



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101237007 B

(45) 授权公告日 2011. 07. 13

(21) 申请号 200710302234. 1

(22) 申请日 2007. 12. 20

(30) 优先权数据

11/701, 741 2007. 02. 02 US

(73) 专利权人 昂科公司

地址 美国新泽西州

(72) 发明人 保罗·R·夏普斯

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司
责任公司 11287

代理人 孟锐

(51) Int. Cl.

H01L 31/18 (2006. 01)

H01L 31/042 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 6951819 B2, 2005. 10. 04, 第 2 栏第 1 行至第 38 行、第 7 栏第 6 行至第 8 栏第 58 行、第 9

栏第 31 行至第 33 行、第 10 栏第 41 行至第 45 行, 图 1 到图 6.

US 5665607 A, 1997. 09. 09, 说明书第 21 栏第 20 行至第 21 行、第 14 栏第 28 行至第 41 行、第 22 栏第 64 行至第 23 栏第 15 行, 图 3A 到图 3G、图 12.

US 5425816 A, 1995. 06. 20, 说明书第 2 栏第 60 行至第 68 行, 图 4.

CN 1507077 A, 2004. 06. 23, 全文.

审查员 李晓明

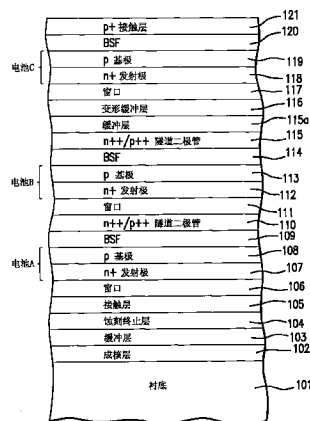
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 7 页

(54) 发明名称

具有用于背侧接点的通孔的倒置变形太阳能电池

(57) 摘要

本发明提供一种通过以下步骤形成包括上部子电池、中部子电池和下部子电池的多结太阳能电池的方法:提供第一衬底以供外延生长半导体材料;在所述衬底上形成具有第一带隙的第一太阳能子电池;在所述第一子电池上方形成具有小于所述第一带隙的第二带隙的第二太阳能子电池;在所述第二子电池上方形成具有大于所述第二带隙的第三带隙的分级夹层;形成具有小于所述第二带隙的第四带隙的第三太阳能子电池,使得所述第三子电池相对于所述第二子电池晶格失配;以及从所述第三子电池的顶部向所述衬底蚀刻通孔,以使得阳极接点和阴极接点两者均能够被放置在所述太阳能电池的背侧上。



1. 一种制造太阳能电池的方法,其包含:
提供第一衬底;
在所述衬底上沉积半导体材料层序列,所述层序列形成多结太阳能电池的至少一个电池;
蚀刻通孔,所述通孔从所述层序列的顶部表面完全穿过所述层序列到所述第一衬底的上表面,以形成在所述多结太阳能电池的顶部电池与所述多结太阳能电池的背面的电极之间的电连接;
在所述层序列上方提供第二衬底;以及
移除所述第一衬底。
2. 根据权利要求1所述的方法,其进一步包含在所述通孔的内侧表面周围沿圆周沉积介电材料层。
3. 根据权利要求2所述的方法,其进一步包含在所述介电材料层上方沉积延伸通过所述通孔的传导层。
4. 根据权利要求3所述的方法,其进一步包含在所述太阳能电池的前表面上沉积电连接到所述传导层的前金属栅格。
5. 根据权利要求4所述的方法,其进一步包含在所述太阳能电池的背表面上沉积第一和第二电极接触垫,所述第一电极接触垫电连接到所述传导层。
6. 根据权利要求1所述的方法,其中所述沉积半导体材料层序列的步骤包含:在所述衬底上形成具有第一带隙的第一太阳能子电池;在所述第一太阳能子电池上方形成具有小于所述第一带隙的第二带隙的第二太阳能子电池;在所述第二太阳能子电池上方形成具有大于所述第二带隙的第三带隙的分级夹层;形成具有小于所述第二带隙的第四带隙的第三太阳能子电池,使得所述第三太阳能子电池相对于所述第二太阳能子电池晶格失配。
7. 根据权利要求1所述的制造太阳能电池的方法,其中所述第一衬底由GaAs组成。
8. 根据权利要求6所述的制造太阳能电池的方法,其中所述第一太阳能子电池由InGa(Al)P发射极区域和InGa(Al)P基极区域组成,且所述第二太阳能子电池由InGaP₂发射极区域和In_{0.015}GaAs基极区域组成。
9. 根据权利要求6所述的制造太阳能电池的方法,其中所述分级夹层由具有单调增加的晶格常数的多个InGaAlAs层组成。
10. 一种多结太阳能电池,其包含:
第一太阳能子电池,其具有第一带隙;
第二太阳能子电池,其设置在所述第一太阳能子电池上方且具有小于所述第一带隙的第二带隙;
分级夹层,其设置在所述第二太阳能子电池上方且具有大于所述第二带隙的第三带隙;
第三太阳能子电池,其设置在所述夹层上方且相对于所述第二太阳能子电池晶格失配,并具有小于所述第三带隙的第四带隙;
通孔,所述通孔完全穿过所述第一、第二及第三太阳能子电池,以形成电连接在所述第一太阳能子电池与所述多结太阳能电池的表面的上的第一电极接点之间,所述第一电极邻近于所述第三太阳能子电池;以及

到达所述太阳能电池的第二电极接点,其设置在所述太阳能电池的表面上并邻近于所述第三太阳能子电池。

具有用于背侧接点的通孔的倒置变形太阳能电池

技术领域

[0001] 本发明涉及太阳能电池半导体装置领域,且明确地说,涉及包括多结太阳能电池和允许将阳极端子和阴极端子两者放置在电池背侧上的传导通孔的集成半导体结构。

背景技术

[0002] 光电电池(也称为太阳能电池)是已经在过去几年中变得可用的最重要的新能源之一。已经向太阳能电池开发投入了相当大的努力。因而,太阳能电池当前正用于许多商用和以消费者为导向的应用中。尽管已经在此领域中作出了显著进步,但对太阳能电池满足较复杂应用需要的要求尚未能跟上需求。例如用于数据通信中的人造卫星等应用已经极大地增加了对电力与能量转换特征得到改进的太阳能电池的需求。

