



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115943500 A

(43) 申请公布日 2023. 04. 07

(21) 申请号 202180045338.7

(74) 专利代理机构 上海智晟知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 31313  
专利代理师 李锴的

(22) 申请日 2021.06.23

(30) 优先权数据

2009653.3 2020.06.24 GB

(51) Int.Cl.

H01L 31/048 (2014.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.12.23

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2021/067184 2021.06.23

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/260024 EN 2021.12.30

(71) 申请人 索诺电机有限公司

地址 德国慕尼黑瓦尔德麦斯特大街76号

(72) 发明人 M·鲍德里特

权利要求书2页 说明书11页 附图3页

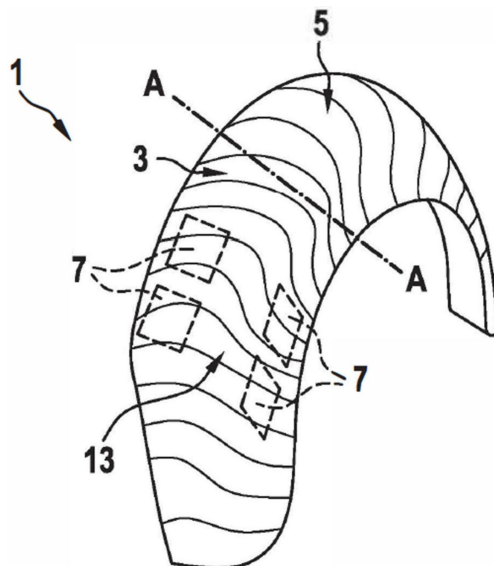
## (54) 发明名称

制造包括光伏电池的适配定位的弯曲光伏模块的方法

## (57) 摘要

本申请提出一种制造包括多个光伏电池(7)的非均匀弯曲的光伏模块(1)的方法。所述光伏模块(1)可以形成车辆的车身部分,并且可以包括不同的弯曲区域(3,5)。该方法包括:-确定光伏电池(7)的最小允许弯曲半径 $r_b$ , -分析假设布置在光伏模块(1)内的定位区域(11)处的光伏电池(7)的其中之一的曲率半径 $r_c$ ,其中针对沿所述光伏模块(1)横向延伸的多个定位区域(11)中的每一个,分析其曲率半径,-以曲率受限配置方式来布置所述光伏电池(7),其中所述光伏电池(7)与高度弯曲的区域(13)不重叠,该区域的曲率半径被分析为小于所述光伏电池(7)的最小允许弯曲半径 $r_b$ ,以及-以曲率受限配置方式将所述光伏电池(7)固定在所述光伏模块(1)中。通过根据曲率受限配置方式布置光伏电池(7),可以防止光伏电池(7)的过度弯曲及所导致的裂缝或开裂。

CN 115943500 A



1. 一种制造包括多个光伏电池 (7) 的非均匀弯曲的光伏模块 (1) 的方法, 该方法至少包括:

- 确定光伏电池 (7) 的最小允许弯曲半径  $r_b$ ,

- 分析假设布置在光伏模块 (1) 内的定位区域 (11) 处的光伏电池 (7) 的其中之一的曲率半径  $r_c$ , 其中针对沿所述光伏模块 (1) 横向延伸的多个定位区域 (11) 中的每一个, 分析其曲率半径,

- 以曲率受限配置方式来布置所述光伏电池 (7), 其中所述光伏电池 (7) 与高度弯曲的区域 (13) 不重叠, 该高度弯曲的区域 (13) 的曲率半径被分析为小于所述光伏电池 (7) 的最小允许弯曲半径  $r_b$ , 以及

- 以曲率受限配置方式将所述光伏电池 (7) 固定在所述光伏模块 (1) 中。

2. 根据权利要求1所述的方法,

其中, 分析假设布置在所述光伏模块 (1) 的所述定位区域 (11) 处的光伏电池 (7) 的其中之一的曲率半径  $r_c$ , 其中所述光伏模块 (1) 处于制造完成后的最终几何形状。

3. 根据权利要求2所述的方法,

其中, 分别通过布置实验、布置模拟和布置计算进行测量、模拟和计算的至少其中之一来分析光伏电池 (7) 布置在定位区域 (11) 时的曲率半径  $r_c$ 。

4. 根据前述权利要求的其中之一所述的方法,

当光伏模块 (1) 在制造过程变形为第一临时几何形状时, 针对假设布置在光伏模块 (1) 内的定位区域 (11) 处的光伏电池的其中之一, 分析曲率半径  $r_c$ 。

5. 根据权利要求所述的方法,

其中, 分别通过变形实验、变形模拟和变形计算的测量、模拟和计算来分析所述光伏电池 (7) 在设置于定位区域 (11) 时所述光伏电池 (7) 受到变形作用后的所述光伏电池 (7) 的曲率半径  $r_c$ , 其中变形作用由制造过程产生, 并且在制造过程中暂时使光伏电池 (7) 的曲率发生改变。

6. 根据前述权利要求的其中之一所述的方法,

其中当制造得到的光伏模块根据预期的安装配置方式进行安装并且经过了预定的温度变化时, 所述光伏模块 (1) 由于所述光伏模块 (1) 发生热膨胀而变形为第二几何形状, 针对假设布置在光伏模块 (1) 的定位区域 (11) 内的所述PV电池 (7) 的其中之一, 分析曲率半径  $r_c$ 。

7. 根据权利要求6所述的方法,

在制造得到的光伏模块 (1) 根据预期的安装配置方式进行安装并且经过了预定的温度变化, 所述光伏模块 (1) 发生热膨胀时, 分别通过膨胀实验、膨胀模拟和膨胀计算来测量、模拟和计算光伏电池 (7) 的曲率半径  $r_c$ , 其中所述光伏电池 (7) 假设布置在定位区域 (11) 内。

8. 根据前述权利要求的其中之一所述的方法,

其中, 光伏电池 (7) 的最小允许弯曲半径  $r_b$  由弯曲实验、弯曲模拟和弯曲计算中的至少一种来确定, 其中通过弯曲实验、弯曲模拟和弯曲计算的其中之一分别测量、模拟和计算光伏电池 (7) 在被连续弯曲时的曲率半径, 所述最小允许弯曲半径  $r_b$  被确定为刚好在光伏电池 (7) 由于过度弯曲而断裂之前曲率半径。

9. 根据前述权利要求的其中之一所述的方法,

其中所述PV电池(7)布置在所述高度弯曲区域13的相对两侧。

10.根据前述权利要求的其中之一所述的方法,

其中所述光伏电池(7)布置在距离所述高度弯曲区域(13)一定横向距离的位置,所述横向距离大于预定最小距离。

11.根据权利要求10所述的方法,

其中所述最小距离d根据所述高度弯曲区域处的曲率半径来预定义。

12.根据前述权利要求的其中之一所述的方法,

其中所述光伏模块(1)中包括的光伏电池(7)是基于晶圆的光伏电池(7)。

13.根据前述权利要求的其中之一所述的方法,

其中布置和固定所述光伏电池(7)包括:

