

公告本

申請日期	89 8 24
案 號	117028
類 別	HOIL 2/00

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

473786

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	減少橫跨於積體電路中之電容之應力之方法及裝置
	英 文	"METHOD AND APPARATUS FOR REDUCING STRESS ACROSS CAPACITORS USED IN INTEGRATED CIRCUITS"
二、發明人 創作	姓 名	1. 雷卡塞克 加尼杉 2. 歐文 W. 強羅西
	國 籍	1. 印度 2. 美國
	住、居所	1. 美國加州菲爾奧克市馬迪生大道9160號 2. 美國加州索若拉市阿普蘭大道17550號
三、申請人	姓 名 (名稱)	美商英特爾公司
	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國加州聖塔卡拉瓦市米遜大學路2200號
	代 表 人 姓 名	F. 湯姆士. 當烈二世

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C 分類：

A6

B6

本案已向：

國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： ，☐有 ☐無主張優先權美國 1999 年 9 月 27 日 09/405,977 ☒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

五、發明說明（1）

本發明之範圍

本發明乃關於積體電路及裝置中之電壓控制。更特別是本發明係關於用以控制跨於積體電路中所用各電容器上之電壓位準之裝置，方法及系統，故跨於此等電容器上之電壓位準不致超過各該電容器之破壞電極極限。

本發明之背景

積體電路及系統，不斷向前發展及變成更為複雜，各積體電路及系統之有效功率與熱管理已成為電路設計及實用中更迫切之事。為減少積體電路及系統中之功率消耗，已將此等電路及系統設計成操作於低電壓位準。例如已將各積體電路及系統設計成操作於諸如5伏特；3.3伏特或電源所提供之更低電壓位準。然而，此等積體電路或系統中之若干組件或電路要求較高之電壓以供操作或發生功用。舉例而言，用於電腦或系統中之快閃可電抹除程式規劃之僅讀(flash EEPROM)記憶裝置通常需要較電源所提供者更高之電壓位準，以完成例如讀取，抹除或程式規劃等操作之各項作用。為產生快閃記憶器所需較電源提供者為高之電壓位準，典型者使用充電泵電路以從一較低電壓位準源產生較高之電壓位準。充電泵電路通常含有多個泵激級，用以經由每一級之遞增電壓將一低電壓輸入增加至高電壓輸出。在充電泵電路中多個泵激級之每一級通常使用一或更多之電容器，用以儲存及轉移電荷至次一泵激級以期將一級之電壓位準增至次一級之電壓位準。不過在若干級所需之電壓位準，特別是充電泵電路之最後各級，可超過用以

五、發明說明(2)

儲存及轉移電荷之單一電容器之應力或破壞電壓極限。如若單一電容器之應力或破壞電壓極限已超過，則在此等系激級所產生之最大電壓位準受到限制。為克服此一問題，可將二個或更多之電容器接成串聯以減少跨於每一電容器上之電壓。將二個或更多之電容器接成串聯亦稱作堆疊電容器組態。不過使用接成串聯之二個或更多電容器增加充電泵電路之壓模區域。因此並不希望在充電泵電路中使用較該電路適切操作所需之數更多之任何電容器。再者，在許多充電泵電路中，充電泵電路之輸出節點可自一類型之快閃記憶體器操作所需之電壓位準被驅動至另一類型之快閃記憶體器操作所需之另一電壓位準，結果導致大於串聯連接之每一電容器的破壞電壓之總電壓拂掠。例如當負充電泵在其停止及起動至一適當之內部信號而運轉至+11伏特時，一負充電泵之輸出節點可一路下降至-15伏特。在此例中，總電壓拂掠為26伏特，可大於接成串聯之兩電容器能忍受之總共最大電壓。

因此需將實作需求，電力使用需求及充電泵電路之壓模區域作有效卓越之平衡，俾能獲致所需之輸出電壓而不超出充電泵電路中所用各電容器之應力極限，以及毋須對壓模區域作不必要之增加。

本發明之概要

用以控制橫跨於一積體電路之第一節點與第二節點間所耦合之各電容器的電壓位準之方法，裝置及系統，俾使跨於此等電容器上之電壓位準不致超過各該電容器之破壞電

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(3)

壓極限。當積體電路自第二功率狀態轉變至第一功率狀態時，該積體電路第一與第二節點間之電壓位準能自第二電壓位準改變成第一電壓位準。第一電容器及第二電容器係在該積體電路之第一節點與第二節點間成串聯連接，形成在第一與第二電容器間之一中間節點。當該積體電路被置於第一功率狀態而使第一與中間節點間之電壓位準不超過第一電容器之破壞電壓，以及中間與第二節點間之電壓位準不超過第二電容器之破壞電壓時，中間節點之電壓位準係定置於第三電壓位準。

圖式之簡單說明

參閱各附圖可對本發明之特色與優點有更完整之瞭解，附圖中：

圖1顯示單一電容器之組態；

圖2顯示以兩電容器接成串聯之堆疊式電容器組態；

圖3顯示使用一電壓控制機構以防止跨於各該電容器之瞬變應力之一堆疊式電容器組態；

圖4顯示使用一電晶體作為電壓控制機構之堆疊式電容器組態；

圖5為將本發明之教導付諸實施之一具體實例之方塊圖；

圖6舉例說明具有堆疊式電容器組態之一充電泵級之具體實例電路圖；

圖7顯示與圖6中充電泵級連同使用之各時鐘信號之定時圖範例；

五、發明說明（4）

圖8顯示具有堆疊式電容器組態之一充電泵級具體實例之電路圖；

圖9顯示用以降低跨於一積體電路中所用電容器上應力之一種方法實例之流程圖；及

圖10為一種用以使包括輸出電壓需求之系統性能需求與包括一積體電路之電容器應力極限與壓模區域之其他系統約束達成平衡之方法實例流程圖。

發明之詳細說明

在下文之詳細說明中，陳述許多特別之細節，以期對本發明有徹底之瞭解。不過，熟諳本技藝者明瞭即無此等特別細節亦可瞭解及實施應用本發明。

在下文之討論中，本發明之教導乃用以完成以動態方式控制跨於一積體電路中所用各電容器上之電壓位準之方法與裝置，故每一單獨電容器之破壞電壓得以不超過。此外，亦利用本發明之教導完成關於輸出電壓位準之性能需求，各電容器之應力或電壓破壞極限及積體電路之壓模區域間之有效績優平衡之方法與裝置。在一實例中，確定跨接該積體電路中第一節點及第二節點之最大電壓。在一實例中，當積體電路自第一功率狀態轉換至第二功率狀態時，跨於第一節點及第二節點之電壓能分別自第一位準改變至第二位準。如若該最大電壓係大於第一類型之單一電容器之破壞電壓，將至少第一類型之兩個電容器在該積體電路之第一節點與第二節點間成串聯連接以減少跨於每個單獨電容器上之電壓位準。在一實例中，當積體電路係在

五、發明說明(5)

第二功率狀態時，第一電容器與第二電容器間之中間節點係連接於一基準電壓源，當該積體電路在第一功率狀態時則自該基準電壓源拆下。

本發明之教導亦適用於用以產生較電源供應之電壓為高之電壓位準之任何充電泵電路。不過本發明並不限用於各充電泵電路，並能應用於其他之積體電路與系統，其中跨於單一電容器上之所需電壓乃可大於各個電容器之破壞電壓極限者。

圖1顯示單一電容器之組態，其中單一電容器C係連接於一積體電路中例如一充電泵電路中之兩節點間，用以儲存及轉移電荷。在該實例中，假定在節點1之電壓V（即跨於電容器C之電壓）能升高至超過電容器C之應力極限或破壞電壓之位準。為避免此一問題，可使用如圖2中所示之堆疊電容器組態以減少加於連接成串聯之單獨電容器上之應力。如圖2中所示，可將兩電容器C1及C2連接成串聯以期減少加於每一單獨電容器之應力。在此結構中，跨於C1（在節點1與中間節點M之間）上電壓稱為V1及跨於C2上電壓（在中間節點M與地電位之間）稱為V2。跨接於兩電容器C1及C2上之電壓V乃係各單獨電容器上電壓之代數和：

$$V = V1 + V2$$

圖1中電容器C之等效電容之倒數係等於圖2中電容器C1及C2之個別電容倒數之和：

$$1/C = 1/C1 + 1/C2$$

五、發明說明(6)

