

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01M 2/34 (2006.01)

H01M 10/04 (2006.01)

H01M 10/40 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780024144.9

[43] 公开日 2009 年 7 月 8 日

[11] 公开号 CN 101479865A

[22] 申请日 2007. 6. 22

[21] 申请号 200780024144.9

[30] 优先权

[32] 2006. 6. 27 [33] US [31] 60/816,775

[86] 国际申请 PCT/US2007/014592 2007. 6. 22

[87] 国际公布 WO2008/002487 英 2008. 1. 3

[85] 进入国家阶段日期 2008. 12. 26

[71] 申请人 波士顿电力公司

地址 美国马萨诸塞州

[72] 发明人 菲利普·E·帕尔提

薛曼·H·曾 普尔·欧娜鲁德

宋彦宁 里查·V·香柏兰二世

[74] 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

代理人 许 静

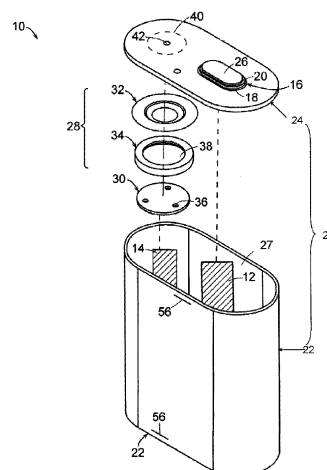
权利要求书 6 页 说明书 18 页 附图 5 页

[54] 发明名称

用于锂离子电池的整合性电流中断装置

[57] 摘要

一种电池组(10)包含：一第一端子(26)，其与所述电池组的一第一电极(12)电连通；一第二端子(21)，其与所述电池组的一第二电极(14)电连通；一电池组外壳，其与所述第一端子电绝缘；及至少一个电流中断装置，其与所述电池组外壳电连通。所述电池组外壳包括彼此电连通的一电池套管(22)及一盖(24)。所述电池组外壳的至少一部分为所述第二端子的至少一组件或电连接至所述第二端子。所述电流中断装置包括：一第一导电板(30)，其与所述第二电极电连通；及一第二导电板(32)，其与所述第一导电板电连通。所述第二导电板在所述电池组内部的压力大于一预定值时与所述第一导电板分离，借此中断在所述第二电极与所述第二端子之间的电流流动。



1.一种电池组，其包含：

a) 一第一端子，其与所述电池组的一第一电极电连通；

b) 一第二端子，其与所述电池组的一第二电极电连通；

c) 一电池组外壳，其与所述第一端子电绝缘，其中所述电池组外壳的至少一部分为所述第二端子的至少一组件或电连接至所述第二端子，所述电池组外壳包括彼此电连通的一电池套管及一盖；及

d) 至少一个电流中断装置，其与所述电池组外壳电连通，所述电流中断装置包括：

i) 一第一导电板，其与所述第二电极电连通；及

ii) 一第二导电板，其与所述第一导电板电连通，

其中所述第二导电板在所述电池组内部的压力大于一预定值时与所述第一导电板分离，借此中断一在所述第二电极与所述第二端子之间的电流流动。

2.如权利要求1所述的电池组，其中所述第一端子为一负极端子，且所述第二端子为一正极端子。

3.如权利要求1所述的电池组，其中所述第二导电板与所述电池组外部的大气流体连通。

4.如权利要求3所述的电池组，其进一步包括一安置于所述第二导电板上且界定至少一个孔的端板，所述第二导电板穿过所述至少一个孔与所述电池组外部的所述大气连通。

5.如权利要求4所述的电池组，其中所述端板为所述电池组外壳的一部分，且其中所述第一导电板及所述第二导电板在所述电池组外壳内。

6.如权利要求4所述的电池组，其中所述端板位于所述电池组外壳处。

7.如权利要求4所述的电池组，其中所述电流中断装置的至少一部分位于一在所述电池组外壳的所述盖处的凹座内。

8.如权利要求1所述的电池组，其中所述电流中断装置的至少一部分为所述电池组外壳的一组件。

9.如权利要求1所述的电池组，其中所述电流中断装置的至少一部分为所

述电池组外壳的一部分。

10.如权利要求 1 所述的电池组,其中所述电流中断装置的至少一部分压印或冲压于所述电池组外壳处。

11.如权利要求 1 所述的电池组,其中所述第一端子在所述电池组外壳的所述盖处或在所述电池套管的底部处。

12.如权利要求 11 所述的电池组,其中所述电流中断装置在所述电池组外壳的所述盖处。

13.如权利要求 12 所述的电池组,其进一步包括一安置于所述第二导电板上且界定至少一个孔的端板,所述第二导电板穿过所述至少一个孔与所述电池组外部的大气流体连通。

14.如权利要求 13 所述的电池组,其中所述端板为所述电池组外壳的所述盖的一部分,且其中所述第一导电板及所述第二导电板在所述电池组外壳内。

15.如权利要求 1 所述的电池组,其中所述第一导电板及所述第二导电板中的至少一者具有至少一个突出部,所述第一导电板及所述第二导电板在所述至少一个突出部处彼此电连通。

16.如权利要求 1 所述的电池组,其中所述电流中断装置进一步包括一在所述第一导电板的一部分与所述第二导电板的一部分之间的绝缘体。

17.如权利要求 1 所述的电池组,其中所述第一导电板及所述绝缘体中的至少一者包括至少一个孔,所述电池组内的气体穿过所述至少一个孔与所述第二导电板流体连通。

18.如权利要求 1 所述的电池组,其中所述第一导电板及所述第二导电板经由至少一个焊接或型锻连接而彼此连接。

19.如权利要求 1 所述的电池组,其中所述电池套管包括至少一个排气构件,所述电池内的气体可在所述电池组内部的压力大于一预定值时穿过所述至少一个排气构件而放泄。

20.如权利要求 1 所述的电池组,其中所述电池组外壳包括铝。

21.如权利要求 1 所述的电池组,其中所述第一导电板及所述第二导电板中的至少一者包括选自由铝、镍及铜组成的群的至少一种金属。

22.如权利要求 21 所述的电池组,其中所述电流中断装置的所述第一导电

板及所述第二导电板中的每一者包括铝。

23.如权利要求 1 所述的电池组，其中所述电池组外壳、所述第一导电板及所述第二导电板由实质上相同的金属制成。

24.如权利要求 23 所述的电池组，其中所述电池组外壳、所述第一导电板及所述第二导电板由相同金属制成。

25.如权利要求 24 所述的电池组，其中所述相同金属为铝。

26.如权利要求 1 所述的电池组，其中所述电池组外壳的所述电池套管具有一棱柱形横截面形状。

27.如权利要求 1 所述的电池组，其中所述电池组的容量等于或大于约 3.3 Ah/cell。

28.如权利要求 1 所述的电池组，其中所述电池组为可再充电的。

29.如权利要求 1 所述的电池组，其进一步包括一正热系数层，所述正热系数层与所述第一端子或所述第二端子电连通。

30.如权利要求 29 所述的电池组，其中所述正热系数层与所述第一端子电连通。

31.如权利要求 30 所述的电池组，其中所述正热系数层在一第一导电层与一第二导电层之间，且其中所述第二导电层的至少一部分为所述第一端子的至少一组件或电连接至所述第一端子。

32.如权利要求 31 所述的电池组，其中所述正热系数层定位于所述电池组外壳的外部。

33.如权利要求 31 所述的电池组，其中所述正热系数层位于所述电池组外壳的所述盖上方。

34.如权利要求 33 所述的电池组，其中所述电流中断装置位于所述电池组外壳的所述盖处。

35.如权利要求 33 所述的电池组，其进一步包括一馈通装置，所述馈通装置将所述电池组的所述第一电极电连接至所述第一端子。

36.如权利要求 35 所述的电池组，其中所述第一导电层连接至所述馈通装置，且位于所述馈通装置上方。

37.如权利要求 36 所述的电池组，其中所述电池组外壳的所述盖、所述第

二导电层及所述正热系数层中的每一者界定一穿透孔,所述馈通装置穿过所述穿透孔连接至所述第一导电层。

38.如权利要求 37 所述的电池组,其中所述馈通装置与所述盖、所述第二导电层及所述正热系数层的每一穿透孔电绝缘,同时所述馈通装置经由所述第一导电层的一表面的一接触所述正热系数层的部分及经由所述第二导电层的一表面的一接触所述正热系数层的部分而与所述第二导电层电连通。

39.如权利要求 38 所述的电池组,其中所述正热系数层覆盖所述第二导电层的一表面的一部分,借此未被所述正热系数层覆盖的所述第二导电层的一表面的一部分用作所述第一端子。

