

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01L 27/142 (2006.01)

H01L 23/522 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610128670.7

[43] 公开日 2007年5月23日

[11] 公开号 CN 1967851A

[22] 申请日 2006.9.4

[21] 申请号 200610128670.7

[30] 优先权

[32] 2005.11.16 [33] US [31] 11/280,379

[71] 申请人 昂科公司

地址 美国新泽西州

[72] 发明人 罗伯特·梅克 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责任
公司

代理人 王允方 刘国伟

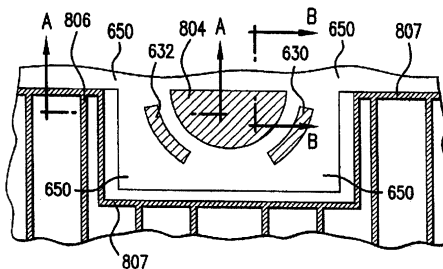
权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图 5 页

[54] 发明名称

具有旁路二极管的太阳能电池中的通路结构

[57] 摘要

本发明揭示一种太阳能电池，其包括一具有一多接面太阳能电池及一整体旁路二极管的半导体本体，及延伸于上表面与下表面之间的一对通路；在所述下表面上形成端子并将所述旁路二极管的阳极电耦接至所述上表面上的导电格栅。



1、一种太阳能电池，其包括：

—半导体本体，其具有一上表面及一对置的下表面；

—多接面太阳能电池，其位于所述上表面与下表面之间；

—旁路二极管，其位于所述半导体本体上并电连接于所述多接面太阳能电池上以在所述太阳能电池被遮蔽时传递电流；及

—导电通路，其与所述旁路二极管的一端子相接触并自所述上表面延伸至所述下表面上的一触点。

2、如权利要求 1 所述的太阳能电池，其中所述半导体本体包含一半导体材料层序列，其包括：

—第一区域，其中所述半导体材料层序列形成所述多接面太阳能电池的至少一个子电池；及

—第二区域，其中所述层序列形成所述旁路二极管。

3、如权利要求 1 所述的太阳能电池，其中所述半导体本体之第一及第二序列包含一半导体材料层序列，其包括：

—第一区域，其中所述第一半导体材料层序列形成所述多接面太阳能电池；及

—第二区域，其中所述第二层序列形成所述旁路二极管。

4、如权利要求 1 所述的太阳能电池，其中所述半导体本体包含一半导体材料层序列，其包括：

—第一下部区域，其中所述半导体材料层序列形成所述多接面太阳能电池的至少一个子电池；及

—第二上部区域，其中所述层序列位于所述下部区域及所述旁路二极管上。

5、如权利要求 1 所述的太阳能电池，其中所述半导体本体包含一半导体材料层序列，其包括：

—第一区域，其中所述半导体材料层序列形成所述多接面太阳能电池的一子电池序列；及

—第二区域，其在所述层序列中与所述第一区域相隔一沟槽且其中所述层序列形成所述旁路二极管的一支撑件。

6、如权利要求 5 所述的太阳能电池，其中所述第一太阳能子电池进一步包括一钝化层，所述钝化层延伸至所述沟槽中并位于所述第一区域中所述层序列中的每一层的边缘上。

7、如权利要求 2 所述的太阳能电池，其中所述子电池的所述层序列及所述旁路二极管的所述层序列是以实质不同的工艺步骤外延生长而成。

8、如权利要求 2 所述的太阳能电池，其中所述半导体本体包括一 Ge 衬底，且所述子电池中的至少一个至少部分地由 GaAs 制成。

9、如权利要求 1 所述的太阳能电池，其中一通路包括一在所述通路的整个表面周围与所述半导体本体直接相接触的介电层及一位于介电层上，以在所述通路的上表面处的端子与所述下表面上的一端子之间形成一电连接的金属导电层。

10、如权利要求 1 所述的太阳能电池，其中所述下表面包括一与所述半导体本体的所述下表面电接触的第一端子，及一与至少两个自所述上表面延伸至所述下表面的导电通路电接触的第二端子。

11、如权利要求 10 所述的太阳能电池，其中所述通路中的至少一个在所述上表面处与所述旁路二极管的阳极电接触，且所述通路中的至少一个与一延伸于所述上表面上的导电格栅线电接触。

12、如权利要求 1 所述的太阳能电池，其中所述下表面上的所述第二端子电连接一与所述上表面上的所述旁路二极管的所述阳极相接触的通路，及一与所述上表面上的一导电格栅线相接触的通路。

