

TYTAN 4600 常压 & 低压化学气相沉积水平炉



Tystar Corporation
7050 Lampson Avenue
Garden Grove, CA 92841, U.S.A
TEL: +1-310-781-9219
FAX: +1-310-781-9438
www.tystar.com

September 12, 2018

目录

第一章 TYTAN 4600 炉系统概述	3
1.1 系统概述	3
1.1.1 应用	4
1.1.2 晶圆环境	5
1.1.3 安全互锁	5
1.2 设备布局图	5
1.2.1 技术指标	8
1.2.2 系统指标	8
1.2.3 工艺指标	8
1.2.4 独特优势	9
第二章 炉体柜	10
第三章 工作台	12
第四章 气体/真空/排风处理系统	13
4.1 气源柜	14
4.2 气路	14
4.3 特气面板	14
第五章 控制 & 数据收集系统	15
5.1 炉管控制器	15
5.2 温度控制单元	16
5.3 气体控制器	18
5.4 数据收集系统	18
5.5 其他相关控制器	18
第六章 系统安全 & 人身安全	20

第七章 客户支持	21
7.1 质保	21
7.2 培训	21
7.3 远程服务	21
第八章 外围动力需求	22
附录 A TYSTAR 保证的工艺指标	i
附录 B 选择 TYSTAR 的 33 个理由	iii

第一章 TYTAN 4600 炉系统概述



图 1.1: 典型 TYTAN 4600 炉系统.

1.1 系统概述

从上个世纪 80 年代初期开始, TYTAN 炉系统就已经开始服务于半导体产业。现在它不仅为半导体产业创造价值, 也在为 MEMS 产业创造价值。TYTAN 炉系统能够提供多种工艺, 如扩散, 氧化, 退火和常规低压化学气相沉积 (LPCVD) 工艺。

TYTAN 炉系统是基于拥有专利技术的恒温腔室设计而成的, 它有诸多优点。归功于这一创新设计, 占地空间和电力消耗都远远低于其他常规水平炉。恒温特性保证了良好的工艺均匀性。在工业生产领域, 该系统已经被广泛认可并已经作为一个稳定可靠的生产设备正在使用。TYTAN 的设计包含了

高性能加工设备所必备的诸多理念。

Tystar 在全球拥有众多客户。Tystar 在全球范围大约安装有 1,600 根工艺炉管并且它们大部分仍然在运行。庞大的客户群证明 Tystar 公司长期致力于为客户提供技术支持和提高客户满意度。工艺指标和承诺会按照客户协议来执行。由于 TYTAN 集成控制系统，工艺结果可以被精准控制和可预见。该系统在很大程度上降低了人为操作失误。

1.1.1 应用

自 1980 年开始，TYTAN 炉系统主要应用于半导体器件生产。时至今日，半导体工艺技术扩展到了其他多个领域，如：

- 太阳能光伏电池
- 微机电系统 (MEMS)
- 生物和化学传感器
- 光波导和光电器件

TYTAN 工艺主要包括扩散工艺，氧化工艺，氮化工艺，沉积，钝化，退火和其他工艺。这些工艺有些可以在常压环境下运行，有些需要在低压环境下运行。如果需要 Tystar 标准工艺手册，你可以发送邮件至 info@tystar.com 或者拨打电话至 +1 310 781-9219。有关其它非常规工艺信息，请直接联系 Tystar 技术部 (support@tystar.com)。

最新研发的 TYTAN 工艺可以用来生长多种纳米材料。经过全球多个客户证实，TYTAN 炉系统在产品研发和生产中正在作为有力工具被使用。TYTAN 系统可以用来生长很多纳米材料，例如纳米线，纳米管，石墨烯，和可精确控制的其他特殊材料。

纳米线被公认为将在下一代电子器件中扮演重要角色，同时也为下面这些潜在用途提供研究价值，如：

- 生物和化学传感器
- 电池, 能量存储/收集系统
- 光子晶体, 光波导和光捕捉器件
- 量子点, 金属氧化物半导体场效应晶体管, 逻辑门和互联
- 热电和光伏电池
- 光催化

TYTAN 炉系统可以用来生产和研发碳纳米材料。取决于不同的工艺程序，碳纳米管的直径及长度和石墨烯的厚度都得到了严格的控制。纳米材料的类型可以是单壁型或者多壁型，直径可达几十纳米，长度可达几毫米。单层石墨烯的厚度可达几百纳米。碳纳米管可以由多种方式进行生长，如垂直阵列，水平阵列或缠绕式生长。石墨烯生长可以实现单层或多层生长。碳纳米材料还有其他很多用途，简单列举如下：

- 太阳能电池
- 电池和超级电容

- 显示和场致发射体
- 原子力显微镜探针
- 复合材料和纤维织物
- 生物医学材料
- 导电材料
- 空气和液体过滤器

1.1.2 晶圆环境

炉系统用户非常关注晶圆污染以及颗粒的沉积。气路系统和工艺炉管内所有晶圆周边材料都是选用高纯度耐化学材料。并且预清洗和组装设备都是在 1000 级净化间内完成的。所有特气管路在进入工艺炉管位置都装有过滤器。

