(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 114787639 A
(43)申请公布日 2022.07.22

(21)申请号 202080084651.7

(22)申请日 2020.11.30

(30)优先权数据
62/944,436 2019.12.06 US
63/049,918 2020.07.09 US
63/053,647 2020.07.19 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2022.06.06

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2020/062548 2020.11.30

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2021/113161 EN 2021.06.10

(71)申请人 张超迥
地址 美国德克萨斯

(72)发明人 张超迥

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司 72002
专利代理师 李隆涛

(51)Int.Cl.
G01R 1/04(2006.01)
G01R 31/382(2019.01)
G01R 31/396(2019.01)
H02J 7/00(2006.01)
G06F 1/26(2006.01)

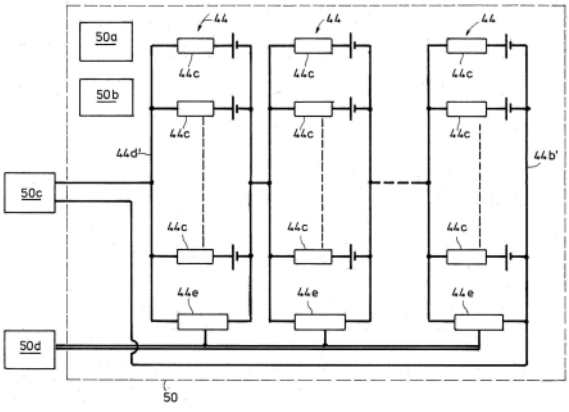
权利要求书12页 说明书25页 附图32页

(54)发明名称

用于使电池并联且串联地化成和测试的系统

(57)摘要

一种用于化成和测试电池的电路组件,电池被并联且串联连接,电路组件包括连接到每个电池的并联测试管理装置(PTMD)并包括串联的主继电器和电流传感器及与限流电阻器串联的辅助继电器,辅助继电器和限流电阻器与主继电器并联。通过将多个PTMD-电池组合和电压均衡器并联连接形成并联电池组群。多个并联电池组群串联连接。这种智能电池托盘取代笨重复杂的接合系统并显著减少对BTS通道和缆线的需求。老化机架监测智能电池托盘上的电池电压。均衡器和BTS同时传送电流通过电池。在充电和放电结束时,通过电池的电流和电流传感器两端的电压降大约为零。



CN 114787639 A

1.一种用于化成和测试电池的电路组件,包括:

电池测试系统(BTS),所述电池测试系统具有用于同时测试多个电池的通道;

用于每个电池的并联测试管理装置(PTMD),其中每个PTMD串联地连接到它对应的电池以形成PTMD-电池组合,PTMD包括:

用于连接到电池的主继电器或开关;

与主继电器串联连接的电流传感器或分流器;以及

与限流电阻器串联连接的辅助继电器,其中,辅助继电器和限流电阻器与主继电器并联;以及

用于使各PTMD-电池组合并联连接来形成并联PTMD-电池组群和用于将并联PTMD-电池组群连接到BTS通道的电路,

其中,BTS通道提供编程的电流、电压或功率,并且其中,电流以平衡的方式分配到每个电池。

2.如权利要求1所述的电路组件,还包括用于维持并联PTMD-电池组群中的每个电池两端的电压在期望的精度范围内大体相等的器具。

3.如权利要求1所述的电路组件,其中,电流传感器或分流器能够测量通过电池的均衡电流和所有其它电流,以精确测量和计算通过电池的电流和充电/放电容量。

4.如权利要求1所述的电路组件,其中,主继电器或开关能够隔离有问题的、比如短路的电池,并且其中,所述主继电器或开关能够连接和断开所述电流传感器以进行电流校准过程。

5.一种适于附接到电池并能够用于化成和测试电池的并联测试管理装置(PTMD),包括:

用于连接到电池的主继电器或开关;

与主继电器串联连接的电流传感器或分流器;以及

与限流电阻器串联连接的辅助继电器,其中,辅助继电器和限流电阻器与主继电器并联,并且

其中,PTMD能够提供电流切换、电流和电压测量、预均衡期间的电流限制以及电池保护。

6.一种用于连接到电池端子并能够用于化成和测试电池的并联测试管理装置(PTMD),包括:

主继电器、电流传感器、辅助继电器和限流电阻器,

其中,主继电器与电流传感器串联连接,其中,主继电器具有第一和第二端子,

其中,主继电器的第一端子用于连接到电池端子,

其中,主继电器的第二端子连接到电流传感器,

其中,辅助继电器和限流电阻器彼此串联并且与主继电器并联,

其中,辅助继电器具有第一和第二端子,其中,所述辅助的第一端子连接到主继电器的第一端子,

其中,限流电阻器具有第一和第二端子,其中,辅助继电器的第二端子连接到限流电阻器的第一端子,并且

其中,限流电阻器的第二端子连接到主继电器的第二端子。

7.如权利要求6所述的PTMD,其中,所述限流电阻器的第二端子连接到在所述主继电器的第二端子与所述电流传感器之间的连接器。

8.一种用于均衡并联连接的多个原始电池之间的电压来化成电池的方法,所述方法包括以下步骤:

将根据权利要求5至7中任一项所述的PTMD连接到每个电池;

将调节器连接到每个PTMD的电流传感器,其中,调节器提供用于对电池进行充电和放电的电流与电压源;以及

利用PTMD来使电池达到预平衡状况,其中,PTMD在预平衡电池的开始阶段期间限制电流。

9.一种用于均衡并联连接的多个电池之间的电压来化成和测试电池的方法,所述方法包括以下步骤:

将根据权利要求5至7中任一项所述的PTMD连接到每个电池以形成PTMD-电池组合;

将各PTMD-电池组合并联连接,以形成并联PTMD-电池组群;

将调节器连接到PTMD-电池组群,其中,调节器提供用于对电池进行充电和放电的电流与电压源;

将电压均衡器连接到并联PTMD-电池组群;

将均衡器电源连接到电压均衡器;以及

同时运行来自调节器和来自均衡器的电流通过所述多个电池。

10.如权利要求9所述的方法,还包括:使所述并联PTMD-电池组群中的两个或更多个串联连接,由此形成并联-串联电池组群。

11.如权利要求9或10所述的方法,还包括:将电池测试系统通道或充电/放电电流源连接到所述并联-串联电池组群,以使所有电池同时在相同电压下和在平衡电流分配下进行化成、测试和充电。

12.一种用于化成和测试多个电池的方法,所述多个电池并联且串联连接,所述方法包括以下步骤:

将根据权利要求5至7中任一项所述的PTMD连接到每个电池以形成PTMD-电池组合;

将各PTMD-电池组合并联连接,以形成并联电池组群;

将两个或更多个并联电池组群串联连接,由此形成并联-串联电池组群;

将电压均衡器连接到每个并联电池组群;

将均衡器电源连接到电压均衡器;

将调节器连接到并联-串联电池组群,其中,调节器提供用于对电池进行充电和放电的电流与电压源;以及

通过同时运行来自调节器和来自均衡器的电流通过所述多个电池,对电池进行化成和/或测试。

13.一种用于化成和测试多个电池的并联串联测试管理装置或PSTMD,所述多个电池并联且串联连接,所述PSTMD包括:

根据权利要求5至7中任一项所述的PTMD,PTMD用于连接到电池以形成PTMD-电池组合;

通过使各PTMD-电池组合并联连接形成的并联电池组群;

通过使两个或更多个并联电池组群串联连接形成的并联电池组群串联体;

连接到每个并联电池组群的电压均衡器;

连接到电压均衡器的均衡器电源;以及

连接到并联-串联电池组群的调节器,其中,PSTMD能够通过同时运行来自调节器和来自均衡器的电流通过所述多个电池对电池进行化成和/或测试。

14.一种用于化成和测试多个电池的并联串联测试管理装置或PSTMD,所述多个电池并联且串联连接,PSTMD包括:

根据权利要求5至7中任一项所述的PTMD,PTMD连接到每个电池以形成PTMD-电池组合;

通过使各PTMD-电池组合并联连接形成的并联PTMD-电池组群;以及

连接到并联PTMD-电池组群的电压均衡器。

15.一种用于在化成和测试多个电池中使用的串联测试管理装置或STMD,STMD包括:

用于串联连接到电池的电流传感器;

并联连接到电流传感器的电压均衡器,其中,电压均衡器通过电池连接到电流传感器。

16.一种用于对多个电池进行化成、测试和充电的装置,包括:

两个或更多个如权利要求15所述的STMD,所述两个或更多个STMD串联连接,由此形成串联电池组群;以及

电池测试系统通道(BTS通道)或调节器,所述电池测试系统通道或调节器提供充电/放电电流源,用于使组合中的所有电池同时在相同电压下和平衡电流分配下进行测试、化成和充电,其中,BTS通道或调节器连接到所述串联电池组群两端。

17.一种用于化成和测试多个电池的电路组件,所述电路组件包括:

电池测试系统(BTS),所述电池测试系统具有用于同时测试多个电池的通道;

用于每个电池的并联测试管理装置(PTMD),其中,每个PTMD串联地连接到它对应的电池以形成PTMD-电池组合,PTMD包括:

用于连接到电池的主继电器或开关,其中,主继电器或开关能够隔离有问题的电池;

与主继电器串联连接的电流传感器或分流器,并且其中,电流传感器或分流器能够测量通过电池的均衡电流和所有其它电流,以精确测量和计算通过电池的电流和充电/放电容量;以及

与限流电阻器串联连接的辅助继电器,其中,辅助继电器和限流电阻器与主继电器并联;

用于使各PTMD-电池组合并联连接来形成并联PTMD-电池组群和用于将并联PTMD-电池组群连接到BTS通道的电路,其中,BTS通道提供编程的电流、电压或功率,并且其中,电流以平衡的方式分配到所有电池;

其中,BTS通道连接到并联PTMD-电池组群,其中,BTS通道提供用于对电池进行充电和放电的电流与电压源。

18.如权利要求17所述的电路组件,还包括用于使两个或更多个并联PTMD-电池组群串联连接由此形成并联-串联电池组群的电路,以及连接到每个并联PTMD-电池组群的电压均衡器。

19.如权利要求18所述的电路组件,还包括连接到所述并联-串联电池组群的调节器。

20.一种用于化成和测试多个电池的方法,所述多个电池并联且串联连接,所述方法包括以下步骤:

组装根据权利要求17、18或19所述的部件和电路；

将PTMD连接到每个电池以形成PTMD-电池组合；

将各PTMD-电池组合并联连接，以形成并联PTMD-电池组群；

将两个或更多个并联PTMD-电池组群串联连接，以形成并联-串联电池组群；

将电压均衡器连接到每个并联PTMD-电池组群；

将均衡器电源连接到电压均衡器；

将BTS通道连接到并联-串联电池组群，其中，BTS通道提供用于对电池进行充电和放电的电流与电压源；以及

通过同时运行来自BTS和来自均衡器的电流通过所述多个电池，对电池进行化成和/或测试。

21.如权利要求20所述的方法，其中，利用电流控制过程来化成和测试所述电池，并且其中，将均衡器电压调整到使累积的均衡器电流达到接近于零的值的目标。

22.如权利要求20所述的方法，其中，利用恒定电压控制过程来化成和测试所述电池，并且其中，均衡器电压被设置为期望的值，并且其中，将BTS通道中的电流调整到使累积的均衡器电流达到接近于零的值的目标值。

23.如权利要求20所述的方法，其中，所述电压均衡器具有优于其全电压范围的0.1％的控制精度。

24.如权利要求23所述的方法，还包括在化成和测试电池期间在电池受化成和测试的全电压范围内协调BTS与电压均衡器。

25.如权利要求20所述的方法，其中，所述电压均衡器能够实现恒定电流(CC)、恒定电压(CV)和CC-CV功能而不影响CC向CV过渡期间的平稳性。

26.如权利要求20所述的方法，其中，电压均衡器所需的电流大致小于电池或并联电池组群测试所需电流的十分之一(1/10)。

27.如权利要求20所述的方法，还包括通过DC转DC转换器将所述电压均衡器与所述均衡器电源电隔离。

28.一种用于化成和测试多个电池的串联-并联测试模块(SPTM)，SPTM包括：

电路板或替代的器具，所述电路板或替代的器具用于接收和连接到多个电池，且用于接收电学部件，并且用于提供电学部件之间的以及电学部件与电池之间的电路；

用于每个电池的并联测试管理装置(PTMD)，其中，每个PTMD串联地连接到它对应的电池以形成PTMD-电池组合，PTMD包括：

用于连接到电池的主继电器或开关，其中，主继电器或开关能够隔离有问题的电池；

与主继电器串联连接的电流传感器或分流器，并且其中，电流传感器或分流器能够测量通过电池的均衡电流和所有其它电流，以精确测量和计算通过电池的电流和充电/放电容量；以及

与限流电阻器串联连接的辅助继电器，其中，辅助继电器和限流电阻器与主继电器并联；

用于使各PTMD-电池组合并联连接来形成并联PTMD-电池组群和用于将并联PTMD-电池组群连接到BTS通道或连接到稳定电源的电路，其中，BTS通道或稳定电源提供编程的电流、电压或功率，并且其中，电流以平衡的方式分配到每个电池；

连接到并联PTMD-电池组群的电压均衡器;以及

连接到电压均衡器的均衡器电源,

用于从外部源接收电流的电源端口,其中,BTS或调节器和电压均衡器电源连接到电源端口,

其中,BTS通道或调节器连接到每个PTMD,其中,BTS或调节器提供用于对电池进行充电和放电的电流与电压源,并且

其中,通过同时运行来自BTS或调节器和来自均衡器的电流通过所述多个电池,对电池进行化成和测试。

29.如权利要求28所述的SPTM,还包括连接到所述电路板或连接到所述替代的器具的通信端口。

30.如权利要求28所述的SPTM,还包括用于连接到电池的连接器。

31.如权利要求28所述的SPTM,还包括用于使各并联PTMD-电池组群串联连接的电路,其中,电压均衡器连接到每个并联PTMD-电池组群。

32.如权利要求31所述的SPTM,还包括用于连接到电池的连接器,

其中,电路板用于接收和连接到所述多个电池,且用于接收电学部件,并且用于提供电学部件之间的以及电学部件与电池之间的电路,

其中,所述电路板为矩形的并具有长度和宽度,其中,所述电路板具有沿着所述长度相反的第一端和第二端,

其中,电源端口和温度敏感型电学部件位于电路板的第一端处和附近,并且

其中,用于连接到电池的连接器位于电路板的第二端处和附近;

还包括热隔离器,所述热隔离器处在所述温度敏感型电学部件与所述用于连接到电池的连接器之间。

33.一种用于对电池进行化成、测试和充电的方法,包括:

将两个或更多个如权利要求28所述的SPTM串联连接;

将SPTM连接到BTS通道;以及

使来自BTS的电流传送通过电池,与此同时从均衡器传送电流通过电池。

34.一种用于化成和测试多个电池的集成串联-并联测试模块(ISPTM),ISPTM包括:

电路板,所述电路板用于接收和连接到所述多个电池,且用于接收电学部件,并且用于提供电学部件之间的以及电学部件与电池之间的电路;

用于连接到电池的连接器,其中,连接器连接到电路板;

电池测试系统(BTS),所述电池测试系统具有用于同时测试多个电池的通道或用于提供电流与电压充电和放电源的调节器;

用于每个电池的并联测试管理装置(PTMD),其中,每个PTMD串联地连接到它对应的电池以形成PTMD-电池组合,PTMD包括:

用于连接到电池的主继电器或开关,其中,主继电器或开关能够隔离有问题的电池;

与主继电器串联连接的电流传感器或分流器,并且其中,电流传感器或分流器能够测量通过电池的均衡电流和所有其它电流,以精确测量和计算通过电池的电流和充电/放电容量;以及

与限流电阻器串联连接的辅助继电器,其中,辅助继电器和限流电阻器与主继电器并

联；

用于使各PTMD-电池组合并联连接来形成并联PTMD-电池组群的电路；

连接到并联PTMD-电池组群的电压均衡器；

用于使各并联PTMD-电池组群串联连接由此形成并联-串联电池组群的电路，其中，电压均衡器连接到每个并联PTMD-电池组群；

连接到电压均衡器的均衡器电源；以及

用于从外部源接收电流的电源端口，其中，BTS和电压均衡器连接到电源端口，

其中，BTS通道连接到并联-串联电池组群，其中，BTS提供用于对电池进行充电和放电的电流与电压源，并且

其中，通过同时运行来自BTS和来自均衡器的电流通过所述多个电池，对电池进行化成和测试。

35.如权利要求34所述的ISPTM，其中，所述电路板为矩形的并具有长度和宽度，其中，所述电路板具有沿着所述长度相反的第一端和第二端，

其中，所述电源端口和温度敏感型电学部件位于电路板的第一端处和附近，并且

其中，用于连接到电池的连接器位于电路板的第二端处和附近；

还包括处在温度敏感型电学部件与用于连接到电池的连接器之间的热隔离器。

36.如权利要求34所述的ISPTM，还包括电池托盘，所述电池托盘操作地连接到所述电路板，用于接收和保持电池。

37.一种温度室，所述温度室包括箱，所述箱具有前侧，其中，所述前侧具有用于接收的多个槽或开口，其中，每个槽或开口能够容纳根据权利要求28所述的SPTM。

38.如权利要求37所述的温度室，还包括用于覆盖和密封任何未被SPTM填充的槽或开口的一个或多个盲板。

39.一种温度室，包括箱，所述箱具有前侧，其中，所述前侧具有用于接收的多个槽或开口，其中，每个槽或开口能够容纳根据权利要求33所述的ISPTM。

40.一种用于与储能装置比如超级电容器或电池包一起使用的串联-并联测试模块(SPTM)，SPTM包括：

电路板，所述电路板用于接收和连接到储能装置，且用于接收电学部件，并且用于提供电学部件之间的以及电学部件与储能装置之间的电路；

并联测试管理装置(PTMD)，所述并联测试管理装置串联地连接到储能装置，由此形成PTMD-装置组合，PTMD包括：

用于连接到储能装置的主继电器或开关；

与主继电器串联连接的电流传感器或分流器，并且其中，电流传感器或分流器能够测量通过储能装置的均衡电流和所有其它电流；以及

与限流电阻器串联连接的辅助继电器，其中，辅助继电器和限流电阻器与主继电器并联；

用于使两个或更多个PTMD-装置组合并联连接来形成并联装置组群的电路；

连接到并联装置组群的电压均衡器；以及

电源端口，所述电源端口用于接收外部输入并用于提供控制电源、用于电压均衡器的均衡器电源和充电/放电电流源，其中，电源端口与电路板集成，并且

其中,通过同时运行来自充电/放电电流源和来自均衡器的电流通过一个或多个储能装置,对所述一个或多个储能装置进行化成和测试,

优选地,其中,两个或更多个并联装置组群串联连接。

41.一种用于化成和测试多个电池的方法,所述多个电池并联且串联连接,所述方法包括以下步骤:

将根据权利要求5至7中任一项所述的PTMD连接到每个电池以形成PTMD-电池组合;

将各PTMD-电池组合并联连接,以形成并联电池组群;

将两个或更多个并联电池组群串联连接,以形成并联-串联电池组群;

将电压均衡器连接到每个并联电池组群;

将均衡器电源连接到电压均衡器;

将电池测试系统(BTS)或调节器连接到并联-串联电池组群,其中,BTS或调节器提供用于对电池进行充电和放电的电流与电压源;以及

通过同时运行来自调节器和来自均衡器的电流通过所述多个电池,对电池进行化成和/或测试。

42.如权利要求41所述的方法,还包括:利用CCCV充电和CCCV放电两者来测量电池容量和库仑效率,其中,CC代表恒定电流并且CV代表恒定电压。

43.如权利要求42所述的方法,其中,通过电池的电流在充电和放电结束时大约为零,并且其中,在充电和放电两者结束时,诸如继电器和分流器的电路电阻两端的电压降大约为零。

44.如权利要求43所述的方法,其中,在CCCV结束时所有电池电压大致相同,其中,在CCCV结束时荷电状态(SOC)大致相同,并且其中,SOC被表达为电池最大容量的百分比。

45.一种电感器模块,包括:

矩形的箱,所述矩形的箱包括至少一个分布式电感器,其中

分布式电感器包括串联连接在一起并操作地连接到印刷电路板的至少两个电感器和操作地连接到印刷电路板的大电流型插口。

46.如权利要求45所述的电感器模块,还包括风扇,所述风扇与箱接合用于传送空气通过箱。

47.如权利要求45所述的电感器模块,其中,接收在箱中的分布式电感器串联连接。

48.如权利要求45所述的电感器模块,还包括在箱上的外部连接器,所述外部连接器操作地连接到箱内的分布式电感器。

49.如权利要求45所述的电感器模块,其中,三个分布式电感器被接收在箱中,并且其中,每个分布式电感器包括串联连接在一起的六个电感器,还包括在箱上的外部连接器和与箱接合的风扇,所述外部连接器操作地连接到箱内的分布式电感器,并且所述风扇用于传送空气通过箱。

50.一种电源系统,包括:

接触器,所述接触器用于从电网接收电力;

连接到接触器的变压器;

根据权利要求45至49中任一项所述的第一电感器模块,第一电感器模块连接到变压器;以及

连接到第一电感器模块的第一逆变器模块。

51.如权利要求50所述的电源系统,还包括机柜和印刷电路板(PCB),其中,所述接触器、变压器、第一电感器模块和第一逆变器模块被接收在所述机柜中,其中,PCB被接收在所述机柜中并呈竖直取向,并且其中,第一逆变器模块连接到PCB。

52.如权利要求51所述的电源系统,还包括与PCB操作地接合的连接器,其中,PCB具有两个相反侧并且被设计和定尺寸为在连接器之间传导超过300安培的电流,其中,所述连接器位于PCB的所述相反侧中的每个上,并且其中,第一逆变器模块与所述连接器中的一个接合。

53.如权利要求52所述的电源系统,还包括:

根据权利要求45至49中任一项所述的第二电感器模块,第二电感器模块连接到变压器;和

连接到第二电感器模块的第一DCDC模块,其中,第二电感器模块和第一DCDC模块位于PCB的一侧上,所述PCB的一侧与第一电感器模块所位于的PCB的那侧相反,并且其中,第一DCDC模块插接到与PCB接合的所述连接器中的一个中。

54.如权利要求53所述的电源系统,其中,第一电感器模块定位成使得能够同时将第一逆变器模块插接到第一电感器模块中和PCB上的所述连接器中的一个中。

55.如权利要求54所述的电源系统,其中,所述DCDC模块、第一和第二电感器模块、第一逆变器模块、连接器和PCB定尺寸并设计为对多个电池进行充电和放电。

56.如权利要求55所述的电源系统,其中,在所述多个电池放电期间电力能够被传送到电网。

57.如权利要求56所述的电源系统,其中,所述机柜具有两列,还包括附加的电感器、逆变器和DCDC模块以及风扇,其中,所述风扇大致平行于PCB地抽入空气并大致垂直于PCB地排出空气。

58.一种大电流双极性型边缘连接器插口,包括:

第一和第二外部隔离器;

由导电材料构成的第一和第二片材,所述第一和第二片材被弯折和切割而具有基部和从基部延伸的多个弹簧指,其中,第一和第二片材的基部处在第一和第二隔离器之间;

在第一和第二片材的基部之间的内部隔离器,其中,第一和第二外部隔离器、第一和第二片材以及内部隔离器中的每个具有孔;以及

铆钉、螺钉或螺栓,所述铆钉、螺钉或螺栓穿过第一和第二外部隔离器、第一和第二片材以及内部隔离器中的孔,以将第一和第二外部隔离器、第一和第二片材以及内部隔离器保持在一起,

其中,第一和第二外部隔离器、内部隔离器以及铆钉、螺钉或螺栓选择并设计为防止正常工作电流在由导电材料构成的第一和第二片材的基部之间流动,

其中,第一第二片材取向成使得第一片材上的多个弹簧指朝向第二片材上的多个弹簧指延伸并与第二片材上的多个弹簧指接触,并且

其中,正常工作电流能够在所述第一片材上的多个弹簧指与所述第二片材上的多个弹簧指之间流动,但不能在由导电材料构成的第一片材的基部和第二片材的基部之间流动。

59.如权利要求58所述的边缘连接器插口,其中,由导电材料构成的第一和第二片材选

择和设计为允许超过100安培的电流在所述第一片材上的多个弹簧指与所述第二片材上的多个弹簧指之间流动。

60.一种电学组件,包括:

第一印刷电路板(PCB1);

两个或更多个根据权利要求58的边缘连接器插口;以及

在PCB1上或PCB1中的迹线,所述迹线提供所述两个或更多个边缘连接器插口之间的导电性。

61.如权利要求60所述的电学组件,其中,所述PCB1、迹线和由导电材料构成的第一和第二片材选择并设计为允许超过100安培的电流在所述第一片材上的多个弹簧指与所述第二片材上的多个弹簧指之间流动。

62.如权利要求61所述的电学组件,其中,PCB1具有相反的第一侧和第二侧,其中,第一侧和第二侧中的每个具有两个或更多个根据权利要求14所述的边缘连接器插口、在所述第一侧和第二侧中的每个上或每个中的迹线以及在第一侧与第二侧之间的过孔,所述过孔将迹线连接在一起,以提供第一侧和第二侧上的所有边缘连接器插口之间的导电性。

63.一种电池化成和测试系统,包括:

底架;

根据权利要求62所述的电学组件,所述电学组件被接收在所述底架中;以及

操作地连接到PCB1的电源系统,所述电源系统能够对多个电池进行充电和放电。

64.如权利要求63所述的电池化成和测试系统,其中,所述电源系统包括:

接触器,所述接触器用于从电网接收电力;

连接到接触器的变压器;

根据权利要求1所述的电感器模块,所述电感器模块连接到变压器;

连接到电感器模块的逆变器模块;以及

连接到逆变器模块的DCDC模块。

65.如权利要求64所述的电池化成和测试系统,还包括:

串联-并联测试模块(SPTM),其中,SPTM包括第二印刷电路板(PCB2)、在PCB2上的边缘连接器、在PCB2上的电子装置和部件,所述电子装置和部件提供控制和测量功能;以及

与PCB2操作地接合的多个电池连接器,其中,SPTM设计为容纳以多个电池,所述多个电池被串联且并联地连接在一起,以对电池进行化成和测试,

其中,在PCB2上的边缘连接器插接到所述边缘连接器插口中的一个中,

其中,电源系统提供具有正极性的直流电流到PCB2并从PCB2接收具有负极性的直流电流,

其中,在对电池进行化成和测试时,SPTM提供对所述多个电池的控制和安全监测。

66.一种用于在化成和测试电池期间保持多个电池的电池托盘,包括:

印刷电路板(PCB),所述印刷电路板具有相反的上侧和下侧并具有边缘;

在PCB的上侧上的多个电池保持部;

电子装置或部件,所述电子装置或部件通过PCB上或PCB中的迹线与所述多个电池保持部操作地接合,用于确定在化成和测试期间所述多个电池的参数的测量结果;以及

在PCB的边缘上的边缘连接器,其中,边缘连接器通过PCB上或PCB中的迹线与所述多个

电池保持部并与所述电子装置或部件操作地接合，

其中，每个电池保持部包括被设计和定尺寸来接合和保持电池的两个或更多个直立的弹簧指和被设计并定尺寸来与电池的一端接触的正极端子，并且其中，所述弹簧指用作电池保持部中保持的电池化成和测试用的负极端子。

67.如权利要求66所述的电池托盘，其中，所述边缘连接器具有相反的第一侧和第二侧，其中，每个正极端子操作地连接到第一侧，并且其中，每个负极端子操作地连接到第二侧。

68.如权利要求67所述的电池托盘，其中，每个电池保持部还包括环形磁体，所述环形磁体在所述弹簧指之间附接到PCB，其中，所述弹簧指使电池保持处于相对于PCB的上侧的直立位置，其中，所述环形磁体具有中心开口，并且其中，正极端子在PCB的上侧上位于所述中心开口内。

