



(21)申請案號：105129261 (22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 09 月 09 日

(51)Int. Cl. : *H02M3/335 (2006.01)* *H02M7/04 (2006.01)*
H02M1/42 (2007.01) *G05F1/66 (2006.01)*

(30)優先權：2015/09/18 美國 14/859,028

(71)申請人：美商電源整合公司 (美國) POWER INTEGRATIONS, INC. (US)
美國

(72)發明人：帕斯托雷 提傑安若 PASTORE, TIZIANO (IT) ；桑德瑞拉 桑德瑞森
SUNDARARAJ, SUNDARESAN (US)

(74)代理人：陳翠華

(56)參考文獻：

CN	1706089A	EP	2458722A1
US	6944034B1	US	8213203B2
US	2008/0246447A1	US	2012/0300517A1
US	2013/0249511A1	US	2014/0159689A1
US	2014/0197811A1	US	2015/0236597A1
WO	94/19860A1		

審查人員：林坤隆

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：7 共 39 頁

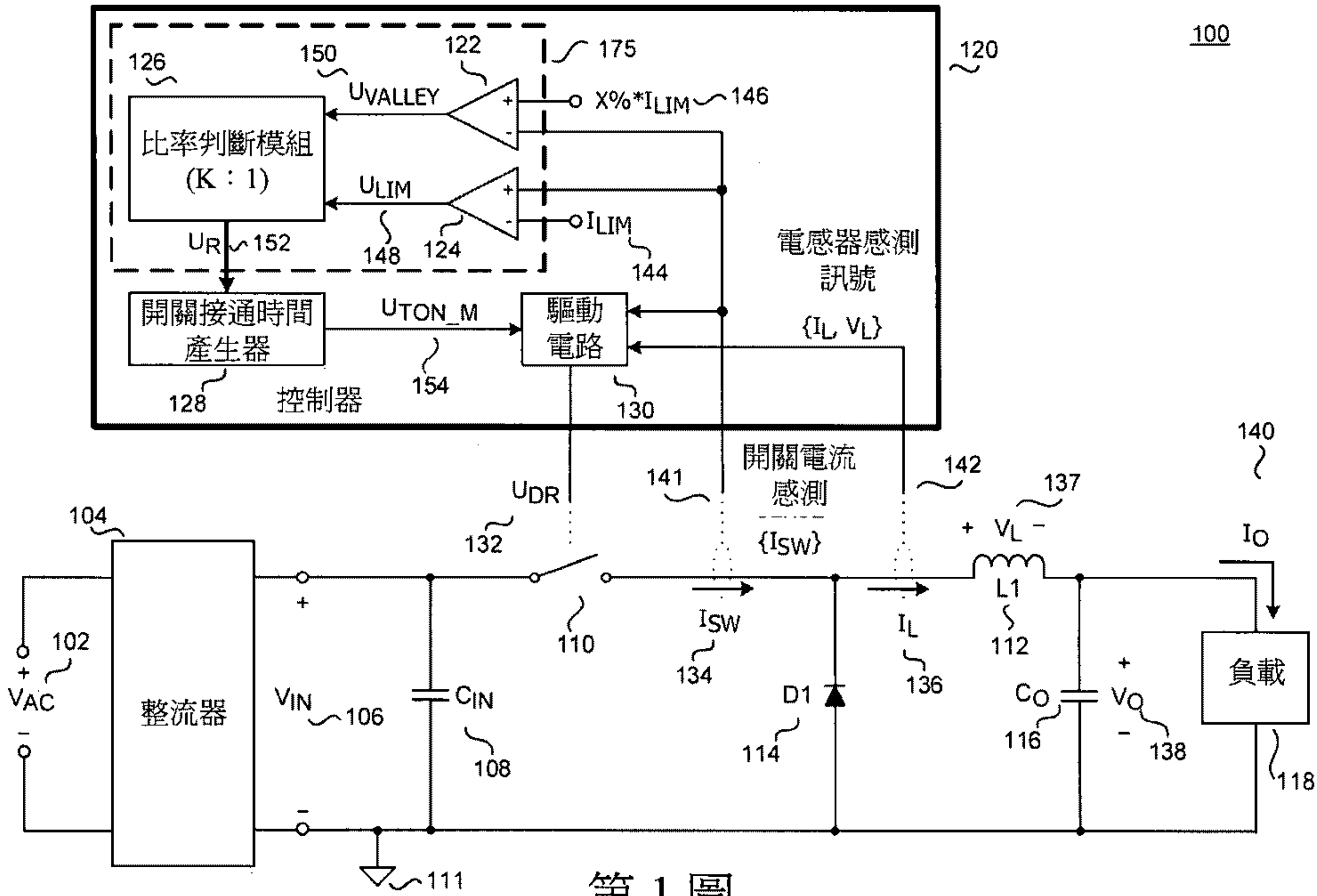
(54)名稱
功率轉換器中之極限-谷值比率電路

(57)摘要

一種用於開關模式功率轉換器之控制器，包含極限-谷值比率電路、接通時間產生器及驅動電路。該極限-谷值比率電路被耦接以因應感測一開關之開關電流而產生比率訊號，該開關調整開關模式功率轉換器之輸出。該比率訊號表示該開關電流處於或超過開關電流極限的第一長度時間與該開關電流處於或低於開關電流谷值的第二長度時間之間的時間比率，該開關電流谷值為該開關電流極限的一部分。該接通時間產生器被耦接以因應接收該比率訊號而改變開關接通時間訊號。該驅動電路被耦接以因應接收該開關接通時間訊號而將驅動訊號輸出至該開關的控制端。

A controller for a switched mode power converter includes limit-to-valley ratio circuitry, an on-time generator, and a drive circuit. The limit-to-valley ratio circuitry is coupled to generate a ratio signal in response to sensing a switch current of a switch that regulates an output of the switched mode power converter. The ratio signal is representative of a time ratio between a first length of time that the switch current is at or above a switch current limit and a second length of time that the switch current is at or below a switch current valley that is a portion of the switch current limit. The on-time generator is coupled to vary a switch on-time signal in response to receiving the ratio signal. The drive circuit is coupled to output a drive signal to a control terminal of the switch in response to receiving the switch on-time signal.

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 100 . . . 功率轉換器
- 102 . . . 交流輸入電壓
- 104 . . . 整流器
- 106 . . . 輸入電壓
- 108 . . . 輸入電容器
- 110 . . . 開關
- 111 . . . 輸入返回端
- 112 . . . 能量傳遞元件
- 114 . . . 續流二極管
- 116 . . . 輸出電容器
- 118 . . . 負載
- 120 . . . 控制器
- 122 . . . 比較器
- 124 . . . 比較器
- 126 . . . 比率判斷模組
- 128 . . . 開關接通時間產生器單元
- 130 . . . 驅動電路
- 132 . . . 驅動訊號
- 134 . . . 開關電流
- 136 . . . 電感器電流
- 137 . . . 電感器電壓
- 138 . . . 輸出電壓
- 140 . . . 輸出電流
- 141 . . . 開關電流感測
- 142 . . . 電感器感測訊號
- 144 . . . 電流極限
- 146 . . . 谷值極限
- 148 . . . 極限訊號
- 150 . . . 谷值訊號
- 152 . . . 比率訊號

I713294

TW I713294 B

154 . . . 接通時間臨
界值
175 . . . 極限-谷值
比率電路



I713294

【發明摘要】

IPC分類： H02M 3/335 (2006.01)
H02M 7/04 (2006.01)
H02M 1/42 (2007.01)
G05F 1/66 (2006.01)

【中文發明名稱】 功率轉換器中之極限-谷值比率電路

【英文發明名稱】 LIMIT-TO-VALLEY RATIO CIRCUITRY IN POWER
CONVERTERS

【中文】

一種用於開關模式功率轉換器之控制器，包含極限-谷值比率電路、接通時間產生器及驅動電路。該極限-谷值比率電路被耦接以因應感測一開關之開關電流而產生比率訊號，該開關調整開關模式功率轉換器之輸出。該比率訊號表示該開關電流處於或超過開關電流極限的第一長度時間與該開關電流處於或低於開關電流谷值的第二長度時間之間的時間比率，該開關電流谷值為該開關電流極限的一部分。該接通時間產生器被耦接以因應接收該比率訊號而改變開關接通時間訊號。該驅動電路被耦接以因應接收該開關接通時間訊號而將驅動訊號輸出至該開關的控制端。

【英文】

A controller for a switched mode power converter includes limit-to-valley ratio circuitry, an on-time generator, and a drive circuit. The limit-to-valley ratio circuitry is coupled to generate a ratio signal in response to sensing a switch current of a switch that regulates an output of the switched mode power converter. The ratio signal is representative of a time ratio between a first length of time that the switch current is at or above a switch current limit and a second length of time that the switch current is at or below a switch current valley that is a portion of the switch current limit. The on-time generator is coupled to vary a switch on-time signal in response to receiving

the ratio signal. The drive circuit is coupled to output a drive signal to a control terminal of the switch in response to receiving the switch on-time signal.

【指定代表圖】 第（1）圖

【代表圖之符號簡單說明】

100：功率轉換器

102：交流輸入電壓

104：整流器

106：輸入電壓

108：輸入電容器

110：開關

111：輸入返回端

112：能量傳遞元件

114：續流二極管

116：輸出電容器

118：負載

120：控制器

122：比較器

124：比較器

126：比率判斷模組

128：開關接通時間產生器單元

130：驅動電路

132：驅動訊號

- 134：開關電流
- 136：電感器電流
- 137：電感器電壓
- 138：輸出電壓
- 140：輸出電流
- 141：開關電流感測
- 142：電感器感測訊號
- 144：電流極限
- 146：谷值極限
- 148：極限訊號
- 150：谷值訊號
- 152：比率訊號
- 154：接通時間臨界值
- 175：極限-谷值比率電路

【發明說明書】

【中文發明名稱】 功率轉換器中的極限-谷值比率電路

【英文發明名稱】 LIMIT-TO-VALLEY RATIO CIRCUITRY IN POWER CONVERTERS

【技術領域】

【0001】 本公開文本總體上關於功率轉換器，更具體而言係關於開關模式功率轉換器。

【先前技術】

【0002】 電子裝置用電力來運行。由於開關模式功率轉換器的效率高、尺寸小以及重量輕，而普遍被用於給許多現今的電子設備供電。傳統的壁式插座提供高壓交流電。在開關模式功率轉換器中，轉換高壓交流電流（ac）輸入以通過能量傳遞元件將高度穩定的直流電流（dc）輸出提供給負載。在運行中，使用開關以通過改變功率轉換器中的開關的占空比（通常是開關的接通時間與總切換週期的比率）、改變切換頻率或者改變每單位時間的脈衝數量，來提供期望的輸出。

【0003】 功率轉換器還包含控制器。控制器可以因應於功率轉換器的感測參數控制開關。當設計功率轉換器和控制器時，通常考慮其特性，諸如效率、尺寸、重量和成本。功率轉換器和控制器還可以被設計成滿足管理機構制定的標準。例如，壁式插座提供具有符合波形、頻率和諧波含量標準的波形的交流電壓。然而，從壁式插座汲取的電流波形的特徵係由接收交流電壓的功率轉換器判斷。管理機構可以在交流電流的特定頻率分量的幅度上設置限制或根據壁式插座提供的功率量限制電流的均方根值。功率係數和總諧波失真（Total Harmonic Distortion；THD）可以作為測量值使用以判斷功率轉換器是否滿足管理機構制定的標準。

