



(21)申請案號：103112823

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 04 月 08 日

(51)Int. Cl. : G01R27/20 (2006.01)

(71)申請人：高苑科技大學(中華民國) KAO YUAN UNIVERSITY (TW)

高雄市路竹區中山路 1821 號

(72)發明人：劉又齊(TW)；李詠林(TW)

(74)代理人：黃志揚

(56)參考文獻：

TW I264546

TW I404944

CN 103701092A

US 7253639B2

US 7994799B2

US 2012/0126839A1

審查人員：鄧人豪

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：4 共 24 頁

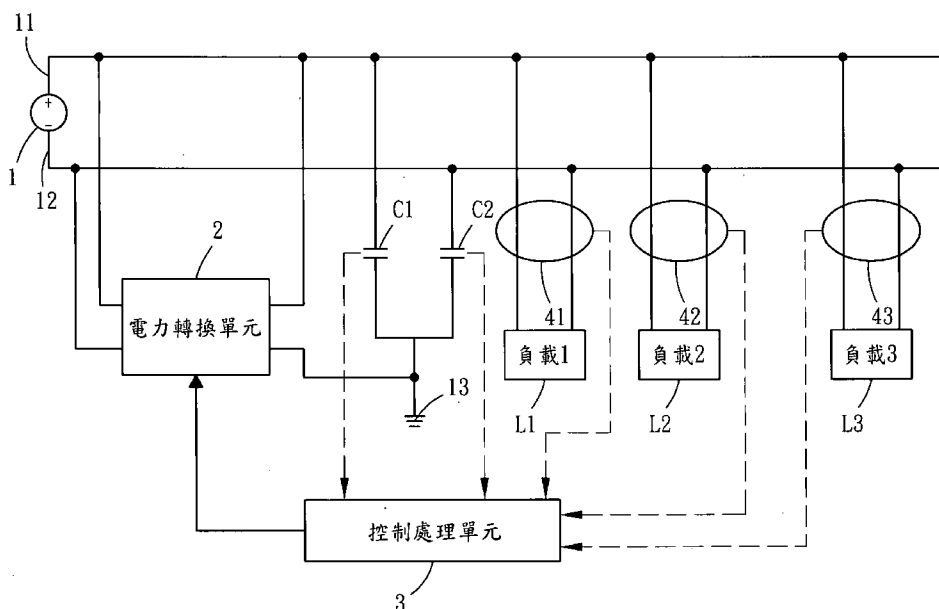
(54)名稱

高感度非接地直流供電絕緣電阻偵測方法及其電路

(57)摘要

本發明一種高感度非接地直流供電絕緣電阻偵測方法及其電路，藉由量測一電源系統之正母線對地之電壓及負母線對地之電壓，判斷量測到之二電壓值相除並取絕對值後的一比值是否超過一預設範圍值，若該比值小於該預設範圍值，則以一電力轉換單元對該電源系統之正母線與接地端注入直流電流，使正母線對地之電壓提升至額定值，若該比值大於該預設範圍值，則以該電力轉換單元對該電源系統之接地端與負母線注入直流電流，使負母線對地之電壓絕對值提升至額定值。由於洩漏電流亦隨著電壓增加，藉此達到提升非接地直流系統絕緣電阻故障偵測之能力。

指定代表圖：



第 1 圖

符號簡單說明：

1 . . . 電源系統

11 . . . 正母線

12 . . . 負母線

13 . . . 接地端

2 . . . 電力轉換單元

3 . . . 控制處理單元

41、42、43 . . . 電
流檢測單元C1 . . . 第一接地電
容C2 . . . 第二接地電
容

I539169

TW I539169 B

L1、L2、L3・・・負
載



公告本

申請日: 103.04.08

IPC分類:

G01R 27/20 (2006.01)

【發明摘要】

【中文發明名稱】 高感度非接地直流供電絕緣電阻偵測方法及其電路

【中文】

本發明一種高感度非接地直流供電絕緣電阻偵測方法及其電路，藉由量測一電源系統之正母線對地之電壓及負母線對地之電壓，判斷量測到之二電壓值相除並取絕對值後的一比值是否超過一預設範圍值，若該比值小於該預設範圍值，則以一電力轉換單元對該電源系統之正母線與接地端注入直流電流，使正母線對地之電壓提升至額定值，若該比值大於該預設範圍值，則以該電力轉換單元對該電源系統之接地端與負母線注入直流電流，使負母線對地之電壓絕對值提升至額定值。由於洩漏電流亦隨著電壓增加，藉此達到提升非接地直流系統絕緣電阻故障偵測之能力。

【指定代表圖】 第 (1) 圖。

【代表圖之符號簡單說明】

電源系統.1	正母線.11
負母線.12	接地端.13
電力轉換單元.2	控制處理單元.3
電流檢測單元.41、42、43	
第一接地電容.C1	
第二接地電容.C2	負載.L1、L2、L3

【特徵化學式】

【發明說明書】

【中文發明名稱】 高感度非接地直流供電絕緣電阻偵測方法及其電路

【技術領域】

本發明是關於一種供電絕緣電阻偵測方法及其電路，尤其是指一種高感度的非接地直流供電絕緣電阻偵測方法及其電路。

【先前技術】

直流供電系統通常是由蓄電池組、整流器與電力電子轉換器所構成，以提供高品質直流電源予重要負載，爲了提高直流供電系統之品質，直流供電系統通常都採用非接地系統，即正負母線對地均採用絕緣。故當系統發生一點對地故障時，並不會形成短路迴路而影響直流系統之運轉，僅當出現兩點或兩點以上接地故障時，才會造成正負母線短路，致使整個系統故障失效。

現有檢測直流系統絕緣的方法主要是採用平衡電橋檢測法，當正負母線對地絕緣產生變化時，電橋會失去平衡，絕緣監測裝置將發出警報訊號。平衡電橋檢測法，其靈敏度一般設在正負母線對地絕緣電阻之比爲2:1至10:1的範圍，因此若正負母線絕緣電阻相差較大時，但實際上正母線及負母線之絕緣電阻並未低於允許值的情況下，平衡電橋法也可能產生接地故障之誤警報。

不平衡電橋檢測法是平衡電橋檢測法之改良，可適用於正負母線絕緣電阻同等下降的情況，且能檢測正負母線絕緣電阻大小，但利用不平衡電橋檢測法故障時，需於正負母線投入測試電阻，因此於檢測期間將造成整體直流系統對地絕緣電阻之下降。

此外，另一常用以檢測直流系統絕緣的方法為交流訊號源注入法，其基本原理系在直流電源系統正負母線注入一低頻交流電壓源，然後利用交流感測器（CT）檢測支路之低頻交流電流訊號，根據該電流的大小及角度以計算對地電阻值，當所量測之電阻值低於設定值時，即判定該支路發生接地故障。由於近來微機電裝置大量使用抗干擾的電容器以作為電壓暫態補償器用，這將造成在直流電源中對地電容增大，使得電容的電流增大，因此對於交流電源注入法之接地故障點檢測方式，實際上已無法滿足對分路接地故障之有效檢測。也就是當接地電容之電流大於故障檢測裝置對絕緣電阻之洩露電流的設定值時，將造成警報之誤動作，影響故障檢測裝置正確判斷。

