



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103620800 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 05

(21) 申请号 201280019065. X

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012. 04. 19

H01L 31/18 (2006. 01)

(30) 优先权数据

H01L 31/0224 (2006. 01)

102011002174. 4 2011. 04. 19 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 10. 18

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2012/057192 2012. 04. 19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/143460 DE 2012. 10. 26

(71) 申请人 弗劳恩霍弗实用研究促进协会

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 C. 迈尔 T. 德罗斯特 Y. 加森鲍尔

J. D. 莫施纳 P. 罗特

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 张涛 刘春元

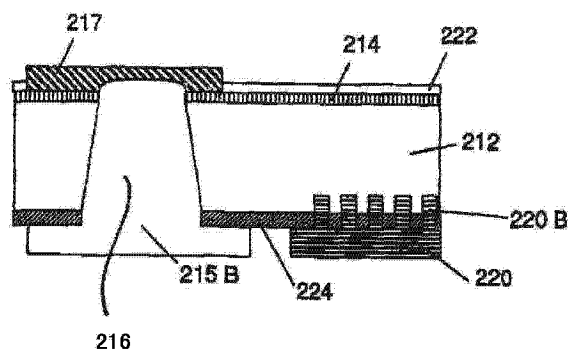
权利要求书2页 说明书8页 附图8页

(54) 发明名称

用于制造太阳能电池的方法

(57) 摘要

本发明涉及用于制造 MWT-PERC 太阳能电池的方法,其中在太阳能电池的衬底中的孔被贯通接触,并在贯通接触部之外完全去除在太阳能电池的背侧上所具有的发射极区域,并在背侧上涂覆电介质层,其中为了贯通接触使用相对于该衬底不电气接触的膏体。



1. 用于由第一导电类型的、具有前侧和背侧的半导体衬底、尤其n型或p型硅基半导体衬底来制造太阳能电池的方法,至少包括以下的方法步骤

A) 构造多个从前侧延伸到背侧的通孔,

B) 至少沿前侧通过掺杂源的掺杂物的扩散来生成导电类型与第一导电类型相反的层,

C) 从前侧穿过通孔直至在背侧限制通孔的接触区域地生成导电连接,

其特征在于,

D) 为了按照方法步骤 C) 来制造导电连接使用相对于半导体衬底构造出绝缘特性的材料。

2. 用于制造 MWT-PERC 太阳能电池的方法,其中在该太阳能电池的衬底中的孔被贯通接触,并且在该太阳能电池的背侧上所具有的发射极区域在贯通接触部之外被完全去除,并且在背侧上涂覆电介质层,其中为了贯通接触采用相对于该衬底作用为不电气接触的膏体。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,

其特征在于,

作为相对于该半导体衬底具有绝缘作用的材料或膏体采用如下膏体,该膏体为了同时在与衬底相接触的区域中形成绝缘层的情况下构造出导电连接而经受高温处理。

4. 根据至少权利要求 1 或 2 所述的方法,

其特征在于,

与第一导电类型相反的导电类型的、在背侧以及通孔上延伸的层通过晶片底侧与腐蚀溶液相接触而被湿化学腐蚀。

5. 根据至少权利要求 1 或 2 所述的方法,

其特征在于,

作为具有相对于该半导体衬底绝缘的特性的材料采用通过热处理被硬化的膏体,其中所述硬化优选在 1 秒和 20 秒之间的持续时间上在衬底温度至少为 700 °C,优选 700 °C -900 °C,尤其 750 °C 至 850 °C 的情况下,在氮气或氮 - 氧气氛中来执行。

6. 根据至少权利要求 1 或 2 所述的方法,

其特征在于,

作为贯穿通孔的材料采用含有玻璃颗粒、银颗粒和有机材料的膏体。

7. 根据至少权利要求 6 所述的方法,

其特征在于,

作为膏体采用如下一种,其中银颗粒的 80% 至 100% 由薄片组成,这些薄片具有利用激光衍射所确定的在 1 μm 至 20 μm 范围内的 D90 尺寸分布,优选在 2 μm 至 15 μm 范围内,并尤其在 5 μm 和 12 μm 之间的范围内。

8. 根据至少权利要求 6 或 7 所述的方法,

其特征在于,

作为膏体采用了如下一种,其中玻璃颗粒具有利用激光衍射所确定的在 0.5 μm 至 20 μm 范围内的 D90 尺寸分布,优选在 1 μm 和 10 μm 之间的范围内,尤其在 3 μm 和 8 μm 之间的范围内。

9. 根据权利要求 6 至 8 至少之一所述的方法,

其特征在于，

对于玻璃颗粒采用了如下玻璃，该玻璃是无铅的并具有在 350℃和 550℃之间范围内的玻璃软化温度，尤其在 400℃和 500℃之间的范围内。

10. 根据至少权利要求 6 所述的方法，

其特征在于，

采用如下膏体，该膏体的固体份额在 80% 重量比和 95% 重量比之间的范围内，优选在 84% 重量比和 90% 重量比之间的范围内。

11. 根据至少权利要求 6 所述的方法，

其特征在于，

采用如下膏体，该膏体的玻璃份额在 1% 重量比和 15% 重量比之间的范围内，优选在 4% 重量比和 12% 重量比之间的范围内，尤其在 8% 重量比和 10% 重量比之间的范围内。

12. 根据权利要求 1 至 11 至少之一所制造的太阳能电池。

用于制造太阳能电池的方法

[0001] 本发明涉及用于由第一导电类型的、具有前侧和背侧的半导体衬底、尤其 p 型或 n 型硅基半导体衬底来制造太阳能电池的方法,该方法至少具有以下的方法步骤,

- A) 构造多个从前侧延伸至背侧的通孔,
- B) 沿着前侧通过掺杂物源的掺杂物的扩散生成导电类型与第一导电类型相反的层,
- C) 从前侧穿过通孔直至在背侧限制通孔的连接区域地制造导电连接。

[0002] 本发明的主题是用于由第一导电类型的半导体衬底、尤其 p 型或 n 型掺杂的单晶或多晶硅衬底来制造太阳能电池的方法,该方法对于概念 EWT (emitter wrap through, 发射极穿孔卷绕)、MWT (metal wrap through, 金属穿孔卷绕) 以及 MWT 与 PERC (passivated emitter and rear cell, 钝化发射极和背面电池) 的组合实现了通孔中的良好绝缘。

[0003] 太阳能电池的效率尤其取决于不遮挡所出现的辐射的前表面。但是因为前侧接触部限制了有效面积,所以开发了背侧接触电池,其作为金属穿孔卷绕(MWT)和发射极穿孔卷绕(EWT) 电池已知。在背侧接触电池中相反导电类型的前侧层、也即在具有 p 型掺杂衬底的太阳能电池中 n 型掺杂的发射极(EWT) 和 / 或连接到该发射级(MWT) 的金属连接端穿过从前侧延伸至背侧的通孔,以然后实现在背侧上的接触部。在此在 MWT 电池中附加地在前侧上敷设了金属化部,如此使得所需的通孔的数量明显减少。然后在背侧上发射极接触部与至基极的接触部电气隔离,以避免短路。在没有这种隔离的情况下,在标准 MWT 电池中可能由于背侧发射极而产生短路,这种短路可以借助激光镌刻或通过局部回蚀来消除。在理想情况下,发射极仅应该位于前侧上、孔内以及在背侧相应贯通接触孔的周围,以避免发射极接触部(包括贯通接触部) 与基极之间的短路。在 MWT-PERC 电池中——所述电池在背侧的发射极接触部的区域中被绝缘层覆盖,在贯通接触孔周围没有必要设置背侧的发射极区域。在 EWT 电池中,原则上不需要在通孔中进行金属化。但是出于改善导电性的实际原因,通常对通孔进行部分的或完全的金属化。本发明同样可应用于 EWT 电池的这种实施方式,其中需要对发射极而不是对基极进行选择性的电气接触。

[0004] 在 MWT 电池中尤其可能由于发射极接触部与基极的直接接触而产生短路,这种短路不仅在背侧、而且在贯通接触孔内部都可能产生。在 MWT-PERC 电池中,可以通过在背侧上以及在贯通接触部的内侧上增加钝化层作为在基极材料和发射极接触部之间的绝缘来避免这种短路(WO-A-2009/071561)。

