【19】中華民國　　【12】專利公報　（B）

【11】證書號數：I940540
【45】公告日： 中華民國 115 (2026) 年 10 月 01 日
【51】Int. Cl.：　*H02J7/04　(2006.01)*　*H02M1/34　(2007.01)*
發明　全 16 頁

【54】名　稱：獨立於電池管理系統的用於失效安全電池保護之系統和方法

【21】申請案號：111102427　【22】申請日： 中華民國 111 (2022) 年 01 月 20 日
【11】公開編號：202234785　【43】公開日期： 中華民國 111 (2022) 年 09 月 01 日
【30】優 先 權： 2021/02/11　美國　63/148,302

【72】發 明 人： 科基可夫　維亞切斯拉夫 (US) KHOZIKOV, VYACHESLAV；拉科斯　弗雷德里克 (US) LACAUX, FREDERIC；索羅多福尼克　尤金　Ⅴ (US) SOLODOVNIK, EUGENE V.；特雷拉　約翰　Ａ (US) TRELA, JOHN A.；米勒　科爾騰　Ｃ (US) MILLER, KOLTEN C.；卡里米　卡米爾　Ｊ (US) KARIMI, KAMIAR J.
【71】申 請 人： 美商波音公司　THE BOEING COMPANY
美國

【74】代 理 人： 閻　泰；林景郁

【56】參考文獻：

CN	103580096A	CN	107394092A
JP	2014-225950A	US	2018/217206A1
US	2019/0176803A1	US	2019/0312449A1

審查人員：張嘉德

【57】申請專利範圍

1. 一種用於充電電池串之系統，所述電池串包括電連接於中間點處之第一半串和第二半串，每一半串包括串聯連接之相應的複數個電池模組，每一電池模組包括相應的複數個電池胞元，所述系統包括：
第一複數個感測器，其經連接以感測橫跨所述電池串所測量之全串電壓，橫跨所述第一半串所測量之第一半串電壓，和橫跨所述第二半串所測量之第二半串電壓；
失效安全過充電系統，其包括第一斷開裝置和處理器，所述失效安全過充電系統之所述處理器經連接以在充電期間接收來自所述第一複數個感測器之感測器資料且發送命令到所述第一斷開裝置，
配電匯流排，其在所述第一斷開裝置呈現閉路時經由所述第一斷開裝置而電連接到所述電池串；
電池充電器，其經連接且經配置以供應電池電力到所述配電匯流排以用於充電所述電池串，
其中所述失效安全過充電系統之所述處理器經配置以在來自所述第一複數個感測器之所述感測器資料在所述充電期間指示非所欲的電狀態時，發送所述命令使所述第一斷開裝置呈現開路，所述非所欲的電狀態會藉由停止充電來減緩，
第二複數個感測器，其經連接以感測所述複數個電池胞元的每一個的電池胞元電壓和溫度；以及
電池管理系統，其包括第二斷開裝置和處理器，所述電池管理系統之所述處理器經連接以在所述充電期間接收來自所述第二複數個感測器之感測器資料且發送所述命令到所述第二斷開裝置，

其中所述配電匯流排在所述第一斷開裝置和所述第二斷開裝置兩者呈現閉路時經由所述第一斷開裝置和所述第二斷開裝置而電連接到所述電池串；且
其中所述電池管理系統之所述處理器經配置以在來自所述第二複數個感測器之所述感測器資料在所述充電期間指示非所欲的電狀態時，發送所述命令使所述第二斷開裝置呈現開路，所述非所欲的電狀態會藉由停止充電來減緩。

2. 如請求項 1 之系統，其中所述失效安全過充電系統之所述處理器經程式化以自所述感測器資料推導出第一測量，比較所述第一測量和第一閾值，且發送所述命令以在所述第一測量超過所述第一閾值時使所述第一斷開裝置呈現開路。
3. 如請求項 2 之系統，其中所述第一測量是介於經感測之所述第一半串電壓和所述第二半串電壓之間的差異，且所述第一閾值是差異閾值。
4. 如請求項 2 之系統，其中所述第一測量是經感測之所述第一半串電壓之量值，且所述第一閾值是半串電壓閾值。
5. 如請求項 2 之系統，其中所述第一測量是經感測之電池串電壓之量值，且所述第一閾值是電池串電壓閾值。
6. 如請求項 1 之系統，其中所述第一斷開裝置是接觸器，且所述第二斷開裝置是高溫開關。
7. 如請求項 1 之系統，其進一步包括配電盤，其中包括所述第一斷開裝置的所述配電匯流排和所述失效安全過充電系統安置在所述配電盤上。
8. 一種用於充電電池串之方法，所述電池串包括電連接於中間點處之第一半串和第二半串，每一半串包括串聯連接之相應的複數個電池模組，每一電池模組包括相應的複數個電池胞元，所述方法包括：
經由失效安全過充電系統之第一斷開裝置以及電池管理系統之第二斷開裝置來充電所述電池串，所述第一斷開裝置以及所述第二斷開裝置兩者處於閉路狀態；
使用第一複數個感測器在充電期間測量分別橫跨所述電池串之全串電壓、橫跨所述第一半串之第一半串電壓以及橫跨所述第二半串之第二半串電壓；以及
在來自所述第一複數個感測器之感測器資料在所述充電期間指示非所欲的電狀態時，由所述失效安全過充電系統的處理器發出命令以使所述失效安全過充電系統的所述第一斷開裝置呈現開路，所述非所欲的電狀態會藉由停止充電來減緩；
使用第二複數個感測器感測所述複數個電池胞元的每一個的胞元電壓和溫度；
在來自所述第二複數個感測器之感測器資料在所述充電期間指示非所欲的電狀態時，由所述電池管理系統的處理器發送所述命令以使所述電池管理系統的所述第二斷開裝置呈現開路，所述非所欲的電狀態會藉由停止充電來減緩。
9. 如請求項 8 之方法，其進一步包含：
由所述失效安全過充電系統的所述處理器自所述感測器資料推導出第一測量；
由所述失效安全過充電系統的所述處理器比較所述第一測量和第一閾值；並且
由所述失效安全過充電系統的所述處理器發送所述命令以在所述第一測量超過所述第一閾值時使所述第一斷開裝置呈現開路。
10. 如請求項 9 之方法，其中所述第一測量是介於經感測之所述第一半串電壓和所述第二半串電壓之間的差異，且所述第一閾值是差異閾值。
11. 如請求項 9 之方法，其中比較所述第一測量和所述第一閾值包括：
比較經測量之所述全串電壓之量值和全串電壓閾值。
12. 如請求項 9 之方法，其中比較所述第一測量和所述第一閾值包括：
比較經測量之所述第一半串電壓之量值和第一半串電壓閾值。
13. 如請求項 9 之方法，其中比較所述第一測量和所述第一閾值包括：

