UDC

中华人民共和国国家标准

P

GB / T 51453—2024

薄膜陶瓷基板工厂设计标准

Design standard for thin-film ceramic substrate factory

2024－03－12 发布

2024－08－01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
国家市场监督管理总局 联合发布

中华人民共和国国家标准

薄膜陶瓷基板工厂设计标准

Design standard for thin-film ceramic substrate factory

GB/T 51453—2024

主编部门：中华人民共和国工业和信息化部
批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部
施行日期：2 0 2 4 年 8 月 1 日

中国计划出版社

2024 北 京

中华人民共和国国家标准

薄膜陶瓷基板工厂设计标准

GB/T 51453—2024

☆

中国计划出版社出版发行

网址：www.jhpress.com

地址：北京市西城区木樨地北里甲11号国宏大厦C座4层

邮政编码：100038　电话：（010）63906433（发行部）

北京市科星印刷有限责任公司印刷

850mm×1168mm　1/32　2.125印张　51千字

2024年4月第1版　2024年4月第1次印刷

☆

统一书号：155182·1322

定价：13.00元

版权所有　侵权必究

侵权举报电话：（010）63906404

如有印装质量问题，请寄本社出版部调换

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

2024 年　第 36 号

住房城乡建设部关于发布国家标准《薄膜陶瓷基板工厂设计标准》的公告

现批准《薄膜陶瓷基板工厂设计标准》为国家标准，编号为 GB/T 51453-2024，自 2024 年 8 月 1 日起实施。

本标准在住房城乡建设部门户网站（www. mohurd. gov. cn）公开，并由住房城乡建设部标准定额研究所组织中国计划出版社有限公司出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2024 年 3 月 12 日

前　言

根据住房城乡建设部《关于印发2016年工程建设标准规范制订、修订计划的通知》(建标函〔2015〕274号)的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准主要技术内容：总则，术语，总体设计，工艺设计，基本工艺，工艺设备配置，建筑与结构，公用设施，电气设计，环境保护、节能与安全设施等。

本标准由住房城乡建设部负责管理。

本标准主编单位：工业和信息化部电子工业标准化研究院(地址：北京市东城区安定门东大街1号，邮政编码：100007)
中国电子科技集团公司第五十五研究所

本标准参编单位：中国电子科技集团公司第二研究所
中国电子科技集团公司第十四研究所
中国电子科技集团公司第二十九研究所
中国电子科技集团公司第四十三研究所
中国航天科技集团公司五院西安分院
中国兵器工业集团公司第二一四研究所
中国电子工程设计院有限公司
南京市建筑设计研究院有限责任公司
信息产业电子第十一设计研究院科技工程股份有限公司

本标准主要起草人员：刘玉根　薛长立　闫诗源　晁宇晴
吴希全　夏庆水　程　凯　何中伟

罗　桥　朱纮文　严　伟　王从香
居　进　秦跃利　陆吟泉　李鸿高
文　平

本标准主要审查人员：沈先锋　顾晓春　杨智良　管　雯
江诗兵　夏双练　徐仁春　沈元明
宋泽润

目　　次

1　总　　则 ……（1）
2　术　　语 ……（2）
3　总体设计 ……（3）
3.1　一般规定 ……（3）
3.2　厂址选择 ……（3）
3.3　总图规划及布局 ……（3）
4　工艺设计 ……（5）
4.1　工艺流程设计 ……（5）
4.2　工艺区划 ……（5）
5　基本工艺 ……（7）
5.1　一般规定 ……（7）
5.2　基板准备 ……（7）
5.3　镀膜工艺 ……（7）
5.4　光刻工艺 ……（8）
5.5　电镀工艺 ……（9）
5.6　刻蚀工艺 ……（10）
5.7　激光调阻工艺 ……（10）
5.8　激光打孔工艺 ……（11）
5.9　划片工艺 ……（11）
5.10　测试工艺 ……（12）
6　工艺设备配置 ……（14）
6.1　一般规定 ……（14）
6.2　基板准备工艺设备 ……（14）
6.3　镀膜工艺设备 ……（15）

6.4 光刻工艺设备 …… (15)
6.5 电镀工艺设备 …… (16)
6.6 刻蚀工艺设备 …… (17)
6.7 激光调阻工艺设备 …… (17)
6.8 激光打孔工艺设备 …… (18)
6.9 划片工艺设备 …… (18)
6.10 测试工艺设备 …… (19)
7 建筑与结构 …… (20)
7.1 建筑 …… (20)
7.2 结构 …… (21)
8 公用设施 …… (22)
8.1 空气调节和净化系统 …… (22)
8.2 给水排水 …… (23)
8.3 气体动力 …… (24)
9 电气设计 …… (26)
9.1 供电系统 …… (26)
9.2 照明、配电和自动控制 …… (27)
9.3 通信、信息 …… (28)
10 环境保护、节能与安全设施 …… (29)
10.1 环境保护 …… (29)
10.2 节能 …… (29)
10.3 安全设施 …… (30)
附录 A 薄膜陶瓷基板生产基本工艺流程 …… (32)
本标准用词说明 …… (33)
引用标准名录 …… (34)
附:条文说明 …… (37)

