



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114128024 A

(43) 申请公布日 2022.03.01

(21) 申请号 202080044721.6

(22) 申请日 2020.06.18

(30) 优先权数据

62/864,831 2019.06.21 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.12.17

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2020/038375 2020.06.18

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/257414 EN 2020.12.24

(71) 申请人 赛昂能源有限公司

地址 美国亚利桑那州

(72) 发明人 丹尼尔·G·米洛巴

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 李增苗

(51) Int.Cl.

H01M 50/264 (2021.01)

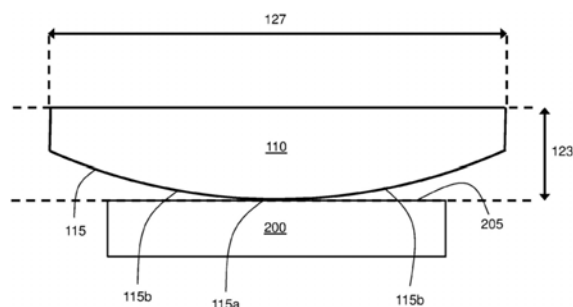
权利要求书8页 说明书30页 附图13页

(54) 发明名称

用于向电化学装置施加力的方法、系统和装置

(57) 摘要

总体上描述了用于向电化学装置施加力的方法、系统和装置。在一些情况下,方法包括经由固体表面向电化学装置施加力,该固体表面在没有施加的力的情况下具有相对于电化学装置的侧面是凸形的至少一部分。某些实施方式涉及用于向电化学电池施加力的系统和装置,其中,系统和装置中的一些系统和装置例如采用具有某些形状(例如,在没有施加的力的情况下具有凸形形状)的固体制品和/或本发明的联接器。



1. 一种方法,包括:

经由固体表面向电化学装置的侧面施加力,其中,所述固体表面的至少一部分在没有施加的力的情况下相对于所述电化学装置的所述侧面是凸形的,并且其中,所述施加导致所述固体表面变形成使得所述固体表面变得较不那么凸。

2. 一种方法,包括:

向靠近电化学装置的固体制品施加力,使得所述固体制品的固体表面变形,其中,所述施加通过连接器来执行,所述连接器包括与和所述固体表面相反的外表面接触的表面部分,并且

所述变形导致所述外表面的轮廓与所述连接器的所述表面部分的轮廓之间的相对旋转运动,所述连接器的所述表面部分的所述轮廓与所述外表面的所述轮廓接合。

3. 一种方法,包括:

向靠近电化学装置的第一固体制品施加力,使得所述第一固体制品的固体表面变形,其中,所述施加通过连接器来执行,所述连接器包括:

与和所述固体表面相反的外表面接触的表面部分;以及

与所述连接器的所述表面部分接合的紧固件;

其中,所述外表面的轮廓与所述连接器的所述表面部分的轮廓接合,使得在所述力被施加时,所述紧固件经历的弯矩小于所述紧固件在所述外表面和所述连接器的所述表面部分是平坦的但在其他方面条件相同的情况下将经历的弯矩。

4. 一种方法,包括:

经由固体表面向电化学装置施加力,其中,所述固体表面定形状成使得施加至所述电化学装置的所述力导致所述电化学装置中的电极活性材料在循环期间的利用相对于使用平坦固体表面但在其他方面条件相同的情况下将实现的所述电极活性材料的利用而言更均匀。

5. 根据权利要求2至4中的任一项所述的方法,其中,所述固体表面的至少一部分相对于所述电化学装置的侧面是凸形的,并且其中,所述施加导致所述固体表面变形成使得所述固体表面变得较不那么凸。

6. 根据权利要求1和3至5中的任一项所述的方法,其中,所述施加通过连接器来执行,所述连接器包括与和所述固体表面相反的外表面接触的表面部分,并且所述变形导致所述外表面的轮廓与所述连接器的所述表面部分的轮廓之间的相对旋转运动,所述连接器的所述表面部分的所述轮廓联接至所述外表面的所述轮廓。

7. 根据权利要求1至2和4至6中的任一项所述的方法,其中,所述施加通过连接器来执行,所述连接器包括:

与和所述固体表面相反的外表面接触的表面部分;以及

与所述连接器的所述表面部分接合的紧固件;

其中,所述外表面的轮廓与所述连接器的所述表面部分的轮廓接合,使得在所述力被施加时,所述紧固件经历的弯矩小于所述紧固件在所述外表面和所述连接器的所述表面部分是平坦的但在其他方面条件相同的情况下将经历的弯矩。

8. 根据权利要求1至3和5至7中的任一项所述的方法,其中,所述固体表面定形状成使得施加至所述电化学装置的所述力导致所述电化学装置内的电极活性材料在循环期间的

利用相对于使用平坦固体表面但在其他方面条件相同的情况下将实现的所述电极活性材料的利用而言更均匀。

9. 根据权利要求1至8中的任一项所述的方法, 其中, 所述施加导致所述固体表面的平坦度相对于在有所施加的力的情况下的所述固体表面的平坦度增加。

10. 根据权利要求9所述的方法, 其中, 所述固体表面的平坦度公差相对于在有所施加的力的情况下的所述固体表面的所述平坦度降低至少1.5倍。

11. 根据权利要求9至10中的任一项所述的方法, 其中, 所述固体表面的所述平坦度公差相对于在有所施加的力的情况下的所述固体表面的所述平坦度降低10倍。

12. 根据权利要求1至11中的任一项所述的方法, 其中, 所施加的力的与所述电化学装置的至少一个电极的活性表面正交的分量限定至少49牛顿每平方厘米的压力。

13. 根据权利要求1至12中的任一项所述的方法, 其中, 所施加的所述力的与所述电化学装置的至少一个电极的所述活性表面正交的分量限定小于或等于250牛顿每平方厘米的压力。

14. 根据权利要求1至13中的任一项所述的方法, 其中, 所述电化学装置的所述侧面是第一侧面, 所述固体表面是第一固体制品的一部分, 所述电化学装置包括第二侧面, 并且第二固体制品的与所述电化学装置的所述第二侧面靠近的第二固体表面的至少一部分在所施加的力被去除时具有比所述第二固体制品的所述第二固体表面的凸度小的凸度。

15. 根据权利要求2和6至14中的任一项所述的方法, 其中, 所述连接器的所述表面部分的所述轮廓的至少一部分与所述外表面的所述轮廓互补。

16. 根据权利要求2和6至15中的任一项所述的方法, 其中, 所述连接器的所述表面部分的所述轮廓具有凸部, 并且所述外表面的所述轮廓具有与所述连接器的所述表面部分的所述轮廓的所述凸部接合的凹部。

17. 根据权利要求3和7至16中的任一项所述的方法, 其中, 所述紧固件包括从所述第一固体制品跨越至所述第二固体制品的杆。

18. 根据权利要求16所述的方法, 其中, 所述凹部沿着两个轴线是凹形的。

19. 根据权利要求16至17中的任一项所述的方法, 其中, 所述凹部沿着单个轴线是凹形的。

20. 根据权利要求1至19中的任一项所述的方法, 其中, 所述电化学装置包括作为阳极活性材料的锂金属和/或锂金属合金。

21. 根据权利要求1至20中的任一项所述的方法, 还包括在施加所述力的步骤期间对所述电化学装置进行充电和/或放电。

22. 根据权利要求2至3和6至21中的任一项所述的方法, 其中, 所述固体制品是第一固体板或包括第一固体板。

23. 根据权利要求14至22中的任一项所述的方法, 其中, 所述第二固体制品是第二固体板或包括第二固体板。

24. 根据权利要求2至3和5至23中的任一项所述的方法, 其中, 与所述固体表面相反的所述外表面是所述固体制品的一部分。

25. 根据权利要求1至23中的任一项所述的方法, 其中, 远端固体制品与所述固体制品的和所述固体表面相反的侧面相邻。

26. 根据权利要求25所述的方法,其中,所述外表面是所述远端固体制品的一部分。
27. 根据权利要求25至26中的任一项所述的方法,其中,所述固体制品和/或所述远端固体制品包括金属、金属合金、复合材料或其组合。
28. 根据权利要求25至27中的任一项所述的方法,其中,所述固体制品包括聚合物材料。
29. 根据权利要求25至28中的任一项所述的方法,其中,所述远端固体制品包括固体板。
30. 根据权利要求1至29中的任一项所述的方法,其中,所述固体表面具有比所述远端固体制品的最大侧向几何面积小的几何面积。
31. 一种系统,包括:
电化学装置,所述电化学装置包括第一侧面和与所述第一侧面相反的第二侧面;以及
构造成向所述电化学装置施加力的装置,所述装置包括固体表面,所述固体表面靠近所述电化学装置的所述第一侧面,并且所述固体表面在没有施加的力的情况下相对于所述电化学装置的所述第一侧面是凸形的。
32. 根据权利要求31所述的系统,其中,在至少一个量值的施加力的作用下,所述固体表面变得较不那么凸。
33. 根据权利要求31至32中的任一项所述的系统,其中,在没有施加的力的情况下,所述固体表面具有第一平坦度,并且在至少一个量值的施加力的作用下,所述固体表面具有比所述第一平坦度大的第二平坦度。
34. 根据权利要求31至33中的任一项所述的系统,其中,所述固体表面是固体制品的一部分。
35. 根据权利要求34所述的系统,其中,所述固体制品是固体板或包括固体板。
36. 根据权利要求31至35中的任一项所述的系统,其中,所述固体表面是第一固体表面,并且所述装置还包括第二固体表面,所述第二固体表面靠近所述电化学装置的所述第二侧面,并且所述第二固体表面在没有施加的力的情况下相对于所述电化学装置的所述第二侧面是凸形的。
37. 根据权利要求36所述的系统,其中,在至少一个量值的施加力的作用下,所述第二固体表面变得较不那么凸。
38. 根据权利要求36至37中的任一项所述的系统,其中,在没有施加的力的情况下,所述第二固体表面具有第一平坦度,并且在至少一个量值的施加力的作用下,所述固体表面具有比所述第一平坦度大的第二平坦度。
39. 根据权利要求33至38中的任一项所述的系统,其中,所述固体表面的第二平坦度公差比所述固体表面的第一平坦度公差小至少1.5倍。
40. 根据权利要求33至39中的任一项所述的系统,其中,所述固体表面的所述第二平坦度公差比所述固体表面的所述第一平坦度公差小高达10倍。
41. 根据权利要求32至40中的任一项所述的系统,其中,所施加的力的与所述电化学装置的至少一个电极的活性表面正交的分量限定至少4.9牛顿每平方厘米的压力。
42. 根据权利要求32至41中的任一项所述的系统,其中,所施加的力的与所述电化学装置的至少一个电极的活性表面正交的分量限定小于或等于250牛顿每平方厘米的压力。

43. 根据权利要求36至42中的任一项所述的系统,其中,所述第一固体表面是第一固体制品的一部分,并且所述第二固体表面是第二固体制品的一部分。

44. 根据权利要求43所述的系统,其中,所述第二固体制品是第二固体板或包括第二固体板。

45. 根据权利要求34至43中的任一项所述的系统,其中,所述固体制品包括金属、金属合金、复合材料或其组合。

46. 根据权利要求43至44中的任一项所述的系统,其中,所述第一固体制品和/或所述第二固体制品包括金属、金属合金、复合材料或其组合。

47. 根据权利要求45至46中的任一项所述的系统,其中,所述金属、金属合金或复合材料包括铝。

48. 根据权利要求43至47中的任一项所述的系统,其中,所述装置包括将所述第一固体制品连接至所述第二固体制品的连接器,其中,所述连接器包括具有轮廓的表面部分,所述表面部分联接至与所述第一固体制品的所述固体表面相反的带轮廓表面。

49. 根据权利要求43至48中的任一项所述的系统,其中,所述装置构造成使得所述第一固体制品在至少一个量值的施加力的作用下变形,其中,所述第一固体制品的所述变形导致和所述固体表面相反的所述带轮廓表面与所述连接器的所述表面部分的所述轮廓之间的相对旋转运动。

50. 根据权利要求48至49中的任一项所述的系统,其中,所述连接器的所述表面部分的所述轮廓的至少一部分与和所述固体表面相反的所述带轮廓表面互补。

51. 根据权利要求48至50中的任一项所述的系统,其中,所述连接器的所述表面部分的所述轮廓具有凸部,并且与所述固体制品相反的所述带轮廓表面具有与所述连接器的所述表面部分的所述轮廓的所述凸部接合的凹部。

52. 根据权利要求51所述的系统,其中,所述凹部沿着至少两个轴线是凹形的。

53. 根据权利要求51所述的系统,其中,所述凹部沿单个轴线是凹形的。

54. 根据权利要求48至53中的任一项所述的系统,其中,所述连接器还包括与所述连接器的所述表面部分接合的紧固件,其中,与所述固体表面相反的所述带轮廓表面与所述紧固件的表面部分的轮廓接合,使得在至少一个量值的施加力的作用下,所述紧固件经历的弯矩小于所述紧固件在所述第一固体制品的所述外表面和所述连接器的所述表面部分是平坦的但在其他方面条件相同的情况下将经历的弯矩。

55. 根据权利要求54所述的系统,其中,所述紧固件包括从所述第一固体制品跨越至所述第二固体制品的杆。

56. 根据权利要求31至55中的任一项所述的系统,其中,所述电化学装置包括作为阳极活性材料的金属锂和/或金属锂合金。

57. 根据权利要求48至56中的任一项所述的系统,其中,与所述固体表面相反的所述带轮廓表面是所述第一固体制品的一部分。

58. 根据权利要求31至57中的任一项所述的系统,其中,远端固体制品与所述第一固体制品的和所述固体表面相反的侧面相邻。

59. 根据权利要求58所述的系统,其中,所述带轮廓表面是所述远端固体制品的一部分。

60. 根据权利要求58至59中的任一项所述的系统,其中,所述第一固体制品和/或所述远端固体制品包括金属、金属合金、复合材料或其组合。

61. 根据权利要求31至60中的任一项所述的系统,其中,所述固体制品包含聚合物材料。

62. 根据权利要求58至61中的任一项所述的系统,其中,所述远端固体制品包括固体板。

63. 根据权利要求58至62中的任一项所述的系统,其中,所述固体表面具有比所述远端固体制品的最大侧向几何面积小的几何面积。

64. 一种装置,包括

第一固体制品;

第二固体制品;以及

连接器,所述连接器将所述第一固体制品连接至所述第二固体制品;

其中,所述连接器包括具有轮廓的表面部分,所述表面部分与所述第一固体制品的带轮廓表面接合。

65. 一种构造成向电化学装置施加力的装置,所述装置包括:

第一固体制品,所述第一固体制品包括第一固体表面;以及

第二固体制品,所述第二固体制品包括第二固体表面,其中,在没有施加的力的情况下,所述第一固体表面具有相对于所述第二固体表面是凸形的第一形状,并且在至少一个量值的施加力的作用下,所述第一固体表面具有相对于所述第二固体表面与所述第一形状相比较不那么凸的第二形状。

66. 一种构造成向电化学装置施加力的装置,所述装置包括:

第一固体制品,所述第一固体制品包括第一固体表面;以及

第二固体制品,所述第二固体制品包括第二固体表面,其中,在没有施加的力的情况下,所述第一固体表面不大致平行于所述第二固体表面,并且其中,在至少一个量值的施加力的作用下,所述第一固体制品和/或所述第二固体制品变形成使得所述第一固体表面变得大致平行于所述第二表面。

67. 根据权利要求64和66中的任一项所述的装置,其中,所述第一固体制品包括第一固体表面,在没有施加的力的情况下,所述第一固体表面具有相对于所述第二固体表面是凸形的第一形状,并且在至少一个量值的施加力的作用下,所述第一固体表面具有相对于所述第二固体表面与所述第一形状相比较不那么凸的第二形状。

68. 根据权利要求64所述的装置,还包括第三固体制品,所述第三固体制品具有第一固体表面,在没有施加的力的情况下,所述第一固体表面具有相对于所述第二固体表面是凸形的第一形状,并且在至少一个量值的施加力的作用下,所述第一固体表面具有相对于所述第二固体表面与所述第一形状相比较不那么凸的第二形状,其中,所述第一固体制品与所述第三固体制品的和所述第一固体表面相反的侧面相邻。

69. 根据权利要求65和67中的任一项所述的装置,其中,在没有施加的力的情况下,所述第一固体表面具有第一平坦度,并且在至少一个量值的施加力的作用下,所述固体表面具有第二形状,所述第二形状具有比所述第一平坦度大的第二平坦度。

70. 根据权利要求64至69中的任一项所述的装置,其中,所述第二固体制品包括第二固

体表面,并且其中,在没有施加的力的情况下,所述第二固体表面具有相对于所述第一固体表面是凸形的第一形状,并且在至少一个量值的施加力的作用下,所述第二固体表面具有相对于所述第一固体表面与所述第一形状相比较不那么凸的第二形状。

71. 根据权利要求64、68和70中的任一项所述的装置,还包括第四固体制品,所述第四固体制品包括第二固体表面,在没有施加力的情况下,所述第二固体表面具有相对于所述第一固体表面是凸形的第一形状,并且在至少一个量值的施加力的作用下,所述第二固体表面具有相对于所述第一固体表面与所述第一形状相比较不那么凸的第二形状,其中,所述第二固体制品与所述第四固体制品的和所述第二固体表面相反的侧面相邻。

72. 根据权利要求64至71中的任一项所述的装置,其中,所述第二固体制品包括第二固体表面,并且其中,在没有施加的力的情况下,所述第二固体表面包括具有第一平坦度的平面,并且,在至少一个量值的施加力的作用下,所述第二固体表面具有第二形状,所述第二形状具有比所述第一平坦度大的第二平坦度。

73. 根据权利要求69至72中的任一项所述的装置,其中,所述固体表面的第二平坦度公差比所述固体表面的第一平坦度公差小至少1.5倍。

74. 根据权利要求69至73中的任一项所述的装置,其中,所述固体表面的所述第二平坦度公差比所述固体表面的所述第一平坦度公差小高达10倍。

75. 根据权利要求65和66至74中的任一项所述的装置,其中,所施加的力的与所述电化学装置的至少一个电极的活性表面正交的分量限定至少49牛顿每平方厘米的压力。

76. 根据权利要求65和66至75中的任一项所述的装置,其中,所施加的力的与所述电化学装置的至少一个电极的活性表面正交的分量限定小于或等于250牛顿每平方厘米的压力。

77. 根据权利要求64至76中的任一项所述的装置,其中,所述第一固体制品和/或所述第二固体制品包括金属、金属合金、复合材料或其组合。

78. 根据权利要求77所述的装置,其中,所述金属、金属合金或复合材料包括铝。

79. 根据权利要求65至78中的任一项所述的装置,还包括将所述第一固体制品连接至所述第二固体制品的连接器,其中,所述连接器包括具有轮廓的表面部分,所述表面部分与和所述第一固体表面相反的带轮廓表面接合。

80. 根据权利要求79中的任一项所述的装置,其中,所述装置构造成使得所述第一固体制品在至少一个量值的施加力的作用下变形,其中,所述第一固体制品的所述变形导致所述第一固体制品的和所述第一固体表面相反的所述带轮廓表面与所述连接器的所述表面部分的所述轮廓之间的相对旋转运动。

81. 根据权利要求64、67至68和70至77中的任一项所述的装置,其中,所述装置构造成使得所述第一固体制品在至少一个量值的施加力的作用下变形,其中,所述第一固体制品的所述变形导致所述第一固体制品的所述带轮廓表面与所述连接器的所述表面部分的所述轮廓之间的相对旋转运动。

82. 根据权利要求79至80中的任一项所述的装置,其中,所述连接器的所述表面部分的所述轮廓的至少一部分与所述第一固体制品的和所述第一固体表面相反的所述带轮廓表面互补。

83. 根据权利要求64、67至68和70至77和81所述的装置,其中,所述连接器的所述表面

部分的所述轮廓的至少一部分与所述第一固体制品的所述带轮廓表面互补。

84. 根据权利要求79至80和82中的任一项所述的装置, 其中, 所述连接器的所述表面部分的所述轮廓具有凸部, 并且所述第一固体制品的与所述第一固体表面相反的所述带轮廓表面具有与所述连接器的所述表面部分的所述轮廓的所述凸部接合的凹部。

85. 根据权利要求64、67至68和70至77、81和83中的任一项所述的装置, 其中, 所述连接器的所述表面部分的所述轮廓具有凸部, 并且所述第一固体制品的所述带轮廓表面具有与所述连接器的所述表面部分的所述轮廓的所述凸部接合的凹部。

86. 根据权利要求84至85中的任一项所述的装置, 其中, 所述凹部沿着至少两个轴线是凹形的。

87. 根据权利要求84至85中的任一项所述的装置, 其中, 所述凹部沿着单个轴线是凹形的。

88. 根据权利要求79至80、82和84至87中的任一项所述的装置, 其中, 所述连接器还包括与所述连接器的所述表面部分接合的紧固件, 其中, 所述第一固体制品的与所述第一固体表面相反的所述带轮廓表面与所述连接器的所述表面部分的所述轮廓接合, 使得在至少一个量值的施加力的作用下, 所述紧固件经历的弯矩小于所述紧固件在所述第一固体制品的与所述第一固体表面相反的所述外表面和所述连接器的所述表面部分是平坦的但在其他方面条件相同的情况下将经历的弯矩。

89. 根据权利要求64、67至68和70至77、81和83至87中的任一项所述的装置, 其中, 所述连接器还包括与所述连接器的所述表面部分接合的紧固件, 其中, 所述第一固体制品的所述带轮廓表面与所述连接器的所述表面部分的所述轮廓接合, 使得在至少一个量值的施加力的作用下, 所述紧固件经历的弯矩小于所述紧固件在所述第一固体表面的所述外表面和所述连接器的所述表面部分是平坦的但在其他方面条件相同的情况下将经历的弯矩。

90. 根据权利要求88至89中的任一项所述的装置, 其中, 所述紧固件包括从所述第一固体制品跨越至所述第二固体制品的杆。

91. 根据权利要求64至65和67至90中的任一项所述的装置, 其中, 所述第一固体制品包括第一固体表面, 并且所述第二固体制品包括第二固体表面, 其中, 在没有施加的力的情况下, 所述第一固体表面不大致平行于所述第二固体表面, 并且其中, 在至少一个量值的施加力的作用下, 所述第一固体制品和/或所述第二固体制品变形成使得所述第一固体表面变得大致平行于所述第二表面。

