



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101752453 A

(43) 申请公布日 2010.06.23

(21) 申请号 200810204033.2

(22) 申请日 2008.12.04

(71) 申请人 上海空间电源研究所

地址 200233 上海市徐汇区苍梧路 388 号

(72) 发明人 曹章轶 徐传明 王小顺 马贤芳

(74) 专利代理机构 上海航天局专利中心 31107

代理人 郑丹力

(51) Int. Cl.

H01L 31/18(2006.01)

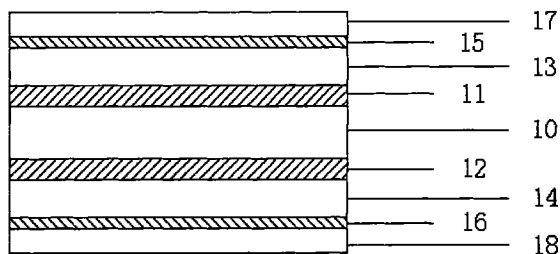
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

玻璃衬底双面铜铟镓硒薄膜太阳能电池组件的制备方法

(57) 摘要

本发明涉及光伏电池制造方法,公开了一种玻璃衬底双面铜铟镓硒薄膜太阳能电池组件的制备方法;包括:一、在玻璃衬底[10]的两面沉积背电极[11]和[12],对背电极激光刻划;二、在两面的背电极上沉积吸收层[13]和[14];其中,迎光面吸收层[13]为宽带隙吸收层;背光面吸收层[14]为窄带隙吸收层;三、沉积缓冲层[15]和[16];四、机械刻划;五、沉积透明电极层[17]和[18];六、透明电极机械刻划;七、封装。本发明有效地提高了铜铟镓硒吸收层对光能的吸收,取得了结构简单、光电转换效率高、无污染和工艺简便等有益效果。



1. 一种玻璃衬底双面铜铟镓硒薄膜太阳能电池组件的制备方法,其特征在于,该方法包括如下步骤:

步骤一、沉积背电极;

在玻璃衬底 [10] 的两面上,用两个 $\text{SnO}_2:\text{F}$ 靶同时溅射沉积氧化锡类透明导电 $\text{SnO}_2:\text{F}$ 背电极 [11] 和 [12],厚度为 $0.7\ \mu\text{m} \sim 1.0\ \mu\text{m}$;再分别对背电极 [11] 和 [12] 进行激光刻划;

步骤二、沉积吸收层;

用共蒸发法,即用 Cu、In、Ga、Se 进行反应蒸发,分别在背电极 [11] 和 [12] 上沉积铜铟镓硒 ($\text{CuIn}_{1-x}\text{Ga}_x\text{Se}_2$) 吸收层 [13] 和 [14],厚度为 $1.0\ \mu\text{m} \sim 1.5\ \mu\text{m}$;蒸发时,衬底温度控制在 $400^\circ\text{C} \sim 510^\circ\text{C}$;

其中:迎光面吸收层 [13] 中各元素的原子比为 $\text{Cu}/(\text{In}+\text{Ga}) : 0.85 \sim 0.95$ 、 $x > 0.5$,为宽带隙吸收层;背光面吸收层 [14] 中各元素的原子比为 $\text{Cu}/(\text{In}+\text{Ga}) : 0.85 \sim 0.95$ 、 $x < 0.35$,为窄带隙吸收层;

步骤三、沉积缓冲层;

用化学水浴法,同时在吸收层 [13] 和 [14] 上沉积 $\text{Zn}(\text{S}, \text{O}, \text{OH})$ 缓冲层 [15] 和 [16],厚度为 $50\text{nm} \sim 100\text{nm}$,水浴温度控制在 $80^\circ\text{C} \sim 90^\circ\text{C}$;

步骤四、机械刻划;

分别对吸收层 [13]、缓冲层 [15] 和吸收层 [14]、缓冲层 [16] 进行机械刻划;

步骤五、沉积透明电极层;

在缓冲层 [15] 和 [16] 上,用两个 $\text{SnO}_2:\text{In}$ 靶同时溅射沉积氧化锡类透明导电 $\text{SnO}_2:\text{In}$ 透明电极 [17] 和 [18],厚度为 $300\text{nm} \sim 600\text{nm}$;