69.如权利要求68所述的电池托盘，其中，每个电池保持部还包括筒形管，所述筒形管附接到PCB、包围弹簧指并从PCB的上侧直立延伸，用于引导和支撑电池。

70.一种电池化成机架，包括：

机柜，所述机柜具有前侧、后侧、左侧和右侧以及多对导轨，其中，每对导轨中的一个在左侧的机柜中接收且另一个在机柜中被接收在右侧上；

双面印刷电路板(PCB)，所述双面印刷电路板呈竖直取向地接收在机柜中并将机柜分为前部和后部；

在PCB上的多个双极性大电流型边缘连接器插口，所述边缘连接器插口设计、定尺寸且定位为接收电池托盘上的边缘连接器，所述电池托盘接收在机柜的前部中的一对导轨中；以及

针对每对导轨的在机柜的后部中的控制、测量和均衡器(CME)模块，其中，PCB具有开口或连接器，使得电池托盘还能够连接到它对应的CME模块。

71.如权利要求70所述的电池化成机架，其中，接收在一对导轨中的电池托盘上的边缘连接器能够插接到所述边缘连接器插口中的一个中而同时还连接到所述CME模块中的一个。

72.一种电池老化机架，包括：

机柜，所述机柜具有前侧、后侧、左侧和右侧以及多对导轨，其中，每对导轨中的一个在左侧的机柜中接收且另一个在机柜中被接收在右侧上；以及

多个测量模块，其中，每个测量模块在机柜中位于所述后部附近且邻近每对导轨，用于接收和连接到电池托盘，以在电池已经化成和测试之后的一段时间内监测电池托盘中的电池。

73.如权利要求72所述的电池老化机架，其中，每个测量模块能够定期地测量连接到该测量模块的每个电池的电压。

74.一种电池化成和测试系统，包括：

电池化成机架，所述电池化成机架包括：

机柜，所述机柜具有前侧、后侧、左侧和右侧以及多对导轨，其中，每对导轨中的一个在左侧的机柜中接收且另一个在机柜中被接收在右侧上；

双面印刷电路板(PCB)，所述双面印刷电路板呈竖直取向地接收在机柜中并将机柜分

为前部和后部；

在PCB上的多个双极性大电流型边缘连接器插口，所述边缘连接器插口设计、定尺寸且定位为接收电池托盘上的边缘连接器，所述电池托盘接收在机柜的前部中的一对导轨中；以及

针对每对导轨的在机柜的后部中的控制、测量和均衡器(CME)模块，其中，PCB具有开口或连接器，使得电池托盘还能够连接到它对应的CME模块；以及

连接到电池化成机架的电源，其中，电源具有多个通道，并且其中，每个通道设计并定尺寸为提供超过20伏的、超过25安的和超过500瓦的输出；以及。

75.如权利要求74所述的电池化成和测试系统，还包括接收在一对导轨中的电池托盘，其中，所述电池托盘包括：

印刷电路板(PCB)，所述印刷电路板具有相反的上侧和下侧并具有边缘；

在PCB的上侧上的多个电池保持部；

电子装置或部件，所述电子装置或部件通过PCB上或PCB中的迹线与所述多个电池保持部操作地接合，用于确定在化成和测试期间所述多个电池的参数的测量结果；以及

在PCB的边缘上的边缘连接器，其中，边缘连接器通过PCB上或PCB中的迹线与所述多个电池保持部并与所述电子装置或部件操作地接合，其中，边缘连接器插接到针对所述搁板的对应的边缘连接器插口中，

其中，每个电池保持部包括被设计和定尺寸来接合和保持电池的两个或更多个直立的弹簧指和被设计和定尺寸来与电池的一端接触的正极端子，并且其中，弹簧指用作电池保持部中保持的电池化成和测试用的负极端子。

76.如权利要求75所述的电池化成和测试系统，其中，在电源通道与电池托盘被接收于的电池化成机架之间连接仅四根导线，并且其中，所述电池化成和测试系统能够对电池托盘中接收的多个电池进行化成和测试。

77.如权利要求74所述的电池化成和测试系统，其中，所述电源包括：

接触器，所述接触器用于从电网接收电力；

连接到接触器的变压器；

连接到变压器的第一电感器模块，其中，第一电感器模块包括矩形的箱，所述箱保持至少两个分布式电感器，其中，每个分布式电感器包括串联连接在一起并操作地连接到印刷电路板的至少三个个体电感器以及操作地连接到印刷电路板的大电流型插口；以及

连接到第一电感器模块的第一逆变器模块。

78.如权利要求77所述的电池化成和测试系统，还包括机柜和接收在机柜中的具有相反两侧的竖直印刷电路板(vPCB)以及在vPCB的相反两侧中的每个上与vPCB操作地接合的vPCB插口，其中，接触器、变压器、第一电感器模块和第一逆变器模块接收在机柜中，并且其中，第一逆变器模块连接到vPCB。

79.如权利要求78所述的电池化成和测试系统，还包括：

第二电感器模块，所述第二电感器模块包括分布的且单独的电感器；以及

连接到第二电感器模块的第一DCDC模块，其中，所述第二电感器模块和所述第一DCDC模块位于vPCB的一侧上，所述vPCB的一侧与第一电感器模块位于的vPCB的那侧相反，并且其中，第一DCDC模块插接到所述vPCB插口中的一个中。

80.如权利要求79所述的电池化成和测试系统，其中，所述第一电感器模块定位成使得能够同时将第一逆变器模块插接到第一电感器模块中和所述vPCB插口中的一个中。

81.如权利要求79所述的电池化成和测试系统，其中，所述DCDC模块、第一和第二电感器模块、第一逆变器模块、vPCB和vPCB插口定尺寸并设计为对多个电池进行充电和放电，并且其中，在所述多个电池放电期间电力能够被传送到电网。

82.如权利要求79所述的电池化成和测试系统，还包括针对每个电池化成机架的至少一个电池老化机架，所述电池老化机架包括：

机柜，所述机柜具有前侧、后侧、左侧和右侧以及多对导轨，其中，每对导轨中的一个在左侧的机柜中接收且另一个在机柜中被接收在右侧上；以及

多个测量模块，其中，每个测量模块在机柜中位于后部附近且邻近每对导轨，用于接收和连接到电池托盘，以在电池已经化成和测试之后的一段时间内监测电池托盘中的电池，其中，每个测量模块能够定期地测量连接到该测量模块的每个电池的电压。

用于使电池并联且串联地化成和测试的系统

[0001] 用于使电池并联且串联地化成和测试的系统

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 本申请要求于2019年12月6日提交的美国临时专利申请号62/944,436、于2020年7月9日提交的美国临时专利申请号63/049,918和于2020年7月19日提交的美国临时专利申请号63/053,647的优先权和权益。

[0004] 发明背景

1.发明领域

[0005] 本专利申请涉及电池化成和测试,且更具体地涉及对既呈并联配置也呈串联配置布置的电池进行化成和测试。

[0006] 2.相关技术的描述

[0007] 电池越来越频繁地用在人们的日常生活中。电池在使用前一般需要进行测试,以确定电池是否达标。对电池的测试包括控制和测量电流、电压、内阻、容量、过充电和过放电。电池生产过程的一部分包括电池的最终化成和分选。本发明人的美国专利号6,291,972题为“System for Battery Formation,Charging,Discharging and Equalization”,其教导了对于化成和测试电池的构思,并且该美国专利的全部内容以引用的方式被并入用于所有目的。非常大量的电池被制造并需要进行测试,因此需要更快且更高效的测试。

发明内容

[0008] 本发明的一个实施例提供一种用于化成和测试电池的电路组件,所述电路组件包括:电池测试系统(BTS),所述电池测试系统具有用于同时测试多个电池的通道;用于每个电池的并联测试管理装置(PTMD),其中每个PTMD串联地连接到它对应的电池以形成PTMD-电池组合。PTMD包括:用于连接到电池的主继电器或开关;与主继电器串联连接的电流传感器或分流器;以及与限流电阻器串联连接的辅助继电器,其中辅助继电器和限流电阻器与主继电器并联。电路将各PTMD-电池组合并联连接以形成并联PTMD-电池组群,并且电路将各并联PTMD-电池组群连接到BTS通道,BTS通道向各电池提供编程的电流、电压或功率。电流以平衡的方式分配到每个电池。

[0009] 本发明的一个实施例提供一种并联测试管理装置(PTMD),所述并联测试管理装置附接到电池用于化成和测试电池。PTMD包括:连接到电池的主继电器或开关;与主继电器串联连接的电流传感器;以及辅助继电器与限流电阻器串联连接,所述辅助继电器和限流电阻器与主继电器并联。PTMD能够提供电流切换、电流和电压测量、预均衡期间的电流限制以及电池保护。

[0010] 本发明的另一个实施例提供一种用于均衡并联连接的多个电池之间的电压来化成和测试电池的方法。方法包括:将根据本发明的PTMD连接到每个电池以形成PTMD-电池组合;将各PTMD-电池组合并联连接以形成并联PTMD-电池组群;将调节器连接到并联PTMD-电池-组群,其中调节器提供用于对电池进行充电和放电的电流与电压源;将电压均衡器连接

到并联PTMD-电池组群;将均衡器电源连接到电压均衡器;以及使来自调节器和来自均衡器的电流同时通过所述多个电池。

[0011] 本发明的又一实施例提供一种用于化成和测试多个电池的方法,所述多个电池以并联且串联的方式连接,所述方法包括:将根据本发明的PTMD连接到每个电池以形成PTMD-电池组合;将各PTMD-电池组合并联连接以形成并联电池组群;将多个并联电池组群串联连接以形成并联-串联电池组群;将电压均衡器连接到每个并联电池组群;将均衡器电源连接到电压均衡器;将调节器连接到并联-串联电池组群;以及通过同时运行来自调节器和均衡器的电流通过多个电池,对电池进行化成和/或测试。优选利用CCCV充电和CCCV放电两者来测量电池容量和库仑效率。通过电池的电流优选地在充电和放电结束时约为零,并且电路电阻(比如铜迹线、继电器和电流传感器)两端的电压降优选地在充电和放电结束时约为零。本发明的另一个实施例是用于化成和测试单个电池的串联测试管理装置(STMD)。电流传感器连接到电池的一个端子。STMD包括与电池串联连接的电流传感器和与电流传感器-电池串联体并联的均衡器。电压均衡器连接在电流传感器与电池的另一端子之间,由此形成包括电池、电流传感器和电压均衡器的电路。STMD不具有PTMD,但具有与电池串联的传感器/分流器并具有与分流器和电池的串联体连接的均衡器。

[0012] 本发明还提供一种用于化成和测试多个电池的并联串联测试管理装置或PSTMD,所述多个电池以并联且串联的方式连接。PSTMD包括:根据本发明的PTMD,所述PTMD用于连接到电池以形成PTMD-电池组合;以及通过使各PTMD-电池组合并联连接形成的并联PTMD-电池组群。通过使两个或更多个并联电池组群串联连接形成的并联电池组群串联体,形成并联-串联电池组群;连接到每个并联电池组群的电压均衡器;连接到电压均衡器的均衡器电源;以及连接到并联-串联电池组群的调节器。通过同时运行来自调节器和均衡器的电流通过所述多个电池来进行电池测试和化成。

[0013] 本发明还提供一种用于化成和测试多个电池的串联-并联测试模块(SPTM)。SPTM包括:电路板,所述电路板用于接收和连接到多个电池,并用于接收电学部件,并且用于提供电学部件之间的以及电学部件与电池之间的电路;用于每个电池的并联测试管理装置(PTMD),其中每个PTMD串联地连接到它对应的电池以形成PTMD-电池组合,PTMD包括:用于连接到电池的主继电器或开关,其中主继电器或开关能够隔离有问题的电池;与主继电器串联连接的电流传感器或分流器,其中主继电器位于电池与电流传感器之间,并且其中电流传感器或分流器能够测量通过电池的均衡电流和所有其它电流,以精确测量和计算通过电池的电流和充电/放电容量;以及与限流电阻器串联连接的辅助继电器,其中辅助继电器和限流电阻器与主继电器并联。电路被包括,用于使各PTMD-电池组合并联连接以形成并联PTMD-电池组群,并且用于使各并联PTMD-电池组群连接到BTS通道或连接到调节器,其中BTS通道或调节器提供编程的电流、电压或功率,并且其中电流以平衡的方式分配到每个电池。电压均衡器连接到并联PTMD-电池组群,并且均衡器电源连接到电压均衡器。BTS或调节器以及电压均衡器电源被连接到电源端口。通过同时运行来自BTS或调节器和来自均衡器的电流通过多个电池,对电池进行化成和测试。

[0014] 在另一个实施例中,本发明提供一种用于化成和测试多个电池的集成串联-并联测试模块(ISPTM)。ISPTM包括:电路板,所述电路板用于接收和连接到多个电池,并用于接收电学部件,并且用于提供电学部件之间的以及电学部件与电池之间的电路;用于连接到

电池的连接器,其中连接器连接到电路板;电池测试系统(BTS),所述电池测试系统具有用于同时测试多个电池的通道或用于提供电流和电压充电和放电源的调节器;用于每个电池的并联测试管理装置(PTMD),其中每个PTMD串联地连接到它对应的电池以形成PTMD-电池组合;用于使各PTMD-电池组合并联连接而形成并联PTMD-电池组群的电路;连接到并联PTMD-电池组群的电压均衡器;用于使各并联PTMD-电池组群串联连接由此形成并联-串联电池组群的电路,其中电压均衡器连接到每个并联PTMD-电池组群;连接到电压均衡器的均衡器电源;以及用于从外部源接收电流的电源端口,其中BTS和电压均衡器连接到电源端口,其中BTS通道连接到并联-串联电池组群,其中BTS提供用于对电池进行充电和放电的电流与电压源,并且其中通过同时运行来自BTS和来自均衡器的电流通过多个电池,对电池进行化成和测试。PTMD包括:用于连接到电池的主继电器或开关,其中主继电器或开关能够隔离有问题的电池;与主继电器串联连接的电流传感器或分流器,并且其中电流传感器或分流器能够测量通过电池的均衡电流和所有其它电流,以精确测量和计算通过电池的电流和充电/放电容量;以及与限流电阻器串联连接的辅助继电器,其中辅助继电器和限流电阻器与主继电器并联。

[0015] 本发明在另一个实施例中提供一种用于电池测试系统的电感器模块,所述电感器模块包括模块箱,所述模块箱保持至少一个或两个分布式电感器,所述分布式电感器包括串联连接在一起的至少两个或三个单体电感器。分布式电感器连接到印刷电路板,所述印刷电路板具有用于接收电流的大电流型插口。分布式电感器优选地串联连接,并且优选地包括风扇以传送空气通过箱。典型地,三个分布式电感器被接收在箱中,所述三个分布式电感器中的每个优选地包括串联连接在一起的六个电感器,并且箱上设置有用于连接到分布式电感器的外部连接器。

[0016] 在电池测试系统或电源系统中使用所述电感器模块,所述电池测试系统或电源系统包括:用于从电网接收电力的接触器;连接到接触器的变压器;连接到变压器的电感器模块;以及连接到电感器模块的逆变器模块。优选地,以上设备被接收在机柜中,所述机柜具有竖直的印刷电路板,所述竖直的印刷电路板优选地在板的每侧上都具有大电流型插口,模块可插接到所述大电流型插口中。第二电感器模块优选地也接收在机柜中;并且,DCDC模块优选地连接到第二电感器模块并插接到PCB上的一个大电流型插口中。第二电感器模块优选地在机柜中被固定在允许同时将DCDC模块插接到第二电感器模块中和大电流型插口中的位置。电池测试系统优选地定尺寸且设计为对多个电池进行充电并在电池放电时将电流传送到电网。

[0017] 本发明还提供一种大电流双极性型边缘连接器插口,所述边缘连接器插口包括:第一和第二外部隔离器;由导电材料构成的第一和第二片材,第一和第二片材被弯折和切割而具有基部和从基部延伸的多个弹簧指/弹性引脚(spring finger),其中第一和第二片材的基部处在第一和第二隔离器之间;内部隔离器处在第一和第二片材的基部之间,其中第一和第二外部隔离器、第一和第二片材以及内部隔离器中的每个都具有孔、优选地两个;以及铆钉、螺钉或螺栓穿过前述所有部件中的孔以将部件紧固在一起。第一片材上的弹簧指接触第二片材上的弹簧指以允许电流流过弹簧指,但第一和第二片材的基部相互隔离,使得电流只能从一组弹簧指流到另一组弹簧指,由此为边缘连接器插口提供双极性能力。印刷电路板上的边缘连接器被推入两组弹簧指之间,由此允许正直流电流通过一组弹簧指

流入边缘连接器的一侧且负直流电流从边缘连接器的另一侧流出进入另一组弹簧指。

[0018] 本发明的另一个实施例是一种用于在电池化成和测试期间保持多个电池的智能电池托盘，所述智能电池托盘包括：印刷电路板(PCB)，所述印刷电路板具有相反的上侧和下侧以及边缘；在PCB的上侧上的多个电池保持部；电子装置或部件，所述电子装置或部件通过PCB上或PCB中的迹线与所述多个电池保持部操作地接合，用于在化成和测试期间测量电池的参数；以及在PCB的边缘上的边缘连接器，其中边缘连接器通过PCB上或PCB中的迹线与所述多个电池保持部以及与所述电子装置或部件操作地接合。优选地，每个电池保持部具有用于保持和接合电池的两个或更多个直立的弹簧指，所述直立的弹簧指还用作负极端子，并且每个电池保持部具有用于与电池的一端接触的正极端子。边缘连接器优选地具有相反的第一侧和第二侧，每个正极端子连接到第一侧，并且每个负极端子连接到第二侧。电池优选地以电池的下端接触正极端子且弹簧指接触电池的筒形外壳(其是负极端子)的直立姿势接收在电池保持部中。

[0019] 本发明在另一实施例中提供一种电池化成机架，所述电池化成机架包括：机柜，所述机柜具有前侧、后侧、左侧和右侧以及多对导轨，其中每对导轨中的一个在左侧的机柜中接收且另一个在机柜中被接收在右侧上；双面印刷电路板(PCB)，所述双面印刷电路板呈竖直取向地接收在机柜中并将机柜分为前部和后部；在PCB上的多个双极性大电流型边缘连接器插口，所述边缘连接器插口设计、定尺寸且定位为接收电池托盘上的边缘连接器，所述电池托盘接收在机柜的前部中的一对导轨中；以及针对每对导轨的在机柜的后部中的控制、测量和均衡器(CME)模块，其中PCB具有开口或连接器使得电池托盘可还连接到它对应的CME模块。电池化成机架优选地在每对导轨中接收智能电池托盘(比如以上描述的)，其中电池托盘上的边缘连接器插接到边缘连接器插口中。通过除去带有边缘连接器插口的PCB并以测量模块代替CME模块，机柜还可用作电池老化机架，其中测量模块可用于监测电池在经过期望时间量的老化时的各种参数。在电池已化成和测试之后，电池托盘可从化成机架移动到电池老化机架，以定期测量每个电池的电压，例如以检查是否有异常电量下降。

[0020] 本发明在另一个实施例中提供一种电池化成和测试系统，所述电池化成和测试系统包括：具有多个通道的电源，其中每个通道设计并定尺寸为提供超过20伏的、超过25安的及超过500瓦的输出，优选地超过100伏的、超过1000安的及超过100,000瓦的输出；和用于所述多个通道中的每个的电池化成机架，其中每个电池化成机架操作地连接到它对应的通道。一种电池化成机架，包括：机柜，所述机柜具有前侧、后侧、左侧和右侧以及多对导轨，其中每对导轨中的一个在左侧的机柜中接收且另一个在机柜中被接收在右侧上；双面印刷电路板(PCB)，所述双面印刷电路板呈竖直取向地接收在机柜中并将机柜分为前部和后部；在PCB上的多个双极性大电流型边缘连接器插口，所述边缘连接器插口设计、定尺寸且定位为接收电池托盘上的边缘连接器，所述电池托盘在机柜的前部中接收在一对导轨中；以及针对每对导轨的在机柜的后部中的控制、测量和均衡器(CME)模块，其中PCB具有开口或连接器使得电池托盘可还连接到它对应的CME模块。

[0021] 电池化成和测试系统使用本文中公开的串联-并联技术用于对多个电池进行化成和测试。多个电池优选地处在如上所述的智能电池托盘上，所述智能电池托盘接收在一对导轨中并插接到边缘连接器插口中。优选地，在电源通道和电池化成机架之间仅需要四根导线，用于化成和测试多个电池(优选地超过100个电池、更优选地超过500个电池并且基本

上超过1,000个电池)。电源或电池测试系统优选地包括连接在一起的或通过竖直的双面印刷电路板上的插口连接的接触器、变压器、电感器模块、逆变器模块和DCDC模块,如以上描述的。

[0022] 电池化成和测试系统优选地包括用于在电池化成和测试时提供对电池的控制、测量和安全监测的串联-并联测试模块(SPTM),其中SPTM包括:印刷电路板;在所述板上的用于插接到边缘连接器插口之一中的边缘连接器;在所述板上的、提供控制和测量功能的电子装置和部件;以及与所述板连接的多个电池连接器,其中SPTM设计为容纳多个电池,所述多个电池被以串联且并联的方式连接在一起,以便化成和测试电池,其中电源系统优选地提供具有正极性的直流电流到板上的边缘连接器的一侧并从另一侧接收具有负极性的直流电流。

[0023] 刚刚以上的串联-并联测试模块(SPTM)优选地包括用于每个电池的并联测试管理装置(PTMD),所述并联测试管理装置包括:用于连接到电池的主继电器或开关;与主继电器串联连接的电流传感器或分流器;以及与限流电阻器串联连接的辅助继电器,其中辅助继电器和限流电阻器与主继电器并联,并且其中PTMD能够提供电流切换、电流和电压测量、预均衡期间的电流限制以及电池保护。

[0024] 本发明在一个实施例中提供一种用于同时对超过500个电池、优选地超过1,000个电池进行化成和测试的方法,所述电池按照本文中所教导的以并联且串联的方式布置,所述方法通过以下实现:将电池加载到智能电池托盘中,所述智能电池托盘包括本文中公开的印刷电路板、电池保持部、控制和测量部、边缘连接器、SPTM和PTMD;将智能电池托盘加载到本文中公开的电池化成机架中;提供电池测试系统,所述电池测试系统如在本文中参考图22描述的;将电池测试系统连接到电池化成机架;对电池进行充电和放电以化成和测试电池;以及之后将智能电池托盘移动到电池老化机架以进行一段时间的定期电压测量。

附图说明

[0025] 图1是框图,示出了一个通道用于测试一个电池的电池测试系统(BTS),如用于现有技术中的。

[0026] 图2是框图,示出了电池并联连接用于简单的化成,如用于现有技术中的。

[0027] 图3是框图,示出了电池串联连接用于简单的化成,如用于现有技术中的。

[0028] 图4是框图,示出了电池串联连接并且使用简单的无源电压均衡器,如用于现有技术中的。

[0029] 图5是框图,示出了电池被串联连接来形成电池包并且使用较为复杂的有源电压均衡器,如用于现有技术中的。

[0030] 图6是在本发明中使用的并联测试管理装置或PTMD的框图。

[0031] 图7是在本发明中使用的串联测试管理装置或STMD的框图。

[0032] 图8是在本发明中使用的并联-串联测试管理装置或PSTMD的框图。

[0033] 图9是根据本发明的条件性并联测试模块或PTFM的框图。

[0034] 图10是根据本发明的集成有BTS通道的条件性并联测试模块或IPTFM的框图。

[0035] 图11是根据本发明的条件性并联-串联测试模块或PSTFM的框图。

[0036] 图12是根据本发明的条件性集成并联-串联测试模块或IPSTFM的框图。

[0037] 图13是根据本发明的用于测试电池的串联连接的多个PSTFM的框图。

[0038] 图14是并联-串联电池包的框图。

[0039] 图15是根据本发明的条件性串联测试模块或STFM的框图。

[0040] 图16是根据本发明的集成串联测试模块或ISTFM的框图。

[0041] 图17是根据本发明的串联-并联测试模块或SPTM的简化立体图。

[0042] 图18在左侧示出根据本发明的温度室的截面侧视图并且在右侧示出温度室的正视图,SPTM和/或ISPTM被接收在所述温度室中。

[0043] 图19是根据本发明的用于化成和测试电池的电源系统的侧视图。

[0044] 图20是根据本发明的分布式电感器的侧视图。

[0045] 图21是包括三个图20的分布式电感器的电感器模块的立体图。

[0046] 图22是根据本发明的电源系统或电池测试系统的侧视图。

[0047] 图23是根据本发明的用于冷却图22的电源系统的空气流的示意性绘图。

[0048] 图24是根据本发明的双极性边缘连接器插口的立体图。

[0049] 图25是图24的边缘连接器插口中的第一触头的立体图。

[0050] 图26是图24的边缘连接器插口的分解图。

[0051] 图27是电学组件的立体图,所述电学组件包括印刷电路板和五个图24的边缘连接器插口。

[0052] 图28是根据本发明的电学组件的截面侧视图,所述电学组件包括双面印刷电路板和四个图24的边缘连接器插口。

[0053] 图29是根据本发明的用于化成和测试电池的串联-并联测试模块的侧视图。

[0054] 图30是图29的串联-并联测试模块的俯视图。

[0055] 图31是用于保持多个电池的电池托盘的局部立体图。

[0056] 图32是保持100个电池的图31的电池托盘的立体图。

[0057] 图32A是图32的电池托盘的侧视图。

[0058] 图33是电池化成和测试系统的正视图。

[0059] 图33A是图33的系统的一部分的放大图,示出了相对的弹簧式探针。

[0060] 图33B是图33的系统的一部分的放大图,示出了接收在相对的弹簧式探针之间的电池。

[0061] 图33C是图33的系统的一部分的放大图,示出了与多个电池接合的相对的弹簧式探针。

[0062] 图34是根据本发明的电池托盘的局部立体图。

[0063] 图34A是图34的电池托盘的俯视图。

[0064] 图34B是图34A的电池托盘的侧视图。

[0065] 图35是根据本发明的电池化成机架的侧视图。

[0066] 图36是用于化成和测试电池的根据本发明的串联且并联式化成和测试技术的过程的流程框图。

[0067] 本文中使用的术语

[0068] C速率是相对于电池最大容量的电池充电或放电速率的度量。1C速率表示放电电流将在1小时内使完全充电的电池完全放电,而2C速率表示放电电流将在1/2小时内使完全

充电的电池完全放电。例如，当电池容量为2Ah(安时)时，1C速率电流为2安，并且0.05C速率等于0.1安。

[0069] CCCV代表以恒定电流控制开始并在电池电压达到设定电压时转为恒定电压控制并且将电压保持在设定电压的过程。CC表示恒定电流并且CV表示恒定电压。

[0070] 电池：电池的含义在这里包括单个单元和电池包。电池包外部可能只有两个电流端子，但内部可能具有复杂的结构比如呈并联且串联布置结构的多个单元以及电池管理系统。

[0071] 电池管理系统或BMS是用于管理电池包(比如均衡单元、检查电池健康状态、检查充电状态、安全保护和通信)的装置。根据复杂程度，大多数电池包都具有某种BMS。

[0072] 电池测试系统或BTS是指一类电气设备，这类电气设备向一个或多个电池施加不同形式的充电/放电电流/电压来研究或表征所述一个或多个电池、包括对所述一个或多个电池的化成。商业BTS通常由一个或多个通道组成。每个BTS通道都可独立且完整地实施上述功能。BTS通道通过输出能力(包括电流、电压和功率)定规格。图1是一个通道用于测试一个电池的BTS的框图。

[0073] 电池化成是对原始电池单元实施初始充电/放电操作的过程。单元的容量和内阻常被测量。常使用单元分选过程来按照单元的容量和内阻对单元进行分选。

[0074] 荷电状态或SOC是相对于电池最大容量的电池荷电水平。SOC被表达为最大容量的百分比。

[0075] 并联测试管理装置或PTMD是指这样的装置，所述装置连接到电池或连接到由成并联布置的电池构成的组群，其中组群中的各电池通过PTMD并联连接到彼此。PTMD的功能包括电流测量、电压预均衡、电流切换以及其它功能。图6是并联测试管理装置或PTMD的框图。

[0076] 串联测试管理装置或STMD针对呈串联连接的每个单电池均衡电压和测量电流。STMD没有电流开关。图7是串联测试管理装置或STMD的框图。

[0077] 并联串联测试管理装置或PSTMD是PTMD和STMD的组合，PSTMD用于管理呈并联且串联布置结构的电池。图8是并联串联测试管理装置或PSTMD的框图。