根據前述方法，可得知非接地直流電源系統中，當單點故障接地或絕緣劣化時，本質上不會產生漏電流，但由於系統存有接地雜散電容，以及為了抗干擾所使用的穩壓電容，這一些電容將提供漏電流之路徑，將可作為絕緣電阻劣化之偵測，不過，絕緣電阻之劣化情況，通常並非是急劇劣化，反而是極為緩慢的，故即使當正母線或負母線發生絕緣劣化時，其對地之電壓隨電阻下降成正比而下降，但接地電容之電壓變化亦是非常的小，故電容的電荷轉移量將是非常的小，接地電容將無法提供足夠大的放電電量供霍爾元件電流檢知器以檢測正負母線電流之差異。

詳言之，當絕緣電阻劣化時，其洩漏電流初始值 $I_{GN+}(t_0)$ 等於母線對地電壓 $V_c(t_0)$ 除以母線對地的絕緣電阻 R_{N+} ， $I_{GN+}(t_0) = V_c(t_0) / R_{N+}$ ，但當正負母線對地電容之電荷達到穩態平衡時，漏電流又會降至為零，因此若要以接地雜散電容

或穩壓電容作為漏電流偵測，其需於絕緣電阻發生瞬間變化時，即刻量取此漏電流訊號。洩漏電流將會以指數函數衰減，一段時間後將會趨近於零。

因此，在正負母線對地電容之電荷達到穩態時，漏電流之路徑又會中止，故無法藉由接地電容所提供之漏電流流通路徑，來達成接地絕緣電阻偵測之目的。

故此，如何在不需更改現有系統即可應用其所具有的接地電容而順利地偵測出非接地型供電系統接地故障，實為一待解決之課題。

【發明內容】

本發明目的在於提出一種新的直流供電絕緣電阻故障偵測電路，其係為克服現有非接地型供電系統發生接地故障時，無法提供高感度的漏電流檢測，以及改善電容接地法無法順利偵測出絕緣電阻緩慢劣化之缺點。

本發明一種 高感度非接地直流供電絕緣電阻偵測方法，其步驟包括：量測一電源系統之正母線對一接地端之電壓及負母線對一接地端之電壓；判斷該正母線對該接地端之電壓值與該負母線對該接地端之電壓值相除並取絕對值後所得之一比值是否超過一預設範圍值；若該比值小於該預設範圍值，則以一電力轉換單元對該電源系統之正母線與接地端注入直流電流，使其正母線對該接地端地之電壓提升至額定值，若該比值大於該預設範圍值，則以該電力轉換單元對該電源系統之接地端與負母線注入直流電流，使其負母線對該接地端之電壓絕對值提升至額定值。

此外，本發明更包括一種 高感度非接地直流供電絕緣電阻偵測電路，包括：一電源系統，該電源系統包括一正母線、一負母線及至少一接地端，該電源系統與至少一負載連接；一第一接地電容，該第一接地電容一端與該正母線連接，該第一接地電容另一端與該接地端連接；一第二接地電容，該第二接地電容一端與該負母線連接，該第二接地電容另一端與該接地端連接；一電力轉換單元，該電力轉換單元的輸入端分別與該正母線及該負母線（或亦可與另一電源系統的電源連接），該電力轉換單元的輸出端分別與該正母線及該接地端連接；一控制處理單元，該控制處理單元與該電力轉換單元連接；二電壓偵測單元，該些電壓偵測單元與該第一接地電容、該第二接地電容及該控制處理單元連接；以及至少一電流檢測單元，該電流檢測單元與該電源系統及該控制處理單元連接。

本發明特點在於，藉由注入直流電流使洩漏電流變大，因此電流檢知器將能很容易檢測出洩漏電流大小，並且，根據電壓及洩漏電流大小即可計算出對地絕緣電阻值，得知絕緣電阻故障的程度，故可大幅提升非接地直流系統絕緣電阻故障偵測之能力。

【圖式簡單說明】

第1圖：為本發明電路的示意圖。

第2-1圖：為本發明直流電流注入正母線的電流路徑示意圖（一）。

第2-2圖：為本發明直流電流注入正母線的電流路徑示意圖（二）。

第2-3圖：為本發明直流電流注入正母線的電流路徑示意圖（三）。

第3-1圖：為本發明正母線接地故障時所形成的洩漏電流路徑示意圖（一）。

第3-2圖：為本發明正母線接地故障時所形成的洩漏電流路徑示意圖（二）。

第4-1圖：為本發明直流電流注入負母線的電流路徑示意圖（一）。

第4-2圖：為本發明直流電流注入負母線的電流路徑示意圖（二）。

第4-3圖：為本發明直流電流注入負母線的電流路徑示意圖（三）。

【實施方式】

本發明提出一種高感度非接地直流供電絕緣電阻偵測方法及其電路，請先參閱第1圖，先行參閱本發明電路的實施例，以利益更明確地理解本發明之方法。

本發明電路包括 一電源系統1、一第一接地電容C1、一第二接地電容C2、一電力轉換單元2、一控制處理單元3、二電壓偵測單元（圖未示出）、複數電流檢測單元41、42、43以及 一警報單元（圖未示出），其中，該電源系統1包括一正母線11、一負母線12及至少一接地端13，該電源系統1與至少一負載連接，本實施例以設有三個負載L1、L2、L3為實施；其中

該第一接地電容C1一端與該正母線11連接，該第一接地電容C1另一端與該接地端13連接，該第二接地電容C2一端與該負母線12連接，該第二接地電容C2另一端與該接地端13連接，該第一接地電容C1與該第二接地電容C2作為電力轉換單元2注入電流對此二電容器充電，使故障的正母線11對接地端13電壓或故障的負母線12對接地端13電壓提升之用途，以及當發生絕緣電阻故障時提供漏電流的路徑，此二電容其可為系統自身所具有的雜散電容、穩壓電容或系統自身電容過小而需另外增設的電容，需理解的是，第一接地電容C1等效於整個系統上所有連接該正母線11的電容，第二接地電容C2等效於整個系統上所有連接該負母線12的電容；

該電力轉換單元2的輸入端分別與該正母線11及該負母線12連接（或亦得與另一電源系統的電源連接），該電力轉換單元2的輸出端分別與該正母線11及該接地端13連接，該電力轉換單元2供發生絕緣電阻故障時對該正母線11或該負母線12注入直流電流用，故該電力轉換單元2可為兩個單向直流轉換器或一個雙向直流轉換器實施，而本實施例係以一個雙向直流轉換器為實施例說明；

該控制處理單元3與該電力轉換單元2連接，該控制處理單元3得為單晶片處理器或數位信號處理器（DSP）但不以此限，本實施例以數位信號處理器實施；該些電壓偵測單元分別與該第一接地電容C1、該第二接地電容C2連接，並且與該控制處理單元3連接，使該第一接地電容C1與該第二接地電容C2的電壓信號傳至該控制處理單元3；

該些電流檢測單元41、42、43對應該些負載L1、L2、L3的個數設為三個並以直流漏電流感知器實施，該些電流檢測單元41、42、43分別與該電源系統1各分路的負載L1、L2、L3連接以偵測各分路的漏電流狀態，並且，該些電流檢測單元41、42、43分別與該控制處理單元3連接，使該控制處理單元3接收各分路漏電流值的大小；該警報單元與該控制處理單元3連接，當確定發生絕緣電阻故障時則可發出告警報知。

