(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103155177 B
(45)授权公告日 2016.05.11

(21)申请号 201180046641.5

(22)申请日 2011.09.27

(30)优先权数据
1016193.3 2010.09.27 GB

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2013.03.27

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/GB2011/051829 2011.09.27

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2012/042259 EN 2012.04.05

(73)专利权人 博尔顿大学
地址 英国兰开夏郡

(72)发明人 玛根达帕·L(拉维)·哈蒂马尼
伊莱亚斯·斯奥利斯
克莱安西斯·普里卡斯
德曼·瓦坦塞维

(74)专利代理机构 北京派特恩知识产权代理有限公司 11270
代理人 武晨燕 归莹

(51)Int.Cl.
H01L 27/30(2006.01)
H01L 41/113(2006.01)
H02N 2/18(2006.01)
H02S 40/38(2014.01)
H02S 10/10(2014.01)
H01L 51/42(2006.01)
H01L 51/46(2006.01)
H02J 1/10(2006.01)

(56)对比文件
CN 101640298 A,2010.02.03,
Dukhyun Choi et al.Piezoelectric touch-sensitive Exible hybrid energy harvesting nanoarchitectures.《Nanotechnology》.2010, 第21卷第405503/1-6页.

审查员 张权林

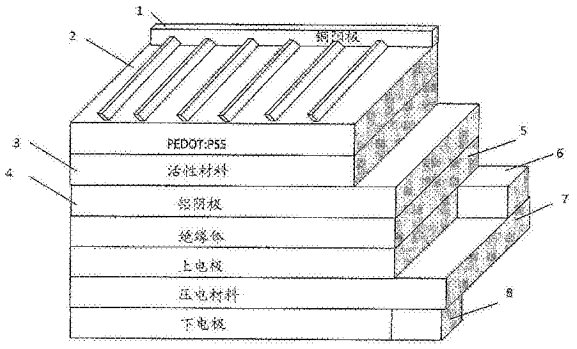
权利要求书4页 说明书9页 附图8页

(54)发明名称

混合能量转换设备

(57)摘要

描述了一种压电-光伏混合结构,该压电-光伏混合结构具有包括光伏层和压电衬底的多个叠置层。还描述了一种形成这种结构的方法,该方法包括以下步骤:提供压电衬底,以及在所述衬底上叠置光伏层。描述了一种功率转换系统,该功率转换系统包括这样的混合结构,该混合结构具有连接到压电衬底的第一电路和连接到光伏层的第二电路。还讨论了一种产生、存储、分配或消耗电能的方法,该方法涉及与分配电路或网络、电力负载或能量存储设备相连的这样的系统的使用。描述了另一种功率转换系统,其中,压电电路和光伏电路连接到单个直流-直流转换器或相应的直流-直流转换器。一组这样的功率转换系统可以在它们的输出端子处串联连接。



CN 103155177 B

1. 一种压电 - 光伏结构，其用于将太阳能和机械能转换成电能，所述结构具有包括光伏层和压电衬底的多个叠置层，其中，所述压电衬底置于上电极和下电极之间，并且所述光伏层置于阳极层和阴极层之间，其特征在于 ：

所述压电衬底包括压电聚合物 ；

层压在所述上电极上的绝缘层将所述压电衬底及所述上电极和所述下电极与所述光伏层、阴极层和阳极层分离 ；以及

所述阴极层是沉积在所述绝缘层上的薄膜。

2. 根据权利要求 1 所述的压电 - 光伏结构，其中，所述阳极层和所述阴极层是金属的，所述阳极层具有比所述阴极层更高的逸出功。

3. 根据权利要求 1 所述的压电 - 光伏结构，其中，所述阳极层的材料分布成仅部分地覆盖所述光伏层。

4. 根据权利要求 3 所述的压电 - 光伏结构，其中，所述阳极层的材料以晶格或梳状结构的形式分布在所述光伏层上。

5. 根据权利要求 1 所述的压电 - 光伏结构，其中，所述阴极层与所述光伏层是通过氟化锂的插入层来分离的。

6. 根据权利要求 1 所述的压电 - 光伏结构，其中，所述光伏层包括透明电子阻挡器（空穴提取器）聚合物的外部子层和电子供体与电子受体（供体 - 受体）聚合物的内部子层。

7. 根据权利要求 6 所述的压电 - 光伏结构，其中，所述电子供体 - 受体聚合物层包括散布的碳纳米管。

8. 根据权利要求 1 所述的压电 - 光伏结构，包括具有与所述层同中心叠置的细长的圆柱形体，其中，所述绝缘层被层压在所述上电极和所述下电极上。

9. 根据权利要求 8 所述的压电 - 光伏结构，其中，所述圆柱形体是纤维。

10. 根据权利要求 9 所述的压电 - 光伏结构，包括多个所述纤维，所述纤维被编织、编结或布置成织物或绳索的形式。

11. 根据权利要求 1 所述的压电 - 光伏结构，包括平面体，所述平面体具有与其平行叠置的所述层。

12. 根据权利要求 11 所述的压电 - 光伏结构，其中，所述平面体是薄片或薄膜。

13. 根据权利要求 1 所述的压电 - 光伏结构，其中，所述压电衬底包括散布的压电陶瓷粒子。

14. 根据权利要求 1 所述的压电 - 光伏结构，其中，所述光伏层包括染料敏化光伏电池。

15. 一种形成压电 - 光伏结构的方法，所述方法包括以下步骤 ：提供压电衬底，以及在所述衬底上叠置光伏层，其特征在于 ：

所述压电衬底包括压电聚合物 ；

所述方法包括 ：在叠置所述光伏层之前，在所述压电衬底上沉积上电极和下电极，并且在所述上电极上层压绝缘层 ；

叠置所述光伏层包括 ：在所述绝缘层上沉积阴极层作为薄膜。

16. 根据权利要求 15 所述的形成压电 - 光伏结构的方法，其中，所述上电极和所述下电极是金属的，并且通过热蒸发被沉积在所述压电衬底上。

17. 根据权利要求 15 所述的形成压电 - 光伏结构的方法，其中，叠置所述光伏层包括

以下步骤：在所述阴极层上镀包括电子供体聚合物和电子受体聚合物的层，在所述电子供体－受体聚合物层上沉积透明电子阻挡器（空穴提取器）聚合物层，以及在所述透明电子阻挡器聚合物层上沉积阳极层。

18. 根据权利要求 17 所述的形成压电－光伏结构的方法，包括以下步骤：在所述阴极层上沉积所述电子供体－受体聚合物层之前，在所述阴极层上沉积氟化锂层。

19. 根据权利要求 15 所述的形成压电－光伏结构的方法，其中，所述阴极层是金属的，并且是通过热蒸发来沉积的。

20. 根据权利要求 17 所述的形成压电－光伏结构的方法，其中，所述阳极层是金属的，并且是通过热蒸发来沉积在所述透明电子阻挡器（空穴提取器）聚合物层上的。

21. 根据权利要求 17 所述的形成压电－光伏结构的方法，其中，所述电子供体－受体聚合物层通过使用旋转涂覆、浸渍涂覆、铸造、丝网印刷、刮片或喷墨印刷方法沉积聚合物溶液的涂层而形成。

22. 根据权利要求 17 所述的形成压电－光伏结构的方法，其中，所述电子供体－受体聚合物层由聚合物溶液形成，所述聚合物溶液包括：聚（3- 己基噻吩）(P3HT) 和 [6,6]- 苯基 -C61- 丁酸甲酯 (PCBM) 的混合物，或聚（对苯撑乙烯）(PPV) 和聚 (2- 甲氧基 -5- 丙氧基－磺酸酯 -1,4- 苯撑乙烯）(MPS-PPV) 的混合物，或聚 [2- 甲氧基 -5-(2′－乙基－己氧基）-1,4- 苯撑乙烯](MEH-PPV) 和 PCBM 的混合物，或聚 [2- 甲氧基 -5-(3′,7′－二甲基辛氧基）]-1,4- 苯撑乙烯 (MDMO-PPV) 和 PCBM 的混合物，或 PPV 和富勒烯 (C60) 的混合物，或聚 (3- 辛基噻吩）(P3OT) 和 PCBM 的混合物，或 PCBM 和聚 [2,6-(4,4- 双 -(2- 乙基己基）-4H- 环戊并 [2,1-b ;3,4-b′）二噻吩）－交替 -4,7-(2,1,3- 苯并噻二唑）](PCDTBT) 的混合物，或聚 (N- 十二烷基 -2,5- 双 (2′－噻吩基）吡咯 -(2,1,3- 苯并噻二唑）](PTPTB) 和 PCBM 的混合物，所述混合物溶解在氯苯或 1,2- 二氯苯或氯仿中。

23. 根据权利要求 22 所述的形成压电－光伏结构的方法，其中，所述电子供体－受体聚合物层由聚合物溶液形成，所述聚合物溶液包括 P3HT 和 PCBM 按重量以 1 :1 的比率的混合物。

24. 根据权利要求 17 所述的形成压电－光伏结构的方法，其中，所述电子供体－受体聚合物层由包括散布的碳纳米管的聚合物溶液形成。

25. 根据权利要求 17 所述的形成压电－光伏结构的方法，包括以下步骤：对所述电子供体－受体聚合物层进行退火处理。

26. 根据权利要求 17 所述的形成压电－光伏结构的方法，其中，所述电子阻挡器（空穴提取器）聚合物层是通过使用旋转涂覆或浸渍涂覆方法沉积聚合物溶液的涂层来形成的。

27. 根据权利要求 17 所述的形成压电－光伏结构的方法，其中，所述电子阻挡器（空穴提取器）聚合物层是通过沉积包括 PEDOT:PSS 或 PTFE 的溶液的涂层来形成的。

28. 根据权利要求 17 所述的形成压电－光伏结构的方法，包括以下步骤：对所述电子阻挡器聚合物层进行退火处理。

29. 根据权利要求 15 所述的形成压电－光伏结构的方法，其中，提供压电衬底的步骤包括通过挤压工艺来形成所述衬底。

30. 根据权利要求 29 所述的形成压电－光伏结构的方法，其中，所述压电衬底由原料挤压而成，所述原料包括复合颗粒，所述复合颗粒包含聚合物基体中的散布的压电陶瓷粒子。

