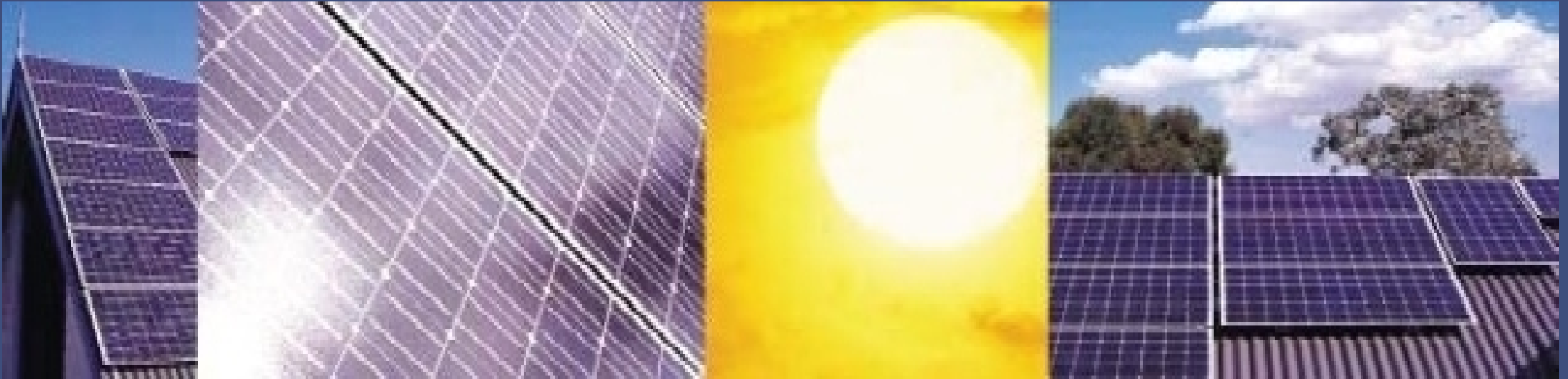


电子厂房高纯气体工艺与施工工程



前言

◆近10年来，随着更复杂、更密集的大规模和超大规模集成电路的生产，对高纯气体洁净度的要求，已不亚于对纯度和干燥度的要求，凡工艺气体，无一不对其中的粒子提出限制。因此，对于高纯气体，纯度、干燥度、洁净度是三项重要的标度。由于高纯度气体的使用地点、性质、工况（如温度、压力等）都不完全一致，所以，如何确定高纯气体的“三度”（纯度、干燥度、洁净度），还没有一个严格而明确的概念。

对于纯度和干燥度的控制，我国CBJ73—84《洁净厂房设计规范》中指出，“高纯气体指纯度大于或等于99.9995%，含水量小于5ppm气体。”

日本把微电子生产中所采用的气体，按其不同的品位，具体分为下列几个不同的档次：

- 超 高 纯 气 体
气体中杂质总含量控制在1ppm以下,水份含量控制在0.2~1ppm。
- 高 纯 气 体
气体中杂质总含量控制在5%ppm以下,水份含量控制在3 ppm以内.
- 洁 净 气 体
气体中杂质总含量控制在10 ppm以下,对水份含量未作严格规定。
- 上述规定,都未涉及洁净度。我们知道,集成电路的生产,几乎都是在洁净环境中进行,是防止尘埃粒子污染微电子产品所必需的。所以,对洁净的生产环境绝不允许采用不洁净的气体来破坏,必须使气体的洁净度与洁净环境保持一致,根据相关资料以及近些年公司相关工程的经验,我进行了一些归纳,希望能够给大家提供一些参考。

一、高纯/特种气体的概念

- 半导体集成电路制造所需要的高纯气体主要分为两大类：
 - 普通气体：也叫大宗气体，主要有： H_2 、 N_2 、 O_2 、Ar、He等。
- 特种气体：主要指各种掺杂用气体、外延用气体、离子注入用气体、刻蚀用气体等。

半导体制造用气体按照使用时的危险性分类

- 可燃、助燃、易燃易爆气体： H_2 、 CH_4 、 H_2S 、 NH_3 、 SiH_4 、 PH_3 、 B_2H_6 、 SiH_2Cl_2 、 ClF_3 、 $SiHCl_3$ 等。
- 有毒气体： AsH_3 、 PH_3 、 B_2H_6 等
- 助燃气体： O_2 、 N_2O 、 F_2 、 HF 等
- 窒息性气体： N_2 、 He 、 CO_2 、 Ar 等
- 腐蚀性气体： HCl 、 PCl_3 、 $POCl_3$ 、 HF 、 SiF_4 、 ClF_3 、 等