請繼續參照第1圖並一併參照第2-1圖至第2-3圖，本發明方法的步驟包括：量測該電源系統1之正母線11對接地端13之電壓及負母線12對接地端13之電壓，亦即量測該第一接地電容C1與該第二接地電容C2的電壓；接續，判斷該正母線11對接地端13之電壓值與該負母線12對接地端13之電壓值相除並取絕對值後所得之一比值是否超過一預設範圍值，舉例而言，正母線11對接地端13之電壓與負母線12對接地端13之電壓之比值的預設範圍值設為 $3/1 \sim 1/3$ ；若該比值小於該預設範圍值，例如當正母線11對接地端13之電壓與負母線12對接地端13之電壓的比值取絕對值小於 $1/3$ 時，則以該電力轉換單元2對該電源系統1之正母線11與接地端13注入直流電流，使其正母線11對接地端13之電壓提升至額定值（額定值為電源系統1電壓值的一半），若該比值大於該預設範圍值，例如當正母線11對接地端13之電壓與負母線12對接地端13之電壓的比值取絕對值超過 $3/1$ 時，則以該電力轉換單元2對該電源系統1之接地端13與負母線12注入直流電流，使其負母線12對接地端13之電壓絕對值提升至額定值。

承上段說明，故當電力轉換單元2對正母線11注入電流時

，正母線11對接地端13之電壓將上升，而由於正母線11對接地端13的電壓加上接地端13對負母線12的電壓等於電源系統1的電壓，故正母線11對接地端12之電壓提升的同時，負母線12對接地端13之電壓絕對值也同等下降，當正母線11對接地端13之電壓提升時，洩漏電流將會變大，因此電流檢測單元43將能很容易檢測出接地故障的電流大小，並可容易地計算出正母線11對接地端13之絕緣電阻R大小。

接續，請繼續參照第1圖至第2-1圖至第2-3圖，本發明步驟更包括偵測該第一接地電容C1之電壓與第二接地電容C2之電壓值是否相等且為電源系統1電壓的一半，或判斷是否已經由該些電流檢測單元41、42、43偵測出漏電，若是，則關閉該電力轉換單元2以停止注入直流電流，舉例而言，若是系統發生嚴重的絕緣電阻故障，譬如發生正母線11對接地端13短路故障或正母線11對接地端13之絕緣電阻R相當小時，若電力轉換單元2對正母線11所注入的直流電流大多流至絕緣電阻R的短路故障點，則正母線11對接地端13之電壓可能不會上升至額定值，故此時正母線11對接地端13絕緣電阻故障之漏電流將由電力轉換單元2提供，當電流檢測單元43偵測出漏電時，即刻關閉電力轉換單元2，以中止洩漏電流；而若假設絕緣電阻故障的情況較為輕微，當正母線11對接地端13絕緣電阻故障之漏電流小於電力轉換單元2之輸出電流時，則會將多餘的電流注入第一接地電容C1中，使正母線11對接地端13電壓上升，而負母線12對接地端13之電壓絕對值也同等下降，最後使第一接地電容C1、第二接地電容C2之電壓達到額定值，或已經由電流檢測單元43偵測出漏電時，即可關

閉電力轉換單元 2，以減少漏電流持續之時間，故此，本發明藉由電力轉換單元 2與接地故障點及第一接地電容C1與第二接地電容C2所形成的電流流動路徑，得以產生短暫的漏電流，而達成接地絕緣電阻偵測的目的與功效。

該第一接地電容C1之電壓與第二接地電容C2之電壓值相等且為電源系統1電壓的一半，而當正母線11發生絕緣劣化時，則第二接地電容C2的電壓大於第一接地電容C1的電壓，反之則第一接地電容C1的電壓大於第二接地電容C2的電壓，進一步而言，當電力轉換單元2關閉時，此時洩漏電流則是由第一接地電容C1、第二接地電容C2所儲存的電量所提供，其中，如第3-1圖所示，其洩漏電流的第一路徑是由第一接地電容C1的儲能進行放電，故障電流從正母線11經接地故障點流進入至大地，再由大地流回至電容器；當正母線11發生對地絕緣劣化時，此時儲存於第一接地電容C1之能量將進行放電，由於第一接地電容C1之儲能逐漸下降，因此其電壓也將逐漸下滑，最後達到穩態平衡時，其電壓將保持在較小的電壓，而第一接地電容C1亦不再釋放能量，代表此時洩漏電流之路徑將中斷；如第3-2圖所示，第二路徑為另一條洩漏電流之路徑，是由直流電源經故障點之絕緣電阻R，再對第二接地電容C2進行儲能充電，由於第二接地電容C2之儲能增加，因此其電壓亦將提高，最後達到穩態平衡時，其電壓將保持在較大的電壓。

另一方面，請參第4-1圖至第4-3圖，若負母線12接地絕緣電阻R劣化時，負母線12對接地端13的電壓絕對值將會降低，而正母線11對接地端13的電壓將會提高，當負母線12對接地端13

之電壓與正母線11對 接地端13 之電壓之比值低於預設範圍值時，則將直流電流注入接地端13，使負母線12對 接地端13 之電壓絕對值提升至額定值，此與前述直流電流注入正母線11的原理完全相同，則不贅述。

綜上所述，本發明利用直流供電系統本質上存有一些接地雜散電容及抗干擾所用的穩壓電容，使注入的直流電流會有一部分流入接地電容中，將會讓故障的母線對接地端之電壓提昇，洩漏電流亦隨著電壓增加而同比例增加，故藉由注入直流電流使洩漏電流變大，因此電流檢測單元將能很容易檢測出洩漏電流大小，且只要根據電壓及洩漏電流大小即可計算出對地絕緣電阻值，藉此達到大幅提升非接地直流系統絕緣電阻故障偵測之能力。

【符號說明】

電源系統.1	正母線.11
負母線.12	接地端.13
電力轉換單元.2	控制處理單元.3
電流檢測單元.41、42、43	
第一接地電容.C1	
第二接地電容.C2	負載.L1、L2、L3
絕緣電阻.R	

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種高感度非接地直流供電絕緣電阻偵測電路，包括：

一電源系統，該電源系統包括一正母線、一負母線及至少一接地端，該電源系統與至少一負載連接；

一第一接地電容，該第一接地電容一端與該正母線連接，該第一接地電容另一端與該接地端連接；

一第二接地電容，該第二接地電容一端與該負母線連接，該第二接地電容另一端與該接地端連接；

一電力轉換單元，該電力轉換單元的輸入端分別與該正母線及該負母線連接，該電力轉換單元的輸出端分別與該正母線及該接地端連接；

一控制處理單元，該控制處理單元與該電力轉換單元連接；

二電壓偵測單元，該二電壓偵測單元與該第一接地電容、該第二接地電容該接地端及該控制處理單元連接；以及

至少一電流檢測單元，該電流檢測單元與該電源系統的一負載及該控制處理單元連接。

【第2項】

如申請專利範圍第1項所述之高感度非接地直流供電絕緣電阻偵測電路，其中，更包括一警報單元，該警報單元與該控制處理單元連接。

【第3項】

如申請專利範圍第1項所述之高感度非接地直流供電絕緣電阻偵測電路，其中，該電力轉換單元為二單向直流轉換器或一雙向直流轉換器。

【第4項】

如申請專利範圍第1項所述之高感度非接地直流供電絕緣電阻偵測電路，其中，該電力轉換單元的輸入端更另與另一電源系統的電源連接。

【第5項】

一種應用如申請專利範圍第1項所述之高感度非接地直流供電絕緣電阻偵測電路的偵測方法，其步驟包括：

量測該電源系統之該正母線對該接地端之電壓及該負母線對該接地端之電壓；

判斷該正母線對該接地端之電壓值與該負母線對該接地端之電壓值相除並取絕對值後所得之一比值是否超過一預設範圍值；

若該比值小於該預設範圍值，則以該電力轉換單元對該電源系統之該正母線與該接地端注入直流電流，使該正母線對該接地端之電壓提升至該電源系統電壓值的一半，若該比值大於該預設範圍值，則以該電力轉換單元對該電源系統之該接地端與該負母線注入直流電流，使該負母線對該接地端之電壓絕對值提升至該電源系統電壓值的一半；以及

