



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109983354 A

(43)申请公布日 2019.07.05

(21)申请号 201780058047.5

(74)专利代理机构 北京信诺创成知识产权代理有限公司 11728

(22)申请日 2017.07.20

代理人 刘金峰

(30)优先权数据

16386011.7 2016.07.21 EP

1612874.6 2016.07.25 GB

(51)Int.Cl.

G01R 31/389(2019.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.03.20

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/GB2017/052143 2017.07.20

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/015765 EN 2018.01.25

(71)申请人 百达力有限公司

地址 英国西米德兰兹郡

(72)发明人 S·普雷萨斯 L·珀内尔

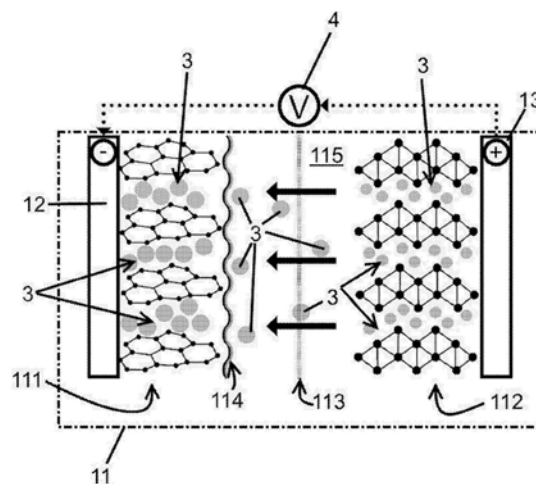
权利要求书5页 说明书21页 附图18页

(54)发明名称

电池充电电路和方法

(57)摘要

一种对电池充电的方法,所述方法包括如下步骤:向电池提供充电电流;在充电期间基本上连续地确定电池的特性;以及根据电池的确定特性改变充电电流的特性。



1. 一种在充电期间监控电池的内阻抗的方法,所述方法包括以下步骤:  
向所述电池提供随时间变化的电流;  
基本上连续地测量电流变化;  
基本上连续地测量相应的电压变化;以及  
从电流变化和相应的电压变化确定所述电池的所述内阻抗。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述随时间变化的电流以振荡DC波形的形式提供。
3. 根据权利要求2所述的方法,其中所述波形具有最小值,该最小值出现在小于约0.5安培的电流值处,优选为小于约0.1安培,更加优选为约零安培。
4. 根据权利要求2或3所述的方法,其中至少在所述波形的频率处确定所述阻抗。
5. 根据权利要求2至4中任意一项所述的方法,其中在所述波形的上升部分期间测量电流变化和/或电压变化。
6. 根据权利要求5所述的方法,其中在波形的最小值处开始测量电流变化和/或电压变化。
7. 根据权利要求2至6中任意一项所述的方法,其中在所述波形的下降部分期间测量电流变化和/或电压变化。
8. 一种对电池充电的方法,所述方法包括以下步骤:  
向所述电池提供充电电流;  
在充电期间基本上连续地确定所述电池的特性;以及  
根据所述电池的确定特性改变所述充电电流的特性。
9. 根据权利要求8所述的方法,其中所述充电电流具有振荡DC波形。
10. 根据权利要求8所述的方法,其中所述充电电流具有脉冲DC波形。
11. 根据权利要求9或10所述的方法,其中所述波形的至少一部分具有基本上为整流后的正弦波的形式。
12. 根据权利要求9至11中任意一项所述的方法,其中所述波形的至少一部分具有基本上为正弦平方波的形式。
13. 根据权利要求9至12中任意一项所述的方法,其中所述波形具有的最小值出现在小于约0.5安培的电流值处,优选为小于约0.1安培,更加优选为约零安培。
14. 根据权利要求9至13中任意一项所述的方法,其中所述确定特性是从所述电流波形确定。
15. 根据权利要求9至14中任意一项所述的方法,其中所述确定特性至少以所述波形的频率确定。
16. 根据权利要求9至15中任意一项所述的方法,其中所述确定特性在所述波形的上升部分期间确定。
17. 根据权利要求16所述的方法,其中所述确定特性由在波形最小值处开始的测量来确定。
18. 根据权利要求9至17中任意一项所述的方法,其中所述确定特性在所述波形的下降部分期间被确定。
19. 根据权利要求9至18中任意一项所述的方法,其中所述波形在以电源电压供应频率的约整数倍的频率处提供。

20. 根据权利要求19所述的方法,其中所述波形在以电源电压供应频率的约两倍的频率处提供。

21. 根据权利要求19或20所述的方法,其中所述波形被锁定在所述电源电压供应频率。

22. 根据权利要求8至21中任意一项所述的方法,其中所述电池的确定特性包括电池内阻抗。

23. 根据权利要求22所述的方法,其中所述电池内阻抗是在所述电池处测量的电流变化和测量的电压变化来确定的。

24. 根据权利要求8至23中任意一项所述的方法,其中所述电池的确定特性包括电池单元内阻抗。

25. 根据权利要求24所述的方法,其中所述电池的确定特性包括最大电池单元阻抗。

26. 根据权利要求8至25中任意一项所述的方法,其中所述电池的确定特性包括电池温度。

27. 根据权利要求8至26中任意一项所述的方法,其中所述变化的特性包括:电流平均值、电流最大值、电流幅度、占空比、和/或充电模式。

28. 根据权利要求8至27中任意一项所述的方法,还包括以下步骤:测量所述电池已被充电的时间,由此确定由所述电池接收到的充电量。

29. 根据权利要求8至28中任意一项所述的方法,其中所述电池是锂离子电池。

30. 一种电池充电系统,包括:

电流源,适于向电池提供充电电流;

以及控制单元;

其中所述控制单元被配置为在充电期间基本上连续地确定所述电池的特性;

其中所述控制单元被配置为根据所述电池的确定特性改变所述充电电流的特性。

31. 根据权利要求30所述的系统,其中所述充电电流被提供为振荡DC波形。

32. 根据权利要求30所述的系统,其中所述充电电流被提供为脉冲DC波形。

33. 根据权利要求31或32所述的系统,其中所述波形的至少一部分具有基本上为整流后的正弦波的形式。

34. 根据权利要求31至33中任意一项所述的系统,其中所述波形的至少一部分具有基本上为正弦平方波的形式。

35. 根据权利要求31至34所述的系统,其中所述波形具有最小值,所述最小值出现在小于约0.5安培的电流值处,优选为小于约0.1安培的电流值处,更优选为约零安培的电流值处。

36. 根据权利要求31至35中任意一项所述的系统,其中所述确定特性是从所述电流波形确定的。

37. 根据权利要求31至36中任意一项所述的方法,其中所述确定特性至少以所述波形的频率来确定。

38. 根据权利要求31至37中任意一项所述的系统,其中所述确定特性至少以所述波形的频率的两倍来确定。

39. 根据权利要求31至38中任意一项所述的系统,其中所述确定特性在所述波形的上升部分期间确定。

40. 根据权利要求39所述的系统,其中所述确定特性由在所述波形最小值处开始的测量确定。

41. 根据权利要求31至40中任意一项所述的系统,其中所述确定特性在所述波形的下降部分期间确定。

42. 根据权利要求31至41中任意一项所述的系统,其中所述波形以电源电压供应的约整数倍的频率来提供。

43. 根据权利要求42所述的系统,其中所述波形以所述电源电压供应的约两倍的频率来提供。

44. 根据权利要求30至43中任意一项所述的系统,其中所述电流源包括回扫变换器。

45. 根据权利要求30至44中任意一项所述的系统,还包括电压测量装置和/或电流测量装置。

46. 根据权利要求30至45中任意一项所述的系统,其中所述电池的确定特性包括电池内阻抗。

47. 根据权利要求46所述的系统,其中从跨电池测量的电流变化和测量的电压变化来计算所述电池内阻抗。

48. 根据权利要求30至47中任意一项所述的系统,其中所述电池的确定特性包括电池单元内阻抗。

49. 根据权利要求48所述的系统,其中所述电池的确定特性包括最大电池单元阻抗。

50. 根据权利要求30至49中任意一项所述的系统,还包括温度传感器,并且其中所述电池的确定特性包括电池温度。

51. 根据权利要求30至50中任意一项所述的系统,其中变化的特性包括:电流平均值、电流最大值、电流幅度、占空比、和/或充电模式。

52. 根据权利要求30至51中任意一项所述的系统,还包括时钟,其中所述时钟被配置为测量所述电池已被充电的时间,由此确定所述电池接收的充电量。

53. 根据权利要求30至52中任意一项所述的系统,其中所述控制单元被配置为将所述电池的确定特性存储到数据库和/或查询表中。

54. 一种用于向电池提供充电电流的电池充电器,所述电池充电器适于提供具有振荡波形的电流,其中所述波形的最小值为0A或接近0A。

55. 根据权利要求54所述的电池充电器,其中所述波形的最小值为小于0.1A,更优选为小于0.01A,更加优选地为小于0.001A。

56. 根据权利要求54或55所述的电池充电器,其中所述峰间值电流大于1A,并且优选为在10A和约30A之间,和/或至少为所述电池容量的10倍。

57. 根据权利要求54至56中任意一项所述的电池充电器,其中所述波形的每个振荡周期至少为在0A或接近0A处的0.5ms,优选为至少1ms,更优选为至少5ms,更加优选为至少10ms。

58. 根据权利要求54至57中任意一项所述的电池充电器,其中所述波形的每个振荡周期的周期时间段的至少0.5%为0A或接近0A,优选为至少1%,更优选为至少5%,更加优选为至少10%。

59. 根据权利要求54至58中任意一项所述的电池充电器,其中提供多个电池充电系统,

每个电池充电系统被配置为接收来自多相输入的单相输入,并生成公共输出。

60.一种对电池充电的方法,所述方法包括将AC功率源变换为到电池的充电电流,其中所述电流具有振荡波形,并且所述波形的最小值为0A或接近0A。

61.根据权利要求60所述的方法,其中所述波形为根据权利要求54至59的一种或多种波形。

62.一种用于向电池提供充电电流的电池充电器,所述电池充电器包括切换模式功率变换器以及适于改变所述切换频率的控制器,从而提供具有期望的波形的电流。

63.根据权利要求62所述的电池充电器,其中所述控制器适于在所述切换模式功率变换器的一个或多个周期以后改变所述切换频率。

64.根据权利要求63所述的电池充电器,其中所述控制器适于在所述切换模式功率变换器的每个周期以后改变所述切换频率。

65.根据权利要求62至64中任意一项所述的电池充电器,其中所述控制器适于根据AC功率源的电压振荡来改变所述切换频率。

66.根据权利要求65所述的电池充电器,其中所述控制器适于在所述AC功率源的每个电压振荡期间多次改变所述切换频率。

67.根据权利要求66所述的电池充电器,其中所述控制器适于在每个电压振荡期间改变所述切换频率至少10次,优选为至少100次,更加优选为在每个电压振荡期间至少300次,更加优选为在每个电压振荡期间至少800次。

68.根据权利要求62至67中任意一项所述的电池充电器,还包括电压传感器,所述电压传感器适于向所述控制器提供AC功率源的电压的指示。

69.根据权利要求68所述的电池充电器,其中所述电压传感器适于至少与所述控制器改变所述切换频率同样频繁地感测所述电压。

70.根据权利要求62至69中任意一项所述的电池充电器,其中所述切换频率根据所述AC功率源的整流后的电压振荡来改变所述切换频率。

71.根据权利要求62至70中任意一项所述的电池充电器,其中所述期望的波形具有所述AC功率源的频率的整数倍的频率。

72.根据权利要求71所述的电池充电器,其中所述期望的波形具有所述AC功率源的频率的两倍的频率。

73.根据权利要求62至72中任意一项所述的电池充电器,其中所述期望的波形被锁定在所述AC功率源的频率。

74.根据权利要求62至73中任意一项所述的电池充电器,其中所述期望的波形是振荡波形、正弦波(优选为DC偏移正弦波)、全波整流正弦波、正弦平方波、或者以上组合。

75.根据权利要求62至74中任意一项所述的电池充电器,其中所述切换模式功率变换器为回扫变换器。

76.根据权利要求62至75中任意一项所述的电池充电器,其中所述切换模式功率变换器适于以临界传导模式操作。

77.一种根据权利要求62至76中任意一项所述的电池,其中所述切换频率在1至1000kHz的范围内变化,并且优选地在10至500kHz的范围内,并且更加优选地在40至200kHz的范围内。

78. 根据权利要求62至77中任意一项所述的电池充电器,其中所述控制器还适于根据到电池的期望的最大充电电流来改变所述切换频率。

79. 根据权利要求62至78中任意一项所述的电池充电器,其中所述期望的最大充电电流取决于以下一者或多者:电池温度、电池电压、电池电流、电池电压变化、电池电流变化、电池阻抗、充电时间,以及积累的电池充电量。

80. 根据权利要求62至79中任意一项所述的电池充电器,其中所述控制器还适于改变所述切换频率,使得向电池提供的最小充电电流小于1A,优选为小于0.1A,更优选为小于0.01A,并且更加优选为约0A。

81. 一种根据权利要求62至80中任意一项所述的电池充电器,其中所述控制器还适于改变所述切换频率,使得提供到电池的峰间值电流大于1A,并且优选为在约10A和约30A之间,和/或至少为所述电池的容量的10倍。

82. 根据权利要求62至81中任意一项所述的电池充电器,还包括适于平滑来自所述功率变换器的输出电流的平滑器。

83. 根据权利要求62至82中任意一项所述的多个电池充电器,其中所述多个电池充电器的每一个被配置为连接到多相输入,并且连接到公共输出。

84. 一种对电池充电的方法,包括:

使用切换模式功率变换器将AC功率源变换为到电池的充电电流;

其中所述切换频率根据期望的波形改变。

85. 根据权利要求84所述的方法,其中在所述切换模式功率变换器的一个或多个占空比以后改变所述切换频率,优选为在每个占空比以后改变所述切换频率。

86. 根据权利要求84或85所述的方法,其中所述切换频率根据所述AC功率源的电压振荡而变化。

87. 根据权利要求86所述的方法,其中在所述AC功率源的每个电压振荡期间所述切换频率变化多次,优选为在每个电压振荡期间变化至少10次,再优选为至少100次,更加优选为至少300次,并且更加优选为在每个电压振荡期间变化至少800次。

88. 根据权利要求86或87所述的方法,还包括根据所述电压感测AC功率源的电压并且改变所述切换频率,并且优选地包括至少与所述切换频率变化同样频繁地感测所述电压。

89. 根据权利要求84至88中任意一项所述的方法,其中所述切换频率在1至1000kHz的范围内变化,并且优选为在10至500kHz的范围内,并且更加优选为在40至200kHz的范围内。

90. 根据权利要求84至89中任意一项所述的方法,其中所述切换频率根据到电池的期望的最大充电电流而变化,可选地其中所述期望的最大充电电流取决于以下一者或多者:电池温度、电池电压、电池电流、电池电压变化、电池电流变化、电池阻抗、充电时间、以及累积的电池充电量。

91. 一种根据权利要求84至90中任意一项所述的方法,其中所述切换频率变化使得提供到电池的最小充电电流小于1A,优选为小于0.1A,更加优选为小于0.01A,并且更加优选为约0A。

92. 根据权利要求84至91中任意一项所述的方法,其中所述切换频率变化使得提供到电池的峰间值电流大于1A,并且优选为在10A和约30A之间,和/或至少为所述电池的容量的10倍。

## 电池充电电路和方法

### 技术领域

[0001] 本发明的实施例涉及用于电池充电的方法和系统。

### 背景技术

[0002] 用于对电池再充电的基本电池充电系统(例如锂离子电池)通常向可再充电电池的终端施加恒定电功率或脉冲电功率。通常,用于锂离子电池的充电周期可以包括初始恒定电流操作,在初始恒定电流操作期间,将电池充电系统控制为在充电周期的第一时间段期间达到对电池的基本恒定的供应电流。一旦跨电池终端的电压已经达到预定水平,通常就将传统的电池充电系统控制为在充电周期的第二时间段(即充电周期的恒定电压操作)期间跨那些终端达到恒定电压或者甚至恒定功率。最终,一旦电池被基本完全充电,则或者充电周期终止,或者可以向电池提供偶尔的电功率供应来维持保养或备用操作,以补偿自我放电。

[0003] 大多数传统充电器在电池为充满电的60%至80%之间时从恒定电流切换到恒定电压或者甚至充电周期的恒定功率操作。

[0004] 不希望被理论所束缚,可以认为,经过再充电的电池的正电极到达电池的负电极的离子倾向于在插入到或朝向负电极的边界以前堆积起来,负电极朝向正电极(即在固态电解质的中间相(SEI)层)。可以认为,这种堆积使离子在负电极中的插入变缓,并且在电池中产生更高的电阻。

[0005] 传统充电也通常使得SEI层生长(即变厚),当足够厚并且随后有很多充电周期时,SEI层的生长使得电池的充电容量减小,并且最终使得电池失效。

[0006] 传统电池充电系统使用相对复杂的电路,以便提供用于传统充电周期所需的恒定电压或者甚至是恒定功率和电流操作,并且需要额外电子电路以提供功率因子校正。这些复杂的电子电路使用很多相对昂贵的部件。

### 发明内容

[0007] 因此,期望缓解与传统电池充电周期和系统相关联的一个或更多问题。

[0008] 这样,本发明的一方面提供用于电池充电的方法,所述方法包括如下步骤:向电池提供充电电流;基本上连续地在充电期间确定的电池特性;并且根据电池的确定特性改变充电电流的特性。通过基本上连续地测量电池的特性,随后供应到电池的充电电流基本实时地变化,以提供更加优化的电池充电电流,允许安全的电池充电时间的最小化。一般来说,可以确定多于一个的电池特性以提供有关电池状态的信息,该电池状态能够有助于确定所需的充电电流特性。可选地,充电电流具有振荡DC波形。可选地,充电电流具有脉冲DC波形。使用随时间变化的DC充电电流—例如这些能够允许特性(例如电池的内阻抗)更加容易地测得,而不中断充电过程。为了效率,波形的至少一部分具有基本上经整流的正弦波的形式。可选地,波形的至少一部分具有基本上为正弦平方波的形式。这些波形能够提供具有高功率因子而又易于生成的有利的电池充电。可选地,波形具有最小值,该最小值出现在小

