



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103882409 A

(43) 申请公布日 2014. 06. 25

(21) 申请号 201410092524. 8

(22) 申请日 2014. 03. 13

(71) 申请人 中国科学院半导体研究所

地址 100083 北京市海淀区清华东路甲 35 号

(72) 发明人 王晓亮 肖红领 陈竑 殷海波 冯春 姜丽娟

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

代理人 曹玲柱

(51) Int. Cl.

C23C 16/455(2006. 01)

C23C 16/52(2006. 01)

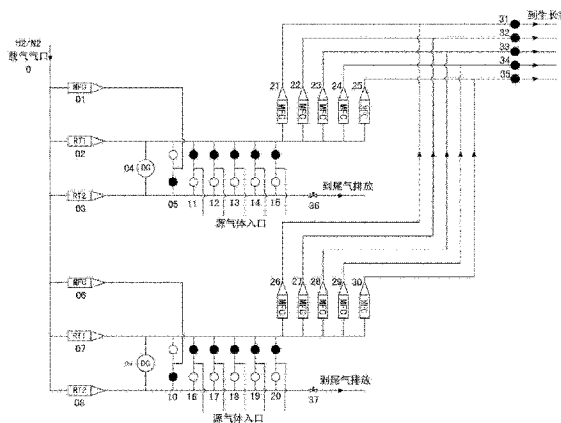
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

源输送混合比可调气路装置

(57) 摘要

本发明提供了一种源输送混合比可调气路装置。该源输送混合比可调气路装置包括：载气主管路，其入口连接至载气源；M个气动阀门，其出口分别连接至薄膜沉积腔室中的M个生长位置；以及N路的源载气混合管路，对于该N路源载气混合管路中的每一路而言，其入口连接至载气主管路和一种有机源气体及针对该有机源气体的掺杂源气体的入口，其M个出口分别连接至M个气动阀门中相应气动阀门的入口。本发明将不同的反应源材料通过各自的生长管线分别送入反应室，避免了前后两次反应源材料的污染。



1. 一种源输送混合比可调气路装置,其特征在于,包括:  
载气主管路,其入口连接至载气源;  
M个气动阀门,其出口分别连接至薄膜沉积腔室中的M个生长位置;以及  
N路的源载气混合管路,对于该N路源载气混合管路中的每一路而言,其入口连接至载气主管路和一种有机源气体及针对该有机源气体的掺杂源气体的入口,其M个出口分别连接至所述M个气动阀门中相应气动阀门的入口。
2. 根据权利要求1所述的源输送混合比可调气路装置,其特征在于,所述N路的源载气混合管路中的每一路源载气混合管路包括:  
补偿气体分流质量流量计,其入口连接至所述载气主管路;  
带流量显示的第一压力控制器,其入口连接至所述载气主管路,其出口连接至生长管线;  
带流量显示的第二压力控制器,其入口连接至所述载气主管路,其出口连接至排空管线,该排空管线的末端通过波纹管调节阀连接至尾气排放口;  
1个输入载气气体的生长/排空多路组合阀,其中央源输入端连接至所述补偿气体质量流量计的出口;  
J个输入源气体的生长/排空多路组合阀,其中,每一生长/排空多路组合阀的源气体出口端连接至生长管线;其排空端通过所述波纹管调节阀连接至排空管线;其中央源输入端分别连接至所述主有机源气体及针对该主有机源气体的掺杂源气体的源头;以及  
M个分流质量流量计,其中,每一分流质量流量计的入口连接至生长管线,其出口作为该路源载气混合管路的支路的出口。
3. 根据权利要求2所述的源输送混合比可调气路装置,其特征在于,还包括:  
差压计,连接于所述第一压力控制器和第二压力控制器的出口之间。
4. 根据权利要求2所述的源输送混合比可调气路装置,其特征在于,所述生长管线的每条支路均通过气动阀门连接至尾气排放管路。
5. 根据权利要求1所述的源输送混合比可调气路装置,其特征在于,所述N=2、3、4或5。
6. 根据权利要求1所述的源输送混合比可调气路装置,其特征在于,所述M=2、3、4或5。
7. 根据权利要求1所述的源输送混合比可调气路装置,其特征在于,所述J=2、3、4或5。
8. 根据权利要求1至7中任一项所述的源输送混合比可调气路装置,其特征在于,所述气动阀门为气动波纹管阀或气动隔膜阀。
9. 根据权利要求1至7中任一项所述的源输送混合比可调气路装置,其特征在于,所述的载气为氢气或氮气,所述有机源气体为Al源、Ga源、Fe源、In源、Mg源或硅烷源气体。
10. 根据权利要求1至7中任一项所述的源输送混合比可调气路装置,其特征在于,所述薄膜沉积腔室为MOCVD腔室、PECVD腔室、CVD腔室或LPCVD腔室。