判斷是否已經由該電流檢測單元偵測出各分路該負載的漏電流，若是，則關閉該電力轉換單元以停止注入直流電流。

【第6項】

如申請專利範圍第5項所述之偵測方法，其中，其步驟更包括：

偵測該第一接地電容之電壓與該第二接地電容之電壓值是否相等且為該電源系統電壓的一半，若是，則關閉該電力轉換單元以停止注入直流電流。

【第7項】

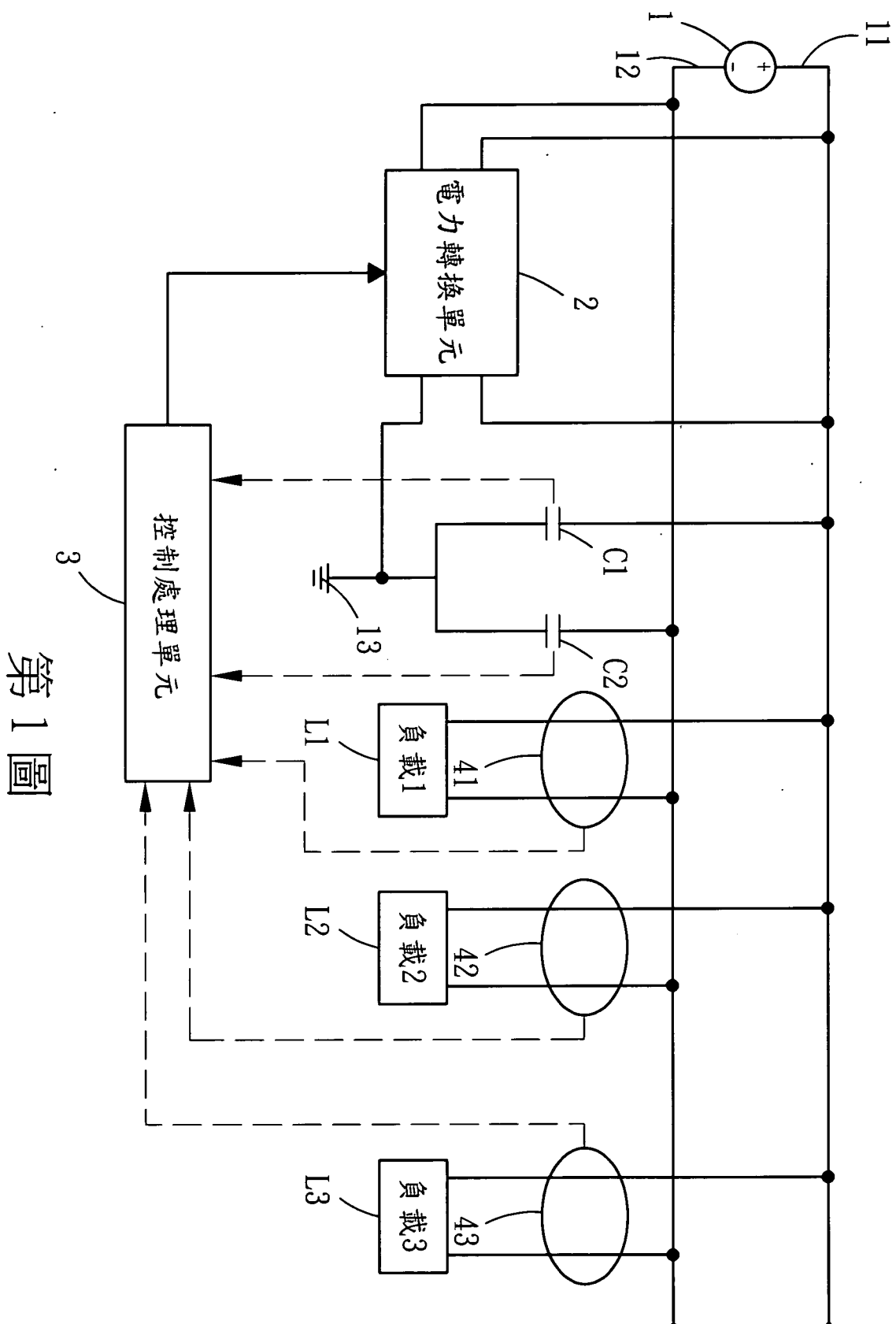
如申請專利範圍第5項所述之偵測方法，其中，其步驟更包括：

當該電流檢測單元偵測出漏電時，透過一警報單元發出告警。

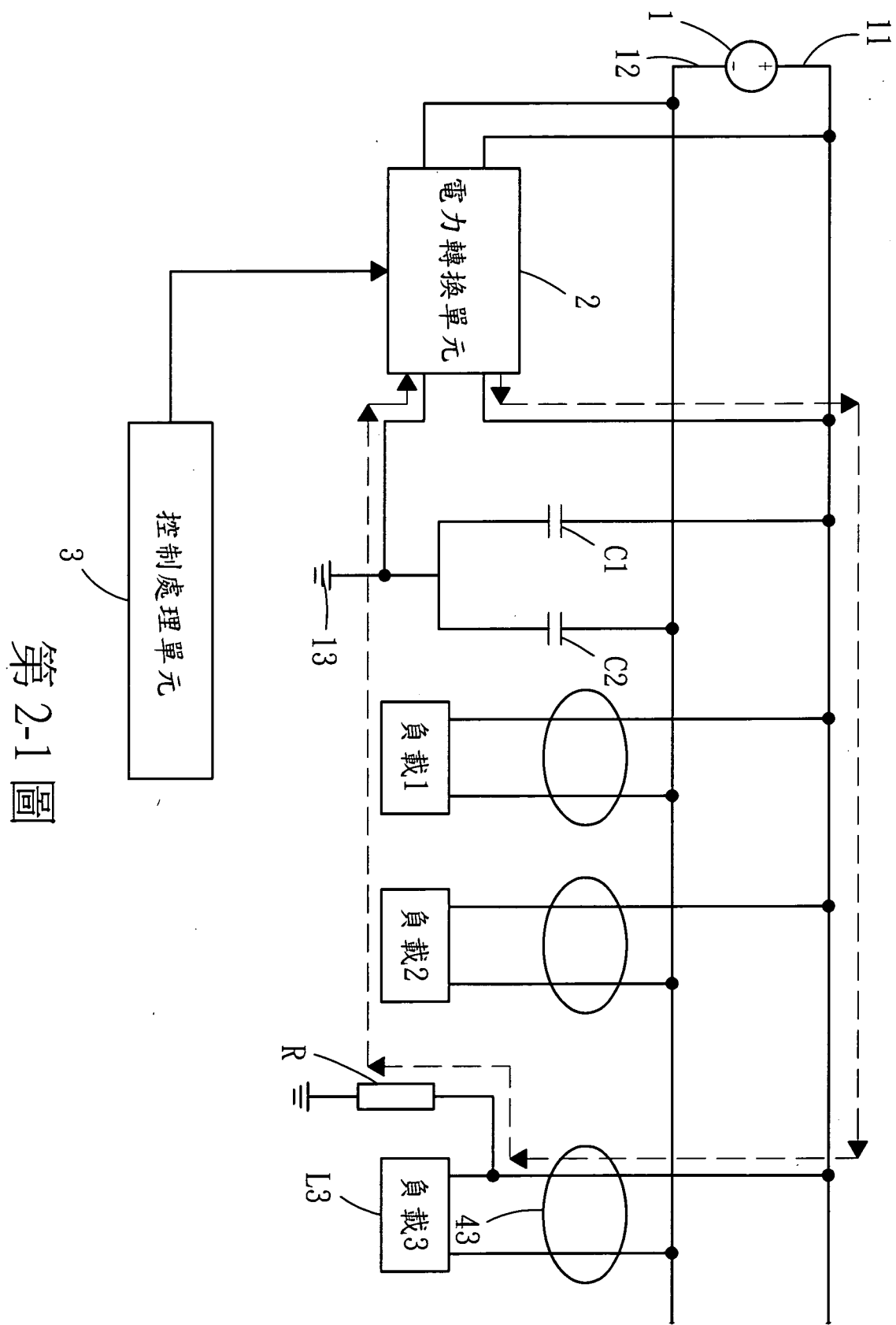