于约0.5安培的电流值处,优选为小于约0.1安培,更优选为约零安培的电流值处。通过具有约为零安培的最小值的波形,电池特性中的静态构建和/或内部电势上升的效果可以被减弱。可选地,从电流波形中确定该确定特性。电流波形相对直接地测量,并且能够用于确定电池的更多特性。可选地,至少以波形的频率来确定该确定特性。至少以基本上连续地提供对电池特性的监控的波形的频率来确定该特性,至少每个波形周期一次地确定这些特性。这允许频繁地或者基本上连续地更新充电电流,以防止电池的任何过载。可选地,在波形的上升部分期间确定这些确定特性。为了准确,通过在波形的最小值处开始测量来确定该确定特性。波形的最小值提供了用于测量的便利的起始点,并且能够导致特性中更大的测量变化,因此,减小了相对误差。可选地,在波形的下降部分期间确定该确定特性。除了在波形的上升部分期间以外还在波形的下降部分期间测量特性允许从不同的起始点来确定该特性,这能够帮助检测到或减小误差。可选地,以约为电压供应频率的整数倍的频率提供波形。以电源电压供应的整数倍提供波形能够导致更高的功率因子,提高充电的效率。可选地,以电源电压供应频率的约两倍的频率来提供波形能够提供更加有效的充电。可选地,将波形锁定为电源电压供应频率。通过提供锁定至电源频率的波形,以这种方式意味着基本上在相同的时间出现电流波形的最小值和电压波形的零值,能够提供更高的功率因子。可选地,根据电池处测量的电流变化以及测量的电压变化来确定电池内阻抗。这允许间接地测量内阻抗。可选地,电池的确定特性包括电池单元内阻抗。可选地,电池的确定特性包括最大电池单元阻抗。其中,电池包括多个电池单元,每个电池单元的电池单元阻抗可以不同。具有最高阻抗的电池单元将确定安全充电电流的限制。可选地,电池的确定特性包括电池温度。可选地,电池的确定特性包括电池单元温度。电池温度和/或电池单元温度能够指示有关电池状态和/或电池单元状态的信息,例如,当前使用的充电电流是否安全。可选地,变化的特性包括:电流平均值、电流最大值、电流幅度、占空比,和/或充电模式。改变电流的这些特性能够改变供应到电池的功率,将其保持在安全限制以内,同时将电池充电时间最小化。可选地,该方法还包括以下步骤:测量电池已被充电的时间,由此确定电池接收到的充电量。这允许监控电池的充电的状态。可选地,电池是锂离子电池。锂离子电池在各种不同的应用中使用。根据本发明的另一方面,提供的电池充电系统包括:电流源,能够适于向电池提供充电电流;以及控制单元,其中控制单元被配置为在充电期间基本上连续地确定电池的特性,其中控制单元被配置为根据电池的确定特性来变化充电电流的特性。控制单元允许充电电流基于基本上连续确定的电池特性而变化以提供充电电流,该充电电流的特性对充电有效同时还保持在安全限制以内,以便不会损坏电池。可选地,将充电电流提供为振荡DC波形。可选地,将充电电流提供为脉冲DC波形。使用随时间变化的DC充电电流使得这些电流能够允许例如电池的内阻抗的特性被更加容易地测量而不中断充电过程。可选地,波形的至少一部分具有基本上经整流的正弦波的形式。可选地,波形的至少一部分具有基本上为正弦平方的形式。这些波形能够提供有利的电池充电,同时简单易于生成。可选地,波形具有最小值,该最小值出现在小于约0.5安培的电流值处,优选为小于约0.1安培,更优选约为零安培。这能够减小电池特性的静态构建和/或内部电势上升的效果。为了效率,从电流波形确定该确定特性。电流波形相对地直接测量,并且能够用于确定电池的更多特性。为了安全,至少以波形的频率来确定这些确定特性中的一个或多个。可选地,至少以波形的频率的两倍来确定这些确定特性中的一个或多个。至少以波形的频率来确定该特性以基本



上连续地提供对电池特性的监控,以每个波形周期最小一次的频率确定这些特性。这允许频繁地或者基本上连续地更新充电电流,以防止电池的任何过载。可选地,在波形的上升部分期间确定这些确定特性。为了准确,根据从波形的最小值处开始的测量来确定该确定特性。波形最小值提供用于测量的便利的起始点,并且能够导致更大的测量的特征变化,因此减小了相对误差。可选地,在波形的下降部分期间确定该确定特性。除了在波形的上升部分以外还在波形的下降部分期间测量特性允许从不同的起始点确定特性,这能够帮助检测到或减少误差。为了易于生成,以电压供应的整数倍的频率来提供波形。可选地,以电压供应的约两倍的频率来提供波形。可选地,将波形提供为锁定至电压供应的频率。这提供高功率因子,提升了效率。可选地,电流源包括回扫变换器。使用回扫变换器以产生能够减小或消除对大容量电容的需求的电流波形,以产生充电电流。可选地,该系统还包括电压测量装置和/或电流测量装置。确定电流和电压(或者电流变化和电压变化)能够允许确定电池的特性而不中断到电池的电流供应。可选地,为了指示电池的状态,电池的一个或多个确定特性包括电池内阻抗。内阻抗可以用于指示电池的状态。可选地,从跨电池测量的电流变化和测量的电压变化来计算电池的内阻抗。这允许间接地确定电池的内阻抗。可选地,电池的确定特性包括一个或多个电池单元内阻抗。可选地,电池的确定特性包括最大电池单元阻抗。其中,电池包括多个电池单元,每个电池单元的电池单元阻抗可以不同。具有最高阻抗的电池单元将确定安全的充电电流的限制。可选地,电池的确定特性包括电池温度。电池温度和/或电池单元温度能够指示有关电池状态的信息。可选地,变化的特性至少包括以下之一:电流平均值、电流最大值、电流幅度、占空比,和/或充电模式。改变电流的这些特性能够改变供应到电池的功率,使其保持在安全限制以内同时将电池充电时间最小化。可选地,系统还包括时钟,其中时钟被配置为测量电池已被充电的时间,由此确定电池接收到的充电量。这允许监控电池的充电状态。为了启用自我学习和自我更新,控制单元能够被配置为将电池的多个确定特性存储在数据库和/或查询表中。根据本发明的又一方面,提供一种用于在充电期间监控电池的内阻抗的方法,该方法包括以下步骤:向电池提供随时间变化的电流;基本上连续地测量电流中的变化;基本上连续地测量电压中的相应变化;并且从电流中的变化以及电压中的相应变化来确定电池的内阻抗。可选地,以振荡DC波形的形式提供随时间变化的电流。可选地,波形的至少一部分具有基本上为正弦平方波的形式。这些波形能够提供有利的电池充电同时易于生成。可选地,为了准确,波形具有的最小值出现在小于约0.5安培的电流值处,优选为小于约0.1安培,更优选为约零安培。这能够减小电流变化和电压变化的测量的静态构建和/或内部电势上升的效应。可选地,至少以波形的频率确定阻抗。这提供了基本上连续的对电池阻抗的确定。可选地,在波形的上升部分期间测量电流中的变化和/或电压中的变化。为了准确,在波形的最小值处开始测量电流中的变化和/或电压中的变化。波形最小值提供用于测量的便利的起始点,并且能够导致电流中的更大测量变化,因此减小了相对误差。为了灵活性,在波形的下降部分期间测量电流中的变化和/或电压中的变化。根据本发明的另一方面提供电池充电器,电池充电器适于提供具有振荡波形的电流,其中波形最小值为0A或接近0A。可选地,波形最小值小于0.1A,更优选地小于0.01A,并且更加优选地小于0.001A。在0A或接近0A处提供波形最小值能够减小电池中堆积的静电荷和/或内部电势。可选地,电流的峰间值大于1A,并且优选为在约10A和约30A之间。提供大的峰间值电流能够提高阻抗测量的准确性。为了准确,波形的每个振荡周期的至少0.5ms为0A

或接近0A,优选为至少1ms,更优选为至少5ms,并且更加优选至少为10ms。为了准确,波形的每个振荡周期的至少0.5%的周期时间段为0A或接近0A,优选为至少1%,更优选为至少5%,更加优选为至少10%。可选地,提供多个电池充电系统,每个电池充电系统被配置为从多相输入的单相中接收输入,并且生成公共输出。根据本发明的另一方面,提供对电池充电的方法,该方法包括将AC功率源变换为到电池的充电电流,其中该电流具有振荡波形,该波形最小值为0A或接近0A。可选地,该波形对应于以上根据本发明的其他方面描述的一种或多种波形。根据另一方面,提供了用于向电池提供充电电流的电池充电器,该电池充电器包括切换模式功率变换器以及控制器,该控制器适于变化切换频率和/或占空比以提供具有期望波形的电流。通过改变切换频率和/或占空比,提供的电流能够随时间变化;这能够提供具有期望波形的电流。对电池使用特定的波形充电能够因很多原因受益,包括被电池摄取的电流的优化、减少电池发热、评估电池健康状况、减少电池充电时间,以及优化电池寿命。控制器可以适于在切换模式的功率变换器的一个或多个占空比以后变化切换频率和/或占空比。通过相对频繁地改变切换频率和/或占空比,可以实现平滑的波形。为了平滑波形,控制器可以适于在切换模式功率变换器的每个占空比以后改变切换频率和/或占空比。控制器可以适于根据AC功率源的电压振荡而变化切换频率和/或占空比。这能够有效生成振荡电流波形。因为能够实现依赖高功率因子。这能够避免对功率因子改正硬件的需要,该硬件可能是笨重、庞大和沉重的。控制器可以适于变化切换频率和/或在AC功率源的每个电压振荡期间多次变化占空比,优选为每个电压振荡期间至少三次,优选为至少10次,更优选为在每个电压振荡期间至少100次,更加优选为至少在每个电压振荡期间800次。这能够实现电压振荡的良好复制。为了准确,电池充电器还可以包括电压传感器,电压传感器适于提供到控制器的AC功率源的电压的指示。为了准确,电压传感器可以适于至少像控制器变化切换频率那样频繁地感测电压。可以根据AC功率源的整流后(优选为全波整流后)的电压振荡改变切换频率和/或占空比。整流能够使振荡频率变为两倍,并且确保振荡不会改变极性,这有利于根据电压振荡变化切换频率。期望的波形可以具有约为AC功率源的整数倍的频率的频率,优选地约为AC功率源的频率的两倍。这能够提供特别有效地生成具有特别高的功率因子的振荡电流波形。为了效率,可以将期望的波形锁定为AC功率源的频率。期望的波形可以为正弦波、全波整流的正弦波、正弦平方波,或以上的组合。这些波形能够提供有利的电池充电同时易于生成。切换模式功率变换器可以为回扫变压器。回扫变压器能够提供适当的切换频率和/或占空比范围。为了有效性,切换模式功率变换器可以适于以临界传导模式操作。切换频率和/或占空比可以在1至1000kHz的范围内变化,并且优选地在10至500kHz的范围内,并且更加优选地在40至200kHz的范围内。这与50或60Hz以及100或120Hz的整流频率的典型的主电源供应频率相比更高,并且因此能够平滑地产生频率在25至150Hz之间的期望的波形。为了适应性,控制器可以适于根据到电池的期望的最大充电电流而改变切换频率和/或占空比。期望的最大充电电流可以取决于以下一者或多者:电池温度、电池电压、电池电流、电池电压变化、电池电流变化、电池阻抗、充电时间,以及积累的电池充电量。这些尤其可以是指示那些相对高或相对低的充电电流可能有利的条件或情况。控制器可以适于改变切换频率和/或占空比使得提供给电池的最小充电电流小于1A,优选为小于0.1A,更优选地小于0.01A,并且更加优选地约为0A。这能够减小迟滞效应并且启用有利的电池行为并充电。控制器可以适于变化切换频率和/或占空比,使得提供给电池的峰

间值电流大于1A,优选地在约10A和约30A之间。这能够启用对电池(例如锂离子电池、用于手持设备的电池)的有效的充电,而没有过高的和危险的电流。电流充电器还可以包括平滑器,平滑器适于将来自功率变换器的输出电流平滑化。多个电池充电器中的每一个可以被配置为连接到多项输入,并且可以被连接到公共输出。这能够从整流波形生成平滑的波形。平滑的波形有利于电池充电,因为它能够启用有效的充电。根据另一方面,提供了对电池充电的方法,包括:使用切换模式功率变换器将AC功率源变化为到电池的充电电流;其中,切换频率和/或占空比根据期望的波形而变化。通过变化切换模式和/或占空比,提供的电流可以随时间变化;这能够提供具有期望波形的电流。使用特定的波形对电池充电能够因很多原因而受益,包括优化被电池摄取的电流、减少电池发热、评估电池健康、减少电池充电时间,以及优化电池寿命。可以在切换模式功率变换器的一个或多个占空比后变化切换频率和/或占空比,优选为在每个占空比后。通过相对频繁地变化切换频率能够实现平滑的波形。可以根据AC功率源的电压振荡变化切换频率和/或占空比。这能够实现有效地生成振荡电流波形。因为能够实现依赖高功率因子。这能够避免对功率因子改正硬件的需求,该硬件可能是笨重、庞大和沉重的。在AC功率源的每个电压振荡期间,可以多次变化切换频率和/或占空比,优选为在每个电压振荡期间至少三次,再优选地至少10次,更优选地至少100次,更加优选地在每个电压振荡期间至少800次。这能够实现电压振荡的良好复制。为了准确,该方法还可以包括感测AC功率源的电压,并且根据电压变化切换频率和/或占空比,并且优选地包括以至少与变化切换频率同样频繁地来感测电压。可以在1至1000kHz的范围内变化切换频率和/或占空比,优选地在10至500kHz的范围内,并且更优选地在40至200kHz的范围内。与典型的50至60Hz的主电源供应频率以及100或120Hz的整流频率相比较,前述频率更高,并且因此能够实现平滑地生成具有在25和150Hz之间的频率的期望的波形。可以根据AC功率源的整流(优选为全波整流)电压振荡来变化切换频率和/或占空比。整流能够使振荡频率变为两倍,并且确保振荡不会改变极性,这有利于根据电压振荡变化切换频率。为了适应性,可以根据到电池的预期最大充电电流来变化切换频率和/或占空比,可选地,其中期望的最大充电电流取决于以下中的一者或多者:电池温度、电池电压、电池电流、电池电压变化、电池电流变化、电池阻抗、充电时间,以及积累的电池充电量。这些尤其可以指示那些相对高或相对低的充电电流可能是有利的条件或情况。可以变化切换频率和/或占空比,使得提供给电池的最小充电电流小于1A,优选地小于0.1A,更优选地小于0.01A,并且更加优选地约为0A。这能够减小迟滞效应并且实现有利的电池行为及充电。可以变化切换频率使得提供给电池的峰间值电流大于1A,并且优选地在约10A和约30A之间。根据另一方面,提供了一种电池充电系统,其包括以下特征中的一者或多者:

[0009] • 变压器,优选地包括第一主绕组和/或第一次绕组;

[0010] • 主切换设备,该主切换设备优选地被配置为控制传递到变压器的电流,例如从电功率供应到第一主绕组的电流;

[0011] • 终端,其被配置为接收来自变压器(例如来自变压器的第一次绕组)的电功率,并且被配置为连接到将被充电的电池;

[0012] • 控制子系统,其被配置为控制主切换设备的操作;

[0013] • 控制子系统,其被配置为控制主切换设备,使得变压器通过峰间值电流大于约1A的电流波形向终端提供电功率;

- [0014] • 控制子系统,其被配置为确定将被使用电流波形充电的电池的电阻抗;
- [0015] • 控制子系统,其被配置为至少部分地基于将被充电的电池的确定电阻抗来控制主切换设备;
- [0016] • 电流波形,其具有大于约60Hz的频率,优选为约100Hz至120Hz;
- [0017] • 电流波形,其具有约10A至约30A的峰间值电流;
- [0018] • 电流波形,其在约0A的低电流和峰值电流之间变化;
- [0019] • 电流波形,其具有的频率基本上为电功率供应的频率的两倍;
- [0020] • 主切换设备,根据至少部分地基于将被充电的电池的确定电阻抗而变化的频率和/或占空比来操作它;
- [0021] • 传递到变压器的电流的一个或多个脉冲的包络线基本上跟随电功率供应的电压波形;
- [0022] • 变压器为回扫变压器;
- [0023] • 在大于约60Hz的频率处确定将被充电的电池的电阻抗,并且优选为在约100Hz和约120Hz的频率之间;
- [0024] • 变压器,其可连接到整流AC电功率供应;
- [0025] • 控制子系统,其被配置为控制主切换设备,使得变压器向终端提供具有电流波形的电功率,该电流波形具有基本上为整流的正弦波形电流和/或恒定均方根的正弦波形;
- [0026] • 控制子系统,其被配置为控制主切换设备,使得变压器向终端提供具有电流波形的电功率,该电流波形具有基本上为AC电功率供应的电压的频率的两倍的频率。
- [0027] • 控制子系统,其被配置为控制主切换设备,从而以随时间变化的频率在开状态和关状态之间致动主切换设备;以及
- [0028] • 控制子系统,其被配置为控制主切换设备,从而以取决于AC电功率供应的电压的幅值和/或电池电流的幅值和/或电池电压的幅值的频率在开状态和关状态之间致动主切换设备。
- [0029] 根据另一方面,提供一种操作电池充电系统的方法,该电池充电系统包括以下特征中的一者或多者:
- [0030] • 该电池充电系统包括变压器,优选地包括第一主绕组、第一次绕组,
- [0031] • 该电池充电系统包括主切换设备,该主切换设备优选地被配置为控制从电功率供应传递到第一主绕组的电流;
- [0032] • 终端,其被配置为从变压器的第一次绕组接收电功率,并且被配置为连接到将被充电的电池;
- [0033] • 控制子系统,其被配置为控制主切换设备的操作;
- [0034] • 控制主切换设备,使得变压器向终端提供具有大于约1A的峰间值电流的电流波形的电功率;
- [0035] • 确定将被使用电流波形充电的电池的电阻抗;
- [0036] • 进一步至少部分地基于将被充电的电池的确定电阻抗来控制主切换设备;
- [0037] • 控制主切换设备包括控制主切换设备使得电流波形具有大于约60Hz的频率,优选为约100Hz至120Hz;
- [0038] • 控制主切换设备包括控制主切换设备使得电流波形具有约10A至约30A的峰间