比較經測量之所述第二半串電壓之量值和第二半串電壓閾值。

14. 如請求項 8 之方法，其中充電所述電池串包括啟用電池充電器，所述電池充電器經連接以經由所述第一斷開裝置而提供直流電到所述電池串。

15. 如請求項 8 之方法，其中充電所述電池串包括經由所述第一斷開裝置從馬達控制器供應直流電到所述電池串。

圖式簡單說明

特徵、功能及優點可在各種實施例中獨立地達成或可在其它實施例中加以組合。出於說明上述觀點及其它觀點之目的，將在下文中參考附圖描述各種實施例。此些圖式皆未按比例來繪製。

[圖 1]是示意混合電飛行器推進架構之圖式，其中單一推進器交替由引擎或馬達經由變速箱來驅動。

[圖 2]是示意具有四個電池串之電池多串架構之圖式，每一串由經過相應智能中間點電池斷開子系統而串聯連接之兩組四個電池模組來組成。

[圖 3]是示意單一電池模組和相關電池模組監測單元之圖式，其經連接且經配置以監測在電池模組內之個別電池胞元電壓。

[圖 4]是示意電池胞元過充電失效樹之圖式，其形成在本文所提出電池保護系統之一個實施例中所運用之邏輯基礎。

[圖 5A]是示意其中在電池充電期間電池串之所有電池模組在電池充電器調節電路失效之後保持電連接之情況之圖式。

[圖 5B]是示意其中具有八個模組（每一模組由多個電池胞元組成）之電池串之一個電池模組在電池充電期間已變為短路藉此使電池串中之其餘電池胞元受到過充電危險之情況之圖式。

[圖 6]是示意圖 2 所描述之系統之部分且辨識一般中間點電池斷開子系統之構件之圖式。此圖式包括指出其中單一電池模組或其一部分已經由於電池模組內部之短路而丟失之情況之符號。

[圖 7]是示意圖 6 所描述之短路電池模組之內部構件之圖式。

[圖 8]是示意一組電壓傳感器經設置以測量具有短路電池模組（如圖 5B 所描述）之電池串中之全串和半串電壓之圖式。

[圖 9]是示意混合電飛行器推進架構之圖式，其中配電盤包含失效安全裝置以提供獨立於電池管理系統之失效安全防止電池過充電。

[圖 10]是辨識依據一個實施例經連接到失效安全電池過充電保護電路之包含兩個電池串之電池系統和電池管理系統之構件之圖式。

[圖 11]是辨識依據一個所提出實施方式用於監測電池串和半串電壓以防止過充電之演算法之步驟之流程圖。

[圖 12]是辨識依據另一實施例經連接到失效安全電池過充電保護電路之包含兩個電池串之電池系統和電池管理系統之構件之圖式。此圖式包括指出其中電池半串模已經由於短路而丟失之情況之符號。

[圖 13]是示意經改善電池胞元過充電失效樹之圖式，其形成在本文所提出電池保護系統之另一實施例中所運用之邏輯基礎。

[圖 14]是示意圖 9 所描述類型之具有經納入個別負載中之另一層過電壓保護之混合電飛行器推進架構之圖式，其個別保護在負載之失效致使再生模式過度地增加電池電壓時予以調用。

[圖 15]是示意經電連接到馬達之馬達控制器且納入安全控制板以保護電池免於馬達在失效模式中所再生之電流之圖式。

在下文中將參看附圖，其中不同附圖中之類似元件具有相同之元件符號。

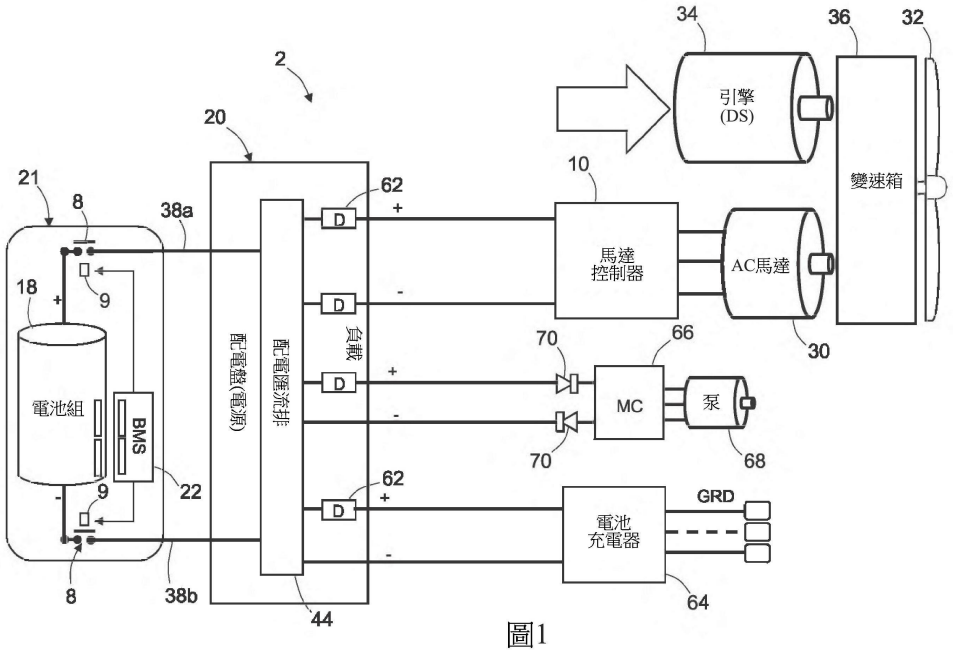

2
20
21
8
38a
18
9
電池組
BMS
22
38b
44
配電盤(電源)
配電匯流排
D
62
+
-
負載
10
馬達
控制器
引擎
(DS)
34
36
32
變速箱
AC馬達
30
70
66
MC
泵
68
電池
充電器
GRD
64