31. 一种功率转换系统，其用于将太阳能和机械能转换成电能，包括：根据权利要求 1 至 14 中任一项所述的压电 - 光伏结构；第一电路，其连接到所述压电衬底的上电极和下电极；以及第二电路，其连接到所述光伏层的阳极和阴极。

32. 根据权利要求 31 所述的功率转换系统，其中，所述第一电路包括整流器。

33. 根据权利要求 31 所述的功率转换系统，其中，所述第二电路包括电荷控制器。

34. 根据权利要求 31 所述的功率转换系统，其中，所述第一电路和所述第二电路中的一者或两者连接到能量存储设备的端子。

35. 一种产生、存储、分配或消耗电能的方法，包括：使用根据权利要求 31 所述的功率转换系统将机械能或太阳能转换成电能；以及将所述第一电路和所述第二电路中的一者或两者连接到电力分配电路或电力分配网络或电力负载或能量存储设备。

36. 一种产生和分配电能的方法，包括：使用根据权利要求 34 所述的功率转换系统将机械能或太阳能转换成电能；以及将所述能量存储设备连接到电力分配电路或电力分配网络或电力负载。

37. 一种功率转换系统，其用于将太阳能和机械能转换成电能，包括：根据权利要求 1 所述的压电 - 光伏结构；第一电路，其连接到所述压电 - 光伏结构的压电元件；以及第二电路，其连接到所述压电 - 光伏结构的光伏元件，其中，所述第一电路和所述第二电路中的至少一者连接到直流 - 直流转换器。

38. 根据权利要求 37 所述的功率转换系统，其中，所述第一电路包括整流器。

39. 根据权利要求 38 所述的功率转换系统，其中，所述整流器是集成芯片或集成芯片的一部分。

40. 根据权利要求 37 所述的功率转换系统，其中，所述第一电路与存储电容器并联连接到直流 - 直流转换器。

41. 根据权利要求 40 所述的功率转换系统，其中，所述直流 - 直流转换器是降压型转换器。

42. 根据权利要求 40 所述的功率转换系统，其中，所述直流 - 直流转换器是集成芯片或集成芯片的一部分。

43. 根据权利要求 42 所述的功率转换系统，其中，所述第一电路包括整流器，并且其中，单个集成芯片包括所述直流 - 直流转换器和所述整流器两者。

44. 根据权利要求 40 所述的功率转换系统，其中，所述第二电路与所述存储电容器并联连接到所述直流 - 直流转换器。

45. 根据权利要求 40 所述的功率转换系统，其中，所述第二电路与第二存储电容器并联连接到第二直流 - 直流转换器。

46. 根据权利要求 37 所述的功率转换系统，其中，所述第二电路包括调压器。

47. 根据权利要求 46 所述的功率转换系统，其中，所述调压器是与所述光伏元件串联连接的二极管。

48. 根据权利要求 47 所述的功率转换系统，其中，所述二极管是肖特基二极管。

49. 根据权利要求 37 所述的功率转换系统，其中，所述第一电路包括多个所述压电元件和多个整流器，其中，一个或多个压电元件连接到每个整流器，并且其中，所述整流器并联连接。

50. 根据权利要求 37 所述的功率转换系统，其中，所述第二电路包括串联连接的多个所述光伏元件。

51. 根据权利要求 40 至 45 中任一项所述的功率转换系统，其中，所述直流 - 直流转换器或至少一个直流 - 直流转换器连接到输出平滑电路。

52. 根据权利要求 51 所述的功率转换系统，其中，所述平滑电路或至少一个平滑电路包括储存电容器和电感。

53. 根据权利要求 40 至 45 中任一项所述的功率转换系统，其中，旁路二极管连接所述直流 - 直流转换器或每个直流 - 直流转换器的一对输出端子，或者连接所述输出平滑电路或每个输出平滑电路的一对输出端子。

54. 根据权利要求 53 所述的功率转换系统，其中，所述旁路二极管或每个旁路二极管是肖特基二极管。

55. 一种功率转换阵列，包括一组根据权利要求 37 至 50 中任一项所述的功率转换系统，所述一组功率转换系统在它们的输出端子处串联连接。

56. 根据权利要求 55 所述的功率转换阵列，其中，该组串联连接的功率转换系统连接到最后的直流 - 直流转换器。

57. 根据权利要求 56 所述的功率转换阵列，其中，所述最后的直流 - 直流转换器是升压转换器。

58. 根据权利要求 56 所述的功率转换阵列，包括多个所述最后的直流 - 直流转换器，每个所述最后的直流 - 直流转换器具有输入端子和输出端子，所述输入端子连接到各自组的串联连接的功率转换系统，所述输出端子连接到电力线总线。

59. 根据权利要求 55 所述的功率转换阵列，其中，该组串联连接的功率转换系统连接到直流 - 交流逆变器。

60. 根据权利要求 59 所述的功率转换阵列，包括多个所述逆变器，每个所述逆变器具有输入端子和输出端子，所述输入端子连接到各自组的串联连接的功率转换系统，并且所述输出端子连接到电力线总线。

混合能量转换设备

技术领域

[0001] 本发明涉及混合压电和光伏材料及结构，并且涉及针对这种材料及结构的功率转换系统和电路。

背景技术

[0002] 柔性光伏材料和压电材料的可用性，加之从可再生源高效率地获取能量的压力不断增加，使得同时和/或在同一位置处利用压电技术和光伏技术成为了越来越有吸引力的可能性。包括这两种技术的混合结构可以被部署成从太阳能和机械能(例如，雨、风、波浪或潮汐)收集(harvest)能量。柔性压电聚合物可被用于收集机械能，并且同时可用作有机光伏电池的衬底材料。

[0003] WO 2009/070706描述了使用柔性有机太阳能电池为人造草皮产生太阳能。这种系统的使用会受制于太阳光对于一天的一定时期的可用性。上述专利中所说明的结构无法使用机械能。

[0004] US 7,705,523B2描述了一种混合设备，该混合设备使用染料敏化太阳能电池和氧化锌(ZnO)压电纳米棒来将太阳能和机械能转换为电能。该混合结构仅能够以纤维的形式进行开发，而不能以薄膜或薄片的形式进行开发。在某些应用中，薄膜或薄片可能是有利的，例如，在来自水或风的机械能被转化为电能的情况下获取能量。US 7,705,523B2中所描述的混合结构不能够被修改成适应其他种类的更便宜的太阳能电池，例如有机太阳能电池或非晶硅太阳能电池。这种结构也是非常复杂的，以包括具有辐射状纳米棒的小管的分层结构为特色。对于能够使制造方法更简单并且允许在不同尺度下和以不同的结构形式(例如，以薄膜或薄片以及纤维的形式)来使用这种混合压电-光伏技术而言，期望有一种简化的结构。

[0005] 因此，本发明实施例的一个目的是提供一种存储、消耗和/或产生从太阳能和机械来源中所提取(scavenged)的电能的改进方法。本发明实施例的另一个目的是提供一种用于使用这样的方法收集太阳能和机械能的改进型发电系统。本发明实施例的又一个目的是提供一种用于这样的系统中的具有压电特性和光伏特性的混合结构。本发明实施例的再一个目的是提供一种用于制造这样的结构的方法。

发明内容

[0006] 根据本发明的第一方面，提供了一种压电-光伏结构，该压电-光伏结构用于将太阳能和机械能转换成电能，具有包括光伏层和压电衬底的多个叠置层(superposed layers)。

[0007] 这样的混合结构可以起到通过单个多源能量捕获系统从多个可再生源收集能量的作用。这可能导致能量捕获系统，这些能量捕获系统更高效地收集能量，或者相比可比较的单源能量捕获系统而言，是更划算、更健壮、更轻或者更可配置的。

[0008] 有利地，压电衬底直接地置于上电极和下电极之间。

[0009] 优选地，光伏层置于外部阳极层和内部阴极层之间。绝缘层可将压电衬底及上电极和下电极与光伏层、阴极和阳极分离。有利地，光伏层进一步包括透明电子阻挡器(空穴提取器)聚合物的外部子层和电子供体与电子受体(供体-受体)聚合物的内部子层。

[0010] 电子阻挡器聚合物层可包括聚(3,4-乙撑二氧噻吩)和聚苯乙烯磺酸酯(PEDOT:PSS)，或者可包括聚-四氟乙烯(PTFE)。

[0011] 电子供体-受体聚合物层可包括聚(3-己基噻吩)和[6,6]-苯基-C61-丁酸甲酯(P3HT+PCBM)，或者可包括聚(对苯撑乙烯)和聚(2-甲氧基-5-丙氧基-磺酸酯-1,4-苯撑乙烯)(PPV+MPS-PPV)，或者可包括聚[2-甲氧基-5-(2′-乙基-己氧基)-1,4-苯撑乙烯]和[6,6]-苯基-C61-丁酸甲酯(MEH-PPV+PCBM)，或者可包括聚[2-甲氧基-5-(3′,7′-二甲基辛氧基)]-1,4-苯撑乙烯和[6,6]-苯基-C61-丁酸甲酯(MDMO-PPV+PCBM)，或者可包括聚(对苯撑乙烯)和富勒烯(PPV+C60)，或者可包括聚(3-辛基噻吩)和[6,6]-苯基-C61-丁酸甲酯(P3OT+PCBM)，或者可为[6,6]-苯基-C61-丁酸甲酯和聚[2,6-(4,4-双-(2-乙基己基)-4H-环戊并[2,1-b;3,4-b′)二噻吩)-交替-4,7-(2,1,3-苯并噻二唑)](PCBM+PCDTBT)，或者可包括聚(N-十二烷基-2,5-双(2′-噻吩基)吡咯-(2,1,3-苯并噻二唑)]和[6,6]-苯基-C61-丁酸甲酯(PTPTB+PCBM)。

