



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 202515747 A

(43)公開日：中華民國 114 (2025) 年 04 月 16 日

(21)申請案號：112138578

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 10 月 06 日

(51)Int. Cl.：

B60K6/22 (2007.10)**B60K6/50 (2007.10)****G06G7/48 (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：吳建勳 WU, CHIEN-HSUN (TW)；蘇修賢 SU, HSIU-HSIEN (TW)；黃上正 HUANG, SHANG-ZENG (TW)

(74)代理人：卓俊傑

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：4 共 21 頁

(54)名稱

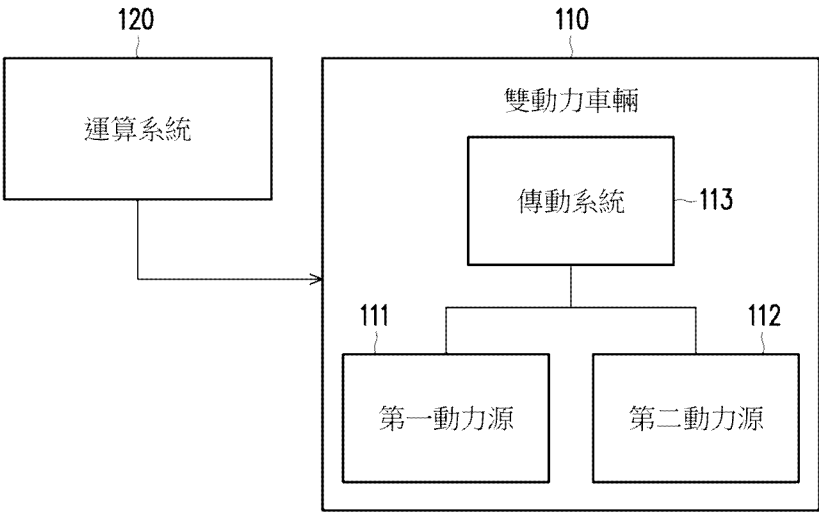
雙動力車輛以及動力系統設計方法

(57)摘要

本發明提出一種雙動力車輛以及動力系統設計方法。雙動力車輛包括傳動系統、第一動力源以及第二動力源。第一動力源耦接傳動系統，並且產生第一輸入功率至傳動系統。第二動力源耦接傳動系統，並且用以產生第二輸入功率至傳動系統。第一輸入功率以及第二輸入功率根據對應於最佳目標函數的第一性能尺度以及第二性能尺度比來決定。最佳目標函數為透過全域格點搜尋法比較對應於多個格點的多個目標函數值，以從多個目標函數值判斷具有最小值的一者來決定。

A dual-power vehicle and a design method for a power system are provided. The dual power vehicle includes a transmission system, a first power source, and a second power source. The first power source is coupled to the transmission system and generates a first input power to the transmission system. The second power source is coupled to the transmission system and used to generate a second input power to the transmission system. The first input power and the second input power are determined according to a ratio of a first performance scale and a second performance scale corresponding to an optimal objective function. The optimal objective function is determined by comparing multiple objective function values corresponding to multiple grid points through a global grid point search method, and determining one with the minimum value from multiple objective function values.

指定代表圖：



- 符號簡單說明：
- 100:動力系統設計架構
 - 110:雙動力車輛
 - 111:第一動力源
 - 112:第二動力源
 - 113:傳動系統
 - 120:運算系統

【圖1】

【發明摘要】

【中文發明名稱】雙動力車輛以及動力系統設計方法

【英文發明名稱】DUAL POWER VEHICLE AND POWER SYSTEM

DESIGN METHOD

【中文】本發明提出一種雙動力車輛以及動力系統設計方法。雙動力車輛包括傳動系統、第一動力源以及第二動力源。第一動力源耦接傳動系統，並且產生第一輸入功率至傳動系統。第二動力源耦接傳動系統，並且用以產生第二輸入功率至傳動系統。第一輸入功率以及第二輸入功率根據對應於最佳目標函數的第一性能尺度以及第二性能尺度比來決定。最佳目標函數為透過全域格點搜尋法比較對應於多個格點的多個目標函數值，以從多個目標函數值判斷具有最小值的一者來決定。

【英文】A dual-power vehicle and a design method for a power system are provided. The dual power vehicle includes a transmission system, a first power source, and a second power source. The first power source is coupled to the transmission system and generates a first input power to the transmission system. The second power source is coupled to the transmission system and used to generate a second input power to the transmission system. The first input power and the second input power are determined according to a ratio of a first performance scale and a second

performance scale corresponding to an optimal objective function. The optimal objective function is determined by comparing multiple objective function values corresponding to multiple grid points through a global grid point search method, and determining one with the minimum value from multiple objective function values.