40.一种包含多个电池的电池组封装,所述等电池中的每一者包括:

a) 一第一端子,其与所述电池组的一第一电极电连通;

b) 一第二端子,其与所述电池组的一第二电极电连通;

c) 一电池组外壳,其与所述第一端子电绝缘,其中所述电池组外壳的至少一部分为所述第二端子的至少一组件或电连接至所述第二端子,所述电池组外壳包括彼此电连通的一电池套管及一盖;及

d) 至少一个电流中断装置,其与所述电池组外壳电连通,所述电流中断装置包括:

i) 一第一导电板,其与所述第二电极电连通;及

ii) 一第二导电板,其与所述第一导电板电连通,

其中所述第二导电板在所述电池组内部的压力大于一预定值时与所述第一导电板分离,借此中断一在所述第二电极与所述第二端子之间的电流流动。

41.如权利要求 40 所述的电池组封装,其中每一电池的容量等于或大于约 3.3 Ah/cell。

42.如权利要求 40 所述的电池组封装,其中每一电池的内部阻抗小于约 50 毫欧姆。

43.如权利要求 40 所述的电池组封装,其中所述等电池为串联连接的且并无电池并联连接。

44.如权利要求 40 所述的电池组封装,其中至少一个电池包括一具有一棱柱形横截面形状 of 的电池套管。

45.一种生产一电池组的方法，其包含以下步骤：

a) 将一第一电极及一第二电极安置于一包括彼此电连通的一电池套管及一盖的电池组外壳内，所述电池组外壳与所述第二电极电连通；

b) 形成一与所述第一电极电连通且与所述电池组外壳电绝缘的第一端子；

c) 形成一第二端子，其中所述电池组外壳的至少一部分为所述第二端子的一组件或电连接至所述第二端子；及

d) 形成一与所述电池组外壳电连通的电流中断装置，所述电流中断装置包括：

i) 一第一导电板，其与所述第二电极电连通；及

ii) 一第二导电板，其与所述第一导电板电连通，所述第二导电板在所述电池组内部的压力大于一预定值时与所述第一导电板分离，借此中断一在所述第二电极与所述第二端子之间的电流流动。

46.如权利要求 45 所述的方法，其中所述电流中断装置进一步包括一在所述第一导电板的一部分与所述第二导电板的一部分之间的绝缘体。

47.如权利要求 45 所述的方法，其中所述电流中断装置进一步包括一界定至少一个孔的端板，所述导电盖与所述第二导电板电连通。

48.如权利要求 45 所述的方法，其中所述第一端子形成于所述电池组外壳的所述盖处或所述电池组外壳的所述电池套管的底部处。

49.如权利要求 45 所述的方法，其中所述电流中断装置形成于所述电池组外壳的所述盖处。

50.如权利要求 45 所述的方法，其中所述第一端子为一负极端子，且所述第二端子为一正极端子。

51.如权利要求 45 所述的方法，其中所述第二导电板与所述电池组外部的大气连通。

52.如权利要求 51 所述的方法，其进一步包括一安置于所述第二导电板上且界定至少一个孔的端板，所述第二导电板穿过所述至少一个孔与所述电池组外部的所述大气连通。

53.如权利要求 51 所述的方法，其中所述端板为所述电池组外壳的一部分，且其中所述第一导电板及所述第二导电板在所述电池组外壳内。

54.如权利要求 45 所述的方法,其进一步包括将一正热系数层安置于所述电池组外壳上方的步骤,所述正热系数层与所述第一端子或所述第二端子电连通。

用于锂离子电池的整合性电流中断装置

相关申请案

本案主张基于 2006 年 6 月 27 日申请的美国专利临时申请案第 60/816,775 号的利益，其整个教示内容并于此以为参考。

并入参考案

2007 年 6 月 22 日申请的美国专利申请案(代理人档案编号 3853.1015-000, 标题为「用于电池的低压电流中断装置」)、2007 年 6 月 22 日申请的国际专利申请案(代理人档案编号 3853.1001-015, 标题为「锂离子二次电池」)、2005 年 9 月 16 日申请的美国专利临时申请案第 60/717,898 号、2005 年 12 月 23 日申请的国际专利申请案第 PCT/US2005/047383 号、2006 年 6 月 23 日申请的美国专利申请案第 11/474,081 号、2006 年 6 月 23 日申请的美国专利申请案第 11/474,056 号、2006 年 6 月 28 日申请的美国专利临时申请案第 60/816,977 号、2006 年 7 月 12 日申请的美国专利申请案第 11/485,068 号、2006 年 7 月 14 日申请的美国专利申请案第 11/486,970 号、2006 年 10 月 19 日申请的美国专利临时申请案第 60/852,753 号都整个并于此以为参考。

技术领域

本发明关于锂离子电池，尤其关于用于锂离子电池的整合性电流中断装置。

背景技术

携带型电子装置中的锂离子电池组通常基于其用途而经历不同的充电、放电及储存的例行程序。采用锂离子电池化学品的电池组在被不当充电、短路或暴露于高温时可产生气体。此气体可为可燃的且可损害此种电池组的可靠性及安全性。通常采用一电流中断装置 (current interrupt device, CID) 以利用在电

池组内部的压力大于一预定值时中断自电池组的电流路径,而提供防止电池组中的任何过量内部压力增大的保护。CID 通常包括彼此电连通的第一及第二导电板。第一及第二导电板又分别与电池组的一电极及一端子电连通。当电池组内部的压力大于一预定值时,第二导电板与 CID 的第一导电板分离(例如,变形离开第一导电板或与第一导电板脱离),以中断在电极与端子之间的电流。

一般而言,然而,已并入至电池组内的 CID 由于在电池组内占据了大量空间而显著地限制电池组的容量。此外,一般而言,与电池组的负极端子电连通的正热系数(positive thermal coefficient, PTC)层置放于 CID 上,且也占据电池组内的空间。通常在电池组中采用 PTC 层以提供抵抗电池组外部的短路的保护,即,利用在供应过电流或过电压时中断电流路径。

因此,需要一种容纳用于保障电池组的安全性的 CID 且也使 CID 在电池组内所占据的空间最小化的新电池组设计。

发明内容

本发明提供一种电池组,其整合有一与该电池组的一电池组外壳电连通的 CID,也关于一种包括多个此种电池组(或电池)的电池组封装,且为关于一种制备此种电池组的方法。

在一实施例中,本发明针对一种电池组,其包含:

- a) 一第一端子,其与该电池组的一第一电极电连通;
- b) 一第二端子,其与该电池组的一第二电极电连通;
- c) 一电池组外壳,其与该第一端子电绝缘,其中该电池组外壳的至少一部分为该第二端子的至少一组件或电连接至该第二端子;及
- d) 至少一个 CID,其与该电池组外壳电连通。该电池组外壳包括彼此电连通的一电池套管及一盖。该 CID 包括:一第一导电板,其与该第二电极电连通;及一第二导电板,其与该第一导电板电连通。在一实施例中,该第二导电板也与该电池组外壳电连通。该第二导电板在该电池组内部的压力大于一预定值时与该第一导电板分离,借此中断在该第二电极与该第二端子之间的电流流动。

在另一实施例中,本发明针对一种生产一电池组的方法。该方法包含以下

步骤: a) 将一第一电极及一第二电极安置于一包括一电池套管及一盖的电池组外壳内, 该电池组外壳与该第二电极电连通; b) 形成一与该第一电极电连通且与该电池组外壳电绝缘的第一端子; c) 形成一第二端子, 其中该电池组外壳的至少一部分为该第二端子的一组件或电连接至该第二端子; 及 d) 形成一与该电池组外壳电连通的 CID。该 CID 包括: i) 一第一导电板, 其与该第二电极电连通; 及 ii) 一第二导电板, 其与该第一导电板电连通。该第二导电板在该电池组内部的压力大于一预定值时与该第一导电板分离, 借此中断在该第二电极与该第二端子之间的电流流动。

在又一实施例中, 本发明针对一种包含多个电池的电池组封装, 该等电池中的每一者具有如上文针对本发明的电池组所描述的特征。

在本发明的电池组中, 该 CID 的至少一部分可为该电池组外壳的一部分或在该电池组外壳的外部, 因为该 CID 与该电池组外壳电连通, 借此将 CID 在电池组内占据的空间最小化。另外, 在一些实施例中, 一通常与该等电池组的负极端子电连通的 PTC 层可独立于 CID 而置放, 其中该等电池组的负极端子与该电池组外壳电绝缘。此设计允许该电池组外壳内有额外可用空间以容纳更多活性阴极及阳极材料 (例如, 糊胶卷 (jelly roll)), 借此允许电池组有较高容量。电池容量的此增大对含有多个本发明电池的电池组封装而言可尤为显著, 且对棱柱形电池尤为显著。本发明的电池组例如可用于诸如膝上型计算机的个人计算机、行动电话及混合动力车辆。

附图说明

图 1 为本发明的棱柱形电池组的示意图;

图 2A 为本发明的棱柱形电池组的俯视图;

图 2B 为本发明的棱柱形电池组的横截面图;

图 3 为本发明中的个别电池共同配置于本发明的电池组封装中时如何较佳连接的示意电路图;

图 4A 为本发明的圆柱形电池组的示意图;

图 4B 为图 4A 的圆柱形电池组的底部部分的仰视图。

具体实施方式

自附随图式中所说明的本发明的实施例的以下更特定描述,将易于了解上述内容。图式未必按比例绘制,而是将重点放在说明本发明的实施例上。

如本文所使用的,本发明的电池组的「端子」(terminal)意谓电池组的连接有外部电路的部分或表面。

本发明的电池组通常包括一与一第一电极电连通的第一端子,及一与一第二电极电连通的第二端子。第一及第二电极包含于本发明的电池组的电池套管内,例如,以「糊胶卷」形式。第一端子可为一与电池组的正电极电连通的正极端子,或为一与电池组的负电极电连通的负极端子,且对于第二端子而言反之也然。较佳地,第一端子为一与电池组的负电极电连通的负极端子,且第二端子为一与电池组的正电极电连通的正极端子。