值电流；

[0039] • 控制主切换设备包括控制主切换设备使得电流波形在约0A的低电流和峰值电流之间变化；

[0040] • 控制主切换设备包括控制主切换设备使得电流波形具有基本上为电功率供应的频率的两倍的频率；

[0041] • 控制主切换设备还包括控制主切换设备，使得主切换设备的频率和/或占空比至少部分地基于将被充电的电池的确定电阻抗而变化；

[0042] • 控制主切换设备包括，控制主切换设备使得传递到变压器的电流的一个或多个脉冲的包络线基本上跟随电功率供应的电压波形；以及

[0043] • 在大于约60Hz的频率处确定将被充电的电池的电阻抗，并且优选地频率在约100Hz和约120Hz之间。

[0044] 如在本文中使用的，DC优选地指的是具有恒定极性的电压和/或电流。DC电压和/或电流可以例如以脉冲、振荡或其他变化的波形而随时间变化。在切换模式电流变换器中，切换频率的变化导致占空比的变化，反之亦然。可以通过变化占空比实现变化切换频率，反之亦然。其中，本文中指的是切换频率的变化，其可以通过占空比的变化来替代。本发明扩展至基本上如本文所描述和/或如参照附图所示出的电池充电器和/或电池充电系统。本发明还扩展至用于对基本上如本文所描述和/或如参考附图所示出的电池充电的方法。本发明还扩展至确定基本上如本文所描述和/或参考附图所示出的电池的阻抗的方法。

[0045] 如本文所描述的任何设备的特征也提供为方法的特征，反之亦然。如在本文中使用的，装置加功能的特征可以被可替代地表示为它们的相应结构。

[0046] 本发明的一方面的任何特征可以以任何适当的组合应用于本发明的其他方面。特别地，方法方面可以被应用于设备方面，反之亦然。而且，一方面中的任何、某些和/或所有特征可以被以任何适当的组合应用于任何其他方面的任何、某些和/或所有特征。

[0047] 应理解，本发明的任何方面中描述和限定的各种功能的特定组合可以被独立地实现和/或供应和/或使用。

## 附图说明

[0048] 仅以示例的方式参考附图描述本发明的实施例，其中：

[0049] 图1a和图1b示意性地示出了被认为是在传统的电池充电期间发生的过程；

[0050] 图2示出了本发明的一个实施例；

[0051] 图3a至图3f示出了在实施例的操作期间电流和电压的图示；

[0052] 图4至图7示出了根据一些实施例的电池充电系统及其部分；

[0053] 图8至图10示出了根据一些实施例在充电周期期间通过回扫变压器的第一主绕组的电流；以及

[0054] 图11a至图11c示出了传递到电池的电流、跨电池终端的电压、以及被压缩的波纹电压信号的图示。

[0055] 图12示出了用于对电池充电的逐步过程。

[0056] 图13示出了使用中的单个蜂窝电池控制单元的示意性示例。

[0057] 图14示出了使用中的多个蜂窝电池控制单元的示意性示例。

[0058] 图15示出了到一些实施例的电池充电器的三相输入的示意性示例。

### 具体实施方式

[0059] 本文使用的术语“电池”将被解释为指代一个或多个能够存储电荷并且能够在该电荷被放电以后被重新充电的电池单元。如果电池包括多个电池单元,则那些电池单元可以在电路中连接在一起形成电池。该电路可以是串联电路(其中电池单元被串联地连接在一起),或者是并联电路(其中电池单元被并联地连接在一起),或者是串联-并联电路(其中电池单元被串联地连接在一起,多组串联连接的电池单元彼此并联地连接),或者为这些电路的任意组合。

[0060] 如本文使用的术语“多个电池终端”、“电池终端”、“电池的终端”以及“电池的多个终端”将被解释为指代电终端或电池的多个终端,电池可以通过这些终端将电功率传递给一个或多个电路,和/或通过终端可以将电功率提供给电池,以便对电池重新充电。

[0061] 术语“阳极”和“负电极”在本文中基本上可互相替换地使用,并且将被解释为指代电池单元的内部部分,该部分形成该电池单元的阳极。类似地,术语“阴极”和“正电极”在本文中基本上可互相替换地使用,并且被解释为指代电池单元的内部部分,该内部部分形成该电池单元的阴极。

[0062] 本发明的实施例将参考“电池”进行描述,但是应理解,这通常是参考单个电池单元中的操作和过程,包括多个电池单元的电池可以具有相应的多个阳极和多个阴极,并且在电池的每个电池单元中可以发生类似的操作和过程。

[0063] 如本文所描述的电池(以及由此的电池单元)可以是锂离子电池(或电池单元),但是设想本发明的实施例也可以使用其他形式的电池(和电池单元)。

[0064] 参考图1a和图1b,并且再次不希望被理论束缚,这些图示意性地示出被认为是在使用恒定电流操作的传统充电周期期间在电池中发生的过程。

[0065] 正如可以从图1a和图1b中所看到的,电池1包括电池单元11,并且该电池单元11包括电解质115中的阳极111和阴极112。可以将分离器113定位在阳极111和阴极112之间。阳极111可以与电池1的负终端12电通信地连接,并且阴极112可以与电池1的正终端13电通信地连接。

[0066] 固态电解质的中间相(SEI)层114位于或者朝向阳极111的边界。

[0067] 在电池1的充电期间,跨过电池1的终端12、13施加电压,以使得离子3从阴极112经过(例如通过分离器113和电解质115)到达阳极111,并且通过SEI层114在阳极111中插入(在放电期间,当然,离子3的流动为电池1内的相反方向)。

[0068] 人们认为,不能像在恒定电流操作期间的传统充电周期下将离子3供应到SEI层114那样快地将离子3插入到阳极111中。因此,在阳极111的边界或朝向阳极111的边界处(即在SEI层114的区域中)出现离子3的堆积。这在图1b中示意性地示出。

[0069] 正如本文中所解释的,可以相信,这转而增加了电池1内的电阻和/或引起SEI层114的增长。可以相信,这在充电周期期间引起电池1的额外发热,这种发热再次影响能够对电池1充电的速度、能够使用的充电周期的性质、充电过程的效率、充电过程的安全,和/或就充电周期数而言的电池的寿命,充电周期数为在充电容量下降至可接受的水平以下之前电池1能够经历的充电周期的数量。

[0070] 参考图2,本发明的实施例因此包括电池充电系统100,电池充电系统100被配置为向电池1供应电流,也被称为充电电流,其中电流可以是变化幅度通常为非零的平均电流的波形,并且可以是具有基本上恒定的平均电流的波形(并且该波形可以是例如基本上为正弦曲线)。适当的波形的更多示例包括振荡DC波形或脉冲DC波形。这样的波形可以例如由切换模式功率变换器与适于改变切换频率的控制器供应,从而提供具有期望波形的电流。

[0071] 图3a至图3c示出了用于具有约85V的RMS电压的主电源供应102的由一些实施例的电池充电系统100传递到电池1的电流(图3a)、电源功率供应102的电压(图3b)、以及从电功率供应抽取的电流(图3c)。图3d至图4f示出了用于具有约265V的RMS电压的主电源供应102的由一些实施例的电池充电系统100传递到电池1的电流(图3d)、主电源供应102的电压(图3e)、以及从电功率供应抽取的电流(图3f)。

[0072] 由电池充电系统100供应到电池1的电流的频率通常可以为电功率供应到电池充电系统100的频率的两倍和/或由电池充电系统100供应到电池1的电流可以具有基本上对应于供应电压的波形的整流形式的波形(例如全波整流形式)。供应到电池1的电流的频率可以是例如100Hz或120Hz。供应到电池1的电流的幅值通常可以等于供应到电池1的峰值电流。

[0073] 相应地,在本发明的实施例中,电池充电系统100可以被配置为在如上所述的第一操作中的充电周期期间将电功率供应到电池1。电池充电系统100可以被配置为在第二操作中的相同充电周期期间将电功率供应到电池1,在第二操作中,例如,使用基本恒定的电压或者甚至恒定的功率供应电功率。

[0074] 正如能够从图3a至图3c和图4a至图4c中的示例看到的,电功率供应电压( $V_{ac}$ )可以在很多国家中都可用的电源AC电供应电压—其电压和频率在不同的国家中可以不同(例如85–265V RMS,以及50–60Hz)。因此, $V_{ac}$ 典型地为以0V为中心的正弦曲线形式。供应到电池1的电流( $I_{bat}$ )可以是具有与 $V_{ac}$ 的频率相关的频率的波形,并且该波形可以例如基本上是 $V_{ac}$ 的频率的两倍,或者约为 $V_{ac}$ 的频率的整数多倍。供应到电池1的电流( $I_{bat}$ )可以具有非零的平均值(即可以具有从0A的偏移量),并且可以大体上为正弦曲线的形式—正如本文中所描述的。电流( $I_{bat}$ )可以大体上为供应电压 $V_{ac}$ 的全波整流波形的形式,因此,在一些实施例中,波形的更低的峰值可以例如比图4a和图4b中示出的更加锐利。

[0075] 供应到电池1的电流 $I_{bat}$ 的波形可以在低电流(即波形的最低电流)和峰值电流(即波形的最高电流)之间变化。低电流可以基本上为0A。峰值电流可以在约1A和约30A之间,或者在约10A和约30A之间,或者在约20A和约30A之间。供应到电池1的电流 $I_{bat}$ 的峰间值变化(即峰值电流和低电流之差)可以大于约1A,或者大于约10A,或者大于约20A或约30A。一般来说,这种峰值电池充电电流约为电池容量的10倍。例如,我们使用的电池为2.6Ah。因此,在平均电池充电电流为约16安培的情况下,峰值电流约为26安培。

[0076] 电流 $I_{bat}$ 的波形可以在低电流和峰值电流之间反复振荡。在一些实施例中,这种波形基本上为平滑的波形。在一些实施例中,该波形基本上为全波整流的正弦曲线形状。在一些实施例中,波形部分地具有整流正弦波的形式,并且部分地具有正弦平方波的形式。例如,围绕波形最大值的波形的部分可以基本上具有整流正弦波的形式,而围绕波形最小值的波形的部分可以基本上具有正弦平方波(在本文中也称为平方正弦波)的形式。

[0077] 可以认为,在充电期间对电池1提供的非零平均电流波形( $I_{bat}$ )有助于减小上述的

离子的堆积。在充电周期期间这转而减小了电池1的电阻。这改进了电池1的充电效率,减小了在充电过程期间产生的热,并且实现了电池1的更安全的充电,具有更高的整体充电电流。此外,可以使用充电周期的第一操作,直到电池1比一些传统充电周期具有相对更大的充电水平(例如,80%或更多、或者全部充电容量的90%或更多,或者在全部充电容量的90%至95%之间)。

[0078] 实际上,在一些实施例中,充电周期的第二操作可以被完全省略。

[0079] 一些实施例可以包括充电周期的第三操作,在第三操作中,偶尔(例如周期性地)将电功率供应到电池1以补偿电池1的自放电。

[0080] 正如将被理解的,电池充电系统100可以以很多不同的方式实现。但是,在一些实施例中,可以通过根据本文描述的特定实施例实现电池充电系统100来获得额外的益处—这将变得很明显。

[0081] 参考图4至图7,电池充电系统100的实施例将被更详细地讨论。

[0082] 电池充电系统100的一些实施例可以包括回扫变压器(在本文中也称作为回扫变换器)101。回扫变压器101可以被配置为与主电源供应102电通信地连接。主电源供应102可以是以供应电压 $V_{ac}$ 递送电功率的AC主电源供应。电池充电系统100可以包括整流电路103,整流电路103被配置为从主电源供应102接收电功率并且对来自主电源供应102的电功率进行整流,以递送到回扫变压器101。

[0083] 电池充电系统100的电磁干扰滤波器104可以电通信地连接到主电源供应102和回扫变压器101之间。在一些实施例中,电磁干扰滤波器104和整流电路103可以组合为单个电路。

[0084] 电池充电系统100还可以包括缓冲电路105。缓冲电路105可以连接在主电源供应102和回扫变压器101之间,并且特别地可以连接在电磁干扰滤波器104和/或整流电路103以及回扫变压器101之间。缓冲电路105可以被配置为减轻电压尖峰(否则电压尖峰可能损坏回扫变压器101的主切换设备101a)和/或被配置为从回扫变压器101重新流通电流。

[0085] 回扫变压器101的主切换设备101a被配置为控制将来自主电源供应102(并且,例如,整流器电路103和/或电磁滤波器104和/或缓冲电路105)的电功率传递到回扫变压器101的第一主绕组101b。

[0086] 回扫变压器101还包括第一次绕组101c—通过第一主绕组101b的电流的流动被配置为感应第一次绕组101c中的电流的流动。

[0087] 第一次绕组101c电通信地连接到输出整流器电路106,输出整流器电路106被配置为对来自回扫变压器101的电功率输出(即在第一次绕组101c中感应的电流)进行整流。

[0088] 电池充电系统100包括终端107,终端107被配置为连接到电池1的终端12、13(在一些实施例中,电池充电系统100的终端107可以被配置为选择性地连接到电池1的终端12、13)。电池充电系统100的终端107电通信地连接到第一次绕组101c。该连接经由输出整流器电路106,使得输出整流器电路106被配置为通过第一次绕组101c对电功率进行整流以传递到电池1(其连接到电池充电系统100的终端107)。

[0089] 在一些实施例中,输出整流器电路106是同步整流器电路,同步整流器电路包括一个或多个切换设备—例如晶体管设备(例如MOSFET)。

[0090] 在一些实施例中,电池充电系统100可以包括平滑电路108,平滑电路108电通信地



连接到第一次绕组101c和电池充电系统100的终端107之间。平滑电路108被配置为过滤和/或平滑电功率的电流和/或电压,该电功率被传递到电池充电系统100的终端107(以及电池1上)。

[0091] 在一些实施例中,平滑电路108可以包括一个或多个电容和/或电感。在一些实施例中,提供一个或多个电容,并且并联连接在电池充电系统100的终端107之间,使得电容形成电容储库。在一些实施例中,其可能包括或可能不包括作为平滑电路108的部分的电容储库,平滑电路108包括至少一个电感,该电感串联连接在第一次绕组101c和电池充电系统100的一个终端107之间。

[0092] 平滑电路108的一个或多个电容可以包括一个或多个聚合物电解电容,并且可以具有低内阻以及能够用于高波纹电流。

[0093] 在一些实施例中,电池充电系统100还可以包括隔离开关109,隔离开关109被配置为使电池充电系统100的终端107中的一个或两个断开与至少第一次绕组101c的电通信,但是也可以使该终端或每个终端107断开与输出整流器电路106和/或平滑电路108(或其的一部分)的电通信。

[0094] 电池充电系统100还可以包括控制子系统110。控制子系统110被配置为控制电池充电系统100的操作,电池充电系统100包括例如一个或多个回扫变压器101(例如其主切换设备101a)、整流器电路103、输出整流器电路106和隔离开关109。

[0095] 控制子系统110还可以包括一个或多个传感器电路和/或元件,这些传感器电路和/或元件中的每一个被配置为测量和/或确定与电池充电系统100和/或电池1的操作相关联的一个或多个特性,使得控制子系统110能够至少部分地基于从一个或多个传感器电路和/或元件接收到的信息来控制电池充电系统100的操作。例如,充电电流的特性能够根据确定特性而变化,使得在充电期间电池的阻抗例如被基本上连续地确定。

[0096] 该一个或多个传感器电路和/或元件可以包括电源电压传感器电路1111,电源电压传感器电路1111被配置为感测主电源102的电压—其可以是被整流器电路103(如果提供了的话)整流以后的电压。电源电压传感器电路1111可以包括潜在的分压器电路,分压器电路被配置为将电压减少至能够被控制子系统110的其他部分使用的水平。

[0097] 该一个或多个传感器电路和/或元件可以包括主绕组电流传感器电路1112,主绕组电流传感器电路1112被配置为感测递送到回扫变压器101的第一主绕组101b的电流。例如,主绕组电流传感器电路1112可以包括分流回路。主绕组电流传感器电路1112可以被配置为感测从第一主绕组101b流经主切换设备101a到地或到主电源供应102的电流。

[0098] 一个或多个传感器电路和/或元件可以包括电池终端电压传感器电路1113,电池终端电压传感器电路1113被配置为感测跨越电池充电系统100的终端107并且因此跨越连接到其上的电池1的终端12、13的电压 $V_{bat}$ 。电池终端电压传感器电路1113可以包括潜在的分压器电路,分压器电路被配置为将电压减小到能够被控制子系统110的其他部分使用的水平。

[0099] 一个或多个传感器电路和/或元件可以包括电池终端电流传感器电路1114,电池终端电流传感器电路1114被配置为感测传递到电池充电系统100的至少一个终端107或从电池充电系统100的至少一个终端107返回并且因此传递给连接到其中的电池1的电流。电池终端电流传感器电路1114可以包括例如分流电路。电池终端电流传感器电路1114可以被

配置为确定从电池充电系统100的终端107流经输出整流器电路106到回扫变压器101的第一次绕组101c的电流。

[0100] 在一些实施例中,控制子系统110可以包括主侧控制器或输入侧控制器1115以及次侧控制器或输出侧控制器1116。主侧控制器1115可以被配置为通过通信通道与输出侧控制器1116通信,和/或反之亦然,通信通道可以包括光耦合器电路1117。光耦合器电路1117可以被配置为允许主侧控制器1115和次侧控制器1116之间的通信,同时保持两个控制器1115、1116电隔离。正如将被理解的,因此,光耦合器电路1117可以包括由主侧控制器1115控制的光发射二极管和连接到次侧控制器1116的光电晶体管。

[0101] 在一些实施例中,提供第二主绕组或第一“偏置”绕组101d作为回扫变压器101的部分。第二主绕组101d可以被配置为与第一主绕组101b相关联,使得流经第一主绕组101b的电路也感应第二主绕组101d中的电流。因此,在第二主绕组101d中被感应出的电功率可以被用于向控制子系统110的一个或多个部分—例如向主侧控制器1115提供电功率。可以提供第一偏置电路101e以确保将电功率正确地传递到主侧控制器1115。来自第二主绕组101d的输出的电压在本文中被称为“主偏置电压” $V_{\text{bias-primary}}$ 。此外,第二主绕组或第一偏置绕组用于检测回扫变压器的磁状态,因而保证回扫变换器的操作的临界传导模式。

[0102] 在一些实施例中,回扫变压器101可以包括第二次绕组101g或第二“偏置”绕组。第二次绕组101g可以被配置为与第一主绕组101b相关联,使得流经第一主绕组101b的电流也将在第二次绕组101g中感应电流。因此,在第二次绕组101g中感应出的电功率可以被用于向控制子系统110—例如向次侧控制器1116提供电功率。可以提供第二偏置电路101f以确保向次侧控制器1116正确地传递电功率。在本文中来自第二次绕组101g的输出的电压被称作“次偏置电压” $V_{\text{bias-secondary}}$ 。

