

【11】證書號數：I938691

【45】公告日：中華民國 115 (2026) 年 09 月 11 日

【51】Int. Cl. : G06N10/00 (2022.01) G06N10/20 (2022.01)

發明 全 12 頁

【54】名稱：量子特徵圖電路、量子神經網路、其計算方法、及運具能耗資料分析系統與方法

【21】申請案號：113144917

【22】申請日：中華民國 113 (2024) 年 11 月 21 日

【11】公開編號：202622811

【43】公開日期：中華民國 115 (2026) 年 06 月 01 日

【72】發明人：陳志華 (TW) CHEN, CHI-HUA；郭士嘉 (TW) KUO, SHIH-CHIA；王梅瑛 (TW) WANG, MEI-YING

【71】申請人：中華電信股份有限公司 CHUNGHWA TELECOM CO., LTD.
桃園市楊梅區電研路 99 號

【74】代理人：卓俊傑；鮑亞嵐；劉亞君

【56】參考文獻：

US 2004/0024750A1

US 2022/0206866A1

US 2023/0115065A1

US 2024/0281694A1

審查人員：易昶霽

【57】申請專利範圍

1. 一種量子特徵圖電路，係包括：量子位元，具有初始量子態；第一量子閘，係耦接該量子位元，以對該量子位元進行阿達馬操作；第二量子閘，係耦接該第一量子閘，以對經該第一量子閘操作後之該量子位元進行 RY 旋轉操作，其中，輸入變量值係作為該第二量子閘的 RY 旋轉操作的角度參數值。
2. 如請求項 1 所述之量子特徵圖電路，其中，該輸入變量值係經資料前處理以映射到 $[-1.5, 1.5]$ 區間的值域。
3. 如請求項 1 所述之量子特徵圖電路，係由真實量子電腦或量子電腦模擬器實施。
4. 一種量子神經網路，係包括：如請求項 1 至 3 中任一項所述的量子特徵圖電路；變分模型電路，係耦接該量子特徵圖電路並包括第三量子閘，以對經該第一量子閘操作及該第二量子閘操作後之該量子位元進行 RY 旋轉操作，其中，權重變量值係作為該第三量子閘的該 RY 旋轉操作的角度參數值；以及測量單元，係測量通過該變分模型電路後的該量子位元之量子態，以根據該量子態計算預測值。
5. 一種量子神經網路，係包括：量子特徵圖電路，係包括：複數個量子位元；複數個第一量子閘，係分別耦接各該量子位元，以對各該量子位元進行阿達馬操作；以及複數個第二量子閘，係分別耦接各該第一量子閘，以對經各該第一量子閘操作後之各該量子位元進行 RY 旋轉操作，其中，複數個輸入變量值係分別作為各該第二量子閘的 RY 旋轉操作的角度參數值；變分模型電路，係耦接該量子特徵圖電路，該變分模型電路包括：複數個第三量子閘，係分別耦接各該第二量子閘，以對經該量子特徵圖電路操作後之各該量子位元進行 RY 旋轉操作；複數個第四量子閘，係耦接該複數個第三量子閘，以對任兩個該量子位元進行受控反閘操作；複數個第五量子閘，係耦接該複數個第四量子閘，以對經該複數個第四量子閘操作後之各該量子位元進行 RY 旋轉操作，其中，複數個權重變量值係分別作為各該第三量子閘與各該第五量子閘的 RY 旋轉操作的角度參數值；