如本文所使用的,词组「电连接」(electrically connected)或「电连通」(in electrical communication)意谓某些部分经由电子流过导体而彼此连通,与涉及离子(诸如, Li^+)流过电解质的电化学连通不同。

图1展示本发明的一个实施例的电池组10。图2A及图2B分别展示电池组10的俯视图及横截面图。

如图1所示,电池组10包括第一电极12及第二电极14。第一电极12电连接至馈通装置16,该馈通装置16包括接近第一电极12的第一组件18,及远离第一电极12的第二组件20。电极12、14置放于包括电池套管22及盖24的电池组外壳21内部,即,置放于由电池套管22及盖24界定的内部空间27中。电池组10的电池套管22及盖24彼此电连通。

如本文所使用的,术语「馈通」(feed-through)包括连接电池套管22及盖24所界定的内部空间27内的电池组10的电极12与在所界定的内部空间的外部的电池组的组件的任何材料或装置。较佳地,馈通装置16延伸穿过盖24所界定的穿透孔。馈通装置16也可穿透盖24而不变形(诸如,弯曲、扭曲及/或折迭),且可增大电池容量。使用此种馈通装置的一个益处包括:与载流舌片折迭或弯曲至电池套管中且与内部电极相焊接的现有锂电池组的电池容量相比较,归因于增大的体积利用率的电池容量有潜在增大(例如,5-15%)。此项技术中已知的任何其它适当构件可用于本发明中以连接电极12与在电池

组外壳 21 的外部的电池组的组件（例如，电池组的端子）。

电池套管 22 及盖 24 可由在电池组（诸如，本发明的锂离子电池组）的给定电压下基本上电及化学稳定的任何适当导电材料制成。电池套管 22 的适当材料的实例包括铝、镍、铜、钢、镀镍铁、不锈钢及其组合。较佳地，电池套管 22 具有或包括铝。盖 24 的适当材料的实例与针对电池套管 22 所列举的彼等材料相同。较佳地，盖 24 由与电池套管 22 相同的材料制成。在一更佳实施例中，电池套管 22 与盖 24 两者具有或包括铝。盖 24 可利用此项技术中已知的任何适当方法密闭地密封电池套管 22。较佳地，盖 24 及电池套管 22 焊接至彼此。又，可在本发明中采用此项技术中已知的将盖 24 电连接至电池套管 22 的其它形式，诸如，卷曲皱折（crimping）。

电池组外壳 21（例如，盖 24）例如利用一绝缘垫片（未图标）与馈通装置 16 电绝缘。绝缘垫片由适当绝缘材料形成，诸如，聚丙烯、聚氟乙烯（PVF）等。

电池组外壳 21 的电池套管 22 及盖 24 中的至少一者经由 CID 28 与电池组 10 的第二电极 14 电连通。电池组外壳 21（即，电池套管 22 及盖 24）与电池组 10 的第一端子电绝缘，且电池组外壳 21 的至少一部分为电池组 10 的第二端子的至少一组件或电连接至第二端子。在较佳实施例中，盖 24 的至少一部分或电池套管 22 的底部用作电池组 10 的第二端子，且馈通装置 16 包括顶部导电层 26，该顶部导电层 26 可用作与第一电极 12 电连通的电池组 10 的第一端子。第一组件 18、第二组件 20 及顶部导电层 26 可各自独立地由此项技术中已知的任何适当导电材料制成，例如，镍。

本发明的电池组 10 包括 CID 28。尽管电池组 10 中采用了一个 CID 28，但本发明可采用一个以上 CID 28。CID 28 包括彼此电连通（例如，利用焊接、卷曲皱折、铆接...等）的第一导电板 30 及第二导电板 32。第一导电板 30 与第二电极 14 电连通，且第二导电板 32 与电池组外壳 21（例如，盖 24）电接触。

在 CID 28 中，在电池组内部的表压大于一（例如）在约 5 kg/cm^2 与约 10 kg/cm^2 之间的预定值时，第二导电板 32 与第一导电板 30 分离（例如，变形离开第一导电板或与第一导电板脱离），借此在第二电极 14 与电池组外壳

21 之间的电流流动被中断, 其中该电池组外壳 21 的至少一部分为第二端子的至少一组件或电连接至第二端子。

较佳地, 在第二导电板 32 与第一导电板 30 分离时, 第二导电板 32 中并未出现断裂, 使得电池组 10 内部的气体并未经由第二导电板 32 漏出。在内部压力持续增大且达到一启动一或多个排气构件 56 (例如, 在电池套管 22 的电池壁或底部部分或在第二导电板 32 处) 的预定压力时, 气体可经由排气构件 56 离开电池组 10, 此将在下文详细论述。在一些实施例中, 例如在约 10 kg/cm^2 与约 20 kg/cm^2 之间的启动排气构件 56 的预定表压值乃高于例如在约 5 kg/cm^2 与约 10 kg/cm^2 之间的启动 CID 28 的预定表压值。此特征有助于防止过早气体泄漏, 而过早气体泄漏可损坏正常运作的相邻电池组 (或电池)。因此, 在本发明的电池组封装中的多个电池中的一者被损坏时, 其它完好的电池并未被损坏。应注意, 适用于 CID 28 的启动的表压值或子范围及适用于排气构件 56 的启动的表压值或子范围选自预定表压范围, 使得在选定压力值或子范围之间并无重叠。较佳地, 用于 CID 28 的启动的表压的值或范围及用于排气构件 56 的启动的表压的值或范围相差至少约 2 kg/cm^2 压差, 更佳相差至少约 4 kg/cm^2 , 甚至较佳相差至少约 6 kg/cm^2 , 诸如, 相差约 7 kg/cm^2 。

在一较佳实施例中, CID 28 进一步包括在第一导电板 30 与第二导电板 32 之间的绝缘体 34 (例如, 绝缘层或绝缘垫片)。CID 28 与电池组的电池套管 22 电连通。在 CID 28 中, 在电池组内部的压力大于一 (例如) 在约 5 kg/cm^2 与约 10 kg/cm^2 之间的范围中的内部表压的预定值时, 第二导电板与第一导电板分离 (例如, 变形离开第一导电板或与第一导电板脱离), 借此中断在第二电极与第二端子之间的电流流动。

在另一较佳实施例中, CID 28 的第一导电板 30 及绝缘体 34 中的至少一者包括至少一个孔 (例如, 图 1 中的孔 36 或 38), 电池组 10 内的气体穿过该至少一个孔与第二导电板 32 流体连通。

在一具体实施例中, CID 28 进一步包括安置于第二导电板 32 上且界定至少一个孔 42 的端板 40, 第二导电板 32 穿过该至少一个孔 42 与电池组外部的大气流体连通。在一更具体实施例中, 端板 40 为电池组外壳 21 的一部分, 如

图 1 所示, 其中端板 40 为电池组外壳 21 的盖 24 的一部分。在另一更具体实施例中, 端板 40 处于电池组 10 的电池组外壳 21 处 (例如, 在电池组外壳 21 的盖 24 的上方、下方或盖 24 处) 且与电池组外壳 21 电连通。

本发明中的 CID 28 置放于电池组外壳 21 内, 或者, CID 28 的一部分在电池组外壳 21 内且 CID 28 的另一部分在电池组外壳 21 处或上方。或者, CID 28 可利用任何适当方法电连接至盖 24, 诸如, 焊接、卷曲皱折...等。在一具体实施例中, CID 28 的至少一个组件, 即第一导电板 30 及第二导电板 32、绝缘体 34 及端板 40 定位于电池组外壳 21 内。在另一具体实施例中, CID 28 的至少一个组件, 例如, 第一导电板 30 及第二导电板 32、绝缘体 34 及端板 40 位于电池组外壳 21 (例如, 盖 24) 的凹座内。在又一具体实施例中, 第一导电板 30 及第二导电板 32 以及端板 40 中的至少一者为电池组外壳 21 (例如, 盖 24) 的一组件, 或为电池套管 22 的侧面或底部。在一更具体实施例中, 第一导电板 30 及第二导电板 32 以及端板 40 中的至少一者为电池组外壳 21 (例如, 盖 24) 的一部分, 或为电池套管 22 的侧面或底部。甚至更具体而言, 第一导电板 30 及第二导电板 32 以及端板 40 中的至少一者压印或冲压于盖 24 处, 或压印或冲压于电池套管 22 的侧面或底部, 较佳在盖 24 处。在另一更具体实施例中, 端板 40 为盖 24 的一部分 (例如, 经压印或冲压), 且第一导电板 30 及第二导电板 32 置放于电池套管 22 内, 如图 1 所示。

第一导电板 30 及第二导电板 32 可由此项技术中已知的用于电池组的任何适当导电材料制成。适当材料的实例包括铝、镍及铜, 较佳为铝。较佳地, 电池组外壳 21 (例如, 电池套管 22 及盖 24)、第一导电板 30 及第二导电板 32 由实质上相同的金属制成。如本文所使用的, 术语「实质上相同的金属」(substantially the same metals)意谓在给定电压 (例如, 电池组的运作电压) 下具有实质上相同的化学及电化学稳定性的金属。更佳地, 电池组外壳 21、第一导电板 30 及第二导电板 32 由相同金属制成, 诸如, 铝。

