

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102576767 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 11

(21) 申请号 201180002971. 4

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

(22) 申请日 2011. 02. 15

代理人 张文达

(30) 优先权数据

61/379, 810 2010. 09. 03 US

(51) Int. Cl.

H01L 31/042 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 01. 19

H01L 31/18 (2006. 01)

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2011/024857 2011. 02. 15

(87) PCT申请的公布数据

W02012/030407 EN 2012. 03. 08

(71) 申请人 泰特拉桑有限公司

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 O·舒尔茨-韦特曼 D·克拉夫茨

D·德赛斯特 A·特纳

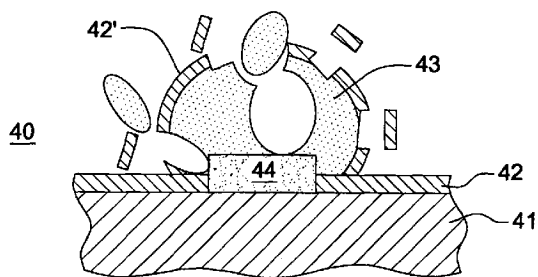
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 8 页

(54) 发明名称

光电设备通过光学涂层局部剥离而实现的精细线金属敷镀

(57) 摘要

一种光电设备中的需要导电触点的层上的金属栅格触点和介电图案。本发明在一个方面包括，形成金属膜；通过使用例如喷墨或丝网印刷而例如直写和原位固化抗蚀刻体，在金属膜上形成抗蚀刻体；蚀刻金属膜，在不触动抗蚀刻图案的情况下，蚀刻金属膜，从而留下抗蚀刻图案和金属栅格触点图案；在抗蚀刻图案上形成介电层；以及移除抗蚀刻图案和抗蚀刻图案上的介电，留下基本上共面的金属栅格触点和介电图案。金属栅格触点图案可以形成太阳能电池的前部和/背部触点电极；并且介电层可以是太阳能电池的光学抗反射层或光学反射层。需要导电触点的层可以是提供其自身钝化的多功能层，以使得介电层中基本上不需要钝化。



1. 一种将金属栅格触点和介电图案形成到需要导电触点的太阳能电池层上的方法,其包括:

在太阳能电池层上形成金属膜;

在金属膜上形成抗蚀刻图案;

蚀刻金属膜,因而使抗蚀刻图案以及在抗蚀刻图案之下的金属栅格触点图案保持原样,同时暴露所述太阳能电池层的其他部分;

在抗蚀刻图案和太阳能电池层的暴露部分上形成介电层;以及

移除抗蚀刻图案和位于抗蚀刻图案上的介电体,从而在需要导电触点的太阳能电池层上留下基本上共面的金属栅格触点和介电图案。

2. 根据权利要求1的方法,其中金属栅格触点图案形成了太阳能电池的前部和/背部触点电极。

3. 根据权利要求2的方法,其中介电层是太阳能电池的光学抗反射层或光学反射层。

4. 根据权利要求3的方法,其中需要导电触点的太阳能电池层是提供其自身钝化的多功能层,以使得在介电层中基本上不需要钝化。

5. 根据权利要求1的方法,还包括:

直写和原位固化所述抗蚀刻图案。

6. 根据权利要求5的方法,其中所述直写包括喷墨或丝网印刷。

7. 根据权利要求1的方法,其中所述移除步骤包括使用激光以在介电层中选择性地开孔,从而便于抗蚀刻图案的所述移除。

8. 根据权利要求1的方法,还包括使用抗蚀刻图案和介电层的原位热处理,以形成孔、裂纹和/或其他缺陷,从而便于抗蚀刻图案的所述移除。

9. 根据权利要求1的方法,其中抗蚀刻图案通过暴露至被吸收入抗蚀刻图案材料内的液体而膨胀,从而实现图案材料的体积和面积的增大,从而起作用来使穿过介电层的开口断裂,以便于抗蚀刻图案的所述移除。

10. 根据权利要求1的方法,其中所述移除步骤包括抗蚀刻图案材料的体积膨胀以及包括随后掩模材料连同介电层一起剥离。

11. 一种将金属栅格触点和介电图案形成到需要导电触点的层上的方法,其包括:

在需要导电触点的所述层上形成抗蚀刻图案,同时暴露导电触点的所述层的其他部分;

在抗蚀刻图案和需要导电触点的所述层的暴露部分上形成介电层;

移除抗蚀刻图案以及在抗蚀刻图案上的介电体,从而在需要导电触点的所述层上留下基本上共面的介电图案,并且使得共面间隙对应于抗蚀刻图案;以及

用金属填充所述间隙,从而在需要导电触点的所述层上留下金属栅格触点和介电图案。

12. 根据权利要求11的方法,其中金属栅格触点图案形成太阳能电池的前部和/背部触点电极。

13. 根据权利要求12的方法,其中介电层是太阳能电池的光学抗反射层或光学反射层。

14. 根据权利要求 13 的方法,其中需要导电触点的所述层是提供其自身钝化的多功能层,以使得在介电层中基本上不需要钝化。

15. 根据权利要求 11 的方法,还包括:
直写和原位固化所述抗蚀刻图案。

16. 根据权利要求 15 的方法,其中所述直写包括喷墨或丝网印刷。

17. 一种将金属栅格触点和介电图案形成到需要导电触点的太阳能电池层上的方法,其中所施加的抗蚀体图案用作金属蚀刻的掩模以及用作对随后沉积的介电体进行剥离的自对准掩模,所述方法包括:在太阳能电池层上沉积金属膜,在金属膜上沉积抗蚀体图案,根据抗蚀体图案来蚀刻金属膜,在太阳能电池层的顶部和抗蚀体上沉积介电体,以及移除所述抗蚀体和抗蚀体上覆的介电体,因而在需要导电触点的太阳能电池层上留下基本上共面的金属栅格触点和介电图案。

18. 一种太阳能电池,其是根据权利要求 17 的方法所形成的太阳能电池。

19. 一种太阳能电池,其是根据权利要求 11 的方法所形成的太阳能电池。

20. 一种太阳能电池,其是根据权利要求 1 的方法所形成的太阳能电池。

光电设备通过光学涂层局部剥离而实现的精细线金属敷镀

[0001] 相关申请信息

[0002] 本申请要求 2010 年 9 月 3 日申请的美国临时专利申请序列号 No. 61/379,810 的权益,该申请整体地通过参考结合于此。

[0003] 本申请还涉及共同转让的于 2009 年 4 月 21 日在先申请的名称为“High-Efficiency Solar Cell Structures and Methods of Manufacture”的申请号为 61/171,194 的美国临时申请;以及共同转让的于 2010 年 4 月 21 日申请的、名称为“High-Efficiency Solar Cell Structures and Methods of Manufacture”的申请号为 PCT/US10/31869 的国际专利申请。这些申请每个也整体地通过参考结合于此。本发明的所有方面可与上述申请的公开内容组合地使用。