以及測量單元，係測量通過該變分模型電路後的各該量子位元之量子態，以根據各該量子態計算預測值。

6. 如請求項 5 所述之量子神經網路，其中，該預測值係作為迴歸應用或分類應用。
7. 如請求項 5 所述之量子神經網路，其中，該預測值係與真值比較以產生損失值，從而執行量子最佳化方法而根據該損失值調整該複數個權重變量值。
8. 一種運具能耗資料分析系統，係包括：處理儲存設備，用於儲存車輛行駛紀錄和能耗紀錄；以及量子計算設備，係與該處理儲存設備通訊連接，用於執行如請求項 5 至 7 中任一項所述之量子神經網路，其中，該車輛行駛紀錄係作為該複數個輸入變量值以輸入到該量子特徵圖電路作為各該第二量子閘的 RY 旋轉操作的角度參數值，而該能耗紀錄係作為複數個真值，根據該複數個輸入變量值和該複數個真值訓練該量子神經網路，以調整該變分模型電路的該複數個權重變量值，從而對一即時車輛行駛紀錄利用已訓練的該量子神經網路產生能耗預測值。
9. 如請求項 8 所述之運具能耗資料分析系統，其中，該能耗紀錄係經資料前處理以映射到 $[-1,1]$ 的值域，再作為該複數個真值，進而利用該複數個真值來訓練該量子神經網路，以調整該變分模型電路的該複數個權重變量值，產生迴歸預測值。
10. 如請求項 8 所述之運具能耗資料分析系統，其中，該能耗紀錄係經資料前處理以映射到 $[0,1]$ 的值域，再作為該複數個真值，進而利用該複數個真值來訓練該量子神經網路，以調整該變分模型電路的該複數個權重變量值，產生分類預測值。
11. 如請求項 8 所述之運具能耗資料分析系統，其中，該車輛行駛紀錄係包括一時間段累積的各個時速區間的資料筆數，該能耗紀錄係包括該時間段累積的加油油量，該預測值為油耗預測值。
12. 如請求項 8 所述之運具能耗資料分析系統，其中，該車輛行駛紀錄係包括一時間段累積的各個時速區間的資料筆數，該能耗紀錄係包括該時間段起訖時的電量等級，該預測值為電耗預測值。
13. 如請求項 8 所述之運具能耗資料分析系統，其中，該處理儲存設備為電腦，該量子計算設備為真實量子電腦或量子電腦模擬器。
14. 一種量子特徵圖電路計算方法，係包括：令該量子特徵圖電路的第一量子閘對具有初始量子態的量子位元進行阿達馬操作；以及令該量子特徵圖電路的第二量子閘對經該第一量子閘操作後之該量子位元進行 RY 旋轉操作，其中，輸入變量值係為該第二量子閘的 RY 旋轉操作的角度參數值。
15. 如請求項 14 所述之量子特徵圖電路計算方法，其中，該輸入變量值係經資料前處理以映射到 $[-1.5,1.5]$ 區間的值域。
16. 如請求項 14 所述之量子特徵圖電路計算方法，係在真實量子電腦實施或在量子電腦模擬器實施。
17. 一種量子神經網路計算方法，係包括：令量子特徵圖電路的複數個第一量子閘對複數個量子位元分別進行阿達馬操作；令該量子特徵圖電路的複數個第二量子閘對經各該第一量子閘操作後之各該量子位元進行 RY 旋轉操作，其中，複數個輸入變量值係分別為各該第二量子閘的 RY 旋轉操作的角度參數值；令變分模型電路的複數個第三量子閘對經該量子特徵圖電路操作後之各該量子位元進行 RY 旋轉操作；令該變分模型電路的複數個第四量子閘對該複數個量子位元中的任兩者進行受控反閘操作；令該變分模型電路的複數個第五量子閘對經該複數個第四量子閘操作後之各該量子位元進行 RY 旋轉操作，其中，複數個權重變量值係分別為各該第三量子閘與各該第五量子閘的 RY 旋轉操作的