电池套管 22 (例如, 电池壁或底部部分) 包括作为必要时 (诸如, 在锂离子电池组 10 内的表压大于一在约 10 kg/cm^2 与约 20 kg/cm^2 之间的值时) 用于对内部空间 27 进行排气的构件的至少一个排气构件 56。在一些实施例中, 第二导电板 32 包括至少一个排气构件 56 (未图示)。应了解, 可采用

任何适当类型的排气构件,只要该等构件在正常电池组运作条件下提供密闭密封便可。排气构件的多种适当实例描述于2005年9月16日提出申请的美国临时申请案第60/717,898号,其完整教示以引用方式并入本文中。

排气构件56的具体实例包括排气划痕。如本文所使用的,术语「划痕」(score)意谓电池套管(诸如,电池套管22)的区段的部分切口,其经设计以允许电池压力及任何内部电池组件在一界定的内部表压(例如,在约 10 kg/cm^2 与约 20 kg/cm^2 之间)下被放泄。较佳地,排气划痕经定向地定位以远离使用者和/或邻近电池。如图所示,可采用一个以上排气划痕。在一些实施例中,可采用图案排气划痕。排气划痕可与电池套管22的形状产生期间的电池套管材料的主要拉伸(或抽拉)方向平行、垂直、成对角线。也虑及排气划痕性质,诸如,深度、形状及长度(尺寸)。

本发明的电池组可进一步包括一与第一端子或第二端子电连通、较佳与第一端子电连通的正热系数层(PTC)。适当PTC材料为此项技术中已知的彼等材料。一般而言,适当PTC材料为在暴露于超过设计临限的电流时电导率随着温度升高而降低若干数量级(例如, 10^4 至 10^6 或更大)的材料。一旦电流降低至低于一适当临限,一般而言,PTC材料实质上返回至其初始电阻率。在一适当实施例中,PTC材料包括多晶陶瓷中的少量半导体材料,或嵌有碳粒的塑料或聚合片。当PTC材料的温度达到一临界点时,半导体材料或具有嵌入碳粒的塑料或聚合物形成一电流障壁且使得电阻急速增大。电阻率急速增大时的温度可利用调整PTC材料的组份而改变,如此项技术中已知。PTC材料的「运作温度」为PTC展现出约在其最高电阻与最低电阻之间的中间处的电阻率时的温度。较佳地,本发明中所采用的PTC层的运作温度在约 70°C 与约 150°C 之间。

具体PTC材料的实例包括含有少量钛酸钡(BaTiO_3)的多晶陶瓷,及包括碳粒嵌入于其中的聚烯烃。可购得的包括一夹置于两个导电金属层之间的PTC层的PTC迭层的实例包括Raychem公司所制造的LTP及LR4系列。一般而言,PTC层具有在约 $50\text{ }\mu\text{m}$ 至约 $300\text{ }\mu\text{m}$ 的范围内的厚度。

较佳地,PTC层包括导电表面,其总面积为电池组10的盖24或底部的总表面积的至少约25%或至少约50%(例如,约48%或约56%)。PTC层的导电

表面的总表面积可为电池组 10 的盖 24 或底部的总表面积的至少约 56%。电池组 10 的盖 24 的总表面积的高达 100%可由 PTC 层的导电表面占据。或者, 电池组 10 的底部的整体或部分可由 PTC 层的导电表面占据。

PTC 层可定位于电池外壳(例如, 电池套管 22 的盖 24 或底部部分)的内部或外部, 较佳定位于电池外壳的外部, 例如, 在电池外壳的盖 24 上方。

在一较佳实施例中, PTC 层位于第一导电层与第二导电层之间, 且第二导电层的至少一部分为第一端子的至少一组件或电连接至第一端子。在一更佳实施例中, 第一导电层连接至馈通装置。夹置于第一导电层与第二导电层之间的此种 PTC 层的适当实例描述于 2006 年 6 月 23 日提出申请的美国专利申请案第 11/474,081 号, 其完整教示以引用方式并入本文中。

较佳地, 本发明的电池组的电池为可再充电的, 诸如, 可再充电的锂离子电池或电池组。

本发明的电池或电池组可为任何适当形状, 例如, 圆柱形或棱柱形。在一些实施例中, 本发明的电池组的电池为圆柱形的(例如, 26650、18650 或 14500 组态), 如图 4A 及图 4B 所示。图 4B 展示图 4A 的电池组 10A 的电池套管 22 的底部部分。在此等实施例中, 较佳地, 与第一电极 12 电连通的馈通装置 16 处的导电层 26 置放于电池套管 22 的底部部分, 如图 4B 所示。导电层 26 可用作电池组 10A 的第一端子。在此等实施例中, 较佳地, 至少一个排气构件 56 置放于电池套管 22 的底部部分处(参见图 4B)。或者, 排气构件 56 可置放于第二导电板 32(未图示)处。包括较佳特征的圆柱形电池组 10A 的每一组件的特征如上文针对电池组 10 所描述。

在一些其它实施例中, 本发明的电池或电池组为棱柱形的, 如图 1 所示(堆栈或缠绕, 例如, 183665 或 103450 组态)。较佳地, 本发明的电池或电池组为长椭圆的棱柱形形状。尽管本发明可使用所有类型的棱柱形电池套管, 但部分归因于下文所描述的两个特征, 长椭圆的电池套管较佳。

在比较相同外部体积的堆栈时, 长椭圆形状(诸如, 183665 形状因子)的可用内部体积大于两个 18650 电池的体积。在组装至电池组封装中时, 长椭圆电池可更充分利用电池组封装所占据的空间。此使得能够达成可增大关键效能特征而并不相对于当前工业所达到的电池容量而损失电池容量的对内部电

池组件的新颖设计变化。归因于较大可用体积，吾人可选择使用具有相对较高循环寿命及较高速率能力的较薄电极。此外，长椭圆可具有较大可挠性。举例而言，长椭圆形状外壳与圆柱形外壳相比较在「腰部」处更具可挠性，而在当充电时堆栈压力增大时圆柱形外壳仅允许较小可挠性。增大的可挠性降低电极的机械疲劳，以此方式又引起较高循环寿命。而且，电池组中分离器的孔隙的阻塞可由相对低的堆栈压力来改良。

与棱柱形电池相比较，长椭圆形电池可具有一允许相对较高安全性的尤其需要的特征。长椭圆形状提供糊胶卷能适贴配合，此使电池组所必需的电解质的量最小化。相对较少量的电解质在误用情形期间引起较少的可用反应材料及因此引起较高安全性。另外，归因于较少量的电解质，成本降低了。在具有堆栈式电极结构（其横截面为长方形）的棱柱形外壳的情况下，可能充分利用体积而并不需要不必要的电解质，但此类外壳设计较难且因此就制造观点而言成本较高。

参看图 3，在本发明的一些实施例中，本发明的多个锂离子电池组（例如，2 至 5 个电池）可连接于电池组封装中，其中电池组（电池）中的每一者彼此串联、并联或串联及并联连接。在本发明的一些电池组封装中，电池组之间并无并联连接。

较佳地，至少一个电池具有一棱柱形电池套管，且更佳地，具有一长椭圆形电池套管，如图 1 所示。更佳地，至少一个电池具有 183665 组态。较佳地，电池组封装中电池的容量通常等于或大于约 3.0 Ah，更佳等于或大于约 4.0 Ah。电池的阻抗较佳小于约 50 毫欧姆（milliohm），且更佳小于 30 毫欧姆。

本发明的锂离子电池组及电池组封装可用于携带型功率装置，诸如，携带型计算机、动力工具、玩具、携带型电话、摄录机、PDA...等。在使用锂离子电池组的携带型电子装置中，其充电一般而言设计为 4.20 V 充电电压。因此，本发明的锂离子电池组及电池组封装尤其可用于此等携带型电子装置。

本发明也包括产生一如上文所描述的电池组（诸如，锂离子电池组）的方法。该方法包括形成一如上文所描述的电池套管，且将第一电极及第二电极安置于该电池套管内。形成一如上文所描述的电流中断装置（例如，电流中断装置 28）且将其与该电池套管电连接。

用于本发明的锂离子电池组的正电极及负电极及电解质可由此项技术中已知的适当方法形成。

用于负电极的适当负极活性材料包括允许锂掺杂于其中或自其中解除掺杂的任何材料。此种材料的实例包括含碳材料，例如，非石墨碳、人造碳、人造石墨、天然石墨、热解碳、诸如沥青焦炭、针状焦炭、石油焦炭的焦炭、石墨、玻化碳、或利用将酚树脂、呋喃树脂...等碳化而获得的经热处理的有机聚合化合物、碳纤维，及活性碳。此外，金属锂、锂合金及其合金或化合物可用作负极活性材料。特定而言，可与锂形成合金或化合物的金属元素或半导体元素可为IV族金属元素或半导体元素，诸如（但不限于）硅或锡。特定而言，掺杂有过渡金属（诸如，钴或铁/镍）的非晶锡为适合用作此等类型的电池组中的阳极材料的金属。允许以相对基本的位能将锂掺杂于其中或从其中解除掺杂的氧化物（诸如，氧化铁、氧化钨、氧化钼、氧化钨、氧化钛及氧化锡）及类似氮化物可用作负极活性材料。