【發明內容】

【0004】 本發明透過提供一種開關模式功率轉換器和一種用於開關模式功率轉換器的控制器來解決上述問題至少之一。

【0005】 一方面，本發明提供一種開關模式功率轉換器，其包含一開關、能量傳遞元件以及一控制器。該能量傳遞元件耦接至該開關。該控制器耦接至該開關，用以調整該開關模式功率轉換器之輸出。該控制器包含一極限-谷值比率電路、一接通時間發生器以及一驅動電路。該極限-谷值比率電路被耦接以因應感測該開關之一開關電流而產生比率訊號，其中該比率訊號表示該開關電流處於或超過一開關電流極限之一第一長度時間與該開關電流處於或低於一開關電流谷值之一第二長度時間之間之一時間比率，該開關電流谷值為該開關電流極限之一部分。該接通時間產生器被耦接以因應接收該比率訊號而改變一開關接通時間訊號。該驅動電路被耦接以因應接收該開關接通時間訊號而將驅動訊號輸出至該開關之一控制端。

【0006】 另一方面，本發明提供一種用於一開關模式功率轉換器之一控制器，其包含一極限-谷值比率電路、一接通時間發生器以及一驅動電路。該極限-谷值比率電路被耦接以因應感測該開關模式功率轉換器之一開關之一開關電流而產生一比率訊號，該開關調整該開關模式功率轉換器之一輸出，其中該比率訊號表示該開關電流處於或超過一開關電流極限之一第一長度時間與該開關電流處於或低於一開關電流谷值之一第二長度時間之間的時間比率，該開關電流谷值為該開關電流極限之一部分。該接通時間產生器被耦接以因應接收該比率訊號而改變一開關接通時間訊號。該驅動電路被耦接以因應接收該開關接通時間訊號而將依驅動訊號輸出至該開關之一控制端。

【0007】 在參閱圖式及隨後描述之實施方式後，此技術領域具有通常知識者便可瞭解本發明之其他目的，以及本發明之技術手段及實施態樣。

【圖式簡單說明】

【0008】 參照以下圖式對本發明之非限制且非窮舉性的實施方案進行描述，除非另有說明，在各視圖中相似的圖式標記指代相似的部分。

【0009】

第1圖是根據本公開文本的一個實施方案、用於因應極限區段和谷值區段間的比率而判斷接通時間臨界值的一個示例性功率轉換器和控制器的功能框圖；

第2A圖是根據本公開文本的一個實施方案例示了第1圖之輸入電壓、開關電流和電感器電流的示例性波形的簡圖；

第2B圖是根據本公開文本的一個實施方案進一步例示了第2A圖的示例性開關電流和電感器電流的簡圖；

第2C圖是根據本公開文本的一個實施方案進一步例示了第2A圖的示例性開關電流和電感器電流的另一個簡圖；

第3圖是根據本公開文本的一個實施方案例示了第1圖之開關電流、電感器電流、極限訊號和谷值訊號的示例性波形的簡圖；

第4圖是根據本公開文本的一個實施方案因應極限區段和谷值區段間的比率而判斷接通時間臨界值的示例性方法的流程圖；

第5圖是根據本公開文本的一個實施方案用於因應極限區段和谷值區段間的比率而判斷接通時間臨界值的第1圖的示例性控制器的功能框圖；

第6圖是根據本公開文本的一個實施方案例示了第5圖的一個示例性查找地址表的圖表；

第7A圖是根據本公開文本的一個實施方案例示了示例性接通時間臨界值與第5圖的查找地址表的各種狀態的圖表；以及

第7B圖是根據本公開文本的一個實施方案例示了示例性接通時間臨界值和峰值輸入電壓值的圖表。

【實施方式】

【0010】 本文描述了功率轉換器、用於功率轉換器之控制器以及操作功率轉換器之方法的多個實施方案。在下面的描述中，闡述了許多具體細節以提供對實施方案的全面的理解。然而，所屬技術領域具有通常知識者將認識到，本文描述的技術可以不用一個或多個具體細節，或用其他方法、部件、材料等來實踐。在其他實例中，未示出或詳細描述眾所周知的結構、材料或操作以避免使某些方面模糊。

【0011】 整個說明書中提到的「一個實施方案」或「一實施方案」意味著結合該實施方案描述的特定的特徵、結構或特性包含在本發明的至少一個實施方案中。因此，在本說明書中多個位置出現的短語「在一個實施方案中」或「在一實施方案中」未必全部指代相同的實施方案。此外，特定的特徵、結構或特性可以在一個或多個實施方案中以任何適合的方式結合。

【0012】 功率轉換器和控制器可以被設計以使得功率因數最大化並且限制總諧波失真（**Total Harmonic Distortion ; THD**）。功率因數可以是關於輸入交流電流如何緊密接近於理想值的度量。換言之，功率因數是輸出功率除以均方根電流乘以均方根電壓的乘積。**THD**可以是功率轉換器的所有諧波分量的功率總和與基頻的功率的比值。

【0013】 如上提到的，功率轉換器可以利用開關透過能量傳遞元件提供輸出。因應功率轉換器之一個或多個參數，控制器可以控制開關的一個或多個參數（例如：接通時間、斷開時間、占空比或每單位時間的脈衝的數目）。在一個實施例中，帶有功率因數校正（**Power Factor Correction ; PFC**）的控制器可以運行在臨界導通模式。對於臨界導通模式，一旦能量傳遞元件中的電流已經大

致上接近零，開關就接通。在一個實施例中，當開關的接通時間達到接通時間臨界值或開關電流已經達到電流極限時，開關斷開。

【0014】 對於小的輸入電壓值，通常在開關電流已經達到電流極限之前達到接通時間臨界值。對於大的輸入電壓值，在接通時間已經達到接通時間臨界值之前開關電流通常已經達到電流極限。峰值開關電流的包絡形狀可以是三角形、梯形或矩形並且可以由接通時間臨界值、電流極限之一或二者部分地確定。例如：較低的電流極限可以導致矩形形狀包絡，而大的電流極限可以導致三角形形狀包絡。較長的接通時間臨界值可以導致較矩形形狀的包絡，而較短的接通時間臨界值可以導致三角形形狀包絡。在包絡形狀為較矩形時，可以傳送更大的輸出功率，但是THD可能會增加。

【0015】 峰值開關電流的包絡可以用峰值開關電流大致上等於電流極限的時間長度和峰值開關電流小於谷值極限的時間長度來表徵。在一個實施例中，谷值極限占電流極限一定百分比。峰值開關電流大致上等於電流極限的時間長度可以被稱為極限區段，而峰值開關電流小於谷值區段的时间長度可以被稱為谷值區段。相比於極限區段對谷值區段的較小比率，極限區段對谷值區段的較大比率可以對應於較大的功率傳送但是高的THD。本發明的實施例可以判斷極限區段和谷值區段間的比率。如果該比率高於某一數值，則接通時間臨界值可被減小。如果該比率小於該數值，則接通時間臨界值可被增加。如此一來，控制器控制開關使得極限區段與谷值區段的比率可被調整到該數值。

【0016】 第1圖例示了一個示例性功率轉換器100的功能框圖，該功率轉換器包含整流器104、輸入電容器（ C_{IN} ）108、輸入返回端111、功率開關110、能量傳遞元件112（例示為電感器L1）、續流（freewheel）二極管（D1）114、輸出電容器（ C_O ）116以及控制器120。控制器120還被例示為包含極限-谷值（limit-to-valley）比率電路175、開關接通時間產生器單元128以及驅動電路130。

極限-谷值比率電路175包含比較器122和比較器124，以及極限-谷值比率判斷模組126。第1圖中還例示了交流輸入電壓（ V_{AC} ）102、輸入電壓（ V_{IN} ）106、開關電流（ I_{SW} ）134、驅動訊號（ U_{DR} ）132、電感器電流（ I_L ）136、電感器電壓（ V_L ）137、輸出電壓（ V_O ）138、輸出電流（ I_O ）140、開關電流感測141、電感器感測訊號142、電流極限（ I_{LIM} ）144、谷值極限（ $X\% \cdot I_{LIM}$ ）146、極限訊號（ U_{LIM} ）148、谷值訊號（ U_{VALLEY} ）150、比率訊號（ U_R ）152以及接通時間臨界值（ U_{TON_M} ）154。功率轉換器100作為非隔離式降壓轉換器被耦接。然而，其他功率轉換器拓撲或配置也可以受益於本公開文本的教導。另外，雖然功率轉換器被例示為非隔離式功率轉換器（例如：直流電流能在功率轉換器100的輸入端和輸出端之間流動），但是應理解的是也可以使用隔離式功率轉換器。

【0017】 功率轉換器100從未經調節的輸入電壓（例如：交流輸入電壓（ V_{AC} ）102或輸入電壓（ V_{IN} ）106）將輸出功率提供給負載118。如示出的，整流器104接收並整流該交流輸入電壓（ V_{AC} ）102以產生輸入電壓（ V_{IN} ）106。輸入電容器（ C_{IN} ）108被耦接至整流器104並且過濾來自功率開關110的高頻電流。對於一些應用，輸入電容器（ C_{IN} ）108可以大到使輸入電壓（ V_{IN} ）106對於每個線路週期（line cycle）而言為基本直流電壓。然而，對於帶有功率因數校正（PFC）的功率源或對於驅動LED負載，小的輸入電容器（ C_{IN} ）108可以用於允許輸入電壓（ V_{IN} ）106大致隨著經整流的交流輸入電壓（ V_{AC} ）102。

【0018】 輸入電容器（ C_{IN} ）108耦接至功率開關110的一個端部。功率開關110的另一個端部耦接至能量傳遞元件（ $L1$ ）112和續流二極管（ $D1$ ）114。能量傳遞元件（ $L1$ ）112和續流二極管（ $D1$ ）114二者均耦接至輸出電容器（ C_O ）116。輸出被提供給負載118並且可以被設置為輸出電壓（ V_O ）138、輸出電流（ I_O ）140之一或者二者的組合。在一個實施例中，負載118可以包含LED、LED模組或者LED陣列。

【0019】 功率轉換器100還包含感測能量傳遞元件（ L_1 ）112並且提供電感器感測訊號142的電路，該電感器感測訊號142表示電感器電流（ I_L ）136及電感器電壓（ V_L ）137其中之一或者二者。功率轉換器100還可以包含感測開關電流（ I_{sw} ）134並且提供開關電流感測訊號141的電路，該開關電流感測訊號141表示開關電流（ I_{sw} ）134。具體而言，開關電流感測訊號141可以表示峰值開關電流（ I_{sw} ）134。電感器感測訊號142還可以表示開關電流（ I_{sw} ）134和/或峰值開關電流（ I_{sw} ）134。在示出的實施例中，當功率開關110導通時，電感器電流（ I_L ）136大致上等於開關電流（ I_{sw} ）134。控制器120被例示為接收電感器感測訊號142和開關電流感測訊號141二者，然而，所接收的開關電流感測訊號141可以是可選的，因為電感器感測訊號142還可以表示開關電流（ I_{sw} ）134。

【0020】 控制器120將驅動訊號 U_{DR} 132提供給功率開關110，以控制功率開關110的各種切換參數，從而控制能量從功率轉換器100的輸入端到輸出端的傳輸。該參數的實施例可以包含功率開關110的切換頻率、切換週期、占空比、相應的接通和斷開時間或者功率開關110每單位時間的脈衝數量。在一個實施例中，功率開關110可以是晶體管，例如金屬氧化物半導體場效應晶體管（MOSFET）。在另一個實施例中，控制器120可以被實現為單片積體電路，或者可以用分立的電子部件實現或者用分立部件和集成元件的組合實現。控制器120和功率開關110可以形成被製成混合積體電路或者單片積體電路之一的積體電路的一部分。

【0021】 控制器120還包含比較器122和比較器124、極限-谷值比率判斷模組126、開關接通時間產生器128以及驅動電路130。比較器122和比較器124被耦接以接收開關電流感測訊號141（分別在反相輸入端和非反相輸入端）。然而，電感器感測訊號142還可以表示開關電流（ I_{sw} ）134。如此一來，比較器122和比較器124可以接收電感器感測訊號142代替開關電流感測訊號141。如例示的，谷