[0005] 常用的 MWT-PERC 太阳能电池的制造方法(例如 Dross 等人的“IMPACT OF REAR SURFACE PASSIVATION ON MWT-PERFORMANCES”,1291-1294 页,2006 IEEE 4th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion, Hilton Waikoloa Village, Waikoloa, Hawaii, 2006 年 5 月 7-12 ;Romijn 等人的“ASPIRE: A NEW INDUSTRIAL MWT CELL TECHNOLOGY ENABLING HIGH EFFICIENCIES ON THIN AND LARGE MC-SI WAFERS”, 22nd European Photovoltaic Solar Energy Conference, 2007 年 9 月 3-7, Milan, Italy, 1043 至 1049 页 ;Romijn 等人的 An overview of MWT cells and evolution to the ASPIRe concept: A new integrated mc-si cell and module design for high-efficiencies, 23rd European Photovoltaic Solar Energy Conference (s. 2007), 2008 年 9 月 1-5,

Valencia, Spain, 1000-1005 页; Van den Donker 等人的“*The Starfire project: Towards in-line massproduction of thin high efficiency back-contacted multicrystalline silicon solar cells*”, 23rd European Photovoltaic Solar Energy Conference, 2008 年 9 月 1-5, Valencia, Spain, 1048-1050 页; Clement 等人的“*Pilotline processing of highly-efficient MWT silicon solar cells*”, 25th European Photovoltaic Solar Energy Conference, 2010 年 9 月 6-10, Valencia, Spain, 1097-1101 页) 包括以下的方法步骤, 而步骤顺序不必强制对应于以下所示的顺序:

a) 在第一导电类型的半导体衬底(晶片)中构造多个、例如 16 个从前侧延伸至背侧的通孔(Durchgangsöffnung, 也称为 Viaöffnung, 或简称为 Vias), 或称为钻孔或孔。

[0006] b) 使该晶片纹理化, 必要时去除通过切割晶片和 / 或通过制造通孔造成的损坏。

[0007] c) 通过利用内联扩散的例如 POCl_3 扩散或 H_3PO_4 涂覆, 通过沿着前侧扩散来自掺杂物源的掺杂物生成导电类型与第一导电类型相反的层。作为替换掺杂物源可以考虑用于太阳能电池的每种解决方案。尤其还可以采用选择性的发射极, 也即在不同区域中具有不同掺杂特性的发射极(US-A-2010/243040)。

[0008] d) 去除由该扩散产生的玻璃层。

[0009] e) 在应当用作基极的背侧区域中, 必要时在整个背侧上, 去除还由掺杂物源的掺杂物在背侧上构造的背侧发射极。在此可以采用掩模化, 以保护正面发射极和 / 或用于保护在通孔中以及在背侧上的发射极接触部区域中的发射极层(WO-A-2010/081505)。替换地可以在扩散(步骤 c))之前就已经通过掩模 / 扩散屏障来保护背侧, 如此使得发射极仅在所定义区域中产生(例如参见 EP-A-2 068 369、Thaidigsmann-EUPVSEC-2010)。可以同时或者在单独的步骤中对背侧进行打磨(抛光)。

[0010] f) 在背侧的基极区域或整个背侧上敷设钝化层, 也即单个层或多层系统, 该钝化层例如由具有大带隙的电介质或半导体组成。接着在稍后用于接触基极的子区域中打开该钝化层。所述接触例如可以在激光处理中或借助腐蚀膏体来进行。也可以根据其他的工艺而不进行钝化层的打开, 尤其在烧透铝膏体和 LFC(laser-fired contacts, 激光烧制接触)中。

[0011] g) 在正面上敷设防反射层。

[0012] h) 制造金属连接, 并且所述金属连接被连接到相应的半导体区域。该金属通常以丝网印刷膏体的形式来敷设, 其通过随后的烧结(高温步骤)来构造其最终的导电性以及半导体材料的连接。替换地也可以考虑另外的、例如热 / 物理或化学方法来进行金属化。划分为以下三种金属化区域:

h1) 穿过通孔(Via)直至在背侧限制通孔的接触区域来制造导电连接(通孔金属化部)。至发射极的接触区域(发射极接触垫片)以及至背侧、也即基极侧的接触区域的制造可以在一个步骤中以及同时随着通孔金属化部的制造进行, 或者也可以分开地在多个步骤中、例如通过丝网印刷来进行。通常这些通孔从背侧被填充, 其中同时可以敷设金属区域作为发射极接触垫片和基极接触垫片。

[0013] h2) 制造沿前侧延伸的前侧接触部, 并将该前侧接触部与该通孔金属化部连接。

[0014] h3) 制造沿背侧延伸的导电层。该层至基极的接触通常局部地在其中钝化层具有至基极的开口的区域中进行。这可以通过在部分背侧上或整个背侧上敷设非烧透膏体来进

行,该非烧透膏体然后在钝化层的之前开口的区域中生成接触部(Dross 2006)。替换地可以在其上应该产生接触部的区域上敷设烧透膏体(Romijn 2007)。或者在整个背侧或部分背侧上敷设该材料,并借助 LFC (激光烧制接触)来生成局部接触部(Clement 2010)。

[0015] i) 在一个或多个步骤中,必要时在不同的温度下来烧结金属接触部。由此尤其在背侧上在该钝化层的开口区域中产生局部背侧场,即所谓的局部 BSF (back surface field,背面场)。

[0016] 对于标准 MWT 电池(无 PERC)省略了步骤 e) 和 f)。在步骤 h3) 中至基极的接触部整面地通过发射极接触垫片的限制以及必要时还通过基极接触垫片的限制来构造。在烧结时,相应地背面场不仅局部地、而且在背侧表面的绝大部分上构造出。因为背侧发射极在接触垫片区域中没有被去除,或者通过电介质与基极相绝缘,所以附加地在接触垫片周围例如借助激光进行背侧发射极区域的完全分离。在剩余的背侧区域中,现有的发射极层由整面敷设的导电层、如铝层来过补偿。

[0017] 用于制造 MWT 太阳能电池的方法可以参见 US-A-2010/70243040 或 WO-A-2010/081505。

[0018] 在很多公开文献中都提及了例如通过选择性产生或去除来对背侧发射极结构化的必要性。在此,为了能够利用电介质层的钝化效果,需要事先去除必要时存在的相反导电类型的背侧层,也即在 p 型硅基晶片中去除 n 型掺杂的发射极层。然而在化学回蚀背侧发射极时出现如下的问题,即腐蚀剂进入到孔中。从而不能避免发射极在孔中被局部地腐蚀,而导致对电池的效率造成负面影响。通过完全或部分地去除背侧发射极和 / 或孔发射极产生了短路的危险,因为通孔金属化部可能穿过残缺的发射极而与基极相接触。

[0019] 在用于 MWT 电池的通孔的情况下,建议在腐蚀步骤之前使用耐腐蚀的填充物。从而保护在晶片上侧上、在通孔侧壁 - 也称为钻孔壁 - 上以及在下侧上的钻孔(通孔)周围的小圆圈(n 型接触面)中的发射极免遭腐蚀。

[0020] 填充物的敷设以及其在腐蚀之后的去除意味着在制造序列中的附加耗费。对于这种电池结构,精密定义的发射极区域是有必要的,即使在背侧上。

[0021] 为了不必去除背侧发射极,可以避免在局部或在整个背侧上产生背侧发射极。这例如可以借助扩散屏障来进行。

[0022] 用于制造所定义的发射极区域的另一方法是在扩散之前就已经敷设屏障层(EP-A-2 068 369)。

[0023] 倘若应该借助电介质使用通孔绝缘来避免短路,那么就带来了如下的缺点。该电介质必须在孔的整个内侧上以足够的厚度来敷设。在气相沉积时典型地对入口侧涂覆得更厚,并在进入通孔中该厚度一直下降直至另一侧。由此为了在最薄位置上也达到必要的绝缘厚度而造成了大的材料消耗。附加地该过程可能难以控制。

[0024] 根据现有技术的 MWT 电池的片段可参见图 1a 至 1d,其中在图 1c 和 1d 的实施例中应用了 PERC 技术。

[0025] 以片段所示的 MWT 电池在该实施例中具有 P 型硅基晶片,该晶片构成基极 12。在构造出通孔 16 之后以及在对晶片背侧进行纹理化以及可选的抛光腐蚀之后,典型地借助磷掺杂物源在前侧构造发射极层 14,该发射极层同样也被构造在事先所构造的通孔 16 中以及背侧上。通孔 16 中的该区域用 14A 来表示。在围绕通孔 16 的区域中位于晶片背侧上