[0012] 电子供体-受体聚合物层可包含散布的碳纳米管。阳极层和阴极层优选地是金属的，阳极层具有比阴极层更高的逸出功。有利地，阳极层的材料分布成仅部分地覆盖光伏层。优选地，阳极层的材料以晶格或梳状结构的形式稀疏地分布在光伏层上。有利地，阳极层可以是铜。优选地，阴极层可以是铝。

[0013] 在本发明的一优选实施例中，该结构可包括具有与所述层同中心叠置的细长的大体上圆柱形体。大体上圆柱形体可以是纤维。该结构可包括多个所述纤维，所述纤维被编织、编结或布置成织物或绳索的形式。

[0014] 在另一优选实施例中，该结构可包括平面体，该平面体具有与其大体上平行叠置的所述层。平面体可以是薄片或薄膜。

[0015] 优选地，上电极和下电极是金属的。便利地，上电极和下电极可以是铝。

[0016] 有利地，阴极层与光伏层可以是通过氟化锂的插入层来分离的。

[0017] 压电衬底可包括聚合物。优选地，压电衬底包括聚(偏氟乙烯)(PVDF)或者聚丙烯或者尼龙。压电衬底可包括散布的压电陶瓷粒子。

[0018] 光伏层可包括染料敏化光伏电池。

[0019] 根据本发明的第二方面，提供了一种形成压电-光伏结构的方法，该方法包括以下步骤：提供压电衬底，以及在该衬底上叠置光伏层。

[0020] 有利地，该方法可包括以下步骤：在叠置光伏层之前，在压电衬底上沉积上电极和下电极。该方法可包括以下步骤：在叠置光伏层之前，在衬底上叠置绝缘层。优选地，叠置光伏层包括以下步骤：镀阴极层，在阴极层上镀包括电子供体聚合物和电子受体聚合物的层，在电子供体-受体聚合物层上沉积透明电子阻挡器(空穴提取器)聚合物层，以及在透明电子阻挡器聚合物层上沉积阳极层。有利地，该方法可包括以下步骤：在所述阴极层上沉积所述电子供体-受体聚合物层之前，在所述阴极层上沉积氟化锂层。

[0021] 优选地，上电极和下电极是金属的，并且是通过热蒸发来沉积在压电衬底上的。有利地，阴极层是金属的，并且是通过热蒸发进行沉积的。便利地，阳极层是金属的，并且是通

过热蒸发来沉积在透明电子阻挡器(空穴提取器)聚合物层上的。

[0022] 优选地,提供压电衬底的步骤可包括通过挤压工艺形成所述衬底。压电衬底可以由包括聚合物颗粒的原料(feed)挤压而成。压电衬底可以由原料挤压而成,该原料包括复合颗粒,这些复合颗粒包含聚合物基体中的散布的压电陶瓷粒子。

[0023] 有利地,电子供体-受体聚合物层可以是通过使用旋转涂覆或浸渍涂覆方法沉积聚合物溶液的涂层来形成的。或者,电子供体-受体聚合物层可通过使用铸造、丝网印刷、刮片(doctor blading)或喷墨印刷方法沉积聚合物溶液的涂层而形成。

[0024] 用于形成电子供体-受体聚合物层的聚合物溶液可包括:聚(3-己基噻吩)(P3HT)和[6,6]-苯基-C61-丁酸甲酯(PCBM)的混合物,或聚(对苯撑乙烯)(PPV)和聚(2-甲氧基-5-丙氧基-磺酸酯-1,4-苯撑乙烯)(MPS-PPV)的混合物,或聚[2-甲氧基-5-(2′-乙基-己氧基)-1,4-苯撑乙烯](MEH-PPV)和PCBM的混合物,或聚[2-甲氧基-5-(3′,7′-二甲基辛氧基)]-1,4-苯撑乙烯(MDMO-PPV)和PCBM的混合物,或PPV和富勒烯(C60)的混合物,或聚(3-辛基噻吩)(P3OT)和PCBM的混合物,或PCBM和聚[2,6-(4,4-双-(2-乙基己基)-4H-环戊并[2,1-b;3,4-b′)二噻吩)-交替-4,7-(2,1,3-苯并噻二唑)](PCDTBT)的混合物,或聚(N-十二烷基-2,5-双(2′-噻吩基)吡咯-(2,1,3-苯并噻二唑)](PTPTB)和PCBM的混合物,所述混合物溶解在氯苯或1,2-二氯苯或氯仿中。

[0025] 有利地,用于形成电子供体-受体聚合物层的聚合物溶液可包括P3HT和PCBM按重量以1:1的比率的混合物。用于形成电子供体-受体聚合物层的聚合物溶液可包括散布的碳纳米管。优选地,该方法可包括以下步骤:对电子供体-受体聚合物层进行退火处理。

[0026] 便利地,电子阻挡器(空穴提取器)聚合物层可以是通过使用旋转涂覆或浸渍涂覆方法沉积聚合物溶液的涂层来形成的。有利地,电子阻挡器聚合物层可以是通过沉积包括PEDOT:PSS或PTFE的溶液的涂层来形成的。优选地,该方法可包括以下步骤:对电子阻挡器聚合物层进行退火处理。

[0027] 根据本发明的第三方面,提供了一种功率转换系统,该功率转换系统用于将太阳能和机械能转换成电能,该功率转换系统包括:压电-光伏结构,其具有包括光伏层和压电衬底的多个叠置层;第一电路,其连接到压电衬底的上电极和下电极;以及第二电路,其连接到光伏层的阳极和阴极。

[0028] 有利地,第一电路可包括整流器。便利地,第二电路可包括电荷控制器。第一电路和第二电路中的一者或两者可连接到能量存储设备的端子。便利地,能量存储设备是电池。

[0029] 根据本发明的第四方面,提供了一种产生、存储、分配或消耗电能的方法,该方法包括:使用所述功率转换系统将机械能或太阳能转换成电能;以及将第一电路和第二电路中的一者或两者连接到电力分配电路或电力分配网络或电力负载或能量存储设备。

[0030] 根据本发明的第五方面,提供了一种产生和分配电能的方法,该方法包括:使用所述功率转换系统将机械能或太阳能转换成电能;将第一电路和第二电路中的一者或两者连接到能量存储设备;以及将能量存储设备连接到电力分配电路或电力分配网络或电力负载。

[0031] 根据本发明的第六方面,提供了一种功率转换系统,该功率转换系统用于将太阳能和机械能转换成电能,该功率转换系统包括:压电-光伏结构,其具有光伏元件和压电元

件；第一电路，其连接到压电元件；以及第二电路，其连接到光伏元件，其中，第一电路和第二电路中的至少一者连接到直流(DC)－直流转换器。

[0032] 压电元件可以是压电衬底，其中，第一电路连接到压电衬底的上电极和下电极。光伏元件可以是光伏层，其中，第二电路连接到光伏层的阳极和阴极。压电－光伏结构是根据本发明的第一方面所述的压电－光伏结构。

[0033] 第一电路可包括整流器，该整流器可以是桥式整流器。便利地，桥式整流器是低压降全波桥式整流器(low drop full wave bridge rectifier)。整流器可以是集成芯片或集成芯片的一部分。第一电路可以与存储电容器并联连接到直流－直流转换器。直流－直流转换器可以是降压型转换器(step-down converter)。直流－直流转换器可以是集成芯片或集成芯片的一部分。直流－直流转换器和整流器可以形成单个集成芯片。便利地，单个集成芯片可以是线性技术公司(米尔皮塔斯(Milpitas)、加利福利亚)所供应的LTC3588集成芯片或等同物。第一电路可包括多个所述压电元件和多个所述整流器，其中，一个或多个压电元件连接到每个整流器，并且其中，所述整流器并联连接。

[0034] 第二电路可包括调压器，该调压器可以是与光伏元件串联连接的二极管。便利地，二极管可以是肖特基二极管(Shottky diode)。第二电路可包括串联连接的多个所述光伏元件。第二电路可与所述存储电容器并联连接到所述直流－直流转换器。或者，第二电路可与第二存储电容器并联连接到第二直流－直流转换器，这两个转换器具有其相连接的输出端。

[0035] 直流－直流转换器或至少一个直流－直流转换器可以连接到输出平滑电路。平滑电路或至少一个平滑电路可包括储存电容器和电感。有利地，旁路二极管可连接直流－直流转换器或至少一个直流－直流转换器的一对输出端子，或者可连接输出平滑电路或每个输出平滑电路的一对输出端子。旁路二极管或每个旁路二极管可以是肖特基二极管。

[0036] 根据本发明的第七方面，提供了一种功率转换阵列，该功率转换阵列包括一组根据本发明的第六方面所述的功率转换系统，其中，这些功率转换系统在它们的输出端子处串联连接。

[0037] 该组串联连接的功率转换系统可连接到最后的(final)直流－直流转换器。最后的直流－直流转换器可以是升压转换器(step-up converter)。功率转换阵列可进一步包括多个所述最后的直流－直流转换器，每个所述最后的直流－直流转换器具有输入端子和输出端子，这些输入端子连接到各自组的串联连接的功率转换系统，这些输出端子连接到电力线总线。

[0038] 或者，该组串联连接的功率转换系统可连接到直流－交流(AC)逆变器。功率转换阵列可进一步包括多个所述直流－交流逆变器，每个所述直流－交流逆变器具有输入端子和输出端子，这些输入端子连接到各自组的串联连接的功率转换系统，这些输出端子连接到电力线总线。

附图说明

[0039] 为了能够更清楚地理解本发明，现在将参照附图，仅通过示例的方式来描述本发明的实施例，其中：

[0040] 图1为根据本发明的一实施例的层状的(laminar)压电－光伏结构(例如，薄膜)

的一部分的透视图；

[0041] 图 2 为根据本发明的另一实施例的同中心的压电 - 光伏结构(例如，纤维)的一部分的透视图；

[0042] 图 3 为示出了用于制备图 1 和图 2 的压电 - 光伏结构的方法的流程图；

[0043] 图 4 为根据本发明的另一实施例的功率转换系统的示意图，其包括图 1 的压电 - 光伏结构；

[0044] 图 5 为展示适合于用于图 4 的功率转换系统中的整流器电路的电路图；

[0045] 图 6 为根据本发明的其他实施例的功率转换系统单元电池(unit cell)的示意图；

[0046] 图 7 为示出了多个图 6 的单元电池的电路图，每个单元电池包括一个或多个压电元件和一个或多个光伏元件，其中，这些单元电池串联连接，以形成根据本发明的另一实施例的功率转换阵列；