步骤六、透明电极机械刻划;

分别对吸收层 [13]、缓冲层 [15]、透明电极 [17] 和吸收层 [14]、缓冲层 [16]、透明电极 [18] 进行机械刻划;

步骤七、封装;

在玻璃衬底 [20] 上制作完成双面铜铟镓硒薄膜太阳能电池组件 [21] 后,在电池组件的正反背电极和透明电极上分别焊接四根汇流条 [22],在每根汇流条上分别焊接一根引出线 [23];把薄膜太阳能电池放在滚压平台前,与覆盖膜 [24]、粘接层 [25] 和背面覆盖膜 [26] 进行层压封装,最后,把边框 [27] 固定在组件上。

2. 如权利要求 1 所述的双面铜铟镓硒薄膜太阳能电池组件的制备方法,其特征在于:所述的步骤七、封装,进一步包括:电池之间的内部相互连接也可通过透明导电薄膜实现。

3. 如权利要求 1 所述的双面铜铟镓硒薄膜太阳能电池组件的制备方法,其特征在于:所述的步骤七、封装,采用如下的材料:

所述的覆盖膜 [24] 可以是 ETFE、PTFE、FEP、PVDF 含氟类聚合物薄膜,厚度为 $25\ \mu\text{m}$,能够在 $-85^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$ 之间稳定工作,透光率在 90% 以上;

所述的粘接层 [25] 可以是 EVA 膜或透明硅树脂,厚度为 $40\ \mu\text{m} \sim 80\ \mu\text{m}$;为热固性材料,可以通过热滚压方式进行固化;所述粘接层的透过率在 90% 以上,能够在 $-85^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$ 之间稳定工作;

所述的背面覆盖膜 [26] 可以是 ETFE、PTFE、FEP、PVDF 含氟类聚合物薄膜,厚度为

25 μm ,能够在 $-85^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$ 之间稳定工作,透光率在 90%以上; ;

所述的汇流条 [22] 的厚度不大于 20 μm 。

4. 如权利要求 1 所述的双面铜铟镓硒薄膜太阳能电池组件的制备方法,其特征在于:所述的步骤一、沉积背电极,也可以用两个 ZnO:Al 靶同时溅射沉积透明导电 ZnO:Al 背电极 [11] 和 [12],厚度为 0.5 $\mu\text{m} \sim 0.8 \mu\text{m}$;

同时,所述的步骤五、沉积透明电极层;也可以用两个 ZnO:B 靶同时溅射沉积透明导电 ZnO:B 透明电极 [17] 和 [18],厚度为 400nm \sim 800nm。

5. 如权利要求 1 或 4 所述的双面铜铟镓硒薄膜太阳能电池组件的制备方法,其特征在于:所述的步骤一、沉积背电极,也可以用两个 ZnO:Ga 靶同时溅射沉积氧化锌类透明导电 ZnO:Ga 背电极 [11] 和 [12],厚度为 0.5 $\mu\text{m} \sim 0.8 \mu\text{m}$;

同时,所述的步骤五、沉积透明电极层;也可以采用上述相同的靶同时溅射沉积氧化锌类透明导电 ZnO:Ga 透明电极 [17] 和 [18],厚度为 400nm \sim 800nm。

6. 如权利要求 1 所述的双面铜铟镓硒薄膜太阳能电池组件的制备方法,其特征在于:所述的步骤三、沉积缓冲层;也可以用热蒸发法同时沉积 ZnS 薄膜缓冲层 [15] 和 [16],厚度为 100nm \sim 150nm,衬底温度为 200°C 。

玻璃衬底双面铜铟镓硒薄膜太阳能电池组件的制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及光伏电池制造方法,尤其是一种玻璃衬底双面铜铟镓硒薄膜太阳能电池组件的制备方法。

背景技术

[0002] 以铜铟镓硒薄膜作为吸收层的薄膜太阳能电池具有较高的光电转换效率和良好的抗辐射性能,成为光伏电池领域的研究热点之一。铜铟镓硒薄膜太阳能电池是在衬底上分别沉积多层薄膜而构成的光伏器件,其一般结构为:减反射膜/栅极/透明电极/窗口层/缓冲层/吸收层/背电极/衬底。此种结构的铜铟镓硒薄膜电池对光的吸收利用率不高。太阳光从外界进入到铜铟镓硒吸收层,依次经过透明电极、窗口层和缓冲层,最后才到达铜铟镓硒吸收层。在此期间,受各层的光透过率等因素的影响,部分光能被以上各层反射、散射回外界,或被衰减变成热。同时,由于铜铟镓硒吸收层很薄,还有部分光穿透吸收层没有被吸收。因此,真正能让吸收层吸收并最终转变为电能的光能很少。

