



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I842654 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 05 月 11 日

(21)申請案號：112146830

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 12 月 01 日

(51)Int. Cl. : H02J7/02 (2016.01)

H02M1/08 (2006.01)

G06F1/26 (2006.01)

(71)申請人：亞福儲能股份有限公司 (中華民國) APH EPOWER CO., LTD. (TW)

高雄市路竹區路科五路 98 號 4F

(72)發明人：陳瑄易 CHEN, SYUAN-YI (TW)；吳治廷 WU, CHIH-TING (TW)；陳啟承 CHEN, CHI-CHENG (TW)；蘇修賢 SU, HSIU-HSIEN (TW)；黃上正 HUANG, SHANG-ZENG (TW)

(74)代理人：葉璟宗；卓俊傑

(56)參考文獻：

TW 200826753A

CN 111292222A

CN 112531792A

CN 116960919A

US 2018/0076630A1

審查人員：黃釗田

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：5 共 33 頁

(54)名稱

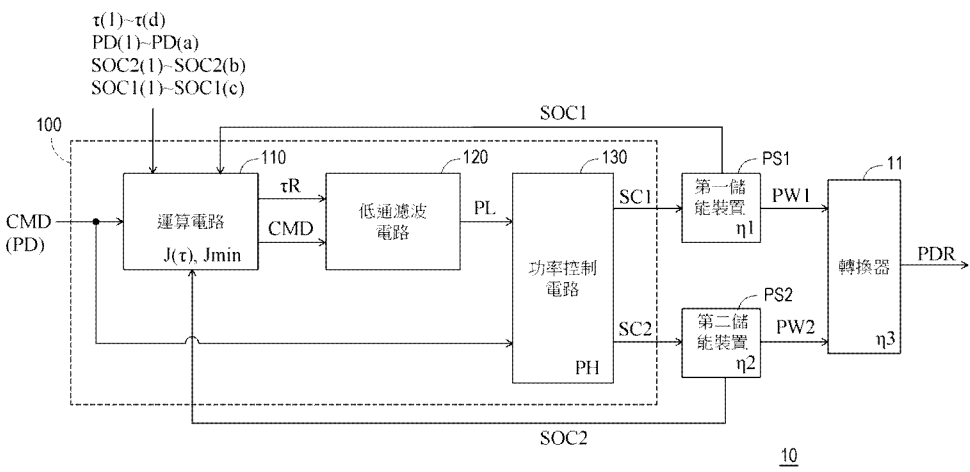
用於複合電力系統的控制器以及電能管理方法

(57)摘要

本發明提供一種用於複合電力系統的控制器以及電能管理方法。複合電力系統包括第一儲能裝置以及第二儲能裝置。控制器包括運算電路、低通濾波電路以及功率控制電路。運算電路產生管理函數。運算電路接收來自於複合電力系統功率需求命令以獲得當前需求功率，依據當前需求功率、第一儲能裝置以及第二儲能裝置的當前電荷狀態來提供對應於最低輸入功率的操作時間常數。低通濾波電路依據操作時間常數來提取功率需求命令的低頻部分。功率控制電路反應於低頻部分來控制第一儲能裝置提供第一電能，將功率需求命令減去低頻部分來提取功率需求命令的高頻部分，並反應於高頻部分來控制第二儲能裝置提供第二電能。

A controller and a power management method for a composite power system are provided. The composite power system includes a first energy storage device and a second energy storage device. The controller includes a computing circuit, a low-pass filter circuit and a power control circuit. The computing circuit generates a management function. The computing circuit receives a power demand command from the composite power system to obtain a current demand power, and provides an operating time constant corresponding to a minimum input power according to the current demand power, a current state of charges (SOC) of the first energy storage device and the second energy storage device. The low-pass filter circuit extracts the low-frequency part of the power demand command based on the operating time constant. The power control circuit controls the first energy storage device to provide a first electric energy in response to the low-frequency part, subtracts the low-frequency part from the power demand command to extract a high-frequency part of the power demand command, and controls the second energy storage device to provide a second electric energy in response to the high-frequency part.

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

- 10:複合電力系統
- 11:轉換器
- 100:控制器
- 110:運算電路
- 120:低通濾波電路
- 130:功率控制電路
- CMD :功率需求命令
- $J(\tau)$:管理函數
- J_{min} :最低輸入功率
- PD :當前需求功率
- $PD(1) \sim PD(a)$:預定需求功率
- PDR :驅動電能
- PH :功率需求命令的高頻部分
- PL :功率需求命令的低頻部分
- $PS1$:第一儲能裝置
- $PS2$:第二儲能裝置
- $PW1$:第一電能
- $PW2$:第二電能
- $SC1$:第一控制訊號
- $SC2$:第二控制訊號
- $SOC1$:第一儲能裝置的當前電荷狀態
- $SOC2$:第二儲能裝置的當前電荷狀態
- $SOC1(1) \sim SOC1(c)$:第一預定電荷狀態
- $SOC2(1) \sim SOC2(b)$:第二預定電荷狀態
- $\tau(1) \sim \tau(d)$:預定時間常數
- τR :操作時間常數
- η_1 :第一儲能裝置的效率

η_2 :第二儲能裝置的效率

η_3 :轉換器的轉換效率



I842654

【發明摘要】

公告本

【中文發明名稱】用於複合電力系統的控制器以及電能管理方法

【英文發明名稱】CONTROLLER AND POWER MANAGEMENT

METHOD FOR COMPOSITE POWER SYSTEM

【中文】本發明提供一種用於複合電力系統的控制器以及電能管理方法。複合電力系統包括第一儲能裝置以及第二儲能裝置。控制器包括運算電路、低通濾波電路以及功率控制電路。運算電路產生管理函數。運算電路接收來自於複合電力系統功率需求命令以獲得當前需求功率，依據當前需求功率、第一儲能裝置以及第二儲能裝置的當前電荷狀態來提供對應於最低輸入功率的操作時間常數。低通濾波電路依據操作時間常數來提取功率需求命令的低頻部分。功率控制電路反應於低頻部分來控制第一儲能裝置提供第一電能，將功率需求命令減去低頻部分來提取功率需求命令的高頻部分，並反應於高頻部分來控制第二儲能裝置提供第二電能。

【英文】A controller and a power management method for a composite power system are provided. The composite power system includes a first energy storage device and a second energy storage device. The controller includes a computing circuit, a low-pass filter circuit and a power control circuit. The computing circuit generates a management function. The computing circuit receives a

power demand command from the composite power system to obtain a current demand power, and provides an operating time constant corresponding to a minimum input power according to the current demand power, a current state of charges (SOC) of the first energy storage device and the second energy storage device. The low-pass filter circuit extracts the low-frequency part of the power demand command based on the operating time constant. The power control circuit controls the first energy storage device to provide a first electric energy in response to the low-frequency part, subtracts the low-frequency part from the power demand command to extract a high-frequency part of the power demand command, and controls the second energy storage device to provide a second electric energy in response to the high-frequency part.

