



(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 I839208 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 04 月 11 日

(21)申請案號：112116969

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 05 月 08 日

(51)Int. Cl. : H02J7/14 (2006.01)

H02J7/00 (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：蘇修賢 SU, HSIU-HSIEN (TW)；吳建勳 WU, CHIEN-HSUN (TW)；黃上正 HUANG, SHANG-ZENG (TW)

(74)代理人：葉璟宗；卓俊傑

(56)參考文獻：

TW I734345B

CN 103419775B

CN 103802678B

JP 6636840B2

US 9184686B2

US 10821965B2

US 10844824B2

US 11091145B2

US 11489476B2

審查人員：廖天佑

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：5 共 22 頁

(54)名稱

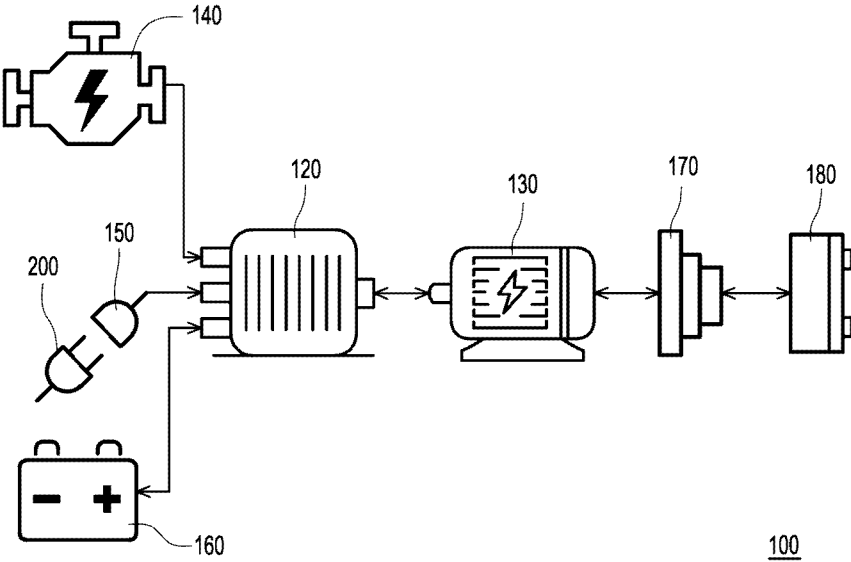
複合電能系統及其能源管理最佳化方法

(57)摘要

一種複合電能系統，包括一運算核心、一電能轉換器、一驅動馬達、一引擎發電機、一充電座以及一電池組。電能轉換器耦接運算核心。驅動馬達耦接電能轉換器。引擎發電機耦接電能轉換器。充電座耦接電能轉換器。電池組耦接電能轉換器。當輸入一需求扭力至運算核心並切換為充電模式時，一電力源耦接充電座並通過電能轉換器提供電能至電池組，運算核心執行一最佳電能分配演算法。

A hybrid power system including a computing core, an electric energy converter, a driving motor, an engine generator, a charging stand and a battery pack is provided. The electric energy converter is coupled to the computing core. The driving motor is coupled to the electric energy converter. The engine generator is coupled to the electric energy converter. The charging stand is coupled to the electric energy converter. The battery pack is coupled to the electric energy converter. When inputting a required torque to the computing core and switching to a charging mode, an electric energy source is coupled to the charging stand and provides electric energy to the battery pack through the electric energy converter, and an optimal power allocation algorithm is executed by the computing core.

指定代表圖：



符號簡單說明：

100:複合電能系統

120:電能轉換器

130:驅動馬達

140:引擎發電機

150:充電座

160:電池組

170:減速機構

180:動力計

200:電力源

【圖1】



I839208

【發明摘要】

【中文發明名稱】複合電能系統及其能源管理最佳化方法

【英文發明名稱】HYBRID POWER SYSTEM AND ENERGY

MANAGEMENT OPTIMIZATION METHOD THEREOF

【中文】一種複合電能系統，包括一運算核心、一電能轉換器、一驅動馬達、一引擎發電機、一充電座以及一電池組。電能轉換器耦接運算核心。驅動馬達耦接電能轉換器。引擎發電機耦接電能轉換器。充電座耦接電能轉換器。電池組耦接電能轉換器。當輸入一需求扭力至運算核心並切換為充電模式時，一電力源耦接充電座並通過電能轉換器提供電能至電池組，運算核心執行一最佳電能分配演算法。

【英文】A hybrid power system including a computing core, an electric energy converter, a driving motor, an engine generator, a charging stand and a battery pack is provided. The electric energy converter is coupled to the computing core. The driving motor is coupled to the electric energy converter. The engine generator is coupled to the electric energy converter. The charging stand is coupled to the electric energy converter. The battery pack is coupled to the electric energy converter. When inputting a required torque to the computing core and switching to a charging mode, an electric energy source is coupled to the charging stand and provides

electric energy to the battery pack through the electric energy converter, and an optimal power allocation algorithm is executed by the computing core.