-根据曲率受限配置方式将光伏电池(7)布置在至少一个聚合物箔(15)上,

-根据曲率受限配置方式将所述光伏电池(7)固定在所述聚合物箔(15)上以形成光伏标签(17),以及

-制备用于承载所述光伏标签(17)的载体结构(29),其中所述载体结构(29)由处于可模塑状态的聚合物(23)制备,使得聚合物(23)在凝固后与聚合物箔(15)形成正物质连接。

## 制造包括光伏电池的适配定位的弯曲光伏模块的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种光伏模块的制造方法。

### 背景技术

[0002] 光伏模块包括可以基于光伏效应将光能转化为电能的光伏电池。今天,大多数商业光伏模块包括基于诸如硅晶圆之类的半导体晶圆制造的光伏电池。基于晶圆的光伏电池的生产可以在低成本下具有高转换率。此外,基于晶片的光伏电池可以通过可靠的工业制造工艺来进行制造。

[0003] 在下文中,术语“光伏”可以缩写为“PV”。PV电池也称为太阳能电池。

[0004] 传统上,PV模块包括由若干片和层组成的堆叠结构。通常,包括多个PV电池和互连PV电池的电连接结构的太阳能电池装置被插入在正面聚合物箔和背面聚合物箔之间。而由于箔片通常很薄因此容易弯曲,单独的箔片可能无法为PV模块提供足够稳定和刚性的支撑因此,除了箔片之外PV模块还包括载体结构。

[0005] 传统上,所述载体结构由一个或多个刚性片组成。例如,正面片,即,布置在PV模块的正面指向入射光方向,可以由透明玻璃板制成。这种正面片可以覆盖、保护和稳定PV电池。附加或替代地,所述载体结构可以包括背面片,所述背面片例如由玻璃板、聚合物箔或金属片制成。在制造传统的光伏模块时,需要制备由一个或多个刚性片、太阳能电池装置以及正面和背面聚合物箔组成的堆叠结构。其中将所述太阳能电池装置布置在正面和背面聚合物箔之间以形成子堆叠结构。将所述子堆叠布置在一个刚性片上或两个刚性片之间以形成完整的堆叠结构。并且将所述完整的堆叠结构加热至高温。在所述高温下,聚合物箔的材料液化或至少变成粘稠状态,使得正面聚合物箔和后侧聚合物箔被层压以形成紧密的堆叠结构,其中所述太阳能电池装置被包含在两个箔片之间,并且所述聚合物箔与一个或多个刚性片连接。最后,通常还要将一个框架围绕布置在层压的完整堆叠结构上。所述框架可以提供额外的机械稳定性并且可以用于将PV模块安装在例如屋顶顶部或柱子上。

[0006] 虽然上述传统的PV模块制造工艺已经很成熟,但它仍存在各种缺陷。

[0007] 例如,将太阳能电池装置层压到一个或多个刚性片上的载体结构通常要求刚性片是平面形。因此整个PV模块也是平面形。然而,在许多应用场景中,非平面形状的PV模块可能会更为有益。例如,在本申请人的申请在先的专利申请WO 2019/020718 A1中提出,将太阳能电池集成到车辆的车身部分中。其中,所述车身部分可以具有非平面形状并且所述PV模块应放置在所述车身部分的顶部,或者优选地,所述PV模块应集成到所述车身部分中或整体形成所述车身部分。

[0008] 此外,为PV模块提供例如由玻璃片和/或金属片制成的载体结构会显著增加PV模块的重量和/或会显著增加提供玻璃片和/或金属片的成本。

[0009] 为了至少部分克服上述缺陷,本申请人在申请在先的专利申请PCT/EP2020/056972中提出了一种制造PV模块的新方法。其中将与聚合物箔连接的太阳能电池装置与通过注塑成型制成的模塑层集成。所述模塑层与集成的太阳能电池装置可以一同形成具有非

平面形状的PV模块并且可以降低制造成本。该方法的特点和特征也可以适用于本申请所述的方法,并且在先专利申请的内容应通过引用整体并入本申请。

[0010] 然而,经观察,在制造曲面PV模块时必须小心以避免造成例如PV模块转换效率不是最佳和/或PV模块寿命缩短的缺陷。

[0011] 因此,本申请的目的是能够制造一种PV模块并且至少部分克服上述缺陷。具体而言,本申请的目的是能够制造一种具有高模塑效率、高可靠性、高产量、低成本和/或制造一种高质量的最终的PV模块,特别是制造具有非平面形状的PV模块。

[0012] 发明内容和实施方式

[0013] 至少部分上述目的可以根据独立权利要求中限定的方法来实现。优选实施例在从属权利要求以及随后的说明书中进行限定。

[0014] 根据本发明的一个方面,提出一种制造包括多个光伏电池的非均匀弯曲的光伏模块的方法。该方法至少包括以下方法步骤(下列步骤的顺序优选但不必须):

[0015] -确定光伏电池的最小允许弯曲半径,

[0016] -分析假设布置在光伏模块内的定位区域处的光伏电池的其中之一的曲率半径,其中针对沿所述光伏模块横向延伸的多个定位区域中的每一个,分析其曲率半径,

[0017] -以曲率受限配置方式来布置光伏电池,其中光伏电池与高度弯曲的区域不重叠,所述高度弯曲区域的曲率半径被分析为小于光伏电池的最小允许弯曲半径,以及

[0018] -以曲率受限配置方式将所述光伏电池固定在所述光伏模块中。

[0019] 本发明的实施例的基本思想可以被解释为基于以下观察和认识(尤其基于但不限制本发明的范围)。

[0020] 首先,可以将本发明实施例的一些基本思想简要概括如下:

[0021] 基于晶圆的太阳能电池,例如由单晶硅、多晶硅或多晶硅晶圆制成的太阳能电池,由于可以高效率 and 低成本进行制造,如今被应用于大多数的光伏模块中。然而,已知基于晶圆的太阳能电池通常是刚性的并且非常脆。因此,通常假设基于晶圆的太阳能电池在被封装到PV模块中时基本上不应被弯曲或弯折。因此,基于晶圆的太阳能电池通常被包含在刚性和平面的PV模块中,其中正面的刚性玻璃板和/或背面的刚性板保护太阳能电池免于过度弯曲。然而,申请人发现,只要采取特定措施,即使是刚性和易碎的太阳能电池也可以设置在弯曲的光伏模块中。具体而言,经发现,通过一方面确定太阳能电池可以弯曲而不会断裂或开裂的允许弯曲半径,并且另一方面分析每个太阳能电池在被布置在PV模块内的多个区域的其中之一处时必须弯曲的曲率半径,可以确定PV模块内的太阳能电池位置的合适配置方式,使得没有太阳能电池被过度弯曲。因此,在该方法中,太阳能电池可以被适当地布置在非均匀弯曲的PV模块内。