[0003] 在人造卫星和其它太空相关的应用中,人造卫星电力系统的大小、质量和成本取决于所使用的太阳能电池的电力与能量转换效率。换句话说,有效载荷的大小和机载服务的可用性与所提供的电力的量成比例。因此,随着有效载荷变得较为复杂,太阳能电池(其充当机载电力系统的电力转换装置)的设计效率变得越来越重要。

[0004] 太阳能电池经常被制作成垂直多结结构,且设置成水平阵列,其中各个太阳能电池串联连接在一起。阵列的形状和结构以及其所含有的电池数目部分由所需的输出电压和电流决定。

[0005] 例如在 M.W.Wanless 等人的论文“Lattice Mismatched Approaches for HighPerformance, III-V Photovoltaic Energy Converters”(Conference Proceedings of the 31st IEEE Photovoltaic Specialists Conference, 2005 年 1 月 3 日到 7 日, IEEE Press, 2005) 第 6, 951, 819 号美国专利和本受让人在 2006 年 6 月 2 日申请的共同待决的第 11/445, 793 号美国专利申请案中描述的倒置变形太阳能电池结构展现将来商用太阳能电池产品的重要发展。

[0006] 由于太阳能电池被制作成垂直多结结构,因而通常将一个电接点放置在电池的顶部表面上且将另一接点放置在电池底部上,以避免可能会影响可靠性和成本的内部互连。还已知将两个接点放置在电池一侧上的多种设计,包括如本受让人的第 11/109, 016 号美国专利申请案中所说明的设计。

[0007] 在本发明之前,尚未存在阳极接点和阴极接点两者位于电池同一侧上的倒置变形太阳能电池。

发明内容

[0008] 简要且概括地说,本发明提供一种制造太阳能电池的方法,其通过以下操作进行:提供第一衬底;在所述衬底上沉积半导体材料层序列,所述序列形成多结太阳能电池的至少一个电池;从所述层序列的顶部表面向所述第一衬底蚀刻通孔;在所述层序列上方提供第二衬底;以及移除所述第一衬底。

[0009] 在另一方面,本发明提供一种制造具有前侧和背侧的太阳能电池的方法,其通过

以下操作进行：提供第一衬底；在所述衬底上沉积半导体材料层序列，所述序列形成多结太阳能电池的至少一个电池；在所述层序列上方提供第二衬底；以及移除所述第一衬底。接着在太阳能电池的背侧上形成第一电极，且在多结太阳能电池的顶部电池与太阳能电池背侧上的第二电极之间形成电连接。

[0010] 在另一方面，本发明提供一种太阳能电池，所述太阳能电池包括：半导体主体，其具有形成多结太阳能电池的层序列；第一太阳能子电池，具有第一带隙；第二太阳能子电池，其设置在所述第一子电池上方且具有小于所述第一带隙的第二带隙；分级夹层，其设置在所述第二子电池上方且具有大于第二带隙的第三带隙；以及第三子电池，其设置在所述夹层上方，使得第三太阳能子电池相对于第二子电池晶格失配且具有小于第三带隙的第四带隙，其中阳极接点和阴极接点位于太阳能电池的背侧上。

[0011] 在本发明的另一方面，提供一种具有前侧表面和背侧表面的多结太阳能电池，所述多结太阳能电池包括：第一太阳能子电池，其邻近于前侧表面且具有第一带隙；第二太阳能子电池，其设置在所述第一子电池上方且具有小于所述第一带隙的第二带隙；分级夹层，其设置在所述第二子电池上方且具有大于第二带隙的第三带隙；以及第三太阳能子电池，其邻近于所述背侧表面且设置在夹层上方，所述第三子电池相对于所述第二子电池晶格失配且具有小于第三带隙的第四带隙。在所述第一、第二和第三太阳能电池中形成通孔，其中电导体延伸穿过所述通孔。在背侧表面上提供绝缘接触垫，且将其电连接到所述导体以在背侧表面上形成太阳能电池的第一端子。在背侧表面上通过金属层与背侧上的接触层形成接触而形成第二端子。

附图说明

[0012] 通过结合附图参看以下详细描述将更好且更全面地理解本发明的这些和其它特征及优点，附图中：

[0013] 图 1 是在第一衬底上形成多结太阳能电池的工艺步骤结束时根据本发明的太阳能电池结构的放大横截面图；

[0014] 图 2 是具有蚀刻到第一衬底的通孔的图 1 结构的横截面图；

[0015] 图 3 是在根据本发明的下一工艺步骤之后图 2 的太阳能电池结构的横截面图，所述工艺步骤包括在通孔中沉积介电层和传导层；

[0016] 图 4 是在根据本发明的下一工艺步骤之后图 3 的太阳能电池的横截面图，在所述工艺步骤中将晶片载体或替代第二衬底粘接到太阳能电池结构的“顶”侧；

[0017] 图 5 是在根据本发明的下一工艺步骤之后图 4 的太阳能电池的横截面图，在所述工艺步骤中移除第一衬底；

[0018] 图 6 是在根据本发明的下一工艺步骤之后图 5 的太阳能电池的横截面图，在所述工艺步骤中在所述结构上沉积封盖层和金属接触层；

[0019] 图 7 是在根据本发明的下一工艺步骤之后图 6 的太阳能电池的横截面图，在所述工艺步骤中将护罩玻璃粘接到太阳能电池结构的一侧上，且在另一侧上移除替代第二衬底；以及

