



(21)申請案號：104110509

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 03 月 31 日

(51)Int. Cl. : **H03K19/0185(2006.01)**

(71)申請人：國立交通大學(中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)

新竹市大學路 1001 號

國立清華大學(中華民國) NATIONAL TSING HUA UNIVERSITY (TW)

新竹市光復路 2 段 101 號

(72)發明人：楊家驥 YANG, CHIAHSIANG (TW)；謝秉璇 HSIEH, PINGHSUAN (TW)；李承晏 LEE, CHENGYEN (TW)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：9 共 35 頁

(54)名稱

能量回收系統及其回收方法

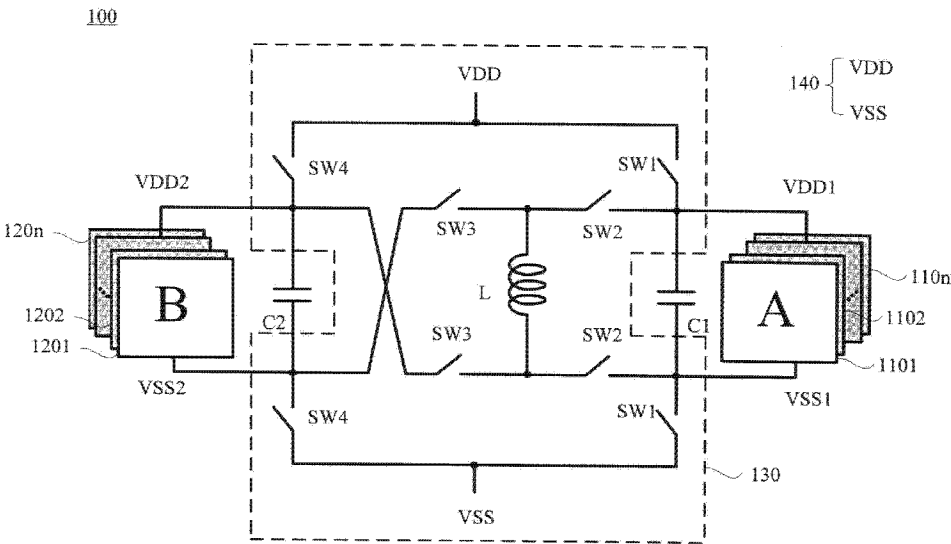
ENERGY RECYCLING SYSTEM AND RECYCLING METHOD THEREOF

(57)摘要

一種能量回收系統及其回收方法，其中能量回收系統包含複數個工作電路及第一能量回收電路。工作電路包含至少一第一工作電路以及至少一第二工作電路，彼此交替地串連耦接。第一能量回收電路，耦接於第一工作電路以及第二工作電路之間，用以轉換直流電壓源為第一交流式電壓源並分別供應至第一工作電路及第二工作電路。第一能量回收電路包含電感以及複數個開關對，開關對用以在不同時序導通，將第一交流式電壓源之能量於第一工作電路、電感以及第二工作電路之間來回傳遞。

An energy recycling system and an energy recycling method are disclosed. The energy recycling system includes several working circuits and a first energy recycling circuit. The working circuits include at least one first working circuit and at least one second working circuit, and the first working circuits and the second working circuits are alternatively coupled with each other in series. The first energy recycling circuit is coupled between the first working circuits and the second working circuits, and is configured for converting a direct-current voltage source to a voltage source of alternating-current type. The voltage source of alternating-current type is supplied to the first working circuits and the second working circuits. The first energy recycling circuit includes an inductor and pairs of switches, and the pairs of switches are configured for conducting in different time sequences and transferring the energy of the voltage source of alternating-current type between the first working circuits, the inductor and the second working circuits.

指定代表圖：



第 1 圖

符號簡單說明：

- 100 . . . 能量回收系統
- 130 . . . 第一能量回收電路
- 140 . . . 直流電壓源
- 1101~110n . . . 第一工作電路
- 1201~120n . . . 第二工作電路
- C1 . . . 第一等效寄生電容
- C2 . . . 第二等效寄生電容
- L . . . 電感
- SW1 . . . 第一開關對
- SW2 . . . 第二開關對
- SW3 . . . 第三開關對
- SW4 . . . 第四開關對
- VDD . . . 高電位直流供應電壓
- VSS . . . 低電位直流供應電壓
- VDD1,VDD2 . . . 第一高電位供應電壓
- VSS1,VSS2 . . . 第一低電位供應電壓

【中文發明名稱】 能量回收系統及其回收方法

【英文發明名稱】 ENERGY RECYCLING SYSTEM
AND RECYCLING METHOD THEROF

【中文】

一種能量回收系統及其回收方法，其中能量回收系統包含複數個工作電路及第一能量回收電路。工作電路包含至少一第一工作電路以及至少一第二工作電路，彼此交替地串連耦接。第一能量回收電路，耦接於第一工作電路以及第二工作電路之間，用以轉換直流電壓源為第一交流式電壓源並分別供應至第一工作電路及第二工作電路。第一能量回收電路包含電感以及複數個開關對，開關對用以在不同時序導通，將第一交流式電壓源之能量於第一工作電路、電感以及第二工作電路之間來回傳遞。

【英文】

An energy recycling system and an energy recycling method are disclosed. The energy recycling system includes several working circuits and a first energy recycling circuit. The working circuits include at least one first working circuit and at least one second working circuit, and the first working circuits and the second working circuits are

alternatively coupled with each other in series. The first energy recycling circuit is coupled between the first working circuits and the second working circuits, and is configured for converting a direct-current voltage source to a voltage source of alternating-current type. The voltage source of alternating-current type is supplied to the first working circuits and the second working circuits. The first energy recycling circuit includes an inductor and pairs of switches, and the pairs of switches are configured for conducting in different time sequences and transferring the energy of the voltage source of alternating-current type between the first working circuits, the inductor and the second working circuits.

【指定代表圖】第1圖

【代表圖之符號簡單說明】

100：能量回收系統

130：第一能量回收電路

140：直流電壓源

1101~110n：第一工作電路

1201~120n：第二工作電路

C1：第一等效寄生電容

C2：第二等效寄生電容

L：電感

SW1：第一開關對

SW2：第二開關對

SW3：第三開關對

SW4：第四開關對

VDD：高電位直流供應電壓

VSS：低電位直流供應電壓

VDD1, VDD2：第一高電位供應電壓

VSS1, VSS2：第一低電位供應電壓

【發明說明書】

【中文發明名稱】 能量回收系統及其回收方法

【英文發明名稱】 ENERGY RECYCLING SYSTEM
AND RECYCLING METHOD THEROF

【技術領域】

【0001】 本揭示內容是有關於一種能量回收系統及其回收方法，且特別是有關於一種使能量在工作電路間來回傳遞的能量回收系統及其回收方法。

【先前技術】

【0002】 現今環保意識抬頭，不論是大功率的發電系統、一般功率的家電及手機或是小功率的邏輯電路都要求節約能源，因此節能的能量回收系統已成為今日的主流。目前用於邏輯電路的能量回收系統仍然存在著許多待解決的議題，例如：為了提供多相位的電壓源而使用大量電晶體、電路架構複雜需要全客戶化設計、產生的電壓源不穩定或是只適用於系統中有大電容的應用等問題。

【發明內容】

【0003】 為解決上述問題，本揭示文件提出一種能量回收系統及其回收方法，透過工作電路本身之等效寄生電容與電感(可屬於電路之一部份或外接) 構成之震盪電路從直流電壓源產生工作電路所需的交流式電壓源，使能量在交替的

工作電路間轉移，只有當工作電路需要運算時才傳遞能量，過程中些許消耗之能量則透過一定時序連接直流電壓源進行能量補充，因此不僅降低動態功耗 (dynamic power)，還能減少先進製程中嚴重的漏電流功耗 (leakage power)。

【0004】 本揭示內容之一態樣是在提供一種能量回收系統其包含複數個工作電路及第一能量回收電路。工作電路包含至少一第一工作電路以及至少一第二工作電路，彼此交替地串連耦接。第一能量回收電路，耦接於第一工作電路以及第二工作電路之間，用以轉換直流電壓源為第一交流式電壓源並分別供應至第一工作電路及第二工作電路。第一能量回收電路包含電感以及複數個開關對，開關對用以在不同時序導通，將第一交流式電壓源之能量於第一工作電路、電感以及第二工作電路之間來回傳遞。

【0005】 在一實施例中，其中第一工作電路具有第一等效寄生電容，第二工作電路具有第二等效寄生電容，開關對包含第一開關對、第二開關對及第三開關對。第一開關對耦接於直流電壓源與第一等效寄生電容之間，用以將第一交流式電壓源之能量從直流電壓源傳遞至第一等效寄生電容。第二開關對耦接於第一等效寄生電容與電感之間，用以將第一交流式電壓源之能量從第一等效寄生電容傳遞至電感。第三開關對耦接於電感與第二等效寄生電容之間，用以將第一交流式電壓源之能量從電感傳遞至第二等效寄生電容。

【0006】 在次一實施例中，其中開關對更包含第四開關對，耦接於第二等效寄生電容與直流電壓源之間，用以將第

一交流式電壓源之能量從直流電壓源傳遞至第二等效寄生電容。第三開關對將第一交流式電壓源之能量從第二等效寄生電容傳遞至電感。第二開關對將第一交流式電壓源之能量從電感傳遞至第一等效寄生電容。

