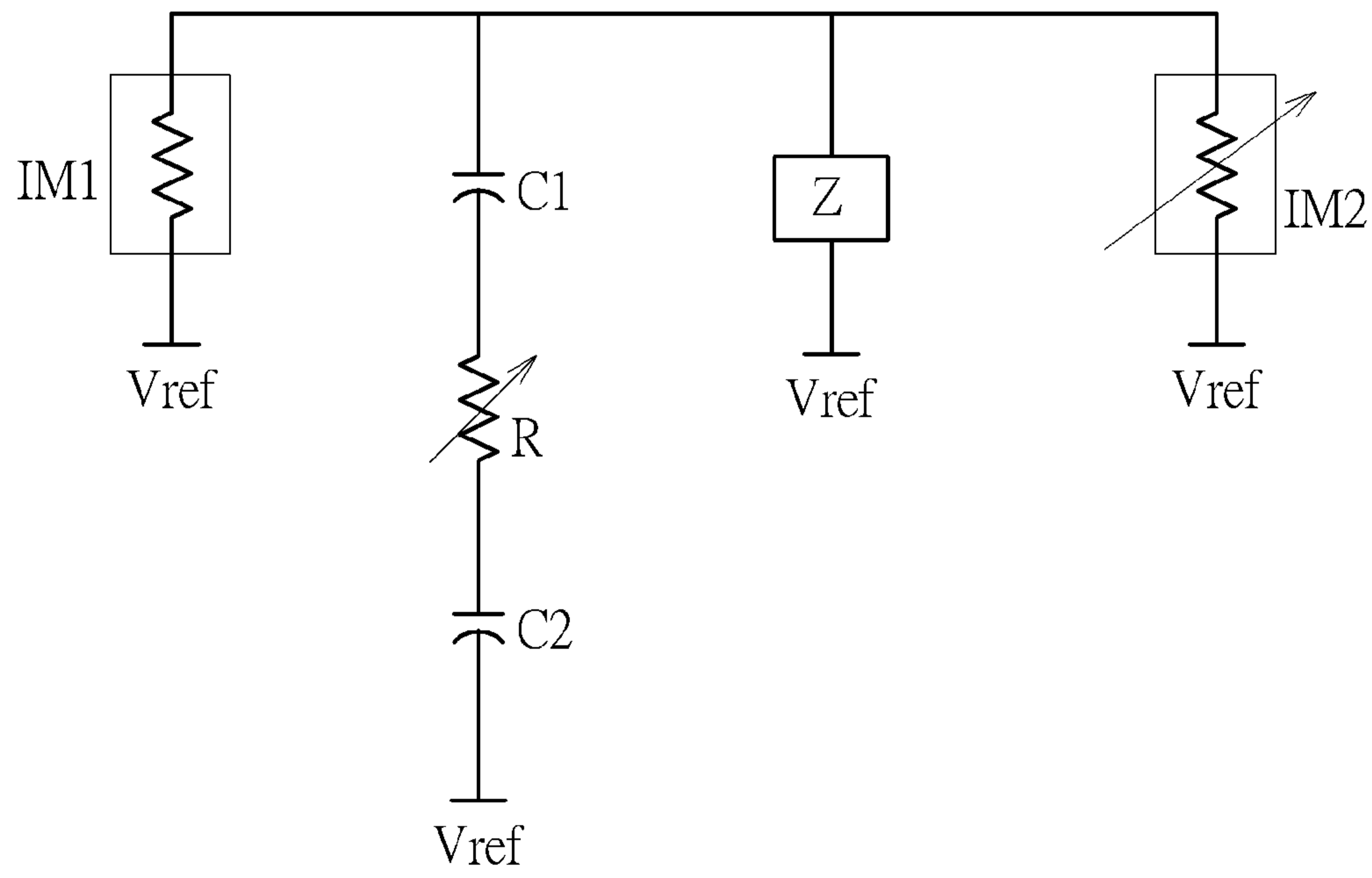
第13圖



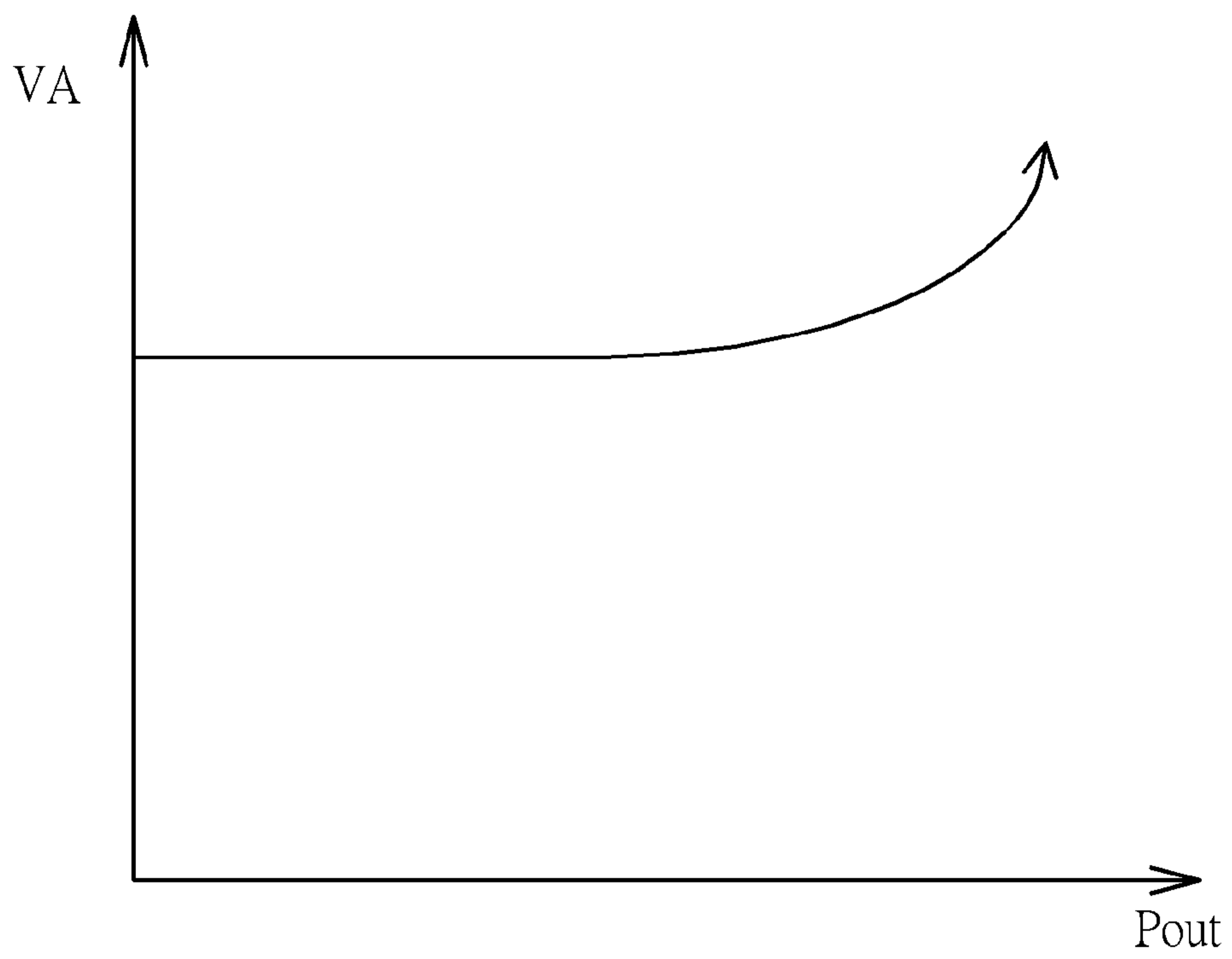