角度參數值；以及測量通過該變分模型電路後的各該量子位元之量子態，以根據各該量子態計算預測值。

18. 如請求項 17 所述之量子神經網路計算方法，其中，該變分模型電路的運作係重複進行一次或多次，且該受控反閘操作係持續進行直到各該量子位元皆執行過受控反閘操作。
19. 如請求項 17 所述之量子神經網路計算方法，其中，該預測值係作為迴歸應用或分類應用。
20. 如請求項 17 所述之量子神經網路計算方法，其中，該預測值係與真值比較以產生損失值，從而執行量子最佳化方法而根據該損失值調整該複數個權重變量值。
21. 一種運具能耗資料分析方法，係包括：取得車輛行駛紀錄和能耗紀錄；令該車輛行駛紀錄作為該複數個輸入變量值以輸入到如請求項 5 至 7 中任一項所述之量子神經網路，該複數個輸入變量值作為各該第二量子閘的 RY 旋轉操作的角度參數值，並且令該能耗紀錄作為複數個真值；根據該複數個輸入變量值和該複數個真值訓練該量子神經網路，以調整該變分模型電路的該複數個權重變量值；以及對一即時車輛行駛紀錄利用已訓練的該量子神經網路產生能耗預測值。
22. 如請求項 21 所述之運具能耗資料分析方法，其中，該車輛行駛紀錄係經資料前處理以映射到 $[-1.5, 1.5]$ 的值域，再作為該複數個輸入變量值，以作為各該第二量子閘的 RY 旋轉操作的角度參數值。
23. 如請求項 21 所述之運具能耗資料分析方法，其中，該能耗紀錄係經資料前處理以映射到 $[-1, 1]$ 的值域，再作為該複數個真值，進而利用該複數個真值來訓練該量子神經網路，以調整該變分模型電路的該複數個權重變量值，產生迴歸預測值。
24. 如請求項 21 所述之運具能耗資料分析方法，其中，該能耗紀錄係經資料前處理以映射到 $[0, 1]$ 的值域，再作為該複數個真值，進而利用該複數個真值來訓練該量子神經網路，以調整該變分模型電路的該複數個權重變量值，產生分類預測值。
25. 如請求項 21 所述之運具能耗資料分析方法，其中，該車輛行駛紀錄係包括一時間段累積的各個時速區間的資料筆數，該能耗紀錄係包括該時間段累積的加油油量，該預測值為油耗預測值。
26. 如請求項 21 所述之運具能耗資料分析方法，其中，該車輛行駛紀錄係包括一時間段累積的各個時速區間的資料筆數，該能耗紀錄係包括該時間段起訖時的電量等級，該預測值為電耗預測值。

圖式簡單說明

圖 1A 係為本案量子特徵圖電路之架構示意圖。

圖 1B 為本案實施例一之量子特徵圖電路的構造圖。

圖 2 為本案實施例一之變分模型電路的構造圖。

圖 3 為本案實施例一之量子神經網路的構造圖。

圖 4 為本案實施例二之量子特徵圖電路的構造圖。

圖 5 為本案實施例二之變分模型電路的構造圖。

圖 6A 係為本案量子神經網路之架構示意圖。

圖 6B 為本案實施例二之量子神經網路的構造圖。

圖 7 係為本案運具能耗資料分析系統之架構示意圖。

圖 8 係為本案實施例三之應用於燃油運具之能耗資料分析系統。

圖 9 係為本案實施例三之量子特徵圖電路的構造圖。

圖 10 係為本案實施例三之變分模型電路的構造圖。

(4)