【第8項】

如申請專利範圍第5或6或7項所述之偵測方法，其中，該電力轉換單元為二單
向直流轉換器或一雙向直流轉換器。

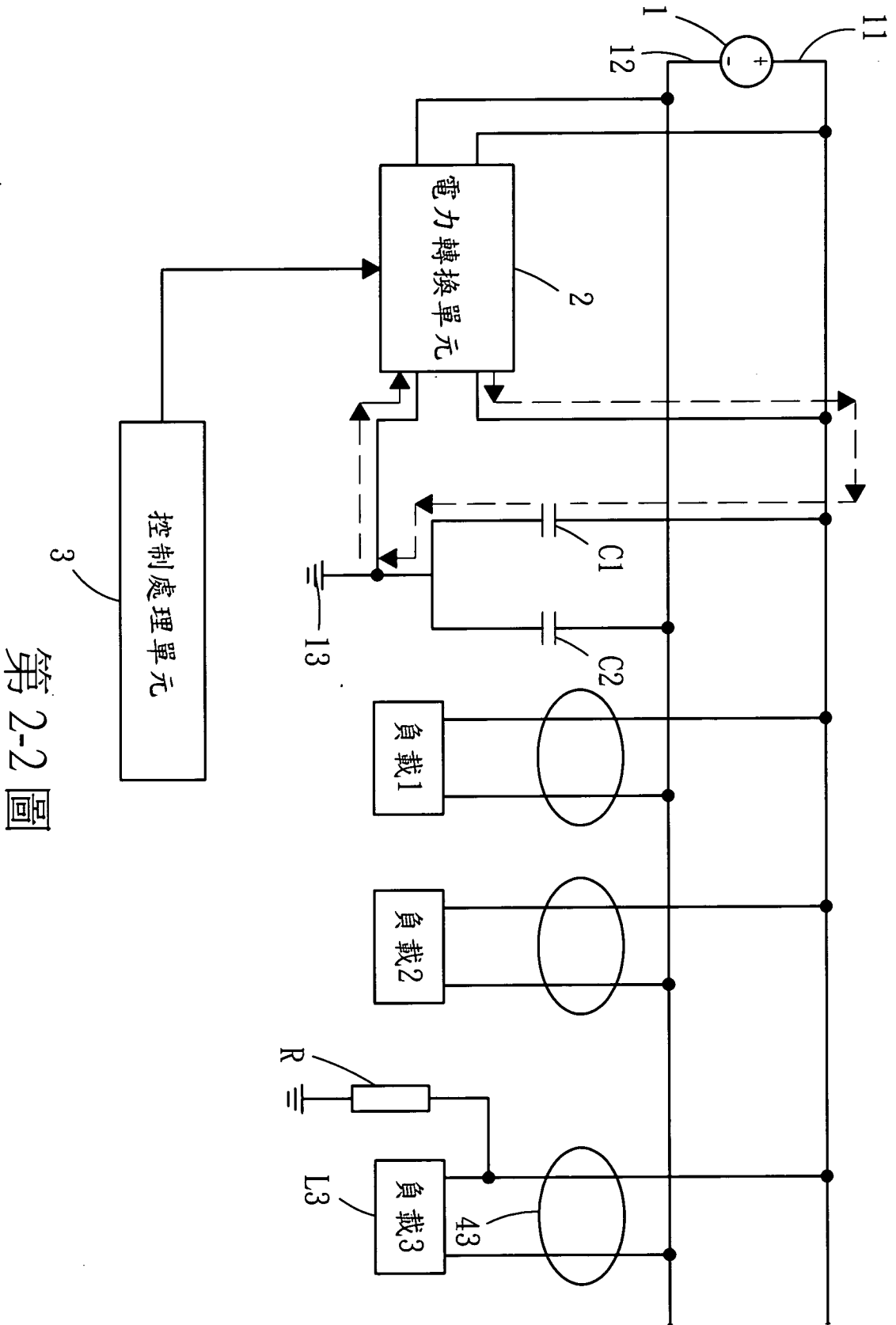
【發明圖式】



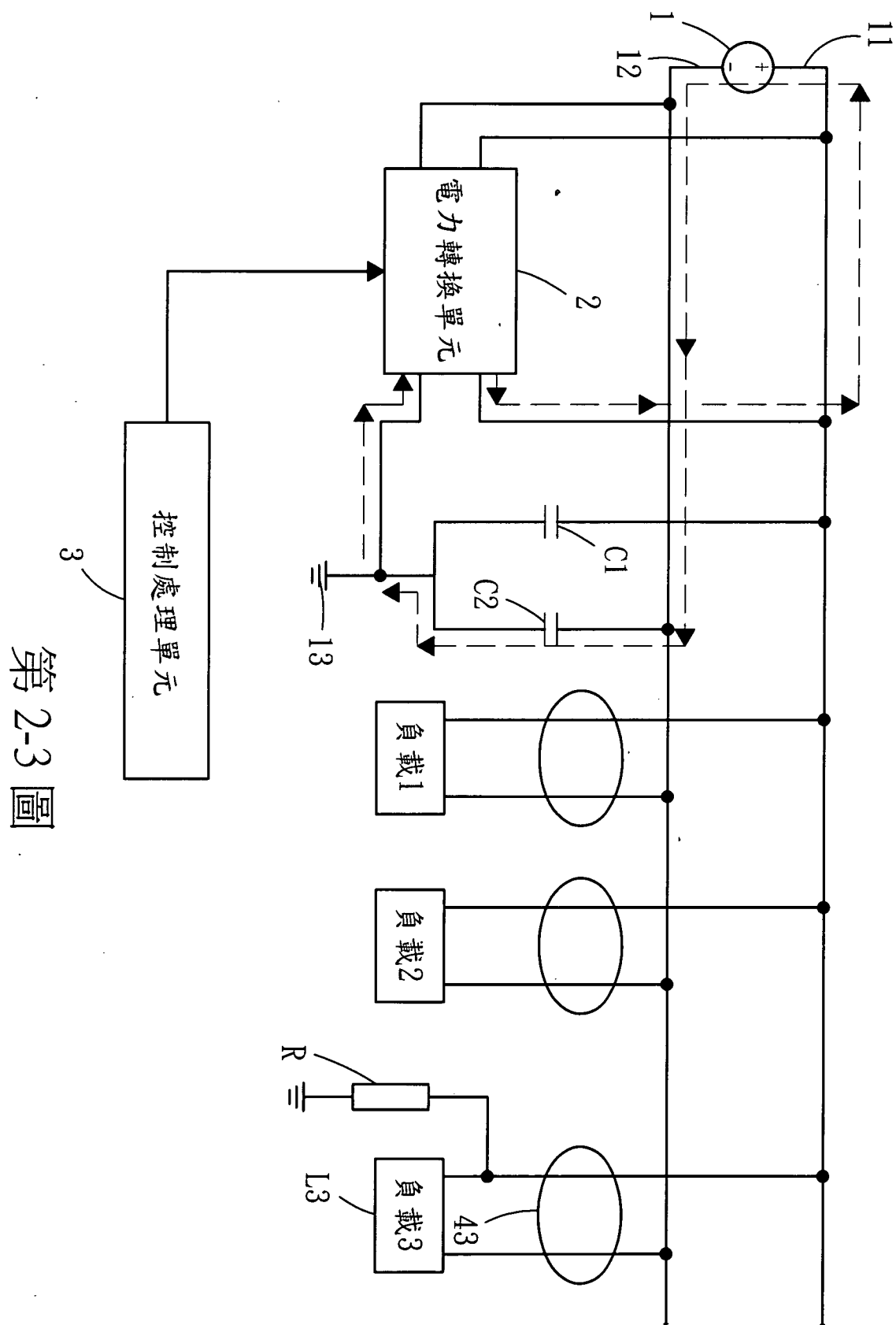