92. 根据权利要求64至91中的任一项所述的装置, 其中, 所述第一固体制品是第一固体板或包括第一固体板。

93. 根据权利要求64至92中的任一项所述的装置, 其中, 所述第二固体制品是第二固体板或包括第二固体板。

94. 根据权利要求79至93中的任一项所述的装置, 其中, 与所述固体表面相反的所述带轮廓表面是所述第一固体制品的一部分。

95. 根据权利要求65至93中的任一项所述的装置, 其中, 远端固体制品与所述第一固体制品的和所述固体表面相反的侧面相邻。

96. 根据权利要求95所述的装置, 其中, 所述带轮廓表面是所述远端固体制品的一部分。

97. 根据权利要求95至96中的任一项所述的装置, 其中, 所述第一固体制品和/或所述远端固体制品包括金属、金属合金、复合材料或其组合。

98. 根据权利要求64至97中的任一项所述的装置, 其中, 所述第一固体制品包括聚合物材料。

99. 根据权利要求95至98中的任一项所述的装置, 其中, 所述远端固体制品包括固体板。

100. 根据权利要求95至99中的任一项所述的装置, 其中, 所述第一固体表面具有比所述远端固体制品的最大侧向几何面积小的几何面积。

101. 一种系统, 包括:

根据权利要求64至100中的任一项所述的装置; 以及

电化学装置, 所述电化学装置位于所述第一固体制品与所述第二固体制品之间。

102. 根据权利要求1至30中的任一项所述的方法, 所述方法在根据权利要求31至63和101中的任一项所述的系统上执行。

用于向电化学装置施加力的方法、系统和装置

[0001] 相关申请

[0002] 本申请根据35 U.S.C. §119 (e) 要求于2019年6月21日提交的题为“Methods, Systems, and Devices for Applying Forces to Electrochemical Devices (用于向电化学装置施加力的方法、系统和装置)”的美国临时申请No. 62/864,831的优先权, 该美国临时申请的全部内容出于所有目的通过参引并入本文。

技术领域

[0003] 总体上描述了用于向电化学装置施加力的方法、系统和装置。

背景技术

[0004] 电化学电池通常包括电极, 所述电极包括参与电化学反应以产生电流的电极活性材料。向电化学电池的至少一部分施加力(例如, 在电池的循环期间)可以改善电化学电池的性能。本公开的某些实施方式涉及与向电化学电池施加力有关的创造性方法、系统和装置。

发明内容

[0005] 总体上描述了用于向电化学装置施加力的方法、系统和装置。在一些情况下, 该方法包括经由固体表面向电化学装置施加力, 在没有施加的力的情况下, 该固体表面具有相对于电化学装置的侧面是凸形的至少一部分。某些实施方式涉及用于向电化学电池施加力的系统和装置, 其中, 系统和装置中的一些系统和装置采用例如具有某些形状(例如, 在没有施加的力的情况下为凸形形状)的固体制品和/或创造性连接器。在一些情况下, 本发明的主题涉及相关产品、特定问题的替代性解决方案和/或一个或多个系统和/或制品的多种不同的用途。

[0006] 在一个方面中, 描述了方法。在一些实施方式中, 该方法包括经由固体表面向电化学装置的侧面施加力。在一些实施方式中, 固体表面的至少一部分在没有施加的力的情况下相对于电化学装置的侧面是凸形的。在一些实施方式中, 施加导致固体表面变形成使得固体表面变得较不那么凸。

[0007] 在一些实施方式中, 该方法包括向靠近电化学装置的固体制品施加力, 使得固体制品的固体表面变形。在一些实施方式中, 施加通过连接器来执行, 该连接器包括与和固体表面相反的外表面接触的表面部分。在一些实施方式中, 变形导致外表面的轮廓与连接器的表面部分的轮廓之间的相对旋转运动, 连接器的表面部分的轮廓与外表面的轮廓接合。

[0008] 在一些实施方式中, 该方法包括向靠近电化学装置的第一固体制品施加力, 使得第一固体制品的固体表面变形。在一些实施方式中, 该施加通过连接器来执行, 该连接器包括与和固体表面相反的外表面接触的表面部分以及与所述连接器的表面部分接合的紧固件。在一些实施方式中, 外表面的轮廓与连接器的表面部分的轮廓接合, 使得当施加力时, 紧固件经历的弯矩小于紧固件在外表面和连接器的表面部分是平坦的但其他方面条件相同的情

况下将经历的弯矩。

[0009] 在一些实施方式中,该方法包括经由固体表面向电化学装置施加力。在一些实施方式中,固体表面定形状成使得向电化学电池施加的力导致电化学装置中的电极活性材料在循环期间的利用相对于使用平坦固体表面但在其他方面条件相同的情况下实现的电极活性材料的利用而言更加均匀。

[0010] 在另一方面,提供了系统。在一些实施方式中,该系统包括电化学装置,该电化学装置包括第一侧面和与第一侧面相反的第二侧面。在一些实施方式中,该系统包括构造成向电化学装置施加力的装置。在一些情况下,该装置包括靠近电化学装置的第一侧面的固体表面,并且该固体表面在没有施加的力的情况下相对于电化学电池的第一侧面是凸形的。

[0011] 在另一方面,提供了一种装置。在一些实施方式中,该装置包括第一固体制品、第二固体制品和将第一固体制品连接至第二固体制品的联接器。在一些实施方式中,联接器包括具有与第一固体制品的轮廓表面接合的轮廓的表面部分。

[0012] 在一些实施方式中,该装置包括第一固体制品和第二固体制品,第一固体制品包括第一固体表面,第二固体制品包括第二固体表面。在一些实施方式中,第一固体表面具有第一形状,该第一形状在没有施加的力的情况下相对于第二固体表面是凸形的。在一些实施方式中,在至少一个量值的施加的力的作用下,第一固体表面相对于第二固体表面具有与第一形状相比较不那么凸的第二形状。

[0013] 在一些实施方式中,该装置包括第一固体制品和第二固体制品,第一固体制品包括第一固体表面,第二固体制品包括第二固体表面。在一些实施方式中,在没有施加的力的情况下,第一固体表面基本上不平行于第二固体表面。在一些实施方式中,在至少一个量值的施加力的作用下,第一固体制品和/或第二固体制品变形,使得第一固体制品变得基本上平行于第二表面。

[0014] 当结合附图考虑时,根据本发明的各种非限制性实施方式的以下详细描述,本发明的其他优点和新颖特征将变得明显。在本说明书和通过引用并入的文件包括冲突和/或不一致的公开内容的情况下,应以本说明书为准。

附图说明

[0015] 将参照附图通过示例的方式来描述本发明的非限制性实施方式,附图是示意性的并且不旨在按比例绘制。在附图中,示出的每个相同或几乎相同的部件通常由单一数字表示。为了清楚起见,在不需要图示以使本领域普通技术人员理解本发明的地方,没有在每个附图中标记每个部件,也未示出本发明的每个实施方式的每个部件。在附图中:

[0016] 图1A示出了根据某些实施方式的示例性电化学装置和在没有施加的力的情况下的固体表面的正视图的示意图;

[0017] 图1B示出了根据某些实施方式的示例性电化学装置和在施加有的力的情况下的固体表面的正视图的示意图;

[0018] 图1C至图1D示出了根据某些实施方式的示例性固体表面的正视图的示意图,其中,图1D中的示例性固体表面相比于图1C中的固体表面较不那么凸并且具有更大的平坦度;

[0019] 图2示出了根据某些实施方式的电化学装置的示意性横截面图；

[0020] 图3示出了根据某些实施方式的用于向电化学装置施加力的示例性装置的正视图的示意图；

[0021] 图4A示出了根据某些实施方式的示例性系统在没有施加的力的情况下的正视图的示意图,该示例性系统包括电化学装置和用于向电化学装置施加力的装置；

[0022] 图4B示出了根据某些实施方式的示例性系统在施加有力的情况下的的正视图的示意图,该示例性系统包括电化学装置和用于向电化学装置施加力的装置；

[0023] 图5A示出了根据某些实施方式的示例性电化学装置、包括固体表面的固体制品和远端固体制品在没有施加的力的情况下的正视图的示意图；

[0024] 图5B示出了根据某些实施方式的示例性电化学装置、包括固体表面的固体制品和远端固体制品在施加有力的情况下的正视图的示意图；

[0025] 图5C示出了根据某些实施方式的示例性电化学装置、包括固体表面的固体制品和远端固体制品在没有施加的力的情况下的正视图的示意图,该远端固体制品具有大于固体表面的面积的最大侧向几何面积；

[0026] 图5D示出了根据某些实施方式的示例性电化学装置、包括固体表面的固体制品和远端固体制品在施加有力的情况下的正视图的示意图,该远端固体制品具有大于固体表面的面积的最大侧向几何面积；

[0027] 图6示出了根据某些实施方式的示例性系统的侧视图的示意图,该示例性系统包括电化学装置和用于向电化学装置施加力的装置；

[0028] 图7示出了根据某些实施方式的示例性系统的侧视图的示意图,该示例性系统包括电化学装置和用于向电化学装置施加力的装置；

[0029] 图8示出了根据某些实施方式的用于向电化学装置施加力的示例性装置的正视图的示意图；

[0030] 图9A示出了根据某些实施方式的示例性系统的分解图,该示例性系统包括电化学装置和用于向电化学装置施加力的装置；

[0031] 图9B示出了根据某些实施方式的示例性系统在没有施加的力的情况下的侧视图图示,该示例性系统包括电化学装置和用于向电化学装置施加力的装置；

[0032] 图9C示出了根据某些实施方式的示例性系统在施加有力的情况下的侧视图图示,该示例性系统包括电化学装置和用于向电化学装置施加力的装置；

[0033] 图9D示出了根据某些实施方式的示例性系统的俯视图图示,该示例性系统包括电化学装置和用于向电化学装置施加力的装置；以及

[0034] 图9E示出了根据某些实施方式的示例性系统的侧视图图示,该示例性系统包括电化学装置和用于向电化学装置施加力的装置。

具体实施方式

[0035] 总体上描述了用于向电化学装置施加力的方法、系统和装置。某些方法、系统和装置涉及经由固体表面向电化学装置(例如,电池或电池组)的侧面施加力,固体表面的形状被选择成使得电化学装置所经受的最终压力相对于经由不具有该形状的物体施加力的情况而言导致电化学装置的改善的性能(例如,在充电和/或放电期间)。在一些非限制性情况

下,该方法包括经由固体表面向电化学装置施加力,该固体表面在没有施加的力的情况下具有相对于电化学装置的侧面是凸形的至少一部分。例如,可以使用包含一个或更多个固体制品的装置来施加力,所述固体制品的表面的至少一部分具有被选择成以期望的方式分布所施加的力的形状(例如,凸形形状)。

[0036] 向包括固体表面的部件施加力可能导致固体表面的变形。在某些情况下,在没有施加的力的情况下的固体表面的形状使得当固体表面变形时,电化学装置经历期望的压力分布。例如,在一些情况下,可以实现均匀的压力分布或具有期望梯度的压力分布。在一些情况下,这种期望的压力分布可以导致电化学装置的改善的性能。利用具有即使在力诱导变形时也允许期望性能的形状的固体表面,可以使用相对较轻但容易变形的部件(例如,铝板)来施加力,这可以导致改善的能量密度。

[0037] 某些实施方式还涉及包括连接器的装置,所述连接器可以用于向包含一个或更多个固体制品的装置施加力。在一些情况下,连接器包括与固体制品接合的表面部分,使得即使当固体制品在载荷的作用下变形时,连接器也会经历相对较小的扭矩、弯曲或可能与变形相关联的其他不利的机械效应。已经发现的是,连接器可以有利地与固体制品接合的一种方式是通过布置具有下述表面部分的连接器:该表面部分具有与与固体表面相反的外表面的轮廓(例如,凹形轮廓)接合的轮廓(例如,凸形紧固件轮廓)。例如,已经发现的是,连接器可以有利地与固体制品接合的一种方式是通过布置具有下述表面部分的连接器:该表面部分具有与固体制品的外表面的轮廓(例如,凹形固体制品轮廓)接合的轮廓(例如,凸形紧固件轮廓)。

[0038] 在一些情况下,向电化学装置施加力可以导致该电化学装置在充电和/或放电期间的改善的性能。例如,在一些情况下,施加具有与电化学装置的电极的活性表面正交的分量的各向异性力可以减少问题(比如电极的表面粗糙),同时改善电流密度。一个这样的示例是使用锂金属或锂金属合金作为阳极活性材料的情况。可以向电化学装置施加这种力的一种方式是通过使用一个或更多个固体制品。例如,电化学装置和固体制品可以彼此靠近地放置,并且固体制品可以压靠于电化学装置。可能期望使用包括具有相对较低质量密度的材料(例如,诸如铝之类的轻金属)的固体制品,以便保持整个系统的高能量密度。然而,已经观察到的是,当使用包括这种材料的固体制品向电化学装置施加力时,固体制品可以变形。在一些情况下,这种变形会导致电化学装置经历不均匀的应力并经历不期望的压力分布,这可能会导致比如电极活性材料(例如,锂)的利用不均匀的问题。已经发现的是,明智地选择用于向电化学装置施加力的表面的形状(例如,固体制品的表面)可以减少或消除与这种变形相关联的问题。例如,在没有施加的力的情况下相对于电化学装置具有凸形形状的表面可以在至少一个量值的施加的力的作用下变形,使得施加期望的力分布。相反,当固体表面变形时,没有凸形形状的其他相同的表面可能会导致在电化学装置的某些区域中经历非常不均匀的力。例如,在其中经由靠近固体制品的端部的连接器施加力的某些情况下,没有凸形形状会导致在固体制品的端部附近施加相对较大的力并且在固体制品的中部附近施加相对较小的力。下面描述了针对这些见解的某些实施方式。

[0039] 在一些方面,描述了用于向电化学装置施加力的方法和装置。

[0040] 在一些实施方式中,该方法包括向电化学装置的侧面施加力。图1A描绘了示例性电化学装置200的侧视图的示意图,并且某些方法包括向电化学装置200的侧面205施加力。

如上所述,在一些情况下,向电化学装置的侧面施加力可以改善电化学装置(例如,在循环期间)的性能。例如,力的施加可以减少电化学装置的电极表面的不规则性或粗糙化(例如,当采用含锂金属或锂合金的阳极时),从而改善性能。

[0041] 在一些情况下,所施加的力可以包括正交于电化学装置的阳极的活性表面的各向异性分量。参照描绘了示例性电化学装置200的示意性横截面图的图2,可以沿箭头381的方向向电化学装置200的侧面施加力。箭头382图示了力381的正交于电极230的活性表面231(以及电极240的活性表面241)的分量。在弯曲表面(例如,活性表面)、例如凹表面或凸表面的情况下,力可以包括下述各向异性力:其具有正交于在施加力的点处与弯曲表面相切的平面的分量。在一些实施方式中,装置(例如,“压力钻机”或容纳结构)构造成向电化学装置施加力,如在下文中更详细地描述的。

[0042] 在一些实施方式中,向其施加力的电化学装置包括至少一个阳极。再次参照图2,根据某些实施方式,电化学装置200包括阳极230。在一些情况下,阳极包括阳极活性材料。如本文中所使用的,“阳极活性材料”指的是与阳极相关联的任何电化学活性物质。在一些实施方式中,阳极包括作为阳极活性材料的锂金属和/或锂金属合金。例如,再次参照图2,在一些实施方式中,阳极230包括作为阳极活性材料的锂金属和/或锂金属合金。根据某些实施方式,阳极可以包括在电化学装置(例如,电池)的充电和/或放电过程的至少一部分期间或全部期间作为电极活性材料的锂金属和/或锂金属合金。在某些情况下,阳极是或包括气相沉积的锂(例如,气相沉积的锂膜)。下面将更详细地描述另外的合适的阳极活性材料。本文中描述的某些实施方式可以涉及能够允许包括某些阳极比如含锂金属阳极的电化学装置的改善的性能(例如,充电期间锂沉积的均匀性)的系统、装置和方法。

[0043] 在一些实施方式中,电化学装置包括阴极。在一些情况下,阴极包括阴极活性材料。如本文中所使用的,“阴极活性材料”指的是与阴极相关联的任何电化学活性物质。在某些情况下,阴极活性材料可以是或包括锂嵌入化合物(例如,金属氧化物锂嵌入化合物)。作为一个非限制性示例,在一些实施方式中,图2中的阴极240包括镍-钴-锰锂嵌入化合物。下面将更详细地描述合适的阴极材料。

[0044] 如本文所使用的,“阴极”是指其中电极活性材料在充电期间被氧化而在放电期间被还原的电极,并且“阳极”是指其中电极活性材料在充电期间被还原而在放电期间被氧化的电极。

[0045] 在一些实施方式中,电化学装置包括位于阳极与阴极之间的隔离件。图2示出了位于阳极230与阴极240之间的示例性隔离件250。在一些情况下,隔离件是多孔隔离件。隔离件可以是固体非导电或绝缘材料,其将阳极和阴极彼此隔离或绝缘从而防止短路,并且其允许离子在阳极与阴极之间传输。在一些实施方式中,隔离件可以是多孔的并且可以是对电解质可渗透的。

[0046] 一些实施方式包括经由固体表面向电化学装置的侧面施加力。例如,参照图1B,某些实施方式包括经由固体表面115向电化学装置200的侧面205施加力50。固体表面可以是装置(例如,容纳结构)的其中电化学装置所在的一部分(例如,在电化学装置的循环期间)。如下所述,经由固体表面向电化学装置的侧面施加力可以包括将固体表面压靠于(或使其被压靠于)电化学装置的一部分,这可以以各种方式来实现。应当理解的是,虽然在一些情况下,固体表面可以在施加力时与电化学装置直接接触,但是在某些情况下,在施加力时,

固体表面与电化学装置的侧面之间可以定位有一个或多个中间部件(例如,诸如泡沫层或电子部件之类的固体层)。例如,在图1B中,固体表面115与电化学装置200的侧面205之间可以定位有中间部件(例如,层)。

[0047] 在一些实施方式中,在没有施加的力的情况下,固体表面的至少一部分相对于电化学装置的侧面是凸形的。例如,图1A示出了根据某些实施方式的固体表面115,在施加力之前,固体表面115的至少一部分相对于电化学装置200的侧面205是凸形的。如本领域普通技术人员将理解的,“在没有施加的力的情况下”具有给定形状的固体表面是当所有外力从包括该表面的物体移除时总是呈现该特定形状的固体表面。因此,在没有施加的力的情况下具有凸形形状的表面是当所有外力从包括该表面的物体移除时总是呈现凸形形状的表面。通常,当第一表面远离第二表面弯曲时,第一表面相对于第二表面是凸形的,使得第一表面具有内部子部分和围绕内部子部分的外部子部分,其中,外部子部分比内部子部分更远离第二表面。(换句话说,相对于第二表面是凸形的表面在从第二表面的角度观察时似乎是凸形的。)作为非限制性示例,根据某些实施方式,图1A中的固体表面115远离电化学装置200的侧面205弯曲,使得内部子部分115a比外部子部分115b更接近电化学装置200的侧面205。表面的相对于第二表面是凸形的一部分从包括第一表面的物体的大部分朝向第二表面“向外凸出”(例如,根据某些实施方式,固体表面115从固体制品110的大部分朝向电化学装置200的侧面205向外凸出)。

[0048] 应当理解的是,表面的相对于其他表面是凸形的部分指的是该部分的外部几何表面。物体的外部几何表面指的是当在与物体的最大横截面尺寸基本相同的尺度下分析时限定物体的外边界的表面。通常,物体的外部几何表面不包括内表面,比如由多孔物体内的孔限定的表面。

[0049] 在一些实施方式中,电化学装置是包括电化学装置和构造成向电化学装置施加力的装置的系统的一部分。图3描绘了根据某些实施方式的构造成向电化学装置施加力的示例性装置100的正视图的示意图,并且图4A描绘了根据某些实施方式的包括装置100和电化学装置200的示例性系统300。在一些实施方式中,构造成向电化学装置施加力的装置包括靠近电化学装置的侧面的固体表面。在一些情况下,靠近电化学装置的侧面的固体表面在电化学装置的1cm、5mm、1mm、0.5mm、100 μ m、50 μ m、10 μ m或更小的范围内。在一些情况下,向电化学装置的侧面施加的力经由该装置的固体表面施加。例如,再次参照图3,根据某些实施方式,装置100包括固体表面115。再次参照图4A,在一些情况下,可以经由装置100的第一固体表面115向电化学装置200施加力。

[0050] 如上所述,在一些情况下,在没有施加的力的情况下,固体表面的经由其向电化学装置的侧面施加力的至少一部分相对于电化学装置的该侧面是凸形的。因此,在一些情况下,构造成向电化学装置施加力的装置的固体表面在没有施加的力的情况下相对于电化学装置的侧面是凸形的。例如,在图4A中,装置100的第一固体表面115相对于电化学装置200的侧面205是凸形的。

[0051] 在一些实施方式中,向电化学装置的侧面施加力导致固体表面变形,使得固体表面变得较不那么凸。例如,参照图1A至图1B,根据某些实施方式,经由固体表面115向电化学装置200的侧面205施加力50导致固体表面115变形,使得固体表面115相比于其在没有施加的力50的情况下(如图1A中所示)较不那么凸(如图1B中所示)。变得较不那么凸的表面通常

是指凸形表面的曲率减小,使得表面变得更平坦。在某些实施方式中,在存在向电化学装置的侧面施加的力的情况下使表面变得较小凸形可以导致电化学装置的侧面上的期望的压力分布,这在一些情况下可以改善电化学装置的性能和耐久性。例如,力通过其施加的固体表面可以在施加力之前具有相对较大的凸形形状,并且在施加力之后具有相对较小的凸形(例如,更平坦的)形状。在施加力的期间,凸度的变化可以在电化学装置上建立期望的压力分布。

