

發明專利說明書

PD1084015/yo

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：**9711698**

※ 申請日期：**97.5.8**

※IPC 分類：**H05B 41/16 (2006.01)**

一、發明名稱：(中文/英文)

用於電感性耦合無電極燈之對稱式射頻電源供應器

SYMMETRICAL RF POWER SUPPLY FOR INDUCTIVELY COUPLED

ELECTRODELESS LAMPS

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文) (簽章) ID :

歐司朗席維尼亞股份有限公司

OSRAM SYLVANIA INC.

代表人：(中文/英文) (簽章)

小約翰 D. 米契爾

JOHN D. MITCHELL, JR

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國麻塞諸塞州 01923 丹佛斯英迪克特街 100 號

100 Endicott Street, 01923 Danvers, MA. U.S.A

國 籍：(中文/英文)

美國

United States of America

三、發明人：(共3人)

姓名：(中文/英文) ID：

- 1.菲里克斯佛朗克/FRANCK, FELIX
- 2.華萊理勾德牙/GODYAK, VALERY
- 3.尤金史塔尼克/STATNIC, EUGEN

國籍：(中文/英文)

- 1.德國/Germany
- 2.美國/United States of America
- 3.德國/Germany

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家(地區)申請專利：

【格式請依：受理國家(地區)、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

- 1.美國 2007/05/10 60/928,603
- 2.國際專利 2008/04/29 PCT/US08/61867

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

三、發明人：(共3人)

姓名：(中文/英文) ID：

- 1.菲里克斯佛朗克/FRANCK, FELIX
- 2.華萊理勾德牙/GODYAK, VALERY
- 3.尤金史塔尼克/STATNIC, EUGEN

國籍：(中文/英文)

- 1.德國/Germany
- 2.美國/United States of America
- 3.德國/Germany

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家(地區)申請專利：

【格式請依：受理國家(地區)、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

- 1.美國 2007/05/10 60/928,603
- 2.國際專利 2008/04/29 PCT/US08/61867

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本專利申請書係要求在 2007 年 5 月 10 日所申請之美國臨時申請案第 60/928,603 號之優先權，在此將其揭露完全納入參考。

【先前技術】

本發明係關於一種射頻 (RF) 電源供應器，用以操作無電極燈，如日光燈，汞燈，或高亮度放電無電極燈。RF 電源供應器將 DC 電壓轉換成適用於燈泡之射頻，而且其典型為燈泡之電子安定器的部分。RF 電源供應器包含耦合到無電極燈之安定電感器，以點燃並保持在燈泡放電氣體中之電漿，不用在燈泡中提供電極。

因為除了 RF 電源供應器之外，完整的電子安定器還包含許多構件 (如 EMI 濾波器，整流器，PFC 升壓級，DC 匯流電解質電容器)，所以 RF 電源供應器的效率期望為 95% 或更高，而商品化的電源供應器則此無法達到此效率。發現改善效率的關鍵因素之一係減少耦合到燈泡之安定電感器中的功率損失。

第 1 圖為效率約為 91.7% 之 RF 電源供應器的習知電路。DC 電源 E 以電解質電容器 (寄生電感) C_0 ，將 DC 電壓傳輸到 DC 軌道對。在操作期間，第一電感器 L_1 感應耦合到燈泡 D。電晶體 S_1 和 S_2 以藉由驅動變壓器 Dt 傳輸之弦波電壓 (8-9Vp) 驅動，其藉由電容器 C_P ， C_G ，和 C_{iss} 調到特定頻率 (2.6MHz)。回授電容器 C_i 耦合驅動變壓器 Dt 和輸出電壓 V_1 。振盪電容器 C_R 並聯到第一電感器 L_1 ，而耦

合電容器 C_C 透過安定電感器 L_L 將驅動變壓器 D_t 的輸出端連接到第一電感器 L_1 的其中之一輸入端。振盪電路被調整在頻率 $f_{RS}(2.45\text{MHz})$ ，其略低於結果操作頻率 ($f_0 \cong 2.5\text{MHz}$)。此 RF 電源供應器具有 13.5W 的損失，其中的 7.8W 係貢獻給安定電感器 L_L 。此電路在美國專利第 5,962,987 號有進一步的說明。此電路特別的參數示於表 1(在第 5 圖)，其中包含習知技術(第 1 圖到第 2 圖)和本發明(第 3 圖到第 4 圖)在相當的輸入參數設定下之 RF 電源供應器的操作特性，使得結果可以很容易比較。