值比較器122還接收谷值極限 ($X\% \cdot I_{LIM}$) 146，而極限比較器124接收電流極限 (I_{LIM}) 144（分別在非反相輸入端和反相輸入端）。在一個實施例中，谷值極限 ($X\% \cdot I_{LIM}$) 146可以是電流極限 (I_{LIM}) 144的某一百分比量。例如：谷值極限146可以是電流極限144的X%。在一個實施例中，谷值極限146可以是電流極限144的30%。谷值比較器122輸出谷值訊號 (U_{VALLEY}) 150，而極限比較器124輸出極限訊號 (U_{LIM}) 148。極限-谷值比率判斷模組126被耦接以接收谷值訊號 (U_{VALLEY}) 150和極限訊號 (U_{LIM}) 148，並且因應谷值訊號 (U_{VALLEY}) 150和極限訊號 (U_{LIM}) 148而輸出比率訊號 (U_R) 152。開關接通時間產生器128被耦接以接收比率訊號 (U_R) 152，並且因應比率訊號 (U_R) 152輸出接通時間臨界值 (U_{TON_M}) 154。如例示的，驅動電路130可以被耦接以接收接通時間臨界值 (U_{TON_M}) 154和電感器感測訊號142，並且可以因應接通時間臨界值 (U_{TON_M}) 154和電感器感測訊號142而輸出驅動訊號 (U_{DR}) 132。此外，驅動訊號 (U_{DR}) 132還可以被耦接以接收開關電流感測訊號141並對開關電流感測訊號141做出因應。開關110可以被耦接以在開關110的控制端（例如：閘極）接收驅動訊號 (U_{DR}) 132。

【0022】 在操作中，因應感測該開關110的開關電流 (I_{SW}) 134，極限-谷值比率電路175產生比率訊號 (U_R) 152。具體而言，比較器122和比較器124將開關電流 (I_{SW}) 134（由開關電流感測訊號141提供）與谷值極限 ($X\% \cdot I_{LIM}$) 146和電流極限 (I_{LIM}) 144比較。谷值訊號 (U_{VALLEY}) 150和極限訊號 (U_{LIM}) 148二者可以是帶有不同長度的邏輯高區段和邏輯低區段的矩形脈衝波形。在示出的實施例中，當峰值開關電流 (I_{SW}) 134小於谷值極限 ($X\% \cdot I_{LIM}$) 146時（被稱為谷值區段），谷值訊號 (U_{VALLEY}) 150是邏輯高，而當峰值開關電流 (I_{SW}) 134大於或等於電流極限 (I_{LIM}) 144時（被稱為極限區段），極限訊號 (U_{LIM}) 148是邏輯高。因此，谷值訊號 (U_{VALLEY}) 150可以表示峰值開關電流 (I_{SW}) 134

小於谷值極限 ($X\% \cdot I_{LIM}$) 146 的時間長度，而極限訊號 (U_{LIM}) 148 可以表示峰值開關電流 (I_{SW}) 134 大於或等於電流極限 (I_{LIM}) 144 的時間長度。

【0023】 極限-谷值比率判斷模組 126 判斷極限訊號 (U_{LIM}) 148 為邏輯高的時間長度和谷值訊號 (U_{VALLEY}) 150 為邏輯高的時間長度之間的比率 ($K:1$)。換言之，極限-谷值比率判斷模組 126 判斷峰值開關電流 (I_{SW}) 134 大於或等於電流極限 (I_{LIM}) 144 的時間長度和峰值開關電流 (I_{SW}) 134 小於谷值極限 ($X\% \cdot I_{LIM}$) 146 的時間長度之間的比率。所判斷的比率被作為比率訊號 (U_R) 152 輸出到開關接通時間產生器 128。因此，比率訊號 (U_R) 152 表示開關電流處於或超過開關電流極限的第一長度時間與開關電流處於或低於作為開關電流極限的一部分的開關電流谷值的第二長度時間之間的時間比率。此外，極限-谷值比率判斷模組 126 還可以判斷該比率是否高於或低於設定的值， $K:1$ 。輸出的比率訊號 (U_R) 152 還可以表明所判斷的比率是否大於或小於該設定的值， $K:1$ 。

【0024】 因應接收的比率訊號 (U_R) 152，開關接通時間產生器 128 可以增加或減小接通時間臨界值 (U_{TON_M}) 154。在一個實施例中，若判斷的比率大於設定的值， $K:1$ ，則可以減小接通時間臨界值 (U_{TON_M}) 154。若判斷的比率小於設定的值， $K:1$ ，則可以增加接通時間臨界值 (U_{TON_M}) 154。峰值開關電流 I_{SW} 134 的包絡可以由極限區段和谷值區段之間的比率表徵。與極限區段對谷值區段的較小比率相比，極限區段對谷值區段的較大比率可以對應於較大的功率傳送但是高的 THD。該比率可以被調整到設定的值， $K:1$ ，該設定的值可以由設計者選擇的預定值。如將進一步討論地，在一個實施例中，可以通過設置計時器計算的速度設置 K 值。在另一個實施例中， K 值可以被設置為一個臨界值。在另一個實施例中， K 值可以被儲存為數字。通過增加或減小接通時間臨界值 (U_{TON_M}) 154，可以調整極限區段和谷值區段之間的比率。例如，接通時間臨界值 (U_{TON_M}) 154 的增加可以導致極限區段和谷值區段之間的比率的增加，

而接通時間臨界值（ U_{TON_M} ）154的減小可以導致極限區段和谷值區段之間的比率的減小。

【0025】 因應接通時間臨界值（ U_{TON_M} ）154、電感器感測訊號142和開關電流感測訊號141，驅動電路130可以輸出驅動訊號（ U_{DR} ）132。驅動訊號（ U_{DR} ）132可以是具有不同長度的邏輯高區段和邏輯低區段的矩形脈衝波形。在一個實施例中，在驅動訊號（ U_{DR} ）132為邏輯高時，功率開關110接通並且反之亦然。控制器120可以在臨界模式下運行並且在能量傳遞元件（ $L1$ ）112上的能量大致為零時接通功率開關110。驅動電路130可以確定在電感器電流（ I_L ）136或電感器電壓（ V_L ）137大致為零時，能量傳遞元件（ $L1$ ）112上的能量大致為零。在一個實施例中，驅動電路可以在電感器電流（ I_L ）136或電感器電壓（ V_L ）137（由電感器感測訊號142提供）小於臨界值時，接通功率開關110。在感測的開關電流（ I_{sw} ）134（可以由電感器感測訊號142或開關電流感測訊號141提供）已經達到電流極限（ I_{LIM} ）144或功率開關110的接通時間已經到達接通時間臨界值（ U_{TON_M} ）154時，驅動電路130斷開功率開關110。這樣，增加或減小接通時間臨界值（ U_{TON_M} ）154可以調整極限區段和谷值區段間的比率。

【0026】 第2A圖例示了輸入電壓（ V_{IN} ）206、開關電流（ I_{sw} ）234和電感器電流（ I_L ）236的示例性波形的時序圖200。在第2A圖中還示出了電流極限（ I_{LIM} ）244、谷值極限（ $X\% \cdot I_{LIM}$ ）246、半線路週期（ T_{HL} ）256、包絡258和斜率（ m_1 ）260。輸入電壓（ V_{IN} ）206、開關電流（ I_{sw} ）234以及電感器電流（ I_L ）236、電流極限（ I_{LIM} ）244，以及谷值極限（ $X\% \cdot I_{LIM}$ ）246可以是相對於第1圖所討論的類似命名和編號的要素的一個實施例。關於第2B圖和第2C圖，還例示了窗口201和203。

【0027】 通常，交流輸入電壓 V_{AC} 是具有被稱為全線路週期 T_{FL} 的時段的正弦波形。數學上： $V_{AC} = V_P \sin(2\pi f_L t)$ ，其中， V_P 是交流輸入電壓 V_{AC} 的峰值電壓，

且 f_L 是交流輸入電壓 V_{AC} 的頻率。例示的輸入電壓（ V_{IN} ）206大致上是經整流的交流輸入電壓 V_{AC} ，或者數學上： $V_{IN}=|V_P \sin(2\pi f_L t)|$ 。應當理解的是，全線路週期 T_{FL} 是線路頻率 f_L 的倒數，或者數學上： $T_{FL}=\frac{1}{f_L}$ 。此外，半線路週期（ T_{HL} ）256是線路頻率兩倍的倒數，或者數學上： $T_{HL}=\frac{1}{2f_L}$ 。如例示的，輸入電壓（ V_{IN} ）206大致上接近零，並且半線路週期（ T_{HL} ）256可以是兩個隨後接近零交叉點之間的時間長度。

【0028】 開關電流（ I_{SW} ）234和電感器電流（ I_L ）236是基本三角波形，然而，由於開關電流（ I_{SW} ）234和電感器電流（ I_L ）236的開關頻率 f_{SW} 大於線路頻率 f_L 和兩倍的線路頻率 $2f_L$ ，它們被例示成細線。粗線表示包絡258，該包絡258由開關電流（ I_{SW} ）234和電感器電流（ I_L ）236的峰值允許值限定。進一步地，對於關於第1圖例示的功率轉換器100，在功率開關110接通並導通時，電感器電流（ I_L ）236大致等於開關電流（ I_{SW} ）234。

【0029】 示出的包絡258大致為梯形。然而，包絡還可以是矩形或三角形。如上面提到的，包絡258的形狀可以由電流極限（ I_{LIM} ）244和接通時間臨界值（ T_{ON_M} ）254的值表徵，如關於第2B圖和2C進一步例示的。例如：較低的電流極限（ I_{LIM} ）244可以導致矩形形狀的包絡，而大的電流極限（ I_{LIM} ）244可以導致三角形形狀的包絡。較長的接通時間臨界值（ T_{ON_M} ）254可導致較矩形形狀的包絡，而較短的接通時間臨界值（ T_{ON_M} ）254可導致三角形形狀的包絡。包絡258的形狀也可以由開關電流（ I_{SW} ）234或電感器電流（ I_L ）236的峰值大致等於電流極限（ I_{LIM} ）244的時間長度以及開關電流（ I_{SW} ）234或電感器電流（ I_L ）236的峰值小於谷值極限（ $X\% \cdot I_{LIM}$ ）246的時間長度來表徵。進一步地，包絡258可以具有包絡大致不變的區段、包絡大致以斜率（ m_1 ）260增長的區段或者包絡大致減小的區段。在一個實施例中，包絡大致以斜率 $-m_1$ 減小。

【0030】 第2B圖例示了對於第2A圖中窗口201的開關電流 (I_{sw}) 234和電感器電流 (I_L) 236。在包絡258增加或減小時，控制器可以運行在恆定的接通模式。功率開關接通，並且開關電流 (I_{sw}) 234和電感器電流 (I_L) 236增加。對於第1圖中例示的功率轉換器，開關電流 (I_{sw}) 234和電感器電流 (I_L) 236增加的速率與輸入電壓 V_{IN} 和輸出電壓 V_O 間的差是成正比的。對於示出的示例性窗口 201，在開關電流 (I_{sw}) 234和電感器電流 (I_L) 236達到電流極限 (I_{LIM}) 244前，達到接通時間臨界值 (T_{ON_M}) 254。這在某種程度上是由於輸入電壓 (V_{IN}) 206 的值。這樣，功率開關110的接通時間大致等於接通時間臨界值 (T_{ON_M}) 254。

【0031】 一旦開關斷開，開關電流 (I_{sw}) 234大致等於零，並且電感器電流 (I_L) 236開始下降。對於運行在臨界導通模式的功率轉換器和控制器，一旦能量傳遞元件中沒有能量，功率開關接通。如第2B圖中所示的，一旦電感器電流 (I_L) 236達到零並且開關電流 (I_{sw}) 234和電感器電流 (I_L) 236再次開始增加，功率開關接通。對於第2B圖，斷開時間 (T_{OFF}) 261是電感器電流 (I_L) 236大致達到零所花費的時間量。電感器電流減小的速率部分原因在於輸出電壓 V_O 的值。切換期間 (T_{sw}) 257被例示為功率開關的接通時間 T_{ON} (大致上等於接通時間臨界值 (T_{ON_M}) 254) 和斷開時間 (T_{OFF}) 261的總和。切換期間 (T_{sw}) 257遠短於半線路週期 (T_{HL}) 256。類似地，對於包絡258減小的部分，功率開關的接通時間大致等於接通時間臨界值 (T_{ON_M}) 254。