[0052] 在涉及包括电化学装置和构造成向电化学装置施加力的装置的系统的实施方式中,构造成施加力的装置的靠近电化学装置的侧面的凸形固体表面在至少一个量值的施加的力的作用下变得较不那么凸。例如,再次参照图4A至图4B,根据某些实施方式,固体表面115在没有施加的力的情况下(例如,在没有施加至装置100的载荷的情况下,如图4A中所示)相对于电化学装置200的侧面205是凸形的,但是在力50的作用下(如图4B中所示),装置100的固体表面115变得较不那么凸。

[0053] 在一些实施方式中,向电化学装置的侧面施加力导致固体表面的平坦度相对于在没有施加的力的情况下的固体表面的平坦度增加。例如,再次参照图1A至图1B,经由固体表面115(如图1B中所示)向电化学装置200的侧面205施加力50使固体表面115的平坦度相对于在没有施加的力50(如图1A中所示)的情况下的固体表面115的平坦度增加。换句话说,本文中描述的装置(例如,装置100)可以包括固体表面,该固体表面在没有施加的力的情况下具有第一平坦度,并且在至少一个量值的施加的力的作用下,该固体表面具有大于第一平坦度的第二平坦度。在图4A和图4B中示出了一个这样的示例,其中装置100包括固体表面115,该固体表面115在没有施加的力(图4A中所示)的情况下具有第一平坦度,并且在图4B中的施加的力50的作用下具有大于第一平坦度的第二平坦度。固体表面的平坦度可以在施加力时增加,因为该力压缩表面使得表面变形。

[0054] 在一些情况下,施加力导致固体表面的平坦度公差相比于在没有施加的力的情况下变得更小(例如,“更紧”)。根据ASME Y14.5-2009标准,可以通过确定限定表面的公差区域的两个平行平面之间的距离来测量平坦度公差。公差区域可以通过确定表面的三维轮廓(例如,使用坐标测量机(CMM)、视觉或X射线系统、高度计或任何其他合适的方法),并且然后确定包含整个表面的最小公差区域来确定。作为示例,参照图1C,固体表面115的平坦度公差可以通过确定由平面31和与平面31平行的平面32(平面31和平面32由虚线表示)限定的公差区域30来确定。在图1C中,公差区域30是包含整个固体表面115的最小区域。一旦公差区域被确定,限定公差区域的平行平面之间的距离即为平坦度公差。例如,在图1C中,固体表面115的平坦度公差是平面31与平面32之间的距离122。应当理解的是,根据ASME Y14.5-2009标准,如果第一表面的平坦度公差小于第二表面的平坦度公差,则第一表面比第二表面更平坦。例如参照图1C至图1D,由于图1D中的距离124小于图1C中的距离122,因此图1D中的固体表面115相比于图1C中的固体表面115具有更小的平坦度公差。图1D中的固体表面115相比于图1C中的固体表面115可以更平坦(具有较小的平坦度公差),这至少部分是由于施加了导致固体表面115变形的力。

[0055] 在一些实施方式中,向电化学装置的侧面施加力导致固体表面的平坦度相对于在没有施加的力的情况下的固体表面的平坦度增加。例如,固体表面可以是固体制品的一部分,并且固体表面在没有施加的力的情况下可以具有带有第一平坦度的第一形状,并且在

至少一个量值的力的作用下,固体表面可以具有带有第二平坦度的第二形状,其中,第二平坦度大于第一平坦度。换句话说,在一些实施方式中,固体表面(例如,作为装置的构造成向电化学装置施加力的一部分的固体表面)在没有施加的力的情况下具有第一平坦度公差,并且在至少一个量值的施加的力的作用下,固体表面具有小于第一平坦度公差的第二平坦度公差。

[0056] 在一些实施方式中,向电化学装置的侧面施加力导致固体表面的平坦度相对于在没有施加的力的情况下的固体表面的平坦度相对较大地增加。换句话说,在一些实施方式中,向电化学装置的侧面施加力导致固体表面的平坦度公差相对较大地降低。在一些情况下,在使用具有相对较低质量或质量密度的物体来施加力(例如,在力的作用下变形的相对较轻的固体制品)的同时,使固体表面的平坦度相对较大地增加可能会导致在循环期间电极活性材料的相对均匀的利用和/或电化学装置上的相对均匀的压力分布。在一些实施方式中,在施加力期间,固体表面的平坦度公差相对于在没有施加的力的情况下的固体表面的平坦度公差降低至少1.5倍、至少2倍、至少5倍或更多。在一些情况下,在施加力期间,固体表面的平坦度公差降低多达8倍、10倍或更多。这些范围的组合是可能的。例如,在一些情况下,在施加力期间,固体表面的平坦度公差增加至少1.5倍、多达10倍。

[0057] 在一些实施方式中,在经由固体表面施加力期间,固体表面的平坦度公差的绝对变化相对较大。这种平坦度公差的变化指示固体表面的相对较大的变形(例如,使得固体表面变得更加平坦)。在一些实施方式中,在施加力期间,固体表面的平坦度公差相对于在没有施加的力的情况下的固体表面的平坦度公差变化至少0.1mm、至少0.5mm、至少1mm或至少5mm。在某些实施方式中,在施加力期间,平坦度公差相对于在没有施加的力的情况下的固体表面的平坦度公差从施加力之前到施加力之后变化多达1cm、多达2cm、多达5cm或更多。

[0058] 在一些实施方式中,固体表面是固体制品的一部分。例如,再次参照图1A至图1B、图3以及图4A至图4B,根据某些实施方式,固体表面115是固体制品110的一部分。在一些情况下,实施方式涉及一种包括固体制品的装置,该固体制品包括经由其向电化学装置的侧面施加力的固体表面。例如,图3和图4A至图4B图示了根据某些实施方式的包括固体制品110的装置100的正视图,其中,固体制品110包括固体表面115。在一些情况下,向电化学装置的侧面施加力可以包括向固体制品施加载荷,使得经由固体制品的固体表面向电化学装置施加力。例如,参照图4A,向电化学装置200的侧面205施加力可以包括向固体制品110施加载荷,使得固体制品110以及因此固体表面115在载荷的作用下变形,因为所产生的力经由固体表面115施加至电化学装置200的侧面205。

[0059] 在一些实施方式中,固体制品(例如,其是构造成向电化学装置施加力的装置的一部分)包括任何合适的固体材料。在一些实施方式中,固体制品是或包括金属、金属合金、复合材料或其组合。在一些情况下,固体制品是或包括的金属是过渡金属。例如,在一些实施方式中,固体制品是或包括Ti、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu或其组合。在一些实施方式中,固体制品是或包括非过渡金属。例如,在一些实施方式中,固体制品是或包括Al、Zn或其组合。固体制品可以是或包括的示例性金属合金包括铝合金、铁合金(例如,不锈钢)或其组合。固体制品可以是或包括的示例性复合材料包括但不限于增强聚合物、金属或陶瓷材料(例如,纤维增强复合材料)、含碳复合材料或其组合。在一些实施方式中,复合材料是或包括碳纤维材料。

[0060] 在一些实施方式中,包括固体表面(例如,凸形表面)的固体制品包括聚合物材料

(例如,有机聚合物材料)。在一些这样的实施方式中,固体制品包括大于或等于25重量百分比(wt%)、大于或等于50wt%、大于或等于75wt%、大于或等于90wt%、大于或等于95wt%、大于或等于99wt%、或高达100wt%的量的聚合物材料(例如,有机聚合物材料)。合适的聚合物材料的示例包括但不限于丙烯腈-丁二烯-苯乙烯、聚乳酸、聚酰胺、聚醚醚酮、尼龙、聚碳酸酯、聚醚酰亚胺树脂或其组合。与其他类型的材料相比,包括聚合物材料的固体制品的制造相对便宜,并且可以相对容易地变形。

[0061] 固体制品可以具有多种合适的弹性模量中的任何一种弹性模量。固体制品的弹性模量可以足够高,使得其能够充分保持其形状。在一些实施方式中,固体制品的弹性模量大于或等于10MPa、大于或等于50MPa、大于或等于100MPa、大于或等于200MPa、大于或等于500MPa、大于或等于1GPa、大于或等于2GPa、大于或等于5GPa、大于或等于10GPa、大于或等于20GPa、大于或等于50GPa、大于或等于100GPa、大于或等于200GPa或更大。在一些实施方式中,包括固体表面的固体制品的弹性模量小于或等于800GPa、小于或等于760GPa、小于或等于500GPa、小于或等于400GPa、小于或等于300GPa、小于或等于250GPa、小于或等于200GPa、小于或等于150GPa、小于或等于100GPa、小于或等于75GPa、小于或等于50GPa、小于或等于25GPa、小于或等于10GPa、小于或等于5GPa或更小。这些范围的组合是可能的(例如,大于或等于10MPa且小于或等于800MPa、大于或等于1GPa且小于或等于250GPa)。具有低弹性模量的材料在给定载荷的作用下相比于具有高弹性模量的材料更易于变形。

[0062] 在某些情况下,固体制品是或包括具有相对较低质量密度的材料。例如,在一些实施方式中,固体制品是或包括金属、金属合金或包含铝的复合材料。在一些情况下,铝以相对较高的量存在于固体制品中。例如,在一些实施方式中,铝以至少10%、至少25%、至少50%、至少75%、至少90%、至少95%、至少95%或100%的重量百分比存在。在其中期望包括被构造成施加力的装置和电化学装置的系统具有相对较高的能量密度(例如,重力能量密度)的一些(但不一定是所有)情况下,具有相对较低的质量密度可能是有用的。在一些情况下,使用本文中所描述的方法和装置(例如,涉及使用在没有施加的力的情况下是凸形的固体表面)可以允许在使用具有相对较低的质量密度的固体制品的同时向电化学装置施加相对较大值的力,而不会造成有害结果,比如电极活性材料的利用率的相对不均匀分布(例如,由于相对不均匀的压力分布)。

[0063] 在一些实施方式中,固体制品是或包括固体板。例如,参照图1A,在一些实施方式中,固体制品110是固体板。应当理解的是,固体板的表面不一定需要是平坦的。例如,固体板的侧面中的一个侧面可以包括经由其向电化学装置施加力的固体表面,并且该表面在没有施加的力的情况下可以是弯曲的(例如,凸形的)。在一些实施方式中,固体板的表面在没有力的情况下都不是平坦的。在一些情况下,固体板的表面在至少一个量值的施加的力的作用下都不是平坦的。

[0064] 在某些情况下,固体制品不是固体板。例如,在一些情况下,固体表面和构造成容纳电化学装置的容纳结构的其他部件是整体式结构的一部分。例如,在一些情况下,整体式容纳结构包括内表面,在没有施加的力的情况下,该内表面的至少一部分相对于容纳在容纳结构内的电化学装置的侧面是凸形的。

[0065] 包括固体表面的固体制品可以与其他固体制品接触。在一些实施方式中,远端固体制品与该固体制品的与固体表面相反的侧面相邻。图5A至图5B示出了一个这样的实施方

式的示意性正视图图示。在图5A中,固体制品110包括固体表面115,固体表面115的至少一部分在施加力之前相对于电化学装置200的侧面205是凸形的。在该实施方式中,固体制品110与远端固体制品113相邻。远端固体制品113与固体制品110的与固体表面115相反的侧面116相邻。

[0066] 在本公开的上下文中已经观察到的是,在一些情况下,与经由包括固体表面的单个固体制品施加力相比,经由多个固体制品(例如,包括成形的固体表面的固体制品和相邻的远端固体制品)施加力有助于更容易且更便宜的制造以及在设计方面的更大的灵活性。例如,包括固体表面(例如,带轮廓的固体表面)的固体制品和远端固体制品可以被独立地设计和制造,从而提供较少的制造限制。此外,在一些实施方式中,包括固体表面的固体可以相对较小,而经由其施加力的大多数固体材料可以是没有固体表面的远端固体制品。远端固体制品可以呈简单的、规则形状的不带轮廓的物体的形式。结果,可能只需要对相对少量的材料(包括固体表面的固体制品)进行成形(例如,使得固体表面的至少一部分是凸形的)。相比于单个固体制品的情况,这可以使得制造更便宜。远端固体制品可以是固体板(例如,平板)。

[0067] 图5A至图5B图示了根据某些实施方式的经由多个固体制品向电化学装置的侧面施加力。在一些实施方式中,经由固体制品110的固体表面115向电化学装置200的侧面205施加力50导致固体表面115变形,使得固体表面115相比于其在没有施加的力50(如图5A中所示)的情况下较不那么凸(如图5B中所示)。在经由固体制品施加力时,远端固体制品可以承受载荷,而包括固体表面的固体制品可以影响电化学装置所经历的最终压力分布。在一些实施方式中,固体制品的固体表面变形(例如,变得较不那么凸,变得更平坦),而远端固体制品也变形(例如,弯曲)。例如,参照图5B,力50的施加导致固体制品110的固体表面115变形(使其较不那么凸),而远端固体制品113也经历弯曲。

[0068] 在一些实施方式中,包括固体表面的固体制品(例如,固体制品110)和远端固体制品(例如,远端固体制品113)(例如,经由焊接、经由粘合剂、经由紧固件)彼此附接。本领域普通技术人员将能够区分彼此粘附的两个分开的固体制品(在这种情况下,存在体积彼此不重叠的两个可区分域)与传统复合制品(其中,两种材料混合使得传统复合制品的域重叠)。在一些实施方式中,包括固体表面的固体制品和远端固体制品不附接,而是经由施加的力(例如,当本文中所描述的装置经由一个或更多个联接器组装时)保持在一起。

[0069] 包括固体表面的固体制品和远端固体制品可以独立地由以上在固体制品的上下文中所述的材料中的任何材料制成。例如,固体制品和/或远端固体制品可以包括金属(例如,铝)、金属合金(例如,不锈钢)、复合材料(例如,碳纤维)、聚合物材料或其组合。在一些实施方式中,固体制品和远端固体制品由相同的材料或材料的组合制成,而在其他实施方式中,固体制品和远端固体制品由不同的材料或材料的组合制成。

[0070] 在一些实施方式中,包括固体表面的固体制品具有相对较低的弹性模量(例如,小于或等于75GPa和/或低至10MPa),并且远端固体制品具有相对较高的弹性模量(例如,大于或等于100GPa和/或高达800GPa)。这种实施方式的一个示例是其中固体制品包括聚合物材料并且远端固体制品包括含有碳纤维的复合材料(例如,碳纤维固体板)。

[0071] 在一些实施方式中,经由其向电化学装置施加力的固体表面具有的几何面积小于远端固体制品的最大侧向几何面积。例如,图5C至图5D示出了包括经由其向电化学装置200

的侧面205施加力的固体表面115的固体制品110的示意性正视图图示。固体制品包括固体表面115。远端固体制品113与固体制品110的与固体表面115相反的侧面116相邻。根据某些实施方式,远端固体制品113具有与平行于最大侧向尺寸127的平面中的横截面相对应的最大侧向几何面积。在一些实施方式中,如图5C至图5D所示,固体表面115具有的几何面积小于与平行于最大侧向尺寸127的平面中的横截面相对应的最大侧向几何面积。在一些实施方式中,经由固体制品110的固体表面115向电化学装置200的侧面205施加力50导致固体表面115变形,使得固体表面115相比于其在没有施加的力50的情况下(如图5C中所示)较不那么凸(如图5D中所示)。

[0072] 固体表面可以具有小于或等于远端固体制品的最大侧向几何面积的90%(或者小于或等于75%、小于或等于50%、小于或等于25%或更小)的几何面积。

[0073] 在一些实施方式中,固体表面(例如,凸形表面)的面积大于或等于电化学装置的向其施加力的侧面的面积。在某些这样的情况下,固体表面的面积大于或等于电化学装置的向其施加力的侧面的面积,但小于远端固体制品的最大侧向几何面积。

[0074] 固体制品可以具有任何合适的尺寸。例如,固体制品的厚度可以被选择成使得厚度足够小,使得固体制品不会太重而使系统的能量密度低得无法接受,而是足够高,使得固体制品能够承受施加的载荷(例如,在向电化学装置施加力期间)。在一些实施方式中,固体制品的最大厚度大于或等于1mm、大于或等于5mm、大于或等于1cm或更大。在一些情况下,固体制品的最大厚度小于或等于5cm、小于或等于2cm或更小。这些范围的组合是可能的。例如,在一些实施方式中,固体制品的最大厚度大于或等于1mm且小于或等于5cm。

[0075] 固体制品可以具有任何合适的纵横比。在某些情况下,具有相对大的纵横比的固体制品可以用于向相对大量的电化学装置施加力,同时包括相对少量的材料,这可以有助于系统的相对较高的能量密度。在某些情况下,固体制品具有相对高的纵横比至少部分地有助于固体制品在载荷的作用下变形的程度。在一些实施方式中,存在相对较大的固体制品的侧向尺寸与固体制品的最大厚度的比率。例如,再次参照图1A,在一些实施方式中,固体制品110具有侧向尺寸127和最大厚度123,并且侧向尺寸127与厚度123的比率相对较大。在一些实施方式中,在没有施加的力的情况下,固体制品的至少一个侧向尺寸与物体的最大厚度的比率大于或等于1、大于或等于2、大于或等于5、大于或等于10、大于或等于50、大于或等于100或更大。在一些实施方式中,在没有施加的力的情况下,固体制品的至少一个侧向尺寸与物体的最大厚度的比率小于或等于1000、小于或等于500、小于或等于200或更小。这些范围的组合也是可能的。例如,在一些实施方式中,在没有施加的力的情况下,固体制品的至少一个侧向尺寸与物体的最大厚度的比率至少为1且小于或等于1000。

[0076] 在一些实施方式中,在没有施加的力的情况下,固体制品的所有侧向尺寸与物体的最大厚度的比率大于或等于1、大于或等于2、大于或等于5、大于或等于10、大于或等于50、大于或等于100或更大。在一些实施方式中,在没有施加的力的情况下,固体制品的所有侧向尺寸与物体的最大厚度的比率小于或等于1000、小于或等于500、小于或等于200或更小。这些范围的组合是可能的。例如,在一些实施方式中,在没有施加的力的情况下,固体制品的所有侧向尺寸与物体的最大厚度的比率至少为1且小于或等于1000。

[0077] 在如上所述经由固体表面向电化学装置的侧面施加力的一些实施方式中,第二固体表面靠近电化学装置的第二侧面。在一些情况下,第二表面在没有施加的力的情况下相

对于电化学装置的第二侧面也是凸形的,但是存在至少一个量值的施加的力,在该至少一个量值的施加力的作用下,第二表面变得较不那么凸。

[0078] 在经由固体表面向电化学装置的侧面施加力的某些情况下,电化学装置的侧面是第一侧面,固体表面是第一固体制品的一部分,电化学装置包括第二侧面,并且第二固体制品的第二固体表面的至少一部分靠近电化学装置的第二侧面。例如,参照图4A,在一些实施方式中,装置100构造成向电化学装置200的第一侧面205施加力,该装置100包括作为第一固体制品110的一部分的第一固体表面115,并且装置100还包括可选的靠近电化学装置200的第二侧面207的第二固体制品120。在一些情况下,第二固体制品具有与第一固体制品相同的成分,而在其他情况下,第二固体制品具有与第一固体制品不同的成分。第二固体制品在没有施加的力的情况下可以具有与第一固体制品相同的形状,或者在没有施加的力的情况下可以具有与第一固体制品不同的形状。在一些实施方式中,第二固体制品是固体板或包括固体板。例如,参照图3,在某些实施方式中,第二固体制品120是固体板。在一些实施方式中,第二固体制品被制成与其他固体制品接触。在一些实施方式中,第二远端固体制品与第二固体表面(例如,凸形表面)相对的第二固体制品的侧面相邻。

[0079] 在一些实施方式中,第二固体制品的靠近电化学装置的第二侧面的第二固体表面在施加的力被移除时的凸度小于第二固体制品的第二固体表面的凸度。在一些实施方式中,该装置包括靠近电化学装置的第二侧面的第二固体表面(例如,作为第二固体制品的一部分),该第二固体表面在没有施加的力的情况下相对于电化学装置的第二侧面是凸形的,并且将力施加至电化学装置会导致第二固体制品变形,使得第二固体表面变得较不那么凸。再次参照图4A和图4B,例如,在一些实施方式中,靠近电化学装置200的第二侧面207的第二固体制品120的第二固体表面125在没有施加力的情况下具有凸度(如图4A中所示出的),并且当施加力50(如图4B中所示出的)时,第二固体制品120的第二固体表面125变得较不那么凸。

[0080] 在构造成向电化学装置施加力的装置包括具有第一固体表面的第一固体制品和具有第二固体表面的第二固体制品的某些情况下,第一固体制品具有在没有施加的力的情况下的第一形状,该第一形状相对于第二固体表面是凸形的。例如,参照图3,根据某些实施方式,装置100包括具有第一固体表面115的第一固体制品110,并且装置100还包括具有第二固体表面125的第二固体制品120。在一些实施方式中,第一固体制品110具有在没有施加的力的情况下的第一形状,该第一形状相对于第二固体制品120的第二表面125是凸形的。例如,图3中的第一固体制品110具有使得第一固体表面115在没有施加的力的情况下远离第二固体制品120弯曲的形状。在一些实施方式中,在至少一个量值的施加的力的作用下,第一固体表面相对于第二固体表面具有比第一形状较不那么凸的第二形状。将电化学装置200包括在装置100内可以产生系统300,如图4A中根据某些实施方式所示出的。在一些实施方式中,如图4B中所示出的,当施加力50时,第一固体制品110具有第二形状,其中,第一固体制品110的第二形状相对于第二固体制品120的第二固体表面125比在未施加力50时的凸形小(例如,第一固体表面115较不那么凸)。

[0081] 在一些实施方式中,构造成向电化学装置施加力的装置包括具有第一固体表面的第一固体制品和具有第二固体表面的第二固体制品,其中,第一固体表面在没有施加的力的情况下大体上不平行于第二固体表面。例如,如果与第一固体表面相切的任何平面大体

上不平行于与第二固体表面相切的所有平面,则第一固体表面大体上不平行于第二固体表面。在一些实施方式中,例如,如果由两个平面限定的最大角度小于或等于 10° 、小于或等于 5° 、小于或等于 2° 或者小于或等于 1° ,则两个表面可以大体上平行。在一些情况下,在至少一个量值的力的作用下,第一固体制品和/或第二固体制品变形成使得第一固体表面变得大体上平行于第二表面。