第 2 圖為第 1 圖電路的變化，其中藉由半電橋所觀察到的電壓(在 C_R 上的電壓 V_G)係藉由插入一個與第一電感器 L_1 串接之額外電容器 C_S 而減少，因此可以避免本體耦合電容器 C_C 。此可以減少安定電感器 L_L 的電感值，於是減少安定電感器 L_L 的損失。 C_S 的電壓降係 $V_{CS} = I_1 X_{CS}$ ，其在本範例中約為 190V 。此可以減少在 C_R 上所觀察到的電壓 V_G ，從 550V 到 360V ，減少 35% 。其次，此可以減少安定電感器 L_L 的電感值 35% ，從 $37\mu\text{H}$ 到 $24\mu\text{H}$ 。藉由減少 I_L 和包含在半電橋中點電壓內之基本正弦波 V_{of} 之間的相位角，安定電感器 L_L 的電流也可以從 3.8App 減少到 3.4App ，其中由於 ZVS 使得基本正弦波係梯形。結果，安定電感器的損失可以減少到約 4.4W (電晶體 S_1 和 S_2 的損失還有 3.6W)，所以總損失為 9.4W ，於是效率可以從 91.7% 增加到 94.1% 。此電路在美國專利第 5,446,350 號有進一步的說明。第 2 圖之電路的特別參數也示於表 1。

本發明之目的係要提供一種用於無電極燈之新型 RF 電源供應器，其效率至少有 95%。

本發明之另一目的係要提供一種用於無電極燈之新型 RF 電源供應器，其中燈的感應線圈(第一電感器 L_1)係被連接到對稱 π 濾波器，以進一步減少安定電感器 L_L 的損失。

本發明之再一目的係要提供一種用於無電極燈之新型 RF 電源供應器，其中燈泡包含：DC 軌道對，一 RF 反相器，其具有連接在軌道之間的電源輸入端，一第一電感器，其排列以電感耦合無電極燈，其中對稱 π 濾波器包含第一和第二振盪電容器，其將第一電感器的兩個輸入端個別的其中一端各自連接到相同 DC 軌道對的第一軌道，及一第二(安定)電感器，其將 RF 反相器的輸出連接到第一電感器的兩個輸入端的其中一端。

在考慮下面的圖式和優選實施例的說明之後，對於熟悉本發明技術的那些人士，本發明這些和其他的目的，與優點將會顯現。

【實施方式】

現在參考第 3 圖，在本發明中，用於無電極燈 D 之 RF 電源供應器包含：一 DC 軌道對接受來自 DC 電源 E 之 DC 電源，一 RF 反相器，其具有連接在軌道之間的電源輸入端(反相器包含驅動變壓器 D_t 與電晶體開關 S_1 和 S_2)，一第一電感器 L_1 ，其電感耦合燈泡 D，第一和第二振盪電容器 C_1 和 C_2 ，其將第一電感器 L_1 的兩個輸入端個別的其中一端各自連接到相同 DC 軌道對的第一軌道，及一第二(安定)電感器 L_L ，其將 RF 反相器的輸出連接到第一電感器 L_1 的

兩個輸入端的其中一端。RF 反相器可以為全電橋或半電橋反相器。

第 3 圖實施例的操作特性示於表 1(在第 5 圖)，其與第 1 圖和第 2 圖的輸入參數相同，所以可以直接作比較。列於表 1 之操作特性將會被那些熟悉此項技術之人士體會，因此不需要詳細說明。但是，應該注意安定電感器的損失減少到 2.7W(而開關 S_1 和 S_2 的損失減少到 2.4W)，所以效率增加到 96.0%。

明顯地，燈泡電感器，第一電感器 L_1 ，係連接對稱 π 濾波器，因此可以藉由兩個相等但反相的電壓 V_{C1} 和 V_{C2} 供應。它們的和係燈泡電壓 V_1 。燈泡電流係第二振盪電容器 C_2 的電流；即 $I_1=I_{C2}$ 。在根據表 1 的輸入參數之範例中，半電橋只觀察到 V_1 (277V) 的一半，而且第二(安定)電感器 L_L 只有 $18.4\mu\text{H}$ 。連續此範例並再參考表 1，電流 $I_L=1.13\text{A}$ 係 $I_{C1}=3.1\text{A}$ 和 $I_1=2.25\text{A}$ 的向量和，但是此為最小值，而其中電流為 3.2A_{pp} 。在此第二電感器 L_L 具有 2.7W 損失，開關 S_1 和 S_2 具有 2.4W 損失，Dt 具有 0.4W 損失，及振盪電容器 C_1 和 C_2 具有 0.3W 損失之組態中，總損失為 6.3W，所以效率可以達到 96%。