圖1

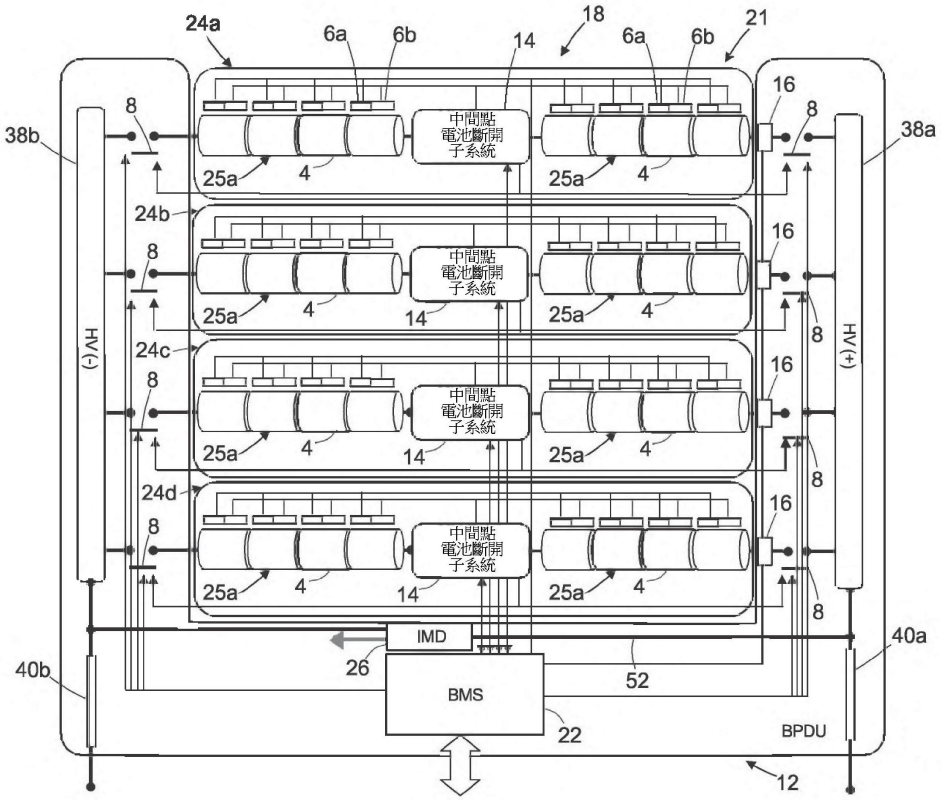

24a
6a
6b
14
18
21
16
38b
38a
24b
24c
24d
25a
4
中間點
電池斷開
子系統
HV(+)
IMD
26
BMS
22
52
40b
40a
BPDU
12

圖2

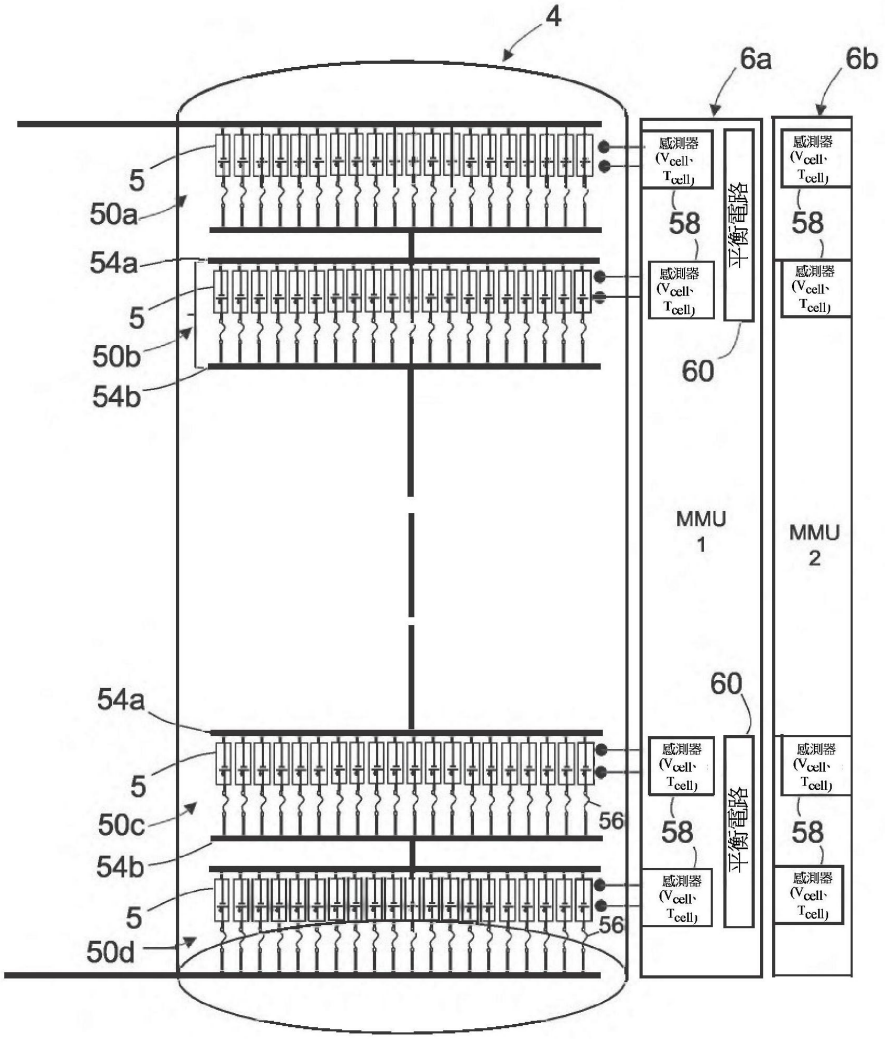

4
6a
6b
5
50a
54a
5
50b
54b
感測器
(V_{cell}、T_{cell})
58
平衡電路
60
MMU
1
MMU
2
54a
5
50c
54b
5
50d
56