【指定代表圖】圖1。

【代表圖之符號簡單說明】

100:動力系統設計架構

110:雙動力車輛

111:第一動力源

112:第二動力源

113:傳動系統

120:運算系統

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】雙動力車輛以及動力系統設計方法

【英文發明名稱】DUAL POWER VEHICLE AND POWER SYSTEM
DESIGN METHOD

【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雙動力車輛以及動力系統設計方法。

【先前技術】

【0002】 對於傳統的複合車輛動力系統來說，如何實現節約能源與降低成本，而使動力系統能達到較高整體效率與提升整體系統動力是本領域目前的重要課題。然而，現有技術是對動力系統進行大量的試誤匹配及模擬應用於動力系統，因此需要花費大量時間和成本進行實際測試和驗證。

【發明內容】

【0003】 本發明提供一種雙動力車輛以及動力系統設計方法，可實現高效率的動力系統設計。

【0004】 本發明的雙動力車輛包括傳動系統、第一動力源以及第二動力源。第一動力源耦接傳動系統，並且用以產生第一輸入功率至傳動系統。第二動力源耦接傳動系統，並且用以產生第二輸入功

率至傳動系統。第一輸入功率以及第二輸入功率根據對應於最佳目標函數的第一性能尺度以及第二性能尺度比來決定。最佳目標函數為透過全域格點搜尋法比較對應於多個格點的多個目標函數值，以從多個目標函數值判斷具有最小值的一者來決定。

【0005】 本發明的動力系統設計方法包括以下步驟：透過全域格點搜尋法比較對應於多個格點的多個目標函數值，以從多個目標函數值判斷具有最小值的一者來選擇對應的最佳目標函數；以及根據對應於最佳目標函數的第一性能尺度以及第二性能尺度比來決定第一動力源的第一輸入功率以及第二動力源的第二輸入功率。

【0006】 基於上述，本發明的雙動力車輛以及動力系統設計方法，可透過全域格點搜尋法(Lattice Search)來快速且有效地獲得雙動力源的第一性能尺度以及第二性能尺度，以使動力系統可實現良好的平均驅動效果。

【0007】 為讓本發明的上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【圖式簡單說明】

【0008】

圖 1 是本發明的一實施例的動力系統設計架構的示意圖。

圖 2 是本發明的一實施例的動力系統設計方法的流程圖。

圖 3 是本發明的一實施例的動力系統設計的程式迴圈的示意圖。

圖 4 是本發明的一實施例的最佳化動力尺寸的迴圈計算流程圖。

【實施方式】

【0009】 為了使本發明之內容可以被更容易明瞭，以下特舉實施例做為本揭示確實能夠據以實施的範例。另外，凡可能之處，在圖式及實施方式中使用相同標號的元件/構件/步驟，係代表相同或類似部件。

【0010】 圖 1 是本發明的一實施例的動力系統設計架構的示意圖。參考圖 1，動力系統設計架構 100 包括雙動力車輛 110 以及運算系統 120。在本實施例中，雙動力車輛 110 包括第一動力源 111、第二動力源 112 以及傳動系統 113。第一動力源 111 以及第二動力源 112 耦接傳動系統 113，並且分別用以產生第一輸入功率以及第二輸入功率至傳動系統 113，以驅動傳動系統 113。在本實施例中，雙動力車輛 110 還可進一步包括蓄電池，其中蓄電池可例如是鋰 (Li) 電池，但本發明並不限於此。所述蓄電池可用於驅動第一動力源 111 以及第二動力源 112，以使第一動力源 111 以及第二動力源 112 產生第一輸入功率以及第二輸入功率至傳動系統 113。傳動系統 113 可根據第一輸入功率以及第二輸入功率來帶動相關傳動機構及機械裝置，例如齒輪、輪軸及車輪等，以使雙動力車輛 110 進行行駛。

【0011】 在本實施例中，第一動力源 111 以及第二動力源 112 可

分別第一馬達以及第二馬達，但本發明並不限於此。在一實施例中，第一動力源 111 以及第二動力源 112 也可為其他動力設備。在本實施例中，運算系統 120 可例如是電腦設備、工業運算系統、嵌入式系統或其他具有運算功能的電子設備。在本實施例中，在雙動力車輛 110 的製造過程的出場設定前，運算系統 120 可對雙動力車輛 110 進行車輛需求分析、評估及優化，但本發明並不限於此應用場景。運算系統 120 可例如包括處理器(processor)以及記憶體(memory)，並且可執行相關演算法與程式，以實現本發明的全域格點搜尋法以及動力系統設計方法。運算系統 120 可例如建置了雙動力車輛 110 的 Simulink 模型及次系統(引擎、馬達、電池、傳動系統)，以有效進行雙動力分配的評估以及優化。

【0012】 圖 2 是本發明的一實施例的動力系統設計方法的流程圖。參考圖 1 以及圖 2，動力系統設計架構 100 可進行以下步驟 S210、S220。在本實施例中，運算系統 120 可根據目標函數預先建立多個格點的參數空間的資料，並且所述多個格點分別的目標函數值為根據對應的性能指標的權重比、對應的需求轉速、對應的第一性能尺度以及對應的第二性能尺度計算而得。換言之，運算系統 120 可計算不同變數下的雙馬達系統的最佳化動力尺寸。