[0022] 接下来,将讨论所提出的制造PV模块的方法的实施例的细节、特征和可能的优点。

[0023] 本文提出的方法特别适用于制造包括多个基于脆性半导体晶圆制备的PV电池的PV模块。所述PV电池例如可以是基于晶体硅晶圆制造的太阳能电池。所述基于晶圆的Si-PV电池通常可以具有高效率(例如效率超过15%,可以是17%到24%之间)和高可靠性。此外,它们的制造已存在完善的工业流程。这些PV电池的横向尺寸通常为 $50 \times 50 \text{mm}^2$ 至 $300 \times 300 \text{mm}^2$ ,大部分在 $150 \times 150 \text{mm}^2$ 和 $200 \times 200 \text{mm}^2$ 之间,形状为方形、矩形、圆形、半圆形或任何其他形状。进一步地,这些PV电池的厚度通常超过 $50 \mu\text{m}$ ,通常在 $100 \mu\text{m}$ 和 $300 \mu\text{m}$ 之间。在这种厚度下,这

些PV电池是相对刚性的,也就是说他们通常无法弯曲成小弯曲半径(例如小于它们的横向尺寸)。每个PV电池均包括电触点。相邻的PV电池的电触点通过电连接结构相互连接,以使这些PV电池可以通过串联、并联或串联和并联连接的任何组合方式电连接。所述电连接结构可以由两个相邻光伏电池之间(优选在相应串的每两个相邻光伏电池之间)的一个或多个导电带和/或一个或多个铜焊料提供。多个相互连接的PV电池形成所述太阳能电池阵列,所述太阳能电池装置有时也被称为太阳能电池串。所述太阳能电池装置还可以包括额外的部件例如外部触点,所述太阳能电池装置可以通过所述外部触点连接到外部电路,这些外部触点有时也用于构成接线盒的一部分。进一步地,所述太阳能电池装置例如可以包括旁路二极管或者其他电子元件。此外,所述太阳能电池装置可以包括一个或者多个释放环。

[0024] 在所提出的方法中,非均匀弯曲的PV模块中可以包括多个PV电池。其中,由于光伏模块不是平面而是弯曲的形状,并且曲率半径沿光伏模块发生变化,因此需要适当地确定光伏电池的排列配置方式以避免损坏光伏电池。

[0025] 例如,所提出的方法可以用于制造弯曲的PV模块,其中PV模块的各个区域的曲率半径相差超过50%,优选超过2、5、10或或者100的因数。换句话说,所述PV模块可以具有基本上平坦或仅轻微弯曲的区域和基本上弯曲的其它区域,并且在曲率半径非常小的情况下,在下文中这些区域也被称为高度弯曲的区域。在基本上平坦或仅轻微弯曲的区域中,曲率半径可以大于0.5m、大于1m甚至大于3m。在基本上弯曲的区域中,曲率半径可以例如小于基本上平坦或仅轻微弯曲的区域的曲率半径的一半,也就是所分别小于1.5m、小于0.5m或小于25cm。一方面,每个基本上平坦或仅轻微弯曲的区域,以及另一方面,基本上弯曲的区域,可以贡献超过5%,优选超过10%或者甚至超过20%的光伏模块的总面积。优选地,一个或多个基本上弯曲的区域可以被一个或多个基本上平坦或仅轻微弯曲的区域包围。

[0026] 在这种不均匀弯曲的PV模块中,PV电池应以合适的配置方式来布置。

[0027] 为了确定这种合适的配置方式,需要获取两种类型的信息。

[0028] 一方面,必须确定光伏电池在因过度弯曲而发生破损或其它不可逆劣化之前可以被弯曲到多大的弯曲半径。需要针对每个PV电池确定这种最小允许弯曲半径,或者如果PV模块的所有PV电池都是相同类型,则针对PV电池的类型确定所述最小允许弯曲半径。

[0029] 另一方面,需要确定在将光伏电池定位至光伏模块内的特定区域时光伏电池需要被弯曲到怎样的曲率半径。应该针对沿光伏模块横向延伸的多个可能区域中的每一个来确定光伏电池的这种依赖于位置的曲率半径。

[0030] 确定光伏电池的最小允许弯曲半径的步骤和分析布置在光伏模块中的各个定位区域的光伏电池的曲率半径的步骤可以在制造光伏模块之前或之后以任意顺序甚至同时执行。

[0031] 在确定了这两个信息数据后,每个PV电池然后可以以不与PV模块的高度弯曲区域重叠的配置方式定位在PV模块内,因为前面的分析表明,在布置在所述高度弯曲区域时,光伏电池将不得不过度弯曲,也就是说曲率半径将变得小于最小允许弯曲半径。这种配置方式在本申请中称为曲率受限配置方式。

[0032] 最后,PV电池以所述曲率受限配置方式固定在PV模块内。如下详述,PV电池的布置和/或固定可以是制造过程的一部分,在所述制造过程中,PV电池首先被连接到聚合物箔或者封装在两个聚合物箔之间以产生所谓的PV标签,随后为所述PV标签例如通过注塑成型的

方式提供载体结构,这种结合的过程可以是制造方法的一部分,类似于被称为模内贴标(IML)的技术。

[0033] 板状太阳能电池的曲率半径与太阳能电池的弯曲成反比,也就是说太阳能电池被从初始的平面形状弯曲得越多,曲率半径就越小。最小允许曲率半径是指PV电池可以弯曲到的不会发生不可逆的断裂或开裂的最大程度时的曲率半径。通常来说,光伏电池的最小允许曲率半径可以由各种物理参数决定,例如光伏电池的材料、光伏电池的厚度、光伏电池的表面纹理、光伏电池材料的晶体结构、光伏电池的晶圆顶部金属触点的结构和几何形状等。

[0034] 在确定最小允许弯曲半径的步骤中,可以通过弯曲实验、弯曲模拟和/或弯曲计算来确定光伏电池的最小允许弯曲半径。可以进行实验、模拟或计算以分别测量、模拟或计算光伏电池在连续弯曲时的曲率半径,所述最小允许弯曲半径被确定为在光伏电池由于过度弯曲而破裂之前的曲率半径。