【指定代表圖】圖1。

【代表圖之符號簡單說明】

10:複合電力系統

11:轉換器

100:控制器

110:運算電路

120:低通濾波電路

130:功率控制電路

CMD:功率需求命令

$J(\tau)$:管理函數

$J_{\min}$:最低輸入功率

PD:當前需求功率

PD(1)~PD(a):預定需求功率

PDR:驅動電能

PH:功率需求命令的高頻部分

PL:功率需求命令的低頻部分

PS1:第一儲能裝置

PS2:第二儲能裝置

PW1:第一電能

PW2:第二電能

SC1:第一控制訊號

SC2:第二控制訊號

SOC1:第一儲能裝置的當前電荷狀態

SOC2:第二儲能裝置的當前電荷狀態

SOC1(1)~SOC1(c):第一預定電荷狀態

SOC2(1)~SOC2(b):第二預定電荷狀態

$\tau(1) \sim \tau(d)$:預定時間常數

τ_R :操作時間常數

η_1 :第一儲能裝置的效率

η_2 :第二儲能裝置的效率

η_3 :轉換器的轉換效率

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】用於複合電力系統的控制器以及電能管理方法

【英文發明名稱】CONTROLLER AND POWER MANAGEMENT
METHOD FOR COMPOSITE POWER SYSTEM

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種控制器以及電能管理方法，且特別是有關於一種用於複合電力系統的控制器以及電能管理方法。

【先前技術】

【0002】 複合電力系統可例如是具有至少兩種驅動電能的載具。複合電力系統可以是電動車、電動無人載具或電動船。現行的電能管理方式可利用頻率解耦（Frequency Decoupling）法來調節複合電力系統的電能輸出分配。頻率解耦法可基於一時間常數來將功率訊號分離成高頻成分以及低頻成分，利用低頻成分來控制複合電力系統的第一儲能裝置的電能輸出，並利用高頻成分來控制複合電力系統的第二儲能裝置的電能輸出。

【0003】 然而，現行的時間常數是恆定的。因此，現行的頻率解耦法並無法在複合電力系統的加速、減速或高速行駛的不同情況下提供最佳的電能輸出分配。此外，現行的頻率解耦法也無法基於複合電力系統的第一儲能裝置以及第二儲能裝置的健康狀況來調整時間常數。

【0004】 由此可知，為了使複合電力系統具有更好的電能輸出分配機制。新穎的電能管理方法需要被提出。

【發明內容】

【0005】 本發明提供一種用於複合電力系統的控制器以及電能管理方法。控制器以及電能管理方法能夠提供更好的電能輸出分配機制。

【0006】 本發明的控制器用於複合電力系統。複合電力系統包括第一儲能裝置以及第二儲能裝置。控制器包括運算電路、低通濾波電路以及功率控制電路。運算電路接收多個預定需求功率、第一儲能裝置的多個第一預定電荷狀態、第二儲能裝置的多個第二預定電荷狀態以及多個預定時間常數。運算電路利用所述多個預定時間常數、所述多個預定需求功率、所述多個第一預定電荷狀態以及所述多個第二預定電荷狀態來產生管理函數。運算電路接收來自於複合電力系統的功率需求命令以獲得當前需求功率，依據當前需求功率、第一儲能裝置的第一當前電荷狀態以及第二儲能裝置的第二當前電荷狀態從管理函數中獲得最低輸入功率，並從所述多個預定時間常數中提供對應於最低輸入功率的至少一操作時間常數。低通濾波電路耦接於運算電路。低通濾波電路接收至少一操作時間常數以及功率需求命令，並依據至少一操作時間常數來提取功率需求命令的低頻部分。功率控制電路耦接於低通濾波電路。功率控制電路反應於低頻部分來控制第一儲能裝置提供第一電能，

將功率需求命令減去低頻部分來提取功率需求命令的高頻部分，並反應於高頻部分來控制第二儲能裝置提供第二電能。

【0007】 本發明的電能管理方法用於複合電力系統。複合電力系統包括第一儲能裝置以及第二儲能裝置。電能管理方法包括：接收多個預定需求功率、第一儲能裝置的多個第一預定電荷狀態、第二儲能裝置的多個第二預定電荷狀態以及多個預定時間常數；利用所述多個預定時間常數、所述多個預定需求功率、所述多個第一預定電荷狀態以及所述多個第二預定電荷狀態來產生管理函數；接收來自於複合電力系統的功率需求命令以獲得當前需求功率，依據當前需求功率、第一儲能裝置的第一當前電荷狀態以及第二儲能裝置的第二當前電荷狀態從管理函數中獲得最低輸入功率，並從所述多個預定時間常數中提供對應於最低輸入功率的至少一操作時間常數；依據至少一操作時間常數來提取功率需求命令的低頻部分，並反應於低頻部分來控制第一儲能裝置提供第一電能；以及將功率需求命令減去低頻部分來提取功率需求命令的高頻部分，並反應於高頻部分來控制第二儲能裝置提供第二電能。

【0008】 基於上述，控制器以及電能管理方法產生管理函數，依據當前需求功率、第一當前電荷狀態以及第二當前電荷狀態來獲得對應於最低輸入功率的操作時間常數。因此，控制器以及電能管理方法利用操作時間常數來進行第一儲能裝置與第二儲能裝置之間的電能輸出分配。應注意的是，操作時間常數關聯於當前需求功率、第一當前電荷狀態以及第二當前電荷狀態。因此，本發明能夠

依據當前需求功率、第一儲能裝置的狀態以及第二儲能裝置的狀態來動態地進行第一儲能裝置與第二儲能裝置之間的電能輸出分配。

【圖式簡單說明】

【0009】

圖 1 是依據本發明第一實施例所繪示的複合電力系統以及控制器的示意圖。

圖 2 是依據本發明第二實施例所繪示的複合電力系統以及控制器的示意圖。

圖 3 是依據本發明一實施例所繪示的電能管理方法的流程圖。

圖 4 是依據本發明一實施例所繪示的調整函數的示意圖。

圖 5 是依據本發明一實施例所繪示的管理函數的建立迴圈示意圖。

【實施方式】

【0010】 本發明的部份實施例接下來將會配合附圖來詳細描述，以下的描述所引用的元件符號，當不同附圖出現相同的元件符號將視為相同或相似的元件。這些實施例只是本發明的一部份，並未揭示所有本發明的可實施方式。更確切的說，這些實施例只是本發明的專利申請範圍中的範例。

【0011】 請參考圖 1，圖 1 是依據本發明第一實施例所繪示的複合

電力系統以及控制器的示意圖。在本實施例中，複合電力系統 10 包括第一儲能裝置 PS1 以及第二儲能裝置 PS2。在本實施例中，複合電力系統 10 可以是任意型式的電動車、電動無人載具或電動船，然本發明並不以此為限。

【0012】 控制器 100 被設置在複合電力系統 10 的內部。控制器 100 耦接於第一儲能裝置 PS1 以及第二儲能裝置 PS2。控制器 100 用於複合電力系統 10。進一步來說，控制器 100 用於第一儲能裝置 PS1 以及第二儲能裝置 PS2 的電能輸出分配。

【0013】 在本實施例中，控制器 100 包括運算電路 110、低通濾波電路 120 以及功率控制電路 130。運算電路 110 接收多個不同的預定需求功率 $PD(1) \sim PD(a)$ 、用於第一儲能裝置 PS1 的多個不同的第一預定電荷狀態 (state of charge, SOC) $SOC1(1) \sim SOC1(c)$ 、用於第二儲能裝置 PS2 的多個不同的第二預定電荷狀態 $SOC2(1) \sim SOC2(b)$ 以及多個預定時間常數 $\tau(1) \sim \tau(d)$ 。運算電路 110 利用預定時間常數 $\tau(1) \sim \tau(d)$ 、預定需求功率 $PD(1) \sim PD(a)$ 、第一預定電荷狀態 $SOC1(1) \sim SOC1(c)$ 以及第二預定電荷狀態 $SOC2(1) \sim SOC2(b)$ 來產生管理函數 $J(\tau)$ 。在本實施例中，“a”、“b”、“c”以及“d”分別是大於 1 的正整數。

【0014】 在本實施例中，運算電路 110 接收來自於複合電力系統 10 的功率需求命令 CMD 以獲得當前需求功率 PD。運算電路 110 依據當前需求功率 PD、第一儲能裝置 PS1 的當前電荷狀態 SOC1 以及第二儲能裝置 PS2 的當前電荷狀態 SOC2 從管理函數 $J(\tau)$ 中

獲得最低輸入功率 $J_{\min}$ 。最低輸入功率 $J_{\min}$ 是在管理函數 $J(\tau)$ 中對應於當前需求功率 PD 以及當前電荷狀態 $SOC1$ 、 $SOC2$ 的多個總輸入功率中的最低功率。接下來，運算電路 110 從預定時間常數 $\tau(1) \sim \tau(d)$ 中提供對應於最低輸入功率 $J_{\min}$ 的操作時間常數 τ_R 。

【0015】 在本實施例中，低通濾波電路 120 耦接於運算電路 110。低通濾波電路 120 接收操作時間常數 τ_R 以及功率需求命令 CMD ，並依據操作時間常數 τ_R 來提取功率需求命令 CMD 的低頻部分 PL 。