技术领域

[0004] 本发明涉及太阳能电池和其模块。更具体地,本发明涉及用于增加电池效能的改进型太阳能电池结构和制造方法。

背景技术

[0005] 太阳能电池通过将基本上无限的太阳能转化为可用电能,从而给社会提供广泛的益处。随着其用途增多,某些经济因素变得重要,比如大量的制造和效能(或效率)。

[0006] 太阳辐射假定为优先照射太阳能电池的一个表面,通常称之为前侧。为了实现入射光子至电能的高能量转化效率,硅基材内的光子有效吸收是很重要的。这能通过在前侧上的良好的表面纹理和抗反射覆层、以及除了在基材自身之外的所有层内的低寄生性吸收来实现。而且,很重要的是,在电池的背面提供反射层,以改进内部光阱。太阳能电池高效率的另一重要参数是利用金属电极对前表面的遮蔽。总之,优化的金属栅格需要金属结构的遮蔽和金属结构的电阻之间的损失权衡。太阳能电池效能的这种优化要求栅格具有非常窄的指状物,并且这些指状物之间的距离很短,所述指状物应当具有高的导电率。形成这种结构的一种实践方法是本发明的主题。

[0007] 太阳能电池的生产可使用例如丝网印刷技术,以在前表面上印刷电极。银膏能印刷在氮化硅抗反射涂层上,并且在高温过程中穿过涂层进行烧结。这是短暂的过程;然而,由于在印刷膏中使用了数个非金属部件,这种方法的某些内在性质包括超过 $50\ \mu\text{m}$ (通常大约 $100\ \mu\text{m}$) 的相对宽的线宽和金属栅格的相当低的线导电率。而且,烧结过程导致金属膏成分渗透穿过抗反射层而进入基材(其中在基材中出现增加的重新组合)内。对于以下两种情况均是如此,其中对前部结器件而言,pn 结会由于空间电荷区域的不利渗透而严重受损,以及对背部结器件而言,前表面重新组合会增加并且显著降低背部结发射器的集合效率。

发明内容

[0008] 本发明克服了现有技术的缺点,并且提供了另外的优点,其在一个方面涉及一种

将金属栅格触点和介电图案形成到需要导电触点的层上的方法,其包括在所述层上形成金属膜;在金属膜上形成抗蚀刻图案;蚀刻金属膜,进而使抗蚀刻图案以及在抗蚀刻图案之下的金属栅格触点图案保持原样,同时暴露所述层的其他部分;在抗蚀刻图案和所述层的暴露部分上形成介电层;以及移除抗蚀刻图案和在抗蚀刻图案上方的介电部分,从而在需要导电触点的层上留下大致共面的金属栅格触点和介电图案。

[0009] 需要导电触点的层可以包括光电设备的一部分。金属栅格触点图案可形成太阳能电池的前部和/背部触点电极;并且介电层可以是太阳能电池的光学抗反射层或光学反射层。需要导电触点的层可以是提供其自身钝化作用的多功能层,以使得在介电层中基本上不需要钝化。

[0010] 在一个方面,抗蚀刻图案能通过使用例如喷墨或丝网印刷而直写和原位固化所述抗蚀刻图案而形成。

[0011] 激光可用来在介电层中选择性地开孔,从而便于抗蚀刻图案的所述移除;抗蚀刻图案和介电层的原位热处理可用来形成孔、裂纹和/或其他缺陷,从而便于抗蚀刻图案的所述移除;抗蚀刻图案可通过暴露至被吸收入抗蚀刻图案材料内的液体而被“膨胀”,以实现图案材料的体积和面积的增大,进而起作用来使穿过介电层的开口发生断裂,从而便于抗蚀刻图案的所述移除;和/或抗蚀刻图案材料的体积膨胀,连同掩模材料和介电层的随后剥离,一起被使用。

[0012] 而且,通过本发明的技术可实现另外的特点和优点。本发明的其他实施例和方面在这里详细描述,并且视为是所声明发明的一部分。

附图说明

[0013] 关于本发明的主题在说明书结论部分处的权利要求中特别指出和清楚地声明。本发明的前述和其他目标、特点和优点从下面结合附图的详细描述中很明显,在附图中:

[0014] 图 1A-1B 是根据本发明各个方面的、示例性太阳能电池在制造期间的局部横截视图;

[0015] 图 2A-2D 是根据本发明各个方面的、示例性太阳能电池在制造期间的局部横截视图;

[0016] 图 3A-3D 是根据本发明各个方面的、示例性太阳能电池在制造期间的局部横截视图;

[0017] 图 4A-4J 是根据本发明各个方面的、示例性太阳能电池在制造期间的局部横截视图;

[0018] 图 5A-5E 是根据本发明各个方面的、示例性太阳能电池在制造期间的局部横截视图;以及

[0019] 图 6 是根据本发明的、具有需要电触点的多功能层的太阳能电池的局部横截视图。

具体实施方式

[0020] 本发明能应用于很多种的太阳能电池结构。下面的描述示出了本发明的示例性实施例(其中相同的参考标号用来标识相似的元件)。本发明不限于这些描述的实施例。

[0021] 根据本方面的一个实施例,在图 1A-B 中公开了一种太阳能电池 10 的改进结构,以及用于太阳能电池 10 的前侧和 / 或背侧金属敷镀的方法。所得到的金属敷镀线 14 的最终线宽可在 $50\ \mu\text{m}$ 或更小的量级,并且前侧的金属总表面覆盖率可以是大约 7% 或更小。

[0022] 图 1A 示出用于高效太阳能电池 10 的优化后的前侧触点结构。介电涂层,例如抗反射涂层 12,覆盖着在整个表面(除了金属触点 14(例如线或其他适合结构)下面之外)上方的底层基材 11。类似的结构也可用作高效太阳能电池的背侧触点。在这种情况下,涂层 12 可用作反射层。

[0023] 如图 1B 所示,金属触点 14 能用作将电极开始电镀至期望厚度的种子层。薄金属触点 14 随后能被电镀 14' 至所需厚度,以获得更高的导电率。用于累积或增加线导电率的电镀(其提供直到约 100-300nm 量级的金属层厚度),可能用来提供足够的均匀性。

[0024] 参照图 2A-2D 的局部横截面,在电池 20 上获得这种触点能使用其中光敏抗蚀体 23 沉积于基材 21 上的剥离工艺(lift-off process)来实现。基材能由介电涂层比如抗反射涂层(ARC) 22 来覆盖,如图 2A 所示。抗蚀体可部分地曝露至紫外线并显影,并产生在微米范围内良好限定的抗蚀体结构。这个抗蚀体结构可允许例如 ARC 22 由酸进行选择性地蚀刻,产生如图 2B 所示的结构。薄金属膜 24 可沉积到这种结构的抗蚀体和基材上,所述金属薄膜 24 可以是不同材料的堆叠体。金属沉积能通过例如蒸发或溅射来完成。在后续的剥离步骤中,抗蚀体可暴露于溶剂或苛性(或腐蚀性)溶液,它们经由开口侧翼 26 蚀刻着抗蚀体 23 并溶解着抗蚀体 23,如图 2C 所示。因此,金属膜从基材剥离,并且能在基材上获得精细触点 24',如图 2D 所示。

[0025] 这个示例性的顺序(图 2A-D)示出了具有负侧翼的抗蚀体的一种情况,其中沉积的金属层是不连续的,并且溶液能立即剥离去抗蚀体 23 以及因此去除金属层 24 在抗蚀体上方的部分,从而留下线触点 24'。

[0026] 为了避免光刻限定抗蚀体的高成本和工艺复杂性,并且根据本发明,对于结构化抗蚀体的沉积能使用相对便宜的技术,比如喷墨或丝网印刷。然而,具有竖直或确定倾斜的侧缘的非理想结构可如图 3A(其示出具有基材 31、ARC 32 和抗蚀体 33 的电池 30 的横截面)和 3C(其示出具有基材 31'、ARC 32' 和抗蚀体 33' 的电池 30' 的横截面)所示地获得。这可产生连续的金属膜(分别为 34, 34'),并且抗蚀体不能从侧翼 36 和 36' 一直横跨基材地均匀地开始去除,分别如图 3B 和 3D 所示。金属膜上可能需要缺陷,比如裂纹等,以允许抗蚀体的蚀刻。这会显著增大剥离工艺所需的时间,并且甚至会在使用苛性碱溶液时导致金属膜的蚀刻。

