



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110085703 A

(43)申请公布日 2019.08.02

(21)申请号 201910333867.1

(22)申请日 2019.04.24

(71)申请人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市咸宁西路28号

(72)发明人 张宏 张荣光 王哲

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任
公司 61200

代理人 安彦彦

(51)Int.Cl.

H01L 31/18(2006.01)

H01L 31/05(2014.01)

H01L 21/304(2006.01)

权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种正六边形太阳能电池片的切片方法及
拼接方法

(57)摘要

一种正六边形太阳能电池片的切片方法及
拼接方法,将正六边形太阳能电池整片沿周长方
向依次记为A点、B点、C点、D点、E点和F点,在线段
EF上,设置G点与H点,在线段BC上,设置I点与J
点,并将太阳能电池切片沿直线AD、直线HI线、直
线GJ进行切割,得到N个矩形电池切片以及四个
直角梯形切片电池;并且正面电极均为梳状电极
结构。切割得到的矩形切片电池或直角梯形切片
通过传统的焊带互联技术或叠瓦技术制备成电
池组件。本发明不仅节省了生产成本,而且降低
了组件的电学损耗,使得组件有较高的输出功
率。

1. 一种正六边形太阳能电池片的切片方法, 其特征在于, 将边长为 a 的正六边形太阳能电池整片的顶点沿周长方向依次记为A点、B点、C点、D点、E点和F点, 在线段EF上, 设置G点与H点, 并且线段EG与线段HF的长度均为 L ; 在线段BC上, 设置I点与J点, 使得线段BI与线段JC的长度也均为 L ; 在线段HI和线段GJ上分别设置K和M点, 使得AK垂直于HI, DM垂直于GJ; 首先将正六边形太阳能电池整片沿直线HI、GJ、AK、DM进行切割, 得到4个直角梯形切片电池(1)和矩形区域GHIJ, 然后将矩形区域GHIJ等分切割成 N 个矩形切片电池(2)。

2. 根据权利要求1所述的一种正六边形太阳能电池片的切片方法, 其特征在于, $10\text{mm} \geq L \geq 5\text{mm}$ 。

3. 根据权利要求1所述的一种正六边形太阳能电池片的切片方法, 其特征在于, $6 \geq N \geq 3$ 。

4. 一种基于权利要求1所述的正六边形太阳能电池片的切片方法的拼接方法, 其特征在于, 将直角梯形切片电池(1)和矩形切片电池(2)分别拼接成矩形电池串。

5. 一种基于权利要求4所述的拼接方法, 其特征在于, 将直角梯形切片电池(1)进行拼接时, 一个直角梯形切片电池的斜腰同相邻的直角梯形切片电池的斜腰相连, 拼接成最小矩形电池串单元; 将最小矩形电池串单元通过直角梯形切片电池的直角腰相连拼接成矩形长电池串, 拼接时直角梯形切片电池的斜腰平行。

6. 一种根据权利要求4所述的拼接方法, 其特征在于, 将全部由直角梯形切片电池(1)拼接的电池串和全部由矩形切片电池(2)拼接的电池串分别通过串并联形成组件。

7. 一种根据权利要求4所述的拼接方法, 其特征在于, 拼接时采用焊带拼接成矩形电池串, 或采用叠瓦技术拼接成矩形电池串。

8. 一种根据权利要求7所述的拼接方法, 其特征在于, 矩形切片电池(2)和直角梯形切片电池(1)的正面电极均为梳状电极结构; 采用叠瓦技术拼接成矩形电池串时, 细栅线平行于直角梯形切片电池(1)的底边和矩形切片电池(2)的短边; 采用焊带拼接成矩形电池串时, 细栅线垂直于直角梯形切片电池(1)的底边和矩形切片电池(2)的短边。

9. 一种根据权利要求8所述的拼接方法, 其特征在于, 直角梯形切片电池的梳状电极结构中的细栅线等间距或非等间距分布; 非等间距分布时, 细栅间距 S 随细栅长度的增加而减小, 细栅线间距 S 的变化范围为 $1.80\text{mm} \geq S \geq 1.25\text{mm}$ 。

10. 一种根据权利要求8所述的拼接方法, 其特征在于, 矩形切片电池(2)的细栅线等间距分布, 间距 Q 为 $1.70\text{mm} \geq Q \geq 1.25\text{mm}$ 。

