



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103026480 B

(45) 授权公告日 2016.05.04

(21) 申请号 201180036171.4
 (22) 申请日 2011.06.03
 (30) 优先权数据
 2010-133084 2010.06.10 JP
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日
 2013.01.24
 (86) PCT国际申请的申请数据
 PCT/JP2011/062755 2011.06.03
 (87) PCT国际申请的公布数据
 W02011/155398 JA 2011.12.15
 (73) 专利权人 信越化学工业株式会社
 地址 日本东京
 (72) 发明人 三田怜 渡部武纪 大塚宽之
 (74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
 利商标事务所 11038
 代理人 金晓
 (51) Int. Cl.
 H01L 21/67(2006.01)
 F27B 9/24(2006.01)

H01L 21/677(2006.01)
 H01L 31/0224(2006.01)
 H01L 31/18(2006.01)

(56) 对比文件

JP 特开 2003-292154 A, 2003.10.15,
 JP 特开 2003-124609 A, 2003.04.25,
 JP 特开 2001-133160 A, 2001.05.18,
 JP 特开平 8-162446 A, 1996.06.21,
 JP 特开 2001-7031 A, 2001.01.12,
 JP 特开 2007-292391 A, 2007.11.08,
 JP 特开 2002-203888 A, 2002.07.19,
 JP 特开 2009-238991 A, 2009.10.15,
 JP 特开 2005-16906 A, 2005.01.20,

审查员 张丹

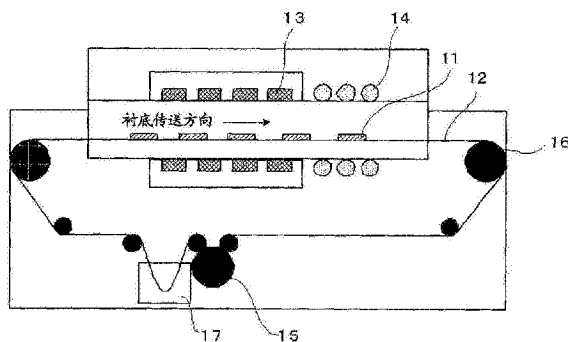
权利要求书1页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

用于烧制太阳能电池元件电极的燃烧炉、制造太阳能电池元件的方法和太阳能电池元件

(57) 摘要

公开了一种燃烧炉，用于烧制太阳能电池元件的电极，所述燃烧炉设置有：传送部件，其传送有导电膏涂于其上的衬底；加热区，其加热衬底并且烧制导电膏；以及冷却区，其冷却热衬底。该燃烧炉还设置有用于加热传送部件的加热装置。具体地，在使用线材型燃烧炉烧制导电膏时，由于线材是在基本等于加热区周围温度的温度上被烧制的，因此抑制了由于导电膏金属成分的沉积材料引起的电极损坏，所述沉积材料被沉积在线材上，以及所述线材型燃烧炉可以被连续使用。



1. 一种用于在太阳能电池器件上烧制电极的炉,包括:传送部件,用于通过移动同时使置于其上的衬底与涂于所述衬底的一部分上的导电膏接触而传送有导电膏涂于其上的衬底、用于加热置于所述传送部件上的所述衬底以烧制所述导电膏的加热区和用于冷却所加热的衬底的冷却区,所述炉进一步包括用于预加热所述传送部件的装置,使得所述传送部件和加热区气体之间的温度差在0至20°C范围内。

2. 根据权利要求1所述的炉,其中所述用于预加热所述传送部件的装置是在所述炉外的加热区域处间接加热所述传送部件的装置。

3. 根据权利要求1所述的炉,其中所述传送部件包括延伸用于在所述炉的纵向方向上的平行且水平移动的至少两条线材,其中当所述衬底被置于线材上时,所述衬底由所述线材来传送。

4. 根据权利要求1所述的炉,其中所述传送部件具有移动梁系统。

5. 根据权利要求1所述的炉,其中所述用于预加热所述传送部件的装置是通过把电压加到所述传送部件两端以传导AC或者DC电流从而直接加热所述传送部件的电气装置。

6. 一种用于制造太阳能电池器件的方法,包括以下步骤:在半导体衬底中形成pn结、将导电膏涂于半导体衬底的光接收表面和非光接收表面,以及烧制所述导电膏以形成能量提取电极,