[0027] 也能使用其他方法来在在抗蚀体台阶处在金属层中形成断裂,以允许溶液去除抗蚀体。例如,使用不同性质的多层抗蚀体的工艺能产生负斜率的侧翼,因此防止金属层覆盖着整个抗蚀体台阶。能使用抗蚀体的热处理,这会产生抗蚀体中产生裂纹并且导致所述层被剥离。也可使用超声技术。但是这些方法会在侧翼处产生金属层的机械撕裂。这种方法可能难以控制,并且给基材和金属敷镀层带来另外的应力,尤其是因为对于通常 5% 表面积的触点区域而言,需要剥离 95% 的金属。

[0028] 除了费用之外,对于 5% 的金属覆盖,95% 的面积必须用抗蚀体覆盖并且然后剥离,从而导致所述工艺易于产生缺陷。剥离的材料是金属,相对较厚(例如对于后续电镀的良好电流分布而言需要数百纳米的厚度),且可延展。

[0029] 根据本发明,用于太阳能电池的精细触点(例如线)图案的金属敷镀是使用例如光学涂层(比如抗反射涂层(ARC)或反射涂层(RC))的剥离工艺来提供。这种方法克服了其中金属层被剥离的普通剥离工艺中的上述限制。那些问题会导致消费品的高成本,因为为了5%的金属敷镀部分,剩余95%的面积需要由抗蚀体覆盖。光刻技术能是非常复杂且高成本的工艺。喷墨或丝网印刷使获得窄于50 μm的最小线宽极端困难。而且,侧翼没有被成形为使得能进行有利的剥离。

[0030] 然而根据本发明,用于金属敷镀的线分辨率(line definition)不是间距的函数,而是抗蚀体沉积量的函数,即能使用可印刷直到20 μm宽的多条线的喷墨技术或分配方法。金属蚀刻能调节为在抗蚀体下面的金属层中产生底切部。这防止了ARC(或RC)在抗蚀体边缘处的连续沉积,并且提供了位置用于抗蚀体侵蚀。在抗蚀体上方的ARC层中的激光开口也能用来形成另外的位置,其中在该位置处去除溶液到达了抗蚀体。没有金属底切部会在已沉积的ARC和金属种子层之间产生紧密的密封。如果电镀金属敷镀线由能沾污底层基材的金属(比如能在硅中形成缺陷的铜)构成,这将是非常有帮助的。然后,ARC防护着基材,并且防止扩散入基材。本发明的一个优点在于,仅5%的抗蚀体覆盖需要5%的触点覆盖率(与用于金属剥离的95%相反)。而且,要剥离的金属通常是薄(例如50至100纳米)的脆性材料,而不是通常厚得多(数百纳米)的可延展金属。在本发明的一个实施例中,抗蚀体的移除可通过使抗蚀体进行膨胀而非将其溶解来进行。抗蚀体的膨胀或扩展导致抗蚀体顶部上的ARC的甚至进一步开裂,并且增大反应速度。在固化之后具有高含量固体的经紫外线固化的抗蚀体特别好地适合于这种方法。

[0031] 参照图4A-J的局部横截面,公开了根据本发明各个方面的方法以及所获得的相关结构,例如对于硅太阳能电池的前侧触点电极。

[0032] 总体上参照图4A-F总结这个工艺,金属薄膜44可通过例如物理气相沉积(PVD)被沉积于底层基材41(例如纹理硅)上方。这种薄膜金属能是例如具有大约50至200纳米厚度的镍。图案化的抗蚀体43然后形成于薄膜金属的表面上。这种图案化的抗蚀体能例如使用市售打印头(例如FujiFilm-Dimatix SE-128 AA或Konica Minolta KM512M)和市售的喷墨抗蚀体(例如源自Sun Chemical公司或MacDermid公司)通过喷墨打印来形成。如本领域技术人员已知的,可喷墨打印的抗蚀体应当标称上具有特定性质(例如,粘度、表面张力、耐酸性、固化和去除方式),以使得能符合总体工艺需要(分辨率、稳定性等)。

[0033] 在抗蚀体43进行适当固化之后,没有被抗蚀体覆盖的金属薄膜由适合的金属蚀刻溶液所蚀刻。介电膜42/42'然后沉积在整个结构上。通过选择适当的反射率和厚度,这种介电膜可形成抗反射涂层。抗蚀体43和覆盖抗蚀体的介电膜42'然后被移除。能例如通过浸渍到适合的溶剂中,连同超声搅拌或这里所述的其他技术,一起来执行这种移除。然后,电镀金属44'可形成于金属薄膜上。因此,在硅太阳能电池的前侧上由介电抗反射涂层所包围(这种结构是高度期望的)的电镀薄金属迹线(宽度小于40 μm)能由本发明实现。

[0034] 更具体地,并且参照图4A的横截面40,金属触点膜44沉积在基材41上。这个金属膜能是一种或多种不同金属或合金薄膜的组合。词语“基材”在这里被宽泛地使用来表示需要导电连接的任何底层。因此,上述电池结构能包括额外的底层功能层。在图4B中,包括窄线43的抗蚀体图案分配在金属层44上。整个金属层44然后被蚀刻(由抗蚀体43覆盖的部分除外)。能控制金属蚀刻的程度,以形成或大或小的底切部(例如,图4C)或没

有底切部（例如，图 4D）。

[0035] 如图 4E. 1 所示，介电涂层 42 可沉积在表面和结构上。由于金属蚀刻的底切部的缘故，这能在基材 41 上的介电层和抗蚀体 42' 上的介电部分之间产生不连续。抗蚀体移除机构 47 能经由介电体 (42-42') 中的不连续部分（比如在金属蚀刻期间所形成的底切部）而侵蚀或破坏 (attack) 抗蚀体。

[0036] 沉积的介电部可以例如是旋涂玻璃 (SOG) 涂层、硬质聚合物涂层，比如 BCB (苯并环丁烯)、或 SU-8 光环氧树脂。抗反射涂层 (ARC) 的更普通示例包括反射率在 $1.4 < n < 3$ (例如, $1.7 < n < 2.5$) 范围内、并且厚度在 20 纳米至 110 纳米（例如, 60 纳米至 100 纳米）范围内的抗反射膜。所述示例包括氮化硅、碳化硅、氧化硅、二氧化钛、透明导电氧化物。反射涂层 (RC) 的示例包括氧化硅、具有足够反射率的其他化合物、聚合物抗蚀体、或环氧树脂。介电部分可以通过例如在适合沉积温度下的等离子体增强型化学气相沉积 (PECVD) 来沉积。

[0037] 在如图 4F. 1-4F. 2 所示的本发明的另一个方面中，激光 48 的照射或其他类似技术，能用来在介电层 42' 中局部地提供开口，因为激光 48 能在抗蚀体 43 上形成开口，或者局部地移除介电部分 42'，而不会对触点层 44 造成损坏。抗蚀体移除机构 47 然后通过开口来侵蚀抗蚀体。

