I854400

(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 I854400 B**

(45)公告日： 中華民國 113 (2024) 年 09 月 01 日

(21)申請案號：111148792 (22)申請日： 中華民國 111 (2022) 年 12 月 19 日

(51)Int. Cl.： ***B60W20/10 (2016.01)*** ***G06Q10/04 (2023.01)***

(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：

CN	102673364A	CN	103025593B
CN	103402809A	US	2009/0308674A1
US	2022/0048493A1		

審查人員：林炯暉

申請專利範圍項數：17 項 圖式數：4 共 26 頁

(54)名稱

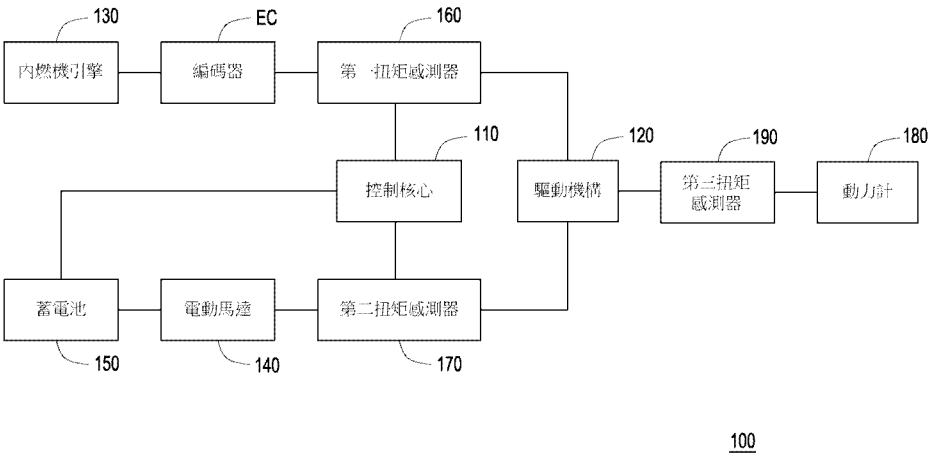
混合動力系統及其最佳化方法

(57)摘要

一種混合動力系統，包括一控制核心、一驅動機構、一內燃機引擎、一電動馬達以及一蓄電池。驅動機構受控於控制核心。內燃機引擎連接驅動機構且受控於控制核心。電動馬達連接驅動機構且受控於控制核心。蓄電池耦接電動馬達及控制核心。當輸入一需求扭力至控制核心時，控制核心執行一最小等效能耗策略，並啟動內燃機引擎及/或電動馬達以傳輸動力至驅動機構。

A hybrid power system including a control core, a driving mechanism, an internal combustion engine, an electric motor, and a storage battery is provided. The driving mechanism is controlled by the control core. The internal combustion engine is connected to the driving mechanism and controlled by the control core. The electric motor is connected to the driving mechanism and controlled by the control core. The storage battery is coupled to the electric motor and the control core. When a required torque is input to the control core, the control core executes an equivalent consumption minimization strategy and starts the internal combustion engine and/or the electric motor for transmitting power to the driving mechanism.

指定代表圖：



【圖2】

符號簡單說明：

100:混合動力系統

110:控制核心

120:驅動機構

130:內燃機引擎

140:電動馬達

150:蓄電池

160:第一扭矩感測器

170:第二扭矩感測器

180:動力計

190:第三扭矩感測器

EC:編碼器

公告本

I854400

【發明摘要】

【中文發明名稱】混合動力系統及其最佳化方法

【英文發明名稱】HYBRID POWER SYSTEM AND OPTIMIZING METHOD THEREOF

【中文】一種混合動力系統，包括一控制核心、一驅動機構、一內燃機引擎、一電動馬達以及一蓄電池。驅動機構受控於控制核心。內燃機引擎連接驅動機構且受控於控制核心。電動馬達連接驅動機構且受控於控制核心。蓄電池耦接電動馬達及控制核心。當輸入一需求扭力至控制核心時，控制核心執行一最小等效能耗策略，並啟動內燃機引擎及/或電動馬達以傳輸動力至驅動機構。

【英文】A hybrid power system including a control core, a driving mechanism, an internal combustion engine, an electric motor, and a storage battery is provided. The driving mechanism is controlled by the control core. The internal combustion engine is connected to the driving mechanism and controlled by the control core. The electric motor is connected to the driving mechanism and controlled by the control core. The storage battery is coupled to the electric motor and the control core. When a required torque is input to the control core, the control core executes an equivalent consumption minimization strategy and starts the internal combustion engine

and/or the electric motor for transmitting power to the driving mechanism.

【指定代表圖】圖2。

【代表圖之符號簡單說明】

100:混合動力系統

110:控制核心

120:驅動機構

130:內燃機引擎

140:電動馬達

150:蓄電池

160:第一扭矩感測器

170:第二扭矩感測器

180:動力計

190:第三扭矩感測器

EC:編碼器

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】混合動力系統及其最佳化方法

【英文發明名稱】HYBRID POWER SYSTEM AND OPTIMIZING 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小等效能耗控制策略的混合動力系統。

【先前技術】

【0002】 混合動力車輛在過去幾年發展快速，主要優點在於減少二氧化碳及廢氣污染物的排放。此得益於，混合動力系統的能量使用效率提高，如蓄電池充放電能力及儲電量的提升以及切換馬達驅動與內燃機引擎的控制方法更加順暢。

【0003】 現有的混合動力系統的優化方法，用以達成能源使用效率與提升整體系統動力。現有的優化方法大多採用規則庫控制(Rule-based Control，RBC)，此優化方法的特點為容易實現、高計算效率和快速實驗驗證，即設定低負載、中負載以及高負載等三種運作模式的啟動條件，讓混合動力系統依據需求扭力值及速度值而主動切換為適合的運作模式，然而現有的規則庫控制優化方法受限於過度簡化的啟動條件，而無法達成能源使用效率最佳化之目的。

