

申請日期：92-08-26

IPC分類

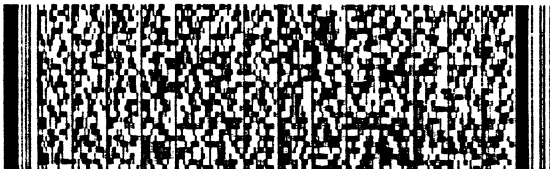
H01M 3/37 (2006.01)

申請案號：92126596

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中文	主動式鉗位電路以及電源供應系統
	英文	
二、 發明人 (共4人)	姓名 (中文)	1. 翁祥宗 2. 陳開富 3. 黃聖鐘
	姓名 (英文)	1. Steve Weng 2. 3.
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW 2. 中華民國 TW 3. 中華民國 TW
	住居所 (中文)	1. 台北縣深坑鄉北深路2段2巷18號12樓 2. 台北市中央北路4段471號5樓 3. 台北市大度路3段301巷80弄18號
	住居所 (英文)	1. 2. 3.
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓名 (中文)	1. 華碩電腦股份有限公司
	名稱或 姓名 (英文)	1.
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 ROC
	住居所 (營業所) (中文)	1. 台北市北投區立德路150號4樓 (本地址與前向貴局申請者相同)
	住居所 (營業所) (英文)	1.
	代表人 (中文)	1. 施崇棠
	代表人 (英文)	1.



申請日期：	IPC分類
申請案號：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中 文	
	英 文	
二、 發明人 (共4人)	姓 名 (中 文)	4. 林志融
	姓 名 (英 文)	4.
	國 籍 (中 英 文)	4. 中華民國 TW
	住 居 所 (中 文)	4. 台北縣三重市慈愛街85號2樓
	住 居 所 (英 文)	4.
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓 名 (中 文)	
	名稱或 姓 名 (英 文)	
	國 籍 (中 英 文)	
	住 居 所 (營 業 所) (中 文)	
	住 居 所 (營 業 所) (英 文)	
	代 表 人 (中 文)	
	代 表 人 (英 文)	



一、本案已向

國家(地區)申請專利

申請日期

案號

主張專利法第二十四條第一項優先權

無

二、☐主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

無

日期：

三、主張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

日期：

四、☐有關微生物已寄存於國外：

寄存國家：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

五、發明說明 (1)

發明所屬之技術領域

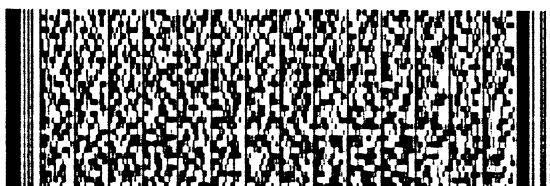
本發明有關於一種主動式鉗位電路，特別有關一種dc-to-dc轉換器之主動式鉗位電路。

先前技術

如第1a及1b圖中，一降壓型dc-to-dc的轉換電路10，係耦接一輸入電壓 V_{in} ，然後輸出一輸出電壓 V_{CORE} 至負載LD。其中開關元件 S_1 、 S_2 會根據一外部信號切換，用以將輸出電壓 V_{CORE} 穩定地維持在一既定準位(如1.35V左右)。當輸出電壓 V_{CORE} 低於一第一電壓準位(如1.3V)時，開關元件 S_1 導通、 S_2 截止，使得輸入電壓 V_{in} 對電容 C_o 充電，以拉高輸出電壓 V_{CORE} 。反過來說，當輸出電壓高於一第二電壓準位(如1.4V)時，則開關元件 S_2 導通、 S_1 截止，使得輸入電壓 V_{in} 停止對電容 C_o 充電。

然而，暫態響應係最常發生於負載產生大變化時，例如處理器(CPU)由休眠模式切換到正常模式時，或由正常模式切換到休眠模式時。請參閱第1a圖，舉例來說，當CPU由休眠模式切換到正常模式時，負載LD會由輕載進入重載，輸出電壓 V_{CORE} 的準位會瞬間被拉低，故開關元件 S_1 會導通、開關元件 S_2 會截止，使得輸入電壓 V_{in} 對電容 C_o 充電，以拉高輸出電壓 V_{CORE} 。此時，電感電流 i_L 的變化率會

為 $\frac{di_L}{dt} = \frac{V_{in} - V_{CORE}}{L}$ 。請參閱第1b圖，當CPU由正常模式切換到休眠模式時，負載LD會由重載進入輕載，輸出電壓 V_{CORE} 瞬間會拉高，故開關元件 S_2 會導通、開關元件 S_1 會截止，使得



五、發明說明 (7)

範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。



圖式簡單說明

第1a~1b圖為降壓型dc-to-dc的轉換電路之示意圖。

第2圖係表示本發明之具有主動式鉗位電路的dc-to-dc轉換電路示意圖。

第3圖係為本發明中輸出電壓 V_{CORE} 與開關電晶體 S_4 之動作的關係圖。

第4圖中所示為習知dc-to-dc轉換電路與本發明之dc-to-dc轉換電路，於重載轉輕載時暫態響應之比較圖。

符號說明

10：直流-直流電壓轉換電路；

20：主動式鉗位電路；

22：拉低電路；

23：驅動器；

24：判別電路；

25：比較器；

26：偵測電路；

100：電源供應系統；

S_1 、 S_2 、 S_4 ：開關電晶體；

L_1 、 L_o ：電感；

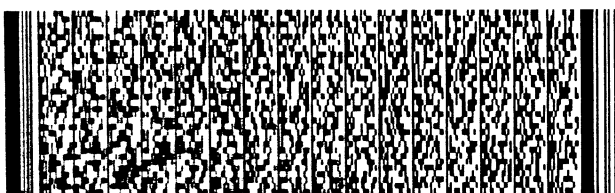
C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_o ：電容；