【0013】 在步驟 S210，運算系統 120 可透過全域格點搜尋法比較對應於多個格點的多個目標函數值，以從多個目標函數值判斷具有最小值的一者(即可使雙動力車輛 110 具有最低能耗的平均動力輸出)來選擇對應的最佳目標函數。在本實施例中，運算系統 120

可根據雙動力車輛 110 的當前動力條件以及需求來透過性能指標的權重比、需求轉速以及第一性能尺度來進行全域格點搜尋，來取得對應於最佳目標函數的第一性能尺度以及第二性能尺度。

【0014】 在步驟 S220，運算系統 120 可根據對應於最佳目標函數的第一性能尺度以及第二性能尺度比來決定第一動力源 111 的第一輸入功率以及第二動力源 112 的第二輸入功率，其中第二性能尺度可由第一性能尺度推算而得。在本實施例中，第一輸入功率以及第二輸入功率可滿足以下公式(1)以及公式(2)。在以下公式(1)以及公式(2)中， J_{SR1} 為第一動力源的第一性能尺度比， J_{SR2} 為第二動力源的第二性能尺度比， $\dot{E}_1$ 為第一輸入功率， $\dot{E}_2$ 為第二輸入功率，並且 E 為車輛總耗能。

$$\dot{E}_1 = E J_{SR1} \dots \dots \dots \text{公式(1)}$$

$$\dot{E}_2 = E J_{SR2} \dots \dots \dots \text{公式(2)}$$

【0015】 因此，本實施例的動力系統設計方法可快速地取得對應的第一性能尺度比以及第二性能尺度比，以制定雙動力車輛 110 的第一動力源 111 以及第二動力源的動力輸出比例，以使雙動力車輛 110 可實現高效率以及低能耗的動力輸出效果。

【0016】 圖 3 是本發明的一實施例的動力系統設計的程式迴圈的示意圖。圖 4 是本發明的一實施例的最佳化動力尺寸的迴圈計算流程圖。先參考圖 1 以及圖 3，運算系統 120 可執行如圖 3 所示的程式流程 S301~S304，以根據目標函數建立多個格點的參數空間的資料。在程式流程 S301，運算系統 120 可設定性能指標的權重

比 $\omega(a)$ 。在程式流程 S302，運算系統 120 可設定需求轉速 $N_m(b)$ 。
在程式流程 S303，運算系統 120 可設定對應的第一性能尺度 $J_{SR1}(c)$ 。
在程式流程 S304，運算系統 120 可以下公式(3)以及公式(4)計算對應的目標函數值，其中 J 為目標函數值， ω 為性能指標的權重比，並且第一性能尺度比 J_{SR1} 以及第二性能尺度比 J_{SR2} 分別為介於數值範圍 0 至 1 的數值。

$$J = \omega \times J_{SR1} \times \dot{E}_1 + \omega \times J_{SR2} \times \dot{E}_2 \dots \dots \dots \text{公式(3)}$$

$$J_{SR2} = 1 - J_{SR1} \dots \dots \dots \text{公式(4)}$$

【0017】 對此，運算系統 120 可根據預先設定的第一性能尺度比 J_{SR1} 來根據上述公式(4)來計算第二性能尺度比 J_{SR2} ，並且根據上述公式(2)來計算第一輸入功率 $\dot{E}_1$ 以及第二輸入功率 $\dot{E}_2$ ，其中車輛總耗能 E 為已知的系統設計條件。接著，運算系統 120 可將相關參數帶入至上述公式(3)，以計算對應的函數值。在本實施例中，雙動力車輛 110 可基於這些目標函數值的分別的整車性能表現通過車輛動態條件進行驗證。對此，若整車性能表現未通過車輛動態條件的驗證，則在計算對應的目標函數值的過程中加入懲罰值，以極大化目標函數值，以使在最佳化目標函數時便不會選擇到此性能尺度。最佳目標函數即可求得具有小值的一者($J^* = \min (\dot{E}_1 + \dot{E}_2 + \gamma)$)來作為最佳解，其中 γ 為懲罰值。

【0018】 在本實施例中，車輛動態條件可包括對於車輛加速度($\frac{dV}{dt}$)的評估，並且可採用以下公式(5)的車輛動態的一階方程式來驗證之，其中 m 為車體重量， V 為車輛行駛速度， T_f 為總扭力， RR_f 為

減速比， η_f 為傳動系統總效率數， R_w 為輪胎半徑， ρ_a 為空氣密度， C_d 為空氣阻力係數， A_f 為車輛前投影面積， μ 為滾動阻力係數， g 為重力加速度，並且 F_b 為剎車力。其中總扭力 T_f 可滿足以下公式(6)，其中 T_{m1} 為由第一動力源產生的第一輸入扭力， T_{m2} 為由第二動力源產生的第二輸入扭力。

$$m \frac{dV}{dt} = \frac{T_f R \eta_f}{R_w} - \frac{1}{2} \rho_a C_d A_f V^2 - \mu m g \cos(\theta) - m g \sin(\theta) - F_b \dots \text{公式(5)}$$

$$T_f = T_{m1} + T_{m2} \dots \dots \dots \text{公式(6)}$$

【0019】 在一實施例中，雙動力車輛110還可基於這些目標函數值的分別的整車性能表現還通過蓄電池的電池充電狀態進行驗證。對此，若整車性能表現未通過車輛動態條件的電池充電狀態的至少其中之一的驗證，則在計算對應的功率值的過程中加入懲罰值。電池充電狀態可包括以下公式(7)的一階方程式，其中 Q_{total} 為雙動力車輛110的蓄電池的總電容量， Q_{init} 為蓄電池的輸入電容量， I_b 為蓄電池的充放電電流，並且 η_{bat} 為蓄電池的充放電效率。

$$SOC = \frac{Q_{init} - \int_0^{t_f} \frac{I_b}{3600} \times \eta_{bat} dt}{Q_{total}} \dots \dots \dots (7)$$