【發明內容】

【0004】 本發明提供一種混合動力系統，採用最小等效能耗控制策略，達成內燃機引擎與電動馬達的最佳動力分配，藉此提升混合動力系統的運作續航力。

【0005】 本發明的混合動力系統，包括一控制核心、一驅動機構、一內燃機引擎、一電動馬達以及一蓄電池。驅動機構受控於控制核心。內燃機引擎連接驅動機構且受控於控制核心。電動馬達連接驅動機構且受控於控制核心。蓄電池耦接電動馬達及控制核心。當輸入一需求扭力至控制核心時，控制核心執行一最小等效能耗控制策略，並啟動內燃機引擎及/或電動馬達以傳輸動力至驅動機構。

【0006】 本發明的混合動力系統的最佳化方法，包括一控制核心、一驅動機構、一內燃機引擎、一電動馬達以及一蓄電池。驅動機構受控於控制核心。內燃機引擎連接驅動機構且受控於控制核心。電動馬達連接驅動機構且受控於控制核心。蓄電池耦接電動馬達及控制核心，其中混合動力系統的最佳化方法具有：控制核心偵測需求扭力為零，以將混合動力系統切換為待命模式；輸入一需求扭力至控制核心，以啟動混合動力系統；判斷需求扭力是否為大於零的任意值；若否，混合動力系統切換為待命模式；若是，混合動力系統的控制核心執行一最小等效能耗控制策略；同時，控制核心啟動內燃機引擎及/或電動馬達以傳輸動力至驅動

機構；停止混合動力系統且電池電量顯示為零；以及混合動力系統切換為待命模式。

【0007】 在本發明的一實施例中，其中最小等效能耗控制策略建立一四迴圈計算式，針對需求扭力、電動馬達的轉速以及蓄電池的蓄電池殘電量進行全域搜尋，利用全域格點搜尋法計算所有條件之最小等效能耗並輸出一多維表格。

【0008】 在本發明的一實施例中，其中最小等效能耗的函數為 $J=\min[m_e + f(SOC)*m_m]+\gamma$ 。

【0009】 在本發明的一實施例中，通過該多維表格並輸入特定的需求扭力、電動馬達的轉速以及蓄電池殘電量的參數以獲得相應的最小等效能耗的數值陣列，藉此尋找該數值陣列中所對應之內燃機引擎的輸出扭力。

【0010】 基於上述，本發明的混合動力系統適用於車輛載具，且混合動力系統具有內燃機引擎、電動馬達、蓄電池及驅動機構。透過最小等效能耗控制策略，能計算出在不同扭力、轉速以及殘留電量等參數條件下的最小能耗，以達成節能驅動與動力回收之目的，藉由最小等效能耗控制策略可讓混合動力系統自動調配內燃機引擎、電動馬達之雙動力的輸出比例，藉此提升混合動力系統的運作續航力，且避免蓄電池過度充放電所產生之損壞及安全性問題。

【0011】 進一步而言，本發明的混合動力系統的最佳化方法，採用最小等效能耗控制策略，訂定一最小等效能耗函數，最小等效

能耗函數在測試條件下，能計算出內燃機引擎與電動馬達的最低等效燃油消耗。此外，最小等效能耗函數中亦加入懲罰值並採用全域格點搜尋法以輸出多維表格，藉此計算出混合動力系統在不同參數條件下的性能表現。

【圖式簡單說明】

【0012】

圖 1 是本發明一實施例的混合動力系統的架構示意圖。

圖 2 是圖 1 的混合動力系統的方塊示意圖。

圖 3 是圖 2 的混合動力系統的最佳化方法流程圖。

圖 4 是 3 的混合動力系統的最小等效能耗控制策略的迴圈計算示意圖。

【實施方式】

【0013】 圖 1 是本發明一實施例的混合動力系統的架構示意圖。圖 2 是圖 1 的混合動力系統的方塊示意圖。

【0014】 參考圖 1 及圖 2，本發明的混合動力系統 100 適用於車輛載具，透過最佳控制策略，以達成節能驅動與動力回收之目標，亦能達成混合動力的最佳調配。圖 3 是圖 2 的混合動力系統的最佳化方法流程圖。

【0015】 參考圖 1 及圖 2，混合動力系統 100，包括一控制核心 110、一驅動機構 120、一內燃機引擎 130、一電動馬達 140 以及

一蓄電池 150。

【0016】 控制核心 110 例如是車輛載具的中央處理器，用以接收各類訊號以判別出運作狀態，並依據程式邏輯輸出相應的控制指令，藉此達成模式自動切換的目的。驅動機構 120 受控於控制核心 110，其中驅動機構 120 例如連接於車輛載具的輪胎。內燃機引擎 130 連接驅動機構 120 且受控於控制核心 110。電動馬達 140 連接驅動機構 120 且受控於控制核心 110。蓄電池 150 耦接電動馬達 140 及控制核心 110，其中蓄電池 150 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。

【0017】 配合參考圖 3，當輸入一需求扭力 T_d 至控制核心 110 時，控制核心 110 將執行一最小等效能耗控制策略(見圖 3)，並啟動內燃機引擎 130 及/或電動馬達 140 以傳輸動力至驅動機構 120，簡言之，控制核心 110 會根據最小等效能耗控制策略，在需求扭力 T_d 的條件下計算出內燃機引擎 130 及電動馬達 140 的最佳動力輸出比例。

【0018】 參考圖 1 及圖 2，驅動機構 120 具有一第一離合器 121、一第二離合器 122、一第一轉動輪 123、一第二轉動輪 124 以及一傳輸帶 125。第一離合器 121 套設於內燃機引擎 130 的一第一轉軸 131，第二離合器 122 套設於電動馬達 140 的一第二轉軸 141，第一轉動輪 123 連接第一離合器 121，第二轉動輪 124 連接第二離合器 122，傳輸帶 125 套設於第一轉動輪 123 及第二轉動輪 124。