1.1.3 安全互锁

Tytan 系统具有互锁和测量功能，它可以减少因零件故障，断电和操作错误引起的损失。错误状态会触发错误信息并显示在触摸屏上，同时激活灯塔和蜂鸣器。因每根炉管都是单独控制，所以单个炉管故障不会引起整台设备的停机。气体控制设计有故障保护功能，这样便于操作员操作。如遇到紧急情况，系统将默认自动开启氮气吹扫模式。安全互锁装置应用于为气体控制系统提供足够的气体吹扫周期，时间延迟，以及防止某些气体流量低于设定值的或其他不兼容设置，这些操作和安全互锁是由 Tystar 工程师团队 30 多年经验得来的。

1.2 设备布局图

如图 1.2所示，典型 TYTAN 系统可以分为三部分：

- 工作台
- 炉体柜
- 气源柜

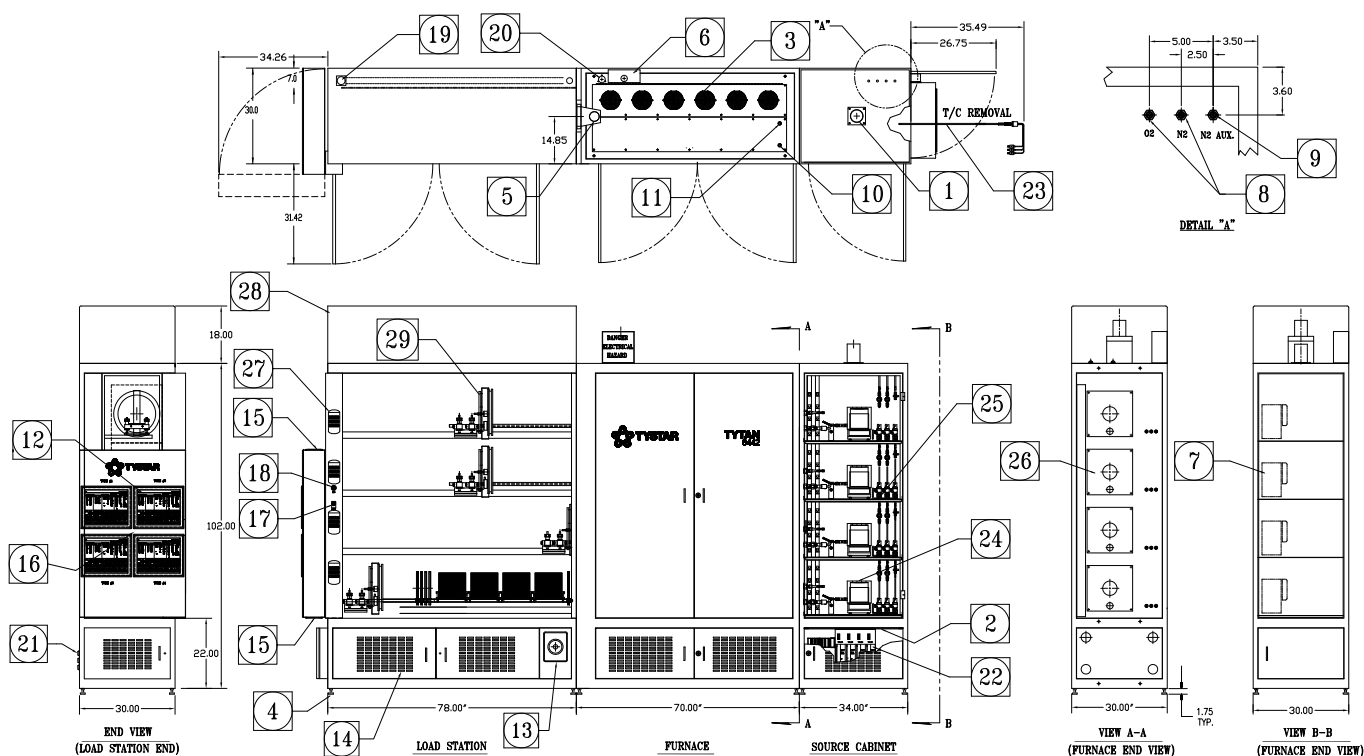


图 1.2: 典型 TYTAN 4600 炉系统布局图

LEGEND

1. 气源柜排风: 4" O.D. 250 CFM
2. 盛液盘
3. 炉体热排风
4. 水平地脚
5. 炉口排废箱: 4" O.D. CFM
6. 电源供应: 208 - 480 VAC, 3 相, 50 或 60 Hz
7. MFS 460 气体控制器
8. 工艺气体进气口: N₂ and O₂ with 1/4" face seal bulkheads
9. 进气口: auxiliary 3/8" compression seal fitting 60 to 100 psi
10. 热交换器冷却水进水口: 1/2" FNPT connection
11. 热交换器冷却水回水口: 1/2" FNPT connection