在一實例中，宜將電壓 V 等分加於兩電容器 $C1$ 及 $C2$ 上以均衡跨於每一單獨電容器上之應力，因而：

$$V1 = V2 = V/2$$

$$C1 = C2 = 2C$$

例如假定 $V_{max} = -15$ 伏特則 $V1 = V2 = -7.5$ 伏特。

圖3舉例說明一堆疊式電容器組態，其中可將在中間節點 M 之電壓位準予以動態控制，以避免跨於各該電容器上之瞬變應力。該瞬變應力可超過各單獨電容器之應力極限即使在堆疊電容器組態中亦然。由於電壓位準 V 可自該積體電路在一功率狀態時之位準改變為該電路在另一功率狀態時之另一位準，瞬變應力能發生。舉例而言，假定圖3中之節點1為一負充電泵中最後泵激級之輸出節點，該負充電泵乃係設計成可產生供快閃記憶體抹除或程式規劃操作之 -15 伏特之負電壓位準者。並假定 $C1 = C1 = 2C$ 及 $V1 = V2 = V/2$ 。又假定節點1係連接於另一充電泵電路之輸出節點，而該充電泵電路乃設計為用以產生供若干快閃記憶體操作例如程式操作之充分正電壓位準者。在此實例中，當充電泵電路於其停止及起動至一適切內部信號而運轉至 $+11$ 伏特時，在節點1之電壓位準能自 -15 伏特之負電壓位準上升。假定在圖3中之每一電容器之應力極限或破壞電壓為 -12.5 伏特。在此實例中，當節點1自 -15 伏特升至 $+11$ 伏特而中間節點超過 -12.5 伏特之應力極限時，總電壓拂掠為 26 伏特。因此圖2中所示之堆疊式組態於具有上述之瞬變應力時並不能完全解決該應力極限問題。

五、發明說明(7)

圖3舉例說明具有一電壓控制機構之堆疊式電容器組態，用以克復上述之瞬變應力問題者。如圖3中所示，在電容器C1與電容器C2間之中間節點M係耦合於與一電壓源Vinit連接之一控制裝置311。在一實例中，該控制裝置311操作如同一開關，並係基於一輸入控制信號321而接通或開斷。在一實例中，當該電路在第一功率狀態時(例如一低功率狀態)，輸入控制信號321被定置於第一值，以及該電路在第二功率狀態(例如一高功率狀態)時，係設定於第二值。在一實例中，當控制信號321係定置於第一值(例如一正電壓)以將中間節點M連接於電壓源Vinit時，該控制裝置被接通。當控制信號321係定置於第二值(例如地電位)以將中間節點M與電壓源Vinit拆開時，控制裝置321被斷電。因此，控制中間節點M之電壓位準，跨於各個別電容器上之電壓位準可降低至各該個別電容器之破壞電壓位準或應力極限以下，甚至具有瞬變應力時亦然。在一實例中，當電路轉變自一狀態至另一狀態而造成如上述之瞬變應力時電壓Vinit係定置於圖3中所示堆疊式電容器組態之上面節點1之相同電壓位準。在此實例中，因為該中間節點係定置於Vinit即與該電路轉變至第一功率狀態(例如關閉)時上面之節點1處相同之電壓位準，跨於電容器C1上之電壓位準V1為 $V(\text{節點1}) - V(\text{節點1}) = 0$ 。跨於電容器C2上之電壓位準V2則係 $V(\text{節點1}) - \text{地電位} = V(\text{節點1})$ 根據上述之實例， $V(\text{節點1})$ 將為在該轉變之峯值+11伏特並於該電路在轉變後穩定時降至另一電壓位準例如+5伏特。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(8)

因此，跨於C1上之電壓位準及跨於C2上之電壓位準將較該堆疊式組態中每一個別電容器之破壞電壓位準(例如12.5伏特)為低。雖然已以用作說明目的之實例與數字對本發明加以敘述，熟諳本技藝之人士可鑑別及瞭解本發明之教導乃完全適用於堆疊式電容器組態之其他結構，變體及具體實例。舉例而言，祇要跨於每一單獨電容器之電壓位準不超過各別電容器之破壞電壓位準，電壓V可用任何比例分開加於各單獨電容器上。此外，祇要跨於每一單獨電容器之瞬變應力不超過各別電容器之應力極限或破壞電壓位準，電壓Vinit可定置於與節點1之電壓不同之若干電壓位準。再者，在可替用之各實例中，Vinit亦能操作如同控制裝置311之電壓源及控制信號，因而排除須有一分開之控制信號321之需要。例如當定置於一位準(例如地電位)時之Vinit可關閉控制裝置311，因而將中間節點M與Vinit拆開或隔離。定置於另一位準(例如+11伏特或5伏特)時之Vinit則可使控制裝置311接通以將該中間節點連接於Vinit。

圖4顯示一種堆疊式電容器組態之一實例圖解，該實例使用一P型電晶體裝置411作為控制裝置311，以於該電路自一狀態轉變至另一狀態導致如上述之加於各電容器之瞬變應力時控制中間節點上之電壓位準。在一實例中，電晶體411之閘極係連接於地電位。各堆疊電容器之中間節點M係連接於電晶體411之汲極終端。NWELL則係耦合於Vinit，當該電路在一種狀態(例如高功率狀態)時，Vinit係

五、發明說明(9)

定置於一位準(例如地電位)並於該電路在另一狀態(例如低功率狀態)時,被定置於另一位準(例如在節點1之位準)。在此實例中,電晶體411操作如同一開關電晶體以基於Vinit之電壓位準連接中間節點M於Vinit或將該節點拆離Vinit。因此,當該電路在第二功率狀態(例如運轉)時,Vinit係定置於地電位以關閉電晶體411而使中間節點與Vinit隔離或斷開。當該電路在第一狀態(例如關閉)時,Vinit係定置於一電壓位準相當於上面之節點1之電壓位準以接通電晶體411,而將中間節點M之電壓位準定置於Vinit及上面節點1之同一位準。

圖5顯示根據本發明教導之一系統之具體實例方塊圖。該系統500包括一電源501,一相位產生器511及包括多個泵激級531,一快閃記憶裝置541及一電壓控制裝置551之一充電泵電路521。電源501係耦合於充電泵電路521以供給充電泵電路521以輸入電壓及電流。在此實例中,充電泵電路521包括接成串聯之多個泵激級。每一泵激級之輸出節點係連接於次一泵激級之輸入節點,以將來自電源之低輸入電壓位準增高至快閃記憶裝置541之若干操作所需之較高電壓位準。在一實例中,最先泵激級531(1)之輸入節點係經連接以接收來自電源501之輸入電壓與電流。在一實例中,最後泵激級531(N)之輸出係連接於快閃記憶裝置541以供給快閃記憶裝置541所需之電壓及電流位準。如上所述,快閃記憶裝置541需有較電源501為高之電壓位準以實施例如抹除或程式規劃之若干操作。相位產生器511

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (10)

係耦合於充電泵電路521以供給每一泵激級適切操作所需之時鐘信號。在本說明書中，充電泵電路521係假定為負充電泵電路，雖則本文中所論述者均相等地適用於正充電泵電路。同樣，本發明之教導亦係相等地適用於其他積體電路，其中此等電路之兩節點電壓乃可超過單一電容器之應力極限或破壞電壓位準者。來自電源501之輸入電壓以連續通過充電泵電路521之每一泵激級之方式增加，俾能產生充電泵電路521之輸出節點處所需之較高電壓位準。在一實例中，為了解釋及舉例說明之目的，假定有兩種不同類型之電容器可用以儲存及轉移充電泵電路521中之電荷，雖熟諳本技藝者應可瞭解及鑑別本文中所論及者乃相等地適用於僅用一種電容器或用二種以上不同類型電容器之其他電路配置及結構。在一實例中，ONO電容器(使用氧化物-氮化物-氧化物之poly2/poly1層狀結構)或MOS(金屬-氧化物-半導體)電容器可用於各泵激級。為舉例說明及解釋之目的，假定充電泵521之輸出電壓約為-15伏特。充電泵521之輸出節點如上文對圖3及4所述者，能於充電泵電路521停止及起動至適當電壓位準例如5伏特而運轉至+11伏特時自-15伏特之負電壓升進，是以當該充電泵電路自一狀態(運轉或全功率狀態)進至另一狀態(例如關閉或電源關斷狀態)時，可有26伏特之總電壓拂掠或暫態應力。在一實例中，用於充電泵電路521之ONO電容器係假定具有約-12.5伏特之應力極限或破壞電壓位準。因而跨於各單一ONO電容器之電壓不應超過-12.5伏特。在此項討論