【0019】 參考圖 1 及圖 2，混合動力系統 100 適於切換為內燃機引擎 130 動力模式，即關閉電動馬達 140 並以內燃機引擎 130 作為單一動力源，當控制核心 110 啟動內燃機引擎 130 時，控制核心 110 鎖定第一離合器 121 且釋放第二離合器 122。內燃機引擎 130 的動力經由第一轉軸 131 傳輸第一離合器 121，由於第一離合器 121 鎖定於第一轉軸 131，故第一離合器 121 與第一轉動輪 123 會隨著第一轉軸 131 旋轉並且透過第一轉動輪 123 及傳輸帶 125 驅動第二轉動輪 124 相對第二轉軸 141 旋轉。

【0020】 參考圖 1 及圖 2，混合動力系統 100 適於切換為電動馬達 140 動力模式，即關閉內燃機引擎 130 並以電動馬達 140 作為單一動力源，當控制核心 110 啟動電動馬達 140 時，控制核心 110 鎖定第二離合器 122 且釋放第一離合器 121。電動馬達 140 的動力經由第二轉軸 141 傳輸至第二離合器 122，由於第二離合器 122 鎖定於第二轉軸 141，故第二離合器 122 與第二轉動輪 124 會隨著第二轉軸 141 旋轉並且透過第二轉動輪 124 及傳輸帶 125 驅動第一轉動輪 123 相對第一轉軸 131 旋轉。

【0021】 參考圖 1 及圖 2，混合動力系統 100 適於切換為最大化動力模式，即同時啟動內燃機引擎 130 及電動馬達 140 作為雙動力輸出。當控制核心 110 啟動內燃機引擎 130 及電動馬達 140 時，控制核心 110 同時鎖定第一離合器 121 及第二離合器 122，內燃機引擎 130 透過第一轉軸 131 及第一離合器 121 驅動第一轉動輪 123 且電動馬達 140 透過第二轉軸 141 及第二離合器 122 驅

動第二轉動輪 124，藉此達成最大化動力輸出的目的。

【0022】 參考圖 1 及圖 2，混合動力系統 100 適於對蓄電池 150 進行充電以達成動力回收之目的，其觸發條件為蓄電池 150 的殘電量低於預設值(例如低於 20%)，控制核心 110 會將電動馬達 140 切換發電機模式。當電動馬達 140 切換發電機模式時，控制核心 110 同時鎖定第一離合器 121 及第二離合器 122，此時關閉電動馬達 140 並以內燃機引擎 130 作為單一動力源，內燃機引擎 130 的動力通過第一轉軸 131 依序帶動第一轉動輪 123、傳輸皮帶 125、第二轉動輪 124 並且帶動第二轉軸 141 於電動馬達 140 中旋轉以對於蓄電池 150 充電。

【0023】 如此，當混合動力系統 100 以內燃機引擎 130 作為單一動力源時，適於回收部份動力並用於充電，待蓄電池 150 的殘電量上升至安全值後，控制核心 110 會自動解除電動馬達 140 的發電機模式，並恢復為驅動模式。

【0024】 參考圖 1 及圖 2，混合動力系統 100 還包括一第一扭矩感測器 160 及一第二扭矩感測器 170。第一扭矩感測器 160 連接於驅動機構 120 與內燃機引擎 130 之間且耦接控制核心 110，其中第一扭矩感測器 160 用以偵測內燃機引擎 130 運作時的扭矩值並回傳至控制核心 110。第二扭矩感測器 170 連接於驅動機構 120 與電動馬達 140 之間且耦接控制核心 110，其中第二扭矩感測器 170 用以偵測電動馬達 140 運作時的扭矩值並回傳至控制核心 110。

【0025】 參考圖 1 及圖 2，混合動力系統 100 還包括一動力計 180 及一第三扭矩感測器 190。動力計 180 通過一第三轉軸 181 連接驅動機構 120 的第二轉動輪 124，且第三轉軸 181 與第二轉軸 141 為同軸設置。第三扭矩感測器 190 連接於動力計 180 與驅動機構 120 之間。詳細而言，動力計 180 作為負載模擬器，即車輛本身的重量及行進中所產生的阻力，此利於提升混合動力系統 100 執行最小等效能耗控制策略的模擬準確性。

【0026】 參考圖 1，混合動力系統 100 還還包括一編碼器 EC，套設於第一轉軸 131，用以量測內燃機引擎 130 的轉速並且回授訊號至控制核心 110，其中控制核心 110 適於接收編碼器 EC、第一扭矩感測器 160 以及第二扭矩感測器 170 的訊號數值，而動態切換第一離合器 121 及第二離合器 122 的鎖定與釋放狀態，藉此控制核心 110 能最佳化內燃機引擎 130 及電動馬達 140 之動力輸出比例，以達成最小能耗的目的。

【0027】 參考圖 1 至圖 3，本發明的混合動力系統 100 的最佳化方法，步驟 S1：控制核心 110 偵測需求扭力 T_d 為零，即混合動力系統 100 並未啟動。步驟 S2：則將混合動力系統 100 切換為待命模式。步驟 S3：使用者輸入需求扭力 T_d 至控制核心 110，以啟動混合動力系統 100。步驟 S4：控制核心 110 判斷需求扭力 T_d 是否為大於零的任意值。步驟 S5：若否，混合動力系統 100 切換為待命模式。步驟 S6：若是，混合動力系統 100 的控制核心 110 執行最小等效能耗控制策略，同時，控制核心 110 依據最小等效

能耗控制策略的判斷，而啟動內燃機引擎 130 及/或電動馬達 140 以傳輸動力至驅動機構 120，控制核心 110 藉此最佳化內燃機引擎 130 與電動馬達 140 的動力輸出比例。步驟 S7：當停止混合動力系統 100 時，即車輛熄火且蓄電池 150 電量顯示為零，則混合動力系統 100 引導至步驟 S1 及步驟 S2 並切換為待命模式。