13、一种太阳能电池半导体结构，其包括：

一在正常情况下受到照射的上表面，其包括一延伸于所述上表面的一部分上的电荷收集元件；

一下表面，其包括一连接至所述下表面的第一端子及一与所述下表面电绝缘并连接至所述上表面上的所述电荷收集元件的第二端子；及

一旁路二极管，其连接于所述太阳能电池上并用来在所述太阳能电池被遮蔽时传递电流。

14、如权利要求 13 所述的太阳能电池半导体结构，其进一步包括一自所述上表面上的所述电荷收集元件延伸至所述下表面上的所述第二端子的导电通路。

15、如权利要求 13 所述的太阳能电池半导体结构，其中所述半导体结构包含一半导体材料层序列，其包括：

一第一区域，其中所述半导体材料层序列形成一多接面太阳能电池的至少一个子电池；及

一第二区域，其中所述层序列形成所述旁路二极管。

16、如权利要求 13 所述的太阳能电池半导体结构，其中所述半导体结构包含一半导体材料层序列，其包括：

一第一区域，其中所述第一半导体材料层序列形成所述多接面太阳能电池；及

一第二区域，其中所述第二层序列形成所述旁路二极管。

17、如权利要求 13 所述的太阳能电池半导体结构，其中所述半导体结构包含一半导体材料层序列，其包括：

一第一下部区域，其中所述半导体材料层序列形成所述多接面太阳能电池中的至少一个子电池；及

一第二上部区域，其中所述层序列位于所述下部区域及所述旁路二极管上。

18、如权利要求 13 所述的太阳能电池半导体结构，其中所述半导体结构包含一半导体材料层序列，其包括：

一第一区域，其中所述半导体材料层序列形成一多接面太阳能电池的一子电池序列；及

一第二区域，其在所述层序列中与所述第一区域相隔一沟槽且其中所述层序列形成所述旁路二极管的一支撑件。

19、如权利要求 13 所述的太阳能电池半导体结构，其中所述半导体结构包括一 Ge 衬底，且所述子电池中的至少一个至少部分地由 GaAs 制成。

具有旁路二极管的太阳能电池中的通路结构

政府权利声明

根据 DFAR 227-12(1997 年 1 月)的规定, 美国政府拥有在全世界为美国或代表美国实施或已实施本发明的特定权利。

对相关申请案的参照

本申请案相关于 2005 年 4 月 19 日提交的同在待决中的第 11/109,016 号美国专利申请案。

技术领域

本发明涉及太阳能电池半导体装置领域, 且具体而言涉及包括一多接面太阳能电池及一整体旁路二极管的集成半导体结构。

背景技术

光电池一也称作太阳能电池一为过去几年中所获得的最重要的新能源之一。人们已对太阳能开发投入了大量努力。因此, 太阳能电池当前正用于许多商业及面向消费者的应用中。虽然在此领域中已取得了显著进步, 但对太阳能电池满足更复杂应用需要的要求还跟不上需求的步伐。例如在数据通信中所用卫星等应用已大大增加了对具有经改良的功率及能量转换特性的太阳能电池的需求。

在卫星及其它与空间相关的应用中, 卫星功率系统的大小、质量及成本依赖于所使用太阳能电池的功率及能量转换效率。换句话说, 有效负载的大小及机载服务的可用性与所提供的功率量成正比。因此, 随着有效负载变得越来越复杂, 太阳能电池一其充当机载功率系统的功率转换装置, 也变得越来越重要。

太阳能电池常被制造成竖直的多接面结构形式, 及水平阵列形式, 其中将各个太阳能电池串联连接在一起。阵列的形状及结构以及其包含的电池数量部分地取决于所需的输出电压及电流。

当一阵列中的太阳能电池均在接收阳光或被照射时, 所述阵列中的每一电池均将承受正向偏压且将携带电流。然而, 如果所述电池中的任何一个因被遮蔽或损坏而未受到照射, 那些被遮蔽的电池仍处于阵列电路中并可能被迫变成承受反向偏压以便携带由被照射的电池所产生的电流。此种反向偏压可使电池劣化并可

最终使电池变得不能工作。为了防止承受反向偏压，通常在单个多接面电池中构建一与太阳能电池并联的二极管结构。

然而，当太阳能电池因卫星的移动而被遮蔽或因电池受损而不在接收阳光时，则会沿电池路径存在电阻。当太阳能电池存在于一阵列中时，来自被照射的电池的电流必须流过被遮蔽的电池。假如不存在二极管，该电流将强行穿过电池层，从而即使不会毁坏这些电池的电特性也会使这些电池的偏压反向并永久性地变差。

然而，如果电池包含一二极管，就可为电流提供一替代的并联路径，并保护被遮蔽的电池。此种概念所面临的问题一直是难以形成一种相对易于制造并使用极低电压电平来导通及工作的二极管。

旁路二极管的作用是将电流引离被遮蔽或受损的电池。在被遮蔽的电池变成承受反向偏压时，旁路二极管就会变成承受正向偏压。由于太阳能电池与旁路二极管并联，而不是使电流强行穿过被遮蔽的电池，因此二极管会将电流引离被遮蔽的电池并接通电流以保持在下—电池中的连接。

如果一电池被遮蔽或因其它原因而不在接收阳光，则为了使电流选择二极管路径，二极管路径的导通电压必须小于沿电池路径的击穿电压。沿电池路径的击穿电压通常将至少等于 5 伏特（如果不是更高的话）。在一利用肖特基旁路二极管的实施方案中，肖特基触点需要一相对小的“导通”电压量，约 600 毫伏特。然而，在一具有锗衬底的多接面太阳能电池中，为了穿过 Ge 结，必须使 Ge 接面的偏压反向，从而需要一大的电压。由于使 Ge 结的偏压反向需要大约 9.4 伏特，因此使电流沿二极管路径流动需要将近十伏特。用于使 Ge 接面的偏压反向的十伏特比原本在其他应用中可能使用的电压小十伏特。

由于通常将太阳能电池制造成一竖直的多接面结构形式，因此通常将一个电触点设置于电池的顶面上，而将另一触点设置于电池的底部上，以避免进行可能会影响可靠性及成本的内部互连。还已知多种其中将这两个触点均设置于电池的一侧上的设计，如在本受让人的第 11/109,616 号美国专利申请案中所描绘。在集成太阳能电池中存在旁路二极管会带来另一复杂问题，这是因为必须进行自多接面太阳能电池及自—第一电池顶面上的旁路二极管二者至阵列中相邻电池的底面的连接。