【0032】 開關電流 (I_{sw}) 234和電感器電流 (I_L) 236的峰值的包絡258被例示為以斜率 (m_1) 260增加。斜率 (m_1) 260的值與接通時間臨界值 (T_{ON_M}) 254成正比。在一個實施例中，斜率 (m_1) 260隨著接通時間臨界值 (T_{ON_M}) 254 的增加而增加。如上所述，在一個實施方案中，因應開關電流 (I_{sw}) 234或電感器電流 (I_L) 236的峰值大致等於電流極限 (I_{LIM}) 244的時間長度與開關電流 (I_{sw}) 234或電感器電流 (I_L) 236小於谷值極限 ($X\% \cdot I_{LIM}$) 246的時間長度之間的比率，

接通時間臨界值 (T_{ON_M}) 254 的值可以變化。例如：如果該比率大於設定的值 K ，可以減小接通時間臨界值 (T_{ON_M}) 254，並且如果該比率小於設定的值 K ，可以增加接通時間臨界值 (T_{ON_M}) 254。

【0033】 第2C圖例示了對於第2A圖中的窗口203的開關電流 (I_{SW}) 234和電感器電流 (I_L) 236。在包絡258大致等於電流極限 (I_{LIM}) 244時，控制器可以運行在恆定電流模式。第2C圖中示出的開關電流 (I_{SW}) 234和電感器電流 (I_L) 236的特徵與第2B圖中示出的開關電流 (I_{SW}) 234和電感器電流 (I_L) 236的特徵類似，然而，在達到接通時間臨界值 (T_{ON_M}) 254之前，開關電流 (I_{SW}) 234和電感器電流 (I_L) 236達到電流極限 (I_{LIM}) 244。這樣，接通時間 (T_{ON}) 262小於接通時間臨界值 (T_{ON_M}) 254。這部分原因是由於輸入電壓 (V_{IN}) 206的值。輸入電壓 (V_{IN}) 206的值越大，越可能在接通時間臨界值 (T_{ON_M}) 254之前達到電流極限 (I_{LIM}) 244。

【0034】 第3圖例示了開關電流 (I_{SW}) 334、電感器電流 (I_L) 336、極限訊號 (U_{LIM}) 348 以及谷值訊號 (U_{VALLEY}) 350的示例性波形的時序圖300。第3圖中還示出了電流極限 (I_{LIM}) 344、谷值極限 ($X\% * I_{LIM}$) 346、包絡358、斜率 (m_1) 360、極限區段 (T_{LIM}) 349以及谷值區段 (T_{VLY}) 351。開關電流 (I_{SW}) 334、電感器電流 (I_L) 336、極限訊號 (U_{LIM}) 348、谷值訊號 (U_{VALLEY}) 350、電流極限 (I_{LIM}) 344、谷值極限 ($X\% * I_{LIM}$) 346、包絡358、斜率 (m_1) 360、極限區段 (T_{LIM}) 349以及谷值區段 (T_{VLY}) 351可以是關於第1圖、第2A圖、第2B圖和第2C圖討論的類似命名和編號的元件的一個實施例。

【0035】 可以從第1圖中例示的比較器124和比較器122輸出極限訊號 (U_{LIM}) 348和谷值訊號 (U_{VALLEY}) 350。如上所述，比較器122和124將開關電流 (I_{SW}) 334（或者可選的電感器電流 (I_L) 336）的峰值與谷值極限 ($X\% * I_{LIM}$) 346和電流極限 (I_{LIM}) 344比較。在示出的實施例中，在開關電流 (I_{SW}) 334（或

者可選的電感器電流 (I_L) 336) 的峰值大致等於電流極限 (I_{LIM}) 344時，極限訊號 (U_{LIM}) 348為邏輯高。極限訊號 (U_{LIM}) 348為邏輯高的時間長度可以被稱為極限區段 (T_{LIM}) 349。或者換言之，極限區段 (T_{LIM}) 349可以是開關電流 (I_{SW}) 334的峰值大致等於電流極限 (I_{LIM}) 344的時間長度。在示出的實施例中，當峰值開關電流 (I_{SW}) 334 (或者可選的電感器電流 (I_L) 336) 小於谷值極限 ($X\% * I_{LIM}$) 346時，谷值訊號 (U_{VALLEY}) 350為邏輯高。谷值訊號 (U_{VALLEY}) 350為邏輯高的時間長度可以被稱為谷值區段 (T_{VLY}) 351。或者換言之，谷值區段 (T_{VLY}) 351可以是峰值開關電流 (I_{SW}) 334小於谷值極限 ($X\% * I_{LIM}$) 346的時間長度。

【0036】 斜率 ($m1$) 360可以與極限區段 (T_{LIM}) 349和谷值區段 (T_{VLY}) 351間的比率成正比，並且斜率 ($m1$) 360還可以與接通時間臨界值 T_{ON_M} 成正比。如一來，接通時間臨界值 T_{ON_M} 可以與極限區段 (T_{LIM}) 349和谷值區段 (T_{VLY}) 351之間的比率成正比。示例性實施方案可以確定極限區段 (T_{LIM}) 349和谷值區段 (T_{VLY}) 351間的比率以及改變接通時間臨界值 (T_{ON_M})。如果該比率大於設定的值 K ，可以減小接通時間臨界值 (T_{ON_M}) 254，且反之亦然，並且極限區段 (T_{LIM}) 349和谷值區段 (T_{VLY}) 351的比率可以被調整到該設定的值。

【0037】 第4圖是根據本公開文本的一個實施方案例示了因應極限區段 T_{LIM} 和谷值區段 T_{VLY} 之間的比率而判斷接通時間臨界值 T_{ON_M} 的示例性流程400的流程圖。過程塊的一些或全部在流程400中出現的順序不應被視為限制性的。當然，得益於本公開文本的所屬技術領域中具有通常知識者將明瞭，一些流程步驟可以以未例示的多種順序執行，或者甚至並行執行。

【0038】 該流程400始於步驟405，在步驟405中為電流半線路週期 T_{HL} 判斷峰值開關電流 I_{SW} 大於或等於電流極限 I_{LIM} 的時間長度，該時間長度也被稱為極限區段 T_{LIM} 。在步驟410中，為電流半線路週期 T_{HL} 判斷峰值開關電流 I_{SW} 小於或等

於谷值極限 $X\% \cdot I_{LIM}$ 的時間長度，該時間長度也被稱為谷值區段 T_{VLY} 。在下一個步驟415中，判斷在極限區段 T_{LIM} 與谷值區段 T_{VLY} 之間的比率（UR）。

【0039】 該過程繼續到步驟420，在該步驟420中判斷該比率（UR）是否大於設定的值K:1。如果該比率（UR）大於設定的值K:1，則該過程繼續到步驟425，並且對於下一個半線路週期 T_{HL} ，減小接通時間臨界值 T_{ON_M} 。一旦減小接通時間臨界值 T_{ON_M} ，該過程返回至步驟405。

【0040】 然而，如果該比率（UR）不大於設定的值K:1，該過程繼續到步驟430。在步驟430，判斷該比率（UR）是否小於設定的值K:1。如果該比率（UR）小於設定的值K:1，該過程繼續到步驟435，並且對於下一個半線路週期 T_{HL} ，增加接通時間臨界值 T_{ON_M} 。一旦增加接通時間臨界值 T_{ON_M} ，該過程返回至步驟405。

【0041】 第5圖例示了一個示例性控制器500，該控制器500包含比較器522和比較器524、比率判斷電路526（例示為計數器526）、接通時間產生器528以及驅動電路530。接通時間產生器528被示出為包含查找表566和數位至類比轉換器（DAC）568。驅動電路530被示出為包含接通時間觸發器電路570、比較器572和比較器574、或閘576、S-R門鎖器578以及電容器582。第5圖中還例示了驅動訊號（ U_{DR} ）532、開關電流感測訊號541、電感器感測訊號542、電流極限（ I_{LIM} ）544、谷值極限（ $X\% \cdot I_{LIM}$ ）546、極限訊號（ U_{LIM} ）548、谷值訊號（ U_{VALLEY} ）550、比率訊號（ U_R ）552、接通時間臨界值（ U_{TON_M} ）554、半線路週期（ T_{HL} ）556、時脈訊號 T_{CLK} 以及參考電壓（ V_{REF} ）580。

【0042】 在一個實施例中，控制器500運行在臨界模式並且在能量傳遞元件上的能量大致為零時使功率開關接通。驅動電路530被例示為包含接通時間觸發器電路570，該接通時間觸發器電路570接收電感器感測訊號542，並且判斷在電感器電流 I_L 大致等於零或者電感器電壓 V_L 小於臨界值時能量傳遞元件L1上的

能量是否大致為零。如例示的，驅動電路530還包含門鎖器578，該門鎖器578被耦接以（在S輸入）接收接通時間觸發器電路570的輸出並且輸出驅動訊號（ U_{DR} ）532。在運行中，在接通時間觸發器電路570判斷能量傳遞元件L1上的能量大致為零時，設置門鎖器578，並且驅動訊號（ U_{DR} ）532轉變到邏輯高值且使功率開關接通。

【0043】 因應開關電流感測訊號541或接通時間臨界值（ U_{TON_M} ）554，可以重置門鎖器578以使功率開關斷開。驅動電路包含比較器572和574。比較器572被耦接以接收開關電流感測訊號541（在非反相輸入端）和電流極限（ I_{LIM} ）544（在反相輸入端）。比較器574被耦接以接收接通時間臨界值（ U_{TON_M} ）554（在非反相輸入端）和參考電壓（ V_{REF} ）580（在反相輸入端）。比較器572和比較器574的輸出被耦接到或閘576的輸入端。或閘576的輸出被門鎖器578接收（在R輸入端）。在感測的開關電流 I_{sw} （其可以由電感器感測訊號542或開關電流感測訊號541提供）已經達到電流極限（ I_{LIM} ）544或者功率開關的接通時間已經達到接通時間臨界值（ U_{TON_M} ）554時，驅動電路530使功率開關斷開。在第5圖例示的實施例中，在開關電流感測訊號541提供的感測的開關電流 I_{sw} 已經達到電流極限（ I_{LIM} ）544時，或者在接通時間臨界值（ I_{TON_M} ）554的電流訊號已經達到參考電壓（ V_{REF} ）580時，重置門鎖器578。

【0044】 如例示的，驅動電路530還包含電容器582和返回端511。電容器582被耦接到比較器574的非反相輸入端和返回端511。在一個實施例中，由驅動電路530接收的接通時間臨界值（ I_{TON_M} ）554可以是電流訊號。電容器582充電的速度部分地由接通時間臨界值（ I_{TON_M} ）554的電流訊號值決定。該值越大，電容器582充電的速度越快，並且電容器582兩端的電壓越快達到參考電壓（ V_{REF} ）580且門鎖器578越快被重置。這樣，接通時間臨界值（ I_{TON_M} ）554的較大電流訊號值導致功率開關的較短的接通時間臨界值，並且反之亦然。換言之，電容

器582兩端的電壓達到參考電壓（ V_{REF} ）580所用的時間大致為接通時間臨界值。如此一來，接通時間臨界值（ I_{TON_M} ）554的電流訊號表示接通時間臨界值，因為電流訊號554的值決定電容器582兩端的電壓達到參考電壓（ V_{REF} ）580所用的時間長度。電容器582兩端的電壓達到參考電壓（ V_{REF} ）580表明已經達到接通時間臨界值（ T_{ON_M} ），並且比較器574的輸出大致為邏輯高，這使得門鎖器578重置且使得功率開關斷開。