二. 特种气体供应系统

- 特种气体的供应方式截至目前为止，几乎皆用钢瓶的方式进行，一般常用的为高压钢瓶，依其填充的气体特性有分为气态和液态两种，一般气体依液态储存于钢瓶内，瓶内压力较高，所以最佳方式是选用吸附式气态钢瓶，以气体分子与吸附剂间的范德瓦力将气体吸附于吸附剂孔隙中，其优点为供气压力低于一个大气压，无任何泄漏的危险，且供气量为普通高压钢瓶的10倍，低蒸汽压的气体以液态储存于钢瓶内；针对易燃易爆，有毒性腐蚀性气体，常将钢瓶至于特气柜中，再通过管路将气体供应至现场附近的阀箱，经过一系列的控制而后进入用气点；一般惰性气体以开放式的气瓶架和阀盘供应；具体方式如下：

1.现场制气、管道供气

- 这种供气方式时将制气设备建造在用气量较大或者用气品种较多的工厂内或按区域设置供应周边各单位用气
- 示意图如下：1—中压贮气罐；2—调压阀组；3—气体过滤器；4—液态气体贮罐；5—汽化器；6—安全阀；
- 7—自动控制阀；8—气体纯化装置；9—流量计；10—末端气体过滤器；11—末端气体纯化器
- 12—用气点；13—高压气体压缩机；14—高压气体贮罐（ $P=15\sim 20\text{MPa}$ ）

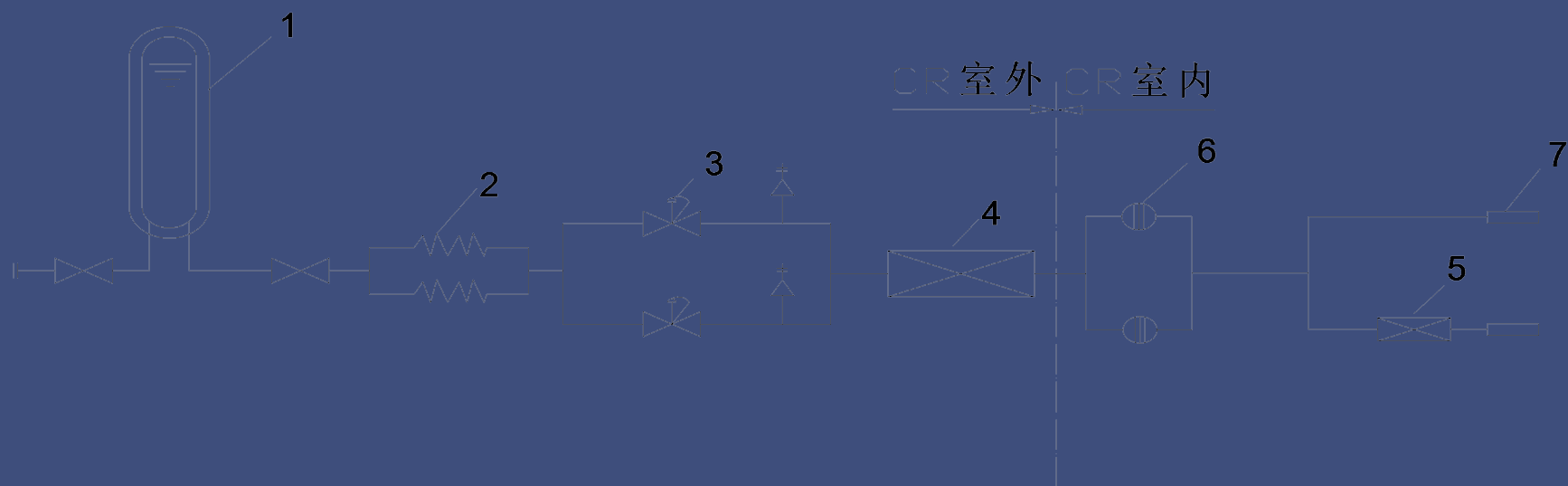
- a图为采用液态气体贮存气体，中压贮罐。作为缓冲罐的供应系统。气体纯化设备设在工厂内，实际上在各用气工厂还应设置各种过滤精度的气体过滤器、计量仪器、分析仪器等，有的工厂对高纯气体中杂质含量控制十分严格，此时还需安装末端提纯设备。
- b图为采用高压（ $P=15\sim 20\text{MPa}$ ）气体贮罐的供气系统，常用于氢气供应系统中，设高压气体压缩机从中压贮气罐中吸气经压缩到 $15\sim 20\text{MPa}$ 送入若干个高压贮气罐组储气，根据供气用气的平衡，高压贮气罐放气经二级调压阀组减压后由自动控制阀送入供气系统。