【指定代表圖】圖1。

【代表圖之符號簡單說明】

100:複合電能系統

120:電能轉換器

130:驅動馬達

140:引擎發電機

150:充電座

160:電池組

170:減速機構

180:動力計

200:電力源

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】複合電能系統及其能源管理最佳化方法

【英文發明名稱】HYBRID POWER SYSTEM AND ENERGY
MANAGEMENT OPTIMIZATION METHOD THEREOF

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種動力系統，且特別是有關於一種採用最佳電能分配演算法最佳電能分配演算法的複合電能系統。

【先前技術】

【0002】 根據以往的研究中，複合電能系統進行優化，主要是以節約能源與降低成本為目的，而達到較高整體效率與提升整體系統動力。因此能量管理策略和電能/動力系統的設計是兩個主要考慮的因素。複合電能系統主要應用在汽車上，現有的插電式油電複合動力車，在短程距離中可使用純電模式，享有電動車的駕馭體驗，長程距離則可切換為油電模式，兼顧長途行駛續航力而不會有旅程焦慮。然而，現有的油電複合動力車是合併電動馬達及燃油引擎兩種驅動方式，故在動力傳輸系統的設計上較為複雜。

【發明內容】

【0003】 本發明提供一種複合電能系統，結合蓄電池及引擎發電機以供應電能至馬達，於充電模式時，執行最佳電能分配演算法

以計算出最小消耗功率。

【0004】 本發明的複合電能系統，包括一運算核心、一電能轉換器、一驅動馬達、一引擎發電機、一充電座以及一電池組。電能轉換器耦接運算核心。驅動馬達耦接電能轉換器。引擎發電機耦接電能轉換器。充電座耦接電能轉換器。電池組耦接電能轉換器。當輸入一需求扭力至運算核心並切換為充電模式時，一電力源耦接充電座並通過電能轉換器提供電能至電池組，運算核心執行一最佳電能分配演算法。

【0005】 在本發明的一實施例中，當輸入需求扭力至運算核心並切換為驅動模式時，電能轉換器執行一最佳電能分配演算法，引擎發電機及/或電池組提供電能至驅動馬達以產生動力。

【0006】 本發明複合電能系統的能源管理最佳化方法，包括一運算核心、一電能轉換器、一驅動馬達、一引擎發電機、一充電座以及一電池組。電能轉換器耦接運算核心。驅動馬達耦接電能轉換器。引擎發電機耦接電能轉換器。充電座耦接電能轉換器。電池組耦接電能轉換器，其中能源管理最佳化方法具有運算核心偵測需求扭力為零，將複合電能系統切換為待命模式；當複合電能系統切換為充電模式時；輸入一需求扭力至運算核心，並判斷需求扭力是否大於零；若否，複合電能系統切換為待命模式；若是，複合電能系統的運算核心執行一最佳電能分配演算法。

【0007】 在本發明的一實施例中，當輸入需求扭力至運算核心並切換為驅動模式時，電能轉換器執行一最佳電能分配演算法，引

引擎發電機及/或電池組提供電能至驅動馬達以產生動力。

【0008】 基於上述，本發明的複合電能系統適用於車輛載具，且複合電能系統具有引擎發電機、驅動馬達以及電池組。其中，引擎發電機僅用於提供電能給電池組，電池組的電能再通過電能轉換器輸出至驅動馬達以產生動力。由於動力產生源僅有驅動馬達，調整輸入驅動馬達的電流值，即可達成控制動力大小的目的。相較於現有的油電混合車，不需要為引擎發電機配備變速箱及動力傳輸系統，故引擎發電機在車輛載具中的安裝位置也相對彈性。此外，本發明的引擎發電機僅負責運轉發電，因此較容易控制其排污程度。

【0009】 進一步而言，本發明的複合電能系統在驅動模式下，採用最佳電能分配演算法，達成引擎發電機與電池組雙電能架構的最佳能耗分配，藉此提升複合電能系統的運作續航力。

【圖式簡單說明】

【0010】

圖 1 是本發明一實施例的複合電能系統的架構示意圖。

圖 2 是圖 1 的複合電能系統的方塊示意圖。

圖 3 是圖 2 的複合電能系統的雙模式最佳電能分配演算法流程圖。

圖 4 是 3 的複合電能系統的充電模式之最佳電能分配演算法的迴圈計算示意圖。

圖 5 是 3 的複合電能系統的驅動模式之最佳電能分配演算法的迴圈計算示意圖。

【實施方式】

【0011】 圖 1 是本發明一實施例的複合電能系統的架構示意圖。圖 2 是圖 1 的複合電能系統的方塊示意圖。圖 3 是圖 2 的複合電能系統的最佳化方法流程圖。

【0012】 參考圖 1 至圖 3，本發明的複合電能系統 100，包括一運算核心 110、一電能轉換器 120、一驅動馬達 130、一引擎發電機 140、一充電座 150 以及一電池組 160。

【0013】 運算核心 110 例如是車輛載具的處理器單元，用以接收車輛載具中各個感測器的訊號以判別車輛載具的運作狀態，並依據內建程式對應各種運作狀態切換為不同模式，藉此達成複合電能系統 100 自動切換不同模式的目的。