【0007】 在另一實施例中，其中第一工作電路及第二工作電路各自包含邏輯運算電路及緩衝暫存電路。邏輯運算電路用以根據輸入訊號及第一交流式電壓源產生輸出訊號。緩衝暫存電路耦接邏輯運算電路，用以根據輸出訊號及第一交流式電壓源產生儲存訊號。

【0008】 在又一實施例中，其中邏輯運算電路為反相器，當輸入訊號為低電位，根據第一交流式電壓源產生輸出訊號為高電位交流式電壓。

【0009】 在一實施例中，其中能量回收系統更包含複數個第一儲存電路、複數個第二儲存電路及第二能量回收電路。第一儲存電路各自耦接第一工作電路，用以儲存第一區塊電路之儲存訊號。第二儲存電路各自耦接第二工作電路，用以儲存第二區塊電路之儲存訊號。第二能量回收電路耦接第一儲存電路以及第二儲存電路，用以轉換直流電壓源為第二交流式電壓源並分別供應至第一儲存電路及第二儲存電路，用以在不同時序導通，將第二交流式電壓源之能量於第一儲存電路、電感以及第二儲存電路之間來回傳遞。

【0010】 在次一實施例中，其中第二能量回收電路更包含第五開關對、第六開關對及第七開關對。第五開關對耦接於直流電壓源與第一儲存電路之間，用以將第二交流式電壓

源之能量從直流電壓源傳遞至第一儲存電路。第六開關對，耦接於第一儲存電路與電感之間，用以將第二交流式電壓源之能量從第一儲存電路傳遞至電感。第七開關對耦接於電感與第二儲存電路之間，用以將第二交流式電壓源之能量從電感傳遞至第二儲存電路。

【0011】 本揭示內容之次一態樣是在提供一種電路佈局方法用於如上述實施例之能量回收系統，電路佈局方法包含：設置第一金屬線路傳遞第一交流式電壓源；以及，設置第二金屬線路重疊於第一金屬線路之上，傳遞第二交流式電壓源，其中第一金屬線路與第二金屬線路無電性耦接。

【0012】 本揭示內容之另一態樣是在提供一種能量回收方法，用於能量回收系統包含至少一第一工作電路、至少一第二工作電路及第一能量回收電路，第一工作電路及第二工作電路彼此交替地串連耦接，第一工作電路具有第一等效寄生電容，第二工作電路具有第二等效寄生電容，能量回收方法包含：在第一時序將交流式電壓源之能量從直流電壓源傳遞至第一等效寄生電容；在第二時序將交流式電壓源之能量從第一等效寄生電容傳遞至第一能量回收電路之電感；以及，在第三時序將交流式電壓源之能量從電感傳遞至第二等效寄生電容，其中第一時序、第二時序及第三時序為不同的時序。

【0013】 在一實施例中，其中能量回收方法更包含：在第四時序將交流式電壓源之能量從直流電壓源傳遞至第二等效寄生電容；在第五時序將交流式電壓源之能量從第二等

效寄生電容傳遞至電感；以及，在第六時序將交流式電壓源之能量從電感傳遞至第一等效寄生電容，其中第四時序、第五時序及第六時序為不同的時序。

【圖式簡單說明】

【0014】 為讓本發明之上述和其他目的、特徵、優點與實施例能更明顯易懂，所附圖式之說明如下。然而，應瞭解到，為符合在產業中實務利用的情況，許多的特徵並未符合比例繪示。實際上，為了闡述以下的討論，許多特徵的尺寸可能被任意地增加或縮減。

〔第1圖〕繪示根據本揭示之一實施例中一種能量回收系統之示意圖；

〔第2圖〕繪示關於第1圖中的能量回收系統之第一工作電路及第二工作電路交替地串連耦接之示意圖；

〔第3圖〕繪示關於第1圖中的第一能量回收電路之第一開關對至第四開關對的控制訊號及第一交流式電壓源的波形示意圖；

〔第4圖〕繪示根據本揭示之次一實施例中一種能量回收系統的示意圖；

〔第5圖〕繪示關於第4圖中的能量回收系統之第五開關對至第十開關對的控制訊號及第二交流式電壓源的波形示意圖；

〔第6圖〕繪示關於第4圖中的能量回收系統之邏輯運算電路及其波形示意圖；

〔第7圖〕繪示關於第4圖中的能量回收系統之緩衝暫存電路、第一儲存電路及其波形示意圖；

〔第8圖〕繪示根據本揭示之一實施例中一種電路佈局方法；以及

〔第9圖〕繪示根據本揭示之一實施例中一種能量回收方法。

【實施方式】

【0015】 以下揭示提供許多不同實施例或例證用以實施本發明的不同特徵。特殊例證中的元件及配置在以下討論中被用來簡化本揭示。所討論的任何例證只用來作解說的用途，並不會以任何方式限制本發明或其例證之範圍和意義。此外，本揭示在不同例證中可能重複引用數字符號且/或字母，這些重複皆爲了簡化及闡述，其本身並未指定以下討論中不同實施例且/或配置之間的關係。

【0016】 關於本文中所使用之『耦接』或『連接』，均可指二或多個元件相互直接作實體或電性接觸，或是相互間接作實體或電性接觸，而『耦接』或『連接』還可指二或多個元件相互操作或動作。在本文中，使用第一、第二與第三等等之詞彙，是用於描述各種元件、組件、區域、層與/或區塊是可以被理解的。但是這些元件、組件、區域、層與/或區塊不應該被這些術語所限制。這些詞彙只限於用來辨別單一元件、組件、區域、層與/或區塊。因此，在下文中的一第一元件、組件、區域、層與/或區塊也可被稱爲第

二元件、組件、區域、層與/或區塊，而不脫離本發明的本意。如本文所用，詞彙『與/或』包含了列出的關聯項目中的一個或多個的任何組合。

【0017】 請參閱第1圖，其繪示根據本揭示之一實施例中一種能量回收系統100之示意圖，能量回收系統100用以提供電力給負載電路進行訊號的邏輯運算，在實際應用中負載電路可為中央處理單元(CPU)、比較器(Comparator)、記憶模組、閘極驅動器(Gate Driver)、移位暫存器(Shift Register)、反相器(Inverter)或任何做訊號邏輯運算的電路，爲了提高電力利用的效率，本揭示文件的能量回收系統100使能量在負載電路間交替轉移來達到電能反覆利用。

【0018】 舉例來說，上述大型的負載電路可能包含多個工作單元，每個工作單元的電路可能先後串連分別對資料訊號進行放大/判斷/比對/暫存等功能。於此能量回收系統100之實施例中，將負載電路的多個工作電路單元大致依奇/偶次序分爲第一工作電路(即位於奇數次序者)與第二工作電路(即位於偶數次序者)。

【0019】 如第1圖所示，能量回收系統100包含第一工作電路1101~110n、第二工作電路1201~120n及第一能量回收電路130。第一工作電路1101~110n與第二工作電路1201~120n分別具有第一等效寄生電容C1及第二等效寄生電容C2。能量回收電路130又包含第一開關對SW1、第二開關對SW2、第三開關對SW3、第四開關對SW4以及電感L。第一工作電路1101~110n及第二工作電路1201~120n

用以做訊號的邏輯運算，在實際應用中可為中央處理單元(CPU)、比較器(Comparator)、反相器(Inverter)或任何做訊號邏輯運算的電路。

【0020】 一併參閱第2圖，負載電路中的第一工作電路1101~110n與第二工作電路1201~120n之間彼此交替地串連耦接，每個工作電路之間另耦接第一儲存電路KA1~KAn(第2圖僅繪示KA1、KA2)以及第二儲存電路KB1~KBn(第2圖僅繪示KB1、KB2)。第一工作電路1101將運算後的訊號經第一儲存電路KA1儲存後傳送至第二工作電路1201供其運算，依此方式再陸續傳送至第一工作電路1102、第二工作電路1202。因此，工作電路的運算順序在第一工作電路1101~110n及第二工作電路1201~120n之間交替地轉換。須注意的是，第一工作電路1101~110n與第二工作電路1201~120n分別耦接至不同的供應電壓，例如第一工作電路1101~110n耦接至第一高電位供應電壓VDD1、第一低電位供應電壓VSS1而第二工作電路1201~120n耦接至第一高電位供應電壓VDD2、第一低電位供應電壓VSS2，而第1圖為了使能量回收系統易於明瞭，在此以彼此重疊的方式繪示第一工作電路1101~110n及第二工作電路1201~120n，並使其分別耦接至第一高電位供應電壓VDD1、第一低電位供應電壓VSS1以及第一高電位供應電壓VDD2、第一低電位供應電壓VSS2。

【0021】 另外，每個第一工作電路1101~110n及第二工作電路1201~120n均具有一寄生電容(圖式中無繪示)，電

路中任何的金屬重疊均會形成寄生電容，故寄生電容乃由電路本身形成非由外部耦接，在此實施例中，每個第一工作電路1101~110n的寄生電容共同組成第一等效寄生電容C1，而每個第二工作電路1201~120n的寄生電容共同組成第一等效寄生電容C2，如第1圖所示。