12. 工作台之电气控制台
13. 主电源开关
14. 工作台和炉体柜侧底板过滤器
15. 控制台冷却风扇
16. FCS 10/30 触摸屏控制电脑
17. 开始开关
18. 急停按钮
19. 推拉舟电机
20. 层流系统 115V 电压输出
21. 主机通信端口
22. 温度控制单元 (TCU)
23. 内部热电偶
24. 温度可控的蒸发器
25. 特气面板
26. 炉管固定座组合 & 隔热板
27. 指示灯塔
28. 层流罩组合
29. 悬臂杆组合

1.2.1 技术指标

1.2.2 系统指标

- 最多容纳的炉管数量: 4
- 恒温区数量: 3
- 恒温区长度: 18" (457 mm)
- 晶圆尺寸: 6" (150 mm)
- 晶圆厚度: 160 – 300 μm
- 最高工艺温度:
 - o 采用无接触式推拉舟时, 温度最高可达 1,150 °C
 - o 采用碳化硅内部部件时, 温度最高可达 1,300 °C
- 晶圆/舟取放
 - o 舟在炉管内自动化传送
 - o 全自动化装载/卸载/传送/存放 (可选项)
- 晶圆产能
 - o 常压工艺产能为 100 片/管
 - o 低压工艺产能为 50 片/管
- 系统尺寸 (W×D×H):
 - o 不含地脚和层流罩时, 127" × 30" × 82" (3.23 m × 0.76 m × 2.08 m)
 - o 安装地脚后, 总体高度增加 2"
 - o 安装层流罩后, 总体高度增加 18"
- 设备估计重量
 - o 工作台: 1,200 lbs (544 kg)
 - o 炉体柜: 2,400 lbs (or 1,088 kg)
 - o 气源柜: 900 lbs (or 408 kg)

1.2.3 工艺指标

TYTAN 炉系统可以配置为以下任一工艺:

- 常压湿法氧化工艺
 - o 闪蒸氧化工艺
 - o 氢氧合成工艺
 - o 鼓泡式湿法氧化工艺
- 常压干法氧化工艺
- 氮化硅 LPCVD 工艺
 - o 标准型氮化硅 LPCVD 工艺
 - o 低应力氮化硅 LPCVD 工艺

- 氮氧化硅 LPCVD 工艺
- 多晶硅 LPCVD 工艺
 - o 硅烷
 - o 乙硅烷
- 原位掺杂多晶硅 LPCVD 工艺
- 低温氧化硅 LPCVD 工艺
- P 掺杂低温氧化 LPCVD 工艺 (PSG)
- B/P 掺杂低温氧化 LPCVD 工艺 (BPSG)
- TEOS 氧化 LPCVD 工艺
- 高温氧化 LPCVD 工艺
- 半绝缘多晶硅 LPCVD 工艺
- 碳化硅 LPCVD 工艺
- 锗硅 LPCVD 工艺
- 外延硅 LPCVD 工艺
- 常压退火工艺
- 碳纳米管
- 石墨烯

有关 Tystar 标准工艺指标，请参照附件 A 表。实际工艺结果大多会好于所承诺的工艺指标。关于更多 Tystar 工艺信息”Tystar Processes”手册，您可以发邮件 (info@tystar.com) 或打电话 (+1 310 781-9219) 订购。有关其他非常规工艺，你可以直接联系 Tystar 技术部 (support@tystar.com)。

1.2.4 独特优势

Tystar 的恒温系统设计使得 TYTAN 系统可以高效完成工作以及使用零部件。这种独特的恒温设计还具有很多其他优势，例如设备占地空间小，这样可以减少昂贵的净化间空间；减少约 50 % 气体消耗和电能消耗量。

并不是所有的炉系统结构设计都相同，除了这个特殊恒温设计，与其他厂家相比，TYTAN 炉系统还有很多特有的优势，详情参考附件 B (选择 TYSTAR 的 33 个理由)。