[0078] 电压均衡器在电池包中用于使电池包中的所有电池两端的电压均衡。电压均衡器从电池包或从相邻电池获取能量。Shiu等人的美国专利申请公开号20110062917A1公开了一种用于电池包的电池电压均衡器电路，并且该美国专利申请公开号以引用的方式被并入。授予Olsson等人的美国专利号6,437,539公开了一种方法和装置，所述方法和装置使用与每个电池单元的端子跨接的电流耗散回路来平衡多个串联连接的电池单元的荷电量，并且该美国专利以引用的方式被并入。如以下论述的，根据本发明的电压均衡器被用于电池化成和测试中，并且它从专用的均衡电源取得能量并提供精度水平比电池包的电压均衡器高得多的均衡。

[0079] 并联测试/化成模块或PTFM不具有BTS通道，但具有电池连接器和电池保持区段。

[0080] 串联测试/化成模块或STFM不具有BTS通道，但具有电池连接器和电池保持区段。

[0081] 并联-串联测试/化成模块或PSTFM不具有BTS通道，但具有电池连接器和电池保持区段。

[0082] 集成并联测试/化成模块或IPTFM具有BTS通道、电池连接器和电池保持区段。

[0083] 集成串联测试/化成模块或ISTFM具有BTS通道、电池连接器和电池保持区段。

[0084] 集成并联-串联测试/化成模块或IPSTFM具有BTS通道、电池连接器和电池保持区段。

[0085] 串联-并联技术模块或SPTM代表以上非集成模块的PTFM、STFM和PSTFM中的全部。

[0086] 集成串联-并联技术模块或ISPTM代表以上集成模块的IPTFM、ISTFM和IPSTFM中的全部

[0087] 现有技术的简要描述

[0088] 简单的并联或串联模式曾在早期电池化成的起步阶段中被使用。然而，该现有技术实践并没有提供全面的功能比如对过流电流/容量的精确测量和对每个电池的过电流保护。没有分选功能且也没有对并联组群中的每个电池的截止功能和预均衡功能。这种简单的并联或串联连接只能在电池彼此非常一致且没有短路风险的情况下应用。

[0089] 图1是框图，示出了一个通道用于测试一个电池12至12n的电池测试系统(BTS)10，如用于现有技术中的。通过印刷电路板(PCB)16和PCB 16与每个电池12至12n之间的导线，电流/电压充电/放电调节器通道14至通道14n分别连接到每个电池12至12n。微控制器与控制/测量系统18通过PCB 16连接到调节器通道14至14n。AC/DC电源20提供用于化成和测试电池12至12n的电流和电压。符号I+和I-代表电流输出端子，并且符号V+和V-代表电压测量端子或电压信号。根据本发明的测试设备具有与一个BTS通道用于一个电池的配置相似的功能，但可用于化成和测试多个电池。当用在电池化成中时，本发明的测试设备可提供分选电池(比如按照容量和内阻)所需的信息。

[0090] 图2是框图，示出了电池22a和22b至22n并联连接用于简单的化成，如用于现有技术中的。电流/电压充电/放电调节器通道24以并联配置连接到电池22的相反端子。调节器24给电池22提供电流源，该电流源可用于对电池22进行充电以及用于监测、测量和控制电池的充电和放电。每个电池符号代表单个电池。

[0091] 图3是框图，示出了电池26a和26b至26n串联连接用于简单的化成，如用于现有技术中的。每个电池符号代表单个电池或者串联连接的多个电池。调节器28连接到串联体中的第一个电池26a的端子并连接到串联体中的最后一个电池26n的相反端子。调节器28给电池提供电流源，该电流源可用于对电池26进行充电以及用于监测、测量和控制电池的充电和放电。

[0092] 图4是框图，示出了电池30a、30b至30n串联连接并且使用简单的无源电压均衡器，如用于现有技术的电池包中的。电阻器32a、32b至32n和开关34a、34b至43n分别与每个电池30a、30b至30n并联连接，并且用于控制每个电池的放电以进行电压均衡。均衡可能不是全部时间都在执行，并且效率低。电池30a、30b至30n作为单个电池操作。电池管理系统36被提供用于监测电池。图4的系统曾在用于给耗能装置提供电流的电池包中被使用，但可能不曾用于对电池的化成和测试。

[0093] 图5是框图，示出了电池被串联连接来形成电池包并且使用较为复杂的有源电压均衡器，如用于现有技术中的。该系统使用来自电池包或来自相邻电池的能量来控制每个电池的充电和放电，以均衡所有电池两端的电压。每个电池与电压均衡器38a、38b至38n中的一个并联连接。电压均衡器38从相邻的电池或从电池包汲取电流，而不是具有分开且独立的电流源。均衡可能不是全部时间都在执行，并且电压在各电池之间会剧烈摆动。电池符号可代表由并联连接的电池构成的组群。电池管理系统39被提供用于监测电池。图5的系统

曾在用于给耗能装置提供电流的电池包中被使用,但可能不曾用于对电池的化成和测试。

[0094] 本发明人的题为“System for Battery Formation,Charging,Discharging and Equalization”的美国专利号6,291,972以引用的方式被并入,并且在其summary章节中部分地陈述了以下内容。‘972专利公开了一种用于化成二次电池(比如锂离子电池和锂聚合物单元)的系统。该系统提供用于串联连接的多个电池单元中的每个的均衡。每个独立电路以小的均衡电流(μA到mA)增补1到5安培的整体化成充电,以使端子电压及因此所有单元的工况标准化。不需要复杂的外部电路,因为用于每个单元位置的小电源将会足够。由于生成仅施加到串中的第一个单元或到整个串的单个电压分布,控制电路被进一步简化。术语“电压分布(voltage profile)”指的是随时间观察的电压。该控制方法被称为“极化控制”,并且该控制方法消除了对用于每个单元的单独的电流调节器的需要,并且通用于具有特定化学反应的任何尺寸的单元。所述分布仅简单地对串联体中的每个单元重复并确保每个位置电压均衡。连接到每个单元的均衡器是双极型恒电位仪,所述双极型恒电位仪可在放电及充电过程期间被使用。

[0095] ‘972专利还公开了串联连接的单元的并联集合体,所述并联集合体消除了对每个单元进行电流调节的需要。每个并联组群单元都配备有限流装置,所述限流装置保护整个系统免受来自特别薄弱、特别劣质或特别差劲的单元的过度电流消耗。该布置结构提供了一种用于以这种方式配置的单元的自均衡的机制。并联的各单元受同一电压分布管控,并且每个单元根据其健康状态从电压调节电源汲取电流。在某些情况下,单元可能会释放少量的电流到双极性电源。然而,由于电源是双极型恒电位仪,因此每个单元仅需要一个电气连接总成。单元可单独或成串地进行充电。同样的均衡器电路和极化控制方法也可用于充电,如与化成系统一起使用的。

[0096] 示例性实施例的详细描述

[0097] 本发明提供一种用于将多个电池并联和/或串联连接来实施测试和用于化成电池的系统和方法,其中所述电池实际上可以是以串联方式或以串联和并联的组合方式连接的多个电池,只要所述多个电池实施与单体电池一样的。作为电化学过程,它从原理上说是一种具有电流自平衡(调整)的电压控制过程,这种电压控制过程更适合电池的自然特性。过去曾使用精确电流控制原理来化成和测试电池。由于电池的电化学性质,电池的电压是指示电池的健康情况、容量和状态的重要参数。本发明使用具有电流自平衡或调整的电压控制过程,该电压控制过程比电流控制更适于电池的自然特性。本发明提供如下的一种电池化成和测试方案:使多个电池以并联和/或串联模式连接;均衡所有电池的电压;以及自然地分配和/或微调通过电池的电流。根据本发明的用于化成和测试电池的系统施加完整且精确的电压控制并均衡正在化成和测试的所有电池之间的电压。据信这等同于或更好于精确地控制电流和/或电压两者。本发明使得能够仅使用一个BTS通道而同时且精确地测试数十、数百或更多个电池,具有高效率、高质量和低成本。

[0098] 当各自具有不同SOC/电压的电池被并联连接时,具有更高电压的电池将为其它电池充电,直到电池之间的电流达到零,这致使所有电池具有相同SOC。将电池并联将强制各电池具有相同电压。当对并联连接且具有相同规格的电池施加电流时,只要电池具有相同的健康状况和相同的实际容量,流过每个电池的电流将均匀分布,或者电流将按照实际的容量和健康状况自动分配。在电池成并联配置用于测试时,根据本发明的电池化成和测试

方案不强制在电池之间进行电流分配并且不控制流过电池的电流处于预限定的值。当电池具有相同的规格和健康状况时，通过每个电池的电流将粗略相同，具有由容量和健康状况的差异决定的略微差异。通过每个电池的电流将与电池的实际容量成正比。由于并联的性质，并联组群中的所有电池被强制具有相同电压，并且可以说电池实际上处在电压控制下而不是处在电流控制下。

[0099] 本发明也适用于使电池以串联的方式进行测试。当电池串联连接时，在CC模式下，BTS通道施加由CC(或者当N个电池并联连接时CC*N)限定的电流。在CV模式下，BTS通道也施加电流，以使均衡器能够微调每个电池(或每个并联电池组群)达到限定的电压值。通过每个电池单元的电流是来自BTS通道的电流加上来自均衡器的电流之和。在根据本发明的串联测试中，所有电池被控制为具有相同电压，但通过每个电池的电流很可能将略有不同。当根据本发明就测试被串联连接时，电池不太可能会具有完全相同的电流。

[0100] 本发明的一个实施例是对多个电池应用条件性的并联连接、串联连接或并联-串联连接，并使用一个BTS通道来以高精度同时测试各电池。可直接或间接地对每个电池施加精确的电压控制，并且所有电池将具有大致相同的电压。电流将自动进行分配和/或微调。所有电池的测试时间都将同步并将具有相同的测试时间。用于大电池组群的测试计划可与用于测试单个电池的几乎相同。电流或电压值也可限定为与用于单个电池相同的。BTS通道电流输出被计算为通过单个电池的电流乘以并联布置的电池的组群的数量。通过每个电池的电流不是精确控制的，但它被精确地测量。每个电池两端的电压被精确地控制且精确地测量。在本发明的该实施例中，每个电池串联地连接到电流传感器以测量流过电池的电流，该电流可被用来确定电池的容量。当有电流流过电池时，电流传感器和电路电阻两端的电压降可引起电池电压的微小电压差。

[0101] 本发明的另一个实施例是一种方法，所述方法包括：利用CCCV充电和CCCV放电两者来测量电池容量和库仑效率，使得在充电和放电结束时电流达到接近于零并且电路电阻(比如，继电器和分流器)两端的电压降达到接近于零；并且因此，所有电池的电压和SOC高度一致。该方法优于传统的CCCV充电和CC放电方法，特别是在并联-串联电池测试中。

[0102] 在电池包或简单的电池化成系统中，呈并联模式的电池之间通常会有一些电流。较为健康的电池会以较高的泄漏电流为较弱的电池充电，以保持电压相同。在根据本发明的电池化成系统中，在开始测试或预均衡之前，所有电池可被虚拟隔离，在电池之间没有任何电流。可行的是，在开始测试之前对所有电池进行预均衡。该预均衡程序还可用于确定是否某些电池为坏的，以便可在开始测试之前更换任何坏的电池。多个电池可并联连接而形成组群，并且多个组群可串联连接。这使BTS通道能够测试更加多的电池，由此提供更高效率和更轻松且更高效的生产，同时降低生产成本。多个电池可利用仅一个BTS通道测试，而功能和质量与根据现有技术的测试一样好，同时还以更低的成本提供更高的效率、简单性和便利性。

[0103] 本发明涉及电池测试并且用于电池的充电和化成。本发明的系统也可应用于测试其它储能装置(比如，超级电容器)。串联-并联测试模块或SPTM以及集成串联-并联测试模块或ISPTM是利用该技术设计而成的测试模块。它们高度集成、精确、非常简单且便于使用。SPTM模块和ISPTM模块以及温度室可制作成使得模块在温度室中安设，使得电池区段被定位在温度室内同时将温度敏感型电子部件定位在温度室外。以下参考图17和图18更详细地

论述SPTM模块和ISPTM模块以及温度室。

[0104] 根据本发明的均衡器使用专用的双向电源进行均衡，替代现有技术中使用的从充电/放电电源端子或从受测试的电池获取能量。优选地以优于全电压范围的0.1％的精度对电压进行控制。均衡器优选地全部时间都与主充电/放电通道协调。均衡器可提供并实现CC、CV和CCCV功能而不影响从CC到CV过渡期间的平稳性。对均衡器的电流需求粗略小于测试电池或并联电池组群所需电流的十分之一。均衡器优选地通过DC-DC转换器与用于均衡器的电源电隔离，所述DC-DC转换器优选为隔离型且双向的。均衡器优选地在宽范围内提供可编程的、精确的电压控制。根据本发明的均衡器优选地提供严格的电压控制并可优选地被使用来测试成串联配置的多个电池。均衡器优选为双向的。均衡器具有简单且紧凑的结构，该结构可以以低成本制作。均衡器可使用开关模式，所述开关模式优选具有高能量效率。均衡器与电池的充电/放电并发地运行。

[0105] 本发明优选提供双向电流调节功能并使用开关模式技术来调整电压/电流使得累积的均衡器电流达到接近于零的值。用于均衡过程的该技术允许电池之间的能量补偿，这提高能量效率。

[0106] BTS通道提供主要的充电和放电电流。电压均衡器提供微调电流，使得所有电池处于相同电压下。在电流控制过程中，均衡器电压被调整到使累积的均衡器电流达到接近于零的值的目标。在恒定电压控制过程中，均衡器的电压被设置成期望的值，并且BTS通道的电流被调整到使累积的均衡器电流达到接近于零的值的目标。

[0107] 图6是并联测试管理装置或PTMD 40的框图。主继电器或开关40a连接到电池40b，并且电流传感器或分流器40c与主继电器40a串联连接。辅助继电器或开关40d和限流电阻器40e串联连接并与主继电器40a并联布置。辅助继电器40d的一端连接到在电池40b与主继电器40a之间的连接器40f。辅助继电器40d的另一端连接到限流电阻器40e。限流电阻器40e的一端连接到辅助继电器40d，且另一端连接到主继电器40a的另一端。为了化成和测试根据本发明的一个实施例的电池组群，并联组群中的每个电池首先连接到PTMD且然后连接到用于并联组群的总线，将在以下参考图8-10进一步说明总线。优选地，多个电池通过PTMD并联连接且然后连接到BTS通道或充电/放电电流/电压源以进行所有电池的平衡充电/放电测试，包括电流/电压/容量的控制和测量以及电池/电路保护。在电池化成中，PTMD 40还可用于实施原始的充电/放电中和之后用于分选过程中。

[0108] 主继电器40a的主要功能是：(1)切断并联组群中的各电池之间的直接连接使得它们可通过限流电路经历预均衡，且然后在正式测试之前接通主继电器以完成均衡；(2)在测试期间切断并隔离有问题的电池，例如短路的电池；(3)允许PTMD的电流传感器40c逐一地进行自动电流校准。电流传感器40c优选地被包括以精细地对每个电池进行电流测量。电流传感器40c优选地使用分流器来测量小电流并使用霍尔效应部件来测量大电流。每个电池的电压优选地也被测量以用于测试电池和用于安全，例如用于防止电池爆炸。

[0109] 图6示出了与PTMD 40的主继电器40a并联的限流电路，所述限流电路包括串联连接的限流电阻器40e和辅助继电器40d。限流电路用于测试之前的受控预均衡，以防止由严重不平衡的电池之间的过电流所致的损坏。限制电流可设置为大约0.01C至大约0.05C的速率。在预均衡之后，主继电器40a将连接所有并联的电池(仍通过电流传感器40c)并在测试之前完成均衡，届时各电池之间的所有电流应接近于零。

[0110] 图7是串联测试管理装置或STMD 42的框图。电流传感器42a连接到电池42b的一个端子。电压均衡器42c连接在电流传感器42a与电池42b的另一个端子之间，由此形成包括电池42b、电流传感器42a和电压均衡器42c的电路。

[0111] 图8是并联-串联测试管理装置或PSTMD 44的框图。多个电池44a并联连接使得电池的一个端子连接到公共电池总线44b。电池44a并非限定数量个电池。PTMD 44c连接到每个电池44a使得每个PTMD 44c的一端连接到电池44a且每个PTMD 44c的另一端连接到公共PTMD总线44d。电压均衡器44e的一个端子连接到PTMD总线44d，并且电压均衡器44e的另一个端子连接到电池总线44b。图6-8中所示的各电池可以是单个电池、串联连接的多个电池、并联连接的多个电池或并联且串联地连接的多个电池的组合。对于每个电池优选包括一个PTMD。

[0112] 图9是条件性并联测试模块46的框图，所述条件性并联测试模块被称为PTFM。外框代表包括印刷电路板(PCB)的模块46a。电池46b被接收在该模块上或模块中。在一个实施例中，单体电池被插入到电池保持部中，电池保持部然后电连接到电池托盘，电池托盘电连接到PCB。每个电池46b的一个端子优选地连接到汇流条46c，所述汇流条优选地处在PCB上。每个电池46b的另一个端子优选地连接到单独且各自的PTMD 46d的一个端子，PTMD已参考图6描述过。每个PTMD46d的另一个端子优选地连接到PTMD总线46e，所述PTMD总线优选地处在PCB上。电子装置和电路46f被包括在PCB上或模块46a中，用于控制PTMD 46d和用于测量各种参数(比如，某点处的电流和某些部位两端的电压)。微控制器、电子装置和电路46g被包括在PCB上或模块46a中用于控制PTMD 46d，例如用于闭合和断开主继电器和辅助继电器。调节器46h连接到PCB和/或模块46a，用于化成和测试电池。调节器46h为模块46a和PCB提供电流源，该电流源可用于对电池进行充电和放电。在所有的PCB模块中，单独的控制电源(未示出)为监测、测量和控制电池的充电和放电的电路提供功率。图9中图示的调节器46h和模块46a可用于完成电池的化成及用于测试电池。在电池化成和测试期间收集的数据可被使用，以按照容量和指示电池的健康情况和性能的参数来分选电池。

[0113] 图10是框图，示出了图9的条件性并联测试模块46和被集成到模块中且可能被集成到PCB上的电池测试系统47，由此体现具有集成BT 47的条件性并联测试模块46，这样的条件性并联测试模块在本文中被称为IPFTM 48。图1示出了具有用于每个电池的调节器的电池测试系统(BTS)。图10的BTS 47具有仅一个调节器，该调节器连接到多个电池。图10的BTS 47连接到PTMD总线46e和电池总线46c。图10的BTS 47提供用于对所有电池进行充电和放电的电流源。图10的模块48具有充电、放电、测试、测量、控制和调节对多个电池的化成和测试的能力，所述多个电池可以以并联的方式电连接。图9和图10是具有用于电流和电压测量和控制的多个电子装置的复杂电路的简化示意图。电池作为被并联连接的单体电池示出，但这些电池符号也可以表示以并联方式、以串联方式或以并联和串联连接的组合方式布置的多个电池。PTMD的数量范围从1到n，并且每个电池符号中可包括多个电池，因此利用图10的IPTFM 48可化成和测试的电池数量没有理论上限，然而存在关于模块在有限空间内所能处理的电流的实际限制。

[0114] 图11是框图，示出了条件性并联-串联测试模块PSTFM 50。图9和图10图示出以并联方式连接的多个PTMD和它们对应的电池。图8是并联-串联测试管理装置或PSTMD 44的框图，其图示出以并联方式连接的多个PTMD和它们对应的电池。图8中的每个PTMD 44c连接到

电池的一个端子和公共PTMD总线44d。每个电池的另一个端子连接到电池总线44b。在图8中，电压均衡器44e的一个端子连接到PTMD总线44d，并且电压均衡器的另一个端子连接到电池总线44b。图8的多个PSTMD 44在图11中以串联方式连接，由此形成模块50，模块50包括一个或多个PCB。图11示出了多个并联电池组群，其中每个并联电池组群具有其自己的均衡器44e。单个独立的并联电池组群无需均衡器，但以串联方式连接在一起的多个并联电池组群1至m形成并联-串联电池组群。并联-串联电池组群中的每个并联电池组群都需要均衡器44e。当两个或更多个并联电池组群以串联方式连接时，均衡器44e被包括在针对并联电池组群的电路中。电子装置和电路50a被包括在PCB上或模块50中，用于控制PTMD 44c和用于测量各种参数(比如，某点处的电流和某些部位两端的电压)。微控制器、电子装置和电路50b被包括在PCB上或模块50中用于控制PTMD 44c，例如用于闭合和断开主继电器和辅助继电器。调节器50c连接到PCB和/或模块50，用于化成和测试电池。调节器50c向模块50和PCB提供电流源，用于对电池进行充电以及用于监控。单独的控制电源(未示出)为用于测量和控制所有PCB模块中的电池的充电和放电的电路提供功率。

[0115] 均衡器电源或电流源50d连接到图11中的每个均衡器44e，它为均衡器44e提供电流，均衡器电源或电流源50d与用于对电池进行充电/放电的电流源50c(也被称为电池电源50c)分开且独立。均衡器电源50d所用电量约为电池电源50c所用电量的十分之一(1/10)。在电池化成和测试期间，电流从电池电源50c通过电池和PTMD 44c流动，而同时电流从均衡器电源50d流到均衡器44e并从均衡器通过电池流动。电池在化成和测试时同时经受来自电池电源50c的大电流和来自均衡器电源50d的小电流。均衡器电流促使并联-串联电池组群中的所有电池的端子间的电压相同。均衡器的电流使并联-串联电池组群中的所有电池能够具有相同电压。

[0116] 图12是框图，该框图图示出包括条件性集成并联-串联测试模块IPSTFM 52的电路、电池、电子器件和装置，所述条件性集成并联-串联测试模块是图11的PSTFM 50加上BTS通道52a。电源52b为IPSTFM 52供应电流和电压。对于图11或图12，首先使电压均衡器44e与并联的PTMD/电池组群并联，然后将多个这样的PTMD/电池组群-均衡器组合以串联的方式连接在一起，以形成PSTFM或IPSTFM模块。图11和图12之间的差别在于，BTS通道52a并入并集成到图11的PSTFM模块50中而形成图12的IPSTFM模块52。图11的PSTFM模块50和图12的IPSTFM模块52包括串联连接的两个或更多个图8的PSTMD模块44。图8的PSTMD模块44包括多个PTMD 44c以及并联连接的电压均衡器44e，这样的模块被命名为并联串联测试管理装置或PSTMD 44。

[0117] 图13是框图，该框图图示出被串联连接以用于测试电池的多个图11的PSTFM 50。多个图11的PSTFM模块50可被串联连接以形成模块54，模块54然后可连接到用于同时测试多个电池的BTS通道54a。

[0118] 图14是对于并联-串联电池包56的结构的框图，所述并联-串联电池包使多个电池永久组合以供使用。电压监测和均衡是为了提供包的正常和安全操作。未设有用于并联组群中的每个电池的通/断开关和电流保护/测量功能。未设有对电池或对呈串联连接的电池的组群的电流测量。图14是框图，该框图图示出与电池管理系统56b串联布置的多个并联电池组群56a。均衡器56c与各个并联电池组群56a中的电池并联连接。不带有更多的，图14仅图示出现有技术电池包的结构，在现有技术电池包中电池以并联组群连接在一起，所述并

联组群然后串联连接。现有技术的电池包可用作诸如电动车辆的装置或设备的电源。然而，如果将PTMD、测量PTMD的参数和控制PTMD的能力、微控制器及其相关电路、电池测试系统、外部电源和本公开中所教导的构思和原理添加到图14的现有技术电池包并与之结合，则将得到根据本发明的电池化成和测试系统的实施例。

[0119] 图15是框图，该框图图示出条件性串联测试模块(STFM)58。图15的STFM 58将多个图7的串联测试管理装置或STMD 42合并为模块，该模块还包括微控制器58a、其相关电路以及用于STFM 58的测量和控制能力部58b。在本发明的该实施例中，分流器58c与每个电池一起被包括，这与电池包相异，因为电池包不会有用于每个电池的分流器。用于电池充电和放电的调节器58d和均衡器电源58e连接到图15的串联测试模块58。

[0120] 图16是框图，该框图图示出集成串联测试模块(ISTFM)60。BTS通道60a和均衡器电源60b被合并到图15的模块58中以形成图16的模块60。模块60插接到电源60c。本发明的一个实施例是图7的用于化成和测试单个电池的串联测试管理装置(STMD)42。STMD 42包括与电池串联连接的电流传感器42a和与电流传感器-电池串联体并联的均衡器42c。多个STMD/电池组合串联连接且然后连接到BTS通道或充电/放电电流调节器。STMD实施例42仅为每个电池提供电流传感器42a和电压均衡器42c，而没有如图6中所示的主继电器40a或限流电路40d-40e。电池的预均衡将由均衡器42c实施。

[0121] 图17是具有适于串联-并联测试模块或SPTM 62的结构和功能的模块的简化立体图。电池测试系统可添加到SPTM中并与之集成以形成集成串联-并联测试模块或ISPTM。未示出电池保持部和电池，但带有能够接收电池保持部的插口62b的区段62a被示出。电池可接收在每个电池保持部中。在现有技术中，使用机械装置来使电池全部地同时接合和脱接。在本发明中，会使用电池托盘(未示出)来接收电池。电池托盘可具有连接器和用于单独接合每个电池的电池保持部。该机构大大降低机械接合结构的复杂性、增强灵活性并缩减系统的体积和重量。此外，温度传感器(未示出)可容易地固定到每个电池保持部并可附接到每个电池，这便于每个电池在测试/化成期间的温度监测和保护。电池托盘可以是用于接收和保持电池的单独设备，该设备连接到图17中所示的电池区段62a，或者图17中所示的电池区段62a也可被设计为电池托盘。在任一情况下，每个电池都连接到图6中所图示的并联测试管理装置40(未示出在图17中)，并通过印刷电路板62d连接到图17中的电子器件区段62c。

[0122] SPTM 62中的电子器件区段62c包括箱，箱中接收微控制器、其相关电路以及测量和控制仪器。调节器可合并到电子电路中，所述电子电路用于接收电流输入和输出电流以对电池进行充电/放电从而化成和测试电池。电池测试系统被添加到电子电路中以使模块成为集成串联-并联测试模块或ISPTM。电子电路与印刷电路板(PCB)集成或内置在印刷电路板中，所述印刷电路板还接收并保持插口，所述插口接收电池保持部。电子元件和电路接收在PCB 62d上并合并到PCB中。通信端口62e和电源端口62f被接收到电子电路和PCB 62d中并与之集成。附图中所图解和示出的构思、电子部件和电路及以上对之提供的描述可合并到图17中示出的SPTM 62和/或ISPTM中并利用其实现。如果期望进行电池化成和测试，可将图17中所示的SPTM或ISPTM 62安设在温度室(未示出)中。图17中所示的SPTM或ISPTM 62包括在电池区段62a与电子电路区段62c之间的热隔离器62g，所述电池区段将安设在温度室内，并且当电池区段62a处在电池区段内时所述电子电路区段将留在温度室外。电子电路

区段62c可包含温度敏感型电子器件。

[0123] 图18A是温度室64的截面的侧视图。图18B是温度室64的正视图。温度室64的正视图示出了门64a。温度室64的门64a或前壁64b具有用于接收图17的SPTM或ISPTM 62的矩形开口或槽(未示出)。图17的SPTM或ISPTM 62的电池托盘区段62a被安设在温度室64内用于温度控制操作,而电子电路区段62c留在温度室外。图17中所示的热隔离器62g使处于外部的电子电路62c与处于温度室内的电池托盘62a分开。该特征防止电子电路在电池测试和化成期间受到温度室中剧烈温度变化的影响。在操作温度室64时,任何未填充和密封有SPTM或ISPTM 62的开口或槽都可利用热隔离块(未示出)密封。温度室64具有由侧壁64d和64e、顶壁64f、底壁64g、前壁64h、后壁64i和门64a限定的内腔64c。引导件64j设置用于每个槽或开口,所述引导件接收并支撑模块62。利用加热/冷却源(未示出)和温度控制单元(未示出)使温度室64中维持期望的温度。申请人于2019年7月12日提交的美国专利申请号16/509,685(其在2020年2月27日作为公开号US 20200064407 A1被公布并以引用的方式并入本文中)描述了一种多室式防爆电池测试设备,该设备可被修改和改装来容纳本发明的集成模块(比如,图17的SPTM和ISPTM 62)。