[0082] 该装置的第一固体表面大体上不平行于第二固体表面的一个这样的示例性情况是第一固体表面相对于第二固体制品是凸形的情况,如上文所描述并根据图3中的某些实施方式所说明的。然而,应当理解的是,第一固体制品的第一固体表面和/或第二固体制品的第二表面即使在没有施加的力的情况下也不一定是凸形的(或者当存在施加的力时,包括例如相对于电化学装置的侧面是凸形的部分)。例如,在一些实施方式中,第一固体制品的厚度线性地变化,使得第一固体表面相对于第二固体表面倾斜(例如,楔形的第一固体制品)。在施加至少一个量值的力的作用下,倾斜的第一固体表面可以变形成使得其变得大体上平行于第二固体表面。在一些情况下,第一固体制品的形状和第一固体表面(和/或第二固体制品的形状和第二固体表面)被选择成使得当向电化学装置施加力时,在循环期间实现了电极活性材料的相对均匀的利用,并且在某些情况下,所选择的形状不是在存在施加的力和/或该装置的其他固体制品时相对于电化学装置的侧面是凸形的形状。

[0083] 在一些实施方式中,施加至电化学装置的侧面的力的量值是相对大的。在一些情况下,将相对大的力施加至电化学装置的侧面可以为电化学装置的性能提供相对大的改进(例如,提高电流密度、减少含锂阳极在循环期间的表面粗糙化等)。在一些情况下,所施加的力具有正交于电化学装置的至少一个电极的活性表面的分量。在一些实施方式中,所施加的力的正交于电化学装置的至少一个电极的活性表面的分量限定了至少49牛顿每平方厘米、至少78牛顿每平方厘米、至少98牛顿每平方厘米、至少117.6牛顿每平方厘米、至少147牛顿每平方厘米、至少175牛顿每平方厘米、至少200牛顿每平方厘米、至少225牛顿每平方厘米、或者至少250牛顿每平方厘米的压力。在一些实施方式中,所施加的力的正交于电化学装置的至少一个电极的活性表面的分量限定了小于或等于250牛顿每平方厘米、小于或等于225牛顿每平方厘米、小于或等于196牛顿每平方厘米、小于或等于147牛顿每平方厘米、小于或等于117.6牛顿每平方厘米、或者小于或等于98牛顿每平方厘米的压力。在一些实施方式中,所施加的力的正交于电化学装置的至少一个电极的活性表面的分量限定了49牛顿每平方厘米与147牛顿每平方厘米之间、49牛顿每平方厘米与117.6牛顿每平方厘米之间、68.6牛顿每平方厘米与98牛顿每平方厘米之间、78牛顿每平方厘米与108牛顿每平方厘米之间、49牛顿每平方厘米与250牛顿每平方厘米之间、80牛顿每平方厘米与250牛顿每平方厘米之间、90牛顿每平方厘米与250牛顿每平方厘米之间、或者100牛顿每平方厘米与250牛顿每平方厘米之间的压力。在一些实施方式中,力或压力可以经由如本文所描述的固体表面从外部施加至电池。虽然在本文中通常分别以牛顿和牛顿每单位面积为单位来描述力和压力,但是也可以分别以千克力(kgf)和千克力每单位面积为单位来表示力和压力。本领域普通技术人员将熟悉基于千克力的单位,并且将理解的是,1千克力相当于9.8牛顿。在一些情况下,本文所描述的方法、装置和系统的使用可以在仍然保持电极活性材料的利用的相对均匀的分布的同时提供对电化学装置施加相对大的量值的力的能力,同时经由相对较轻的(但可能可以变形的)物体(例如,相对轻量的固体制品)来施加力。

[0084] 可以以各种方式来执行将力施加至电化学装置的侧面(例如,经由在没有施加的力的情况下相对于电化学装置的侧面是凸形的和/或在施加力时变得更平坦的固体表面)。例如,在一些实施方式中,如图4A中所示出的,电化学装置位于两个固体制品(例如,包括第一固体表面的第一固体制品和包括第二固体表面的第二固体制品)之间。物体(例如,机械螺钉、螺母、弹簧等)可以用于通过将压力施加至电化学装置的端部(或者靠近端部的区域)来施加力。例如,在机械螺钉的情况下,电化学装置可以在旋转螺钉时被压缩在板之间。作为另一示例,在一些实施方式中,一个或更多个楔形物可以在构造成施加力的装置(例如,围绕包括固体制品的电池的容纳结构)与固定表面(例如,桌面、另一容纳结构的内侧表面等)之间移位。可以通过在楔形物上施加力(例如,通过转动机械螺钉)、通过驱动容纳结构(例如,容纳结构的固体制品)与相邻的固定表面之间的楔形物来施加力。

[0085] 在一些实施方式中,可以使用压缩弹簧来施加力。例如,参照图4B,电化学装置200可以位于可选的封闭式容纳结构350中,其中,一个或更多个压缩弹簧位于第一固体制品110与可选的容纳结构350的相邻壁之间以对电化学装置200产生在箭头50的方向上的分量的力。在一些实施方式中,可以通过将一个或更多个压缩弹簧置于容纳结构的外侧来施加力,使得弹簧位于容纳结构的外侧表面与另一表面(例如,桌面、另一容纳结构的内侧表面、相邻的电池等)之间。可以使用(容纳结构的内侧或外侧的)其他元件来施加力,该其他元件包括但不限于贝氏垫圈(Belleville washers)、机械螺钉、气动装置和/或砝码等。

[0086] 一些实施方式指出,使用连接器以经由固体表面施加力,其中,连接器构造成即使在与连接器接合的物体(例如,固体制品)在力的施加期间变形的情况下也能很好地工作。例如,一些实施方式涉及向靠近电化学装置的固体制品施加力,使得固体制品的固体表面变形,其中,力的施加经由连接器来执行。因此,在一些实施方式中,构造成向电化学装置的侧面施加力的装置包括将第一固体制品连接至第二固体制品的连接器。例如,参照图3,在一些实施方式中,装置100包括连接器130。在一些情况下,连接器130从包括第一固体表面115的第一固体制品110跨越至可选的第二固体制品120。现在参照图4A,在一些实施方式中,通过使用连接器130将力施加至第一固体制品110来执行将力施加至电化学装置200的侧面205。在一些实施方式中,构造成向电化学装置的侧面施加力的装置具有多于一个连接器。在某些情况下,该装置包括至少2个连接器、至少4个连接器和/或高达8个连接器或者更多连接器。

[0087] 在一些实施方式中,连接器包括与固体制品的固体表面相反的外表面接触的表面部分。在一些实施方式中,连接器包括与固体制品的外表面接触的表面部分。例如,参照图3,连接器130包括与第一固体制品110的外表面111接触的表面部分132。表面部分可以是例如垫圈或压缩棒/压缩杆或者是垫圈或压缩棒/压缩杆的一部分。在某些情况下,将力施加至固体制品(例如,使得固体制品变形)是通过使连接器的表面部分与固体制品的外表面接触从而向固体制品的外表面施加压力(例如,通过拧紧与连接器联接的螺母或机械螺钉)来执行的。在一些实施方式中,固体制品是第一固体制品,与第一固体制品的外表面接触的连接器的表面部分是第一表面部分,并且连接器包括与第二固体制品的外表面接触的第二固体部分。

[0088] 如上文所指示的,外表面可以是固体制品本身的一部分。在一些实施方式中,连接器的表面部分的轮廓与固体制品的外表面的轮廓相接合。例如,参照图3,根据某些实施方

式,第一固体制品110的外表面111包括轮廓112,该轮廓与连接器130的表面部分132的轮廓133联接。在一些情况下,表面的轮廓是来自表面的弯曲的突出部,而在某些情况下,表面的轮廓是表面中的弯曲的凹陷部。在一些实施方式中,连接器的表面部分的轮廓与固体制品的外表面的轮廓相接合。在一些实施方式中,其中,远端固体制品与固体制品的和固体表面相反的侧面相邻,连接器的表面部分的轮廓与远端固体制品的和固体制品的固体表面相反的外部表面的轮廓相接合。应当理解的是,在一些情况下,连接器的表面部分的轮廓与和其相接合的固体制品的外表面的轮廓直接接触。然而,在某些情况下,一个或多个中间层或者物质可以位于连接器的表面部分的轮廓与固体制品的外表面的轮廓之间。例如,在一些实施方式中,润滑剂(例如,固体润滑剂、液体润滑剂)位于连接器的表面部分的轮廓与和其相接合的固体制品的外表面的轮廓之间。

[0089] 尽管在一些实施方式中,具有轮廓且和固体表面相反的外表面是包括固体表面的固体制品的一部分,但是在一些实施方式中,外表面是远端固体制品(例如,固体板)的一部分。描述了连接器和固体制品的外表面的构型和接合的上面和下面的描述也适用于外表面代替远侧固体制品的一部分的实施方式。

[0090] 在一些实施方式中,连接器的表面部分的轮廓的至少一部分与和固体表面相反的外表面的轮廓互补。如上文中所提及的,外表面可以是固体制品的一部分。例如,参照图3,连接器130的表面部分132的轮廓133的至少一部分与固体制品110的外表面111的轮廓112互补。应当理解的是,第一轮廓和第二轮廓不需要在几何上完全互补才被认为是互补的。

[0091] 在一些实施方式中,通过使用连接器将力施加至固体制品来使固体制品的固体表面变形,从而引起和固体制品的固体表面相反的外表面的轮廓与连接器的表面部分的轮廓之间的相对旋转运动,该连接器的表面部分的轮廓与和固体表面相反的外表面的轮廓相接合。轮廓之间的这种相对旋转可以参见图4B。在图4B中,由经由连接器130的力50的施加引起的固体制品110的变形引起第一固体制品110的外表面111的轮廓112与连接器130的表面部分132的轮廓133之间的相对旋转运动,如由双箭头60所图示的。在一些情况下,在轮廓之间具有相对旋转运动可以改善装置的性能,该装置构造成通过避免由于固体制品在没有连接器的表面部分的轮廓与固体制品的外表面的轮廓之间的相对旋转运动的情况下的变形而可能引起的连接器的变形、扭矩、和/或弯折来向电化学装置施加力。在一些情况下,在力的施加期间限制跨越第一固体制品和第二固体制品的连接器的变形或弯折可以允许在电化学装置上实现期望的压力分布,以及/或者在电化学装置的循环期间提供电极活性材料的相对均匀的利用。例如,在一些情况下,即使固体制品在力的施加期间变形,连接器的表面部分的轮廓与和固体制品的固体表面相反的外表面的轮廓之间的相对旋转运动仍可以帮助在正交于电化学装置的侧面的方向上保持连接器中的张力。

[0092] 在一些实施方式中,连接器包括与连接器的表面部分相接合的紧固件。参照图3,在一些实施方式中,连接器130包括与表面部分132相接合的紧固件134。应当理解的是,在一些实施方式中,连接器的表面部分和连接器的紧固件不是连接器的整体式部件,而是连接器的独立式固体部件。在一些实施方式中,连接器的表面部分与紧固件之间的相对运动是可能的。例如,再次参照图3,紧固件134可以行进穿过连接器130的表面部分132中的孔或者空隙,并且表面部分132的位置可以相对于紧固件134是可调节的(例如,经由紧固件134的滑动穿过表面部分132中的孔或空隙的部分)。例如,图4B中的表面部分132比图4A中的表

面部分132靠近紧固件134的中心。在一些情况下,施加力(例如,向第一固体制品、第二固体制品、电气装置等)包括引起联接器的表面部分与联接器的紧固件之间的相对运动(例如,通过拧紧在紧固件与联接器的表面部分之间的接合处的螺母,或者在紧固件包括机械螺钉的情况下,通过转动机械螺钉)。在一些情况下,联接器包括单个紧固件。然而,在某些实施方式中,联接器包括多于一个紧固件。例如,在一些情况下,联接器包括至少2个紧固件、至少4个紧固件和/或高达8个紧固件或者更多紧固件。在联接器包括多个紧固件的一些情况下,紧固件中的每个紧固件联接至联接器的同一表面部分。

[0093] 联接器可以包括多种合适的紧固件中的任一种。示例性紧固件包括但不限于杆(例如,螺纹杆、具有互锁特征的杆)、螺栓、螺钉(例如,机械螺钉)、钉子、铆钉、扎带、夹子(例如,侧夹、弹性挡圈)、条带或者它们的组合。在一些实施方式中,紧固件从第一固体制品跨越至第二固体制品。例如,参照图3,根据某些实施方式,紧固件134从第一固体制品110跨越至第二固体制品120。在一些实施方式中,紧固件包括杆。在某些情况下,杆(例如,螺纹杆)从第一固体制品跨越至第二固体制品。在某些情况下,其他类型的紧固件、比如螺栓、螺钉或者扎带,从第一固体制品跨越至第二固体制品。

[0094] 在一些实施方式中,和第一固体制品的固体表面相反的外表面的轮廓与联接器的表面部分的轮廓相接合,使得当施加力时,紧固件承受的弯矩小于紧固件在外表面和联接器的表面部分是平坦的但其他条件相同的情况下所要承受的弯矩。例如,参照图4B,在一些实施方式中,联接器130的表面部分132的轮廓133与第一固体制品110的外表面111(其与固体表面115相反)的轮廓112相接合,使得当施加力50时,紧固件134承受的弯矩小于紧固件134在外表面111和表面部分132是平坦的(例如,具有平坦的接合部)的情况下所要承受的弯矩。作为特殊的非限制性示例,在紧固件134包括杆的一些情况下,联接器130的表面部分132的轮廓133与第一固体制品110的外表面111的轮廓112相接合,使得当施加力50时,杆134承受的弯矩小于杆134在外表面111和表面部分132是平坦的(例如,具有平坦的接合部)的情况下所要承受的弯矩。

[0095] 在如下所述的一种方式中:和第一固体制品的固体表面相反的外表面的轮廓可以与联接器的表面部分的轮廓相接合,使得紧固件承受较小的弯矩,那么如果联接器的表面部分的外表面是平坦的,则在施加力时,由于具有轮廓接合部,使得在联接器的表面部分与和固体制品的固体表面相反的外表面之间发生如上文所述的相对旋转运动。在联接器的表面部分的外表面是平坦的情况下,力的施加(例如,通过将张力施加在联接器中)可能导致固体制品变形,由于表面部分与外表面之间的平坦的接合部(并且因此在该接合部处缺乏相对旋转运动),这种变形导致由联接器的表面部分来承受扭矩。联接器的表面部分上的扭矩可能导致紧固件中可能不期望的弯矩。因此,联接器的表面部分的轮廓与和固体制品的固体表面相反的外表面的轮廓的某种接合可以在一些情况下导致在第一固体制品变形(例如,由于联接器的表面部分的轮廓与和第一固体制品的固体表面相反的外表面的轮廓之间的相对旋转运动)时由紧固件承受较小的弯矩。通过对装置和另一相同的装置施加相同的载荷,并且使用应变计测量由每个紧固件所承受的弯矩,可以对由紧固件所承受的弯矩执行比较,其中,联接器的表面部分的轮廓以上文所描述的方式与和固体制品的固体表面相反的外表面的轮廓相接合,而在另一相同的装置中,外表面与第一固体制品的固体表面相反且联接器的表面部分是平坦的。在对两个装置中的每一者施加相同的力时,可以检查

和比较在这两种情况下紧固件承受偏转的程度(例如,在没有施加的力的情况下紧固件偏离其形状的程度)。紧固件的弯折度/挠度可以通过测量紧固件的端部面(例如,紧固件头的外表面)的平行度变化来确定。如果由紧固件来承受弯矩,则紧固件的两个端部面将变得不那么平行。可以使用出版物ASME Y14.5 2009中所描述的方法来描述和量化两个表面的平行度。

[0096] 在一些情况下,当经由固体表面向电化学装置的侧面施加力时,本文所描述的联接器的使用提供了在正交于电化学装置的侧面的方向上保持联接器中的张力的容易的方式。在某些情况下,即使固体表面(例如,固体制品的固体表面)在力的施加期间变形,联接器也能在正交于电化学装置的侧面的方向上保持张力。在将力施加至电化学装置的侧面期间保持联接器中的张力,在某些情况下,可以使得更好地控制由电化学装置(例如,在循环期间)所承受的最终的应力,这可以使得在整个电化学装置中电极活性材料的利用更均匀。

[0097] 在一些实施方式中,联接器的表面部分的轮廓具有凸部。例如,如图3中示出的示例性实施方式中描绘的,由于轮廓133远离表面部分132的大部分弯曲,因此表面部分132的轮廓133具有凸部。在某些实施方式中,和第一固体制品的固体表面相反的外表面的轮廓具有与联接器的表面部分的轮廓的凸部相接合的凹部。例如,再次参照图3中所示出的示例性实施方式,与第一固体制品110的固体表面115相反的外表面111的轮廓112由于轮廓112弯曲到第一固体制品110的大部分中而具有凹部。在某些情况下,外表面111的轮廓112的凹部与联接器130的表面部分132的轮廓133的凸部相接合。联接器的表面部分的轮廓可以具有凸部,并且和固体制品的固体表面相反的外表面的轮廓可以具有与表面部分的凸部相接合的凹部的一种非限制性方式是通过使联接器的表面部分为筒形或伪筒形形状,同时使与固体制品的固体表面相反的外表面具有凹陷,该凹陷为筒形或伪筒形形状。例如,在一些情况下,图3示出了表面部分132的正视图,该表面部分为筒形或伪筒形形状,并且轮廓112限定了第一固体制品110的凹陷,该凹陷具有与筒形或伪筒形形状的表面部分132相接合的筒形或伪筒形形状。在某些实施方式中,和第一固体制品的固体表面相反的外表面的轮廓具有凹部,该凹部的至少一部分与联接器的表面部分的轮廓的凸部互补。

[0098] 在一些实施方式中,联接器的表面部分的轮廓具有凹部。例如,参照图8,根据某些实施方式,装置400包括将第一固体制品410与第二固体制品420连接的联接器430,并且联接器430包括表面部分432。在某些情况下,表面部分432包括轮廓433,该轮廓由于轮廓433弯曲到表面部分432的大部分中而具有凹部。在一些实施方式中,和固体制品的固体表面相反的外表面的轮廓具有与联接器的表面部分的凹部相接合的凸部。再次参照图8,和第一固体制品410的固体表面115相反的外表面411的轮廓412具有与联接器430的表面部分432的凹部相接合的凸部。在某些情况下,第一固体制品(例如,在力向电化学装置的侧面的施加期间)的变形引起联接器的表面部分的具有凹部的轮廓与和固体制品的外表面的固体表面相反的具有凸部的轮廓之间的相对旋转运动。在某些实施方式中,和第一固体制品的固体表面相反的外表面的轮廓具有凸部,该凸部的至少一部分与联接器的表面部分的轮廓的凹部互补。

[0099] 在一些实施方式中,凹部沿着单个轴线是凹形的。例如,在固体制品的外表面的轮廓具有凹部一些情况下,该凹部沿着单个轴线是凹形的。例如,在一些实施方式中,外表面的轮廓限定了固体制品的外部中的凹陷具有筒形或伪筒形形状,其中,该筒形或伪筒形形

状沿着该筒形或伪筒形的长轴线是凹形的。在采用远端固体制品的一些实施方式中,外表面的轮廓限定了远端固体制品的外部中的凹陷具有筒形或伪筒形形状,其中,该筒形或伪筒形形状沿着筒体或伪筒体的长轴线是凹形的。在一些这样的情况下,与沿着单个轴线是凹形的凹部相接合的联接器的表面部分具有与外表面的凹部联接的筒形或伪筒形形状。图6示出了根据某些实施方式的一种这类情况的侧视示意图,其中,系统300a包括装置100a,并且装置100a包括联接器130的表面部分132a。图6示出了根据某些实施方式的表面部分132a的侧视图,其中,表面部分132a具有筒形或伪筒形形状。图9A示出了具有联接器的装置的一种非限制性视图,该联接器具有呈筒形或伪筒形形状的表面部分,同时固体制品的外表面的轮廓具有凹部,该凹部沿着单个轴线是凹形的。

[0100] 在一些实施方式中,凹部沿着两个轴线是凹形的。例如,在固体制品外表面的轮廓具有凹部的一些情况下,该凹部沿着两个轴线是凹形的。作为一个非限制性示例,外表面的轮廓可以限定固体制品的外部中的凹陷具有筒形或伪筒形形状。在采用远端固体制品的一些实施方式中,外表面的轮廓可以限定远端固体制品的外部中的凹陷具有筒形或伪筒形形状。在一些这样的情况下,联接器的与沿着两个轴线是凹形的凹部相接合的表面部分具有与外表面的凹部相接合的筒形或伪筒形形状。图7示出了根据某些实施方式的一种这类情况的侧视示意图,其中,系统300b包括装置100b,并且装置100b包括联接器130的表面部分132b。图7示出了根据某些实施方式的表面部分132b的侧视图,其中,表面部分132b具有筒形或伪筒形形状。在凹部沿着两个轴线是凹形的一些情况下,装置包括多个联接器,这些联接器靠近构造成向电化学装置施加力的装置的同一端部。例如,作为系统300b的侧视图的图7描绘了包括联接器130和联接器135二者的装置100b,该联接器中的每个联接器靠近装置100b的同一端部。

[0101] 第一物体的轮廓和第二物体的轮廓可以接合的一种非限制性方式是通过使每个轮廓具有相对相似的曲率半径。对于两个接合轮廓具有相对相似的曲率半径可以允许轮廓有效地配装在一起并且使轮廓之间发生平滑的相对旋转。在一些实施方式中,联接器的表面部分的轮廓的凸部的曲率半径与和第一固体制品的固体表面相反的表面的轮廓的凹部的曲率半径相对相似。例如,在一些实施方式中,联接器的表面部分的轮廓的凸部的曲率半径在20%以内、在10%以内、在5%以内、在1%以内,或者小于和第一固体制品的固体表面相反的表面的轮廓的凹部的曲率半径。