第二章 炉体柜

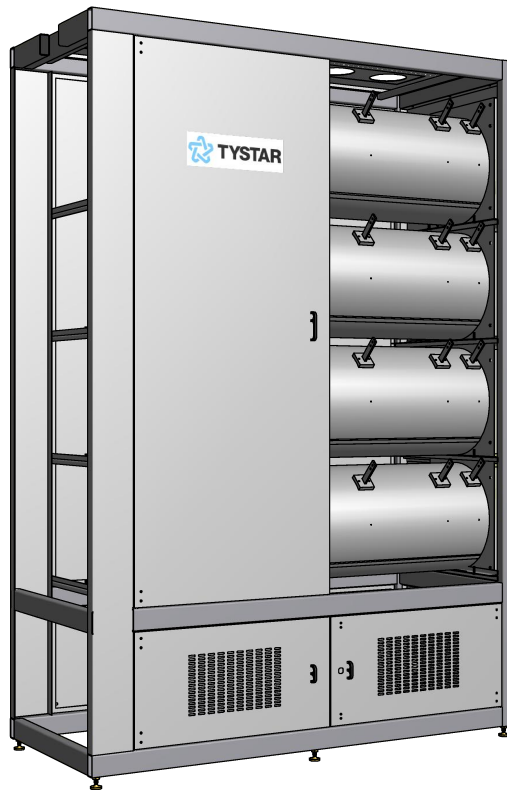


图 2.1: 典型 TYTAN 4600 系统炉体柜

炉体柜包括加热器, 工艺炉管, 加热电源模块和水冷凝器。同时炉体柜还安装有固定式超温报警传感器, 当炉体柜内超过设定的失控温度 (260°C) 时, 该传感器将切断各个炉管加热电源。重新上电时,

必须检查确认无报警或错误才能上电. 安装的挡热板可以有效保护气源柜内的敏感零部件。热堵的设计可以使恒温区内径向和横向温度均匀性优于 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。虽然平时炉系统都是在较低温度下运行，但是我们要求按照最大功率来配备外围动力条件，以此满足 4 管炉的正常运行。正常工艺中的电能消耗约是最大功率的 50 - 60 %。归功于这一独特设计，TYTAN 炉系统在节约电能方面表现突出。

- 恒温区长度: 18"
- 温度均匀性: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
- 冷却方式: 冷凝器
- 热电偶类型: R 型
- 温度范围: 300 – 1,300 $^{\circ}\text{C}$
- TCU 温度分辨率: $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$
- 温度精度: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ for 300 – 1,300 $^{\circ}\text{C}$
- 最大升温速率: 20 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$
- 降温速率:
 - o 13 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ for 1,300 – 1,100 $^{\circ}\text{C}$
 - o 8 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ for 1,100 – 900 $^{\circ}\text{C}$
 - o 5 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ for 900 – 700 $^{\circ}\text{C}$
 - o 3 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ for 700 – 500 $^{\circ}\text{C}$
- 450 $^{\circ}\text{C}$ 复原时间: 30 min
- 满载时温度稳定性:
 - o 20 min at 450 $^{\circ}\text{C}$
 - o 15 min at 1,000 $^{\circ}\text{C}$

第三章 工作台



图 3.1: 典型 TYTAN 4600 炉系统工作台

净化工作台配置有水平式或垂直式的层流系统来减少装卸晶圆时颗粒的产生。它还包括防振无接触式推拉舟机构，较短的加热炉体可以保证高温满载时悬臂杆产生较小的形变量。另外还配备有炉口排废箱用于将尾气稀释到安全级别。

- 层流类型: 垂直式或水平式
- 净化级别: 10 级或更优
- 晶圆装卸: 悬臂杆
- 推拉舟驱动:
 - o 电机类型: 直流
 - o 电机速度: $1'' - 25''/\text{min}$ (25 - 625 mm/min)
 - o 电机分辨率: $0.04''$ (1 mm)

第四章 气体/真空/排风处理系统



图 4.1: 典型 TYTAN 4600 炉系统气源柜.

对于 TYTAN 炉系统，每一台设备都有它独立的气体/真空/尾气处置系统。换言之，这台设备出

现故障不会影响到其他设备正常工艺的运行。在本章节将分为气源柜，真空系统组件，和排风系统组件来描述。

4.1 气源柜

气源柜包括所有的气体控制器和分配歧管。真空泵可以被放置在气源柜内部或者单独站立的气源柜旁边。气源柜有两种类型可供客户选择。

4.2 气路

每一路气体管道和气体面板都配备有自身专用的截止阀。所有进入到工艺炉管的特气进气口处都装有过滤器。目前真空泵有多种型号可供客户选择。

- 质量流量计类型: Horiba, Brooks, MKS, 或由客户指定
- 波纹管密封截止阀或隔膜阀: Swagelok 或同品质的
- 气体控制方法: MFS-460 闭环微机控制
- 气体监控: MFS-460 控制器, 误差带, 和报警信息
- 管道: S.S. 316L 表面粗糙度 Ra 16 $\mu\text{in.}$ 或更优, 自动焊接
- 漏率: $< 8 \times 10^{-9} \text{ cm}^3 \text{ He/s}$
- 膜滤器: 进气口安装 0.003 μm 过滤器
- 有毒气体吹扫: N_2
- 安全互锁: EPROM 内置

4.3 特气面板

TYTAN 炉特气面板包括气流控制器，它可以实现精确控制气流，混合比例，和气体混合种类。模块化结构和紧凑设计的气体控制系统与高级微机辅助控制相连接，提供了稳定和可靠的生产环境。

这个微机辅助控制系统可以接收来自远程计算机兼控制器的指令，实现手动或自动控制。安全互锁，气体比率，误差带，气体混合比率，混合气体流量，气体流量变量与温度函数，和压力控制都可以预置于工艺程序。