【0028】 補充而言，最小等效能耗控制策略(Equivalent Consumption Minimization Strategies，ECMS)是利用系統模擬結果呈現多維查表形式，並透過程式編碼並直接下載至控制核心 110，讓控制核心 110 能依據各類條件而快速搜尋到最佳解，進而調配內燃機引擎 130 與電動馬達 140 的動力輸出佔比。因此最小等效能耗控制策略適用於能量管理和電能/動力系統中，此外，最小等效能耗控制策略能優化混合動力系統 100 在煞車及下坡滑行時的動力回收，如前後輪制動力矩分配與液壓、輪內馬達煞車能量回收。簡言之，混合動力系統 100 的動力回收技術，能建立在不同行駛型態下的最佳化分配策略。

【0029】 參考圖 1 至圖 4，當控制核心 110 執行最小等效能耗控制策略時，將建立一四迴圈計算式，第一迴圈 F1 為需求扭力 T_d，第二迴圈 F2 為電動馬達 140 的轉速 N_m，第三迴圈 F3 為蓄電池殘電量 SOC，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 $J = \min[m_e + f(SOC)*m_m] + \gamma$ 。

【0030】 針對需求扭力 T_d、電動馬達 140 的轉速 N_m 以及蓄電池 150 的蓄電池殘電量 SOC 進行全域搜尋。舉例而言，需求扭力 T_d

的搜尋範圍為 1 牛頓米至 1000 牛頓米，轉速 N_m 的搜尋範圍為 1 rpm 至 6000 rpm 蓄電池殘電量 SOC 的搜尋範圍為 1 %至 100%。利用全域格點搜尋法計算所有條件之多個最小等效能耗 J 並輸出一多維表格。詳細而言之，當需求扭力 T_d 為 500 牛頓米，轉速 N_m 為 1500 rpm 及殘電量 SOC 為 65%，將上述三個參數代入 $J = \min[m_e + f(SOC)*m_m] + \gamma$ 中計算，可獲得其中一個最小能耗的數值，全域格點搜尋法則會依序將需求扭力 T_d、轉速 N_m 以及蓄電池殘電量 SOC 的各種參數組合代入 $J = \min[m_e + f(SOC)*m_m] + \gamma$ 以獲得在搜尋範圍中，所有最小等效能耗 J 的數值，並整理出多維表格。

【0031】 通過前述的多維表格並輸入特定的需求扭力 T_d、電動馬達 140 的轉速 N_m 以及蓄電池殘電量 SOC 的參數以獲得相應的最小等效能耗 J 的數值陣列，藉此尋找數值陣列中所對應之內燃機引擎 130 的輸出扭力 T_e。補充而言，需求扭力 T_d 是由內燃機引擎 130 及電動馬達 140 的輸出動力所滿足，且於最小等效能耗控制策略中，內燃機引擎轉速 N_e 與電動馬達轉速 N_m 的比例設定為 1：4，再搭配需求扭力 T_d、電動馬達的轉速 N_m 以及蓄電池殘電量 SOC 等參數，即可計算出內燃機引擎 130 的輸出扭力 T_e。

【0032】 進一步而言，本發明的混合動力系統 100 為追求最小能耗，故定義出最小等效能耗函數 $J = \min[m_e + f(SOC)*m_m] + \gamma$ ，用以計算出混合動力系統 100 的動態總能耗。最小等效能耗函數中，須將電動馬達 140 的電能消耗換算為等效燃油消耗，並與內

燃機引擎 130 的燃油消耗加總，即可得到等效總燃油消耗(最小等效能耗 J)。

【0033】 詳細而言，於上述最小等效能耗函數中，m_e 為內燃機引擎 130 的實際燃油消耗，m_m 為電動馬達 140 之等效燃油消耗。

【0034】 於最小等效能耗函數中，為使電動馬達能在蓄電池 150 於良好的工作條件下使用，故設計電池充電狀態之權重 f(SOC)。透過方程式 $f(SOC)=1-(1-0.7x_{soc})* x_{soc}^3$ 即可得到權重值 f(SOC)與電池充電狀態之關係曲線。其中 x_{soc} 定義為當前的蓄電池殘電量 SOC，當蓄電池殘電量 SOC 越小，代表電池效率差或較差循環壽命，則經由加權後的權重值 f(SOC)會越大，後續換算等效油耗會增加。

【0035】 混合動力系統 100 會根據每個取樣時間之蓄電池 150 充電狀態的多寡賦予一個權重值 f(SOC)，若蓄電池 150 的殘電量高，則權重值 f(SOC)低，若蓄電池 150 的殘電量低，則權重值 f(SOC)高，舉例而言，當蓄電池 150 的殘電量低且權重值 f(SOC)高時，則電動馬達 140 在相同轉速 N_m 下之等效燃油消耗 m_m 將會提升，即蓄電池 150 在低電量的狀態下會更加耗能，反之則更加節能。

【0036】 γ 為元件物理極限之懲罰值，當混合動力系統 100 執行最小等效能耗函數以計算雙動力源的輸出扭力時，若代入的扭力參數已超過內燃機引擎 130 及電動馬達 140 的實際物理限制，最小等效能耗函數將給予懲罰值 γ ，使最小等效能耗函數算出的最

小等效能耗 J 將產生極大值，控制核心 110 將不予採用此次最佳值結果。

【0037】 詳細而言，在計算內燃機引擎 130 之燃油消耗 m_e 時，混合動力系統 100 根據每一刻所採樣的扭力及轉速，利用二維查表得到當下之平均燃油消耗率(Brake-specific fuel consumption, BSFC)，因此，燃油消耗 m_e 的方程式：

$m_e(t) = [\overline{BFSC}(t) * T_e * N_e/1000]/3600$ ，其中，T_e 為內燃機引擎之輸出扭力 N_e 為內燃機引擎之輸出轉速。