第1圖



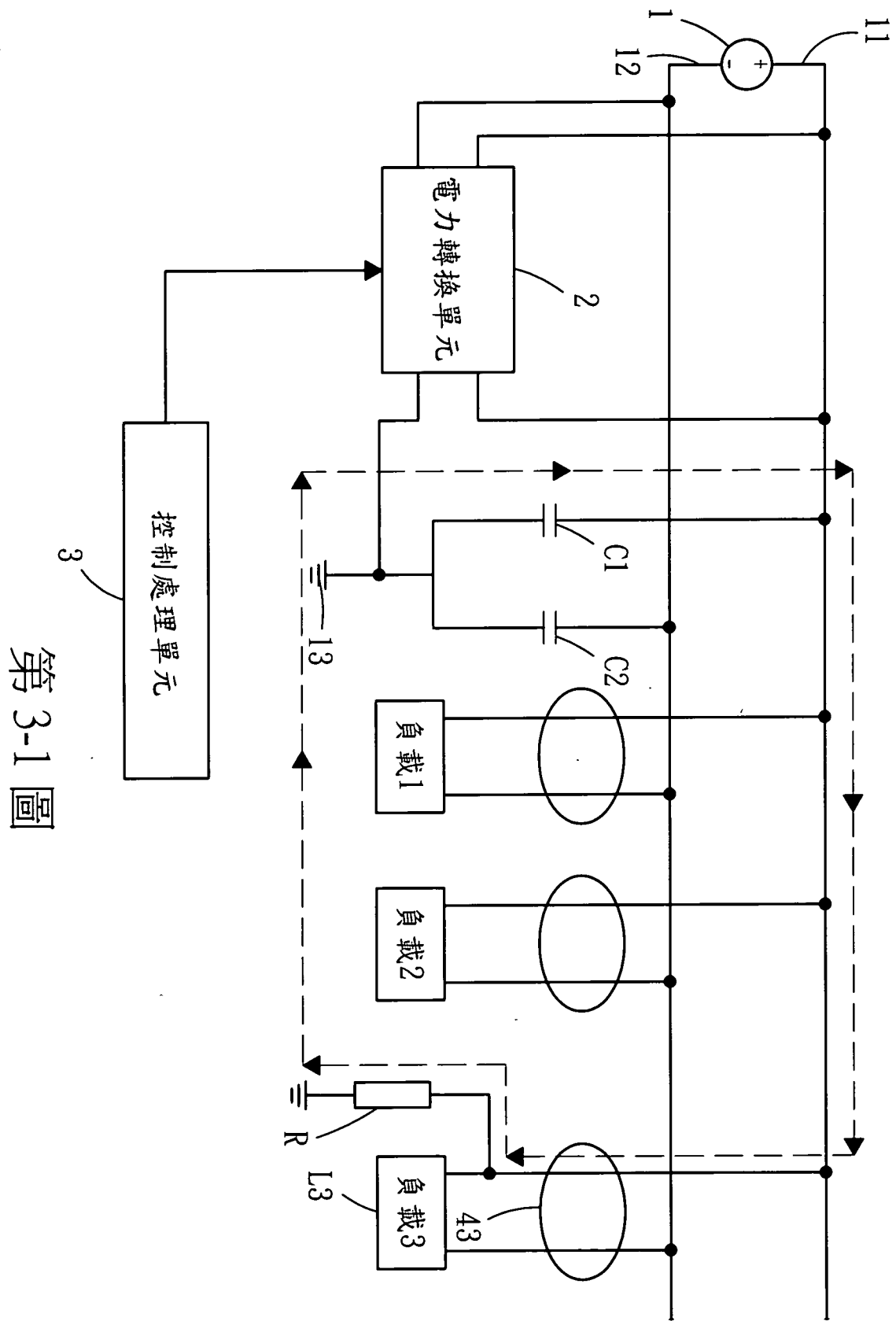
第2-1圖



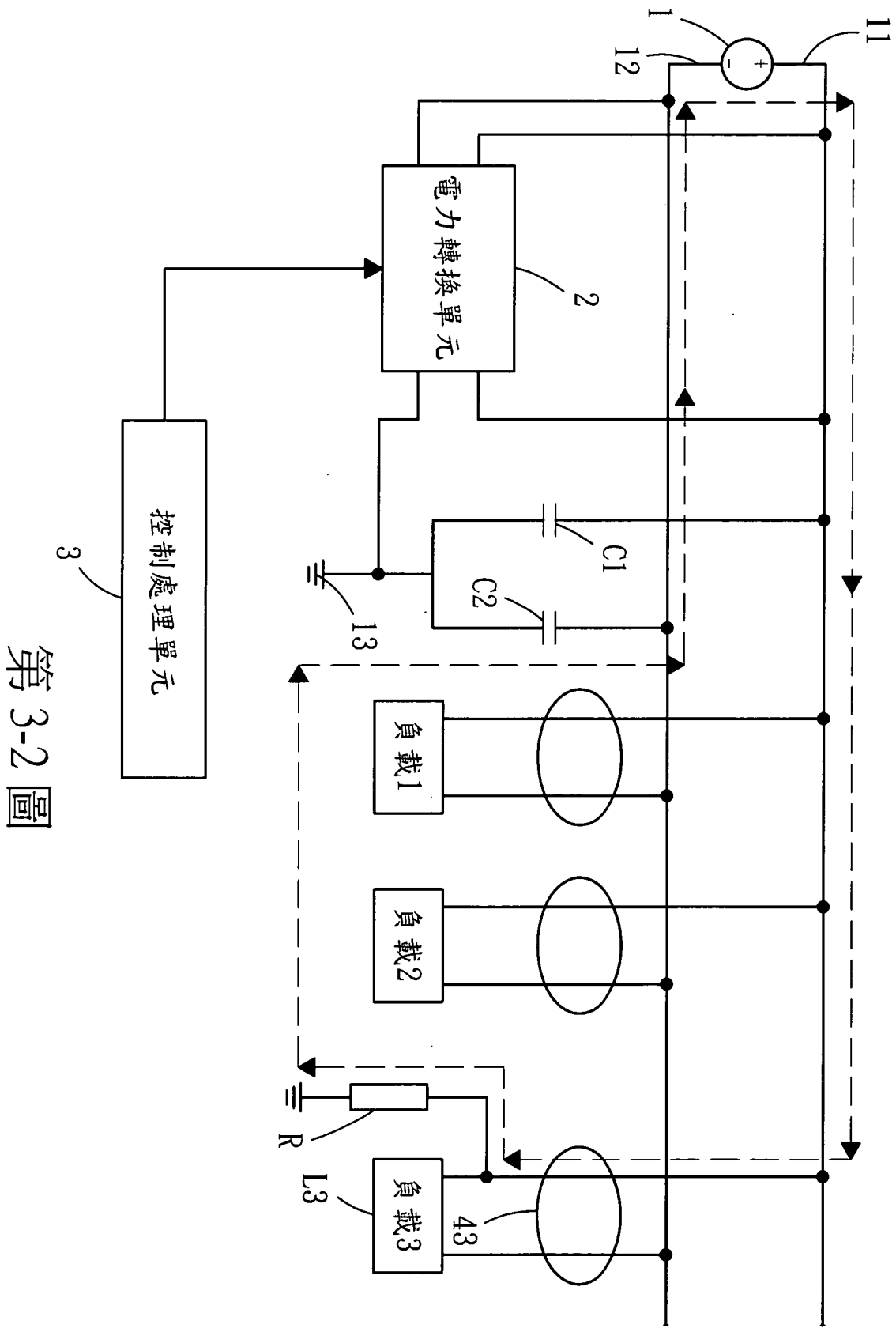
第2-2圖



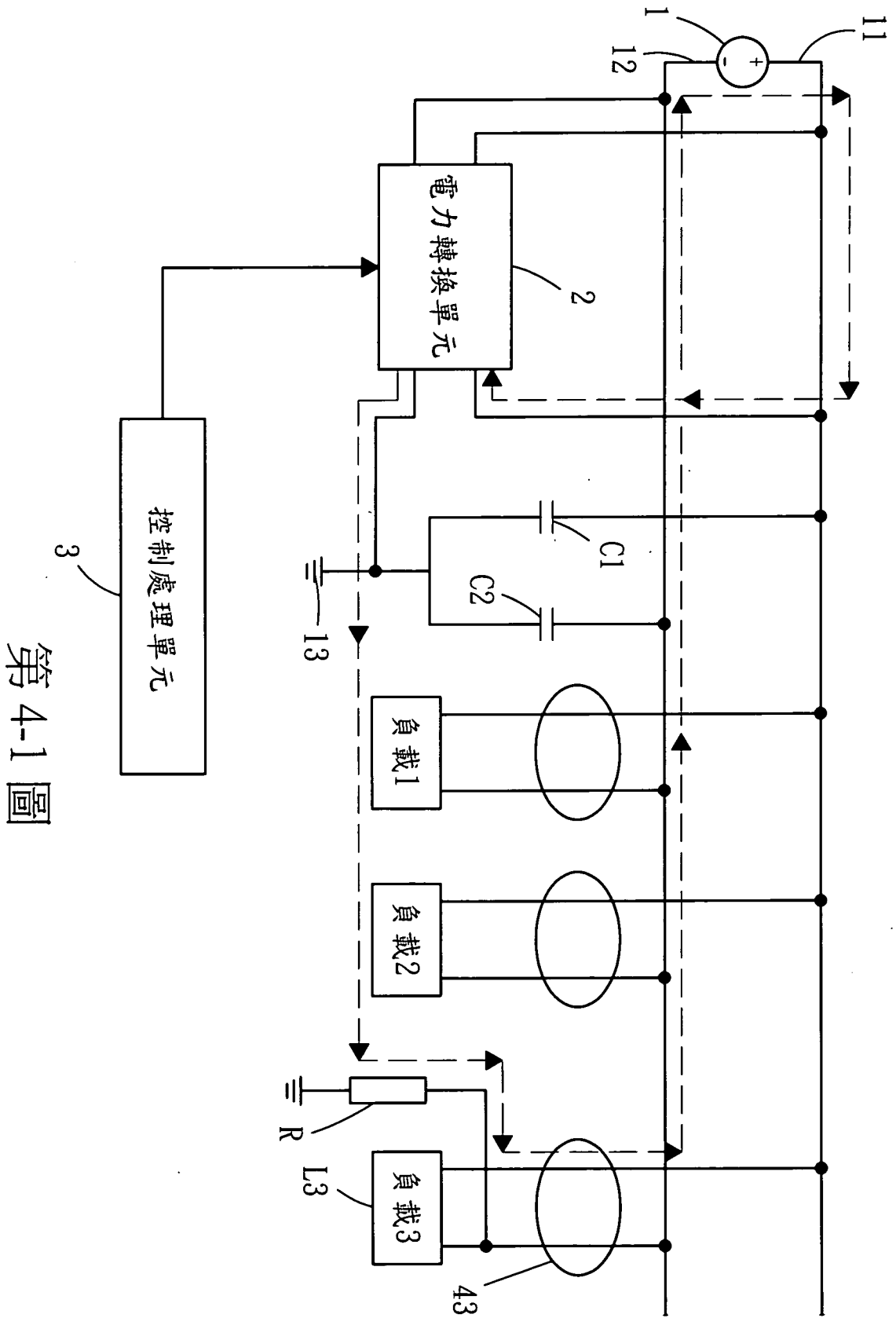