的发射极区域 14B 被用于防止至基极 12 的短路。在 PERC 电池(图 1c、1d)中沿着晶片背侧延伸的发射极被去除。在发射极制造中所产生的磷硅酸盐玻璃(PSG)同样被去除。然后在 MWT-PERC 电池中在晶片的背侧上敷设电介质 24,该电介质也可以部分寄生地延伸到通孔 16 中。在背侧上敷设该电介质之前或之后,在晶片的正面上沉积防反射层,如氮化硅层 22。附加地可以进行清洁步骤。然后可以在通孔 16 中直至衬底背侧引入导电材料,其中同时在背侧上敷设焊接垫片。然后在 MWT 电池中,贯穿该通孔 16 的、可以以膏体的形式来引入的金属化部在前侧连接到前侧或正面金属化部 17,该前侧或正面金属化部自身与发射极 14 在前侧接触。在 EWT 电池中该通孔金属化部、也即在通孔中存在的金属化部直接与发射极 14 接触,而不存在前侧金属化部。然后在背侧上,但与贯穿通孔 16 的导电贯通接触部电气绝缘地,该背侧设置有诸如铝背侧层的导电层,其中在 PERC 电池中通过之后的烧结过程在事先打开的电介质区域中构造背面场(区域 20B)。在无 PERC 技术的 MWT 电池(图 1a、1b)中,该背面场在所敷设的背侧金属化部 20 的整个面上延伸。相应的背面场用 20A 来表示。把铝引入到该衬底中对背侧发射极进行过补偿。背侧金属化部 20 在用于通孔金属化部的连接端接触部区域中例如通过掩模技术或丝网印刷而被留出空隙。为了避免在背侧延伸的发射极区域 14B 与背侧金属化部 20 之间的短路,例如通过激光或湿化学地进行绝缘(区域 23)。

[0026] 在 EWT 电池中在前侧不存在单独的金属化部。而是在贯穿通孔 16 的贯通接触部与前侧延伸的发射极区域之间进行直接的接触。

[0027] 前述的方法步骤在制造背侧接触太阳能电池时是常见的,其中各个方法步骤在其顺序上可以互换。一种典型的方法流程可参见图 4a。

[0028] 因为在贯通接触孔中的发射极避免了在通孔金属化部与基极 12 之间的接触,所以原则上不需要去除在通孔 16 中所构造的发射极层。但是在对该发射极层的背侧化学腐蚀时产生了问题,即腐蚀溶液进入到通孔 16 中,如此使得发射极层 14A 在孔中被部分地腐蚀掉。

[0029] 由未提前公开的 WO-A-2012/026812 已知,用塞子填满 MWT 电池的通孔,该塞子的电导率从通孔的中间区域到侧壁而下降。

[0030] 本发明所基于的任务是,提供用于制造背侧接触太阳能电池的方法,其中利用制造技术简单而成本有利的措施保证在太阳能电池的前侧金属化部与背侧之间的贯通接触部、也即至发射极的导电连接与基极不接触。

[0031] 尤其应当提供一种简单的 MWT 或 MWT-PERC 电池结构以及一种相应简单的制造该电池结构的方法,其中对于所述电池结构不需要在背侧上以及在孔内侧上的精密定义的发射极区域。应当省略掩模和结构化步骤。

[0032] 为了解决这些方面之一,本发明主要规定,用于由第一导电类型的、具有前侧和背侧的半导体衬底、尤其 p 型或 n 型硅基半导体衬底制造太阳能电池的方法至少包含以下的方法步骤

- A) 构造多个从前侧延伸至背侧的通孔,
- B) 至少沿着前侧,例如通过掺杂物源的掺杂物的扩散来生成导电类型与第一导电类型相反的层,
- C) 从前侧穿过该通孔地直至背侧地制造导电连接,

其特征不在于，

D) 为了按照方法步骤 C) 制造该导电连接而使用构造出在第一导电类型的区域中相对于该半导体衬底(基极)绝缘的特性的材料。

[0033] 本发明尤其涉及用于制造 MWT-PERC 太阳能电池的方法,其中在太阳能电池衬底中的孔被贯通接触,并在贯通接触部外部完全去除由于扩散产生的、存在于太阳能电池背侧上的发射极区域,并在背侧上涂覆电介质层,并且其特征在于,为了进行贯通接触而使用相对于孔壁作用为不电气接触的膏体。

[0034] 根据本发明,在通孔中生成了绝缘,该绝缘不是基于在该通孔内以及在背侧发射极接触区域中的发射极构造,而基于的是,在烧结期间在通孔内的金属化部形成了至衬底的导电差的或不导电的接触,如此使得可以称为不接触的膏体。该材料尤其是在至衬底的接触区域中构造出所需介电特性的膏体。从而在 MWT-PERC 电池中另外还省略了给通孔涂敷电介质的任何必要。

[0035] 本发明尤其特征在于,作为贯穿通孔的材料采用含有玻璃颗粒、银颗粒和有机材料的膏体。

[0036] 在此尤其规定,作为膏体采用如下一种,其中银颗粒的 80% 至 100% 由薄片组成,这些薄片具有利用激光衍射所确定的在 $1\mu\text{m}$ 至 $20\mu\text{m}$ 范围内的 D90 尺寸分布,优选在 $2\mu\text{m}$ 至 $15\mu\text{m}$ 范围内,并尤其在 $5\mu\text{m}$ 和 $12\mu\text{m}$ 之间的范围内。

[0037] 本发明优选地建议,作为膏体采用如下一种,其中玻璃颗粒具有利用激光衍射所确定的在 $0.5\mu\text{m}$ 至 $20\mu\text{m}$ 范围内的 D90 尺寸分布,优选在 $1\mu\text{m}$ 和 $10\mu\text{m}$ 之间的范围内,尤其在 $3\mu\text{m}$ 和 $8\mu\text{m}$ 之间的范围内。

[0038] 在改进方案中建议,对于玻璃颗粒采用如下一种玻璃,其是无铅的并具有在 350°C 和 550°C 之间范围内的玻璃软化温度,尤其在 400°C 和 500°C 之间范围内。

[0039] 另外本发明还规定,采用如下一种膏体,其固体份额在 80% 重量比和 95% 重量比之间的范围内,优选在 84% 重量比和 90% 重量比之间的范围内。

[0040] 还应强调的是,采用如下一种膏体,其玻璃份额在 1% 重量比和 15% 重量比之间的范围内,优选在 4% 重量比和 12% 重量比之间的范围内,尤其在 8% 重量比和 10% 重量比之间的范围内。对于具有薄片形式的银颗粒应注意的是,其被理解为鳞片状或板状几何形状。

[0041] 在此该膏体可以从背侧开始被引入到通孔中。一旦相对于半导体衬底具有绝缘特性的该导电材料被引入并通过热处理 – 如在典型的烧结过程中 – 被硬化,那么就常见的方式构造出前侧金属化部和背侧铝层,其中如前所述用于制造前侧金属化部和背侧接触部的方法步骤的顺序不必通过前述顺序来预先给定。在随后的热处理中 – 如在典型的烧结过程中,绝缘膏体也被硬化。

[0042] 从而也存在不用掩模来去除背侧发射极的可能性。通过该绝缘膏体避免了在去除背侧发射极和孔中发射极时首先产生的至基极的短路危险。

[0043] 由此与利用电介质进行绝缘相反,没有必要利用背侧敷设的电介质来完全涂敷整个孔内侧。这尤其在小的孔直径或大的长宽比(晶片厚度 / 孔直径)情况下是有利的。

[0044] 该膏体尤其在 1 秒与 20 秒之间的时间上在晶片温度 T 为 $\geq 700^\circ$, 尤其 $750^\circ\text{C} \leq T \leq 850^\circ\text{C}$ 情况下在氮气气氛或者由氮气和直至 40% 氧气组成的气氛中被硬化 / 烧结。