[0103] 在示出的实施例中,为了简单表示,将第一偏置电路101e和第二偏置电路101f描绘成多个部分。但是,应理解,它们可以为各自单个电路或连接。

[0104] 次侧控制器1116被配置为将跨电池充电系统100的终端107的电压的信号表示(例如来自电池终端电压传感器电路1113的输出)与电池终端的参考电压进行比较。

[0105] 次侧控制器1116还可以被配置为将传递到电池充电系统100的至少一个终端107的电流的信号表示或者从电池充电系统100的至少一个终端107返回的电流信号表示(例如来自电池终端电流传感器电路1114的输出)与电池参考电流进行比较。

[0106] 次侧控制器1116可以被配置为使用电压和/或电流的比较结果以确定用于电池充电系统100的操作模式。该操作模式可以包括确定将使用充电周期的第一操作模式、第二操作模式或第三操作模式中的哪一种。在一些实施例中,可用多种充电模式和/或占空比。

[0107] 在一些实施例中,次侧控制器1116可以被配置为接收例如来自电池温度传感器1118的电池1的温度的信号指示,电池温度传感器1118被配置为感测电池1的温度或者该温度的参数表示并且相应地输出信号。这些实施例中的次侧控制器1116可以使用电池1的温度的信号指示,以确定将使用充电周期的多种操作中的哪一种(除了以上讨论的使用一种比较或多种比较以外或者作为其另一种替代)。

[0108] 因此,次侧控制器1116被配置为输出控制信号C。该控制信号C可以与主侧控制器1115通信(例如经由光耦合器电路1117),并且主侧控制器1115可以使用该控制信号C控制回扫变压器101的操作—正如本文所讨论的。

[0109] 次侧控制器1116还可以被配置为如果发生了一种或多种预定的条件则操作隔离开关109,并且这些条件可以包括一个或多个传递到电池1或者从电池1接收的特定电流(该特定电流超过或者低于预定阈值电流)、和/或跨电池1的终端12、13的电压(该电压超过或低于预定阈值电压),和/或电池温度(该电池温度超过或低于预定阈值温度)。

[0110] 次侧控制器1116可以被配置为基于传递到电池充电系统100的终端107(即传递到与其连接的电池1)的电流的信号指示和/或基于流经输出整流器电路106的电流的信号指示来控制输出整流器电路106的操作(其可以是同步整流器电路)。正如将被理解的,该信号可以是来自电池终端电流传感器电路1114的输出。在一些实施例中,次侧控制器1116被配置为当回扫变压器101正在向电池充电系统100的终端107放电时将输出整流器电路106致动为开状态,并且当回扫变压器101没有正在向终端107放电时将输出整流器电路106禁用为关状态。

[0111] 主侧控制器1115被配置为控制回扫变压器101的操作,并且特别地控制主切换设备101a的致动。主侧控制器1115被配置为至少部分地基于以下一者或多者来控制回扫变压器101的操作:控制信号C、传递到第一主绕组101b的电流(例如主绕组电流传感器电路1112的输出)的信号表示、在由整流器电路103整流后的主电源供应102的电压( $V_{ac}$ ) (例如电源电压传感器电路1111的输出)的信号表示、以及在偏置整流电路之前的AC偏置电压 $V_{bias}$ 。

[0112] 主侧控制器1115被配置为以临界传导操作模式操作回扫变压器101。

[0113] 相应地,主侧控制器1115可以被配置为一旦已确定存储在回扫变压器101(例如在绕组101b、101c、101d及以上任意芯)中的能量已被消散就将主切换设备101a致动为开状态(使得电功率可以经过主电源供应102到第一主绕组101b)——即传递到电池充电系统100的终端107和传递到电池1(或者否则丢失)。

[0114] 随着主切换设备101处于其开状态,将电功率传递到第一主绕组101b,使得在回扫变压器101中存储的能量积聚,这转而经由第一绕组101c作为电功率传递到电池充电系统100的终端107,并且传递到与其连接的任意电池1。

[0115] 主侧控制器1115还可以被配置为当传递到第一主绕组101b的电流的信号表示已经达到某值(该值取决于主电源供应102的电压的信号表示以及控制信号C)时将主切换设备101a致动为关状态(使得基本上防止或阻碍将电功率从主电源供应102传到第一主绕组101b)。

[0116] 因此,主侧控制器1115可以被配置为将主切换设备101a致动为具有随时间变化的切换频率(即在开状态和关状态之间切换的频率)。

[0117] 主侧控制器1115可以致动主切换设备101a,使得从第一主绕组101b流过的电流通常可以具有跟随主电源供应102的电压(或者整流后的主电源供应电压)的包络线。在包络线内,流经第一主绕组101b的电流可以具有变化的频率和/或占空比(该频率和/或占空比确定电流的幅值)的脉冲,并且该频率和/或占空比由主切换设备101a的致动来控制。图8示出了传递到第一主绕组101b的电流的图示,并且示出了该电流的包络线。图9和图10示出了在不同的时间形成该包络线部分的电流的脉冲。

[0118] 相应地,在初始时间段期间,主切换设备101a的致动的频率(以及因此在第一主绕组101b中的电流)可以相对地高(例如参见图9)(和/或占空比可以相对地低),在致动的频率随着电流的包络线的幅值降低(例如再次参见图9)而再次增加(和/或占空比降低)以前,

致动的频率随着电流的包络线的幅值增大(例如参见图10)而降低(和/或占空比增加)。相应地,主切换设备的致动的频率和/或占空比随着时间变化,并且在任何给定时间该频率和/或占空比取决于在该时间处的电源电压 $V_{ac}$ 的幅度。

[0119] 主侧控制器1115和主切换设备101a的这种操作帮助确保改进的功率因子(其可以为0.9或以上)。

[0120] 在一些实施例中,使用例如图7中描绘的电路可以实现主侧控制器1115。在这个实施例中,主侧控制器1115包括可变增益放大器1115a,可变增益放大器1115a被配置为接收主电源供应102的电压的信号表示,并且被配置为减小或放大使用控制信号C的该信号。来自该可变增益放大器1115a的输出被传到主侧控制器1115的第一比较器1115b(例如被传到其非反向输入)。传递到第一主绕组101b的电流的信号表示可以被传到第一比较器1115b的反向输入。第一反向器1115b的输出可以连接到主侧控制器1115的置位复位触发器1115c的复位输入。偏置电压(或表示偏置电压的信号)可以连接到主侧控制器1115的第二比较器1115d的反向输入。第二比较器1115d的非反向输入可以连接到地。第二比较器1115d的输出可以连接到置位复位触发器1115c的置位输入,并且置位复位触发器1115c的输出可以连接到主切换设备101a以控制其致动。

[0121] 在一些实施例中,主切换设备101a为晶体管设备,例如功率MOSFET,并且在这样的实施例中,置位复位触发器1115c的输出可以连接到形成主切换设备101a的MOSFET的门。

[0122] 在一些实施例中,回扫变压器101是间隙铁氧体芯回扫类型,其可以具有四个互相交错的绕组—以减少漏电感。回扫变压器101可以例如为被配置为在每芯高至150W时操作的高频率变压器101。

[0123] 第一偏置电路101e可以包括一个或多个快速整流器二极管,以向主控制器子系统110提供电功率。

[0124] 回扫变压器101的操作的频率(例如主切换设备101a的切换频率)可以在约40KHz和200KHz之间变化。

[0125] 正如将被理解的,很多传统的电池充电系统100在输出整流器电路106中使用肖特基(Schottky)整流器二极管。然而,在本发明的一些实施例中,同步整流器的使用消除了对于这种肖特基整流器二极管的需要—这能够减少成本、提高效率,消除了对散热器的需要,并且减少了电路所需的物理空间。

[0126] 控制器子系统110可以被配置为使得传递到平均电池充电系统100的终端107(以及传送到电池1)的电流约为16A。控制器子系统110可以被配置为使得传递到电池充电系统100的终端107(以及传送到电池1)的电流在0A和30A之间变化。

[0127] 控制器子系统110可以被配置为使得当指示跨电池充电系统100的终端107的电压的信号达到或超过约4V和/或当电池1从终端107断开时将隔离开关109致动为其关状态。

[0128] 在一些实施例中,次侧控制器1116用作主控制器,其被配置为控制主侧控制器1115的操作—因此,主侧控制器1115可以被称作从控制器。在这样的实施例中,次侧控制器1116可以被配置为与电池充电系统100外部的一个或多个系统通信,以控制电池充电系统100的操作的一个或多个方面。

[0129] 次侧控制器1116(以及主控制器1116)能够被配置为在充电期间根据电池的确定特性而改变充电电流的特性。以下给出了电池的确定特性和充电电流的特性。

[0130] 在一些实施例中,控制子系统110被配置为监控电池1的电阻抗。随后,可以至少部分地基于电池1的电阻抗使充电系统100向电池1传递充电电流从而对电池1充电。因此,充电电流的特性可以取决于电池1的确定电阻抗。

[0131] 如以上所讨论的,在一些实施例中,次侧控制器1116可以被配置为确定用于电池充电系统100的操作模式。相应地,次侧控制器1116可以被配置为监控电池1的电阻抗并使用该信息控制由充电系统100向电池1输送电流的一方面。

[0132] 更具体地,在一些实施例中,次侧控制器1116被配置为接收表示传递到电池充电系统100的至少一个终端107或从电池充电系统100的至少一个终端107返回的电流的信号 $I_{bat}$ (例如,来自电池终端电流传感器电路1114的输出)。可替代地或额外地,次侧控制器1116被配置为在一部分充电电流波形传递期间接收表示传递到电池充电系统100的至少一个终端107或者从电池充电系统100的至少一个终端107返回的电流的变化的信号。这种电流的变化的一个示例可以是峰值(最大)和波谷(最小)之间的充电电流之差。在最小电流为零安培的实施例中,该差等于测量到的最大电流。

[0133] 根据本文描述的电流波形向连接到终端107的电池1的电流 $I_{bat}$ 的递送促使跨电池1的终端12、13的电压因电池的电阻抗 $Z_{bat}$ 而脉动。在使用本发明的一些实施例的示例中,这可以在图11a和图11b中看出,其中图11a示出了 $I_{bat}$ ,并且图11b示出了跨电池1的终端12、13的电压 $V_{bat}$ 。

[0134] 因此,次侧控制器1116可以被配置为使用表示跨电池充电系统100的终端107的电压(例如来自电池终端电压传感器电路1113的输出)的信号,以确定连接到那些终端107(通过其终端12、13)的电池1的电阻抗 $Z_{bat}$ 。

[0135] 更具体地,次侧控制器1116可以被配置为随着第一时间段接收表示跨电池充电系统100的终端107的电压的信号。次侧控制器1116可以被配置为确定该信号的DC分量(以及因此其表示的电压)。这可以通过例如确定第一时间段的信号平均值并且将其作为DC分量来实现。随后将该DC分量从信号中减去以生成表示跨电池充电系统100的终端107(以及因此的跨连接的电池1的终端12、13)的波纹电压的电压波纹信号 $\Delta V_{bat}$ 。可以放大和/或过滤该信号以改进波纹电压的信号表示。例如,预期波纹电压的频率基本上等于传递到至少一个终端107或者从至少一个终端107返回的电流的频率;因此,可以使用一个或多个滤波器以减小在此频率以上和/或以下的波纹电压信号的频率分量。在例如图11c中可以看到电压波纹信号的一个示例。

[0136] 次侧控制器1116可以被配置为用表示波纹电压 $\Delta V_{bat}$ 的信号除以表示传递到电池充电系统100的至少一个终端107或者从电池充电系统100的至少一个终端107返回的电流 $\Delta I_{bat}$ 的变化的信号,从而得到连接到那些终端107的电池1的电阻抗。

[0137] 在一些实施例中,传递到电池充电系统100的终端107或者从电池充电系统100的终端107返回的电流 $I_{bat}$ 可以从0A变化到峰值(最大)电流(在跟随本文描述的波形返回到0A以前)。因此, $I_{bat}$ 的信号表示可以基本上等于 $\Delta I_{bat}$ 的信号表示,并且可以这样使用。然而,在一些实施例中, $I_{bat}$ 在非零的更低值和峰值电流之间变化。因此,在一些实施例中, $\Delta I_{bat}$ 不等于 $I_{bat}$ 。在这样的实施例中,次侧控制器1116可以被配置为从传递到终端107或者从终端107接收的电流 $I_{bat}$ 的信号表示来确定 $\Delta I_{bat}$ 。

[0138] 图11a和图11b示出了随着充电进行在电池终端的电流和电压。随着电池经历充

电,叠加了由振荡输入电流引起的波纹的基线电压稳步增加。为了确定给定时间点的电池阻抗,只有电压中的波纹是相关的,并且与增加的电压基线分离而进行评估。图11c示出了电压波纹的图示。为了确定波纹的幅值,例如将线性基线电压适应到电压曲线,并且评估与基线的偏差。该偏差造成扁平的波纹。随后,可以评估该扁平的波纹以确定阻抗对电压的影响。波纹电压的幅值除以电池电流的幅值得到阻抗的幅值。在另一个示例中,确定一个周期中的电压信号的平均值,并且从该电压信号中减去该值;这样再次得到与基线电压不同的波纹。在非振荡稳步充电的情况下,电池电压稳步增加,并且没有指示电池的阻抗的信号可用。

[0139] 当电池正在被充电时,电池的内阻抗和电池的内电池电压通常不可进行直接测量。通过用电流变化去除电压变化,能够确定电池的电池内阻抗而无需知道内电池电压。

[0140] 次侧控制器1116可以被配置为周期性地使用以上过程来确定电池1的电阻抗。在一些实施例中,次侧控制器1116被配置为以如下频率确定电池1的电阻抗,该频率基本上等于表示传递到电池充电系统100的终端107或者从电池充电系统100的终端107接收的电流的信号的频率。换句话说,次侧控制器1116可以被配置为针对表示传递到电池充电系统100的终端107或者从电池充电系统100的终端107接收到的电流的信号中的每个峰值确定一次电池1的电阻抗,由此基本上连续地有效地确定电池1的电阻抗。

[0141] 在一些实施例中,次侧控制器1116可以被配置为以如下频率确定电池1的电阻抗,该频率基本上至少等于表示传递到电池充电系统100的终端107或者从电池充电系统100的终端107接收的电流的信号的频率,由此基本上连续有效地确定电池1的电阻抗。在这样的实施例中,次侧控制器1116可以被配置为使用表示 $I_{bat}$ 的信号中的上升或下降的峰间值变化来确定电池1的阻抗。

[0142] 在一些实施例中,次侧控制器1116被配置为以如下频率来确定电池1的阻抗:约100Hz和120Hz之间的频率、或者以约120Hz的频率、或者在100Hz和200Hz之间、或者以约200Hz的频率、或者在120Hz和240Hz之间、或者以约240Hz、或者这些范围的上边界和下边界的任意组合。

[0143] 正如将被理解的,在一些实施例中,当按绝对值确定电池1的阻抗是周期性的时,该确定基本上相对于以下频率连续,在所述频率下,次侧控制器1115可配置为在充电周期内促使 $I_{bat}$ 变化—参见下文。应理解,这对于以下情况仍然十分有效:如果恰好在充电电流波形的所述频率处未能确定电池的阻抗,而是在以下频率处确定该阻抗:该频率基本上相对于将次侧控制器1115配置为在充电期间引起 $I_{bat}$ 变化的频率连续。

[0144] 能够在电流波形的上升电流部分测量供应到电池1的电流变化和电压变化。电流波形的最小值能够提供便利的起始点以测量这些特性形式。可替代地或额外地,可以在电流波形的下降电流部分测量这些变化。当在波形的上升部分和下降部分都测量这些特性时,次侧控制器1115可以比较这些结果以确定是否出现误差。

[0145] 控制子系统110可以包括查询表1119。该查询表1119可以被存储在控制子系统110的计算机可读介质1119a上,或者被存储在控制子系统110访问的部件上。在一些实施例中,查询表1119可以是次侧控制器1116可访问的部分。

[0146] 查询表1119可以存储与电池条件和/或充电状态到充电模式相关联的信息。相应地,控制子系统110(例如次侧控制器1116)可以使用查询表1119基于有关电池1的确定特性

为电池1确定适当的充电模式,该电池1对控制子系统110可用。

[0147] 对控制子系统110(例如对次侧控制器1116)可用的这些确定特性可以包括以下一者或更多者: $I_{bat}$ 、 $V_{bat}$ 、 $\Delta I_{bat}$ 、 $\Delta V_{bat}$ ,以及 $Z_{bat}$ 。该信息还可以包括电池1的温度 $T_{bat}$ 。在电池包括多个电池单元的实施例中,除了完整的电池特性以外或者可替代地,用于每个电池单元的这些特性可以用于控制子系统。

[0148] 在一些实施例中,对于控制子系统110可用的信息(例如次侧控制器1116)可以包括电池1的标识—其可以例如通过与控制子系统110通信的电池识别码来确定。电池识别码可以是例如对于该电池1唯一或基本唯一的识别码(例如序列号),或者可以是对于电池1的制造商或者电池1的型号或电池1的配置唯一或基本唯一的更加通用的识别码。可以通过从电池1向控制子系统110(例如经由二者之间的通信链接)传输一个或多个信号将该标识传达给控制子系统110(例如次侧控制器1116),或者可以由用户手动输入该标识。

[0149] 控制子系统110还可以包括时间测量装置,例如时钟。这可以用于测量电池1已经充电的时间。通过将关于充电电流已经对电池1充电的时间进行积算,可以确定传递到电池的总充电量。这种积算例如可以数字化地执行。总充电量可以用于确定电池1的充电状态。

[0150] 控制子系统110(例如次侧控制器1116)可以使用对其可用的确定特性(参见以上)以确定电流充电状态和/或电池1的健康状态。正如将被理解的,电池1的健康状态是对电池1的正确操作(例如其保持充电的能力)的测量。电池1的当前充电状态可以另外地被称为电池1的当前状态或电池荷电状态(S.O.C.)。这些可以用于确定供应到电池1的充电电流是否应变化以及如何变化。

[0151] 在一些实施例中,并未确定电池阻抗,相反,可以直接使用电流变化 $\Delta I_{bat}$ 和电压变化 $\Delta V_{bat}$ 确定当前充电状态和/或电池的健康状态,由此确定充电电流是否应变化以及如何变化。

[0152] 在一些实施例中,查询表1119基于对于控制子系统110(例如对于次侧控制器1116)可用的确定特性来提供用于主切换设备101a的操作的占空比和/或频率—参见以上。在一些实施例中,查询表1119用于提供电池1的状态和/或健康状态所期望的 $I_{bat}$ 的指示。查询表1119可以例如提供C(参见以上)。查询表中也可以提供电池充电电流的其他特性,例如:电流平均值、电流最大值、电流幅度、占空比,和/或充电模式。

