



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103456830 A

(43) 申请公布日 2013. 12. 18

(21) 申请号 201210173508. 2

(22) 申请日 2012. 05. 30

(71) 申请人 台技工业设备股份有限公司

地址 中国台湾桃园县

(72) 发明人 游明辉 陈阿赐 梁望遵 高家荣

张量然 李威铮

(74) 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公司

公司 72003

代理人 赵根喜 冯志云

(51) Int. Cl.

H01L 31/18 (2006. 01)

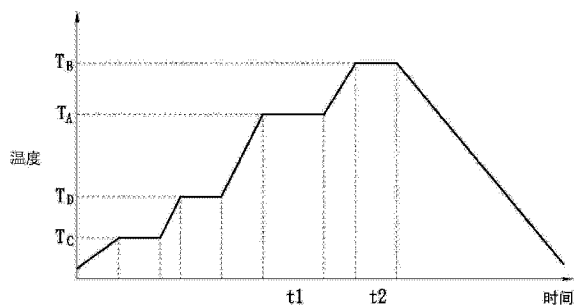
权利要求书2页 说明书7页 附图8页

(54) 发明名称

薄膜太阳能电池的制造方法及其制造设备

(57) 摘要

本发明提出一种 CIGS 薄膜太阳能电池的制造方法及其制造设备,该制造方法包括以下步骤。首先,提供一基板,将基板置入一扩散炉内,于扩散炉内通入第一硒化气体。进行多阶段式加热升温,升温至第一预定温度之后持温第一预定时间,之后抽出第一硒化气体。进行升温以后并且通入第二硒化气体于扩散炉内,在第二预定温度持温第二预定时间,最后在降温过程中抽出第二硒化气体。本发明的 CIGS 薄膜太阳能电池的制造设备,其包括一扩散炉、一冷却单元、一气体控制单元及一控制接口单元。本发明可减少吸收层膜剥落及解决 MoSe_2 层过厚的问题。



1. 一种薄膜太阳能电池的制造方法,其特征在于,包括以下步骤:
提供一基板;
将该基板置入一扩散炉内,于该扩散炉内通入第一硒化气体;
进行多阶段式加热升温,升温至第一预定温度之后持温第一预定时间;
抽出该第一硒化气体,之后进行升温;
通入第二硒化气体于该扩散炉内;
在第二预定温度持温第二预定时间;以及
进行降温且在降温过程中抽出该第二硒化气体。
2. 如权利要求1所述的薄膜太阳能电池的制造方法,其特征在于,该基板的材质为镀钼的钠玻璃、镀钼的陶瓷基材、镀钼的高分子基材或镀钼的金属基材。
3. 如权利要求1所述的薄膜太阳能电池的制造方法,其特征在于,该第一硒化气体含 H_2Se 的浓度大于该第二硒化气体含 H_2Se 的浓度。
4. 如权利要求1所述的薄膜太阳能电池的制造方法,其特征在于,该第一硒化气体为含有介于3%至20%的 H_2Se 的惰性气体,该第二硒化气体为含有介于0%至20%的 H_2Se 的惰性气体。
5. 如权利要求1所述的薄膜太阳能电池的制造方法,其特征在于,该第一预定温度范围介于400至500℃之间,该第二预定温度范围介于500至600℃之间。
6. 如权利要求1所述的薄膜太阳能电池的制造方法,其特征在于,该第一预定时间范围介于20至40分钟之间,该第二预定时间范围介于3至30分钟之间。
7. 一种薄膜太阳能电池的制造设备,其特征在于,包括:
一扩散炉,其包括:
一外炉膛;
一内炉膛,其设置于该外炉膛内,该内炉膛内部形成有一炉腔;以及
多个红外线加热器,其设置于该外炉膛上,所述多个红外线加热器各具有加热段及连接于该加热段的固定段,所述多个红外线加热器的加热段位于该外炉膛内,所述多个红外线加热器的固定段固定于该外炉膛外;
一冷却单元,其设置于该扩散炉中,该冷却单元具有至少一冷却管路;
一气体控制单元,其与该炉腔内部达成互相通连,该气体控制单元具有至少一气体管路及一气体系统;以及
一控制接口单元,电性连接该扩散炉、冷却单元及气体控制单元,该控制接口单元用以控制该扩散炉、该冷却单元及该气体控制单元。
8. 如权利要求7所述的薄膜太阳能电池的制造设备,其特征在于,该红外线加热器弯折成U型,且该红外线加热器具有一加热段及连接于该加热段两端的两固定段。
9. 如权利要求7所述的薄膜太阳能电池的制造设备,其特征在于,该内炉膛至少一端形成有开口,该开口配置有一金属领圈,该气体管路连接于该金属领圈。
10. 如权利要求7所述的薄膜太阳能电池的制造设备,其特征在于,所述多个红外线加热器分别以电热丝设于石英管内所构成,该电热丝连接有电线。
11. 如权利要求7所述的薄膜太阳能电池的制造设备,其特征在于,所述多个红外线加热器区分为多个加热组,所述多个加热组分别电性连接于一功率分配卡,所述多个加热组

设有控温点,所述功率分配卡电性连接于该控制接口单元,以电动控制方式动态的调整所述多个加热组的功率分配。

12. 如权利要求 7 所述的薄膜太阳能电池的制造设备,其特征在于,该冷却单元还包括一鼓风机,该鼓风机设置于该外炉膛内,以加速冷却该扩散炉内部的温度。

13. 如权利要求 7 所述的薄膜太阳能电池的制造设备,其特征在于,该薄膜太阳能电池的制造设备还包括设置一警报单元,该警报单元位于该扩散炉内部,用以检测温度、毒气及压力。

14. 如权利要求 7 所述的薄膜太阳能电池的制造设备,其特征在于,该气体控制单元还包括设置一冷凝器,其连接于该气体管路,该冷凝器用以收集及处理反应之后的残气。

薄膜太阳能电池的制造方法及其制造设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种太阳能电池的制造方法及其制造设备,尤其涉及一种 CIGS 薄膜太阳能电池的硒化的制造方法及其制造设备。

背景技术

[0002] 太阳能产业是未来的重点产业,而其中又以 CIGS 薄膜太阳能电池因为具有高转换效率以及近来制造成本的逐渐降低,使得 CIGS 薄膜太阳能电池发展受到瞩目。CIGS 薄膜太阳能电池是使用铜、镉、镓、硒 (Cu、In、Ga、Se) 作为 CIGS 薄膜太阳能电池中的吸收层的成分组成,因此称为 CIGS 薄膜太阳能电池,而 CIGS 薄膜太阳能电池在实验室环境中已达成了出色的转换率 (>19.5%),因此 CIGS 薄膜太阳能电池受到业界的重视及关注。