【0045】 接通時間臨界值（ I_{TON_M} ）554的電流訊號值（以及同樣地，接通時間臨界值）可以通過比較該極限區段和谷值區段之間的比率來判斷。控制器500還包含比較器522和比較器524以及極限-谷值比率判斷單元526。比較器522和比較器524被耦接以接收開關電流感測訊號541（分別在反相輸入端和非反相輸入端）。儘管，應當理解的是電感器感測訊號542還可以表示開關電流（ I_{sw} ）134，並且比較器522和比較器524可以接收電感器感測訊號542。與上面類似，比較器522和比較器524分別在非反相輸入端和反相輸入端接收谷值極限（ $X\%I_{LIM}$ ）546和電流極限（ I_{LIM} ）544。比較器522的輸出可以被稱為谷值訊號（ U_{VALLEY} ）550並且表示峰值開關電流 I_{sw} 小於谷值極限（ $X\%I_{LIM}$ ）546的時間量。比較器524的輸出可以被稱為極限訊號（ U_{LIM} ）548並且可以表示峰值開關電流 I_{sw} 達到電流極限（ I_{LIM} ）544的時間量。

【0046】 第5圖中示出的極限-谷值比率判斷單元526可以被示例為M位元計數器526。該計數器526具有被示例為BM、BM-1、... B2、B1位元的內部計數，其中BM為最高有效位元（MSB），B1為最低有效位元（LSB）。在示出的實施例中，計數器526在它的上輸入端（U）接收谷值訊號（ U_{VALLEY} ）550，在它的下輸入端（D）接收極限訊號 U_{LIM} 548。當在其下輸入端（D）接收邏輯高值時計數器526減小其內部計數，當在其上輸入端（U）接收邏輯高值時，該計數器增加其內部計數。換言之，當谷值訊號（ U_{VALLEY} ）550為邏輯高時計數器526增

加其內部計數，當極限訊號（ U_{LIMIT} ）548為邏輯高時，該計數器減小它的內部計數。在一個實施例中，計數器526的內部計數被預先設置/重置為計數器526的總值的一半。對於8位元的計數器的一個實施例，計數器將被預先設置/重置到128使得一個向上計數或一個向下計數會切換8位元計數器的MSB。

【0047】 計數器526增加和減小其內部值的速度由在計數器的時脈輸入端接收的時脈訊號564控制。時脈訊號564可以具有增加至邏輯高值並快速降至邏輯低值的脈衝波形。前沿之間的時間可以為時脈訊號564的頻率。在示出的實施例中，時脈訊號564可以有兩個頻率，時脈頻率 f_{CLK} 和劃分的時脈頻率 f_{CLK}/K 。在頻率大致為時脈頻率 f_{CLK} 時，前沿之間的時間為時脈週期 T_{CLK} 。在頻率大致為劃分的時脈頻率 f_{CLK}/K 時，前沿之間的時間為時脈週期 T_{CLK} 的倍數 $K * T_{CLK}$ 。 K 的值可以大致為極限訊號（ U_{LIM} ）548和谷值訊號（ U_{VALLEY} ）550間期望的比率。

【0048】 在一個實施例中，在谷值訊號（ U_{VALLEY} ）550為邏輯高時，時脈訊號564的頻率大致為時脈頻率 f_{CLK} ，並且在極限訊號 U_{LIM} 548為邏輯高時，時脈訊號564的頻率大致為劃分的時脈頻率 f_{CLK}/K 。這樣，計數器526增加的速度比計數器526減小的速度快 K 倍。在計數器重置輸入端接收的半線路週期（ T_{HL}/f_{HL} ）556結束時，計數器526重置。將MSB BM作為比率訊號（ U_R ）552從計數器526輸出。如果極限訊號（ U_{LIM} ）548和谷值訊號（ U_{VALLEY} ）550之間的比率大於比率 K （並且由此計數器526向下計數多於向上計數），則位元BM（並且因此比率訊號（ U_R ）552）為邏輯低。如果極限訊號（ U_{LIM} ）548和谷值訊號（ U_{VALLEY} ）550之間的比率小於比率 K （並且由此計數器向上計數多於向下計數），則位元BM（並且因此比率訊號（ U_R ）552）為邏輯高。如上所述，計數器526的內部計數被預設/重置為計數器526的總值的一半，使得在極限訊號（ U_{LIM} ）548和谷值訊號（ U_{VALLEY} ）550之間的比率高於或低於 K 時，切換MSB BM。

【0049】 開關接通時間產生器528被例示為包含查找表566和DAC 568。開關接通時間產生器528可以因應接收的比率訊號（ U_R ）552而增加或減小接通時間臨界值。對於示出的實施例，查找表566可以儲存接通時間臨界值的值。每個儲存的值與查找表566的地址（或狀態）相關聯（或對應）。可以在查找表566的更新輸入端接收比率訊號（ U_R ）552。查找表566所處的地址（或狀態）可以通過比率訊號（ U_R ）552被更新。在一個實施例中，比率訊號（ U_R ）552的邏輯高值（表明極限訊號（ U_{LIM} ）548和谷值訊號（ U_{VALLEY} ）550之間的比率小於比率 K ）可以觸發查找表566增加狀態，並且因此增加接通時間臨界值的值。比率訊號（ U_R ）552的邏輯低值（表明極限訊號（ U_{LIM} ）548和谷值訊號（ U_{VALLEY} ）550之間的比率大於比率 K ）可以觸發查找表566減小狀態，並且因此減小接通時間臨界值的值。將接通時間臨界值的數字表示作為訊號 U_{DTON} 輸出至DAC 568。

【0050】 在示出的圖中，DAC 568接收該訊號 U_{DTON} 並且輸出表示接通時間臨界值的電流訊號（ I_{TON_M} ）554。對於示出的實施例，接通時間臨界值的電流訊號（ I_{TON_M} ）554的較大值導致功率開關的較短的接通時間臨界值，並且反之亦然。換言之，電容器582兩端的電壓達到參考電壓（ V_{REF} ）580所用的時間大致為接通時間臨界值。這樣，因為電流訊號554的值決定電容器582兩端的電壓達到參考電壓（ V_{REF} ）580所用的時間長度，接通時間臨界值的電流訊號（ I_{TON_M} ）554代表接通時間臨界值。電容器582兩端的電壓達到參考電壓（ V_{REF} ）580表明已經達到接通時間臨界值 T_{ON_M} ，並且比較器574的輸出大致為邏輯高，這使得門鎖器578重置且使功率開關斷開。

【0051】 第6圖例示了一個示例性查找表685，該查找表可以為第5圖中示出的查找表566的一個實施例。在地址0，接通時間臨界值的值可以表示為 $U_{TON_M}(0)$ 。在地址1，接通時間臨界值的值可以為接通時間臨界值在前一地址（地址0）的值和接通時間臨界值在前一地址的值的一百分比（ $Z\%$ ）的和，或者換

言之： $U_{TON_M}(1) = U_{TON_M}(0) + Z\%U_{TON_M}(0)$ 。在一個實施例中，百分比 Z 可以大致等於二。對於地址的每次增加，與電流地址相關聯的接通時間臨界值的值可以是接通時間臨界值在前一地址的值和接通時間臨界值在前一地址的值的一百分比（ $Z\%$ ）的和，或者說： $U_{TON_M}(n) = U_{TON_M}(n-1) + Z\%U_{TON_M}(n-1)$ 。這樣，在一個實施例中，狀態間的變化可能不是恆定的。在另一實施例中，狀態間的變化可以是恆定的。

【0052】 第7A圖是例示了具有一個示例性查找地址表的各種狀態的接通時間臨界值的一個示例性波形的圖表700。如所例示的，當地址/狀態增加時，接通時間臨界值754增加。另外，示出的接通時間臨界值754的波形是非線性的。第7B圖示出了一個圖表701，該圖表701例示了接通時間臨界值754可以如何隨功率轉換器接收的峰值輸入電壓（ V_{IN_PEAK} ）706而變化。當峰值輸入電壓（ V_{IN_PEAK} ）706增加時，由控制器判斷的接通時間臨界值754可以減小。

【0053】 對本發明的例示實施例的上述描述，包含摘要中描述的內容，不意在對公開的確切形式的窮舉或限制。雖然出於例示的目的在此描述了本發明的具體實施方案和實施例，但是在不背離本發明的更廣泛的精神和範圍的情況下，各種等同修改都是可能的。事實上，能理解的是，具體的示例性電壓、電流、頻率、功率範圍值、時間等都被提供用於解釋的目的，並且也可以在根據本發明的教導的其他實施方案和實施例中採用其他值。

【0054】 與計算機軟體和硬體相關對以上解釋的過程進行了描述。所描述的技術可以包含在有形的或非暫時性機器（例如：計算機）可讀儲存介質內具有的機器可執行指令，當由機器執行該指令時，將導致機器執行所描述的操作。此外，該過程可以在硬體中實施，該硬體例如專用積體電路（ASIC）或其他。

【0055】 有形的非暫時性機器可讀儲存介質包含以由機器（如計算機、網絡設備、個人數字助理、製造工具、一組一個或多個處理器等任何設備）可訪

問的形式提供（即儲存）信息的任何機制。例如：機器可讀儲存介質包含可記錄/不可記錄媒介（例如：只讀儲存器（**ROM**）、隨機存取儲存器（**RAM**）、磁盤儲存介質、光儲存介質，閃存設備等）。

【0056】 本發明例示的實施方案的上述描述，包含摘要中描述的內容，不意在為窮舉性的或將本發明限制為所公開的確切形式。如所屬技術領域中具有通常知識者將認識到的，雖然出於例示的目的在此描述了本發明的具體實施方案和實施例，但是在不背離本發明的更廣泛的精神和範圍的前提下，各種等同修改都是可能的。

【0057】 得益於上述詳細描述，可以對本發明做出這些修改。在隨附請求項中使用的術語不應被解釋為將本發明限制到說明書中公開的具體實施方案。相反，本發明的範圍完全由隨附的請求項決定，而請求項應根據既定的請求項解釋的原則進行解釋。

【符號說明】

【0058】

- 100：功率轉換器
- 102：交流輸入電壓
- 104：整流器
- 106：輸入電壓
- 108：輸入電容器
- 110：開關
- 111：輸入返回端
- 112：能量傳遞元件
- 114：續流二極管
- 116：輸出電容器

- 118：負載
- 120：控制器
- 122：比較器
- 124：比較器
- 126：比率判斷模組
- 128：開關接通時間產生器單元
- 130：驅動電路
- 132：驅動訊號
- 134：開關電流
- 136：電感器電流
- 137：電感器電壓
- 138：輸出電壓
- 140：輸出電流
- 141：開關電流感測
- 142：電感器感測訊號
- 144：電流極限
- 146：谷值極限
- 148：極限訊號
- 150：谷值訊號
- 152：比率訊號
- 154：接通時間臨界值
- 175：極限-谷值比率電路
- 200：時序圖
- 201：窗口

203：窗口

206：輸入電壓

234：開關電流

236：電感器電流

244：電流極限

246：谷值極限

254：接通時間臨界值

256：半線路週期

257：切換期間

258：包絡

260：斜率

261：斷開時間

262：接通時間

300：時序圖

334：開關電流

336：電感器電流

344：電流極限

346：谷值極限

348：極限訊號

349：極限區段

350：谷值訊號

351：谷值區段

358：包絡

360：斜率

400：流程

405、410、415、420、425、430、435：步驟

500：控制器

511：返回端

522：比較器

524：比較器

526：極限-谷值比率判斷單元

528：接通時間產生器

530：驅動電路

532：驅動訊號

541：開關電流感測訊號

542：電感器感測訊號

544：電流極限

546：谷值極限

548：極限訊號

550：谷值訊號

552：比率訊號

554：接通時間臨界值

556：半線路週期

564：時脈訊號

566：查找表

568：數位至類比轉換器

570：接通時間觸發器電路

572：比較器

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種開關模式功率轉換器，包含：

一開關；

一能量傳遞元件，耦接至該開關；以及

一控制器，耦接至該開關，用以調整該開關模式功率轉換器之一輸出，

其中該控制器包含：

一極限-谷值比率電路，被耦接以因應感測該開關之一開關電流而產生一比率訊號，其中該比率訊號表示該開關電流處於或超過一開關電流極限之一第一長度時間與該開關電流處於或低於一開關電流谷值之一第二長度時間之間之一時間比率，該開關電流谷值為該開關電流極限之一部分；