[0153] 例如,完全放电的电池1将具有相对高的电阻抗,并且因此查询表1119可以指定相对低的 $I_{bat}$ 以避免电池1过热和/或否则损坏电池1的风险。同样地,如果具有低确定阻抗,那么查询表1119可以指定相对高的 $I_{bat}$ 。

[0154] 对控制子系统110的操作的以上描述称为电池1的电阻抗的监控。如以上所提到的,这将被解释为监控该电池1的一个或多个电池单元11的电阻抗。

[0155] 在一些实施例中,电池1包括多个电池单元11。在这样的实施例中,可以确定每个电池单元11的阻抗(在电池1中的每个电池单元11执行以上操作),并且可以基于为电池1的多于一个的电池单元11确定的信息来确定充电模式。

[0156] 已经参考回扫变压器101描述了本发明的实施例,但是应理解,可以通过使用具有不同拓扑结构的变换器来实现这些实施例和其他实施例。这样的变换器能够进行高频率操作(例如在40到200kHz的范围内操作)。

[0157] 本文已经描述了单个的电池充电系统100。然而,应理解,可以彼此并联连接地提

供多个这样的电池充电系统100,并且它们被配置为向相同的终端107供应电流( $I_{bat}$ )。在这样的布置中,所有的电池充电系统100可以由公共的控制子系统110来控制。在一些实施例中,这样的布置可以包括用于每个电池充电系统100的主侧控制器1115,但是也可以包括被配置为控制所有的主侧控制器1115的操作的单个次侧控制器1116。

[0158] 正如将被理解的,实施例供应具有波形的电流 $I_{bat}$ ,为了确定电池的电阻抗的目的,该波形允许频繁地确定电池1的电阻抗而无需对 $I_{bat}$ 的任何额外操作。换句话说,用于对电池充电并且形成对电池1充电的主电流的电流(即充电电流)可以用于确定电池的电阻抗。这与例如相对较小幅值的电流是不同的,小幅值的电流被蓄意地添加到恒定或基本恒定的主充电电流以确定电池的电阻抗。在这样的假想布置中,能够确定电池1的电阻抗的最大频率比本发明的一些实施例中的频率要低得多。此外,小幅值的电流并不对电池1的充电做出实质性贡献(例如仅为几百毫安的水平)。因此,这样低幅值的电流并不形成主充电电流的部分(与电流 $I_{bat}$ 不同)。在本发明的一些实施例中,电流的变化是影响电池1的充电的量级,并且因此形成主充电电流的一部分。

[0159] 在一些实施例中,控制子系统110被配置为与远程服务器210通信。该通信可以经由通信网络—例如局域网和/或广域网,并且可以包括互联网。远程服务器210可以例如存储查询表1119或其部分。在一些实施例中,远程服务器210包括计算机可读介质1119a。在一些实施例中,控制子系统110被配置为至少部分地将查询表1119下载(例如到本地计算机可读介质1119a)。控制子系统110(例如次侧控制器1116)可以被配置为从远程服务器210请求全部或部分查询表1119,并且能够向远程服务器210上传有关电池1的信息。

[0160] 远程服务器210可以被配置为维护查询表1119,并且这可以包括:从控制子系统110接收有关电池1或者电池1的类型的信息,然后基于该信息更新查询表1119。这可以包括更新有关该特定电池1和/该类型电池1(例如基于电池1的配置,电池1的制造和/型号)的查询表。远程服务器210可以被配置为核对接收到的有关多个电池1的信息,以修改查询表1119或其部分,从而使用查询表1119优化电池充电系统100的操作的一个或多个方面—这可以包括确保在电池1中存储的最大充电量,确保电池1的最大寿命(即充电周期数),和/或确保电池充电系统100最有效地使用电功率。

[0161] 图12示出了用于对电池充电的逐步过程。该过程试图提供高功率效率以及安全地最小化电池充电时间。

[0162] 1. 初始化

[0163] • 识别电池类型(总电池电压 $V_{bat}$ 和总电池容量 $C_{bat}$ )

[0164] • 查看数据库并且评估电池的充电状态(S.O.C.)

[0165] • 查看数据库并且确定最大可允许的电池单元电压 $V_{cell\_max}$

[0166] • 测量所有的电池单元电压 $V_{cell\_open}$

[0167] • 查看数据库并且确定初始电池充电电流 $I_{bat(av)}\_initial$

[0168] 2. 开始充电

[0169] • 启动时钟

[0170] • 使用整流正弦电流波形和 $I_{bat(av)}\_initial$ 开启充电

[0171] 3. 测量

[0172] • 在每个单独的电池单元中测量其电压以及充电电流波形的底部的电池电流



- [0173] • 存储测量值Vcell\_bottom和Ibat\_bottom
- [0174] • 在每个单独的电池单元中测量其电压以及充电电流波形的顶部的电池电流
- [0175] • 存储测量值Vcell\_top和Ibat\_top
- [0176] 4. 计算
- [0177] • 计算差值  $\Delta V_{cell} = V_{celltop} - V_{cellbottom}$
- [0178] • 计算差值  $\Delta I_{bat} = I_{bat\_top} - I_{bat\_bottom}$
- [0179] • 计算每个单独的电池单元的阻抗  $Z_{cell} = \Delta V_{cell} / \Delta I_{bat}$
- [0180] 5. 完全充电
- [0181] • 将Z\_weak\_cell分配给最弱的电池单元(具有最大阻抗)
- [0182] • 根据Z\_weak\_cell查看数据库并且确定最大安全电池充电电流Ibat\_max\_safe
- [0183] • 连续对电池进行充电,连续地测量和计算上述各项,充分利用充电器潜能和安全地最小化电池充电时间
- [0184] • 连续地测量每个单独的电池单元的温度Tcell
- [0185] 6. 停止
- [0186] • 根据最热电池单元Tcell\_max连续地查看数据库并且修改Vcell\_max和Ibat\_max\_safe
- [0187] • 当第一电池单元电压达到Vcell\_max时停止充电
- [0188] 7. 管理
- [0189] • 计算时间-安培积分并且指定电池接收的总充电量
- [0190] • 显示电池S.O.C.
- [0191] • 将信息存储到数据库
- [0192] 将电池的确定特性存储到数据库中,数据库(例如可以驻留查询表中,查询表存储在控制器/控制单元存储器中)能够允许电池充电系统将这些特性相关联供未来在充电其他电池和/再次充电同一电池时使用。
- [0193] 确定特性能够例如与识别数据一起存储,将特性与该特定电池相关联。当未来充电该特定电池时,可以使用这些特性确定电池状态和/或所需的充电电流特性。
- [0194] 可替代地或额外地,存储的确定特性可以被聚合到数据集中,从数据集中可以确定电池特性关联性,以用于电池的分类和/或类型。当对相同类型和/或类别的电池充电以确定/评估电池状态和/或所需的充电电流特性时,可以使用这些关联。
- [0195] 通过存储确定特性并且使用它们辅助未来的电池充电事件,可以说系统能够进行自我学习。
- [0196] 图13示出了使用中的单个电池控制单元的示意性示例。次控制器(主CPU)驱动电流源(例如回扫变换器)以使用充电电流( $I_{cell}$ )以约为线频率的两倍的频率(例如,具有振荡DC波形例如整流正弦曲线波形的电流)对电池充电。这个直接的(即总是正的)但是随时间变化的电流可以具有小于约0.5安培的最小值,优选为小于约0.1安培,更优选为约0安培,最大值约为30安培。
- [0197] 由于电池内阻抗 $Z_{cell}$ ,这个“波纹”电池充电电流产生了波纹电池单元电压  $\Delta V_{cell}$ 。电池内阻抗 $Z_{cell}$ 能够取决于例如充电的电池单元状态,电池单元温度 $T_{cell}$ 、电池单元电压 $V_{cell}$ 和电池单元历史状态。

[0198] 所述波纹电池电压  $\Delta V_{\text{cell}}$  可以被滤波和放大,并且用于将电池状态信息转移到次控制器。这可以与  $I_{\text{cell}}$  (和/或电流变化  $\Delta I_{\text{cell}}$ ,如果充电电流的最小值不是零的话)一起使用以计算  $Z_{\text{cell}}$ 。控制器使用该信息与其他确定特性例如电池单元温度  $T_{\text{cell}}$  和电池单元电压  $V_{\text{cell}}$  从查询表中选择适当的充电模式。随后,次控制器可以根据电池单元状态,通过例如改变主控制器的占空比来改变充电电流的特性。

[0199] 例如,当电池完全放电时,电池内阻抗可以增加。次控制器使用波纹充电电流和该电流感应的电压波纹来计算电池阻抗。次控制器随后从查询表中确定所需的充电模式。为了避免电池单元过热和/或损坏,查询表指示需要不同的充电模式。次控制器向主控制器发送具有减小的占空比的另一充电模式,由此减小电池充电电流。

[0200] 电池单元自身在每个时刻有效地“决定”用于充电的最佳模式。

[0201] 图14示出了使用中的多单元电池控制单元的示意性示例。在该示例中,电池包括并联和/或串联的  $n$  个电池单元。该示例以与参照图13描述的示例类似的方式作用,例外是测量跨每个电池单元的电压  $V_{\text{cell}(i)}$ 、跨每个电池单元的电压的变化  $\Delta V_{\text{cell}(i)}$ ,以及每个电池单元的温度  $T_{\text{cell}(i)}$ 。通过每个电池单元的电流  $I_{\text{cell}}$  相同。对所有电池单元的测量与电流  $I_{\text{cell}}$  (和/或电流变化  $\Delta I_{\text{cell}}$ ) 一起传递至次控制器。可以通过用电流(或电流变化)去除跨该电池单元的电压变化  $\Delta V_{\text{cell}(i)}$  计算每个电池单元的电池内阻抗  $Z_{\text{cell}(i)}$ 。

[0202] 控制器使用该信息从查询表中选择最适当的电池充电模式,并且考虑所有电池蜂窝的情况改变主控制器的占空比。

[0203] 在本发明的一些实施例中,使用整流正弦曲线电流对电池充电,并且使用该充电方法中的电压波纹性质(与电流一起)测量电池单元的内阻抗。这允许基本上连续地监控电池单元的内阻抗,允许控制器通过计算内阻抗连续地监控电池健康状况以及在运行中更改充电模式。

[0204] 在一些实施例中,使用主控制器控制电池充电电流。主控制器由可编程芯片设备组成。其感测:

- [0205] • 通过高电压分压器感测网格输入电压
- [0206] • 通过在主MOSFET源连接的主电流分流来感测回扫主电流
- [0207] • 来自主控制器通过隔离光耦合器的控制信号
- [0208] • 来自回扫变压器的偏置电压

[0209] 电路的布置和功能如下:

[0210] 1. 高电压分压器后的网格输入电压通过可编程芯片内部的可变增益放大器被放大或被控制信号衰减。

[0211] 2. 该放大器的输出被馈送到可编程芯片内部的比较器的非反向输入。

[0212] 3. 来自主电流分流器的电压(连接到主MOSFET源)被连接到该比较器的反向输入。

[0213] 4. 来自该比较器的输出是到可编程芯片内部的置位复位触发器的复位信号。

[0214] 5. 来自回扫变压器的偏置绕组的输出被连接到可编程芯片内部的另一比较器的反向输入。

[0215] 6. 该比较器的非反向输入接地。

[0216] 7. 来自该比较器的输出是到触发器的置位信号。

[0217] 8. 来自触发器的输出被连接到主功率MOSFET的门。

[0218] 所以:到主功率MOSFET的门信号能够:

[0219] • 当回扫变压器中存储的所有能量都已被传递到电池时开始;并且

[0220] • 当主电流分流器(连接到主MOSFET源)的电压已经达到输入电压的值、被(由高电压分压器)分压、并且被控制信号(来自主控制器通过隔离光耦合器)放大或衰减时终止。

[0221] 网格电流能够以这种方式与网格电压(PFC变换器)同相。控制信号由主控制器(其也是另一可编程芯片)根据以下项生成:网格输入电压、主峰值电流、电池电压、电池电流、电池温度。

[0222] 在一些实施例中,可以通过将多个电池充电系统100并联连接在多相输入301和输出302之间来提供多相充电器300。因此,在一些这样的实施例中,多相充电器300可以包括多个电池充电系统100(例如,正如本文中所描述的)。可以将电池充电系统100提供给多相输入301的每一相。相应地,在具有三相的多相输入301的三相系统中,在多相充电器300中可以提供三个电池充电系统100。

[0223] 每个电池充电系统100可以电连接到多相输入301的单个相和输出302之间。在一些实施例中,输出302对多相输入301所有的电池充电系统100是公共的。相应地,可以将每个电池充电系统100的终端107连接以提供公共输出302(其可以具有公共接地端和公共活动终端)。因此,在一些实施例中,如本文所述,来自多相充电器300的电池充电系统100的组合输出可以提供充电电流。因此,可以相应地控制多相充电器300的电池充电系统100以达到该效果。这样,每个电池充电系统100(如果提供)的控制子系统110可以被通信地耦合。在一些实施例中,多相输入301提供约200和约800V<sub>RMS</sub>之间的输入电压。输出301可以在约100和约800V<sub>DC</sub>之间。

[0224] 当在本说明书和权利要求中使用,术语“包括”和“包括了”及其变体意味着包含指定的特征、步骤或整体。不会将这些术语解释为排除其他特征、步骤或部件的存在。

[0225] 前述说明书、或权利要求、或附图中公开的特征以它们的具体形式表示,或者就用于执行所公开的功能的装置而言,或者用于获得所公开的结果的适当的方法或过程,可以独立地或以这些特征的任意组合被利用,以其多样形式实现本发明。