第14圖



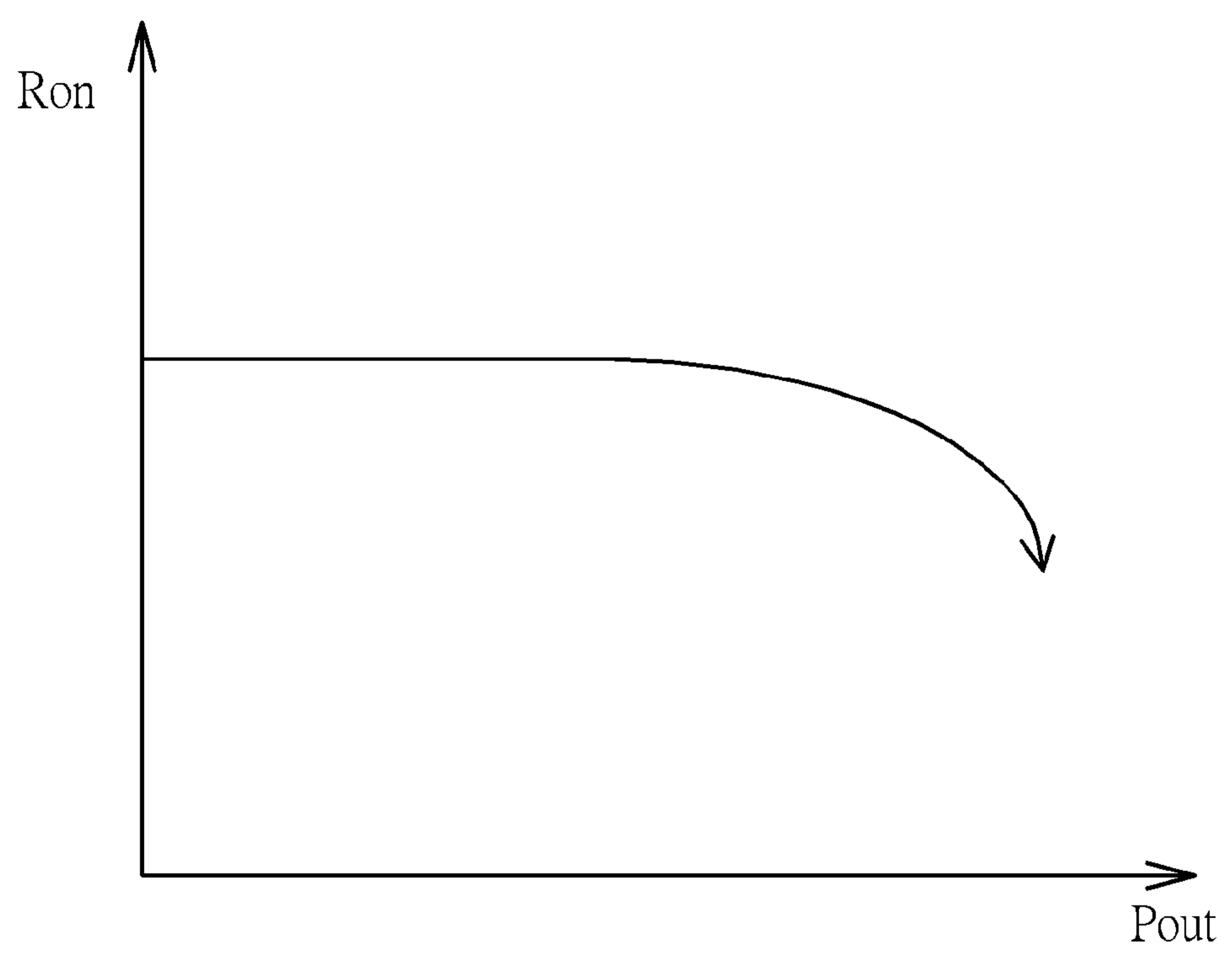