【0022】 第一能量回收電路130，耦接於第一工作電路1101~110n以及第二工作電路1201~120n之間，在此實施例中直流電壓源140由高電位直流供應電壓VDD及低電位直流供應電壓VSS所組成，第一能量回收電路130藉由開關對(第一開關對SW1、第二開關對SW2、第三開關對SW3、第四開關對SW4)在不同時序導通使第一等效寄生電容C1、第二等效寄生電容C2及電感L所構成之震盪電路將直流電壓源140轉換為第一交流式電壓源301、302，並分別供應至第一工作電路1101~110n及第二工作電路1201~120n，在此須一併參閱第3圖。

【0023】 第3圖繪示關於第1圖中的第一能量回收電路130之第一開關對SW1至第四開關對SW4的控制訊號及第一交流式電壓源301、302的波形示意圖。第一交流式電壓源301是由第一高電位供應電壓VDD1(第一交流式電壓源301的上半部)及第一低電位供應電壓VSS1(第一交流式電壓源301的下半部)所組成，第一交流式電壓源302是由第一高電位供應電壓VDD2(第一交流式電壓源302的上半部)及第一低電位供應電壓VSS2(第一交流式電壓源302的下半部)所組成。第一交流式電壓源301及302分別供應至第一工

作電路1101~110n及第二工作電路1201~120n。須注意的是，在第3圖中第一高電位供應電壓VDD1、VDD2以及第一低電位供應電壓VSS1、VSS2並非傳統定義的交流電壓(交流電壓具有在振幅和方向都發生週期性變化的電流，且在一個週期內的平均值為零)，在此實施例中第一高電位供應電壓VDD1、VDD2以及第一低電位供應電壓VSS1、VSS2僅在振幅發生週期性變化，也就是說在本揭示文件中所述的交流式電壓源是用以廣義地描述具有交流成份的電壓之電壓源。

【0024】 一併參閱第1圖及第3圖，第一開關對SW1在0~t1期間導通使直流電壓源140連接第一等效寄生電容C1並對其充電，因此在此時序內第一等效寄生電容C1的兩端電位差最高，亦即第一高電位供應電壓VDD1、第一低電位供應電壓VSS1彼此的電位差最高，可視為能量由直流電壓源140傳遞至第一等效寄生電容C1。

【0025】 在第一開關對SW1截止後，第二開關對SW2在t2~t3期間導通使第一等效寄生電容C1連接電感L並對其充電，因此在此時序內第一高電位供應電壓VDD1、第一低電位供應電壓VSS1彼此的電位差逐漸降低，能量由第一等效寄生電容C1傳遞至電感L。

【0026】 在第二開關對SW2截止後，第三開關對SW3在t3~t4期間導通使電感L連接第二等效寄生電容C2並對其充電，因此在此時序內第一高電位供應電壓VDD2、第一低電位供應電壓VSS2彼此的電位差逐漸升高，能量由電感L傳

遞至第二等效寄生電容C2。依此方式，能量逐漸從直流電壓源140傳遞至第一等效寄生電容C1，並依序傳遞至電感L以及第二等效寄生電容C2。

【0027】 另外，能量在傳遞的過程中產生的損耗或是第二工作電路1201~120n在做邏輯運算時消耗的能量可藉由第四開關對SW4的導通使損耗的能量由直流電壓源140補充回第二等效寄生電容C2。同樣地，第三開關對SW3、第二開關對SW2依序導通使能量傳遞回第一等效寄生電容C1，並根據時脈訊號CLK開始下一個傳遞的周期T1。

【0028】 由第2圖中工作電路的運算順序可知，工作電路的運算順序在第一工作電路1101~110n及第二工作電路1201~120n之間交替地轉換。因此藉由上述方式將能量於第一工作電路1101~110n、電感L以及第二工作電路1201~120n之間來回傳遞，可使能量傳遞至需要做運算的工作電路，避免不需做運算的工作電路造成多餘的損耗。

【0029】 請參閱第4圖，第4圖繪示根據本揭示之次一實施例中一種能量回收系統400的示意圖。在此實施例中，能量回收系統400包含第一能量回收電路130、第二能量回收電路410、第一工作電路1101~110n、第二工作電路1201~120n、第一儲存電路KA1~KAN及第二儲存電路KB1~KBn。第二能量回收電路410包含開關對SW5~SW10以及電感L。第一工作電路1101~110n及第二工作電路1201~120n各自包含邏輯運算電路CA1~CAN、緩衝暫存電路LA1~LAN及邏輯運算電路CB1~CBn、緩衝暫存電路

LB1~LBn。

【0030】 第二能量回收電路410同樣地藉由開關對SW5~SW10在不同時序導通將直流電壓源140轉換為第二交流式電壓源501、502，並分別供應至第一儲存電路KA1~KAN及第二儲存電路KB1~KBn，在此須一併參閱第5圖。第5圖繪示關於第4圖中的第二能量回收電路410之開關對SW5~SW10的控制訊號及第二交流式電壓源501、502的波形示意圖。第二交流式電壓源501是由第二高電位供應電壓VDDK1(第二交流式電壓源501的上半部)及第二低電位供應電壓VSSK1(第二交流式電壓源501的下半部)所組成，第二交流式電壓源502是由第二高電位供應電壓VDDK2(第二交流式電壓源502的上半部)及第二低電位供應電壓VSSK2(第二交流式電壓源502的下半部)所組成。第二交流式電壓源501及502分別供應至第一儲存電路KA1~KAN及第二儲存電路KB1~KBn。

【0031】 可以注意到的是，開關對SW5~SW10耦接在電感L與直流電壓源140之間，其中電感L兩端點電壓分別為VL1、VL2，因此當儲存電路(第一儲存電路KA1~KAN或第二儲存電路KB1~KBn)需要做儲存運算時，能量需從電感L傳遞至儲存電路，此時第五開關對SW5、第八開關對SW8導通(對應如第5圖中的t8~t9期間、t3~t4期間)。另外，由於儲存電路執行儲存運算時，為避免能量不足而有誤存資料的情況，須要接到穩定的直流電壓源140，因此導通第六開關對SW6、第九開關對SW9(對應如第5圖中的

$t_{10} \sim t_{16}$ 期間、 $t_5 \sim t_{11}$ 期間)，使能量由直流電壓源140傳遞至儲存電路。而當能量需從儲存電路傳遞至電感L時，第七開關對SW7、第十開關對SW10導通(對應如第5圖中的 $t_7 \sim t_8$ 期間、 $t_{12} \sim t_{13}$ 期間)。從第二交流式電壓源501、502的波形可看出上述能量傳遞的過程。同樣地，依此方式根據時脈訊號CLK開始下一個傳遞的周期T1。由第2圖中儲存電路的運算順序可知，儲存電路的運算順序在第一儲存電路KA1~KAN及第二儲存電路KB1~KBn之間交替地轉換。因此藉由上述方式將能量於第一儲存電路KA1~KAN、電感L以及第二儲存電路KB1~KBn之間來回傳遞，可使能量傳遞至需要做運算的儲存電路，避免不需做運算的儲存電路造成多餘的損耗。

【0032】 一併參閱第4圖及第6圖，第6圖繪示關於第4圖中的能量回收系統400之邏輯運算電路CA1及其波形示意圖。邏輯運算電路CA1用以做訊號邏輯運算在此實施例中為一反相器包含p型電晶體Q1、n型電晶體以及輸出電容COUT，在此僅以反相器為例，但本揭示的邏輯運算電路CA1在實際應用中可為中央處理單元(CPU)、比較器(Comparator)或任何做訊號邏輯運算的電路。

【0033】 須注意的是，一般反相器耦接至穩定的直流電壓源，然而在此實施例中，邏輯運算電路CA1耦接至前述的第一交流式電壓源301，邏輯運算電路CA1不僅根據輸入訊號IN1還根據第一交流式電壓源301來決定輸出訊號VOUT1，如第6圖所示。例如，當輸入訊號IN1為低電位時，

邏輯運算電路CA1根據第一高電位供應電壓VDD1的振幅變化作為輸出訊號VOU1(在時間t601之前)，而當輸入訊號IN1為高電位時，邏輯運算電路CA1根據第一低電位供應電壓VSS1的振幅變化作為輸出訊號VOU1(在時間t601之後)。藉由上述方式達到反相器的操作，因此在本實施例中邏輯運算電路CA1~CAN及邏輯運算電路CB1~CBn不僅藉由第一能量回收電路130節省了能量的損耗，也因其簡單的架構及數目較少的電晶體節省了設計的成本及晶片的空間。

【0034】請參閱第7圖，第7圖繪示關於第4圖中的能量回收系統400之緩衝暫存電路LA1、第一儲存電路KA1及其波形示意圖。由第4圖可知邏輯運算電路CA1、緩衝暫存電路LA1與第一儲存電路KA1彼此串連耦接。當上述邏輯運算電路CA1將輸出訊號VOU1傳遞至緩衝暫存電路LA1，緩衝暫存電路LA1同樣地根據輸出訊號VOU1及第一交流式電壓源301來產生儲存訊號SAVE，須補充的是緩衝暫存電路LA1與第一儲存電路KA1中另耦接的控制訊號A及A'(與A波形互補的波形，圖式中無繪示)僅為一實施例，實際應用中可依不同電路需求使用不同控制訊號，不以此為限。