所述烧制导电膏的步骤在如权利要求1至5中的任何一项所述的炉中进行。

7. 一种根据权利要求6所述方法获得的太阳能电池器件。

用于烧制太阳能电池元件电极的燃烧炉、制造太阳能电池元件的方法和太阳能电池元件

技术领域

[0001] 本发明涉及用于在太阳能电池器件上烧制电极的炉、使用该炉制造太阳能电池器件的方法和太阳能电池器件。

背景技术

[0002] 图1示出了典型太阳能电池器件结构的横截面。该太阳能电池器件1由p型半导体衬底2开始制造,所述p型半导体衬底具有尺寸为100至150平方毫米和厚度为0.1至0.3毫米的平板形状,并且所述p型半导体衬底基于多晶硅或者单晶硅以及掺杂诸如硼的p型杂质。衬底被掺杂诸如磷的n型杂质以形成n型杂质层3并且被涂有SiN或类似的抗反射涂层4。通过丝网印刷法、干燥并烧制,导电铝膏和导电银膏分别被涂到背面和正面,借此在背面以及背面电场(BSF)层6上形成铝电极5,以及在正面上形成集电极7。

[0003] 图2示意性地示出了传统网孔带型燃烧炉,在制造上述提到的太阳能电池器件的方法中,其在烧制导电膏的步骤中被利用以形成电极。当有导电膏印刷在其上的衬底11通过借助辊16由驱动器15驱动网孔带12传送时,导电膏在加热区13中被烧制并且在冷却区14中被冷却以形成电极。应当注意,在图2中示出了用于去除网孔带上的任何污染物的清洗槽17。

[0004] 由于网孔带的大热容,因此网孔带燃烧炉遭受大量的能量消耗。同时,虽然优选了快速加热/快速冷却的曲线使用铝膏在太阳能电池器件的背面上形成令人满意的BSF层,但会出现如下问题:为了给网孔带燃烧炉提供快速加热/快速冷却的曲线,需要很多加热器和水冷却。

[0005] 为了解决这些问题,例如,专利文件1(JP-A H08-162446)公开了使用四条线材替代网孔带,从而减少燃烧炉的能量消耗并减少烧制时间以增加成品率。图3是该线材型燃烧炉的示意图。类似于网孔带型燃烧炉,涂有导电膏的衬底21通过线材型传送部件22被传送,所述线材型传送部件借助辊26由驱动器25驱动。随着衬底通过加热区23和冷却区24,形成了电极。

[0006] 在专利文件1的方法中,有导电膏印刷在其上的衬底通过线材被传送,该衬底直接搁置在所述线材上。然而,在燃烧炉的加热区中,线材温度一般比空气温度和衬底温度低约50°C。当衬底正面朝上烧制,即背面的铝层与线材保持接触时,由于燃烧炉的加热区中的铝层和线材之间的温度差,因此铝一旦熔化就被留在与线材的接触处,在线材上堆积。这样的铝堆积变成硬铝,所述硬铝随着受烧制处理的衬底数量的增加可以导致铝电极的裂纹。有时,这种裂纹变成硬突起,当电池为了封装而堆叠时,在所述硬突起处电池可能破裂。这产生制造成品率减少的问题。

[0007] 专利文件1还有这样的问题:在背面朝上烧制的情况下,也就是将正面的银电极与线材保持接触,烧制后线材的痕迹被留在银电极上,这可以导致断开并且因此性能和成品率下降。

[0008] 专利文件1中产生又一问题:由于线材温度比燃烧炉加热区气体和衬底的温度低,因此衬底与线材接触的部分加热不足,这可能导致银电极的欠烧结和BSF层的厚度分布。因此,太阳能电池器件的性能降低了。