【0038】 詳細而言，電動馬達 140 之等效燃油消耗 m_m 為電動馬達 140 兩個模式之總和，即 $m_m = m_{m,t} + m_{m,g}$，前者($m_{m,t}$)為馬達驅動模式，後者($m_{m,g}$)為發電機模式。

【0039】 配合參考圖 1 至圖 4，電動馬達 140 在馬達驅動模式下，將轉換蓄電池 150 的電能為動力並輸出至驅動機構 120，其等效燃油消耗方程式定義為 $m_{m,t} = 295*(T_m*N_m/1000)/3600*\eta_m$。於上述方程式中，$m_{m,t}$ 表示驅動馬達模式之等效燃油消耗，T_m 及 N_m 分別為馬達驅動模式的輸出扭力(扭力值為正代表驅動)及轉速，η_m 為馬達模式之電動馬達 140 的運轉效率。

【0040】 當電動馬達 140 切換發電機模式時，內燃機引擎 130 的動力將傳輸至電動馬達 140 的第二轉軸 141，帶動第二轉軸 141 於電動馬達 140 中旋轉並針對蓄電池 150 充電，其等效燃油消耗方程式定義為 $m_{m,g} = 295* (T_m*N_m/1000)/3600*\eta_g$。於上述方程式中，$m_{m,g}$ 表示發電機模式之等效燃油消耗，T_m 及 N_m 為發電機模

式下之扭力(扭力值為負代表發電)及轉速(驅動與發電轉速相同)，η_g 為發電機模式下之電動馬達 140 的運轉效率。

【0041】 綜上所述，本發明的混合動力系統適用於車輛載具，且混合動力系統具有內燃機引擎、電動馬達、蓄電池及驅動機構。透過最小等效能耗控制策略，能計算出在不同需求扭力、馬達轉速以及殘留電量等參數條件下的最小能耗，以達成節能驅動與動力回收之目的，藉由最小等效能耗控制策略可讓混合動力系統自動調配內燃機引擎、電動馬達之雙動力的輸出比例，藉此提升混合動力系統的運作續航力，且避免蓄電池過度充放電所產生之損壞及安全性問題。

【0042】 進一步而言，本發明的混合動力系統的最佳化方法，採用最小等效能耗控制策略，訂定一最小等效能耗函數，最小等效能耗函數在測試條件下，能計算出內燃機引擎與電動馬達的最低等效燃油消耗。此外，最小等效能耗函數中亦加入懲罰值並採用全域格點搜尋法以輸出多維表格，藉此計算出混合動力系統在不同參數條件下的性能表現。

【符號說明】

【0043】

100:混合動力系統

110:控制核心

120:驅動機構

121:第一離合器

122:第二離合器

123:第一轉動輪

124:第二轉動輪

125:傳輸帶

130:內燃機引擎

131:第一轉軸

140:電動馬達

141:第二轉軸

150:蓄電池

160:第一扭矩感測器

170:第二扭矩感測器

180:動力計

190:第三扭矩感測器

EC:編碼器

F1:第一迴圈

F2:第二迴圈

F3:第三迴圈

F4:第四迴圈

S1~S7:步驟

f(SOC):權重值

m_e:燃油消耗

m_m:等效燃油消耗

N_m:轉速

T_d:需求扭力

SOC:蓄電池殘電量

J:最小等效能耗

γ:懲罰值

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種混合動力系統，包括：

一控制核心；

一驅動機構，受控於該控制核心；

一內燃機引擎，連接該驅動機構且受控於該控制核心；

一電動馬達，連接該驅動機構且受控於該控制核心；以及

一蓄電池，耦接該電動馬達及該控制核心，

其中，當輸入一需求扭力至該控制核心時，該控制核心執行一最小等效能耗控制策略，並啟動該內燃機引擎及/或該電動馬達以傳輸動力至該驅動機構，

其中，該最小等效能耗控制策略建立一四迴圈計算式，針對該需求扭力、該電動馬達的轉速以及該蓄電池的蓄電池殘電量進行全域搜尋，利用全域格點搜尋法計算所有條件之多個最小等效能耗並輸出一多維表格。

【請求項2】 如請求項1所述的混合動力系統，其中該驅動機構具有一第一離合器、一第二離合器、一第一轉動輪、一第二轉動輪以及一傳輸帶，該第一離合器套設於該內燃機引擎的一第一轉軸，該第二離合器套設於該電動馬達的一第二轉軸，該第一轉動輪連接該第一離合器，該第二轉動輪連接該第二離合器，該傳輸帶套設於該第一轉動輪及該第二轉動輪。

【請求項3】 如請求項2所述的混合動力系統，其中當該控制核心啟動該內燃機引擎時，該控制核心鎖定該第一離合器且釋放該

第二離合器，該內燃機引擎透過該第一轉動輪及該傳輸帶驅動該第二轉動輪相對該第二轉軸旋轉。

【請求項4】 如請求項2所述的混合動力系統，當該控制核心啟動該電動馬達時，該控制核心鎖定該第二離合器且釋放該第一離合器，該電動馬達透過該第二轉動輪及該傳輸帶驅動該第一轉動輪相對該第一轉軸旋轉。

【請求項5】 如請求項2所述的混合動力系統，其中當該控制核心啟動該內燃機引擎及該電動馬達時，該控制核心鎖定該第一離合器及該第二離合器，該內燃機引擎透過該第一轉軸驅動該第一轉動輪且該電動馬達透過該第二轉軸驅動該第二轉動輪。

【請求項6】 如請求項2所述的混合動力系統，其中當電動馬達切換發電機模式時，該控制核心鎖定該第一離合器及該第二離合器，該內燃機引擎通過該第一轉軸帶動該第一轉動輪及該第二轉動輪以帶動該第二轉軸於該電動馬達旋轉，以對於該蓄電池充電。