[0020] 图 8A 和 8B 分别是包括本发明的太阳能电池的晶片的俯视和仰视平面图。

具体实施方式

[0021] 图 1 描绘在衬底上形成三个子电池 A、B 和 C 之后根据本发明的多结太阳能电池。更明确地说,展示第一衬底 101,其可以是砷化镓 (GaAs)、锗 (Ge) 或其它合适的材料。在 Ge 衬底的情况下,在衬底上沉积例如 InGaP_2 的成核层 102。在衬底上,或在 Ge 衬底的情况下在成核层 102 上方,进一步沉积 InGaAs 的缓冲层 103 和 InAlP_2 的蚀刻终止层 104。接着在层 104 上沉积 InGaAs 的接触层 105,且在接触层上沉积 InAlP_2 的窗口层 106。接着在窗口层 106 上沉积子电池 A,所述子电池 A 由 InGaP_2 的 n+ 发射极层 107 和 InGaP_2 的 p 型基基层 108 组成。

[0022] 虽然优选实施例利用上文描述的 III-V 半导体材料,但所述实施例仅仅是说明性的,且应注意,所述多结太阳能电池结构可由周期表中列举的 III 到 V 族元素的任何合适的组合(其服从晶格常数和带隙要求)形成,其中 III 族包括硼 (B)、铝 (Al)、镓 (Ga)、铟 (In) 和铊 (T)。IV 族包括碳 (C)、硅 (Si)、锗 (Ge) 和锡 (Sn)。V 族包括氮 (N)、磷 (P)、砷 (As)、锑 (Sb) 和铋 (Bi)。

[0023] 在优选实施例中,衬底 101 是砷化镓,发射极层 107 由 InGa(Al)P_2 组成,且基基层由 InGa(Al)P_2 组成。在化学式中使用括号是标准命名法,以指示铝的量可从 0 变化到 30%。

[0024] 在基基层 108 之上沉积 InGaAlP 的 p+ 型背面电场 (“BSF”) 层 109,其用于降低重组损耗。

[0025] BSF 层 109 从基极/BSF 分界面附近的区域驱动少数载流子以使重组损耗效应最小化。换句话说,BSF 层 109 降低太阳能子电池 A 的背侧处的重组损耗,且进而降低基极中的重组。

[0026] 在 BSF 层 109 之上沉积重度掺杂 p 型(例如 AlGaAs) 和 n 型层 110(例如 InGaP_2) 的序列,所述序列形成隧道二极管,其是用以将电池 A 连接到电池 B 的电路元件。

[0027] 在隧道二极管层 110 之上沉积 n++ InAlP_2 的窗口层 111。子电池 B 中所使用的窗口层 111 还操作以降低重组损耗。窗口层 111 还改进下伏结的电池表面的钝化作用。所属领域的技术人员应明白可在不脱离本发明范围的情况下在电池结构中添加或删除额外层。

[0028] 在窗口层 111 之上沉积电池 B 的若干层:发射极层 112 和 p 型基基层 113。这些层优选地分别由用于发射极的 InGaP_2 和用于基极的 GaAs 或 $\text{In}_{0.015}\text{GaAs}$ 组成,但也可使用符合晶格常数和带隙要求的其它任何合适的材料。

[0029] 在电池 B 之上沉积 p+ 型 AlGaAs 的 BSF 层 114,其执行与 BSF 层 109 相同的功能。在 BSF 层 114 上方沉积 p++/n++ 隧道二极管 115,其类似于层 110,从而再次形成用以将电池 B 连接到电池 C 的电路元件。在隧道二极管 115 上方沉积缓冲层 115a(优选地, InGaAs),其厚度为约 1.0 微米。接着在缓冲层 115a 上方沉积变形缓冲层 116。所述层 116 优选地为作为一系列层沉积的 InGaAlAs 的成分阶梯分级 (compositionally step-graded) 合成物,其具有提供从电池 B 到子电池 C 的晶格常数转变的单调改变的晶格常数。层 116 的带隙是 1.5 eV 常数,其值略微大于中间电池 B 的带隙。

[0030] 在一个实施例中,如 Wanless 等人的论文中所建议的,阶梯分级含有九个成分分级阶梯,其中每一阶梯层具有 0.25 微米的厚度。在优选实施例中,夹层由 InGaAlAs 组成,其具有单调改变的晶格常数。

[0031] 在变形缓冲层 116 之上沉积另一 n+ 窗口层 117。窗口层 117 改进下伏结的电池表

面的钝化作用。可在不脱离本发明范围的情况下提供额外的层。

[0032] 在窗口层 117 之上沉积子电池 C 的若干层 :n 型发射极层 118 和 p 型基极层 119。在优选实施例中,发射极层由 GaInAs 组成,且基极层由 GaInAs 组成并具有约 1.0eV 带隙,但也可使用具有合适的晶格常数和带隙要求的其它任何半导体材料。

[0033] 在子电池 C 的基极层 119 之上沉积背面电场 (BSF) 层 120 (优选地,由 GaInAsP 组成)。

[0034] 在 BSF 层 120 上方或之上沉积 p+ 接触层 121,其优选地由 p+ 型 InGaAs 组成。

[0035] 图 2 是在通过干式或湿式化学工艺从沉积层 102 到 121 的顶部表面向衬底 101 蚀刻通孔 150 的工艺步骤之后图 1 的结构的横截面图。

[0036] 图 3 是在根据本发明的下一工艺步骤序列之后图 2 的太阳能电池结构的横截面图,所述工艺步骤序列包括在 p+ 接触层 121 上方沉积背部金属层,以及在通孔 150 的内部中和背部金属接触层的一部分上方沉积介电层 161。接着在通孔 150 中且在介电层 161 上方沉积传导层 162。层 162 用作太阳能电池的围壁导通 (wrap through) 前接点。