[0124] 可使用并入有参考图6-16描述的设计的图17的串联-并联测试模块或SPTM和集成串联-并联测试模块或ISPTM 62,以利用内置的BTS通道或充电/放电电流源来同时测试多个电池。这些模块具有集成的电池和电池包连接部和用于保持和支撑电池的器具。SPTM和ISPTM模块62在电池区段62a与电子器件区段62a中的温度敏感型电子器件之间具有热隔离块62g,以便使模块62能够以使得仅只有电池区段62a将会处在室内的方式与温度室64直接对接。SPTM和ISPTM模块62使测试变得非常简单、方便和高效。图17的串联-并联测试模块或SPTM和集成串联-并联测试模块或ISPTM 62包括用于针对每个电池的温度和电压测量的电路,然而这些电路不处于与电池并联或串联的模式。

[0125] 图17图示出根据本发明的串联-并联测试模块或SPTM 62的或集成串联-并联测试模块或ISPTM 62的一个实施例。多个电池或许多电池可被安设在电池保持部中,所述电池保持部被接收在位于与SPTM或ISPTM 62集成的印刷电路板62d上的插口中。在图6中被示出并参考图6描述的并联测试管理装置或PTMD连接到每个电池。电池优选地首先以并联方式连接以形成一个或多个并联电池组群,且优选地多个并联电池组群被形成。并联电池组群优选地以串联方式连接,并且电压均衡器以针对图11和图12所图示和描述的方式与每个并联电池组群一起被包括。电压均衡器与对电池进行充电并发且同时地运行以便进行化成和测试。图6的PTMD提供安全性,原因在于它帮助防止和避免电池爆炸,而且,可利用PTMD隔离不可接受的电池比如短路或容量不足的电池。根据本发明的串联-并联测试模块或SPTM或集成串联-并联测试模块或ISPTM可以以足够的精度和灵敏度制造,以在同时对多个电池进行化成和测试之时和之外还提供电池分选机的功能,由此消除对于单独的电池分选机的需求。根据本发明的串联-并联测试模块或SPTM 62或集成串联-并联测试模块或ISPTM 62提供比现有技术的电池化成和测试技术高得多的通量来化成和测试电池,且在化成和测试电池的同时还提供电池分选功能。

[0126] 电池基于恒定电流或在恒定电压(CCCV)条件下充电。通过CCCV充电和放电来达到非常低的电流可以使终点时的子通道电路两端的电压降处在电压控制的精度界限内。因此,所有电池处在相同电压下,而在CCCV的终点时具有容许的差异。该技术允许通过对主通

道的仅一项控制和测量来测量和控制所有电池的终点电压。因此，可避免对用于每个电池的电压测量和控制电路的需求。相比之下，常规而言，CCCV主要用于充电。其目的在于实现精确的充电状态。

[0127] 本发明教导了可如何同时对大量电池进行化成和测试。然而，同时对如此多的电池进行化成和测试需要大量的能量或功率或电力。图19是根据本发明的用于化成和测试电池的适合的电源系统70的侧视图。机柜70a安装在脚轮70b上并具有从下端70c延伸到上端70d的高度、容纳两列设备的宽度和从侧部70e到侧部70f的深度。轮70b允许人将机柜70a移动到期望的位置中，然而机柜70a在装满设备时可能非常重。具有连接器C1的接触器C经由电缆从电网接收电力或功率，电缆未被示出，但电缆将附接到连接器C1。变压器70g被接收在下端70c附近。变压器70g通过缆线或铜导条(未示出)连接到接触器C。所接收的电力或功率可为数千瓦，该数千瓦呈对于特定应用所需的电压和安培数的任何组合。变压器70g将来自电网的电力或功率转换为具有几乎相同功率的为所期望的电压和安培数组合的输出。

[0128] 来自变压器70g的输出经由缆线作为用于电感器70h的输入。设有六个电感器70h，这六个电感器成两组，每组三个电感器，并且这六个电感器被安设成三行高和两列宽。各电感器70h通过缆线或铜导条连接，以将输入分别提供到两个逆变器模块70i，所述两个逆变器模块并排布置在机柜70a的两列中。通过缆线和/或铜导条(它们未被示出)，来自逆变器模块70i的输出用作对被布置成两个模块宽和两个模块高的四个DCDC转换器模块70k的输入。每个DCDC模块70k将通过缆线(其未被示出)使用DCDC扼流圈70j。DCDC扼流圈70j布置成两个模块宽和两个模块高。

[0129] 机柜70a中的设备产生热，应移除这些热。每个DCDC模块70k具有风扇和散热器70m，并且每个DCDC扼流圈70j具有风扇70n。每个电感器70h具有风扇70p。风扇70m、70n和70p协作运行以促使空气通过侧部70e流入机柜70a中、流过机柜70a并通过侧部70f流出。随着设备产生热，空气流移除热。如果比开敞的侧部更优选的，则侧部70e和70f可以是百叶窗式的，以提供足够的开敞空间来允许充足的空气流同时仍包封机柜70a。

[0130] 电源系统70包括描述成接收在机柜70a中的设备和模块。每个DCDC模块70k提供用于电源系统70的输出。该输出完全取决于对设备的选择，这样的选择应基于特定应用的需求。可对如何设置设备操作进行调整，以便将输出调节到对于电压、电流或功率的值的期望的集合。可行的值包括100伏到700伏、0至100kw或者-130安至+130安的范围。电源系统70提供可在电池测试和化成中使用的大电流和高功率。

[0131] 图19中的电感器70h大且需要足够的空间。现在转向图20，本发明提供分布式电感器74。分布式电感器74包括六个小电感器74a，这六个小电感器串联连接到彼此。由于小电感器74a串联连接，因此它们共同作为单个一体的电感器(即分布式电感器74)操作。小电感器74a操作地连接到具有大电流型插口74c的印刷电路板74b。图21是电感器模块76的立体图，电感器模块76包括三个分布式电感器74。三个分布式电感器74被包封在矩形箱76a中。三个分布式电感器74和矩形箱76a优选地设计并定尺寸为接收在机柜(比如，图19中的机柜70a)中。三个风扇76b提供通过箱76a的空气流以冷却分布式电感器74。串联连接的电感器的电感是相加的。图21中的六个小电感器74a中的每个的电感提供等于六个单体电感的总和的总电感。通过使小电感器串联布置，电感器可被模块化来提供图21的电感器模块76。图21中的分布式电感器74可串联操作以提供还更大的单个一体的电感器，或者图21中的分布

式电感器74也可独立操作来提供三个分开的电感器。两个或更多个电感器模块76可被串联连接来提供还更大的单个一体的电感器。这种模块化在设计电源系统上提供了很大的灵活性。这种模块化从单个大电感器(比如,图19中的一个电感器70h)分散为图21中的多个相对较小的电感器模块76。

[0132] 图22是根据本发明的电源系统80的侧视图。两个变压器80a和80b被接收在机柜80c的底部中,机柜80c被接收在轮或脚轮80d上。两个接触器80e中的每个具有连接器80f,可将缆线连接到该连接器以从电网接收功率或电力。每个接触器80e通过缆线或导条(比如铜导条)连接到对应的变压器80a或80b。根据本发明,变压器80a和80b分别连接到连接器80g和80h以为电感器模块80i和80j供应功率或AC电流。电感器模块80i和80j分别通过汇流条80k和80m连接到逆变器模块80n和80p。

[0133] 由多层印刷电路板(PCB)制成的大块双面总线板80q在机柜80c中被接收在变压器80a和80b上方,所述大块双面总线板竖直定向并朝相反两侧延伸。总线板80q包括针对大电流(多达1000安培)的多条线路、用于信号和控制功率供应的线路和在总线板80q的两侧上的对应连接器。模块可插接到总线板80q的两侧上的连接器中。例如,可将需要用户接口的模块安设在机柜80c的前部,而将不需要用户接口的诸如电源的支持模块安设在机柜80c的背部或后部中。总线板80q具有连接器或插口80r,并且各种模块可插接到插口80r中。

[0134] 机柜80c具有用于接收模块的引导件、轨道和/或搁板。电感器模块80i和80j包括一个或多个电感器模块76,电感器模块76参考图21描述过。可将电感器模块80i和80j提升并安设到机柜80c中的引导件中或导轨中或搁板上。缆线或导条可连接在变压器80a和80b和连接器80g和80h中的一者或两者之间。电感器模块80i优选固定在特定位置中,从而允许将逆变器模块80n滑入机柜80c中并使逆变器模块80n同时插接到电感器模块80i中和它在双面总线板80q上的对应连接器80r中。然后,可使逆变器模块80p滑入机柜80c中并同时插接到电感器模块80j和它在双面总线板80q上的对应连接器80r中。电感器模块80i和80j的这种模块化和紧凑性允许有效利用机柜80c中的空间,并且在插接到总线板中的同时将各逆变器模块插接到它们对应的电感器模块中的能力提高了组装效率,消除了模块之间的连接缆线并降低了连接错误的可能性。通过使用PCB总线板而消除大电流缆线或铜导条,还极大地降低了杂散电感并提高了系统性能。

[0135] 现在转向总线板80q的另一侧,侧视图示出了三个电感器模块80t,所述三个电感器模块优选地制成如对于图21中的电感器模块76所描述的那样。电感器模块80t安设在搁板上或导轨中或以某种方式固定在机柜80c内。DCDC模块80u一次一个地同时插接到对应的电感器模块80t和总线板80q上的连接器80r中。双面总线板80q与DCDC模块80u同时插接到对应的电感器模块80t和总线板80q上的连接器80r中消除了利用缆线或铜导条在模块之间形成连接的需要。在电源系统80中,除了从变压器80a和80b到电感器模块80i和80j上的连接器80g和80h的缆线连接之外,不需要大电流缆线或铜导条。图22中的电源系统80优选地构建为具有两列图22中图示的模块,由此使这些模块的数量加倍。这些模块具有多个风扇80v和散热器80w。

[0136] 图23是在俯视图中看到的用于冷却图22的电源系统80的空气流的示意性绘示,所述电源系统具有两列参考图22所描述的模块。为提供有效且充足的空气流来冷却机柜80c中的模块和部件,侧部S设有大量开敞空间,即完全开敞的或具有大量百叶窗式开口的闭合

侧部。风扇80v通过侧部S抽吸进空气A，空气A从各个模块80n、80p、80t和80u和散热器80w上和周围流过并吸收模块和部件产生的热，并且将空气分别排放到前侧80x和后侧80y，如由弯曲的箭头80z指示的。

[0137] 图22中的逆变器模块和DCDC模块插接到双面总线板上的连接器中。这些是单极性连接。一些应用需要从正极到负极的直流电流，即双极性。本发明提供一种双极性连接器。需要双极性的模块可以是连接到印刷电路板(PCB)的和通过印刷电路板连接在一起的电子装置和部件的组件。一些具有PCB的模块具有边缘连接器。边缘连接器实际上是PCB的边缘，它被设计为阳性连接器，其中PCB上的导电迹线将PCB的边缘连接到PCB上的各种电子装置和部件。阳性边缘连接器被接收在阴性插口中，由此形成电连接。

[0138] 用于边缘连接器的阴性插口的示例是个人计算机的母板上的扩展槽。接收在扩展槽中的卡将具有边缘连接器。用于边缘连接器的现有技术插口的一个示例包括接收在塑料壳体中的金属基座，其中金属基座具有上部的一排金属延伸弹簧指和相对的下部的一排金属延伸弹簧指。上部和下部两排弹簧指靠近彼此，可能互相接触，并且PCB上的边缘连接器被推入上部和下部的两排弹簧指之间。通常设有一些约束来确保弹簧指与PCB上的迹线连接部恰当对齐和确保只有正确类型的PCB才可插入到插口中。插口的金属部分连接在一起且未彼此隔离。插口的所有金属部分(即基座和上部及下部的两排弹簧指)由于是一块导电金属的连续部分，因此在极性和电压电位方面处在相同状况下。

[0139] 图24是根据本发明的边缘连接器插口82的立体图，所述插口用于接收印刷电路板上的边缘连接器。图25是插口82中的第一触头82a的立体图。第一触头82a具有基部82b和多个弹簧指82c。基部82b具有：平坦部分82d；插脚82e，所述插脚在平坦部分82d的相反两端处从平坦部分82d的边缘垂直地延伸；直角部分82f，所述直角部分从平坦部分82d的边缘延伸使得平坦部分82d和直角部分82f的侧边视图显示90度角；以及钝角部分82g，所述钝角部分从直角部分82f延伸使得直角部分82f处在平坦部分82d与钝角部分82g之间。钝角部分82g朝向平坦部分82d弯折，并且如从基部82b的侧边视图看，钝角部分82g与直角部分82f形成钝角。钝角部分82g具有远离直角部分82f的边缘82h。多个弹簧指82c以与钝角部分82g和直角部分82f之间形成的钝角相等的角度且相反的方向远离边缘82h延伸。弹簧指82c具有在远端处的末端82i和弯折部82j，所述弯折部形成与在弹簧指82c和钝部82g之间的角度相等且方向相反的角度。弯折部82j的角度与钝部82g和直角部分82f之间的钝角大致相等且方向相同。

[0140] 在插脚82e处于水平位置的第一触头82a的侧边视图中，平坦部分82d从插脚82e竖直向上延伸；直角部分82f从平坦部分82d的上边缘远离插脚82e水平延伸；钝角部分82g向下弯折；弹簧指82c以相等且反向的量向上弯折；并且弯折部82j成角度使得指82c的处在弯折部82j和末端82i之间的部分向下倾斜相等且反向的量。指82c的处在弯折部82j和末端82i之间的部分与钝角部分82g大致平行。

[0141] 图26是图24中的插口82的分解图。图26示出了第一触头82a的立体图，所述第一触头已参考图25描述过，其被示出为被顺时针旋转约90度。第二触头82k是第一触头82a的镜像并且在尺寸和形状上相同。可制作两个第一触头82a，且一个可被旋转或转动成另一个的镜像。具有近似直角部分82f的形状和尺寸的内部非导电隔离器82m处在第一触头82a和第二触头82k各自的直角部分82f之间。外部非导电隔离器82n和82p分别处在第一触头82a和

第二触头82k的外部。外部隔离器82n和82p、第一触头82a和第二触头82k以及内部隔离器82m中的每个具有通孔82r和82t，通孔82r和82t对齐使得非导电铆钉82u和82v可分别穿过孔82r和82t，由此将外部隔离器82n和82p、第一触头82a和第二触头82k及内部隔离器82m连接在一起，使得除了第一触头82a的弹簧指82c接触和碰触第二触头82k的弹簧指之外第一触头82a和第二触头82k彼此电绝缘。铆钉82u和82v也可由导电材料制成，只要绕着铆钉82u和82v的柄杆安设有非导电套管(未示出)使得铆钉不会提供第一触头82a和第二触头82k之间的电连接即可。图24示出了完全组装好的、本发明的插口82。

[0142] 图27是电学组件84的立体图，所述电学组件包括印刷电路板(PCB)84a，在PCB 84a上安装有五个边缘连接器插口82。PCB 84a上的铜迹线84b将各插口82串联连接。PCB 84a、铜迹线84b和边缘连接器插口82可设计并定尺寸为处理多达几乎任何量的电流，优选地多达约1,000A。五个边缘连接器插口82被图示为水平地安装成一竖列，但也可使用任何期望的布置结构，包括使PCB 84a处于水平位置而插口82处于直立、竖直位置。

[0143] 图28是电学组件86的截面的侧视图，所述电学组件包括双面印刷电路板(PCB)86a，该双面印刷电路板具有安装在PCB 86a上的四个边缘连接器插口82。PCB 86a上的铜迹线86b使各插口82串联连接。铜迹线86b处在PCB 86a的第一侧86c上。在PCB 86a的第二侧86e上也设有匹配的铜迹线86d。过孔86f是提供侧部86c上的铜迹线86b与侧部86e上的铜迹线86d之间的电连接的镀覆通孔。铜迹线86d与铜迹线86b相同地布置。边缘连接器插口82为铜迹线86b提供连续性或连接性，因为相对的弹簧指82c彼此接触并提供通过插口82的另外被隔离的部分的电路径、电路。

[0144] 图28中所示的边缘连接器插口82的一个重要方面在于，插口82提供双极性。模块88具有边缘连接器88a，该边缘连接器被接收在最底下的边缘连接器插口82中。边缘连接器88a在下侧具有导体88b且在上侧具有导体88c。边缘连接器88a使弹簧指82c相互叉开，并且下侧导体88b与下弹簧指82c电接触且上侧导体88c与上弹簧指82c电接触。插口82的各部分除了上下弹簧指82c之间接触以外彼此电绝缘。具有正极性的直流电流通过上部的一组弹簧指82c流入上侧导体88c、通过模块88中的电气装置、通过下侧导体88b流入下部的一组弹簧指82c并以负极性流入铜迹线86b。

[0145] 类似地，模块88f被插接到另一个边缘连接器插口82中。具有正极性的直流电流流入PCB 88i的边缘连接器88h的上表面88g上的电触头88g、通过上表面88g上的迹线、通过模块88f中的电子装置和部件、通过PCB 88i流入边缘连接器88h的底表面88j上的电触头并以负极性流入PCB 86a上的铜迹线86b。直流电流以正极性流入模块88f并以负极性流出模块88f。边缘连接器插口82提供双极性，这是可行的，因为参考图24-26描述的隔离器82m、82n和82p用于产生仅通过弹簧指82c从插口82的一侧到插口82的另一侧的电流路径。当模块88和88f插接到插口82之一中时，直流电流通过模块88和88f从正极流向负极。

[0146] 模块88k已被拉出或尚未被推入最顶上的插口82。最顶上的插口82和向下的第三个插口是空插口。箭头87指示电流的方向。在第三插口82上的从PCB 86a的顶部向下的弯曲箭头87指示当一个插口82变空时在插口82的相对两侧上的弹簧指82c碰触并提供通过空插口82的电流路径。插口82在变空时短路。当没有边缘连接器插接到插口82中时，因为插口的一组弹簧指82c与插口的另一组弹簧指82c接触，插口82成为导体。第二插口82旁边的从上向下的电流箭头87示出了具有正极性的电流通过边缘连接器88h的上表面88g上的电触头

流入模块88f并通过边缘连接器88h的底表面88j上的电触头以负极性流出。

[0147] 双面PCB 86a、PCB 86a上的铜迹线86b、过孔86f、PCB 86a的侧部86e上的铜迹线86d和边缘连接器插口82优选地针对大电流(比如1,000A)进行设计和定尺寸。插口82定尺寸并设计为双极性大电流型边缘连接器插口。模块88、88f和88k可在电流流过铜迹线86b和86d和流过插口82时被随意地插入或拔出。双面PCB 86a可安设在机柜中,所述机柜比如参考图19和图22描述的。可通过缆线连接参考图19描述的电源系统70或参考图22描述的电源系统80,以向双面PCB 86a提供功率和充电/放电能力。本发明有许多不同的用途,并且化成和测试并联且串联的电池是本发明的重要应用。根据本发明,可使用图24-26的双极性大电流型边缘连接器插口82、图28中的插口82和双面PCB 86a的组合以及图19的大电流高密度的电源系统70或图22的80来化成和测试并联且串联的电池。

[0148] 图29是根据本发明的用于化成和测试电池的串联-并联测试模块(SPTM)90的侧视图。串联-并联测试模块SPTM 62(以上参考图17描述过)的替代实施例可以是以上刚刚参考图28描述的模块88、88f和88k中的一者。SPTM 90包括印刷电路板(PCB)90a,该印刷电路板具有边缘连接器90b,该边缘连接器如对于图28中的模块88所描述地操作。边缘连接器90b可插接到一个图24-26的双极性大电流型边缘连接器插口82中,如在图28中的插口82和双面PCB 86a的组合中图示出的。控制和测量单元90c操作地接收在PCB 90a上。

[0149] 图30是图29的SPTM 90的俯视图。边缘连接器90b被图示为跨越PCB 90a的宽度的约三分之一,这是一种设计选择,该设计选择也可随特定应用而变化。控制和测量单元90c被示意性地图示为矩形箱,但控制和测量单元也可以是散布在PCB 90a上的多个不同的电子装置和部件。图17的SPTM 62被图示为具有用于接收电池保持部的插口。多个电池90d被示意性地图示为接收在图30的SPTM 90中的PCB 90a上。模块90中的电池90d并联且串联地连接并具有一对端子以便电池组群通过边缘连接器90b连接到充电/放电电流源。多个SPTM 90可串联连接以共享一个充电/放电调节器。SPTM 90被图示为具有以串联模式连接的4个组群的电池90d。每个组群具有并联连接的4个电池。这被称为S4P4配置,并且SPTM 90可保持总共16个电池90d。由16个电池90d组成的组群具有一对端子,以通过边缘连接器90b接受电流。SPTM 90的边缘连接器90b可插接到图28中图示的双极性大电流型边缘连接器插口82中的一个中。功率和充电/放电能力可由参考图19描述的电源系统70或参考图22描述的电源系统80提供给双极性大电流型边缘连接器插口82。

[0150] 并联且串联地连接在一起的多个电池(比如,对于图29和图30中的SPTM 90所描述的)可利用电源系统70和80、图28中的双面印刷电路板86a、双极性大电流型边缘连接器插口82以及实现和控制化成及测试所需的其它设备和模块来进行化成和测试。电池也可利用相同布置结构的设备和部件来进行老化和分选。出于说明目的,图29和图30被简化。电池制造以非常大的规模进行,因此电池化成和测试设备优选地也从大规模方面来设置。

[0151] 图31是电池托盘92的局部立体图,所述电池托盘被使用来保持多个电池。电池托盘92是简单的塑料结构,该结构不提供与电池端子的接触、控制和测试装置及布局或在老化过程期间对每个电池电压的安全监测,这与提供这些功能的SPTM 90形成对比。电池托盘92具有坚固、硬质的基部92a、从基部92a向上延伸的腹板结构92b,所述腹板结构增加了用于支撑电池重量的刚度和强度。筒形电池保持部92c从基部92a向上延伸并由基部92a和腹板结构92b支撑。电池保持部92c并且在上端92d开敞并且具有导向柱92e,所述导向柱使电

池在电池保持部92c内接收、保持和居中。基部92a具有在每个电池保持部92c的中心下方的小孔(未示出),所述小孔用于提供对进行化成和测试的电池的触用。图32是保持100个电池92f的电池托盘92的立体图。每个电池92f被接收在对应的电池保持部92c中。电池托盘92具有按照10×10网格布置的100个电池保持部92c。图32A是电池92f已被接收在其中的电池托盘92的正视图。

[0152] 图33是在机柜中的电池化成和测试系统94的正视图,所述机柜由外框架94a和用于接收电池托盘92的成对的机架或引导件94b限定。图33A是电池测试机柜94的一部分的放大图,其中电池托盘92尚未被接收。图33A示出了下探针支撑部和上探针支撑部,分别为下探针支撑部94c和上探针支撑部94d。相对的下弹簧加载针式探针和上弹簧加载针式探针(被称为弹簧式探针94e)被接收在下探针支撑部94c和上探针支撑部94d上。电池测试机柜94具有针对被测试的每个电池的一对上下弹簧探针94e。图33B是电池测试机柜94的一部分的放大图,其中电池托盘92已被接收,所述电池托盘保持有100个电池92f。图33B中的电池托盘92已接收在机柜94a中并静置在机架或引导件94b上,但弹簧式探针94e尚未与电池92f接合。图33C是电池测试机柜94的一部分的放大图,其中保持有100个电池92f的电池托盘92已被接收在机柜94a中。电池托盘92静置在机架或引导件94b上,并且弹簧式探针94e已朝电池92f移动并已与电池接合。

[0153] 通常,在开始电池化成和测试操作之前,每对机架或引导件94b都接收有带有100个电池的对应电池托盘92。每个弹簧式探针94e须在下探针支撑部94c移动到位时与电池92f下方的电池保持部92的基部92a中的孔对齐且接触它对应的电池92f。同时,上探针支撑部94d上的每个弹簧式探针94e也须在上探针支撑部94d移动到位时与它对应的电池92f的上端对齐,以用于弹簧式探针94e与电池92f之间的接触。这种机械运动需要有大量的精度,并且会需要大量的维护来保持弹簧式探针94e的可操作性和正确对齐。每个弹簧式探针94e接线到低电流、低电压、低功率的电池化成或测试系统。通常,使机柜94中的每个电池92f连接到电池化成和测试系统各使用约四根导线。因此,将电池化成和测试系统连接到图33中的电池化成和测试机柜94需要大量的布线。

[0154] 图34是根据本发明的电池托盘100的局部立体图。印刷电路板(PCB)100a具有多个电池保持部100b。每个电池保持部100b具有处在磁环100d的中心的正极端子100c和处在磁环100d外部的一对弹簧指100e,所述弹簧指弯折而在固定到PCB 100a的一端与相反的自由端之间具有弯曲部分。弹簧指100e的弯曲部分比弹簧指100e的固定端和自由端更靠近磁环100d的中心。多个电池100f中的每个被接收在对应的电池保持部100b中。磁环100d吸引锂离子电池周围的铁磁性外壳并保持对应的电池100f与正极端子100c接触。弹簧指100e以分隔开的自由端接收对应的电池100f,并利用弹簧指的更靠近在一起的弯曲部分保持电池。一对弹簧指100e的弯曲部分接触电池100f周围的铁磁性外壳并用作负极端子。弹簧指100e的固定端连接到PCB100a。正极端子100c和负极端子100e各自连接到PCB 100a上的单独的迹线。塑料筒体100g包围每个电池保持部100b以便将电池100f保持和支撑在电池保持部100b中。塑料筒体100g固定到PCB 100a。

[0155] 图34A是保持一百个电池100f的电池托盘100的俯视图。电池托盘100是串联-并联测试模块。电子装置和部件集成在PCB 100a中。一些电子装置和部件被分组在与PCB 100a集成的控制和测量模块100h中。PCB 100a具有边缘连接器100i。电池托盘100是与参考图28

描述的模块88相似的模块。边缘连接器100i可插接到参考图24-28描述的双极性大电流型边缘连接器插口82中。图34B是图34A的电池托盘100的侧视图。电池托盘100在下侧部100m上具有电子装置和部件100j及导电迹线100k，并且电池保持部100b和电池100f处在上侧部100n上。板的上侧部100h上也设有迹线。正极端子100c和负极端子100e分别通过用于并联和串联连接的电路迹线和部件而间接地连接到边缘连接器100i的不同侧。具有正极性的电流从双极性大电流型边缘连接器插口82的一侧输送到电池保持部100b的正极端子100c。具有负极性的电流从电池保持部100b的负极端子100e传递到双极性大电流型边缘连接器插口82的另一侧。连接器100p和100q被提供用于针对功率、控制、测量和互联网的连接。

[0156] 电池托盘100将电池保持部和端子连接部与印刷电路板集成在一起，并使用迹线来将电池连接到电子部件和装置及连接到边缘连接器和其它连接器。电池托盘100可插接到电池测试系统中。参考图31和图32描述的传统电池托盘并未并未包含任何接线或电子器件，因为它只是用于保持电池的塑料结构。电池托盘100在本文中可被称为智能电池托盘，因为它不仅保持电池而且还使电池通过复杂的电子器件连接到CME模块104f并通过双极性边缘连接部连接到电池测试系统。

[0157] 智能电池托盘100相对于图31和图32的传统电池托盘92和以上参考图33描述的传统电池化成和测试系统94具有以下优点。电池测试系统与接合系统94中的弹簧式探针之间需要大量的缆线，因为每个单元位置需要四根导线。对于多达数千个的电池，本发明在电池测试系统和所述电池之间仅需要4根导线，两根用于电流输出且两根用于电压测量。传统系统94的弹簧式探针需要精确操作和大量维护，但本发明不需要。图33的传统电池化成和测试系统94需要用于使电池接合的笨重的机器和系统以及弹簧式探针，这些在本发明中都不需要。本发明的电池保持部100b提供内置的电池接合和保持机构，其中使用磁环1004来使电池保持就位和使电池与托盘100上的正极端子100c之间保持良好接触。智能电池托盘100不仅消除了对于图33的笨重接合设备94的需求，而且它还消除了对用于接收和接合电池托盘92中的电池的额外的电池保持部92及插头和插口的需求。