圖3

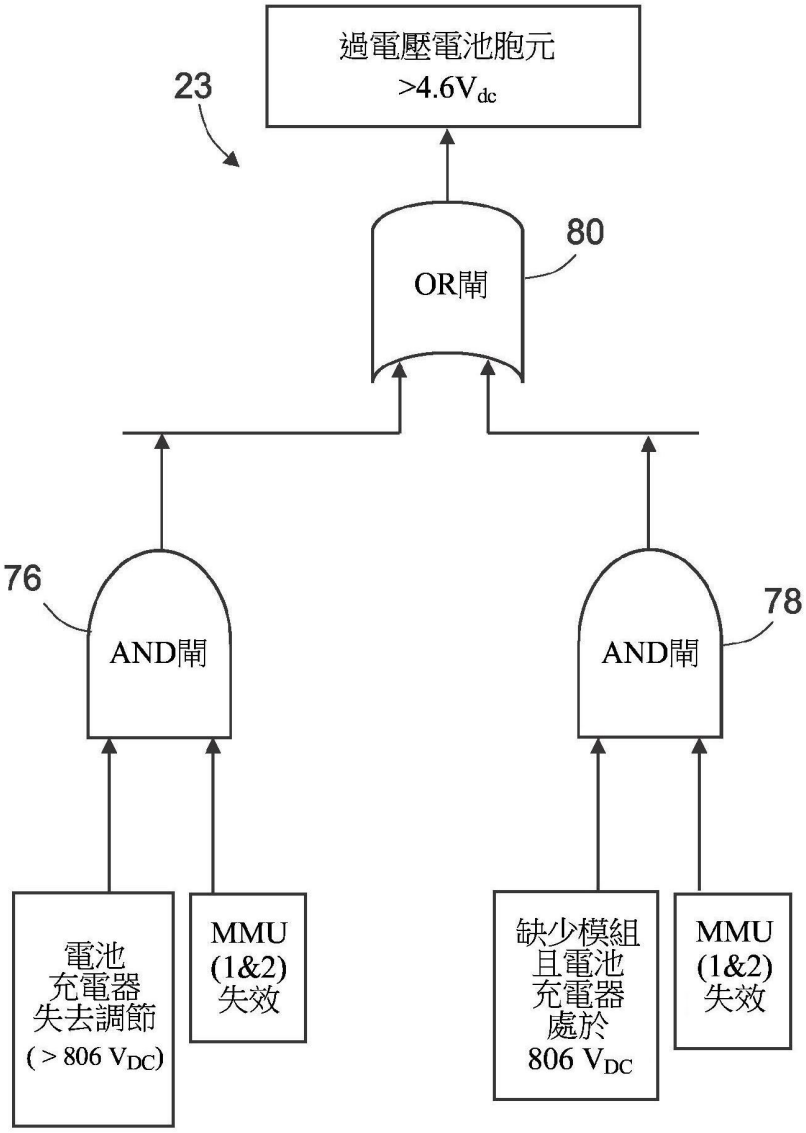

過電壓電池胞元
>4.6Vdc
23
80
OR閘
76
AND閘
78
AND閘
電池
充電器
失去調節
(> 806 VDC)
MMU
(1&2)
失效
缺少模組
且電池
充電器
處於
806 VDC
MMU
(1&2)
失效