(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)

中，MOS電容器能較ONO電容器忍受較高之應力(例如-15.5伏特)，但仍不能承擔負充電泵電路521之-26伏特應力要求。然而MOS電容器具有較ONO電容器較大之壓模區域。在一實例中，控制邏輯551(亦稱為電壓起始及控制)係耦合於充電泵電路521之輸出節點及最後兩泵激級531(N-1)及531(N)。在此實例中，假定在最後兩級之輸出電壓超過單一電容器之應力極限或破壞電壓位準，及因而使用如上所述之堆疊式電容器組態於兩最後泵激級中，以期降低跨於最後兩泵激級中所用各單獨電容器上之應力。在一實例中，用於充電泵電路521之最後兩泵激級中之堆疊式電容器組態包括成串聯連接之兩個ONO電容器。單一電容器之組態係使用於電壓位準不超過單一電容器應力極限之其他泵激級。ONO或MOS電容器可使用於單一電容器之組態中。在一實例中，如圖5中所示，控制邏輯551操作如同一開關，當充電泵電路521在一種功率狀態(例如低功率狀態)時，根據控制信號555，將堆疊電容器之中間節點連接於電壓位準Vinit，以及於充電泵電路在另一功率狀態(例如高功率)時將堆疊電容器之中間節點拆離Vinit。在一實例中，當充電泵電路在第一狀態(例如，功率低落，備用狀態等)時，控制信號555被定置於第一位準(例如正電壓位準)，及於充電泵電路521在第二狀態(例如有效)時，則被定置於第二位準(例如地電位)。在此實例中，當控制信號555係定置於第一位準(例如正電壓位準)以將堆疊之各電容器之中間節點連接於電壓源Vinit時，控制裝置551被

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (12)

接通。當控制信號555係定置於第二位準(例如地電位)以使該中間節點與電壓Vinit拆開或隔離，控制裝置551被開斷。另一方式，電壓Vinit亦可用作控制信號555以使控制裝置551接通或關閉，因而排除具有公開之控制信號555之需要。

圖6顯示在一負充電泵電路中一充電泵級600之實例電路圖，該充電泵電路實施根據本發明教導之堆疊式電容器組態。在一實例中，充電泵級600包括一輸入節點601及一輸出節點691輸入節點601係耦合於前一充電泵級(未圖示)之輸出節點。在此實例中，假定充電泵級600係該負充電泵電路中之最後泵激級及因此輸出節點691係耦合於一快閃記憶器裝置，雖則在下列之情況中，即充電泵級600並非充電泵電路之最後一級及因而輸出節點691係耦合於次一泵激級之輸入節點，在本文中所論及之一切應相等地適用。充電泵級600包括一開關電晶體611。在一實例中，此開關電晶體係P型場效電晶體，雖然P'型裝置亦可使用。開關電晶體611之源極與汲極終端係分別耦合於輸入節點601及輸出節點691。充電泵級600亦包括一拉下(pull-down)電晶體621。在一實例中，拉下電晶體621係一P'型場效電晶體雖然P型裝置亦可使用。P'型裝置具有較P型裝置為低之臨限電壓位準。拉下電晶體621之汲極終端係連接於開關電晶體611之閘極終端。在此實例中，拉下電晶體621係與連接於開關電晶體611源極終端之拉下電晶體621之源極及閘極終端以兩極體連接。充電泵級600亦包括一提升電

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (13)

晶體 625。在一實例中，提升電晶體 625 係一 P 型場效電晶體。提升電晶體 625 之源極終端係連接於開關電晶體 611 之源極終端。在此實例中，提升電晶體 625 乃與連接於開關電晶體 611 之閘場終端之提升電容器 625 之汲極及閘極終端以兩極體連接。

如圖 6 中所示，充電泵級 600 包括一堆疊式電容器組態，使用接成串聯之兩個電容器 C2A 及 C2B 以降低跨於各單獨電容器上之應力。本具體實例中，在節點 691 之電壓位準可到達某一負電壓位準（例如 -15 伏特）此電壓超過單一 ONO 或 MOS 電容器之應力極限或破壞電壓位準。在此實例中，電容器 C2A 及 C2B 係能忍受較 MOS 電容器為低之應力但具有較小壓模區域之 ONO 電容器。ONO 電容器之所以用於此堆疊式電容器組態，乃因為此種電容器具有較小之壓模區域但當其如所示者成串聯連接時仍能承受應力。儲存電容器 C2A 及 C2B 係在開關電容器 611 之汲極終端與時鐘信號 CLK2 (662) 間成串聯連接。儲存電容器 C2A 之第一端係連接於開關電晶體 611 之汲極終端（C2A 亦係耦合於充電泵級 600 之輸出節點）。儲存電容器 C2A 之第二端則係連接於儲存電容器 C2B 之第一端。儲存電容器 C2B 之第二端係連接於時鐘信號 CLK2 (662)。

圖 6 中所示之實例亦包括一堆疊電容器組態，具有在開關電晶體 611 之閘極與時鐘信號 CLK1 (652) 間成串聯連接之兩個靴式節點電容器 C1A 及 C1B。在此實例中，C1A 及 C1B 係 ONO 電容器。各 ONO 電容器之所以用於此堆疊式組態中

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 (14)

乃因此等電容器具有較小之壓模區域，但當其為所示者連接成串聯時，仍能承受應力 C1A 電容器之第一端係連接於開關電容器 611 之閘極終端，及 C1A 電容器之第二端係連接於 C1B 電容器之第一端。C1B 電容器之第二端則係連接於時鐘信號 CLK1 (652)。

如圖 6 中所示，充電泵級 600 包括一控制裝置 641，其功能如同一開關，用以控制在中間節點 INIT1 及 INIT2 之電壓位準，而於充電泵電路自一功率狀態(例如有效運轉等)轉變至另一功率狀態(例如關閉，電源斷路，備用等)時解決上述之瞬變應力問題。在此實例中，當充電泵電路被關閉及起動至一適當電壓位準例如 +5 伏特時，在輸出節點 691 之電壓位準於該充電泵電路運轉至某一正電壓位準(例如 +11 伏特)時，能自某一負電壓位準(例如 -15 伏特)升進，在一實例中，控制裝置 641 包括兩 P 型場效應控制電晶體 643 及 645，雖然 P' 型裝置可使用。控制電晶體 643 之汲極終端係連接於中間節點 INIT1。控制電晶體 643 之閘極終端則係接地，控制電晶體 643 之源極終端係連接於本文中稱為 DINITPCW 之控制電壓位準。控制電晶體 645 之汲極終端係連接於中間節點 INIT2，控制電晶體 645 之閘極終端乃係接地。控制電晶體 645 之源極終端則係連接於控制電壓位準 DINITPCW。控制電晶體 643 及 645 之操作將在下文中作更為詳盡之敘述。

圖 7 顯示與充電泵級 600 連同使用之時鐘信號 652 及 662 之定時圖範例。在一實例中，時鐘信號 652 及 662 在高狀態期

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (15)

間為 V_{cc} 及在低狀態期間為地電位。當時鐘信號 652 低下時，開關電晶體 611 接通，及儲存於輸入節點 601 之電荷轉移至儲存電容器 C2A 及 C2B。當輸出節點 691 之電壓位準較輸入節點 601 之電壓位準為更負時，兩極體連接之提升電晶體 625 操作以阻止自輸出節點 691 至輸入節點 601 之回流如上所述，在此實例中，當充電泵電路有效操作時在輸出節點 691 之輸出電壓位準係約 -15 伏特。在此實例中，C2A 之電容約與 C2B 之電容相同。結果，在輸出節點 691 之電壓位準 (例如 -15 伏特) 係大約均分施加於電容器 C2A 及 C2B。因此，當該電路運轉時，跨於 C2A 上之電壓係約 -7.5 伏特。同樣當該電路運轉時，跨於 C2B 上之電壓亦係約 -7.5 伏特。換言之，當該電路操作時，在中間節點 INIT1 及 INIT2 上之電壓位準係約 -7.5 伏特。從此實例可知跨於接成串聯之每一電容器上之電壓乃係降低至該電路中所用單一電容器之應力極限或破壞電壓位準以下 (例如 ONO 電容器為 -12.5 伏特)。