气体管道的装配是在净化间内完成的，并且只选用经过预清洗精抛光，焊接的 316L 不锈钢管道。VCR 接头的使用和自动焊接接头保证了最终使用气体纯度，减少了颗粒的产生，和降低维护成本。正压气体的关闭是通过波纹管式密封阀来实现的。特气管道出厂前都会经过严格的氦气检漏（达到 $10^{-9} \text{ cm}^3/\text{min}$ ）。设备发货前都会经过氮气吹扫处理，并且气体进口出口会被密封起来。

第五章 控制 & 数据收集系统

TYTAN 炉控制系统经过多年升级改进，已近高度完美。工艺炉管内的温度检测，自适应温度控制算法，气体控制集成化，压力控制，定时和排序，晶圆装载/卸载组成了炉系统的高级控制系统。该系统的操作是通过控制台上的 FCS- 10/30 炉管计算机连接到 MFS-460 电子气体控制器，温度控制单元 (TCU) 和推拉舟电子控制器。

5.1 炉管控制器

FCS 10/30 炉管计算机是 Tystar 最先进的炉管控制器。它能够提供所有系统部件的可编程顺序和时间控制。它通过 RS232 通信模式与其他的炉控制系统相连接。FCS 10/30 允许通过节点控制器连接至主机并且符合 SEMI SECS I & II 标准。工艺程序的生成，编辑和操作既可以在炉管计算机进行也可以由远程端口来控制。图 5.1 解释了单台炉管计算机是如何与其他控制器通信和连接的。

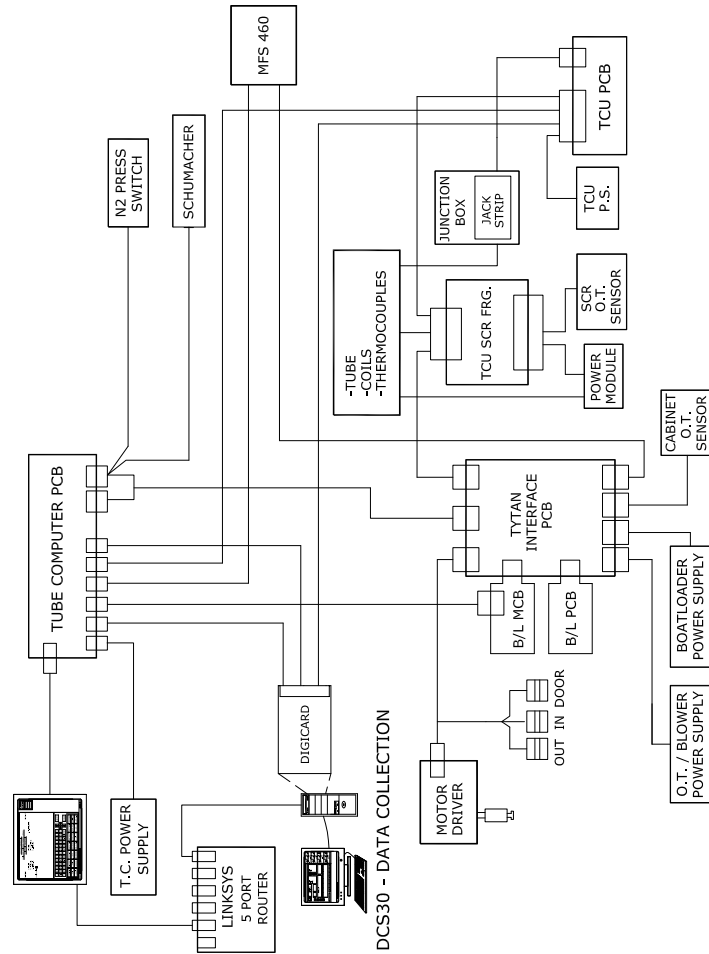


图 5.1: TYTAN 控制系统方块图。

因受到页面限制只显示了单台设备控制图，实际上它可以并行连接多台设备。

5.2 温度控制单元

温度控制单元（TCU）是控制加热炉体温度的闭环控制系统。它采用自适应控制算法来提供最快的升温速率并且不会出现温度过冲和振荡。在恒温态时温度控制均匀性可以达到 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。温度控制单元（TCU）可以控制不同的加热炉体，例如高温型炉体和低热耗型炉体。TCU 温度控制单元的温度分辨率为 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 。