## 源输送混合比可调气路装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及半导体设备制造技术领域,尤其涉及一种应用于薄膜沉积装置中的源输送混合比可调气路装置。

### 背景技术

[0002] MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition,金属有机物化学气相沉积)设备,是化合物半导体外延材料研究和生产的关键设备,特别适合化合物半导体功能结构材料的规模化工业生产,是其它半导体设备所无法替代的核心半导体设备,是当今世界上生产半导体光电器件和微波器件材料的主要手段,是当今信息产业发展、国防高新技术突破不可缺少的战略性高技术半导体设备。

[0003] 用 MOCVD 设备生长薄膜材料,通常需要各种源材料以及载气体。源材料包括金属有机物(MO)和气体源,是参与化学反应并且在生成物中含有本源料成分的材料,载气体包括氮气、氢气及惰性气体等,这些气体只携带源材料进入反应室中,本身并不参加化学反应。

[0004] 通常反应源材料及载气体都是通过管路传输的,其流量由质量流量计(MFC)控制,气体的通断由阀门的开闭来控制,这些气体经过一定的工序进入反应室,实现不同材料的外延生长。传统的 MOCVD 设备的源输送气路将不同的源气体通过同一组生长/排空多路组合阀混合后输送到生长室前端质量流量计,再通过气动阀门的开闭将源气体输送到生长室。

[0005] 而在实现本发明的过程中,申请人发现现有的 MOCVD 设备中,不同的源气及其掺杂气体均通过同一源载气混合管路进入 MOCVD 腔中,而在先后沉积两种不同薄膜的过程中,前期残留的气体可能对后期的源气体产生影响,从而难以实现高均匀性、高质量多元合金材料的外延生长。

### 发明内容

[0006] (一)要解决的技术问题

[0007] 鉴于上述技术问题,本发明提供了一种源输送混合比可调气路装置,以克服前期残留的气体可能对后期的源气体产生影响的问题。

[0008] (二)技术方案

[0009] 根据本发明的一个方面,提供了一种源输送混合比可调气路装置,包括:载气主管路,其入口连接至载气源;M个气动阀门,其出口分别连接至薄膜沉积腔室中的M个生长位置;以及N路的源载气混合管路,对于该N路源载气混合管路中的每一路而言,其入口连接至载气主管路和一种有机源气体及针对该有机源气体的掺杂源气体的入口,其M个出口分别连接至M个气动阀门中相应气动阀门的入口。

[0010] (三)有益效果

[0011] 从上述技术方案可以看出,本发明源输送混合比可调气路装置具有以下有益效

果：

[0012] (1) 该源输送混合比可调气路装置包括多路的源载气混合管路，每条入腔管路均包括相应的生长管线和排空管线，将不同的反应源材料通过各自的生长管线分别送入反应室，避免了前后两次反应源材料的污染；

[0013] (2) 在每路的源载气混合管路的生长管线中，可以实现源气体出口各支路管线源气体混合比例可调，使注入到生长室内不同区域的源气体组分可独立调整、精确控制，从而实现高均匀性、高质量多元合金材料的外延生长；