[0009] 从专利文件2(JP-A2009-238991)还可知用线材作为移动梁的燃烧炉。图4示出了线材型移动梁输送机燃烧炉的示意图。该移动梁型燃烧炉包括两条平行并且水平延伸的固定线材(或者固定梁)32,以及可移动线材(可垂直/横向移动的梁)33,所述可移动线材可以在预定冲程上在垂直和横向方向被驱动以用于传送衬底31。这些固定梁32和可移动梁33分别通过卷绕在辊34和35上被牢牢地固定住,尽管根据需要它们也可以收缩或者膨胀。燃烧炉进一步包括用于加热衬底的加热区36和用于冷却热衬底的冷却区37。图5示出了固定梁32和可移动梁33的局部放大图。

[0010] 在使用如图4和图5所示的移动梁的加热方法中,衬底31首先被置于固定梁32上。然后位于固定梁32下方的可移动梁33被垂直向上移动,以拾取置于固定梁32上的衬底31,进一步在衬底31置于可移动梁33上的情况下向上移动,并在冲程的上限处停止。图6示出了衬底31被置于可移动梁33上。随后,有衬底31保持在其上的可移动梁33被推进一个冲程并停止。然后,可移动梁33被垂直向下移动以传送衬底31至固定梁32,进一步向下移动,回缩一个冲程并停止,恢复初始位置。这样,衬底通过操作移动梁进行热处理,以传输衬底通过炉的加热区和冷却区。

[0011] 从带式传输系统到移动梁传输系统的转换节省了所需用于冷却以产生适于形成令人满意的BSF层的快速加热/快速冷却燃烧曲线的单元的空间,并且提供了减少能量消耗和更短处理时间的优势。但是,由于衬底还与线材直接接触,该方法不可避免地存在太阳能电池器件性能和成品率的降低。

[0012] 引用列表

[0013] 专利文件

[0014] 专利文件1:JP-A H08-162446

[0015] 专利文件2:JP-A2009-238991

发明内容

[0016] 技术问题

[0017] 在上述情况下做出的本发明的目的:提供用于烧制太阳能电池器件的电极的炉,其通过阻止导电膏中的金属成分堆积在例如线材的传送部件上(这导致电极或者衬底的损坏)以及最小化衬底平面内的烧制变化,确保导电膏的有效烧制以在衬底上形成电极,因此使得在无须太阳能电池性能有任何损失的情况下,能够以高成品率制造太阳能电池器件;使用燃烧炉制造太阳能电池器件的方法;以及太阳能电池器件。

[0018] 问题的解决方案

[0019] 为实现上述目的进行了广泛的研究,发明人发现当用于烧制太阳能电池器件电极的炉包括用于传送有导电膏涂在其上的衬底的传送部件,使用用于加热衬底以烧制导电膏的加热区和用于冷却热衬底的冷却区,特别是当传送部件具有线材结构并且线材型传送部件通过加热装置被加热,以使得在电极膏烧制期间,传送部件的温度可以接近加热区气体的温度,由此衬底可以被有效地加热。这防止了导电膏中的金属成分在熔化后留在线材上,

从而防止了金属成分的堆积导致电极或者衬底的损伤,并且使得衬底平面内的烧制变化最小化。于是可以在制造太阳能电池器件时烧制电极膏,而不会有太阳能电池性能和成品率的任何损失。本发明是基于这些发现的。

[0020] 相应地,如下文所定义,本发明提供燃烧炉、制造太阳能电池器件的方法以及太阳能电池器件。

[0021] (1)用于在太阳能电池器件上烧制电极的炉,包括:用于传送有导电膏涂于其上的衬底的传送部件、用于加热所述衬底以烧制所述导电膏的加热区和用于冷却所述热衬底的冷却区,所述炉进一步包括用于加热所述传送部件的装置。

[0022] (2)根据(1)中的燃烧炉,其中加热区气体和传送部件之间的温度差为0至200°C。

[0023] (3)根据(1)或者(2)的燃烧炉,其中传送部件包括延伸用于在所述炉的纵向方向上的平行且水平移动的至少两条线材,其中当衬底被置于线材上时,所述衬底通过线材来传送。

[0024] (4)根据(1)至(3)中任意一个的燃烧炉,其中传送部件具有移动梁系统。

[0025] (5)根据(1)至(4)中任意一个的燃烧炉,其中用于加热传送部件的装置是电气装置。

[0026] (6)用于制造太阳能电池器件的方法,包括如下步骤:在半导体衬底中形成pn结、将导电膏涂至半导体衬底的光接收表面和非光接收表面以及烧制导电膏以形成能量提取电极,。