第15圖



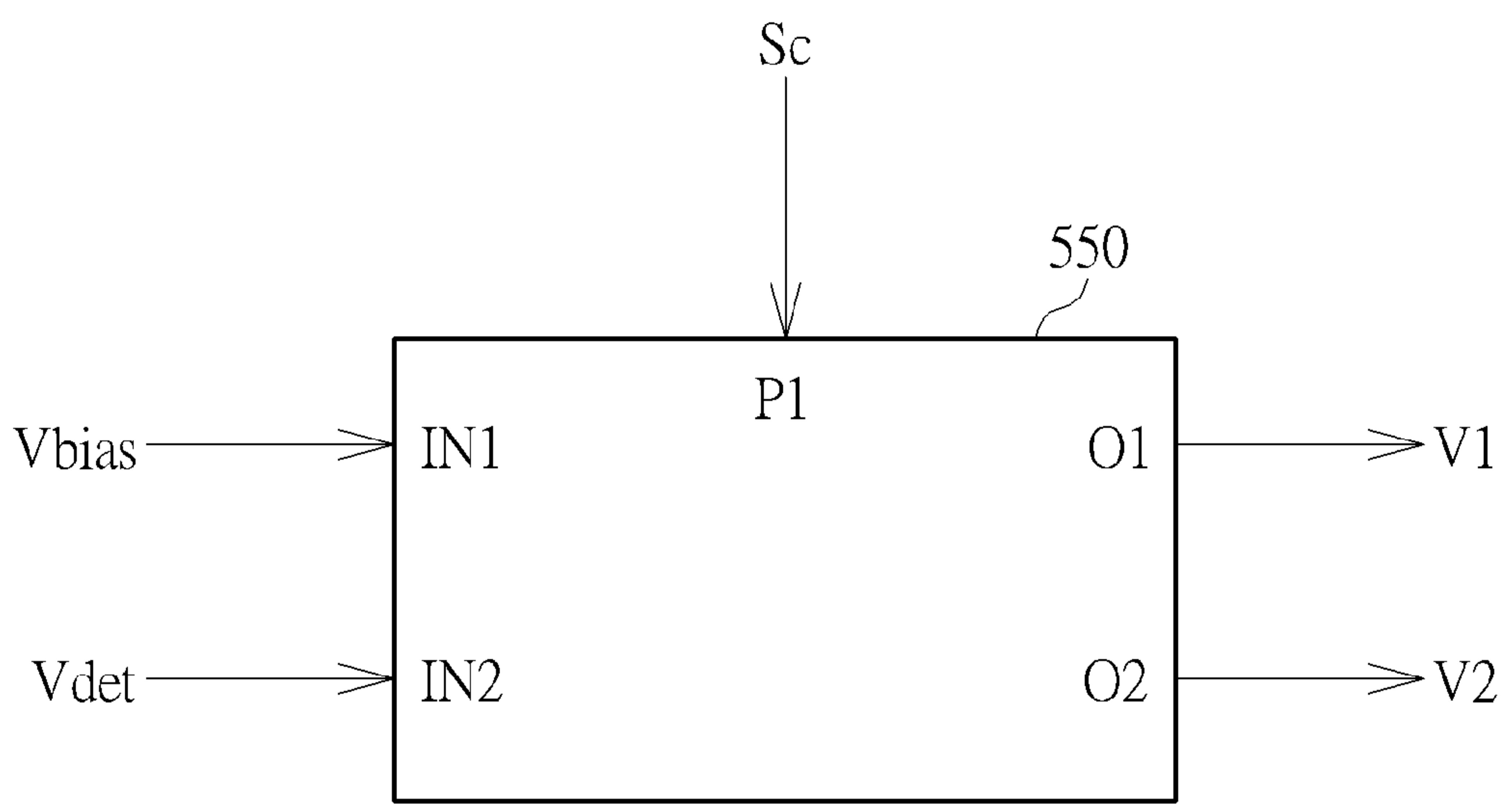
第16圖