[0037] 图 4 是在根据本发明的下一工艺步骤之后图 3 的太阳能电池的横截面图 (如何将衬底 101 定向为位于图式顶部)。将晶片载体或替代第二衬底粘接到太阳能电池结构的“顶”侧,所述“顶”侧现在位于图式底部。在优选实施例中,替代衬底是厚度约为 1000 微米的蓝宝石,且被凿有间隔开 4mm 的直径约 1mm 的孔,以帮助随后移除所述衬底。

[0038] 图 5 是在根据本发明的下一工艺步骤之后图 4 的太阳能电池的横截面图,在所述工艺步骤中通过研磨或磨削工艺移除第一衬底 101。

[0039] 图 6 是在根据本发明的下一工艺步骤之后图 5 的太阳能电池的横截面图,在所述工艺步骤中在通孔 150 的区域中成核层的一部分上方沉积封盖层且在所述封盖层上方沉积金属接触层,从而与通孔 150 内侧的金属层 161 形成电接触。接着在成核层的表面上方施加抗反射涂覆 (ARC) 层。

[0040] 图 7 是在根据本发明的下一工艺步骤之后图 6 的太阳能电池的横截面图,在所述工艺步骤中在前金属层和 ARC 层上方施加粘合剂,且将护罩玻璃粘接到太阳能电池结构。接着在另一侧上,通过溶解附着于替代第二衬底上的粘合剂或其它任何合适的技术来移除替代第二衬底。

[0041] 图 8A 和 8B 分别是包括本发明的太阳能电池的晶片的俯视和仰视平面图。在图 8A 中,每一晶片的电池 1 更详细说明为具有网格线 501、总线 502 和圆形区域 503,在所述圆形区域 503 中通孔 150 延伸穿过晶片,例如先前横截面图中所示。