[0027] (7)通过(6)的方法获得的太阳能电池器件。

[0028] 本发明的有利效果

[0029] 本发明旨在线材温度接近加热区气体的温度或者铝膏层的温度,特别是当线材型燃烧炉被用在烧制电极膏中。在高于正常温度大约50°C的温度处,线材被加热以便在烧制之前线材温度基本等于加热区气体的温度。这防止了由导电膏中的金属成分在线材上的堆积导致损坏电极而降低成品率,并且使得线材型燃烧炉能够连续操作。这进一步最小化了衬底平面内的烧制变化,另外所述烧制变化是由线材的较低温度引起的,从而抑制性能的损耗。该燃烧炉还提供与网孔带燃烧炉等相比的高生成品率。

附图说明

[0030] 图1是示意性剖视图,其示出了典型太阳能电池器件的结构。

[0031] 图2示出了示例性网孔带燃烧炉的示意图。

[0032] 图3示出了一个示例性线材型燃烧炉的示意图。

[0033] 图4示出了一个示例性线材型移动梁燃烧炉的示意图。

[0034] 图5示出了线材型移动梁燃烧炉中固定梁和可移动梁的局部放大图。

[0035] 图6示出了有衬底置于其上的可移动梁的示意性剖视图。

具体实施方式

[0036] 下面将详细描述本发明的实施例。然而,本发明的范围并不限制于所描述的实施例,因为本发明在除所描述的实施例外可以在多种实施例中实施。附图不是按比例绘制的。为了清楚地描述和理解本发明,某些部分以放大的比例被示出,而无关紧要的部分未示出。

[0037] 本发明的燃烧炉旨在用于烧制太阳能电池器件上的电极并且被定义为包括用于传送有导电膏涂在其上的衬底的传送部件、用于加热衬底以烧制导电膏的加热区和用于冷却热衬底的冷却区,并且其特征在于进一步包括用于加热传送部件的装置。

[0038] 在本发明的燃烧炉中,有导电膏涂在其上的衬底被置于传送部件上并由此传送通过炉。当衬底经过加热区时,导电膏被烧制形成电极。用于传送衬底的传送部件的结构没有具体限定,其可以是网状、线型和其它系统的任何一种。优选线型燃烧炉,其中线材被用以传输衬底。与传统网孔带燃烧炉相比,线材型燃烧炉能够实现低能量消耗的燃烧以及高生成成品率。

[0039] 其中使用了线材传送部件,它的结构没有特别的限制,并且它可以有现有技术众所周知的结构中的任何一种。如图3所示,优选的结构其中至少有两条线材,通常两条至四条线材延伸用于在炉的纵向方向上平行和水平的移动并且借助辊由驱动器驱动,以及如图4所示,其中至少有两条线材的结构,通常两条至四条线材在炉的纵向方向上平行且水平地延伸并且当需要时是可移动的。这里使用的线材优选由诸如SUS303或者SUS304的不锈钢制造,并且为了平衡线材强度和加热燃烧炉所需的能量消耗,还优选具有1至20mm的直径。当线材具有取决于其直径的热容量时,该热容量最好被预先确定,以使得加热燃烧炉所需的能量消耗可以是低的。例如,由于加热燃烧炉仅需要低能量消耗,所以如图4至6所示线材型移动梁的使用是有利的。

[0040] 在根据本发明的烧制电极膏中,直到传送部件的温度变得基本上等于加热区气体的温度时,有衬底置于其上的传送部件才被加热。例如,在线材型燃烧炉使用线材型传送部件的情况下,该线材作为传送部件被预加热,以使得线材温度基本上等于燃烧炉中衬底上的导电膏层的温度。线材和衬底之间没有温度差消除了热导电膏中的导电金属成分会粘连冷线材的传统认知现象,并最终阻止金属成分堆积在线材上。即使在连续操作线材型燃烧炉的时候,这也抑制了由线材上的金属成分堆积造成的电极损坏所导致的成品率降低。这还最小化了由线材的低温导致的衬底平面内的烧制变化,从而防止了性能降低。