[0003] 现今而言,多数的 CIGS 薄膜太阳能电池吸收层是以两种技术所达成:共蒸镀法 (co-evaporation) 或硒化法 (selenization)。共蒸镀法为同时蒸镀铜、镉、镓及硒四种材质,然后使用 RTP 方式形成吸收层薄膜,但由于四种不同的元素各具有不同的熔点,使得要控制化学计量化合物在一大型基板上的形成较为困难,且利用共蒸镀形成的薄膜其附着力较弱,也是此种工艺上待克服的问题。而硒化法是先将铜、镉及镓溅镀于一基板上形成前驱物膜之后,再将前驱物膜以特定浓度的 H_2Se 或 Se 蒸气的反应气氛在 $400^{\circ}C$ 至 $600^{\circ}C$ 的温度下进行硒化反应以形成吸收层。虽然在前驱物膜已经精确控制铜、镉、镓三元金属的比例,但在硒化过程中生成的二元硒化物在反应过程可能会挥发,导致整体的组成偏离计量比。且硒化长晶过程亦可能造成相分离而影响元件性质,如 $CuInSe_2$ 与 $CuGaSe_2$ 分层造成 V_{oc} 偏低。因此如何控制 H_2Se 浓度,使吸收层成长为单一相、结晶性佳、无孔隙、薄的 $MoSe_2$ 厚度及大面积成份均匀的 CIGS 吸收层,已成为 CIGS 薄膜太阳能电池致胜的关键。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种 CIGS 薄膜太阳能电池的制造方法及其制造设备。CIGS 薄膜太阳能电池的制造方法是通过在不同的温度阶段分别通入含不同硒浓度的工艺气体,而达到减少吸收层膜剥落及解决 $MoSe_2$ 层过厚的问题。另外,CIGS 薄膜太阳能电池的制造设备,则采用红外线加热器不会因热胀冷缩因素而产生变形。且加热器组成多个加热组,这些加热组可动态调整,使用者可根据需求调整功率分配,达到炉腔内较佳的均温性。并且通过冷却装置,可使得扩散炉冷却效率提高。

[0005] 本发明实施例提供一种 CIGS 薄膜太阳能电池的制造方法,其包括以下步骤。首先,提供一基板,将基板置入一扩散炉内,于扩散炉内通入第一硒化气体。进行多阶段式加热升温,升温至第一预定温度之后持温第一预定时间,之后抽出第一硒化气体。进行升温以后并且通入第二硒化气体于扩散炉内,在第二预定温度持温第二预定时间,最后在降温过程中抽出第二硒化气体。

[0006] 本发明实施例的薄膜太阳能电池的制造方法,优选的,该基板的材质为镀钼的钠玻璃、镀钼的陶瓷基材、镀钼的高分子基材或镀钼的金属基材。

[0007] 本发明实施例的薄膜太阳能电池的制造方法,优选的,该第一硒化气体含 H_2Se 的浓度大于该第二硒化气体含 H_2Se 的浓度。

[0008] 本发明实施例的薄膜太阳能电池的制造方法,优选的,该第一硒化气体为含有介于 3% 至 20% 的 H_2Se 的惰性气体,该第二硒化气体为含有介于 0% 至 20% 的 H_2Se 的惰性气体。

[0009] 本发明实施例的薄膜太阳能电池的制造方法,优选的,该第一预定温度范围介于 400 至 500℃ 之间,该第二预定温度范围介于 500 至 600℃ 之间。

[0010] 本发明实施例的薄膜太阳能电池的制造方法,优选的,该第一预定时间范围介于 20 至 40 分钟之间,该第二预定时间范围介于 3 至 30 分钟之间。

[0011] 本发明实施例另提供一种 CIGS 薄膜太阳能电池的制造设备,其包括一扩散炉、一冷却单元、一气体控制单元及一控制接口单元。扩散炉其包括一外炉膛、一内炉膛及多个红外线加热器。内炉膛设置于外炉膛内,内炉膛内部形成有一炉腔。红外线加热器设置于外炉膛上,红外线加热器具有加热段及连接于加热段的固定段,红外线加热器的加热段位于外炉膛内,红外线加热器的固定段固定于外炉膛外。冷却单元设置于扩散炉中,冷却单元具有冷却管路。气体控制单元与炉腔内部达成互相通连,气体控制单元具有气体管路及气体系统。控制接口单元电性连接该扩散炉、冷却单元及气体控制单元,该控制接口单元用以控制扩散炉、冷却单元及气体控制单元。

[0012] 本发明实施例的薄膜太阳能电池的制造设备,优选的,该红外线加热器弯折成 U 型,且该红外线加热器具有一加热段及连接于该加热段两端的两固定段。

[0013] 本发明实施例的薄膜太阳能电池的制造设备,优选的,该内炉膛至少一端形成有开口,该开口配置有一金属领圈,该气体管路连接于该金属领圈。

[0014] 本发明实施例的薄膜太阳能电池的制造设备,优选的,所述多个红外线加热器分别以电热丝设于石英管内所构成,该电热丝连接有电线。

[0015] 本发明实施例的薄膜太阳能电池的制造设备,优选的,所述多个红外线加热器区分为多个加热组,所述多个加热组分别电性连接于一功率分配卡,所述多个加热组设有控温点,所述功率分配卡电性连接于该控制接口单元,以电动控制方式动态的调整所述多个加热组的功率分配。

[0016] 本发明实施例的薄膜太阳能电池的制造设备,优选的,该冷却单元还包括一鼓风机,该鼓风机设置于该外炉膛内,以加速冷却该扩散炉内部的温度。

[0017] 本发明实施例的薄膜太阳能电池的制造设备,优选的,该薄膜太阳能电池的制造设备还包括设置一警报单元,该警报单元位于该扩散炉内部,用以检测温度、毒气及压力。

[0018] 本发明实施例的薄膜太阳能电池的制造设备,优选的,该气体控制单元还包括设置一冷凝器,其连接于该气体管路,该冷凝器用以收集及处理反应之后的残气。

[0019] 本发明的有益效果在于,综上所述,本发明 CIGS 薄膜太阳能电池的制造方法主要利用两阶段式的进气与抽气,达到减少吸收层膜剥落及解决 MoSe_2 层过厚的问题,而产生更好效能的 CIGS 薄膜太阳能电池。CIGS 薄膜太阳能电池的制造设备是通过红外线加热器作为加热工件的热源,这些红外线加热器不会因热胀冷缩而产生变形,不会造成坍塌、损坏,也不会有固定上的问题。再者,红外线加热器在断电后,较不会有余热,所以冷却效率较佳。