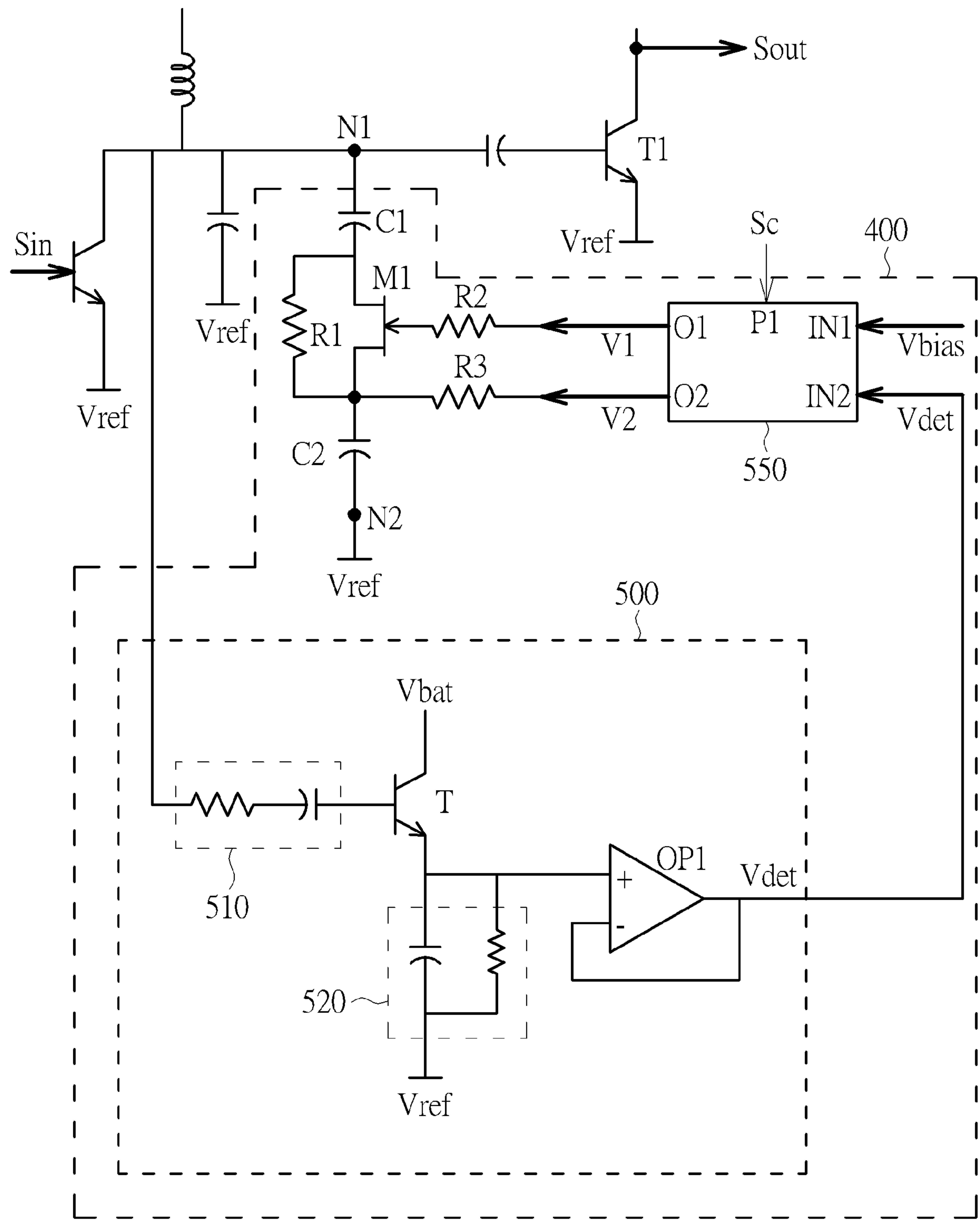
第17圖



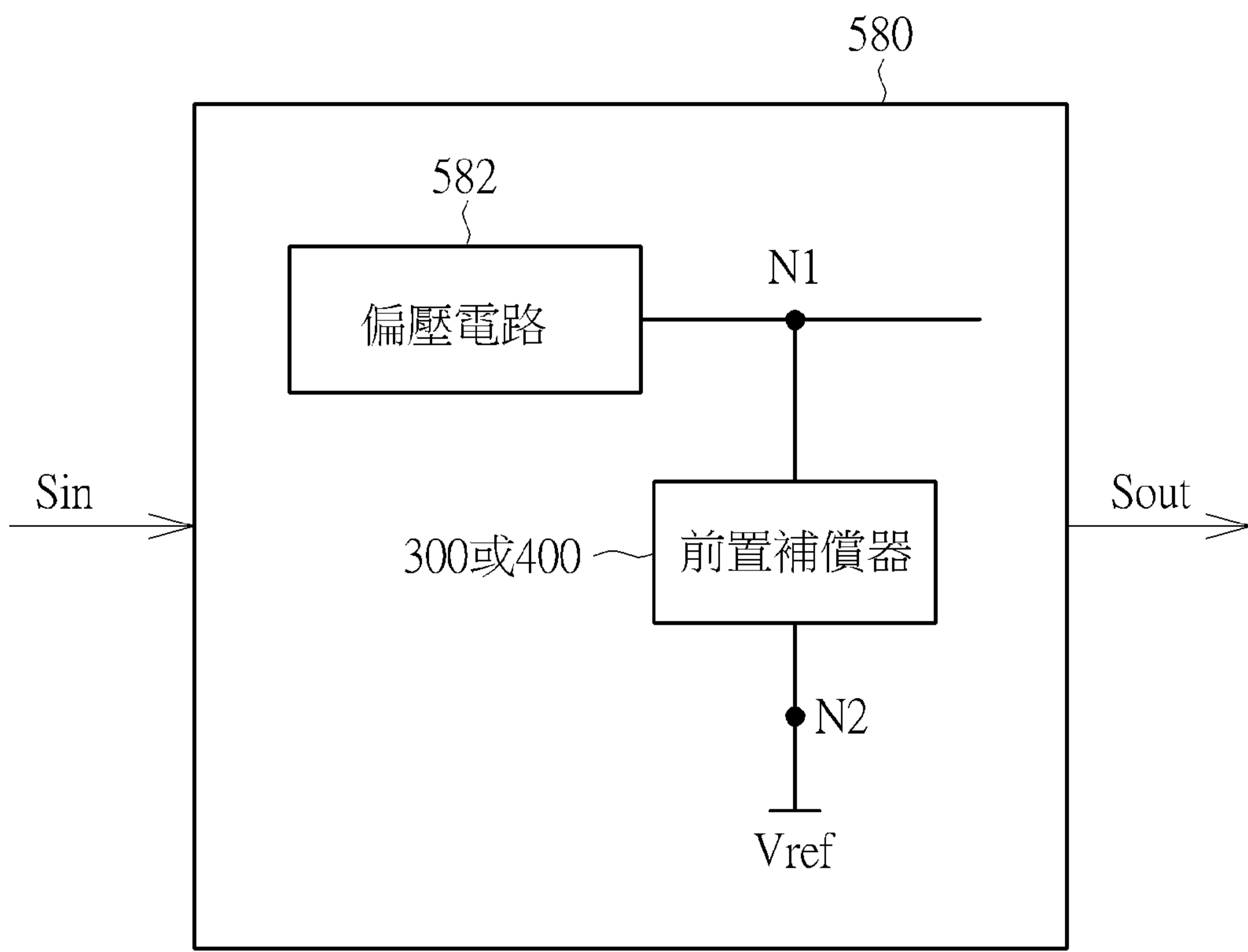