因為在電感線圈和電漿之間有很低的磁耦合，所以此配置特別適合具有低功率因子 ($\text{PF}=\cos\phi_1<0.2$) 之無電極燈。此合適性也可以藉由低線圈電感值和低操作頻率增強。

在應用到第一電感器 L_1 的 HF 電位被減半方面，本發明可以提供更多的優點，使得燈泡中螢光粉的離子轟擊可以減少四倍。此可以提供壽命較長的燈泡，和減少燈泡的

維修。有關於一個 EMI 抑制之額外的優點係對地只有一半的 RF 電位，此可以很容易在燈泡安定範圍內抑制共模干涉。因此，在某些燈泡中，可以避免使用電場補償雙電感線圈。

第 4 圖為本發明之 RF 電源供應器之另一實施例。在本實施例中。振盪電容器 C_1 和 C_2 係分開的，而且連接到個別的 DC 軌道。換言之，電源供應器包含第三和第四振盪電容器其將第一電感器 L_1 的兩個輸入端個別的其中一端各自連接到相同 DC 軌道對的第二軌道(與第一實施例中 C_1 和 C_2 所連接的軌道不同)。在相似的方式下，回授電容器 C_i 係分開的，而且連接到相對的軌道。此種配置可以減少電解質電容器 C_0 的高頻漣波電流，而且更容易抑制 EMI。

再者，可以加入低通濾波器，其中包含電容器 C_f 和電感器 L_f ，以過濾在 2.5 MHz 因 ESR 所造成之剩餘干涉，所以從處理 EMI 的觀點，可以過濾寄生電感 C_0 ，使 RF 電源供應器為中性。

值得注意地，第 4 圖的電路也可以將 C_0 的損失顯著減少 0.5 W，使得效率還可以改善到 96.3%。

第 4 圖的電路之變化例示於第 6 圖，多出電容器 C_5 係連接在第一節點和第二節點之間，其中第一節點係在回授電容器 $C_i/2$ 對之間，而第二節點係在振盪電容器 $C_1/2$ 之間。多出電容器 C_5 係任選的，而其可用以減少 S_1 和 S_2 (在第 6 圖中的 Q_1 和 Q_2) 的開關 ON 閘控制之間的失效時間。

本發明之對稱拓樸允許藉由最小化儲存在安定電感器內的能量完成很低的損失和很長的壽命，藉由燈泡的電感

線圈減少離子轟擊，減少振盪電容器內的應力，及降低干涉程度，使可以很容易抑制 EMI。

雖然本發明之實施例已在上述的說明書和圖式中詳細說明，但是應該瞭解：當根據說明書和圖式閱讀時，本發明係藉由下面的申請專利範圍界定。

【圖式簡單說明】

- 第 1 圖為習知技術之 RF 電源供應器的電路圖；
- 第 2 圖為習知技術之另一 RF 電源供應器的電路圖；
- 第 3 圖為本發明之 RF 電源供應器實施例的電路圖；
- 第 4 圖為本發明之 RF 電源供應器第二實施例的電路圖；
- 第 5 圖為表 1；及
- 第 6 圖為本發明之 RF 電源供應器第二實施例的變化例。

【主要元件符號說明】

| | |
|--------------------------|---------|
| C_0 | 電解質電容器 |
| C_1 | 第一振盪電容器 |
| C_2 | 第二振盪電容器 |
| L_1 | 第一電感器 |
| L_f | 電感器 |
| D | 燈泡 |
| S_1, S_2 | 電晶體 |
| Dt | 驅動變壓器 |
| C_f, C_P, C_G, C_{iss} | 電容器 |

| | |
|-----------------------|--------------|
| C_i | 回授電容器 |
| C_c | 耦合電容器 |
| L_L | 安定電感器(第二電感器) |
| V_1 | 輸出電壓 |
| V_G, V_{CS} | 電壓 |
| C_s | 額外電容器 |
| C_5 | 多出電容器 |
| I_1, I_{C1}, I_{C2} | 電流 |