一接通時間產生器，被耦接以因應接收該比率訊號而改變一開關接通時間訊號；以及

一驅動電路，被耦接以因應接收該開關接通時間訊號而將一驅動訊號輸出至該開關之一控制端。

【第2項】如請求項1該之開關模式功率轉換器，其中該極限-谷值比率電路包含：

一極限比較器，被耦接以在該開關電流處於或超過該開關電流極限時輸出一極限訊號；

一谷值比較器，被耦接以在該開關電流處於或低於該開關電流谷值時輸出一谷值訊號；以及

一計數器，被耦接以因應該谷值訊號而增加該計數器之一計數，並且因應該極限訊號而減小該計數，其中該計數器輸出該計數之一最高有效位元（Most-Significant-Bit；MSB）作為該比率訊號。

【第3項】如請求項2該之開關模式功率轉換器，其中該計數之增加和減小由一時脈訊號控制，並且其中在該谷值比較器輸出該谷值訊號時，該時脈訊號之一頻率係一第一頻率，並且在該極限比較器輸出該極限訊號時，該時脈訊號之該頻率係一第二頻率。

【第4項】如請求項3該之開關模式功率轉換器，其中該時脈訊號之該第一頻率與該時脈訊號之該第二頻率之一頻率比率驅使該時間比率朝著該頻率比率。

【第5項】如請求項1該之開關模式功率轉換器，其中該驅動電路更被耦接以因應感測該開關電流而產生該驅動訊號。

【第6項】如請求項1該之開關模式功率轉換器，其中該驅動電路被耦接以感測儲存在該能量傳遞元件中之一能量，並且其中該驅動電路用以在一臨界導通模式下運行，在該臨界導通模式下，該開關僅在該能量傳遞元件中之該能量達到零時透過該驅動訊號被致能。

【第7項】如請求項6該之開關模式功率轉換器，其中該驅動電路包含一門鎖器及一接通時間觸發器，該接通時間觸發器被耦接以感測通過該能量傳遞元件之一電流，該接通時間觸發器被耦接以在通過該能量傳遞元件之該電流達到零時設置該門鎖器，並且其中該驅動訊號在該門鎖器之一輸出端上。

【第8項】如請求項1該之開關模式功率轉換器，其中該接通時間產生器包含一查找表，該查找表被耦接以因應接收該比率訊號而增加或減小該查找表之一狀態，其中該接通時間產生器因應該查找表之該狀態而輸出一模擬值。

【第9項】 如請求項8該之開關模式功率轉換器，其中該查找表之該狀態對應於與一前一狀態對應之一前一模擬值及該前一模擬值之一百分比之一總和。

【第10項】 如請求項1該之開關模式功率轉換器，其中該驅動電路包含一門鎖器，該門鎖器被耦接以輸出該驅動訊號，其中該驅動電路被配置成因應（1）該開關電流達到該開關電流極限及（2）該開關接通時間訊號達到一接通時間臨界值中至少其中之一而重置該門鎖器。

【第11項】 一種用於開關模式功率轉換器之一控制器，包含：

一極限-谷值比率電路，被耦接以因應感測該開關模式功率轉換器之一開關之一開關電流而產生一比率訊號，該開關調整該開關模式功率轉換器之一輸出，其中該比率訊號表示該開關電流處於或超過一開關電流極限之一第一長度時間與該開關電流處於或低於一開關電流谷值之一第二長度時間之間之一時間比率，該開關電流谷值為該開關電流極限之一部分；

一接通時間產生器，被耦接以因應接收該比率訊號而改變一開關接通時間訊號；以及

一驅動電路，被耦接以因應接收該開關接通時間訊號而將一驅動訊號輸出至該開關之一控制端。

【第12項】 如請求項11該之控制器，其中該極限-谷值比率電路包含：

一極限比較器，被耦接以在該開關電流處於或超過該開關電流極限時輸出一極限訊號；

一谷值比較器，被耦接以在該開關電流處於或低於該開關電流谷值時輸出一谷值訊號；以及

一計數器，被耦接以因應該谷值訊號而增加該計數器之一計數，並且因應該極限訊號而減小該計數，其中該計數器輸出該計數之一最高有效位元（Most-Significant-Bit；MSB）作為該比率訊號。

【第13項】如請求項12該之控制器，其中該計數之增加和減小由一時脈訊號控制，並且其中在該谷值比較器輸出該谷值訊號時，該時脈訊號之一頻率係一第一頻率，並且在該極限比較器輸出該極限訊號時，該時脈訊號之該頻率係一第二頻率。

【第14項】如請求項13該之控制器，其中該時脈訊號之該第一頻率與該時脈訊號之該第二頻率之一頻率比率驅使該時間比率朝著該頻率比率。

【第15項】如請求項11該之控制器，其中該驅動電路更被耦接以因應感測該開關電流而產生該驅動訊號。

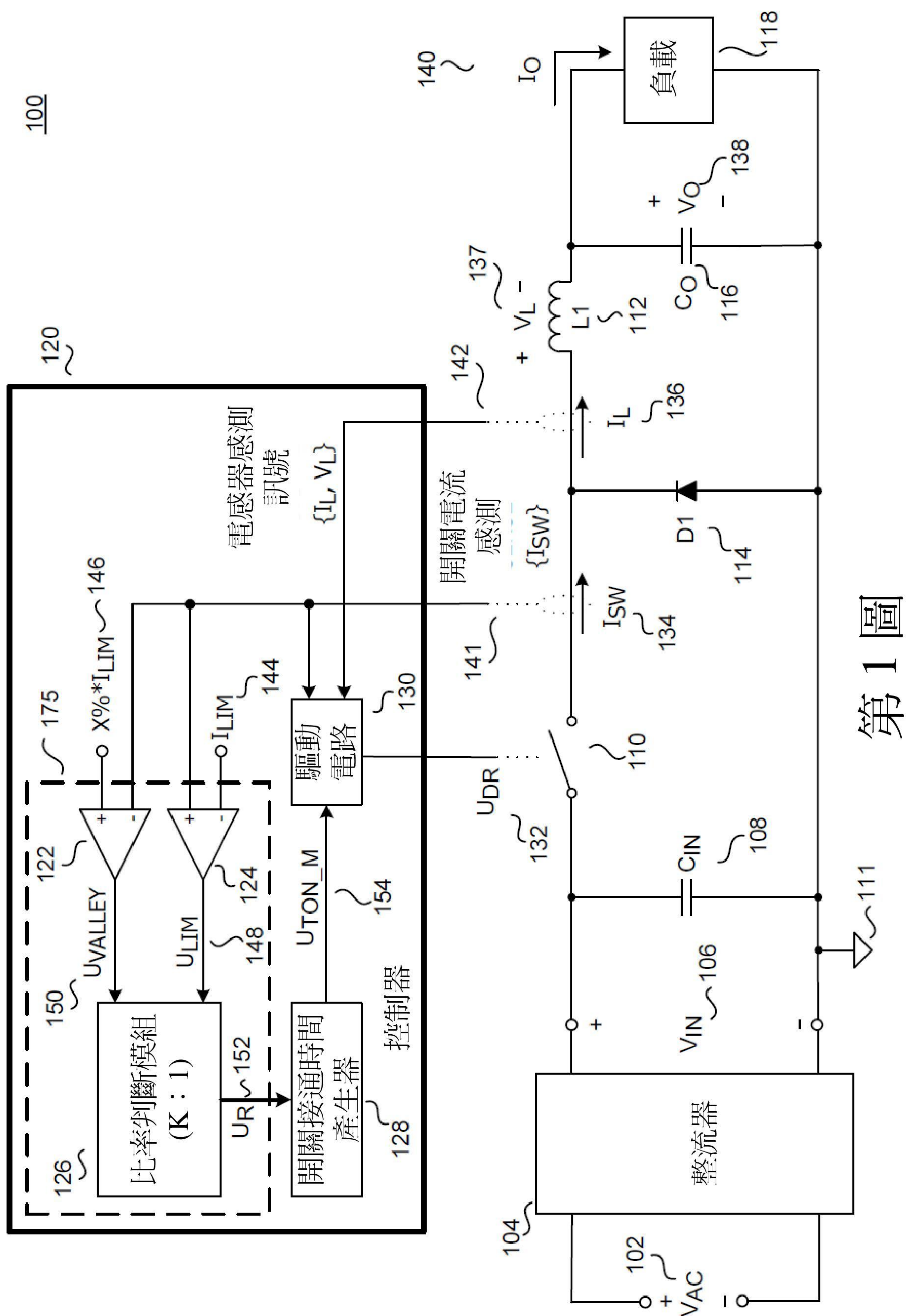
【第16項】如請求項11該之控制器，其中該驅動電路被耦接以感測儲存在該開關模式功率轉換器之一能量傳遞元件中之一能量，並且其中該驅動電路用以在一臨界導通模式下運行，在該臨界導通模式下，該開關僅在該能量傳遞元件中之該能量達到零時透過該驅動訊號被致能。