[0158] 图35是电池化成机架104的侧视图。电池化成机架104包括在轮104b上的机柜104a。机架104具有用于接收参考图34、图34A和图34B所描述的电池托盘100的十二个搁板、引导件或轨道104c。搁板104c优选地包括一对轨道，其中一个轨道在机柜的一侧上且另一个轨道在机柜的另一侧上。电池托盘100的PCB 100a的侧边缘滑入这对轨道中。底部的四个搁板104c图示为在每个搁板104c上各已接收一个电池托盘100。顶部的四个搁板104c被图示为是空的并预备在每个搁板104c上接收电池托盘100，并且四个电池托盘100被示出在机柜104a的外部并邻近对应的搁板104c。中间的四个搁板104c被图示为在每个搁板104c上各已部分地接收一个电池托盘100。机柜104a具有针对每个搁板104c的用于接收对应的电池托盘100的开敞的前入口104d。机柜104a具有针对每个搁板104c的后部104e。控制、测量和均衡器(CME)模块104f被接收在针对每个搁板104c的后部104e中。

[0159] 参考图28描述的双面印刷电路板(PCB)86a邻近CME模块104f呈竖直取向地接收在机柜104a中。每个CME模块104f在机柜104a中固定在机柜的后壁与PCB 86a之间。PCB 86a是参考图28所描述的电学组件86的一部分，PCB 86a包括在每个搁板104c处的双极性大电流型边缘连接器插口104g，所述边缘连接器插口用于接收在电池化成机架104中接收的每个电池托盘100的边缘连接器100i。边缘连接器插口104g如对于图24和图28中的边缘连接器

插口82所描述的。电池测试系统(比如,图22的电源80)通过缆线(未示出)连接到插口104h,插口104h连接到PCB 86a及其边缘连接器插口104g。

[0160] 在电池托盘100被安设在电池化成机架104中的它的对应导轨104c中之后,边缘连接器100i被推入其对应的双极性大电流边缘连接器插口104g中并与之接合。尽管在图35中不可见,然而PCB 86a在每个CME模块104f邻近处具有开口。在电池托盘100插接到边缘连接器插口104g中时,电池托盘100还同时连接到或插接到CME模块104f中。与边缘连接器100i相邻的连接器100p或100q中的一者连接到它对应的CME模块104f。十二个电池托盘100被装载到电池化成机架104中并插接到它们对应的边缘连接器插口104g和CME模块104f中。

[0161] 以上参考图28描述的电学组件86的双面印刷电路板86a被用在图35中的电池化成机架104中。边缘连接器插口104g处在双面印刷电路板86a上。电池托盘100插接到边缘连接器插口104g中,其操作地连接到双面印刷电路板86a。电池托盘100通过连接器100p或100q中的一者同时还穿过双面印刷电路板86a中的开口插接到CME模块104f中。电池测试系统(优选地,参考图22描述的电源系统80)借由缆线通过插口104h连接到双面印刷电路板86a,并通过总线板86a串联地连接到所有插口104g,以便化成、测试、充电和放电已装载到电池化成机架104中的电池100f。如果智能电池托盘100上设置有CME模块的功能,则可能不需要CME模块104f。图35图示出在电池化成机架104中可同时对1,200个电池100f进行化成和测试。在电池100f已于电池化成机架104中被化成和测试之后,十二个电池托盘100中的每个被移动到电池老化机架。除了测量模块代替每个CME模块104f来监测电池电压以外,根据本发明的电池老化机架看起来与参考图35描述的电池化成机架104相同。

[0162] 图36是用于化成和测试电池的根据本发明的串联且并联式化成和测试技术的过程的简化流程框图108。电池测试系统110被提供,所述电池测试系统可根据以上针对电源系统70和80(已分别参考图19和图22描述过两者)所提供的描述来构建。作为示例,电池测试系统110可具有四个通道,对每个通道提供大约250伏、大约200安和大约5,000瓦。电池测试系统110操作地连接到四个电池化成机架112a、112b、112c和112d,所述四个电池化成机架中的每个与以上参考图35描述的电池化成机架104相同。四个电池化成机架112a、112b、112c和112d中的每个保持1,200个电池。缆线114a、114b、114c和114d分别将电池化成机架112a、112b、112c和112d连接到电池测试系统100中的对应通道。缆线114a、114b、114c和114d中的每个仅需要四根导线(两根用于电流输出且两根用于电压测量),用于化成和测试它对应的电池化成机架112中的1,200个电池。这与以上参考图33描述的传统电池化成和测试系统94所需的接线和布线形成显著对比,所述传统电池化成和测试系统具有针对每个电池的下弹簧式探针和上弹簧式探针而每个电池需要四根导线。

[0163] 电池化成机架112a、112b、112c和112d中的每个保持1,200个电池,即十二个参考图34、图34A和图34B描述的电池托盘100。在化成并测试1,200个电池的集合之后,各自保持100个电池的十二个电池托盘的集合被移动到多个电池老化机架116中的一个,用于定期检查每个电池的电压以检测任何坏的电池。

[0164] 本发明人已被授权以下美国专利,这些美国专利提供背景信息和可用于实现本发明的系统和设备。于1999年5月11日公告的美国专利号5,903,154、于1999年10月12日公告的美国专利号5,966,014、于2001年9月18日公告的美国专利号6,291,972以及于2018年12月25日公告的美国专利号10,161,963已授权给Zhang或者Zhang等人,并且这些美国专利的

全部内容以引用的方式被并入用于所有目的。本发明人于2019年7月12日提交了美国专利申请号16/509,685,该美国专利申请在2020年2月27日作为公开号US 20200064407A1公布,并且该美国专利申请的全部内容以引用的方式被并入用于所有目的。

[0165] 发明的实施例

[0166] 一种使用一个BTS通道来同时测试多个电池的机构和方法。它通过以下实现:将每个电池串联连接到无源PTMD,以形成PTMD/电池组合;然后,将各电池/PTMD组合并联连接,且然后将并联电池/PTMD组群连接到BTS通道。BTS通道提供编程的电流、电压或功率,并且电流以平衡的方式分配到每个电池,并且所有电池的电压在精度范围内相等。

[0167] 本文中命名为PTMD的装置将以并联模式来使用并且包括诸如继电器、电阻器和电流传感器之类的无源电子部件。它为与之连接的每个电池提供以下功能:电流切换、电流和电压测量、在预均衡期间的限流以及保护。

[0168] 本文中命名为预电压均衡器/限流电路的电路包括限流电阻器和辅助继电器,所述限流电阻器和辅助继电器与主继电器并联连接。预电压均衡器/限流电路用于使电池达到预平衡状况并用于测试和化成开始阶段期间的限流。

[0169] 电流传感器(例如分流器或霍尔效应部件)与PTMD中的每个电池串联连接以测量通过电池的所有电流(包括均衡电流),以精确测量和计算通过电池的电流和充电/放电容量。

[0170] 电流开关(例如继电器)与PTMD中的每个电池串联连接,以切断和隔离有问题的电池(例如短路的电池)以便进行安全保护。电流开关还可用于在自动电流校准过程期间切换电流传感器。

[0171] 一种机构或方法,用于将电压均衡器并联连接到并联PTMD/电池组群,然后将多个这样的并联PTMD/电池组群-和-均衡器的组群串联连接。均衡器从均衡电源获取用于均衡的能量。将这样的串联-并联组合连接到BTS通道或充电/放电电流源,以使组合中的所有电池同时在相同的电压和平衡电流分配下进行测试、化成和充电。

[0172] 命名为PSTMD的装置由并联的多个PTMD和均衡器以以上描述的方式构建。

[0173] 命名为STMD的装置通过电流传感器构建,所述电流传感器通过与电流传感器串联的电池与电压均衡器并联连接。一种机构或方法,用于使多个组合以串联方式连接,各组合由单个电池和如上所述的STMD组成,其然后连接到BTS通道或充电/放电电流源,以使组合中的所有电池同时在相同的电压和平衡电流分配下进行测试、化成和充电。

[0174] 电压均衡器的作用在于使所有电池在整个测试过程期间达到高度的一致,而不是仅仅为了电池包的安全。电压均衡器从用于均衡的专用电源获取能量,而不是从充电/放电电源或从正在测试的电池获取能量。BTS通道提供主要的充电和放电电流。电压均衡器提供微调电流使得所有电池处于相同电压下。BTS通道和电压均衡器相互协调。在电流控制过程中,均衡器电压被调整到使累积的均衡器电流达到接近于零的值的目标。在恒压控制过程中,将均衡器的电压设置为期望值,并且BTS通道中的电流被调整到使累积的均衡器电流达到接近于零的值的目标。优选地使用专用电源来为所有电压均衡器供电以便电压均衡。

[0175] 电压均衡器优选地具有优于全电压范围的0.1%的控制精度。电压均衡器在整个电压范围内始终与主充电/放电通道协调。电压均衡器可实现CC、CV和CCCV功能,而不会影响CC向CV过渡期间的平稳性。均衡器所需的电流粗略小于电池或并联电池组群测试所需电

流的十分之一(1/10)。电压均衡器通过DC-DC转换器与它的均衡器电源电隔离,并具有精密的电压调节器,所述电压调节器用于在宽范围内提供可编程的、精确的电压控制。电压均衡器是双向的,这允许它对电池既进行充电又进行放电。

[0176] 命名为SPTM模块的装置或设备将PTMD或STMD或PSTMD及相关的控制/测量电路、电压均衡电源、控制电源、通信端口和电池/电池组的连接器及其它部件和电路集成在一起。SPTM可连接到BTS通道或充电/放电电流源,以便同时对所有电池进行测试、化成和充电。

[0177] 命名为ISPTM模块的装置或设备将SPTM与BTS通道集成以便同时对所有电池进行测试、化成和充电。

[0178] 一种机构或方法,用于将多个SPTM模块串联连接且然后连接到BTS通道以便同时对所有电池进行测试、化成或充电。

[0179] SPTM或ISPTM,其具有用于将电池区段与温度敏感型电子器件区段隔开的热隔离器密封块。SPTM或ISPTM具有电池区段,所述电池区段可通过矩形槽滑入温度室中,同时以热隔离器密封块抵靠温度室密封的方式将温度敏感型电子器件留在温度室外部。

[0180] 温度室具有用于接收和容纳多个SPTM和/或ISPTM的矩形槽或开口。在测试其它槽中的模块时,可密封空槽。

[0181] 本发明不限于单个电池。本发明可与电池包和超级电容器及其它储能装置一起使用。本发明不限于测试。本发明可用在电池化成和充电中。

[0182] 一种在电池测试中、尤其在并联-串联测试中利用CCCV充电和CCCV放电取代CCCV充电和CC放电来测量电池容量和库仑效率的方法。

[0183] 本发明的一个实施例是一种用于化成和测试电池的系统,所述系统包括:

[0184] 模块;

[0185] 与模块电接触的调节器,其中调节器可附接到电流源,并且其中调节器可用于输出电流;

[0186] 多个电池保持部,其中各保持部与模块电接触,其中保持部被分为子组群,所述子组群并联连接在一起以形成两个或更多个并联子组群,其中所述并联子组串联连接在一起以形成并联-串联电池组群;以及

[0187] 附接到并联子组群的相反端子的电压均衡器,其中电压均衡器可附接到电流源,

[0188] 其中,模块、调节器、一个或多个保持器和电压均衡器设计并制造呈以这样的模式操作,在所述模式中:

[0189] (a)调节器接收电流并输出电流到并联-串联电池组群的端子;和

[0190] (b)电压均衡器接收电流并输出电流到每个并联子组群的端子,其中电压均衡器在调节器输出电流的同时输出电流,其中电压均衡器操作成使得,在调节器输出电流到并联-串联电池组群时,每个并联子组群的端子间的电压维持在大致相等的值。

[0191] 显然,为了清楚起见,上述实施例仅只是示例,并不旨在限制实施例。上述技术的本领域技术人员可作出其它变化或修改。没有必要也没有办法描述所有可能的实现方式。由此产生的显见改变或变化仍在本发明的范围内。

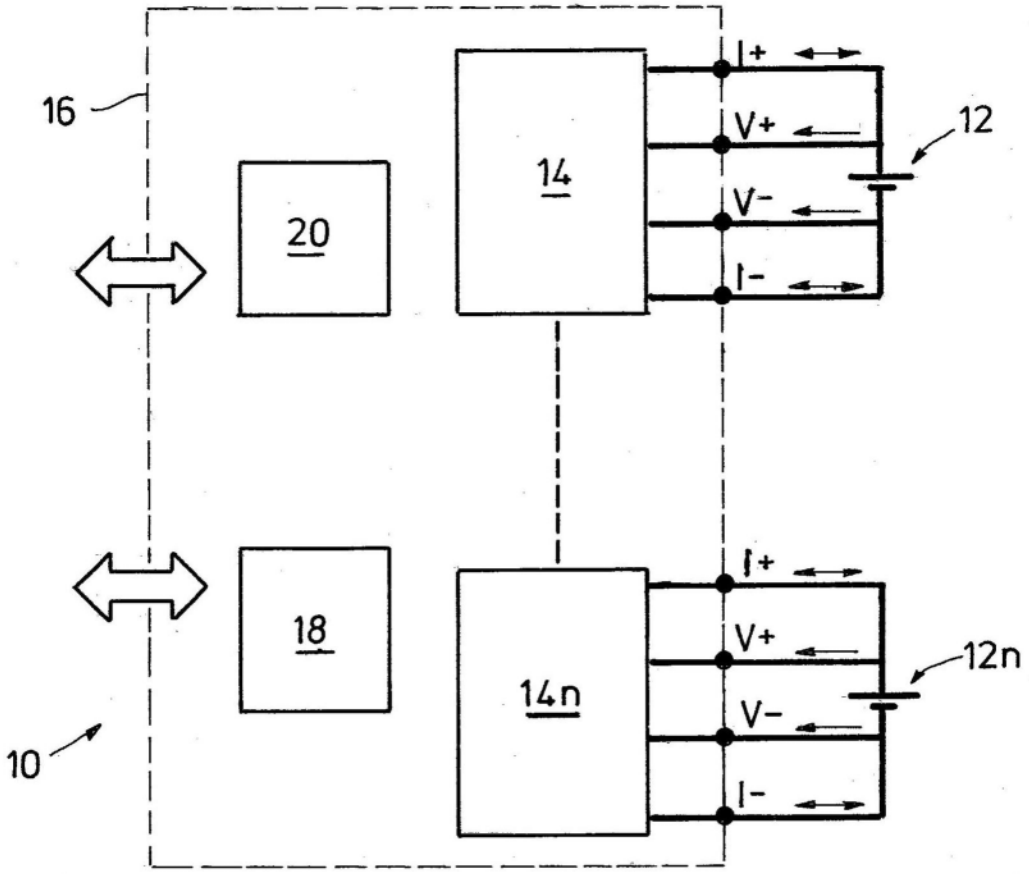


图1(现有技术)

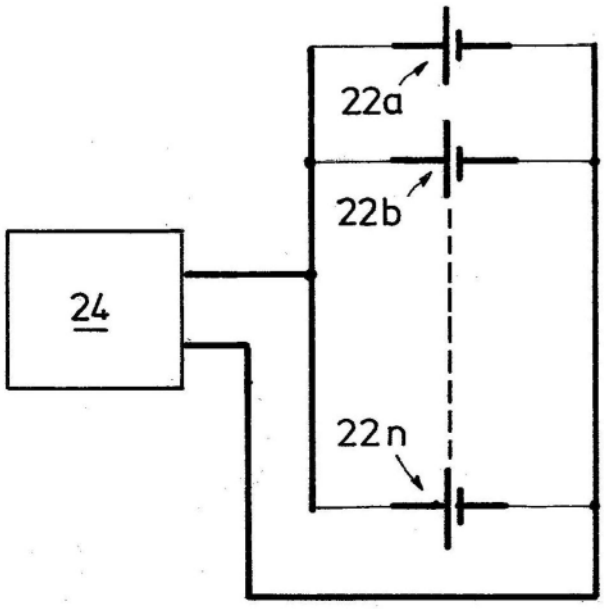


图2(现有技术)

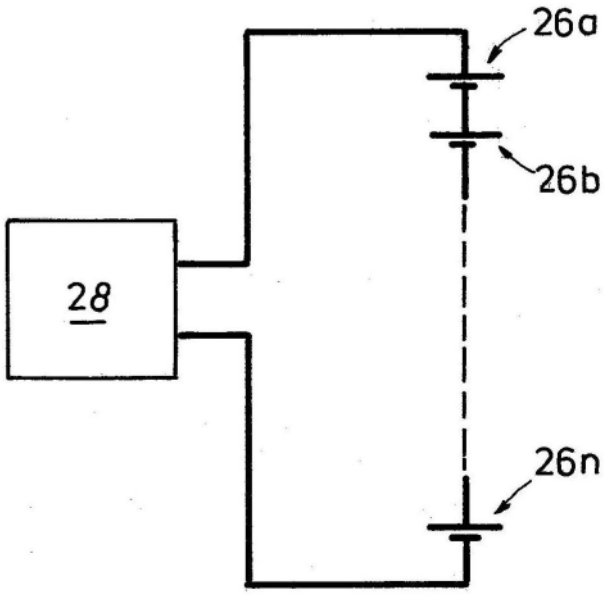


图3(现有技术)

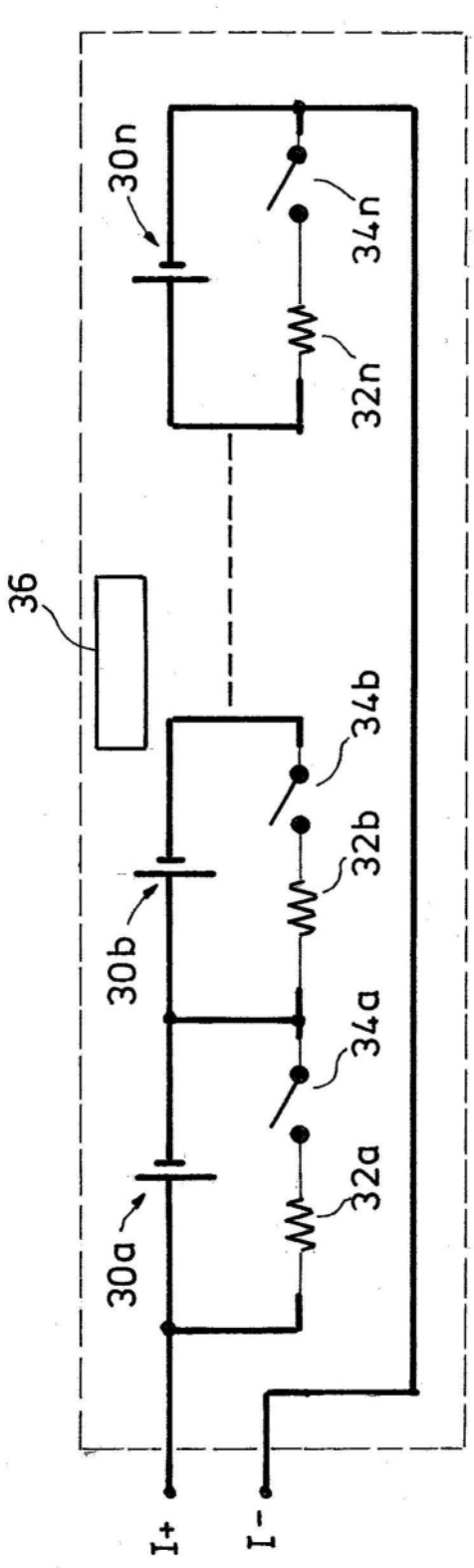


图4(现有技术)

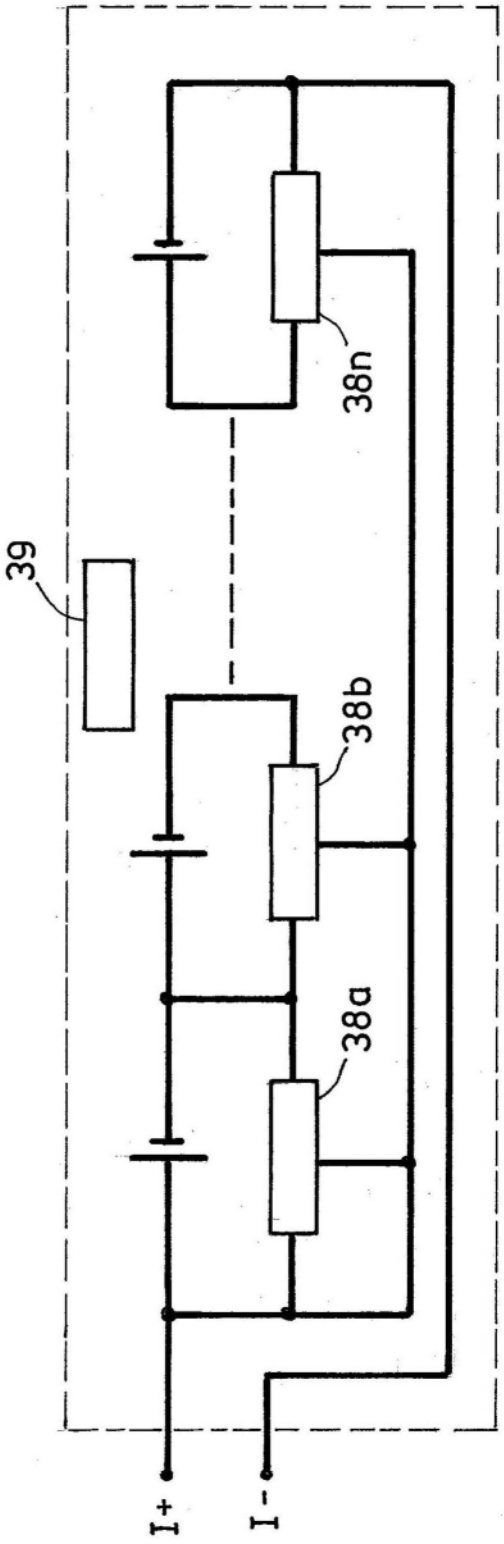


图5(现有技术)