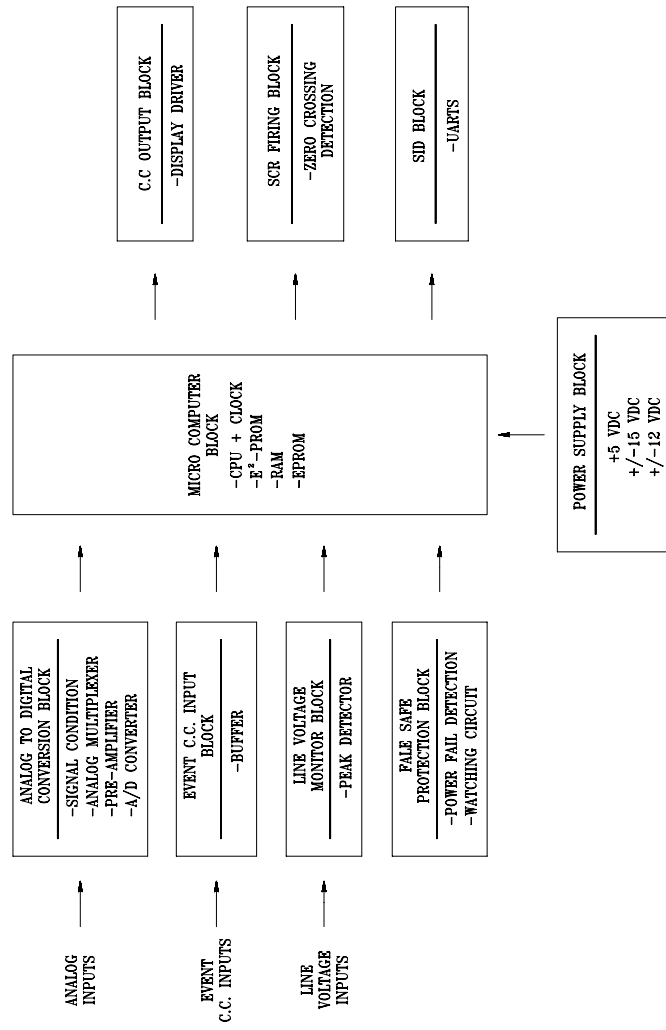


图 5.2: TCU 控制逻辑方块图

5.3 气体控制器

Tystar 的电子气体控制器 MFS-460, 它能够实现气体的精确控制和半导体器件生产所需反应气体之间的混合。和鼓泡器相结合, 它可以控制蒸汽流量和液态源携带气流。特气面板结构紧凑, 模块化设计并且由 316L 不锈钢管道和轨道焊接的接头组成的。它们都通过了氦气检漏 $10^{-8} \text{cm}^3/\text{s}$ 。MFS-460 具有安全互锁功能和其他重要气体控制功能。MFS-460 可以激活和控制多达 6 支独立气路。关于 LPCVD 炉管, 这个控制器可以提供系统吹扫, 检漏和反应腔体压力读取。MFS -460 允许实现手动和自动控制气流。当切换到自动控制时, 它可以由 Tystar FCS-10 来控制。气体互锁, 误差带设置, 流量报警, 气体流量范围和气体混合都可以在 EPROM 定义文件内配置。这个 EPROM 定义文件可以由 Tystar 工程师进行修改。MFS-460 控制器提供用户预编程软启动 (任一气路), 可显示错误状态的自诊断功能, 电池备份和气流总和。

MFS-460 控制器技术规格:

- 质量流量计: 所有标准型 MFC
- 输出设定: 0 - 5 VDC
- 模拟信号输入: 0 - 5 VDC
- 输出阻抗: 6 Ω
- 输入阻抗: TTL 电路 + 4.7 k Ω 上拉电阻
- 数字输入: 6 Ω
- 控制气路数量: 6 路
- 截止阀: +24 VDC 输出; 开漏输出
- 热电偶输入: R 型热电偶, 测量范围: 300 - 1,375 $^{\circ}\text{C}$
- 并行远程控制板: 0 - 5 VDC 触点闭合, 4 x 4 矩阵微动开关
- 字母数字显示: 10 位, 14 段真空荧光显示

5.4 数据收集系统

DCS-30 软件包扩展了 TYTAN 控制软件能力, 它可以实现高级控制, 炉管自动选择, 和实时数据收集。DCS-30 数据收集包括所有的温度, 压力, 气流和推拉舟以及将这些变量以图形方式显示出来。这套系统采用 (单机或联网) 计算机来连接到 FCS-10/30 控制器来进行数据收集。DCS-30 更适合于规模生产使用, 它可以实时记录每一批工艺运行时的炉管状态。

5.5 其他相关控制器

每一个 TYTAN 炉系统都会使用很多其他的控制器和工具。其中有些是标准配置, 这取决于系统配置。配合使用一种特殊的压力控制系统可以显著提供工艺均匀性。

CAL Star 400 质量流量校准器是便携式的，二级标准校准器可以用于多种气体质量流量控制器和流量计的校准。它能提供流量计的快速和简易校准。标准气体流量范围可以达到 10 SLPM。还有其他大流量型号可供客户选择。基于 Windows 界面的数据收集系统也是可选择项。

Tystar MFC 测试器可以测量气体流量，它具有价格便宜，轻便，手持式等特点。它与所有工业气体流量计兼容，能够显示设定值，气体比率和控制电压（精度可达到 0.02 %）。