[0041] 加热传送部件的装置包括直接加热线材的电子装置,其通过把电压加到该线材两端以传导AC或者DC电流。间接加热线材的合适装置包括通过在燃烧炉外提供加热面积来灯加热线材本身的装置;通过施加蒸汽至燃烧炉外的线材来加热线材本身的装置;以及通过围绕线材卷绕线圈并传导电流至线圈来加热线材本身的装置。这些装置中的任何一个可以被用于加热线材。其中,不管怎样,由于间接加热线材装置需要提供燃烧炉外的加热区域,因此直接加热线材的装置从成本和空间方面上是优异的。因此,优先选择直接加热线材的装置。使用这种加热装置消除了线材和整个衬底之间的温度差并且消除了热导电膏粘连冷线材的传统认知现象,从而最终防止了导电膏中的金属成分堆积在线材上。这抑制了线材上的金属成分堆积造成的电极损坏而导致的成品率降低,还抑制了由于衬底平面内的烧制变化而导致的性能降低。

[0042] 加热区的温度(燃烧温度)通常是500至950°C,优选600至850°C,并且加热时间优选是5至30秒。此外,冷却区的温度为优选25至500°C,并且冷却时间是5至30秒。燃烧炉内的气体可以是空气,优选是可以让导电膏中的有机材料被烧掉的气体。另一方面,传送部件的温度基本上等于加热区气体的温度,优选500至950°C的范围,并且更优选600至850°C的范围。如本文所使用的,短语“传送部件的温度基本上等于加热区气体的温度”是指,传送部件

和加热区气体之间的温度差在0至200°C范围内,优选0至100°C,更优选0至20°C,甚至更优选0至10°C。

[0043] 其次描述了使用本发明的燃烧炉的方法制造的太阳能电池器件。例如,如图1所示,太阳能电池器件1包括硅衬底2作基底、n型扩散层3、其上有SiN或者类似物的抗反射涂层4以及与衬底2正面(光接收表面)上的n型扩散层连接的表面集电极7,还有在衬底2背面上的背电极5和背面电场(BSF)层6。

[0044] 下面描述根据本发明制造太阳能电池器件的方法。首先是衬底,通常提供的是p型硅衬底。常用的p型硅衬底具有0.1至4.0 Ω -cm的电阻率。如上所述,它可以是多晶体或者单晶体并且优选具有尺寸为100至150平方毫米和厚度为0.1至0.3毫米的平板形状。例如,通过在酸性溶液中沉浸、在碱性溶液中进行化学蚀刻、清洗和烘干,对应于太阳能电池器件光接收表面的p型硅衬底的表面被配备有称作纹理的高低不平的结构。该高低不平的结构导致太阳能电池器件光接收表面处光的多重反射。因此,通过形成高低不平的结构,减少了有效反射并且提高了转换效率。在下文中,p型硅衬底的一个表面充当太阳能电池器件光接收表面,该表面被称为正面,以及与光接收表面相反的p型硅衬底的另一个表面被称为背面。

[0045] 然后,p型硅衬底被放入包括POCL₃的热气体,例如在大约800°C或者更高温度下,继之以在其整个表面上通过扩散诸如磷这样的n型杂质至p型硅衬底中的热扩散方法,从而在表面中形成n型扩散层(n型杂质层)。应当注意的是,当n型扩散层通过热扩散形成时,n型扩散层可以形成在p型硅衬底的相反表面和端表面上。在这种情况下,可以通过在氟硝酸(fluoronitric acid)溶液等中沉浸p型硅衬底来去除不必要的n型扩散层,其中必要的n型扩散层表面涂有耐酸树脂。上述工序产生具有pn结的衬底。

[0046] 然后,例如,通过使用氨、硅烷、氮、氢等的等离子增强CVD方法,在p型硅衬底表面上形成SiN等的抗反射涂层。

[0047] 在衬底的背面上,例如,包括铝、玻璃粉、清漆等的导电膏被丝网印刷和干燥。在正面上,例如,包括银、玻璃粉、清漆等的导电膏被丝网印刷和干燥以形成集电极。然后,各个电极的膏在本发明的燃烧炉中烧制,借此铝电极和BSF层在背面上形成以及银电极在正面上形成。在正面和背面上的能量提取电极的形状没有具体限制,像梳状或光栅形状这样的任何期望形状的电极可以在本发明的炉中烧制。烧制条件如上所述。