在一實例中，當充電泵電路運轉時，NWELL 及 DINITPCW 均被定置於地電位，以關閉控制電晶體 643 及 645 因而將中間節點 INIT1 及 INIT2 與電壓 DINITPCW 斷開或隔離。在一實例中，當充電泵電路關閉時，NWELL 及 DINITPCW 被定置於正電壓位準，使控制電晶體 643 及 645 接通，因而將中間節點 INIT1 及 INIT2 連接於 DINITPCW 電壓。在一實例中，當充電泵電路關閉時，DINITPCW 被定置於與輸出節點 691 相同之電壓位準。經由控制電晶體 643

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明（16）

及645控制中間節點INIT1及INIT2之電壓位準，使充電泵電路自一狀態（例如運轉）轉變至另一狀態（例如關閉）時可發生之瞬變應力問題得以解決。

圖8顯示使用堆疊式組態以MOS電容器取代ONO電容器之一充電泵級800實例之電路圖。充電泵級800之功用與操作基本上乃與上文中對充電泵級600所敘述者相同。MOS儲存電容器C2A及C2B係成串聯連接以減少跨於各單獨電容器上之應力。同樣，靴式接點電容器C1A及C1B係成串聯連接以減少跨於C1A及C1B上之應力位準。控制裝置841係用作一開關，以於充電泵電路在一種狀態（例如關閉）時將中間節點INIT1及INIT2連接於電壓DINITPCW並於充電泵電路在另一狀態（例如運轉）時使中間節點INIT1及INIT2與電壓DPINITPCW斷開或隔離。在一實例中，控制裝置841包括兩個P型場效應控制電晶體843及845，雖然P'型裝置亦可使用。控制電晶體843之汲極終端係連接於中間節點INIT1。控制電晶體843之閘極終端接地。控制電晶體843之源極終端則係連接於本文討論中稱為DINITPCW之控制電壓位準。控制電晶體845之汲極終端係連接於中間節點INIT2。控制電晶體845之閘極終端接地，控制電晶體845之源極終端係連接於控制電壓位準DINITPCW。控制電晶體843及845之操作基本上乃與上文中對控制電晶體643及645所述者相同。

圖9說明用以降低跨於一積體電路中所用各電容器上應力之一種方法900之一實例之流程圖。在本文討論中乃假

五、發明說明 (17)

定該積體電路要求將至少一電容性裝置連接於積體電路之兩節點(例如第一節點與第二節點)之間。且假定為解釋及舉例說明之目的,有兩種不同型式之電容器可用作第一與第二節點間之電容性裝置。此兩種型式之一係稱為型式1電容器(第一型)而另一型式則稱為型式2電容器(第二型)。在此實例中,乃假定型式2電容器較之型式1電容器能承受更高之應力,但較型式1電容器具有更大之壓模區域。在一實例中,型式1電容器為ONO電容器及型式2電容器為MOS電容器。如上所述,MOS電容器能忍受較ONO電容器為高之應力。然而,MOS電容器佔據較多之壓模區域,該方法900在方塊901處開始並進行至方塊905。在方塊905處,確定第一節點與第二節點間之最大電壓位準。然後該方法900進行至方塊909。在決定方塊909處,如若在方塊905處決定之最大電壓不超過單一之型式電容器(例如ONO)之應力極限,則方法900進行至方塊913。否則,該方法進行至方塊917,在方塊913處,使用單一之型式1電容器作為第一節點與第二節點間之電容性裝置,因為該最大電壓並不超過單一之型式1電容器之應力極限。在決定方塊917處,該方法900進行至方塊921,使用單一之型式2電容器作為第一與第二節點間之電容性裝置,如若該最大電壓並不超過單一之型式2電容器之應力極限或破壞電壓位準。否則,方法900進行至方塊925。在方塊925處,因為跨於第一及第二節點之最大電壓位準超過單一之型式1電容器之應力極限及單一之型式2電容器之應力極

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (18)

限，需用具有兩個或更多電容器之堆疊式組態以減少跨加於各單獨電容器上之應力位準。在此實例中，假定型式1或型式2之兩個電容器乃足以抵抗第一節點與第二節點間之最大電壓。該堆疊式電容器組態可包括所需之更多電容器，如若成串聯連接之兩電容器仍不足以抵抗應力。因為型式1之電容器較型式2之電容器具有較小之壓模區域，宜使用型式1之電容器於該堆疊式組態中，若是此種型式之電容器能承受應力，在方塊925處，兩個或更多之型式1電容器在第一與第二節點間連接成串聯，以將該最大電壓位準分開跨於各單獨電容器。如上所述，分擔之電壓乃如下列：

$$V = V1 + V2$$

式中V係在該堆疊式電容器組態中跨接於第一與第二節點之最大電壓，V1係加於第一電容器之電壓及V2係加於第二電容器之電壓。在一實例中，第一及第二電容器具有相同之電容，因此 $V1 = V2$ 。

然後該方法自方塊925進行至方塊929。在方塊929處，為防止該積體電路自高功率狀態(例如，有效，全功率，運轉等)轉變至低功率狀態(例如關閉電力中斷，備用等)時能發生之瞬變應力在接成串聯之第一與第二電容器間之中間節點被定置於該積體電路轉變至低功率狀態時足以降低瞬變應力之控制電壓位準。當該電路係在高功率狀態(例如有效)時，該中間節點係與控制電壓位準拆開或隔離，在一實例中，如上所述，可使用一控制裝置例如一開

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (19)

關電晶體，基於該積體電路之特定功率狀態將該中間節點連接於控制電壓位準或與控制電壓位準拆開。然後方法 900 進行至在方塊 991 處之終點。

圖 10 顯示一種使用一充電泵電路中之系統限制(例如電容器之壓模區域應力極限)以平衡系統性能需求(例如輸出電壓需求)之方法 1000 之流程圖。在此實例中之充電泵電路包括多個接成串聯之泵激級。每一泵激級包括一輸入節點及一輸出節點。每一級之輸出節點係耦合於次一級之輸入節點，第一泵激級之輸入節點係耦合於電源以接收一輸入電壓。最後一級之輸出節點係耦合於需要較電源供給者更高電壓位準之一裝置(例如一快閃記憶裝置)。又假定為解釋及例示起見有兩種不同型式之電容器(例如型式 1 及型式 2)可用作充電泵電路中之儲存及靴式節點電容器。此實例中並假定型式 2 之電容器可較型式 1 電容器抵抗更多之應力，但具有較型式 1 為更大之壓模區域。在一實例中，型式 1 之電容器係 ONO 電容器及型式 2 之電容器係 MOS 電容器。MOS 電容器較之 ONO 電容器能抵抗更高之應力。然而 MOS 電容器佔據較多壓模區域。方法 1000 從方塊 1001 開始進行至方塊 1005、在方塊 1005 處，確定在充電泵電路中每一泵激級之輸出節點之電壓位準。在決定方塊 1009 處，如若在各別輸出節點之輸出電壓位準不超過單一型式一個(例如 ONO)電容器之應力極限或破壞電壓位準，方法 1000 進行至方塊 1013。否則，該方法 1000 進行至決定方塊 1017。在方塊 1013 處，使用單一之型式 1 (ONO) 電容器作

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(20)

為貯存電容器因其能抵抗應力。並使用單一之型式1 (ONO)電容器作靴式節點電容器。在決定方塊1017處，如若個別輸出節點之輸出電壓不超過單一之型式2電容器(例如MOS電容器)之應力極限，方法1000進行至方塊1021。否則，該方法1000進行至方塊1023，在方塊1021處，單一之型式2電容器(例如MOS電容器係用作儲存電容器及單一之形式2電容器亦用作各該泵激級之靴式節點電容器，在方塊1023處，因為在各輸出節點之輸出電壓超過單一之型式1及單一之型式2電容器之應力極限，需用包括接成串聯之兩個或更多電容器之堆疊式電容器組態以降低加於每一單獨電容器上之電壓。在此實例中，使用型式1電容器之堆疊式電容器組態被採用，因為型式1之各電容器具有較型式2之電容器更小之壓模區域。在堆疊式組態中須連接成串聯之型式1之電容器數量視各個輸出節點之最大電壓位準而定。在此實例中乃假定接成串聯之兩個電容器已是足夠。在一具體實例中，成串聯連接之各電容器乃具有相同之電容而將電壓均分加於各單獨電容器上。然後該方法自方塊1023進行至方塊1025。在方塊1025處，為防止充電泵電路自一種功率狀態(例如全功率，運轉等)轉變至另一功率狀態(例如關閉，電力中斷，備用等)可發生之瞬變應力，接成串聯之第一與第二電容器間之中間節點係定置於當該積體電路自高功率狀態轉變至低功率狀態時足以減少瞬變應力之一控制電壓位準。在一實例中，如上文所解釋者，至少在充電泵電路中最後一級之輸出節點於