[0047] 图 8 为示出了图 6 的单元电池的电路图，其包括多个压电元件和多个光伏元件；

[0048] 图 9 为示出了根据本发明的另一单元电池的电路图，其中，连接多个压电元件的电路连接到第一直流 - 直流转换器，并且连接多个光伏元件的电路连接到第二直流 - 直流转换器；以及

[0049] 图 10 为图 8 的功率转换阵列的示意图，其示出了经由相应的直流 - 直流转换器或直流 - 交流逆变器连接到输出电力线总线的多个串联连接的单元电池。

具体实施方式

[0050] 图 1 和图 2 分别示出了层状的混合压电 - 光伏结构(例如，薄膜)的结构和同中心层状的混合压电 - 光伏结构(例如，纤维)的结构。纤维或薄膜是使用压电聚合物(例如，PVDF)作为用于光伏电池的衬底来制备的。有机的电荷供体和受体光伏材料(例如，P3HT 和 PCBM)和电极材料(例如，铝和铜)然后在 PVDF 纤维或薄膜上进行逐层地沉积，以产生倒置的(inverted)有机太阳能电池。下面较详细地阐明用于制造这样的纤维和薄膜的方法，如图 3 所示。

[0051] I. 压电聚合物衬底上的电极沉积：

[0052] 纤维(9)或薄膜(7)形式的压电偏振的(极化的)PVDF 衬底沉积有一对金属电极(6、8)，并且然后使用绝缘体层(5、10)进行层压(laminated)。两个电极可以分别大体上覆盖薄膜衬底的上表面和下表面，或者可以分别大体上覆盖纤维衬底表面的上 180 度和下 180 度。由于 PVDF 是一种众所周知的具有对于厚度为 25 μm 的薄膜而约为 35pC/N 的电荷位移系数 d_{33}的压电聚合物，因此选择 PVDF 作为衬底。除了具有高 d_{33}常数之外，它还是一种非常稳定的聚合物。PVDF 容易熔化 - 挤压成薄膜或纤维，具有 175° C 的相对低的熔化温度。

[0053] 压电衬底的替代材料可以包括聚丙烯、尼龙和可以形成有适当弹性并且稳定的衬底纤维或薄膜并且可以被压电偏振的任何其他聚合物。压电衬底上的电极是通过良好导电体的热蒸发来沉积的。或者，如果衬底是薄膜形式，则电极可以通过对导电膏进行刮片来沉积。在薄膜的情况下，随后，电绝缘层(5)被层压在压电部分的上电极上；对于纤维，绝缘(10)被层压在两个电极上，以大体上包围纤维。

[0054] II. 经层压的压电部分上的阴极沉积：

[0055] 铝阴极(4、11)是通过热蒸发来沉积在经层压的压电部分(7、9)上的。阴极材料应当具有比阳极更低的溢出功。由于铝具有比铜更低的溢出功，因此选择铝作为阴极材料。在优选的实施例中，具有至少 250nm 厚度的铝薄膜被沉积在经层压的压电 PVDF 薄膜(7)或纤维(9)上。

[0056] III. 用于形成电子供体 - 受体材料的涂层的溶液：

[0057] P3HT 和 PCBM 按重量以 1 :1 的比例在氯苯中进行混合，这被认为是对太阳能电池的量子转换效率进行最大化。该溶液是使用浓度为 10mg/ml 的 P3HT+PCBM 活性材料来制备的，这被认为是产生比任何其他浓度更高的量子效率。然后以 200 转每分钟(rpm)的速度搅动溶液 9 小时。在整个搅动操作中，混合物被保持在不透明的、密封的容器内。

[0058] IV. 通过旋转 / 浸渍涂覆对电子供体 - 受体层进行涂覆：

[0059] P3HT+PCBM 活性层(3、12)是使用旋转涂覆或浸渍涂覆设备来沉积在经铝涂覆的 PVDF 衬底上的。旋转涂覆可以 1000 转每分钟的速度从溶解在氯苯中的 10mg/ml 浓度的 P3HT 和 PCBM 产生具有 100-150nm 厚度的活性层。这被认为是用于获取高量子转换效率的最佳厚度。以 200 转每分钟的旋转涂覆速度持续第一个 10 秒钟、接着以 500 转每分钟的旋转涂覆速度持续另一个 10 秒钟、并且最后以 1000 转每分钟的旋转涂覆速度持续 40 秒钟，被用于对活性材料进行涂覆。采取这几个步骤程序，以便获得均匀的厚度。在涂覆过程中，掩模覆盖衬底，以便使某些区域没有活性材料，从而使得后来的连接引线能够通向至铝阴极。

[0060] V. 对使用步骤 I 至步骤 IV 所制备的结构进行退火处理：

[0061] 对有机活性光伏材料进行退火处理已经证明可以产生更好的太阳能电池的量子转换效率。使用上述步骤 I 至步骤 IV 所构建的结构在 110° C 的温度下进行退火处理。相比于这个较低的温度，250° C 的退火处理温度将产生更高的效率，但是超过了 PVDF 的熔点和居里点(Curie point)，并且因此将损坏压电衬底。所以，最大选择 110° C。

[0062] VI. 通过旋转 / 浸渍涂覆对电子阻挡器(空穴提取器)层进行涂覆：

[0063] PEDOT:PSS(2、13)层被用作从活性层到太阳能电池的阳极的空穴注入器 / 提取器层。它还充当电子阻挡层，以防止朝向阳极的扩散电子漂移。PEDOT:PSS 的溶液是使用高达 5000 转每分钟的高速度来旋转涂覆在活性层上的，以获得约 40-50nm 的厚度。对于步骤 IV 和步骤 VI，旋转涂覆优选地用于层状 / 薄膜结构；如果结构是纤维，则在步骤 IV 和步骤 VI 中，浸渍涂覆是优选的。

[0064] VII. 对使用步骤 I 至步骤 VI 所制备的结构进行退火处理：

[0065] 对电子阻挡材料或空穴提取材料进行退火处理改善了太阳能电池的量子转换效率。按照上述步骤 I 至步骤 VI 所构建的结构在 110° C 的温度下进行退火处理约 30 分钟的短时间。PEDOT:PSS 的退火处理时间和温度不会对有机太阳能电池的效率产生太大的变化。

[0066] VIII. 对铜梳状结构 1 和 14 进行热蒸发：

[0067] 太阳能电池上面的阳极沉积应当稀疏地进行分布，以便阻挡尽可能少的阳光。具有从脊柱(spine)伸展的细指状物的梳状结构(如图 1 所示)可以使用最小的阳光阻挡来实现将电子很好地传送到阳极金属。覆盖纤维的阳极(如图 2 所示)也应当具有稀疏分布形式

(例如,梳状或晶格结构)(未示出)。由于铜具有比阴极材料铝更高的溢出功,因此选择铜作为阳极材料。使用热蒸发设备,在室温下沉积铜阳极。为了实现将要连接到太阳能电池的引线两端的相对较低的电阻,铜厚度优选为大于 200nm。

[0068] 在使用中,混合结构的光伏部分响应于阳光而产生流过阳极和阴极的电流,并且该结构的压电部分响应于移动而在电极对两端产生波动的电压。来自光伏部分的电流和来自压电部分的电压各自地从太阳能量源或机械能量源提供电能。该能量可以被存储或使用,例如以下所阐述的。

[0069] 在本发明的一实施例中,混合结构的效率是通过在涂覆 PCBM+P3HT 活性层(3、12)之前,在铝阴极(4、11)上沉积 LiF (氟化锂)层来改善的。这充当空穴阻挡层。

[0070] 在另一实施例中,单壁碳纳米管(SWCNY)和多壁碳纳米管(MWCNT)的胶状溶液包含在活性材料的混合物中。这可以通过改善电荷载体从活性材料到电极的扩散来提高有机太阳能电池的效率。

[0071] 在又一实施例中,染料敏化太阳能电池沉积在形成混合电池压电部分的 PVDF 薄膜或纤维(7、9)的顶部上。

[0072] 还可以使用各种其他类型的柔性压电衬底(例如,PFC (压电纤维复合材料)、压电聚丙烯(PP)、尼龙等)代替 PVDF。

[0073] IX. 用于对太阳能和机械能进行组合的基本电路 :

[0074] 在图 4 所示的实施例中,混合结构的光伏部分的阳极(1)和阴极(4)连接到电荷控制器(14),电荷控制器(14)继而连接到诸如电池(16)或电容器之类的能量存储单元。在没有阳光时,电荷控制器可以阻止电池放电。混合结构的压电部分的上电极(6)和下电极(8)连接到整流电路(15),整流电路(15)还继而连接到电池或其他存储设备(16)。两个电路中的每个电路都可以连接到同一存储设备或单独的存储设备。整流电路(如图 5 所示)可包括由四个二极管(18)和一个电容器(17)组成的桥式整流器。二极管和电容器将波动的频率和振幅电压信号转换成更稳定的直流电压信号。

[0075] 压电部分(15)的能量转换电路还可以通过增加电感器和数字开关(在电感器上进行收集的同步开关)来进行改进,以用于从波动的频率和电压更有效地转换成更恒定的直流电压。

[0076] 在另一实施例中,能量被在线利用,不需要将其存储在电力存储设备(例如,电池或电容器)中。例如,如果太阳能和 / 或机械能(例如,风、潮汐、波浪或雨)是丰富的,和 / 或能量使用率较低,则所产生的电可以不需要任何存储设备而被直接使用。

[0077] X. 用于能量收集和电力传输的其他电路 :

[0078] 其他的实施例涉及将由压电部分和光伏部分所产生的电压转换成恒定直流电压并且还阻止所存储的能量通过设备的光伏部分和压电部分进行放电的电路。这可以使设备起到高效能量收集设备的作用,供应由机械能和太阳能高效率地转换而来的电能。