[0035] 换句话说,可以以各种方式确定最小允许曲率半径。例如可以通过在弯曲实验中向PV电池施加力来弯曲真实的PV电池。可以例如在与PV电池的主表面正交的方向上施加力。优选地,力沿着PV电池的表面均匀地施加,使得不会在局部产生过大的峰值力。在弯曲实验中,可以连续测量曲率半径,以便确定恰好在PV电池破裂之前的最小曲率半径。备选或附加地,可以在弯曲模拟中确定PV电池的弯曲特性。所述模拟可以在计算机上执行,并且可以通过基于PV电池的典型物理特性的计算机模型来执行,所述典型物理特性例如是尺寸、材料特性等。例如,可以基于光伏电池的FEM(有限元模型)来进行弯曲模拟。在这种模拟中,可以模拟PV电池对所施加的力的反应。作为另一种替代或附加措施,PV电池的弯曲特性可以通过分析和/或数值计算来确定,其中再次考虑PV电池的典型物理特性。

[0036] 包含在PV模块中的PV电池的实际曲率半径可能因电池而异,并且通常可能取决于非均匀弯曲的PV模块的形状和PV电池在此类PV模块内的相应的位置。特别地,在光伏模块的比其它区域弯曲更多的区域中,布置在这些区域的光伏电池必须弯曲成比其它区域具有更小的曲率半径。

[0037] 特别地,可以将PV模块用于连接至例如车身部分的部件或作为部件的整体部分,该部件的表面具有表面曲率半径相当大(即表面几乎是平面)的区域,而在其它区域中,表面的曲率半径相当小(即表面强烈弯曲)。由于PV模块中的PV电池通常布置在PV模块的表面或靠近PV模块的表面,因此PV电池本身通常会弯曲到很大程度上对应于PV模块的曲率的程度。

[0038] 在一个实施例中,当光伏模块在完成制造之后处于最终的几何形状时,可以针对假设布置在光伏模块内的定位区域处的光伏电池的其中之一分析曲率半径。

[0039] 换句话说,在分析整个PV模块的各个定位区域处的PV电池的曲率半径的步骤中,需要假设PV模块处于最终的几何形状。而通常在PV模块的制造过程中,其几何形状可能会例如由于在制造过程中施加的力而暂时偏离预期的最终的几何形状。而在制造过程完成后,光伏模块会变成预期的最终的几何形状。PV电池的曲率半径可以基于所述最终的几何形状来分析。

[0040] 具体地,光伏电池的曲率半径可以通过布置实验、布置模拟和布置计算来分析,其中分别对光伏电池布置在定位区域时的曲率半径进行测量、模拟和计算。

[0041] 换句话说,基于PV模块的最终几何形状的信息,特别是基于沿预期的最终几何形状的PV模块表面的各个位置处的局部曲率半径的信息,可以沿着PV模块的各个定位区域布置所述PV电池,并且可以确定所述PV电池的曲率半径。具体地,可以在布置实验中将光伏电池布置在定位区域内,也就是说例如可以将真实光伏电池布置在原型光伏模块内,并且测量光伏电池的假设曲率半径。备选地或附加地,PV电池可以布置在布置模拟中的定位区域内,也就是说通过在PV模块的计算机模型内定位虚拟PV电池,并且根据这种布置模拟提供的数据可以获得PV电池的假设曲率半径。作为进一步的备选或附加措施,关于所述PV模块的几何形状的数据可用于布置计算,来分析和/或数值计算被布置在特定定位区域处时PV电池的曲率半径。

[0042] 在另一实施例中,当光伏模块在制造过程变形为第一临时几何形状时,可以针对假设布置在光伏模块内的定位区域处的光伏电池的其中之一分析曲率半径。

[0043] 换句话说,在分析PV模块中的PV电池的曲率半径时,可以考虑到PV模块在制造过程中会暂时变形。例如,在使用注塑成型工艺,或者更具体地,在使用模内贴标工艺制造PV模块时,中间产品的几何形状可能不同于PV模块的最终几何形状。这种不同的几何形状在本申请中被称为第一临时几何形状。具体而言,中间产品的几何形状可能例如由于在制造过程中施加到中间产品的力而弯得更多,并且随后松弛成弯得更小(也就是说曲率半径更大)的几何形状。

[0044] 通过分析在制造过程中变形为第一临时几何形状的PV模块的PV电池的曲率半径,可以得知与完成制造后的PV模块的曲率半径相比,制造过程中的PV模块的PV电池的曲率半径的局部的曲率半径可以被弯曲成更小。因此,根据曲率受限配置方式布置PV电池可以使得没有PV电池与高度弯曲区域重叠,其中所述高度弯曲区域的曲率半径小于PV电池的最小允许弯曲半径,其不仅在最终的PV模块是如此,而且在所述PV模块的制造过程中也是如此。

[0045] 具体地,在该实施例中,可以分别通过变形实验、变形模拟和变形计算的测量、模拟和计算来分析所述光伏电池在设置于定位区域时受到变形作用后的曲率半径,其中变形作用由制造过程产生,并且在制造过程中暂时使光伏电池的曲率发生改变。

[0046] 换句话说,可以执行实验、模拟和/或计算以获得关于在光伏模块制造过程中暂时发生的变形作用将如何影响光伏电池的曲率半径的附加信息。在分析所述PV模块中的PV电池的曲率半径时,以及在最终根据所述曲率受限配置方式布置所述PV电池时,可以考虑所述附加信息。所述变形实验、模拟和/或计算可以与前述布置实验、模拟和计算以相同或相似的方式进行。

[0047] 在另一实施例中,当制造得到的光伏模块根据预期的安装配置方式进行安装并且经过了预定的温度变化时,所述光伏模块由于所述光伏模块发生热膨胀而变形为第二几何形状,可以针对假设布置在光伏模块的定位区域内的所述PV电池的其中之一,分析曲率半径。

[0048] 换句话说,在分析PV模块中的PV电池的曲率半径时,可以考虑到PV模块可能会在根据最终的安装配置方式进行安装时发生变形。例如,完成制造具有最终几何形状的所述PV模块,然后可以例如安装在支撑结构上。具体地,构成车辆的车身部分或者集成到所述车身部分中的PV模块,可以例如安装在车辆的底盘处以形成车辆的车身的一部分。在安装过程中,所述PV模块通常固定在所述支撑结构的在不同位置上,同时在这些固定位置之间的

区域不存在所述PV模块。因此,当所述PV模块由于温度变化时不同的热膨胀而改变尺寸时,所述PV模块的形状将发生改变。所述PV模块因此产生的几何形状在本申请中被称为第二几何形状。因此,所述PV模块的不同区域内的曲率半径将随温度的变化而变化。

[0049] 通过分析以预期安装配置方式安装时变形为第二暂时几何形状的PV模块的PV电池的曲率半径,可以得知,与PV模块制造完成后的曲率半径相比,由于热膨胀效应使PV模块被弯曲成不同的几何形状,因此PV电池的曲率半径可能会被暂时弯曲得更小。因此,根据曲率受限配置方式布置PV电池可以使得没有PV电池与高度弯曲区域重叠,所述高度弯曲区域的曲率半径小于PV电池的最小允许弯曲半径,不仅最终PV模块是如此,最终安装的PV模块以及经过了预定温度范围内的温度变化的PV模块也是如此。