【0014】 電能轉換器 120 耦接運算核心 110。引擎發電機 140 耦接電能轉換器 120。驅動馬達 130 耦接電能轉換器 120。充電座 150 耦接電能轉換器 120，舉例而言，當車輛載具停靠於充電站時，外部的電力源 200 將耦接充電座 150 以進行充電。電池組 160 耦接電能轉換器 120，其中電池組 160 為可充電電池且採用鉛酸電池、鎳氫電池、鋰離子電池、鋁電池或是燃料電池。

【0015】 此外電池組 160 包括多個電池單位，當其中一電池單位的蓄電量低於預設值時，將停止放電，並改由蓄電量高於預設值

的其中另一電池單位接續放電以維持電能的輸出。

【0016】 參考圖 1 至圖 3 當輸入一需求扭力至運算核心 110 並切換為充電模式時，一電力源 200 耦接充電座 150 並通過電能轉換器 120 提供電能至電池組 160，以達成對電池組 160 的充電，運算核心 110 執行一最佳電能分配演算法。

【0017】 詳細而言，本發明電能轉換器 120 為多進一出的架構，多進是指多個電能輸入端，一出是指一個電能輸出端。電能轉換器 120 將因應充電座 150 與電力源 200 的充電動作，透過最佳電能分配演算法實現電池組 160 與充電座 150 的充電最佳化控制，以減少充電時間並達成節能之目的。

【0018】 參考圖 1 至圖 3，當輸入需求扭力至運算核心 110 並切換為驅動模式時，運算核心 110 執行一最佳電能分配演算法，引擎發電機 140 及/或電池組 160 提供電能至驅動馬達 130 以產生動力。

【0019】 配合參考圖 1 及圖 2，還包括一減速機構 170 及一動力計 180。減速機構 170 連接驅動馬達 130，動力計 180 連接減速機構 170。減速機構 170 及動力計 180 作為負載模擬器，透過控制供應電流來調整減速機構 170 及動力計 180 的負載大小，以模擬車輛載具本身的重量及行進中所產生摩擦阻力或爬坡時的坡度阻力，此利於提升複合電能系統 100 執行最佳電能分配演算法的模擬準確性。

【0020】 減速機構 170 還包括一編碼器 171 及一扭力計 172，編

碼器 171 連接驅動馬達 130，用以量測驅動馬達 130 的轉速並且回授訊號至運算核心 110，扭力計 172 連接於編碼器 171 及動力計 180 之間並且回授驅動馬達 130 的扭力值至運算核心 110。

【0021】 其中運算核心 110 適於接收編碼器 171 及扭力計 172 的訊號數值，而動態調整引擎發電機 140 及電池組 160 能量輸出比，以達成最小能耗的目的。

【0022】 參考圖 1 至圖 3，本發明複合電能系統 100 的能源管理最佳化方法，步驟 S1：運算核心 110 偵測需求扭力為零，即複合電能系統 100 並未啟動。步驟 S2：運算核心 110 將複合電能系統 100 切換為待命模式。步驟 S3：當複合電能系統 100 切換為充電模式時，首先輸入一需求扭力至運算核心 110。步驟 S4：運算核心 110 判斷需求扭力是否大於零。步驟 S5：若否，複合電能系統 100 切換為待命模式。步驟 S6：若是，複合電能系統 100 的運算核心 110 執行一最佳電能分配演算法。

【0023】 圖 4 是圖 3 的複合電能系統的充電模式之最佳電能分配演算法的迴圈計算示意圖。

【0024】 配合參考圖 1 至圖 4，最佳電能分配演算法建立一四迴圈計算式，針對第一迴圈 E1 總需求功率 P_d 、第二迴圈 E2 總需求電流 I_d 、第三迴圈 E3 電能分配比 α 以及第四迴圈 E4 最小消耗功率 J_1 進行全域搜尋，利用全域格點搜尋法計算所有條件之多個最小消耗功率 J_1 並輸出一多維表格。針對需求扭力 T_d 、驅動馬達 130 的轉速 N_m 以及電池組 160 的殘電量 SOC 進行全域搜

尋。

【0025】 詳細而言，複合電能系統 100 最佳效率方法是應用全域格點搜尋(Global Grid Search, GGS)理論，以獲得最佳電能分配比(Power Ratio, PR)，將複合電能系統 100 消耗功率進行比較，以獲得複合電能系統 100 最佳電能分配演算法。藉由目標函數程式與最佳全域搜尋的運算結果，進而求出電池組 160 的電能分配比(α)、充電座 150 的電能分配比($1-\alpha$)。

【0026】 參考圖 5，最小消耗功率的函數定義為 $J1 = \min[V_b * I_b / \eta_b + V_{obc} * I_{obc} / \eta_{obc}] + \omega$ 。其中， V_b 為電池組 160 之輸出電壓； V_{obc} 為充電座 150 之輸出電壓； I_b 為電池組 160 之輸出電流； I_{obc} 為充電座之輸出電流； η_b 為電池組 160 的充電效率； η_{obc} 為充電座 150 充電效率， ω 為電池組 160 殘電量 SOC 的懲罰值，當搜尋格點之條件超出物理限制即超出電池組 160 與充電座 150 的總需求功率，則會給予一個懲罰值 ω ，使算出的最小消耗功率 J1 將產生極大值，運算核心 110 將不予採用此次最佳值結果。