现有技术的太阳能电池阵列的互连布置已利用了一通至用于接触旁路二极管的阳极的晶圆顶层及通至相邻电池的底面的电触点。虽然此一布置通常能满足大多数应用，但有某些应用需要对太阳能电池的两个端子使用目前更严格的设计要求并需要使旁路二极管与电池位于同一侧上。在本发明之前，太阳能电池设计一直不能满足此类设计要求。

发明内容

1、本发明的目的

本发明的一目的是提供一种经改良的太阳能电池阵列。

本发明的另一目的是在一太阳能电池中通过一集成旁路二极管提供一通路，以使阳极及阴极端子二者位于一侧上。

本发明的另一目的是在一太阳能电池半导体装置中为表面格栅及旁路二极管二者提供一种多通路构造，以改良可靠性并提高制造良率。

本发明的再一目的是提供一种通过利用包括一旁路二极管的晶圆的上表面与背侧之间的多触点通路互连线来制造一太阳能电池阵列的改良方法。

通过阅读包括下文实施方式在内的本发明揭示内容及实践本发明，所属领域的技术人员将易知本发明的其它目的、优点和新颖特征。虽然下文将参照较佳实施例来说明本发明，但应了解：本发明不仅限于这些较佳实施例。所属领域的一般技术人员通过阅读本文中的教导将会得知本发明在其它领域中的其它应用、修改形式及实施例，这些应用、修改形式和实施例均属于本文所揭示并要求权利的发明范围内且本发明可具有与之相关的实用性。

2、本发明的特征

简单地说，且一般地说，本发明提供一种太阳能电池，其包括：一半导体本体，其具有一上表面及一对置的下表面；一多接面太阳能电池，其位于所述上表面与下表面之间；一旁路二极管，其位于所述半导体本体上并电连接于所述多接面太阳能电池两端以在所述太阳能电池被遮蔽时传递电流；及一导电通路，其与所述旁路二极管的一端子接触并自所述上表面延伸至一位于所述半导体本体的下表面上的触点。

随附权利要求中具体列述了据认为是本发明所特有的新颖特征。然而，结合附图阅读下文中对具体实施例的说明将能够在本发明的结构及其操作方法两方面最佳地了解本发明自身、以及本发明的其它目标及优点。

附图说明

结合附图参照下文实施方式部分可更好地了解及更全面地理解本发明的这些及其它特征及优点，在图式中：

图 1A 为一上面带有具有一旁路二极管的太阳能电池的半导体晶圆的一俯视图；

图 1B 为一显示旁路二极管的图 1A 所示太阳能电池的放大俯视图；

图 2 为所述具有一旁路二极管的太阳能电池沿图 1B 所示 A-A 平面的放大剖面图；

图 3 为所述具有一旁路二极管的太阳能电池沿图 1B 所示 B-B 平面的放大俯视图；

图 4A 为一自图 1A 所示晶圆切取的具有一旁路二极管的太阳能电池的仰视平面图；

图 4B 为图 4A 所示的具有一旁路二极管的太阳能电池的仰视平面图；

图 5 为图 4A 所示的具有一旁路二极管的太阳能电池的电路图。

具体实施方式

现将阐述本发明的细节，包括其实例性方面和实施例。参见附图和下文的详细说明，相同的参考编号用于指代相同或功能上相似的元件，且旨在以高度简化的图示方式图解说明实例性的实施例的主要特征。此外，这些图式既非打算描绘实际实施例的每一特征也并非打算描绘所绘示元件的相对尺寸，因此这些图式并非按比例绘制。

本发明涉及借助粘合或焊接至相邻电池上的金属接线柱或跨接线来互连 III-V 多接面太阳能电池的阳极触点与阴极触点。太阳能电池半导体装置(例如在第 6,680,432 号美国专利中所描绘的太阳能电池半导体装置)通常包括以外延方式生长于衬底上但通过一沟槽与太阳能电池结构隔开的旁路二极管，所述沟槽用于实现太阳能电池与旁路二极管的电绝缘。所述沟槽的表面覆盖有一介电材料，该介电材料由任何非导电性的并能减少沿电池边缘形成电荷或分路路径的可能性的适宜材料构成。

图 1A 为一半导体晶圆的一俯视图，该半导体晶圆具有根据本发明的具有一旁路二极管的太阳能电池。一典型的晶圆 500 可容纳两个电池 501 及 502，这两个电池 501 及 502 在制造过程结束时从晶圆 500 中划割出或切出。半导体晶圆的外围边缘材料 503 则被丢弃。与现有技术的构造不同，电池 501 或 502 的顶面或阴极上没有电触点。电池 501 的旁路二极管 503 及电池 502 的旁路二极管 503 也在图中绘出并在如图 1B 所示的晶圆放大部分中更详细地加以显示。

图 1B 为图 1A 所示太阳能电池中所构建的旁路二极管 502 的一放大俯视平面图。该图式还显示一些垂直导体 806，垂直导体 806 平行延伸于电池 501 的顶面上并用来与电池 501 的顶层进行电接触且在表面受到照射时收集电荷。图中还描绘一导电总线 807，其围绕电池 501 的外围延伸并用来电连接每一导体 806。

旁路二极管 503 的俯视平面图显示其在形状上为半圆形，且如将在图 2 及 3 中的剖面图中所见到，其较佳地构建成一制造于电池 501 的顶层上的平顶结构。两个相间的金属层 630 及 632 延伸于所述平顶结构的三个侧面的若干部分上并用来形成旁路二极管 503 的顶层与位于沟槽 650 底部处的衬底之间的电接触。用作与二极管顶部端子的电触点的另一金属层在该较佳实施例中为二极管的阳极。