第 2-3 圖



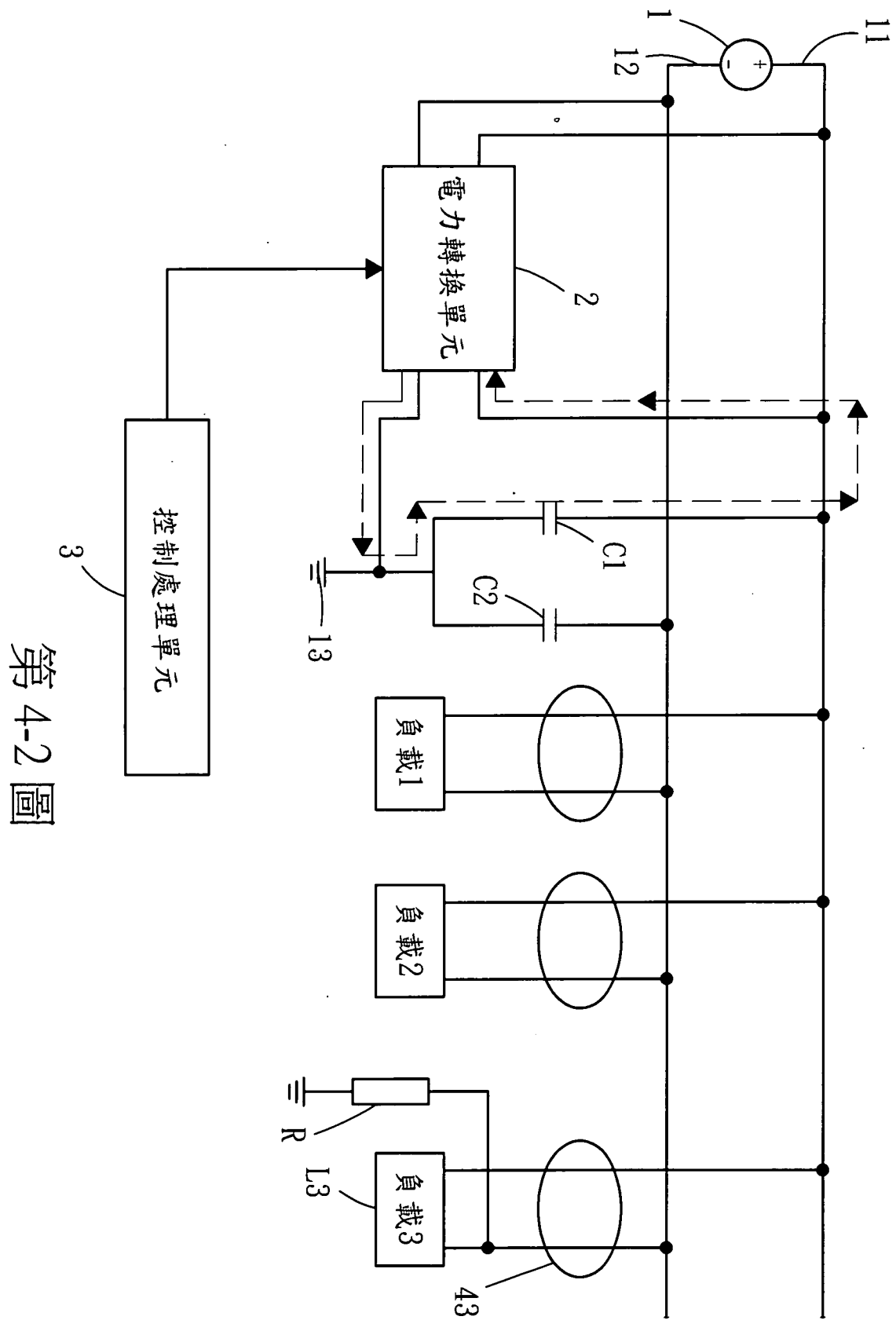
第3-1圖



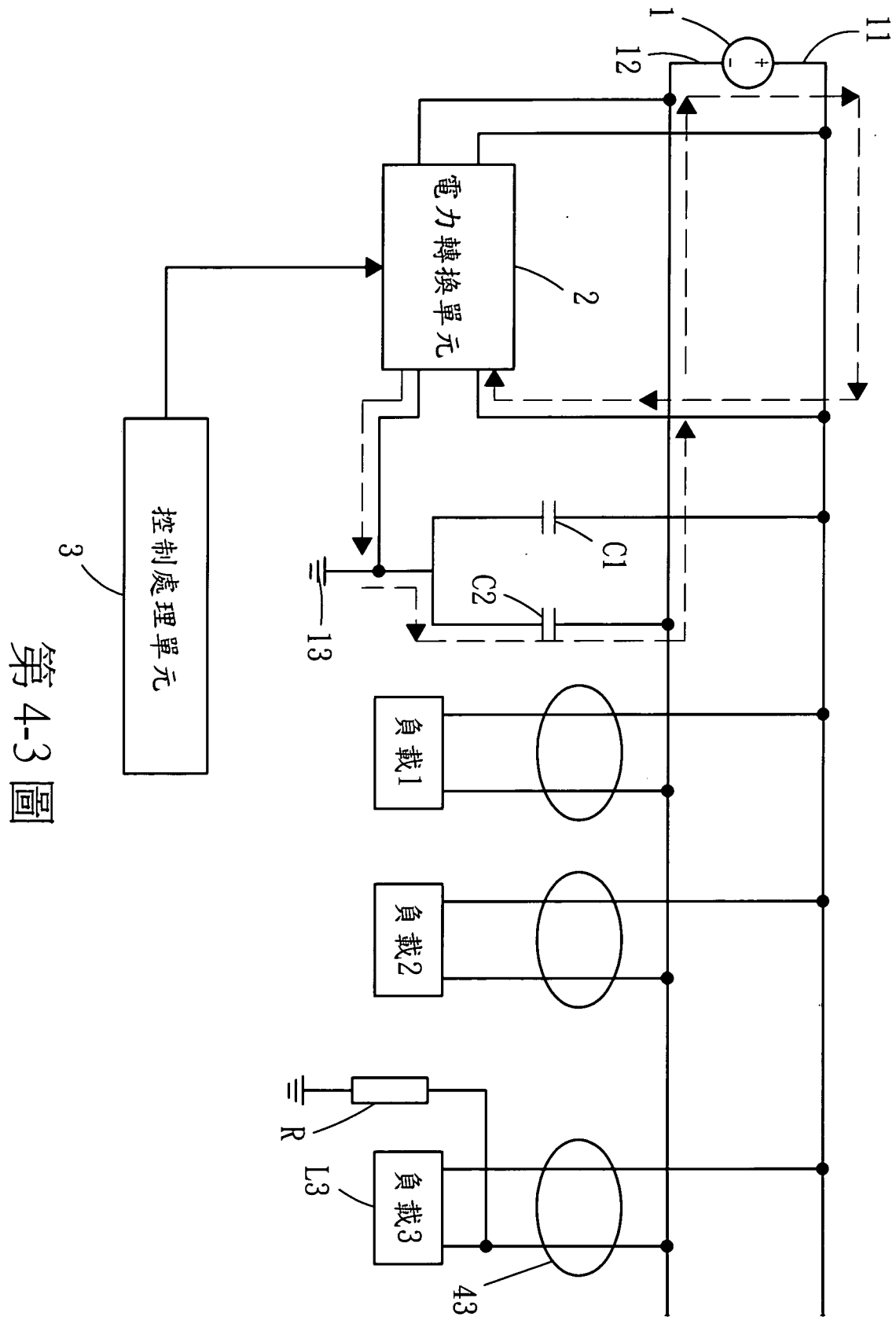
第 3-2 圖



第4-1圖



第4-2圖



第4-3圖