第18圖



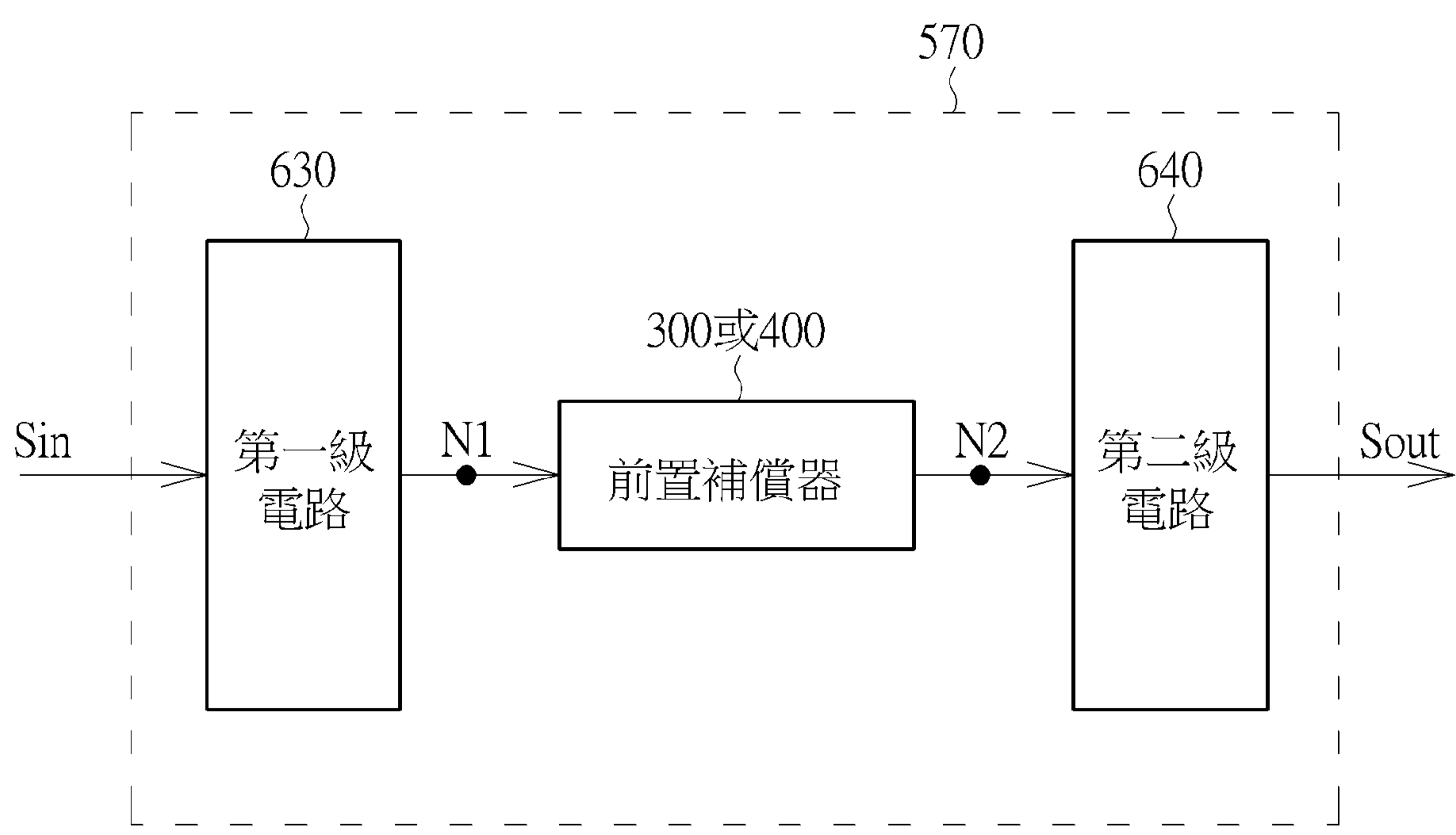
第19圖