【0020】 再參考圖1以及圖4，運算系統120可執行如圖4所示的步驟S410~S480，來實現最佳化動力尺寸的迴圈計算流程，以建立對應於多個格點的參數空間的資料。在步驟S410，運算系統120可設定性能指標的權重。在步驟S420，運算系統120可設定需求轉速。在步驟S430，運算系統120可設定第一性能尺度。在步驟S440，運算系統120可根據上述公式(1)至公式(4)計算功率。在步驟S450，判斷是否為最小需求功率。若是，在步驟S460，運算系統120可更新

目標函數。若否，在步驟S470，運算系統120可判斷是否已計算全部性能參數組合。若否，運算系統120重新執行步驟S410，以重新設定新的性能參數組合。若是，在步驟S480，運算系統120可結束並記錄最佳目標函數。

【0021】再參考圖 1，如上述，第一動力源 111 以及第二動力源 112 可滿足以下公式(8)至公式(10)的平均動力條件，其中 ω_i 為性能指標的權重比， P_d 為最大需求功率， P_1 為第一動力源 111 的第一消耗功率，並且 P_2 為第二動力源 112 的第二消耗功率。

$$\omega_i P_d = \omega_i P_1 + \omega_i P_2 \dots \dots \dots (8)$$

$$P_1 = J_{SR1} \times \omega_i P_d \dots \dots \dots (9)$$

$$P_2 = J_{SR2} \times \omega_i P_d \dots \dots \dots (10)$$

【0022】因此，當運算系統 120 透過全域格點搜尋法來分析並搜尋到對應的第一性能尺度 J_{SR1} 時(例如根據性能指標的權重比以及需求轉速)，運算系統 120 可根據上述公式(4)來計算第二性能尺度 J_{SR2} ，並且根據上述公式(8)~公式(10)來取得第一動力源 111 的第一消耗功率 P_1 以及第二動力源 112 的第二消耗功率 P_2 的數值，並設定第一動力源 111 以及第二動力源 112 的功率輸出結果。如此一來，第一動力源 111 以及第二動力源 112 可提供第一輸入扭力以及第二輸入扭力至傳動系統 113，以滿足扭力需求，並且可使雙動力車輛 110 可實現具有最低能耗的平均動力輸出。

【0023】綜上所述，本發明的雙動力車輛以及動力系統設計方法，可透過全域格點搜尋法來快速且有效地獲得雙動力源的性能尺度，

以實現具有最低能耗的平均動力輸出。並且，本發明的雙動力車輛以及動力系統設計方法可有效地節省大量計算時間，並且可使雙動力車輛的雙動力源實現良好的平均動力輸出效果。

【0024】 為了使本發明之內容可以被更容易明瞭，以下特舉實施例做為本揭示確實能夠據以實施的範例。另外，凡可能之處，在圖式及實施方式中使用相同標號的元件/構件/步驟，係代表相同或類似部件。

【符號說明】

【0025】

100:動力系統設計架構

110:雙動力車輛

111:第一動力源

112:第二動力源

113:傳動系統

120:運算系統

S210~S220、S301~S304、S410~S480:步驟

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種雙動力車輛，包括：

一傳動系統；

一第一動力源，耦接該傳動系統，並且用以產生一第一輸入功率至該傳動系統；以及

一第二動力源，耦接該傳動系統，並且用以產生一第二輸入功率至該傳動系統，

其中該第一輸入功率以及該第二輸入功率根據對應於一最佳目標函數的一第一性能尺度以及一第二性能尺度比來決定，

其中該最佳目標函數為透過一全域格點搜尋法比較對應於多個格點的多個目標函數值，以從該些目標函數值判斷具有最小值的一者來決定。

【請求項2】 如請求項1所述的雙動力車輛，其中該第一輸入功率以及該第二輸入功率滿足以下公式(1)以及公式(2)，

$$\dot{E}_1 = E J_{SR1} \dots \dots \dots \text{公式(1)}$$

$$\dot{E}_2 = E J_{SR2} \dots \dots \dots \text{公式(2)}$$

其中該J_{SR1}為該第一動力源的該第一性能尺度比，J_{SR2}為該第二動力源的該第二性能尺度比， $\dot{E}_1$ 為該第一輸入功率， $\dot{E}_2$ 為該第二輸入功率，並且 E 為一車輛總耗能。