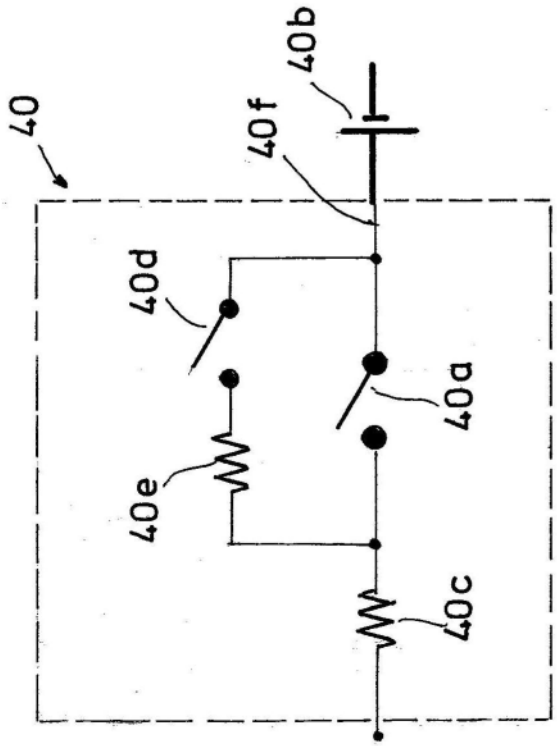


图6

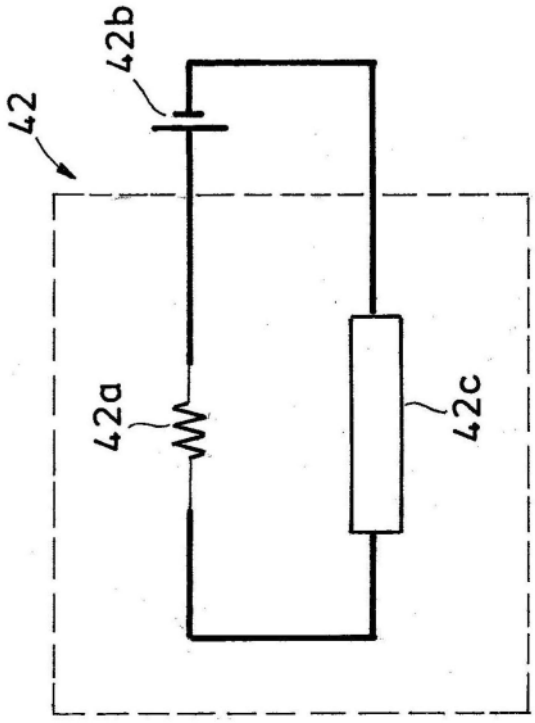


图7

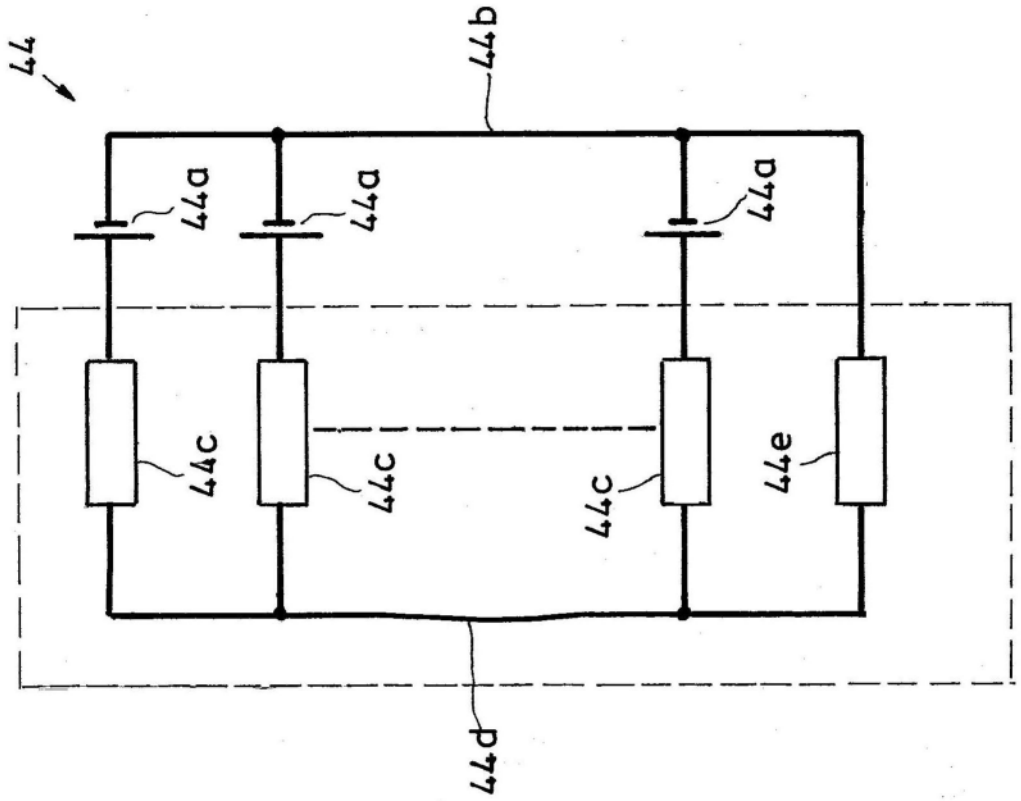


图8

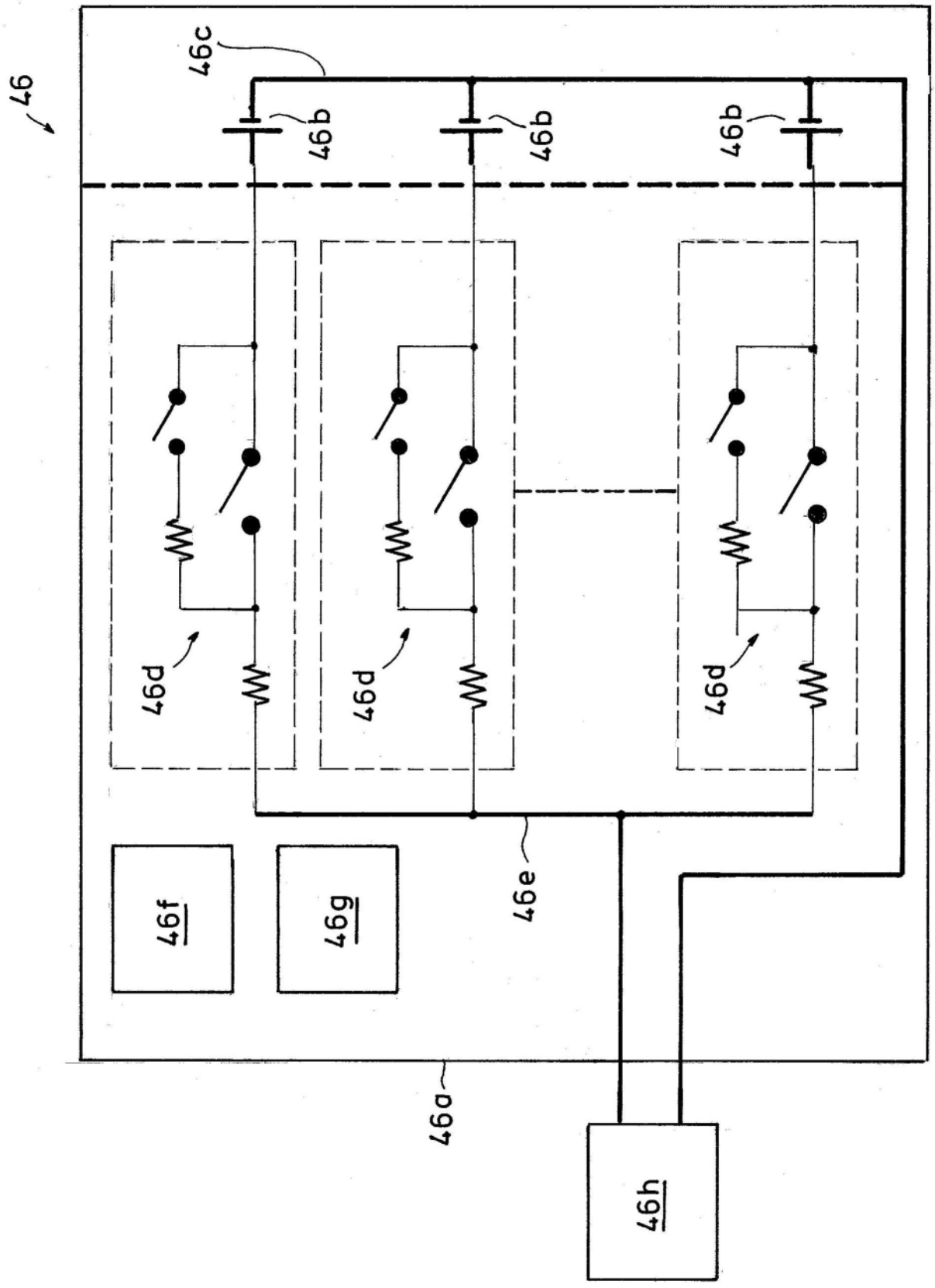


图9

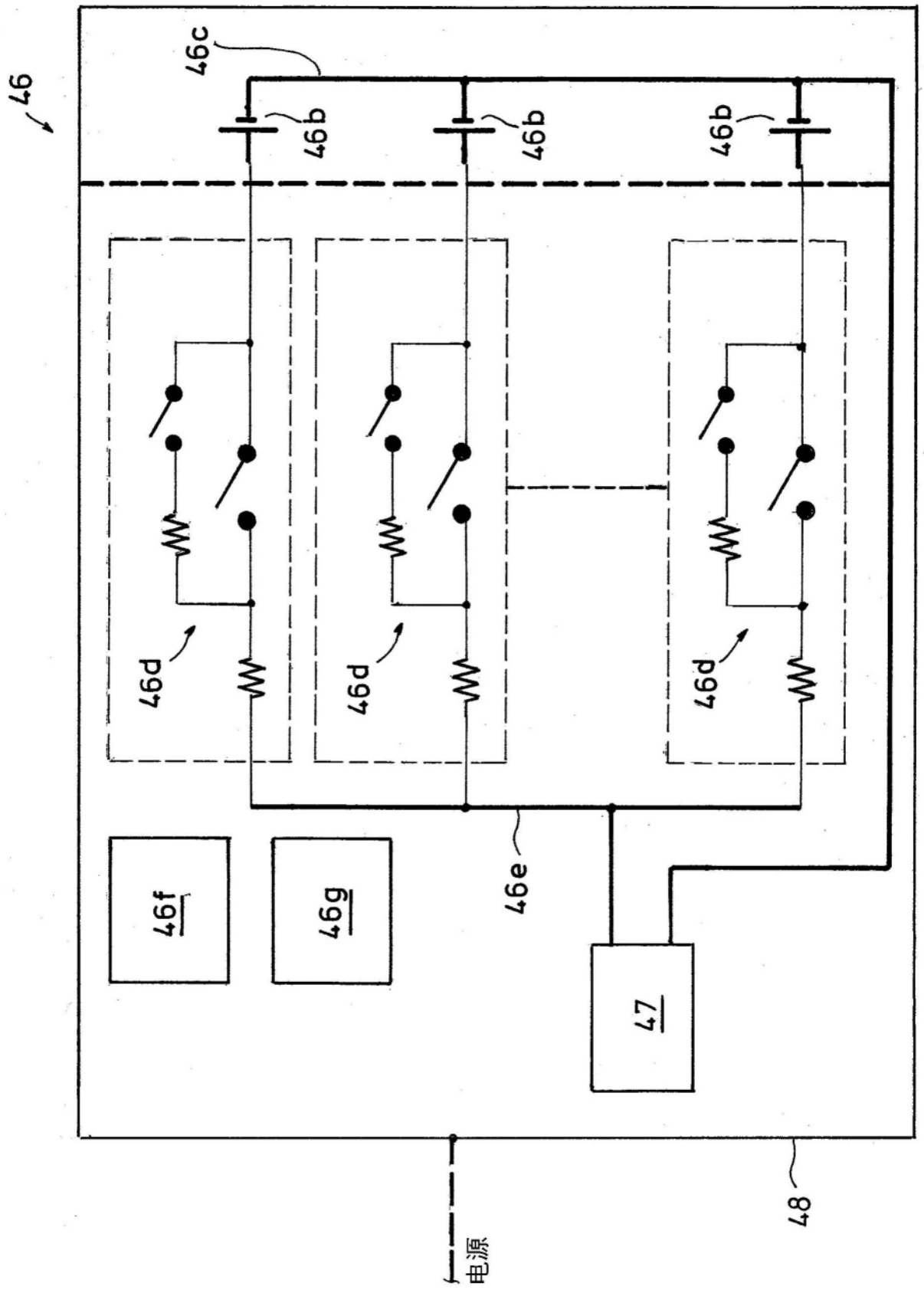


图10

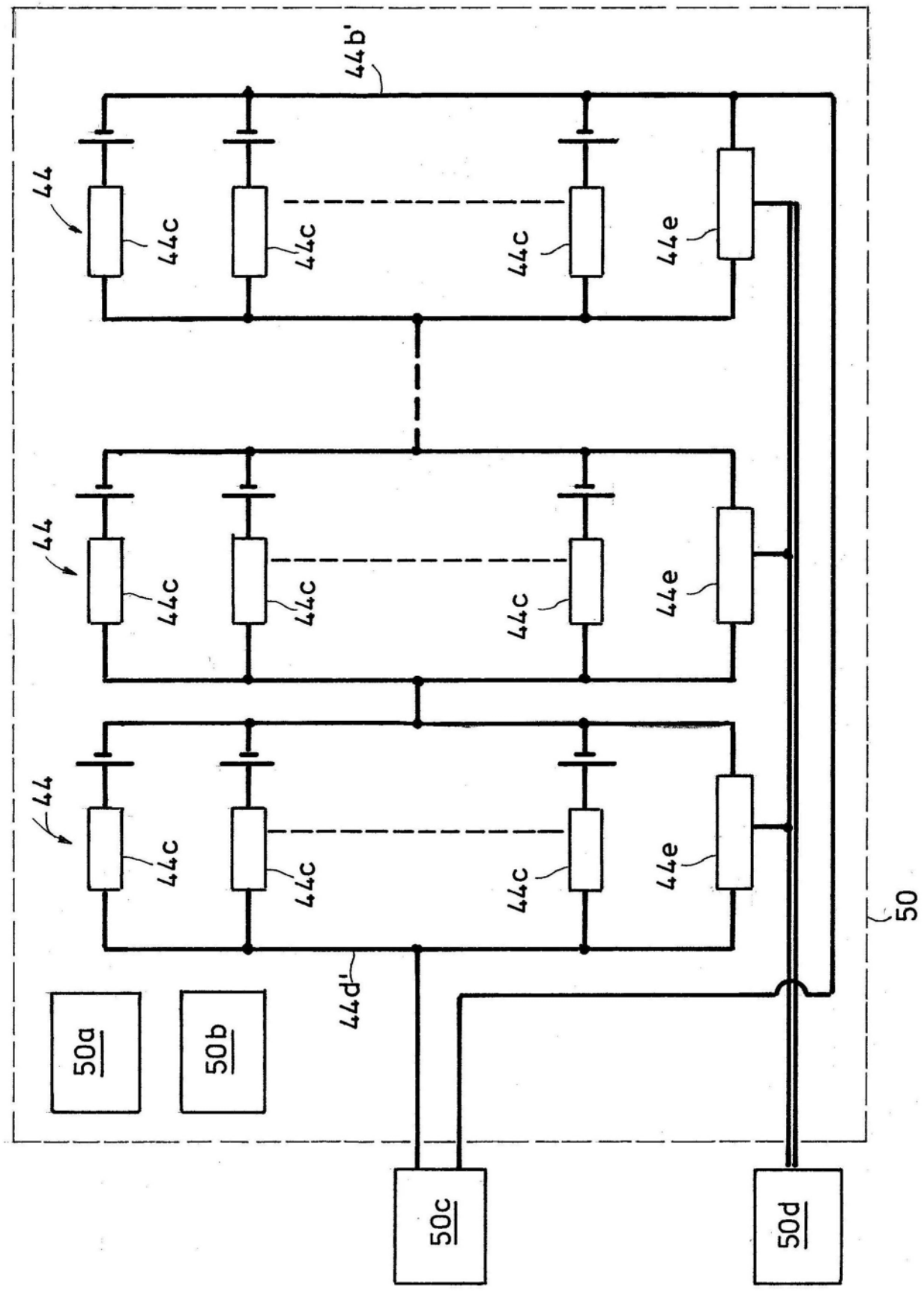

44b'
44
44c
44c
44c
44e
44
44c
44c
44c
44e
44
44c
44c
44c
44e
44d'
50
50a
50b
50c
50d

图11

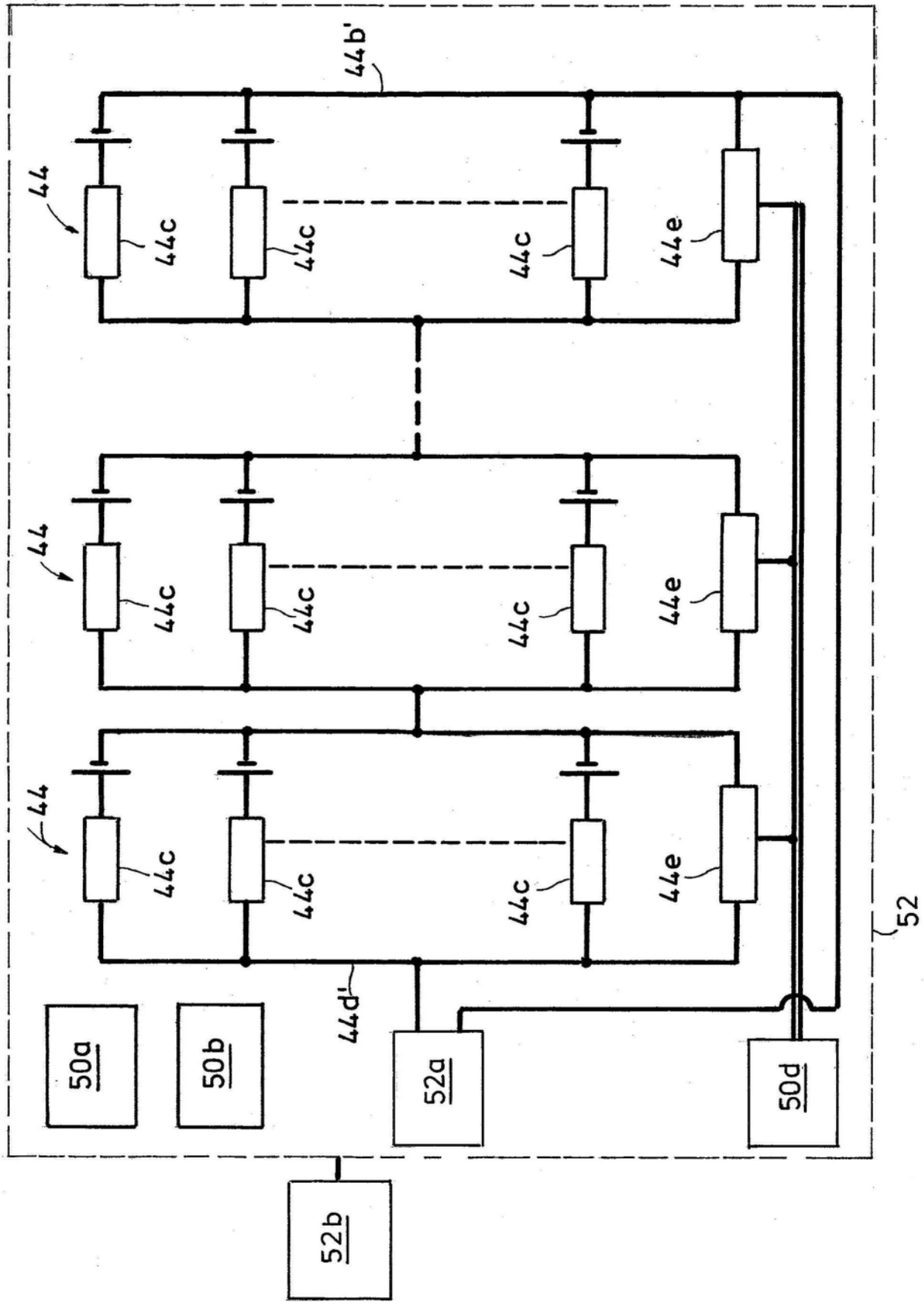

44b'
44
44c
44c
44c
44e
44
44c
44c
44c
44e
44
44c
44c
44c
44e
52
44d'
50a
50b
52a
50d
52b