【請求項7】 如請求項1所述的混合動力系統，還包括一第一扭矩感測器及一第二扭矩感測器，該第一扭矩感測器連接於該驅動機構與該內燃機引擎之間且耦接該控制核心，該第二扭矩感測器連接於驅動機構與電動馬達之間且耦接該控制核心。

【請求項8】 如請求項1所述的混合動力系統，還包括一動力計及一第三扭矩感測器，該動力計通過一第三轉軸連接該驅動機構，該第三扭矩感測器接於該動力計與該驅動機構之間。

【請求項9】 如請求項2所述的混合動力系統，還包括一編碼器，套設於該第一轉軸，用以量測內燃機引擎的轉速並且回授訊號至該控制核心。

【請求項10】 一種混合動力系統的最佳化方法，包括：

一控制核心；

一驅動機構，受控於該控制核心；

一內燃機引擎，連接該驅動機構且受控於該控制核心；

一電動馬達，連接該驅動機構且受控於該控制核心；以及

一蓄電池，耦接該電動馬達及該控制核心，其中該混合動力系統的最佳化方法具有：

該控制核心偵測需求扭力為零，以將該混合動力系統切換為待命模式；

輸入一需求扭力至該控制核心，以啟動該混合動力系統；

判斷該需求扭力是否為大於零的任意值；

若否，該混合動力系統切換為待命模式；

若是，該混合動力系統的該控制核心執行一最小等效能耗控制策略；

同時，該控制核心啟動該內燃機引擎及/或該電動馬達以傳輸動力至該驅動機構；

停止該混合動力系統且電池電量顯示為零；以及

該混合動力系統切換為待命模式，

其中，該最小等效能耗控制策略建立一四迴圈計算式，針對

該需求扭力、該電動馬達的轉速以及該蓄電池的蓄電池殘電量進行全域搜尋，利用全域格點搜尋法計算所有條件之多個最小等效能耗並輸出一多維表格。

【請求項11】　如請求項10所述的混合動力系統的最佳化方法，其中該最小等效能耗的函數定義為$J=\min[m_e + f(SOC)*m_m]+\gamma$。

【請求項12】　如請求項11所述的混合動力系統的最佳化方法，其中通過該多維表格並輸入特定的該需求扭力、一馬達轉速以及該蓄電池殘電量的參數以獲得相應的該最小等效能耗的數值陣列，藉此尋找該數值陣列中所對應之內燃機引擎的輸出扭力。

【請求項13】　如請求項10所述的混合動力系統的最佳化方法，其中該驅動機構具有一第一離合器、一第二離合器、一第一轉動輪、一第二轉動輪以及一傳輸帶，該第一離合器套設於該內燃機引擎的一第一轉軸，該第二離合器套設於該電動馬達的一第二轉軸，該第一轉動輪連接該第一離合器，該第二轉動輪連接該第二離合器，該傳輸帶套設於該第一轉動輪及該第二轉動輪。

【請求項14】　如請求項13所述的混合動力系統的最佳化方法，其中當該控制核心啟動該內燃機引擎時，該控制核心鎖定該第一離合器且釋放該第二離合器，該內燃機引擎透過該第一轉動輪及該傳輸帶驅動該第二轉動輪相對該第二轉軸旋轉。

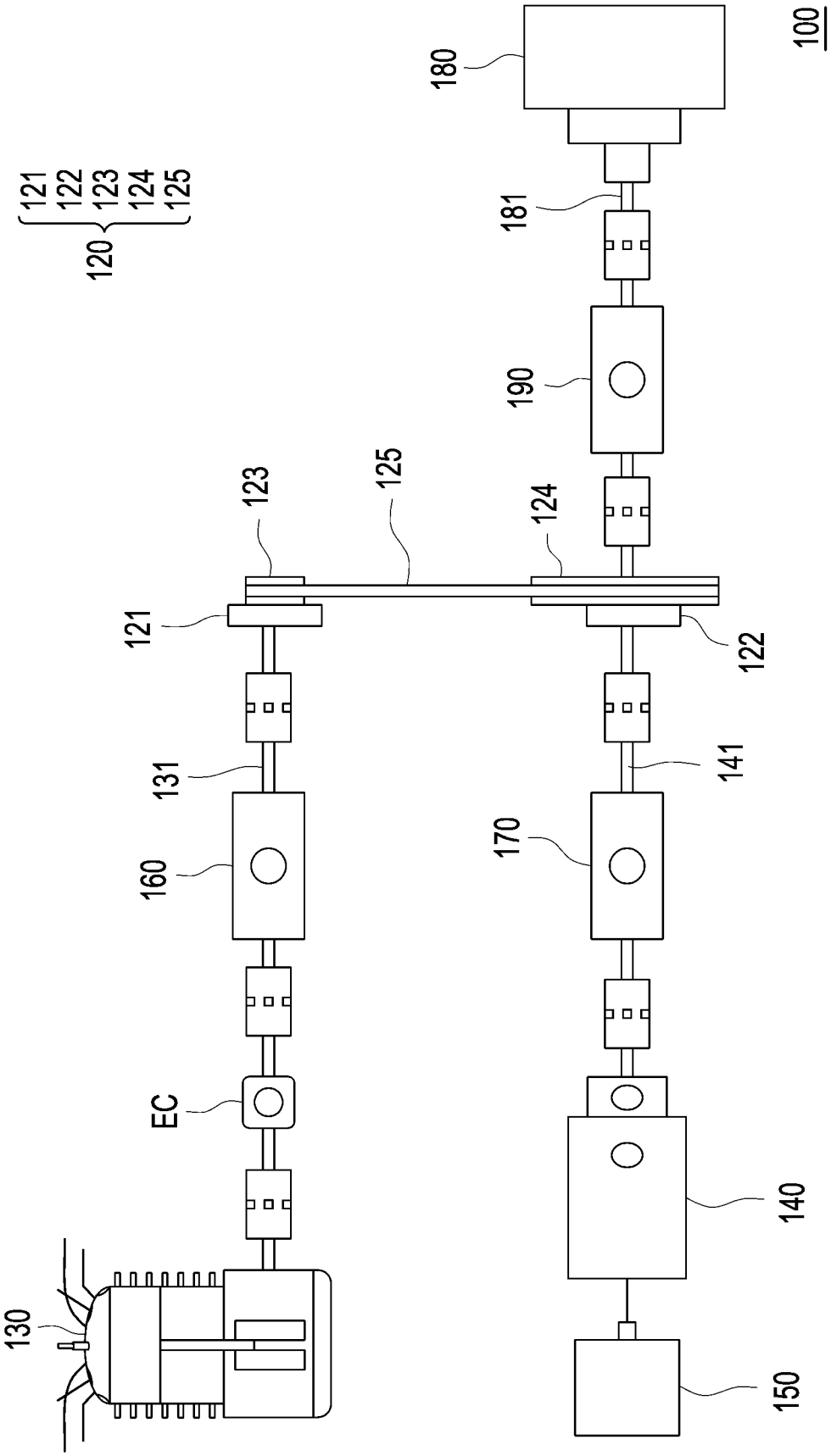
【請求項15】　如請求項13所述的混合動力系統的最佳化方法，當該控制核心啟動該電動馬達時，該控制核心鎖定該第二離