- 现场制气、管道供气 图

2. 外购气体供气

- 由集中制气工厂制取的液态气体由低温液态气体贮罐槽车运送至用气工厂，再使用工厂设置低温液态气体贮罐，将液态气体槽车中的液态气体抽送入液态气体贮罐贮存，根据工厂用气量，液态气体由贮罐送出经汽化器化为气体后，经由调压器组调压并经气体过滤器送去使用车间，若气体纯度或杂质含量不能满足使用要求，则需要再在车间内设置末端提纯装置，对气体进行提纯并去除杂质，同时为满足不同需求，还应在工厂使用车间末端或在车间内集中设置不同过滤精度的气体过滤器，示意图如下：
- 1—液态气体贮罐；2—汽化器；3—调压装置；4—气体纯化装置；5—末端气体纯化器；6—气体过滤器；7—用气点

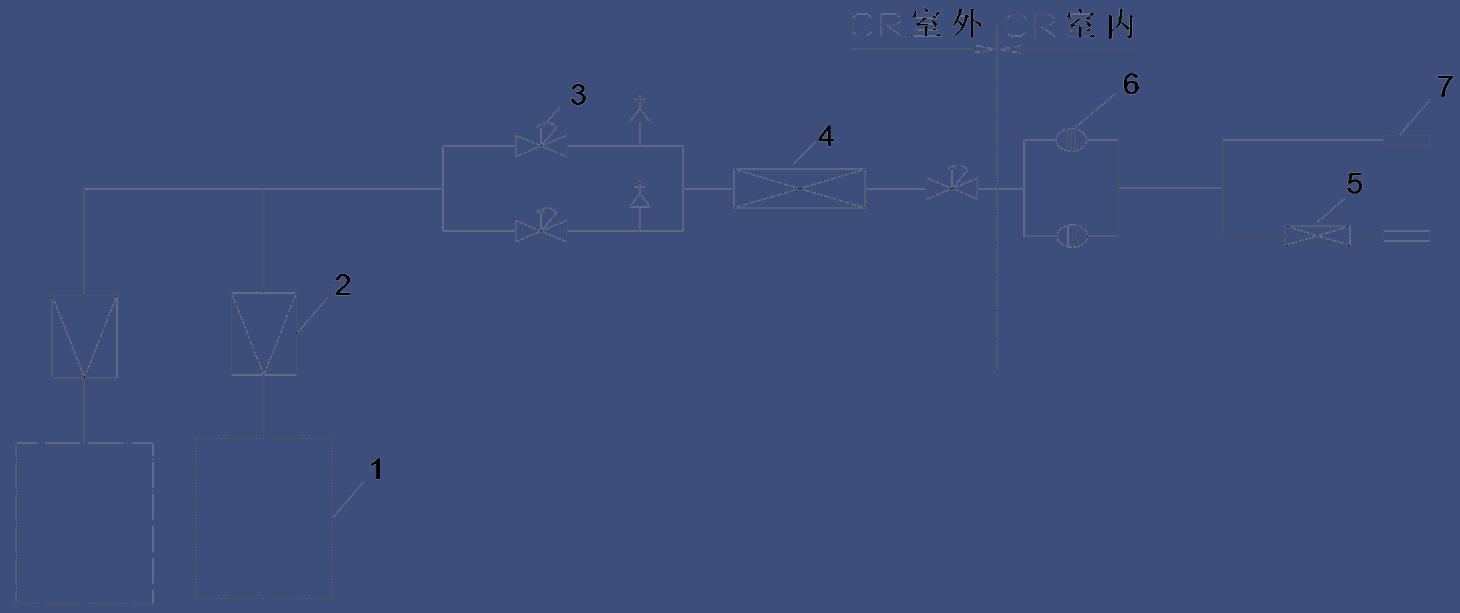
• 外购气体供气图：



3.外购气体钢瓶供气

- 外购气体钢瓶集中存放在工厂的气瓶间(库)中，气瓶中高压气体经气体总线，减压阀组汇集，减压至一定压力经气体纯化装置纯化后供气。为确保连续供气，气体钢瓶一般分为两组，交替放气，根据产品工艺要求，选择满足供气品质的气体纯化装置或在用气点处设置末端气体纯化装置。
- 示意图如下：1—钢瓶及总线2—减压阀组；3—调压装置；4—气体纯化装置；
5—末端气体纯化器；6—气体过滤器；7—用气点