[0042] 图 8B 描绘背侧接触区域 505 和围壁导通前接触区域 504,所述围壁导通前接触区域 504 具有对应于图 8A 所示的通孔的通孔 503。

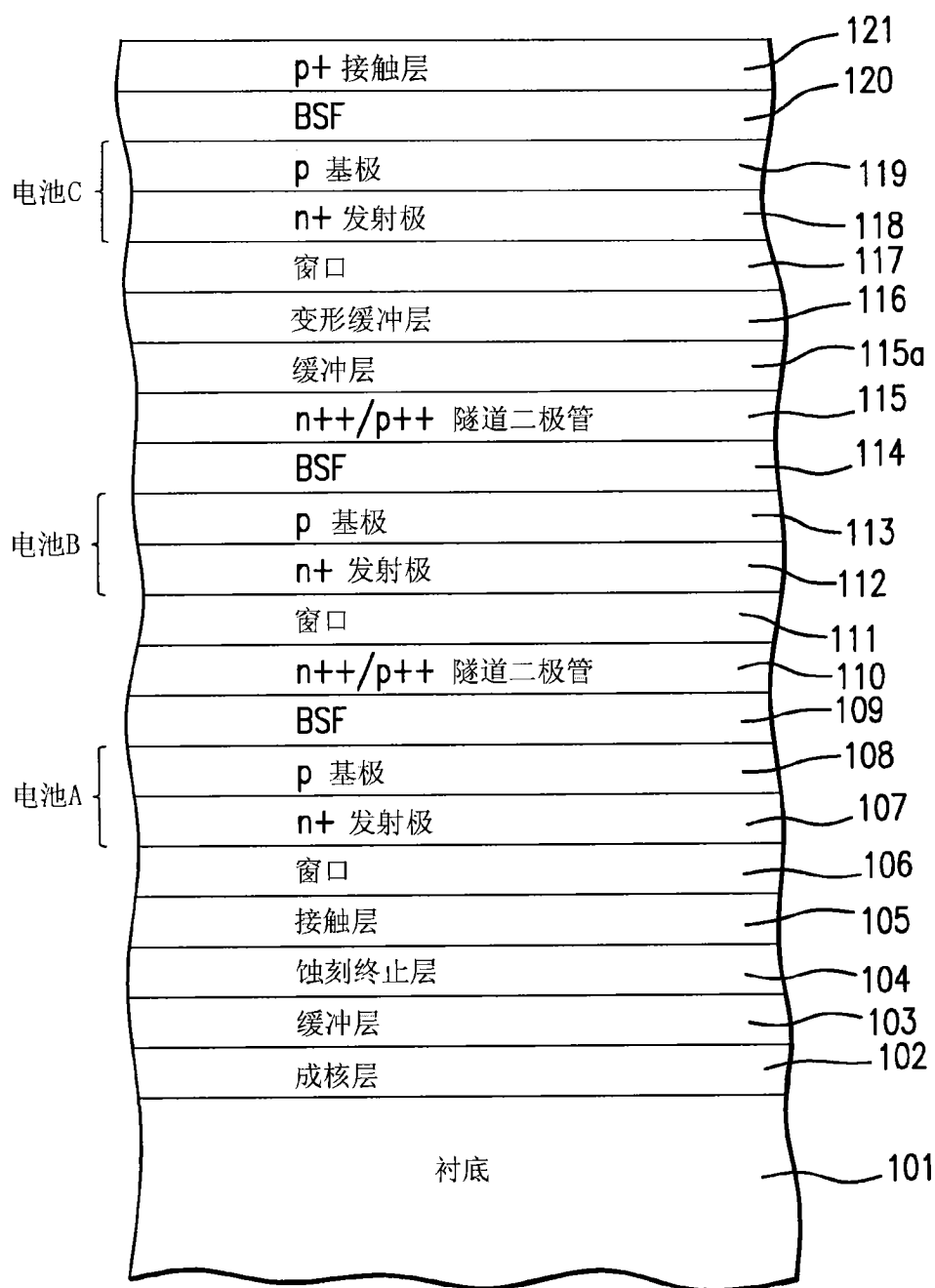