【請求項3】 如請求項2所述的雙動力車輛，其中該些格點的該些目標函數值為分別根據對應的一性能指標的權重比、對應的一需

求轉速、對應的該第一性能尺度以及對應的該第二性能尺度計算而得。

【請求項4】 如請求項2所述的雙動力車輛，其中該些目標函數值基於以下公式(3)以及公式(4)計算而得，

$$J = \omega \times J_{SR1} \times \dot{E}_1 + \omega \times J_{SR2} \times \dot{E}_2 \dots \dots \dots \text{公式(3)}$$

$$J_{SR2} = 1 - J_{SR1} \dots \dots \dots \text{公式(4)}$$

其中J為該目標函數值， ω 為一性能指標的權重比，並且 J_{SR1} 以及 J_{SR2} 分別為介於數值範圍 0 至 1 的數值。

【請求項5】 如請求項4所述的雙動力車輛，其中該雙動力車輛基於該些目標函數值的分別的一整車性能表現通過一車輛動態條件進行驗證，

其中若該整車性能表現未通過該車輛動態條件的驗證，則在計算對應的該目標函數值的過程中加入一懲罰值。

【請求項6】 如請求項5所述的雙動力車輛，其中該車輛動態條件包括以下公式(5)的一階方程式，

$$m \frac{dV}{dt} = \frac{T_f RR_f \eta_f}{R_w} - \frac{1}{2} \rho_a C_d A_f V^2 - \mu mg \cos(\theta) - mg \sin(\theta) - F_b \dots \text{公式(5)}$$

其中 m 為一車體重量，V 為一車輛行駛速度， T_f 為一總扭力， RR_f 為一減速比， η_f 為一傳動系統總效率數， R_w 為輪胎半徑， ρ_a 為空氣密度， C_d 為空氣阻力係數， A_f 為車輛前投影面積， μ 為滾動阻力係數，g為重力加速度，並且 F_b 為剎車力，

其中 T_f 滿足以下公式(6)，

$$T_f = T_{m1} + T_{m2} \dots \dots \dots \text{公式(6)}$$

其中 T_{m1} 為由該第一動力源產生的一第一輸入扭力， T_{m2} 為由該第二動力源產生的一第二輸入扭力。

【請求項7】 如請求項5所述的雙動力車輛，其中該雙動力車輛基於該些目標函數值的分別的該整車性能表現還通過一電池充電狀態進行驗證，

其中若該整車性能表現未通過該車輛動態條件的該電池充電狀態的至少其中之一的驗證，則在計算對應的該功率值的過程中加入該懲罰值。

【請求項8】 如請求項5所述的雙動力車輛，其中該電池充電狀態包括以下公式(7)的一階方程式，

$$SOC = \frac{Q_{init} - \int_0^{t_f} \frac{I_b}{3600} \times \eta_{bat} dt}{Q_{total}} \dots \dots \dots (7)$$

其中 Q_{total} 為該雙動力車輛的一蓄電池的一總電容量， Q_{init} 為該蓄電池的一輸入電容量， I_b 為該蓄電池的一充放電電流，並且 η_{bat} 為該蓄電池的一充放電效率。

【請求項9】 如請求項1所述的雙動力車輛，其中該第一動力源以及該第二動力源滿足以下公式(8)至公式(10)的平均動力條件，

$$\varpi_i P_d = \varpi_i P_1 + \varpi_i P_2 \dots \dots \dots (8)$$

$$P_1 = J_{SR1} \times \varpi_i P_d \dots \dots \dots (9)$$

$$P_2 = J_{SR2} \times \varpi_i P_d \dots \dots \dots (10)$$

其中 ϖ_i 為一性能指標的權重比， P_d 為一最大需求功率， P_1 為該第一動力源的一第一消耗功率，並且 P_2 為該第二動力源的一第二消耗功率。

【請求項10】 如請求項1所述的雙動力車輛，其中該第一動力源為一第一馬達，並且該第二動力源為一第二馬達。

【請求項11】 一種動力系統設計方法，包括：

透過一全域格點搜尋法比較對應於多個格點的多個目標函數值，以從該些目標函數值判斷具有最小值的一者來選擇對應的一最佳目標函數；以及

根據對應於該最佳目標函數的一第一性能尺度以及一第二性能尺度比來決定一第一動力源的一第一輸入功率以及一第二動力源的一第二輸入功率。

【請求項12】 如請求項11所述的動力系統設計方法，其中該第一輸入功率以及該第二輸入功率滿足以下公式(1)以及公式(2)，

$$\dot{E}_1 = E J_{SR1} \dots \dots \dots \text{公式(1)}$$

$$\dot{E}_2 = E J_{SR2} \dots \dots \dots \text{公式(2)}$$

其中該 J_{SR1} 為該第一動力源的該第一性能尺度比， J_{SR2} 為該第二動力源的該第二性能尺度比， $\dot{E}_1$ 為該第一輸入功率， $\dot{E}_2$ 為該第二輸入功率，並且 E 為一車輛總耗能。