LD：負載；

ESR：串聯等效電阻；

ESL：串聯等效電感；

E_n ：致能信號。



四、中文發明摘要 (發明名稱：主動式鉗位電路以及電源供應系統)

一種主動式鉗位電路，適用於一直流-直流(dc-to-dc)轉換器，其中上述dc-to-dc轉換器具有一輸出端，用以供應一輸出電壓至一負載，上述主動式鉗位電路包括一判別電路，用以偵測輸出電壓，當輸出電壓超過一第一既定電壓時，輸出一第一致能信號；一拉低電路，耦接判別電路，用以根據致能信號，拉低輸出電壓；一電感，具有一第一端耦接於dc-to-dc轉換器之輸出端；以及一二極體，耦接於電感與上述dc-to-dc轉換器之一輸入端之間，以提供一電路流徑，將部分放電電流回收至dc-to-dc轉換器之輸入端。

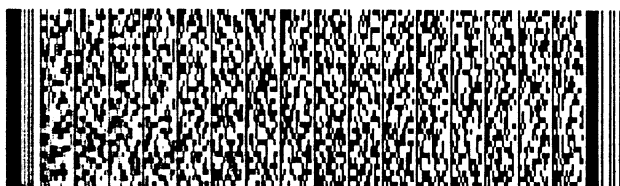
五、(一)、本案代表圖為：第2圖

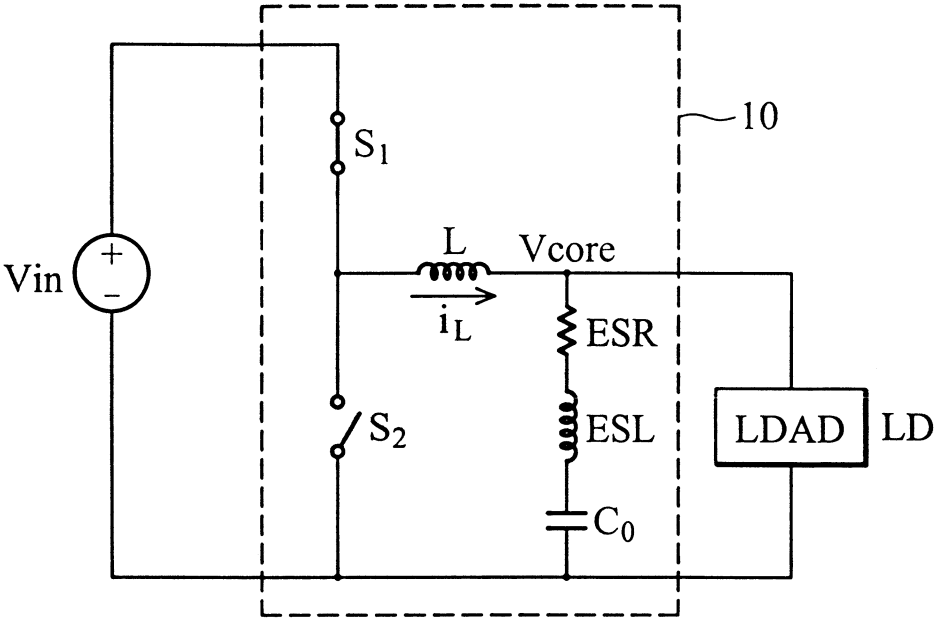
(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

10：dc-to-dc電壓轉換電路；

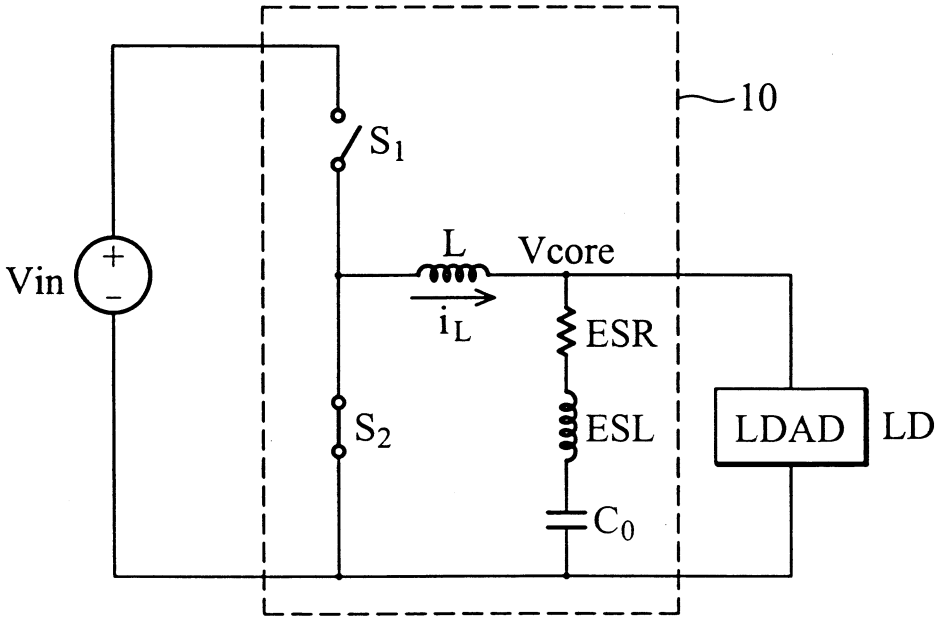
20：主動式鉗位電路；

六、英文發明摘要 (發明名稱：)