一种正六边形太阳能电池片的切片方法及拼接方法

技术领域

[0001] 本发明涉及太阳能电池技术领域,具体是涉及一种正六边形太阳能电池片的切片方法及拼接方法。

背景技术

[0002] 目前,太阳能电池产业首要解决的问题就是要降低生产太阳能电池的成本,同时要尽可能提高单位面积的发电量。单晶硅太阳能电池硅片是由圆柱状的硅棒切割而来的。考虑到在电池片或组件串并联时尽可能减少空白区域的面积,从而提高单位面积电池和组件的发电量,目前的太阳能电池片都是正方形,组件都是矩形。然而,将圆柱形的硅片切割成正方形的硅片时,至少有29%的硅材料被浪费;如果将电池硅片切割成正六边形,则浪费的硅料将降低到14%左右,从而显著降低硅材料的成本。

[0003] 利用正六边形电池整片制成组件时的最大问题是它们在串并联后不能直接排列成矩形,这导致了在制成组件以及组件连接后会存在较多的空白区域,使得组件的有效面积比大幅度降低。这阻碍了正六边形电池的推广和应用。近年来随着电池片切割技术和电池片串联拼接技术的发展,硅片可以在制备成电池后切割成更小的单元进行拼接并形成组件。

发明内容

[0004] 为提高对硅材料利用率,将圆形硅棒切割成正六边形硅片,由于正六边形电池整片不能直接拼接成矩形组件,同时为了提高组件的输出功率和转换效率,本发明的目的是提出一种正六边形电池片的切片方法和拼接方法。

[0005] 为了达到上述目的,本发明提供以下技术方案:

[0006] 一种正六边形太阳能电池片的切片方法,将边长为a的正六边形太阳能电池整片的顶点沿周长方向依次记为A点、B点、C点、D点、E点和F点,在线段EF上,设置G点与H点,并且线段EG与线段HF的长度均为L;在线段BC上,设置I点与J点,使得线段BI与线段JC的长度也均为L;在线段HI和线段GJ上分别设置K和M点,使得AK垂直于HI,DM垂直于GJ;首先将正六边形太阳能电池整片沿直线HI、GJ、AK、DM进行切割,得到4个直角梯形切片电池和矩形区域GHIJ,然后将矩形区域GHIJ等分切割成N个矩形切片电池。

[0007] 本发明进一步的改进在于, $10\text{mm} \geq L \geq 5\text{mm}$ 。

[0008] 本发明进一步的改进在于, $6 \geq N \geq 3$ 。

[0009] 一种基于上述切片方法的拼接方法,将直角梯形切片电池和矩形切片电池分别拼接成矩形电池串。

[0010] 本发明进一步的改进在于,将直角梯形切片电池进行拼接时,一个直角梯形切片电池的斜腰同相邻的直角梯形切片电池的斜腰相连,拼接成最小矩形电池串单元;将最小矩形电池串单元通过直角梯形切片电池的直角腰相连拼接成矩形长电池串,拼接时直角梯形切片电池的斜腰平行。

[0011] 本发明进一步的改进在于,将全部由直角梯形切片电池拼接的电池串和全部由矩形切片电池拼接的电池串分别通过串并联形成组件。

[0012] 本发明进一步的改进在于,拼接时采用焊带拼接成矩形电池串,或采用叠瓦技术拼接成矩形电池串。

[0013] 本发明进一步的改进在于,矩形切片电池和直角梯形切片电池的正面电极均为梳状电极结构;采用叠瓦技术拼接成矩形电池串时,细栅线平行于直角梯形切片电池的底边和矩形切片电池的短边;采用焊带拼接成矩形电池串时,细栅线垂直于直角梯形切片电池的底边和矩形切片电池的短边。

[0014] 本发明进一步的改进在于,直角梯形切片电池的梳状电极结构中的细栅线等间距或非等间距分布;非等间距分布时,细栅间距 S 随细栅长度的增加而减小,细栅线间距 S 的变化范围为 $1.80\text{mm} \geq S \geq 1.25\text{mm}$ 。

[0015] 本发明进一步的改进在于,矩形切片电池的细栅线等间距分布,间距 Q 为 $1.70\text{mm} \geq Q \geq 1.25\text{mm}$ 。

[0016] 与现有技术相比,本发明具有的有益效果:

[0017] 本发明采用正六边形硅片制备太阳能电池,并通过将正六边形太阳能电池切割为矩形切片电池以及直角梯形切片电池,提高了硅材料的利用率,节省了生产成本;根据本发明提出的切片方式和拼接方法以及电极结构,不仅可以减少单片切片电池的损耗,而且还可以降低单片电池拼接串连后的功率损耗,有利于制备高效率的电池组件。

[0018] 进一步的,本发明提出的正六边形太阳能电池切割后得到的直角梯形切片电池或矩形切片电池可以采用焊带互联技术或叠瓦技术分别拼接成矩形电池串,并制备成全部由直角梯形切片电池构成的组件,以及全部由矩形切片电池构成的组件。不仅充分发挥了正六边电池片在节约硅材料上的优势,而且降低了组件的电学损耗,使得组件有较高的输出功率。

附图说明

[0019] 图1是正六边形太阳能电池片切割的整体结构示意图。

[0020] 图2是直角梯形切片电池拼接的最小矩形电池串单元及其连接示意图。

[0021] 图3是矩形切片电池拼接的最小矩形电池串单元示意图。

[0022] 图4是实施例1中正六边形太阳能电池片正面结构示意图;

[0023] 图5是实施例1中直角梯形切片电池拼接矩形电池串的示意图;

[0024] 图6是实施例1中矩形切片电池拼接矩形电池串的示意图;

[0025] 图7是实施例2中正六边形太阳能电池片正面结构示意图;

[0026] 图中,1为直角梯形切片电池,2为矩形切片电池,3为直角梯形切片电池斜腰重叠区域,4为直角梯形切片电池直腰重叠区域,5为矩形切片电池重叠区域。

具体实施方式

[0027] 下面结合附图和具体实施方式,进一步阐明本发明。在阅读了本发明之后,其他技术人员对本发明的各种等价形式的修改均属于本申请所附权利要求所限定的范围。

[0028] 首先根据本发明的切片和拼接要求设计正六边形电池正面电极结构并制备成正

六边形电池。本发明通过将正六边形电池整片切割成直角梯形和矩形两种形状,然后采用焊带互联技术或叠瓦技术将切割后的直角梯形或矩形切片电池分别拼接成矩形电池串,再制备成全部由直角梯形切片电池构成的组件,以及全部由矩形切片电池构成的组件。该方法提高了硅材料的利用率,有效降低生产成本;同时降低组件的电学损耗,使得组件有较高的输出功率。

[0029] 参见图1,因为电池整片存在倒角R,所以从严格意义上来讲,电池整片的形状是近似正六边形。为了便于描述,将因倒角R而除去的部分用虚线表示,则所得电池整片定义为正六边形太阳能电池片。将正六边形太阳能电池整片的顶点沿周长方向依次记为A点、B点、C点、D点、E点和F点,在线段EF上,设置G点与H点,并且线段EG与线段HF的长度相同;在线段BC上,设置I点与J点,I点与H点对称,J点与G点对称,并且线段BI与线段JC的长度相同。线段EG与线段HF的长度均为L,线段BI与线段JC的长度均为L, $10\text{mm} \geq L \geq 5\text{mm}$ 。在线段HI和线段GJ上分别设置K和M点,使得AK垂直于HI,DM垂直于GJ。正六边形太阳能电池片的边长a为107mm,R为210mm。

[0030] 根据本发明的切片和拼接要求在正六边形电池片上设计相应的正面电极结构,再将正六边形太阳能电池整片沿直线HI、GJ,AK,DM进行切割,得到4个直角梯形切片电池1和矩形GHIJ。然后将矩形GHIJ等分切割成N个矩形切片电池2, $6 \geq N \geq 3$ 。

[0031] 直角梯形切片电池1的上底长度为L;高为 $\frac{\sqrt{3}}{2}a$;下底的长度为 $\frac{a}{2}+L$ 。

[0032] 矩形切片电池2的长为 $\sqrt{3}a$;宽为 $\frac{a-2*L}{N}$; $N \geq 3$, N为整数。

[0033] 最终得到的矩形切片电池2以及直角梯形切片电池1的正面电极均为梳状电极结构。直角梯形切片电池1的梳状电极结构中的细栅线等间距或非等间距分布:非等间距分布时,细栅间距S随细栅线长度的增加而减小。细栅线间距S的变化范围为 $1.80\text{mm} \geq S \geq 1.25\text{mm}$ 。