[0038] 在如图 4G. 1-4G. 2 所示的本发明的另一个方面中，介电层 42' 中的开口可源自于在介电膜 42' 中故意或必然形成的销孔 49。替代地，ARC 层 42' 中的开口可通过抗蚀体 43 的热膨胀形成，这种热膨胀使脆性介电膜 42' 发生开裂。在任何情况下，抗蚀体移除机构 47 然后通过这种销孔、开裂和 / 或类似开口来侵蚀抗蚀体。

[0039] 参照图 4H，剥离工艺（抗蚀体 43 和上覆的介电涂层 42' 的移除）可通过抗蚀体 43 的溶解来进行，即名义上是存在抗蚀体移除化学物质（例如适合的抗蚀体溶剂）的情况下；也可能与超声和 / 或兆声搅拌作用相结合。在本发明的一个实施例中，抗蚀体由移除化学物质进行膨胀。这种局部膨胀引起脆性介电 42' 的开裂和完全的剥离工艺。

[0040] 参照图 4I，在抗蚀体被去除和介电部分被剥离之后，期望的精细金属线 44 与基材 41 接触并由介电部分 42 包围。当在制造顺序期间没有执行金属底切或金属底切很小时，那么所得到的结构具有基本上共面的、由介电部分 42 所包围的金属栅格图案 44，并且在金属 44 和介电部分 42 之间没有间隙或间隙最小。这种对接接头结构显著地不同于现有技术的剥离工艺。

[0041] 参照图 4J，在后续步骤中，金属栅格图案 44 能由镀层 44' 进行增厚，以实现所需的线导电率，如上所述。

[0042] 参照图 5A-E，类似的工艺也能在太阳能电池的背侧上（其中例如反射涂层 (RC) 的一层是必需的）实施。参照图 5A 的横截面 50，窄的抗蚀体线（或其他适合类型的触点，比如隔离区域例如点）53 使用上述工艺（例如喷墨或丝网印刷）被分配于基材 51 上。

[0043] 如图 5B 所示，介电涂层 52 可沉积于上述组合物的表面和抗蚀体结构上（例如在本示例中为 RC）。抗蚀体移除机构然后被用来经由介电部分中的不连续区域来侵蚀或破坏抗蚀体，从而产生图 5C 的结构。

[0044] 如图 5D 所示，金属触点膜 54 然后沉积在基材 51 上，并在较大的介电层部分 52 之间产生至基材 51 的窄触点线。参照图 5E，在后续步骤中，金属层 54 能由镀层 54' 增厚，以

实现所述导电率,如上所述。

[0045] 上面关于图 4A-F 和 5A-E 所述的工艺和所得到的结构能一起实施,甚至是它们的分开工艺步骤(例如金属敷镀、蚀刻等)能同时实施。而且,任一工艺(图 4A-F 或 5A-E)能用于太阳能电池的前侧或背侧上,取决于需要什么样的连接/层结构。术语“基材”在这里宽泛地用来表示需要导电连接的任何底层。因此,以上电池结构能包括很多类型的额外底部功能层。例如,n 型前侧、n 型晶片、p 型背侧、多功能透明导电性及高掺杂硅化合物能与本发明相组合地使用(或与相反极性之一),比如上面进行结合的、名称为“High-Efficiency Solar Cell Structures and Methods of Manufacture”的美国专利申请所公开的。一种这样的电池结构在图 6 中示出,其是太阳能电池 60 的局部横截视图,所述太阳能电池 60 具有 n 型前侧、n 型晶片、p 型背侧并且包括需要至触点 64a 的导电性的多功能透明导电高掺杂硅化合物层 61a。多功能层 61a 是对其他技术的改进,因为多个层的功能被组合入多功能层 61a 内。这个层能是电钝化的、透明的且对于通向电极(背部连接太阳能电池)的垂直载体流是充分地导电,可给连接部提供晶片 65,和/或可减少进入光线的反射(例如抗反射涂层)。在电池 60 的背侧上,层 61b 也能提供对于其他技术的改进。层 61b 可给连接部提供有晶片 65,可具有这样的反射指数(其对波长大于 900 纳米的光子产生高反射率),并且可使从晶片 65 至金属电极 64b 的垂直载体流充分地导电。

[0046] 电池 60 的示例性层包括以下:

[0047] 层 61a 可以是电钝化的、透明并且导电的膜,反射指数在 $1.4 < n < 3$ 的范围内;厚度在 20 纳米至 110 纳米的范围内;对于 n 型晶片,比电阻 (specific resistivity) 小于 1000 欧姆厘米;高掺杂的 n 掺杂为 $1e18\text{cm}^{-3} < N_D < 5e21\text{cm}^{-3}$ 。具体示例包括:

[0048] n 型非晶或多晶碳化硅:多晶掺杂碳化硅、氮掺杂碳化硅;

[0049] n 型非晶或多晶硅:磷掺杂非晶硅、氮掺杂非晶硅;

[0050] n 型非晶或多晶金刚石碳:氮掺杂金刚石碳;

[0051] 任何以上示例可包括氧和氢元素(n 型掺杂 $\text{SiC}_x\text{O}_y\text{H}_z$; n 型掺杂 $\text{SiN}_x\text{O}_y\text{H}_z$)。

[0052] 层 61b 可以是电钝化的、透明并且导电的膜,比电阻小于 1000 欧姆厘米。示例包括:

[0053] p 型非晶或多晶碳化硅:硼掺杂碳化硅、铝掺杂碳化硅、镓掺杂碳化硅;

[0054] p 型非晶或多晶硅:硼掺杂硅、铝掺杂硅、镓掺杂硅;

[0055] p 型非晶或多晶金刚石碳:硼掺杂金刚石碳、铝掺杂金刚石碳。

[0056] 任何以上示例可包括氧和氢元素(p 型掺杂 $\text{SiC}_x\text{O}_y\text{H}_z$; p 型掺杂 $\text{SiN}_x\text{O}_y\text{H}_z$)。

[0057] 层 65 可以是 n 型或 p 型晶体硅晶片;厚度在 $w < 300 \mu\text{m}$ 的范围内,n 型晶片的基极电阻率是大于 0.5 欧姆厘米且小于 20 欧姆厘米,对于 p 型晶片,则是大于 0.1 欧姆厘米且小于 100 欧姆厘米。

[0058] 层 66 可以是电钝化的界面层,厚度小于 10 纳米;没有导电要求,因为厚度较小;由于厚度较小而没有吸收限制。示例包括氧化硅、氮化硅、本征非晶硅、本征多晶硅、氧化铝、氮化铝、氮化磷、氮化钛。

[0059] 层 67 可以是电钝化的界面层,厚度小于 10 纳米;没有导电要求,因为厚度较小;没有吸收限制,由于厚度较小。例子包括氧化硅、氮化硅、本征非晶硅、本征多晶硅、氧化铝、氮化铝、氮化磷、氮化钛。

[0060] 根据本发明,介电层 62 与触点(例如触点 64a 和 64b)基本上共面地形成,根据上面参照例如图 4A-J 和 5A-E 所述的局部剥离原理。

[0061] 本发明的某些优点在于,当使用底层多功能层(其不需要分离钝化)时,“光学”层与抗蚀体层的兼容性。

[0062] 通常,介电层(即,上述的层 42、52、62)也提供电钝化功能,这需要较高的处理温度。然而,如果底层(例如,层 41、51、61a、61b)是自身导电且钝化的多功能层,就不需要通过层 42、52、62 进行单独的钝化。因此,材料 42、52、62 能是纯光学的,并且不是显著钝化的,使得能使用较低的处理温度,并且还提供与这里所述抗蚀体层的较大处理兼容性。