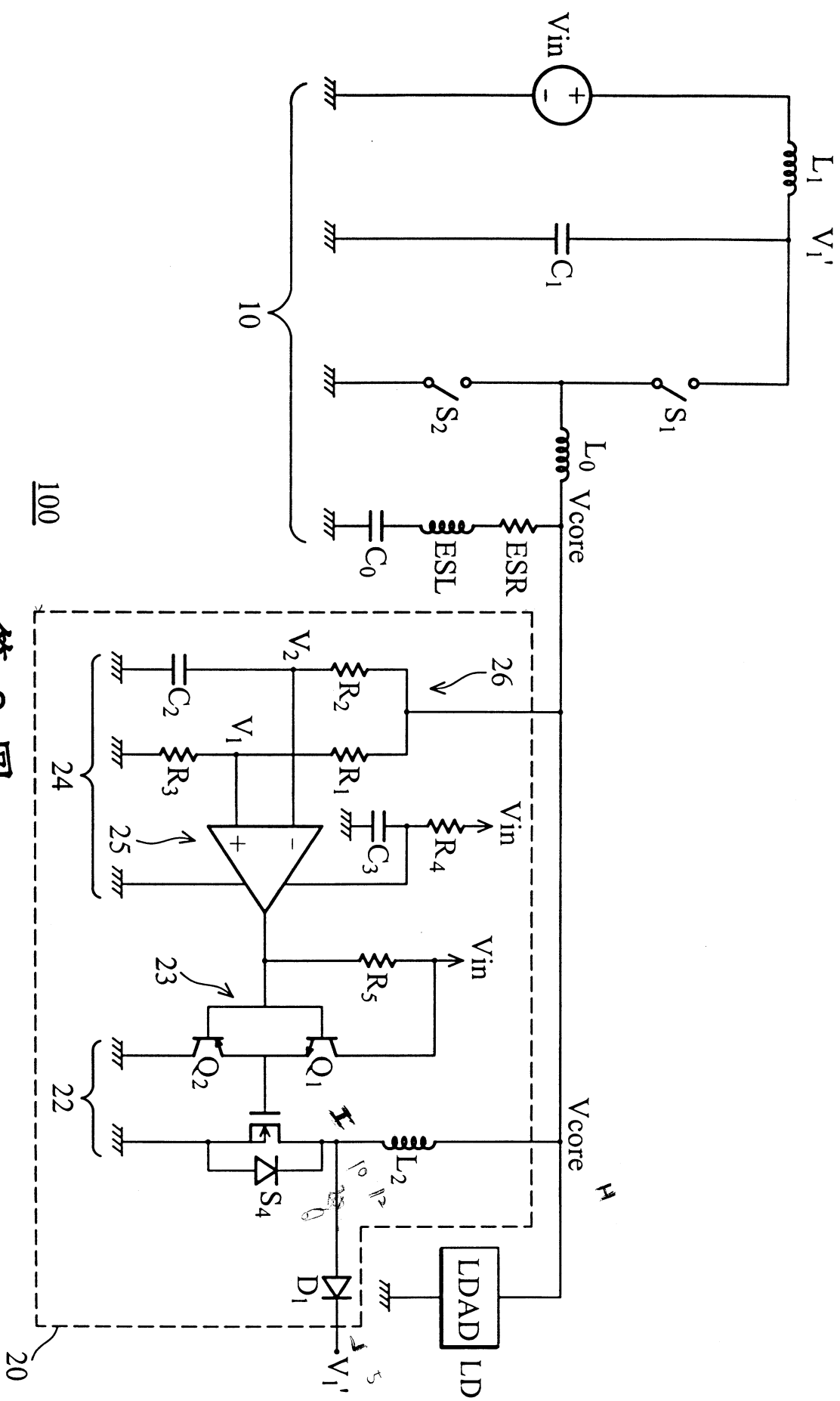




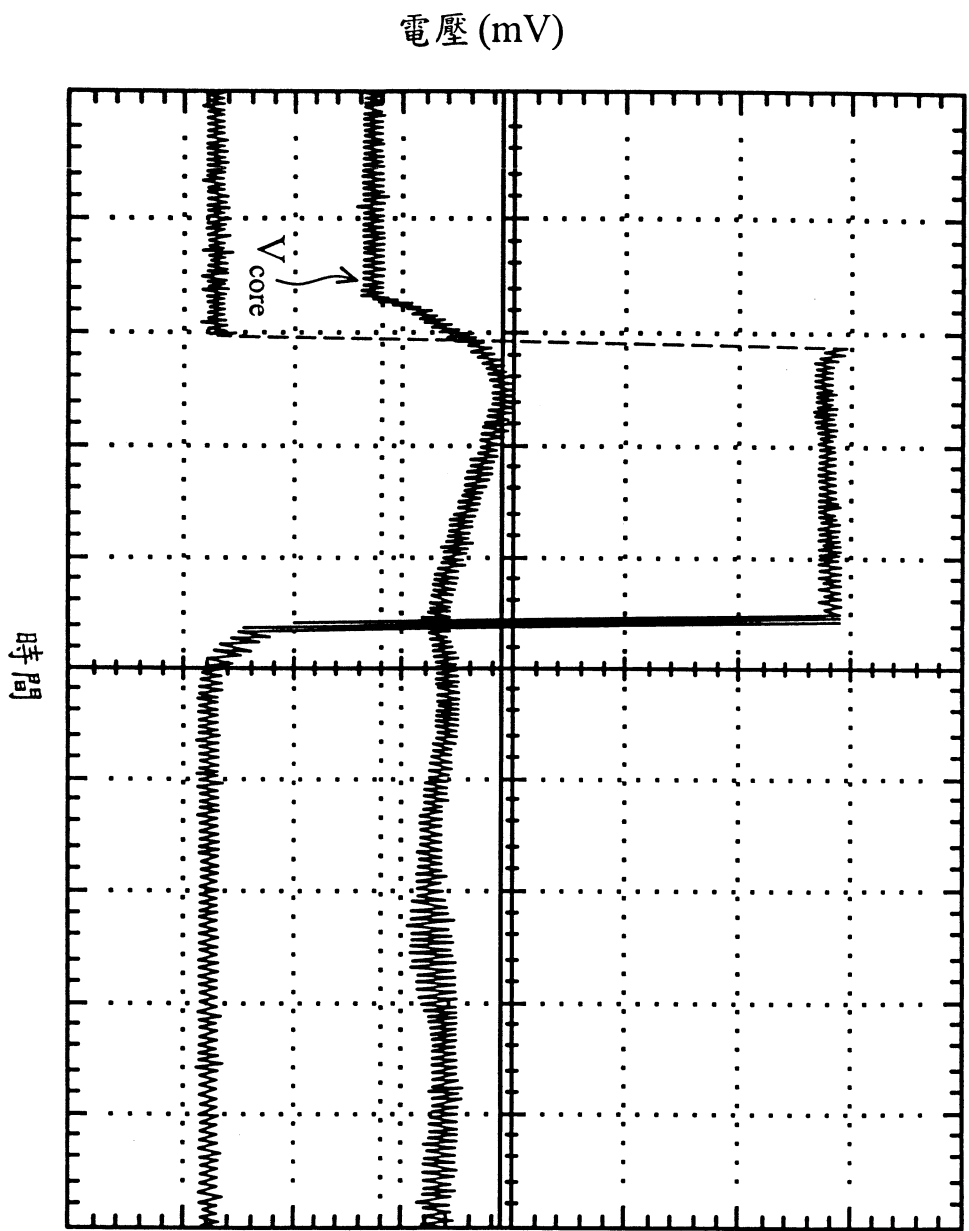
第 1a 圖



第 1b 圖