圖 11 係為本案實施例三之量子神經網路的構造圖。

圖 12 係為本案實施例四之應用於電動運具之能耗資料分析系統。

圖 13 係為本案實施例四之量子特徵圖電路的構造圖。

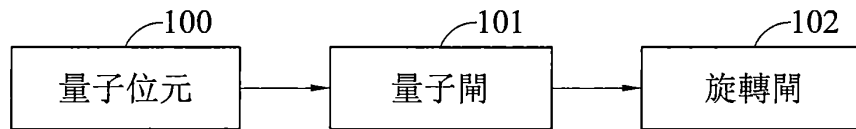
圖 14 係為本案實施例四之變分模型電路的構造圖。

圖 15 係為本案實施例四之量子神經網路的構造圖。

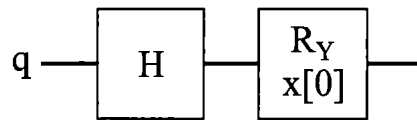
圖 16 係為本案運具能耗資料分析系統之架構之示意圖。

圖 17 係為本案運具能耗資料分析系統之架構之示意圖。

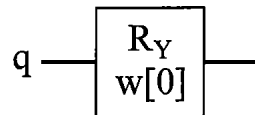
圖 18 係為本案運具能耗資料分析方法之流程示意圖。



【圖 1A】

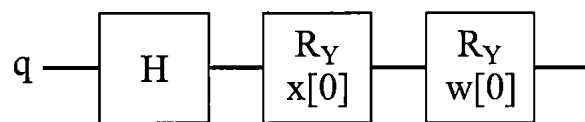


【圖 1B】

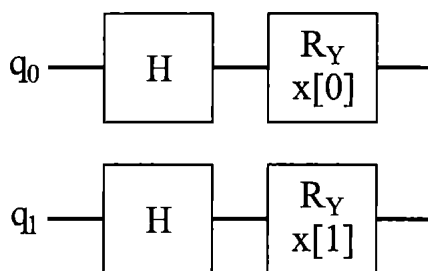


【圖 2】

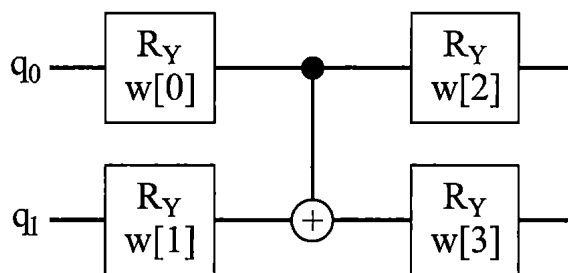
(5)



【圖 3】

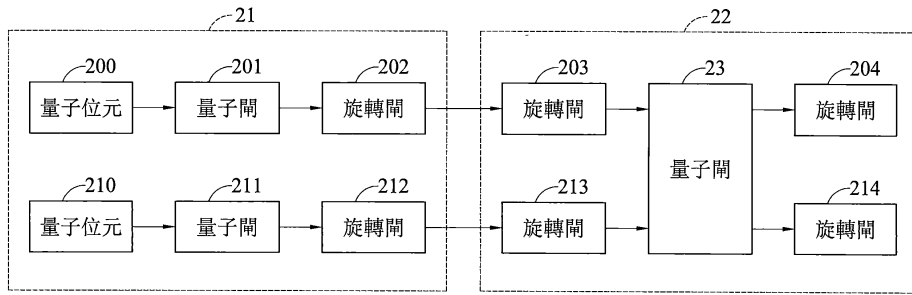


【圖 4】

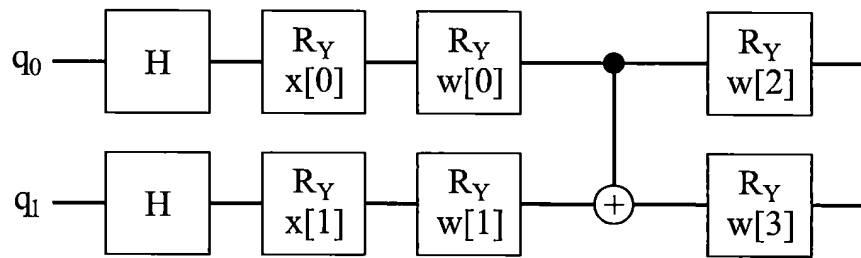


【圖 5】

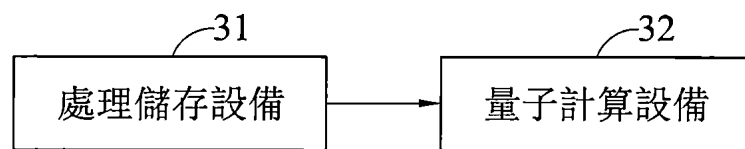
(6)