[0003] 目前没有发现同本发明类似技术的说明或报道,也尚未收集到国内外类似的资料。

发明内容

[0004] 为了解决现有技术太阳能电池的铜铟镓硒吸收层对太阳光的不完全吸收,影响光电转换效率这一问题,本发明的目的在于提供一种玻璃衬底双面铜铟镓硒薄膜太阳能电池组件的制备方法。本发明把电池组件设计成叠层结构,即在玻璃衬底的两面分别沉积宽带隙及窄带隙的铜铟镓硒薄膜电池,其中宽带隙电池沉积在玻璃衬底的迎光面,而窄带隙电池沉积在玻璃衬底的背光面,使得没有被宽带隙电池吸收的低能量可见光被窄带隙电池吸收,从而提高光能的利用率。

[0005] 为了达到上述发明目的,本发明为解决其技术问题所采用的技术方案是提供一种玻璃衬底双面铜铟镓硒薄膜太阳能电池组件的制备方法,包括如下步骤:

[0006] 步骤一、沉积背电极;在玻璃衬底的两面上,用两个 $\text{SnO}_2:\text{F}$ 靶同时溅射沉积氧化锡类透明导电 $\text{SnO}_2:\text{F}$ 背电极,厚度为 $0.7\ \mu\text{m} \sim 1.0\ \mu\text{m}$;分别对两面的背电极进行激光刻划;

[0007] 步骤二、沉积吸收层;用共蒸发法,即用 Cu 、 In 、 Ga 、 Se 进行反应蒸发,分别在两面的背电极上沉积两层铜铟镓硒 ($\text{CuIn}_{1-x}\text{Ga}_x\text{Se}_2$) 吸收层,厚度为 $1.0\ \mu\text{m} \sim 1.5\ \mu\text{m}$;蒸发时,衬底温度控制在 $400^\circ\text{C} \sim 510^\circ\text{C}$ 。其中:迎光面吸收层中各元素的原子比为 $\text{Cu}/(\text{In}+\text{Ga}):0.85 \sim 0.95$ 、 $x > 0.5$,为宽带隙吸收层;背光面吸收层中各元素的原子比为 $\text{Cu}/(\text{In}+\text{Ga}):0.85 \sim 0.95$ 、 $x < 0.35$,为窄带隙吸收层;

[0008] 步骤三、沉积缓冲层;用化学水浴法,同时在两面的吸收层上沉积 $\text{Zn}(\text{S}, \text{O}, \text{OH})$ 缓冲层,厚度为 $50\text{nm} \sim 100\text{nm}$,水浴温度控制在 $80^\circ\text{C} \sim 90^\circ\text{C}$;

[0009] 步骤四、机械刻划;分别对两面的吸收层和缓冲层进行机械刻划;

[0010] 步骤五、沉积透明电极层;在两面的缓冲层上,用两个 $\text{SnO}_2:\text{In}$ 靶同时溅射沉积氧

化锡类透明导电 $\text{SnO}_2:\text{In}$ 透明电极,厚度为 300nm ~ 600nm;

[0011] 步骤六、透明电极机械刻划;分别对两面的吸收层、缓冲层和透明电极进行机械刻划;

[0012] 步骤七、封装;在电池组件的正反背电极和透明电极上分别焊接四根汇流条,在每根汇流条上分别焊接一根引出线;把薄膜太阳能电池放在滚压平台前,与覆盖膜、粘接层和背面覆盖膜进行层压封装,最后,把边框固定在组件上。

[0013] 上述步骤一、沉积背电极,也可以用两个 $\text{ZnO}:\text{Al}$ 靶同时溅射沉积氧化锌类透明导电 $\text{ZnO}:\text{Al}$ 背电极,厚度为 $0.5\ \mu\text{m} \sim 0.8\ \mu\text{m}$;同时,步骤五、沉积透明电极层;也可以用两个 $\text{ZnO}:\text{B}$ 靶同时溅射沉积氧化锌类透明导电 $\text{ZnO}:\text{B}$ 透明电极,厚度为 400nm ~ 800nm。