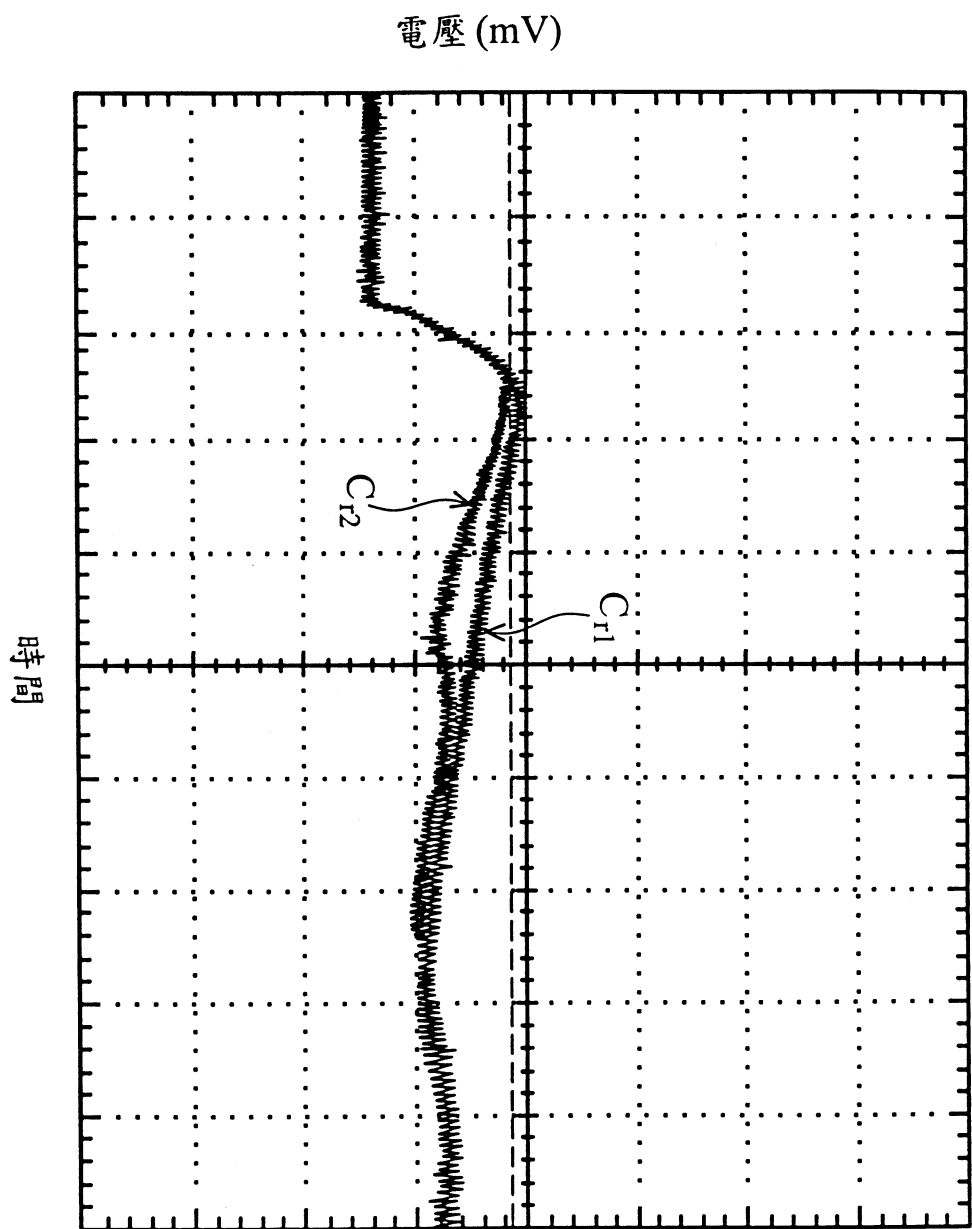


第 2 圖



第 3 圖

第 4 圖



四、中文發明摘要 (發明名稱：主動式鉗位電路以及電源供應系統)