用于正电极的适当正极活性材料包括此项技术中已知的任何材料，例如，镍酸锂（例如， $\text{Li}_{1+x}\text{NiM}'\text{O}_2$ ）、钴酸锂（例如， $\text{Li}_{1+x}\text{CoO}_2$ ）、橄榄石型化合物（例如， $\text{Li}_{1+x}\text{FePO}_4$ ）、锰尖晶石（例如， $\text{Li}_{1+x9}\text{Mn}_{2-y9}\text{O}_4$ （ $x9$ 及 $y9$ 各自独立地大于等于零且小于等于0.3），或 $\text{Li}_{1+x1}(\text{Mn}_{2-y1}\text{A}'_{y2})_{2-x2}\text{O}_{z1}$ （ $x1$ 及 $x2$ 各自独立地大于等于0.01且小于等于0.3； $y1$ 及 $y2$ 各自独立地大于等于0.0且小于等于0.3； $z1$ 大于等于3.9且小于等于4.1），及其混合物。适当正极活性材料的多种实例可在2005年12月23日提出申请的国际申请案第PCT/US2005/047383号、2006年7月12日提出申请的美国专利申请案第11/485,068号、及2007年6月22日提出申请、代理人案号为3853.1001-015的发明名称为「Lithium-Ion Secondary Battery」的国际申请案，其完整教示以引用方式并入本文中。

在一具体实施例中，用于本发明的正电极的正极活性材料包括钴酸锂，诸如， $\text{Li}_{(1+x8)}\text{CoO}_{z8}$ 。更具体而言，本发明可采用约60-90重量%（例如，约80重量%）的钴酸锂（诸如， $\text{Li}_{(1+x8)}\text{CoO}_{z8}$ ）及约40-10重量%（例如，约20重量%）的锰尖晶石（例如，具有约100 - 115 mAh/g）（诸如， $\text{Li}_{(1+x1)}\text{Mn}_2\text{O}_{z1}$ ，较佳为 $\text{Li}_{(1+x1)}\text{Mn}_2\text{O}_4$ ）的混合物。值 $x1$ 大于等于

零且小于等于 0.3(例如, $0.05 \leq x_1 \leq 0.15$)。值 z_1 大于等于 3.9 且大于等于 4.2。值 x_8 大于等于零且小于等于 0.2。值 z_8 大于等于 1.9 且小于等于 2.1。

在另一具体实施例中, 用于本发明的正极活性材料包括一包括钴酸锂(诸如, $\text{Li}_{(1+x_8)}\text{CoO}_{z_8}$)及由经验公式 $\text{Li}_{(1+x_1)}(\text{Mn}_{1-y_1}\text{A}'_{y_2})_{2-x_2}\text{O}_{z_1}$ 表示的锰尖晶石的混合物。值 x_1 及 x_2 各自独立地大于等于 0.01 且小于等于 0.3。值 y_1 及 y_2 各自独立地大于等于 0.0 且小于等于 0.3。值 z_1 大于等于 3.9 且小于等于 4.2。A' 为由镁、铝、钴、镍及铬组成的群中的至少一种。更具体而言, 钴酸锂及锰尖晶石之间的钴酸锂:锰尖晶石的重量比率在约 0.95:0.05 与约 0.9:0.1 至约 0.6:0.4 之间。

在又一具体实施例中, 用于本发明的正极活性材料包括一包括 100% 的钴酸锂(诸如, $\text{Li}_{(1+x_8)}\text{CoO}_{z_8}$)的混合物。

在又一实施例中, 用于本发明的正极活性材料包括选自由以下各者组成的群的至少一种锂氧化物: a) 钴酸锂; b) 镍酸锂; c) 由经验公式 $\text{Li}_{(1+x_1)}(\text{Mn}_{1-y_1}\text{A}'_{y_2})_{2-x_2}\text{O}_{z_1}$ 表示的锰尖晶石; d) 由经验公式 $\text{Li}_{(1+x_1)}\text{Mn}_2\text{O}_{z_1}$ 或 $\text{Li}_{1+x_9}\text{Mn}_{2-y_9}\text{O}_4$ 表示的锰尖晶石; 及 e) 由经验公式 $\text{Li}_{(1-x_{10})}\text{A}''_{x_{10}}\text{MPO}_4$ 表示的橄榄石型化合物。 x_1 、 z_1 、 x_9 及 y_9 的值为如上文所描述。值 x_2 大于等于 0.01 且小于等于 0.3。 y_1 及 y_2 的值各自独立地大于等于 0.0 且小于等于 0.3。A' 为由镁、铝、钴、镍及铬组成的群中的至少一种。值 x_{10} 大于等于 0.05 且小于等于 0.2, 或值 x_{10} 大于等于 0.0 且小于等于 0.1。M 为由铁、锰、钴及镁组成的群中的至少一种。A'' 为由钠、镁、钙、钾、镍及铈组成的群中的至少一种。

可用于本发明的镍酸锂包括 Li 原子或 Ni 原子或两者的至少一种改质剂。如本文所使用的, 「改质剂」(modifier)意谓占据 LiNiO_2 的晶体结构中 Li 原子或 Ni 原子或两者的位置的取代原子。在一实施例中, 镍酸锂仅包括一种 Li 原子的改质剂或 Li 原子的取代物(「Li 改质剂」)。在另一实施例中, 镍酸锂仅包括一种 Ni 原子的改质剂或 Ni 原子的取代物(「Ni 改质剂」)。在又一实施例中, 镍酸锂包括 Li 改质剂及 Ni 改质剂两者。Li 改质剂的实例包括钡(Ba)、镁(Mg)、钙(Ca)及锶(Sr)。Ni 改质剂的实例包括用于 Li 的彼等改质剂, 以及铝(Al)、锰(Mn)及硼(B)。Ni 改质剂的其它实例包括钴(Co)及钛

(Ti)。较佳地，镍酸锂涂布有 LiCoO_2 。涂布可例如为梯度涂布或按点涂布。

可用于本发明中的一种特定类型的镍酸锂由经验通式 $\text{Li}_{x3}\text{Ni}_{1-z3}\text{M}'_{z3}\text{O}_2$ 表示，其中 $0.05 < x3 < 1.2$ 且 $0 < z3 < 0.5$ ，且 M' 为选自由 Co、Mn、Al、B、Ti、Mg、Ca 及 Sr 组成的群的一或多种元素。较佳地， M' 为选自由 Mn、Al、B、Ti、Mg、Ca 及 Sr 组成的群的一或多种元素。

可用于本发明中的另一特定类型的镍酸锂由经验通式 $\text{Li}_{x4}\text{A}^*_{x5}\text{Ni}_{(1-y4-z4)}\text{Co}_{y4}\text{Q}_{z4}\text{O}_a$ 表示，其中 $x4$ 大于等于约 0.1 且小于等于约 1.3； $x5$ 大于等于 0.0 且小于等于约 0.2； $y4$ 大于等于 0.0 且小于等于约 0.2； $z4$ 大于等于约 0.0 且小于等于约 0.2； a 大于约 1.5 且小于约 2.1； A^* 为由钡(Ba)、镁(Mg)及钙(Ca)组成的群中的至少一者；及 Q 为由铝(Al)、锰(Mn)及硼(B)组成的群中的至少一者。较佳地， $y4$ 大于零。在一较佳实施例中， $x5$ 等于零，且 $z4$ 大于 0.0 且小于等于约 0.2。在另一实施例中， $z4$ 等于零，且 $x5$ 大于 0.0 且小于等于约 0.2。在又一实施例中， $x5$ 及 $z4$ 各自独立地大于 0.0 且小于等于约 0.2。在又一实施例中， $x5$ 、 $y4$ 及 $z4$ 各自独立地大于 0.0 且小于等于约 0.2。 $x5$ 、 $y4$ 及 $z4$ 各自独立地大于 0.0 且小于等于约 0.2 的镍酸锂的各种实施例可在美国专利第 6,855,461 号及第 6,921,609 号中找到(其完整教示以引用方式并入本文中)。

镍酸锂的一具体实例为 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ 。一较佳具体实例为涂布有 LiCoO_2 的 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ 。在按点涂布式阴极中， LiCoO_2 未完全涂布镍酸盐核心粒子。涂布有 LiCoO_2 的 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ 的组份可自然地稍偏离于在 Ni:Co:Al 之间 0.8:0.15:0.05 的重量比率的组份。该偏离对于 Ni 可在约 10-15%、对于 Co 为 5-10% 及对于 Al 为 2-4%。镍酸锂的另一具体实例为 $\text{Li}_{0.97}\text{Mg}_{0.03}\text{Ni}_{0.9}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ 。一较佳具体实例为涂布有 LiCoO_2 的 $\text{Li}_{0.97}\text{Mg}_{0.03}\text{Ni}_{0.9}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ 。涂布有 LiCoO_2 的 $\text{Li}_{0.97}\text{Mg}_{0.03}\text{Ni}_{0.9}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ 的组份可自然地稍偏离于在 Mg:Ni:Co 之间的 0.03:0.9:0.1 的重量比率的组份。该偏离对于 Mg 可在约 2-4%、对于 Ni 为 10-15% 及对于 Co 为 5-10%。可用于本发明的另一较佳镍酸盐为 $\text{Li}(\text{Ni}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3})\text{O}_2$ ，其也被称为「333 型镍酸盐」。此 333 型镍酸盐视