【0016】 在本實施例中，功率控制電路 130 耦接於低通濾波電路 120。功率控制電路 130 反應於低頻部分 PL 來控制第一儲能裝置 $PS1$ 提供第一電能 $PW1$ 。功率控制電路 130 將功率需求命令 CMD 減去低頻部分 PL 來提取功率需求命令 CMD 的高頻部分 PH ，並反應於高頻部分 PH 來控制第二儲能裝置 $PS2$ 提供第二電能 $PW2$ 。

【0017】 基於上述，運算電路 110 能夠建立管理函數 $J(\tau)$ 並依據功率需求命令 CMD 以及當前電荷狀態 $SOC1$ 、 $SOC2$ 來提供操作時間常數 τ_R 。低通濾波電路 120 以及功率控制電路 130 依據操作時間常數 τ_R 來對第一儲能裝置 $PS1$ 以及第二儲能裝置 $PS2$ 進行頻率解耦（Frequency Decoupling）控制。

【0018】 舉例來說，當操作時間常數 τ_R 越小時，低通濾波電路 120 的截止頻率越高。低頻部分 PL 越多，高頻部分 PH 則越少。因此，第一儲能裝置 $PS1$ 被控制以提供具有較高比例的第一電能 $PW1$ 。第二儲能裝置 $PS2$ 被控制以提供具有較低比例的第二電能 $PW2$ 。當操作時間常數 τ_R 越大時，低通濾波電路 120 的截止頻率越低。

低頻部分 PL 越少，高頻部分 PH 則越多。因此，第一儲能裝置 PS1 被控制以提供具有較低比例的第一電能 PW1。第二儲能裝置 PS2 被控制以提供具有較高比例的第二電能 PW2。在本實施例中，當前需求功率 PD 等於第一電能 PW1 的第一輸出功率以及第二電能 PW2 的第二輸出功率的總和。

【0019】 在此值得一提的是，操作時間常數 τ_R 關聯於當前需求功率 PD 以及當前電荷狀態 SOC1、SOC2。如此一來，控制器 100 能夠依據當前需求功率 PD、第一儲能裝置 PS1 的裝置狀態以及第二儲能裝置 PS2 的裝置狀態來動態地進行第一儲能裝置 PS1 與第二儲能裝置 PS2 之間的電能輸出分配。

【0020】 應能理解的是，操作時間常數 τ_R 是對應於最低輸入功率 J_{min} 。因此，上述的電能輸出分配使複合電力系統 10 具有用於提供當前需求功率 PD 的最高複合效率。

【0021】 在本實施例中，第一儲能裝置 PS1 可以是具有高能量密度的儲能裝置。進一步來說，第一儲能裝置 PS1 在一單位體積內能夠儲存較高的電能。第一儲能裝置 PS1 可例如是鋰電子電池裝置。第二儲能裝置 PS2 可以是具有高功率密度的儲能裝置。進一步來說，第二儲能裝置 PS2 在一單位體積內能夠提供較高的功率。第二儲能裝置 PS2 可例如是超級電容器裝置以及鋁電子電池裝置的其中之一。

【0022】 為了便於說明，本實施例以單一個操作時間常數 τ_R 來示例。然本發明並不以操作時間常數 τ_R 的數量為限。在一些實施例

中，運算電路 110 可能提供多個不同的操作時間常數 τ_R 。運算電路 110 可能提供多個不同的操作時間常數 τ_R 。低通濾波電路 120 依據所述多個不同的操作時間常數 τ_R 來提取功率需求命令 CMD 的低頻部分 PL。

【0023】 在本實施例中，複合電力系統 10 還包括轉換器 11。轉換器 11 耦接於第一儲能裝置 PS1 以及第二儲能裝置 PS2。轉換器 11 將第一電能 PW1 以及第二電能 PW2 的至少其中之一轉換為驅動電能 PDR。驅動電能 PDR 用以驅動複合電力系統 10。舉例來說，驅動電能 PDR 可驅動複合電力系統 10 的馬達或其他制動裝置。轉換器 11 例如是由直流-直流電源轉換器來實施，然本發明並不以此為限。

【0024】 在本實施例中，功率控制電路 130 可利用第一控制訊號 SC1 來控制第一儲能裝置 PS1 並利用第二控制訊號 SC2 來控制第二儲能裝置 PS2。

【0025】 在本實施例中，運算電路 110 例如是中央處理單元（Central Processing Unit，CPU），搭載人工智慧（artificial intelligence，AI）功能的裝置或是其他可程式化之一般用途或特殊用途的微處理器（Microprocessor）、數位訊號處理器（Digital Signal Processor，DSP）、可程式化控制器、特殊應用積體電路（Application Specific Integrated Circuits，ASIC）、可程式化邏輯裝置（Programmable Logic Device，PLD）或其他類似裝置或這些裝置的組合，其可載入並執行電腦程式。

【0026】 請參考圖 2，圖 2 是依據本發明第二實施例所繪示的複合電力系統以及控制器的示意圖。在本實施例中，功率控制電路 130 包括第一控制電路 131、減法器 132 以及第二控制電路 133。第一控制電路 131 耦接於低通濾波電路 120。第一控制電路 131 依據低頻部分 PL 來產生第一控制訊號 SC1，並將第一控制訊號 SC1 提供至第一儲能裝置 PS1。減法器 132 接收功率需求命令 CMD 以及低頻部分 PL，並將功率需求命令 CMD 減去低頻部分 PL 來提取功率需求命令 CMD 的高頻部分 PH。第二控制電路 133 耦接於減法器 132。第二控制電路 133 依據高頻部分 PH 來產生第二控制訊號 SC2，並將第二控制訊號 SC2 提供至第二儲能裝置 PS2。

【0027】 以本實施例為例，減法器 132 可透過低通濾波電路 120 或第一控制電路 131 來接收低頻部分 PL 並接收來自於複合電力系統 10 的功率需求命令 CMD。在一些實施例中，減法器 132 可透過運算電路 110 來接收功率需求命令 CMD。

【0028】 在本實施例中，第一儲能裝置 PS1 反應於第一控制訊號 SC1 來輸出第一電能 PW1。第二儲能裝置 PS2 反應於第二控制訊號 SC2 來輸出第二電能 PW2。

【0029】 請同時參考圖 1 以及圖 3，圖 3 是依據本發明一實施例所繪示的電能管理方法的流程圖。在本實施例中，電能管理方法 S100 適用於複合電力系統 10。電能管理方法 S100 包括步驟 S110~S150。在步驟 S110 中，運算電路 110 接收預定需求功率 PD(1)~PD(a)、第一預定電荷狀態 SOC1(1)~SOC1(c)、第二預定電荷狀態

SOC2(1)~SOC2(b)以及預定時間常數 $\tau(1)\sim\tau(d)$ 。

【0030】 在步驟 S120 中，運算電路 110 利用預定時間常數 $\tau(1)\sim\tau(d)$ 、預定需求功率 PD(1)~PD(a)、第一預定電荷狀態 SOC1(1)~SOC1(c)以及第二預定電荷狀態 SOC2(1)~SOC2(b)來產生管理函數 $J(\tau)$ 。

【0031】 在本實施例中，步驟 S110、S120 可以是管理函數 $J(\tau)$ 的建立步驟。

【0032】 在步驟 S130 中，運算電路 110 接收來自於複合電力系統 10 的功率需求命令 CMD 以獲得當前需求功率 PD。運算電路 110 依據當前需求功率 PD、第一儲能裝置 PS1 的當前電荷狀態 SOC1 以及第二儲能裝置 PS2 的當前電荷狀態 SOC2 從管理函數 $J(\tau)$ 中獲得最低輸入功率 $J_{\min}$ 。運算電路 110 在步驟 S130 中從預定時間常數 $\tau(1)\sim\tau(d)$ 中提供對應於最低輸入功率 $J_{\min}$ 的操作時間常數 τ_R 。