一種主動式鉗位電路，適用於一直流-直流(dc-to-dc)轉換器，其中上述dc-to-dc轉換器具有一輸出端，用以供應一輸出電壓至一負載，上述主動式鉗位電路包括一判別電路，用以偵測輸出電壓，當輸出電壓超過一第一既定電壓時，輸出一第一致能信號；一拉低電路，耦接判別電路，用以根據致能信號，拉低輸出電壓；一電感，具有一第一端耦接於dc-to-dc轉換器之輸出端；以及一二極體，耦接於電感與上述dc-to-dc轉換器之一輸入端之間，以提供一電路流徑，將部分放電電流回收至dc-to-dc轉換器之輸入端。

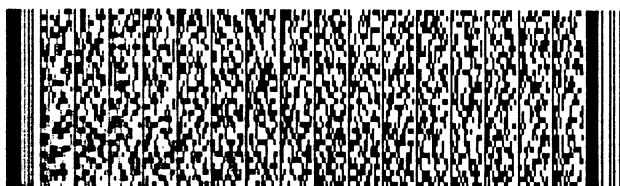
五、(一)、本案代表圖為：第2圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

10：dc-to-dc電壓轉換電路；

20：主動式鉗位電路；

六、英文發明摘要 (發明名稱：)



四、中文發明摘要 (發明名稱：主動式鉗位電路以及電源供應系統)

22 : 拉低電路 ;
 23 : 驅動器 ;
 24 : 判別電路 ;
 25 : 比較器 ;
 26 : 偵測電路 ;
 100 : 電源供應系統 ;
 S_1 、 S_2 、 S_4 : 開關電晶體 ;
 L_1 、 L_o : 電感 ;
 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_o : 電容 ;
 LD : 負載 ;
 ESR : 串聯等效電阻 ;
 ESL : 串聯等效電感 ;
 En : 致能信號。

六、英文發明摘要 (發明名稱：)



五、發明說明 (2)

輸出電壓 V_{CORE} 藉由開關元件 S_2 放電至該既定準位。此時，電

感電流 i_L 之變化率會為 $\frac{di_L}{dt} = \frac{-V_{CORE}}{L}$ 。

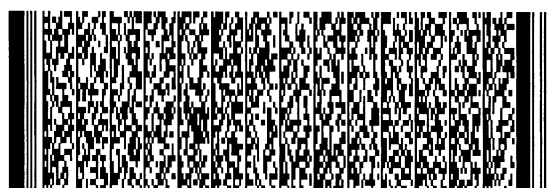
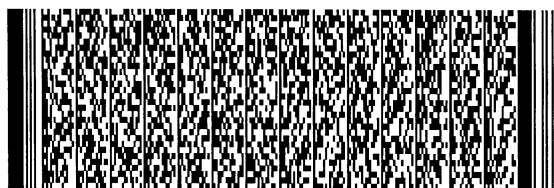
然而，由於降壓型直流-直流轉換電路10之輸入電壓 V_{in} 會遠大於輸出電壓 V_{CORE} ，所以由重載進入輕載(during step-down)時之電流變化率，會比由輕載進入重載(during step-up)時之電流變化率小得多，即重載進入輕載(during step-down)時，輸出電壓 V_{CORE} 進入穩態的時間，將是輕載進入重載(during step-up)時的好幾倍。也就是說，降壓型dc-to-dc之轉換電路在負載由重載轉換到輕載時之暫態響應很差。

發明內容

有鑑於此，本發明之首要目的，係在於dc-to-dc轉換器之負載由重載轉輕載時，藉由一主動式鉗位電路，將輸出電壓之過衝(voltage overshoot)拉下來，讓轉換器較快速地進入穩態(即增進暫態響應)。

為達成上述目的，本發明提供一種主動式鉗位電路，用以當dc-to-dc轉換器之輸出電壓，超過一第一既定電壓時，拉低輸出電壓之過衝(voltage overshoot)，藉以改善dc-to-dc轉換器於負載由重載轉輕載時之暫態響應，並且藉由一電路流徑將部分放電電流回收至dc-to-dc轉換器之輸入端。

本發明之主動式鉗位電路，適用於一dc-to-dc轉換器，其中上述dc-to-dc轉換器具有一輸出端，用以供應一輸出電壓至一負載，該主動式鉗位電路包括一拉低電路，



五、發明說明 (3)

耦接於dc-to-dc轉換器之輸出端；一判別電路，用以偵測輸出電壓，當輸出電壓超過一第一既定電壓時，輸出一第一致能信號，致能拉低電路以拉低輸出電壓；一電感，具有一第一端耦接於dc-to-dc轉換器之輸出端；以及一二極體，耦接於電感與dc-to-dc轉換器之一輸入端之間。因此，當負載由重載轉輕載，使輸出電壓超過一第一既定電壓時，拉低電路會拉低輸出電壓之過衝(voltage overshoot)，藉以改善轉換器於負載由重載轉輕載時之暫態響應。另外並藉由二極體提供一電路流徑，將部分放電電流回收至dc-to-dc轉換器之輸入端。