[0063] 本申请涉及共同转让的、于 2009 年 4 月 21 日在先申请的、名称为“High-Efficiency Solar Cell Structures and Methods of Manufacture”的、申请号为 61/171,194 的美国临时申请;以及共同转让的于 2010 年 4 月 21 日申请的、名称为“High-Efficiency Solar Cell Structures and Methods of Manufacture”的、申请号为 PCT/US10/31869 的国际专利申请。这些申请每个也整体地通过参考结合于此。本发明的所有方面可与上述申请的公开内容相组合地使用。

[0064] 除了这里所公开的太阳能电池示例之外,本发明可扩展至具有需要导电触点的多个层的任何类型集成半导体电路。

[0065] 总之,本发明的某些方面包括以下内容:

[0066] 一种在基材上制造金属栅格图案的方法,其中在基材中施加的图案化墨水或抗蚀体膜用作金属蚀刻的掩模,以及用作随后沉积的介电体进行剥离的自对准掩模;

[0067] 一种在基材上形成金属栅格图案的方法,包括在基材的表面上沉积金属膜,在金属膜的顶部上沉积抗蚀刻体,蚀刻金属膜,在基材表面的顶部和抗蚀体上沉积介电体,以及移除抗蚀体和上覆的介电体;

[0068] 一种在基材上的表面上的结构,其中金属栅格图案由介电体包围,并且其中在金属和周围介电体之间不存在间隙;

[0069] 一种方法,其中在导电硅基材上的介电体仅暴露至保存有介电体完整性的抗蚀体剥离体,从而最小化在整个基材上穿过介电缺陷的不希望镀覆;

[0070] 一种在基材上的表面上的结构,其中金属栅格图案由介电体包围,并且其中在金属和周围介电体之间不存在间隙,从而导致在介电体和金属栅格图案之间产生不可贯穿的密封部;

[0071] 一种结构,其中基材上的介电体和前部栅格金属之间的不可贯穿密封部阻碍着沾污金属迁移入基材内;和/或

[0072] 一种结构和方法,其中也沾污的高导电性金属(比如铜)被包括于前部栅格金属堆叠体中、但是永久地被隔离为不会迁移入底层的硅基材内。

[0073] 在以上的任何方面中,基材可以是光电设备;金属栅格图案可形成太阳能电池的前部和/或背部触点电极;金属栅格图案可随后用金属电镀,以改进金属栅格的导电性;介电体可以是光学抗反射层;和/或介电体可以是光学反射层。

[0074] 图案化的抗蚀体可以在无需随后图案掩模暴露和显影的情况下直写和原位固化。

[0075] 图案抗蚀体直写技术可以是喷墨或丝网印刷。

[0076] 激光可用来在介电中选择性地开孔,从而便于抗蚀体由抗蚀体移除化学物所进行

的侵蚀或破坏。

[0077] 图案化抗蚀体和上覆的介电体的原位热处理可用来形成孔、裂纹或其他缺陷,并且从而便于抗蚀体由抗蚀体移除化学物进行侵蚀,例如由适合的抗蚀体溶剂进行侵蚀,可能还与超声和 / 或兆声搅拌相组合。

[0078] 图案化的抗蚀体可通过暴露至被吸收入图案化抗蚀体材料内的液体而“膨胀”,实现掩模材料的体积和面积的增大,从而起作用来使穿过脆性介电涂层的开口断裂。

[0079] 介电涂层可通过掩模材料的体积膨胀以及随后掩模材料的剥离,连同介电涂层(其封装着掩模材料)一起,以预先限定的图案被移除。

[0080] 底层基材可以是需要导电连接的任何类型的层,包括多功能层。

[0081] 尽管这里已经详细地描绘和描述了优选实施例,但是对于相关领域技术人员而言很显然,各种变型、增加、替代等能在不脱离本发明的精神之下做出,并且因此这些视为处于本发明如所附权利要求所限定的范围内。