[0045] 不用进一步的解释,本发明的教导显然不仅适用于 MWT 或 MWT-PERC 电池,而且还适用于 EWT 电池。

[0046] 本发明的其他细节、优点和特征不仅从权利要求书、从权利要求书中所提取的单独和/或组合的特征,而且还从以下对附图中提取的实施例的说明得出。

[0047] 图 1a-1d 示出了根据现有技术的 MWT 太阳能电池片段,

图 2a、2b 示出了根据本发明的 MWT 太阳能电池片段,

图 3a、3b 示出了根据本发明的 MWT-PERC 电池片段,

图 4a、4b 示出了用于制造 MWT 或 MWT-PERC 太阳能电池的流程图,

图 5 示出了具有通孔金属化部的 MWT-PERC 电池的原理图,其中该通孔金属化部与基极绝缘,

图 6 示出 MWT 太阳能电池的原理图,其为了去除发射极而经受背侧上的腐蚀过程,以及

图 7 示出了具有本发明牺牲层的 MWT 电池的原理图。

[0048] 在图 2a、2b、3a、3b 中示出了根据本发明所制造的 MWT 或 MWT-PERC 太阳能电池的片段,其中原则上对于相同的元件采用相同的附图标记。另外出于简化的原因而把 p 型硅基半导体材料假定为衬底或晶片,并且具有 n 型掺杂的层被称作发射极。在意义上,下文的措施也适用于另外的半导体材料和导电性,而不需进一步的解释。

[0049] 在图 2a、2b 中示出了 MWT 电池片段,该 MWT 电池可以被称作标准 MWT 电池,在背侧没有延伸电介质层,如同在 PERC 电池中的情况。

[0050] 如结合图 1a、1b 所述,按照图 2a、2b 在构成基极 112 (p 型导电)的衬底中首先借助例如激光处理来构造通孔 116。然后进行纹理化。接着借助磷掺杂物源、如气态 POCl_3 或液态 H_3PO_4 溶液在前侧构造发射极层 114,该发射极层受制于制造也在基极 112 的背侧上以及在通孔 116 中产生,必要时具有不同的厚度。

[0051] 与在衬底前侧上是否敷设牺牲层无关,在扩散过程期间产生的 PSG (磷硅酸盐玻璃)层在含 HF 的溶液中被去除。然后可以在前侧敷设防反射层 122。最后在通孔 116 中引入膏体,该膏体封闭了通孔 116 并从衬底的前侧延伸至背侧并沿背侧延伸,如原理图所示。在此该膏体具有如下的特征,使得该膏体在硬化或烧结之后相对于 p 型导电衬底 112、也即基极作用为绝缘的,此外还如在 MWT 电池中所需的那样形成所需的通孔金属化部,以制造从前侧发射极到背侧的导电连接。然后以常见的方式敷设前侧金属化部 117,该前侧金属化部与通孔膏体相接触,并在背侧上在与通孔金属化部的接触部之外整面地敷设诸如铝层的导电层 120,如此使得能够构造出背面场(BSF 层) 120a。

[0052] 倘使对应于图 1a、1b 的实施例该发射极穿过通孔 116 并沿着背侧延伸,那么就通过激光来进行铝层 120 与背侧延伸的发射极层的电气绝缘,如已借助图 1a、1b 所阐述的。

[0053] 按照图 2a 的实施例,可看到发射极 114 仅仅沿着太阳能电池的前侧延伸。在背侧上以及在通孔 116 中不具有发射极层。尽管如此,但在贯通接触部与基极、也即 p 型导电衬底 112 之间不可能出现短路,因为在通孔 116 中所引入的膏体在硬化或烧结之后相对于衬底而作用为电气绝缘。

[0054] 在图 2b 的实施例中,该发射极局部地在该通孔 116 中延伸。

[0055] 示出了 PERC 电池片段的图 3a、3b 的实施例与图 2a、2b 的实施例的不同之处在于,电介质层 224 至少沿着衬底 212 的背侧延伸。该电介质层 224 可以是氧化物,如从 EP-A-2

068 369 得到的,具体参见其公开。该电介质层 224 尤其由具有氮化硅覆盖层的氧化硅或氧化铝组成,其中该电介质层也可以是层系统。

[0056] 从图 4b 得出与图 3a、3b 相对应的用于制造 MWT-PERC 电池的方法流程。从而在敷设防反射层 222 之后,背侧被钝化,其中该层 224 被沉积。然后在通孔 216 中引入本发明的膏体 215b,该膏体可以完全填满该通孔 216。但也存在该膏体被构造为使得在中心区域中产生通孔,也即存在所谓的“Seele (灵魂)”的可能性,该通孔也可以从图 1b 得到。接着以常见的方式来敷设前侧金属化部 217 以及背侧金属化部(金属层 220),其中在电介质层 224 中的开口致使形成局部背面场区域 220B。此外以常见的方式来进行热处理,以实现烧结。

[0057] 借助图 5 至 7 应该再次解释本发明的重要方面。

[0058] MWT (metal wrap through,金属穿孔卷绕)太阳能电池是其中从背侧来对正面金属化部进行接触的电池,即所谓的背侧接触电池。在 MWT 电池中为此把金属连接从正面开始穿过电池中的孔而引至背侧上,如图 5 所示。

[0059] PERC (passivated emitter and rear cell,钝化发射极和背面电池)的特征尤其在于通过电介质层对背侧的钝化。为了能够有意义地敷设该层,必须事先完全地或至少在其中有意进行钝化的区域中去除必要时存在的背侧发射极。

[0060] 本发明尤其还涉及 PERC 概念对 MWT 电池的应用。

[0061] 目前未解决的一个问题是因为,在化学回蚀该背侧发射极时正面通过孔与背侧相连。典型地从背侧施加的腐蚀剂也会穿过孔到达正面。由此尤其在孔区域中不能避免腐蚀剂与正面的接触,如此使得在那里同样发生对电池性能有负面影响的发射极回蚀,如图 6 所示。

[0062] MWT 技术和 PERC 技术是已有的。在孔中引入防止至基极的接触的绝缘层是已知的。在现有技术中未解决在背侧上发射极回蚀的问题。

[0063] 在 MWT 太阳能电池中,金属接触部必须从背侧穿过衬底中的孔贯通接触到正面。在此该金属不允许与半导体的基极导电接触。在标准 MWT 电池中基极通过发射极与金属接触部屏蔽开,如图 5 中所示。

[0064] 但是,对于背侧钝化(PERC)太阳能电池,必须完全去除在背侧上贯通接触部之外可能存在的发射极扩散,通常通过面腐蚀。

[0065] 根据本发明的第一解决方案,在孔中生成绝缘,这种绝缘不是基于孔中的涂层,而是例如基于膏体的电气绝缘特性。从而在基极部分或完全暴露的情况下,尤其即使在孔区域中没有涂层或者在涂层不均匀、没有完全覆盖发射极接触部的所有区域时该膏体也能发挥作用。从而根据本发明,通过不电气接触的膏体来实现这种绝缘。在这种情况下,可以明显降低对孔中绝缘的要求。

[0066] 通过一种合适的保护方法来避免在去除背侧发射极时对正面的腐蚀,其中该保护方法防止或减少了对发射极的腐蚀。

[0067] 另一独创性的解决方案的特征在于,在正面上和 / 或在孔中的发射极在回蚀时通过优选合适厚度的 PSG (磷硅酸盐玻璃) 层而被保护。该 PSG 层例如可以在长的(也即例如长于 25 分钟)(内联)扩散过程中或在氧化步骤中被生成。于是该 PSG 牺牲层首先将影响对正面和 / 或孔的可能腐蚀,如此使得发射极被保护足够长的时间,如在图 7 中所示。

[0068] 又一独创性的解决方案的特征在于,在正面上和 / 或在孔中的发射极在回蚀时通

过另外的技术变化方案而被保护,使得穿过孔在正面处出现的少量腐蚀溶液不或者仅稍微导致对正面上和 / 或孔中的发射极的腐蚀。这例如可以借助敷设在正面上的合适溶液对所述腐蚀溶液的稀释或中和来进行。

[0069] 所述三种变化方案或解决方案,也即相对于衬底不电气接触、也即绝缘的膏体,但该膏体保证了将前侧延伸的发射极导电连接至背侧所需的电导率,在腐蚀背侧延伸的发射极区域时被腐蚀掉的前侧敷设的牺牲层,以及对穿过通孔出现的腐蚀溶液减弱其腐蚀作用的可能性,可以以任意组合地被组合,以及附加地还可以相互独立地应用。