[0020] 为使能更进一步了解本发明的特征及技术内容,请参阅以下有关本发明的详细说

明与附图,然而附图仅提供参考与说明用,并非用来对本发明加以限制。

附图说明

- [0021] 图 1 为本发明的 CIGS 薄膜太阳能电池的制造方法升温的曲线图。
- [0022] 图 2 为本发明的 CIGS 薄膜太阳能电池的制造方法的流程图。
- [0023] 图 3 为本发明的 CIGS 薄膜太阳能电池的元件效率的量测图。
- [0024] 图 4 为本发明的 CIGS 薄膜太阳能电池的制造设备的立体示意图。
- [0025] 图 5 为本发明的 CIGS 薄膜太阳能电池的制造设备局部构造的立体示意图。
- [0026] 图 6 为本发明的 CIGS 薄膜太阳能电池的制造设备的剖面示意图。
- [0027] 图 7 为本发明的红外线加热器的立体示意图。
- [0028] 图 8 为本发明的加热组控制的方框示意图。
- [0029] 图 9 为本发明的 CIGS 薄膜太阳能电池的制造设备的方框示意图。
- [0030] 其中,附图标记说明如下:
- [0031] T_A 第一预定温度
- [0032] T_B 第二预定温度
- [0033] T_C 第一加热温度
- [0034] T_D 第二加热温度
- [0035] t_1 第一预定时间
- [0036] t_2 第二预定时间
- [0037] 1 外炉膛
- [0038] 11 脚架
- [0039] 2 内炉膛
- [0040] 21 炉腔
- [0041] 22 开口
- [0042] 23 金属领圈
- [0043] 24 座体
- [0044] 3 红外线加热器
- [0045] 31 电热丝
- [0046] 32 石英管
- [0047] 33 电线
- [0048] 3a 加热段
- [0049] 3b 固定段
- [0050] 4 固定装置
- [0051] 41 夹持件
- [0052] 42 固定件
- [0053] 43 支架
- [0054] 5 冷却单元
- [0055] 51 冷却管路
- [0056] 52 鼓风机

- [0057] 6 加热组
- [0058] 61 功率分配卡
- [0059] 7 气体控制单元
- [0060] 71 气体管路
- [0061] 8 控制接口单元
- [0062] 9 警报单元

具体实施方式

[0063] 请参考图 1 及图 2 所示,本发明提供一种 CIGS 薄膜太阳能电池的制造方法,亦即作为一种薄膜太阳能电池的制造方法,其包括以下步骤。首先,如步骤 S100 所示,提供一基板,而该基板的材质可为镀钼 (Mo) 的钠玻璃、镀钼的陶瓷基材、镀钼的高分子基材或镀钼的金属基材,然而基板的材质并不加以限定。之后,如步骤 S102 所示,将基板放置于高温设备内,在本发明中的高温设备为扩散炉。接下来,降低扩散炉内氧气的含量,可经过抽气、灌氮气、再抽气、再灌氮气直到扩散炉内的氧气含量低于 10ppm 以下,才于扩散炉内通入第一硒化气体。其中,所通入的第一硒化气体可为含有介于 3% 至 20% 的 H_2Se 的惰性气体,然而,本发明较佳实施例的第一硒化气体是为含有 5% 的 H_2Se 的氩气 (Ar)。

[0064] 接下来,如步骤 S104 所示,进行多阶段式加热升温的工艺,目的是使得扩散炉内的温度均匀,其包括以下步骤。先加热升温到第一加热温度 T_c 之后持温 3 至 10 分钟,第一加热温度 T_c 范围介于 100 至 180℃ 之间,然而,在本发明中较佳实施例是升温到 140℃ 之后持温 5 分钟。再来,继续加热升温到第二加热温度 T_b 之后持温 5 至 20 分钟,第二加热温度 T_b 范围介于 200 至 300℃ 之间,然而,在本发明中较佳实施例是升温到 250℃ 之后持温 10 分钟。

[0065] 如步骤 S106 所示,升温至第一预定温度 T_A 之后持温第一预定时间 t_1 ,其中第一预定温度 T_A 范围介于 400 至 500℃ 之间,第一预定时间 t_1 范围介于 20 至 40 分钟之间,然而,在本发明中较佳实施例是升温到 450℃ 之后持温 20 分钟。之后,如步骤 S108 所示,在持温第一预定时间 t_1 之后抽出第一硒化气体,亦可在第一预定时间 t_1 的区间内抽出第一硒化气体,然而抽出第一硒化气体的时间点并不加以限定。

[0066] 如步骤 S110 所示,通入第二硒化气体于扩散炉内,且在第二预定温度 T_b 持温第二预定时间 t_2 。其中,第二硒化气体为含有介于 0% 至 20% 的 H_2Se 的惰性气体,在本发明中较佳实施例的第二硒化气体是为含有 1.5% 的 H_2Se 的氩气,因此基本上第一硒化气体含 H_2Se 的浓度是大于第二硒化气体含 H_2Se 的浓度。然而,通入第二硒化气体的时间点,可选择性地在升温至第二预定温度 T_b 之前通入,亦可在升温至第二预定温度 T_b 之后,于第二预定时间 t_2 的区间内通入,并不限定通入第二硒化气体的时间点。其中第二预定温度 T_b 范围介于 500 至 600℃ 之间,第二预定时间 t_2 范围介于 3 至 30 分钟之间,然而,在本发明中较佳实施例是升温到 550℃ 之后持温 10 分钟。

[0067] 最后,如步骤 S112 所示,进行降温的工艺,且在降温过程中抽出第二硒化气体。然而,在本发明中较佳实施例为 550℃ 至 350℃ 的降温过程,控制在每分钟降温 3℃,降温至 500℃ 时将残留的第二硒化气体抽走。降温至 350℃ 时启动冷却设备提高降温速率,且不控制降温速率,在本发明中冷却设备可为鼓风机,以加速降温的速率。降温至 100℃ 以下后,进

行通入氮气及抽真空,重复至少 3 次以确保无 H_2Se 的残留,再开启炉门取出样品。

[0068] 通过本发明 CIGS 薄膜太阳能电池的制造方法所得到的样品,先经由化学浴 (CBD, Chemical Bath Deposition) 产生 CdS 缓冲层,再以 RF 溅镀上 100nm-ZnO 及 400nm AZO 的薄膜,之后网印低温银胶当作上电极,在 120°C 下烘干 10 分钟后,进行元件效率的 I-V 量测。I-V 量测是在照度 $100\text{mW}/\text{cm}^2$ 下进行,试片温度控制在 25°C ,扫描范围由 $-0.1 \sim 0.7\text{V}$,以二极式进行量测。如图 3 所示,即为量测的 I-V 曲线图,其元件的开路电压 (V_{oc}) 为 0.54V ,短路电流密度 (J_{sc}) 为 $30.2\text{mA}/\text{cm}^2$,填充因子 (FF) 为 0.61,整体效率为 9.9%。

[0069] 由于,在本发明中采用两阶段式的进气及抽气的方式,以及在第二预定温度 T_B 时,第二硒化气体含 H_2Se 的浓度低于第一硒化气体含 H_2Se 的浓度,因此可达到减少吸收层膜剥落及解决 MoSe_2 层过厚的问题。更进一步地说,由于 H_2Se 在高温下会分解成 H_2 与 Se ,但过多的 Se 会导致吸收层膜容易剥落,并且与钼 (背电极层) 形成过厚的 MoSe_2 层,而造成电池效能降低。本发明在不同反应阶段分别给予不同的反应气氛浓度,也就是通过两阶段式的进气及抽气的方式,较低反应温度时给予较高的 H_2Se 反应气氛浓度,较高反应温度时再通入较低但足够吸收层反应的 H_2Se 反应气氛浓度,如此作法可解决吸收层膜剥落及 MoSe_2 层过厚的问题,进而做出高转换效率的 CIGS 薄膜太阳能电池。