【0027】 舉例而言，電池組 160 之輸出電壓 V_b 的搜尋範圍為 1 V 至 48V，充電座 150 之輸出電壓 V_{obc} 的搜尋範圍為 1 V 至 48V，充電座 150 充電效率 η_{obc} 及電池組 160 的充電效率 η_b ，且充電效率 η_b 的搜尋範圍為 1 %至 50%。利用全域格點搜尋法計算所有條件之多個最小等效能耗 J2 並輸出一多維表格。將建置完成的多維表格嵌入能量管理系統中，輸入參數需求功率 P_d 、需求電流 I_d 以及電能分配比 α 之條件，以查表出當下時刻所有最小消

耗功率 J1 之陣列後，尋找陣列中的最小消耗功率 J1 所對應之電池組 160 與引擎發電機 140 之輸出功率與充電效率 η_b 、 η_{obc} 的關係。

【0028】參考圖 1 至圖 4，通過前述的多維表格並輸入特定的總需求功率 Pd、總需求電流 Id 以及電能分配比 α ，獲得相應的最小消耗功率 J1 的數值陣列，於數值陣列中尋找一最佳電能分配比 α 。補充而言，在不同操作條件的運算之下(即不同的總需求功率 Pd、總需求電流 Id 以及電能分配比 α)，整合複合電能系統 100 的所有最小消耗功率可得到一個最小消耗功率 J1 函數，此為最佳電能分配比 α 的二維表公式： $J1^*(a,b) = \min J1(a,b,c)$ ，藉由最佳電能分配比 α 的二維表公式能產出為一多維表格，直接導入車輛載具的控制器中進行充電優化能量管理，達成最小充電能耗以及縮減充電時間的功效。

【0029】參考圖 1 至圖 3，本發明複合電能系統 100 的能源管理最佳化方法，步驟 S1：運算核心 110 偵測需求扭力為零，即複合電能系統 100 並未啟動。步驟 S2：運算核心 110 將複合電能系統 100 切換為待命模式。步驟 S7：當複合電能系統切換為驅動模式時，首先輸入一需求扭力至運算核心 110。步驟 S8：運算核心 110 判斷需求扭力是否大於零。步驟 S9：若否，複合電能系統切換為待命模式，若是，複合電能系統 100 的運算核心 110 執行最佳電能分配演算法。

【0030】簡言之，當電池組 160 蓄電量大於一預設值時，引擎發

電機 140 未啟動且電池組 160 持續放電至驅動馬達 130，當電池組 160 蓄電量小於一預設值時，啟動引擎發電機 140 並透過電能轉換器 120 充電至電池組 160 且電池組 160 持續放電至驅動馬達 130，以此進行電力供應最佳調配，提升車輛行駛續航力。

【0031】圖 5 是 3 的複合電能系統的驅動模式之最佳電能分配演算法的迴圈計算示意圖。

【0032】參考圖 1、圖 2、圖 3 及圖 5，當運算核心 110 執行最佳電能分配演算法時，將建立一四迴圈計算式，第一迴圈 F1 為需求功率 P_d ，第二迴圈 F2 為總需求電流 I_d ，第三迴圈 F3 為動力分配比 β ，第四迴圈 F4 為最小等效能耗的函數。其中，最小等效能耗的函數定義為 $J2 = \min[m_e/\eta_g + f(\text{SOC}) * m_b] + \gamma$ 。

【0033】詳細而言， m_e 為引擎發電機 140 的實際燃油消耗、 η_g 為引擎發電機 140 的發電機效率、 m_b 為電池組 160 之等效燃油消耗、 $f(\text{SOC})$ 為電池充電狀態之權重。最佳電能分配演算法利用方程式，即目標函數，將整車燃油消耗以等效燃油消耗方式呈現。最小等效能耗控制策略(ECMS)之演算步驟如下：

【0034】如圖 5 所示，針對離散化之需求功率 P_d 、總需求電流 I_d 及動力分配比 β 進行全域搜尋。最後在離線環境(Off-line)下利用全域格點搜尋法(Global Grid Search)計算所有條件之等效燃油消耗並將其建置為多維表格。將建置完成的多維表格嵌入能量管理系統中，根據當下所輸入的參數:總需求功率 P_d ，總需求電流 I_d ，及動力分配比 β 的條件查表出當下時刻所有等效燃油消耗之

陣列後，尋找陣列中的最小等效油耗所對應之電池組 160 與引擎發電機 140 的輸出功率與電流關係。

【0035】綜上所述，本發明的複合電能系統適用於車輛載具，且複合電能系統具有引擎發電機、驅動馬達以及電池組。其中，引擎發電機僅用於提供電能給電池組，電池組的電能再通過電能轉換器輸出至驅動馬達以產生動力。由於動力產生源僅有驅動馬達，調整輸入驅動馬達的電流值，即可達成控制動力大小的目的。相較於現有的油電混合車，不需要為引擎發電機配備變速箱及動力傳輸系統，故引擎發電機在車輛載具中的安裝位置也相對彈性。此外，本發明的引擎發電機僅負責運轉發電，因此較容易控制其排污程度。