五、中文發明摘要：

一種用於無電極燈之射頻 (RF) 電源供應器，包含：DC 軌道對，一 RF 反相器，其具有連接在該軌道之間的電源輸入端，一第一電感器，其排列以電感耦合無電極燈，第一和第二振盪電容器，其將該第一電感器的兩個輸入端個別的其中一端各自連接到相同該 DC 軌道對的第一軌道，及一第二 (安定) 電感器，其將該 RF 反相器的輸出連接到該第一電感器的兩個輸入端的其中一端。因此，第一電感器係連接對稱 π 濾波器，並且藉由兩個相等但反相的電壓供應，其中兩者的和為燈泡電壓。安定電感器的電感值可以顯著減少，使得電源供應器的 RF 效率為 96%。

六、英文發明摘要：

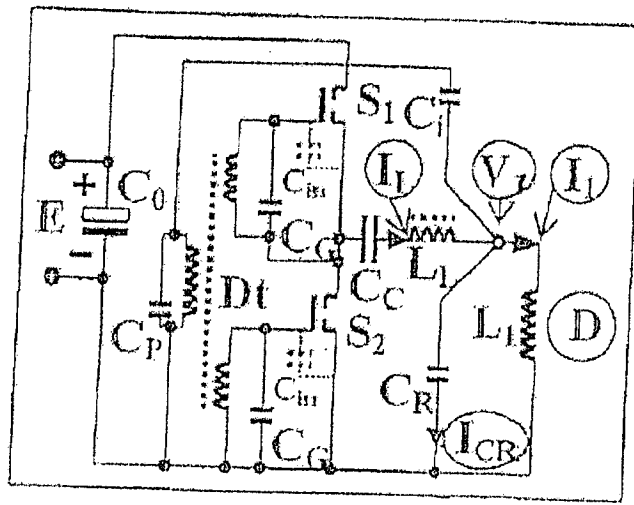
A radio frequency (RF) power supply for an electrodeless lamp includes a pair of DC rails, an RF inverter having power input terminals connected between the rails, a first inductor arranged to inductively couple with an electrodeless lamp, first and second resonance capacitors that each connects a respective one of two input terminals of the first inductor to a same first rail of the pair of DC rails, and a second (ballasting) inductor connecting an output of the RF inverter to one of the two input terminals of the first inductor. Thus, the first inductor is connected in a symmetrical π -filter and supplied by two equal but phase-opposite voltages whose sum is the lamp voltage. The inductance of the ballasting inductor is significantly reduced so that the RF efficiency of the power supply is 96%.

十、申請專利範圍：

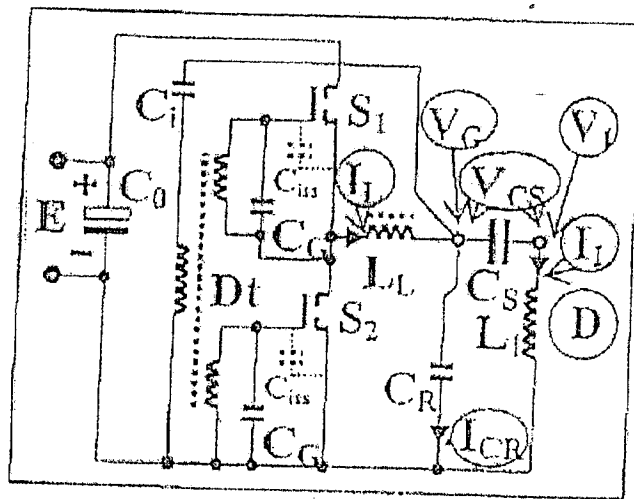
1. 一種用於無電極燈之射頻 (RF) 電源供應器，包括：
 - 一對 DC 軌道；
 - RF 反相器，其具有連接在該 DC 軌道對之間的電源輸入端；
 - 第一電感器，其排列以電感耦合無電極燈；
 - 第一和第二振盪電容器，其將該第一電感器的兩個輸入端個別的其中一端各自連接到相同該 DC 軌道對的第一軌道；及
 - 第二電感器，其將該 RF 反相器的輸出連接到該第一電感器的兩個輸入端的其中一端。
2. 如申請專利範圍第 1 項之電源供應器，還包括第三和第四振盪電容器，其將該第一電感器的兩個輸入端個別的其中一端各自連接到相同該 DC 軌道對的第二軌道。
3. 如申請專利範圍第 2 項之電源供應器，其中該第一和第三振盪電容器具有相同的電容值。
4. 如申請專利範圍第 3 項之電源供應器，其中該第二和第四振盪電容器具有相同的電容值。
5. 如申請專利範圍第 2 項之電源供應器，還包括兩個回授電容器，其將該 RF 反相器的驅動變壓器連接到該 DC 軌道對個別軌道。
6. 如申請專利範圍第 5 項之電源供應器，其中該兩個回授電容器具有相同的電容值。