第六章 系统安全 & 人身安全

Tystar 工程团队在各个方面都非常注重保证设备和操作者的安全。所有的 TYTAN 炉系统都是基于防止误操作而设计的，它可以最大程度地保障安全。在设备设计时增加了很多传感器来保护设备和操作者免受零部件故障引起的伤害。所有的炉管都可以被独立操作和控制，单根炉管故障不会引起整台设备停机，其他炉管会继续运行直至工艺结束。错误信息会显示在触摸屏电脑上。如果有必要，操作者允许预先修改设备响应时间。通过基本培训，操作者将能够在触摸屏电脑上重新配置响应时间。

第七章 客户支持

7.1 质保

设备质保期 1 年包含人工和零部件。客户也可以额外采购延长质保服务。

7.2 培训

客户培训一般包括以下三方面:

- 系统操作
- 工艺培训
- 预防维护

标准的培训项目包括 5 天的课程和现场演示，具体日程表需要经过双方商议确定。有关其他多种培训项目，客户可以联系 Tystar 销售部 (sales@tystar.com) 或打电话 +1 (310) 781-9219 咨询。

7.3 远程服务

Tystar 提供成熟的远程服务功能选项。如果系统发生故障，Tystar 工程师可以远程检查，诊断设备和解决问题。Tystar 工程师能够在客户的协助下通过自己的电脑远程外观检查设备故障，如同在现场一样运行设备。这项服务的好处之一是能够及时相应客户维修请求。

第八章 外围动力需求

为了能够安全和稳定的操作系统，我们要求客户提供以下外围动力：

- 电源供应：
 - o 电源输入：所有标准型电压，3 相，50 或 60 Hz
 - o 控制功率：5 kVA
 - o 单管最大功率 (不含真空泵)：11.25 kVA
 - o 设备最大功率 (不含真空泵)：50 kVA (4 管炉但不含真空泵)
- 工艺气体压力：20 – 40 psi (或 1.4 – 3 bar)
- 辅助 N₂/CDA：80 – 100 psi (或 5.5 – 6.89 bar)
- 排风
 - o 炉口排废箱：250 CFM (7,000 LPM)
 - o 气源柜废排：250 CFM (7,000 LPM)
- 冷却水：2 – 4 GPM (7 – 14 LPM) ，温度为 15 – 20 °C

附录 A TYSTAR 保证的工艺指标

Tystar 工艺保证:

1. **保密性:** 本文件所含内容和数据仅提供给预期收件人使用, 它可能包含机密或特殊信息。披露、复制、使用或分发本报告的任何部分和附件都是严格禁止的。
2. **免责声明:** Tystar Corporation 不对因使用本文数据引起的任何损失, 伤害, 破坏或损坏负责。
3. **典型衬底尺寸 (200 mm):** 对于更小规格的衬底, 可以获得更好的工艺均匀性。
4. **不均匀性的定义:** One σ standard deviation (标准差)
5. **产能:**
 - 18" LPCVD 恒温区产能为 50 片
 - 34" LPCVD 恒温区产能为 100 片
 - 18" AP 恒温区产能为 100 片
 - 34" AP 恒温区产能为 200 片
6. **可变性:** 附表中的呈现的数据只能保证在特定工艺条件下的工艺演示。真实数据会有所变化, 取决于客户工艺的选择。
7. **电阻率数据:** 除指定工艺外, 不均匀性数据参照厚度不均匀性进行计算。对于 $POCl_3$ 和掺杂多晶硅, 不均匀性数据参照电阻率不均匀性公式进行计算。
8. **最优工艺保证:** Tystar 拥有大量的工艺数据和能够提供最优的工艺保证。如果没有仔细研究工艺条件, 不应该将 Tystar 数据和其他厂家数据进行简单比较, 毕竟 Tystar 炉系统的优化设计和其他厂家设备在温度控制, 压力控制和气流方面是不同的。

表 A.1: Tystar 标准工艺验证指标

PROCESS	TEMP ° C	THICKNESS nm	RESISTANCE		NONUNIFORMITY	
			Ω/\square	in wafer	W to W	R to R
ATMOSPHERIC						
pyro oxidation	1,000	500	N/A	2%	2%	2%
		< 50	N/A	4%	4%	4%
dry oxidation	1,100	500	N/A	2%	2%	2%
		< 50	N/A	4%	4%	4%
POCl ₃	950	N/A	10	10%	10%	10%
BBr ₃	950	N/A	10	10%	10%	10%
LPCVD						
Si ₃ N ₄	790	150	N/A	3%	3%	3%
LSN	840	1500	N/A	3%	5%	3%
polysilicon	620	300	N/A	3%	3%	3%
flat poly	620	30	N/A	3%	10%	3%
doped poly	620	30	N/A	5%	10%	5%
LTO	450	450	N/A	5%	5%	5%
DLTO	450	450	N/A	5%	10%	5%
BPSG	450	450	N/A	5%	10%	5%
TEOS	725	450	N/A	5%	5%	5%
HTO	725	450	N/A	5%	5%	5%
SiC	800	300	ⁱⁱ N/A	TBD	TBD	TBD
SiGe	725	450	N/A	TBD	TBD	TBD