[0034] 矩形切片电池2的细栅线等间距分布,间隔Q为 $1.70\text{mm} \geq Q \geq 1.25\text{mm}$ 。

[0035] 将直角梯形切片电池1或矩形切片电池2通过焊带互联技术制备成电池组件,或通过叠瓦技术制备成电池组件。

[0036] 具体的,采用叠瓦技术连接成电池串时,细栅线平行于直角梯形切片电池1的底边和矩形切片电池2的短边;采用焊带方式连接成电池串时,细栅线垂直于直角梯形切片电池1的底边和矩形切片电池2的短边。

[0037] 具体的,参见图2,将一个直角梯形切片电池1的斜腰同相邻的直角梯形切片电池1的斜腰拼接成最小矩形电池串单元;再将最小矩形电池串单元之间通过直角梯形切片电池1的直角腰拼接成长矩形电池串,拼接时保证直角梯形切片电池1的斜腰呈平行方向;参见图3,将矩形切片电池2的长边互相拼接成最小矩形电池串;最小矩形电池串单元通过电池串中矩形切片电池2的长边相连拼接成矩形长电池串。然后制备成组件,组件可以全部由直角梯形切片电池1拼接的电池串构成,也可以全部由矩形切片电池2拼接的电池串构成。即将全部由直角梯形切片电池2拼接的电池串通过串并联形成组件,或者将全部由矩形切片电池2拼接的电池串通过串并联形成组件。

[0038] 下面为两个具体实施例。

[0039] 实施例1

[0040] 首先,采用边长 a 为107mm,对角线长度为210mm的正六边形单晶硅片制备全铝背场常规太阳能电池;然后采用激光将电池片沿着图4中虚线位置切割成4个直角梯形切片电池1和3个矩形切片电池2。

[0041] 直角梯形切片电池1的上底、下底和高分别为5.5mm,59.0mm和92.7mm,面积为 2985.7mm^2 。矩形切片电池2的尺寸为 $32.0\text{mm}\times 185.3\text{mm}$,面积为 5929.6mm^2 。矩形切片电池的正面电极由收集电流的细栅电极和叠片时涂覆导电胶用的主栅电极构成;背面电极由铝电极和叠片时涂覆导电胶的背银电极构成。

[0042] 然后,采用叠瓦技术将4片直角梯形切片电池1根据图5所示的拼接方式串联。直角梯形切片电池斜腰重叠区域3和直角梯形切片电池直腰重叠区域4的重叠宽度均为2mm。直角梯形切片电池1的正面细栅电极平行与直角梯形切片电池底边,栅线宽度为 $50\mu\text{m}$,等间隔分布,间隔为1.4mm。

[0043] 其次,采用叠瓦技术将3片矩形切片电池2根据图6所示的拼接方式串联。矩形切片电池重叠区域5重合宽度为2mm。直角梯形切片电池1的正面细栅电极平行于矩形短边,细栅宽度为 $50\mu\text{m}$,等间隔分布,间隔1.4mm。

[0044] 最后,可以得到尺寸和面积为 $92.7\text{mm}\times 123.0\text{mm}$ 的由4片直角梯形切片电池1构成的矩形电池串和尺寸和面积为 $185.3\text{mm}\times 92.0\text{mm}$ 的由3片矩形切片电池2构成的矩形电池串。如果采用多片六边形电池片进行切割,将上述电池串再进行串并联,就可以根据实际需要得到任意尺寸的完全由直角梯形切片电池构成的组件和完全由矩形切片电池构成的组件。

[0045] 实施例2

[0046] 实施步骤同实施例1相同。区别在于正六边形太阳能电池的切片方式如图7所示,沿着图中虚线所示将太阳能电池切割为4片直角梯形切片电池1和4片矩形切片电池2。

[0047] 4片直角梯形切片电池1的电极结构,串联方式,工艺步骤完全同实施例1相同。

[0048] 4片矩形切片电池2的串联方式、工艺步骤完全同实施例1。区别在于矩形切片电池2数目增加为4片,尺寸变为 $185.3\text{mm}\times 24.0\text{mm}$ 。正面电极细栅线宽度为 $50\mu\text{m}$,等间隔分布,间距为1.44mm。

[0049] 最后,可以得到尺寸和面积为 $92.7\text{mm}\times 123.0\text{mm}$ 的由4片直角梯形切片电池1构成的矩形电池串和尺寸和面积为 $185.3\text{mm}\times 90.0\text{mm}$ 的由4片矩形切片电池2构成的矩形电池串。如果采用多片六边形电池片进行切割,将上述电池串再进行串并联,就可以根据实际需要得到任意尺寸的完全由直角梯形切片电池构成的组件和完全由矩形切片电池构成的组件。