【0035】第一儲存電路KA1用以儲存來自緩衝暫存電路LA1的儲存訊號SAVE，為了產生訊號提供下一工作電路運算(如第2圖所示，第一儲存電路KA1耦接至第二工作電路1201)，如上述所提，第一儲存電路KA1耦接至第二交流式電壓源501，因此根據儲存訊號SAVE及第二交流式電壓源

501來產生輸入訊號IN2。須補充說明的是，第4圖中的輸入訊號IN1與IN2實際上並非單一訊號，也就是說全部輸入邏輯運算電路CA1~CAN的輸入訊號在此皆以輸入訊號IN1標示，以及全部輸入邏輯運算電路CB1~CBn的輸入訊號在此皆以輸入訊號IN2標示，舉例來說，輸入邏輯運算電路CA1的輸入訊號IN1經由緩衝暫存電路LA1與第一儲存電路KA1後產生輸入訊號IN2提供給邏輯運算電路CB1，依此方式經由緩衝暫存電路LB1與第一儲存電路KB1後產生輸入訊號IN1提供給邏輯運算電路CA2。

【0036】請參閱第8圖，第8圖繪示根據本揭示之一實施例中一種電路佈局方法。如上述實施例所提到，能量回收系統中的第一交流式電壓源301以及第二交流式電壓源501分別供應至第一工作電路1101~110n以及第一儲存電路KA1~KAN，因此在電路佈局上面應設置不同的金屬線路分別傳遞。傳統的作法如第8圖中左半所示，在同一平面上設置不同的金屬線路810、812來傳遞第一交流式電壓源301以及第二交流式電壓源501，可以看到的是金屬線路810、812分別占用晶片上兩塊面積。在此本實施例提供如第8圖中右半所示的佈局方法：設置金屬線路820傳遞第一交流式電壓源301；以及設置金屬線路822重疊於金屬線路820之上，傳遞第二交流式電壓源。也就是說在不同平面上設置金屬線路820、822，因此金屬線路820與金屬線路822彼此之間無電性耦接。藉此方式使晶片的使用面積大幅減少。

【0037】請參閱第9圖，第9圖繪示根據本揭示之一實施

例中一種能量回收方法900。首先執行步驟S902，在第一時序將交流式電壓源之能量從直流電壓源傳遞至第一等效寄生電容。接著，執行步驟S904，在第二時序將交流式電壓源之能量從第一等效寄生電容傳遞至第一能量回收電路之電感。最後步驟S906，在第三時序將交流式電壓源之能量從電感傳遞至第二等效寄生電容，其中第一時序、第二時序及第三時序為不同的時序。

【0038】 綜上所述，本揭示文件提出一種顯示面板及其裂紋偵測方法，利用原先顯示面板上的閘極驅動電路在距離基板邊緣不同深度設置偵測線路，由於每一列的顯示像素都分別對應一級閘極驅動電路，如此一來在檢測模式下檢測人員可以經由每一列像素的顯示與否來快速判定裂紋的深度、數量、長度以及位置，進而節省了檢測的人力與時間。

【0039】 雖然本揭示內容已以實施方式揭露如上，然其並非用以限定本揭示內容，任何熟習此技藝者，在不脫離本揭示內容之精神和範圍內，當可作各種之更動與潤飾，因此本揭示內容之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

【0040】

100, 400：能量回收系統

130：第一能量回收電路

140：直流電壓源

301, 302 : 第一交流式電壓源

410 : 第二交流式電壓源

501, 502 : 第二交流式電壓源

810, 812, 820, 822 : 金屬線路

1101~110n : 第一工作電路

1201~120n : 第二工作電路

A, A' : 控制訊號

C1 : 第一等效寄生電容

C2 : 第二等效寄生電容

CA1~CA_n, CB1~CB_n : 邏輯運算電路 CLK : 時脈訊號

COUT : 輸出電容

IN1, IN2 : 輸入訊號

KA1~KA_n : 第一儲存電路

KB1~KB_n : 第二儲存電路

L : 電感

LA1~LA_n, LB1~LB_n : 緩衝暫存電路 Q1 : p型電晶體

Q2 : n型電晶體

SAVE : 儲存訊號

SW1 : 第一開關對

SW2 : 第二開關對

SW3 : 第三開關對

SW4 : 第四開關對

SW5 : 第五開關對

SW6 : 第六開關對

SW7：第七開關對

SW8：第八開關對

SW9：第九開關對

SW10：第十開關對

T1：週期

t1~t18：時刻

VDD：高電位直流供應電壓

VSS：低電位直流供應電壓

VDD1, VDD2：第一高電位供應電壓

VDDK1, VDDK2：第二高電位供應電壓

VL1, VL2：電感L端點電壓

VOUT1：輸出訊號

VSS1, VSS2：第一低電位供應電壓

VSSK1, VSSK2：第二低電位供應電壓

900：能量回收方法

S902、S904、S906：步驟

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種能量回收系統，包含：

複數個工作電路，該些工作電路包含至少一第一工作電路以及至少一第二工作電路，彼此交替地串連耦接；

一第一能量回收電路，耦接於該些第一工作電路以及該些第二工作電路之間，用以轉換一直流電壓源爲一第一交流式電壓源並分別供應至該些第一工作電路及該些第二工作電路，該第一能量回收電路包含：

一電感；以及

複數個開關對，用以在不同時序導通，將該第一交流式電壓源之能量於該些第一工作電路、該電感以及該些第二工作電路之間來回傳遞。

【第2項】 如申請專利範圍第1項所述之能量回收系統，其中該些第一工作電路具有一第一等效寄生電容，該些第二工作電路具有一第二等效寄生電容，該些開關對包含：

一第一開關對，耦接於該直流電壓源與該第一等效寄生電容之間，用以將該第一交流式電壓源之能量從該直流電壓源傳遞至該第一等效寄生電容；

一第二開關對，耦接於該第一等效寄生電容與該電感之間，用以將該第一交流式電壓源之能量從該第一等效寄生電容傳遞至該電感；以及

一第三開關對，耦接於該電感與該第二等效寄生電容之間，用以將該第一交流式電壓源之能量從該電感傳遞至該第二

等效寄生電容。

【第3項】 如申請專利範圍第2項所述之能量回收系統，其中該些開關對更包含一第四開關對，耦接於該第二等效寄生電容與該直流電壓源之間，用以將該第一交流式電壓源之能量從該直流電壓源傳遞至該第二等效寄生電容，其中該第三開關對將該第一交流式電壓源之能量從該第二等效寄生電容傳遞至該電感，該第二開關對將該第一交流式電壓源之能量從該電感傳遞至該第一等效寄生電容。

【第4項】 如申請專利範圍第3項所述之能量回收系統，其中該些第一工作電路及該些第二工作電路各自包含：

一邏輯運算電路，用以根據一輸入訊號及該第一交流式電壓源產生一輸出訊號；以及

一緩衝暫存電路，耦接該邏輯運算電路，用以根據該輸出訊號及該第一交流式電壓源產生一儲存訊號。

【第5項】 如申請專利範圍第4項所述之能量回收系統，其中該邏輯運算電路為一反相器，當該輸入訊號為低電位，根據該第一交流式電壓源產生該輸出訊號為高電位交流式電壓。

【第6項】 如申請專利範圍第4項所述之能量回收系統，更包含：

複數個第一儲存電路，各自耦接該些第一工作電路，用

以儲存該些第一區塊電路之該些儲存訊號；

複數個第二儲存電路，各自耦接該些第二工作電路，用以儲存該些第二區塊電路之該些儲存訊號；以及

一第二能量回收電路，耦接該些第一儲存電路以及該些第二儲存電路，用以轉換一直流電壓源爲一第二交流式電壓源並分別供應至該些第一儲存電路及該些第二儲存電路，用以在不同時序導通，將該第二交流式電壓源之能量於該些第一儲存電路、該電感以及該些第二儲存電路之間來回傳遞。

【第7項】 如申請專利範圍第6項所述之能量回收系統，其中該第二能量回收電路更包含：

一第五開關對，耦接於該電感與該些第一儲存電路之間，用以將該第二交流式電壓源之能量從該電感傳遞至該些第一儲存電路；

一第六開關對，耦接於該直流電壓源與該些第一儲存電路之間，用以將該第二交流式電壓源之能量從該直流電壓源傳遞至該些第一儲存電路；以及

一第七開關對，耦接於該些第一儲存電路與該電感之間，用以將該第二交流式電壓源之能量從該些第一儲存電路傳遞至該電感。

【第8項】 一種電路佈局方法用於如申請專利範圍第6項所述之能量回收系統，其中該電路佈局方法包含：

設置一第一金屬線路傳遞該第一交流式電壓源；以及

設置一第二金屬線路重疊於該第一金屬線路之上，傳遞該第二交流式電壓源，其中該第一金屬線路與該第二金屬線路無電性耦接。

【第9項】 一種能量回收方法，用於一能量回收系統包含至少一第一工作電路、至少一第二工作電路及一第一能量回收電路，該些第一工作電路及該些第二工作電路彼此交替地串連耦接，該些第一工作電路具有一第一等效寄生電容，該些第二工作電路具有一第二等效寄生電容，該能量回收方法包含：