情况可涂布有 LiCoO_2 ，如上文所描述。

可用于本发明的钴酸锂的适当实例包括由 Li 或 Co 原子中的至少一种改质的 $\text{Li}_{1+x}\text{CoO}_2$ 。Li 改质剂的实例如上文针对镍酸锂的 Li 所描述。Co 改质剂的实例包括用于 Li 的改质剂及铝 (Al)、锰 (Mn) 及硼 (B)。其它实例包括镍 (Ni) 及钛 (Ti)，且特定而言由经验通式 $\text{Li}_{x6}\text{M}'_{(1-y6)}\text{Co}_{(1-z6)}\text{M}''_{z6}\text{O}_2$ 表达的钴酸锂可用于本发明中，其中 $x6$ 大于 0.05 且小于 1.2； $y6$ 大于等于 0 且小于 0.1； $z6$ 大于等于 0 且小于 0.5； M' 为锰 (Mn) 及钠 (Na) 中的至少一者，且 M'' 为由锰 (Mn)、铝 (Al)、硼 (B)、钛 (Ti)、镁 (Mg)、钙 (Ca) 及锶 (Sr) 组成的群中的至少一者。可用于本发明中的钴酸锂的另一实例为未经改质的 $\text{Li}_{1+x}\text{CoO}_2$ ，诸如， LiCoO_2 。在一具体实施例中，钴酸锂（例如， LiCoO_2 ）掺杂有 Mg 及/或涂布有折射性氧化物或磷酸盐，诸如， ZrO_2 或 $\text{Al}(\text{PO}_4)$ 。

尤其较佳的是，所采用的氧化锂化合物具有球状形态，因为咸信此改良了封装及其它与产生有关的特征。

较佳地，钴酸锂及镍酸锂中的每一者的晶体结构独立地为 R-3m 型空间群（菱形六面体，包括变形的菱形六面体）。或者镍酸锂的晶体结构可为单斜空间群（例如，P2/m 或 C2/m）。在 R-3m 型空间群中，锂离子占据「3a」位置（ $x=0$ 、 $y=0$ 及 $z=0$ ）且过渡金属离子（即，镍酸锂中的 Ni 及钴酸锂中的 Co）占据「3b」位置（ $x=0$ 、 $y=0$ 、 $z=0.5$ ）。氧定位于「6a」位置（ $x=0$ 、 $y=0$ 、 $z=z0$ ），其中 $z0$ 取决于金属离子（包括其改质剂）的本质而变化）。

适用于本发明中的橄榄石型化合物的实例通常由通式 $\text{Li}_{1-x2}\text{A}''_{x2}\text{MPO}_4$ 表示，其中 $x2$ 大于等于 0.05，或 $x2$ 大于等于 0.0 且小于等于 0.1；M 为选自由 Fe、Mn、Co 或 Mg 组成的群的一或多种元素；及 A'' 选自由 Na、Mg、Ca、K、Ni、Nb 组成的群。较佳地，M 为 Fe 或 Mn。更佳地， LiFePO_4 或 LiMnPO_4 或两者用于本发明。在一较佳实施例中，橄榄石型化合物涂布有具有相对较高电导率的材料，诸如，碳。在一更佳实施例中，涂布有碳的 LiFePO_4 或涂布有碳的 LiMnPO_4 用于本发明中。橄榄石型化合物的多种实例（其中 M 为 Fe 或 Mn）可在美国专利第 5,910,382 号中找到（其完整教示以引用方式并入本文中）。

橄榄石型化合物的晶体结构通常在充电/放电后具有较小变化,此通常使得橄榄石型化合物就循环特征而言较优良。又,安全性通常较高,甚至在电池组暴露于高温环境时也如此。橄榄石型化合物(例如, LiFePO_4 及 LiMnPO_4) 的另一优势在于其成本相对较低。

锰尖晶石化合物具有锰基,诸如, LiMn_2O_4 。虽然锰尖晶石化合物通常具有相对低的比容量(例如,在约 110 至 115 mAh/g 的范围内),其在调配至电极中时具有相对高的功率传送率,且通常在较高温度下就化学反应性而言为安全的。锰尖晶石化合物的另一优势在于成本相对较低。

可用于本发明中的一类锰尖晶石化合物由经验通式 $\text{Li}_{(1+x1)}(\text{Mn}_{1-y1}\text{A}'_{y2})_{2-x2}\text{O}_{z1}$ 表示,其中 A' 为 Mg、Al、Co、Ni 及 Cr 中的一或更多者; $x1$ 及 $x2$ 各自独立地大于等于 0.01 且小于等于 0.3; $y1$ 及 $y2$ 各自独立地大于等于 0.0 且小于等于 0.3; $z1$ 大于等于 3.9 且小于等于 4.1。较佳地, A' 包括 M^{3+} 离子,诸如, Al^{3+} 、 Co^{3+} 、 Ni^{3+} 及 Cr^{3+} ,更佳为 Al^{3+} 。 $\text{Li}_{(1+x1)}(\text{Mn}_{1-y1}\text{A}'_{y2})_{2-x2}\text{O}_{z1}$ 的锰尖晶石化合物可具有相较于 LiMn_2O_4 的增强的循环能力及功率。可用于本发明中的另一类锰尖晶石化合物由经验通式 $\text{Li}_{(1+x1)}\text{Mn}_2\text{O}_{z1}$ 表示,其中 $x1$ 及 $z1$ 各自独立地与上文描述相同。或者,用于本发明的锰尖晶石包括由经验通式 $\text{Li}_{1+x9}\text{Mn}_{2-y9}\text{O}_{z9}$ 表示的化合物,其中 $x9$ 及 $y9$ 各自独立地大于等于 0.0 且小于等于 0.3(例如, $0.05 \leq x9, y9 \leq 0.15$); 且 $z9$ 大于等于 3.9 且小于等于 4.2。可用于本发明中的锰尖晶石的具体实例包括 $\text{LiMn}_{1.9}\text{Al}_{0.1}\text{O}_4$ 、 $\text{Li}_{1+x1}\text{Mn}_2\text{O}_4$ 、 $\text{Li}_{1+x7}\text{Mn}_{2-y7}\text{O}_4$, 及其具有 Al 及 Mg 改质剂的变体。 $\text{Li}_{(1+x1)}(\text{Mn}_{1-y1}\text{A}'_{y2})_{2-x2}\text{O}_{z1}$ 类的锰尖晶石化合物的多种其它实例可在美国专利第 4,366,215 号、第 5,196,270 号及第 5,316,877 号中找到(其完整教示以引用方式并入本文中)。

应注意,本文中所描述的适当阴极材料的特征为存在于并入有该等阴极材料的锂离子电池组的制造过程中的经验通式。应了解,其下文的具体组份依据使用(例如,充电及放电)期间所发生的电化学反应而受到变化。

适当非水溶性电解质的实例包括利用将电解质盐溶解于非水性溶剂中而制备的非水溶性电解质溶液、固体电解质(含有电解质盐的无机电解质或聚合物电解质),及利用将电解质混合或溶解于聚合物化合物中而制备的固体或凝

胶状电解质...等。

通常利用将盐溶解于有机溶剂中而制备非水溶性电解质溶液。有机溶剂可包括通常已用于此类电池组中的任何适当类型。此等有机溶剂的实例包括碳酸丙二酯(PC)、碳酸乙二酯(EC)、碳酸二乙酯(DEC)、碳酸二甲酯(DMC)、1,2-二甲氧乙烷、1,2-二乙氧乙烷、 γ -丁内酯、四氢呋喃、2-甲基四氢呋喃、1,3-二氧戊环、4-甲基-1,3-二氧戊环、二乙醚、环丁砜、甲基环丁砜、乙腈、丙腈、苯甲醚、醋酸酯、丁酸酯、丙酸酯...等。较佳地,使用诸如碳酸丙二酯的环状碳酸酯,或诸如碳酸二甲酯及碳酸二乙酯的链状碳酸酯。可单个地使用此等有机溶剂或使用两种或更多类型的有机溶剂的组合。

添加剂或稳定剂也可用于电解质中,诸如,VC(碳酸乙烯酯)、VEC(碳酸乙烯基伸乙酯)、EA(乙酸伸乙酯)、TPP(磷酸三苯酯)、磷氮烯、联二苯(BP)、环己基苯(CHB)、2,2-二苯基丙烷(DP)、双草酸硼酸锂(LiBoB)、硫酸乙二酯(ES)及硫酸丙二酯。此等添加剂用作阳极及阴极稳定剂、阻燃剂或气体释放剂,其可使得电池组就形成、循环效率、安全性及寿命而言具有较高效能。