為了讓本發明之上述和其他目的、特徵、和優點能更明顯易懂，下文特舉一較佳實施例，並配合所附圖示，作詳細說明如下：

實施方式

第2圖係表示本發明之具有主動式鉗位電路的電源轉換系統100。如第2圖中所示，電感 L_1 、 L_o 、電容 C_1 、 C_o 及開關元件 S_1 、 S_2 構成一降壓型直流-直流電壓轉換器10(buck dc-to-dc converter)，係用以將輸入電壓 V_{in} (例如12V)，轉換成輸出電壓 V_{CORE} 輸出至負載LD。其中，開關元件 S_1 、 S_2 係交替地導通，使得輸出電壓 V_{CORE} 維持在1.35V左右。舉例來說，於輸出電壓 V_{CORE} 低於1.3V時，開關元件 S_1 會導通，而開關元件 S_2 截止，使得輸入電壓 V_{in} 對電容 C_o 充電。於輸出電壓高於1.4V時，開關元件 S_1 會截止，而開關元件 S_2 導通，則輸入電壓 V_{in} 停止對電容 C_o 充電。

另外，本發明之主動式鉗位電路20係包括一拉低電路



五、發明說明 (4)

22，耦接於dc-to-dc轉換電路10之輸出端；以及一判別電路24，用以偵測輸出電壓 V_{CORE} ，當輸出電壓 V_{CORE} 由於負載LD由重載轉輕載，而超過一第一既定電壓 V_{ref} (如1.8V)時，輸出一第一致能信號 E_n ，致能拉低電路22以拉低輸出電壓 V_{CORE} 。

於本實施例中，拉低電路22係由一開關電晶體 S_4 及一驅動器23所構成，其中驅動器23係由一NPN電晶體 Q_1 、一PNP電晶體 Q_2 以及一電阻 R_5 所組成，用以根據第一致能信號 E_n ，導通開關電晶體 S_4 ，以拉低輸出電壓 V_{CORE} 。

此外，判別電路24係由一比較器25以及一偵測電路26所構成，其中偵測電路26係由電阻 $R_1 \sim R_3$ 及電容 C_2 所組成，電阻 R_1 及 R_2 皆具有一端係耦接到轉換電路10之輸出端。偵測電路24係根據輸出電壓 V_{CORE} 產生一第一電壓信號 V_1 及一第二電壓信號 V_2 。由於第一電壓信號 V_1 為電阻 R_1 、 R_3 對第一既定電壓 V_{ref} 之分壓，因此第一電壓信號 V_1 會隨著輸出電壓 V_{CORE} 瞬時地變化，而第二電壓信號 V_2 係為電容 C_2 上儲存之電壓，因此第二電壓信號 V_2 將無法隨著輸出電壓 V_{CORE} 瞬時地變化。比較器25係耦接第一電壓信號 V_1 以及第二電壓信號 V_2 ，當第一電壓信號 V_1 高於第二電壓信號 V_2 時，比較器25會輸出前述第一致能信號 E_n ，致使驅動器23去導通開關電晶體 S_4 。

於本實施例中，負載LD舉例來說係為一中央處理器(CPU)，當CPU由休眠模式切換到正常模式時，即負載LD由輕載進入重載，輸出電壓 V_{CORE} 的準位會瞬間被拉低，故開關元件 S_1 會導通、開關元件 S_2 會保持截止，使得輸入電壓

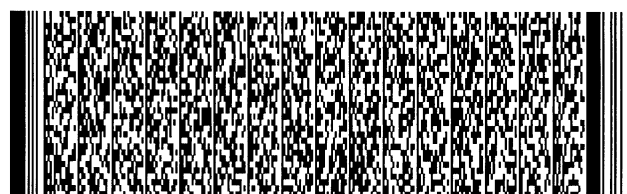
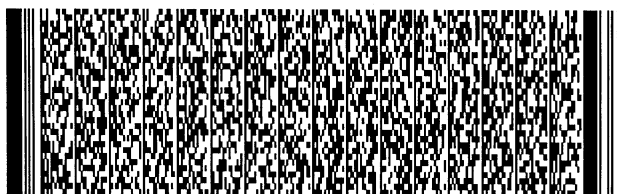


五、發明說明 (5)

V_{in} 對電容 C_o 充電，以拉高輸出電壓 V_{CORE} 。

又，當CPU由正常模式切換到休眠模式時，即負載LD由重載進入輕載，存於電感 L_o 中之能量會注入到輸出電容 C_o ，故輸出電壓 V_{CORE} 瞬間會飆高(即電壓過衝voltage overshoot)，即超過1.8V。因此開關元件 S_2 會導通、開關元件 S_1 截止，使得輸出電壓 V_{CORE} 藉由開關元件 S_2 慢慢放電。同時，由本發明中連接一主動鉗位電路於dc-to-dc轉換電路10之輸出端，故當輸出電壓 V_{CORE} 超過一第一既定電壓(如1.8V)時，則主動鉗位電路20會拉低輸出電壓 V_{CORE} 之過衝，以縮短輸出電壓 V_{CORE} 進入穩態的時間，即改善轉換器於負載由重載轉輕載時之暫態響應。