[0102] 在一些实施方式中,联接器包括表面部分与紧固件之间的平坦的接合部。例如,参照图6,该图示出了联接器130的示意侧视图,联接器130包括表面部分132a与紧固件134之间的平坦的接合部136。在一些情况下,联接器的表面部分与紧固件之间具有平坦的接合部可能导致向联接器的表面部分施加的力在正交于电化学装置的侧面的方向上有效地分布。在一些情况下,联接器的表面部分与紧固件之间的平坦的接合部导致表面部分和紧固件在经由联接器将力施加至电化学装置期间承受相对低的扭矩,在某些情况下,其结果是装置的性能得到改善(例如,通过保持紧固件中的张力,通过使电化学装置承受期望的压力分布等)。可以经由联接器施加力的一种非限制性方式是通过拧紧与紧固件和联接器的表面部分接合的螺母(例如,通过拧紧围绕紧固件的相对于联接器的表面部分远离第一固体制品的一部分的螺母)。在一些这样的情况下,拧紧螺母使得螺母向联接器的表面部分与紧固件之间的平坦的接合部施加力,从而导致力在正交于电化学装置的侧面的方向上的有效传播

(例如,以相对低的扭矩施加至连接器或者没有扭矩施加至连接器)。

[0103] 应当理解的是,虽然图2、图3A、图3B、图4A、图4B、图6、图7和图8描绘了根据某些实施方式的包括连接器的装置,该连接器包括表面部分和杆,但是除了本文所描述的连接器或者作为本文所描述的连接器的替代方案,还可以使用用于经由上述固体表面施加力的任何技术(例如,经由弹簧机构或者经由楔形物)。

[0104] 在一些实施方式中,本文所描述的系统和方法的电化学装置在力的施加期间进行循环。对电化学装置进行循环(例如,电化学电池比如电池组)可以包括充电情况(例如,通过将电压施加至电化学装置的电化学电池来通过外部电源或者充电器进行充电)和放电情况(例如,生成电能的阳极活性材料与阴极活性材料之间的电化学反应)。在某些情况下,在将力施加至根据本文所描述的実施方式的电化学装置的侧面的同时循环电化学装置会引起该电化学装置的性能相对于其他相同的电化学装置——向该相同的电化学装置施加力但是并不是根据本文所描述的實施方式施加力——的性能得到改进。

[0105] 如上文中所提及的,电化学装置可以表现出改进的性能(例如,在循环期间)的一种方式是通过具有理想的利用分布。例如,在一些情况下,当电化学装置进行循环时,就电极中的至少一个电极的电极活性材料的利用而言存在均匀分布。例如,在一些实施方式中,在电化学装置的循环期间存在阳极活性材料(例如,锂)的均匀分布,这至少部分地通过本文所描述的方法、系统和装置的使用引起的。

[0106] 在一些实施方式中,构造成(例如,经由固体表面)向电化学装置的侧面施加力的装置被选择成使得电化学装置在循环期间经历电化学装置中电极活性材料的相对均匀的利用。一些实施方式包括经由固体表面将力施加至电化学装置,在这些实施方式中,固体表面定形状成使得施加至电化学电池的力在循环期间相对于使用平坦的固体表面但在其他方面条件相同的情况下将实现的电极活性材料的利用,引起电化学装置中的电极活性材料的利用更均匀。作为一个非限制性示例,参照图1A至图1B,根据某些实施方式,经由固体制品110的固体表面115将力50施加至电化学装置200的侧面205,该电化学装置的侧面在没有施加的力50的情况不是平坦的(如图1A中所示出的),这导致电极活性材料(例如,锂金属和/或锂金属合金)在电化学装置200的循环期间的利用相对于使用平坦的固体表面而不是固体表面115将实现的电极活性材料的利用更均匀。可以例如通过在电化学装置循环后切开电化学装置并且视觉上检查利用率来确定电化学装置中电极活性材料的利用的均匀性的差异。

[0107] 本公开内容的方法、系统和装置可以引起电极活性材料的更均匀的利用的一种非限制性方式在于:通过在将力施加至电化学装置的侧面期间在电化学装置上引起相对均匀的压力分布。例如,与本文描述的方法和装置相反,经由在没有施加的力的情况下平坦的固体表面施加力的一些情况下,固体表面可能由于力的施加而变形,使得电化学装置在靠近电化学装置端部的区域比在电化学装置中心的区域承受更大的压力。在某些情况下,这种不均匀的压力分布可能导致电极活性材料在电化学装置循环期间的不均匀的利用,这在一些情况下可能会降低电化学装置的耐用性。

[0108] 应当理解的是,经由本文所描述的固体表面(例如,固体表面115)将力施加至电化学装置的侧面不一定需要为了实现电极活性材料的利用的相对均匀的分布而造成相对均匀的压力分布。例如,在一些情况下,电化学装置在循环期间的某些区域(例如,靠近电极末

端的区域)中可能具有较高的电流密度,使得在没有施加的力的情况下,会发生电极活性材料的不均匀的利用(在末端附近发生较多的利用)。在某些情况下,选择经由其施加力的固体表面的形状,以至少部分地补偿在没有施加的力的情况下可能出现的电流密度的这种差异。例如,在一些情况下,电化学装置的阳极末端和阴极末端可以位于靠近电化学装置的同一端部。在一些这样的情况下,固体表面可以被定形状成使得固体表面仅在没有施加的力的情况下远离电化学装置的该端部弯曲或倾斜,从而使得当力经由该固体表面施加至电化学装置的侧面时,固体表面以这样的方式变形:在承受施加的力(以及由此产生的压力)时在末端附近的电流密度的增加小于更远离末端的区域中电流密度的增加。在一些这样的情况下,可能引起相对均匀的电流密度分布以及因此在循环期间电极活性材料(例如,锂金属)的相对均匀的利用。

[0109] 本文所描述的系统和装置可以使用各种常规技术中的任何一种进行制造和组装。例如,联接器和固体表面(以及可选地包括该固体表面的固体制品)——经由该联接器和固体表面向电化学装置施加力——可以经由机加工、铣削、成型、增材制造(例如,3D打印)或任何其他合适的技术来定形状。在一些情况下,可以在市场上购买部件、比如紧固件。如上文所提及的,在一些实施方式中,远端固体制品与固体制品的和固体表面相反的侧面相邻。固体制品和远端固体制品可以彼此独立地制造。例如,包括固体表面的固体制品可以经由3D打印工艺制造(例如,以创建包括聚合物材料或复合材料(例如,碳纤维增强材料)的轮廓片),而远端固体制品(例如,固体板)则经由机加工来获得甚至从商业供应商处购买。

[0110] 图9A至图9E是根据某些实施方式的示例性系统的计算机生成的图示,该示例性系统包括电化学装置(电池)和构造成向电化学装置施加力的装置。图9A示出了包括压力装置的一个这样的非限制性系统的三维分解图,该压力装置包括两个铝板和两个铝板之间的以下部件,按顺序为:第一泡沫片材、电化学电池、第二泡沫片材以及可选的压力传感器(Tekscan传感器)。在没有施加的力的情况下,根据一些实施方式,两个铝板中的每个铝板均具有相对于两个铝板之间的电化学电池凸出的表面。图9A中的系统包括根据某些实施方式的联接两个铝板的联接器,其中,每个联接器包括作为表面部分的压缩杆和带有垫片和螺母的紧固件。

[0111] 图9B根据某些实施方式示出了图9A中所示的系统在没有施加的压力的情况下的组装版本的侧视图。如在图9B中可以看出的,根据某些实施方式,在没有施加的力的情况下,两个铝板中的每个铝板均具有相对于电化学电池凸出的表面。图9C根据某些实施方式示出了与图9B中相同的系统的侧视图,但是随着联接器拧紧使得施加的力的量值足以使铝板变形,从而使得图9B中所示出的凸形表面变得较不那么凸。如上文所提及的,在一些情况下,这种变形的结果是由电化学装置承受期望的压力分布。图9D和图9E分别示出了根据一些实施方式的系统的俯视图和另一侧视图。

[0112] 根据某些实施方式,各种阳极活性材料适合于用于本文所描述的电化学装置(例如,包括电化学电池)的阳极。在一些实施方式中,阳极活性材料包括锂(例如,锂金属)、比如锂箔、沉积到导电基板上或沉积到非导电基板上的锂(例如,释放层)以及锂合金(例如,锂铝合金和锂锡合金)。锂可以作为一层膜或者作为数层膜、可选地作为分开的数层膜被包含。用于本文中所述的各方面的合适的锂合金可以包括锂和铝的合金、锂和镁的合金、锂和硅(硅元素)的合金、锂和铟的合金和/或锂和锡的合金。在一些实施方式中,在电化学装置

的充电和/或放电过程的至少一部分或整个电化学装置的充电和/或放电过程期间,阳极活性材料包括锂(例如,锂金属和/或锂金属合金)。

[0113] 在一些实施方式中,阳极活性材料包含按重量计至少50%的锂。在一些情况下,阳极活性材料包含按重量计至少75%、按重量计至少90%、按重量计至少95%或按重量计至少99%的锂。

[0114] 在一些实施方式中,阳极是锂离子在放电期间从中释放出来并在充电期间将锂离子整合(例如,嵌入)到其中的电极。在一些实施方式中,阳极活性材料是嵌锂化合物(例如,能够在晶格位点和/或间隙位点可逆地插入锂离子的化合物)。在一些实施方式中,阳极活性材料包括碳。在某些情况下,阳极活性材料是石墨材料(例如,石墨)或者包含石墨材料。石墨材料通常是指包含多个石墨烯层(即,包括共价键合在六方晶格中的碳原子的层)的材料。尽管在一些情况下,一个或多个片材之间可能存在共价键,但是相邻的石墨烯层通常经由范德华力相互吸引。在一些情况下,包括碳的阳极活性材料是焦炭或者包括焦炭(例如,石油焦炭)。在某些实施方式中,阳极活性材料包括硅、锂和/或其组合的任何合金。在某些实施方式中,阳极活性材料包括钛酸锂($\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$,也称为“LT0”)、锡钴氧化物或者其任何组合。

[0115] 根据某些实施方式,各种阴极活性材料适合于与本文中所描述的电化学电池的阴极一起使用。在一些实施方式中,阴极活性材料包括锂嵌入化合物(例如,能够在晶格位点和/或间隙位点可逆地嵌入锂离子的化合物)。在某些情况下,阴极活性材料包含层状氧化物。层状氧化物通常是指具有层状结构的氧化物(例如,多个片或者层彼此堆叠)。合适的层状氧化物的非限制性示例包括锂钴氧化物(LiCoO_2)、锂镍氧化物(LiNiO_2)和锂锰氧化物(LiMnO_2)。在一些实施方式中,层状氧化物是锂镍锰钴氧化物($\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z\text{O}_2$,也称为“NMC”或者“NCM”)。在一些这样的实施方式中,x、y和z的总和为1。例如,合适的NMC化合物的一个非限制性示例是 $\text{LiNi}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{O}_2$ 。在一些实施方式中,层状氧化物可以具有化学式 $(\text{Li}_2\text{MnO}_3)_x(\text{LiMO}_2)_{(1-x)}$,其中,M是Ni、Mn和Co中的一者或更多者。例如,层状氧化物可以是 $(\text{Li}_2\text{MnO}_3)_{0.25}(\text{LiNi}_{0.3}\text{Co}_{0.15}\text{Mn}_{0.55}\text{O}_2)_{0.75}$ 。在一些实施方式中,层状氧化物是锂镍钴铝氧化物($\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Al}_z\text{O}_2$,也称为“NCA”)。在一些这样的实施方式中,x、y和z的总和为1。例如,合适的NCA化合物的非限制性示例是 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ 。在某些实施方式中,阴极活性材料是过渡金属聚阴离子氧化物(例如,包含过渡金属、氧和/或具有绝对值大于1的电荷的阴离子的化合物)。合适的过渡金属聚阴离子氧化物的一个非限制性示例是磷酸铁锂(LiFePO_4 ,也称为“LFP”)。合适的过渡金属聚阴离子氧化物的另一非限制性示例是磷酸铁锰锂($\text{LiMn}_x\text{Fe}_{1-x}\text{PO}_4$,也称为“LMFP”)。合适的LMFP化合物的一个非限制性示例是 $\text{LiMn}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}\text{PO}_4$ 。在一些实施方式中,阴极活性材料是尖晶石(例如,具有结构 AB_2O_4 的化合物,其中,A可以是Li、Mg、Fe、Mn、Zn、Cu、Ni、Ti或Si,并且B可以是Al、Fe、Cr、Mn或V)。合适的尖晶石的一个非限制性示例是化学式为 $\text{LiM}_x\text{Mn}_{2-x}\text{O}_4$ 的锂锰氧化物,其中,M是Co、Mg、Cr、Ni、Fe、Ti和Zn的一者或更多者。在一些实施方式中,x可以等于0,并且尖晶石可以是锂锰氧化物(LiMn_2O_4 ,也称为“LMO”)。另一非限制性示例是锂锰镍氧化物($\text{LiNi}_x\text{Mn}_{2-x}\text{O}_4$,也称为“LMNO”)。合适的LMNO化合物的一个非限制性示例是 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ 。在某些情况下,第二电极的活性材料包含 $\text{Li}_{1.14}\text{Mn}_{0.42}\text{Ni}_{0.25}\text{Co}_{0.29}\text{O}_2$ (“HC-MNC”)、碳酸锂(Li_2CO_3)、碳化锂(例如, Li_2C_2 、 Li_4C 、 Li_6C_2 、 Li_8C_3 、 Li_6C_3 、 Li_4C_3 、 Li_4C_5)、氧化钒(例如, V_2O_5 、 V_2O_3 、 V_6O_{13})和/或磷酸钒(例如,磷酸钒锂、比

如 $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$),或者其任意组合。

[0116] 在一些实施方式中,阴极活性材料包含转化化合物。例如,阴极可以是锂转换阴极。已经认识到的是,包含转化化合物的阴极可以具有相对大的比容量。不希望受特定理论的束缚,可以通过利用化合物的所有可能的氧化态通过转化反应实现相对大的比容量,其中,每个过渡金属发生多于一个电子转移(例如,与嵌入化合物中的0.1-1个电子转移相比)。合适的转化化合物包含但不限于过渡金属氧化物(例如, Co_3O_4)、过渡金属氢化物、过渡金属硫化物、过渡金属氮化物和过渡金属氟化物(例如, CuF_2 、 FeF_2 、 FeF_3)。过渡金属通常是指其原子具有部分填充的d子壳的元素(例如,Sc、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Y、Zr、Nb、Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、Ag、Cd、Hf、Ta、W、Re、Os、Ir、Pt、Au、Hg、Rf、Db、Sg、Bh、Hs)。

[0117] 在一些情况下,阴极活性材料可以掺杂一种或更多种掺杂剂以改变阴极活性材料的电性能(例如,电导率)。合适的掺杂剂的非限制性示例包含铝、铌、银和锆。

[0118] 在一些实施方式中,阴极活性材料可以通过包含氧化物的表面涂层进行改性。表面氧化物涂层材料的非限制性示例包括: MgO 、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 TiO_2 、 ZnO_2 、 SnO_2 和 ZrO_2 。在一些实施方式中,这种涂层可以防止阴极活性材料与电解质之间的直接接触,从而抑制副反应。

[0119] 在某些实施方式中,阴极活性材料包含硫。在一些实施方式中,阴极活性材料包含电活性含硫材料。本文所使用的“电活性含硫材料”是指包含任何形式的硫元素的电极活性材料,其中,电化学活性涉及硫原子或硫部分的氧化或者还原。作为示例,电活性含硫材料可以包含单质硫(例如, S_8)。在一些实施方式中,电活性含硫材料包含单质硫和含硫聚合物的混合物。因此,合适的电活性含硫材料可以包含但不限于单质硫、硫化物或多硫化物(例如,碱金属的硫化物或多硫化物),该电活性含硫材料可以有机的或无机的、以及包含硫原子和碳原子的有机材料,该电活性含硫材料可以是或者可以不是聚合的。合适的有机材料包含但不限于那些还包含杂原子、导电聚合物链段、复合材料和导电聚合物的材料。在一些实施方式中,电极(例如,阴极)内的电活性含硫材料包含至少40wt%的硫。在一些情况下,电活性含硫材料包含至少50wt%、至少75wt%或者至少90wt%的硫。

[0120] 含硫聚合物的示例包括在以下各者中所描述的示例:Skotheim等人的美国专利No.5,601,947和No.5,690,702;Skotheim等人的美国专利No.5,529,860和No.6,117,590;2001年3月13日授予Gorkovenko等人的美国专利No.6,201,100,以及PCT公开No.W099/33130,出于全部目的,这些出版物中的每一者的全部内容均通过参引并入本文。其它合适的包含多硫键的电活性含硫材料在以下专利中描述:Skotheim等人的美国专利No.5,441,831;Perichaud等人的美国专利No.4,664,991、以及Naoi等人的美国专利No.5,723,230、No.5,783,330、No.5,792,575和No.5,882,819,出于全部目的,这些出版物中的每一者的全部内容均通过参引并入本文。电活性含硫材料的其他示例包含例如在以下专利中所描述的那些二硫化物基团:Armand等人的美国专利No.4,739,018;De Jonghe等人的美国专利No.4,833,048和No.4,917,974;Visco等人的美国专利No.5,162,175和No.5,516,598;以及Oyama等人的美国专利No.5,324,599,出于全部目的,这些出版物中的每一者的全部内容均通过参引并入本文。

[0121] 一个或更多个电极还可以包含附加的添加剂比如导电添加剂、粘合剂等,如在Mikhaylik等人的美国专利No.9,034,421;以及美国专利申请公开No.2013/0316072中所描述,出于全部目的,这些出版物中的每一者的全部内容均通过参引并入本文。

[0122] 在一些实施方式中,电化学装置还可以包括位于两个电极部分(例如,阳极部分与阴极部分)之间的隔离件。隔离件可以是固体非导电或绝缘材料,该隔离件将阳极和阴极彼此分离或者绝缘以防止短路,并且该隔离件允许离子在阳极与阴极之间传输。在一些实施方式中,多孔隔离件可以是对电解质可渗透的。

[0123] 隔离件的孔隙可以部分地或大体上填充有电解质。隔离件可以作为多孔独立式膜提供,这些膜在制造电池期间与阳极和阴极相嵌。替代性地,多孔隔离件层可以直接施加至电极中的一个电极的表面,例如,如在Carlson等人的PCT公开No.W099/33125和Bagley等人的美国专利No.5,194,341中所描述。

[0124] 各种隔离件材料是本领域中已知的。合适的固体多孔隔离件材料的示例包括但不限于聚烯烃、比如说聚乙烯(例如,由Tonen化学公司制造的SETELA™)和聚丙烯、玻璃纤维滤纸和陶瓷材料。例如,在一些实施方式中,隔离件包括微孔聚乙烯膜。适合用于本发明的隔离件和隔离件材料的其他示例是包含微孔干凝胶层例如包含微孔假勃姆石层的那些材料,其可以作为独立膜或者通过直接涂覆在电极中的一个电极上而设置,如由共同受让人Carlson等人的美国专利No.6,153,337和No.6,306,545中所描述。固体电解质和凝胶电解质除了具有电解质功能外,还可以用作隔离件。

[0125] 如上文中所提及的,在本文中所描述的一些实施方式中,力或者多个力被施加至电化学装置的各部分。其中施加了各向异性力的电化学装置(例如,电化学电池)以及用于施加这类力的方法例如于2010年2月11日作为美国专利公开No.2010/0035128所公布、在2015年8月11日公告且标题为“Application of Force in Electrochemical Cells(力在电化学电池中的应用)”的美国专利No.9,105,938中所描述,出于全部目的,该美国专利的全部内容通过参引并入本文。

[0126] 在本文中所描述的实施方式中,电化学装置(例如,可充电电池)可以经历充电/放电循环,该充电/放电循环涉及金属(例如,锂金属或其它活性材料)在充电时沉积在阳极的表面上以及该金属在该阳极表面上发生反应,其中,在放电时,金属从阳极表面扩散。金属沉积在阳极上的均匀性可能会影响电池性能。例如,当锂金属从阳极移除和/或重新沉积在阳极上时,在一些情况下,这可能导致表面不平坦。例如,在重新沉积时,锂金属可能会不均匀地沉积从而形成粗糙的表面。粗糙的表面可能会增加可以用于不期望的化学反应的锂金属的量,这可能导致循环寿命缩短和/或电池性能变差。已经发现,根据本文中所描述的某些实施方式,对电化学装置施加力可以减少这种行为并改善电池的循环寿命和/或性能。

[0127] 在一些实施方式中,在电化学装置的充电和/或放电期间,在至少一段时间内施加具有正交于阳极的活性表面的分量的各向异性力。在一些实施方式中,可以在一段时间内、或者在持续时间和/或频率可以有所不同的多段时间内不断施加力。在一些情况下,可以在可选地分布于阳极的活动表面上的一个或更多个预确定的位置处施加各向异性力。在一些实施方式中,各向异性力均匀地施加在阳极的一个或更多个活性表面上。

[0128] “各向异性力”被赋予了其在本领域的普通含义并且意味着在所有方向上均不相等的力。在所有方向上相等的力例如是流体或材料的在该流体或材料内的内部压力、比如物体的内部气体压力。在所有方向上均不相等的力的示例包括在特定方向上定向的力、比如由桌子上的物体经由重力而施加在桌子上的力。各向异性力的另一示例包括由围绕物体周缘布置的带状物所施加的某些力。例如,橡皮筋或螺丝扣可以在围绕其所缠绕的物体的

周缘施加力。但是,带状物不会对物体的外表面的未与该带状物接触的任何部分施加任何直接力。此外,当带状物沿着第一轴线扩张的程度相比于第二轴线更大时,带状物可以在大体上平行于第一轴线的方向上施加的力大于大体上平行于第二轴线施加的力。

[0129] 具有相对于表面、例如阳极的活动表面的“正交分量”的力被赋予其如本领域普通技术人员所理解的普通含义,并且该力例如包括至少部分地在大体上垂直于表面的方向上施加自身的力。那些普通技术人员可以理解这些术语的其他示例,特别是在本文件的描述中所应用的术语。

[0130] 在一些实施方式中,各向异性力可以被施加成使得:力的大小在定义电化学装置的横截面的平面内的所有方向上大体相等,但是在平面外方向上的力的大小大体上不等于平面内力的大小。