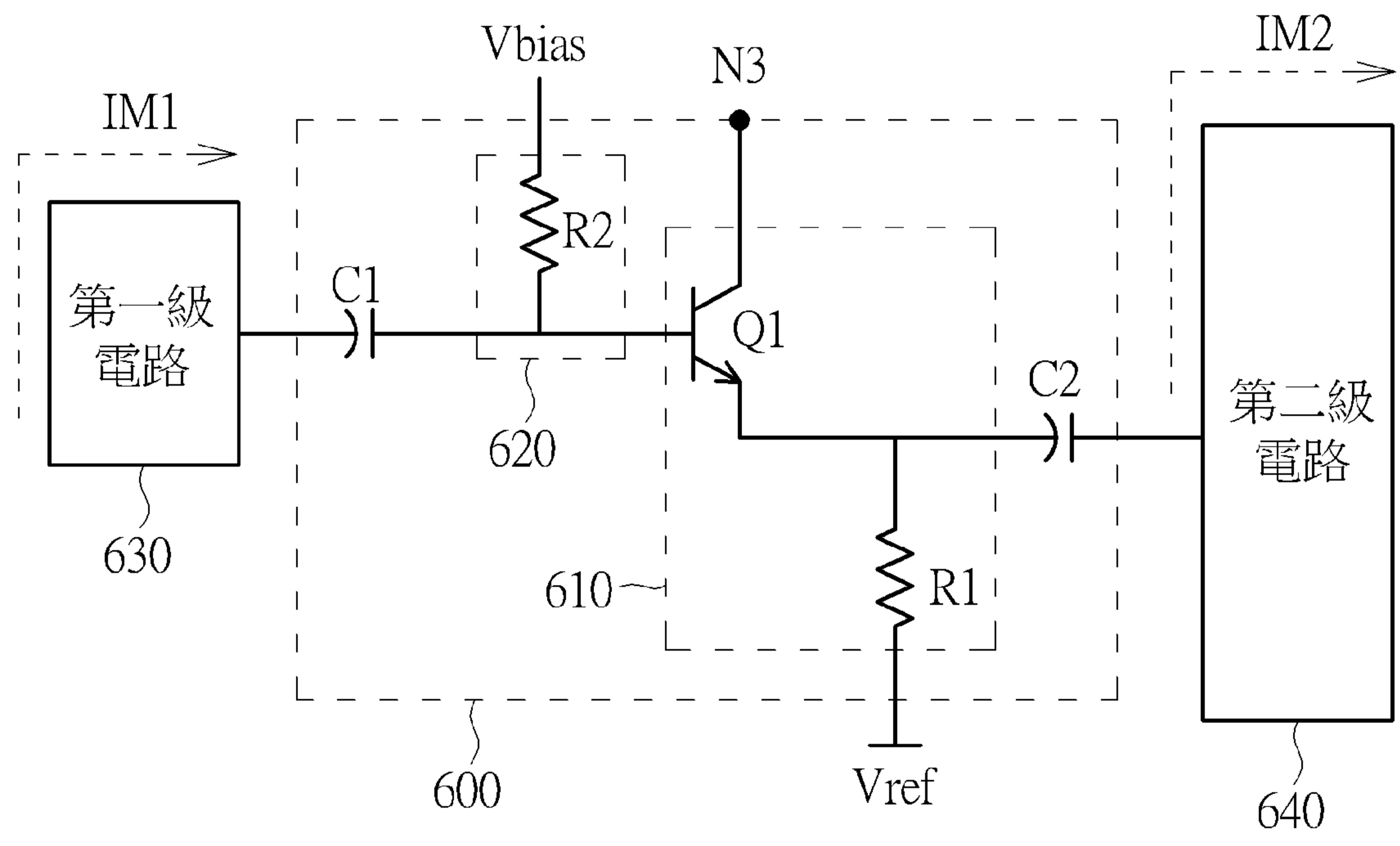
第20圖



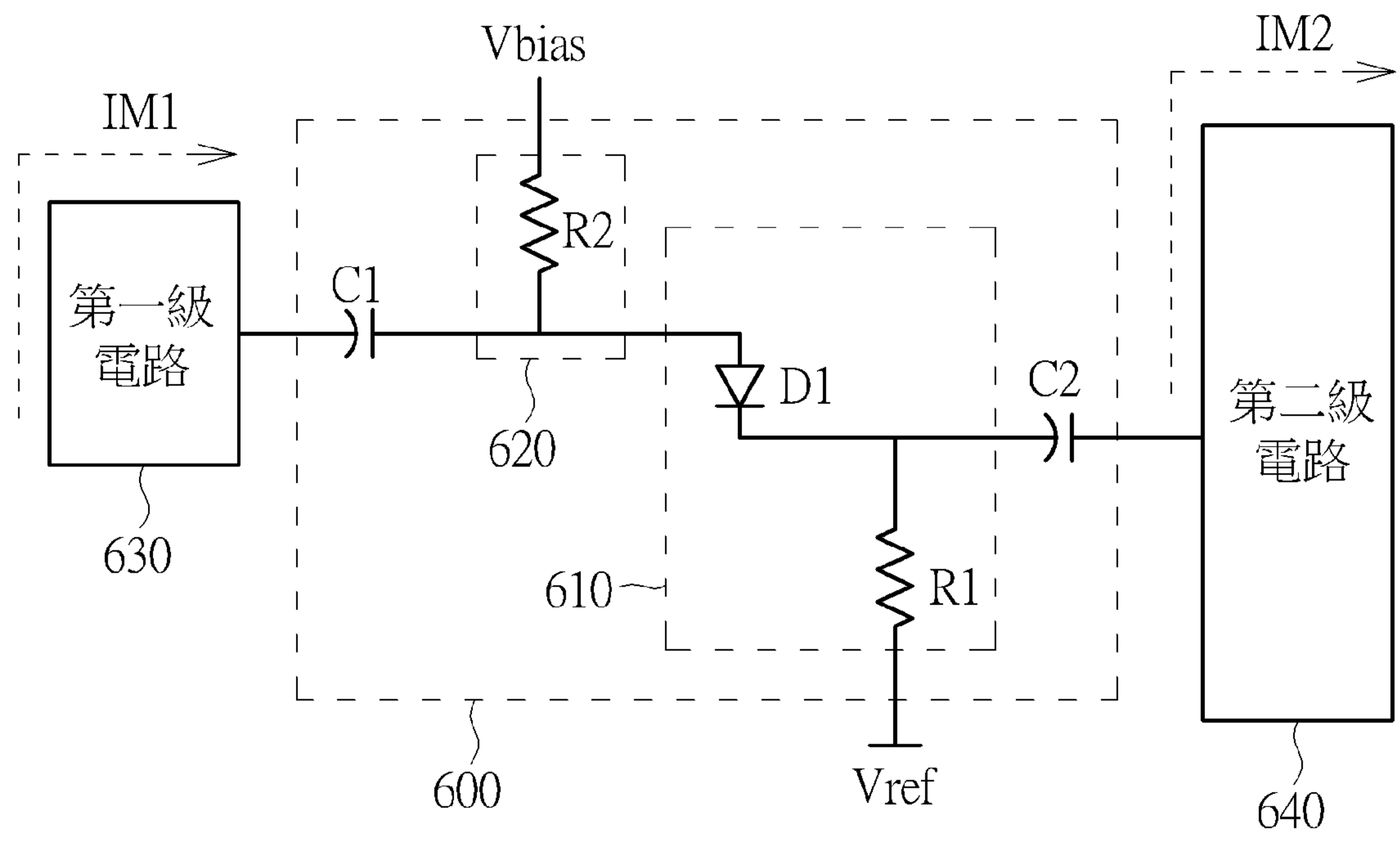