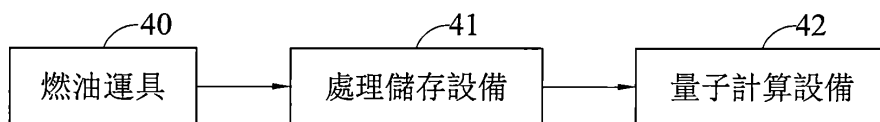
【圖 6A】



【圖 6B】

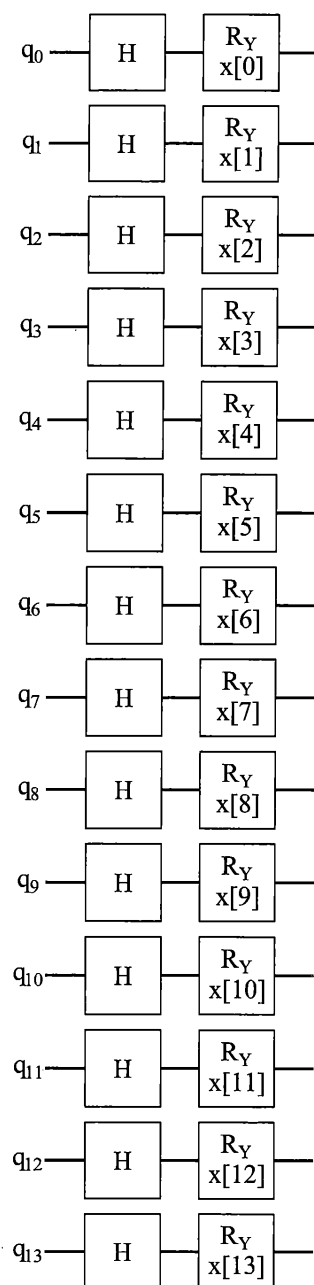


【圖 7】



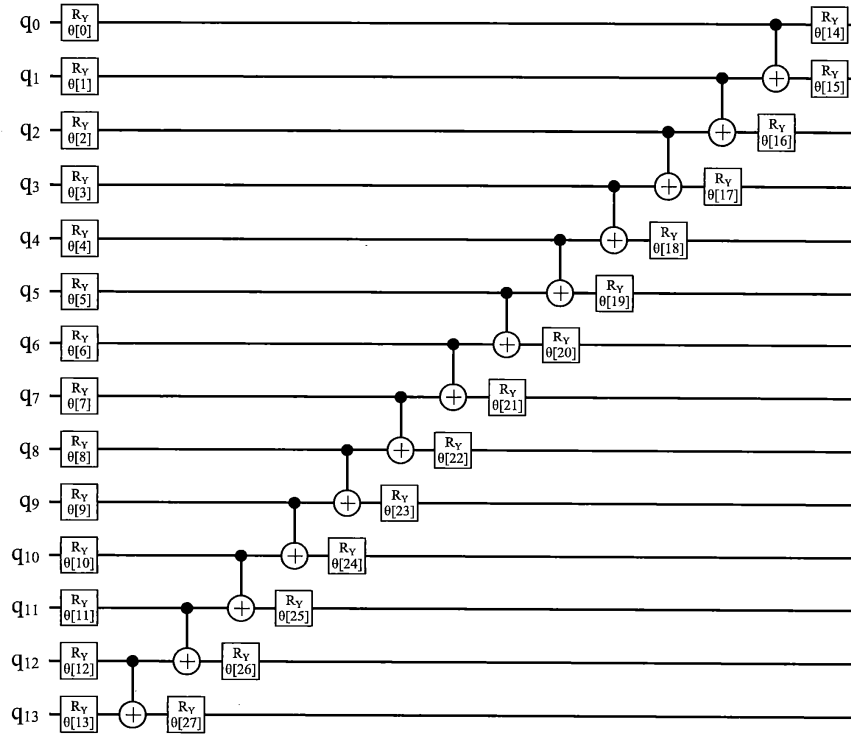
【圖 8】

(7)