[0131] 在一些实施方式中,施加的力的大小足够大以增强电化学装置的性能。在某些情况下,阳极活性表面和各向异性力可以一起被选择成使得:各向异性力影响阳极活性表面的表面形态,以通过充电和放电来抑制阳极活性表面积的增加,并且其中,在没有各向异性力但在基本相同的条件下,通过充电和放电循环更大程度上增加了阳极活性表面积。由此而论,“基本相同的条件”是指除了力的应用和/或大小之外类似或相同的条件。例如,其他相同条件可能意味着这样的电池:该电池是相同,但是其中,该电池没有构造成(例如,通过支架或其他连接件)在该主题电池上施加各向异性力。

[0132] 如本文所述,在一些实施方式中,可以通过施加从外部施加的压力(在一些实施方式中,单轴压力)而在循环期间增强阳极的表面(例如,对于锂,可以减少或消除锂的苔藓状表面或粗糙表面的发展)。在一些实施方式中,从外部施加的压力可以选择成大于形成阳极的材料的屈服应力。例如,对于包含锂的阳极,电池可以处于从外部施加的各向异性力下,各向异性力具有限定至少 8kgf/cm^2 、至少 9kgf/cm^2 、至少 10kgf/cm^2 、至少 20kgf/cm^2 、至少 30kgf/cm^2 、至少 40kgf/cm^2 或至少 50kgf/cm^2 的压力的分量。这是因为锂的屈服应力为约 7kgf/cm^2 至 8kgf/cm^2 。因此,在大于该值的压力(例如,单轴压力)下,可以减少或抑制苔藓状Li或任何表面粗糙。锂表面粗糙可以模仿压靠在其上的表面。因此,当在至少 8kgf/cm^2 、至少 9kgf/cm^2 、或至少 10kgf/cm^2 、至少 20kgf/cm^2 、至少 30kgf/cm^2 、至少 40kgf/cm^2 或至少 50kgf/cm^2 的从外部施加的压力下循环时,在按压表面光滑的情况下,锂表面可以随着循环变得更光滑。如本文所述,按压表面可以通过选择位于阳极与阴极之间的合适材料而改变。

[0133] 在一些情况下,施加至电池的一个或更多个力具有与阳极的活性表面不正交的分量。例如,在图2中,力384与电极230的活性表面231不正交。在一组实施方式中,所有施加的各向异性力的在正交于阳极活性表面的方向上的分量之和大于在与阳极活性表面不正交的方向上的任意分量之和。在一些实施方式中,所有施加的各向异性力的在正交于阳极活性表面的方向上的分量之和比在平行于阳极活性表面的方向上的任意分量之和大至少5%、至少10%、至少20%、至少35%、至少50%、至少75%、至少90%、至少95%、至少99%、或至少99.9%。

[0134] 在一些情况下,电化学装置可以在其插入到构造成向电化学装置的侧面施加力的装置中之前进行预压缩,并且在插入至该装置时,电化学装置可以扩张以(当电化学装置接触装置的固体表面时)在电化学装置上产生净力。这种布置例如在电化学装置能够承受相对高的压力变化的情况下可以是有利的。在这些实施方式中,构造成施加力的装置可以具

有相对高的强度(例如,至少100MPa、至少200MPa、至少500MPa、或至少1GPa)。此外,该装置可以具有相当高的弹性模量(例如,至少10GPa、至少25GPa、至少50GPa或至少100GPa)。如上所述,该装置或其部件(例如,固体制品、联接器等)可以包括例如铝、钛或任何其他合适的材料。

[0135] 以下申请的其全部内容出于所有目的通过参引以并入本文中:于2006年4月6日作为申请No.11/400,781提交、于2007年9月27日公开的并且题为“Rechargeable Lithium/Water,Lithium/Air Batteries(可充电锂/水、锂/空气电池)”的美国专利公开No.US 2007/0221265;于2007年7月31日作为申请No.11/888,339提交、于2009年2月5日公开的并且题为“Swelling Inhibition in Batteries(电池中的膨胀抑制)”的美国专利公开No.US 2009/0035646;于2010年2月2日作为申请No.12/312,674提交、于2010年5月17日公开、于2013年12月31日作为美国专利No.8,617,748被授权的并且题为“Separation of Electrolytes(电解质的分离)”的美国专利公开No.US 2010/0129699;于2010年7月30日作为申请No.12/682,011提交、于2010年11月18日公开、于2014年10月28日作为美国专利No.8,871,387被授权的并且题为“Primer for Battery Electrode(用于电池电极的引物)”的美国专利公开No.US 2010/0291442;于2008年2月8日作为申请No.12/069,335提交、于2009年8月31日公开、于2012年9月11日作为美国专利No.8,264,205被授权的并且题为“Circuit for Charge and/or Discharge Protection in an Energy-Storage Device(用于能量存储装置中的充电和/或放电保护的回路)”的美国专利公开No.US 2009/0200986;于2006年4月6日作为申请No.11/400,025提交、于2007年9月27日公开、于2010年8月10日作为美国专利No.7,771,870被授权的并且题为“Electrode Protection in Both Aqueous and Non-Aqueous Electrochemical cells,Including Rechargeable Lithium Batteries(水溶液电化学电池和非水溶液电化学电池两者、包括可充电锂电池中的电极保护)”的美国专利公开No.US 2007/0224502;于2007年6月22日作为申请No.11/821,576提交、于2008年12月25日公开的并且题为“Lithium Alloy/Sulfur Batteries(锂合金/硫电池)”美国专利公开No.US 2008/0318128;于2001年2月27日作为申请No.09/795,915提交、于2002年5月9日公开、于2011年5月10日作为美国专利No.7,939,198被授权的并且题为“Novel Composite Cathodes,Electrochemical Cells Comprising Novel Composite Cathodes,and Processes for Fabricating Same(新型复合阴极、包括新型复合阴极的电化学电池及其制造方法)”的美国专利公开No.US 2002/0055040;于2005年4月20日作为申请No.11/111,262提交、于2006年10月26日公开、于2010年3月30日作为美国专利No.7,688,075被授权的并且题为“Lithium Sulfur Rechargeable Battery Fuel Gauge Systems and Methods(锂硫可充电的电池燃料计系统和方法)”的美国专利公开No.US 2006/0238203;于2007年3月23日作为申请No.11/728,197提交、于2008年8月7日公开、于2011年12月27日作为美国专利No.8,084,102被授权的并且题为“Methods for Co-Flash Evaporation of Polymerizable Monomers and Non-Polymerizable Carrier Solvent/Salt Mixtures/Solutions(用于对可聚合单体和不可聚合的载体溶剂/盐混合物/溶液进行共同闪速蒸发的方法)”的美国专利公开No.US 2008/0187663;于2010年9月23日作为申请No.12/679,371提交、于2011年1月13日公开的并且题为“Electrolyte Additives for Lithium Batteries and Related Methods(用于锂电池的电解质添加剂和相关方法)”的

美国专利公开No.US 2011/0006738;于2010年9月23日作为申请No.12/811,576提交、于2011年1月13日公开、于2015年5月19日作为美国专利No.9,034,421被授权的并且题为“Methods of Forming Electrodes Comprising Sulfur and Porous Material Comprising Carbon(形成包括硫以及包括碳的多孔材料的电极的方法)”的美国专利公开No.US2011/0008531;于2009年8月4日作为申请No.12/535,328提交、于2010年2月11日公开、于2015年8月11日作为美国专利No.9,105,938被授权的并且题为“Application of Force in Electrochemical Cells(力在电化学电池中的应用)”的美国专利公开No.US 2010/0035128;于2008年7月25日作为申请No.12/180,379提交、于2011年7月15日公开的并且题为“Protection of Anodes for Electrochemical Cells(用于电化学电池的阳极的保护)”的美国专利公开No.US 2011/0165471;于2006年6月13日作为申请No.11/452,445提交、于2006年10月5日公开、于2013年4月9日作为美国专利No.8,415,054被授权的并且题为“Lithium Anodes for Electrochemical Cells(电化学电池的锂阳极)”的美国专利公开No.US2006/0222954;于2010年3月19日作为申请No.12/727,862提交、于2010年9月23日公开的并且题为“Cathode for Lithium Battery(锂电池的阴极)”的美国专利公开No.US 2010/0239914;于2009年5月22日作为申请No.12/471,095提交、于2010年11月25日公开、于2012年1月3日作为美国专利No.8,087,309被授权的并且题为“Hermetic Sample Holder and Method for Performing Microanalysis under Controlled Atmosphere Environment(密封样品保持器和用于在受控气氛环境下执行微观分析的方法)”的美国专利公开No.US 2010/0294049;于2010年8月24日作为申请No.12/862,581提交、于2010年3月31日公开的并且题为“Electrochemical Cells Comprising Porous Structures Comprising Sulfur(包含含硫的多孔结构的电化学电池)”的美国专利公开No.US2011/00765560;于2010年8月24日作为申请No.12/862,513提交、于2011年3月24日公开的并且题为“Release System for Electrochemical Cells(用于电化学电池的释放系统)”的美国专利公开No.US 2011/0068001;于2011年8月24日作为申请No.13/216,559提交、于2012年3月1日公开的并且题为“Electrically Non-Conductive Materials for Electrochemical Cells(用于电化学电池的非导电材料)”的美国专利公开No.US2012/0048729;于2010年8月24日作为申请No.12/862,528提交、于2011年7月21日公开的并且题为“Electrochemical Cell(电化学电池)”的美国专利公开No.US 2011/0177398;于2010年8月24日作为申请No.12/862,563提交、于2011年3月24日公开的并且题为“Electrochemical Cells Comprising Porous Structures Comprising Sulfur(包含含硫的多孔结构的电化学电池)”的美国专利公开No.US 2011/0070494;于2010年8月24日作为申请No.12/862,551提交、于2011年3月24日公开的并且题为“Electrochemical Cells Comprising Porous Structures Comprising Sulfur(包含含硫的多孔结构的电化学电池)”的美国专利公开No.US 2011/0070491;于2010年8月24日作为申请No.12/862,576提交、于2010年3月10日公开、于2015年4月14日作为美国专利No.9,005,009被授权的并且题为“Electrochemical Cells Comprising Porous Structures Comprising Sulfur(包含含硫的多孔结构的电化学电池)”的美国专利公开No.US 2011/0059361;于2011年9月22日作为申请No.13/240,113提交的、于2012年3月22日公开的并且题为“Low Electrolyte Electrochemical Cells(低电解质电化学电池)”的美国专利公开No.US 2012/0070746;于2011年2月23日作为申请

No.13/033,419提交、于2011年8月25日公开的并且题为“Porous Structures for Energy Storage Devices (用于能源存储装置的多孔结构)”的美国专利公开No.US 2011/0206992; 于2012年6月15日作为申请No.13/524,662提交、于2013年1月17日公开、于2017年1月17作为美国专利No.9,548,492被授权的并且题为“Plating Technique for Electrode (用于电极的电镀技术)”的美国专利公开No.2013/0017441; 于2013年2月14日作为申请No.13/766862提交、于2013年8月29日公开、于2015年7月7日作为美国专利No.9,077,041被授权的并且题为“Electrode Structure for Electrochemical Cell (用于电化学电池的电极结构体)”的美国专利公开No.US 2013/0224601; 于2013年3月8日作为申请No.13/789783提交、于2013年9月26日公开、于2015年12月15日作为美国专利No.9,214,678被授权的并且题为“Porous Support Structures, Electrodes Containing Same, and Associated Methods (多孔支承结构、含多孔支承结构的电极和相关的方法)”的美国专利公开No.US 2013/0252103; 于2012年10月4日作为申请No.13/644933提交、于2013年4月18日公开、于2015年1月20日作为美国专利No.8,936,870被授权的并且题为“Electrode Structure and Method for Making the Same (电极结构及其制造方法)”的美国专利公开No.US 2013/0095380; 于2013年11月1日作为申请No.14/069,698提交、于2014年5月8日公开、于2015年4月14日作为美国专利No.9,005,311被授权的并且题为“Electrode Active Surface Pretreatment (阳极活性表面的预处理)”的美国专利公开No.US2014/0123477; 于2014年1月8日作为申请No.14/150156提交、于2014年7月10日公开、于2017年1月31日作为美国专利No.9,559,348被授权的并且题为“Conductivity Control in Electrochemical Cells (电化学电池中的电导率控制)”的美国专利公开No.US 2014/0193723; 于2014年3月5日作为申请No.14/197,782提交、于2014年9月11日公开、于2016年11月6作为美国专利No.9,490,478被授权的并且题为“Electrochemical Cells Comprising Fibril Materials (包括原纤维材料的电化学电池)”的美国专利公开No.US 2014/0255780; 于2013年3月15日作为申请No.13/833377提交、于2014年9月18日公开的并且标题为“Protective Structures for Electrodes (用于电极的保护结构)”的美国专利公开No.US 2014/0272594; 于2014年3月13日作为申请No.14/209,274提交、于2014年9月18日公开的并且标题为“Protected Electrode Structures and Methods (受保护的电极结构和方法)”的美国专利公开No.US 2014/0272597; 于2014年1月8日作为申请No.14/150,196提交、于2014年7月10日公开、于2016年12月27日作为美国专利No.9,531,009被授权的并且题为“Passivation of Electrodes in Electrochemical Cells (电化学电池中的电极的钝化)”的美国专利公开No.US 2014/0193713; 于2014年3月13日作为申请No.14/209,396提交、于2014年9月18日公开的并且标题为“Protected Electrode Structures (受保护的电极结构)”的美国专利公开No.US 2014/0272565; 于2014年7月3日作为申请No.14/323,269提交、于2015年1月8日公开的并且题为“Ceramic/Polymer Matrix for Electrode Protection in Electrochemical Cells, Including Rechargeable Lithium Batteries (用于在包括可充电锂电池的电化学电池中保护电极的陶瓷/聚合物基体)”的美国专利公开No.US 2015/0010804; 于2014年8月8日作为申请No.14/455,230提交、于2015年2月12日公开的并且标题为“Self-Healing Electrode Protection in Electrochemical Cells (电化学电池中的自修复电极保护)”的美国专利公开No.US 2015/044517; 于2014年2月19日作为申请No.14/

184,037提交、于2015年8月20日公开的并且题为“Electrode Protection Using Electrolyte-Inhibiting Ion Conductor(使用电解质抑制离子导体的电极保护)”的美国专利公开No.US 2015/0236322;以及于2015年9月9日作为申请No.14/848,659提交、于2016年3月10日公开的并且题为“Protective Layers in Lithium-Ion Electrochemical Cells and Associated Electrodes and Methods(锂离子电化学电池的保护层及相关电极和方法)”的美国专利公开No.US 2016/0072132。

[0136] 应当理解的是,当部分(例如,层、结构、区域)在另一部分“上”、与另一部分“相邻”、在另一部分“上方”、在另一部分“之上”、“置于另一部分上”或由另一部分“支承”时,它可以直接位于该部分上,或者也可以存在中间部分(例如,层、结构、区域)。类似地,当一部分在另一部分“下”或“下方”时,它可以直接位于该部分下,或者也可以存在中间部分(例如,层、结构、区域)。直接在另一部分“上”、与另一部分“直接相邻”、“紧邻”、“直接接触”或由另一部分“直接支承”的部分意味着不存在中间部分。还应当理解的是,当一部分被称为在另一部分“上”、在另一部分“之上”、与另一部分“相邻”、在另一部分“上方”、“置于另一部分上”、与另一部分“接触”、在另一部分“下”或由另一部分“支承”时,它可以覆盖该部分的整个部分或一部分。

[0137] 于2019年6月21日提交的且题为“Methods, Systems, and Devices for Applying Forces to Electrochemical Devices(用于向电化学装置施加力的方法、系统和装置)”的美国临时申请No.62/864,831的全部内容出于所有目的通过参引并入本文中。

[0138] 以下示例旨在举例说明本发明的某些实施方式,但不例示本发明的整个范围。

[0139] 示例1

[0140] 该示例描述了与常规的压力装置相比,在使用根据特定实施方式的压力装置施加力时由电化学电池所经历的压力的变化。在该示例中,执行两次实验,其中,电化学电池放置在压力装置的两个板之间。在第一次实验中,电化学电池放置于比较装置1的两个铝板之间。比较装置1的两个板的面对电化学电池的两个表面相对于电化学电池都是平坦的。压力映射传感器放置在电化学电池与平坦的板中的一个板之间。比较装置1的两个板夹紧在一起直到向电化学电池施加了如用压力映射传感器所测量的所需的总压力为止。对在电化学电池的面上所测量的压力范围进行记录。

[0141] 在第二实验中,电化学电池放置于本发明装置1的两个带轮廓的铝板之间。装置1具有与图9A至图9E中所示的设计相同的设计。装置1的两个板的面对电化学电池的两个表面在没有施加的力之前均相对于电化学电池呈凸形。压力映射传感器放置于电化学电池与带轮廓的板中的一个板之间。装置1的两个带轮廓的板与包括如图9A至图9E中所示的筒形压缩杆和紧固件的联接器一起被夹紧,直到向电化学电池施加了如用压力映射传感器测量的所需的总压力为止。对在电化学电池的面上所测量的压力范围进行记录。表1示出了来自涉及比较装置1和装置1的实验的所记录的压力测量值。

[0142] 表1

实验	总压力 (kg/cm ²)	最小记录压力 (kg/cm ²)	最大记录压力 (kg/cm ²)
[0143] 比较装置1	12.5	9.1	15.9
装置1	12.6	11.3	13.3

[0144] 表1的结果示出了,使用本发明的包括带轮廓的板的压力装置向电化学装置施加压力而导致的电化学装置在电化学电池的面上经历的压力变化与使用比较装置1的平坦的板时经历的压力变化相比较小。尽管在两种实验中经历了类似的总压力(12.5kg/cm²至12.6kg/cm²),但在比较装置1的情况下记录的最小压力与最大压力之间的差(6.8kg/cm²)是在本发明的装置1的情况下记录的最小压力与最大压力之间的差(2.0kg/cm²)的三倍多。

[0145] 尽管本文已描述并说明了本发明的若干实施方式,但是本领域普通技术人员将容易想到用于执行功能和/或获得结果和/或获得本文所描述的一个或多个优点的各种其他方法和/或结构,并且此类变型和/或改型中的每个变型和/或改型被认为在本发明的范围内。更一般地,本领域技术人员将容易理解,本文描述的所有参数、尺寸、材料和构型都是示例性的,并且实际的参数、尺寸、材料和/或构型将取决于本发明的教导所应用的特定应用或多个特定应用。本领域技术人员将认识到或能够仅使用常规实验就能确定本文中所述的本发明的特定实施方式的许多等同方案。因此,应当理解,前述实施方式仅通过示例的方式给出,并且在所附权利要求及其等同物的范围内,本发明可以不同于具体描述和所要求保护的方式实施。本发明涉及本文所述的各个单独的特征、系统、制品、材料和/或方法。另外,如果这样的特征、系统、制品、材料和/或方法不相互矛盾,则两个或更多个这样的特征、系统、制品、材料和/或方法的任意组合包括在本发明的范围内。

[0146] 除非明确表示意思相反,否则如本文说明书和权利要求书中所使用的不定冠词“一”和“一个”应当被理解为“至少一个”。

[0147] 本文在说明书和权利要求书中使用的短语“和/或”应当被理解成意指如此结合的元件——即,在某些情况下结合存在而在其他情况下分离存在的元件——中的“任一者或两者”。除非明确指出相反的意思,否则可以可选地存在除了由“和/或”子句明确标识的元件以外的其他元件,无论其与那些具体标识的元件相关或不相关。因此,作为非限制性示例,在与诸如“包括”的开放式语言结合使用时,对“A和/或B”的引用在一个实施方式中可以指代有A而没有B(可选地包括除了B之外的元件);在另一实施方式中可以指代有B而没有A(可选地包括除A以外的元件);在又一实施方式中可以指代具有A和B两者(可选地包括其他元件);诸如此类。

[0148] 如本文中在说明书和权利要求书中所使用的,“或”应当被理解为具有与如上所限定的“和/或”相同的含义。例如,当分离列表中的项目时,“或”或“和/或”应理解为是包括性的,即包括多个元件或元件列表中的至少一个,但也包括其中的多于一个,并且可选地包括另外的未列举项目。仅明确指出相反的术语,例如“仅其中之一”或“恰好其中之一”或当用于权利要求时“由……组成”,是指包含多个元件或元件列表中的恰好一个元件。一般而言,本文中使用的术语“或”在排他性术语例如“任一”、“之一”、“仅其中之一”或“恰好其中之一”前面时,仅应解释为指示排他性替换(即,“一个或另一个但不是二者”)。当在权利要求书中使用时,“基本上由……组成”应具有在专利法领域中所使用的普通含义。

[0149] 如本文在说明书和权利要求中所使用的,涉及一个或多个元件的列表的短语“至少一个”应当被理解为意指从元件列表中的任何一个或多个元件选择的至少一个元件,但不一定包括元件列表内具体列出的每个或各个元件中的至少一个元件,并且不排除元件列表中的元件的任何组合。该定义还允许可以可选地存在除了短语“至少一个”所指的元件列表内具体标识的元件以外的元件,而无论其与具体标识的那些元件相关或不相关。因此,作为非限制性示例,“A和B中的至少一个”(或等效地,“A或B中的至少一个”,或等效地“A和/或B中的至少一个”)在一个实施方式中可以指代存在至少一个A、可选地包括多于一个的A而不存在B(并且可选地包括除B以外的元件);在另一实施方式中可以指代存在至少一个B、可选地包括多于一个的B而不存在A(并且可选地包括除A以外的元件);在又一实施方式中可以指代至少一个A、可选地包括多于一个的A以及至少一个B、可选地包括多于一个的B(并且可选地包括其他元件);诸如此类。

[0150] 在权利要求中以及在以上说明书中,所有过渡性短语例如“包含”、“包括”、“带有”、“具有”、“含有”、“涉及”、“持有”等均被理解为开放式的,即意指包括但不限于。如美国专利局专利审查程序手册第2111.03节所述,仅过渡短语“由……组成”和“基本上由……构成”应分别是封闭的或半封闭的过渡短语。