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (21)

該充電泵電路關閉，然後起動至一適當電壓位準例如+5伏特時能於該充電泵電路運轉至正電壓位準(例如+11伏特)時自負電壓位準(例如-15伏特)升進當此轉變發生時，總電壓拂掠或瞬變應力係26伏特，此電壓超過各電容器之應力極限甚至在該堆疊式組態時亦然。為防止此種瞬變應力，在串聯連接之兩電容器間之中間節點之電壓位準，乃如上述者予以動態控制，在決定方塊1025處，如若充電泵電路係在低功率狀態(例如關閉)，方法1000進行至方塊1029。否則，方法1000進行至方塊1033。在方塊1029處，該中間節點係連接於足以將瞬變應力降低至各電容器應力極限以下之一控制電壓位準。在方塊1033處，將該中間節點與控制電壓位準拆開或隔離。在一實例中，如上所述，可使用例如一開關電晶體之控制裝置。根據該充電泵電路之電流狀態(例如該電路是否係關閉或運輸)將該中間節點連接或拆離該控制電壓位準。然後方法1000進行至在方塊1091之終點。

現已連同較佳之具體實例對本發明予以說明。顯然，徵諸前列說明，許多可替用的方法，修正，變體及使用對於熟諳本技藝者乃屬顯而易見者。

(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： 減少橫跨於積體電路中之電容之應力之方法及裝置)

用以控制橫跨於一積體電路中第一節點與第二節間所耦合之各電容器的電壓位準之方法，裝置及系統，俾使跨於此等電容器上之電壓位準不致超過所述電容器之破壞電壓極限。當積體電路自第二功率狀態轉換至第一功率狀態時，該積體電路之第一節點與第二節點間之電壓位準可自第二電壓位準改變至第一電壓位準。第一電容器及第二電容器係串聯連接於該積體電路之第一節點與第二節點間，形成第一與第二電容器間之一中間節點。當該積體電路被置於第一功率狀態中，而使第一與中間節點間之電壓位準不超過第一電容器之破壞電壓，及中間節點與第二節點間之電壓位準不超過第二電容器之破壞電壓時，中間節點之電壓位準係定置於第三電壓位準。

英文發明摘要(發明之名稱： "METHOD AND APPARATUS FOR REDUCING STRESS ACROSS CAPACITORS USED IN INTEGRATED CIRCUITS")

A method, apparatus, and system for controlling the voltage levels across capacitors coupled between a first node and a second node of an integrated circuit so that the voltage levels across these capacitors will not exceed the breakdown voltage limitation of these capacitors. The voltage level between the first and second nodes of the integrated circuit can vary from a second voltage level to a first voltage level when the integrated circuit transitions from a second power state to a first power state, respectively. A first capacitor and a second capacitor are connected in series between the first and second nodes of the integrated circuit forming a middle node between the first and second capacitors. The voltage level of the middle node is set to a third voltage level when the integrated circuit is placed in the first power state such that the voltage

四、中文發明摘要（發明之名稱：

)

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄）

裝

英文發明摘要（發明之名稱：

)

訂

level between the first and middle nodes does exceed the breakdown voltage of the first capacitor and the voltage level between the middle and second nodes does not exceed the breakdown voltage of the second capacitor.

線

六、申請專利範圍

5. 根據申請專利範圍第4項之方法，其中如若該積體電路係在第一功率狀態，將該控制信號定置於第一值及如若該積體電路係在第二功率狀態，則定置於第二值。
6. 根據申請專利範圍第4項之方法，其中將該中間節點連接於該電壓源，包含：

接通一開關裝置以將中間節點連接於該電壓源。
7. 根據申請專利範圍第6項之方法，其中將該中間節點與該電壓源拆開，包含：

關閉該開關裝置以使該中間節點脫離該電源。
8. 根據申請專利範圍第7項之方法，其中該開關裝置包含一電晶體。
9. 根據申請專利範圍第1項之方法，其中第一及第二電容器係選自氧化物-氮化物-氧化物(ONO)電容器及金屬-氧化物-半導體(MOS)電容器所組成之一組中選出。
10. 根據申請專利範圍第1項之方法，其中第一電容器之電容係大概等於第二電容器之電容。
11. 根據申請專利範圍第1項之方法，其中在中間節點之第三電壓位準，於該積體電路被置於第一功率狀態時乃相當於第一節點之電壓位準。
12. 根據申請專利範圍第11項之方法，其中當該積體電路被置於第一功率狀態時，中間節點係經由一開關裝置連接於第一節點。
13. 根據申請專利範圍第12項之方法，其中當該積體電路被置於第二功率狀態時，中間節點係經由該開關裝置

六、申請專利範圍

與第一節點分開。

14. 根據申請專利範圍第13項之方法，其中該開關裝置係響應於指示該積體電路係在第一功率狀態中之一控制信號而接連，並響應於指示該積體電路係在第二功率狀態中之該控制信號而關閉。
15. 根據申請專利範圍第14項之方法，其中該開關裝置包含一電晶體。
16. 一種使至少一節點之電壓需求與電容性裝置之應力極限及模區相平衡之方法，在具有多個接成串聯之泵激級之一充電泵中，至少一泵激級包括擬經由一電容性裝置耦合於一對應時鐘信號之至少一節點，當該充電泵係在第一功率狀態時該至少一節點具有第一電壓，並於該充電泵係在第二功率狀態中時具有第二電壓；該方法包含：

如若所述第一電壓與第二電壓並不超過第一類型之單一電容器之應力極限，使用第一類型之單一電容器作為該至少一節點與對應之時鐘信號間之電容性裝置；

如若第二電壓超過第一類型之單一電容器之應力極限，使用第二類型之單一電容器作為該至少一節點與對應之時鐘信號間之電容性裝置，若是第一電壓及第二電壓不超過第二類型之單一電容器之應力極限，該第二類型之單一電容器具有較第一類型之單一電容器更大之應力極限及壓模區域；以及

六、申請專利範圍

如若第二電壓超過第二類型之單一電容器之應力極限，使用串聯連接之兩個第一類型電容器作為該至少一節點與對應之時鐘信號間之電容性裝置，若是第一電壓及第二電壓不超過第一類型之兩電容器之合併應力極限。

17. 一種包括多個串聯連接之泵激級之充電泵電路，每一級具有一輸入節點及一輸出節點，各泵激級之至少一級包含：

一開關電晶體，具有一閘極，一第一終端及一第二終端，第一終端係耦合於個別泵激級之輸入節點及第二終端係耦合於個別泵激級之輸出終端；

一第一電容器，具有第一端及第二端，第一電容器之第一端係耦合於開關電容器之閘極；

一第二電容器，具有第一端及第二端，第二電容器之第一端係耦合於第一電容器之第二端，形成第一中間節點，第二電容器之第二端係耦合於第一時鐘信號；

一第三電容器，具有第一端及第二端，第三電容器之第一端係耦合於個別泵激級之輸出端；以及

一第四電容器，具有第一端及第二端，第四電容器之第一端係耦合於第三電容器之第一端，形成第二中間節點，第四電容器之第二端係耦合於一第二時鐘信號。

18. 一種在一充電泵電路中充電泵級，該充電泵級包含：

六、申請專利範圍

一 第一開關電晶體，具有一閘極，一第一終端及一第二終端，第一終端係耦合於該充電泵級之一輸入節點，第二終端係耦合於該充電泵級之一輸出節點；

在第一開關電晶體之閘極與第一時鐘信號間成串聯連接之至少兩個電容器，形成該兩電容器間之一第一中間節點；

在該輸出節點與第二時鐘信號間成串聯連接之至少兩個電容器，形成該兩電容器間之一第二中間節點；以及

一控制裝置，當該充電泵電路係在第一功率狀態時，將所述之第一及第二中間節點連接於第一電壓源，並於該充電泵電路係在第二功率狀態時，將第一及第二中間節點與第一電壓源拆開。

裝

訂

線

六、申請專利範圍

1. 一種控制耦合於一積體電路之第一節點與第二節點間之各電容器上所跨接電壓位準之方法，俾使跨於此等電容器上之電壓位準不超過各該電容器之破壞電壓極限，當該積體電路自第二功率狀態轉變至第一功率狀態時，第一節點與第二節點間之電壓位準自第二電壓位準改變為第一電壓位準，該方法包含：