[0050] 特别地,在该实施例中,在制造得到的光伏模块根据预期的安装配置方式进行安装并且经过了预定的温度变化,所述光伏模块发生热膨胀时,可以通过分别通过膨胀实验、膨胀模拟和膨胀计算来测量、模拟和计算光伏电池的曲率半径,其中所述光伏电池假设布置在光伏模块的定位区域内。

[0051] 换句话说,可以执行实验、模拟和/或计算以获得附加信息,所述附加信息有关根据预期的安装配置方式进行安装并且经受预定的温度变化使作用在PV模块上的力将如何影响PV电池的曲率半径。例如,在膨胀实验中,可以将所述PV模块安装在载体结构上,并且可以在预期温度范围内对其进行加热和/或冷却。然后可以测量由诱发的热膨胀引起的安装的PV模块的变形。备选地或附加地,PV模块的虚拟模型可以虚拟地安装在安装位置并且可以虚拟地经受温度变化。其中,可以考虑PV模块的热膨胀特性,并且可以导出有关各种模拟温度下获得的PV模块的变形或第二几何形状的信息。作为进一步的替代或补充,可以对PV模块的热膨胀效应进行分析和/或数值计算。在分析PV模块中PV电池的曲率半径时,以及最终根据曲率受限配置方式布置PV电池时,可以考虑从所述扩展实验、模拟和/或计算中得出的附加信息。

[0052] 在一个实施例中,在根据曲率受限配置方式布置PV电池的步骤中,可以将光伏电池相对布置在所述高度弯曲区域的两侧。

[0053] 换句话说,在所述高度弯曲区域不位于或靠近PV模块的外周而是位于所述PV模块内部的某处的PV模块的配置方式中,本申请提出的制造方法允许在所述高度弯曲区域的两侧与其相邻的位置布置PV电池。例如,当所述高度弯曲区域位于或者靠近所述PV模块的中心时,PV电池可以布置在所述高度弯曲区域的右侧和左侧和/或上侧和下侧,而这些PV电池均未布置在所述高度弯曲区域中或与所述高度弯曲区域重叠。因此,非均匀弯曲的PV模块的可用区域可以最大程度地被PV电池覆盖,而不需要将PV电池布置开裂或断裂的风险很高的高度弯曲的区域。因此,可以最大化非均匀弯曲的PV模块的转换效率。

[0054] 在一个实施例中,所述光伏电池可以布置在距离所述高度弯曲区域一定横向距离的位置,所述横向距离大于预定最小距离。

[0055] 换句话说,虽然所述高度弯曲区域应当始终没有任何PV电池或者PV电池的一部分(在该区域中PV电池的曲率将超过可接受曲率),但不在所述高度弯曲区域周围的附加横向公差距离范围内布置PV电池可能是有益的。例如,在根据曲率受限配置方式布置PV电池时,没有PV电池与所述高度弯曲区域之间的距离小于例如几毫米或者甚至几厘米。具体地,在一方面的所述高度弯曲区域的外圆周与在另一方面的最接近所述高度弯曲区域的PV电

池的圆周之间的横向距离,可以被选择为大于预定最小距离,所述预定最小距离例如至少为2mm,优选至少为5mm、至少为1cm或者至少为5cm。通过建立这种横向距离或公差,可以进一步降低PV电池由于在制造过程中过度弯曲和/或安装后的热膨胀效应而破损或破裂的风险。

[0056] 特别地,在该实施例中,最小距离可以根据所述高度弯曲区域处的曲率半径来预定义。这意味着,例如,所述高度弯曲区域的曲率半径越小,所述最小距离越大,其中所述最小距离表示可以选择布置的最接近所述高度弯曲区域的PV电池的距离。通过定义光伏电池与所述高度弯曲区域之间的最小距离可以进一步降低裂缝或破损的风险。

[0057] 在一个进一步的具体实施例中,光伏电池的布置和固定包括下列步骤:

[0058] -根据曲率受限配置方式将光伏电池布置在至少一个聚合物箔上,

[0059] -根据曲率受限配置方式将所述光伏电池固定在所述聚合物箔上以形成光伏标签,以及

[0060] -制备用于承载所述光伏标签的载体结构,其中通过处于可塑状态的聚合物制备所述载体结构以使所述聚合物凝固后与所述聚合物箔形成正物质连接。

[0061] 换言之,所提出的制造非均匀弯曲的PV模块的方法可以包括类似于在注塑成型过程中应用的那些制造步骤,或者更具体地,可以包括在模内贴标(IML)过程中应用的那些制造步骤。其中,通过将PV电池布置和固定在至少一个聚合物箔上(或者优选在两个聚合物箔之间)来生成PV标签。具体地,根据曲率受限配置方式将所述PV电池布置并固定在所述聚合物箔上。其中,所述PV电池可以彼此电互连。由于所述聚合物箔薄而柔软,因此所述PV标签通常不是自支撑的。因此,为了提供具有足够机械稳定性的光伏模块,需制备额外的承载结构以承载所述光伏标签。其中,类似于注塑成型过程,可以提供处于可模塑状态的聚合物,所述可模塑状态是指处于粘稠和“发粘”的状态。例如,可以将聚合物加热至高温以使其变得可模塑。所述可模塑聚合物可以施加至所述PV标签,以便聚合物在随后的冷却过程中与PV标签的聚合物箔形成正物质连接。作为该过程的结果,PV模块可以被构造为使得所述载体结构以及PV标签具有非均匀弯曲的形状,并且PV电池以曲率受限配置方式包含于PV标签中以防止PV电池的过度弯曲。

[0062] 下面将描述这种类型IML过程的一些可能的特征和特性。而这些特征和特性仅仅是示例性的。

[0063] 优选地,正面聚合物箔和背面聚合物箔可以包围插入的PV电池并且可以在进行例如IML过程中的后续注塑成型步骤之前分别形成基板和盖板。所述聚合物稳定箔的厚度例如可以在500 $\mu\text{m}$ 和2500 $\mu\text{m}$ 之间。每个箔片可以邻接和/或覆盖所述太阳能电池装置的所有光伏电池的其中一个相对面的部分或全部。聚合物箔可以由多种聚合物材料制成,例如可以为乙烯醋酸乙烯酯(EVA)、聚碳酸酯(PC)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚酰胺(PA)、聚醚醚酮(PEEK)或它们的混合物。特别地,构成所述聚合物箔的材料可以是热塑性材料,也就是说在被加热到高温时变为塑性或粘性的材料。所述正面和背面聚合物箔可以包围插入的PV电池,并且在彼此连接时封装所述PV电池装置。可选地,聚合物箔之间可以包括玻璃纤维增强塑料或者碳纤维增强塑料。