圖4

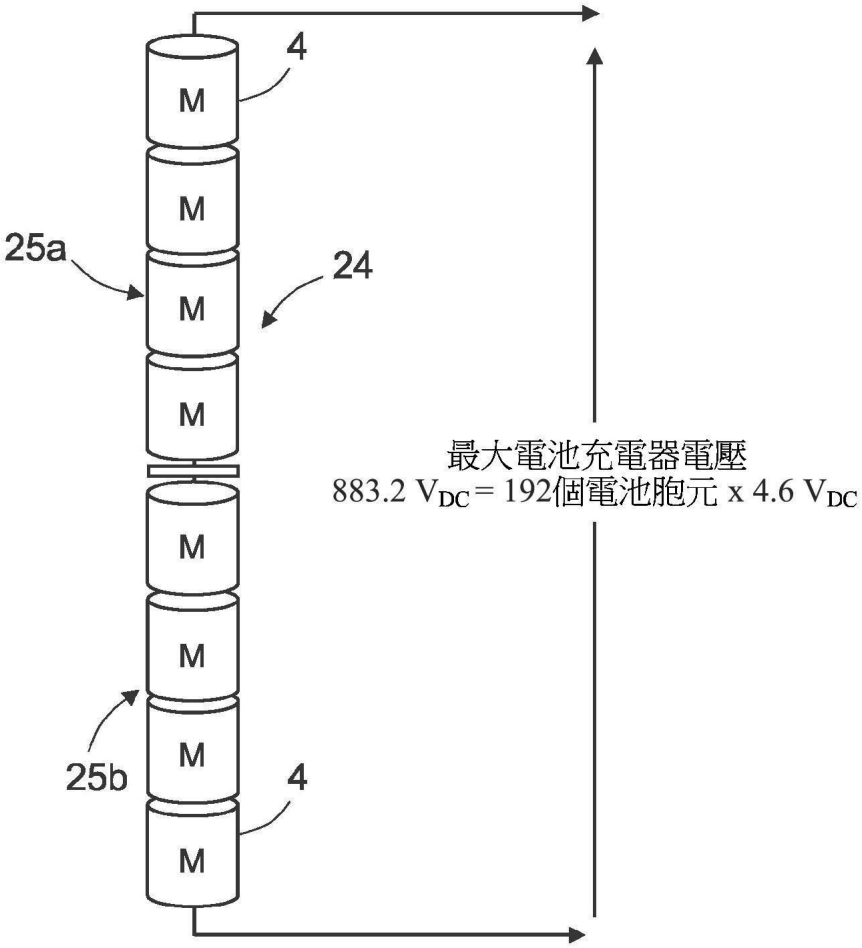


圖5A

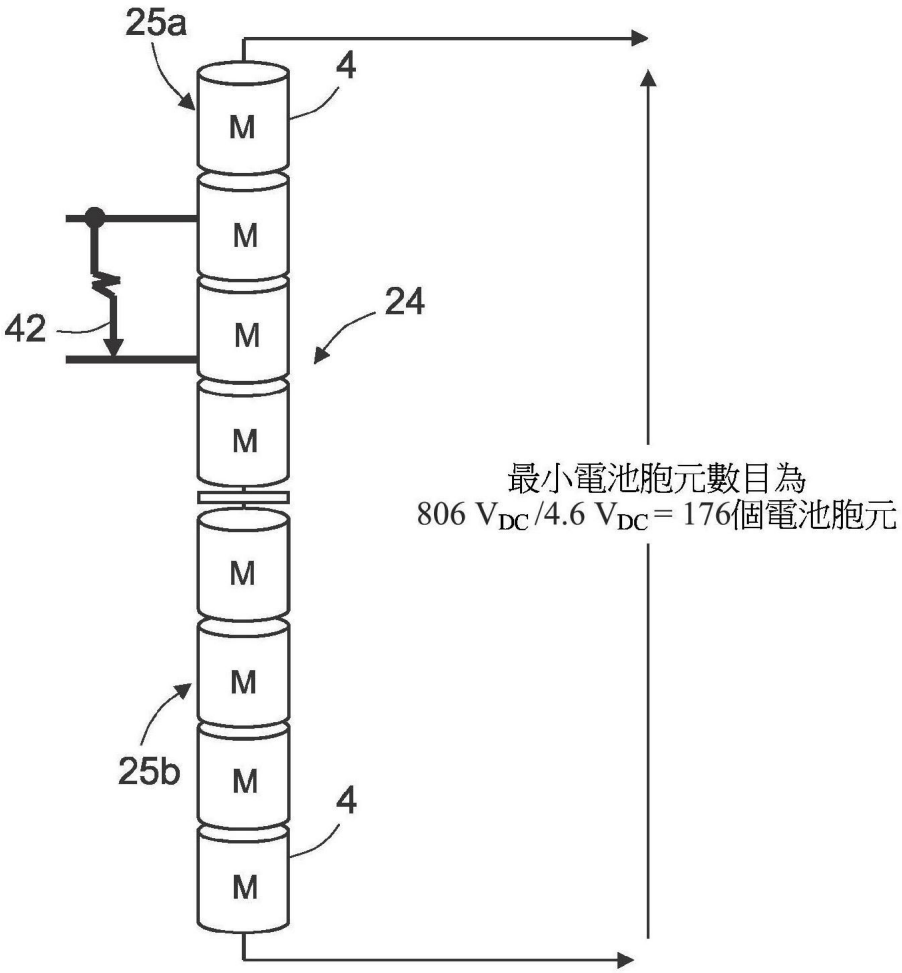


圖5B

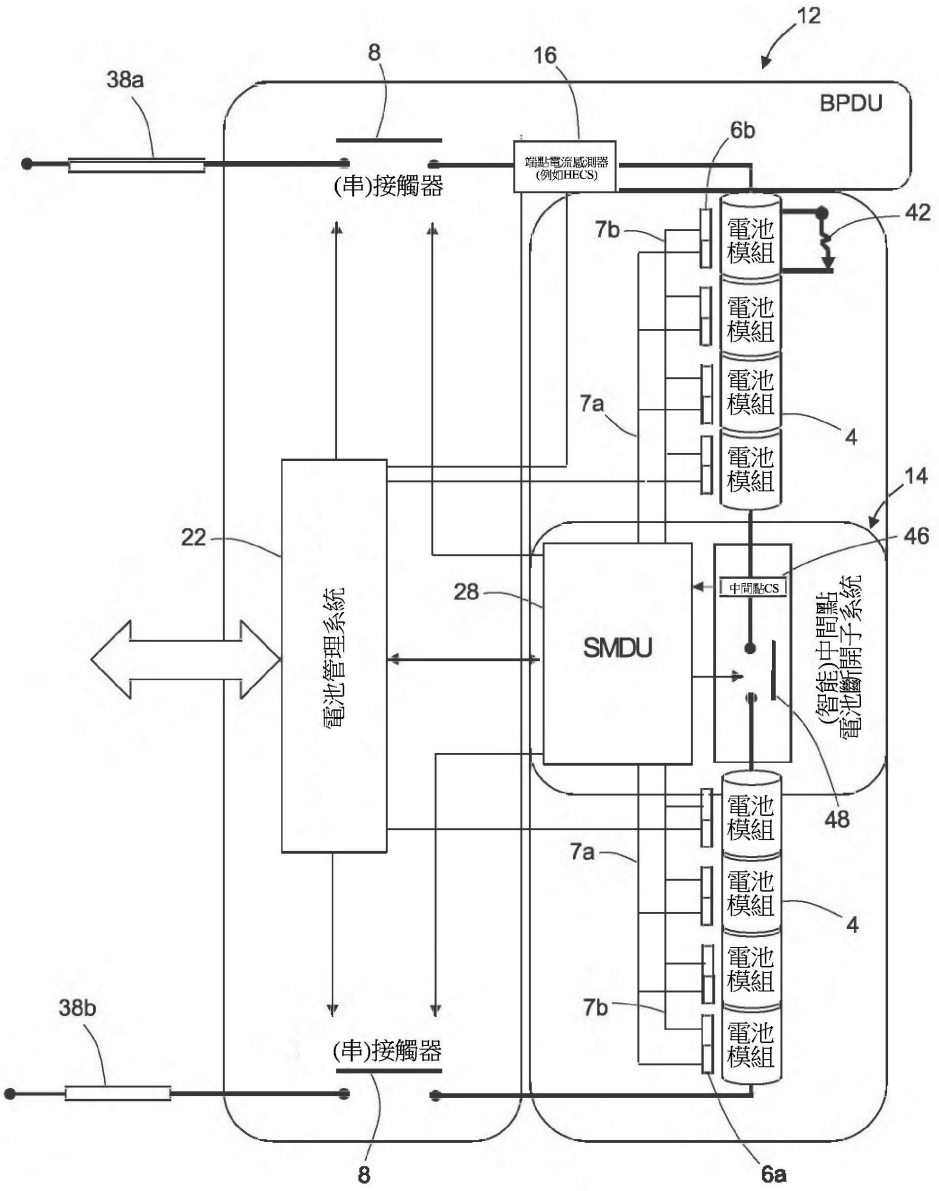

12
8
16
38a
BPDU
6b
端點電流感測器
(例如HECS)
(串)接觸器
42
7b
電池
模組
電池
模組
電池
模組
7a
4
電池
模組
14
22
46
28
SMDU
中間點CS
電池管理系統
(智能)中間點
電池斷開子系統
48
電池
模組
7a
電池
模組
4
電池
模組
38b
7b
電池
模組
(串)接觸器
8
6a