图1

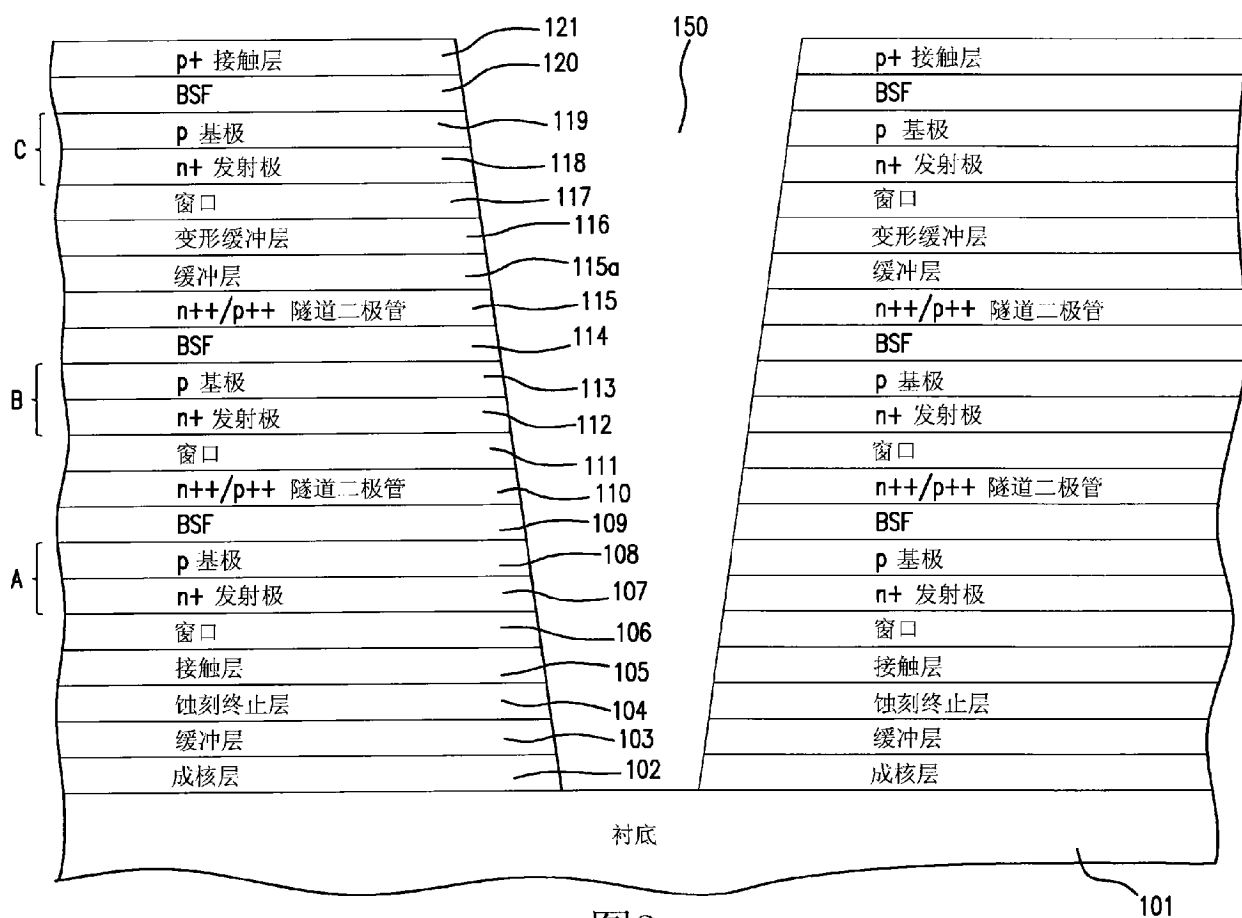


图2

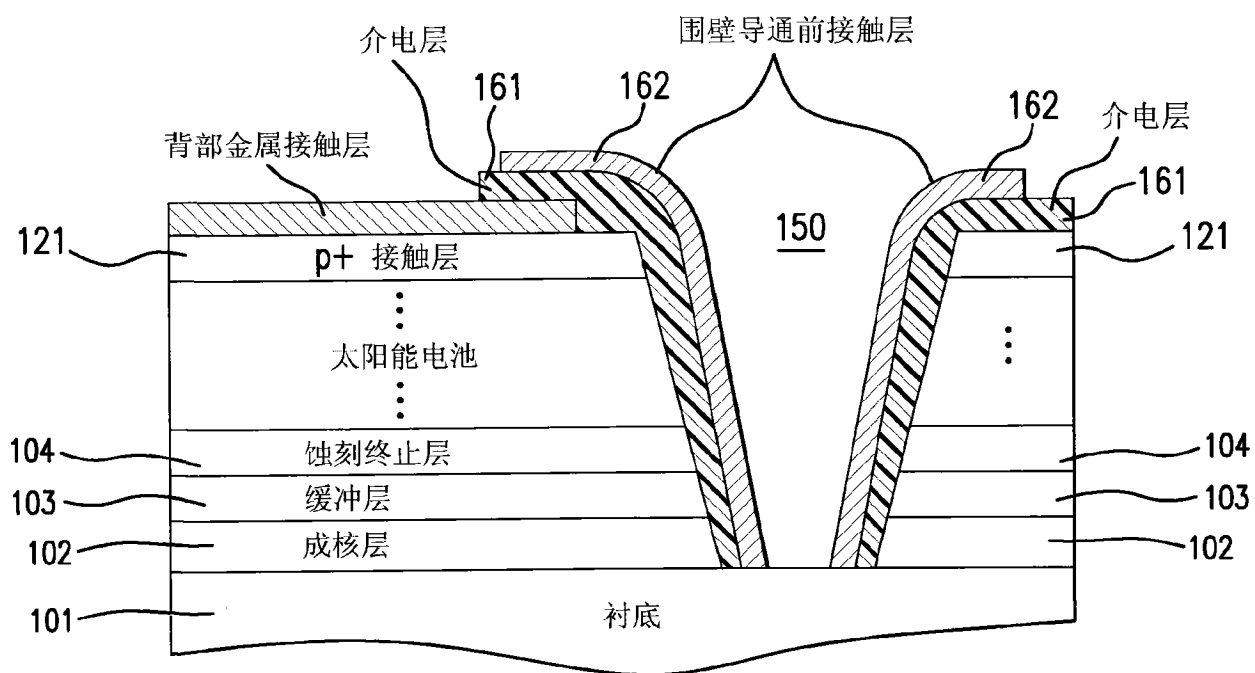


图3

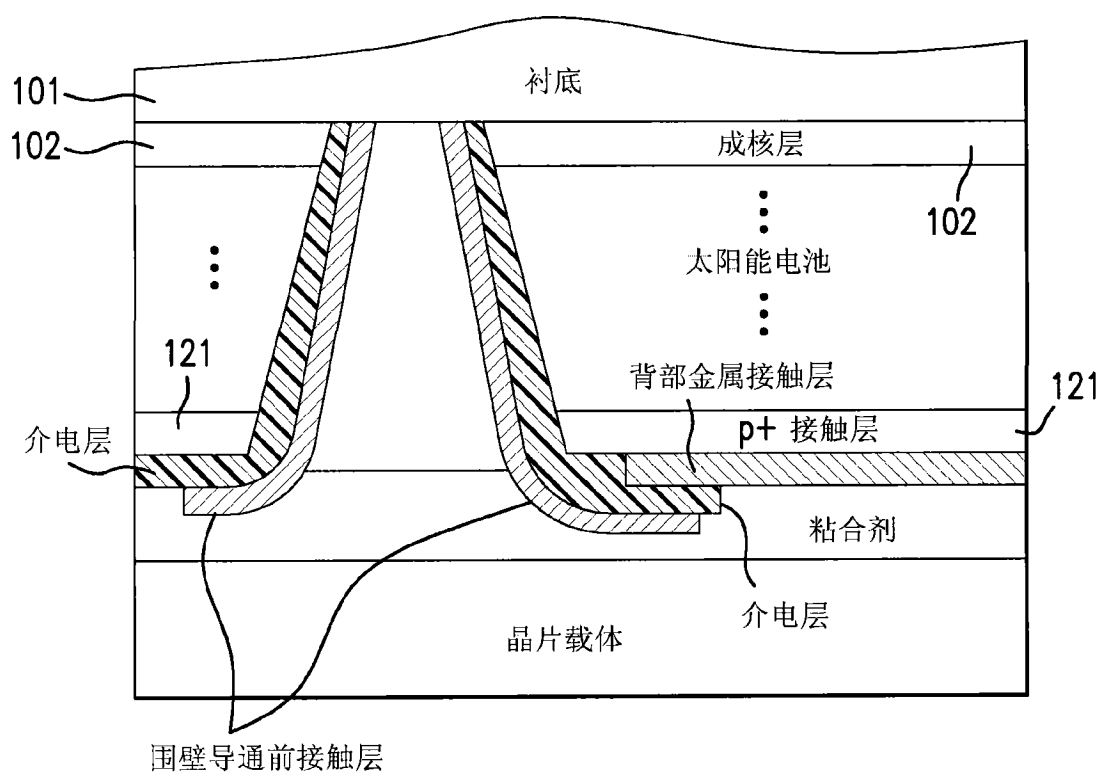