【0033】 在步驟 S140 中，低通濾波電路 120 依據所述多個不同的操作時間常數 τ_R 來提取功率需求命令 CMD 的低頻部分 PL。功率控制電路 130 反應於低頻部分 PL 來控制第一儲能裝置 PS1 提供第一電能 PW1。在步驟 S150 中，功率控制電路 130 將功率需求命令 CMD 減去低頻部分 PL 來提取功率需求命令 CMD 的高頻部分 PH，並反應於高頻部分 PH 來控制第二儲能裝置 PS2 提供第二電能 PW2。

【0034】 在本實施例中，步驟 S130~S150 可以是頻率解耦控制步

驟。

【0035】 下文將舉例說明管理函數 $J(\tau)$ 的產生方式。

【0036】 請回到圖 1 的實施例。在本實施例中，第一電能 PW1 的第一輸出功率由預定時間常數 $\tau(1) \sim \tau(d)$ 的至少其中之一以及當前需求功率 PD 來決定。第二電能 PW2 的第二輸出功率值等於當前需求功率 PD 減去第一輸出功率的差值。第一輸出功率可以是由公式(1)~(3)來獲得。第二輸出功率可以是由公式(4)來獲得。

$$H(s) = \frac{\omega}{s + \omega} = \frac{1}{\tau s + 1} \dots \text{公式(1)}$$

$$fc = \frac{1}{2\pi\tau} \dots \text{公式(2)}$$

$$PO1 = \frac{1}{\tau s + 1} \times PD \dots \text{公式(3)}$$

$$PO2 = PD - PO1 \dots \text{公式(4)}$$

【0037】 $H(s)$ 是低通濾波電路 120 的轉換函數。“s”是拉普拉斯轉換（Laplace transform）的頻率參數。fc 是截止頻率。 τ 是預定時間常數 $\tau(1) \sim \tau(d)$ 的其中之一。因此，第一電能 PW1 的第一輸出功率 PO1 可以是低通濾波電路 120 對當前需求功率 PD 的轉換結果。進一步來說，功率需求命令 CMD 是包含高頻部分 PH 以及低頻部分 PL 的訊號。低頻部分 PL 是關聯於第一輸出功率 PO1 的驅動訊息。因此，低通濾波電路 120 可基於轉換函數來提取出低頻部分 PL。功率控制電路 130 可利用第一控制訊號 SC1 來控制第一儲能裝置 PS1，從而使第一儲能裝置 PS1 輸出具有第一輸出功率 PO1 的第一電能 PW1。

【0038】 高頻部分 PH 是關聯於第二輸出功率 PO2 的驅動訊息。

因此，基於高頻部分 PH，功率控制電路 130 可利用第二控制訊號 SC2 來控制第二儲能裝置 PS2，從而使第二儲能裝置 PS2 輸出具有第二輸出功率 PO2 的第二電能 PW2。

【0039】在瞭解第一輸出功率 PO1 以及第二輸出功率 PO2 的產生方式之後，管理函數 $J(\tau)$ 可以基於公式(5)~(8)被建立。

$$P_{dis1} = \frac{\varphi_1 \times PO1}{\eta_1 \times \eta_3} \dots \text{公式(5)}$$

$$P_{dis2} = \frac{C2 \times \varphi_2 \times PO2}{\eta_2 \times \eta_3} \dots \text{公式(6)}$$

$$P_{ch} = C1 \times \varphi_3 \times \eta_2 \times \eta_3 \times PO2 \dots \text{公式(7)}$$

$$J(\tau) = P_{ch} + P_{dis2} + P_{dis1} \dots \text{公式(8)}$$

【0040】 P_{dis1} 是第一輸入功率。 η_1 是第一儲能裝置 PS1 的效率。 η_2 是第二儲能裝置 PS2 的效率。 η_3 是轉換器的轉換效率。 $\varphi_1 \sim \varphi_3$ 分別是調整函數。 $C1$ 、 $C2$ 分別是常數。基於公式(5)，運算電路 110 依據第一輸出功率 PO1、第一儲能裝置 PS1 的效率 η_1 、轉換器 11 的轉換效率 η_3 以及調整函數 φ_1 來獲得第一輸入功率 P_{dis1} 。

【0041】基於公式(6)，運算電路 110 依據第二輸出功率 PO2、第二儲能裝置 PS2 的效率 η_2 、轉換器 11 的轉換效率 η_3 以及調整函數 φ_2 來獲得第二輸入功率 P_{dis2} 。

【0042】基於公式(7)，運算電路 110 依據第二輸出功率 PO2、第二儲能裝置 PS2 的效率 η_2 、轉換器 11 的轉換效率 η_3 以及調整函數 φ_3 來產生充電功率 P_{ch} 。

【0043】在本實施例中，第一儲能裝置 PS1 的效率 η_1 以及調整函數 φ_1 分別與第一儲能裝置 PS1 的電荷狀態相關聯。換言之，第一

儲能裝置 PS1 的效率 η_1 以及調整函數 ϕ_1 會隨著第一儲能裝置 PS1 的電荷狀態的改變而改變。

【0044】 第二儲能裝置 PS2 的效率 η_2 以及調整函數 ϕ_2 、 ϕ_3 分別與第二儲能裝置 PS2 的電荷狀態相關聯。換言之，第二儲能裝置 PS2 的效率 η_2 以及調整函數 ϕ_2 、 ϕ_3 會隨著第二儲能裝置 PS2 的電荷狀態的改變而改變。

【0045】 基於公式(8)，運算電路 110 加總第一輸入功率 P_{dis1} 、第二輸入功率 P_{dis2} 以及充電功率 P_{ch} 來產生管理函數 $J(\tau)$ 中的多個總輸入功率的其中之一。

【0046】 在本實施例中，第一儲能裝置 PS1 的效率 η_1 可由第一儲能裝置 PS1 的製造商來獲得。第二儲能裝置 PS2 的效率 η_2 可由第二儲能裝置 PS2 的製造商來獲得。

【0047】 請同時參考圖 1 以及圖 4，圖 4 是依據本發明一實施例所繪示的調整函數的示意圖。在本實施例中，圖 4 示出了調整函數 ϕ_1 與第一儲能裝置 PS1 的當前電荷狀態 SOC1 之間的關係以及調整函數 ϕ_2 、 ϕ_3 與第二儲能裝置 PS2 的當前電荷狀態 SOC2 之間的關係。當當前電荷狀態 SOC1 低於一設定值（如 0.1 或 10%）時，調整函數 ϕ_1 會隨著當前電荷狀態 SOC1 的下降而上升。調整函數 ϕ_2 、 ϕ_3 會隨著當前電荷狀態 SOC2 的下降而上升。應注意的是，由公式(5)~(8)可知，當調整函數 ϕ_1 、 ϕ_2 、 ϕ_3 的至少其中之一的數值增加並且其餘調整函數的數值維持不變時，管理函數 $J(\tau)$ 的數值也會增加。

【0048】 舉例來說，當第二儲能裝置 PS2 的當前電荷狀態 SOC2 過低時，這表示第二儲能裝置 PS2 不適用於供電。此時的調整函數 ϕ_2 、 ϕ_3 會較高。若對第二儲能裝置 PS2 充電，由於充電功率 PO2 為負值，故會使管理函數 $J(\tau)$ 的數值下降。因此，當當前電荷狀態 SOC2 過低時，對第二儲能裝置 PS2 充電的策略會是較為優先的策略。在另一方面，當當前電荷狀態 SOC2 較高（例如，0.8 或 80%）時，此時的調整函數 ϕ_2 、 ϕ_3 會較低，充電功率 PO2 為正值。當當前電荷狀態 SOC2 較高時，對第二儲能裝置 PS2 的供電是較為優先的策略。

【0049】 舉例來說，當第一儲能裝置 PS1 的當前電荷狀態 SOC1 過低時，此時的調整函數 ϕ_1 會較高。管理函數 $J(\tau)$ 的數值也較高。因此，當當前電荷狀態 SOC1 過低時，對第一儲能裝置 PS1 的供電的策略並不是較為優先的策略。在另一方面，當當前電荷狀態 SOC1 較高時，此時的調整函數 ϕ_1 大致等於 1。此時，對第一儲能裝置 PS1 的供電的策略是較為優先的策略。