[0050] 本发明将尺寸规格为 $156.75\text{mm}\times 156.75\text{mm}$ 的M2常规单晶太阳能电池切割成 $156.75\text{mm}\times 26.125\text{mm}$ 的六等分电池切片,并采用叠瓦技术将所得的四片没有倒角的电池切片串联,另外的两片有倒角的电池切片串联,用于本发明实施例的对比。实施例1和2中的正六边形太阳能电池硅片和M2单晶硅片是从同样直径的单晶硅棒上切片得到的。表1给出了实施例1和实施例2与M2常规单晶电池切片的叠瓦电池串的转换效率以及单位面积发电量等数据,其中单位硅材料发电量是以单晶硅棒切割前为基准。

[0051] 表1实施例1、实施例2和M2常规单晶叠瓦电池串的电性能对比

电池特性	实施例 1		实施例 2		M2 单晶	
	切片 1	切片 2	切片 1	切片 2	无倒角	有倒角
电池串转换效率(%)	21.08	21.12	21.08	21.21	21.24	20.76
平均转换效率(%)	21.10		21.16		21.08	
单位面积发电量(W/m ²)	210.79	211.17	210.79	212.13	212.39	207.57
平均单位面积发电量 (W/m ²)	211.02		211.33		210.78	
单位硅材料发电量 (KW/m ³)	904.85		906.18		743.42	

[0052] 由表1可知,一方面采用本发明的切割方法得到的电池串平均转换效率高于对比例电池串平均转换效率;同时,实施例2中的矩形切片电池2叠瓦后的电池串具有非常高的单位面积发电量,可以用来制备高效组件。另一方面单位硅材料发电量相比于对比例至少提高了21.71%。这说明采用本发明提出的六边形电池切割和拼接方法,不仅可以充分利用硅材料,而且在形成组件后,单位面积发电量也有所提高。

[0054] 本发明提出的正六边形太阳能电池片的切割方案提高了硅材料的利用率,大幅度节省了硅材料;直角梯形切片和矩形切片电池拼接串联后都表现出较低的损耗和非常高的输出。如果分别制备成由直角梯形切片和矩形切片电池构成的组件,两种组件都将具有低的损耗和高的CTM(组件输出功率与电池片功率总和的百分比)。不仅充分利用了六边形电池在硅材料利用率上的优点,而且矩形切片电池构成的组件具有比M2单晶矩形切片电池组件更高的单位面积发电量,是非常有发展前景的高效组件。因此这是一种非常具有实用性的六边形电池片的应用方式。