【0036】本發明的複合電能系統在充電模式下，透過電池組與充電座經由電能轉換器進行充電，並通過全域格點搜尋理論，可獲得充電模式下的最佳電能分配比，以達成最小充電能耗並縮減充電時間的目的。

【0037】進一步而言，本發明的複合電能系統在驅動模式下，採用最佳電能分配演算法，達成引擎發電機與電池組雙電能架構的最佳能耗分配，藉此提升複合電能系統的運作續航力，藉由最佳電能分配演算法讓複合電能系統自動調配引擎發電機及電池組的雙電能輸出比，以提升複合電能系統的運作續航力，且避免電池組過度充放電所產生之損壞及安全性問題。

【符號說明】

【0038】

100:複合電能系統

110:運算核心

120:電能轉換器

130:驅動馬達

140:引擎發電機

150:充電座

160:電池組

170:減速機構

171:編碼器

172:扭力計

180:動力計

200:電力源

α :電能分配比

β :動力分配比

E1、F1:第一迴圈

E2、F2:第二迴圈

E3、F3:第三迴圈

E4、F4:第四迴圈

S1~S10:步驟

SOC:殘電量

$f(\text{SOC})$: 權重值

m_e : 實際燃油消耗

m_b : 等效燃油消耗

N_m : 轉速

T_d : 需求扭力

V_b : 輸出電壓

I_b : 輸出電流

SOC: 蓄電池殘電量

J1: 最小消耗功率

J2: 最小等效能耗

ω 、 γ : 懲罰值

η_g : 發電機效率

η_b 、 η_{obc} : 充電效率

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種複合電能系統，包括：

- 一運算核心；
- 一電能轉換器，耦接該運算核心；
- 一驅動馬達，耦接該電能轉換器；
- 一引擎發電機，耦接該電能轉換器；
- 一充電座，耦接該電能轉換器；以及
- 一電池組，耦接該電能轉換器，

其中，當輸入一需求扭力至該運算核心並切換為充電模式時，一電力源耦接該充電座並通過該電能轉換器提供電能至該電池組，該運算核心執行一最佳電能分配演算法，

其中該最佳電能分配演算法建立一四迴圈計算式，針對一總需求功率、一總需求電流以及一電池組消耗功率進行全域搜尋，利用全域格點搜尋法計算所有條件之多個最小消耗功率並輸出一多維表格。

【請求項2】 如請求項1所述的複合電能系統，其中該最小消耗功率的函數定義為 $J1 = \min[v_b * I_b / \eta_b + v_{obc} * I_{obc} / \eta_{obc}] + \omega$ 。

【請求項3】 如請求項2所述的複合電能系統，其中通過該多維表格並輸入特定的該總需求功率、該總需求電流以及該電池組消耗功率以獲得相應的該最小消耗功率的一數值陣列，於該數值陣列中尋找一最佳電能分配比。

【請求項4】 如請求項1所述的複合電能系統，其中當輸入該需求扭力至該電能轉換器並切換為驅動模式時，該運算核心執行該最佳電能分配演算法，該引擎發電機及/或該電池組提供電能至該驅動馬達以產生動力。

【請求項5】 如請求項4所述的複合電能系統，其中該最佳電能分配演算法建立一四迴圈計算式，針對一總需求功率、一總需求電流以及一動力分配比進行全域搜尋，以計算一最小等效能耗並將其建置為一多維表格。

【請求項6】 如請求項5所述的複合電能系統，其中該最小等效能耗的函數定義為 $J2 = \min[m_e/\eta_g + f(\text{SOC}) * m_b] + \gamma$ 。

【請求項7】 如請求項6所述的複合電能系統，其中通過該多維表格並輸入相應的參數，根據輸入的該總需求功率、該總需求電流以及該動力分配比的條件查出所有最小等效能耗之陣列，尋找陣列中各該最小等效能耗所對應之該電池組與該引擎發電機的輸出功率與電流關係。

【請求項8】 如請求項1所述的複合電能系統，還包括一減速機構及一動力計，該減速機構連接該驅動馬達，該動力計連接該減速機構。

【請求項9】 如請求項8所述的複合電能系統，其中該減速機構還包括一編碼器及一扭力計，該編碼器連接該驅動馬達，用以量測該驅動馬達的轉速並且回授訊號至該運算核心，該扭力計連接於該編碼器及該動力計之間並且回授扭力值至該運算核心。

【請求項10】 一種複合電能系統的能源管理最佳化方法，包括：

一運算核心；

一電能轉換器，耦接該運算核心；

一驅動馬達，耦接該電能轉換器；

一引擎發電機，耦接該電能轉換器；

一充電座，耦接該電能轉換器；以及

一電池組，耦接該電能轉換器，其中該能源管理最佳化方法包括：

該運算核心偵測需求扭力為零，將該複合電能系統切換為待命模式；

當該複合電能系統切換為充電模式時；

輸入一需求扭力至該運算核心，並判斷該需求扭力是否大於零；

若否，該複合電能系統切換為待命模式；以及

若是，該複合電能系統的該運算核心執行一最佳電能分配演算法。

【請求項11】 如請求項10所述的能源管理最佳化方法，其中該最佳電能分配演算法建立一四迴圈計算式，針對一總需求功率、一總需求電流以及一電池組消耗功率進行全域搜尋，利用全域格點搜尋法計算所有條件之多個最小消耗功率並輸出一多維表格。