以下參照第3圖說明本發明之主動式鉗位電路之動作，第3圖係為輸出電壓 V_{CORE} 與開關電晶體 S_4 之動作的關係圖。由於偵測電路26係耦接到轉換電路10之輸出端，因此當輸出電壓 V_{CORE} 超過第一既定電壓 V_{ref} (如1.8V)時，第一電壓信號 V_1 就會高於第二電壓信號 V_2 ，故比較器25會輸出第一致能信號 En ，以導通開關電晶體 S_4 。舉例而言，第二電壓信號 V_2 與大體上相等於第一既定電壓 V_{ref} 。此時，存於電感 L_o 中的能量就會藉由電感 L_2 、開關電晶體 S_4 流到地去，且輸出電壓 V_{CORE} 會降下來。當第一電壓信號 V_1 低於第二電壓信號 V_2 時，比較器25則停止輸出致能信號 En ，故開關電晶體 S_4 會截止。此時，因為電感 L_2 上的電流無法瞬間改變，因此電感 L_2 上能量會使得開關電晶體 S_4 之第一端(連接到二極體 D_1 之陽極)的電壓上升。當跨在二極體 D_1 上之電壓差，大於其導通電壓時，二極體 D_1 會導通，讓電感 L_2 上的



五、發明說明 (6)

能量回收到dc-to-dc轉換電路10之輸入端，直到dc-to-dc轉換電路進入穩態響應。要注意的是，此時雖然輸出電壓 V_{CORE} 低於第一既定電壓 V_{ref} 以下，但仍然大於1.3V，因此開關元件 S_1 不會導通。

第4圖中所示為習知dc-to-dc轉換電路與本發明之dc-to-dc轉換電路，於重載轉輕載時暫態響應之比較圖。曲線 C_{r1} 表示習知dc-to-dc轉換電路於重載轉輕載時，輸出電壓 V_{CORE} 之變化，曲線 C_{r2} 使用本發明所提之主動式虛擬負載後dc-to-dc轉換電路由重載轉輕載時，輸出電壓 V_{CORE} 之變化。由圖可知，藉由本發明之主動式鉗位電路，可以在負載重載轉輕載時，比習知轉換電路更快將存於電感 L_o 中之能量釋放掉，故可以改進負載由重載轉輕載時的暫態響應，並且同時可以將釋放的暫態能量回收到dc-to-dc轉換電路之輸入端，以提昇dc-to-dc電壓轉換電路之運作效率。雖然於本實施例中，dc-to-dc轉換電路係為一buck dc-to-dc電壓轉換電路，但並非用以限定本發明，故亦可為一升壓型直流-直流轉換電路(boost dc-to-dc converter)，或其它dc-to-dc電壓轉換電路。

雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之保護



六、申請專利範圍

1. 一種主動式鉗位電路，應用於一直流-直流(dc-to-dc)轉換器，其中上述dc-to-dc轉換器具有一輸出端，用

以供應一輸出電壓至一負載，上述主動式鉗位電路包括：

一判別電路，用以偵測上述輸出電壓，其係預設一第一既定電壓，於上述輸出電壓超過上述第一既定電壓時，輸出一第一致能信號；

一拉低電路，耦接上述判別電路，用以根據上述第一致能信號，拉低上述輸出電壓；

一電感儲能元件，具有一第一端耦接於上述dc-to-dc轉換器之輸出端；以及

一第一開關元件，具有一端耦接上述電感以及一另一端耦接上述dc-to-dc轉換器之一輸入端，用以於其導通時在上述電感儲能元件與上述dc-to-dc轉換器之輸入端間產生一電路路徑，用以當上述拉低電路拉低上述輸出電壓時，將部分放電電流回收至上述電感與上述dc-to-dc轉換器之輸入端。

2. 申請專利範圍第1項所述之主動式鉗位電路，其中上述判別電路包括：

一偵測電路，耦接於該轉換器之輸出端，根據該輸出電壓產生一第一電壓信號，其為該輸出電壓之分壓，以及一第二電壓信號，其與該第一既定電壓相等；以及

一比較器，耦接於該偵測電路，其係接收該第一、第二電壓信號，而於該第一電壓信號大於該第二電壓信號時，產生該第一致能信號，輸出至該拉低電路。



六、申請專利範圍

3. 申請專利範圍第1項所述之主動式鉗位電路，其中上述第一開關元件為一二極體。

4. 如申請專利範圍第3項所述之主動式鉗位電路，其中上述拉低電路包括：

一開關電晶體，具有一第一端連接上述電感儲能元件之一第二端與上述二極體之陽極，以及一第二端耦接一接地電位；以及

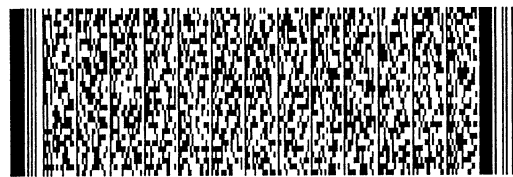
一驅動器，用以根據上述第一致能信號，而導通上述開關電晶體，以拉低上述輸出電壓。

5. 如申請專利範圍第3項所述之主動式鉗位電路，其中當跨在上述二極體二端之電壓差大於上述二極體之導通電壓時，上述二極體會導通，用以在上述電感儲能元件與上述dc-to-dc轉換器之輸入端之間產生一電流路徑。

6. 如申請專利範圍第1項所述之主動式鉗位電路，其中上述dc-to-dc電壓轉換電路至少包括：

一第二、第三開關元件以及一電感，耦接上述輸入電壓，上述第二、第三開關元件係交替地導通，以維持上述輸出電壓於一既定準位，其中上述輸出電壓高於一第二既定電壓時，上述第三開關元件導通，而上述輸出電壓低於一第三既定電壓時，上述第二開關元件導通，並且上述第一既定電壓高於上述第二既定電壓，上述第二既定電壓高於上述第三既定電壓。