在一第一時序將一交流式電壓源之能量從一直流電壓源傳遞至該第一等效寄生電容；

在一第二時序將該交流式電壓源之能量從該第一等效寄生電容傳遞至該第一能量回收電路之一電感；以及

在一第三時序將該交流式電壓源之能量從該電感傳遞至該第二等效寄生電容，

其中該第一時序、該第二時序及該第三時序為不同的時序。

【第10項】 如申請專利範圍第9項所述之能量回收方法，更包含：

在一第四時序將該交流式電壓源之能量從該直流電壓源傳遞至該第二等效寄生電容；

在一第五時序將該交流式電壓源之能量從該第二等效寄生電容傳遞至該電感；以及

在一第六時序將該交流式電壓源之能量從該電感傳遞至該第一等效寄生電容，

其中該第四時序、該第五時序及該第六時序為不同的時序。

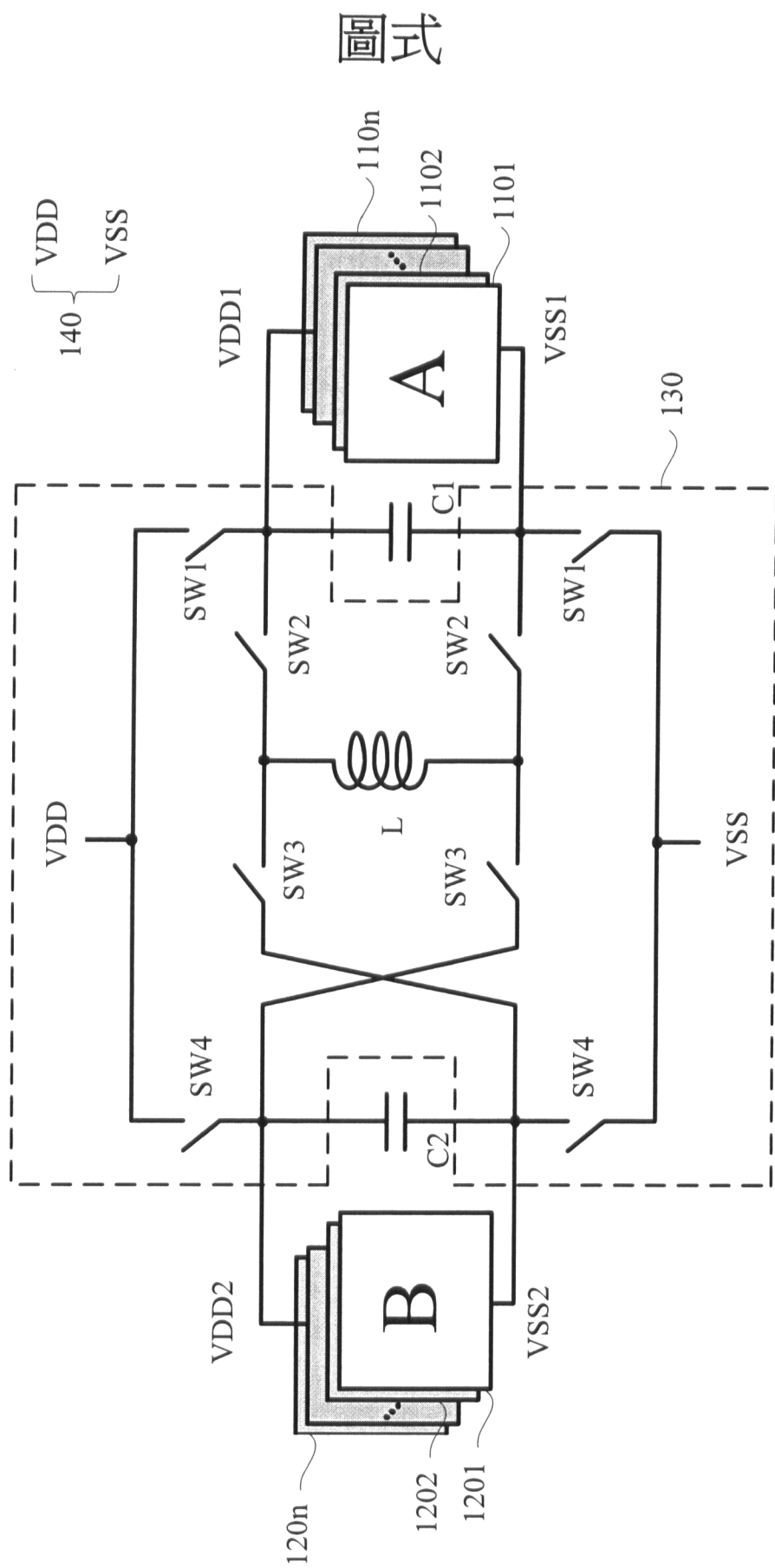
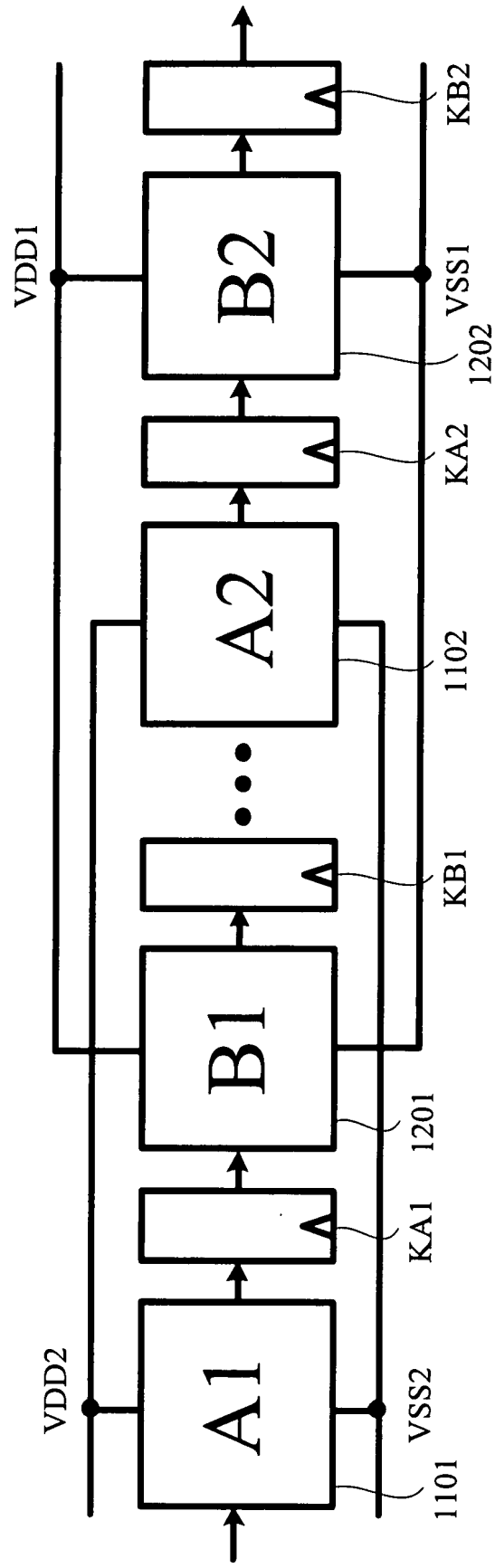
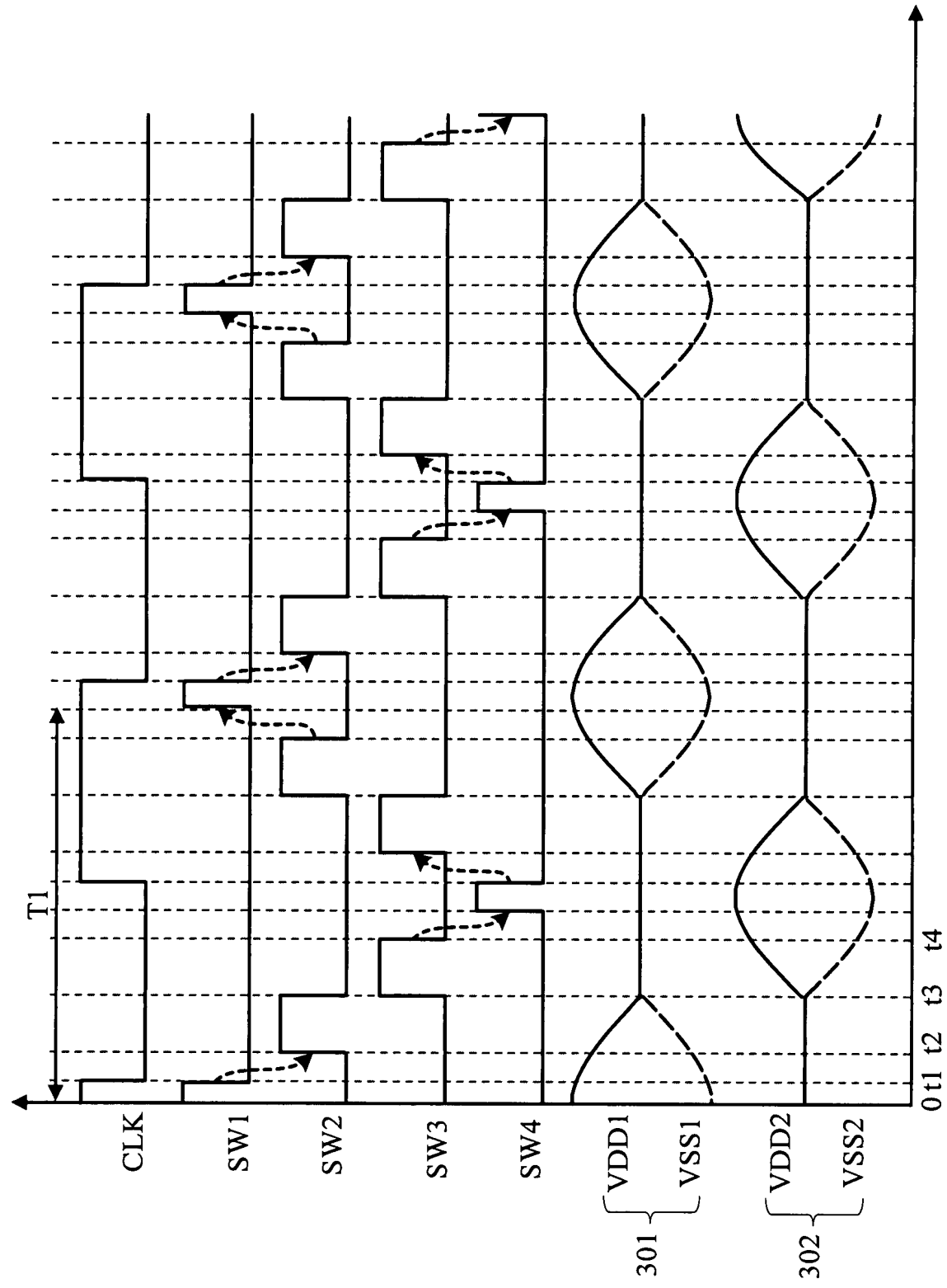