圖6

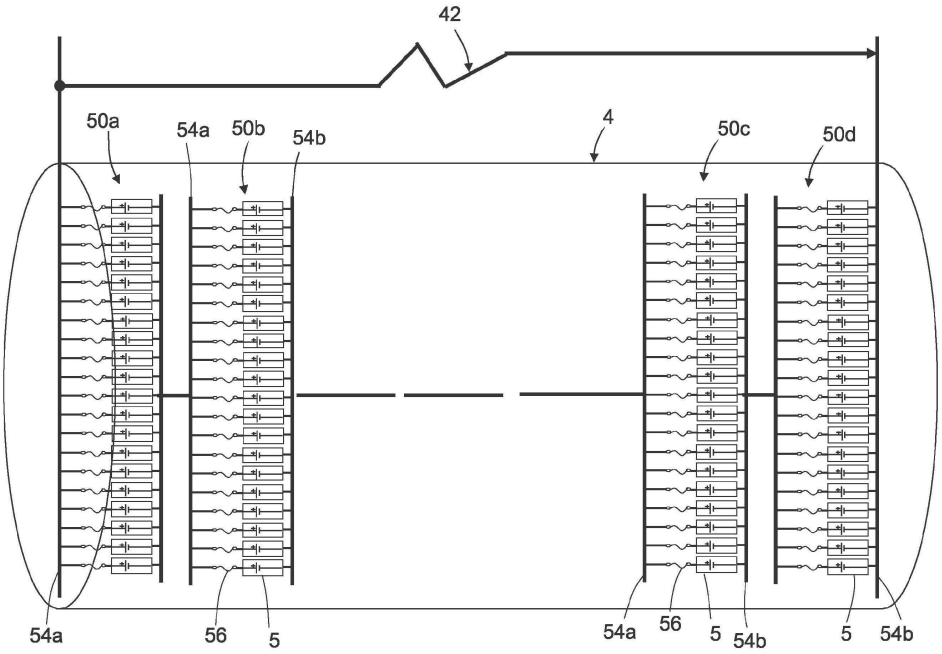


圖7

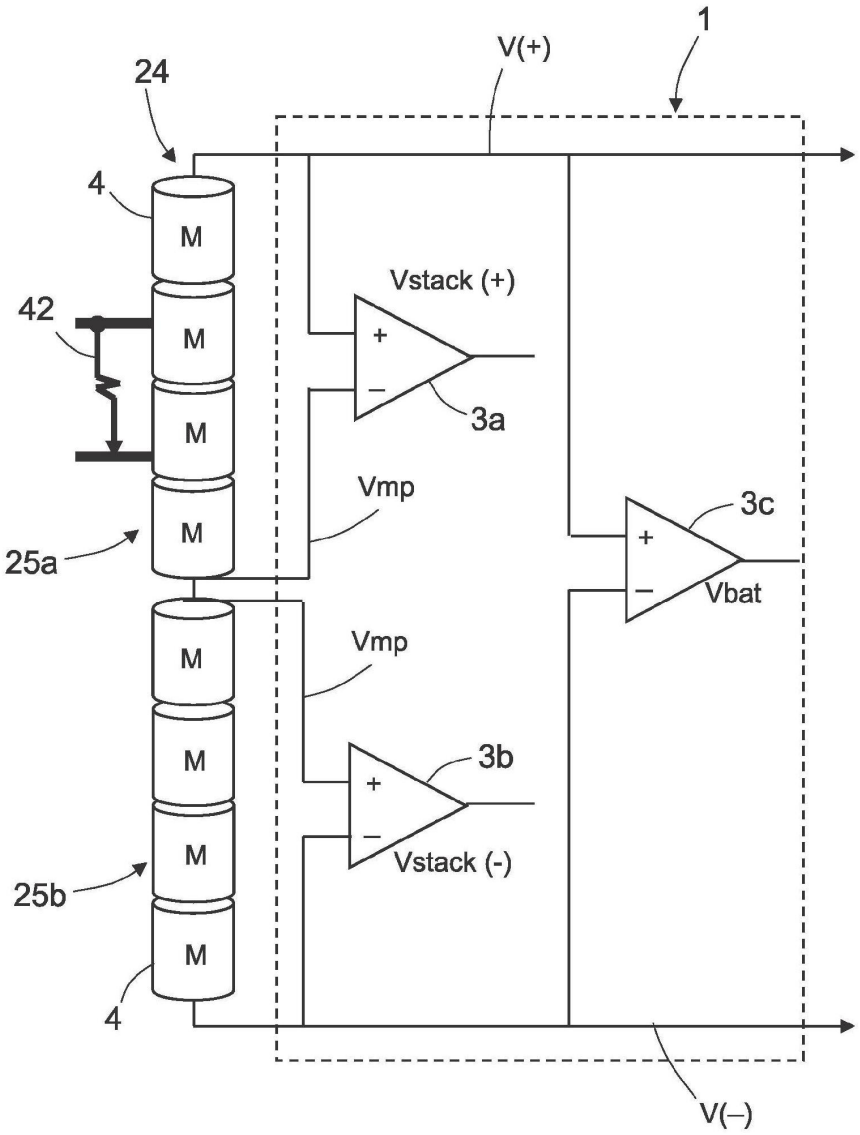

1
V(+)
24
4
M
M
M
M
42
Vstack (+)
+
–
3a
Vmp
3c
+
–
Vbat
25a
M
M
M
M
Vmp
3b
+
–
Vstack (-)
25b
M
M
4
V(–)

圖8

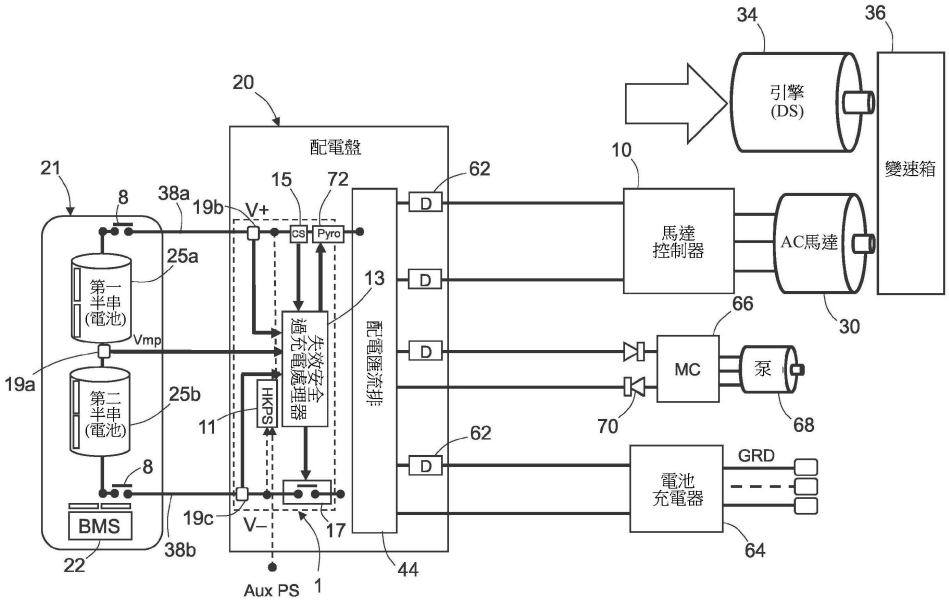

34
36
引擎
(DS)
變速箱
20
配電盤
21
8
38a
19b
V+
15
72
CS
Pyro
62
10
馬達
控制器
AC馬達
D
25a
第一
半串
(電池)
13
配電匯流排
66
Vmp
19a
MC
泵
第二
半串
(電池)
25b
11
HKPS
失效安全
過充電處理器
70
68
62
8
GRD
電池
充電器
BMS
19c
V–
17
64
22
38b
Aux PS
1
44