10

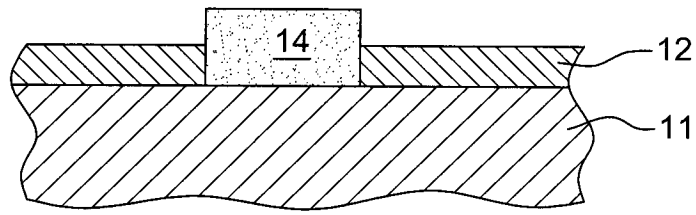


图 1A

10

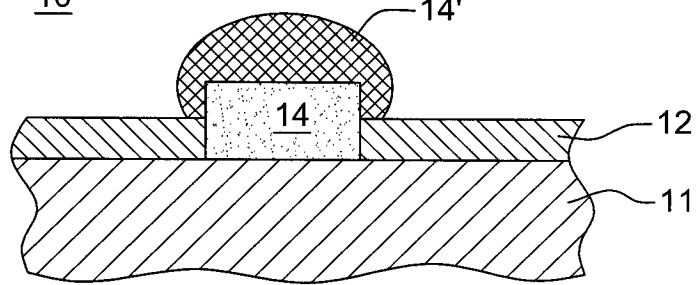


图 1B

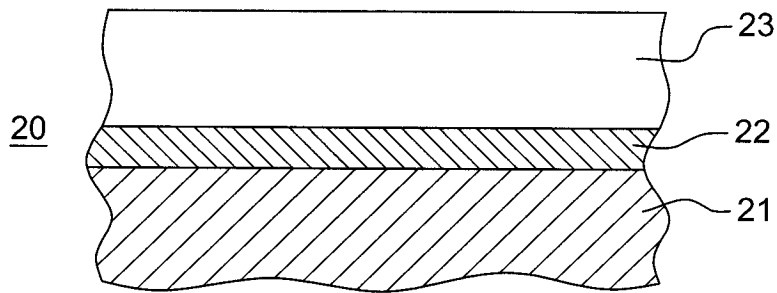


图 2A

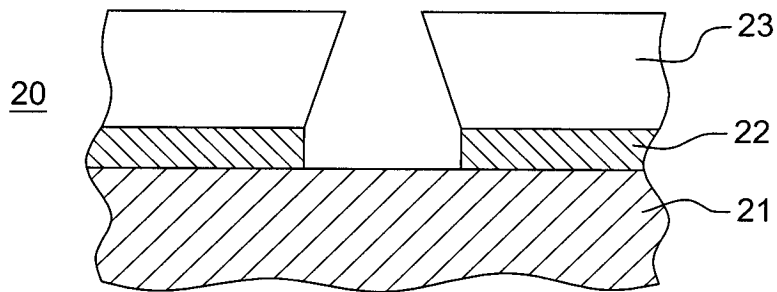


图 2B

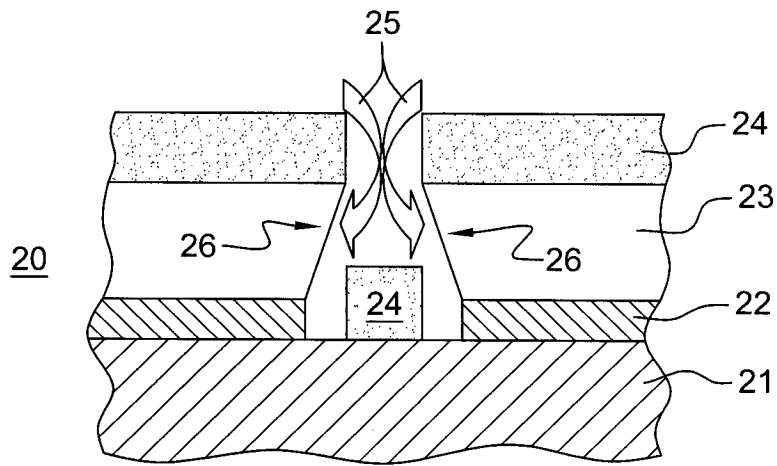


图 2C

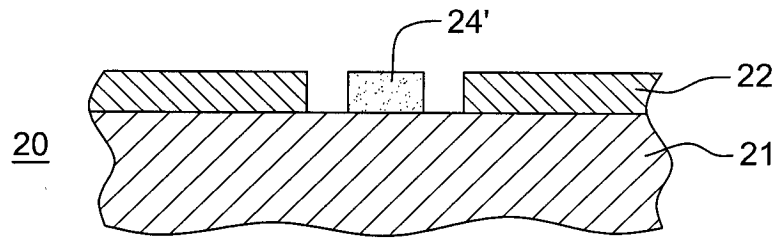


图 2D

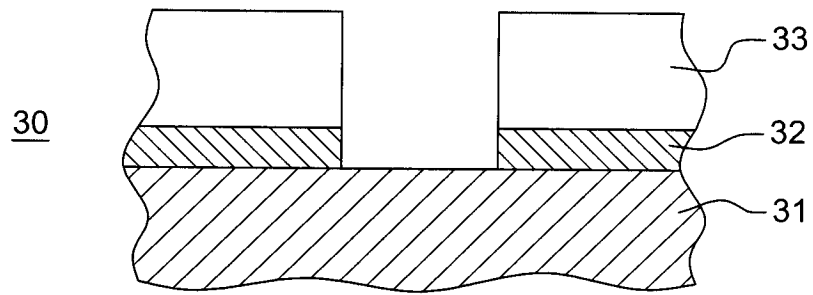


图 3A

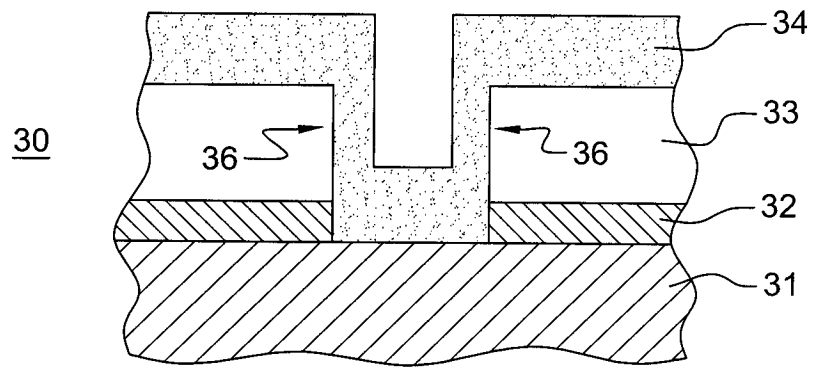


图 3B

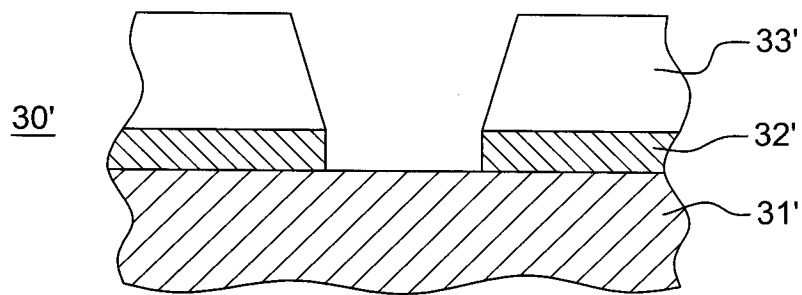


图 3C