第21圖



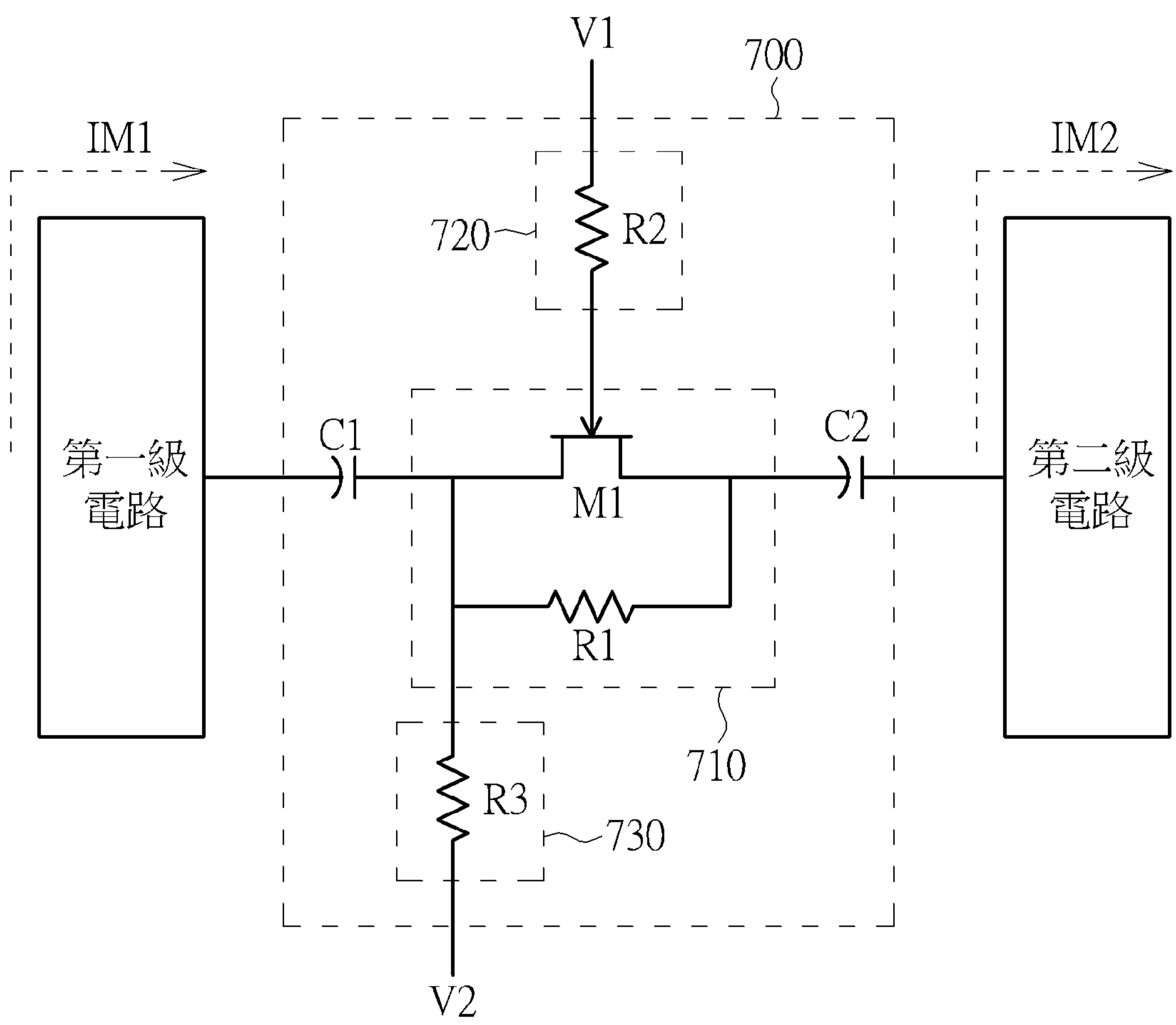
第22圖