- 7.如申請專利範圍第 5 項之電源供應器，還包括一多出電容器，其連接在第一節點和第二節點之間，其中第一節點係在該第一和第二回授電容器之間，而該第二節點係在第一和第三振盪電容器之間。
- 8.如申請專利範圍第 1 項之電源供應器，其中該 RF 反相器包括一驅動變壓器和兩個控制該驅動變壓器的操作之開關，該兩個開關係藉由燈泡輸入電壓之導數的回授控制，該導數係藉由高通電容器提供，其中包括一第一回授電容器，其連接在該驅動變壓器和該 DC 軌道對的第一軌道之間，及一第二回授電容器，其連接在該驅動變壓器和該 DC 軌道對的第二軌道之間。
- 9.如申請專利範圍第 1 項之電源供應器，其中該 RF 反相器係全電橋和半電橋反相器其中之一。
- 10.如申請專利範圍第 1 項之電源供應器，其中電源供應器的效率至少 95%。

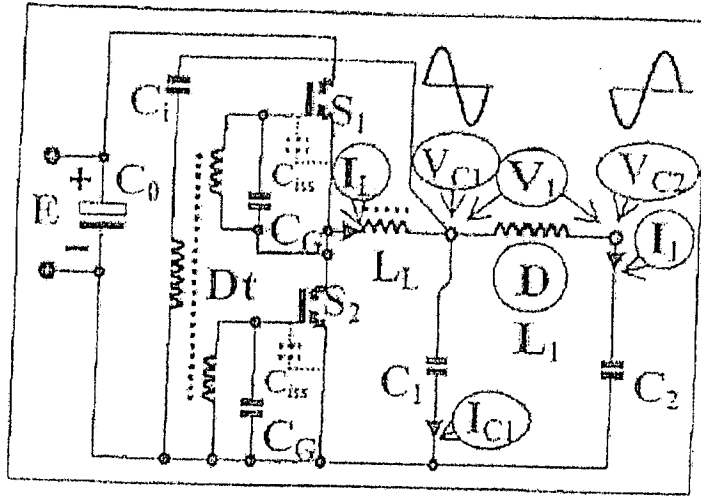
十一、圖式：



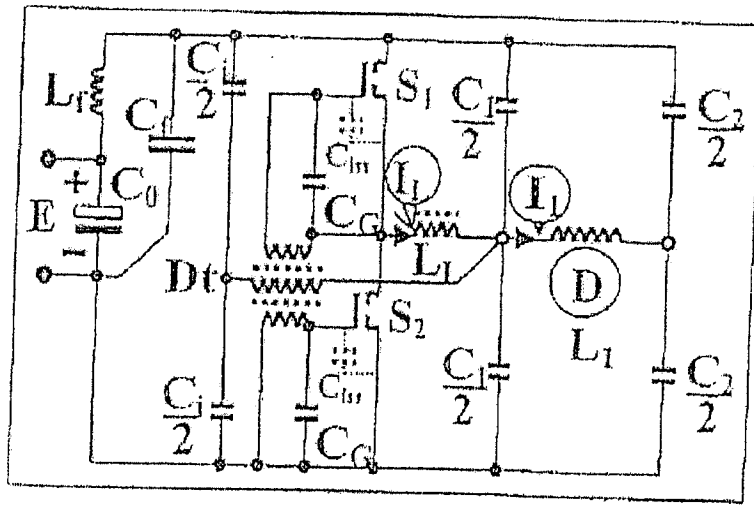
第 1 圖 (習知技藝)



第 2 圖 (習知技藝)