【請求項13】 如請求項12所述的動力系統設計方法，其中該些格點的該些目標函數值為分別根據對應的一性能指標的權重比、對應的一需求轉速、對應的該第一性能尺度以及對應的該第二性能尺度計算而得。

【請求項14】 如請求項12所述的動力系統設計方法，其中該些目標函數值基於以下公式(3)以及公式(4)計算而得，

$$J = \omega \times J_{SR1} \times \dot{E}_1 + \omega \times J_{SR2} \times \dot{E}_2 \dots \dots \dots \text{公式(3)}$$

$$J_{SR2} = 1 - J_{SR1} \dots \dots \dots \text{公式(4)}$$

其中J為該目標函數值， ω 為一性能指標的權重比，並且 J_{SR1} 以及 J_{SR2} 分別為介於數值範圍 0 至 1 的數值。

【請求項15】 如請求項14所述的動力系統設計方法，還包括：
通過一車輛動態條件驗證該雙動力車輛基於該些目標函數值的分別的一整車性能表現；

若該整車性能表現未通過該車輛動態條件的驗證，則在計算對應的該目標函數值的過程中加入一懲罰值。

【請求項16】 如請求項15所述的動力系統設計方法，其中該車輛動態條件包括以下公式(5)的一階方程式，

$$m \frac{dV}{dt} = \frac{T_f RR_f \eta_f}{R_w} - \frac{1}{2} \rho_a C_d A_f V^2 - \mu mg \cos(\theta) - mg \sin(\theta) - F_b \dots \text{公式(5)}$$

其中 m 為一車體重量， V 為一車輛行駛速度， T_f 為一總扭力， RR_f 為一減速比， η_f 為一傳動系統總效率數， R_w 為輪胎半徑， ρ_a 為空氣密度， C_d 為空氣阻力係數， A_f 為車輛前投影面積， μ 為滾動阻力係數， g 為重力加速度，並且 F_b 為剎車力，

其中 T_f 滿足以下公式(6)，

$$T_f = T_{m1} + T_{m2} \dots \dots \dots \text{公式(6)}$$

其中 T_{m1} 為由該第一動力源產生的一第一輸入扭力， T_{m2} 為由該第二動力源產生的一第二輸入扭力。

【請求項17】 如請求項15所述的動力系統設計方法，其中該雙動力車輛基於該些目標函數值的分別的該整車性能表現還通過一電池充電狀態進行驗證，

其中若該整車性能表現未通過該車輛動態條件的該電池充電狀態的至少其中之一的驗證，則在計算對應的該功率值的過程中加入該懲罰值。

【請求項18】 如請求項15所述的動力系統設計方法，其中該電池充電狀態包括以下公式(7)的一階方程式，

$$OC = \frac{Q_{init} - \int_0^{t_f} \frac{I_b}{3600} \times \eta_{bat} dt}{Q_{total}} \dots \dots \dots (7)$$

其中Q_{total}為該雙動力車輛的一蓄電池的一總電容量，Q_{init}為該蓄電池的一輸入電容量，I_b為該蓄電池的一充放電電流，並且η_{bat}為該蓄電池的一充放電效率。

【請求項19】 如請求項11所述的動力系統設計方法，其中該第一動力源以及該第二動力源滿足以下公式(8)至公式(11)的平均動力條件，

$$\varpi_i P_d = \varpi_i P_1 + \varpi_i P_2 \dots \dots \dots (8)$$

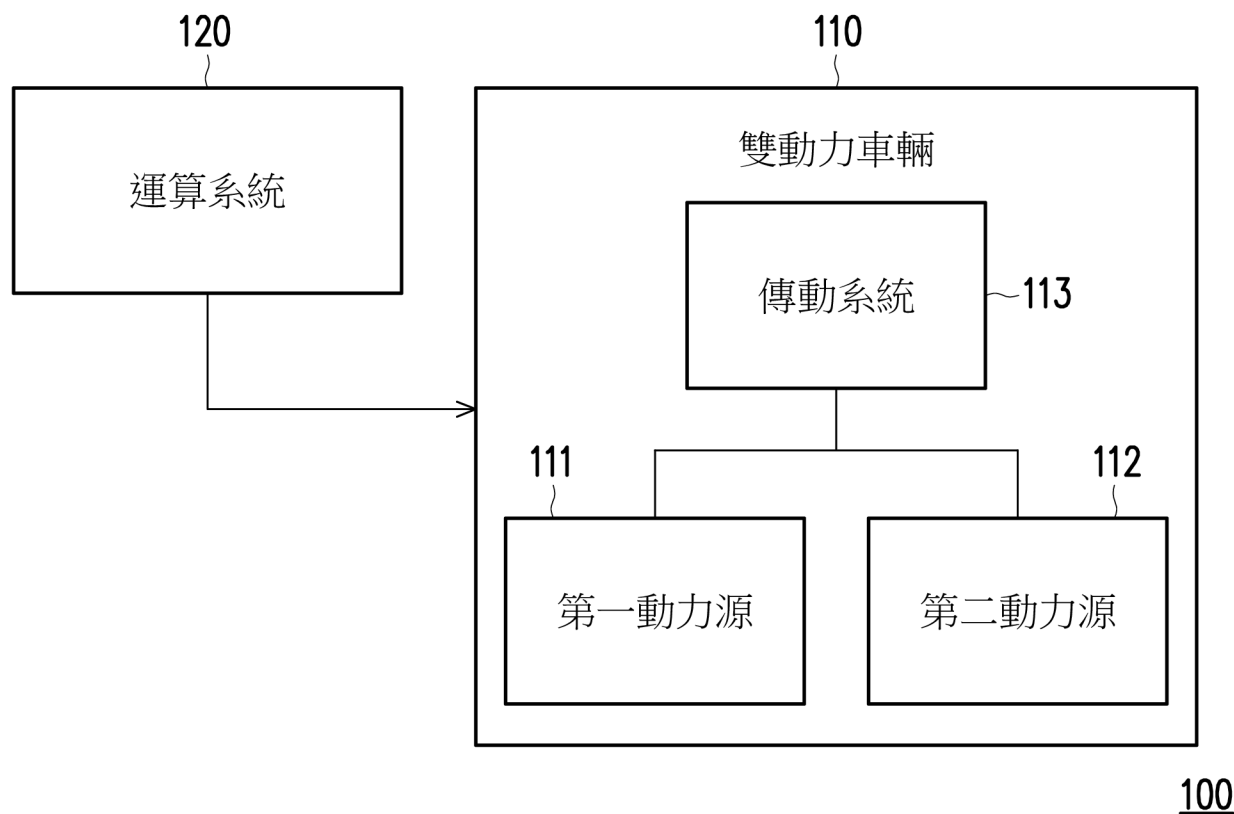
$$P_1 = J_{SR1} \times \varpi_i P_d \dots \dots \dots (9)$$