【請求項12】 如請求項11所述的能源管理最佳化方法，其中該最小消耗功率的函數定義為 $J1 = \min[v_b * I_b / \eta_b + v_{obc} * I_{obc} / \eta_{obc}] + \omega$ 。

【請求項13】 如請求項12所述的能源管理最佳化方法，其中通過該多維表格並輸入特定的該總需求功率、該總需求電流以及該電池組消耗功率以獲得相應的該最小消耗功率的一數值陣列，於該數值陣列中尋找一最佳電能分配比。

【請求項14】 如請求項10所述的能源管理最佳化方法，其中當該複合電能系統切換為驅動模式時；輸入該需求扭力至該運算核心，並判斷該需求扭力是否大於零；若否，該複合電能系統切換為待命模式；以及若是，該複合電能系統的該運算核心執行該最佳電能分配演算法。

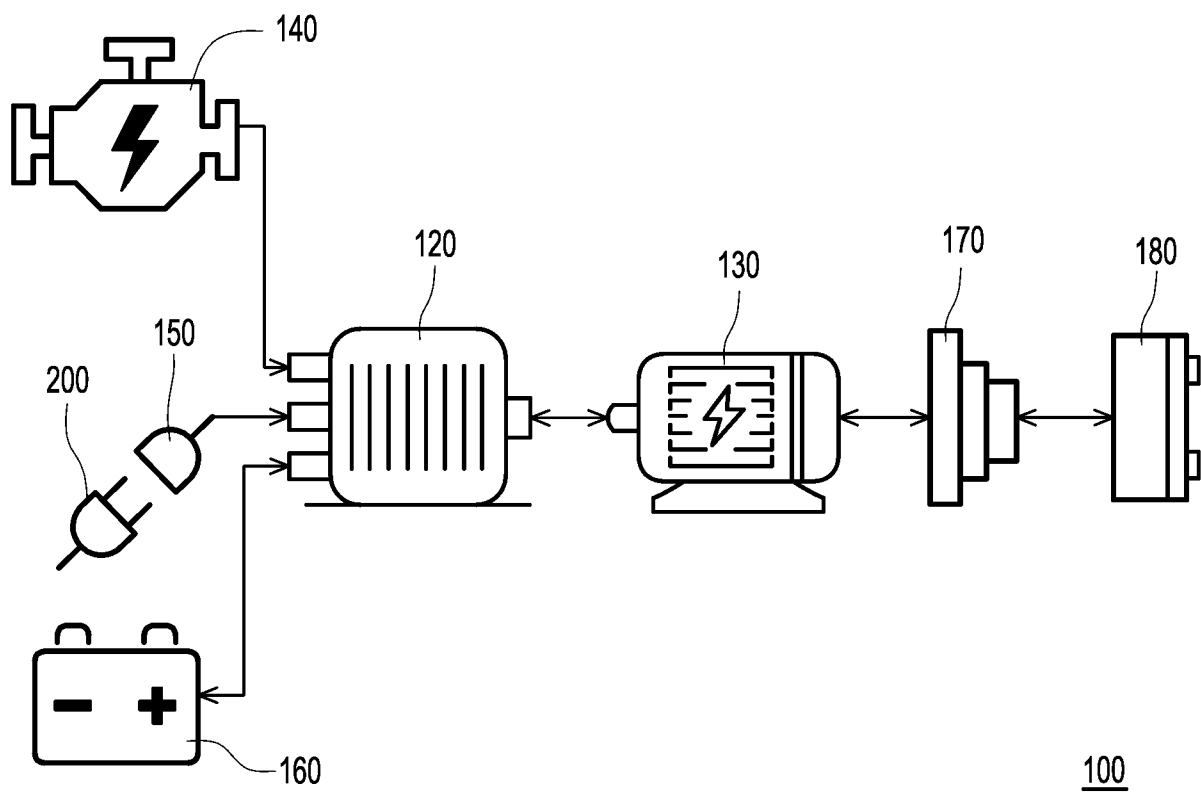
【請求項15】 如請求項14所述的能源管理最佳化方法，其中該引擎發電機及/或該電池組提供電能至該驅動馬達以產生動力。

【請求項16】 如請求項14所述的能源管理最佳化方法，其中該最佳電能分配演算法建立一四迴圈計算式，針對一總需求功率、一總需求電流以及一動力分配比進行全域搜尋，以計算一最小等效能耗並將其建置為一多維表格。