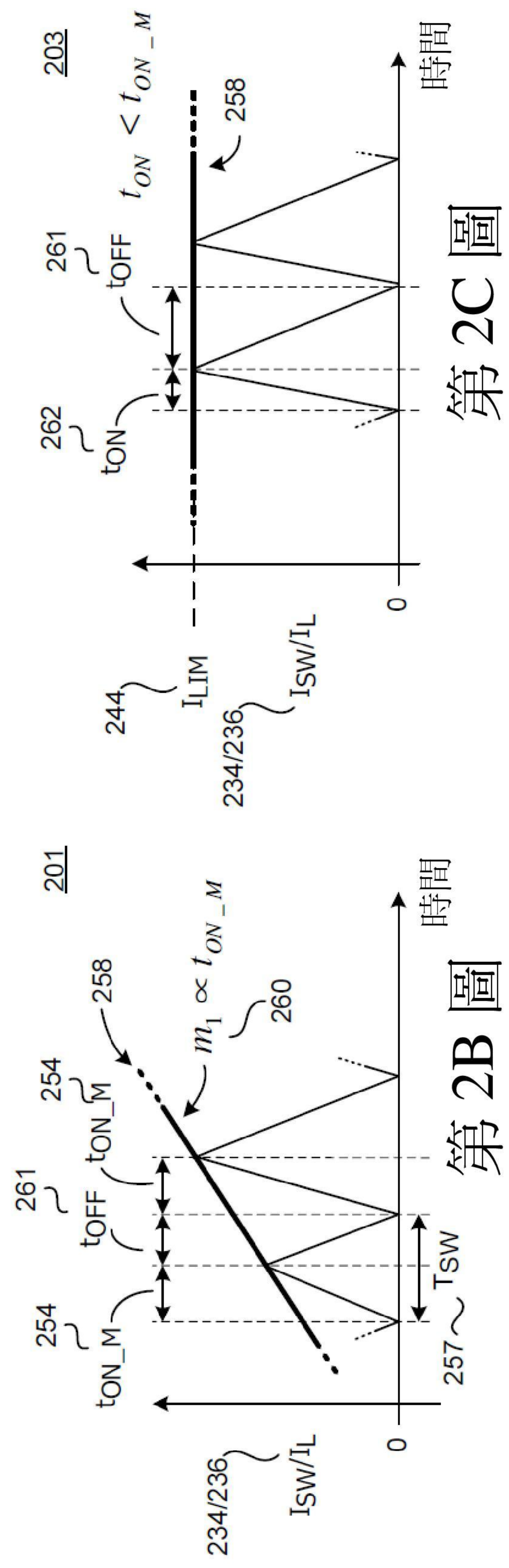
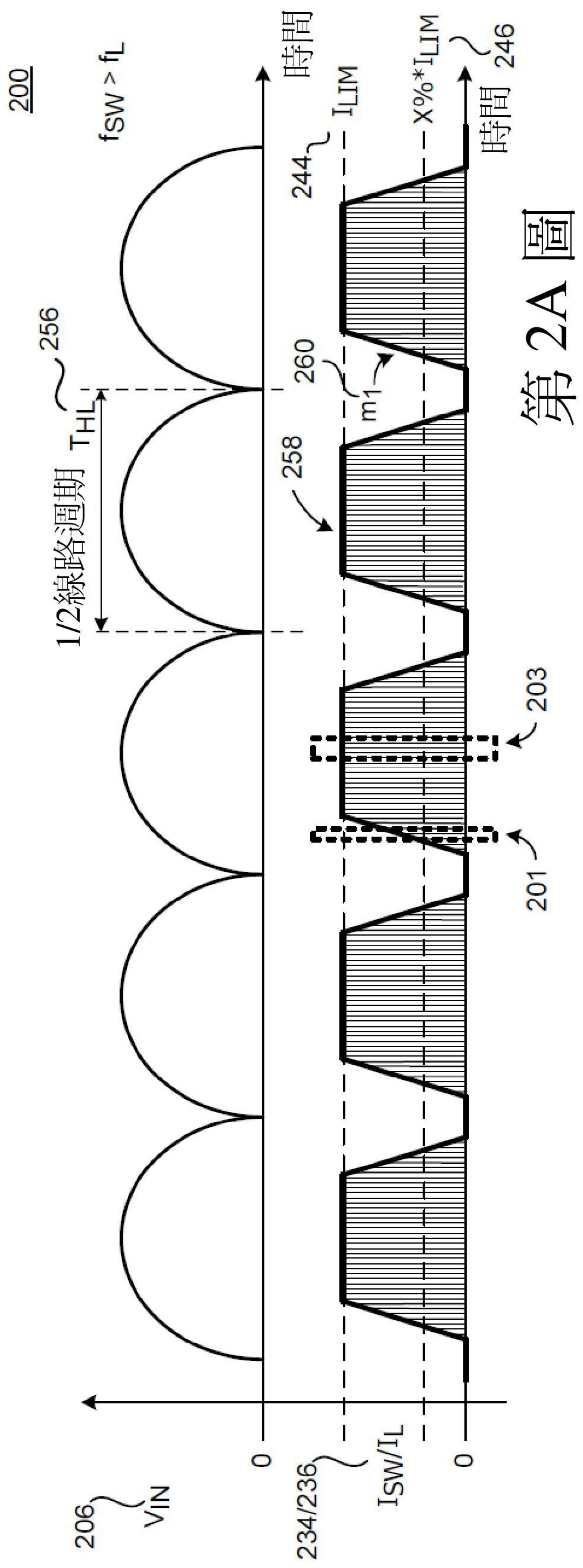
【第17項】如請求項16該之控制器，其中該驅動電路包含一門鎖器和一接通時間觸發器，該接通時間觸發器被耦接以感測通過該能量傳遞元件之一電流，該接通時間觸發器被耦接以在通過該能量傳遞元件之該電流達到零時設置該門鎖器，並且其中該驅動訊號在該門鎖器之一輸出上。

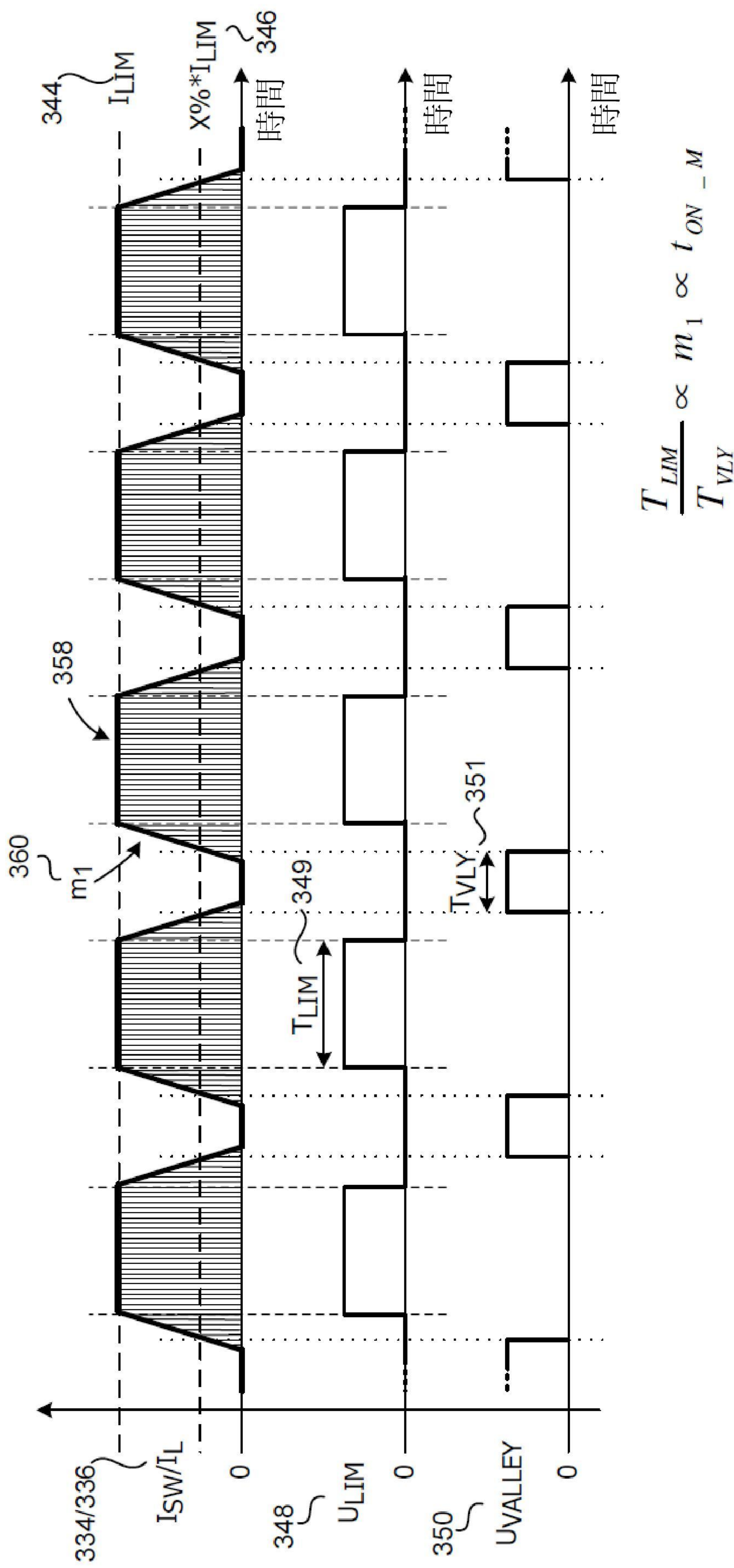
【第18項】如請求項11該之控制器，其中該接通時間產生器包含一查找表，該查找表被耦接以因應接收該比率訊號而增加或減小該查找表之一狀態，其中該接通時間產生器因應該查找表之該狀態而輸出一模擬值。

【第19項】 如請求項18該之控制器，其中該狀態之該模擬值係一前一狀態之一前一模擬值及該前一模擬值之一百分比之一總和。

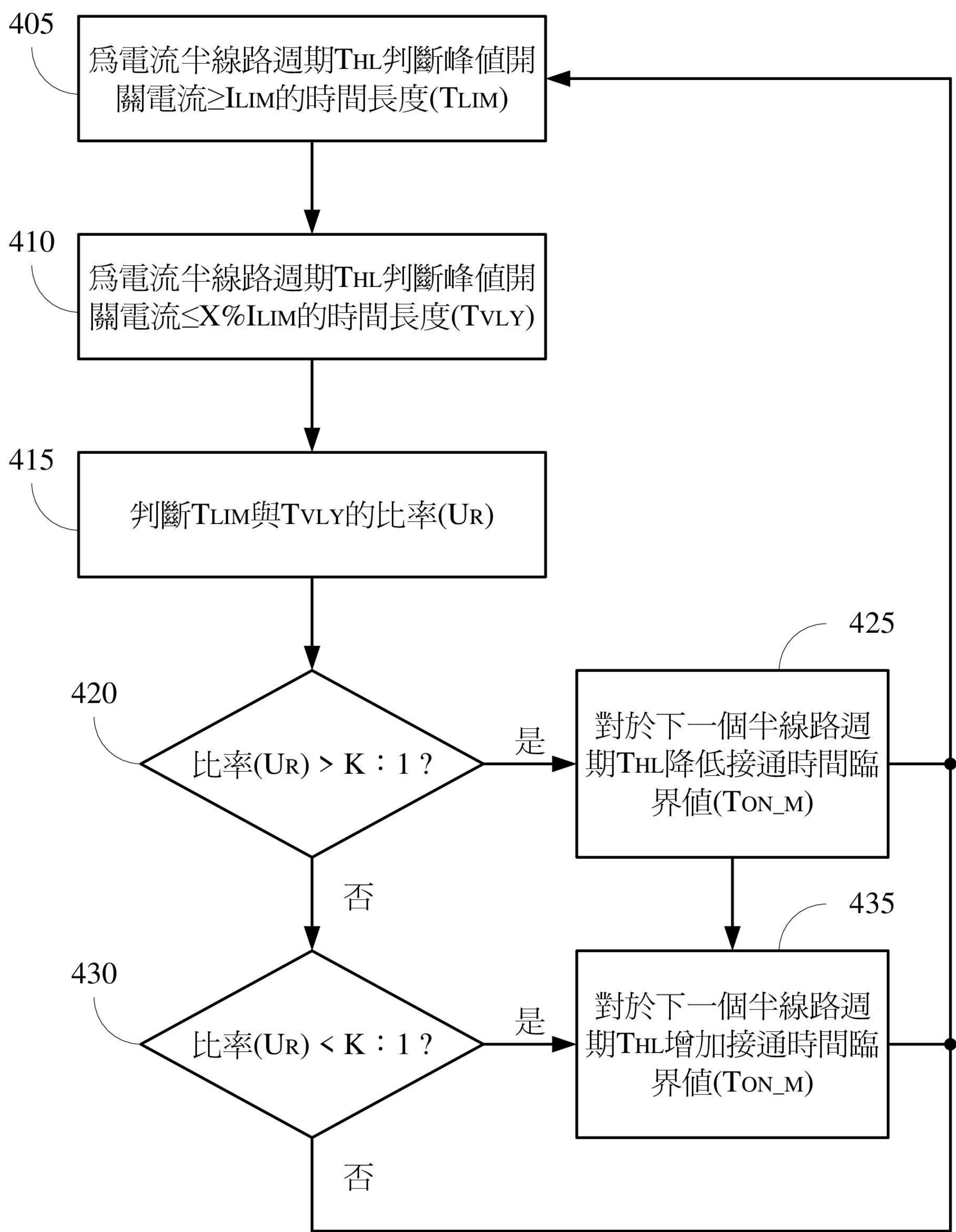
【第20項】 如請求項11該之控制器，其中該驅動電路包含一門鎖器，該門鎖器被耦接以輸出該驅動訊號，其中該驅動電路被配置成因應（1）該開關電流達到該開關電流極限及（2）該開關接通時間訊號達到一接通時間臨界值中至少其中之一而重置該門鎖器。