$$P_2 = J_{SR2} \times \varpi_i P_d \dots \dots \dots (10)$$

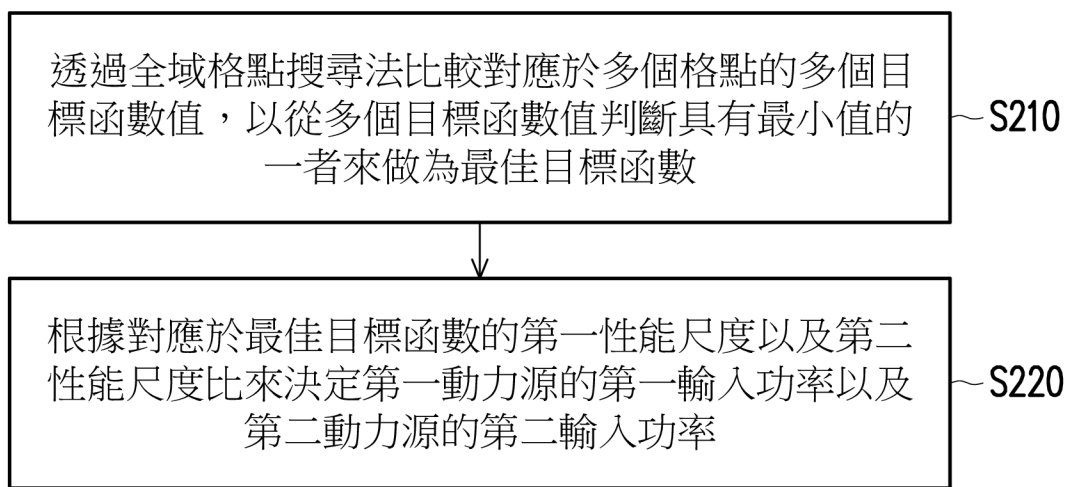
其中ϖ_i為一性能指標的權重比，P_d為一最大需求功率，P₁為該第一動力源的一第一消耗功率，並且P₂為該第二動力源的一第二消耗功率。