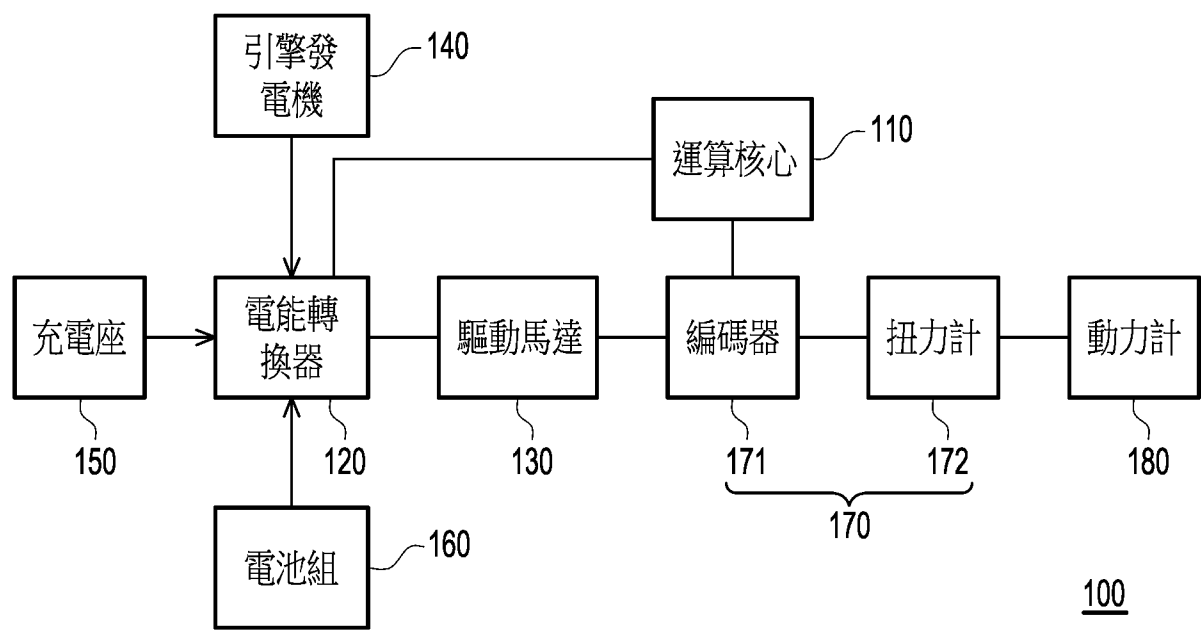
【請求項17】 如請求項16所述的能源管理最佳化方法，其中該最小等效能耗的函數定義為 $J2 = \min[m_e / \eta_g + f(\text{SOC}) * m_b] + \gamma$ 。

【請求項18】 如請求項17所述的能源管理最佳化方法，其中通過該多維表格並輸入相應的參數，根據輸入的該總需求功率、該總需求電流以及該動力分配比的條件查出所有最小等效能耗之陣列，尋找陣列中各該最小等效能耗所對應之該電池組與該引擎發電機的輸出功率與電流關係。