[0048] 实施例

[0049] 实施例和对比实施例在下面给出用于进一步描述本发明,但是本发明并不限于此。

[0050] 实施例和对比实施例

[0051] 掺杂硼的p型多晶硅的p型硅衬底已被切成0.2mm的厚度并且具有大约1 Ω -cm的电阻率,该衬底沿着外周边被加工成每个边长为15cm的方形板。p型硅衬底被浸入氟硝酸溶液15秒钟以蚀刻损伤层,在70°C的包括2wt%KOH和2wt%异丙醇(IPA)的溶液中化学蚀刻5分钟,用去离子化的水清洗并且干燥,借此在p型硅衬底表面上形成纹理。

[0052] 然后,p型硅衬底被放入POCL₃气氛中并且在870°C的温度下经受30分钟的热扩散,就此在p型硅衬底上形成n型层。n型层具有大约40欧姆/平方(Ω /□)的表面电阻。耐酸树脂被涂到n型层上,随后p型硅衬底被浸入氟硝酸溶液10秒钟以去除缺少耐酸树脂涂层的n型层。此后,耐酸树脂涂层被去除,从而获得了仅在正面具有n型层的p型硅衬底。

[0053] 随后,通过使用氨气、硅烷和氮气的离子增强CVD方法, SiN抗反射涂层在p型硅衬底的n型层承载表面上沉积至100nm的厚度。然后,在抗反射涂层承载衬底的背面上,导电铝膏在150℃下被印刷和干燥。此后,在正面上,通过丝网印刷技术涂敷导电银膏并且在150℃下干燥以形成集电极。

[0054] 随后,如图4所示,目前处理的衬底被接纳入线材型移动梁燃烧炉,其中在800℃的最高温度下,导电膏被烧制成电极。这时,电流被受控地传导经过线材,以使得线材温度变成与加热区气体温度相等。通过插入K系列热电偶(由Keyence Corp.提供)测量燃烧炉(加热区)中的温度,以及线材温度通过放置K系列热电偶与线材接触来测量。已经确认的是,线材温度与加热区气体温度基本相等(线材温度:795℃)。与不通过任何方法处理线材的情况相反,这伴随消除了热铝与冷线材粘连的现象,并最终阻止铝堆积在线材上。这避免了铝在线材上堆积导致损伤电极从而降低成品率,并且还避免了当具有有凸起形式裂纹的铝电极的衬底堆叠时,衬底可能在凸起处断裂的现象而导致的生产成品率降低。另外,最小化了由线材的低温引起的衬底平面内的电极膏烧制变化,借此可以减少电阻和BSF的分布以防止转换效率的降低。此外,可以通过抑制加速太阳能电池从铝电极裂纹开始老化而延长组件的寿命。

[0055] 通过根据上述工序的烧制,制造了1000个太阳能电池器件。表格1报告了太阳能电池器件的性能以及烧制阶段之后的成品率。成品率是相对允许进入烧制阶段的衬底数量没有上述问题(裂纹、凸起、外观异常)的那些衬底的通过率。

[0056] 相反,对比实施例的数据是那些没有加热线材、在与实施例中相同的线材型燃烧炉中烧制的太阳能电池器件。燃烧炉(加热区)中的温度通过插入K系列热电偶测量,以及线材温度通过放置K系列热电偶使之与线材接触来测量。已经确认的是,线材温度比加热区气体温度低大约50℃。从表1来看,与对比实施例的烧制步骤相比,从本发明燃烧炉的使用可以预期太阳能电池性能和生产成品率的提高。这些提高主要归因于线材温度降低的消除。

[0057] 表1

[0058]