[0014] (3) 通过对生长 / 排空多路组合阀的快速切换，可用于生长界面陡峭的多层异质结构材料，可用于 MOCVD 外延的所有气体。

### 附图说明

[0015] 图 1 为本发明第一实施例源输送混合比可调气路装置的示意图；

[0016] 图 2 为本发明第二实施例源输送混合比可调气路装置的示意图。

[0017] 【本发明主要元件符号说明】

[0018] 01、06- 补偿气体质量流量计；

[0019] 02、03、07、08- 带流量显示的压力控制器；

[0020] 04、09- 差压计；

[0021] 05/11 ~ 15/10/16 ~ 20- 生长 / 排空多路组合阀；

[0022] 21 ~ 30- 质量流量计；

[0023] 31 ~ 35- 气动阀门；

[0024] 36 ~ 37- 波纹管调节阀；

[0025] 38 ~ 42 气动阀门。

### 具体实施方式

[0026] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白，以下结合具体实施例，并参照附图，对本发明进一步详细说明。需要说明的是，在附图或说明书描述中，相似或相同的部分都使用相同的图号。附图中未绘示或描述的实现方式，为所属技术领域中普通技术人员所知的形式。另外，虽然本文可提供包含特定值的参数的示范，但应了解，参数无需确切等于相应的值，而是可在可接受的误差容限或设计约束内近似于相应的值。

[0027] 本发明提供了一种源输送混合比可调气路装置，可以实现进入生长室的各源气体出口支路管线中源气体组分的独立可控性，满足外延材料对组分精细控制关键参数的苛刻要求，从而实现高均匀性、高质量多元合金材料的外延生长。

[0028] 在本发明的一个示例性实施例中，提供了一种用于 MOCVD 设备的源输送混合比可调气路装置。图 1 为本发明第一实施例源输送混合比可调气路装置的示意图。在图 1 和图 2 中，弯折类型的交叉线表示两条管线并没有相连接。而直线类型的“丁”字形连接表示两条管线是相连通的。

[0029] 请参照图 1，该源输送混合比可调气路装置包括：补偿气体质量流量计 01、06，生长管线上带流量显示的压力控制器 02、07，排空管线上带流量显示的压力控制器 03、08，差压计 04、09，生长 / 排空多路组合阀、分流质量流量 21、22...30，出口截止气动阀 31、32...35，

排空管线波纹管调节阀 36、37,在质量流量计与阀门之间连接气体管路。

[0030] 具体来讲,本实施例源输送混合比可调气路装置包括:载气主管路,其入口连接至载气源;5个气动阀门(31~35),其出口分别连接至MOCVD腔室的5个生长位置;2路的源载气混合管路,对于该2路源载气混合管路中的每一路而言,其入口连接至载气主管路和一种有机源气体及针对该有机源气体的掺杂源气体的入口,其5个出口分别连接至所述5个气动阀门中相应气动阀门的入口。

[0031] 本实施例中,每一源载气混合管路的源气体可选择不同流量值,从而实现进入生长室不同区域的源气体比例可以根据需要独立调节,在MOCVD设备中实现源输送混合比精确可调,从而实现高均匀性、高质量多元合金材料的外延生长。

[0032] 以下分别对本实施例源输送混合比可调气路装置的各个组成部分进行相应说明。

[0033] 载气主管路和源气管路的入口可以连接至气体容器也可以是气体管道。其中,载气可以是氢气也可以是氮气,载气压力为20psig-40psig。有机源气体视待制备材料而定,例如Al源、Ga源、Fe源、In源、Mg源、硅烷等源气体。

[0034] 如图1所示,源载气混合管路的路数N由主有机源气体的种类决定,制备AlGa<sub>N</sub>薄膜,Al源和Ga源为主有机源气体,因此需要两组源载气混合管路。源气(包括主有机源气体和掺杂源气体)管路数目由源气体种类数量决定,例如,如果制备AlGa<sub>N</sub>/n-GaN/GaN薄膜,需要主源气TMGa和TMA1,因此需要两组源气管路,同时生长n-GaN,需要进行Si掺杂,需要1路Si掺杂源气管路,因此,一共需要3路源气管路。虽然本实施例以3路的源气管路为例进行说明,但本领域技术人员应当清楚,源气管路并不限于3路,其同样可以为多路,通常为4路或者5路。