图 2 图解说明一具有一三重接面太阳能电池结构 640 及一旁路二极管 503 的集成半导体结构沿图 1B 所示 A-A 平面的详细剖面图。所述结构包括一衬底 602、

一三重界面太阳能电池 604、一旁路二极管 620、一沟槽或井 650、及一电分路层 630。所述三重界面太阳能电池结构 640 进一步分别包括一底部、中间及尖端子电池 604、606 及 608。图中显示其中一个导电性格栅线 806 沉积于一横向传导层 610 上。接触焊垫 804 也在图中显示成沉积于旁路二极管 620 上。

一非导电或介电材料层使电池 501 的边缘可防止沿电池边缘形成一电短接或分路路径的可能性，如在图 3 中所将看到。在根据本发明的较佳结构中，通常在电池 501 表面上用作减反射涂层（ARC）的相同材料为此介电材料的一理想选择。ARC 层通常涂覆于现有商用装置中的太阳能电池的顶部，以减少正面反射。该较佳实施例使用一制造步骤序列，所述制造步骤序列允许 ARC 层不仅延伸于太阳能电池的表面上，而且还延伸至平顶沟槽内以提供对太阳能电池平顶的垂直边缘的保护。

更具体而言，在一实施例中，所述衬底为一 p 型锗（“Ge”）衬底 602，其在半导体晶圆 500 的背面上完全覆盖有一金属层，以形成一下部金属接触焊垫 802（如图 43 中所示）。底部电池 604 包含一 p 型 Ge 基极层 810、一 n 型 Ge 发射极层 812、及一 n 型 GaAs 层 814。基极层 810 沉积于衬底 602 上。在一实施例中，层 810 可通过自一所沉积发射极层 812 向 Ge 衬底中扩散原子来形成。在底部电池 604 制成后，沉积一系列 p 型及 n 型穿隧接面层 815，以形成一有时称作穿隧二极管的结构，所述结构提供一用于使底部电池 604 与下一子电池 606 相连接的电路元件。

中间电池 606 进一步包括一背面电场（“BSF”）层 820、一 p 型 GaAs 基极层 822 及 n 型 GaAs 发射极层 824、及一 n 型二磷化镓铟（ GaInP_2 ）窗口层 826。一旦将 BSF 层 820 沉积于穿隧接面层 816 上，即在 BSF 层 820 上沉积基极层 822。在发射极层 824 沉积于基极层 822 上后，接着在发射极层 824 上沉积窗口层 826。BSF 层 820 用于减少中间电池 606 中的再结合损失。BSF 层 820 驱动来自背面附近一高度掺杂区的少数载流子以将再结合损失的影响降到最低。换句话说，BSF 层 820 会减少太阳能电池背侧处的再结合损失且由此减少发射极区处的再结合。

在中间电池 606 中所用的窗口层 826 也用于减少再结合损失。窗口层 826 还改善下伏接面的电池表面的钝化。所属领域的技术人员应了解，可在电池结构中添加或删除附加层，此并不背离本发明的范围。在沉积顶部电池 608 的层之前，在中间电池 606 上沉积 p 型及 n 型穿隧接面层 830 以形成一将中间电池 606 连接至顶部电池 608 的穿隧二极管。

根据此实施例，顶部电池 608 包括由一 p 型二磷化铟镓铝（“ In GaAlP ”）BSF 层 840、一 p 型 GaInAlP_2 基极层 842 及 n 型 GaInP_2 发射极层 844、及一 n 型二磷化铝铟（“ AlInP_2 ”）窗口层 846 构成的层序列。一旦将 BSF 层 840 沉积于穿隧接面层 730 上，即在 BSF 层 840 上沉积顶部电池 608 的基极层 842。在层 844 沉积于基极层 842 上后，随后在发射极层 844 上沉积窗口层 846。

根据此实施例,使用一 n 型 GaAs 窗口或覆盖层 846 来增强与金属材料的更好接触。将覆盖层 846 沉积于顶部电池 608 上。将由 n 型 GaAs 形成的横向传导层 610 沉积于覆盖层 846 上。将一 n 型 GaInP₂ 蚀刻终止层沉积于横向传导层 610 上。在沉积蚀刻终止层后,在整个晶圆上以外延方式沉积将在电池 501 的一部分上形成旁路二极管的层。

在一实施例中,旁路二极管层包括一由一 n 型 GaAs 层 860、一 i 型 GaAs 层 862 及一 p 型 GaAs 层 864 构成的序列。将 n 型层 860 沉积于蚀刻终止层 612 上。将 i 型层 862 沉积于 n 型层 860 上。将 p 型层 864 沉积于 i 型层 862 上。在沉积层 864 后,将一接触焊垫 804 沉积于旁路二极管 620 上。一旦形成阳极接触焊垫 804,即形成极性,结果是在太阳能电池上形成一具有 p-on-n 极性的整体 p-i-n 旁路二极管。在另一实施例中,使用上述类似过程在太阳能电池结构上形成一具有 n-on-p 极性的 n-i-p 旁路二极管。所属领域的技术人员应了解,可在旁路二极管 620 中添加或删除附加层,此并不背离本发明的范围。