【0050】 基於上述，調整函數 ϕ_1 、 ϕ_2 、 ϕ_3 的設定決定了電能輸出分配的策略。

【0051】 在一些實施例中，基於實際的設計需求，調整函數 ϕ_1 、 ϕ_2 、 ϕ_3 可以被調整。舉例來說，調整函數 ϕ_3 可以隨著當前電荷狀態 SOC2 的下降而上升。因此，當前電荷狀態 SOC2 較低時，由第一儲能裝置 PS1 來對第二儲能裝置 PS2 進行充電的策略是較為優先的策略。

【0052】 請回到圖 1 的實施例。在本實施例中，當第二儲能裝置 PS2 被充電時，轉換器 11 會接收第一電能 PW1 並利用第一電能 PW1 來對第二儲能裝置 PS2 進行充電。此時，常數 C1 等於“1”。常數 C2 等於“0”。因此，當第二儲能裝置 PS2 被充電時，第二輸入功率 Pdis2 等於零。當第一儲能裝置 PS1 輸出第一電能 PW1 並且第二儲能裝置 PS2 輸出第二電能 PW2 時，常數 C1 等於“0”。常數 C2 等於“1”。因此，充電功率 Pch 等於零。

【0053】 在一些實施例中，管理函數 $J(\tau)$ 可以基於公式(9)被建立。相較於公式(8)，公式(9)增加了懲罰值 γ 。

$$J(\tau) = Pch + Pdis2 + Pdis1 + \gamma \dots \text{公式(9)}$$

【0054】 運算電路 110 會判斷管理函數 $J(\tau)$ 中的多個輸入功率是否超出一合理範圍。舉例來說，當管理函數 $J(\tau)$ 中的多個輸入功率中的第一輸入功率超出合理範圍時，這表示第一輸入功率是不合理的運算結果。因此，懲罰值 γ 例如等於“ 10^6 ”（然本發明不現於此）。因此，第一輸入功率會被忽略。在另一方面，當第一輸入功率在合理範圍內時，懲罰值 γ 例如等於“0”。

【0055】 請同時參考圖 1 以及圖 5，圖 5 是依據本發明一實施例所繪示的管理函數的建立迴圈示意圖。運算電路 110 在迴圈 L1 中接收預定需求功率 PD(1)~PD(a)。運算電路 110 在迴圈 L2 中接收不同的第二預定電荷狀態 SOC2(1)~SOC2(b)。運算電路 110 在迴圈 L3 中接收用於第一儲能裝置 PS1 的多個不同的第一預定電荷狀態 SOC1(1)~SOC1(c)。運算電路 110 在迴圈 L4 中接收多個預定時間

常數 $\tau(1) \sim \tau(d)$ 。在迴圈 L4 中，如公式(1)~(4)，預定時間常數 $\tau(1) \sim \tau(d)$ 分別決定出關聯於預定需求功率 $PD(1) \sim PD(a)$ 的多個第一輸出功率 $PO1$ 以及多個第二輸出功率 $PO2$ 。

【0056】 在迴圈 L5 中，基於(5)~(8)或(5)~(7)、(9)，運算電路 110 計算出管理函數 $J(\tau)$ 中的多個輸入功率。在本實施例中，通過全域搜尋法(Global Search Algorithm, GSA)或演化式方法(Evolutionary Algorithm)，運算電路 110 利用預定時間常數 $\tau(1) \sim \tau(d)$ 、預定需求功率 $PD(1) \sim PD(a)$ 、第一預定電荷狀態 $SOC1(1) \sim SOC1(c)$ 以及第二預定電荷狀態 $SOC2(1) \sim SOC2(b)$ 來產生管理函數 $J(\tau)$ 。換言之，運算電路 110 利用通過全域搜尋法(Global Search Algorithm, GSA)或演化式方法(Evolutionary Algorithm)來搜索各種參數的組合，並通過評估每種組合下的輸入功率的最佳電能輸出分配結果。

【0057】 綜上所述，控制器以及電能管理方法產生管理函數，依據當前需求功率、第一當前電荷狀態以及第二當前電荷狀態來獲得對應於最低輸入功率的操作時間常數。因此，控制器以及電能管理方法利用操作時間常數來進行第一儲能裝置與第二儲能裝置之間的電能輸出分配。在此應注意的是，操作時間常數關聯於當前需求功率、第一當前電荷狀態以及第二當前電荷狀態。如此一來，複合電力系統能夠依據當前需求功率、第一儲能裝置的狀態以及第二儲能裝置的狀態來動態地進行第一儲能裝置與第二儲能裝置之間的電能輸出分配。

【0058】 雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本

發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明的精神和範圍內，當可作些許的更動與潤飾，故本發明的保護範圍當視後附的申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

【0059】

10:複合電力系統

11:轉換器

100:控制器

110:運算電路

120:低通濾波電路

130:功率控制電路

131:第一控制電路

132:減法器

133:第二控制電路

CMD:功率需求命令

$J(\tau)$:管理函數

J_{min} :最低輸入功率

L1~L5:迴圈

PD:當前需求功率

PD(1)~PD(a):預定需求功率

PDR:驅動電能

PH:功率需求命令的高頻部分

PL:功率需求命令的低頻部分

PS1:第一儲能裝置

PS2:第二儲能裝置

PW1:第一電能

PW2:第二電能

S100:電能管理方法

S110~S150:步驟

SC1:第一控制訊號

SC2:第二控制訊號

SOC1:第一儲能裝置的當前電荷狀態

SOC2:第二儲能裝置的當前電荷狀態

SOC1(1)~SOC1(c):第一預定電荷狀態

SOC2(1)~SOC2(b):第二預定電荷狀態

$\tau(1) \sim \tau(d)$:預定時間常數

τ_R :操作時間常數

η_1 :第一儲能裝置的效率

η_2 :第二儲能裝置的效率

η_3 :轉換器的轉換效率

ϕ_1 、 ϕ_2 、 ϕ_3 :調整函數

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種用於一複合電力系統的控制器，其中該複合電力系統包括一第一儲能裝置以及一第二儲能裝置，其中該控制器包括：

一運算電路，經配置以：

接收多個預定需求功率、該第一儲能裝置的多個第一預定電荷狀態、該第二儲能裝置的多個第二預定電荷狀態以及多個預定時間常數，

利用該些預定時間常數、該些預定需求功率、該些第一預定電荷狀態以及該些第二預定電荷狀態來產生一管理函數，並且

接收來自於該複合電力系統的一功率需求命令以獲得一當前需求功率，依據該當前需求功率、該第一儲能裝置的一第一當前電荷狀態以及該第二儲能裝置的一第二當前電荷狀態從該管理函數中獲得一最低輸入功率，並從該些預定時間常數中提供對應於該最低輸入功率的至少一操作時間常數；

一低通濾波電路，耦接於該運算電路，經配置以接收該至少一操作時間常數以及該功率需求命令，並依據該至少一操作時間常數來提取該功率需求命令的一低頻部分；以及

一功率控制電路，耦接於該低通濾波電路，經配置以反應於該低頻部分來控制該第一儲能裝置提供一第一電能，將該功率需求命令減去該低頻部分來提取該功率需求命令的一高頻部分，並