將在該積體電路之第一與第二節點間之第一電容器與第二電容器連接成串聯，形成在第一與第二電容器間之一中間節點；及

當該積體電路被置於第一功率狀態時，將該中間節點之電壓位準定置於第三電壓位準，以使第一與中間節點間之電壓位準不超過第一電容器之破壞電壓，及該中間節點與第二節點之電壓位準不超過第二電容器之破壞電壓。

2. 根據申請專利範圍第1項之方法，其中第一功率狀態相當於低功率狀態及第二功率狀態相當於高功率狀態。
3. 根據申請專利範圍第1項之方法，其中定置該中間節點之電壓位準包含：

響應於指示該積體電路係置於第一功率狀態之一控制信號，將中間節點連接於相當於第三電壓位準之電壓源。

4. 根據申請專利範圍第3項之方法，另包含：

響應於指示該積體電路係置於第二功率狀態之該控制信號，將中間節點與該電壓源拆開。

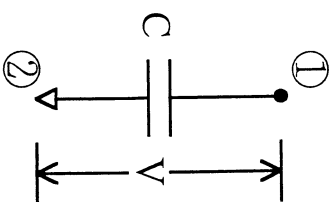


圖 1

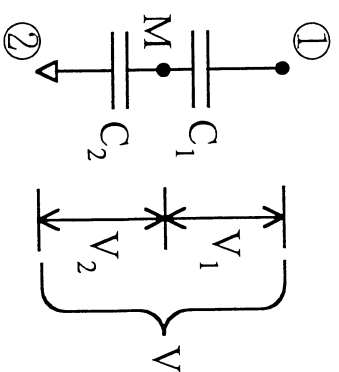


圖 2

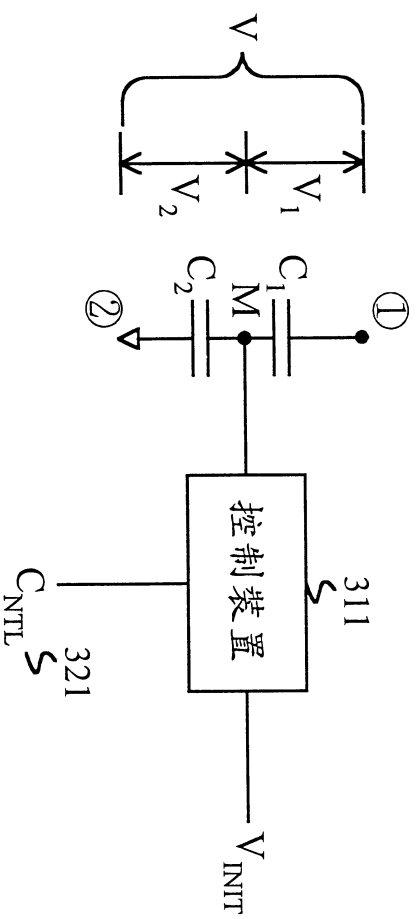


圖 3

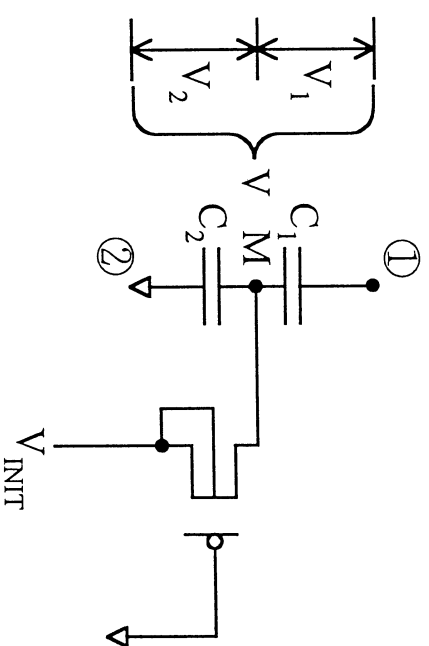


圖 4