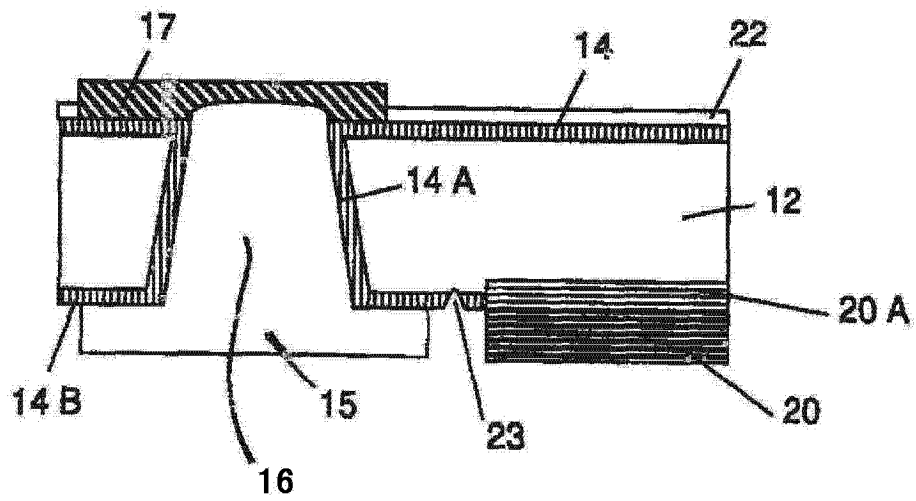


图 1a

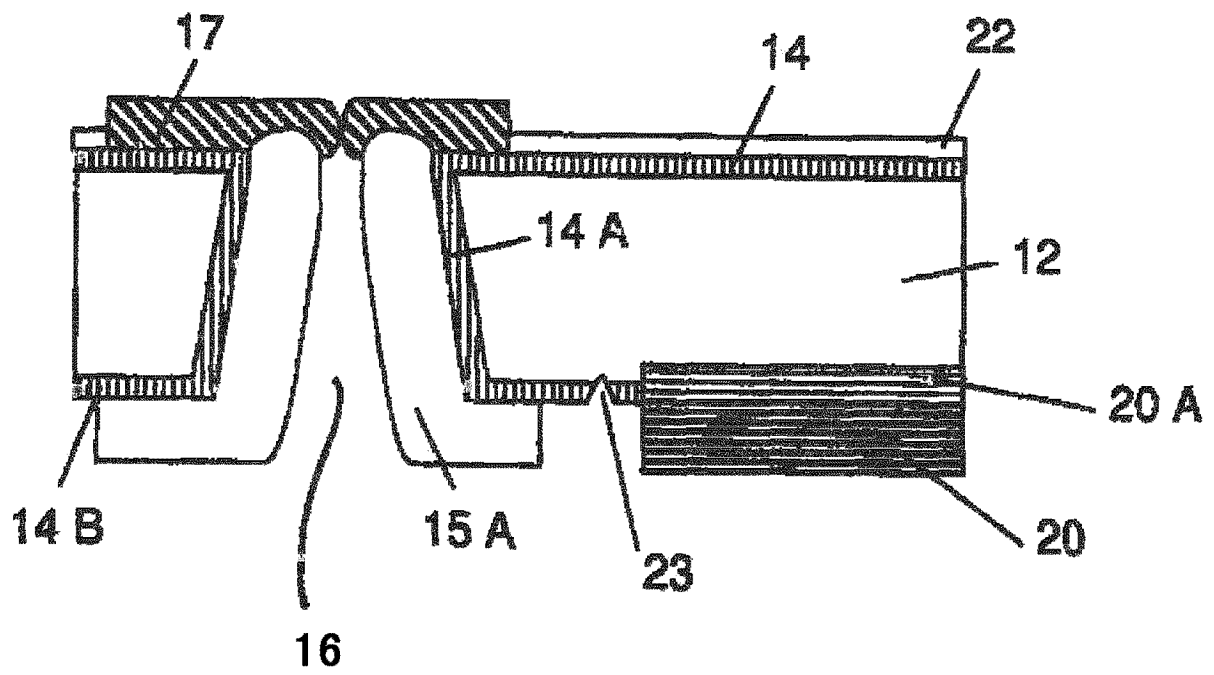


图 1b

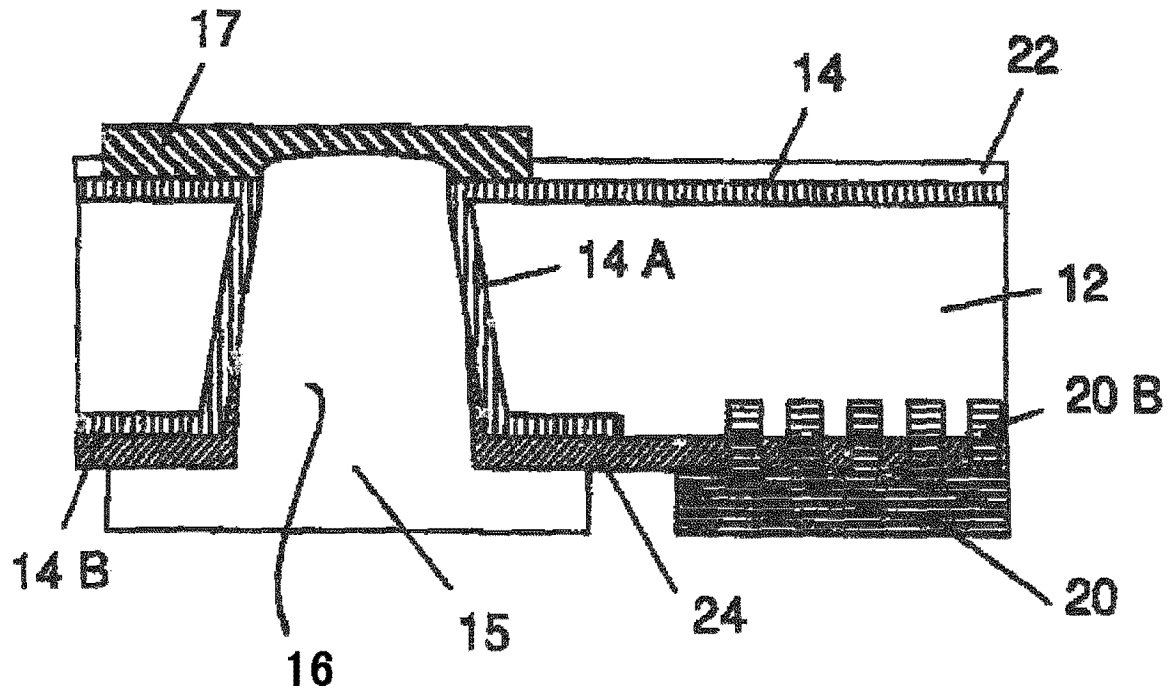


图 1c