[0014] 上述步骤一、沉积背电极,也可以用两个 $\text{ZnO}:\text{Ga}$ 靶同时溅射沉积氧化锌类透明导电 $\text{ZnO}:\text{Ga}$ 背电极,厚度为 $0.5\ \mu\text{m} \sim 0.8\ \mu\text{m}$;同时,步骤五、沉积透明电极层;也可以采用上述相同的靶同时溅射沉积氧化锌类透明导电 $\text{ZnO}:\text{Ga}$ 透明电极,厚度为 400nm ~ 800nm。

[0015] 上述步骤三、沉积缓冲层;也可以用热蒸发法同时沉积 ZnS 薄膜缓冲层,厚度为 100nm ~ 150nm,衬底温度为 200°C 。

[0016] 本发明玻璃衬底双面铜铟镓硒薄膜太阳能电池组件的制备方法,由于采取上述的技术方案,采用了双面叠层电池结构,提高光能的利用率。同时,薄膜电池的背电极和透明电极都采用氧化锡类薄膜或者氧化锌类薄膜,并且背电极和透明电极都采用溅射方法同时沉积在玻璃衬底的两面,简化了制备工艺。制备工艺中不含窗口层的沉积,简化了电池结构。并且,缓冲层采用 $\text{Zn}(\text{S}, \text{O}, \text{OH})$ 薄膜代替 CdS 薄膜,不但避免使用含重金属 Cd 的有害物质,而且吸收层能接受更宽波长范围的太阳光,进一步光能的利用率。因此,本发明具有结构简单、光电转换效率高、无污染和工艺简便等优点。

[0017] 本发明应用范围广泛,可用作玻璃窗,形成多种图形形状,成为美观、实用的建筑材料,实现光伏建筑一体化和并网发电。

附图说明

[0018] 图 1 是本发明制造的玻璃衬底双面铜铟镓硒薄膜太阳能电池结构示意图;

[0019] 图 2 是玻璃衬底双面铜铟镓硒薄膜太阳能电池组件内联式单元示意图;

[0020] 图 3 是封装后的玻璃衬底双面铜铟镓硒薄膜太阳能电池组件剖面示意图。

具体实施方式

[0021] 下面结合附图说明本发明的优选实施例。

[0022] 实施例 1;

[0023] 图 1 给出了应用本发明方法制造的玻璃衬底双面铜铟镓硒薄膜太阳能电池的结构示意图,如图所示,该电池包括依次堆垒的透明电极 17、缓冲层 15、吸收层 13、背电极 11、玻璃衬底 10、背电极 12、吸收层 14、缓冲层 16 和透明电极 18。

[0024] 根据本发明,该电池的制作方法包括如下的步骤:

[0025] 步骤一、沉积背电极;

[0026] 在玻璃衬底 10 的两面上,用两个 $\text{SnO}_2:\text{F}$ 靶同时溅射沉积氧化锡类透明导电 $\text{SnO}_2:\text{F}$ 背电极 11 和 12,厚度为 $0.7\ \mu\text{m} \sim 1.0\ \mu\text{m}$ 。分别对背电极 11 和 12 进行激光刻划。

[0027] 步骤二、沉积吸收层；

[0028] 用共蒸发法,即用 Cu、In、Ga、Se 进行反应蒸发,分别在背电极 11 和 12 上沉积铜铟镓硒 ($\text{CuIn}_{1-x}\text{Ga}_x\text{Se}_2$) 吸收层 13 和 14,厚度为 $1.0\ \mu\text{m} \sim 1.5\ \mu\text{m}$ 。其中:迎光面吸收层 13 中各元素的原子比为 $\text{Cu}/(\text{In}+\text{Ga}) : 0.85 \sim 0.95, x > 0.5$,为宽带隙吸收层。背光面吸收层 14 中各元素的原子比为 $\text{Cu}/(\text{In}+\text{Ga}) : 0.85 \sim 0.95, x < 0.35$,为窄带隙吸收层。蒸发时,衬底温度控制在 $400^\circ\text{C} \sim 510^\circ\text{C}$ 。