[0079] 图 6 中示出了该电路的示意性布局,其中,电荷是分别由不同的整流元件(23、24)通过能量收集器(harvester)的光伏部分(21)和压电部分(22)进行收集的。混合电池的光伏部分(21)产生恒定的直流电压,并且因此所使用的整流元件(23)可以是普通的肖特基类型的单个二极管整流器,而混合电池的压电部分(22)使用 LTC3588 集成芯片(27)(由线性技术公司(米尔皮塔斯、加利福利亚)供应),其包括低损耗、全波桥式整流器,外加高效

率降压型转换器，以将随机变化的交流信号转换成恒定的直流电压。集成芯片（IC）具有四种输出电压：1.8V、2.5V、3.3V 和 3.6V，输入电压使用保护分流器（shunt）设定在 20V 处。来自光伏部分（21）和压电部分（22）的两个整流元件（23、24）然后连接到存储电容器（25），存储电容器（25）然后连接到直流－直流高效率降压型转换器（26）。

[0080] 图 7 示出了混合能量收集器中的串联连接的每个单元电池（30）的电路图。每个单元电池（30）包括肖特基二极管（23），以调节来自混合电池的光伏部分（21）的电压。从二极管连接到 LTC3588 IC（27）的电容器还通过混合电池的压电部分（22）进行连接。能量收集器的压电部分通过 PZ1 引脚和 PZ2 引脚连接到 LTC3588 IC，并且设备的光伏部分通过 $V_{输入}$（Vin）引脚和 GND 引脚连接到 LTC3588 IC。来自光伏部分的电荷 / 电能通过二极管被存储在电容器 C2 中；同一电容器还通过集成到 LTC3588 IC 的全波 4- 二极管整流器存储来自混合能量收集器的压电部分的电荷 / 电能。

[0081] LTC3588 IC 的引脚 4 处的 $V_{输入}$ 的电输入是来自混合能量收集器的光伏部分和压电部分的电荷 / 电能之和。LTC3588 IC 的引脚 6 处的电压输出 $V_{输出}$（Vout）连接到电感器 L2（29）和电容器 C4（25），其形成用于调节输出电压的平滑电路。该输出电压然后跨接在二极管 D2（28）的两端，其用于防止电流的逆流。引脚 7 处的另一个 $V_{输入}$（内部低压轨，其充当用于 IC 的降压型转换器 NMOS 开关的栅极驱动）通过电容器 C3 连接到混合收集器的光伏部分的另一个电极。电容器 C3 然后与引脚 9 和引脚 8 一起连接到 LTC3588 IC 的接地端（GND）。（这与压电部分形成对比，其中，两个电极连接到 IC 的相应的 PZT1 端子和 PZT2 端子）。

[0082] 在所示的具体实施例中，LTC3588 的接地（GND）引脚和引脚 6 处的电压输出约为 1.8V。从图 7 中可以看到，数个（n 个）基本单元电池（30）串联连接。整个串联的总电压是 n 乘以一个单元电池的电压输出，即，（n×1.8）V。如果任何一个基本单元例如由于对单元的任何损坏或者由于太阳能水平不足而不运行，则该单元电池将经由其旁路二极管 D2（28）进行旁路，使得串联输出电压为（（n-1）×1.8）V。

[0083] 在连接到阵列内的许多电池中的一个电池不运行的情况下，商业太阳能电池中所常用的电子电路（用于收集光伏电荷并且将其存储在能量存储设备中）可能完全地失效。使用旁路二极管 D2（28）的串联布置是有利的，因为太阳能电池的较大串联阵列内的一个单元电池或少量单元电池出现故障不会阻止能量收集设备运行；相反地，该阵列继续供应由仍在运行的其余太阳能电池所产生的电力。

[0084] 图 7 中所示的基本单元旨在用于混合光伏－压电能量收集器，例如，其中的混合压电元件和光伏元件具有相对大规模的形式（例如，薄膜元件或条形元件）。对于较小规模的元件（例如，纤维的形式），每个元件都将当作一个混合收集器电池并且将因此需要一个相应的 LTC3588 IC（27），这可能在成本或空间方面是不允许的。为了克服该问题，数个或许多压电元件（22）（例如，纤维或纤维的一部分）可以各自连接到相应的高效率全波桥式整流器（24），如图 8 所示。这些全波桥式整流器然后并联连接到存储电容器 C2。混合电池的数个光伏部分（21）可以串联连接到二极管 D1，如图 8 所示。

[0085] 在连接到 IC 之前串联连接的纤维的数量是由 IC 的电压输入极限所限制的，对于 LTC3588 而言，该电压输入极限是 20V。当使用大量纤维时，该极限可以通过选取类似于 LTC3588 的适当的商业可用 IC 或者通过使用两个低功率直流－直流转换器代替 LTC3588 而

得以增加，如图 9 所示。混合电池的数个压电部分（22）各自连接到相应的高效率全波桥式整流器（24）。这些整流器串联连接，并且最终的电压 / 电荷被存储在连接到高电压、低功率直流 - 直流转换器（32）的电容器 C2 中。混合纤维的光伏部分串联连接，并且电压 / 电荷被存储在连接到低电压、低功率直流 - 直流转换器（33）的电容器 C1 中。

[0086] 图 10 是示出了数列的单元电池（30）的示意图，各列包括取决于所需负载的性质而串联连接到直流 - 直流转换器或直流 - 交流逆变器（31）的一组单元电池。这些数列然后根据能量收集器的额定电流要求并联连接到输出电力线总线（35）。

[0087] 相比每个元件连接到相应的整流电路而言，在数个混合元件串联连接到单个整流电路时，转换效率要低得多。在图 6 至图 10 所示的实施例中，该问题是通过在将整流电路连接到与收集器中的每个单元电池（30）（如图 6 至图 9 所示）内的直流 - 直流转换器耦合的存储电容器之前，将各个压电元件连接到相应的整流电路而得以解决的。这允许许多压电元件能够在没有重大转换效率损失的情况下被使用（如图 7 至图 9 所示）。此外，它允许数个或许多这样的单元电池能够直接地串联连接到负载或直流 - 直流转换或直流 - 交流逆变器（如图 10 所示），从而实现高的电荷收集效率。

[0088] 作为本发明的一个可能使用的示例，混合压电 - 光伏材料纤维和 / 或薄膜可以按照树或树枝上的树叶的形式装配成阵列或簇。例如，大量单元电池（30）包括光伏元件和压电元件，如图 10 所示，或者大量混合元件（34）（如图 9 所示）可以形成树型结构或者可以形成这种树型结构内的树枝单元或树叶单元。这些单元电池（30）或混合元件（34）然后被暴露在阳光、风和 / 或雨中，以从环境中提取能量供存储或分配。