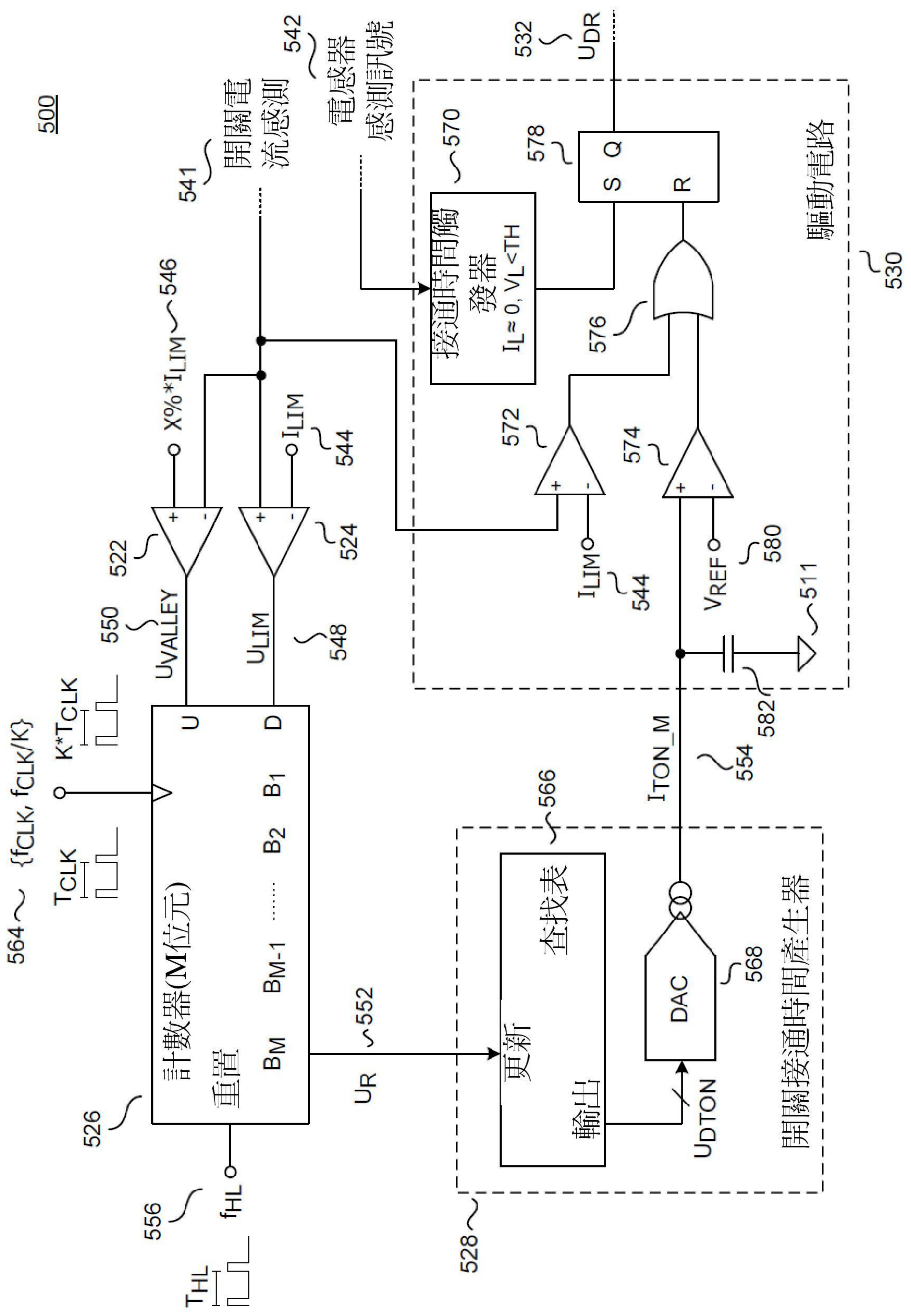




第3圖



第 4 圖

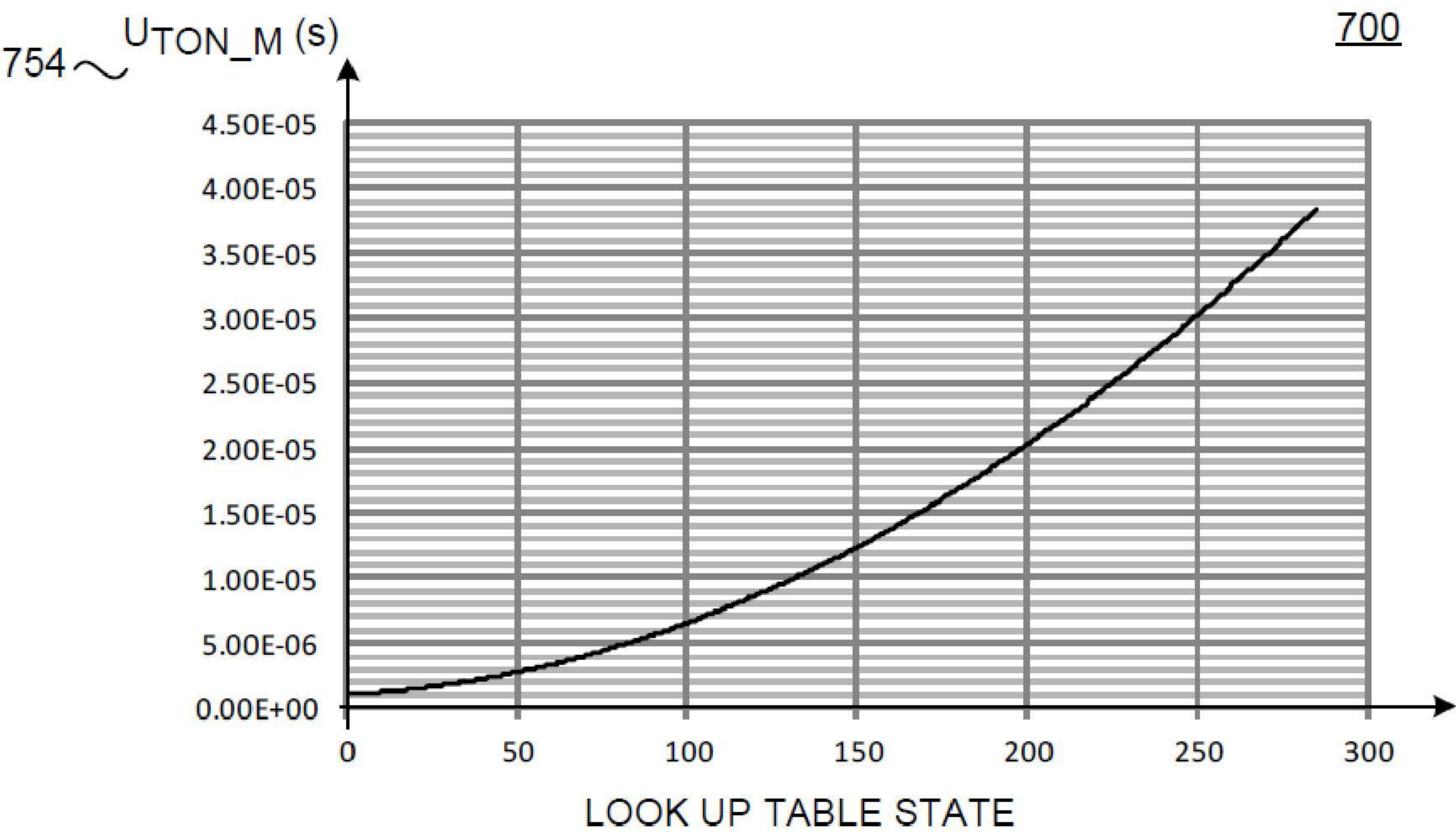


第 5 圖

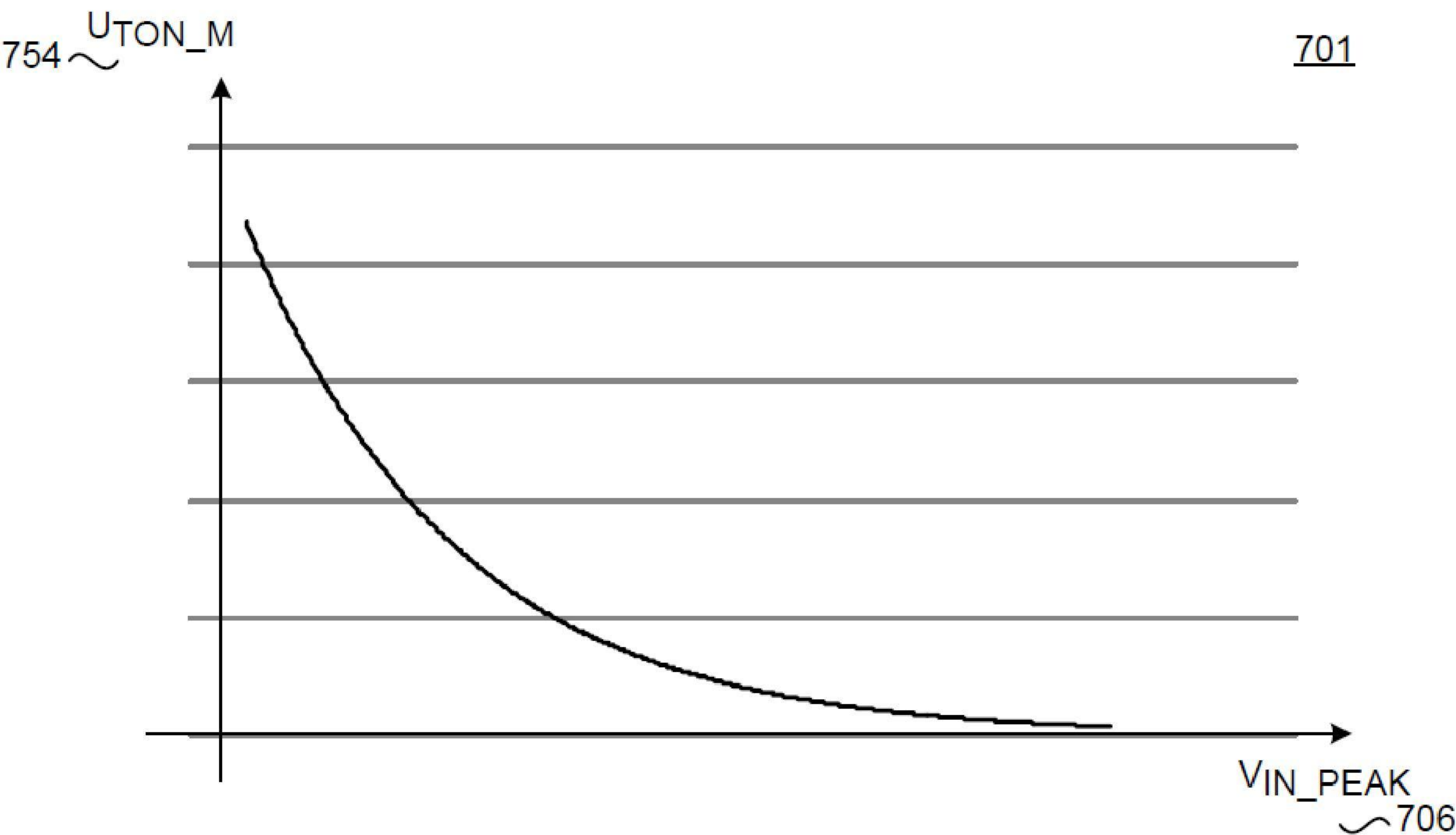
685

LOOK UP TABLE ADDRESS	ON-TIME THRESHOLD, UTON_M
0	UTON_M(0)
1	$UTON_M(1) = UTON_M(0) + Z\%UTON_M(0)$
2	$UTON_M(2) = UTON_M(1) + Z\%UTON_M(1)$
.....	
n	$UTON_M(n) = UTON_M(n-1) + Z\%UTON_M(n-1)$
n+1	$UTON_M(n+1) = UTON_M(n) + Z\%UTON_M(n)$

第6圖



第 7A 圖



第 7B 圖