7. 如申請專利範圍第1項所述之主動式鉗位電路，其中上述dc-to-dc轉換器為一降壓型(step-down, buck)dc-



六、申請專利範圍

to-dc 轉換器。

8. 一種主動式鉗位電路，應用於一dc-to-dc轉換器，其中上述dc-to-dc轉換器具有一輸出端，用以供應一輸出電壓至一負載，上述主動式鉗位電路包括：

一偵測電路，耦接上述dc-to-dc轉換器之輸出端，根據上述輸出電壓產生一第一電壓信號及一第二電壓信號；

一比較器，耦接上述第一、第二電壓信號，根據上述第一、第二電壓信號，產生一第一致能信號；

一電感，具有一第一端連接上述dc-to-dc轉換器之輸出端；

一開關電晶體，具有一第一端及第二端，分別耦接上述電感之一第二端與一接地電位；

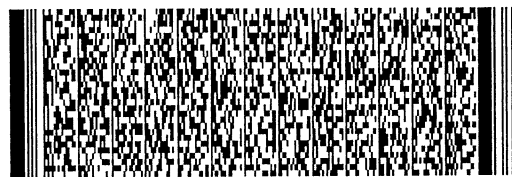
一二極體，具有一端耦接上述電感之一第二端以及一另一端耦接上述dc-to-dc轉換器之一輸入端，以及

一驅動器，用以根據上述第一致能信號，而導通上述開關電晶體，以拉低上述輸出電壓，其中當上述驅動器拉低上述輸出電壓時，上述二極體係用以將部分放電電流回收至上述電感與上述dc-to-dc轉換器之輸入端。

9. 如申請專利範圍第8項所述之主動式鉗位電路，其中當跨在上述二極體二端之電壓差大於上述二極體之導通電壓時，上述二極體會導通，以在上述電感與上述dc-to-dc轉換器之輸入端之間產生一電流路徑。

10. 一種電源供應系統，包括：

一dc-to-dc電壓轉換電路，用以將一輸入電壓轉換成



六、申請專利範圍

一輸出電壓，並藉由一輸出端輸出至一負載；

一判別電路，用以偵測上述輸出電壓，當上述輸出電壓超過一第一既定電壓時，輸出一第一致能信號；

一電感，具有一第一端連接於上述dc-to-dc轉換器之輸出端；

一二極體，具有一端耦接上述電感以及一另一端耦接上述dc-to-dc轉換器之一輸入端；以及

一拉低電路，耦接於上述判別電路，用以根據上述致能信號，拉低上述輸出電壓，其中當上述拉低電路拉低上述輸出電壓時，上述二極體係用以將部分放電電流回收至上述電感與上述dc-to-dc轉換器之輸入端。

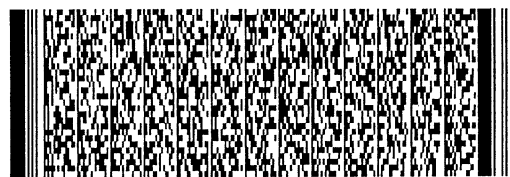
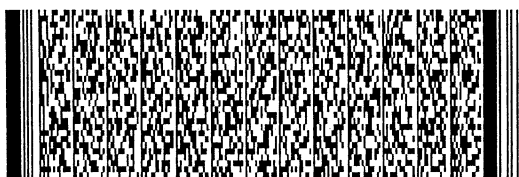
11. 如申請專利範圍第10項所述之電源供應系統，其中上述拉低電路包括：

一開關電晶體，具有一第一端連接上述電感之一第二端與上述二極體之陽極，以及一第二端耦接一接地電位；以及

一驅動器，用以根據上述第一致能信號，而導通上述開關電晶體，以拉低上述輸出電壓。

12. 如申請專利範圍第10項所述之電源供應系統，其中上述dc-to-dc電壓轉換電路至少包括：

一第一、第二開關元件以及一電感儲能元件，耦接上述輸入電壓，上述第一、第二開關元件係交替地導通，以維持上述輸出電壓於一既定準位，其中上述輸出電壓高於一第二既定電壓時，上述第二開關元件導通，而上述輸出



六、申請專利範圍

電壓低於一第三既定電壓時，上述第一開關元件導通，並且上述第一既定電壓高於上述第二既定電壓，上述第二既定電壓高於上述第三既定電壓。

13. 申請專利範圍第10項所述之電源供應系統，其中上述判別電路包括：

一偵測電路，耦接於該轉換器之輸出端，根據該輸出電壓產生一第一電壓信號，其為該輸出電壓之分壓，以及一第二電壓信號，其與該第一既定電壓相等；以及

一比較器，耦接於該偵測電路，其係接收該第一、第二電壓信號，而於該第一電壓信號大於該第二電壓信號時，產生該第一致能信號，輸出至該拉低電路。

14. 如申請專利範圍第10項所述之電源供應系統，其中當跨在上述二極體二端之電壓差，大於上述二極體之導通電壓時，上述二極體會導通以在上述電感與上述dc-to-dc轉換器之輸入端之間產生一電流路徑。

15. 如申請專利範圍第10項所述之電源供應系統，其中上述dc-to-dc轉換器為一降壓型(step-down, buck)dc-to-dc轉換器。

16. 如申請專利範圍第10項所述之電源供應系統，其中該直流-直流轉換電路係為一升壓型(boost)直流-直流轉換器。