[0070] 本发明另提供一种 CIGS 薄膜太阳能电池的制造设备,亦即作为一种薄膜太阳能电池的制造设备,其包括一扩散炉、一冷却单元 5、一气体控制单元 7 及一控制接口单元 8。

[0071] 请参考图 4 至图 7 所示,本发明的扩散炉其包括有一外炉膛 1、一内炉膛 2 及多个红外线加热器 3,外炉膛 1 为一中空体,外炉膛 1 的形状并不限制,可为圆形、多边形、方形或其他各种适当的形状,在本实施例中的外炉膛 1 为多边形。外炉膛 1 主要是以耐火材料 (绝缘层) 制成,外炉膛 1 至少一端形成开口状,以便置入内炉膛 2。外炉膛 1 可连接有适当的脚架 11,可用以支撑及架高外炉膛 1 位于适当的高度,但脚架 11 的构造并不限制。

[0072] 内炉膛 2 为一中空体,可以是石英管或其他材料所制成,内炉膛 2 设置于外炉膛 1 内,内炉膛 2 内部形成有一炉腔 21。内炉膛 2 至少一端形成有一开口 22,开口 22 与炉腔 21 相连通,以便经由开口 22 将工件放置于炉腔 21 内。开口 22 可配置有一金属领圈 23,金属领圈 23 上也可设置适当的炉门 (图略),可用以开放及封闭开口 22。内炉膛 2 可以耐火砖等制成的至少二座体 24 支撑设置于外炉膛 1 内。

[0073] 红外线加热器 3 的构造及形状并不限制,在本实施例中红外线加热器 3 分别以电热丝 (如钨丝) 31 设于石英管 32 内所构成 (如图 7 所示),电热丝 31 连接有适当的电线 33,于电热丝 31 通电后石英管 32 即可发出含有热能的红外线。每一红外线加热器 3 具有加热段 3a 及连接于加热段 3a 的固定段 3b,在本实施例中红外线加热器 3 弯折成“U”型,其具有一加热段 3a 及连接于加热段 3a 两端的固定段 3b。

[0074] 所述多个红外线加热器 3 设置于外炉膛 1 上,并予以适当的固定,所述多个红外线加热器 3 的加热段 3a 位于外炉膛 1 内,且加热段 3a 与外炉膛 1 内壁间隔有适当的距离,所述多个红外线加热器 3 的两固定段 3b 固定于外炉膛 1 外。如图 5 所示,所述多个红外线加热器 3 的两固定段 3b 伸出于外炉膛 1 外,并利用多个固定装置 4 予以固定,所述多个固定装置 4 的构造并不限制。在本实施例中,每一固定装置 4 包含有一夹持件 41 及一固定件 42,夹持件 41 为“U”型的弹片,其一端固定于设置在外炉膛 1 外壁的支架 43 上,夹持件 41 另一端可作张开及夹合的动作,用以夹持红外线加热器 3 的固定段 3b,并利用穿设于夹持件

41 另一端的固定件(如螺丝) 42 予以锁固,使每一红外线加热器 3 的两固定段 3b 得以固定于相对应的固定装置 4,以便利用所述多个固定装置 4 将所述多个红外线加热器 3 固定设置于外炉膛 1 上。

[0075] 当红外线加热器 3 通电后可发出含有热能的红外线,可利用红外线对内炉膛 2 及置于内炉膛 2 的炉腔 21 内的工件加热,并将反应气体导入扩散炉中进行预定的工艺。

[0076] 本发明利用红外线加热器 3 作为加热工件的热源,红外线加热器 3 的固定段 3b 可伸出外炉膛 1 外,利用设置于外炉膛 1 外的固定装置 4 予以固定,所述多个红外线加热器 3 以石英管 32 构成,不会因热胀冷缩而产生变形,不会造成坍塌、损坏,也不会有固定上的问题。再者,红外线加热器 3 在断电后,较不会有余热,冷却效率较佳,且红外线加热器 3 加热速度快,均温性也较佳。

[0077] 另,请参考图 8 所示,本发明亦可将所述多个红外线加热器 3 区分为多个加热组 6,所述多个加热组 6 分别电性连接于一功率分配卡 61,所述多个加热组 6 并设有适当的控温点(图略),可多个加热组 6 共用一控温点。所述功率分配卡 61 电性连接于一控制接口单元 8,从而可利用电控方式动态的调整所述多个加热组 6 的功率分配,藉以构成一动态调温装置。所述多个加热组 6 各自独立、可各自调整,所述多个加热组 6 可利用电控方式动态的调整,制造者及使用者可需求调整功率分配,达到炉腔 21 内部较佳的均温性。这里的电控方式则为电动控制的方式。

[0078] 请参考图 9 所示,本发明的 CIGS 薄膜太阳能电池的制造设备,亦即为薄膜太阳能电池的制造设备,其更包括一冷却单元 5、一气体控制单元 7、一控制接口单元 8 及一警报单元 9。冷却单元 5 则包括冷却管路 51 及鼓风机 52,其中,冷却管路 51 设置于外炉膛 1 的外部,并且环绕所述多个红外线加热器 3,由于冷却管路 51 内部具有循环冷却水,可用以协助降温。鼓风机 52 则设置于外炉膛 1 与内炉膛 2 之间(如图 6 所示),并连通于扩散炉外,当进行降温时,鼓风机 52 可以加速冷却扩散炉内部的温度。

[0079] 气体控制单元 7 则与炉腔 21 内部达成互相通连,气体控制单元 7 具有气体管路 71 及气体系统(图略),气体系统具有进气及抽气的功能,亦即气体系统内可装有要进行反应的气体以及可进行抽气的装置,且气体管路 71 连接于该金属领圈 23(如图 6 所示),因此气体系统可通过气体管路 71 将反应气体通入于炉腔 21 内部,亦可通过气体管路 71 将炉腔 21 内部的气体予以抽出,或是进行抽真空的工艺。该气体控制单元 7 还包括设置一冷凝器(Cold trap)(图略),其连接于该气体管路 71,冷凝器用以收集及处理反应之后的残气,以降低反应气体对设备的损害。控制接口单元 8 则是用以控制扩散炉、冷却单元 5 及气体控制单元 7,作为控制反应进行的操作接口,也即控制接口单元 8 电性连接扩散炉、冷却单元 5 及气体控制单元 7,控制接口单元 8 上有可进行操作及显示的装置,以供使用者进行操作。

[0080] 扩散炉内亦可设置一警报单元 9,用以检测于反应过程中的温度、毒气及压力是否异常,并且可于反应发生异常时发出警告。亦可电性连接控制接口单元 8,当反应发生异常时可通过控制接口单元 8,即时停止反应的进行,达到保护的功能。