圖9

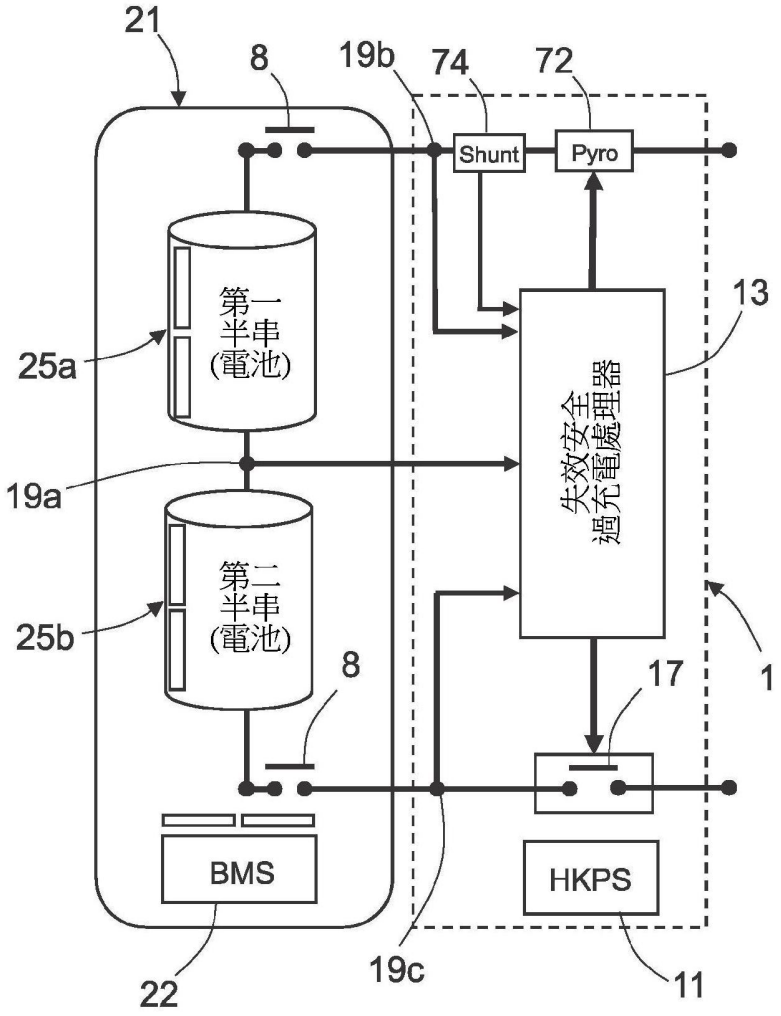

21
8
19b
74
72
Shunt
Pyro
第一
半串
(電池)
25a
13
失效安全
過充電處理器
19a
第二
半串
(電池)
25b
8
17
1
BMS
HKPS
22
19c
11

圖10

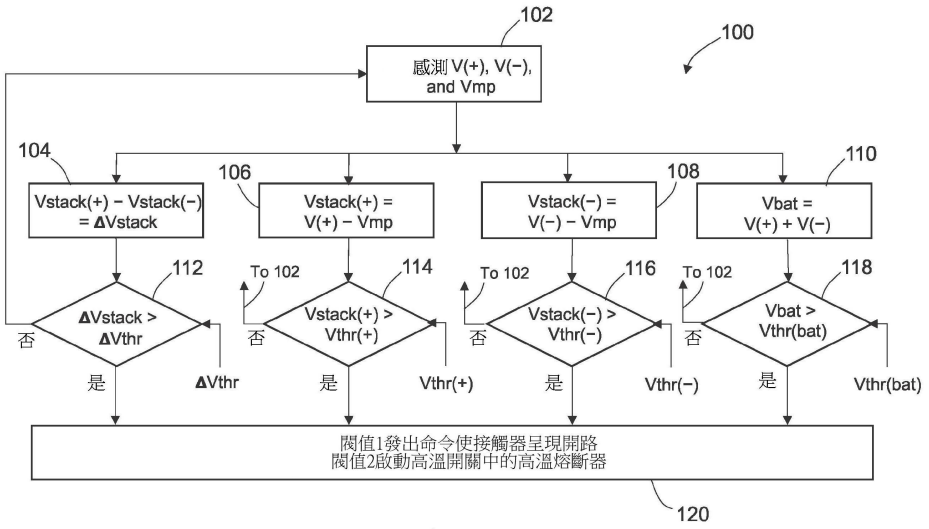

102
100
感測 V(+), V(−), and Vmp
104
106
108
110
Vstack(+) − Vstack(−) = ΔVstack
Vstack(+) = V(+) − Vmp
Vstack(−) = V(−) − Vmp
Vbat = V(+) + V(−)
112
114
116
118
To 102
ΔVstack > ΔVthr
Vstack(+) > Vthr(+)
Vstack(−) > Vthr(−)
Vbat > Vthr(bat)
否
是
ΔVthr
Vthr(+)
Vthr(−)
Vthr(bat)
閥值1發出命令使接觸器呈現開路
閥值2啟動高溫開關中的高溫熔斷器
120

圖11

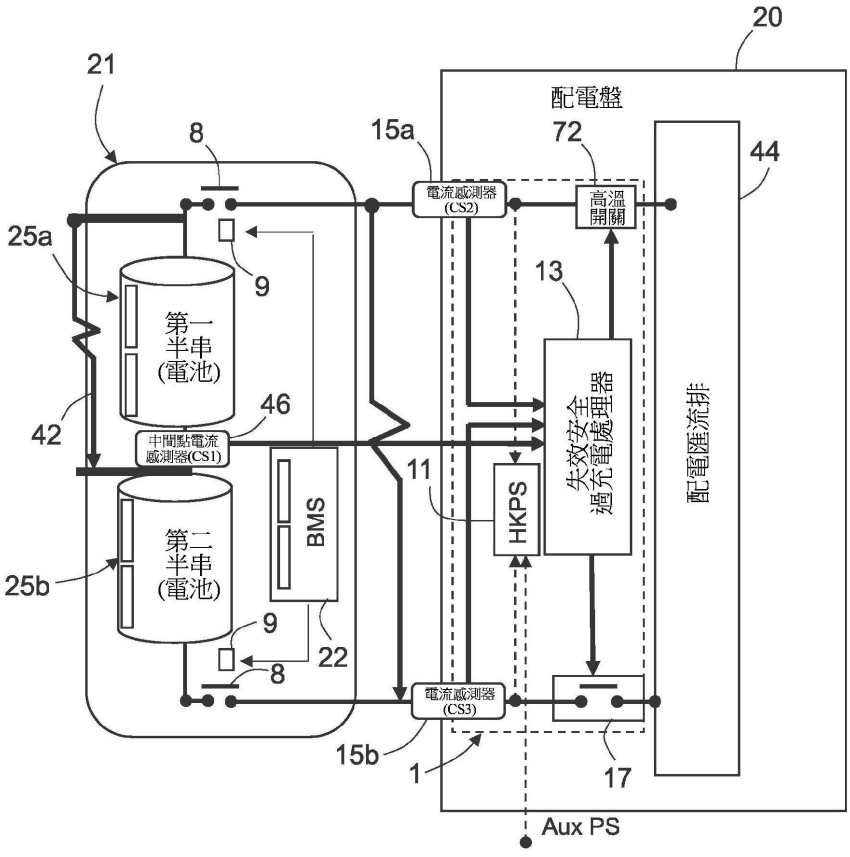

20
21
8
15a
72
44
配電盤
電流感測器 (CS2)
高溫開關
25a
9
13
第一半串 (電池)
42
46
中間點電流感測器(CS1)
失效安全過充電處理器
11
HKPS
BMS
配電匯流排
第二半串 (電池)
25b
9
22
8
電流感測器 (CS3)
15b
1
17
Aux PS