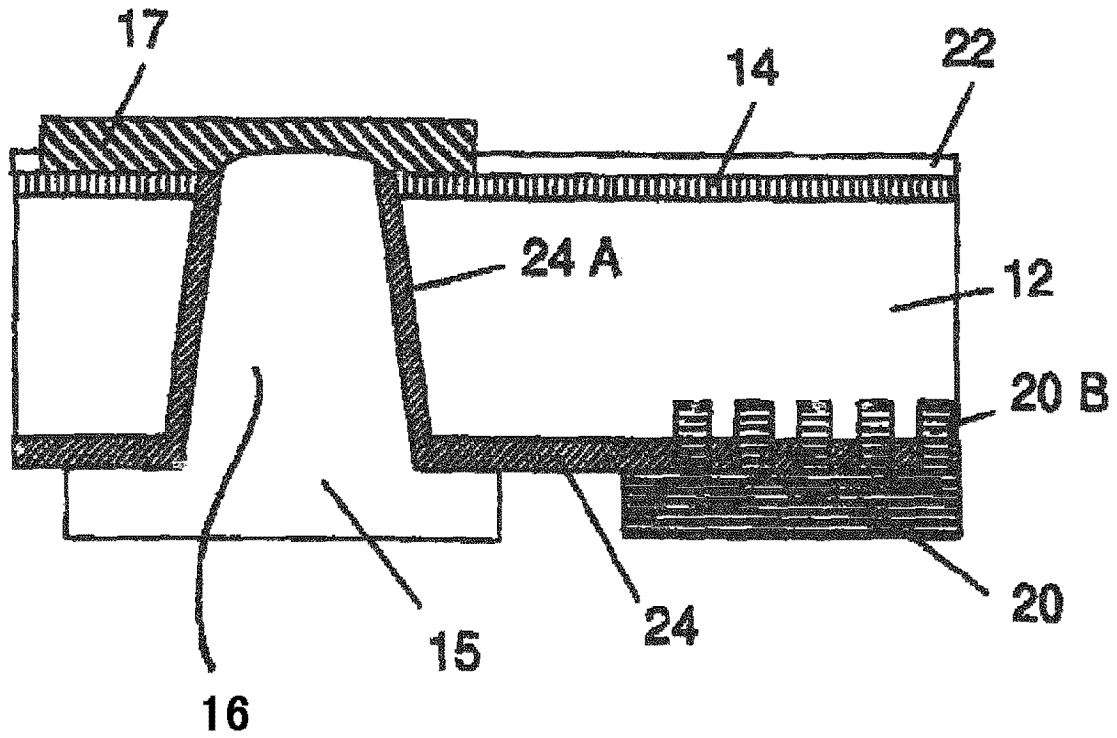


图 1d

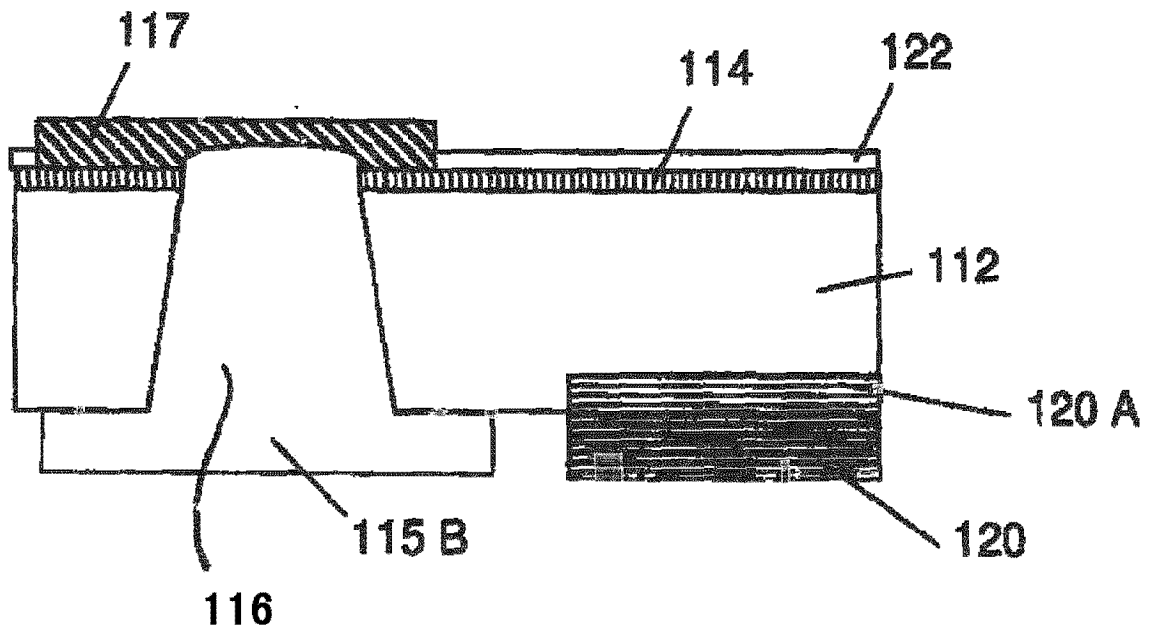


图 2a

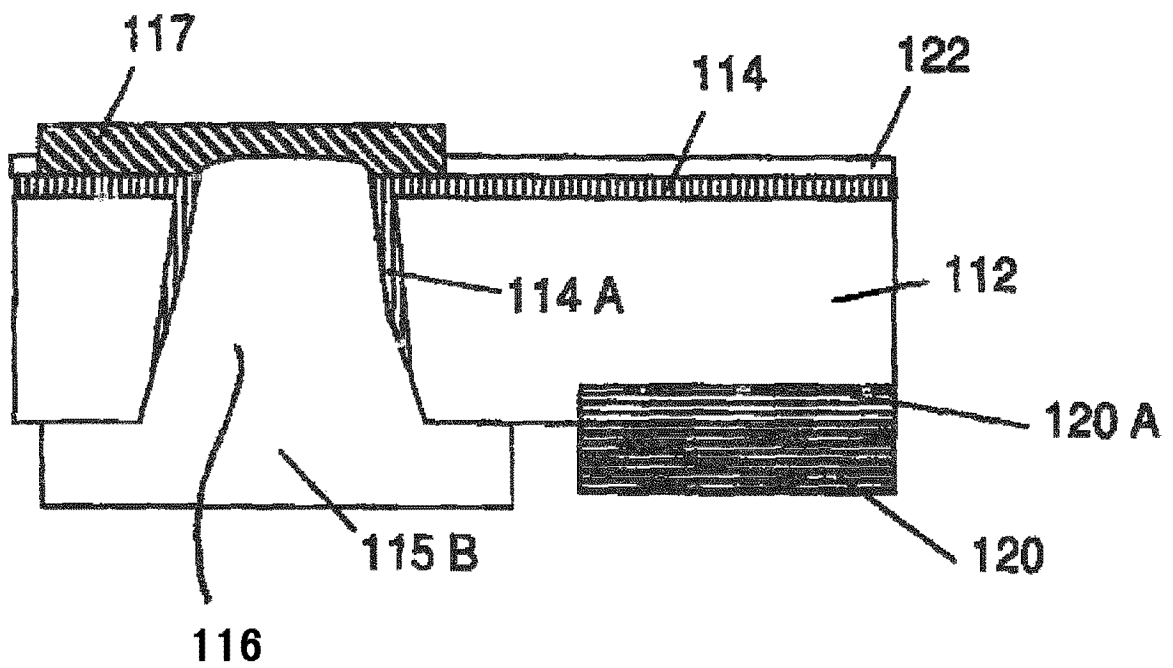


图 2b

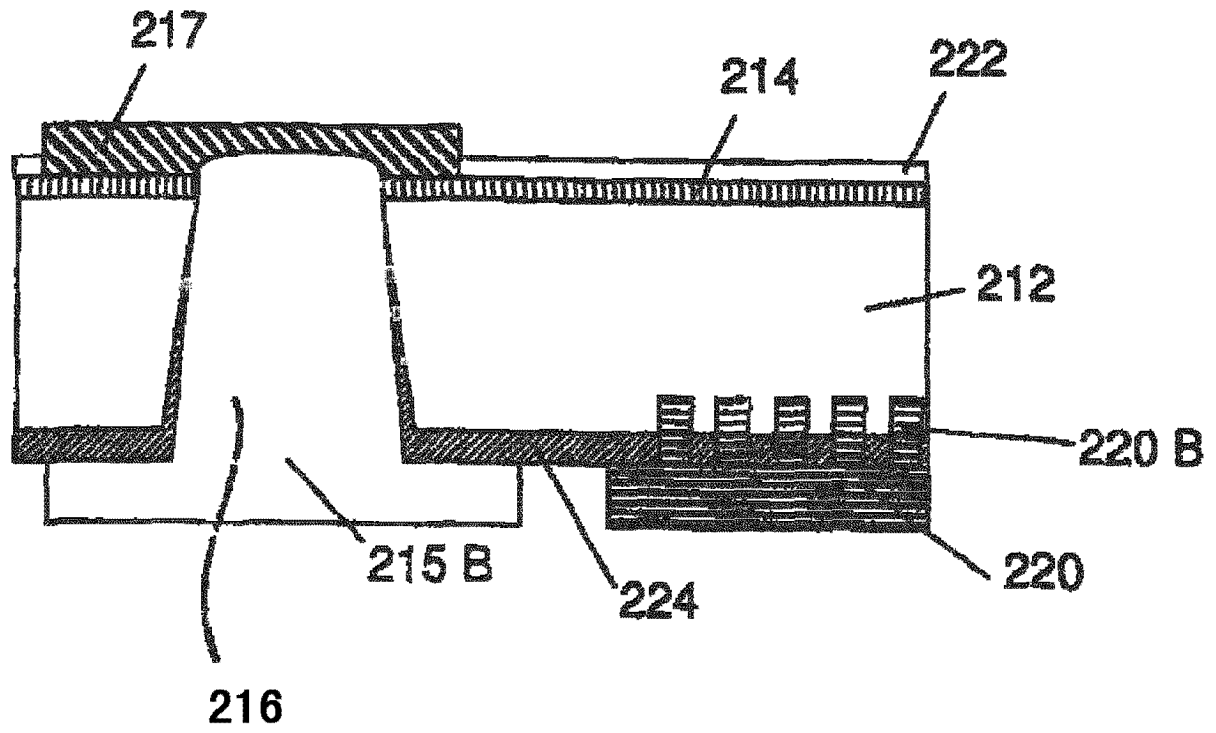