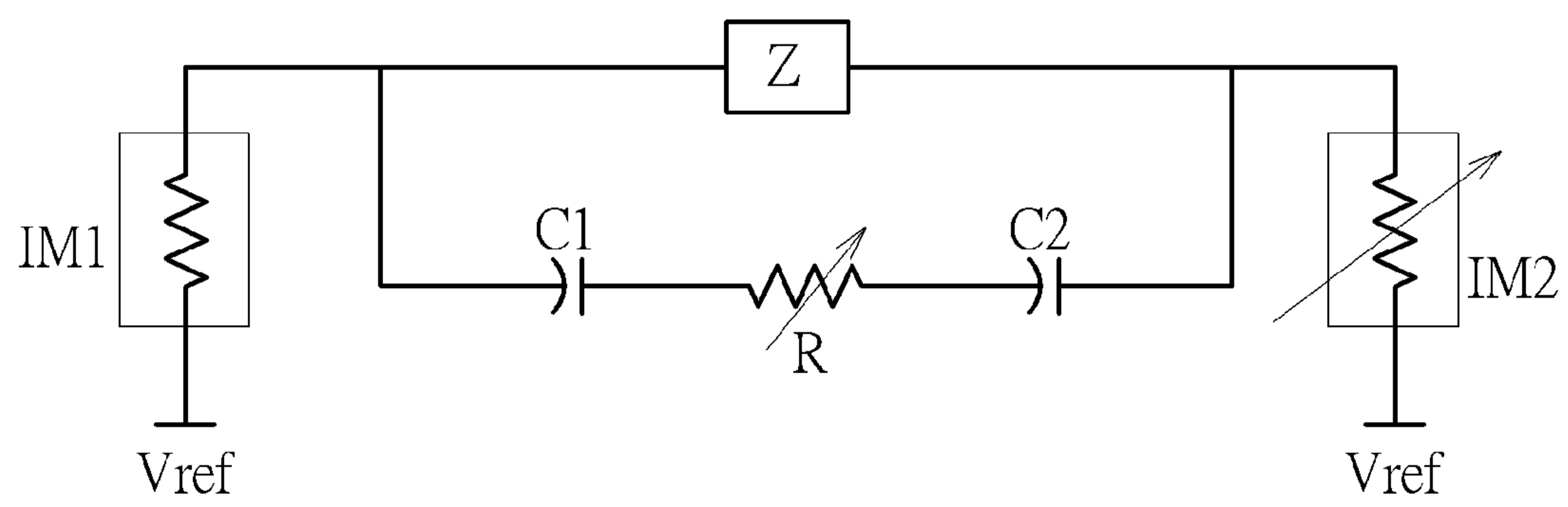
第23圖



第24圖



第25圖



第26圖