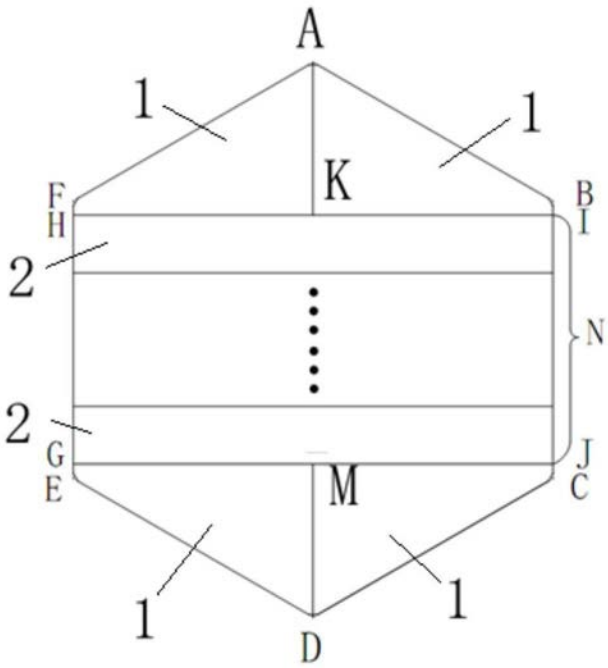


图1

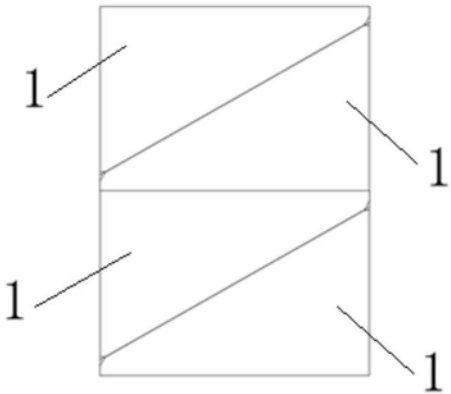


图2



图3

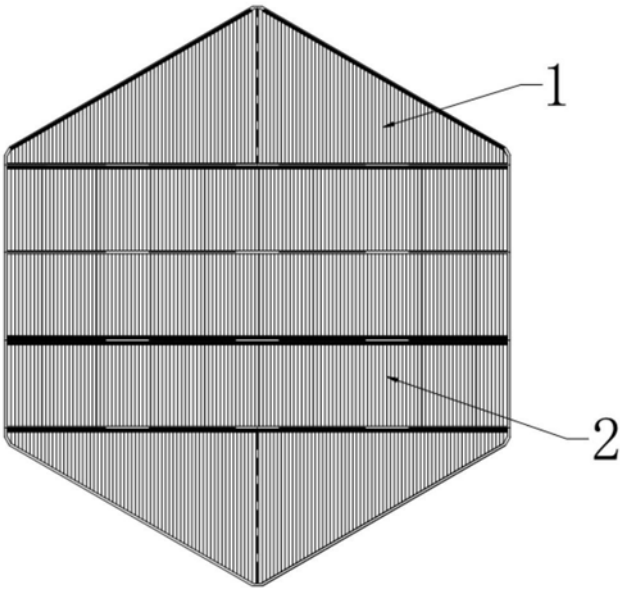


图4

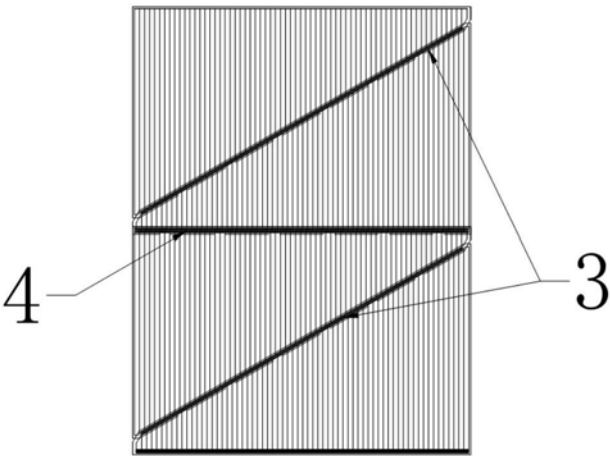


图5

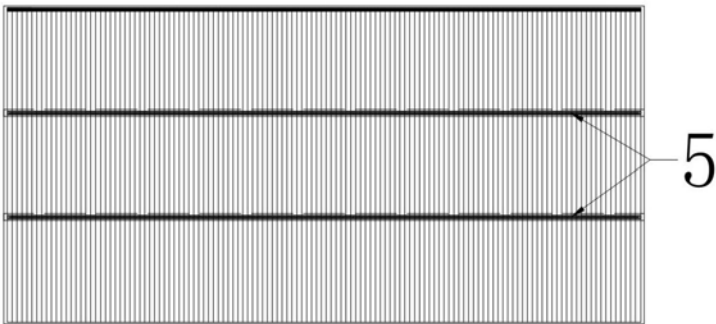


图6

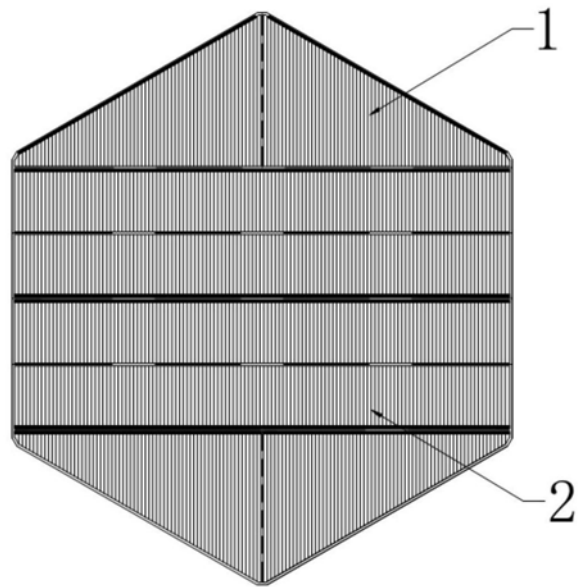


图7