图4

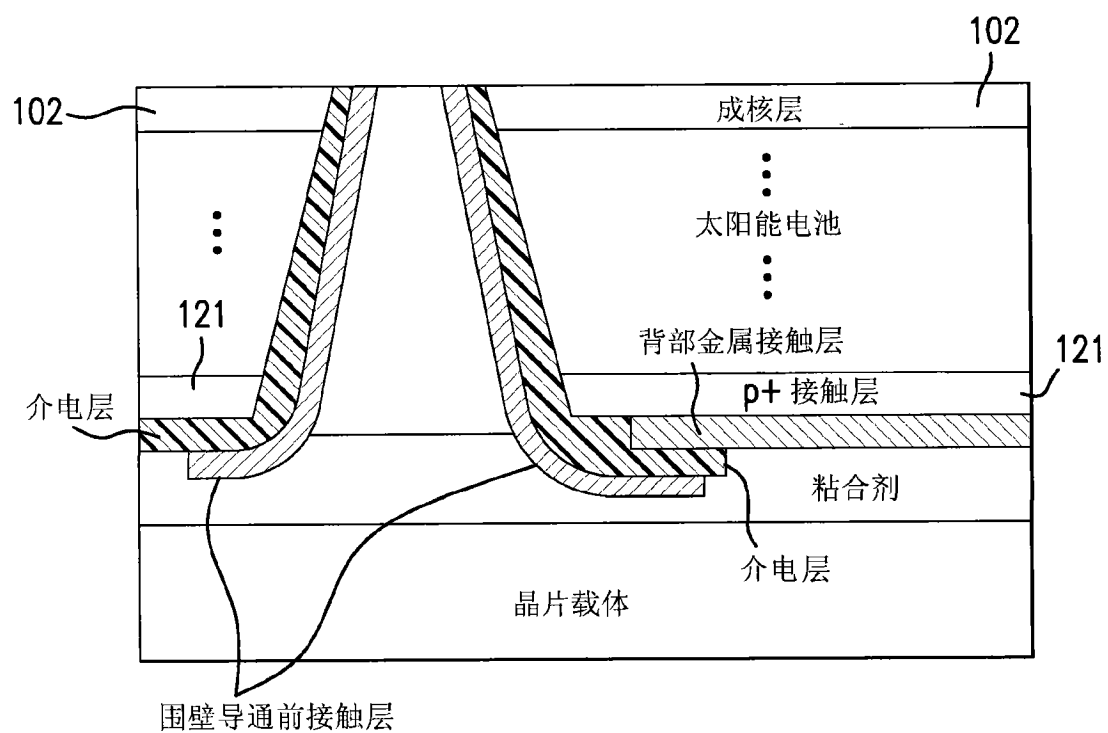


图5

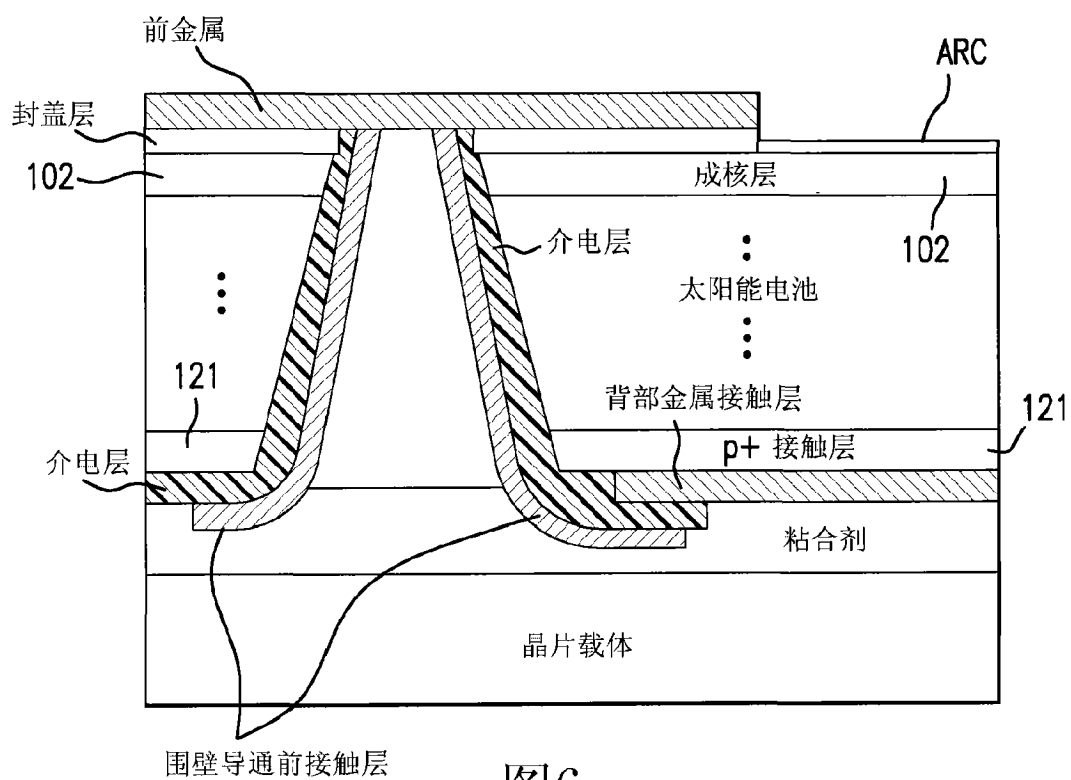


图6