[0089] 上述实施例是仅通过示例的方式进行描述的。在不脱离本发明的如附加权利要求所限定的范围的情况下，许多变型是可能的。

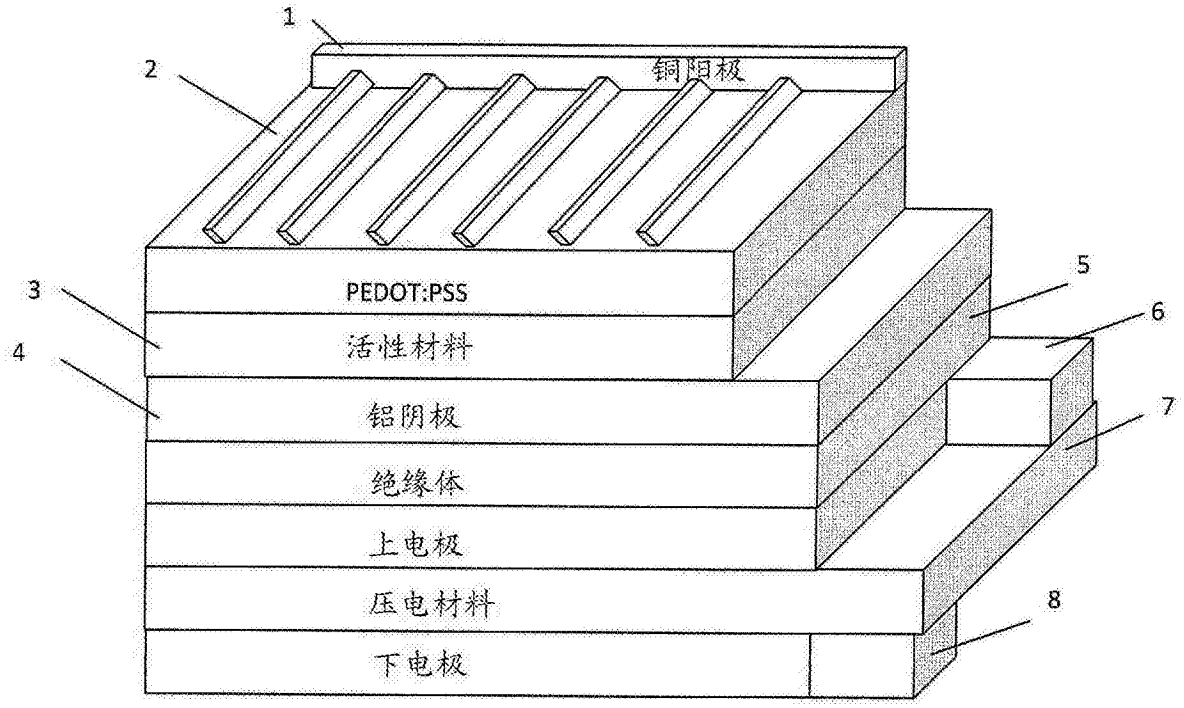

1
2
铜阳极
3
PEDOT:PSS
4
活性材料
铝阴极
绝缘体
上电极
压电材料
下电极
5
6
7
8

图 1

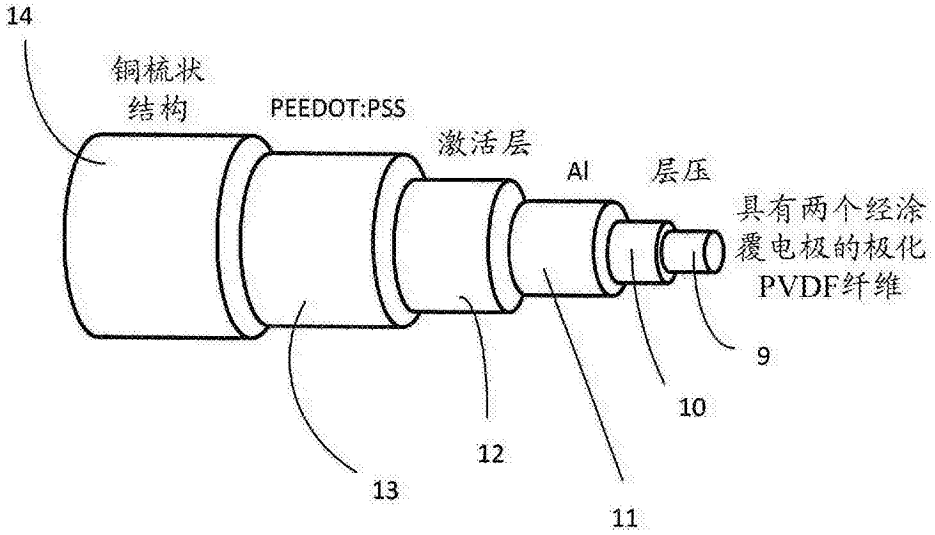

14
铜梳状
结构
PEEDOT:PSS
激活层
Al
层压
具有两个经涂
覆电极的极化
PVDF纤维
9
10
11
12
13

图 2

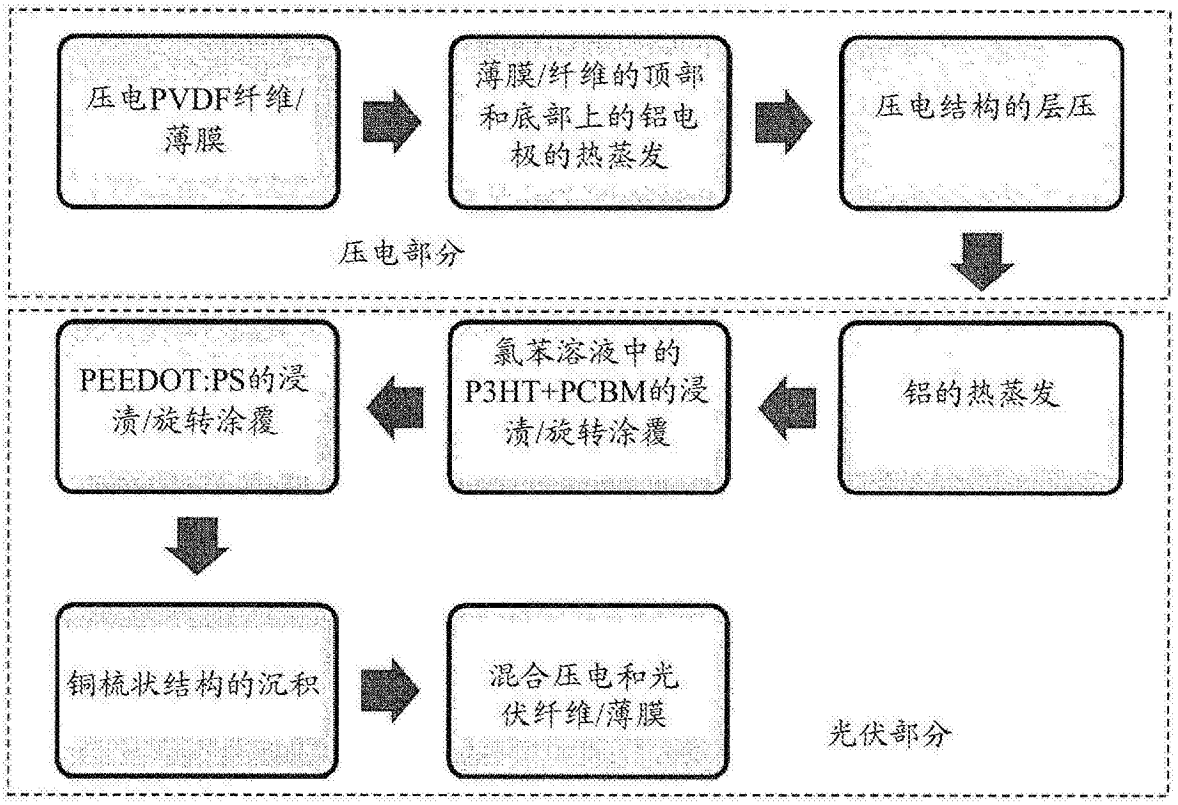

压电PVDF纤维/薄膜
薄膜/纤维的顶部和底部上的铝电极的热蒸发
压电结构的层压
压电部分
PEEDOT:PS的浸渍/旋转涂覆
氯苯溶液中的P3HT+PCBM的浸渍/旋转涂覆
铝的热蒸发
铜梳状结构的沉积
混合压电和光伏纤维/薄膜
光伏部分

图 3

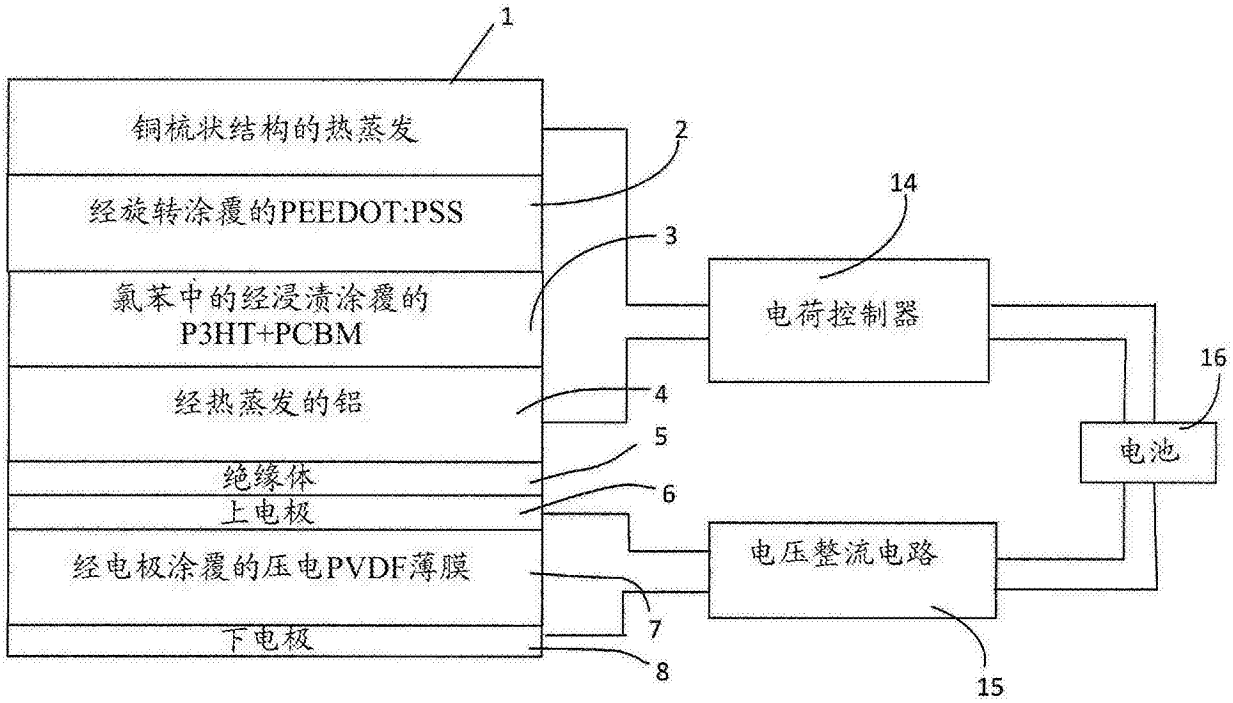

1
铜梳状结构的热蒸发
2
经旋转涂覆的PEEDOT:PSS
3
氯苯中的经浸渍涂覆的P3HT+PCBM
经热蒸发的铝
4
5
绝缘体
6
上电极
经电极涂覆的压电PVDF薄膜
7
下电极
8
14
电荷控制器
16
电池
电压整流电路
15