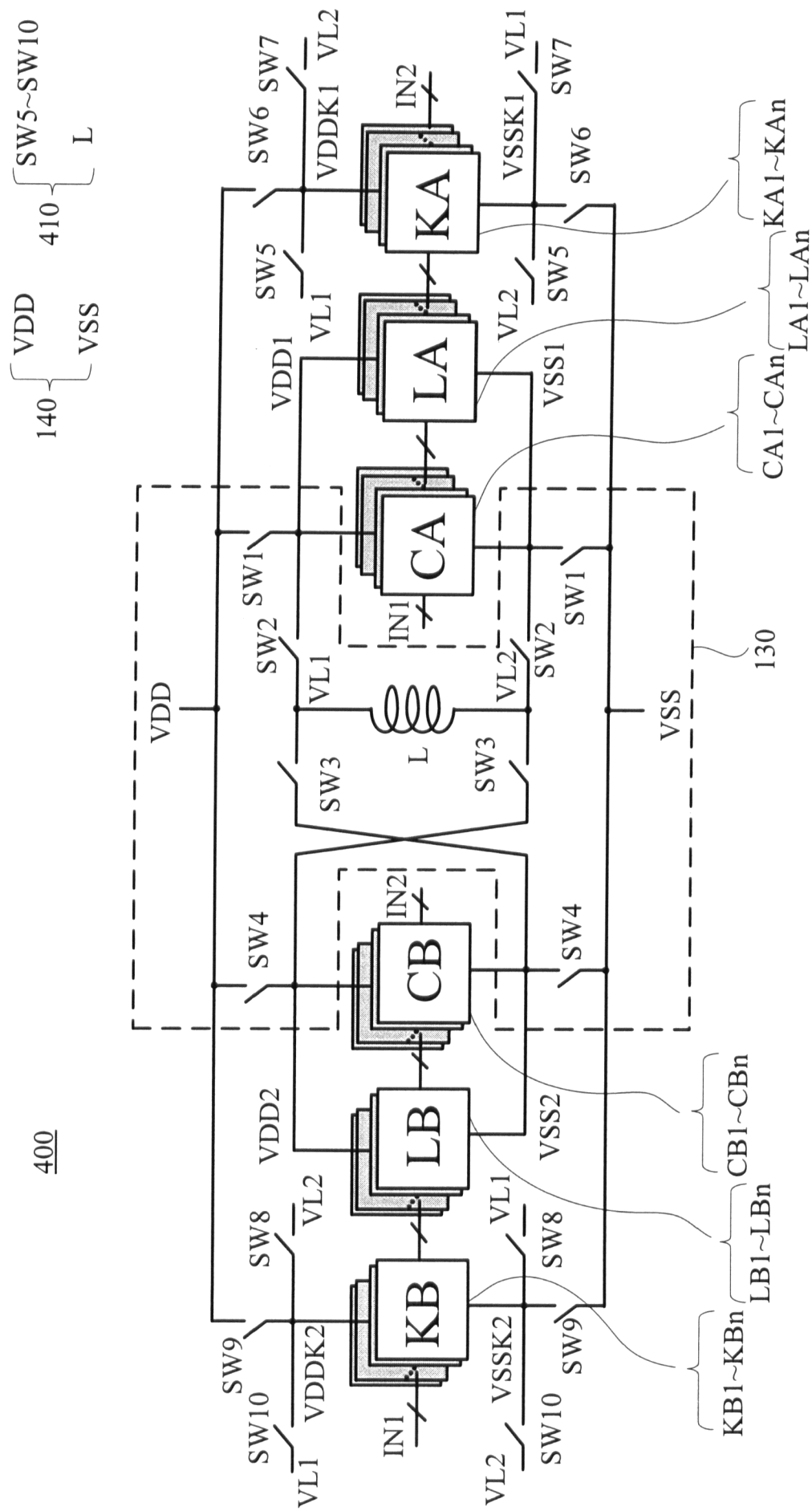
圖
一
錄



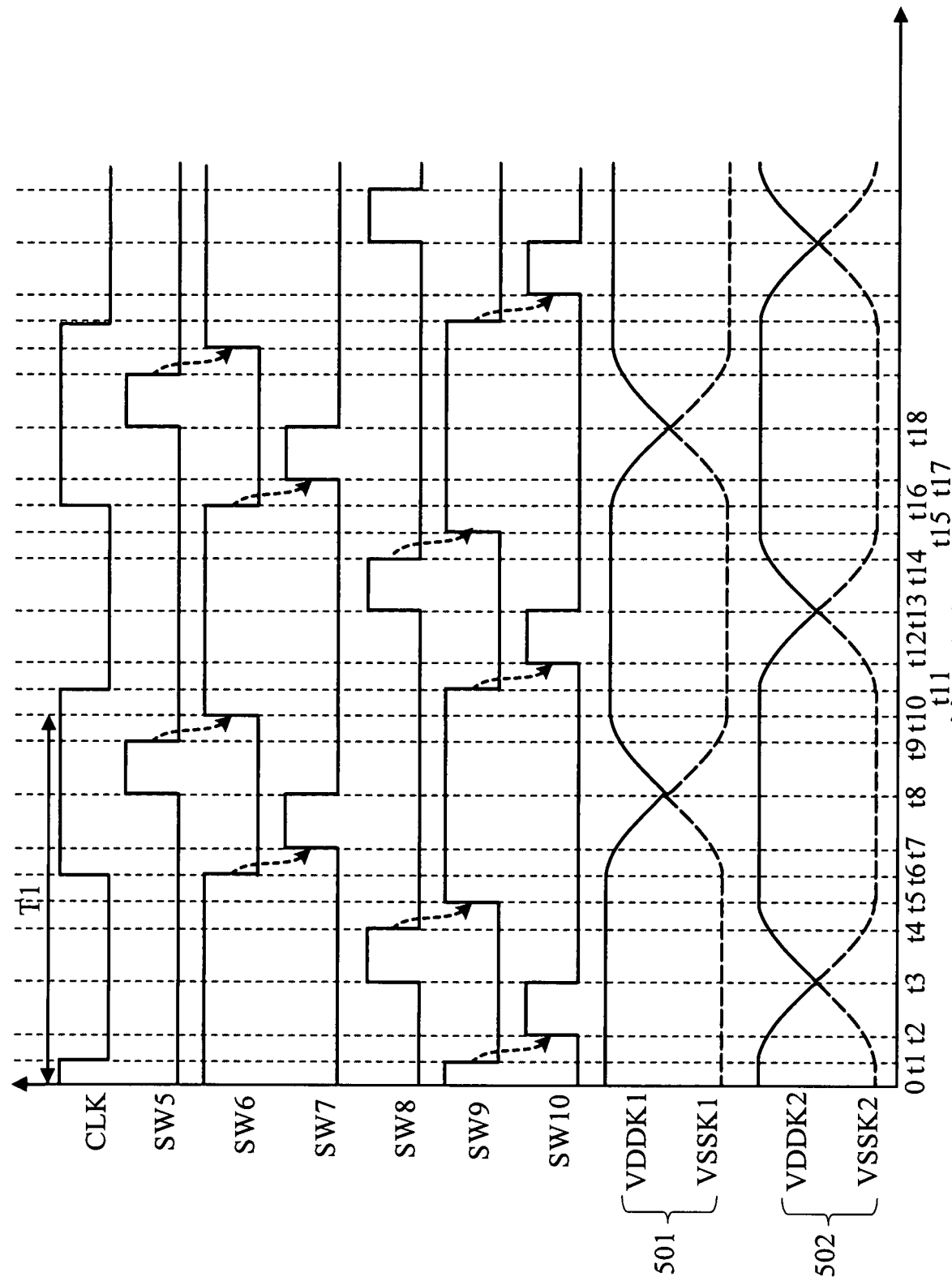