【請求項20】 如請求項11所述的動力系統設計方法，其中該第一動力源為一第一馬達，並且該第二動力源為一第二馬達。

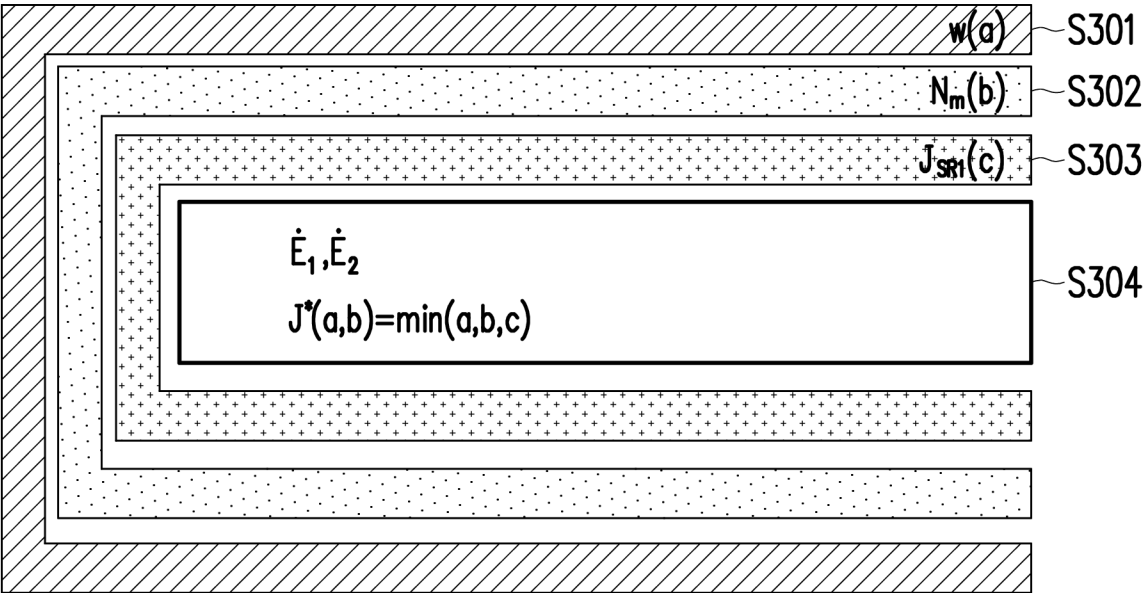
【發明圖式】



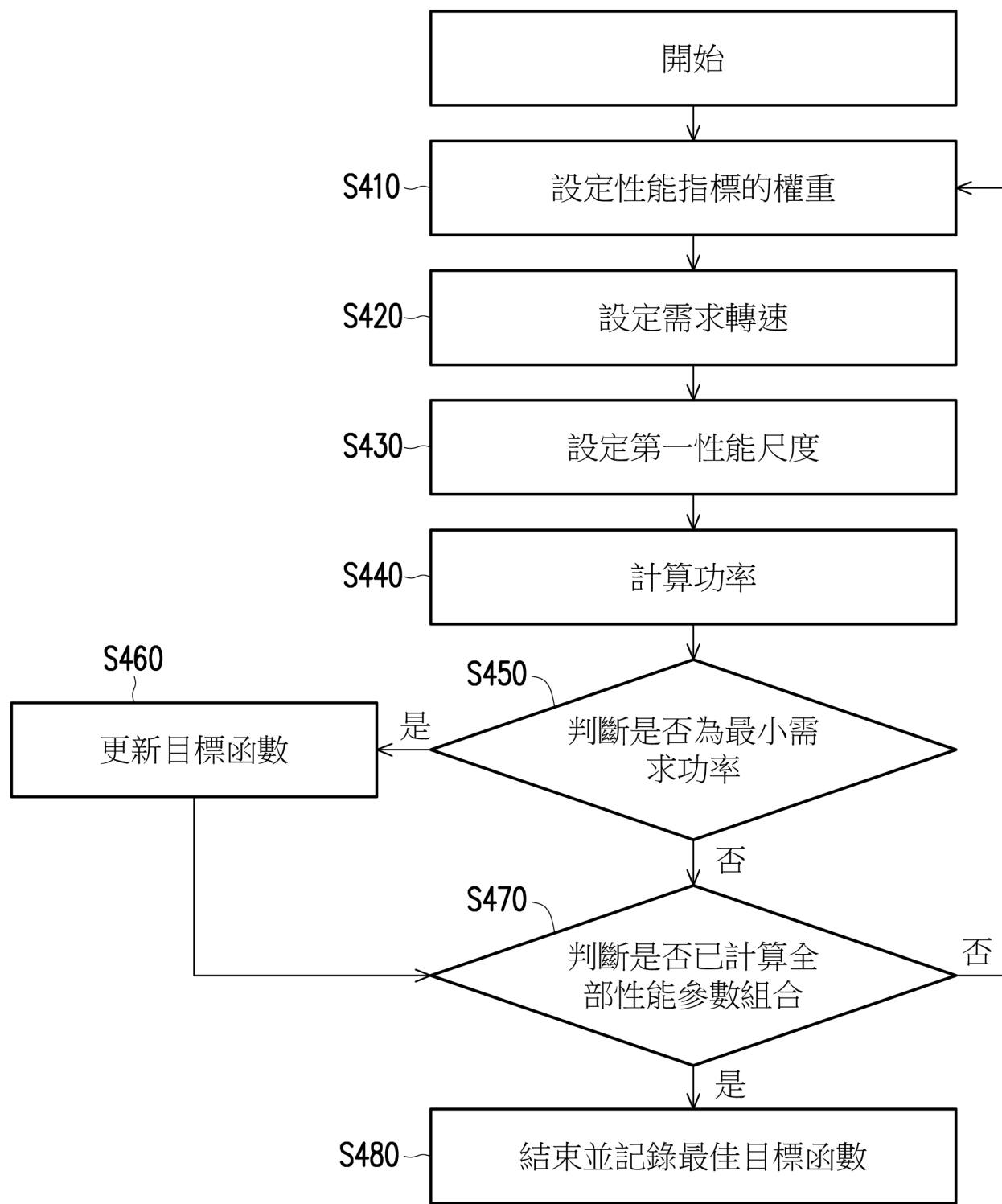
【圖1】



【圖2】



【圖3】



【圖4】