圖12

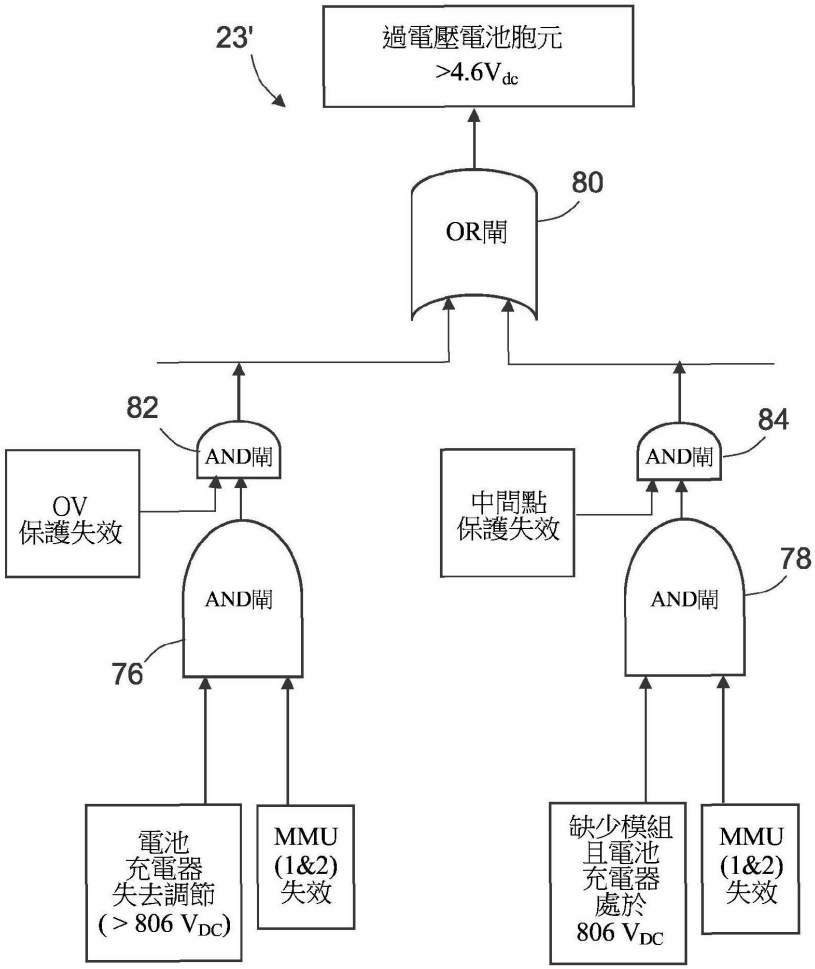

23'
過電壓電池胞元
>4.6Vdc
80
OR閘
82
AND閘
OV
保護失效
AND閘
76
84
AND閘
中間點
保護失效
AND閘
78
電池
充電器
失去調節
(> 806 VDC)
MMU
(1&2)
失效
缺少模組
且電池
充電器
處於
806 VDC
MMU
(1&2)
失效

圖13

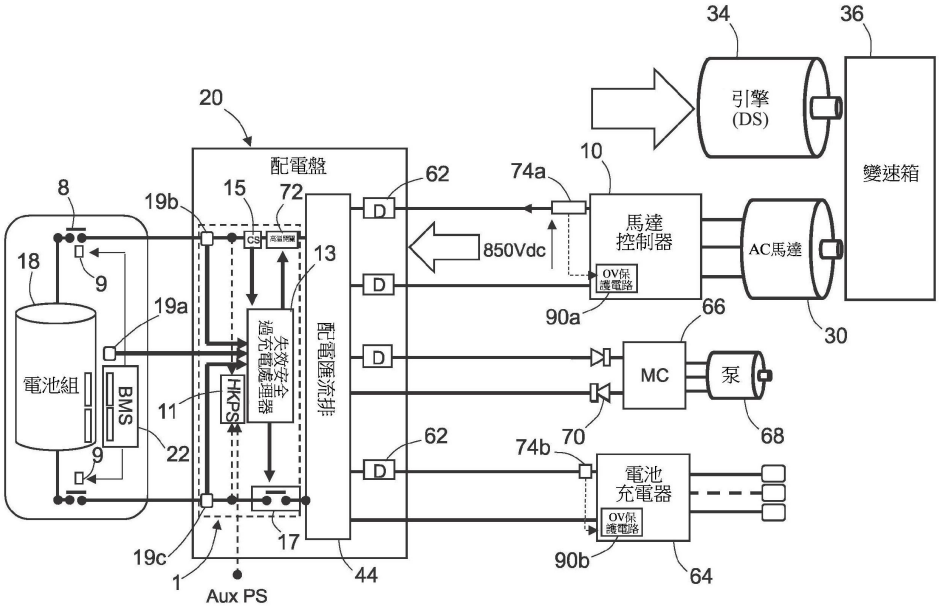

34
36
引擎
(DS)
變速箱
20
配電盤
62
74a
10
馬達
控制器
850Vdc
AC馬達
8
19b
15
72
13
18
9
19a
失效安全
過充電護理器
配電匯流排
OV保
護電路
90a
66
30
電池組
BMS
HKPS
11
22
MC
泵
70
68
62
74b
電池
充電器
OV保
護電路
19c
1
17
44
90b
64
Aux PS

圖14

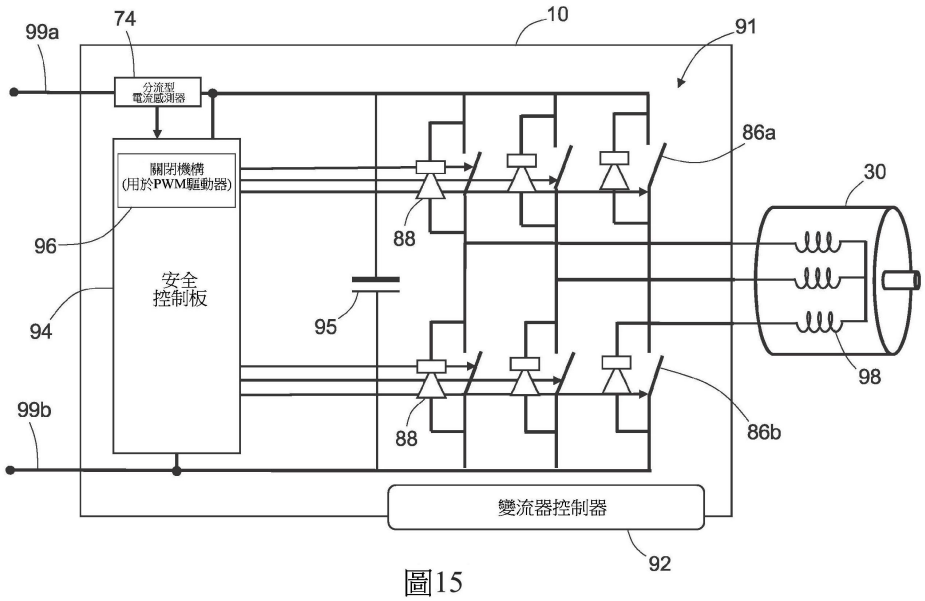

99a
74
10
91
分流型
電流感測器
關閉機構
(用於PWM驅動器)
86a
30
96
安全
控制板
88
94
95
98
99b
88
86b
變流器控制器
92

圖15