第2圖



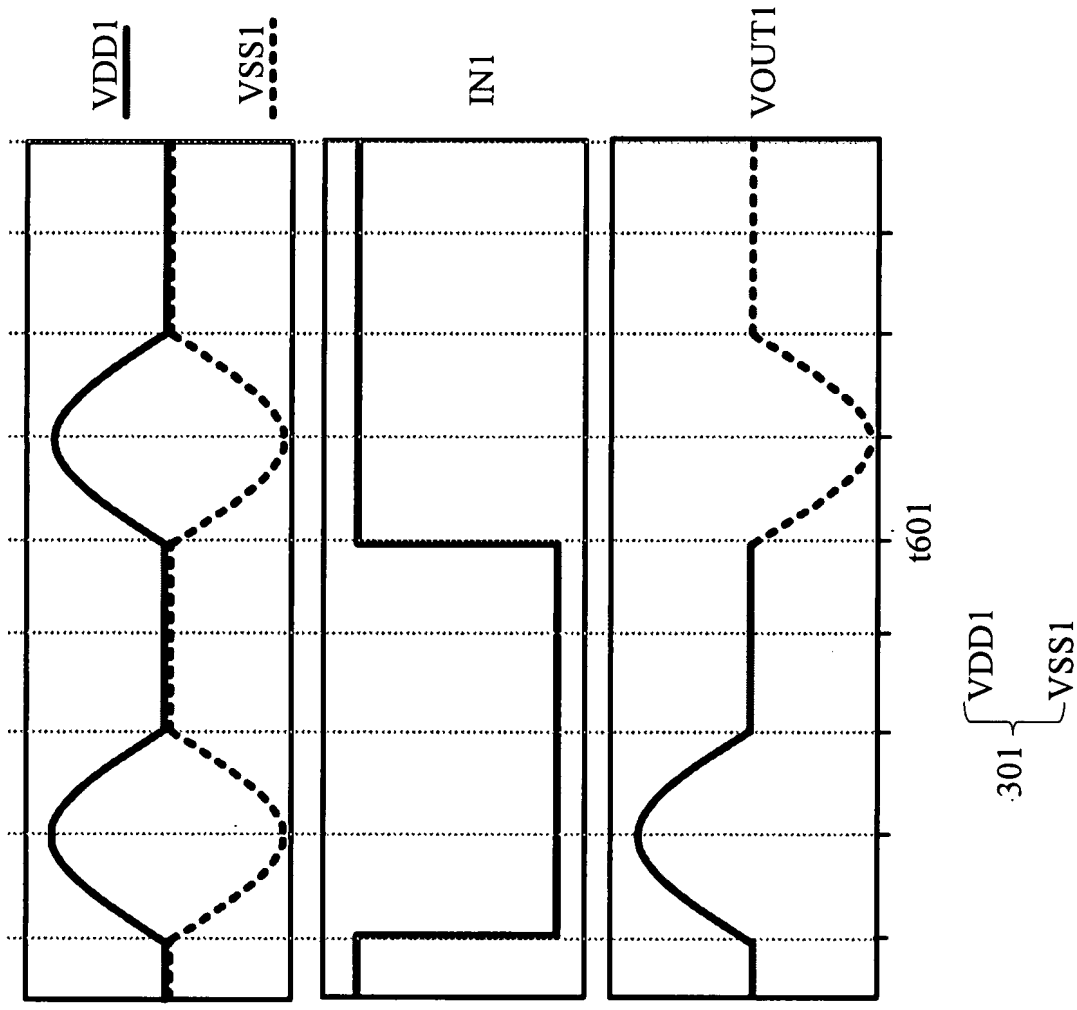
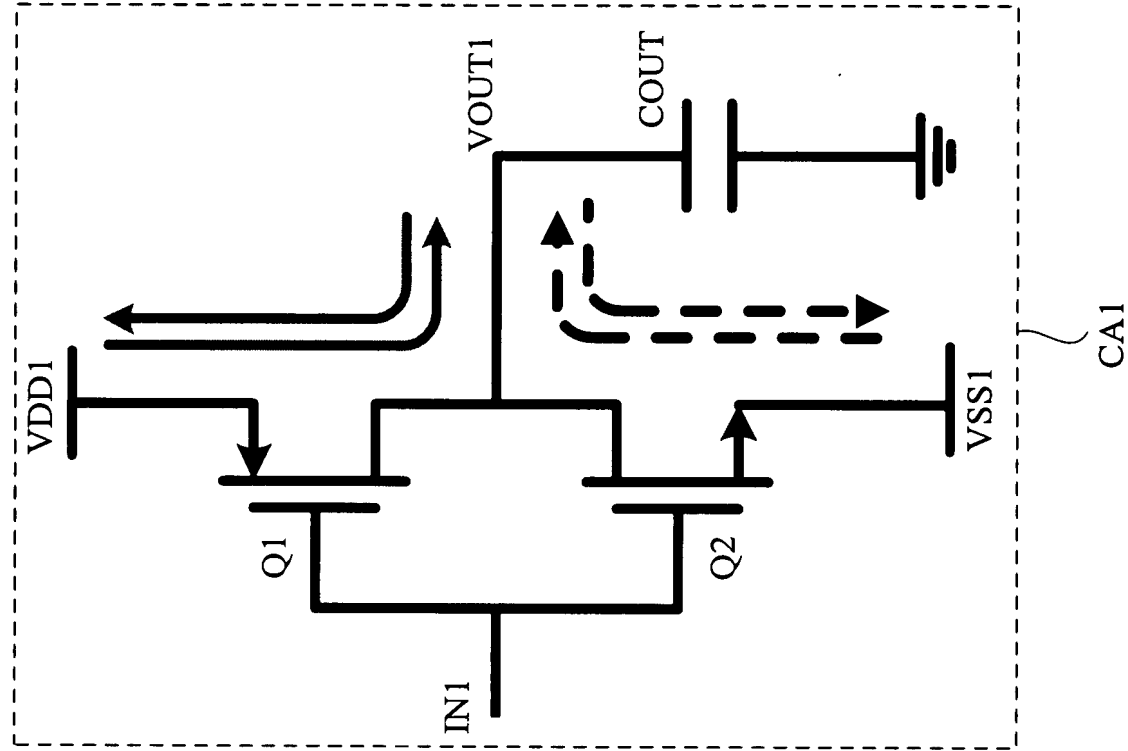
第 3 圖