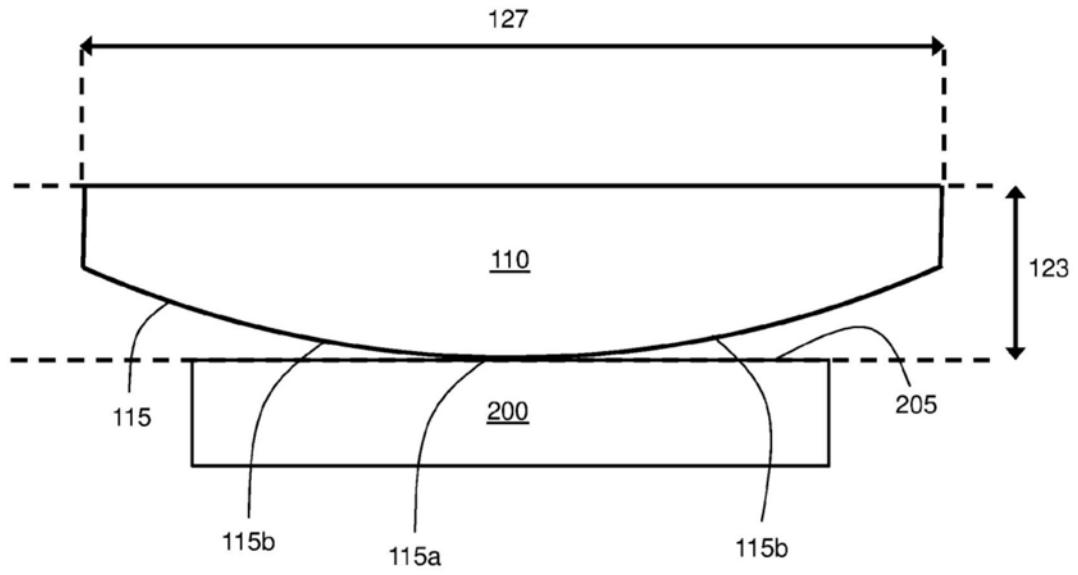


图1A

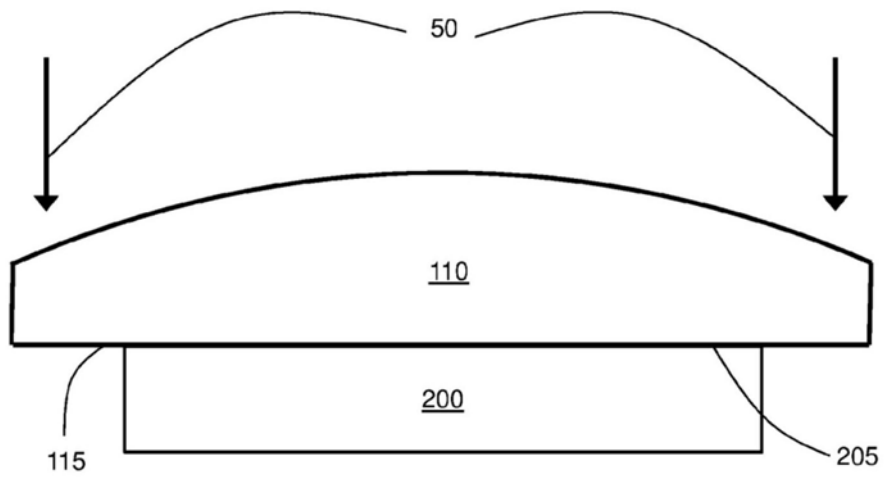


图1B

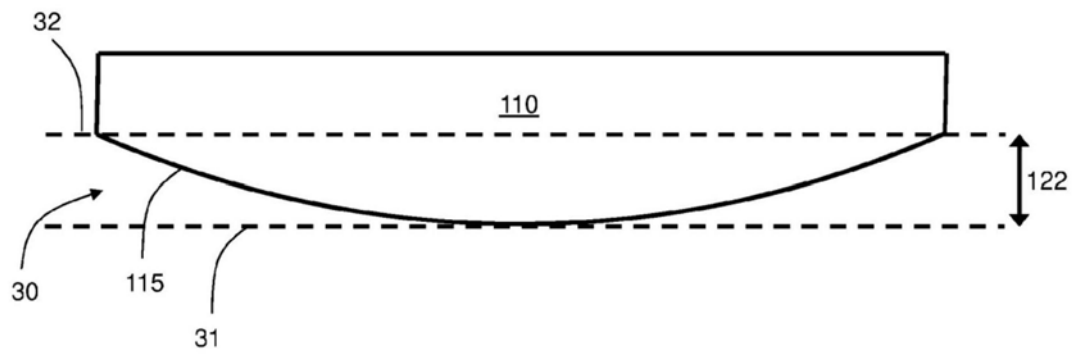


图1C

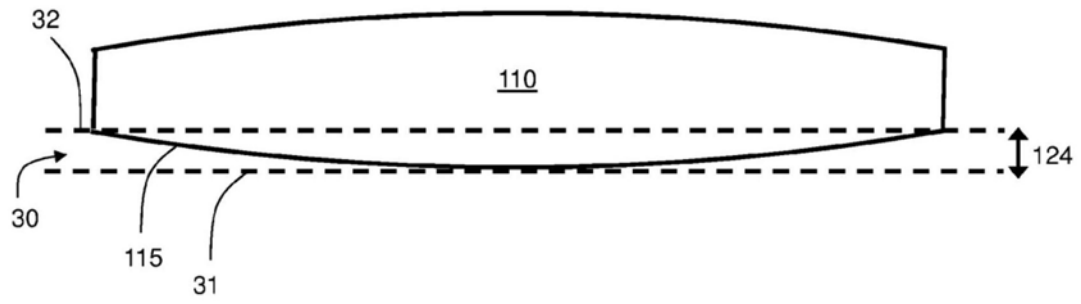


图1D

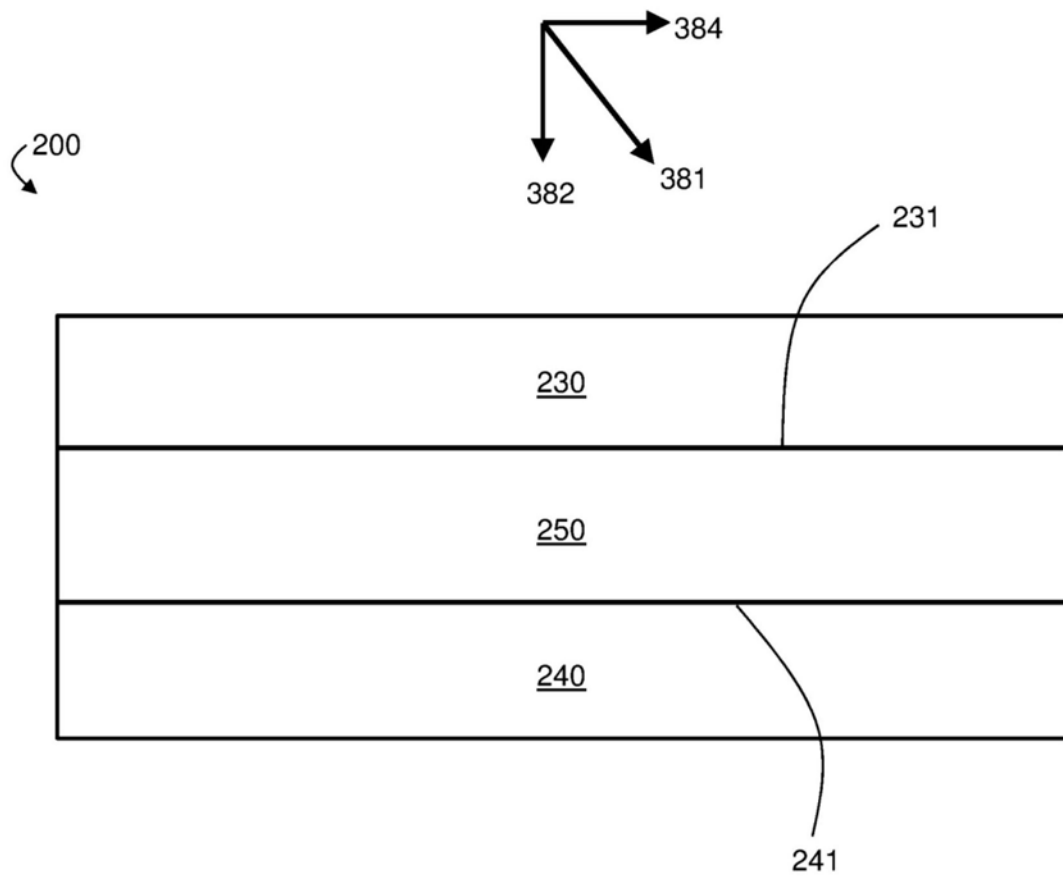


图2

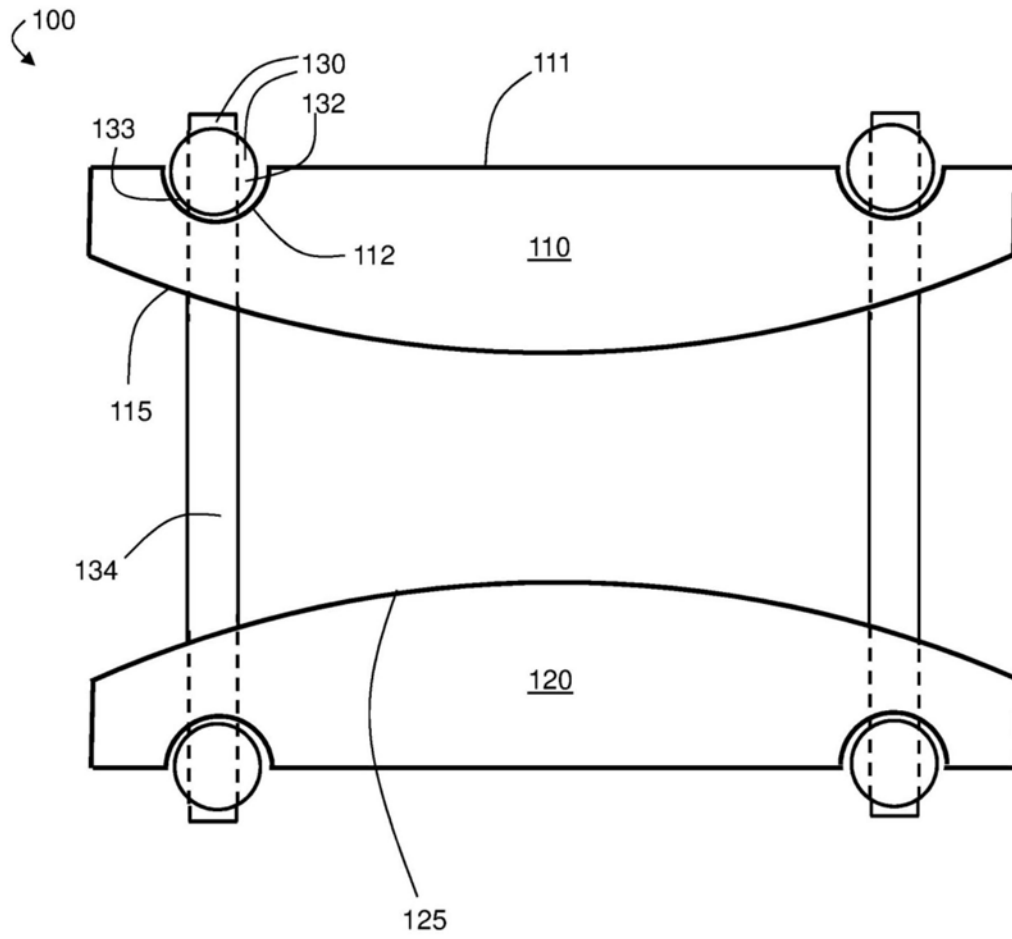


图3

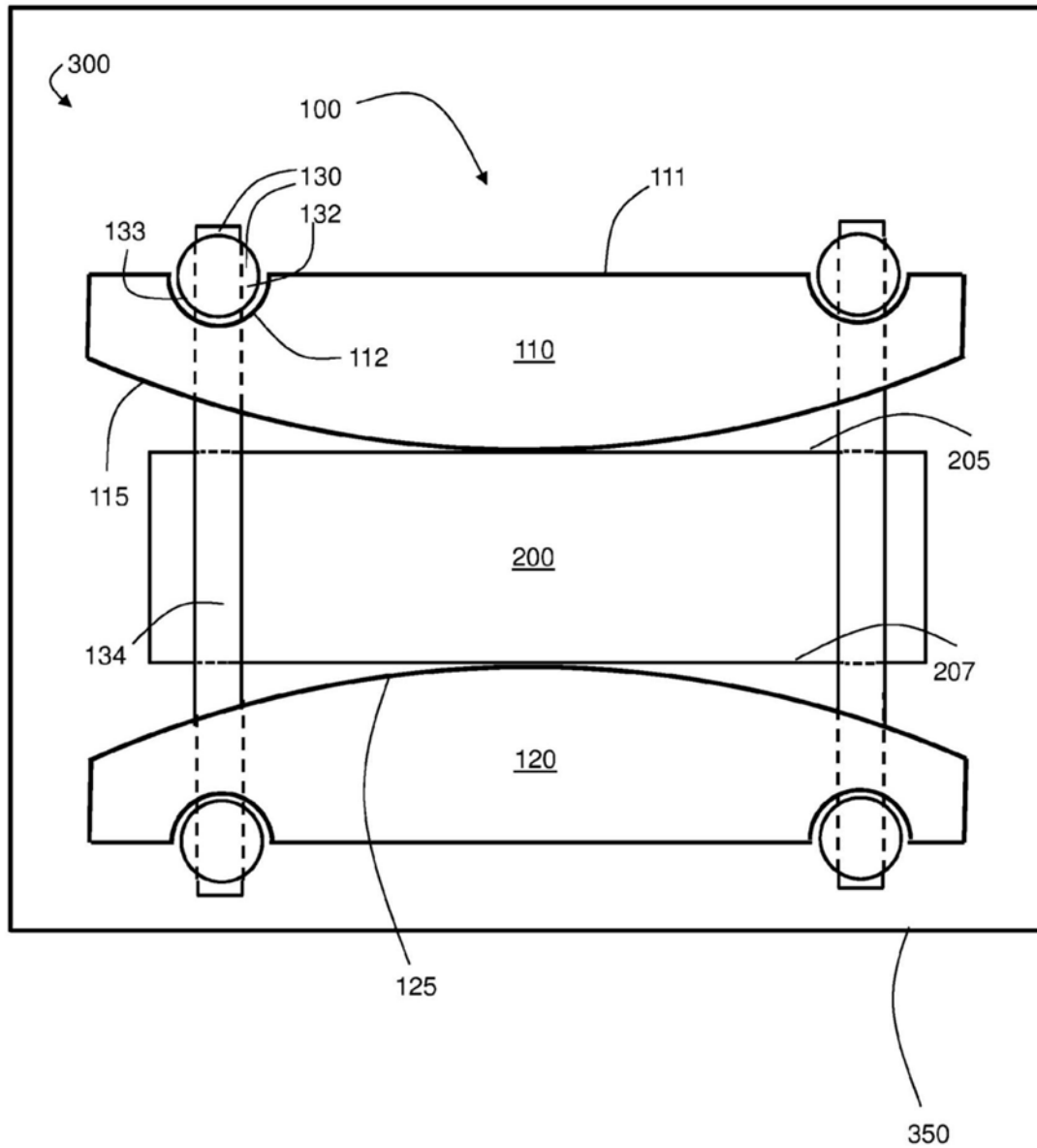


图4A

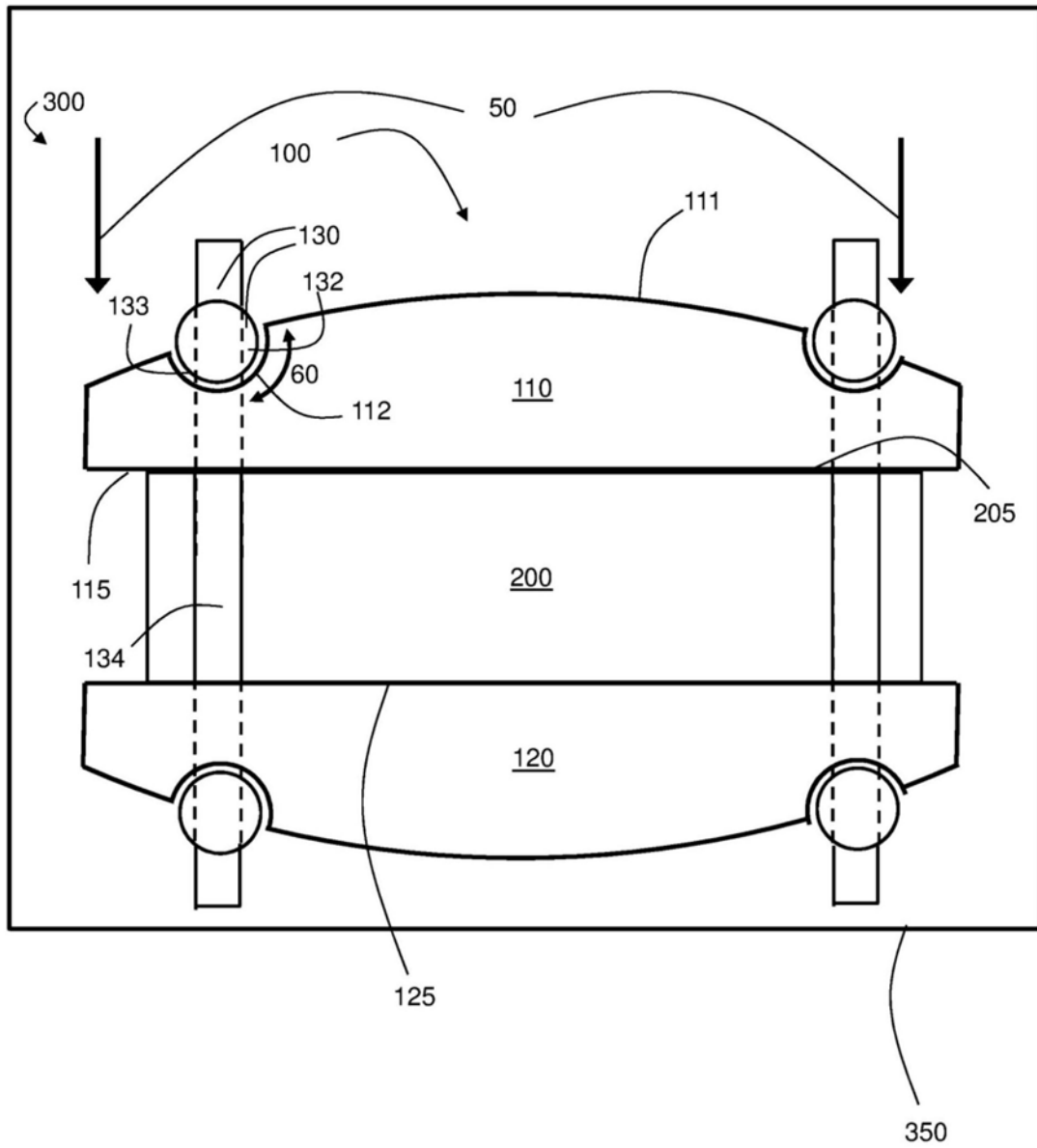


图4B

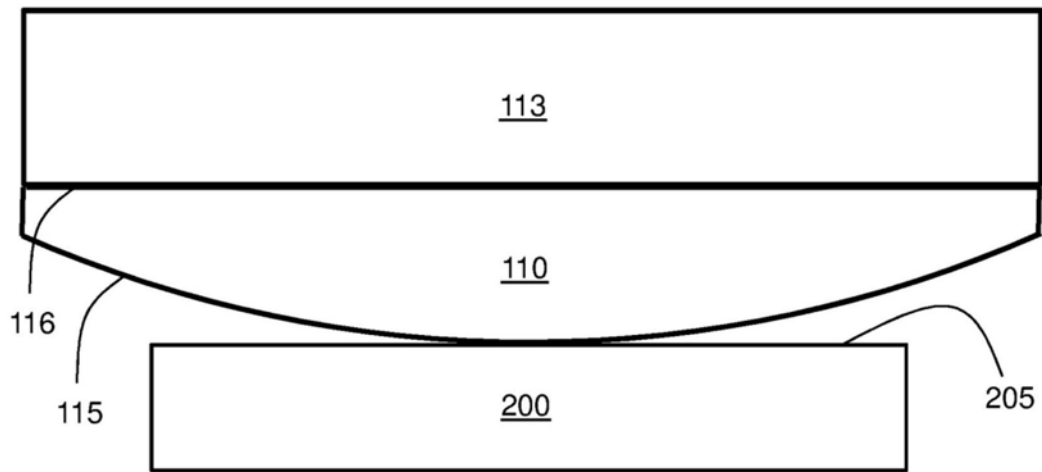


图5A

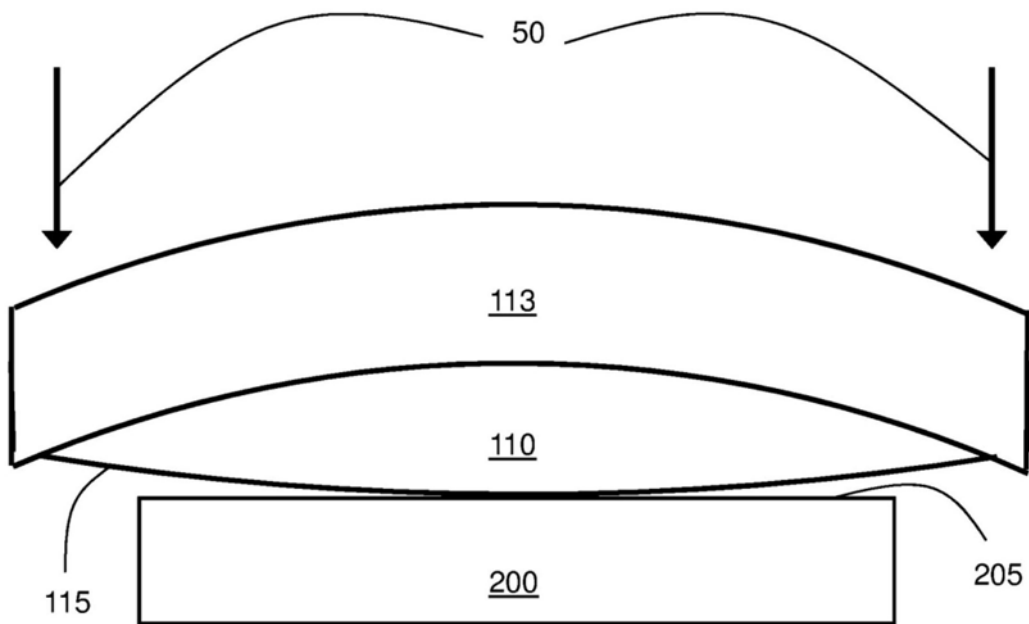


图5B