图12

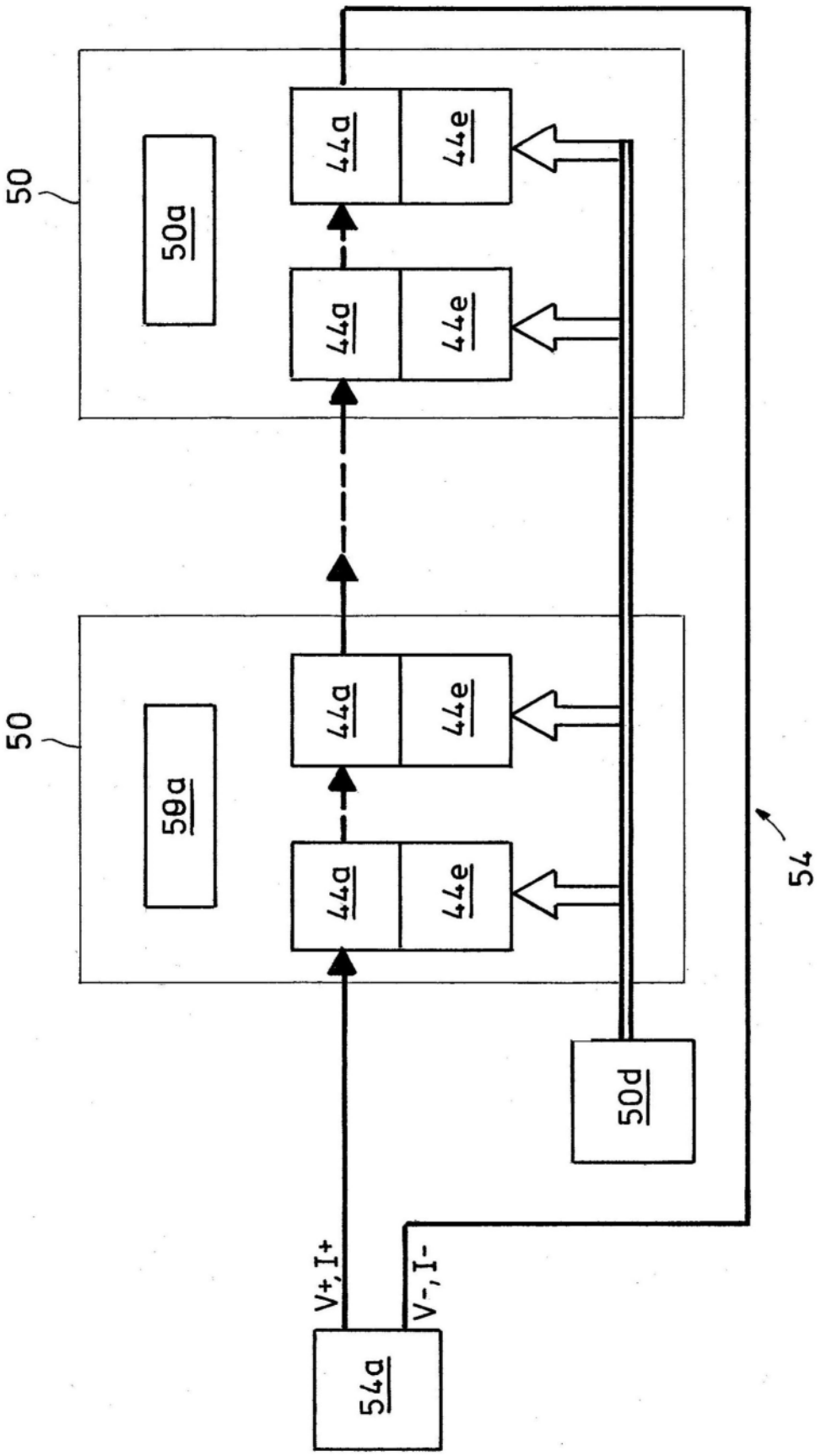


图13

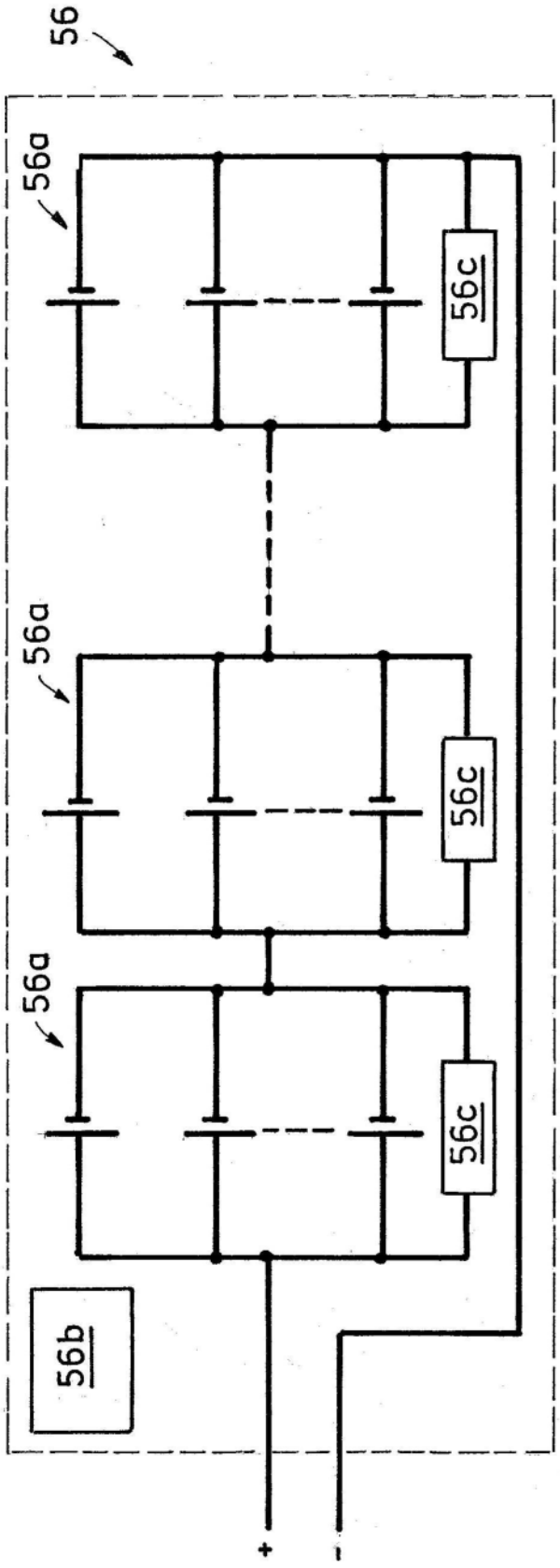


图14

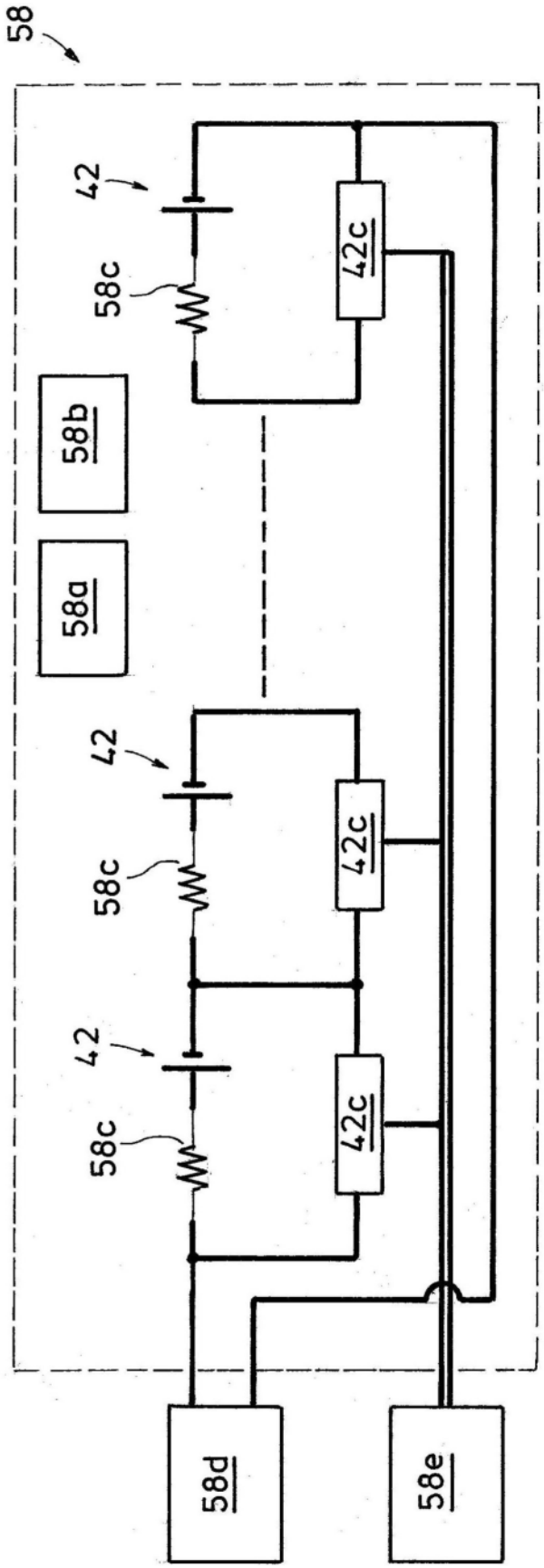


图15

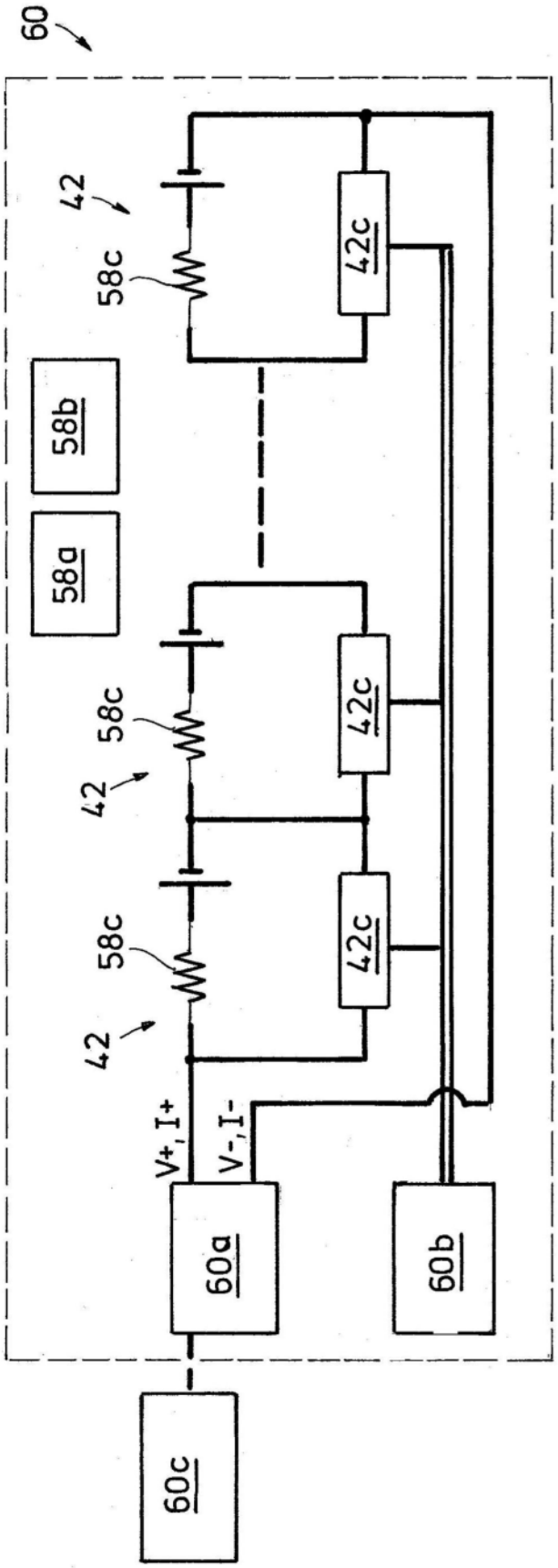


图16

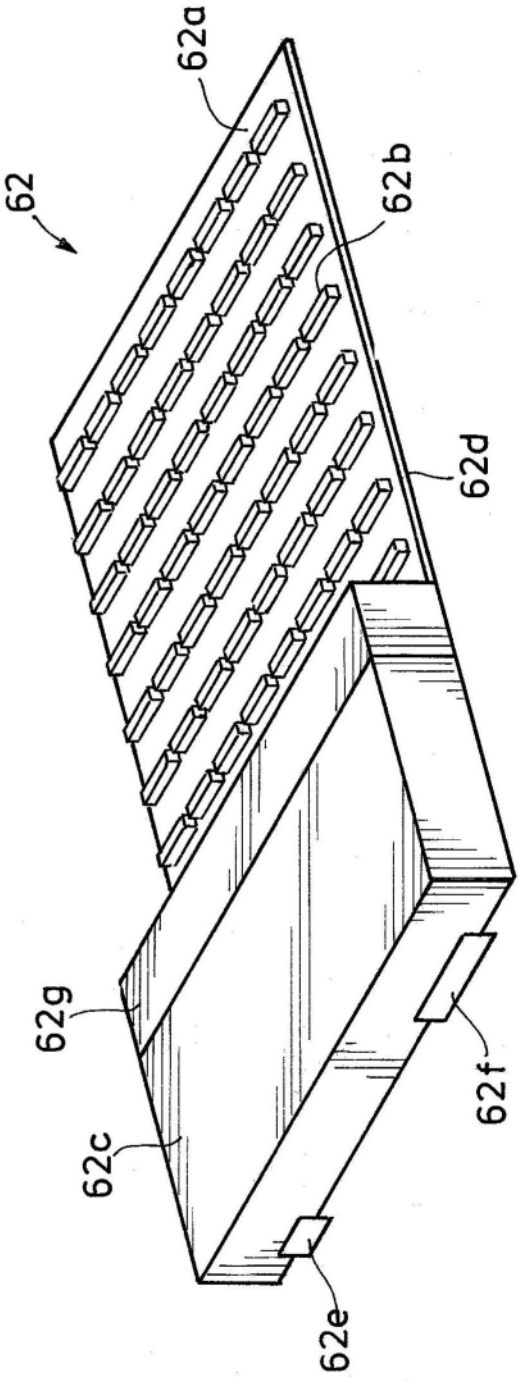


图17

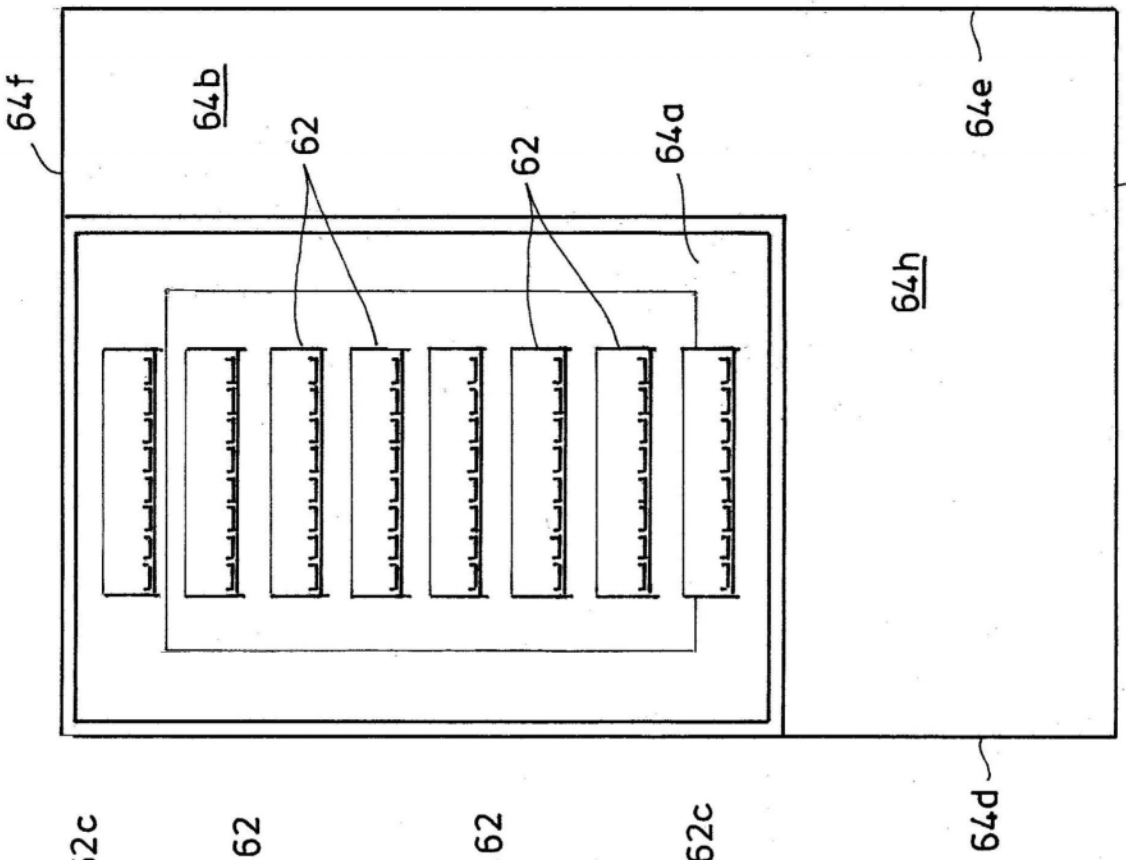

64f
64b
62
62
64a
64e
64g
64h
64d

图18B

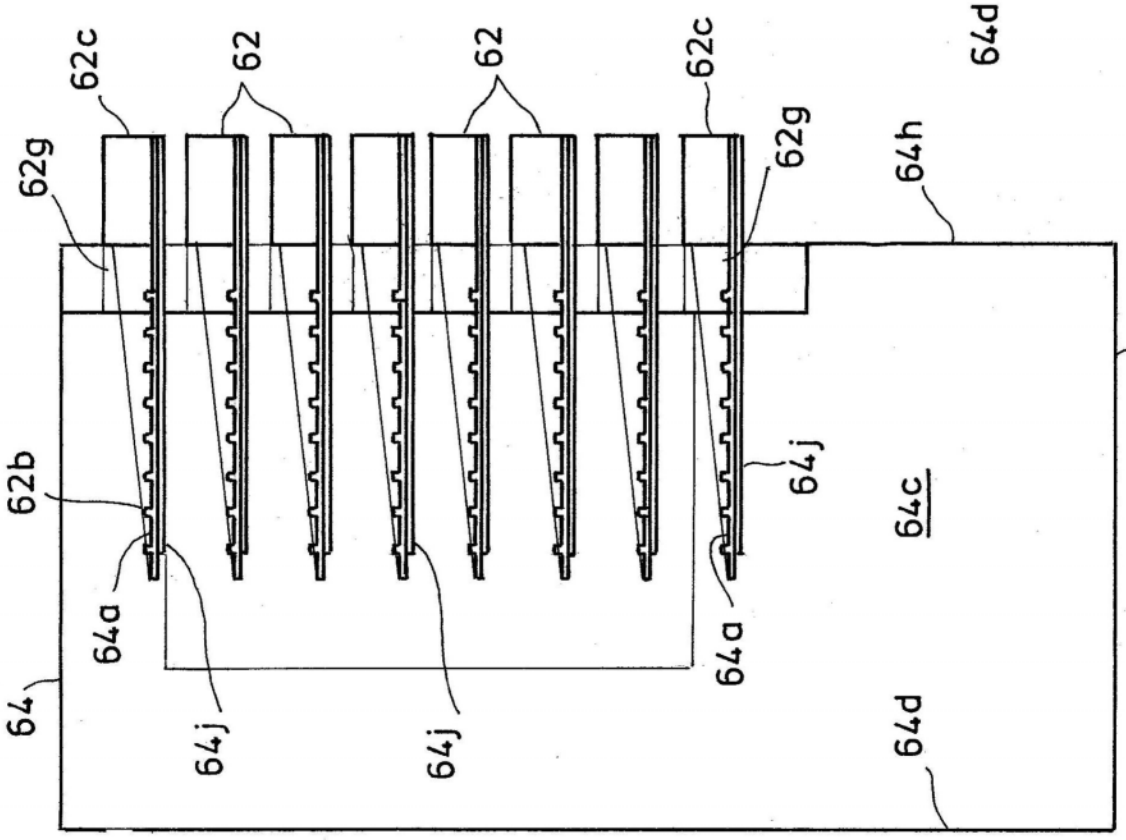

62c
62
62
62c
62g
62g
64h
64g
62b
64j
64c
64a
64a
64
64j
64j
64d

图18A

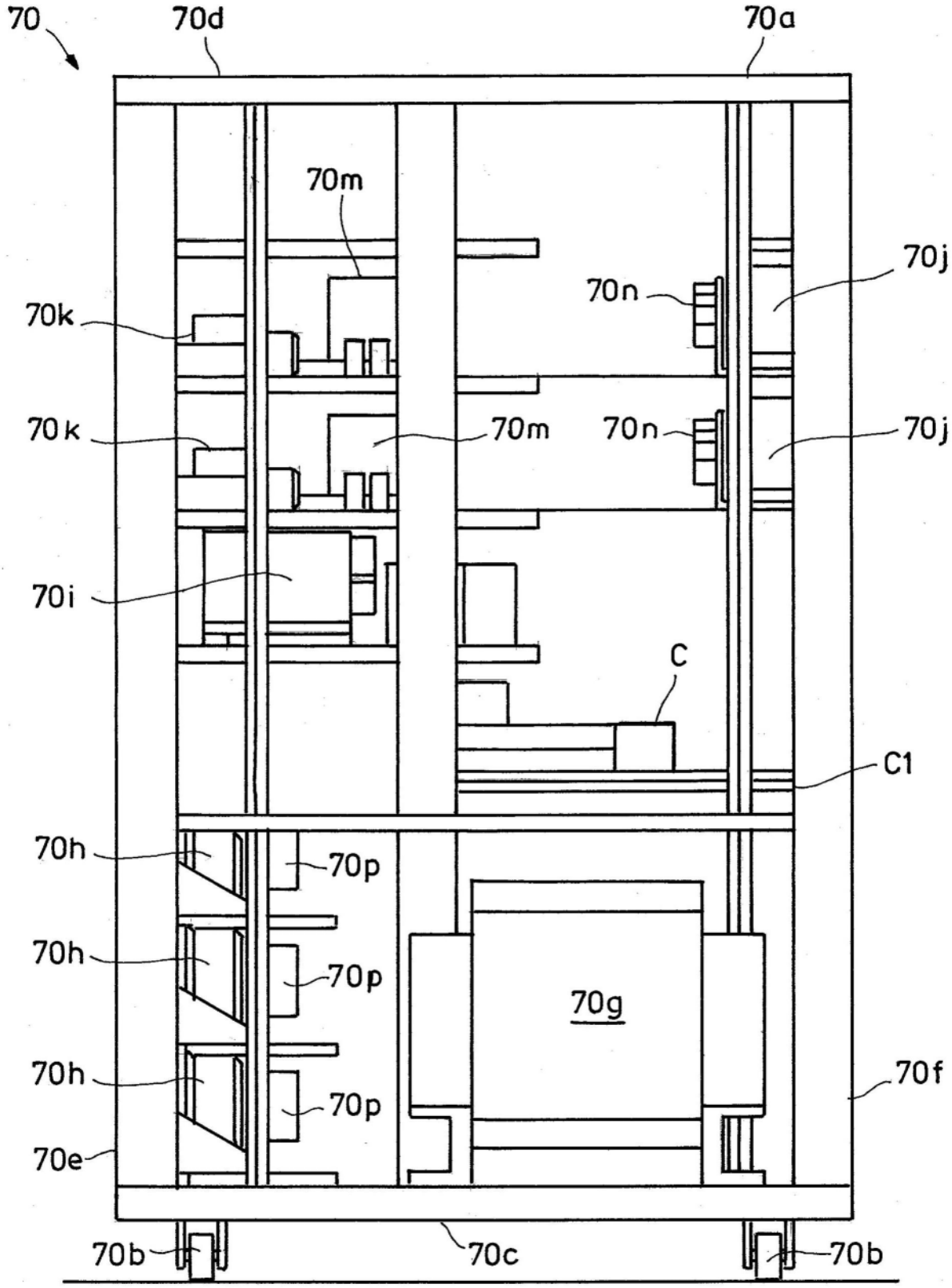

70
70d
70a
70m
70j
70n
70k
70k
70m
70n
70j
70i
C
C1
70h
70p
70h
70p
70g
70h
70p
70f
70e
70b
70c
70b

图19

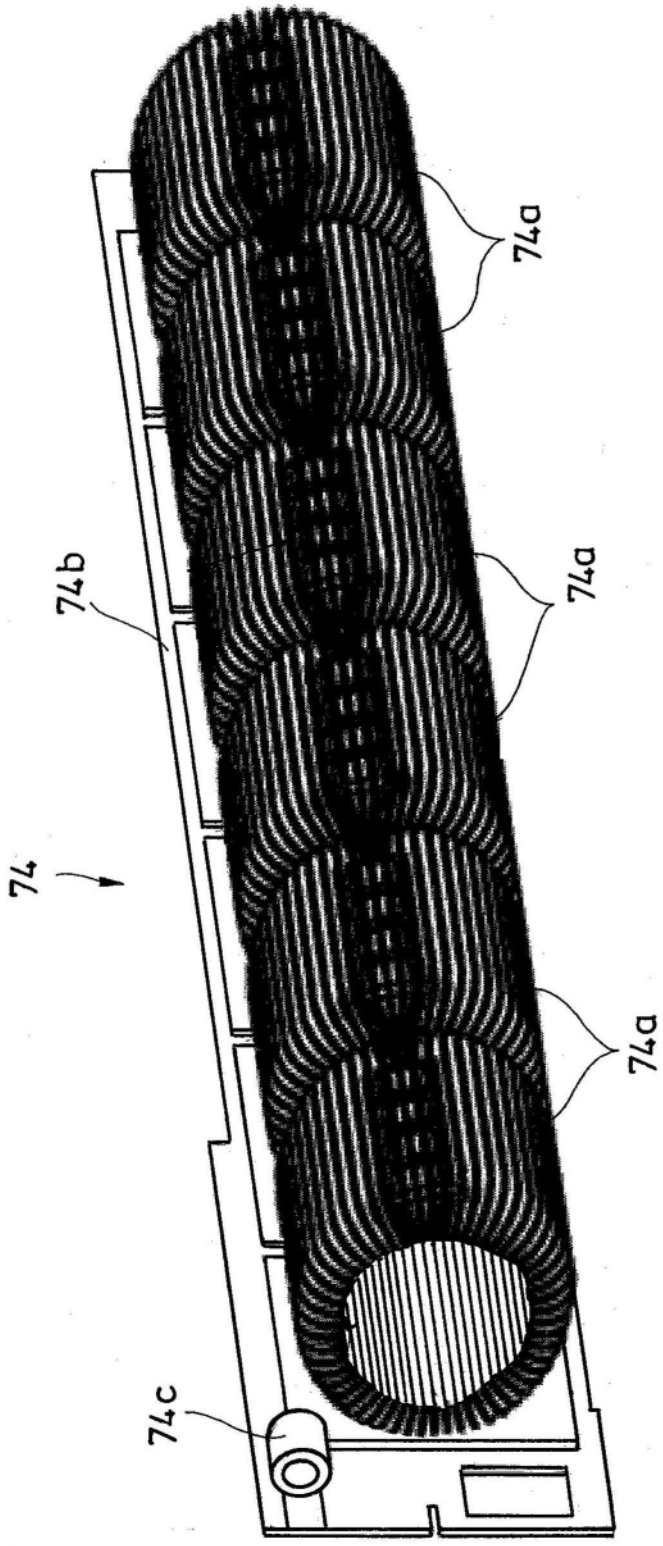


图20

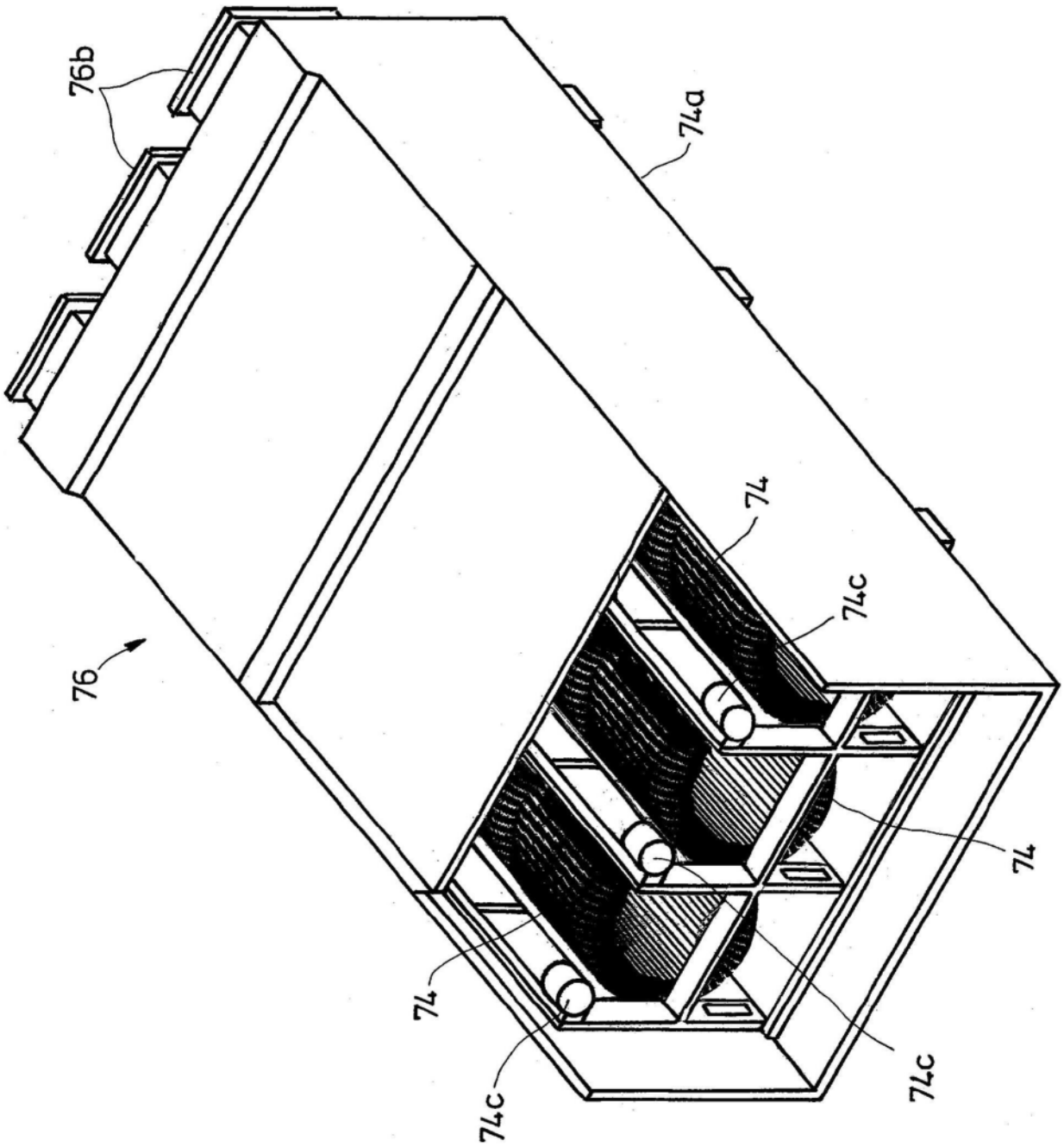


图21

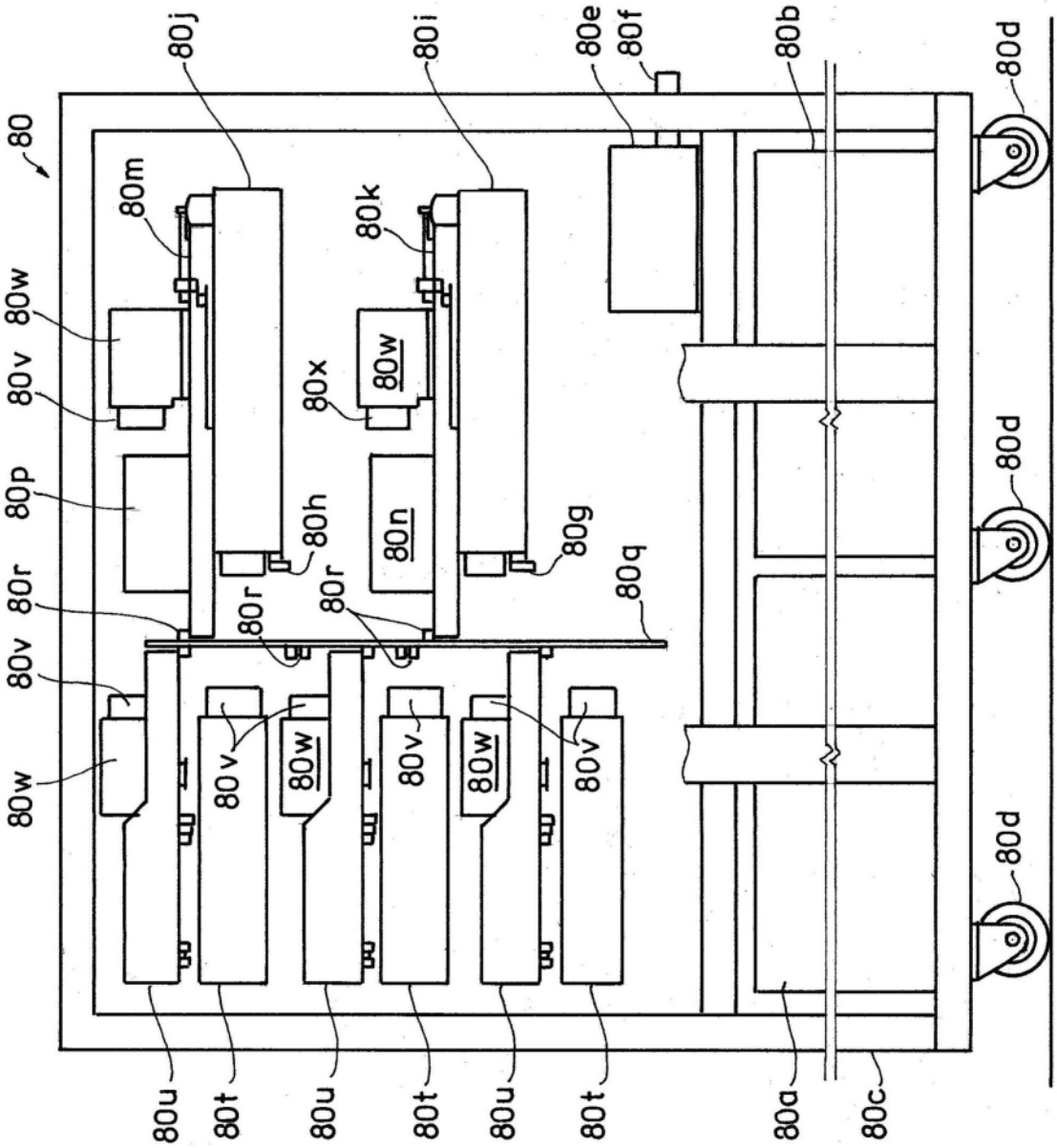

80
80j
80i
80e
80f
80b
80d
80m
80k
80w
80v
80x
80p
80h
80n
80g
80q
80r
80u
80t
80a
80c