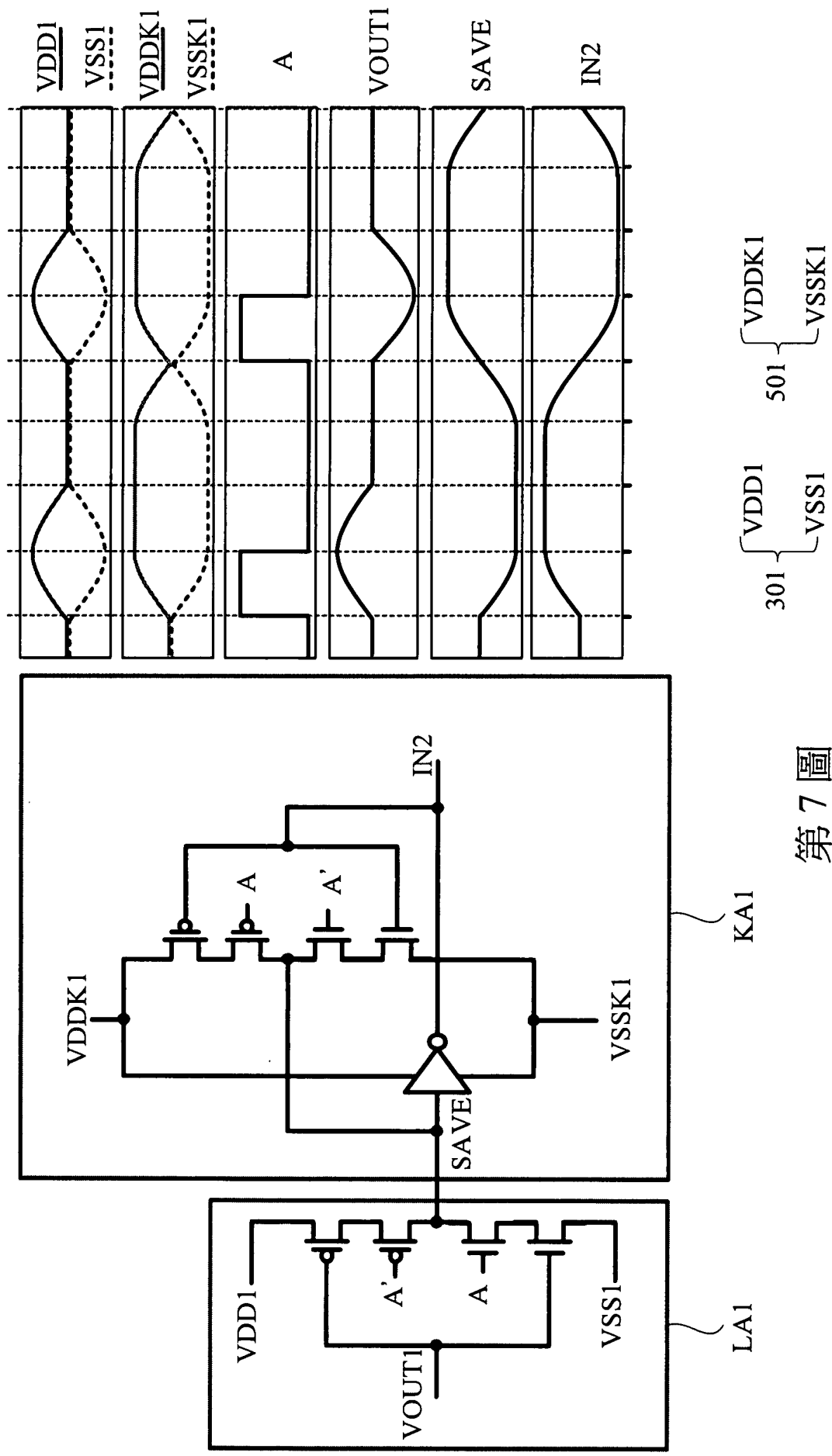
第 4 圖



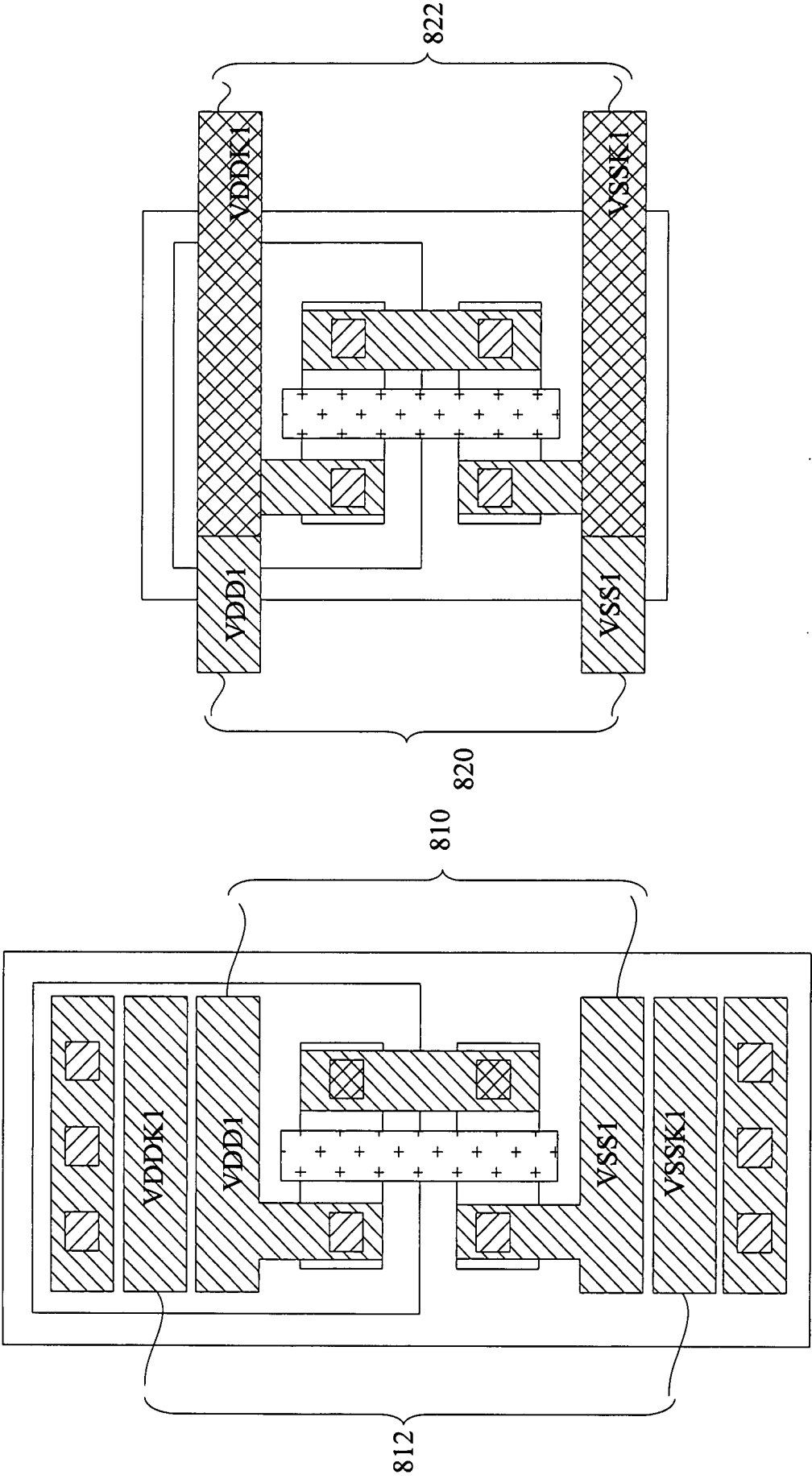
第5圖



第6圖

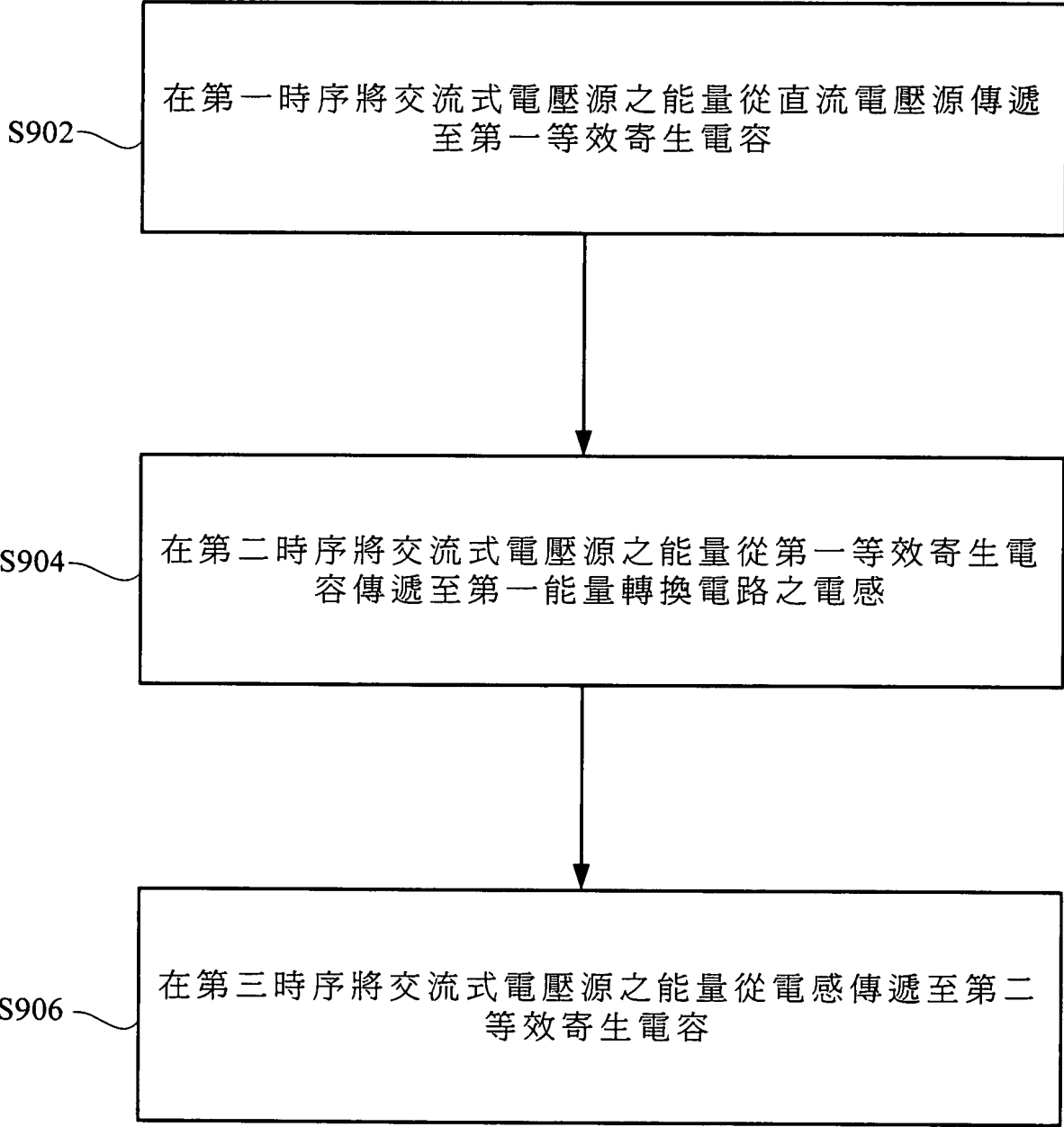


第 7 圖



第 8 圖

900



第 9 圖