[0035] 请继续参照图1,以第一路的源载气混合管路为例,该源载气混合管路包括:补偿气体分流质量流量计(MFC)01,其入口通过管路连接至载气主管路;带流量显示的第一压力控制器(RT1)02,其入口通过管路连接至载气主管路,其出口连接至生长管线;带流量显示的第二压力控制器(RT2)03,其入口通过管路连接至载气主管路,其出口连接至排空管线,该排空管线的末端通过波纹管调节阀连接至尾气排放口;差压计(DG)04,通过管路连接于第一压力控制器02和第二压力控制器03的出口之间;1个输入载气气体的生长/排空多路组合阀,其中央源输入端通过管线连接至补偿气体质量流量计(MFC)01的出口;5个输入源气体的生长/排空多路组合阀(11~15),其中,每一生长/排空多路组合阀的源气体出口端通过管路连接至生长管线;其排空端通过波纹管调节阀36连接至排空管线;其中央源输入端连接至主有机源气体及针对该主有机源气体的掺杂源气体;5个分流质量流量计(MFC)(21~25),其中,每一分流质量流量计的入口连接至生长管线,其出口作为该路源载气混合管路的出口,从而构成生长管线的一条支路。

[0036] 在每一路的源载气混合管路的生长管线中,载气和源气体充分的混合均匀后,通过分流质量流量计和气动阀门进入MOCVD腔的预定位置。并且,通过5个分流质量流量计的流量设置、气动阀门的开关组合,实现源气体五个支路管线组分的精确控制,最终至生长室或排空的目的。

[0037] 从上述实施例可以看出,每一路源气入腔管路中输入源气体的生长/排空多路组合阀的个数由主有机源气体及针对该主有机源气体的掺杂源气体的个数有关,并不局限于5个,其还可以6个或者更多。此外,每一路源载气混合管路的出口数J由MOCVD腔室中生

长位置的个数确定,通常为 3 ~ 5 个。

[0038] 需要注意的是,气动阀门 (31 ~ 35) 设置在 5 个分流质量流量计 (21 ~ 25) 的下游,靠近分流质量流量计的一端,并且尽量减少气动阀门到生长室之间气体管路的长度。

[0039] 请参照图 1,生长管线源气体出口气路中的每一个支路管线均由各自的阀门 31、32... 35 实现开闭并与生长室连通。有利地,每一个阀门为气动阀门,所述气动阀门为气动波纹管阀或气动隔膜阀。

[0040] 两组源载气混合管路的排空管线出口气路连接到波纹管调节阀 (36、37),该两个波纹管调节阀用于调节排空管线的流速并与尾气排空管道连通。

[0041] 下文以制备三种具体的化合物半导体材料时,本实施例源输送混合比可调气路装置的工作过程。

[0042] 场景 1 :

[0043] 当外延的材料如 AlGa<sub>N</sub> 三元合金材料时,载气从入口 0 进入,Al 源从第一组气路源气体入口 11、12... 15 任意一点进入,经过生长 / 排空多路组合阀控制进入生长管线,经过分流质量流量计 21、22... 25 控制各支路管线流量,Ga 源从第二组气路源气体入口 16、17... 20 任意一点进入,经过生长 / 排空多路组合阀控制进入生长管线,经过分流质量流量计 26、22... 30 控制各支路管线流量,Al/Ga 五条支路管线按各自比例混合进入生长前等待状态,当气体需要进入生长室时,这时气动阀门 31、32... 35 打开,气体进入生长室参与外延生长;当气体不需要进入生长室时,气动阀门 31、32... 35 关闭,气体经生长 / 排空多路组合阀排空管线排空。

[0044] 场景 2 :