- 外购气体钢瓶供气图



4.将高纯气体钢瓶设置在用气设备附近直接供气

- 常用于用气量很少的场所，《规范》规定，当日用气量不超过一瓶（指水容积不超过40L的钢瓶）时，气瓶可设置在洁净室内，但必须采取不积尘和易于清洁的措施，若工艺对高纯气体要求较为严格时，比如气体中总杂质含量 $\leq 1.0 \times 10^{-6}$ 时，还需要在气瓶与用气设备之间设置末端气体提纯装置，包括高精度气体过滤器，以确保供气质量。



三、高纯气体的配管及材质

1. 高纯气体管路的设计要点：

- （1）对于不同特性的气体，要规划独立的供应区域，一般分为三个区：腐蚀性/毒性气体区、可燃性气体区、惰性气体区，将相同性质的气体集中加强管理，可燃性气体区要特别规划防爆墙与泄漏口，若空间不足，可考虑将惰性气体放置与毒性/腐蚀性气体区。
- （2）管路设计需要考虑输送的距离，距离越长，成本越高，风险也越高，通常较合理的设计流速为20m/S，可燃性气体小于10m/S,毒性/腐蚀性气体小于8m/S，在用量设计方面，则需要考虑使用点的压力和管径大小，前者与气体特性有关，后者使用点的管径一般为1/4”~3/8”。
- （3）根据用气设备的分布情况，高纯气体的管网不宜过大或者过长；宜采用不封闭的环形管路，在系统末端连续不断排放少量的气体，以便在管网中总有高纯气体流通，不会发生“死空间”引起高纯气体的污染。

- (4) 管路中应减少不流动气体的“死空间”，不应设有盲管，在特种气体的储气瓶与用气设备之间应设吹扫控制装置、多阀门控制装置、用以控制各个阀门的开关顺序、系统吹除，以确保供气系统的安全、可靠运行和防止“死区”形成而滞留污染物，降低气体纯度。
- (5) 对高纯气体纯度要求不同的用气设备，宜采用分等级高纯气体输送系统；也可采用同等级输送系统，但是在纯度要求高的用气设备邻近处设末端气体提纯装置。
- (6) 为了检测高纯气体的纯度和杂质含量，输送系统除了设置必要的连续检测仪器，如衡量水含量或者氧杂质含量等分析仪外，还应设置定期取样用的检测采样口，以便按规定时间进行采样，分析高纯气体中各种杂质的含量。
- (7) 在亚微米级的集成电路生产中，要求供应10—9级的高纯气体，为了确保末端用气工艺设备处的气体纯度，使气体中的杂质含量（包括尘粒）控制在规定的数值内，一般在设备前设置末端纯化装置，或末端高精度气体过滤器

2. 高纯气体配管及附件材质的选择

- (1) 选择标准
- ●选用渗透性小、出气速率低、吸附性差的材料：
- 目前超大规模集成电路前工序高纯气体输送系统管道材料采用不锈钢光亮退火管（SS304BA、SS316BA）、不锈钢电抛光管（SS316L-EP）等，但是对要求控制高纯气体中总杂质含量 $\leq 1.01.0 \times 10^{-6}$ 及以下的管材应用SS316L-EP管。，高纯气体使用管材的特点及要求如下表所示：

高纯气体使用管材的特点及要求		
项目	SS304BA或SS316BA	SS316LEP
钢材冶炼方法	真空氧气脱碳法	真空氧气脱碳法或真空电弧熔炼法
制作过程	冷延→热处理→冷拉→光亮热处理→脱脂→一般水洗→纯水水洗（10000级洁净环境）→纯氮吹扫（1000级洁净环境）→检查→包装（压帽氮封及双层聚乙烯外包装充纯氮保护）	冷延→热处理→冷拉→光亮热处理→脱脂→一般水洗→电解抛光→一般水洗→碱中和→一般水洗→硝酸浸渍→水洗→冷纯水水洗（10000级洁净环境）→热纯水水洗（10000级洁净环境）→纯氮吹扫（100/1000级洁净环境）→检查→包装（压帽氮封及双层聚乙烯外包装充纯氮保护）→最终检查
内表面粗糙度 Rmax	3.0~4.5μm	<0.7μm
表面硬度 (HRB)	<90	<80
公差要求项目	管外径、管壁厚、管长、管道垂直度	管外径、管壁厚、管长、管道垂直度

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/576221221113011004>