图22

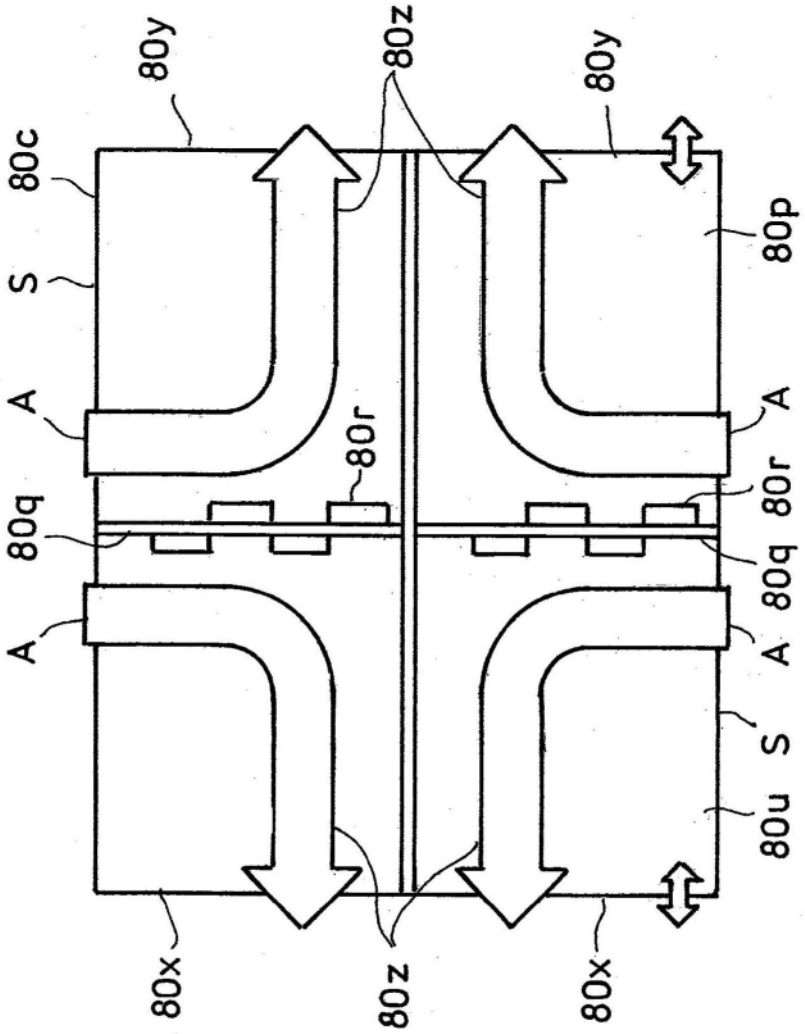


图23

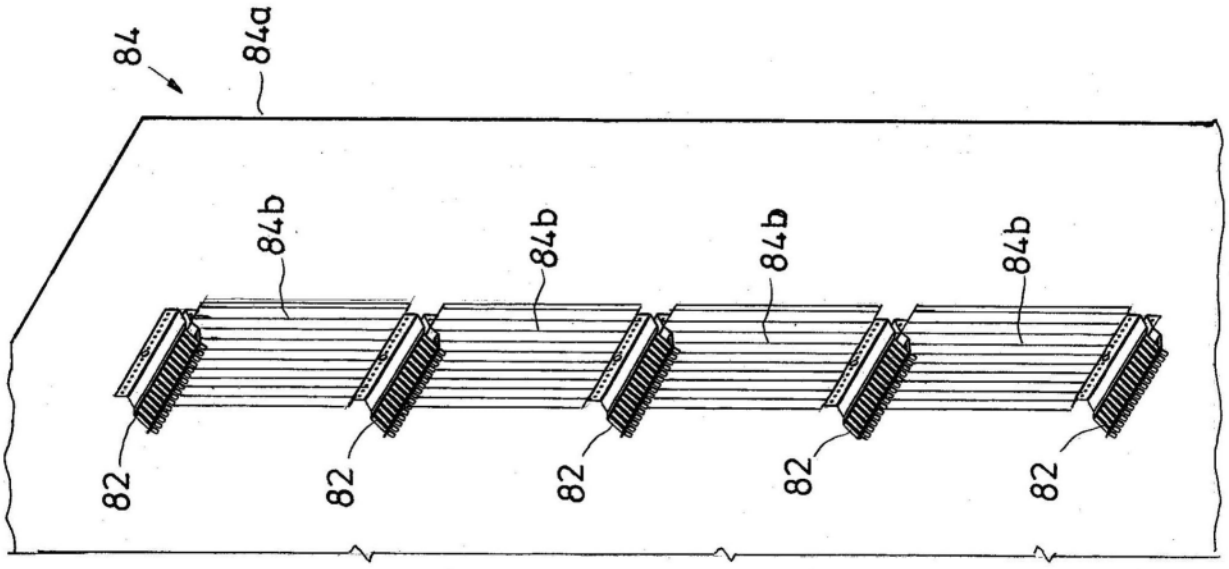


图27

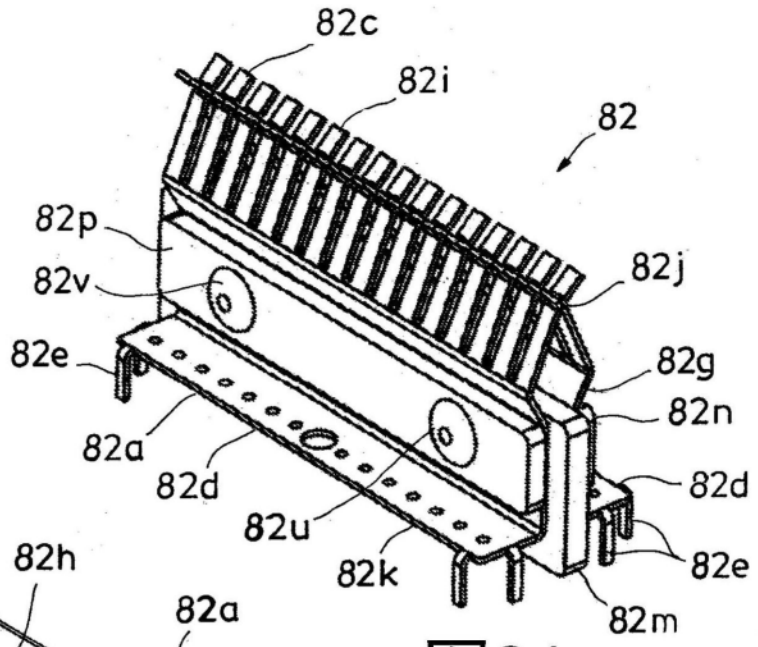

82c
82i
82
82p
82v
82j
82e
82g
82n
82a
82d
82d
82u
82e
82k
82m

图24

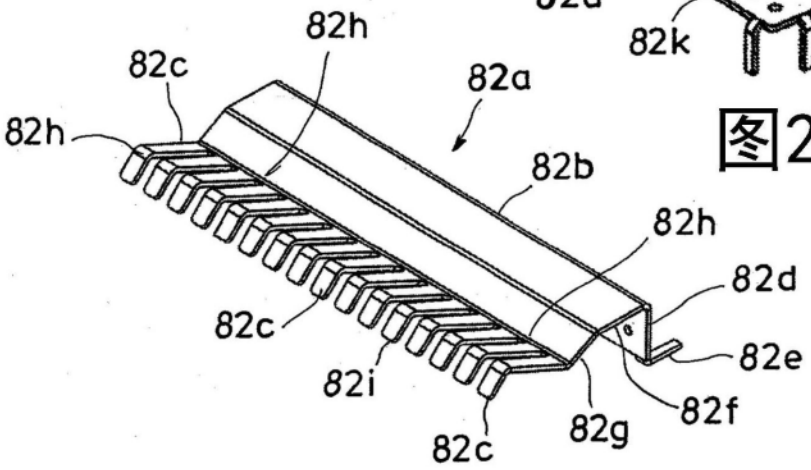

82h
82c
82a
82h
82b
82h
82d
82c
82e
82i
82f
82g
82c

图25

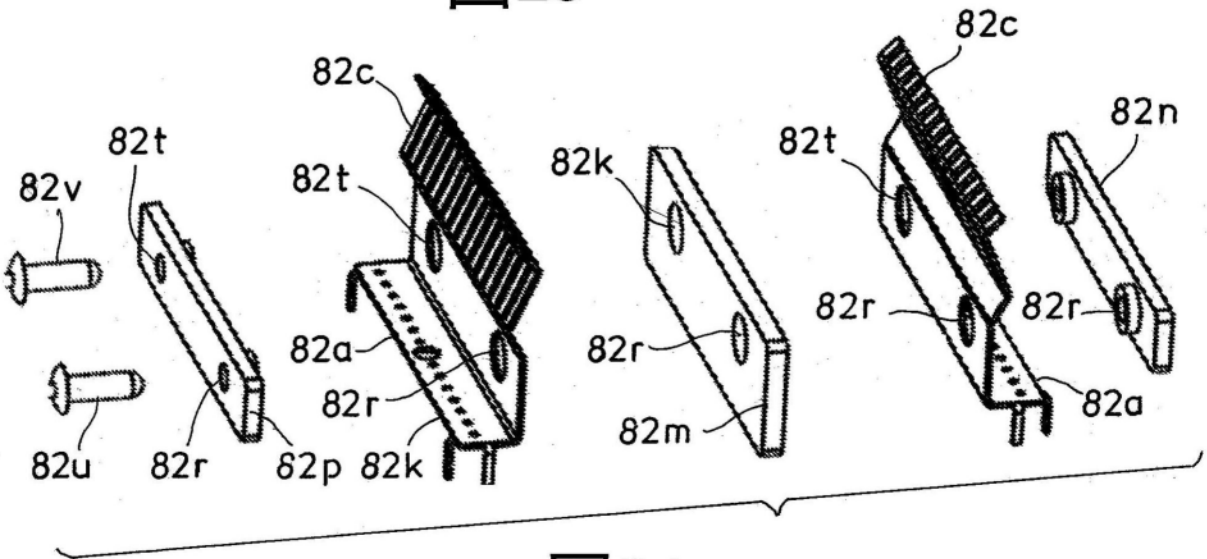

82c
82c
82n
82t
82t
82v
82k
82t
82a
82r
82r
82r
82r
82m
82a
82u
82r
82p
82k

图26

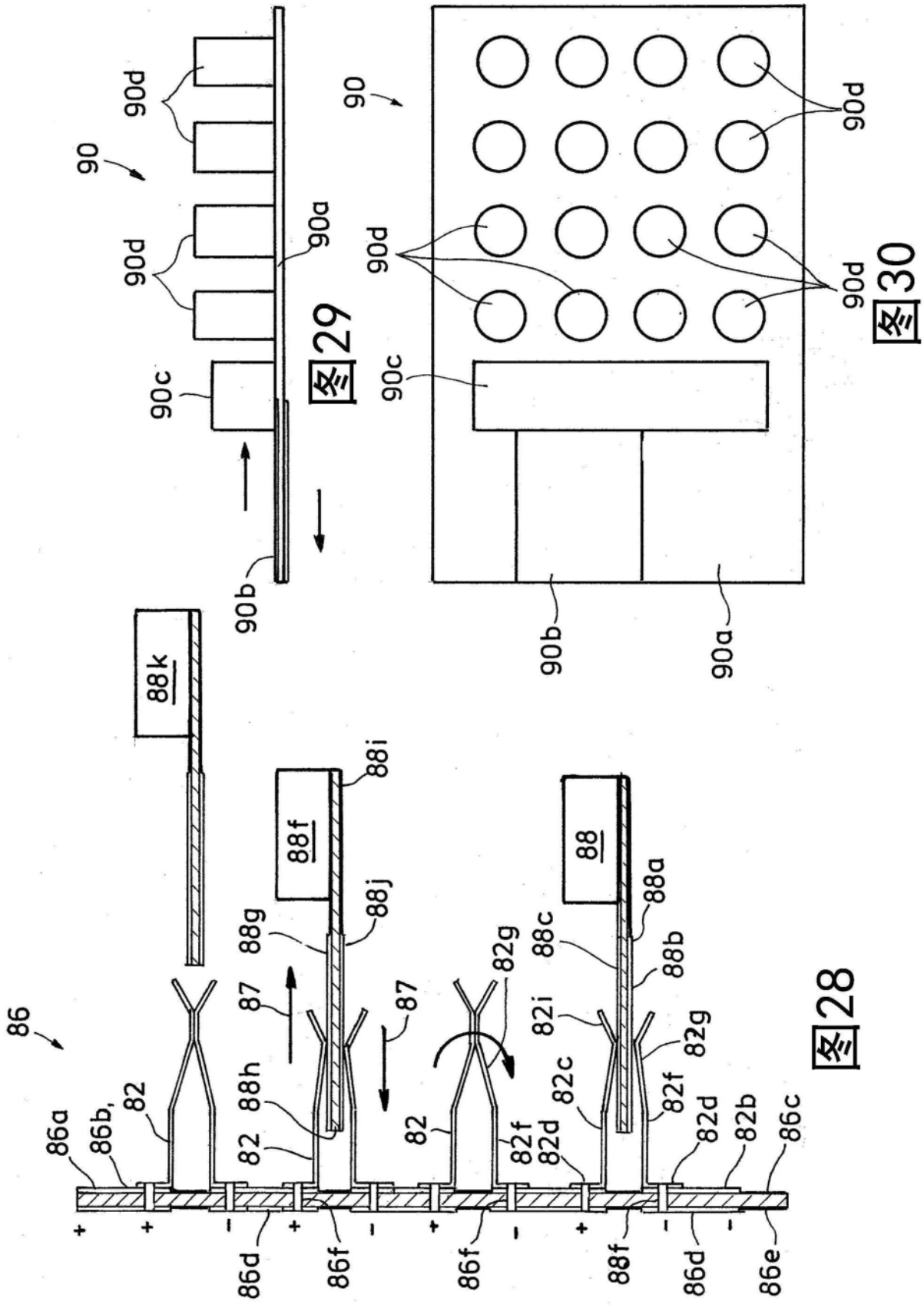

90
90d
90d
90c
90a
90b
90
90d
90d
90d
90c
90b
90a
86
86a
86b
82
88k
88f
88i
88j
88g
87
87
88h
82
82
88
88a
88c
88b
82g
82i
82g
82c
82f
82f
82d
82d
82b
86c
86d
86f
86f
88f
86d
86e

图29 图30 图28

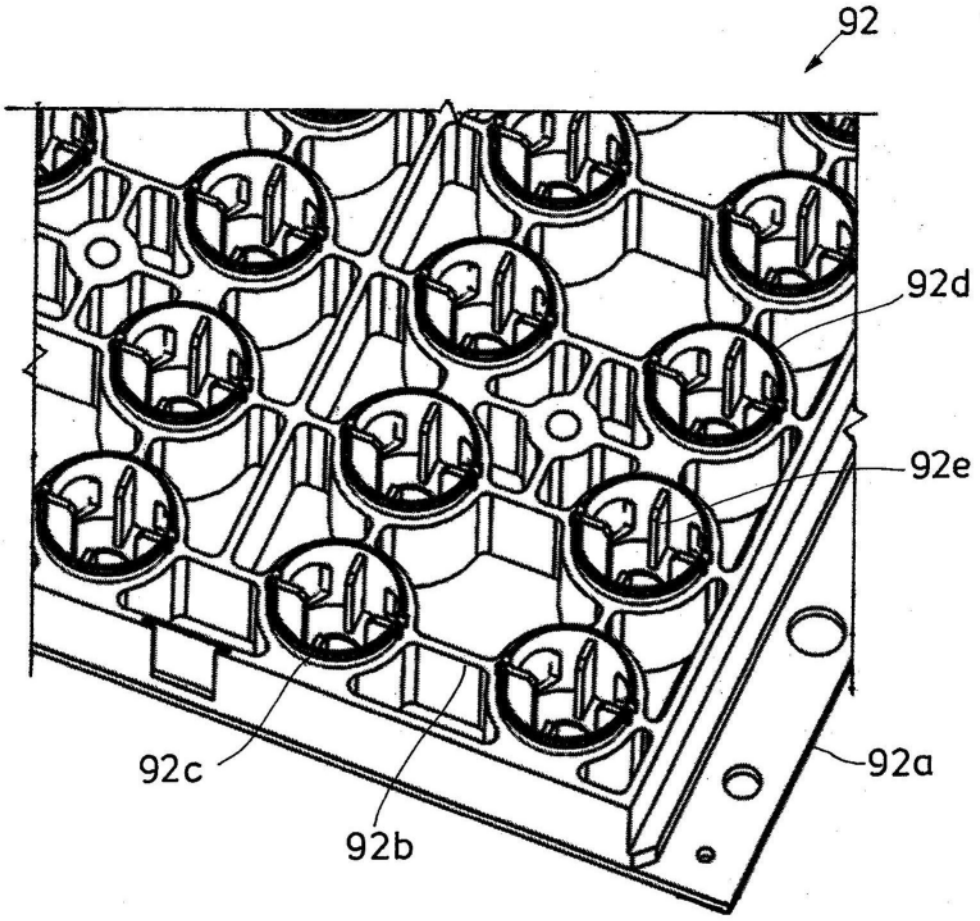


图31

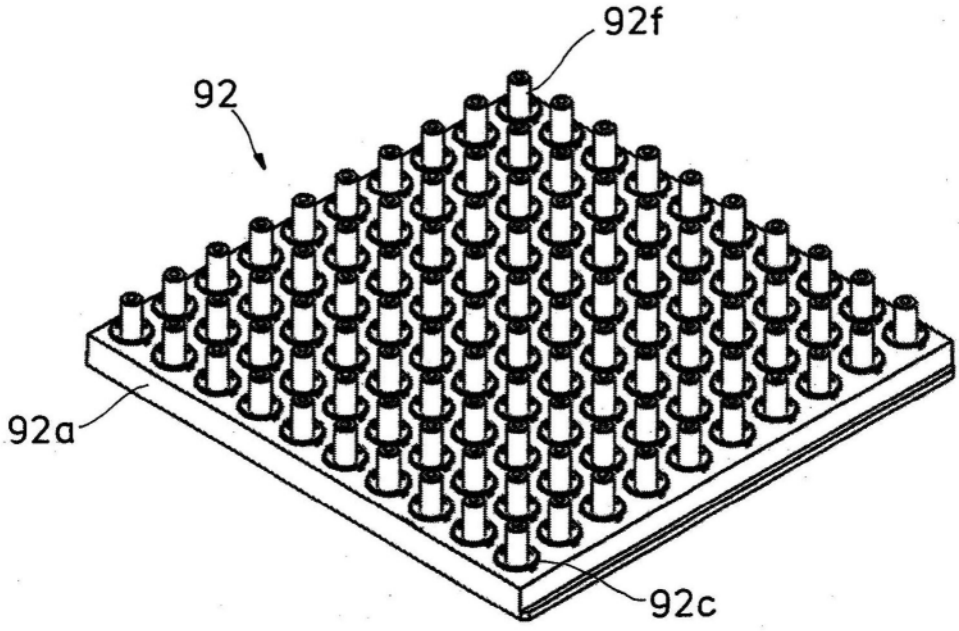


图32

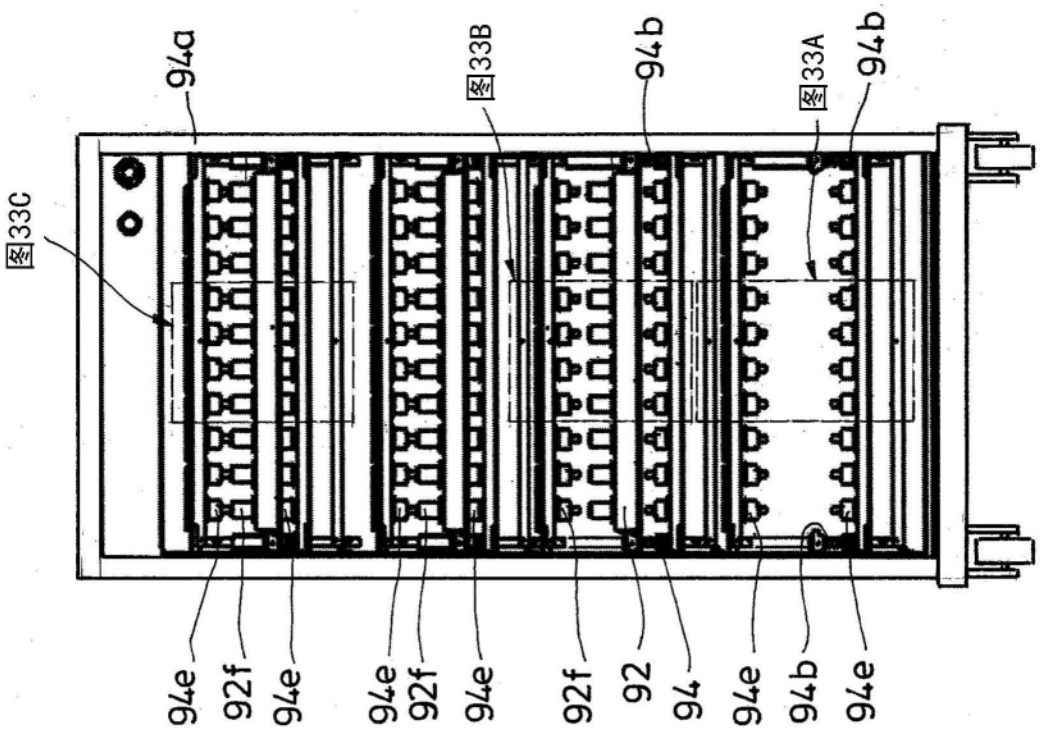

94a
图33B
94b
图33A
94b
图33C
94e
92f
94e
94e
92f
94e
92f
92
94
94e
94b
94e

图33

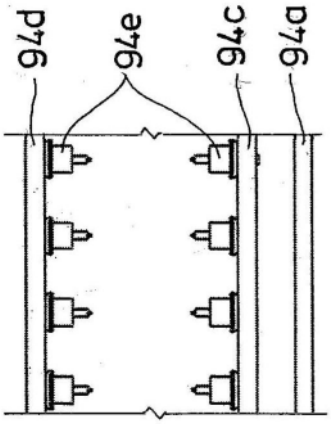

94d
94e
94c
94a

图33A

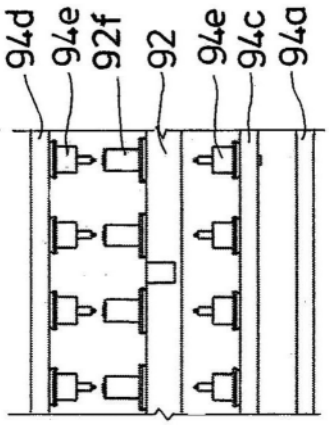


图33B

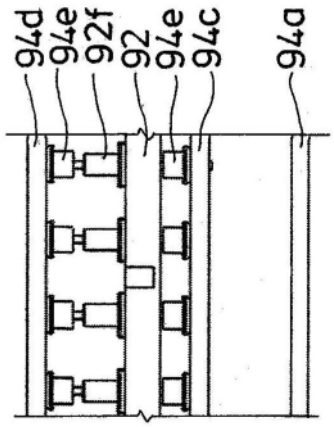


图33C

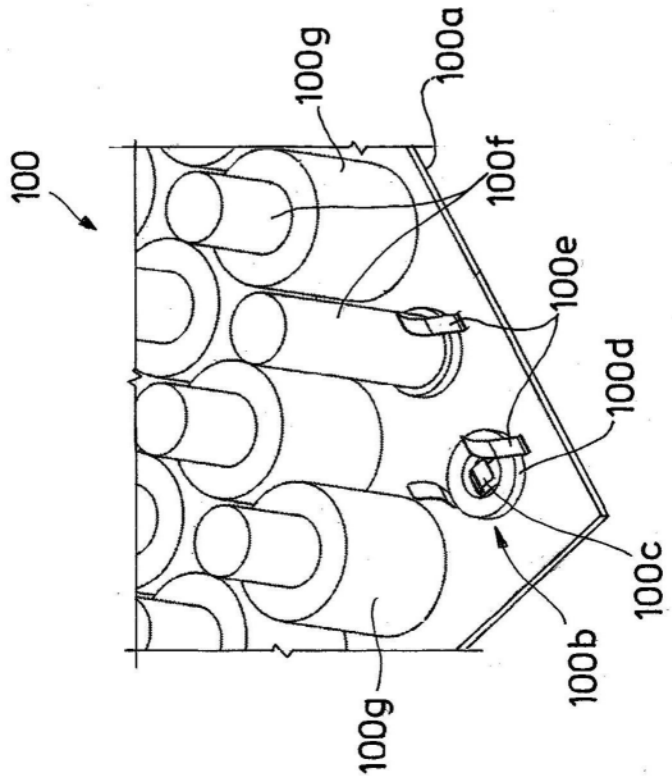


图34

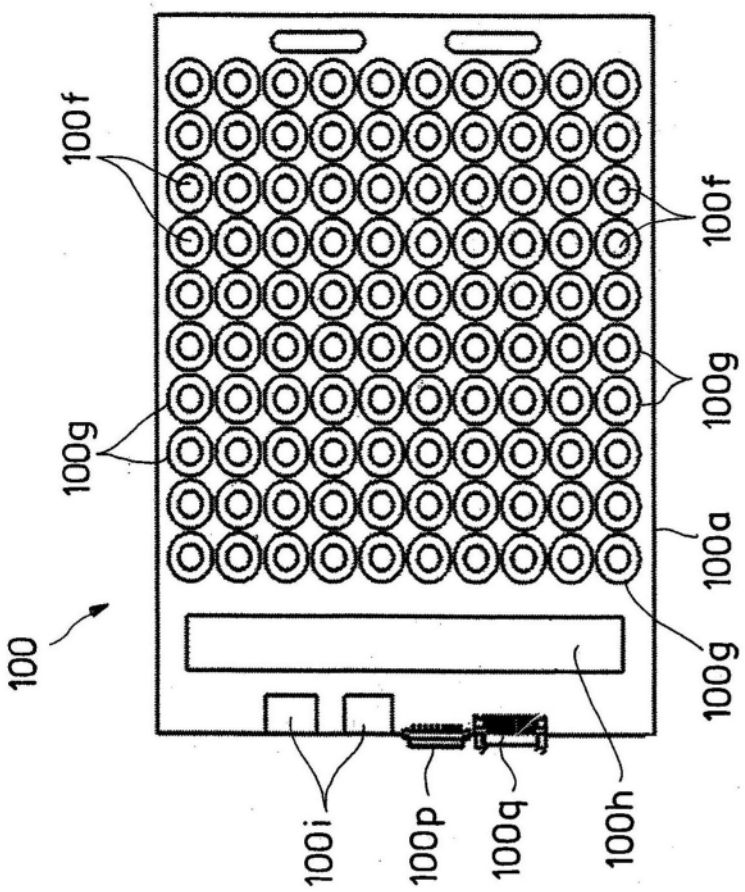


图34A

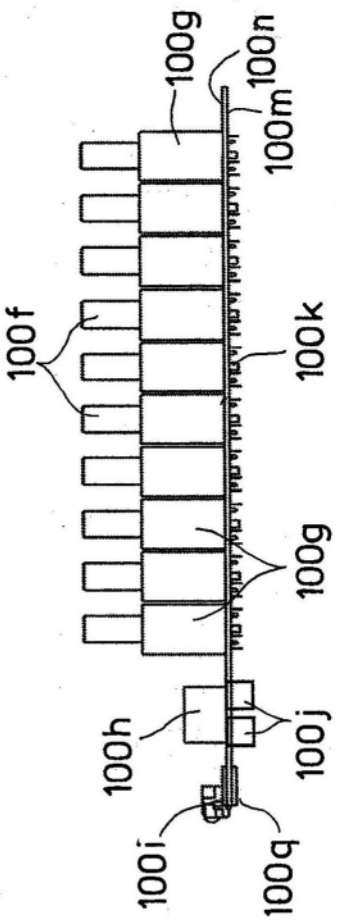


图34B

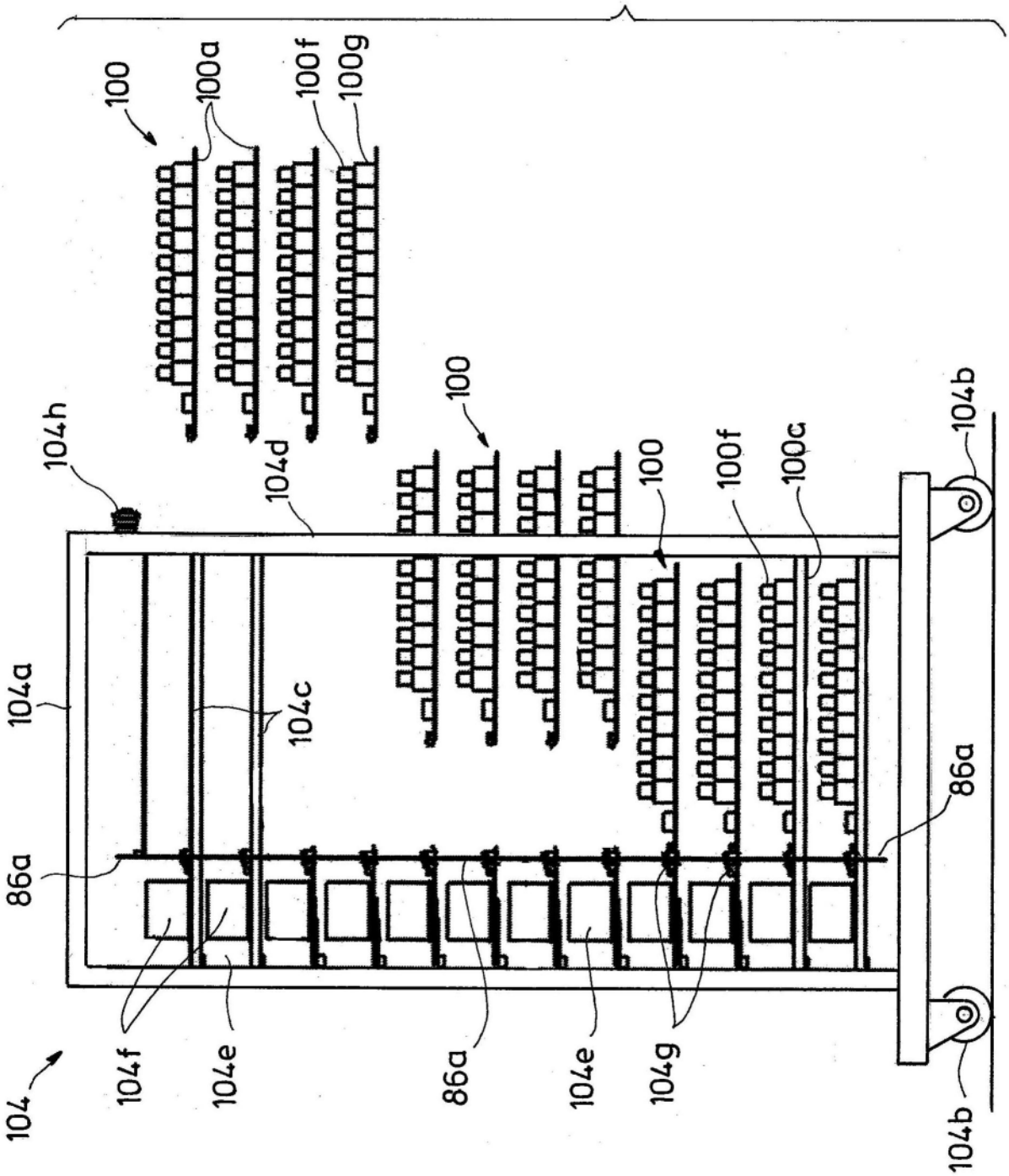

100
100a
100f
100g
104h
104d
100
104b
100
100f
100c
104a
104c
86a
86a
104
104f
104e
86a
104e
104g
104b

图35

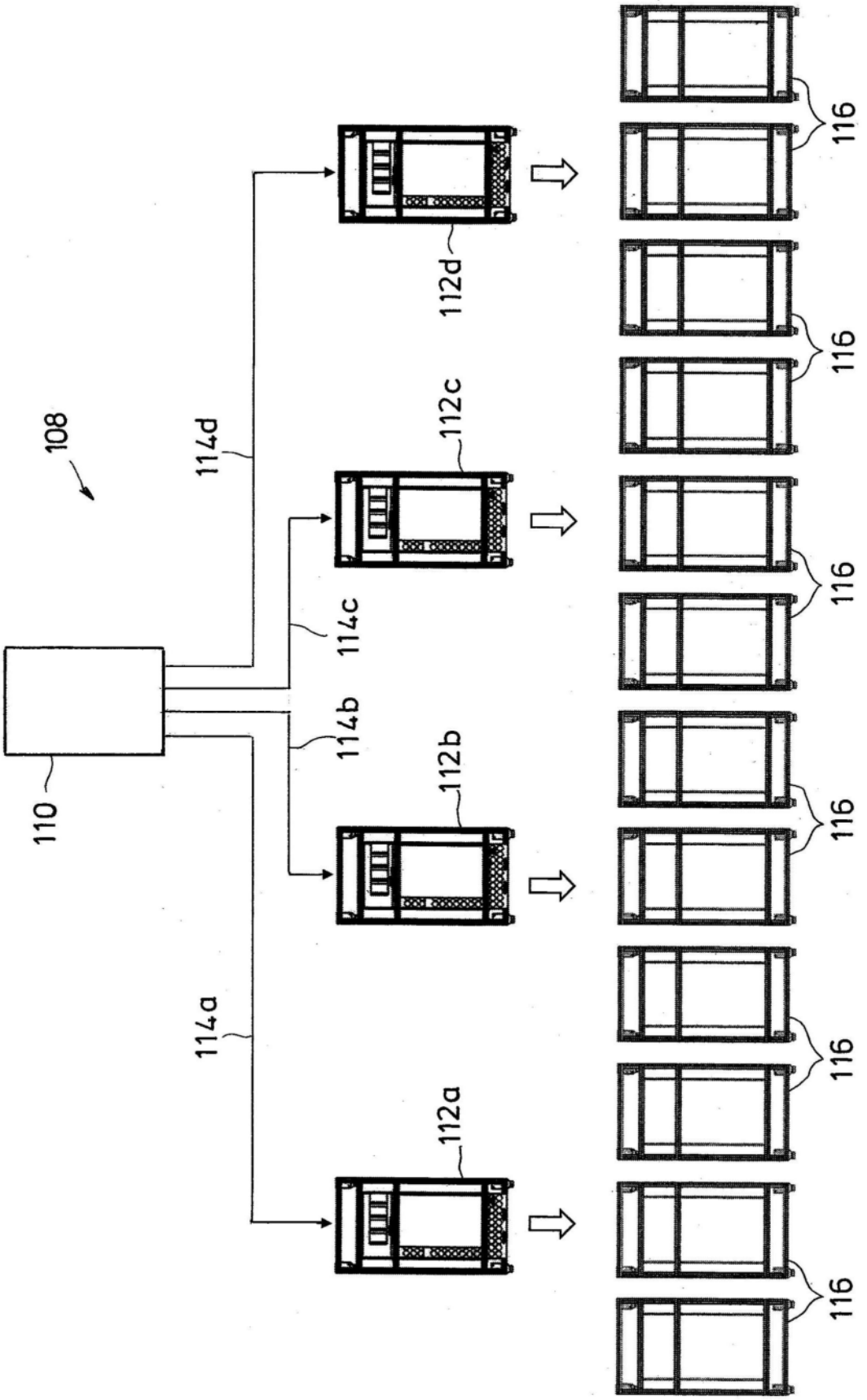

108
110
114a
114b
114c
114d
112a
112b
112c
112d
116
116
116
116
116

图36