反應於該高頻部分來控制該第二儲能裝置提供一第二電能。

【請求項2】 如請求項1所述的控制器，其中該功率控制電路包括：

一第一控制電路，耦接於該低通濾波電路，經配置以依據該低頻部分來產生一第一控制訊號，並將該第一控制訊號提供至該第一儲能裝置；

一減法器，經配置以接收該功率需求命令以及該低頻部分，並將該功率需求命令減去該低頻部分來提取該功率需求命令的該高頻部分；以及

一第二控制電路，耦接於該減法器，經配置以依據該高頻部分來產生一第二控制訊號，並將該第二控制訊號提供至該第二儲能裝置。

【請求項3】 如請求項2所述的控制器，其中：

該第一儲能裝置反應於該第一控制訊號輸出該第一電能，並且

該第二儲能裝置反應於該第二控制訊號輸出該第二電能。

【請求項4】 如請求項1所述的控制器，其中該第一電能的一第一輸出功率由該些預定時間常數的至少其中之一以及該當前需求功率來決定。

【請求項5】 如請求項4所述的控制器，其中該第二電能的一第二輸出功率值等於該當前需求功率減去該第一輸出功率的差值。

【請求項6】 如請求項5所述的控制器，其中：

該複合電力系統還包括一轉換器，

該轉換器將該第一電能以及該第二電能的至少其中之一轉換為用以驅動該複合電力系統的一驅動電能，並且

該運算電路還經配置以：

依據該第一輸出功率、該第一儲能裝置的效率、該轉換器的一轉換效率以及一第一調整函數來獲得一第一輸入功率，

依據該第二輸出功率、該第二儲能裝置的效率、該轉換器的該轉換效率以及一第二調整函數來獲得一第二輸入功率，

依據該第二輸出功率、該第二儲能裝置的效率、該轉換器的該轉換效率以及一第三調整函數來獲得一充電功率，並且

加總該第一輸入功率、該第二輸入功率以及該充電功率來產生該管理函數的多個總輸入功率的其中之一。

【請求項7】 如請求項6所述的控制器，其中：

該第一儲能裝置的效率以及該第一調整函數分別與該第一當前電荷狀態相關聯，並且

該第二儲能裝置的效率、該第二調整函數以及該第三調整函數分別與該第二當前電荷狀態相關聯。

【請求項8】 如請求項6所述的控制器，其中當該轉換器利用該第一電能對該第二儲能裝置進行充電時，該第二輸入功率等於零。

【請求項9】 如請求項6所述的控制器，其中當該第一儲能裝置輸出該第一電能並且該第二儲能裝置輸出該第二電能時，該充電功率等於零。

【請求項10】 如請求項1所述的控制器，其中該第一儲能裝置是鋰電子電池裝置。

【請求項11】 如請求項1所述的控制器，其中該第二儲能裝置是超級電容器裝置以及鋁電子電池裝置的其中之一。

【請求項12】 一種用於一複合電力系統的電能管理方法，其中該複合電力系統包括一第一儲能裝置以及一第二儲能裝置，其中該電能管理方法包括：

接收多個預定需求功率、該第一儲能裝置的多個第一預定電荷狀態、該第二儲能裝置的多個第二預定電荷狀態以及多個預定時間常數；

利用該些預定時間常數、該些預定需求功率、該些第一預定電荷狀態以及該些第二預定電荷狀態來產生一管理函數；

接收來自於該複合電力系統的一功率需求命令以獲得一當前需求功率，依據該當前需求功率、該第一儲能裝置的一第一當前電荷狀態以及該第二儲能裝置的一第二當前電荷狀態從該管理函數中獲得一最低輸入功率，並從該些預定時間常數中提供對應於該最低輸入功率的至少一操作時間常數；

依據該至少一操作時間常數來提取該功率需求命令的一低頻部分，並反應於該低頻部分來控制該第一儲能裝置提供一第一電能；以及

將該功率需求命令減去該低頻部分來提取該功率需求命令的一高頻部分，並反應於該高頻部分來控制該第二儲能裝置提供一

第二電能。

【請求項13】 如請求項12所述的電能管理方法，其中該第一電能的一第一輸出功率由該些預定時間常數的至少其中之一以及該當前需求功率來決定。

【請求項14】 如請求項13所述的電能管理方法，其中該第二電能的一第二輸出功率值等於該當前需求功率減去該第一輸出功率的差值。

【請求項15】 如請求項14所述的電能管理方法，其中該複合電力系統還包括一轉換器，其中該轉換器將該第一電能以及該第二電能的至少其中之一轉換為用以驅動該複合電力系統的一驅動電能，其中利用該些預定時間常數、該些預定需求功率、該些第一預定電荷狀態以及該些第二預定電荷狀態來產生該管理函數的步驟包括：