在一实施例中,将一金属分路层 630 沉积至井 650 的一部分中。分路 630 的一端与衬底 602 电接触而分路 630 的另一端与横向传导层 610 电接触,且由此与三重界面电池 644 的一有源层接触。可将一减反射(AR)涂层 808 沉积于太阳能电池的某些部分上以提高太阳能电池性能。

自衬底的底面向晶圆的顶面蚀刻一通路 900,以在晶圆的顶面上形成一小的圆形开口。在所述通路的内表面上沉积一介电层以使各个层绝缘,并在所述介电层上沉积一金属层以在晶圆的顶面与底面之间形成一电路径 902。具体而言,路径 902 与旁路二极管的接触层 804 电接触并在晶圆的底部形成一接触表面。

除通路 900 外,自衬底的底面蚀刻通路 920、930、940 及 950,以分别在触点处与晶圆顶面上的格栅线 805 中的四个进行电接触,如在图 4A 及 4B 中所示。

应注意,多界面太阳能电池结构可由周期表中所列的 III 族至 V 族元素的任一适当组合形成,其中 III 族包括硼(B)、铝(Al)、镓(Ga)、铟(In)、及铊(T)。IV 族包括碳(C)、硅(Si)、锗(Ge)、及锡(Sn)。V 族包括氮(N)、磷(P)、砷(As)、锑(Sb)、及铋(Bi)。

图 5 为一图解说明一三重界面太阳能电池结构及一旁路二极管 620 的电路图 700。装置 700 包括一顶部电池 608、一中间电池 606、一底部电池 604、一旁路二极管 620、一电阻块 702、及四个路径 710-716。在一实施例中,电阻块 702 包括位于旁路二极管 620 下面的多界面太阳能电池结构的被短接部分的电阻及图 2 中所示分路 630 的电阻。

在正常工作期间(例如在太阳能电池 604-608 暴露至阳光、日光、光线、辐射、及/或光子时),太阳能电池 604-608 会承受正向偏压。其将太阳能转换成电能及在串联的邻近太阳能电池之间所产生的电流。应注意,词语“阳光”、“日光”、“光线”、“辐射”、及/或“光子”可在本文中交替使用。在此实施例中,各太阳能电

池是串联组织的。虽然太阳能电池 604-608 承受正向偏压，但旁路二极管 620 承受反向偏压，因为旁路二极管 620 具有一与太阳能电池相反的极性。因此，当旁路二极管 620 处于反向偏压模式时，无电流通过旁路二极管 620。

然后，由邻近太阳能电池产生的电流通过路径 710 到达太阳能电池 604-608，太阳能电池 604-608 传递包括由太阳能电池 604-608 所转换的电流及通过路径 712 经由路径 710 到达路径 716 的来自邻近太阳能电池的电流在内的总电流。路径 716 可连接至另一太阳能电池(例如图 6 中所描绘的太阳能电池 521)及/或其它电气装置。

然而，在其中太阳能电池 601-608 均处于反向偏压模式中(例如在太阳能电池 604-608 被遮蔽时)的情形期间，旁路二极管 620 变成承受正向偏压。在此情形中，旁路二极管 620 变成有效状态并通过路径 714 将来自邻近太阳能电池的电流通过路径 710 传递至路径 716。换句话说，当太阳能电池 604-608 处于反向偏压模式中时，旁路二极管 620 变成承受正向偏压并使用路径 714 将电流自路径 710 传递至路径 716。因此，在此种电路构造中，旁路二极管能保护电池 604-608。