固体电解质可包括无机电解质、聚合物电解质...等,只要材料具有锂离子传导率便可。无机电解质可包括(例如)氯化锂、碘化锂...等。聚合物电解质包含电解质盐及用于溶解电解质盐的聚合化合物。用于聚合物电解质的聚合化合物的实例包括基于乙醚的聚合物(诸如,聚氧化乙烯、交联聚氧化乙烯)、以聚甲基丙烯酸酯为主的聚合物、以丙烯酸酯为主的聚合物...等。可单个地使用此等聚合物或以两种或更多类型的此等聚合物的混合物或共聚物的形式使用此等聚合物。

凝胶电解质的基质可为任何聚合物,只要该聚合物利用吸收上文所描述的非水溶性电解质溶液而成为凝胶体便可。用于凝胶电解质的聚合物的实例包括碳氟聚合物,诸如,聚偏二氟乙烯(PVDF)、聚偏二氟乙烯-共-六氟丙烯(PVDF-HFP)...等。

用于凝胶电解质的聚合物的实例也包括聚丙烯腈及聚丙烯腈的共聚物。用于共聚作用的单体(以乙烯为主的单体)的实例包括乙酸乙烯酯、甲基丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸丁酯、丙烯酸甲酯、丙烯酸丁酯、衣康酸、氢化丙烯酸甲酯、

氯化丙烯酸乙酯、丙烯酰胺、氯乙烯、偏二氟乙烯及偏二氯乙烯。用于凝胶电解质的聚合物的实例进一步包括丙烯腈-丁二烯共聚物橡胶、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物树脂、丙烯腈-氯化聚乙烯-丙烯二烯-苯乙烯共聚物树脂、丙烯腈-氯乙烯共聚物树脂、丙烯腈-甲基丙烯酸酯树脂及丙烯腈-丙烯酸酯共聚物树脂。

用于凝胶电解质的聚合物的实例包括以醚为主的聚合物，诸如，聚氧化乙烯、聚氧化乙烯的共聚物及交联聚氧化乙烯。用于共聚作用的单体的实例包括聚氧化丙烯、甲基丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸丁酯、丙烯酸甲酯、丙烯酸丁酯。

特定而言，自氧化还原稳定性的观点来看，碳氟聚合物较佳用于凝胶电解质的基质。

用于电解质的电解质盐可为适用于此类电池组的任何电解质盐。电解质盐的实例包括 LiClO_4 、 LiAsF_6 、 LiPF_6 、 LiBF_4 、 $\text{LiB}(\text{C}_6\text{H}_5)_4$ 、 $\text{LiB}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$ 、 $\text{CH}_3\text{SO}_3\text{Li}$ 、 $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{Li}$ 、 LiCl 、 LiBr ...等。一般而言，分离器分离电池组的正电极与负电极。分离器可包括通常已用于形成此类非水溶性电解质二次电池的分离器的任何薄膜状材料，例如，由聚丙烯、聚乙烯或该两者的分层组合制成的微孔聚合膜。另外，若固体电解质或凝胶电解质用作电池组的电解质，则未必需要提供分离器。也可在某些情况下使用由玻璃纤维或纤维素材料制成的微孔分离器。分离器厚度通常在 $9\text{ }\mu\text{m}$ 与 $25\text{ }\mu\text{m}$ 之间。

在一些具体实施例中，可利用以特定比率混合阴极粉末来产生正电极。随后将 90 重量%的此掺合物与 5 重量 %的作为导电剂的乙炔黑及 5 重量 %的作为黏合剂的 PVDF 混合在一起。将此混合物分散于作为溶剂的 N-甲基-2-吡咯烷酮 (NMP) 中，以制备浆料。随后将此浆料涂覆至铝集电器箔的两个表面，使其具有约 $20\text{ }\mu\text{m}$ 的一般厚度，且在约 $100\text{-}150^\circ\text{C}$ 下干燥。随后将经干燥的电极利用一辊式压制机压延，以获得经压缩的正电极。当仅 LiCoO_2 用作正电极时，通常使用 94 重量% LiCoO_2 、3% 乙炔黑及 3% PVDF 的混合物。可利用混合 93 重量%的作为负极活性材料的石墨、3 重量%乙炔黑及 4 重量%的作为黏合剂的 PVDF 而制备负电极。也将负极混合物分散于作为溶剂的 N-甲基-2-吡咯烷酮中，以制备浆料。随后将此负极混合物浆料均匀地涂覆至条状铜负极集电器箔的两个表面，使其具有约 $10\text{ }\mu\text{m}$ 的一般厚度。随后将经干燥

的电极利用一辊式压制机压延以获得致密的负电极。

一般而言，负电极及正电极以及由厚度为 25 μm 的具有微孔的聚乙烯薄膜形成的分离器经层压及螺旋地缠绕以产生螺旋型电极组件。

在一些实施例中，由（例如）铝制成的一或多个正极引线条附着至正电极，且随后电连接至本发明的电池组的正极端子。由（例如，镍金属）制成的负极引线连接负电极，且随后附着至馈通装置，诸如，馈通装置 16。将例如具有 1M LiPF_6 的 EC:DMC:DEC 的电解质真空填充入本发明的锂离子电池组的电池套管中，其中电池套管具有螺旋状缠绕的「糊胶卷」。

等效物

尽管已参考本发明的较佳实施例特定展示及描述本发明，但彼等熟习此项技术者将了解，可在不偏离附随申请专利范围所涵盖的本发明的范畴的情况下对本文的内容进行形式及细节上的修改。