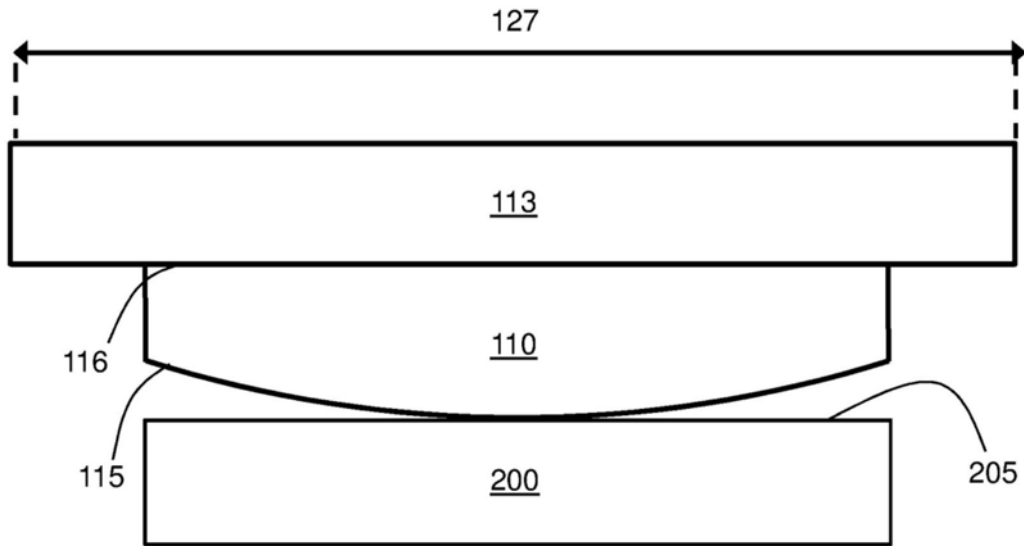


图5C

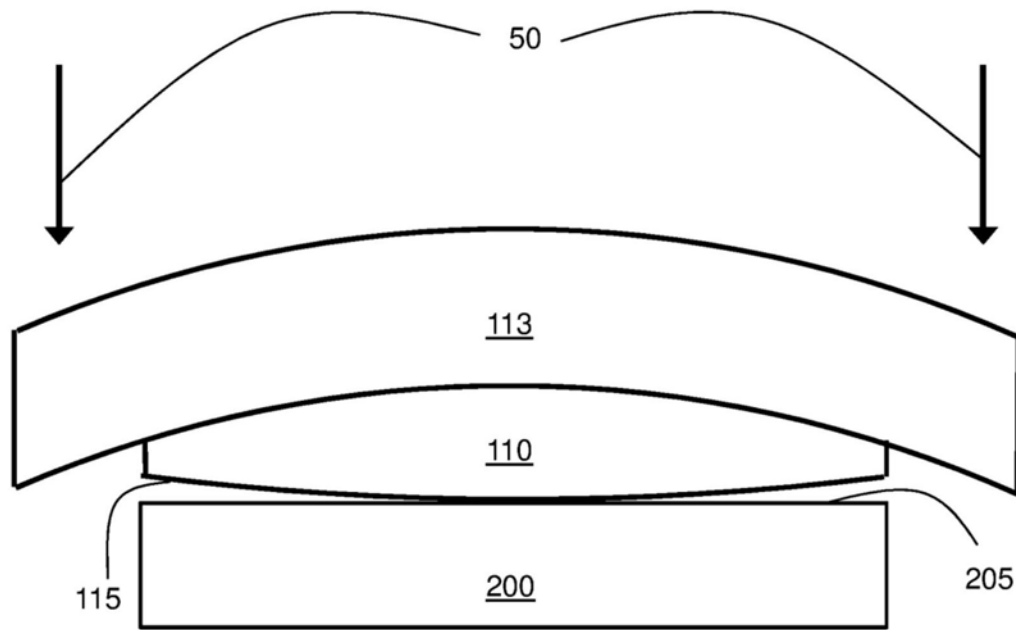


图5D

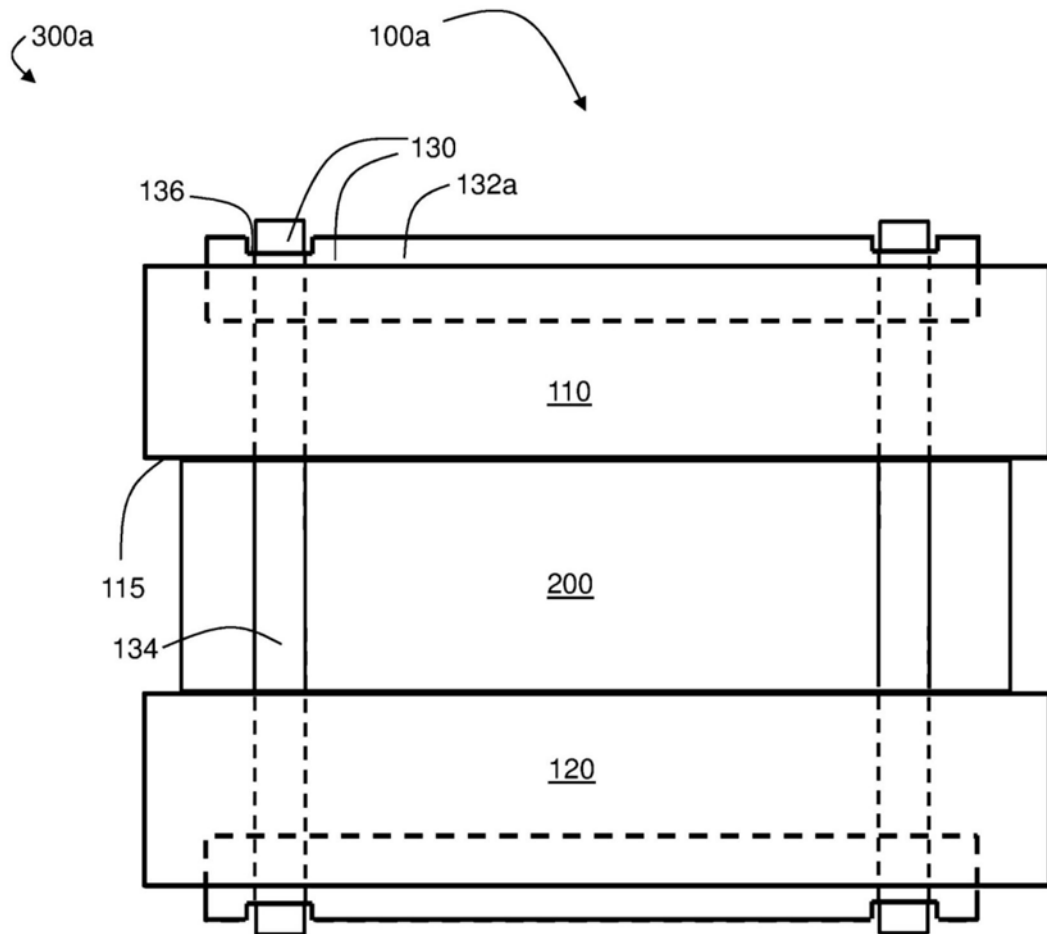


图6

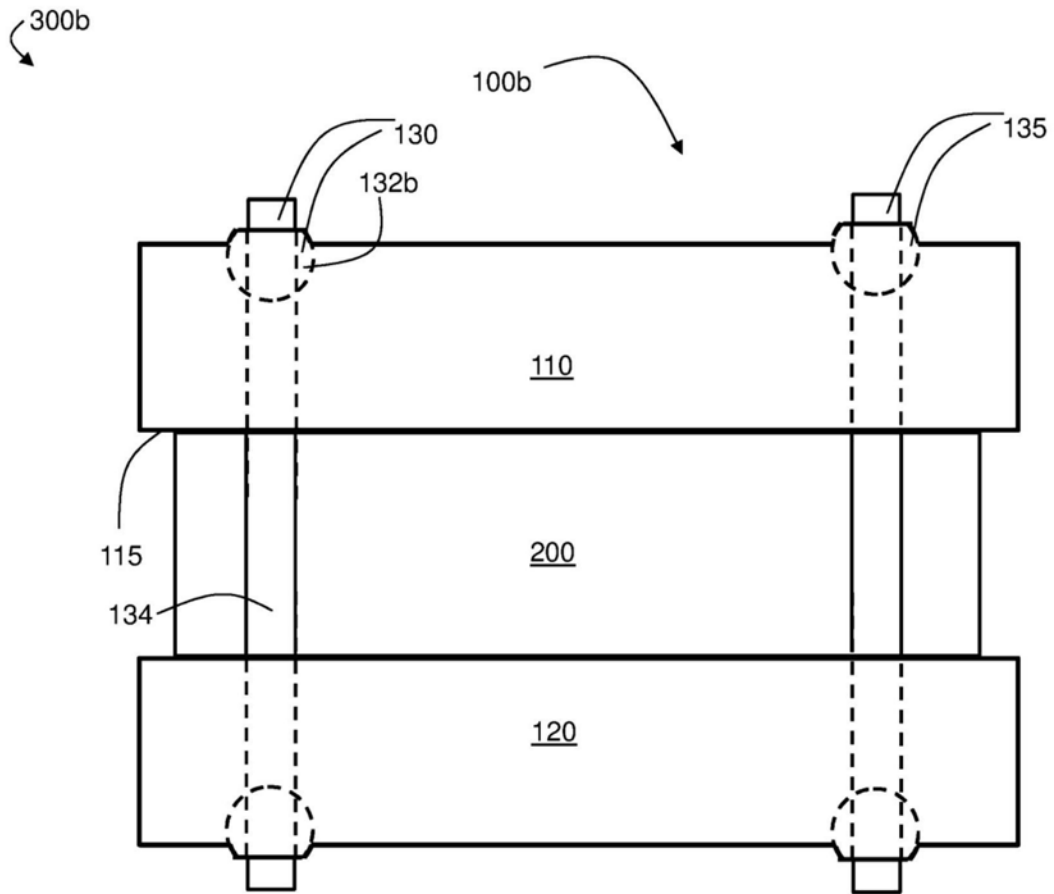


图7

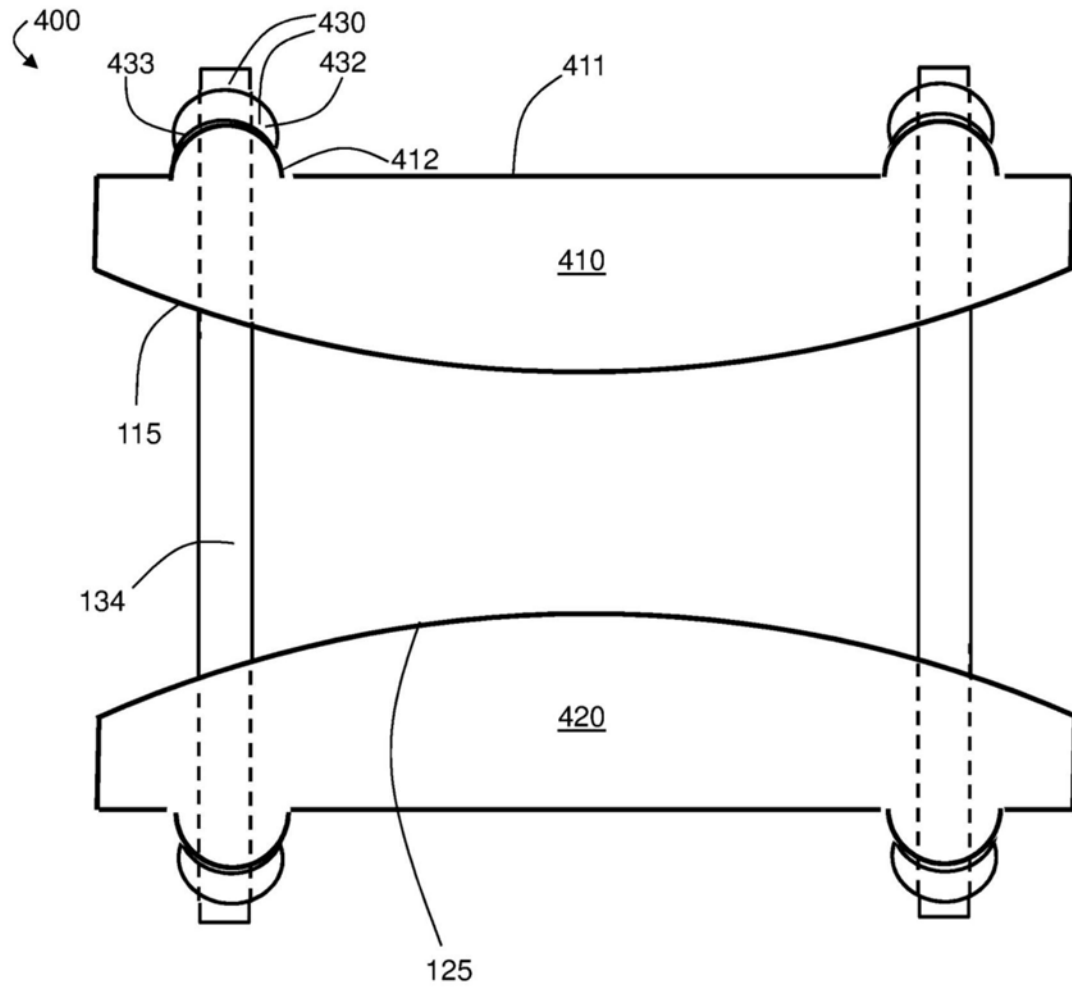


图8

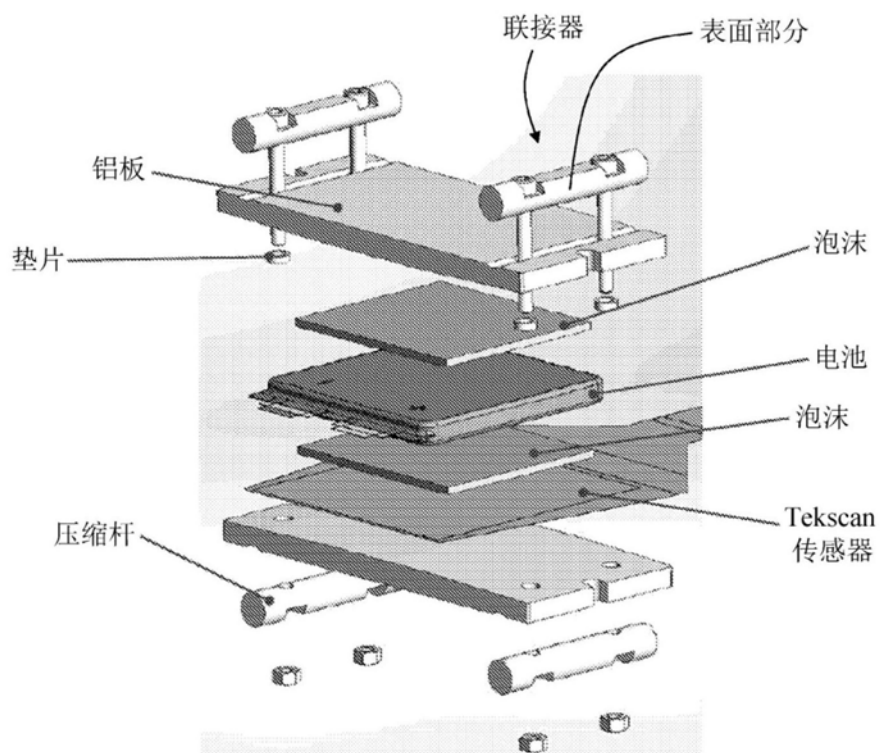


图9A

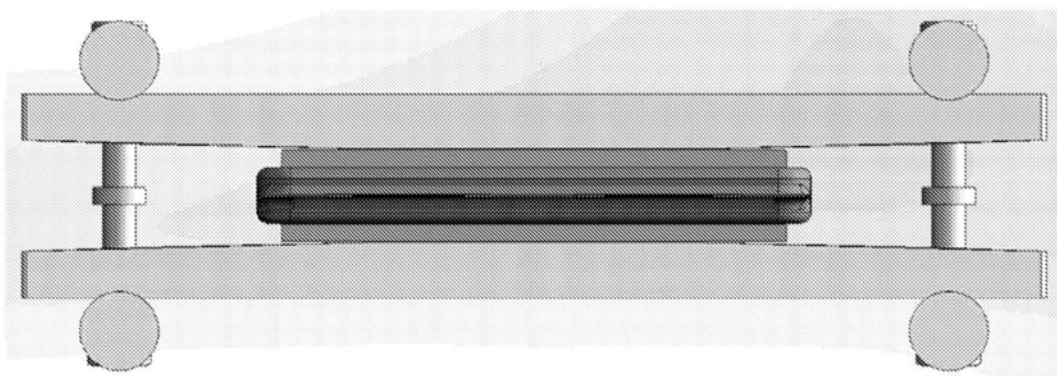


图9B

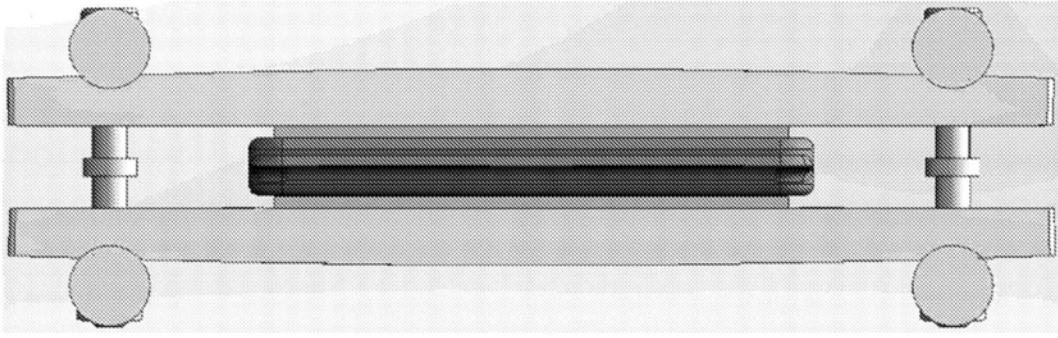


图9C

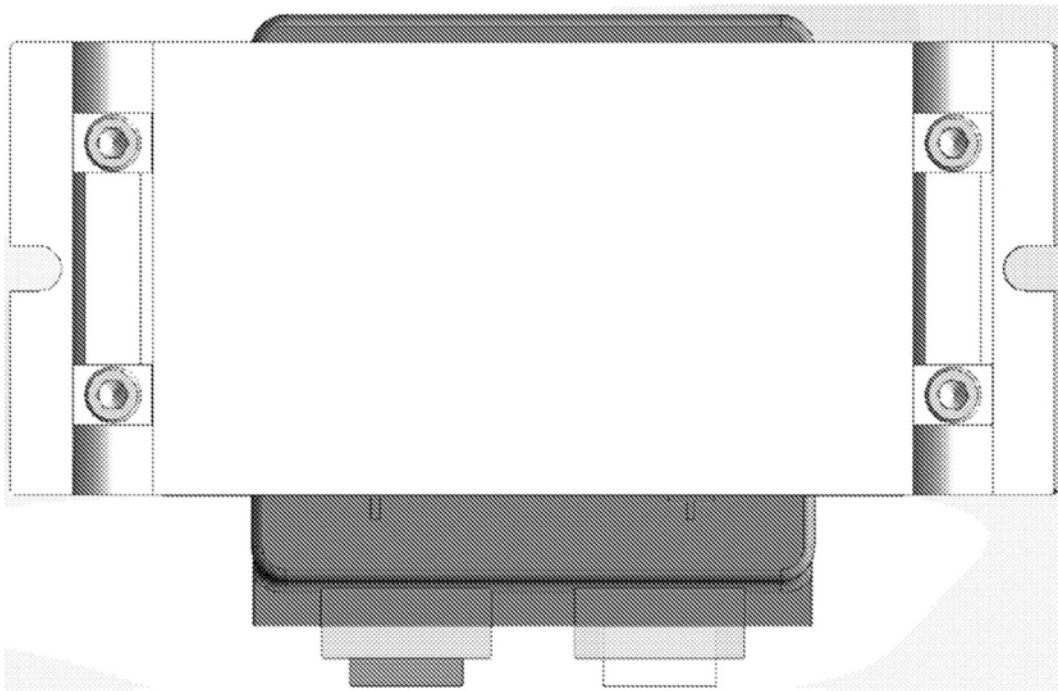


图9D

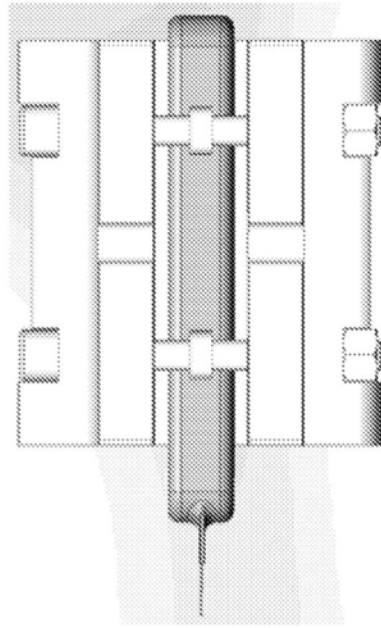


图9E