[0081] 综上所述,本发明具有下列诸项优点:

[0082] 本发明 CIGS 薄膜太阳能电池的制造方法,通过两阶段式的进气及抽气的方式,以及在温度较高时,气体所通入 H_2Se 的浓度较低但仍足够吸收层反应,因此可达到减少吸收层膜剥落及解决 $MoSe_2$ 层过厚的问题,容易制作出高效能的 CIGS 薄膜太阳能电池。

[0083] 本发明 CIGS 薄膜太阳能电池的制造设备,主要是利用红外线加热器作为加热工件的热源,所述多个红外线加热器不会因热胀冷缩而产生变形,在断电后较不会产生余热。且加热组各自独立、可各自调整,所述多个加热组可利用电控方式动态的调整,使用者可根据需求调整功率分配,达到炉腔内部较佳的均温性。

[0084] 惟以上所述仅为本发明的较佳实施例,非意欲局限本发明的专利保护范围,故举凡运用本发明说明书及附图内容所为的等同变化,均同理皆包含于本发明的权利保护范围内,合予陈明。

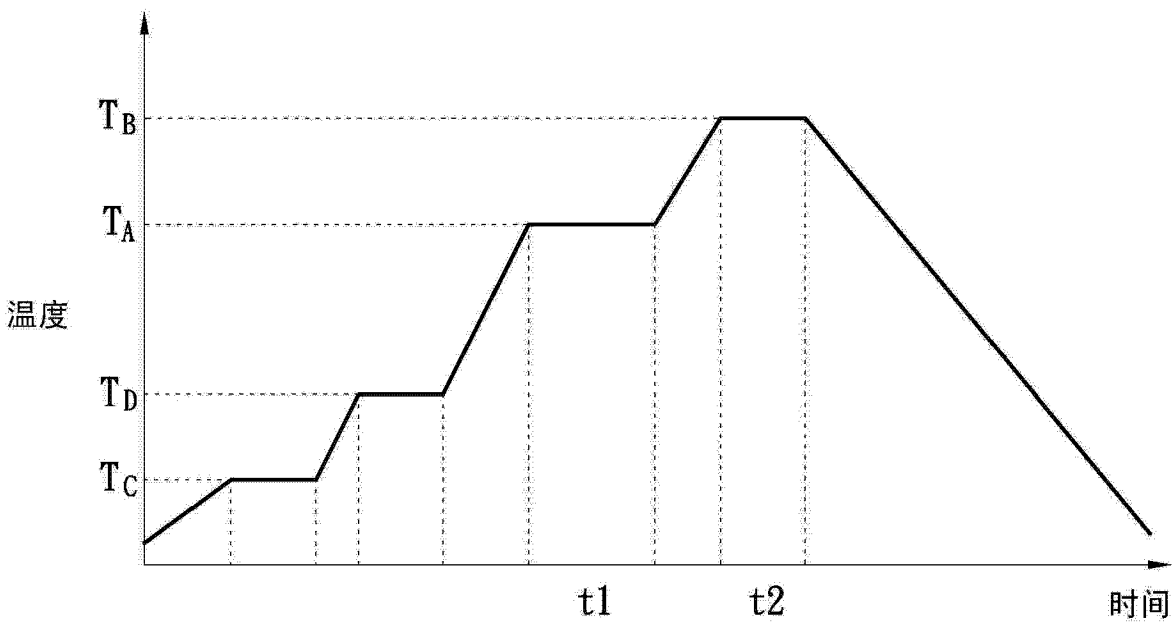


图 1

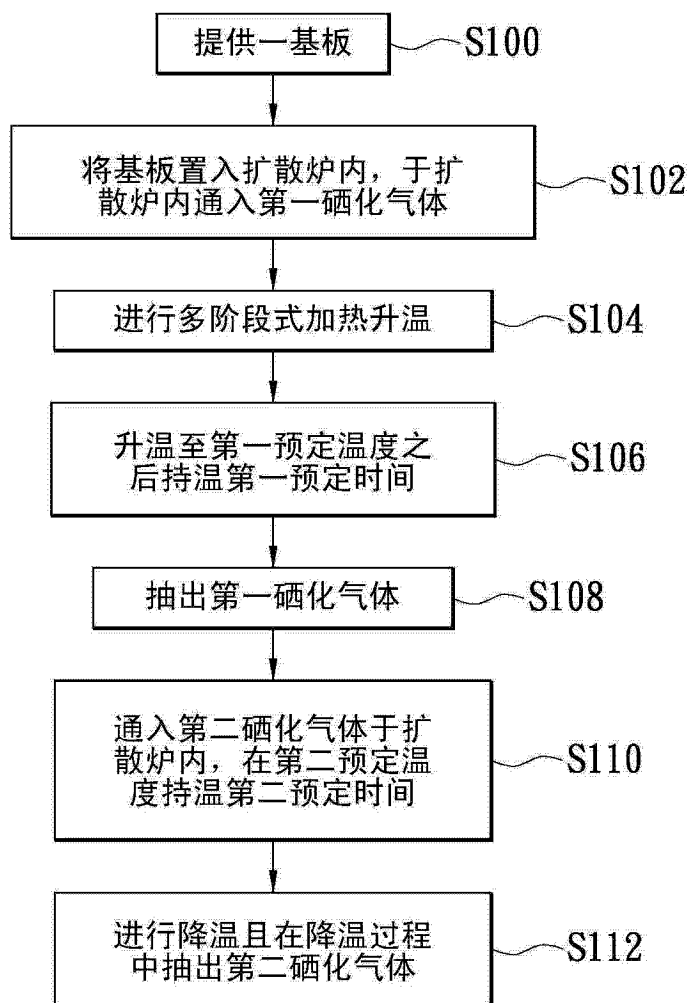


图 2

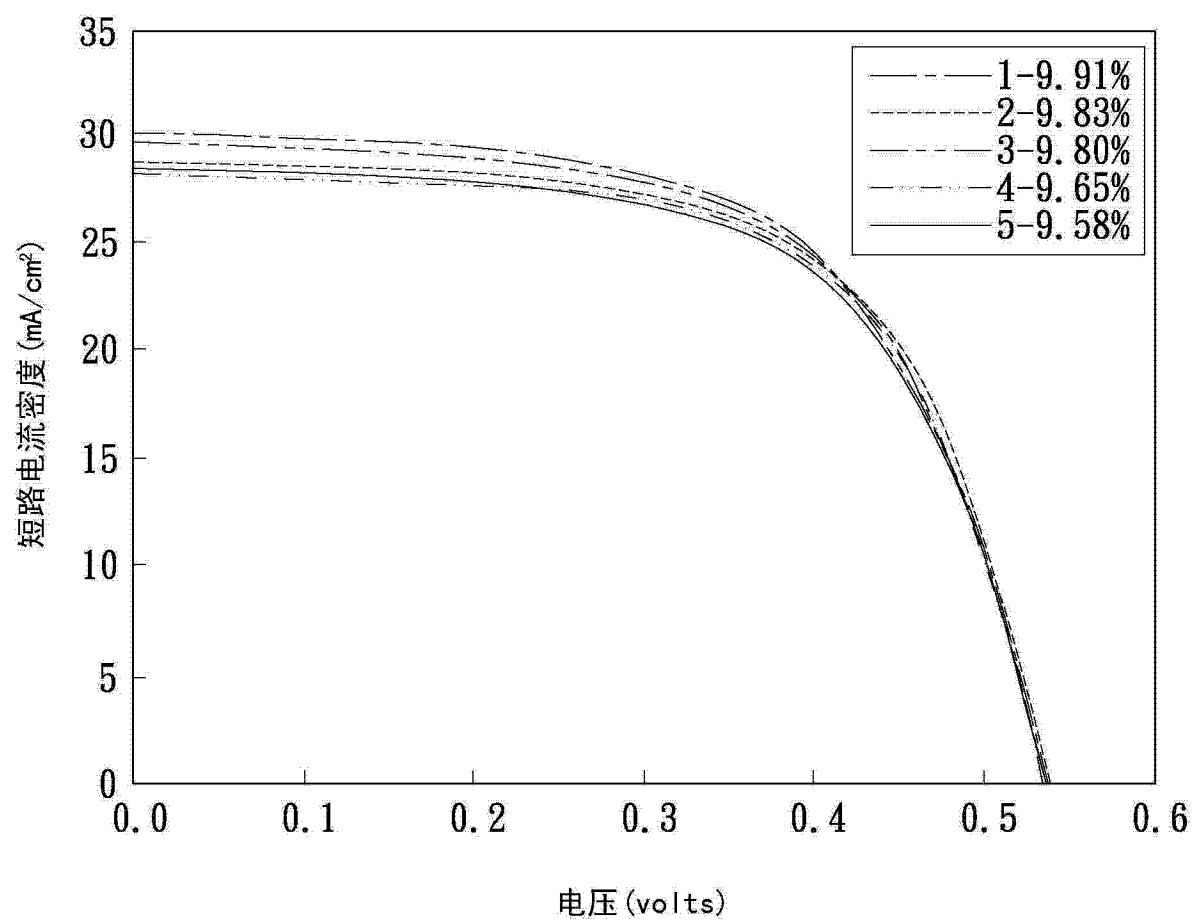


图 3

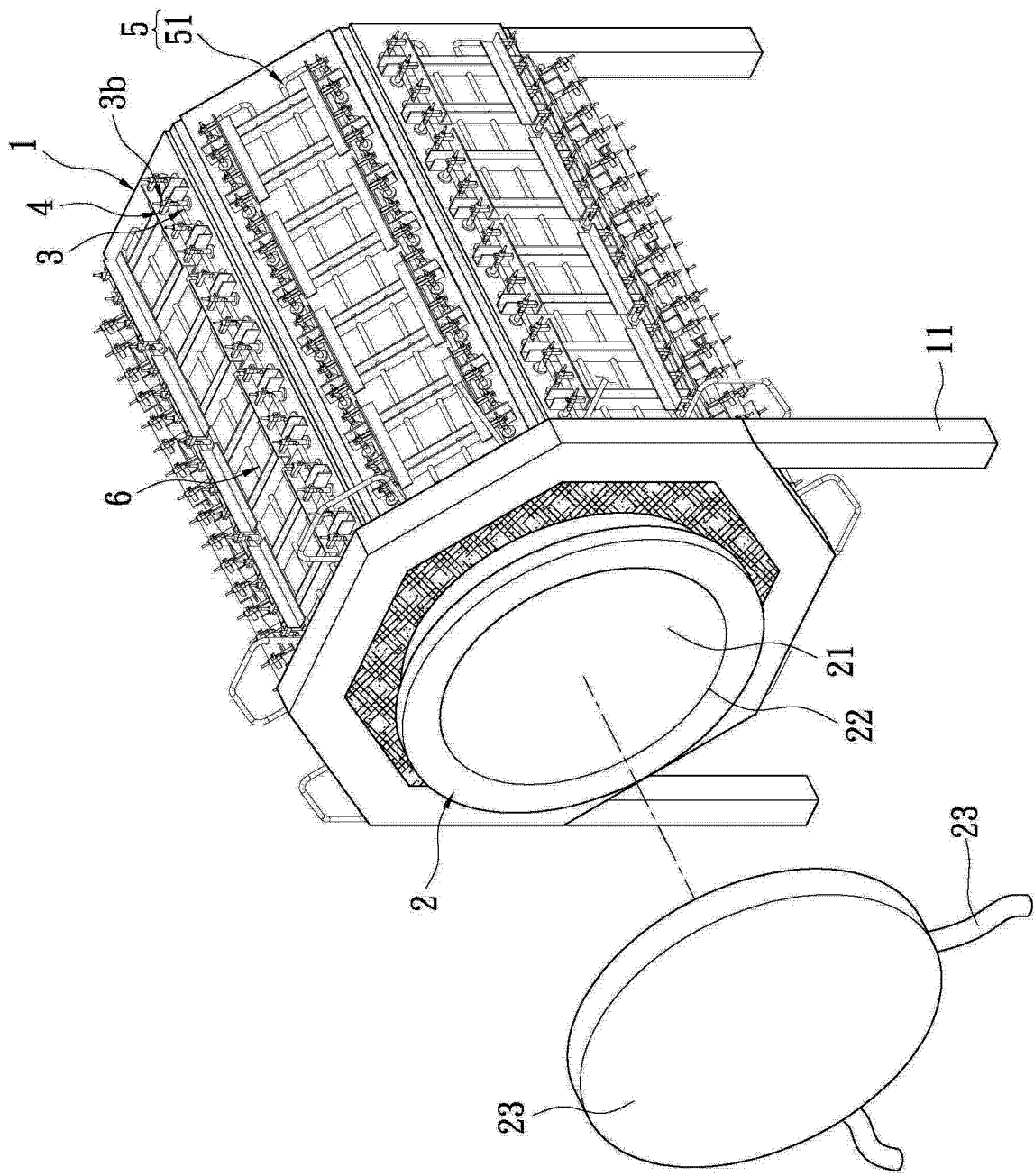


图 4

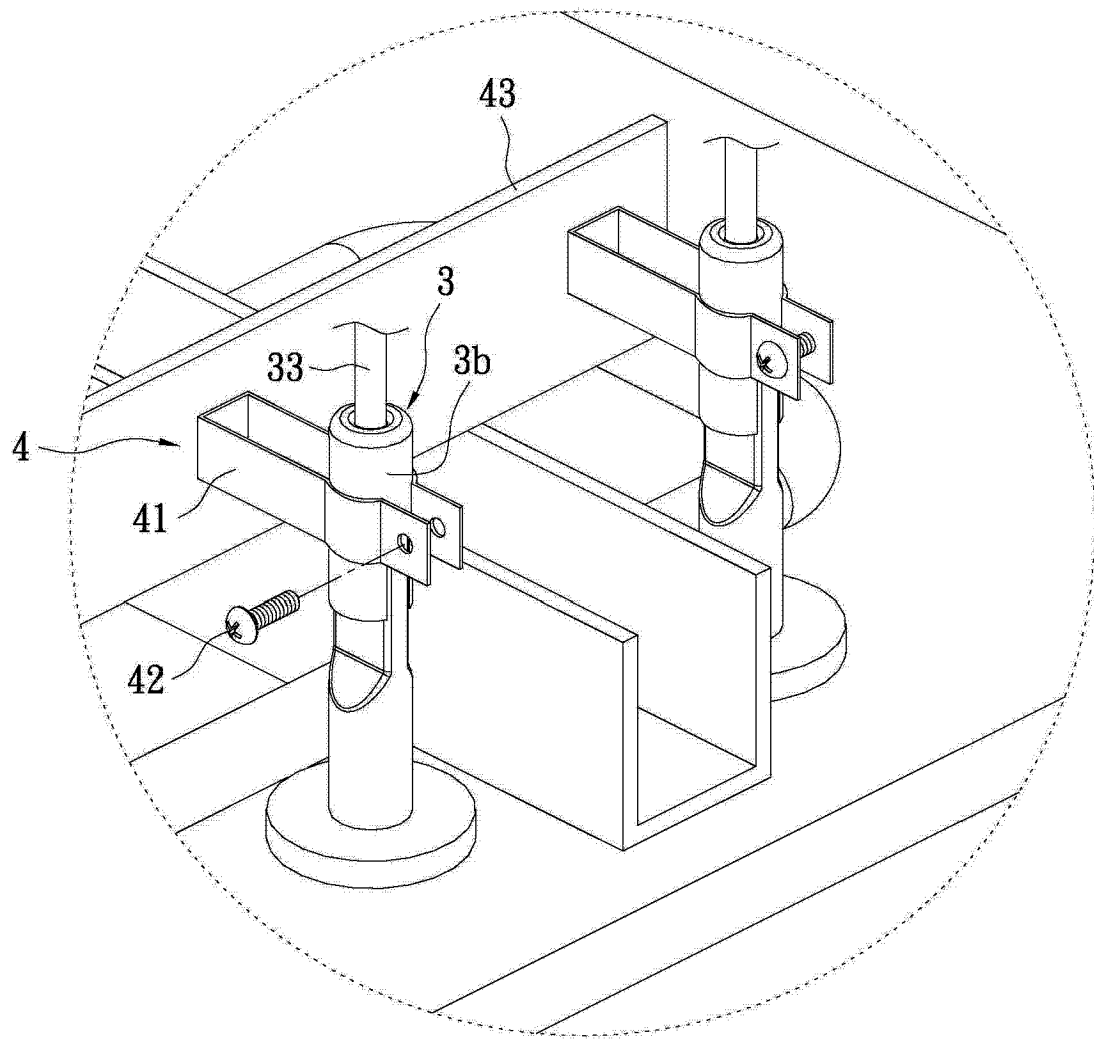