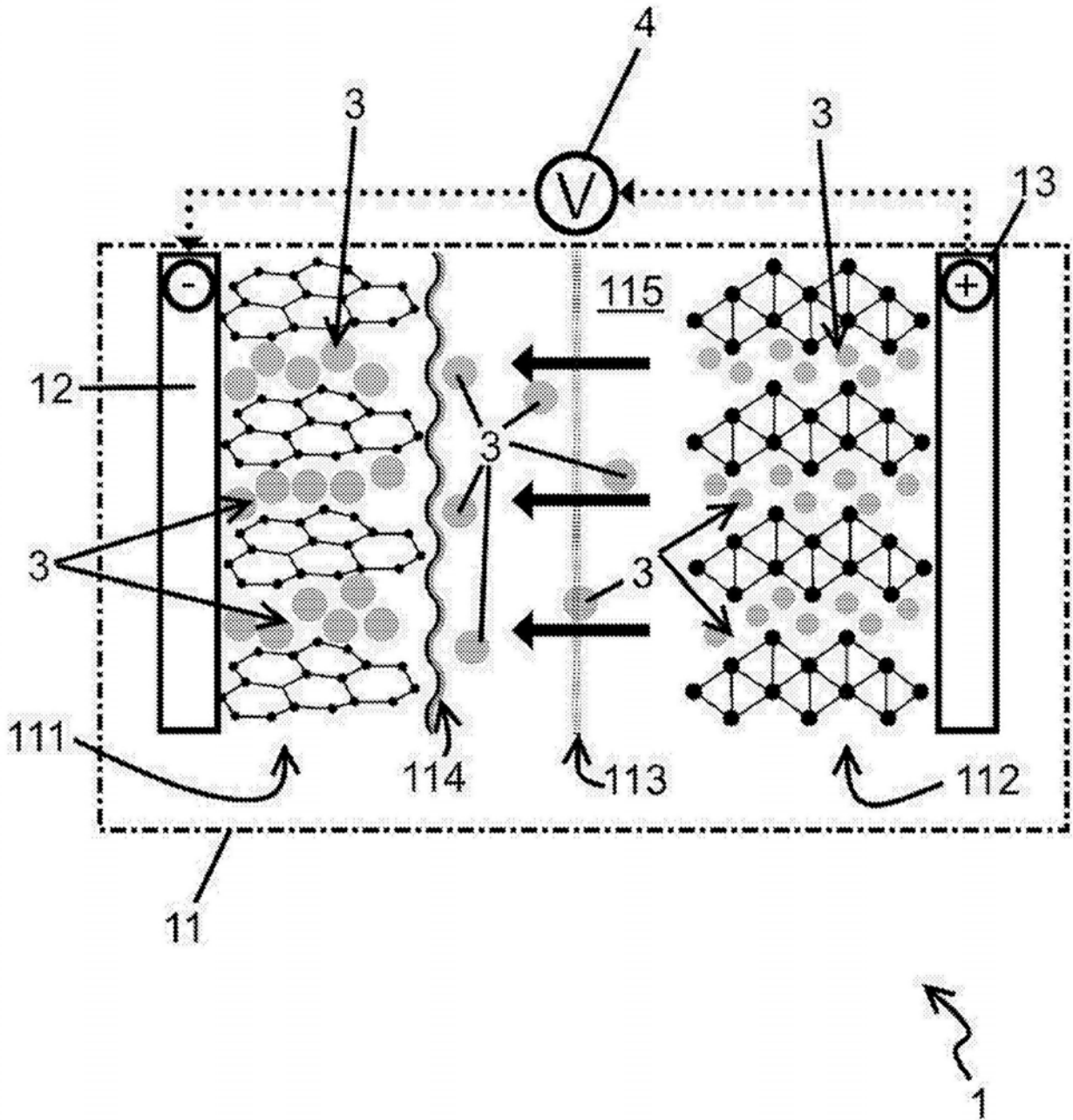


图1a

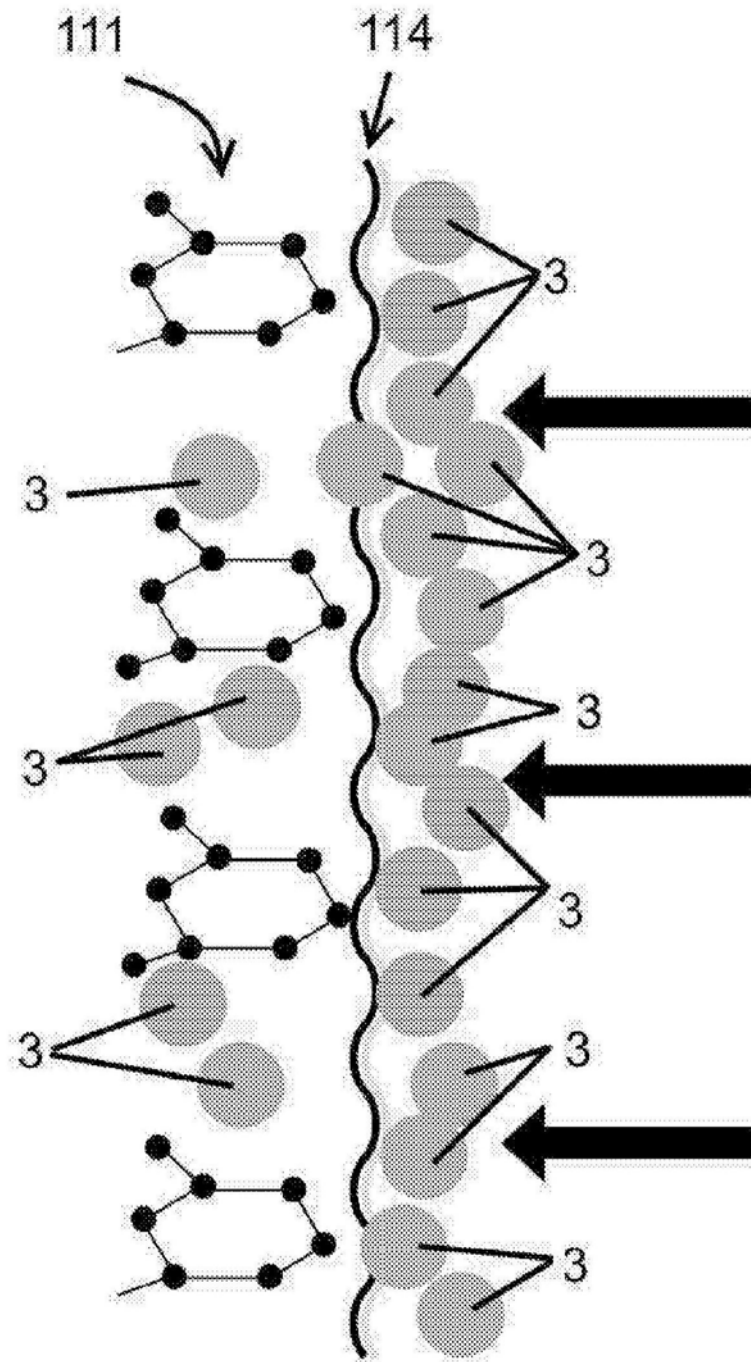


图1b

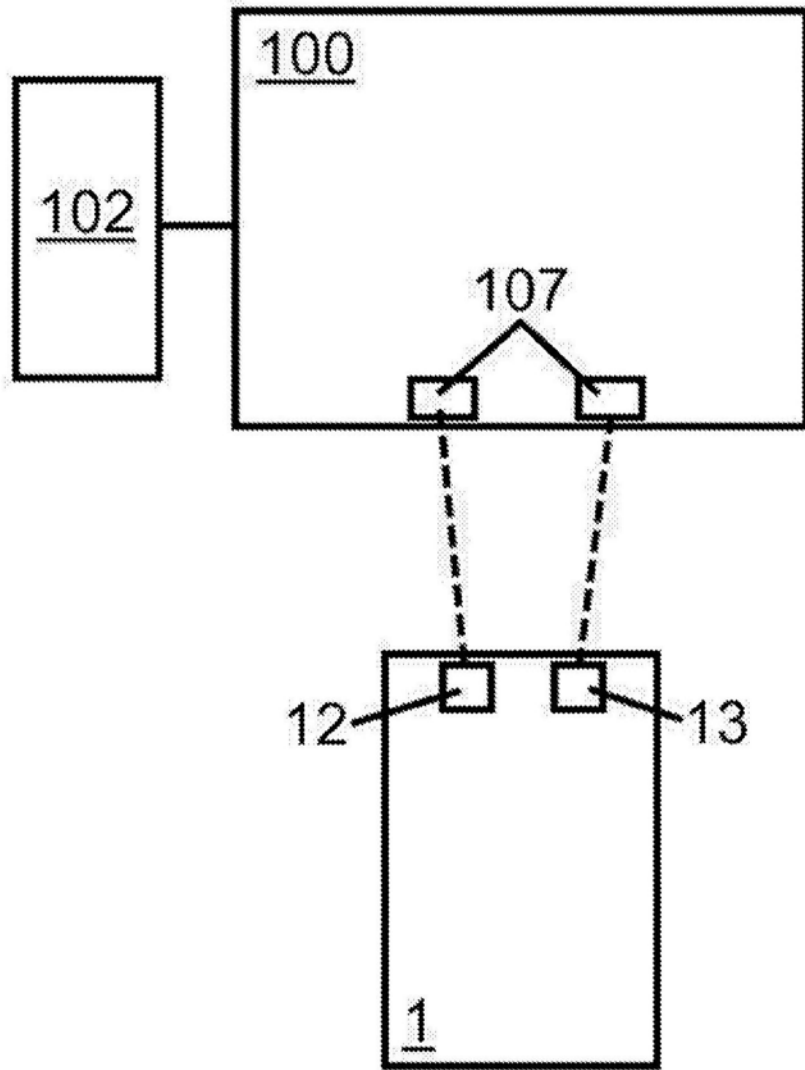
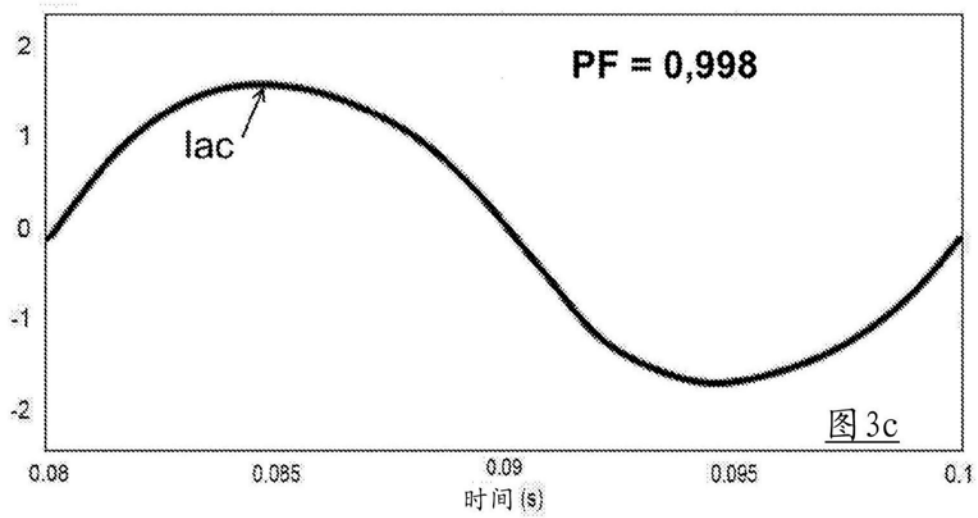
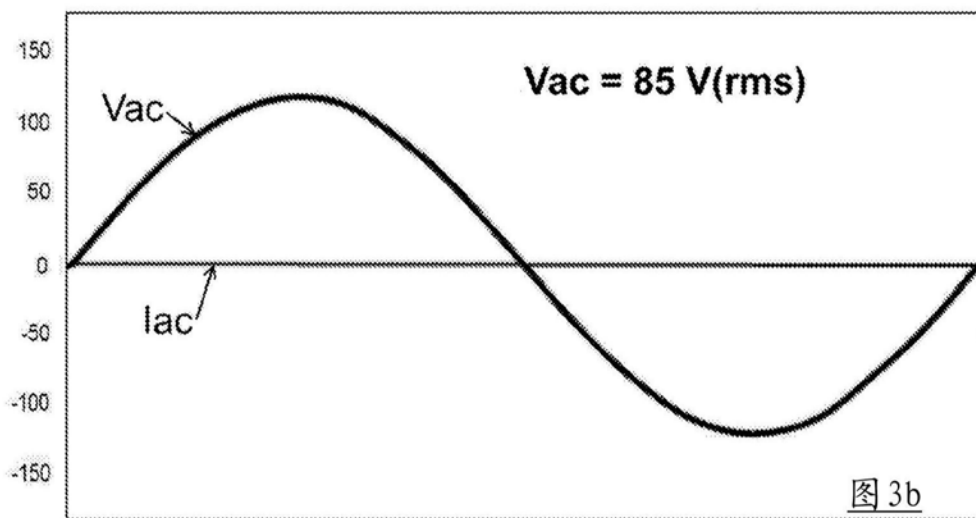
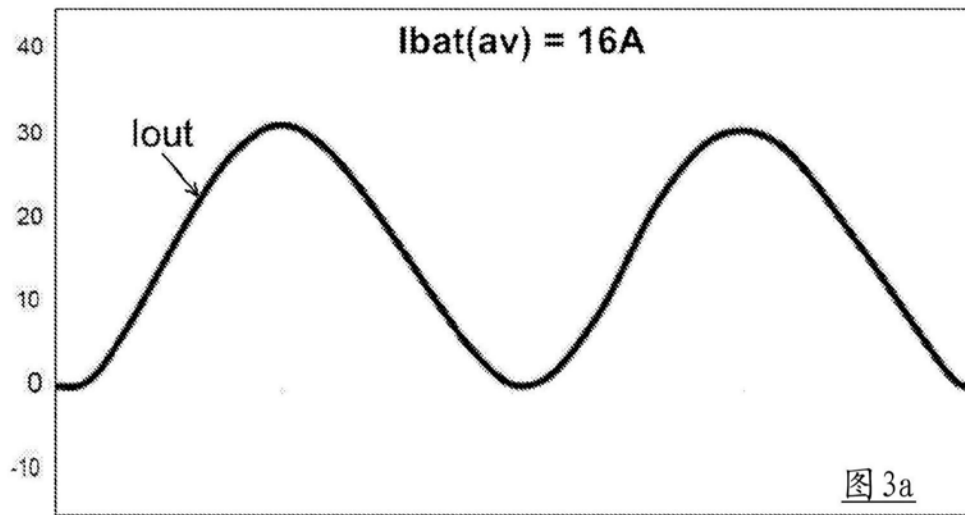
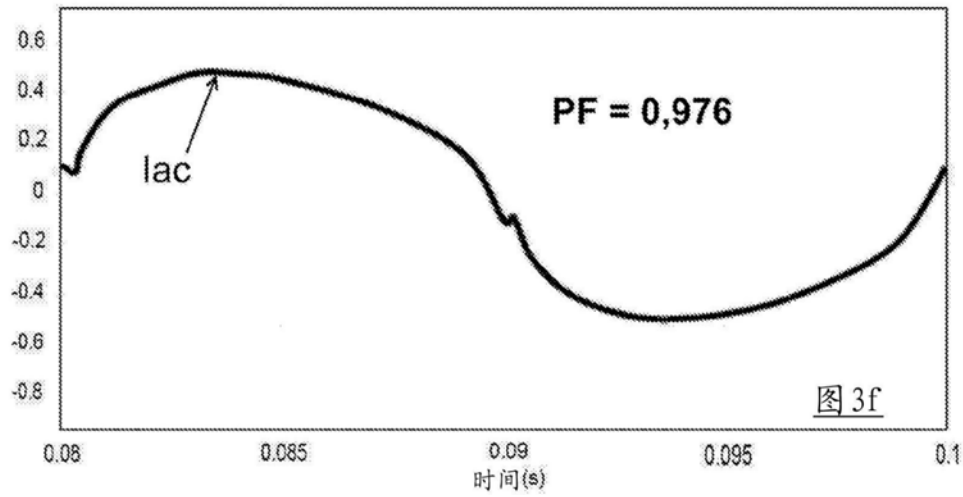
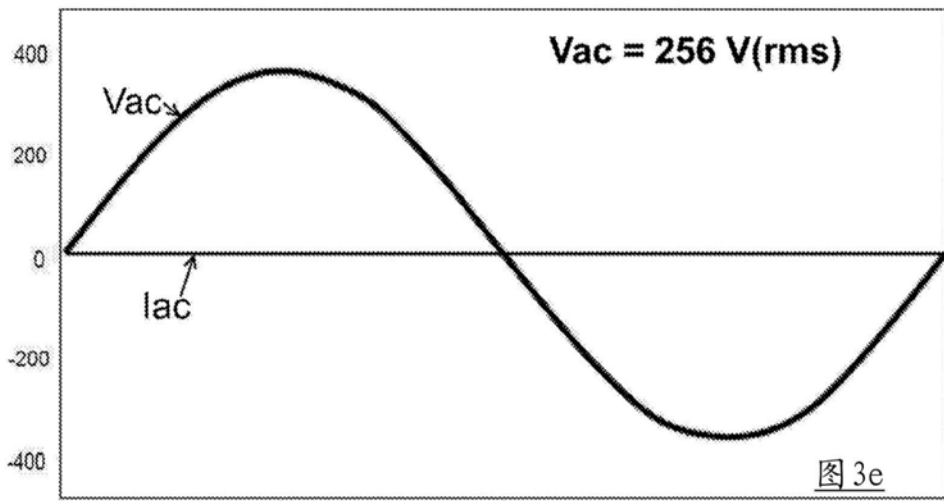
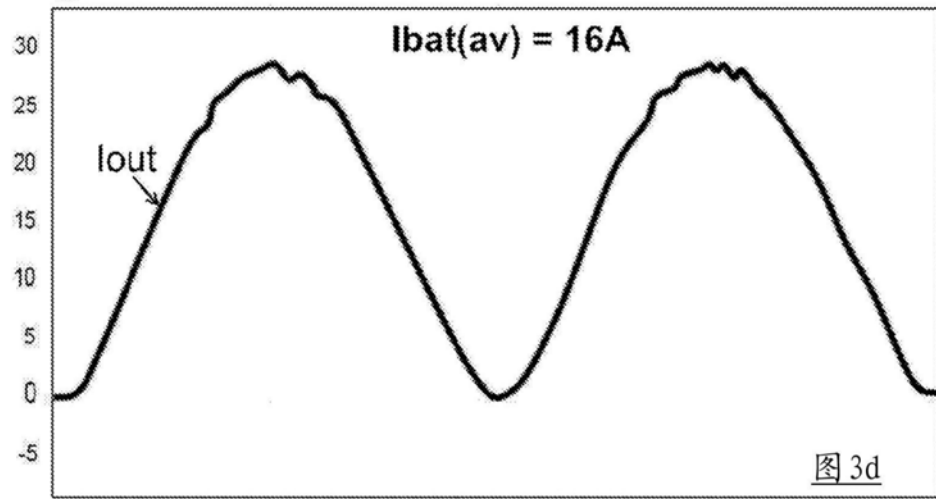