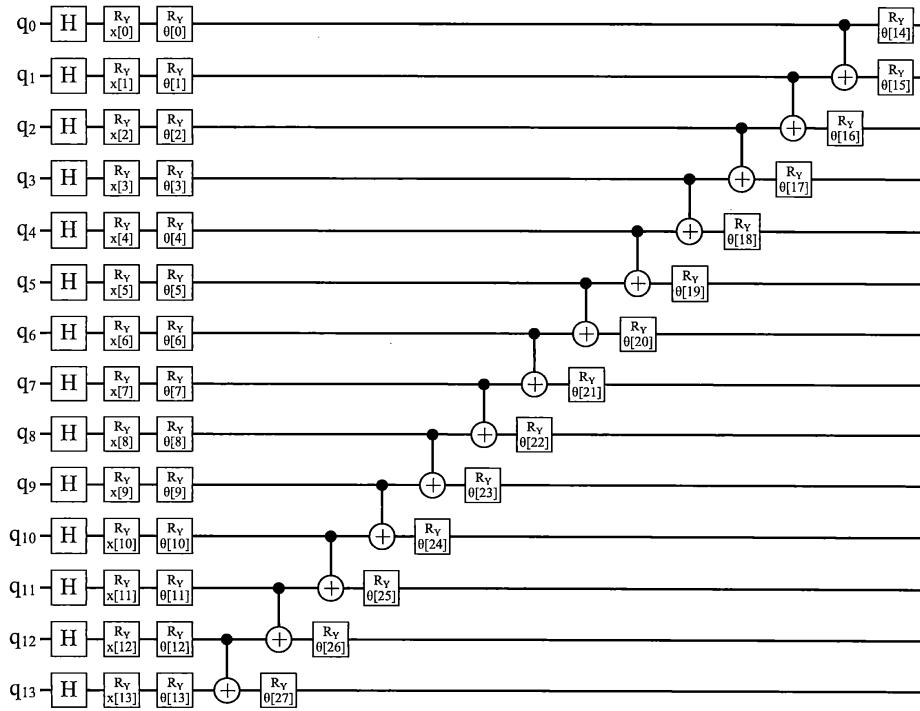


【圖 9】

(8)

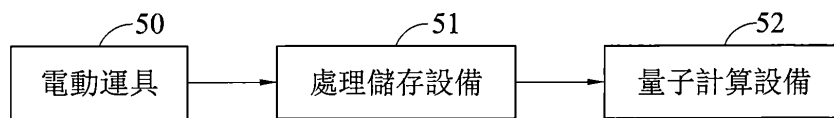


【圖 10】

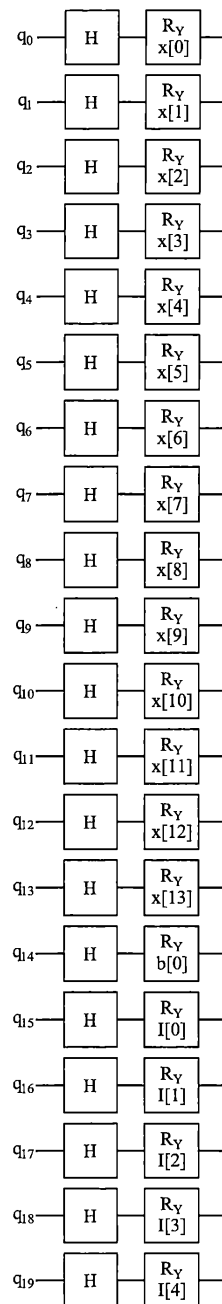


【圖 11】

(9)