图 5

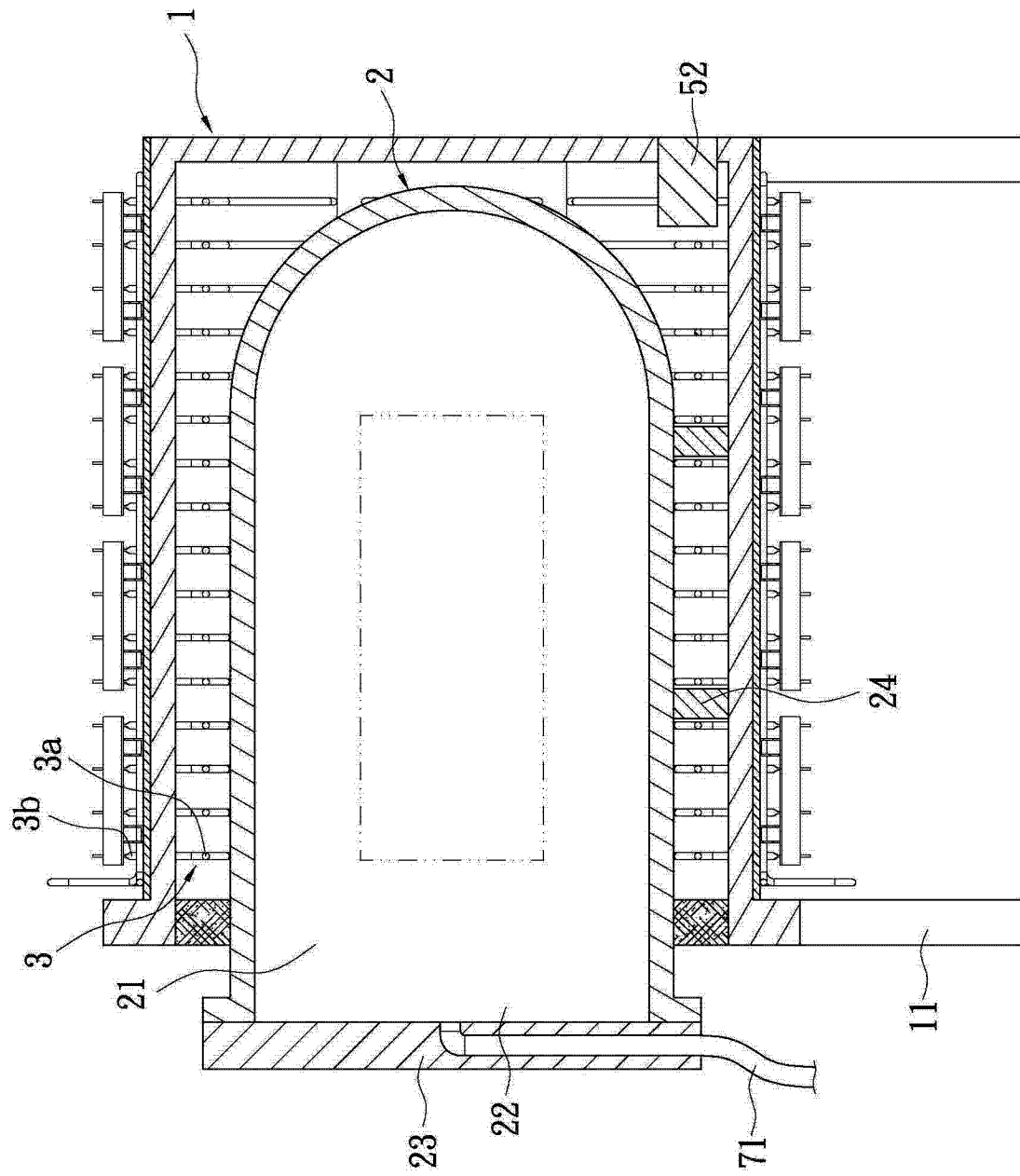


图 6

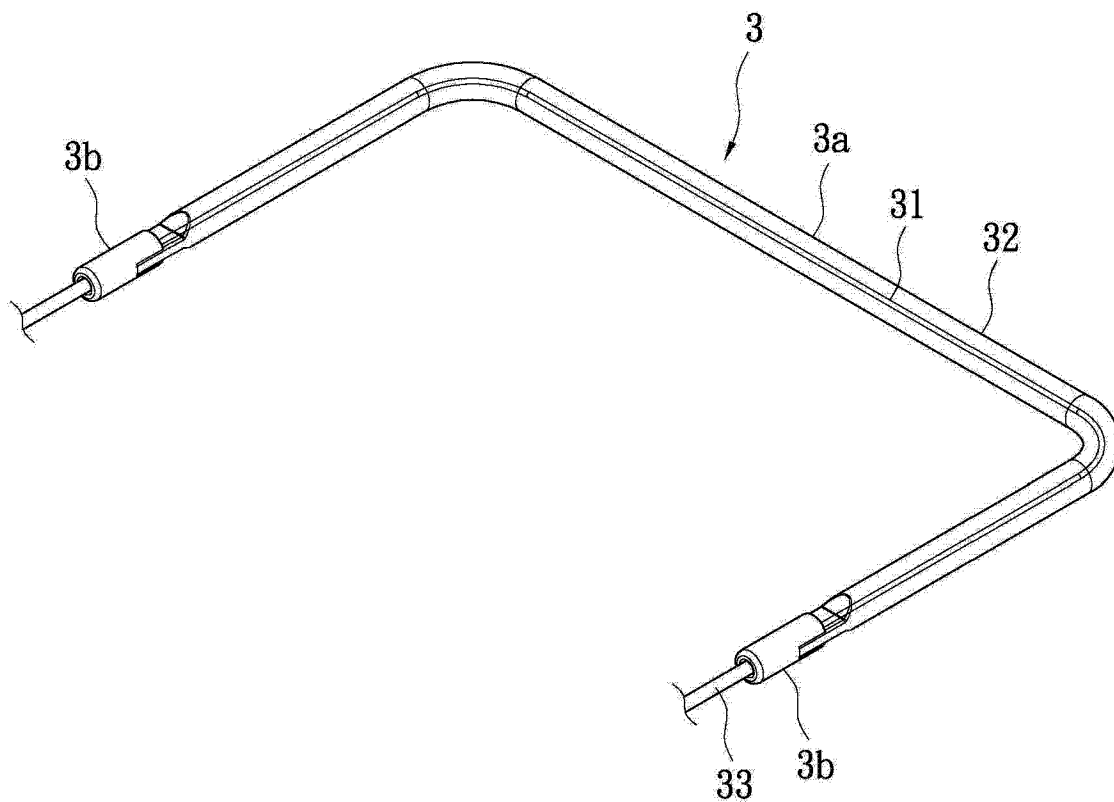


图 7

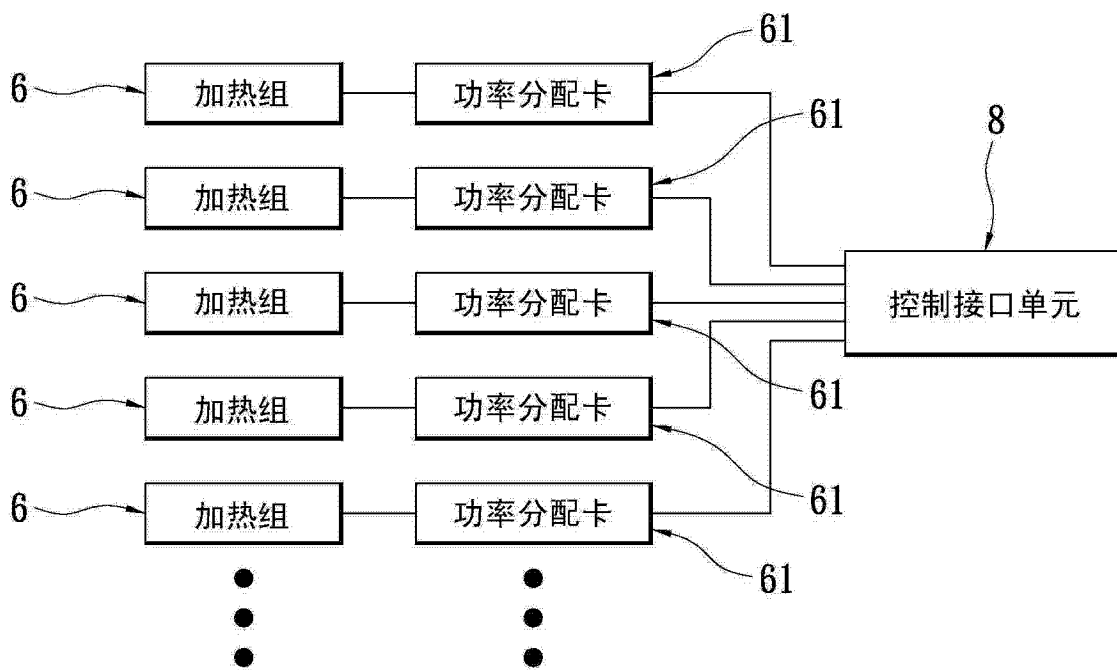


图 8

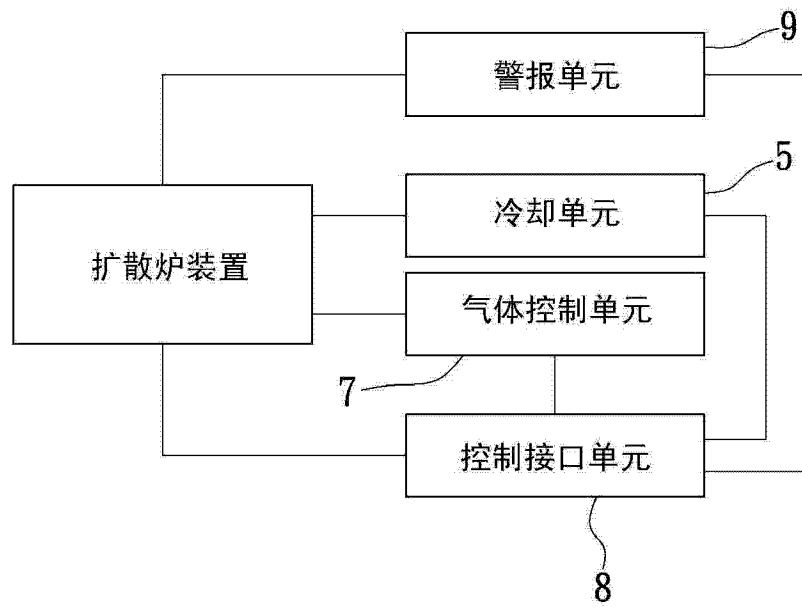


图 9