图2







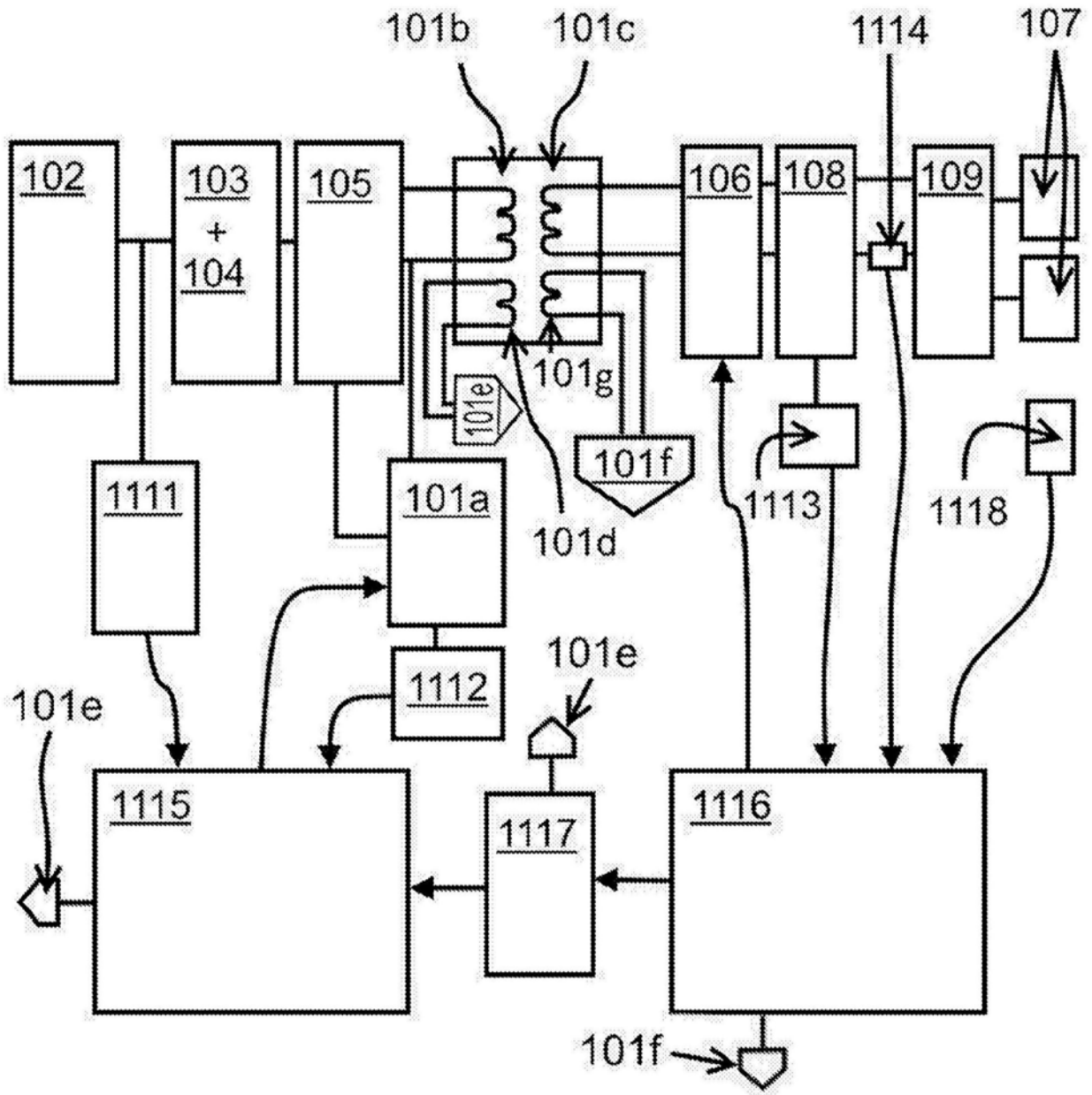


图4

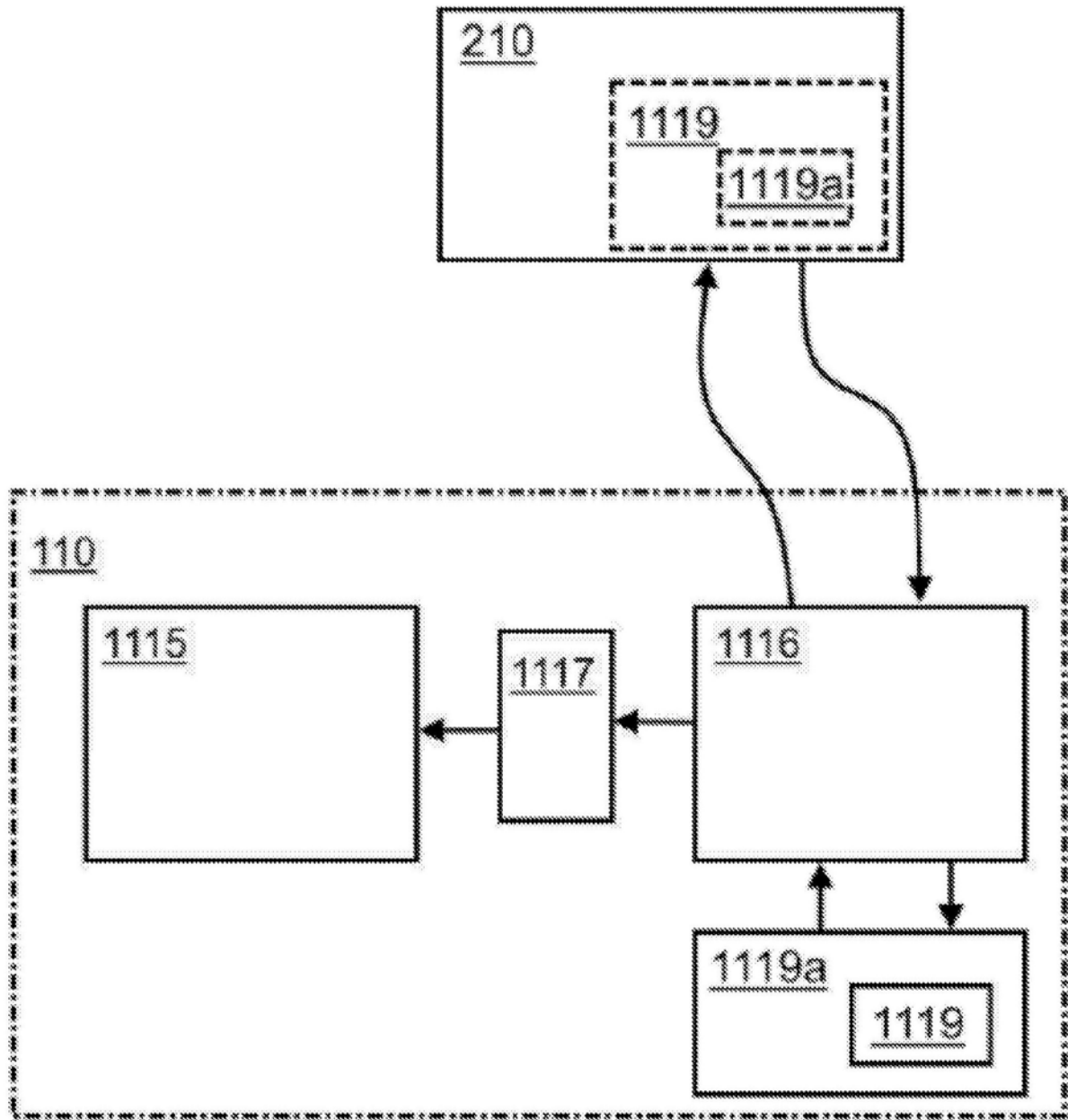


图5

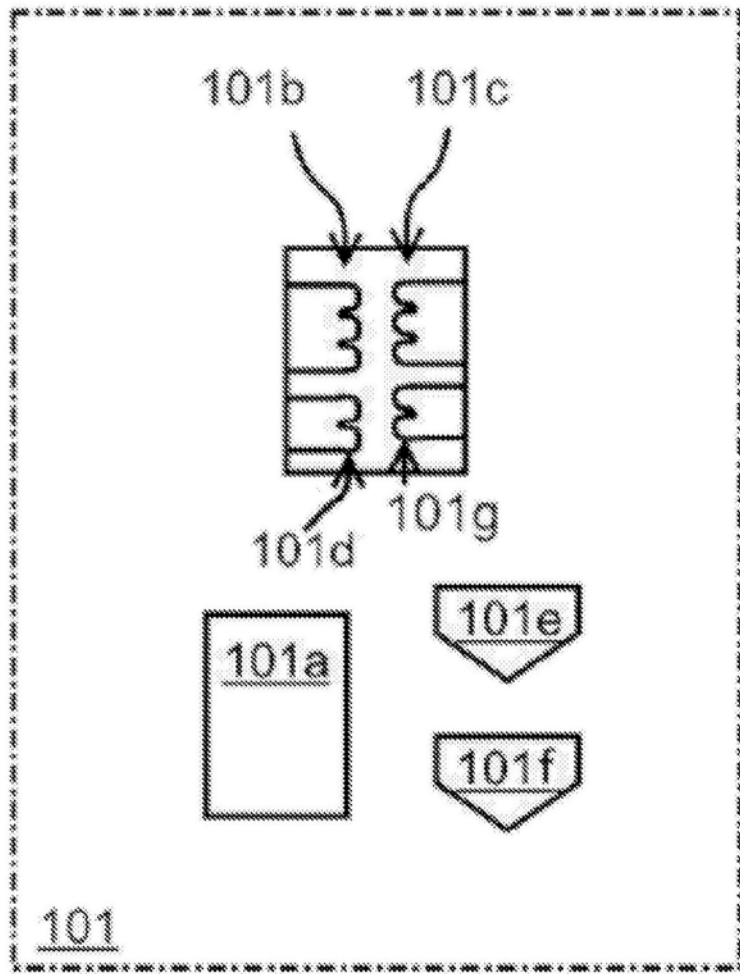


图6

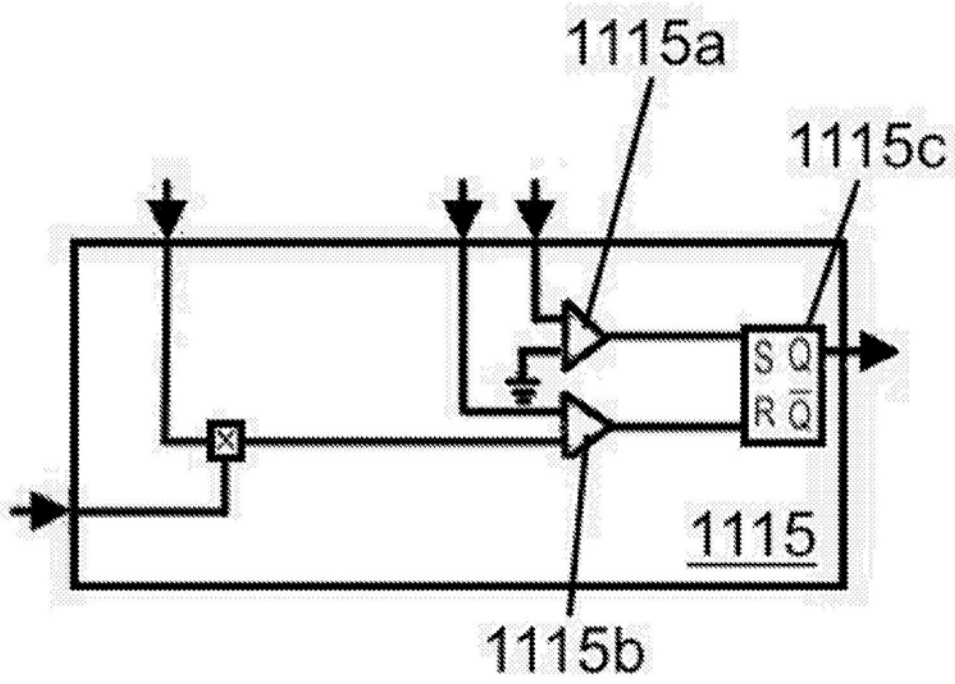


图7

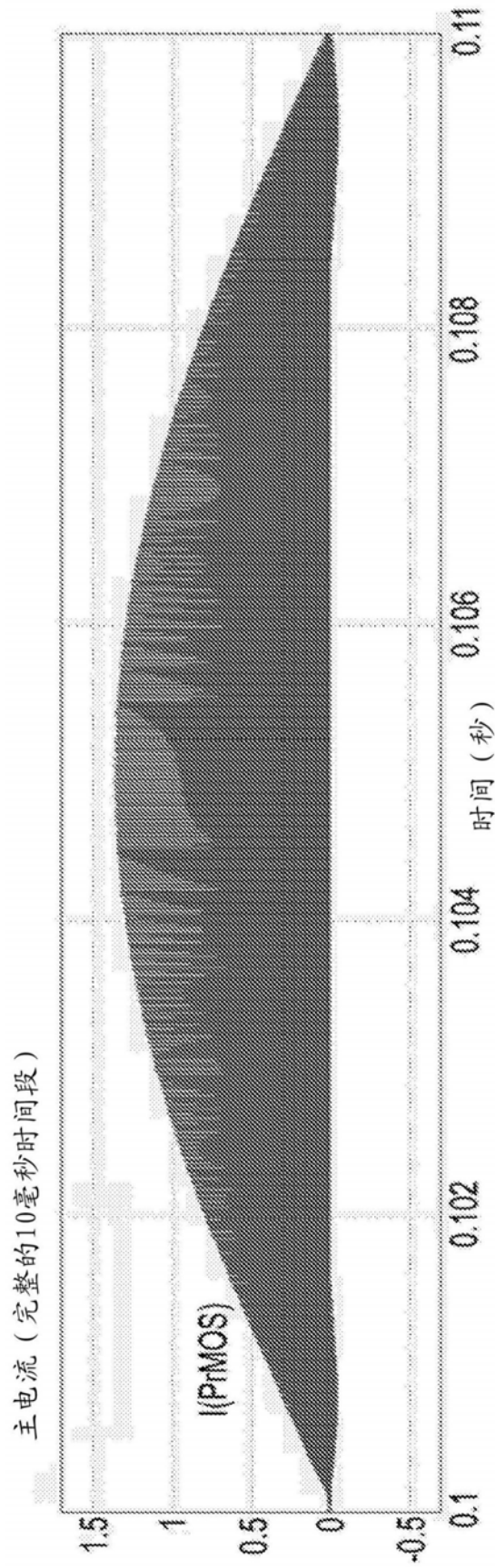


图8

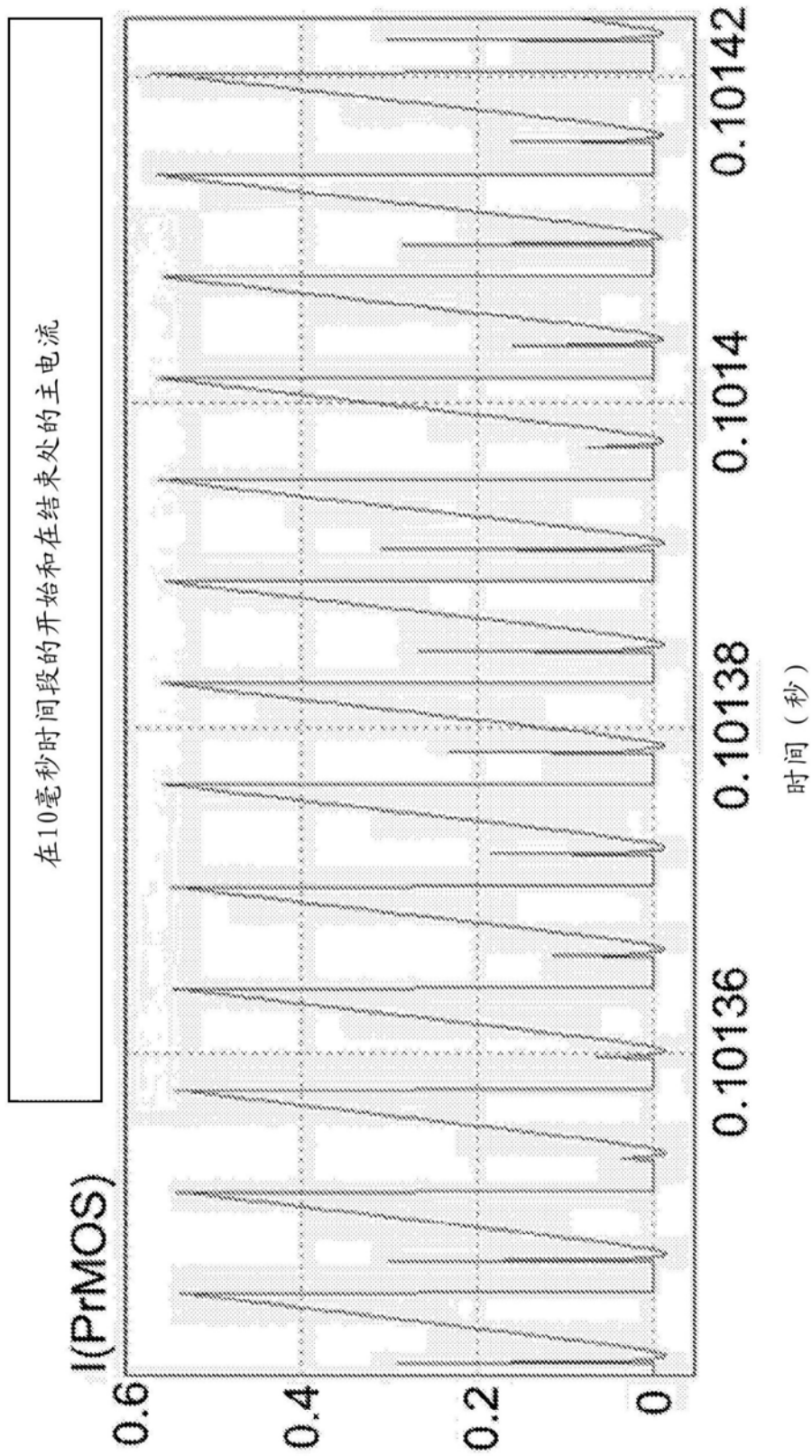


图9

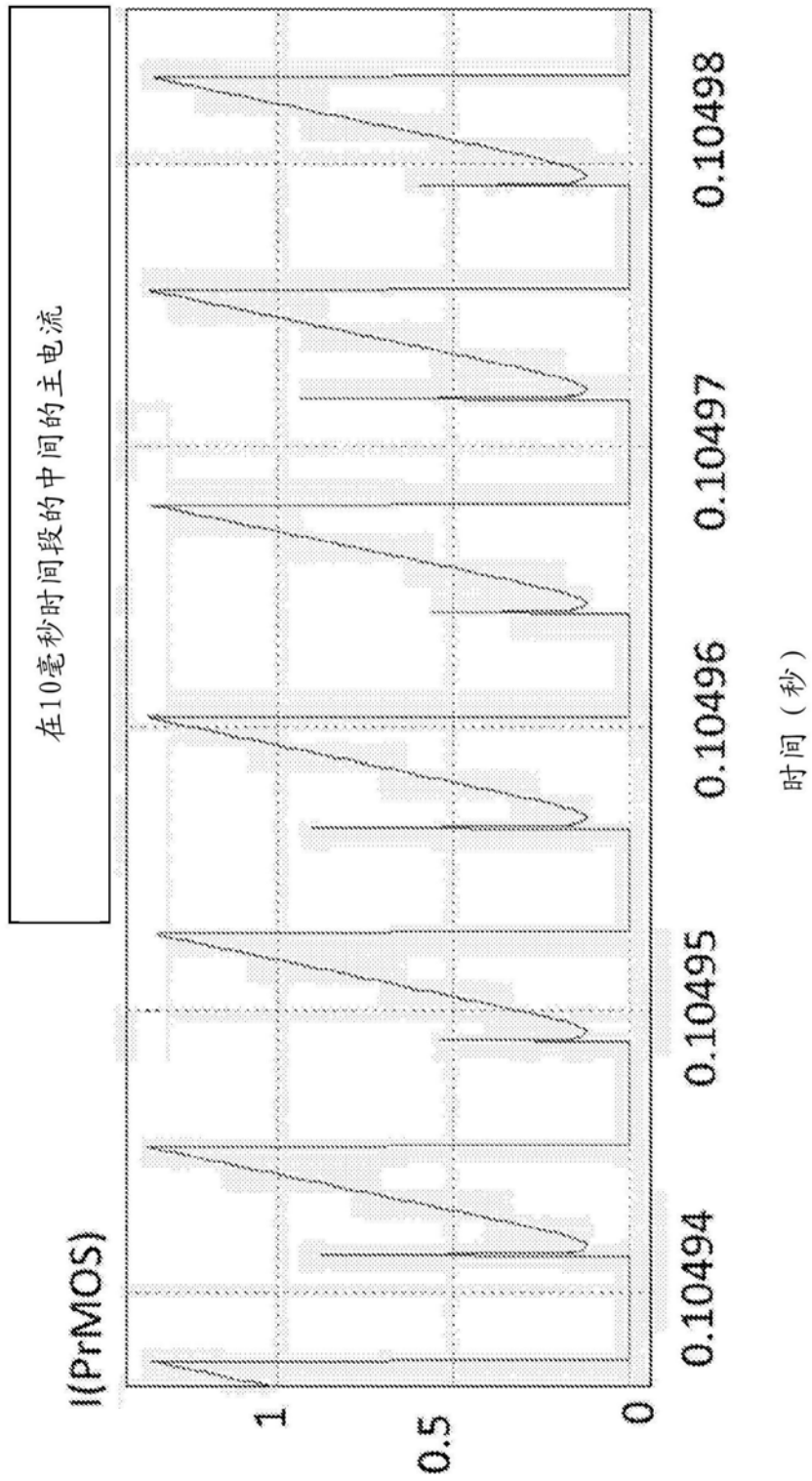


图10