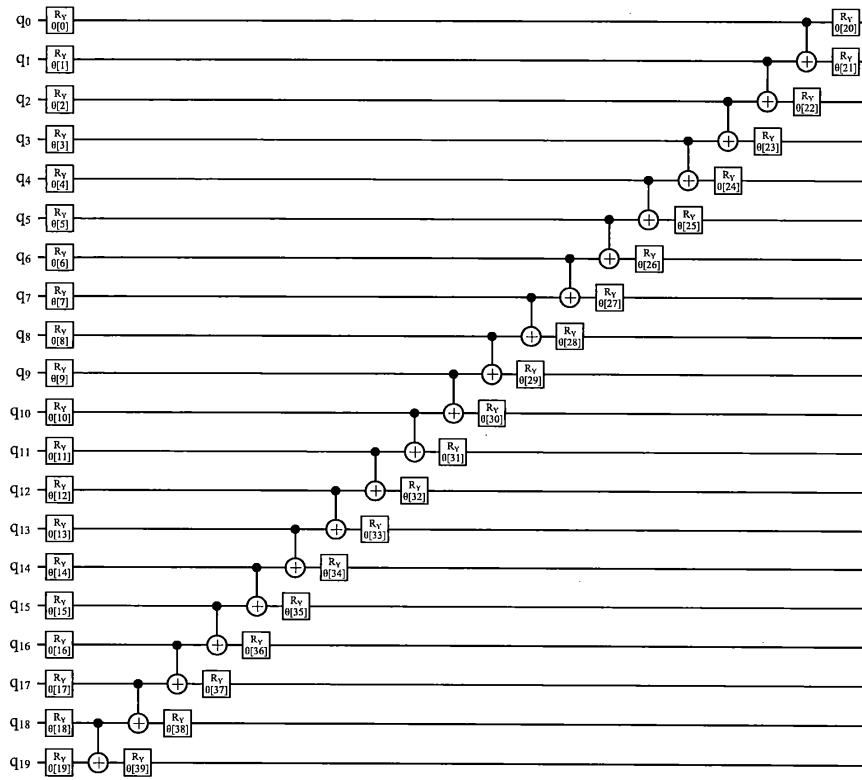


【圖 12】

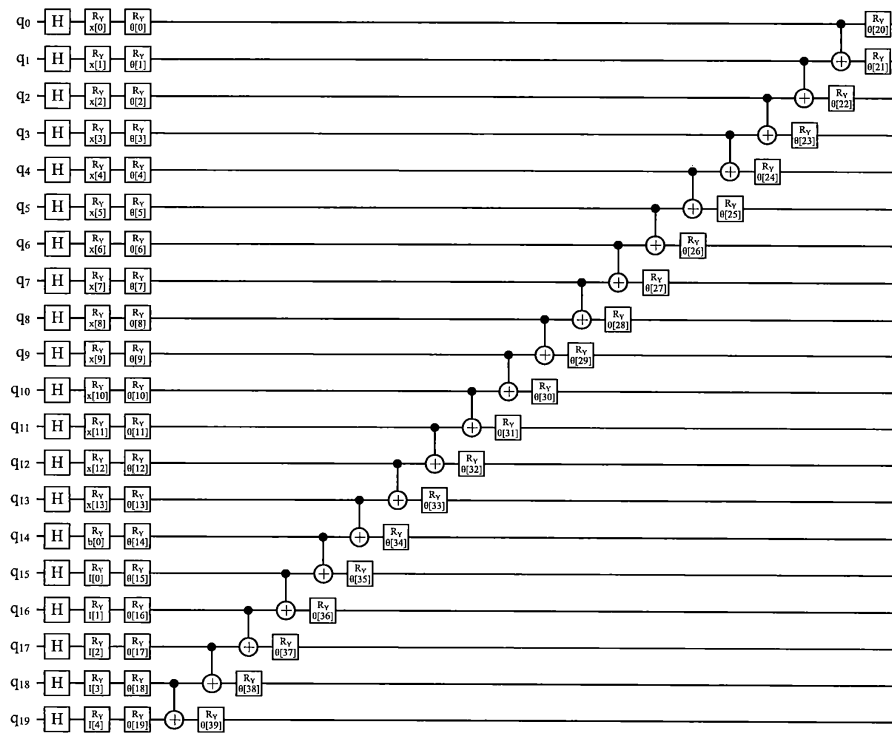


【圖 13】

(10)