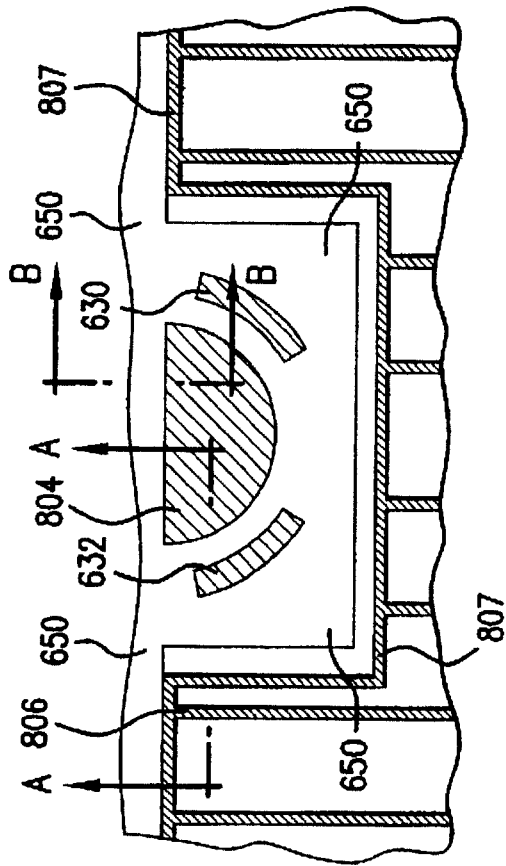


图 1B

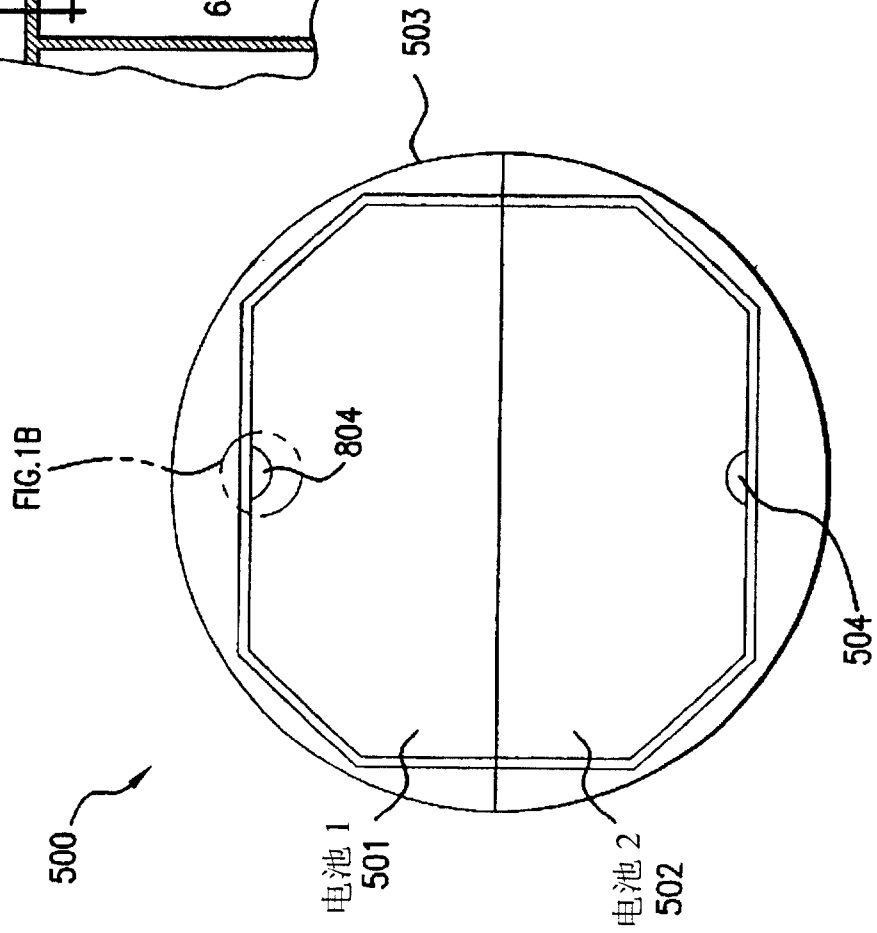


图 1A