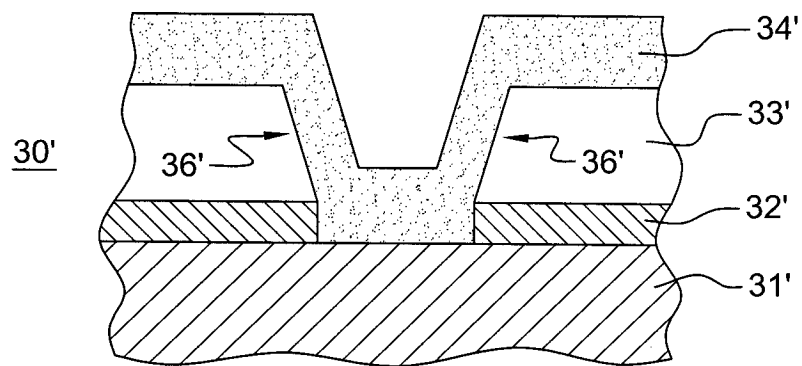


图 3D

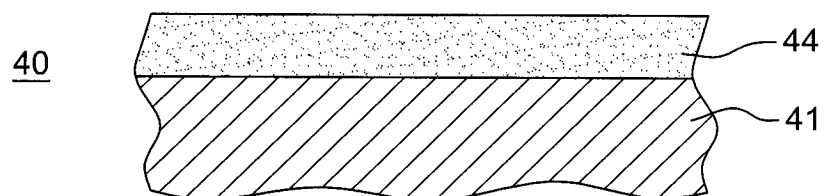


图 4A

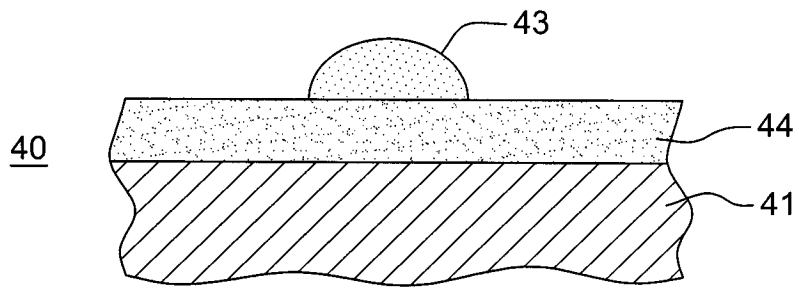


图 4B

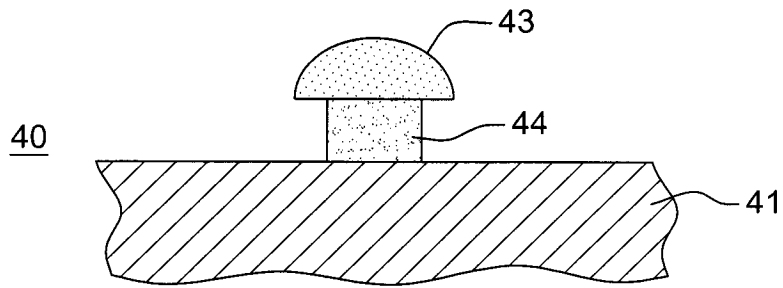


图 4C

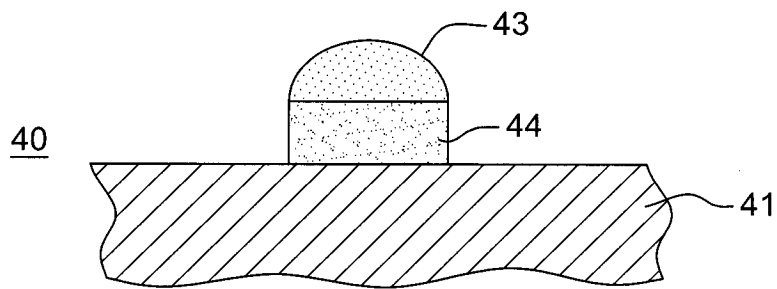


图 4D

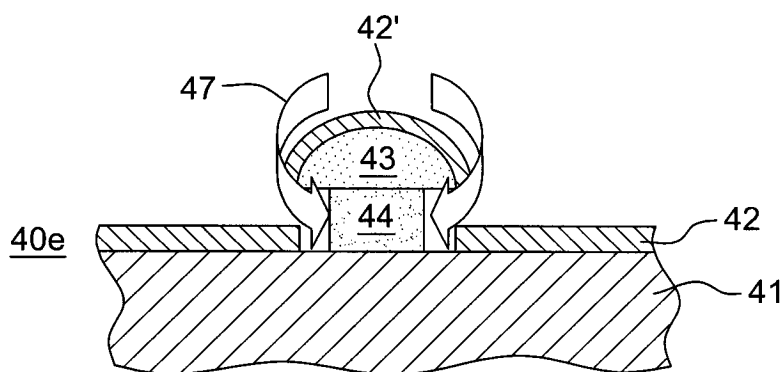


图 4E. 1

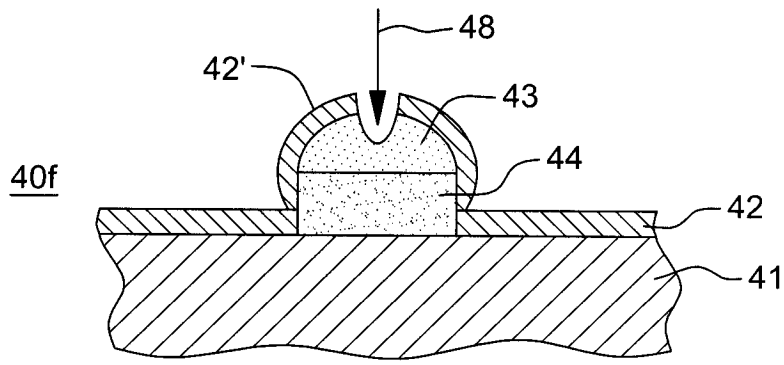


图 4F. 1

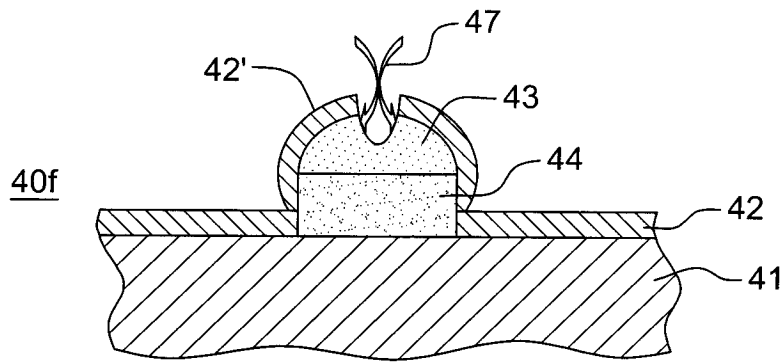


图 4F. 2

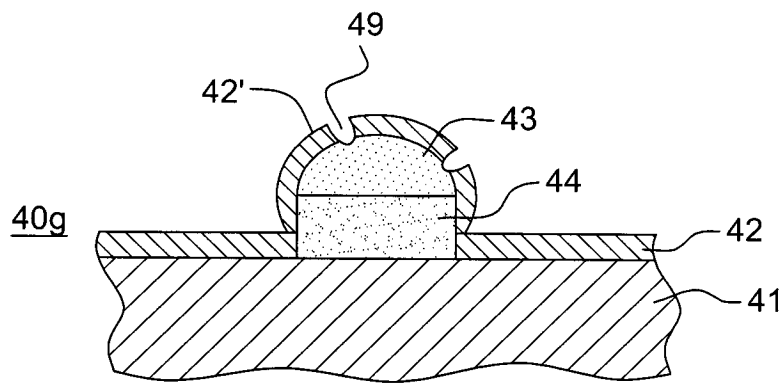


图 4G. 1

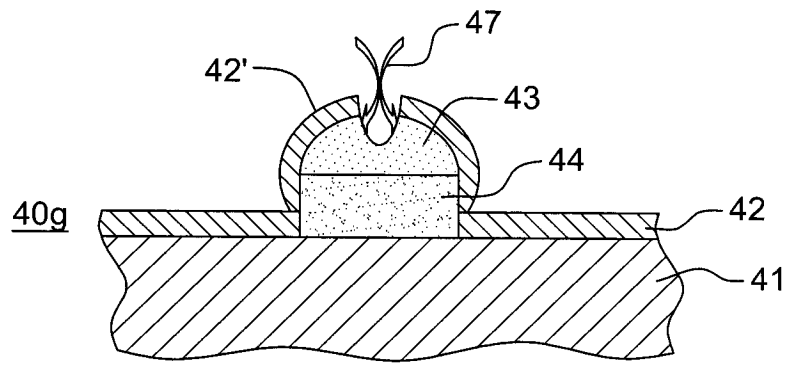