依據該第一輸出功率、該第一儲能裝置的效率、該轉換器的一轉換效率以及一第一調整函數來產生一第一輸入功率；

依據該第二輸出功率、該第二儲能裝置的效率、該轉換器的該轉換效率以及一第二調整函數來產生一第二輸入功率；

依據該第二輸出功率、該第二儲能裝置的效率、該轉換器的該轉換效率以及一第三調整函數來產生一充電功率；以及

加總該第一輸入功率、該第二輸入功率以及該充電功率來產生該管理函數的多個總輸入功率的其中之一。

【請求項16】 如請求項15所述的電能管理方法，其中：

該第一儲能裝置的效率以及該第一調整函數分別與該第一當前電荷狀態相關聯，並且

該第二儲能裝置的效率、該第二調整函數以及該第三調整函數分別與該第二當前電荷狀態相關聯。

【請求項17】 如請求項15所述的電能管理方法，還包括：

當該第一儲能裝置對該第二儲能裝置進行充電時，使該第二輸入功率等於零。

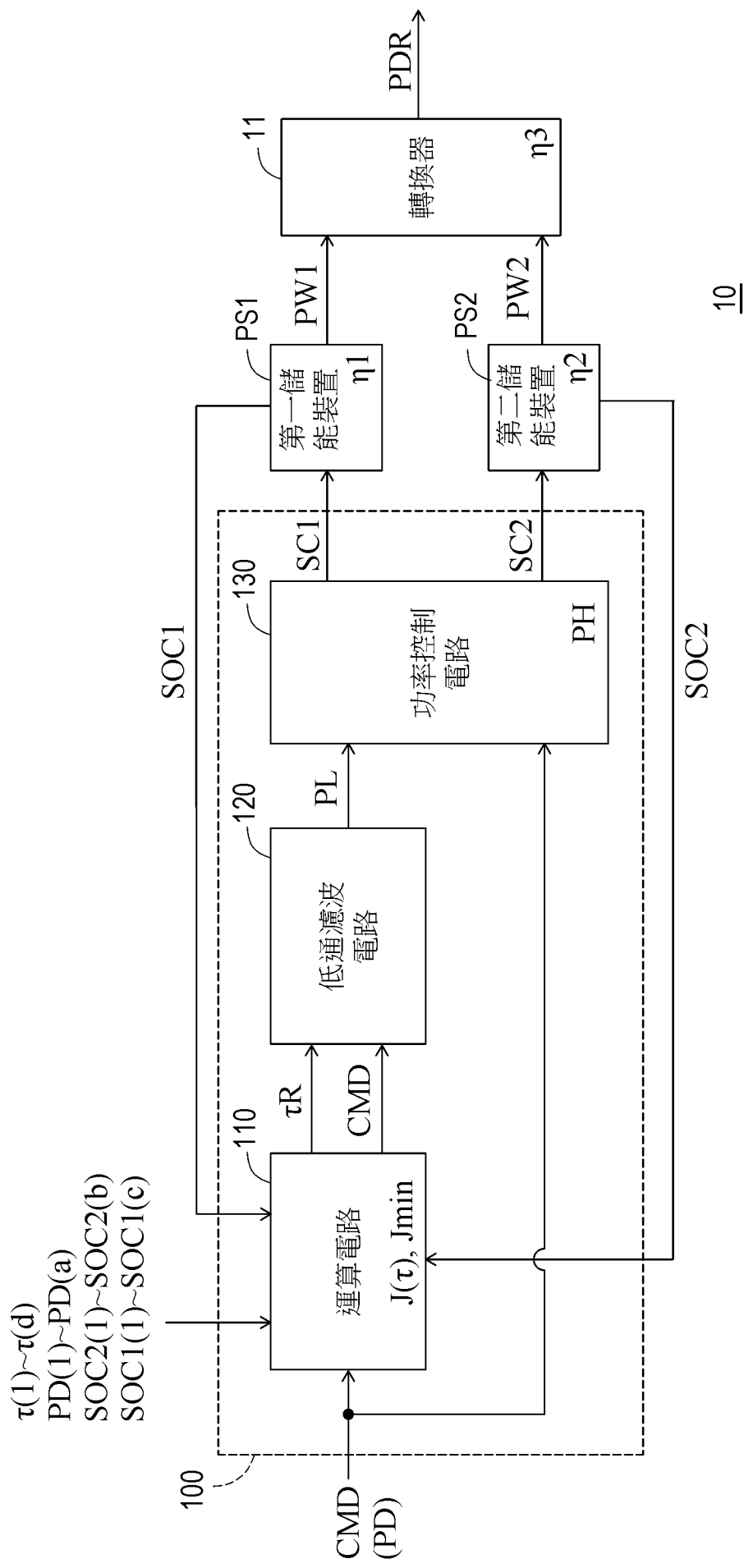
【請求項18】 如請求項15所述的電能管理方法，還包括：

當該第一儲能裝置輸出該第一電能並且該第二儲能裝置輸出該第二電能時，使該充電功率等於零。

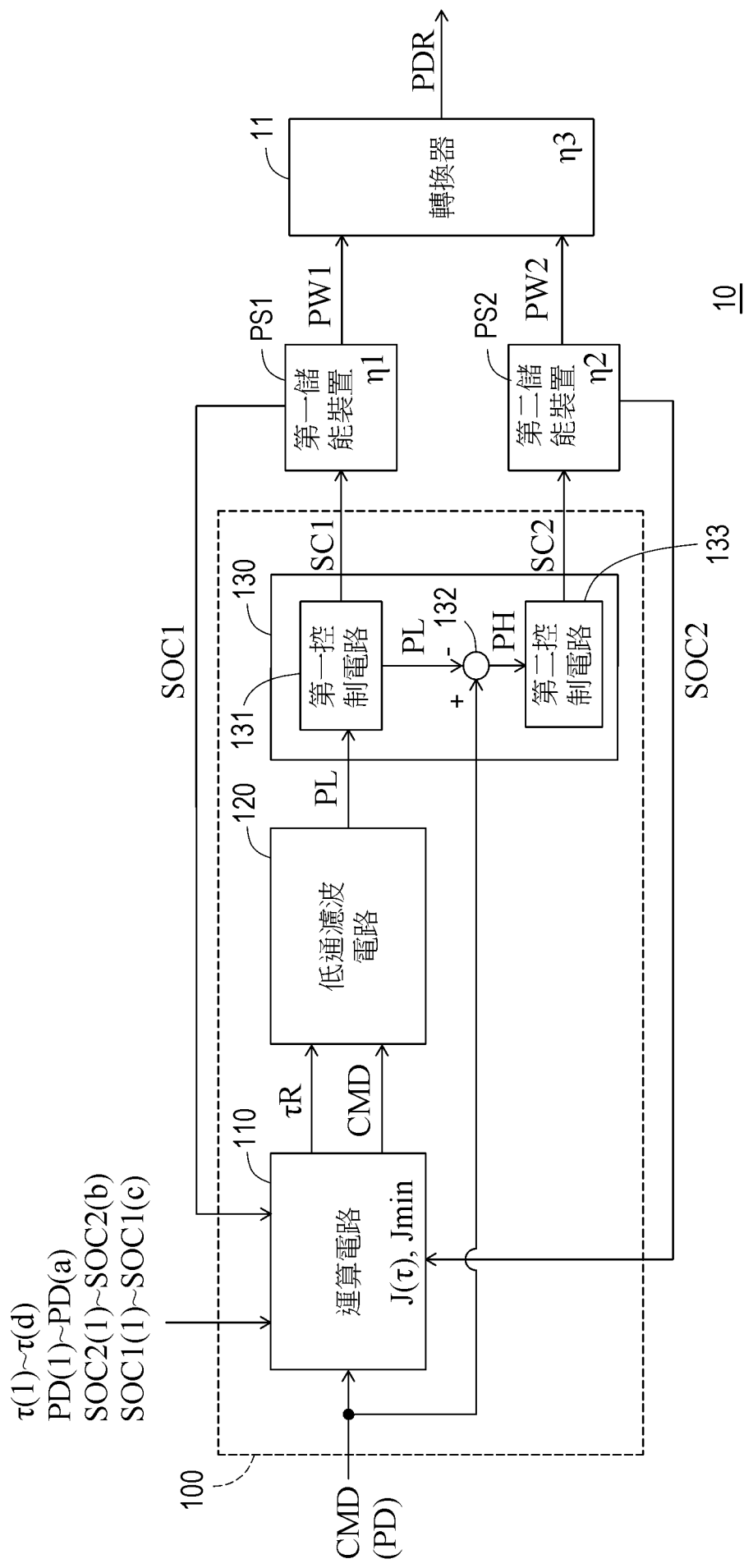
【請求項19】 如請求項12所述的電能管理方法，其中該第一儲能裝置是鋰電子電池裝置。