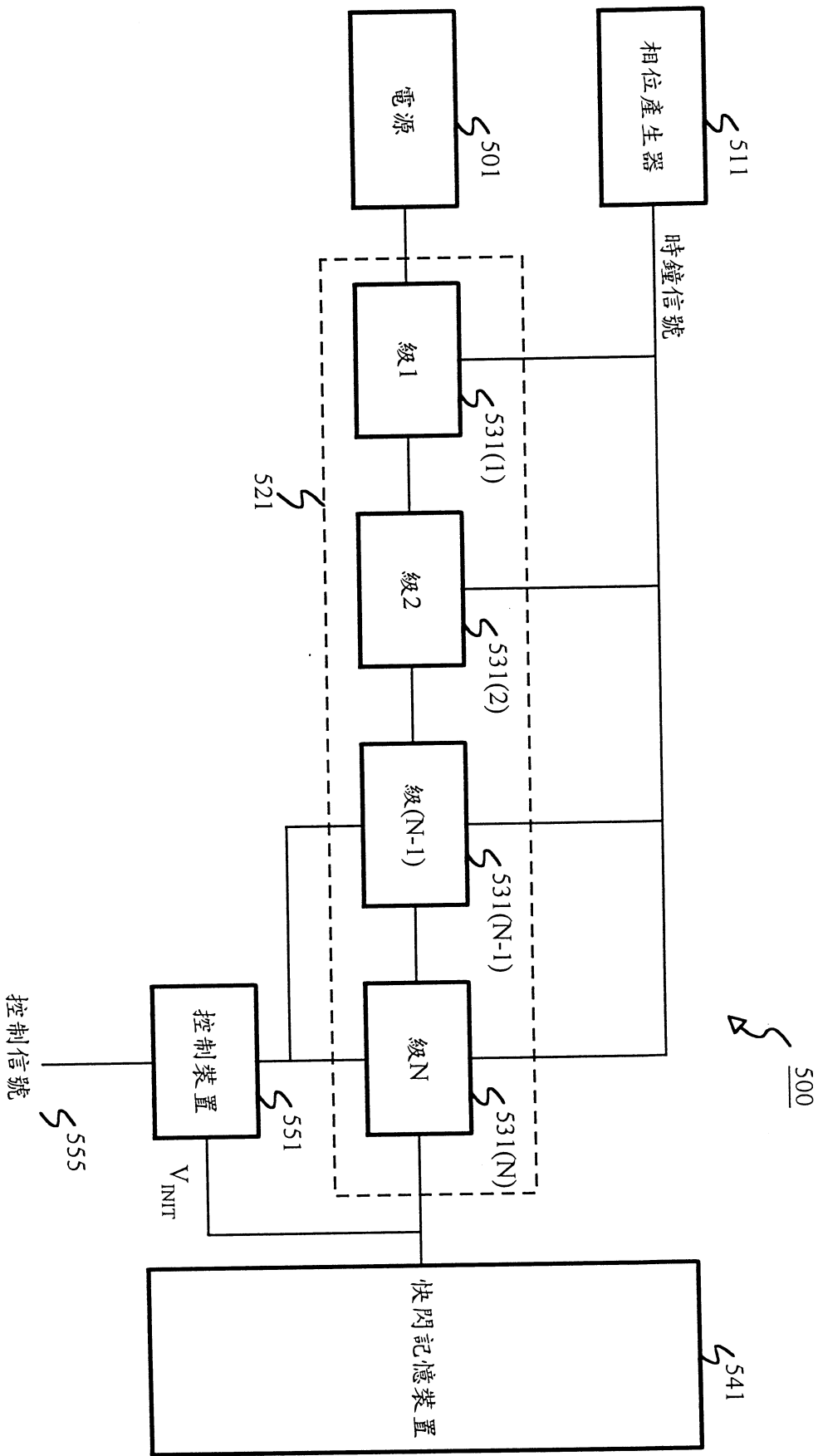


圖 5

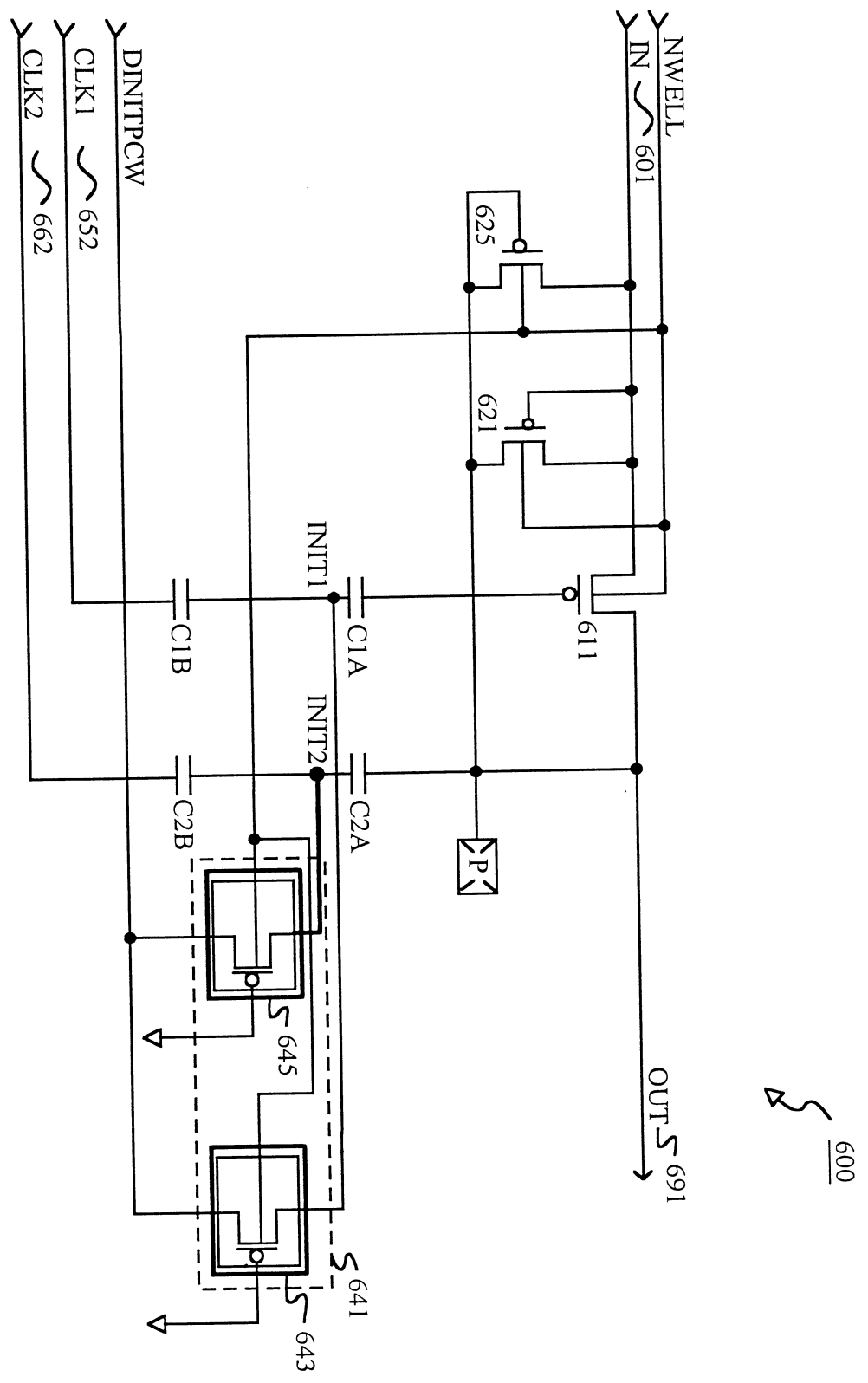


圖 6

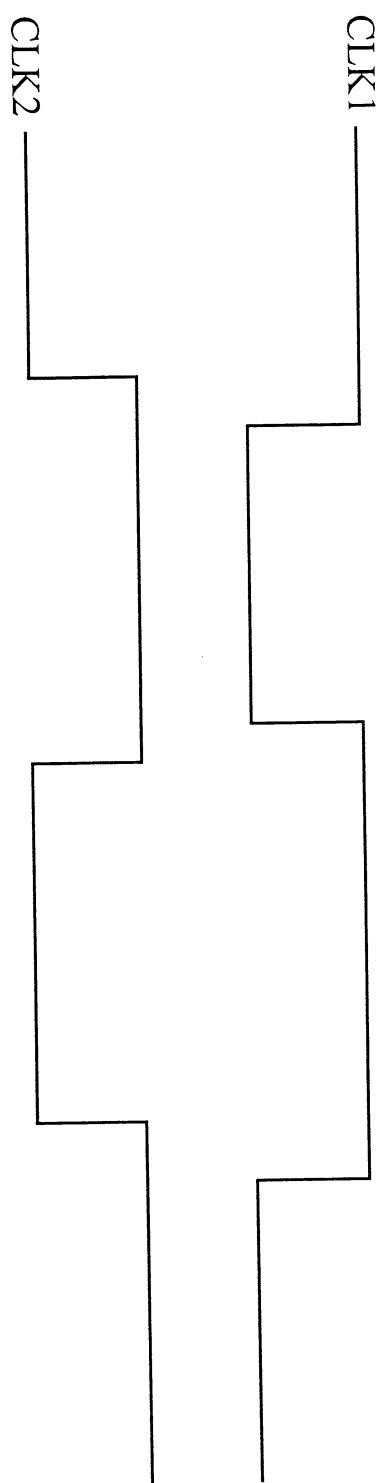


圖 7

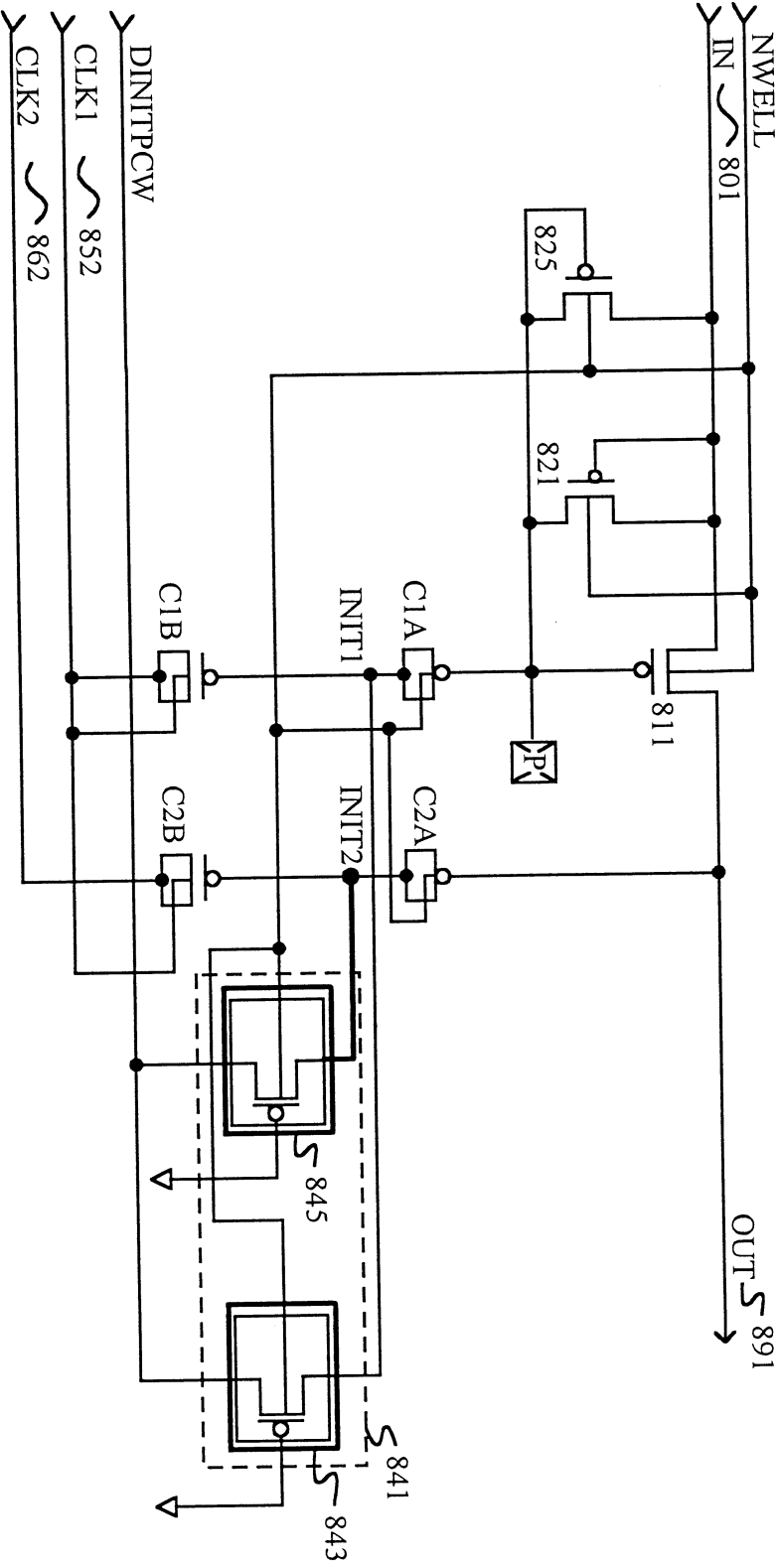


圖 8

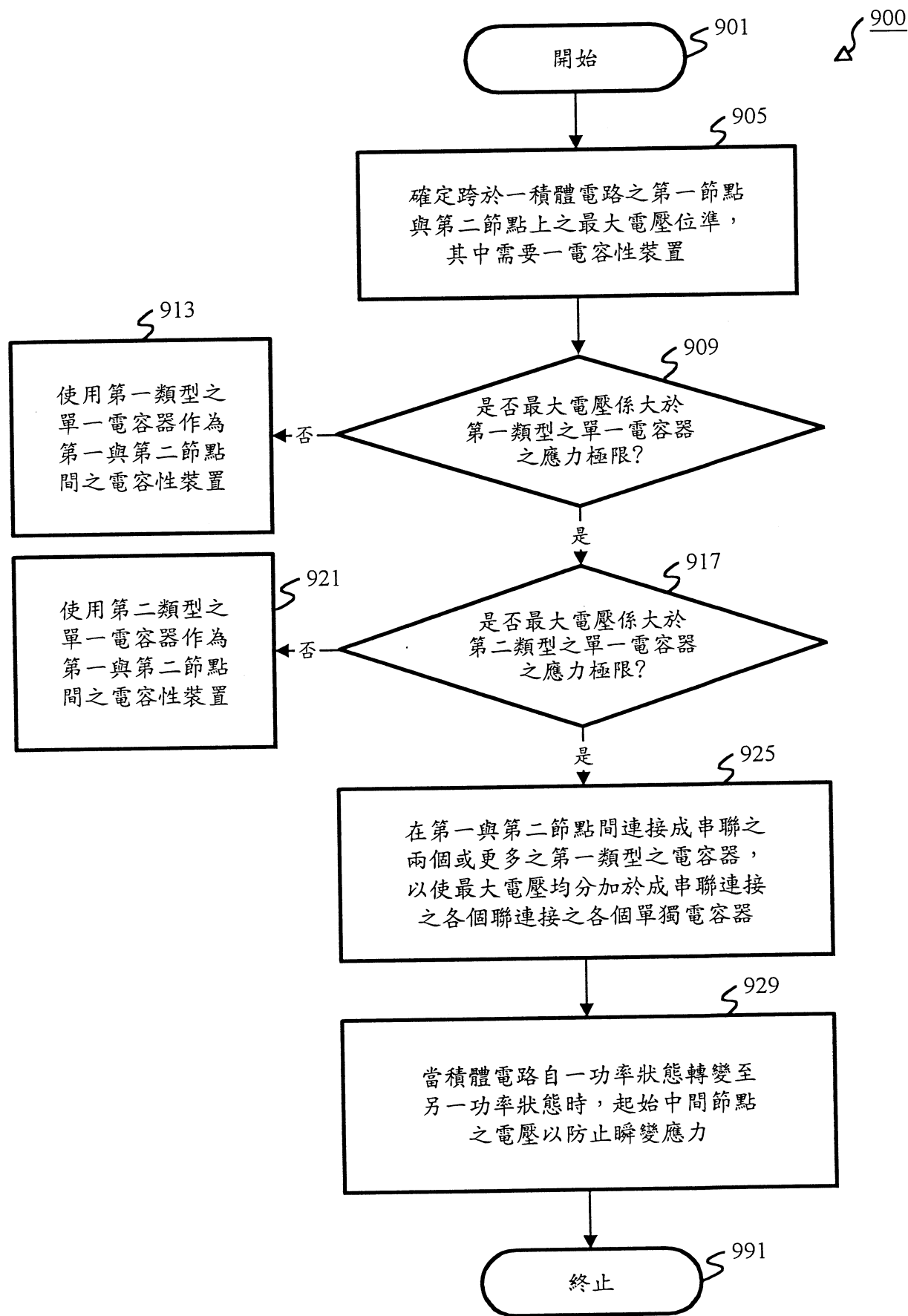


圖 9

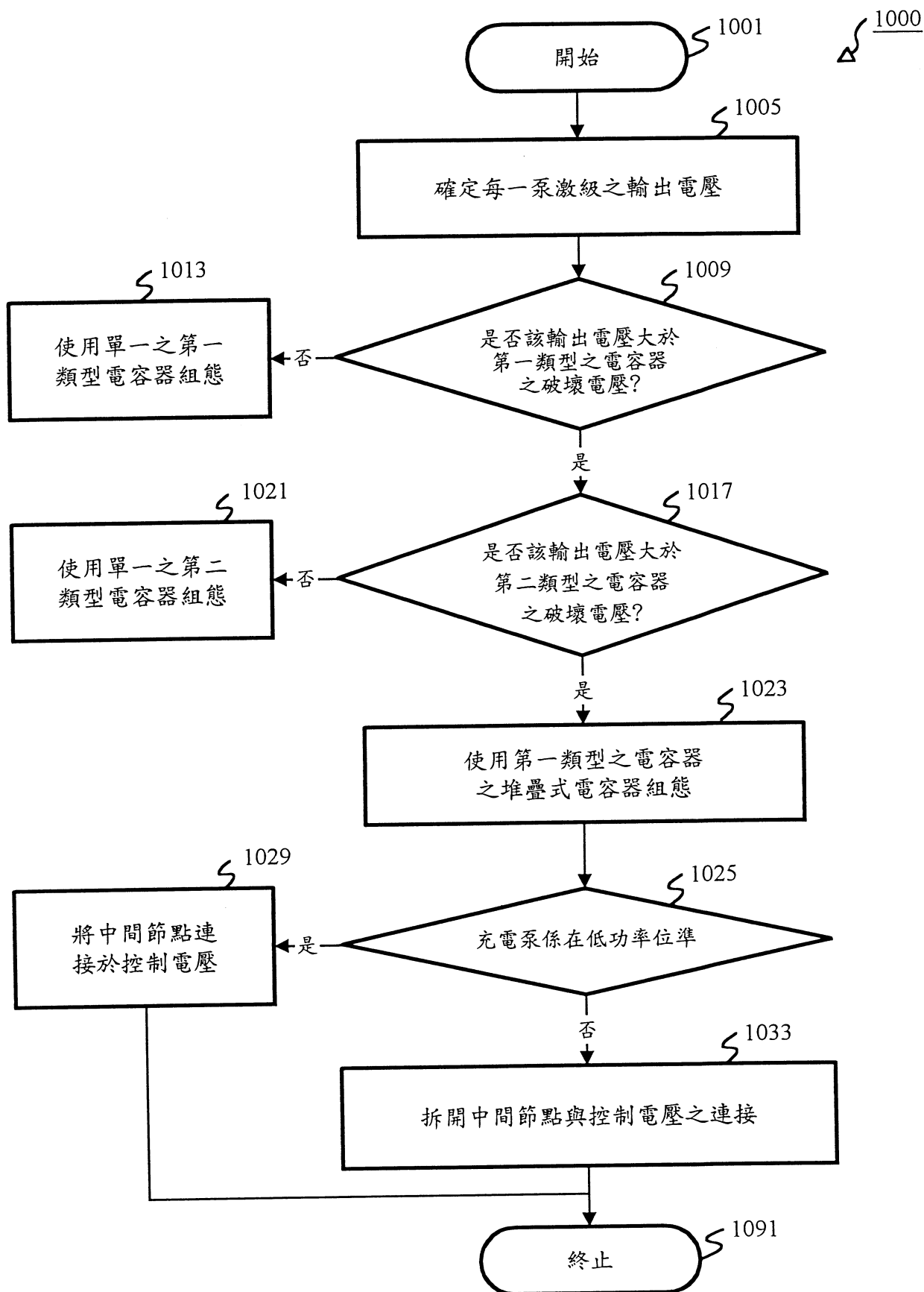


圖 10