图 4G.2

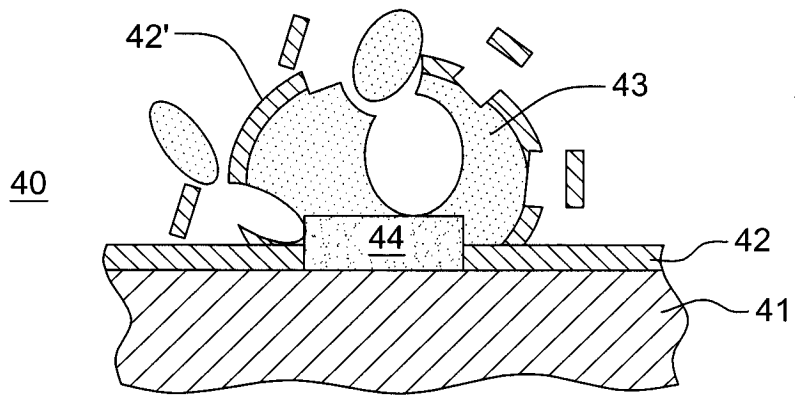


图 4H

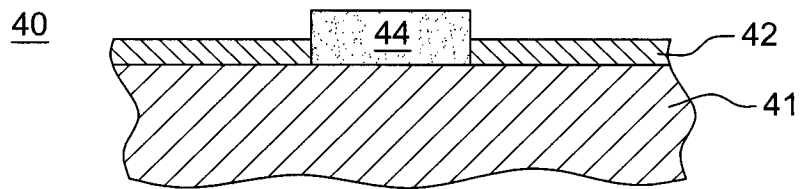


图 4I

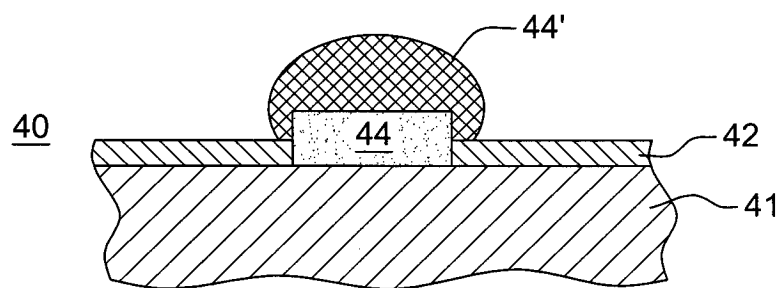


图 4J

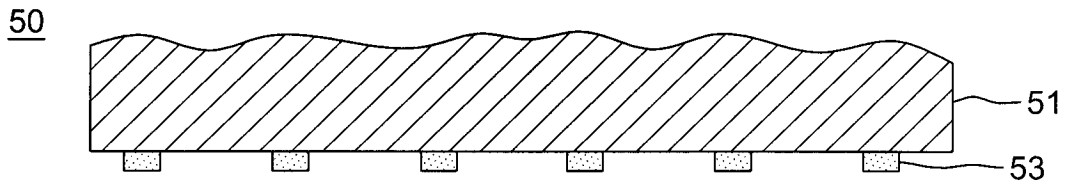


图 5A

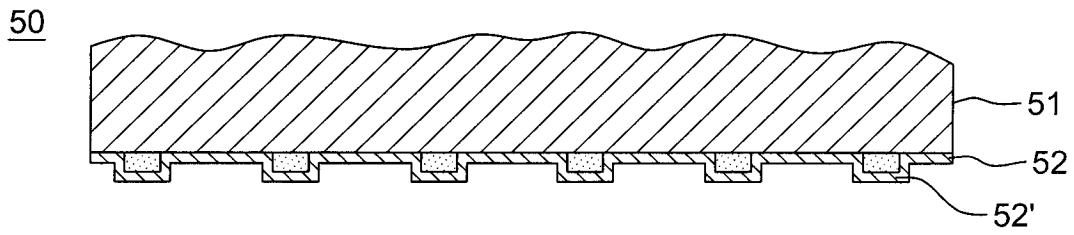


图 5B

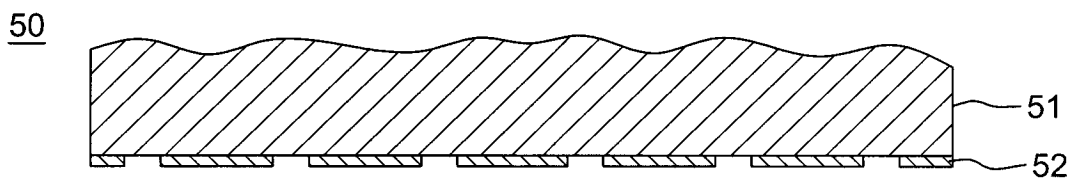


图 5C

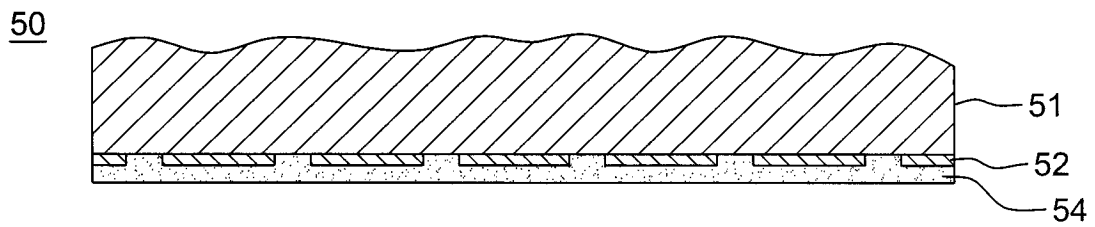


图 5D

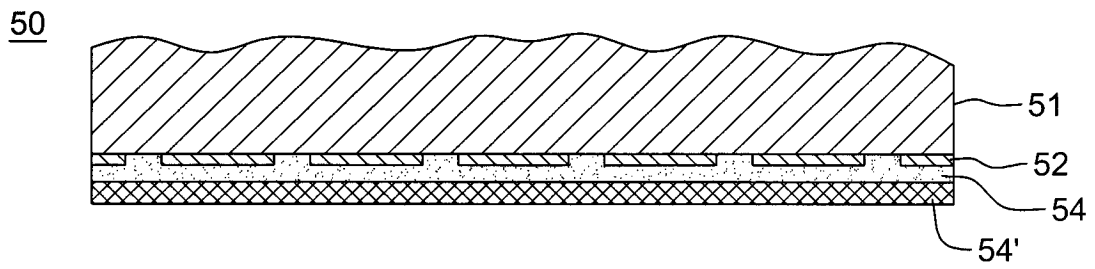


图 5E

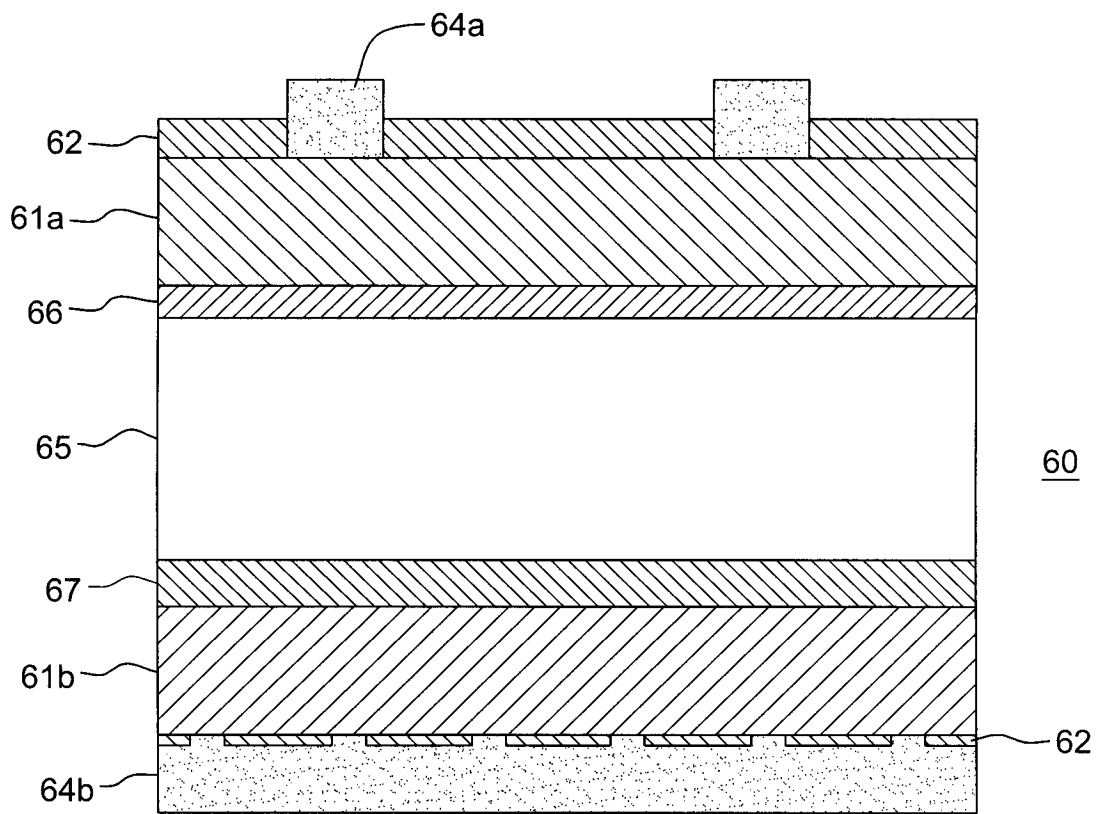


图 6