合器且釋放該第一離合器，該電動馬達透過該第二轉動輪及該傳輸帶驅動該第一轉動輪相對該第一轉軸旋轉。

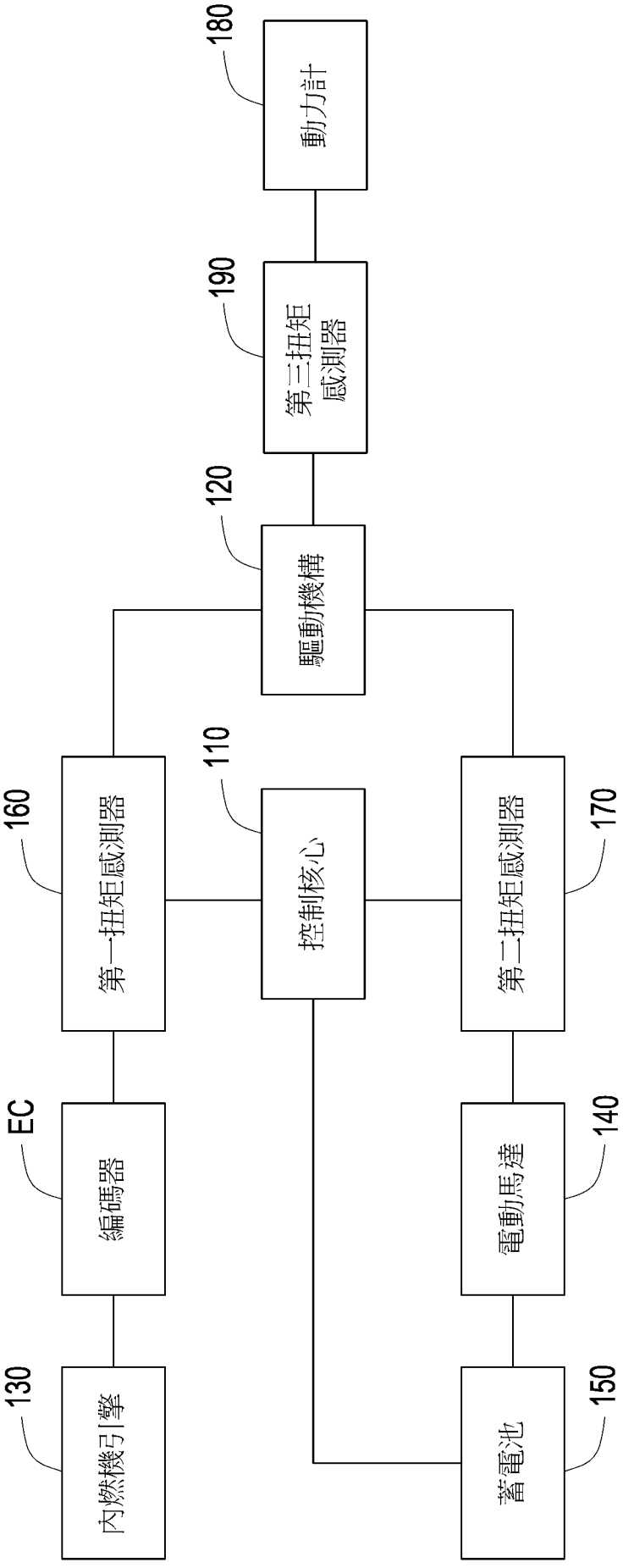
【請求項16】　如請求項13所述的混合動力系統的最佳化方法，其中當該控制核心啟動該內燃機引擎及該電動馬達時，該控制核心鎖定該第一離合器及該第二離合器，該內燃機引擎透過該第一轉軸驅動該第一轉動輪且該電動馬達透過該第二轉軸驅動該第二轉動輪。

【請求項17】　如請求項13所述的混合動力系統的最佳化方法，其中當電動馬達切換發電機模式時，該控制核心鎖定該第一離合器及該第二離合器，該內燃機引擎帶動該第一轉動輪及該第二轉動輪以驅動該電動馬達對於該蓄電池充電。