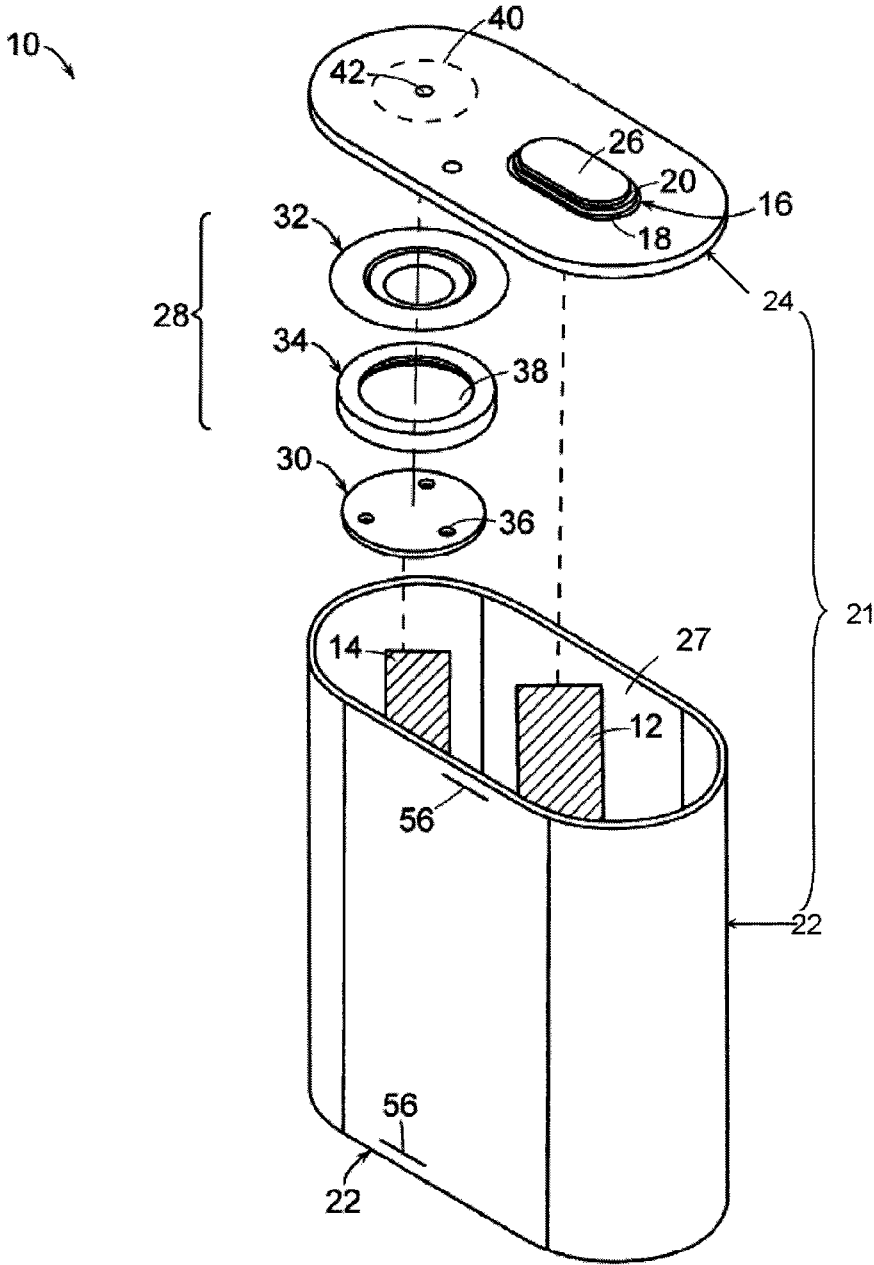


图 1

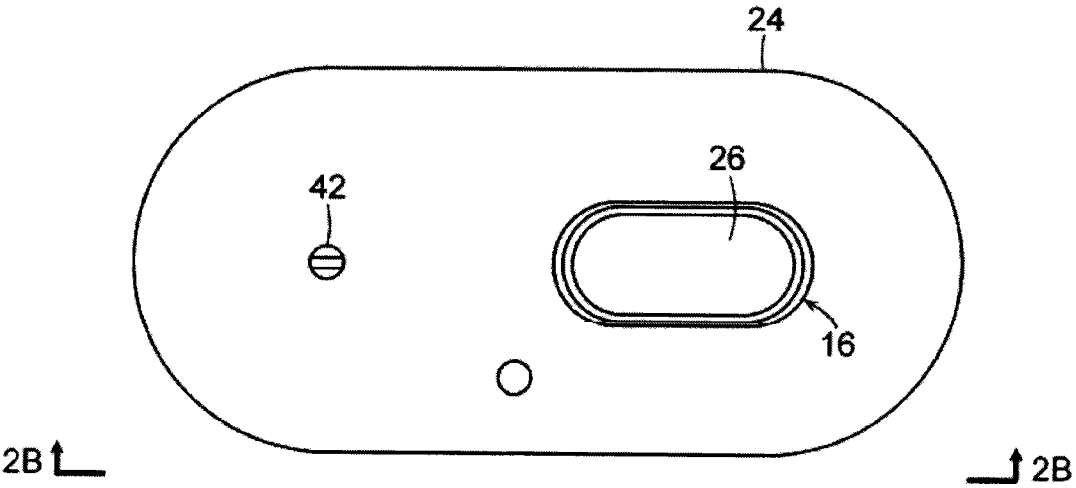


图 2A

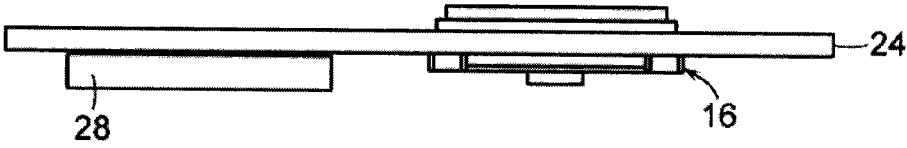


图 2B

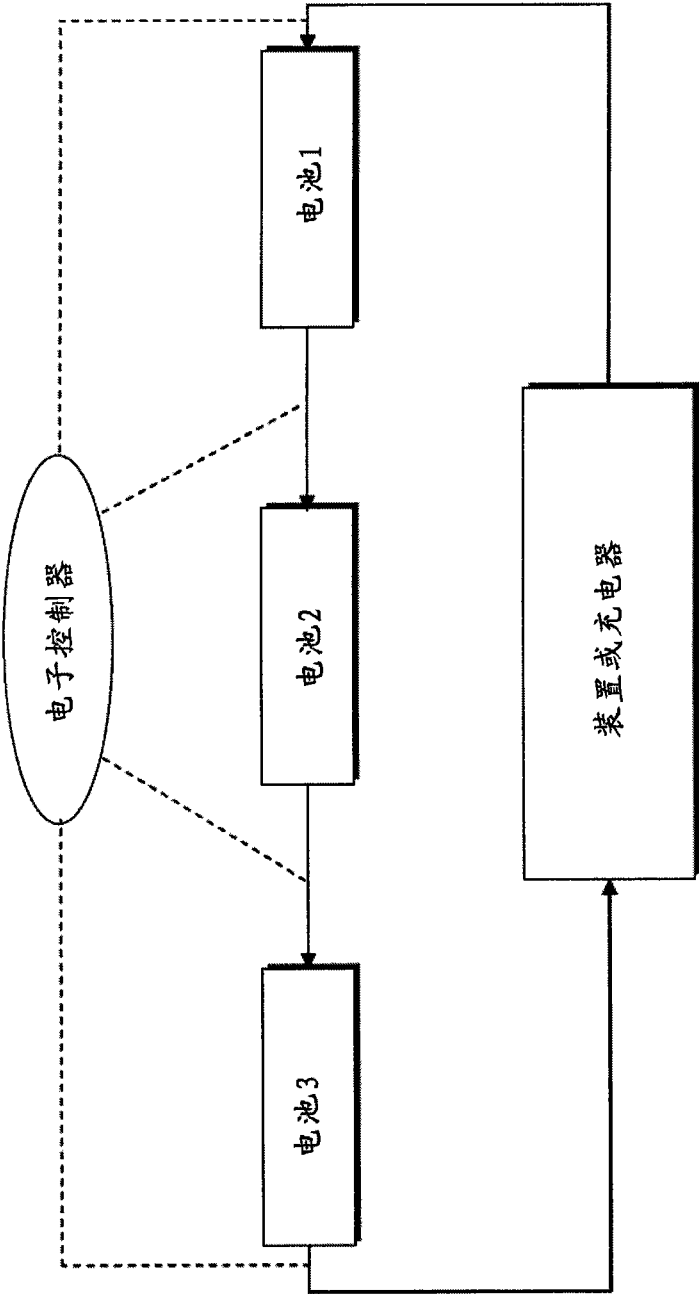


图 3

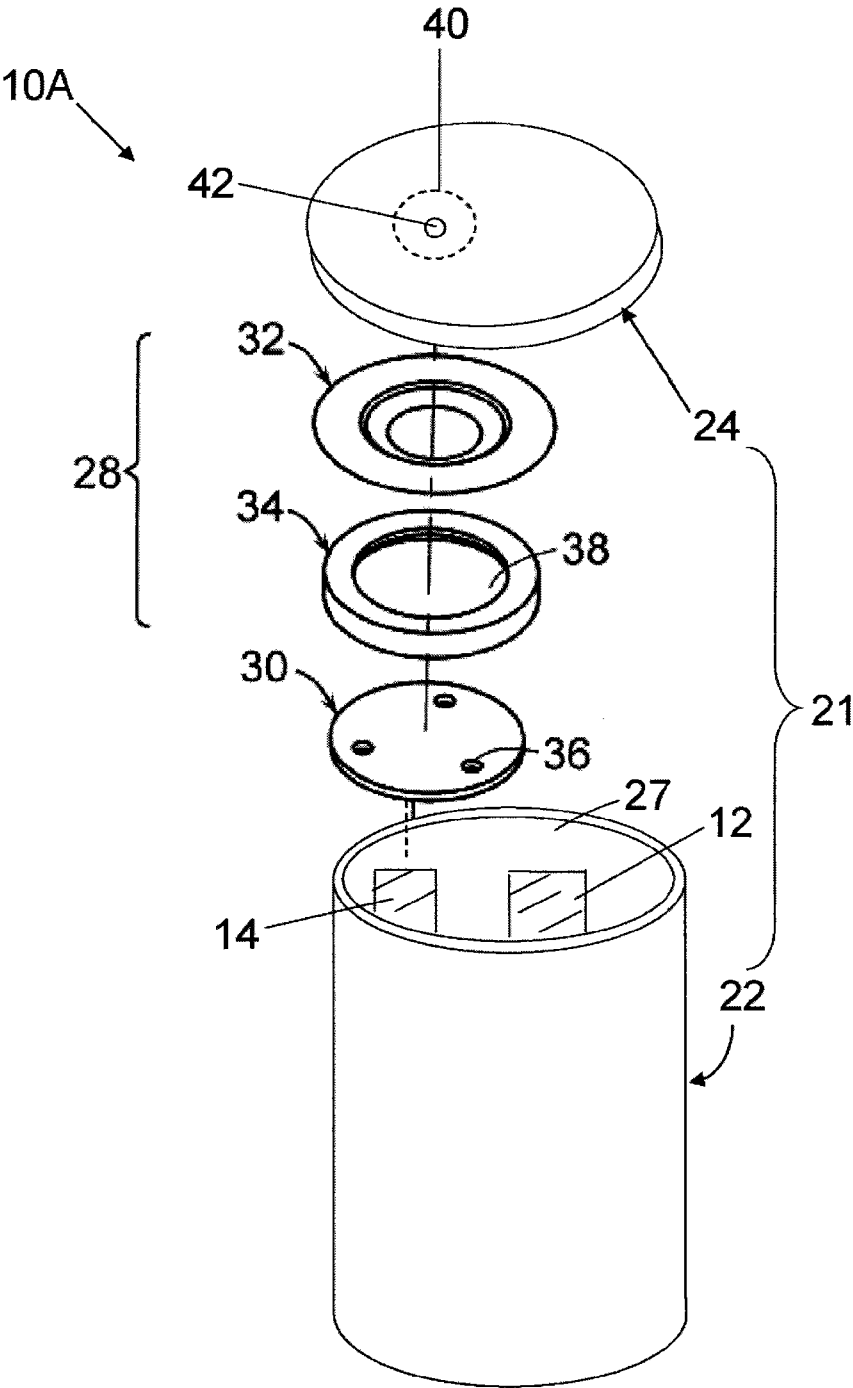


图 4A

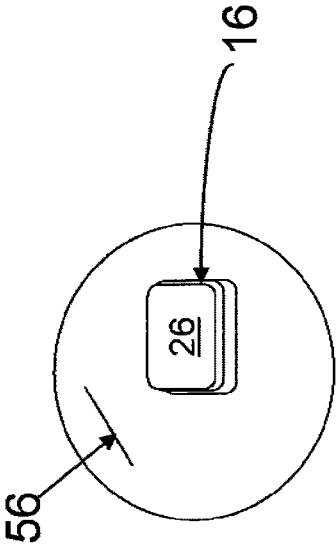


图 4B