[0064] 特别地,正面聚合物箔、背面聚合物箔和PV电池可以通过加热和/或层压工艺连接在一起。换句话说,在例如将所述背面聚合物箔、所述PV电池和最后的所述正面稳定箔以接

近的方式彼此堆叠布置后,这些堆叠层可以通过彼此机械连接而相互连接。所述连接例如可以通过对堆叠结构充分加热以使得聚合物箔的聚合物材料变得粘稠和/或发粘来进行。因此,通过这种暂时的加热,聚合物箔可以相互机械连接和/或可以与插入的PV电池相互连接。这种过程有时也被称为层压过程。作为这种层压过程的结果,所述正面和背面箔,可选地还有所述PV电池可以通过正物质的连接彼此整体连接。此外,所述层压过程可以被替代为或者额外包括其它用于连接聚合物箔的手段,例如可以在所述聚合物箔之间的连接面处和/或在所述聚合物箔的其中之一与太所述太阳能电池装置之间的连接面处施加胶水或者粘合剂。

[0065] 所得的光伏标签通常包括各种特性。例如,包括在其中的PV电池至少在一定程度上受到保护,以免受到可能损坏所述太阳能电池的机械、电和/或化学影响。进一步地,在形成所述光伏标签的层压结构中,所述PV电池通过包围整个太阳能电池装置的聚合物箔而稳定并彼此机械连接。因此,整个光伏标签可以在随后的例如光伏模块制造过程中易于被处理。然而,单独的所述PV标签通常不具有最终的PV模块所需要的足够的机械稳定性和/或刚度。换句话说,所述光伏标签通常至少在相邻太阳能电池之间的横向区域中是高度可弯曲的。具体地,单独的光伏标签通常无法自支撑。因此,如下面进一步地详细描述,所述光伏标签可以通过设置载体结构以形成所述PV模块结构的最终产品。

[0066] 例如,在制备载体结构时可以将处于可模塑状态的聚合物注入到模具中。其中所述模具通常包括凹槽。在制备所述载体结构时,所述光伏标签然后可以被布置在模具的凹槽中。换句话说,在很大程度上类似于模内贴标技术的注塑成型技术中,可以将预先制备的PV标签精确地布置在模塑工具内的预期位置处。其中,所述PV标签可以紧密地容纳在凹槽内。随后将聚合物引入模塑工具中,其中例如可以适当加热聚合物以使聚合物达到可模塑状态。适用于注塑成型的聚合物可以包括热塑性塑料、热固性塑料和弹性体。聚丙烯(PP)、聚碳酸酯(PC)、聚乙烯(PE)、聚四氟乙烯(PTFE)、聚甲醛(POM)、丙烯腈丁二烯苯乙烯(ABS)、聚芳醚酮(PAEK)、聚醚醚酮(PEEK)等材料,聚丙烯和乙烯、环氧树脂、酚醛树脂、尼龙、聚苯乙烯(PS)、聚酰胺(PA)和/或硅树脂(或其任意组合)可以用于注塑成型载体结构。限定模塑载体结构的最终形状的模塑工具的空腔可以具有任意形状。特别地,所述空腔可以具有曲面。因此,包括载体结构和PV标签的最终PV模块可以具有复杂的形状,并且具体地,可以该形状可以具有例如对应于车辆的外部车身部分的功能部件的曲面。

[0067] 应当注意,本发明的实施例的可能特征和优点在本申请中部分通过制造PV标签的方法来描述。本领域技术人员应当理解,可以将这些特征适当地从一个实施例转移到另一个实施例,并且可以修改、调整、组合和/或替换等特征,以便得出本发明的进一步的实施例。

## 附图说明

[0068] 下面将参考附图描述本发明的优选实施例。然而,附图或描述均不应被解释为对本发明的限制。

[0069] 图1示出了构成车身挡泥板的PV模块的透视图。

[0070] 图2(a)、(b)示出了平面配置方式和弯曲配置方式的PV电池的侧视图。

[0071] 图3示出了沿图1中A-A线的剖视图。

[0072] 图4示出了本发明的一个实施例中在制造弯曲的PV模块时根据曲率受限配置方式布置PV电池的过程。

[0073] 图5示出了本发明的一个实施例中在制造弯曲的PV模块时经过模塑工具的横截面。

[0074] 上述附图只是示意性的而不是按比例绘制的。相同的附图标记表示相同或相似的特征。

[0075] 优选实施方式

[0076] 图1示出了一个形成车辆车身部分的非均匀弯曲的PV模块1的轮廓。在具体的示例中,所述PV模块1构成汽车的挡泥板。其中,所述光伏模块1包括平坦或微弯曲的区域3以及明显弯曲的区域5。所述PV模块1将包括多个PV电池7(少数用虚线在图1中作为示例示出)。因此,PV电池7被一体地包含在车身部分中。

[0077] 优选地,PV电池7应当是基于晶圆的硅PV电池。所述基于晶圆的PV电池7通常是刚性和易碎的。在没有力施加到所述PV电池7的情况下,它们通常具有板状平面形状,如图2(a)所示。

[0078] 为了制造非均匀弯曲的PV模块1,所述PV电池7必须以弯曲配置方式包含在PV模块1中。

[0079] 因此,在本申请提出的制造方法中,必须确定所述PV电池7的最小允许弯曲半径 $r_b$ 。为此,可以进行弯曲实验、弯曲模拟和/或弯曲计算。其中,真实或虚拟的弯曲力9可以被分别施加至所述PV电池7以弯曲所述PV电池7。优选地,所述力9沿着所述PV电池7横向延伸的方向分散施加,以使PV电池7均匀地弯曲。在弯曲实验、模拟和/或计算中,最小允许弯曲半径 $r_b$ 被确定为所述光伏电池7可以最大弯曲到的半径,也就是说恰好在所述PV电池7因破裂或开裂而不可逆转地损坏之前。

[0080] 进一步地,需要分析包含在PV模块1中的PV电池7的曲率半径 $r_c$ ,如图3所示。在该分析中,假设PV电池7布置在PV模块1内的定位区域11处。可以分析沿PV模块1的横向延伸方向的多个定位区域11中的每一个的曲率半径 $r_{c1}$ 、 $r_{c2}$ 、 $r_{c3}$ 、 $r_{c4}$ 等。