图 3a

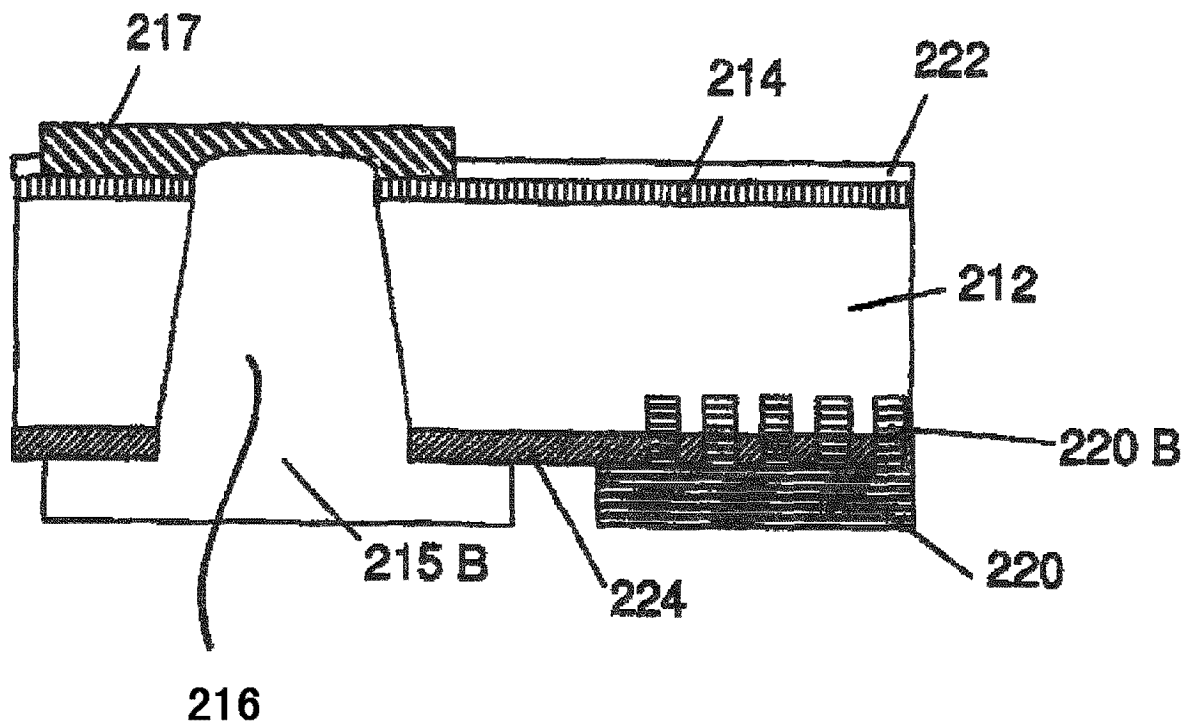


图 3b

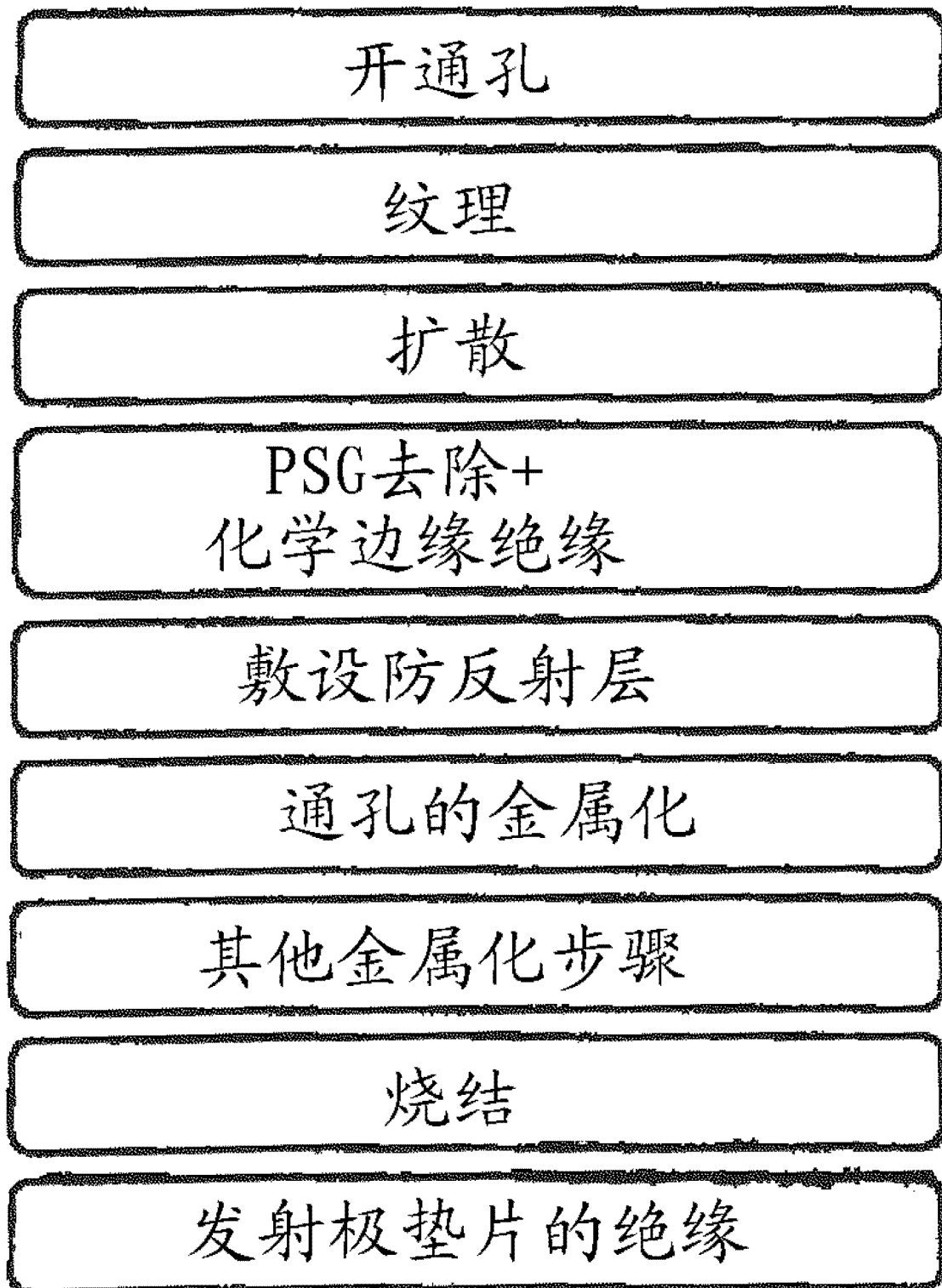


图 4a

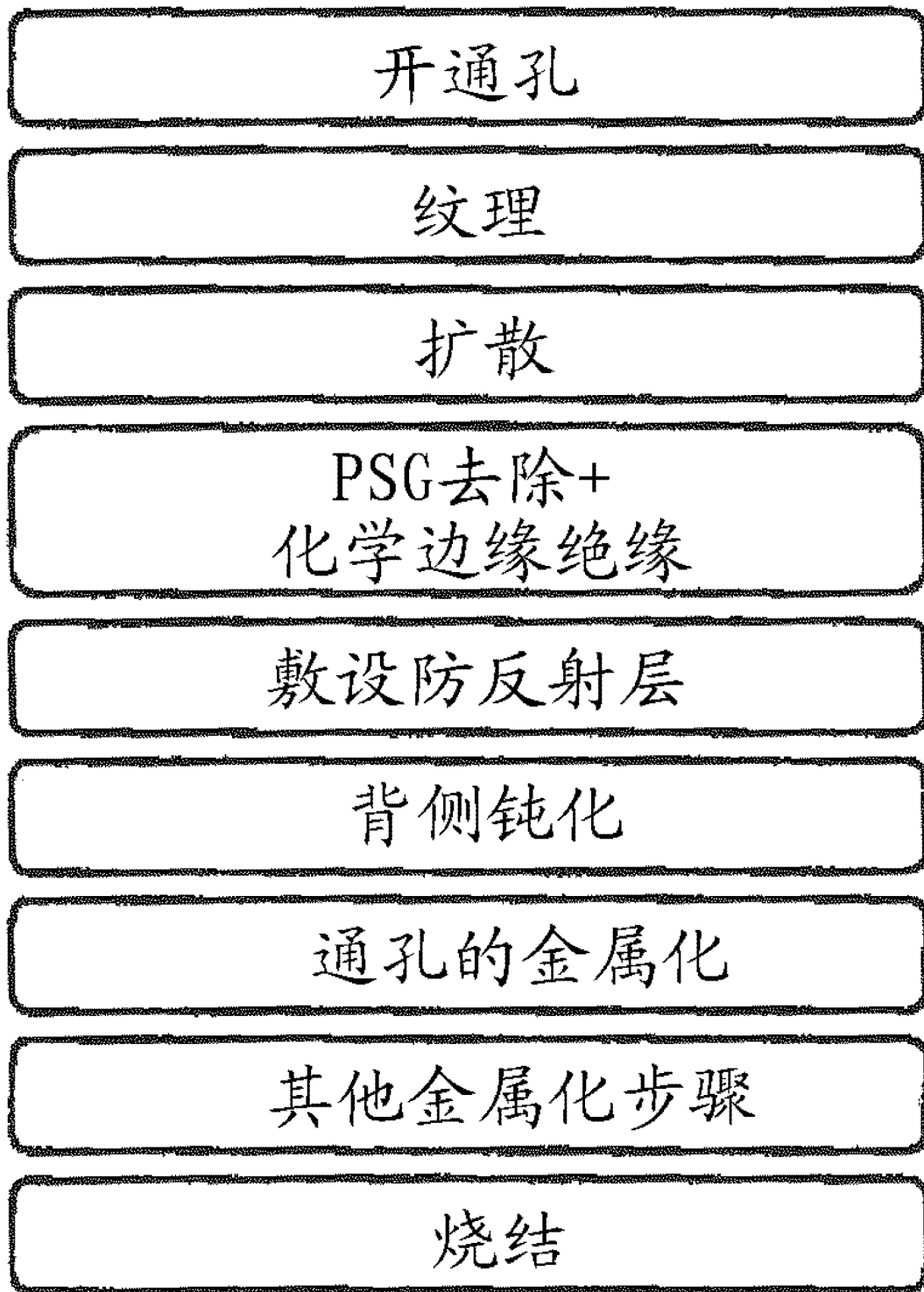