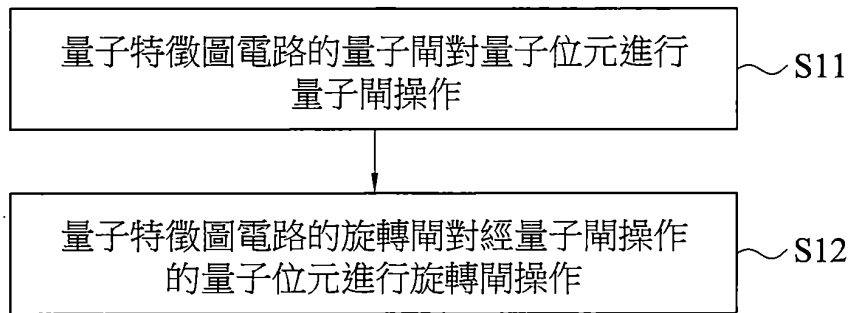


【圖 14】

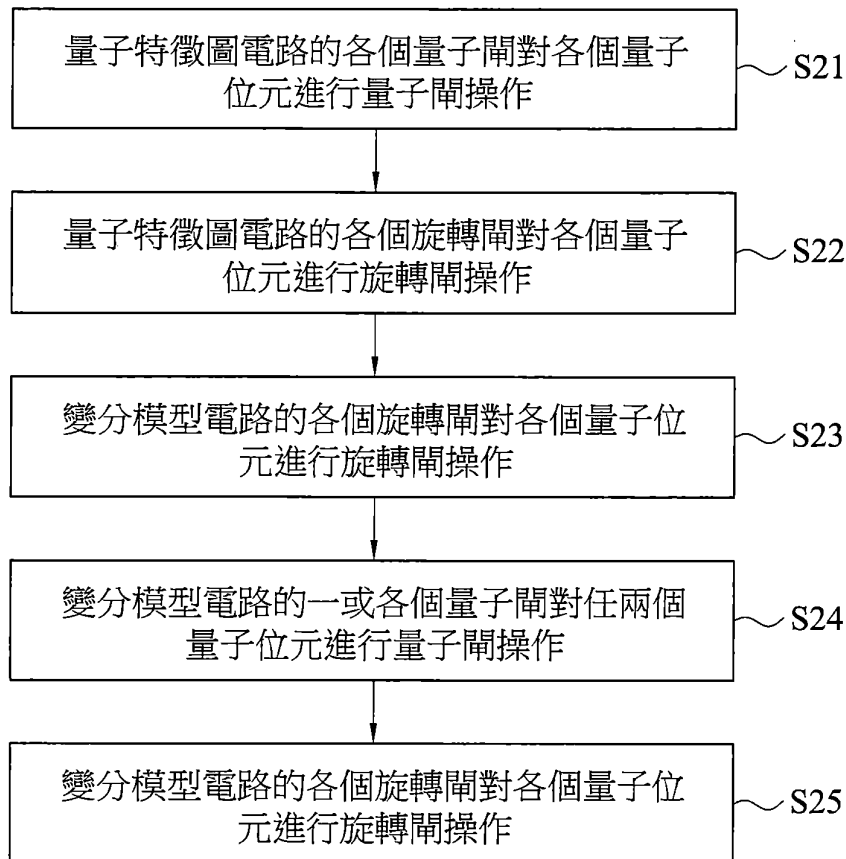


【圖 15】

(11)

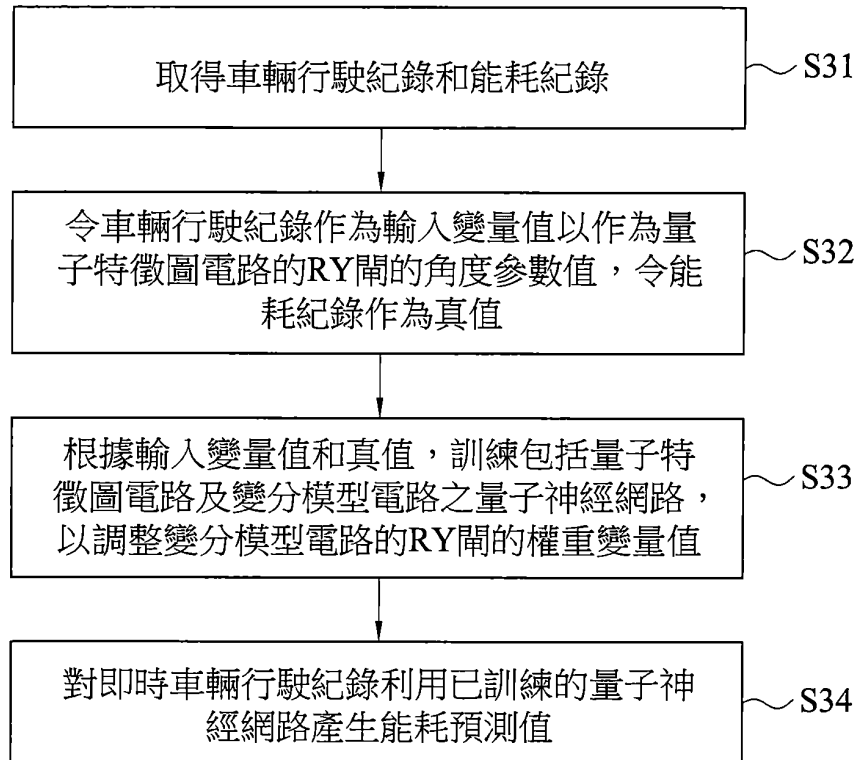


【圖 16】



【圖 17】

(12)



【圖 18】