[0081] 对于该分析,可以进行布置实验、模拟和/或计算。其中,在布置实验中,真实的PV电池7可以布置在例如初始的PV模块1的表面内或表面之上的定位区域11处,以假设所述PV模块1制造完成后所述PV电池7被包括在非平面的PV模块1中时弯曲的曲率。备选地,在布置模拟或计算中,虚拟的PV电池7可以被虚拟地布置在PV模块1的虚拟模型内的定位区域11处,以假设所述PV模块1制造完成后所述PV电池7被包括在非平面的PV模块1中时弯曲的曲率。在布置实验、模拟和/或计算中,可以对所述PV模块1内多个定位区域11中的每一个分别测量、模拟或计算曲率半径 $r_{cx}$ 。

[0082] 作为布置实验、模拟和/或计算的替代或补充,所述PV电池7的曲率半径可以通过变形实验、变形模拟和/或变形计算来分析。其中,所述PV电池可以以与上述方式类似的方式布置在各个定位区域11中。然而,不假设所述PV模块1处于最终几何形状(也就是说所述PV模块1在完成制造后直接呈现的形状)。相反,假定所述PV模块1在制造时变形成第一临时几何形状。这种变形的几何形状可能是由于在制造方法期间施加到所述PV模块1及其中包括的所述PV电池7的力造成的。这种力可以例如在用于形成用于PV模块1的载体结构的注塑期间施加。当所述PV模块1由于这种力变形时,布置在定位区域11内的PV电池7可以弯曲成

比PV模块1在完成制造后处于最终几何形状更小的曲率半径 $r_c$ 。

[0083] 作为进一步的替代或附加地,膨胀实验、膨胀模拟和/或膨胀计算可以用于分析PV电池7的曲率半径。其中,再次假设PV模块I不是最终的几何形状,而是当PV模块1处于一个根据预期安装配置方式安装并且经受预定温度变化时PV模块1的热膨胀导致的几何形状。

[0084] 在此处描述的示例性实施例中,这可能意味着挡泥板形状的PV模块I通过不同的连接位置连接至车辆的底盘。其中,然后假设PV模块1可能由于热膨胀而变形,并且产生的变形可能影响包括在PV模块1中的PV电池7的曲率半径 $r_c$ 。

[0085] 在确定了光伏电池7的最小允许弯曲半径 $r_b$ 以及已经对处于制造状态的光伏模块1中的多个定位区域11中的每一个分析了光伏电池7的曲率半径 $r_c$ 之后,然后在制造期间和/或在安装之后根据曲率受限配置方式布置PV电池7。

[0086] 所述曲率受限配置方式的示例如图4所示。其中,所述光伏电池7被布置为使得其均不与所述高度弯曲区域13重叠,其中所述光伏电池7布置在所述高度弯曲区域13中时的曲率半径 $r_c$ 将小于最小允许弯曲半径 $r_b$ 。换言之,根据曲率受限配置方式布置PV电池7,将使得所有PV电池7完全布置在所述高度弯曲区域之外。因此,在所述曲率受限配置方式中包括在所述PV模块1中的所有PV电池7的曲率半径 $r_c > r_b$ 。PV电池7可以布置在所述高度弯曲区域13的相对两侧上。作为额外的预防措施,PV电池7可以布置在与所述高度弯曲区域13相距横向距离 $d$ 的位置处。由于根据所述曲率受限配置方式使PV电池7包含在PV模块1中,所述PV电池7断裂或开裂的风险被最小化。

[0087] 为了根据曲率受限配置方式布置PV电池7,并且将根据该配置方式的PV电池7固定在PV模块1内,本文提出了一个类似于模内贴标过程的特定过程。其中,PV电池7首先布置在聚合物箔15上,或者优选地布置在两个聚合物箔15之间。然后可以层压包括一个或两个聚合物箔15以及PV电池7的堆叠结构以形成PV标签17。在所述PV标签17中,PV电池7已经根据曲率受限配置方式固定在它们的位置上。然而,所述PV标签17不是自支撑的并且对于形成PV模块1而言不够稳定。相应地,随后制备用于承载PV标签17的承载结构29。

[0088] 为此目的,如图5所示,所述PV标签17可以插入注塑工具19中。所述工具19包括空腔21、连接至空腔21的至少一个入口25和连接至空腔21的至少一个出口27。空腔21的形状基本上对应于非均匀弯曲的PV模块1的预期几何形状。PV标签17优选设置在限定空腔21的一侧的外表面。随后,将聚合物23注入空腔21中。其中,聚合物23进入可模塑状态。例如所述聚合物23被加热至高于所述聚合物23的玻璃化转变温度的高温。因此,聚合物23在通过入口25注入后,将分布在空腔21中,并与PV标签17的暴露表面接触。在随后冷却聚合物23时,聚合物23将凝固并形成载体结构29,同时与PV标签17的聚合物箔15之间形成正物质连接。这种类似IML过程的最终产品可以是PV模块1,其中所述PV电池7根据曲率受限配置方式来布置。

[0089] 虽然PV模块1可以是不均匀弯曲的并且可以包括一个或者多个高度弯曲区域15,但所述PV电池7的可以被布置为使得PV电池7仅被包括在所述高度弯曲的区域15之外的区域中。因此,没有一个PV电池会过度弯曲并且可以防止PV电池7破裂或开裂。

[0090] 最后,应当注意,术语“包括”不排除其他元件或步骤,并且“一个”或“一个”不排除多个的情况。还可以组合结合不同实施例描述的内容。还应注意,权利要求中的附图标记不应被解释为限制权利要求范围。

- [0091] 附图标记列表
- [0092] 1 PV模块
- [0093] 3 平坦或略微弯曲的区域
- [0094] 5 明显弯曲的区域
- [0095] 7 PV电池
- [0096] 9 弯曲力
- [0097] 11 定位区域
- [0098] 13 高度弯曲区域
- [0099] 15 聚合物箔
- [0100] 17 PV标签
- [0101] 19 注塑工具
- [0102] 21 空腔
- [0103] 23 聚合物
- [0104] 25 入口
- [0105] 27 出口
- [0106] 29 载体结构

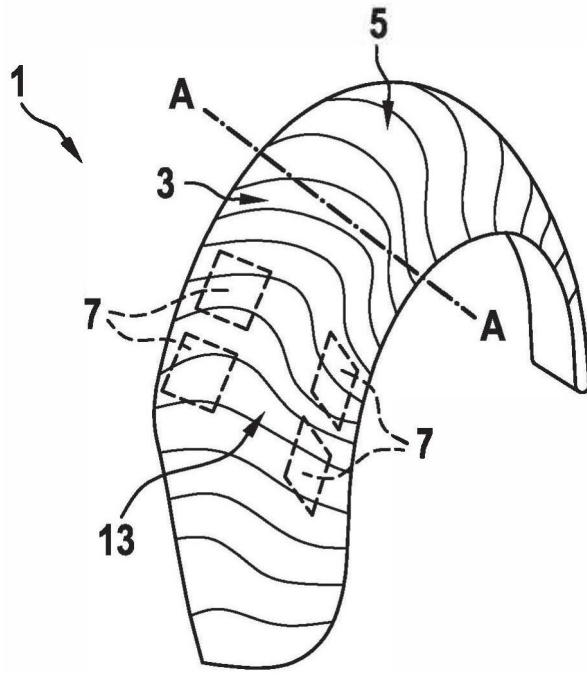


图.1

(a)