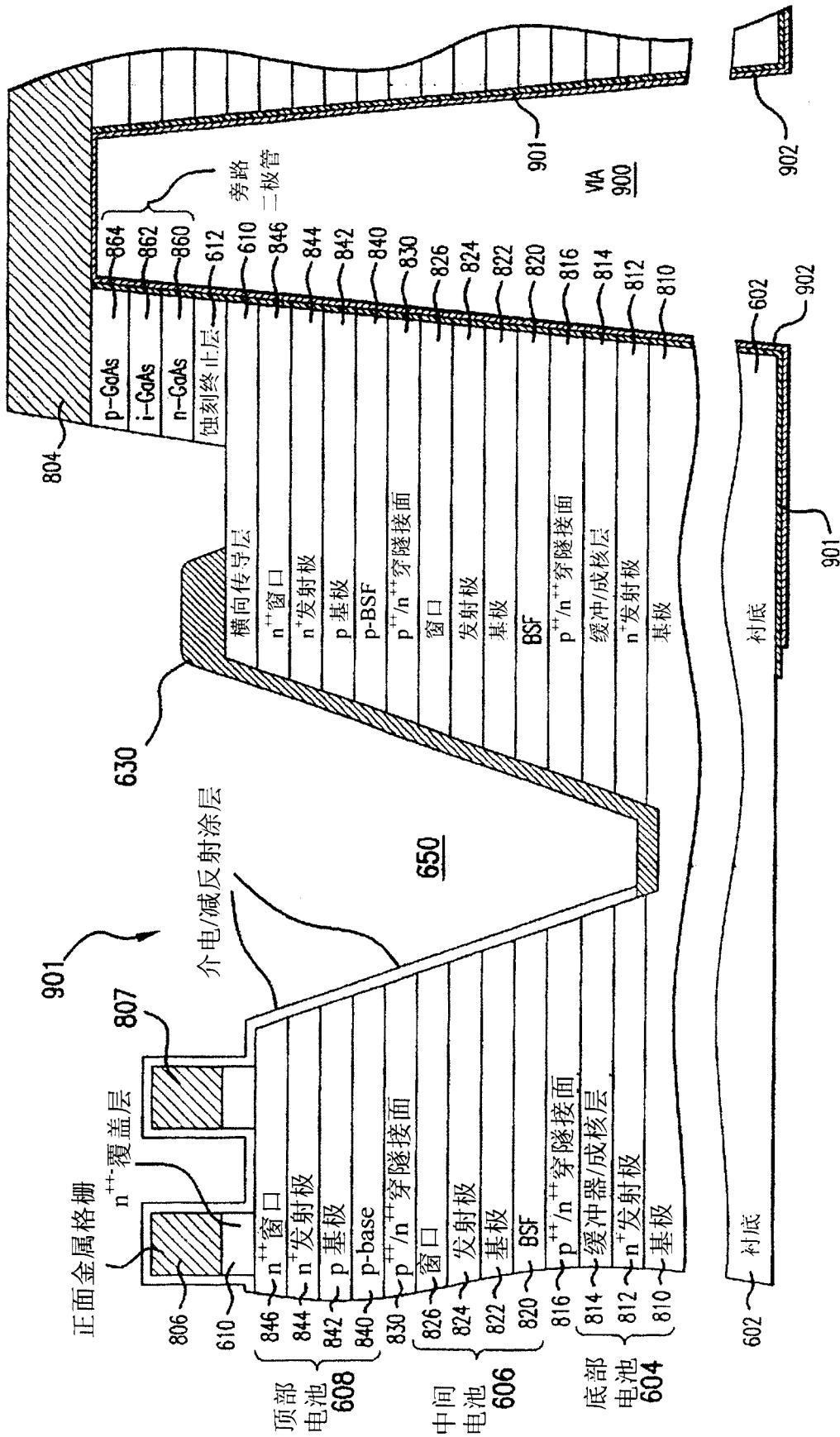


图 2

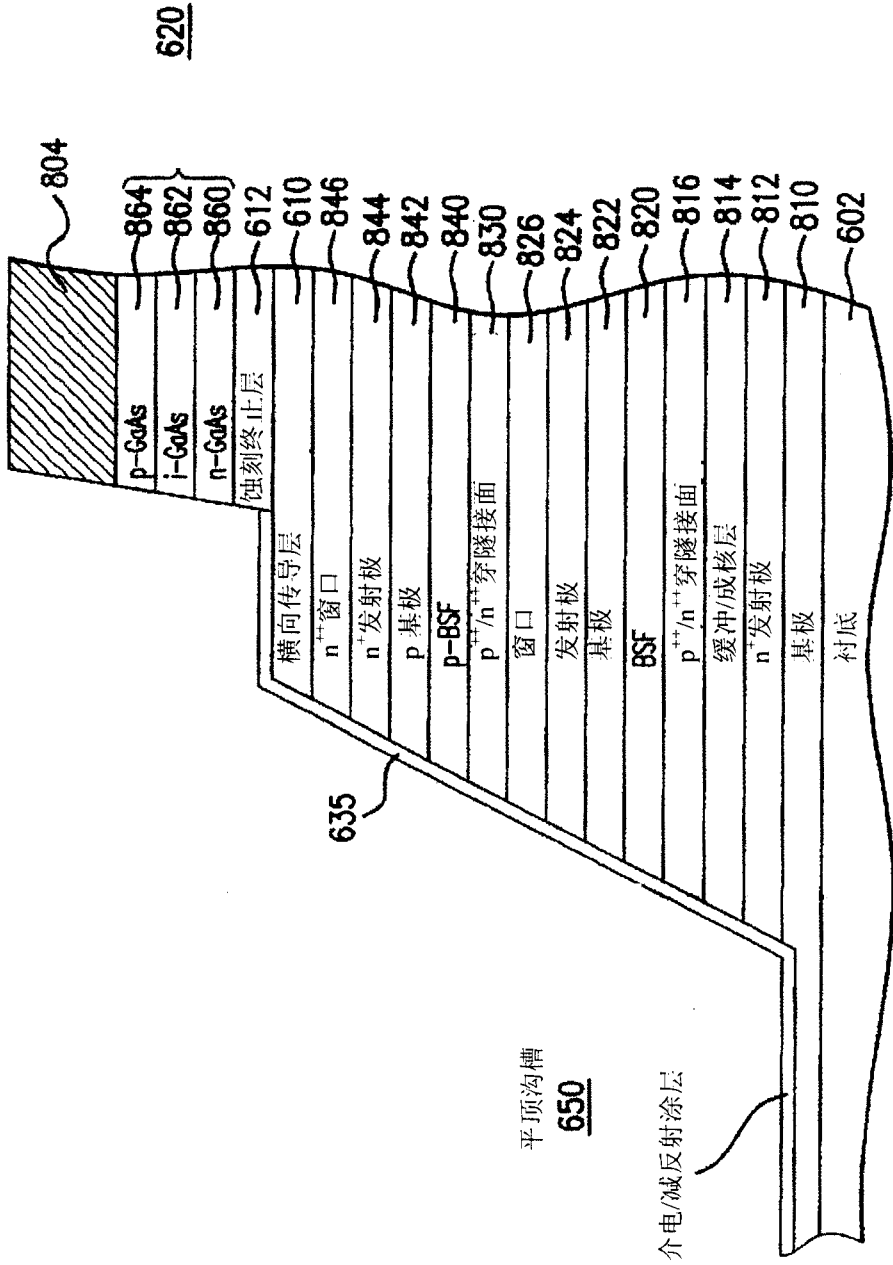


图 3

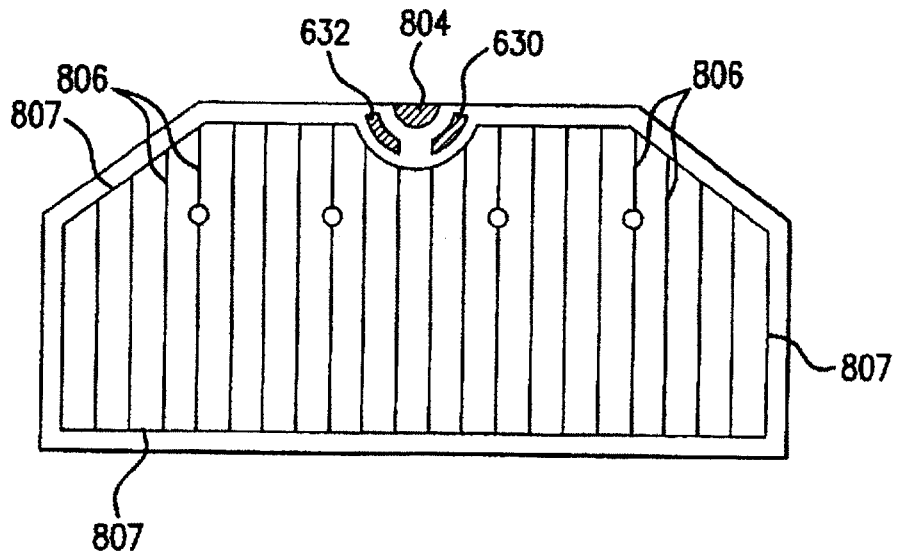