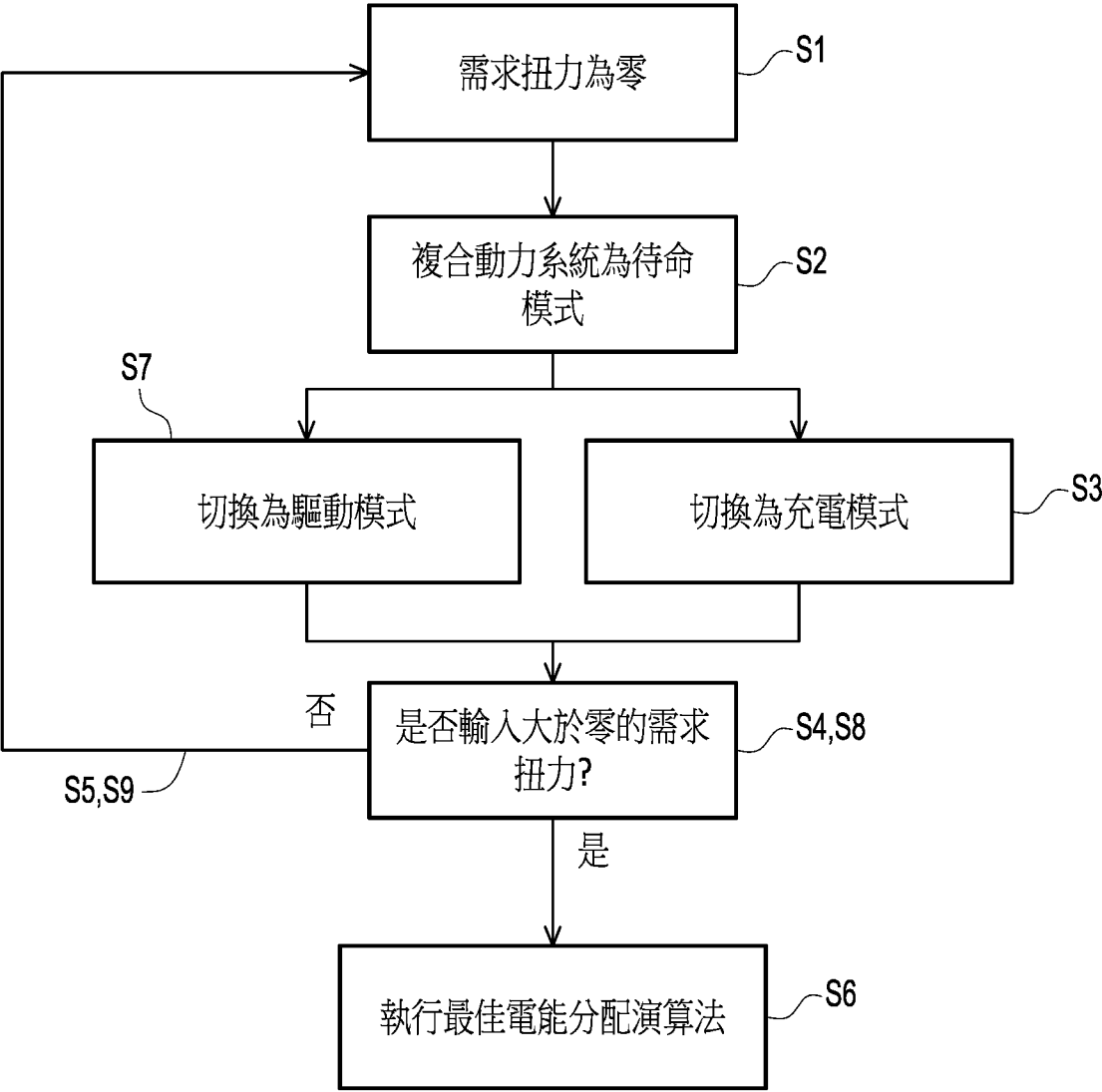
【發明圖式】



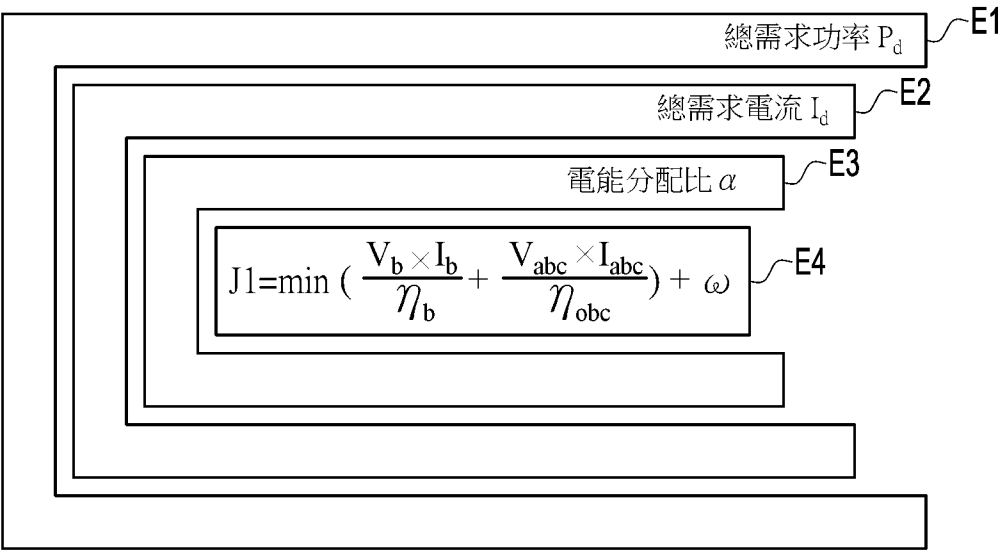
【圖1】



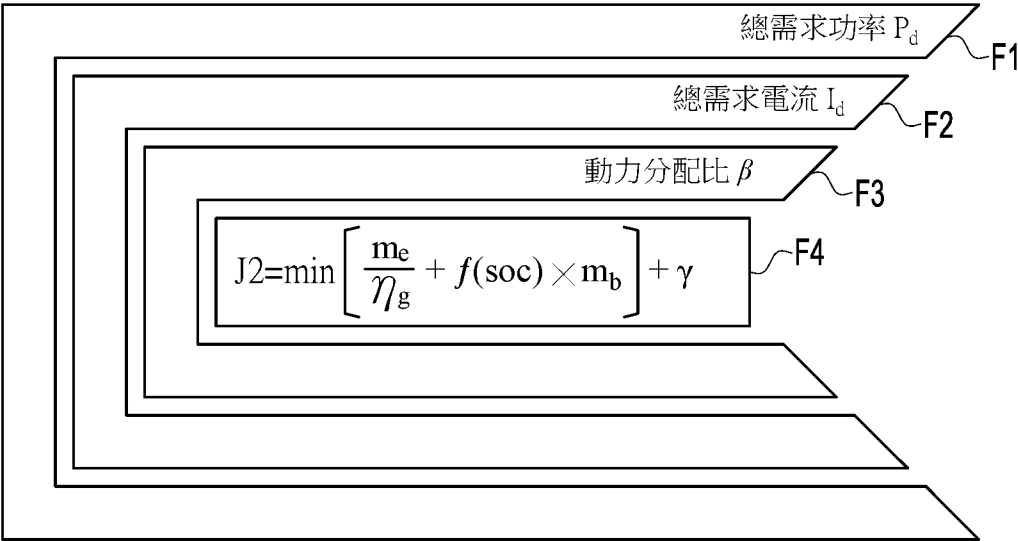
【圖2】



【圖3】



【圖4】



【圖5】