图 4b

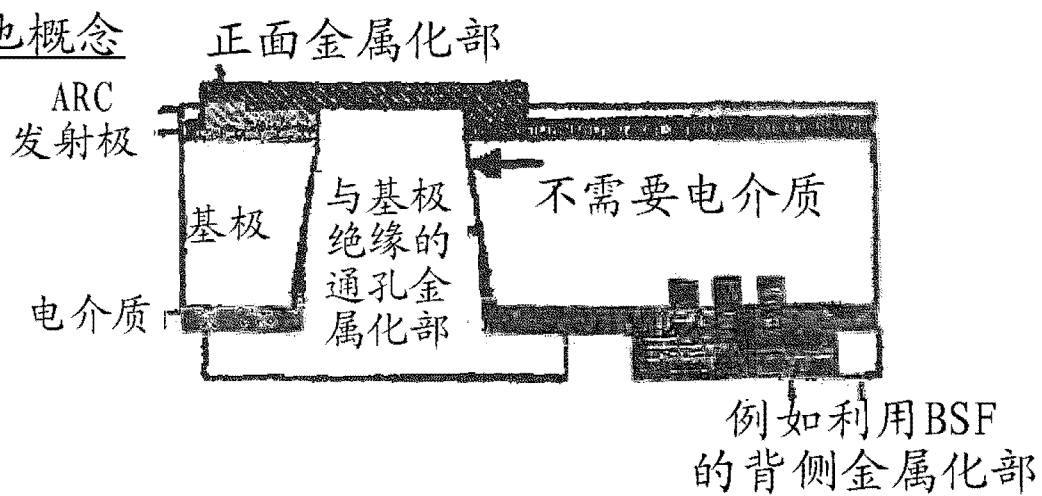
电池概念

图 5

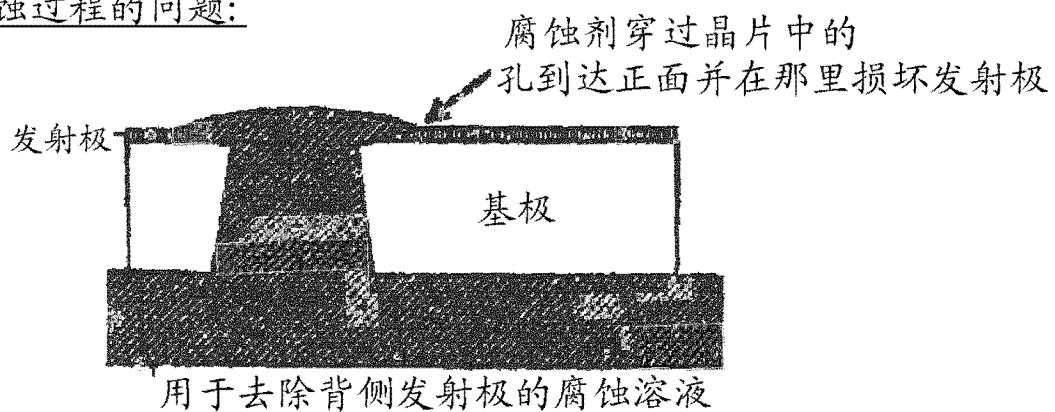
腐蚀过程的问题:

图 6

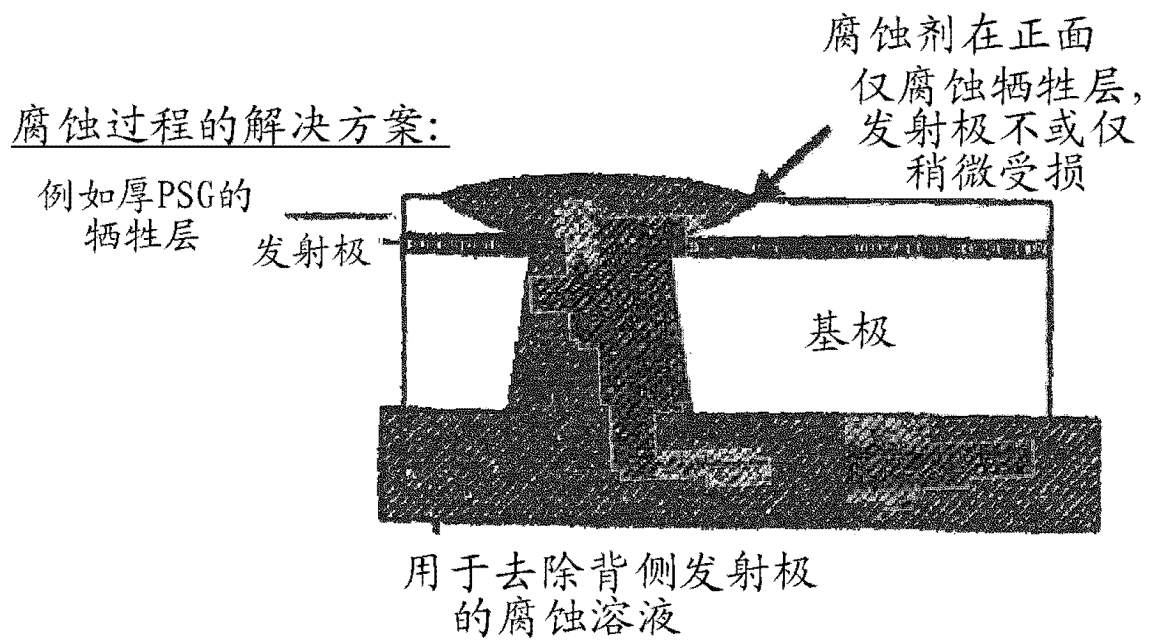


图 7