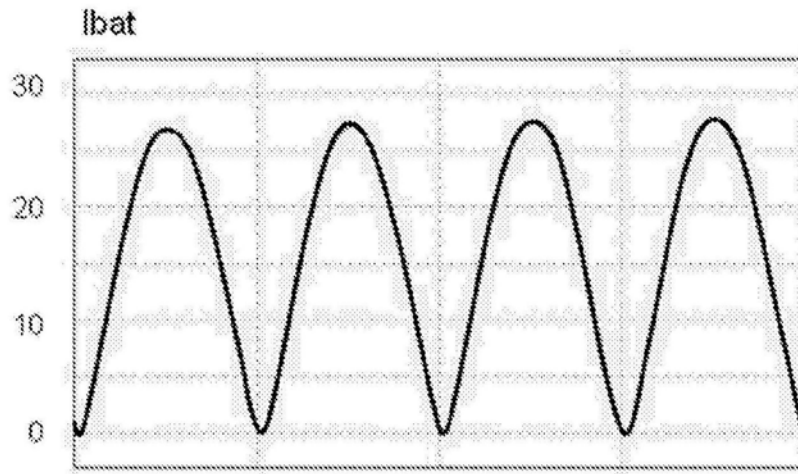


图11a

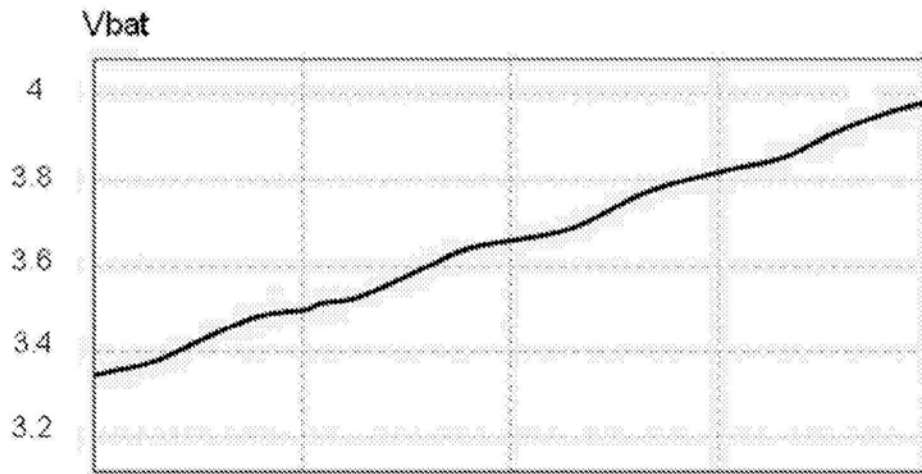


图11b



电池波纹

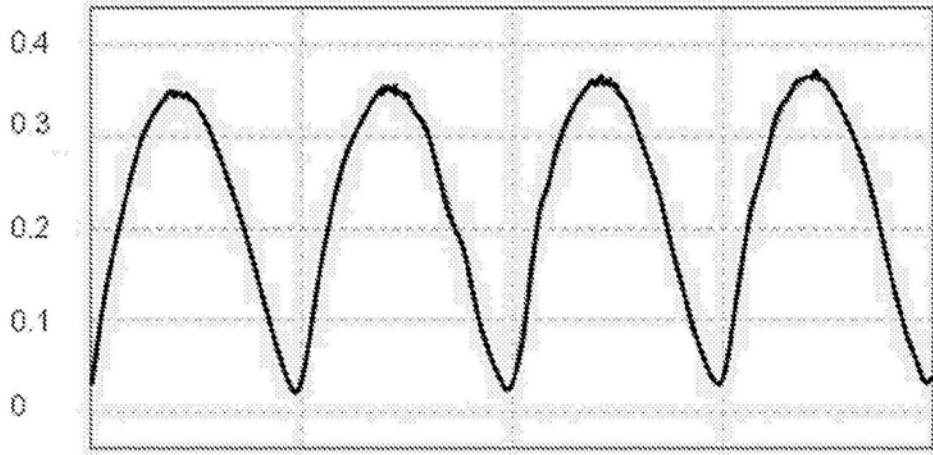


图11c

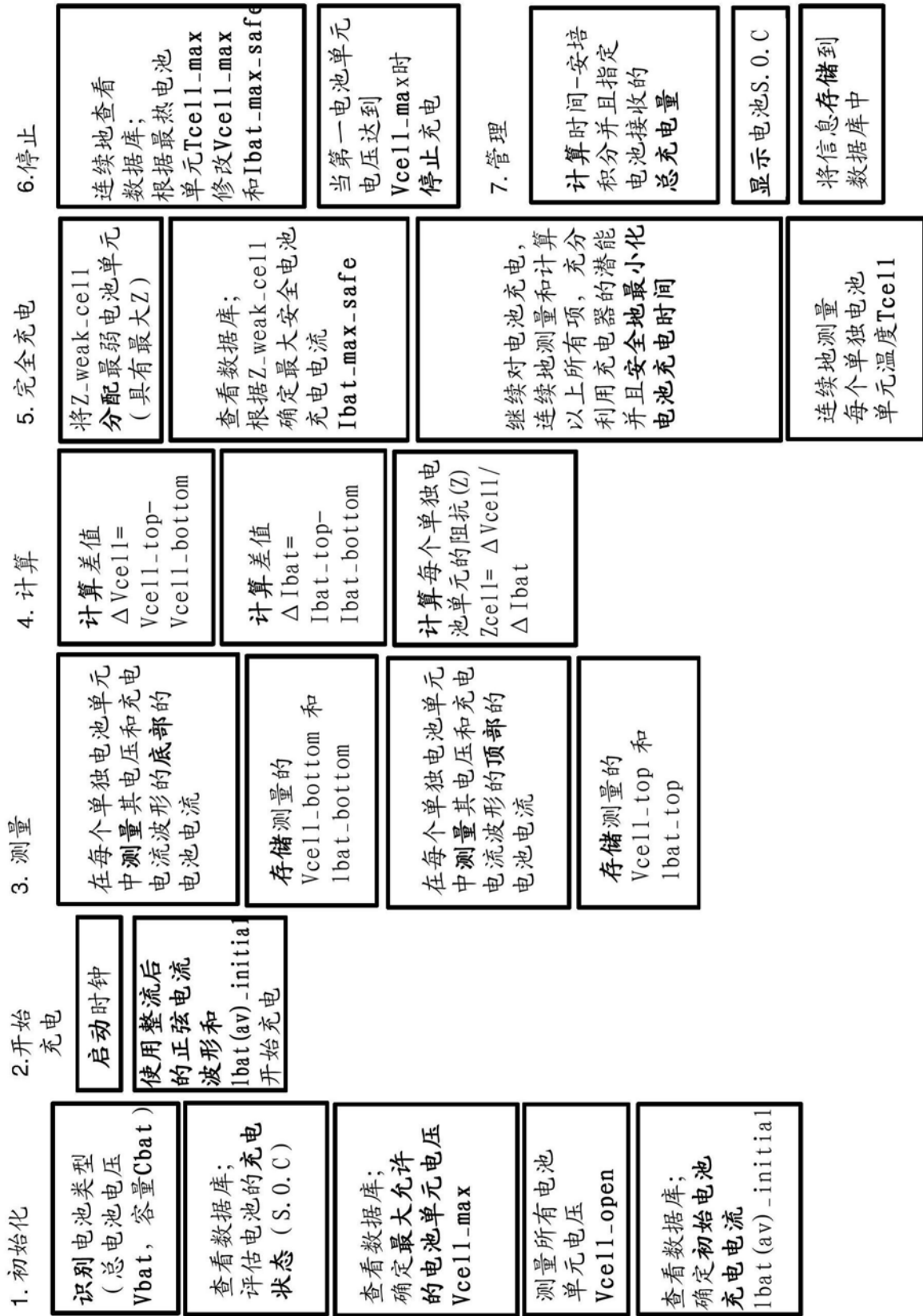


图12

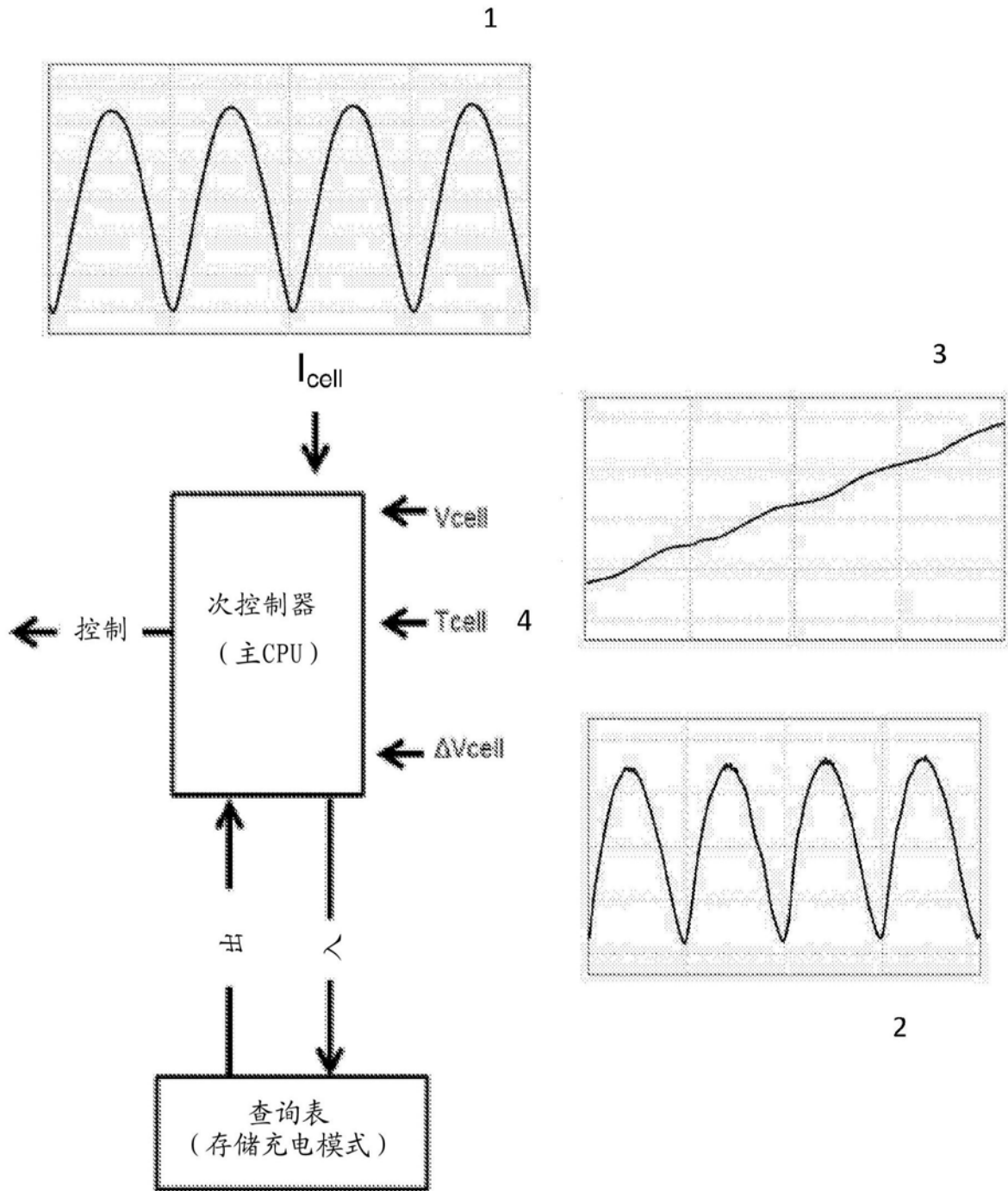


图13

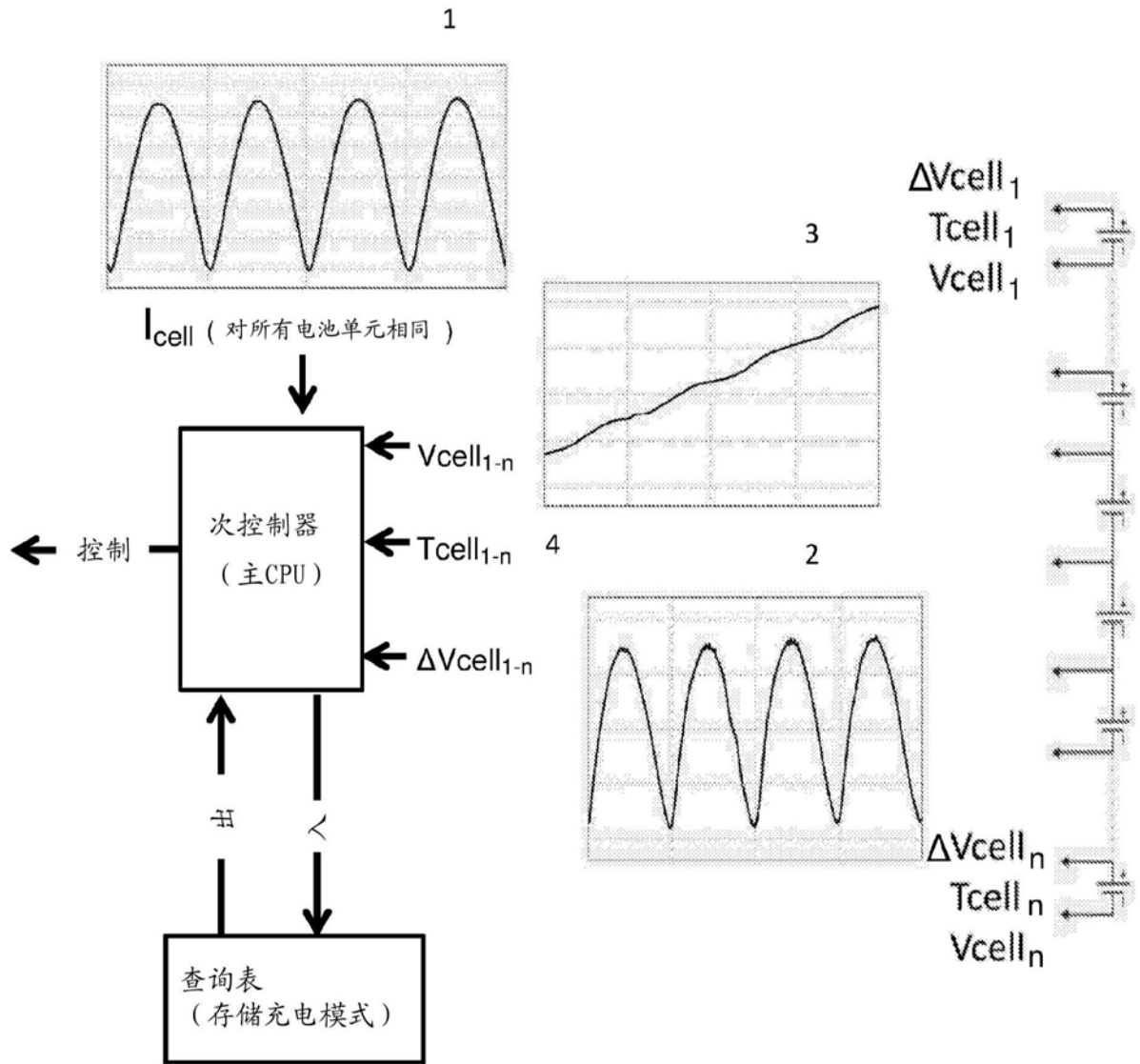


图14

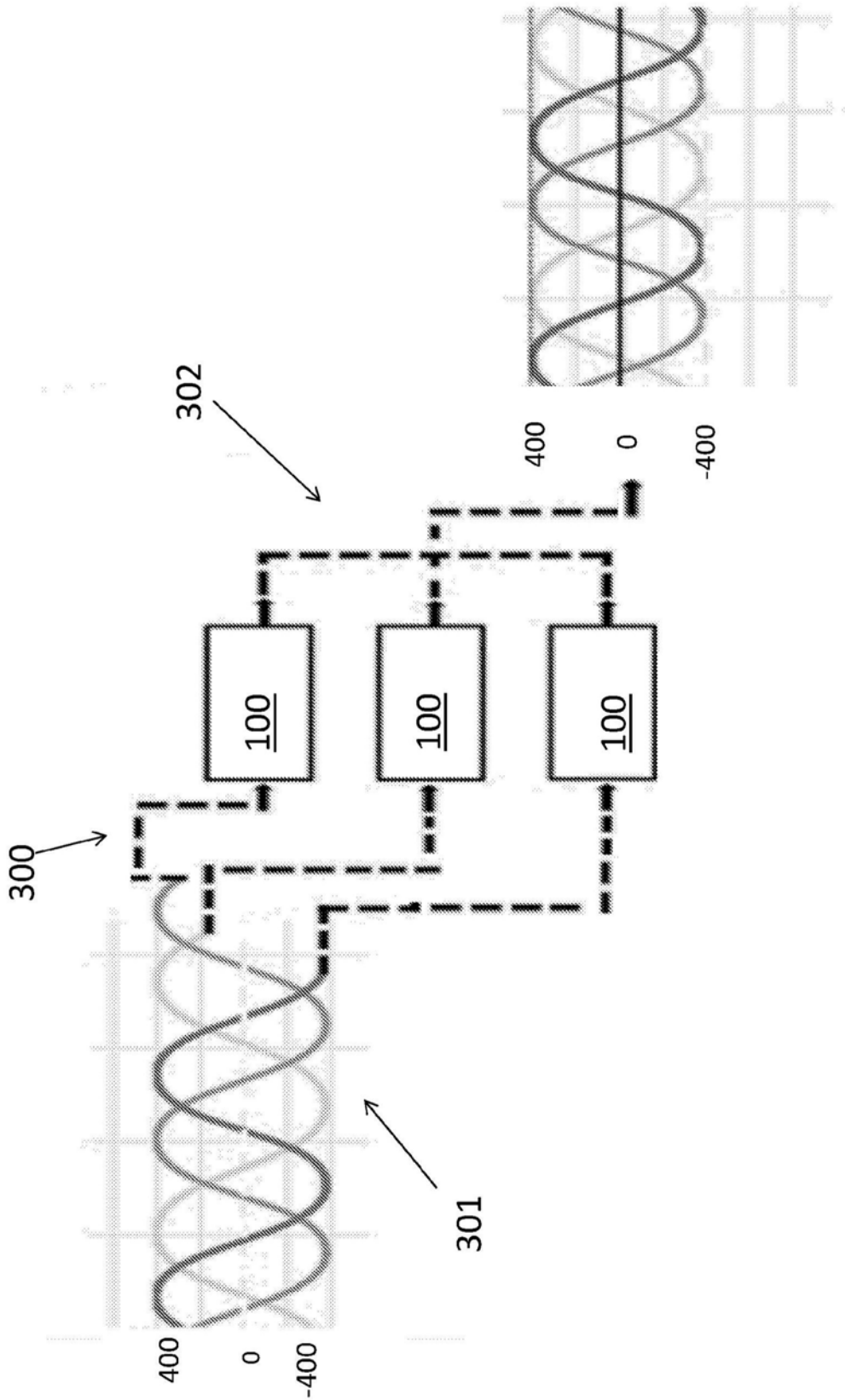


图15