图 4

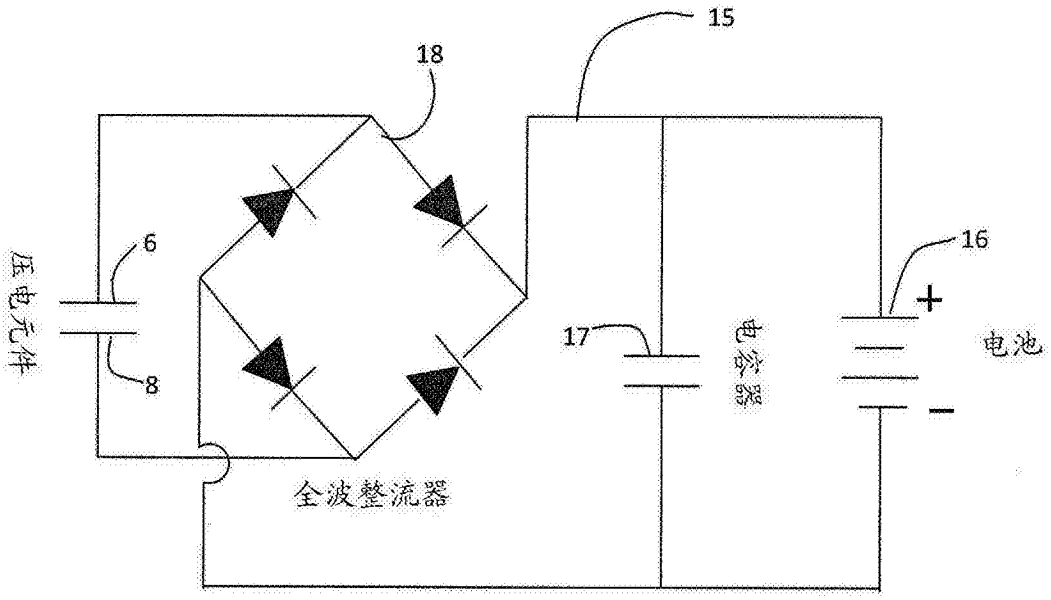


图 5

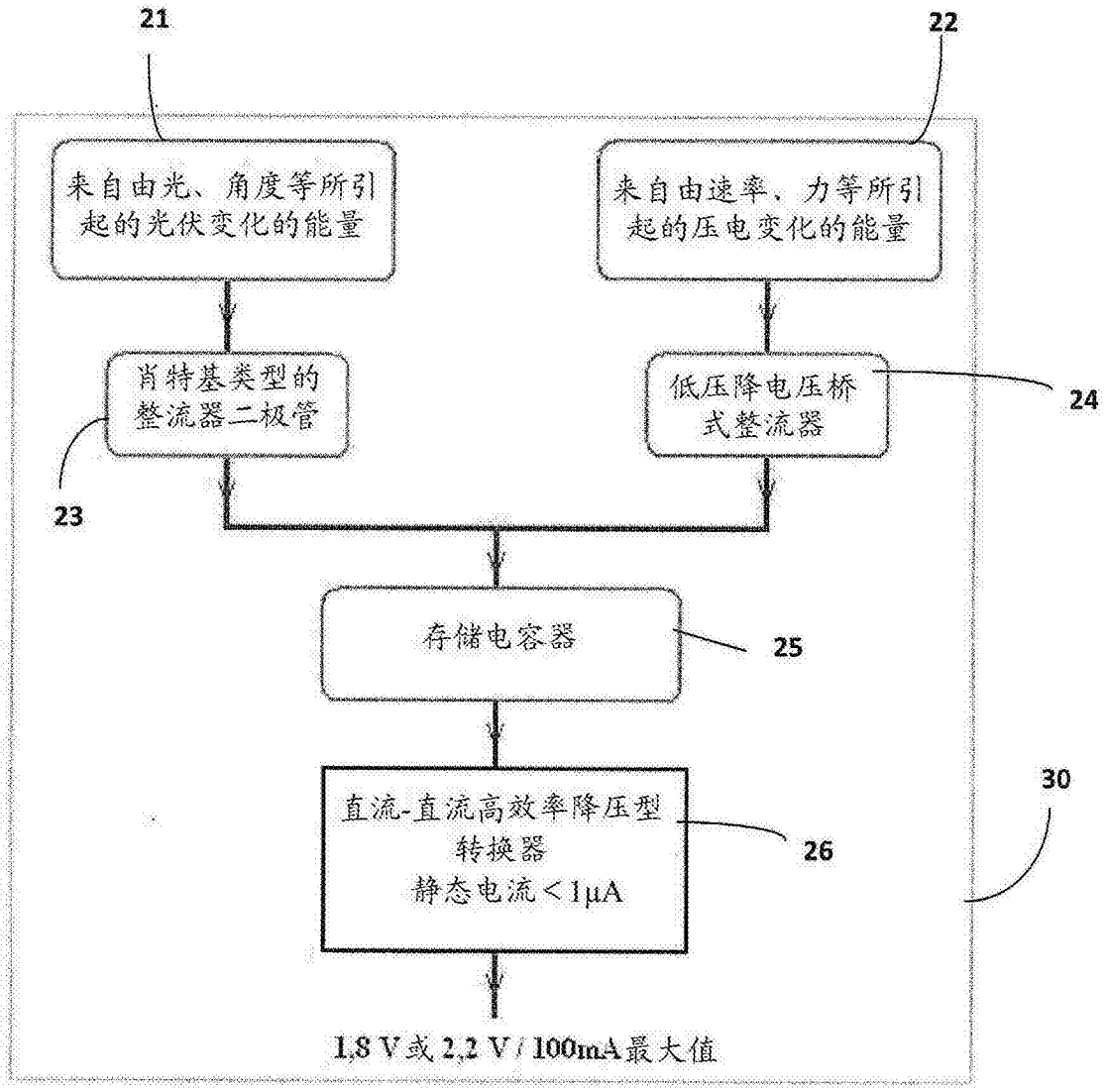

21
22
来自由光、角度等所引起的光伏变化的能量
来自由速率、力等所引起的压电变化的能量
肖特基类型的整流器二极管
低压降电压桥式整流器
24
23
存储电容器
25
直流-直流高效率降压型转换器
静态电流＜1μA
26
30
1.8 V或2.2 V / 100mA最大值

图 6

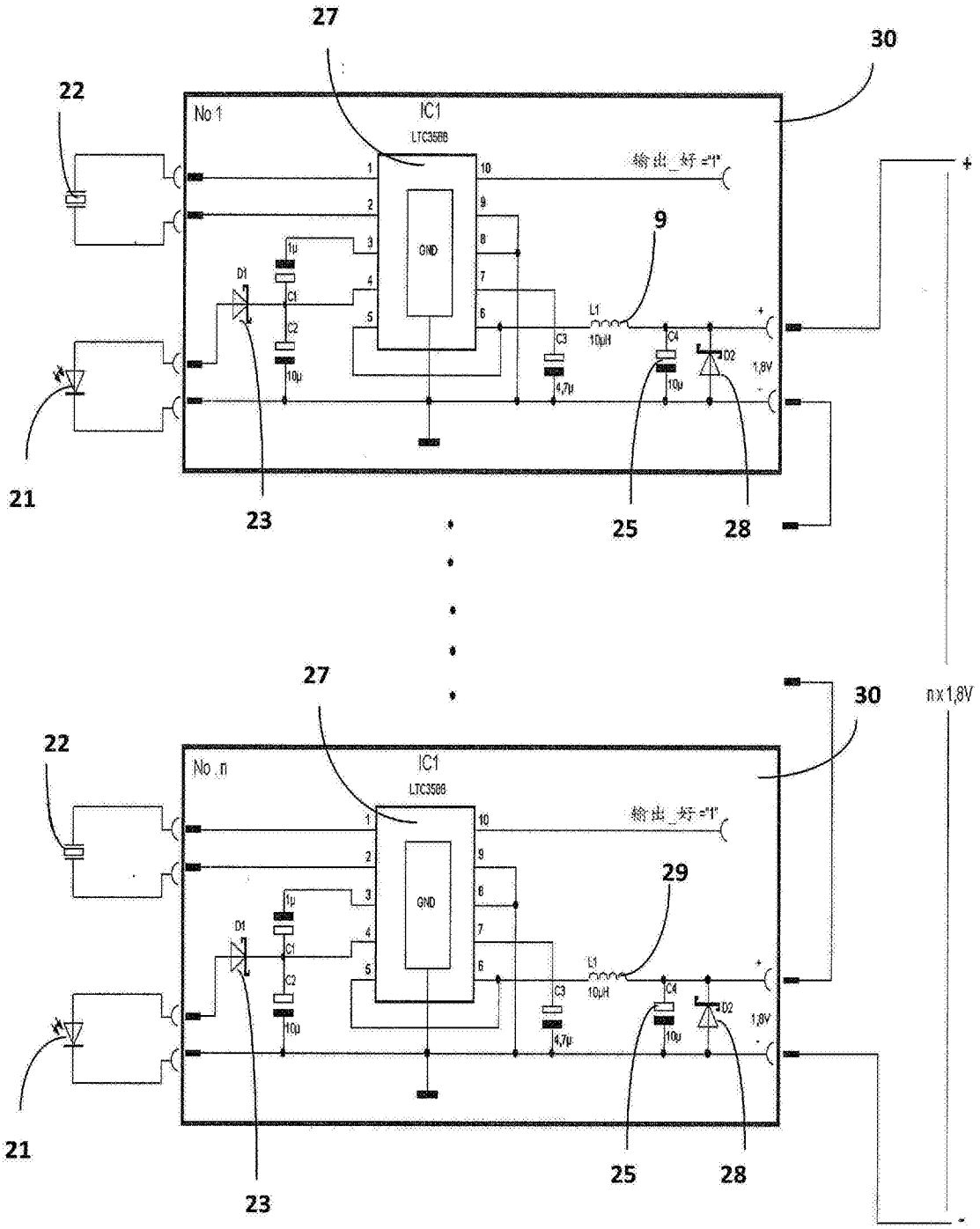

27
30
22
No 1
IC1
LTC3588
输出_好="1"
9
GND
1μ
C1
C2
10μ
D1
L1
10μH
C3
4,7μ
C4
10μ
D2
1,8V
21
23
25
28
+
-
27
30
n x 1,8V
22
No .n
IC1
LTC3588
输出_好="1"
29
GND
1μ
C1
C2
10μ
D1
L1
10μH
C3
4,7μ
C4
10μ
D2
1,8V
21
23
25
28
+
-