附录 B 选择 TYSTAR 的 33 个理由

1. **灵活的空间布局:** Tystar 炉系统布局图可以根据客户洁净室规划进行设计.
2. **可自主控制的炉管:** 每根单独的炉管都有它自己的控制计算机, 它可以实现自主控制, 不会因单个计算机的故障而影响其他炉管使用.
3. **自动/手动切换功能:** 即使主机电脑有故障, 特气, 推拉舟, 温度控制仍可手动控制.
4. **恒温腔室:** 享有专利的恒温腔室设计, 这使得工艺控制更加出众, 从而保证优良的工艺均匀性并且能够降低操作成本.
5. **配备多种工艺程序:** 炉管控制计算机可以提供多种工艺程序, 更改工艺程序时不需再重新下载.
6. **电池备份:** 每根炉管的控制计算机都有电池备份, 发生断电后 30 日内, 设备仍旧能够保存工艺程序和配置文件, 不需要重新下载.
7. **多步顺序中止程序:** 当设备突然停电, 多步顺序中止程序会被启动用以保护产品和设备.
8. **自动/手动显示 & 控制:** 当计算机控制出现故障时, 仍旧能够在手动模式下显示和控制气体面板.
9. **PID 闭环压力控制:** MFS-460 电子气体控制器不需要外置设置点就可以实现压力闭环控制.
10. **温度控制单元的本地控制/诊断:** 当计算机控制出现故障时, 温度控制器将启动手动模式.
11. **均匀同步升温:** 温度控制单元的逻辑算法能够实现各温区同步升温.
12. **工艺保证:** Tystar 公司承诺为客户提供初始工艺程序以满足工艺指标需求.
13. **占地体积小:** Tystar 公司拥有专利技术的恒温设计可以制造更为紧凑的炉系统, 以便节省洁净室空间.
14. **能源利用率高:** Tystar 公司拥有专利技术的恒温设计可以降低气体和电能的消耗.
15. **维护人性化:** 所有 Tystar 炉系统都是基于方便维护而设计的, 对于那些不易接近的零部件, 我们设计了可拆卸的后面板, 可推拉的抽屉式电子器件控制区等等.
16. **兼容多种尺寸衬底:** Tytan 炉系统能够兼容 2-8" 衬底, 它只需更换晶舟即可, 不需更换其他设备.

17. **已通过严格测试的零件:** Tytan 炉系统只选用知名品牌的零件, 并且这些零件都在实验室经过严苛测试.
18. **公认的供应记录:** Tystar 公司在全世界范围内已安装有 1600 根炉管, 众多客户推荐信可供您参考.
19. **强大的客户网络:** Tystar 公司的客户网络包括众多知名的大学, 实验室和企业. 如: 国家标准与技术协会 (NIST), 哈佛大学, 喷气推进实验室, 加拿大通信研究中心 (CRC), 加拿大国家研究院 (NRC-NINT), 加拿大阿尔伯塔大学, 加州大学伯克利分校, 乔治亚理工学院, 斯坦福大学, 达克萨斯大学 (达拉斯 & 阿灵顿), 加州大学洛杉矶分校, 南加州大学, 加州大学圣芭芭拉分校, 普林斯顿大学及其他众多客户.
20. **24 小时内快速响应:** Tystar 公司会在 24 小时内响应所有的服务和支持需求.
21. **终身技术支持:** Tystar 公司对设备终身提供完整的工艺和技术支持.
22. **专业的团队:** Tystar 公司拥有一支共同工作超过 25 年的核心工程师团队.
23. **最佳的设备性能:** Tystar 公司对出色的设备性能和技术服务都有非常优惠的定价.
24. **周边辅助设备支持:** Tystar 公司可以为客户提供洁净室周边辅助设备.
25. **SCE II 协议:** 各个零部件之间通信均采用半导体标准 SECS-II 协议并已嵌入到软件.
26. **多种安全互锁功能:** 典型安全互锁功能包括但不限于: 炉门必须关闭才能继续工艺, 超温报警, 气体流量必须准确控制和比例混合, 压力互锁, 和客户定制的安全功能等.
27. **双热电偶备份:** 温度控制是通过内热电偶来控制, 使用外热电偶作为备份, 电流测量作为第三备份, 这样避免因热电偶故障而引起工艺失败.
28. **通电诊断:** 每根工艺炉管都具有通电诊断的功能.
29. **远程访问诊断:** Tystar 公司提供远程快速分析和纠正服务.
30. **排风清洗:** Tystar 公司和加州大学伯克利分校共同研发的用于氮化硅的排风系统, 它能够降低维护成本和预防晶片成品表面烟雾的产生.
31. **内置转矩下降逻辑程序:** 推拉舟控制系统已嵌入了转矩自动下降逻辑程序, 这样能够保证炉门完全压紧密封.
32. **降低颗粒的产生:** Tystar 炉系统都是基于降低颗粒产生的理念设计而成.
33. **专业的工程师团队:** Tystar 公司工程师团队在炉系统设计方面拥有业界公认的优秀记录.