(b)

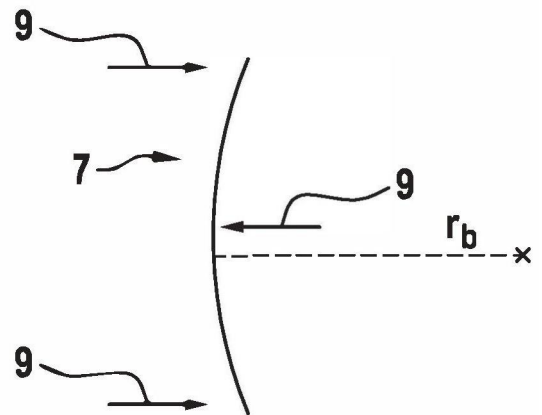


图.2

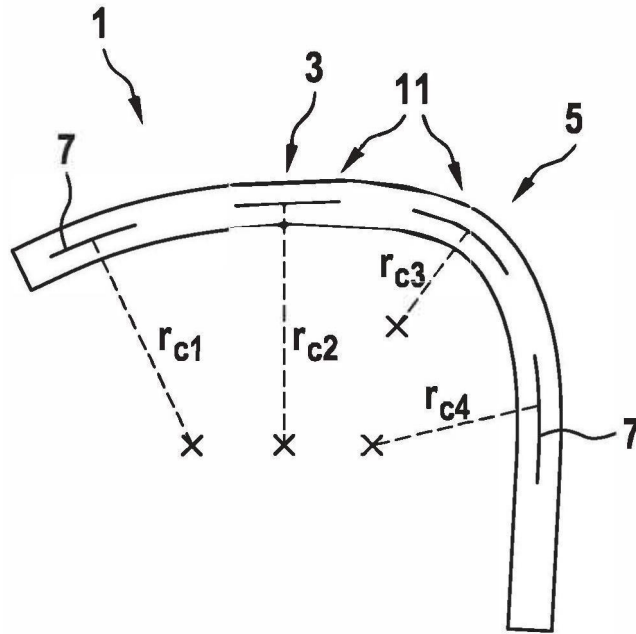


图.3

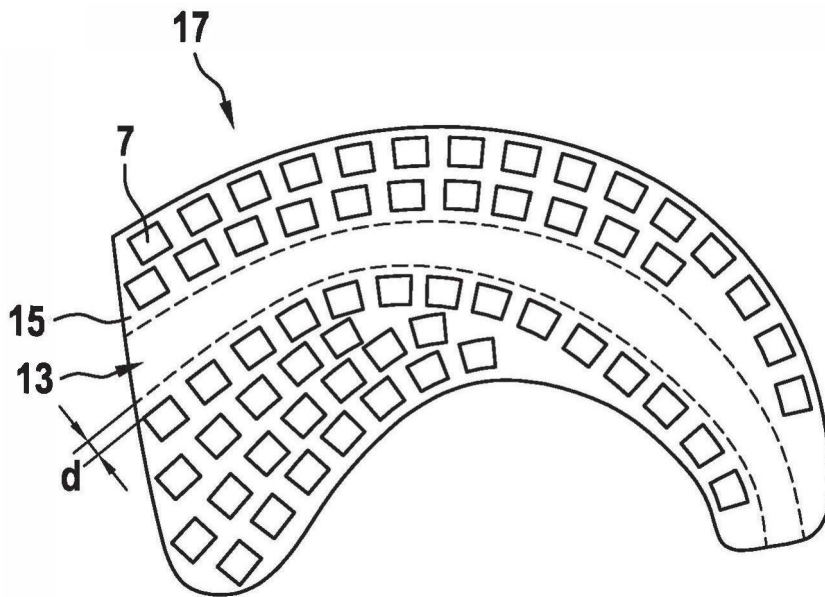


图.4

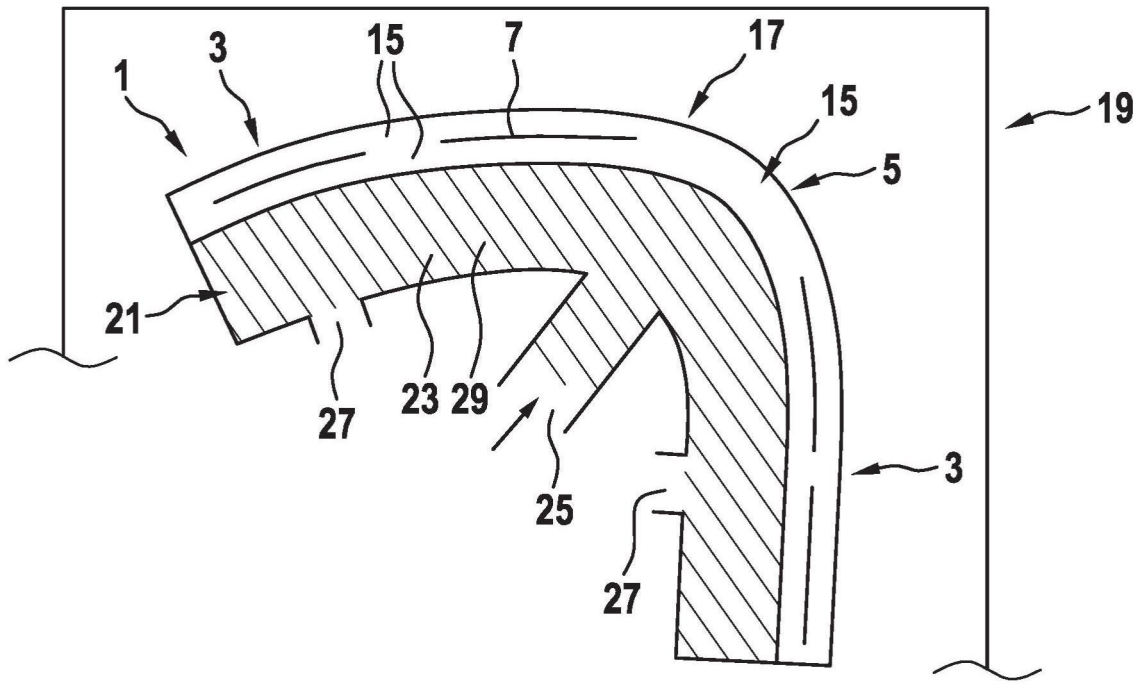


Fig.5