图 4A

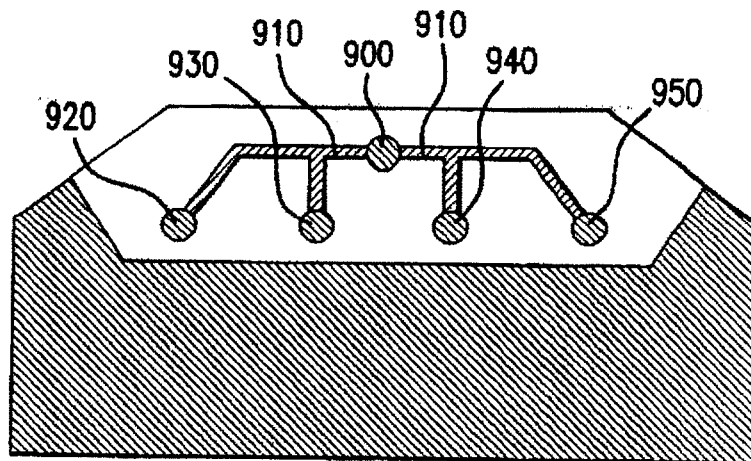


图 4B

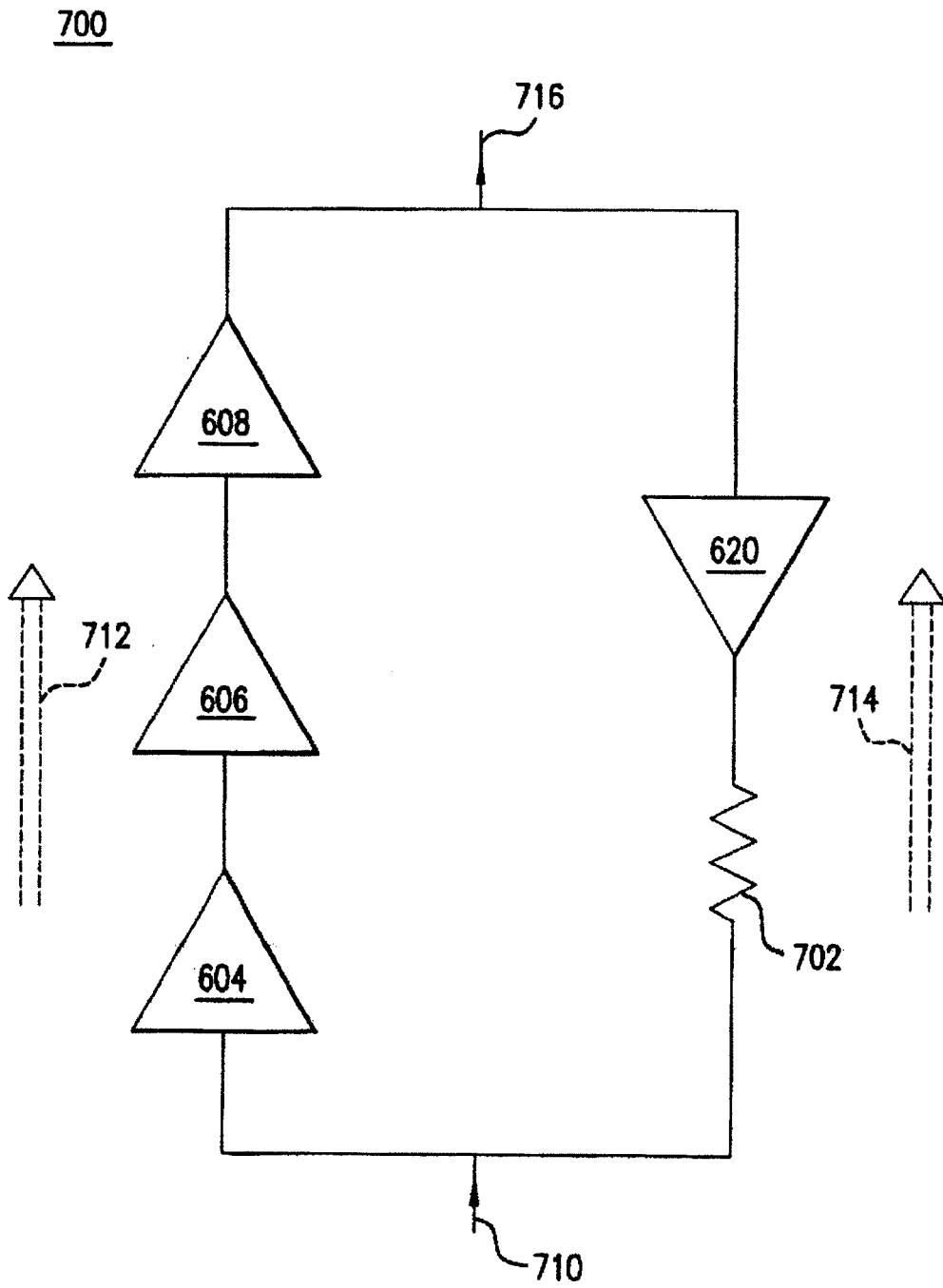


图 5