[0029] 步骤三、沉积缓冲层；

[0030] 用化学水浴法,同时在吸收层 13 和 14 上沉积 $\text{Zn}(\text{S}, \text{O}, \text{OH})$ 缓冲层 15 和 16,厚度为 $50\text{nm} \sim 100\text{nm}$,水浴温度控制在 $80^\circ\text{C} \sim 90^\circ\text{C}$ 。

[0031] 步骤四、机械刻划；

[0032] 分别对吸收层 13、缓冲层 15 和吸收层 14、缓冲层 16 进行机械刻划。

[0033] 步骤五、沉积透明电极层；

[0034] 在缓冲层 15 和 16 上,用两个 $\text{SnO}_2:\text{In}$ 靶同时溅射沉积氧化锡类透明导电 $\text{SnO}_2:\text{In}$ 透明电极 17 和 18,厚度为 $300\text{nm} \sim 600\text{nm}$ 。

[0035] 步骤六、透明电极机械刻划；

[0036] 分别对吸收层 13、缓冲层 15、透明电极 17 和吸收层 14、缓冲层 16、透明电极 18 进行机械刻划。图 2 即为制作完成的玻璃衬底双面铜铟镓硒薄膜太阳能电池组件内联式单元示意图。

[0037] 步骤七、封装；

[0038] 图 3 是封装后的玻璃衬底双面铜铟镓硒薄膜太阳能电池组件剖面示意图,如图 3 所示,封装后的结构包括:玻璃衬底 20 上的双面铜铟镓硒薄膜太阳能电池组件 21、汇流条 22、引出线 23、高透过率覆盖膜 24、粘接层 25、背面覆盖膜 26、边框 27。

[0039] 该步骤包括:在玻璃衬底 20 上制作完成双面铜铟镓硒薄膜太阳能电池组件 21 后,在电池组件的正反背电极和透明电极上分别焊接四根汇流条 22,在每根汇流条上分别焊接一根引出线 23。然后,把薄膜太阳能电池放在滚压平台前,与覆盖膜 24、粘接层 25 和背面覆盖膜 26 进行层压封装,最后把边框 27 固定在组件上,本发明的太阳能电池组件就制作完成。

[0040] 上述电池之间的内部相互连接也可通过透明导电薄膜实现。

[0041] 上述步骤七、封装,所采用的材料包括:高透过率覆盖膜 24 可以是 ETFE、PTFE、FEP、PVDF 等含氟类聚合物薄膜,厚度为 $25\ \mu\text{m}$,能够在 $-85^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$ 之间稳定工作,透光率在 90% 以上。粘接层 25 可以是 EVA 膜或透明硅树脂,厚度约为 $40\ \mu\text{m} \sim 80\ \mu\text{m}$ 。粘接层应为热固性的,可以通过热滚压方式进行固化。粘接层的透过率在 90% 以上,能够在 $-85^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$ 之间稳定工作。背面覆盖膜 26 可以是聚 ETFE、PTFE、FEP、PVDF 等含氟类聚合物薄膜,厚度为 $25\ \mu\text{m}$,能够在 $-85^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$ 之间稳定工作,透光率在 90% 以上。汇流条的厚度不大于 $20\ \mu\text{m}$ 。

[0042] 实施例 2

[0043] 上述步骤一、沉积背电极,也可以用两个 $\text{ZnO}:\text{Al}$ 靶同时溅射沉积氧化锌类透明导电 $\text{ZnO}:\text{Al}$ 背电极 11 和 12,厚度为 $0.5\ \mu\text{m} \sim 0.8\ \mu\text{m}$ 。同时,上述步骤五、沉积透明电极层;也可以用两个 $\text{ZnO}:\text{B}$ 靶同时溅射沉积氧化锌类透明导电 $\text{ZnO}:\text{B}$ 透明电极 17 和 18,厚度为 $400\text{nm} \sim 800\text{nm}$ 。其余步骤同实施例 1。

[0044] 实施例 3

[0045] 上述步骤一、沉积背电极,也可以用两个 ZnO:Ga 靶同时溅射沉积氧化锌类透明导电 ZnO:Ga 背电极 11 和 12,厚度为 $0.5\mu\text{m} \sim 0.8\mu\text{m}$ 。同时,上述步骤五、沉积透明电极层;也可以采用相同的靶同时溅射沉积氧化锌类透明导电 ZnO:Ga 透明电极 17 和 18,厚度为 $400\text{nm} \sim 800\text{nm}$ 。其余步骤同实施例 1。