	成品率(%)	转换效率
实施例	97.7	14.9
对比实施例	95.4	14.8

[0059] 附图标记列表

[0060] 1:太阳能电池器件

[0061] 2:衬底

[0062] 3:n型杂质层

[0063] 4:抗反射涂层

[0064] 5:背面电极

[0065] 6:BSF层

[0066] 7:正面集电极

[0067] 11,21,31:衬底

[0068] 12:网孔带

[0069] 13,23,36:加热区

- [0070] 14,24,37:冷却区
- [0071] 34,35:辊
- [0072] 15,25:驱动器
- [0073] 16,26:辊
- [0074] 17:清洗槽
- [0075] 22:线材型传送部件
- [0076] 32:固定线材(固定梁)
- [0077] 33:可移动线材(可移动梁)

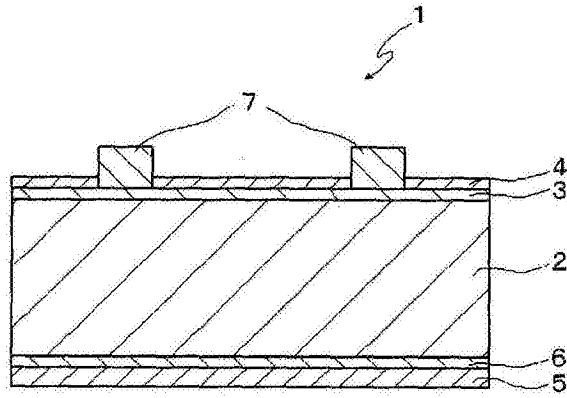


图1

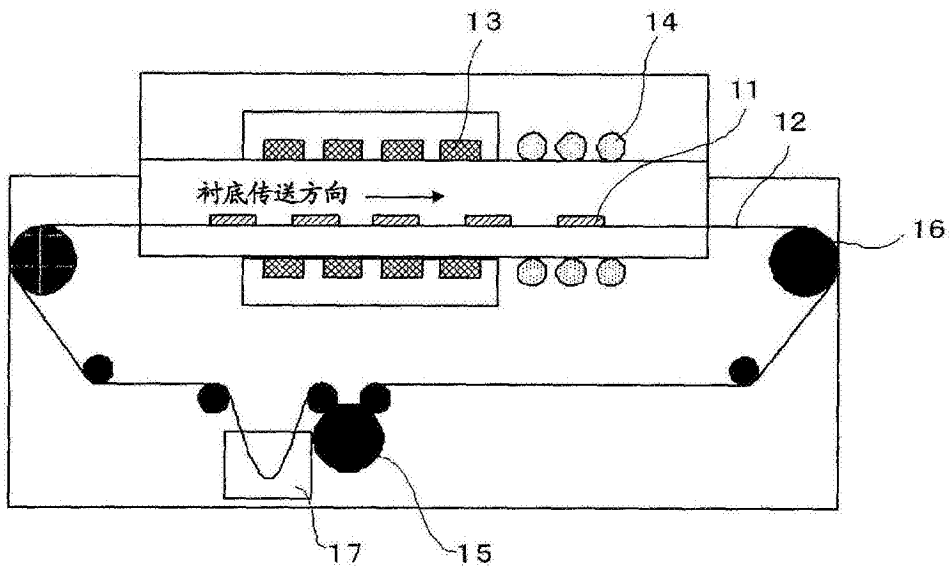


图2

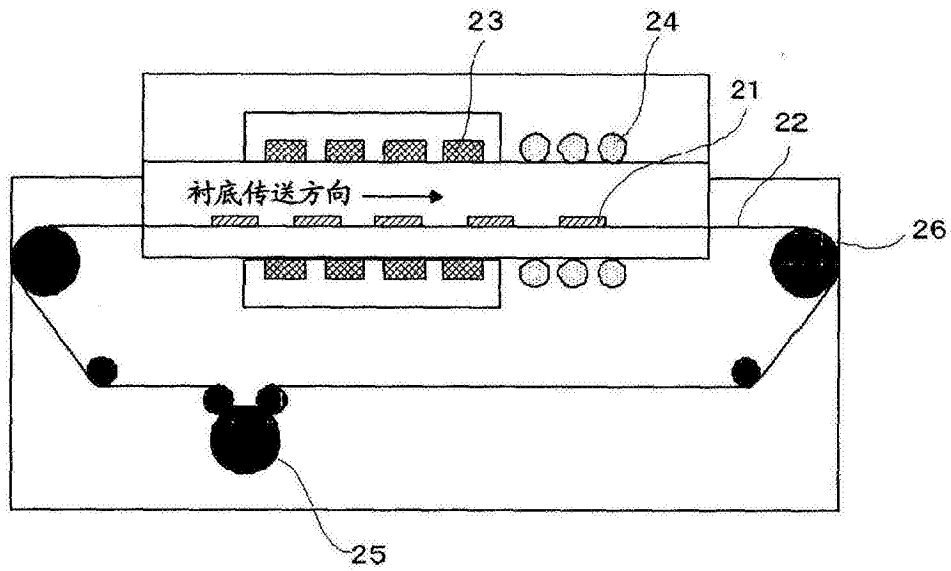


图3

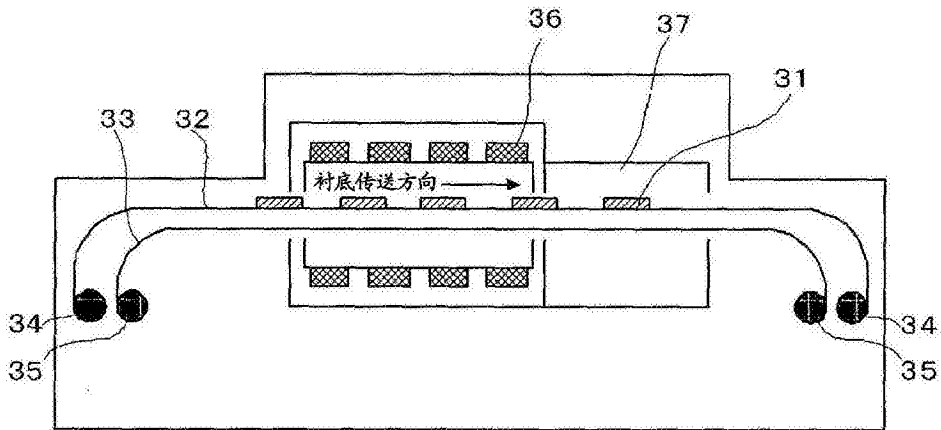


图4

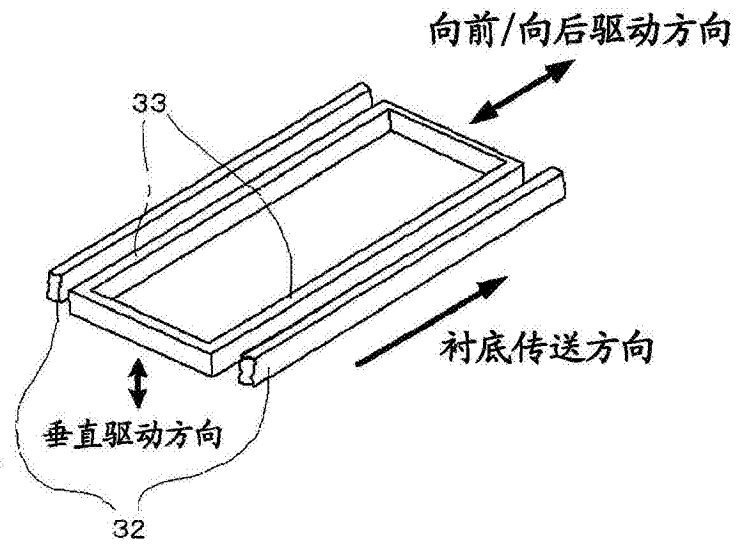


图5

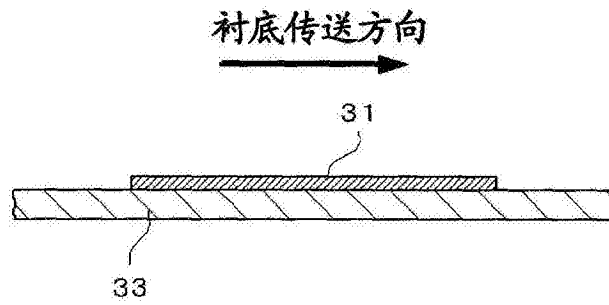


图6