[0045] 当外延的材料如高阻 Ga<sub>N</sub> 材料时,需要进行 Fe 掺杂,载气从入口 0 进入,Fe 源从第一组气路源气体入口 11、12... 15 任意一点进入,经过生长 / 排空多路组合阀控制进入生长管线,经过分流质量流量计 21、22... 25 控制各支路管线流量,Ga 源从第二组气路源气体入口 16、17... 20 任意一点进入,经过生长 / 排空多路组合阀控制进入生长管线,经过分流质量流量计 26、22... 30 控制各支路管线流量,Fe/Ga 五条支路管线按各自比例混合进入生长前等待状态,当气体需要进入生长室时,这时气动阀门 31、32... 35 打开,气体进入生长室参与外延生长;当气体不需要进入生长室时,气动阀门 31、32... 5 关闭,气体经生长 / 排空多路组合阀排空管线排空。

[0046] 场景 3 :

[0047] 此外,当外延的材料如 AlGa<sub>N</sub>/InGa<sub>N</sub> 超晶格结构材料时,载气从入口 0 进入,Al、Ga 源从第一组气路源气体入口 11、12... 15 任意一点进入,经过生长 / 排空多路组合阀控制进入生长管线,经过分流质量流量计 21、22... 25 控制各支路管线流量,In、Ga 源从第二组气路源气体入口 16、17... 20 任意一点进入,经过生长 / 排空多路组合阀控制进入生长管线,经过分流质量流量计 26、22... 30 控制各支路管线流量,通过各自生长 / 排空多路组合阀控制 Al、Ga 源和 In、Ga 源进入五条支路管线,并按各自比例混合进入生长前等待状态,当气体需要进入生长室时,这时气动阀门 31、32... 35 打开,气体进入生长室参与外延生长,并在 Al、Ga 源和 In、Ga 源间快速切换;当气体不需要进入生长室时,气动阀门 31、32... 35 关闭,气体经生长 / 排空多路组合阀排空管线排空。

[0048] 在本实施例中,基于所要求的源气体组分的变化、控制精度,通过两组独立的生长

/排空多路组合阀和分流质量流量计的组合选择源气体通过气路并独立控制各个支路管线流量,实现源输送混合比可调,满足生长高均匀性、高质量外延材料或界面陡峭多层异质结构材料等的需要。

[0049] 至此,本发明第一实施例源输送混合比可调气路装置介绍完毕。

[0050] 图2为本发明第二实施例源输送混合比可调气路装置的示意图。参见图2,本实施例源输送混合比可调气路装置与第一实施例基本类似,不同之处仅在于对气路作了以下改进:生长管线的每条支路均通过气动阀门连接至尾气排放管路,用以满足减小材料生长记忆效应的目的。

[0051] 如图2中的末端气路,被细分为五条支路管线,分别对应生长室顶盘里、中内、中、中外、外圈气路,通过下游设置的气动阀门31、32...35控制气体是否进入生长室;在气动阀门31、32...35上游两组支路管线交汇处通过三通接头引出五条支路管线,后端串联气动阀门38、39...42,控制从21、22...30质量流量计出口至交汇点管路气体的排空,减少生长多层组分变化材料生长过程中的记忆效应。

[0052] 本实施例主要是对生长管线的每条支路增加了排空管路,通过阀门的开关组合,实现不同组分源气体切换时,前级组分源气体的排空,可以减少生长过程的记忆效应,优化源气体组分的控制精度。

[0053] 至此,本发明第二实施例源输送混合比可调气路装置介绍完毕。

[0054] 至此,已经结合附图对本实施例进行了详细描述。依据以上描述,本领域技术人员应当对本发明源输送混合比可调气路装置有了清楚的认识。

[0055] 此外,上述对各元件、方法的定义并不仅限于实施方式中提到的各种具体结构、形状或方法,本领域的普通技术人员可对其进行简单地熟知地替换,例如:

[0056] (1) 本发明的源输送混合比可调气路装置可以允许同时有多路气体进入生长室。此外,在生长组分、均匀性要求不高的材料时,也可以选择只使用其中一组气路,和传统设备一样的方式进行材料生长;