[0046] 实施例 4

[0047] 上述步骤三、沉积缓冲层;也可以用热蒸发法同时沉积 ZnS 薄膜缓冲层 15 和 16,厚度为 $100\text{nm} \sim 150\text{nm}$,衬底温度为 200°C 。其余步骤同实施例 1。

[0048] 由上所述,本发明的特点是在玻璃衬底的两面分别沉积宽带隙及窄带隙薄膜太阳电池,其中宽带隙电池为迎光面,透过的低能量可见光被窄带隙电池吸收,通过透明导电薄膜实现电池组件的内部相互连接,从而,提高了太阳电池的光伏转换效率。

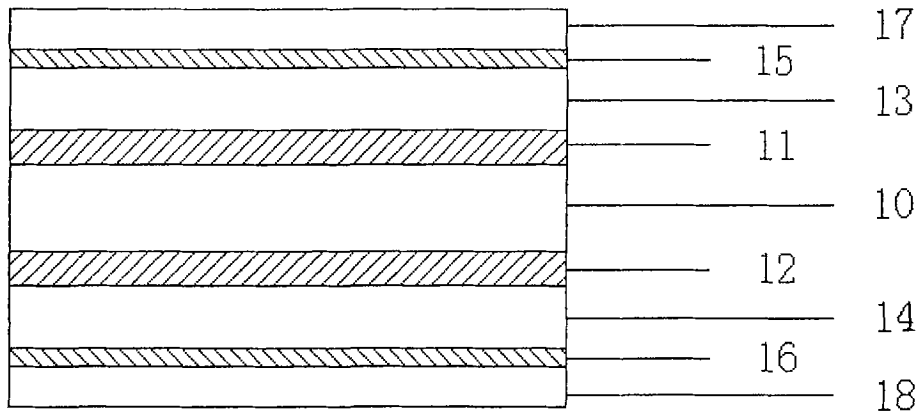


图 1

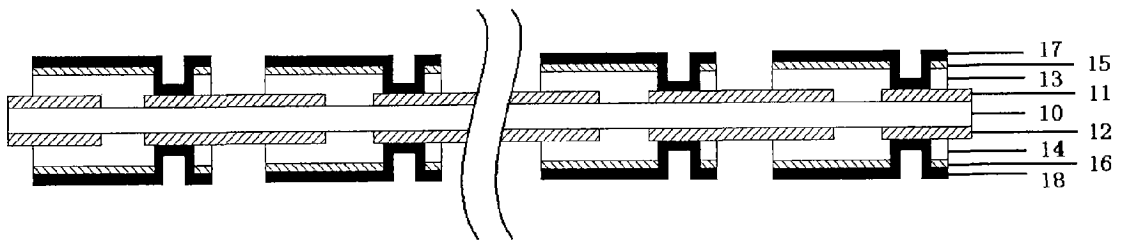


图 2

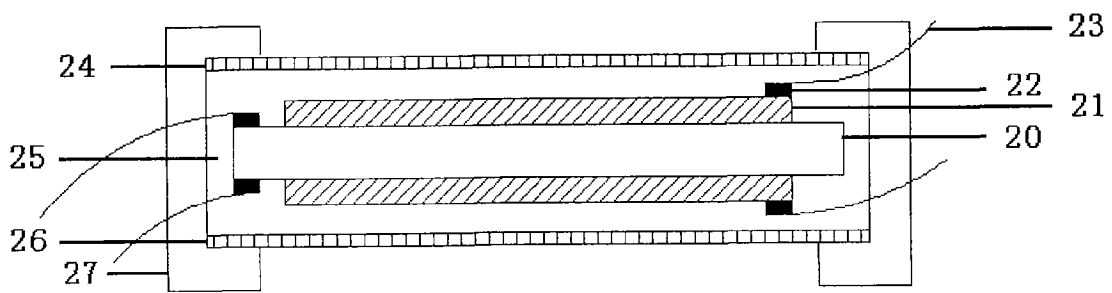


图 3