图 7

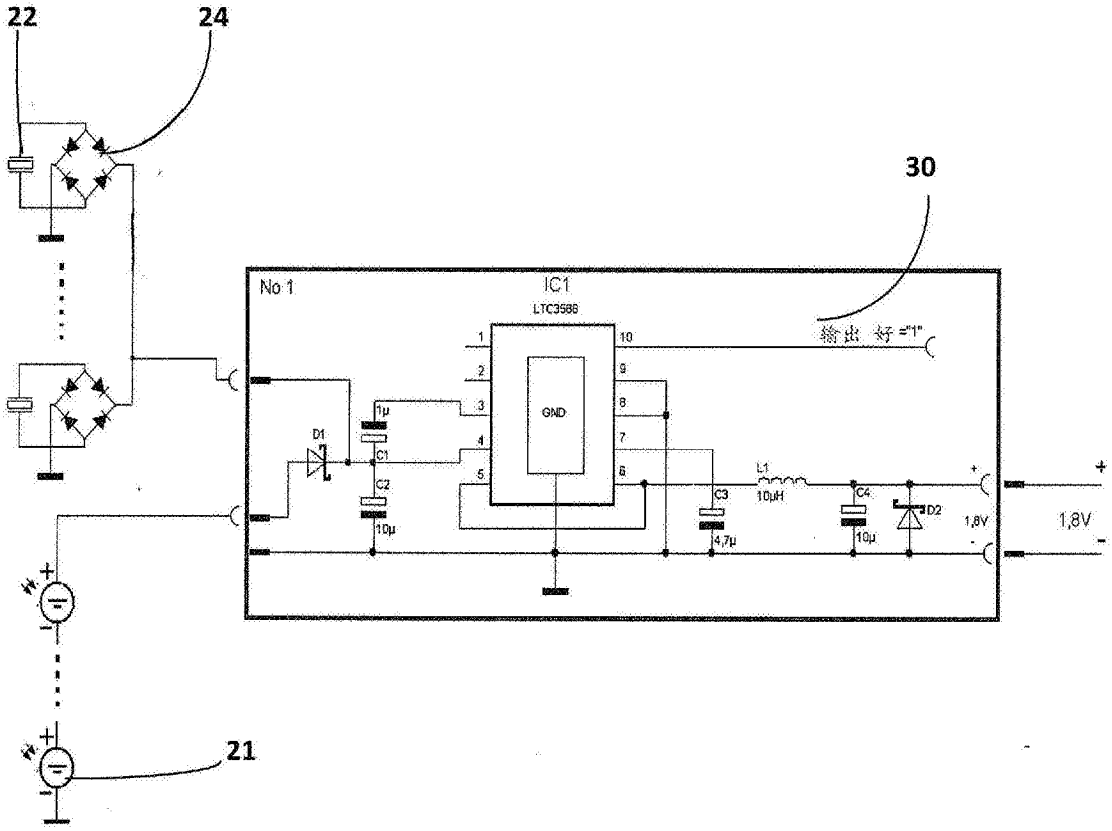

22
24
30
No 1
IC1
LTC3588
GND
输出 好 ="1"
D1
C1
C2
1µ
10µ
L1
10µH
C3
4,7µ
C4
10µ
D2
1,8V
1,8V
21

图 8

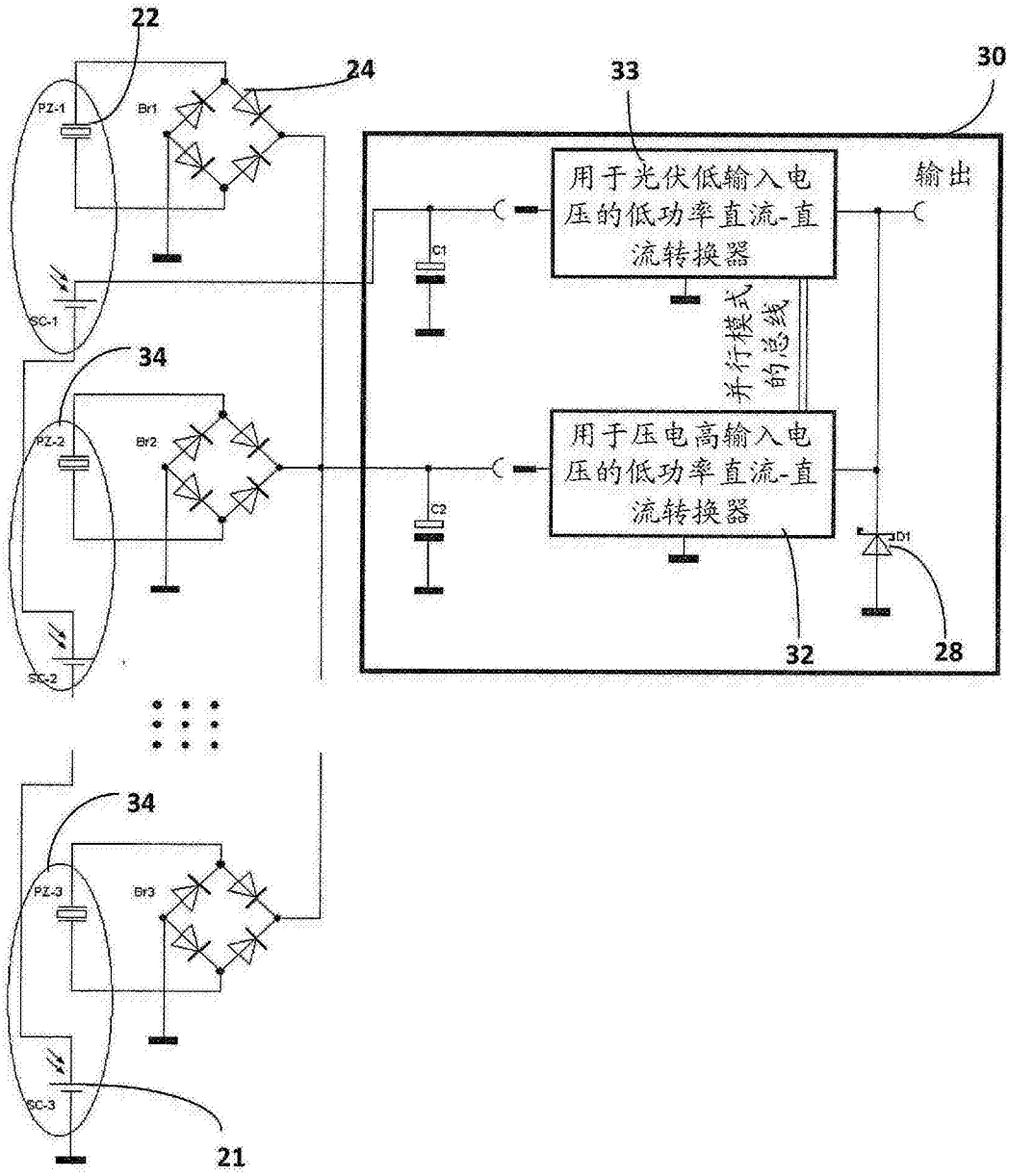

22
24
33
30
PZ-1
Br1
SC-1
C1
用于光伏低输入电压的低功率直流-直流转换器
输出
并行模式的总线
34
PZ-2
Br2
SC-2
C2
用于压电高输入电压的低功率直流-直流转换器
D1
32
28
34
PZ-3
Br3
SC-3
21

图 9

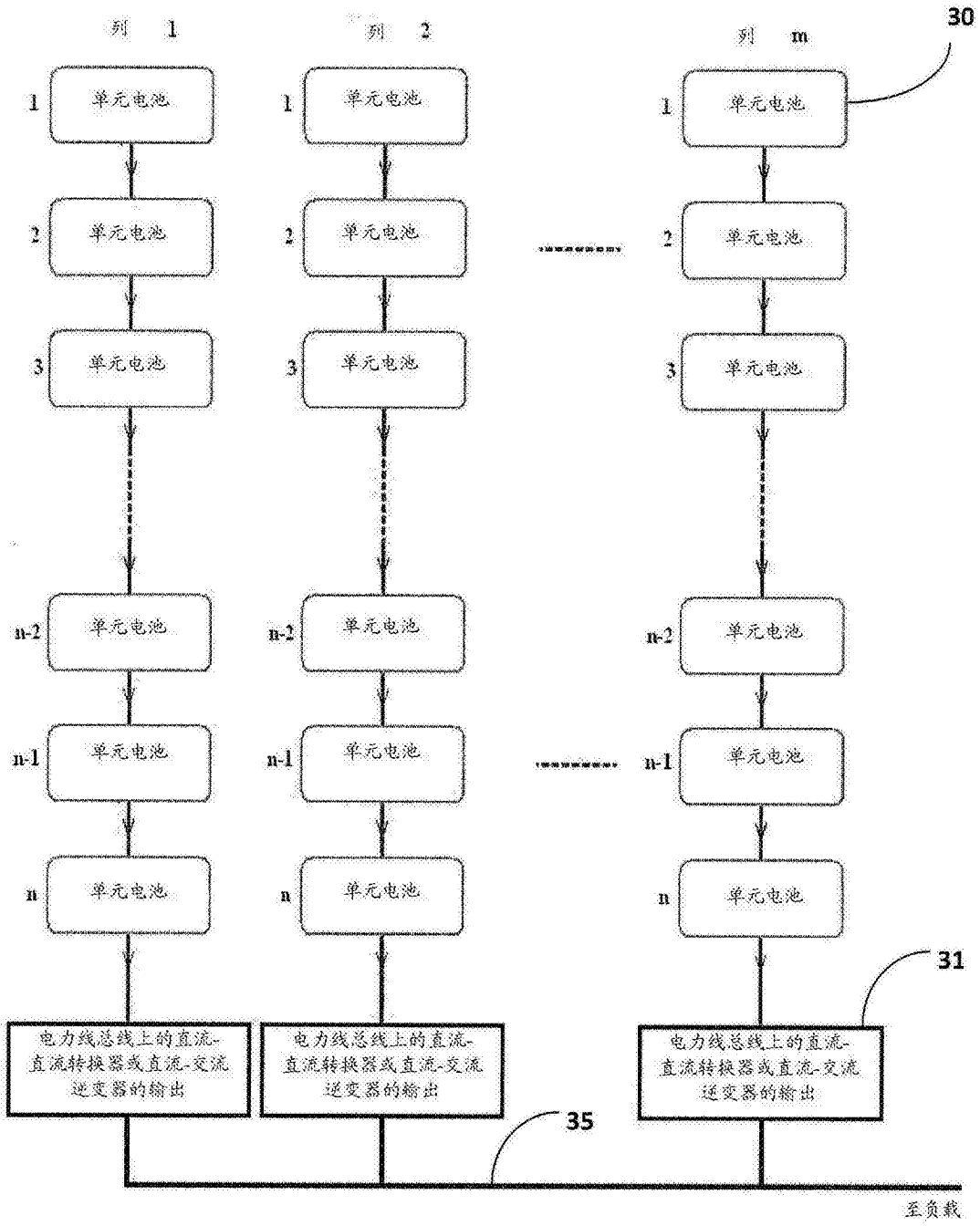

列 1
列 2
列 m
30
1
单元电池
2
单元电池
3
单元电池
n-2
单元电池
n-1
单元电池
n
单元电池
31
电力线总线上的直流-直流转换器或直流-交流逆变器的输出
35
至负载

图 10