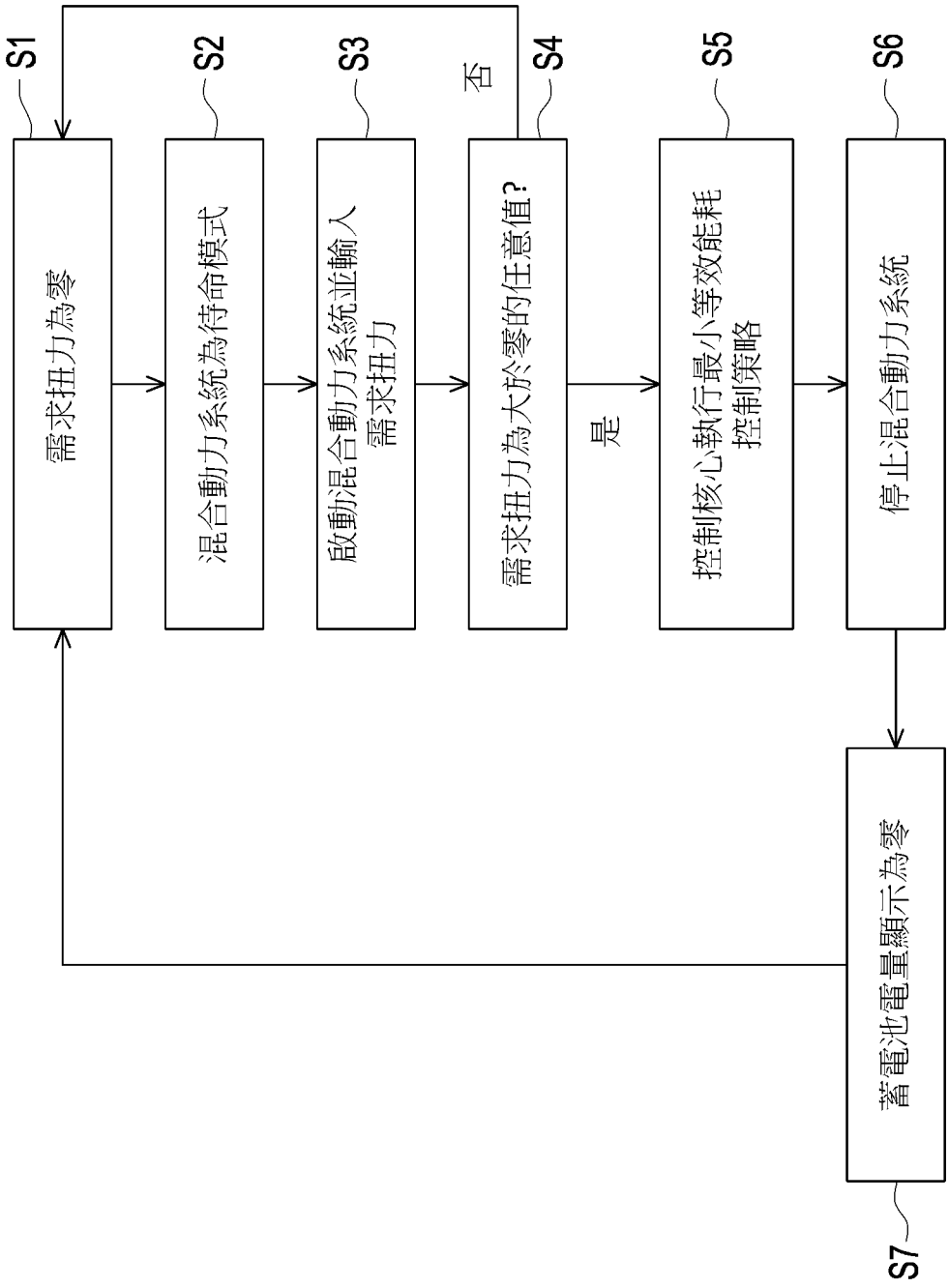
【發明圖式】


100
180
181
190
121
122
123
124
125
120
123
125
124
121
122
131
141
160
170
EC
140
130
150

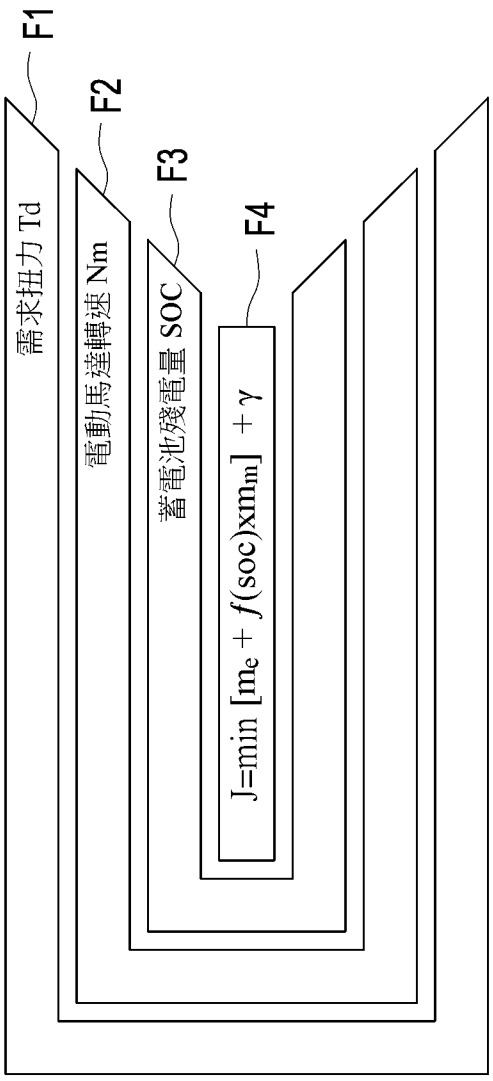
【圖1】


100
180
動力計
190
第三扭矩感測器
120
驅動機構
110
控制核心
160
第一扭矩感測器
170
第二扭矩感測器
EC
編碼器
140
電動馬達
130
內燃機引擎
150
蓄電池

【圖2】


S1
需求扭力為零
S2
混合動力系統為待命模式
S3
啟動混合動力系統並輸入
需求扭力
S4
需求扭力為大於零的任意值?
否
是
S5
控制核心執行最小等效能耗
控制策略
S6
停止混合動力系統
S7
蓄電池電量顯示為零

【圖3】



【圖4】