【請求項20】 如請求項12所述的電能管理方法，其中該第二儲能裝置是超級電容器裝置以及鋁電子電池裝置的其中之一。

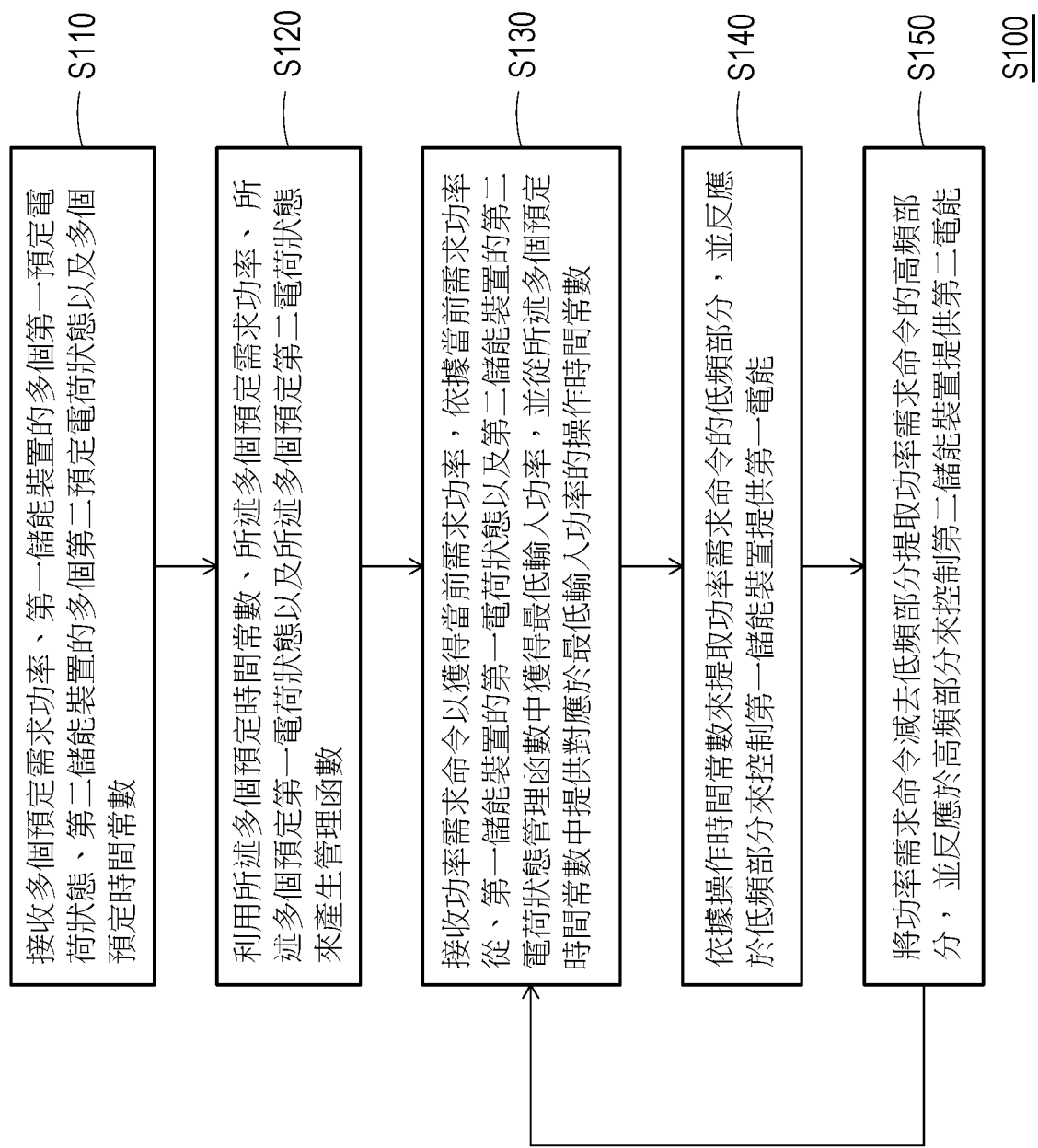
【發明圖式】



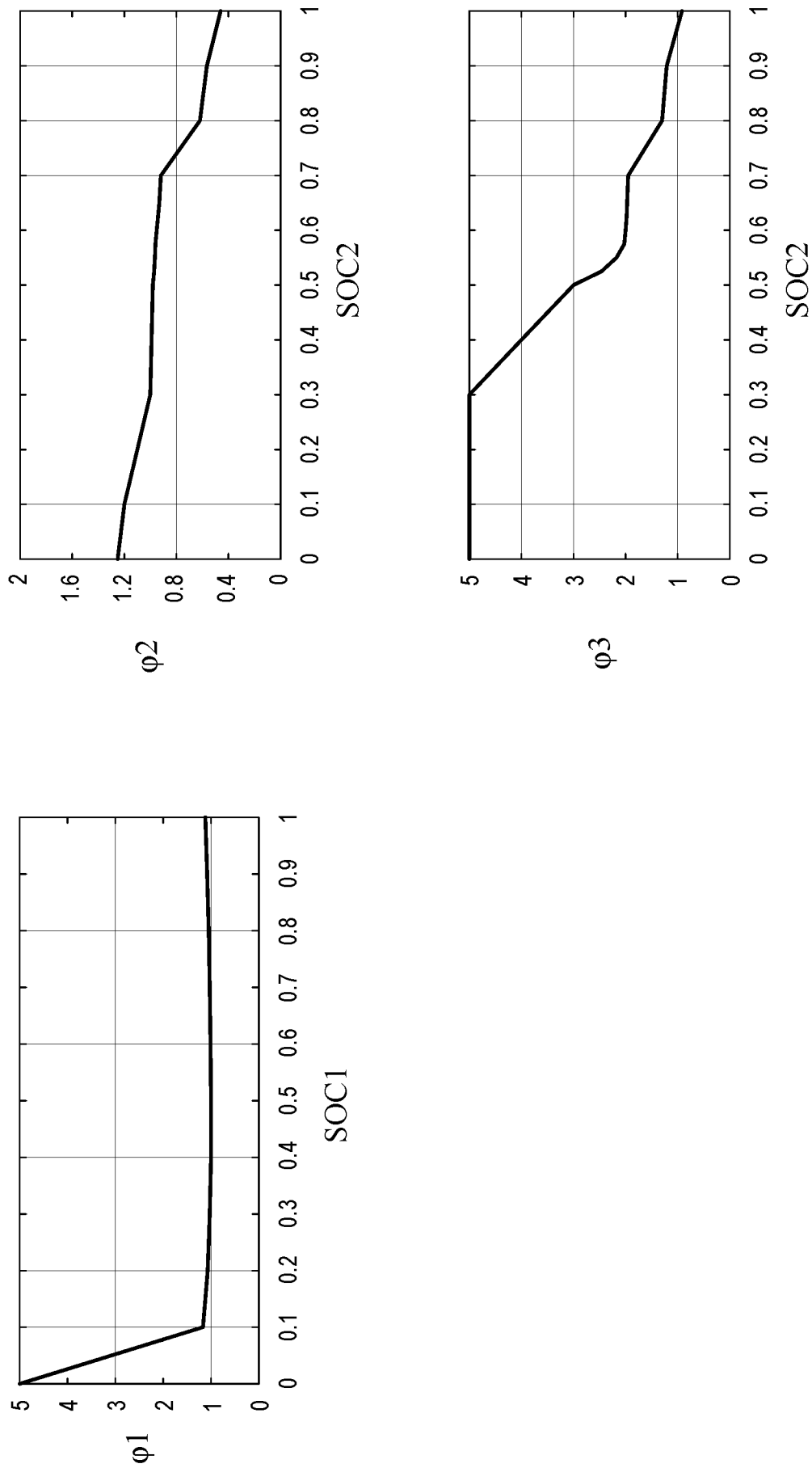
【圖1】



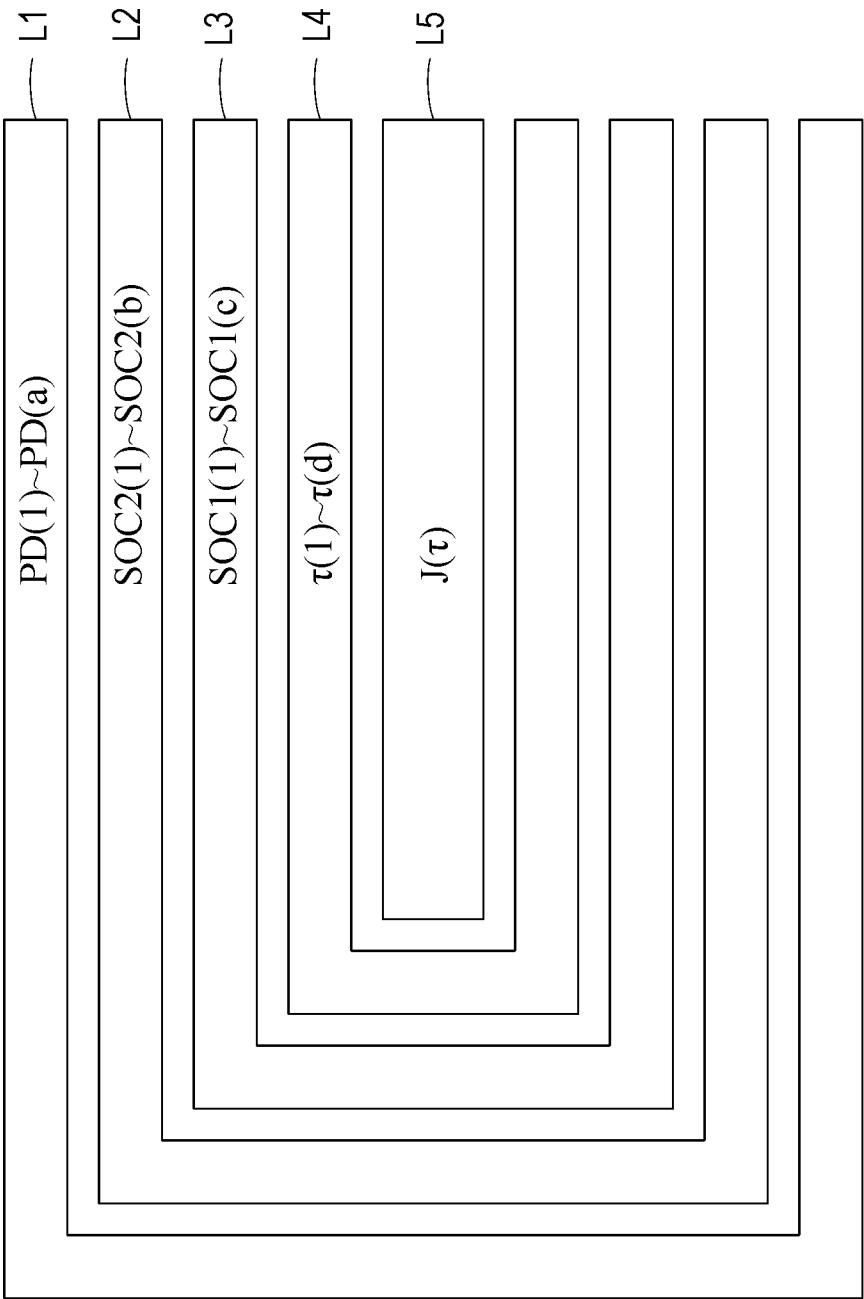
【圖2】



【圖3】



【圖4】



【圖5】