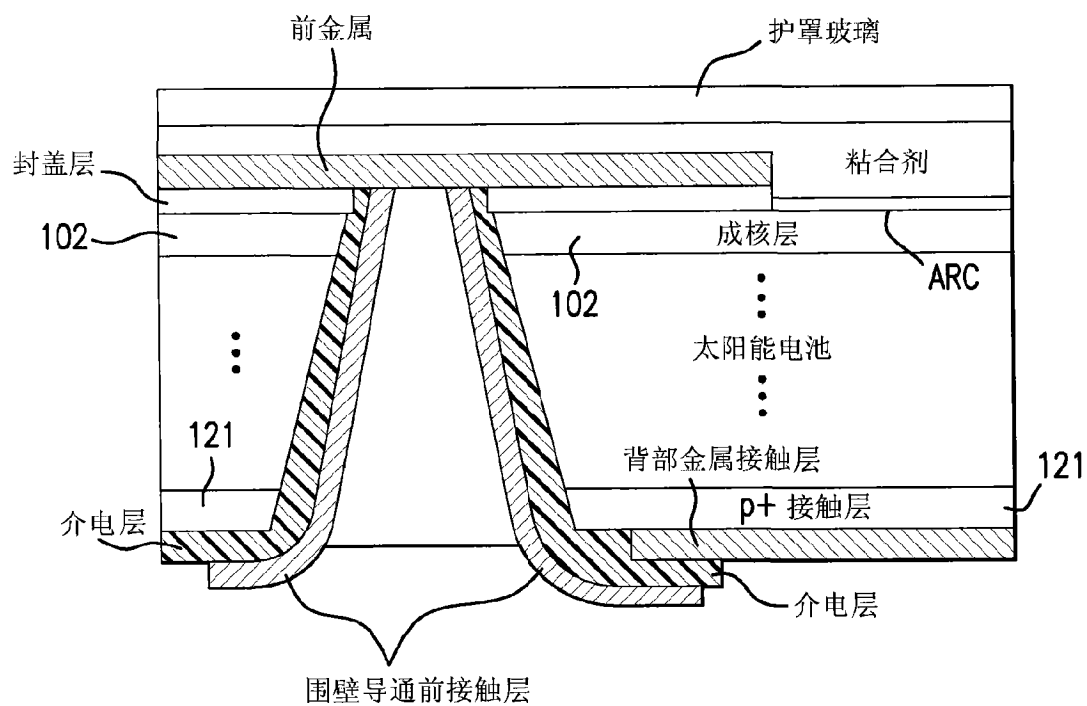


图7

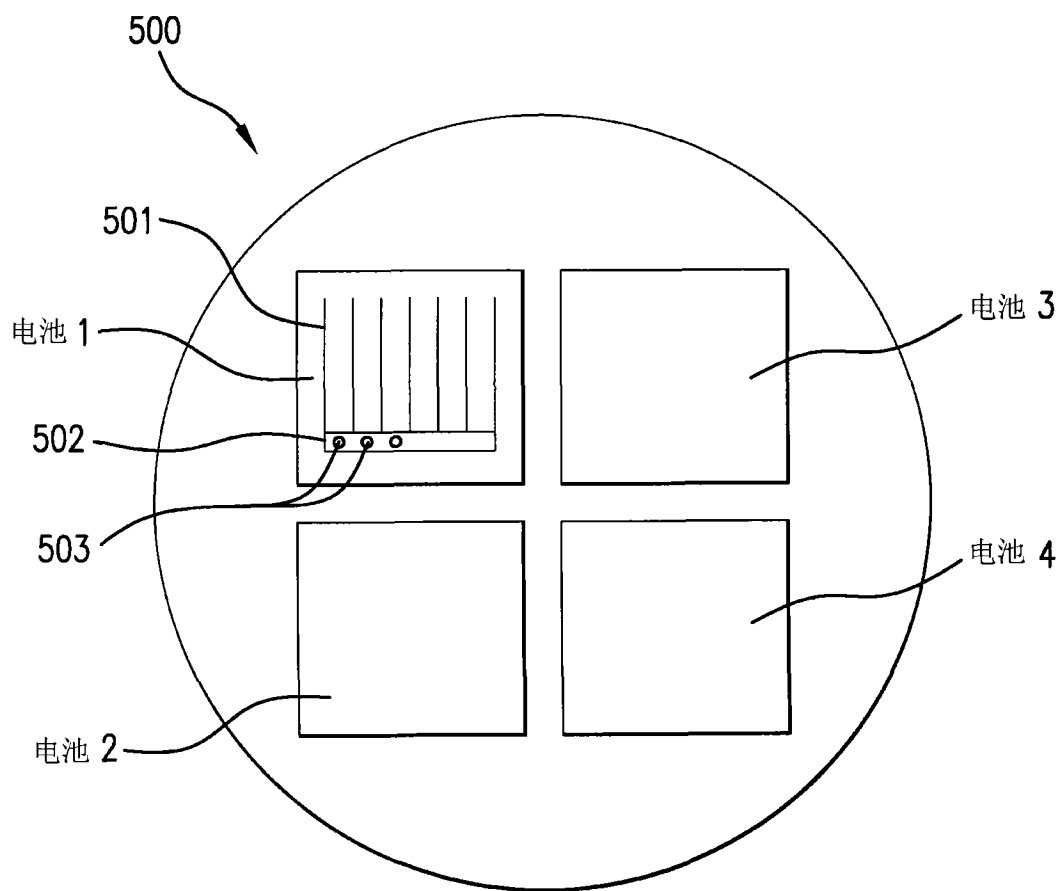


图8A

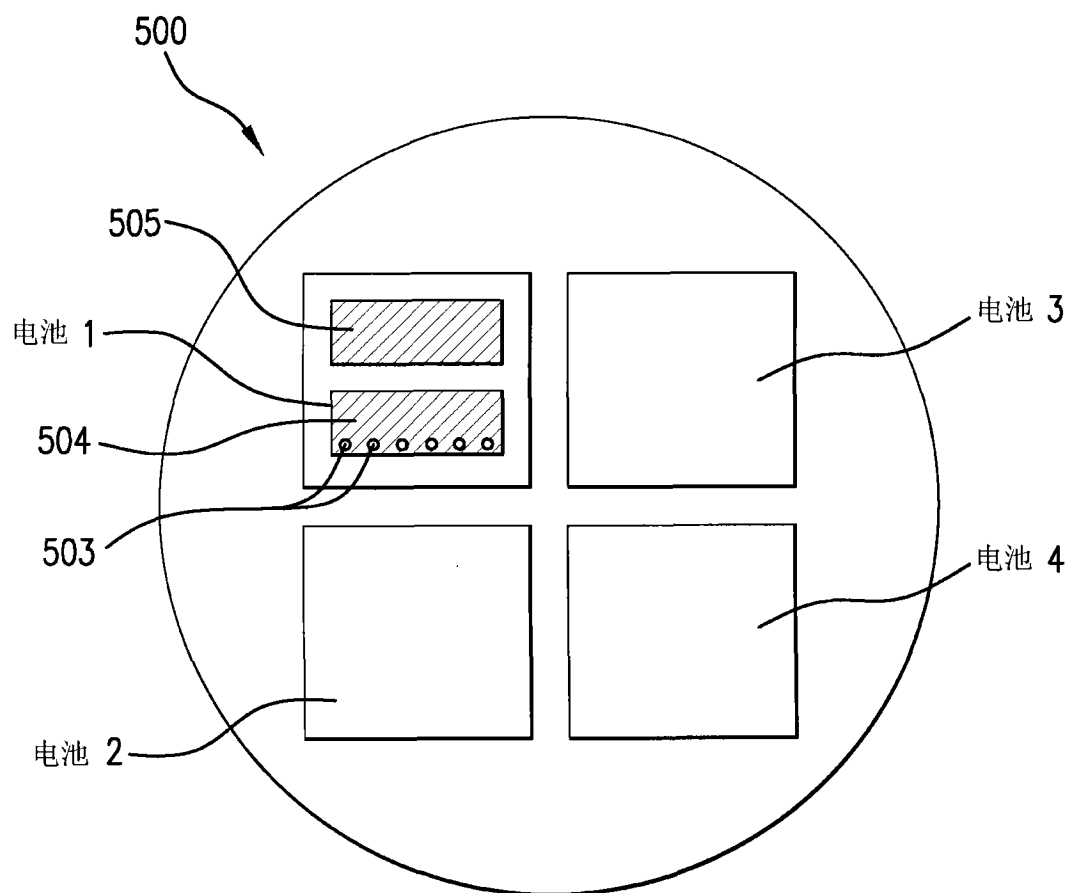


图8B