[0057] (2) 除了MOCVD设备之外,本发明源输送混合比可调气路装置还可以用于其它的设备中,例如PECVD、CVD、LPCVD。

[0058] 综上所述,本发明提供一种源输送混合比可调气路装置,其每一支路管线源气体可选择不同流量值,从而实现进入生长室不同区域的源气体比例可以根据需要独立调节,在MOCVD设备中实现源输送混合比精确可调,从而实现高均匀性、高质量多元合金材料的外延生长。

[0059] 以上所述的具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

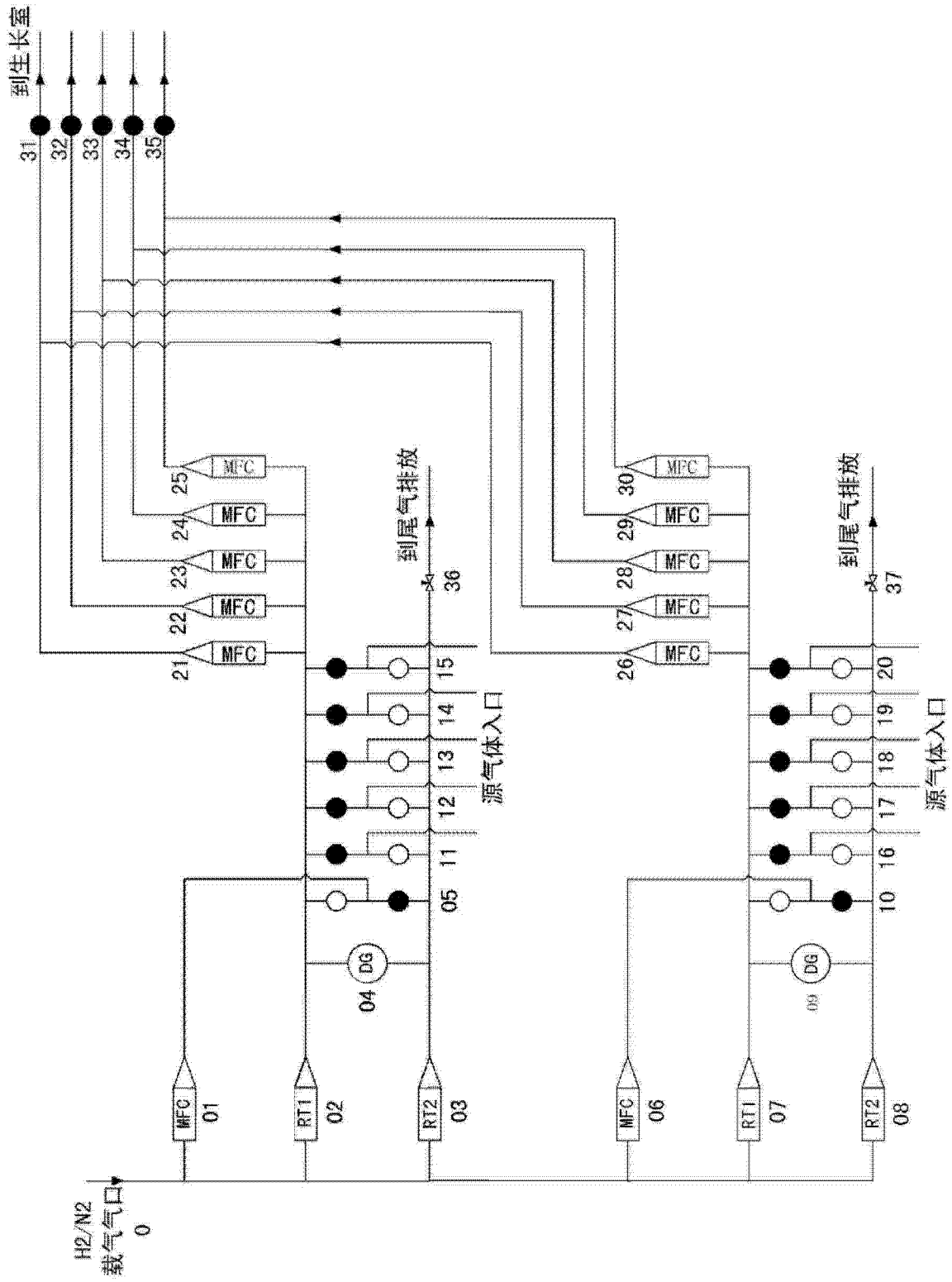


图 1



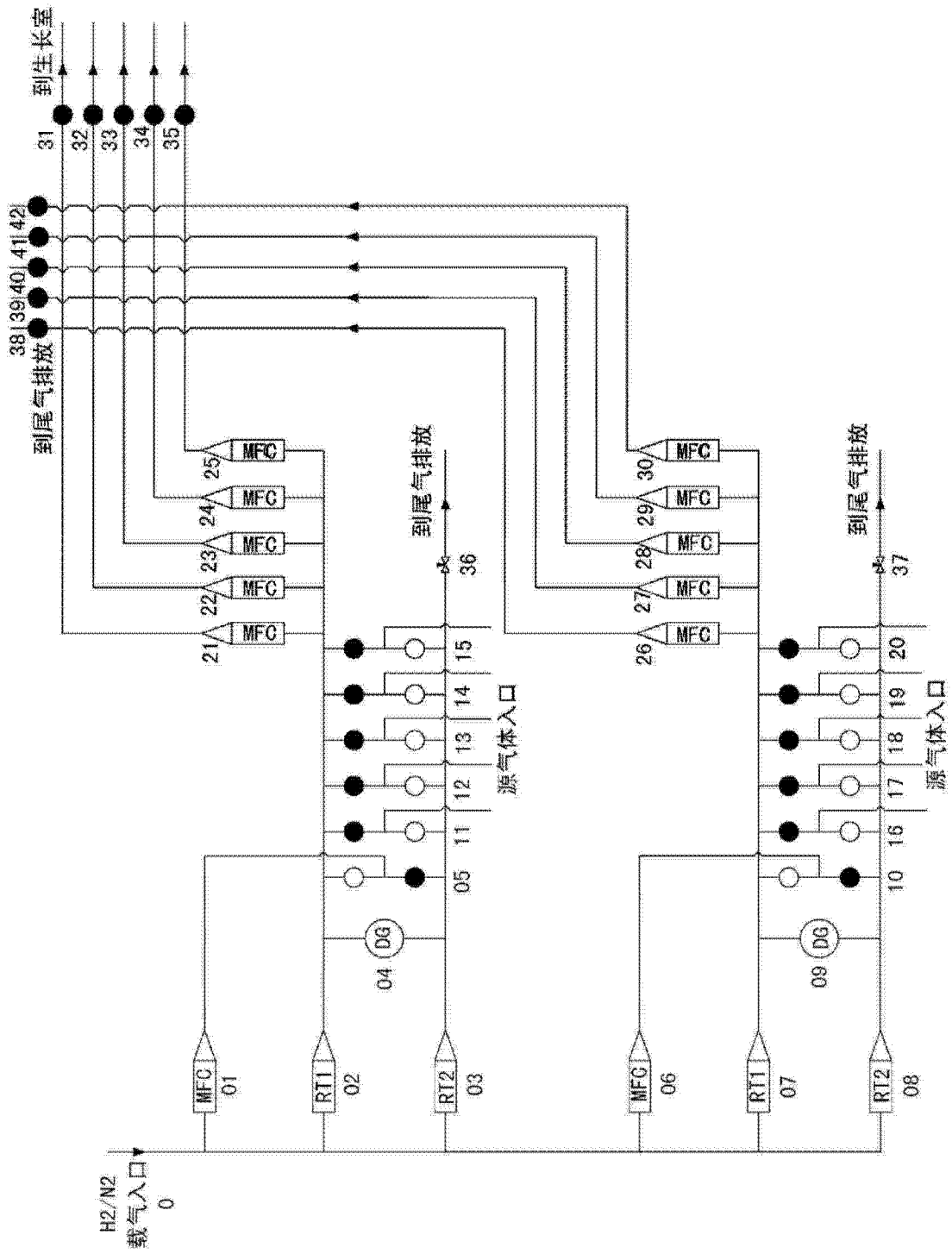


图 2