第 3 圖



第 4 圖

| 詳細參數 與結果 | E = 350V _{DC} ; V _I = 552V; I _I = 2.25A; P _I = 150W; L _I = 16.6μH; Dt: core 10x6x4 K1, 6/4/4 turns; f ₀ = 2.5MHz; f _{RS} = 2.45MHz | | |
|--------------------------------------|---|-------------------------------|-------------------------------|
| Fig. 1 | Fig. 2 | Fig. 3 | Fig. 4 |
| S _{1&2} : IRF730 | S _{1&2} : IRF730 | S _{1&2} : BUZ205 | S _{1&2} : BUZ205 |
| C _i = 6pF | C _i = 10pF | C _i = 22pF | C _i = 22pF |
| C _G = 1.8nF | C _G = 2nF | C _G = 220pF | C _G = 220pF |
| C _p = 330pF | C _p = 0 | C _p = 0 | C _p = 0 |
| L _L = 37.2μH | L _L = 24.1μH | L _L = 18.4μH | L _L = 18.4μH |
| C _R = 370pF | C _R = 580pF | C ₁ = 720pF | C ₁ = 720pF |
| ΔV _I = 552V | ΔV _G = 362V | ΔV _{C1} = 277V | ΔV _{C1} = 277V |
| I _{CR} = 3.21Arms | I _{CR} = 3.3Arms | I _{C1} = 3.13Arms | I _{C1} = 3.13Arms |
| C _C = 33nF | C _s = 750pF | C ₂ = 515pF | C ₂ = 515pF |
| V _{CC} = 175V _{DC} | ΔV _{CS} = 190V | ΔV _{C2} = 277V | ΔV _{C2} = 277V |
| I _L = 3.8App | I _L = 3.4App | I _L = 3.2App | I _L = 3.2App |
| P _{DC} = 163.5W | P _{DC} = 159.4W | P _{DC} = 156.3W | P _{DC} = 155.8W |
| P _{Loss} = 13.5W | P _{Loss} = 9.4W | P _{Loss} = 6.3W | P _{Loss} = 5.8W |
| P _{LossLL} = 7.8W | P _{LossLL} = 4.4W | P _{LossLL} = 2.7W | P _{LossLL} = 2.7W |
| P _{LossS1S2} = 4.4W | P _{LossS1S2} = 3.6W | P _{LossS1S2} = 2.4W | P _{LossS1S2} = 2.4W |
| η = 91.7% | η = 94.1% | η = 96.0% | η = 96.3% |

第 5 圖

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (3) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

| | |
|----------------|---------------|
| C_0 | 電解質電容器 |
| C_1 | 第一振盪電容器 |
| C_2 | 第二振盪電容器 |
| L_1 | 第一電感器 |
| D | 燈泡 |
| S_1, S_2 | 電晶體 |
| Dt | 驅動變壓器 |
| C_G, C_{iss} | 電容器 |
| C_i | 回授電容器 |
| L_L | 安定電感器 (第二電感器) |
| V_1 | 輸出電壓 |
| I_1, I_{C1} | 電流 |

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

【發明內容】

本發明之目的係要提供一種用於無電極燈之新型 RF 電源供應器，其效率至少有 95%。

本發明之另一目的係要提供一種用於無電極燈之新型 RF 電源供應器，其中燈的感應線圈(第一電感器 L_1)係被連接到對稱 π 濾波器，以進一步減少安定電感器 L_L 的損失。

本發明之再一目的係要提供一種用於無電極燈之新型 RF 電源供應器，其中燈泡包含：DC 軌道對，一 RF 反相器，其具有連接在軌道之間的電源輸入端，一第一電感器，其排列以電感耦合無電極燈，其中對稱 π 濾波器包含第一和第二振盪電容器，其將第一電感器的兩個輸入端個別的其中一端各自連接到相同 DC 軌道對的第一軌道，及一第二(安定)電感器，其將 RF 反相器的輸出連接到第一電感器的兩個輸入端的其中一端。

在考慮下面的圖式和優選實施例的說明之後，對於熟悉本發明技術的那些人士，本發明這些和其他的目的，與優點將會顯現。

【實施方式】

現在參考第 3 圖，在本發明中，用於無電極燈 D 之 RF 電源供應器包含：一 DC 軌道對接受來自 DC 電源 E 之 DC 電源，一 RF 反相器，其具有連接在軌道之間的電源輸入端(反相器包含驅動變壓器 D_t 與電晶體開關 S_1 和 S_2)，一第一電感器 L_1 ，其電感耦合燈泡 D，第一和第二振盪電容器 C_1 和 C_2 ，其將第一電感器 L_1 的兩個輸入端個別的其中一端各自連接到相同 DC 軌道對的第一軌道，及一第二(安定)電感器 L_L ，其將 RF 反相器的輸出連接到第一電感器 L_1 的