Contents

1 General provisions ····· (1)
2 Terms ····· (2)
3 General design ····· (3)
3.1 General requirements ····· (3)
3.2 Site selection ····· (3)
3.3 Overall planning and layout ····· (3)
4 Process design ····· (5)
4.1 Process flow design ····· (5)
4.2 Process layout ····· (5)
5 Basic process ····· (7)
5.1 General requirements ····· (7)
5.2 Ceramic substrate preparing ····· (7)
5.3 Thin-film deposition process ····· (7)
5.4 Lithography process ····· (8)
5.5 Plating process ····· (9)
5.6 Etching process ····· (10)
5.7 Laser trimming process ····· (10)
5.8 Laser drilling process ····· (11)
5.9 Dicing process ····· (11)
5.10 Testing process ····· (12)
6 Process equipment configuration ····· (14)
6.1 General requirements ····· (14)
6.2 Ceramic substrate preparing process equipment ····· (14)
6.3 Thin-film deposition process equipment ····· (15)

6.4 Lithography process equipment ····· (15)
6.5 Plating process equipment ····· (16)
6.6 Etching process equipment ····· (17)
6.7 Laser trimming process equipment ····· (17)
6.8 Laser drilling process equipment ····· (18)
6.9 Dicing process equipment ····· (18)
6.10 Testing process equipment ····· (19)
7 Architecture and structure ····· (20)
7.1 Architecture ····· (20)
7.2 Structure ····· (21)
8 Utility facilities ····· (22)
8.1 Air conditioning and cleaning ····· (22)
8.2 Water supply and drainage ····· (23)
8.3 Gas utility ····· (24)
9 Electric design ····· (26)
9.1 Power-supply system ····· (26)
9.2 Lighting, power distribution and automatic control ····· (27)
9.3 Communication and IT ····· (28)
10 Environmental protection, energy-saving and safety facilities ····· (29)
10.1 Environmental protection ····· (29)
10.2 Energy-saving ····· (29)
10.3 Safety facilities ····· (30)
Appendix A Basic process flow of thin-film ceramic substrate ····· (32)
Explanation of wording in this standard ····· (33)
List of quoted standards ····· (34)
Addition: Explanation of provisions ····· (37)

1 总　　则

1.0.1 为规范薄膜陶瓷基板工厂工程建设中设计内容、设计深度和厂房设施要求，做到技术先进、安全适用、经济合理、环保节能，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、扩建和改建的采用薄膜工艺制造陶瓷基板工厂的工程设计。

1.0.3 薄膜陶瓷基板工厂设计除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术　　语

2.0.1 薄膜　　thin film

利用真空蒸发、溅射或其他方法淀积在基板上的电导型、电阻型或介质材料膜层。

2.0.2 薄膜陶瓷基板　　thin-film ceramic substrate

采用真空镀膜、光刻、电镀等工艺形成有一定厚度的薄膜导体、电阻、介质图形的陶瓷基板。

2.0.3 蒸发　　evaporation

将固体材料置于高真空环境中加热，使其气化并淀积到衬底上形成薄膜的工艺。

2.0.4 溅射　　sputtering

以一定能量的粒子轰击靶材表面，使靶材表面的原子或分子获得较大的能量，最终逸出靶材沉积到衬底表面的工艺。

2.0.5 光刻　　lithography

通过涂胶、曝光、显影等工序，将掩模版上的图形转移到涂有光刻胶的基板上的工艺。

2.0.6 刻蚀　　etching

通过化学、物理或两者相结合的方法，有选择性地去除基板表面不需要的膜层材料。

2.0.7 激光调阻　　laser trimming

利用来自聚焦激光源的激光光束去除电阻体材料，减小有效宽度或增加路径，达到目标阻值。

3 总体设计

3.1 一般规定

3.1.1 薄膜陶瓷基板工厂设计应满足薄膜陶瓷基板生产工艺要求，并应为今后工程扩建、产能扩充以及工艺改进预留条件。

3.1.2 薄膜陶瓷基板工厂设计应根据生产工艺的特点，合理利用资源，保护环境，节能降耗。

3.1.3 薄膜陶瓷基板工厂设计应为施工安装、调试检测、安全运行以及维护管理等创造条件。

3.1.4 薄膜陶瓷基板工厂设计应满足消防安全和环保节能的要求。

3.2 厂址选择

3.2.1 薄膜陶瓷基板工厂的厂址选择应根据建设规模、原辅材料供应、动力供应、工程地质、生产协作条件、现有场地设施、环境保护、消防安全等因素进行技术经济方案的分析。

3.2.2 厂址选择应符合下列规定：

1 应避免对周边住所、人群活动或环境造成污染与危害；

2 应避开空气污染严重的区域；

3 场地应相对平整，并远离强振源；

4 生产所需的供电、给排水、供气、通信等动力供应应完善、稳定、可靠。

3.3 总图规划及布局

3.3.1 薄膜陶瓷基板工厂总图规划应符合所在地区的城市规划要求。总平面布局应符合下列规定：

1 厂区内的生产区、动力区、仓储区、办公区、生活区等功能

区域宜相对集中、分开设置、合理布置；

2 厂区的动力设施宜集中布置，并靠近工厂的负荷中心；

3 厂区人流和物流的出入口宜分开设置。

3.3.2 厂区道路面层应选用发尘量少的材料。

3.3.3 厂区绿化宜选用无飞絮、少花粉的植物。

3.3.4 竖向设计应满足生产和运输要求，并应有利于节约用地。

4 工艺设计

4.1 工艺流程设计

4.1.1 薄膜陶瓷基板应根据陶瓷材料、工艺设计以及薄膜体系的不同选择不同的工艺路线。

4.1.2 薄膜陶瓷基板典型的工艺流程宜符合本标准附录A的规定。

4.1.3 薄膜陶瓷基板的工艺设计宜优先选择新材料、新工艺、新技术、新设备。

4.2 工艺区划

4.2.1 薄膜陶瓷基板生产厂房应结合下列因素进行工艺区划：

1 薄膜陶瓷基板生产的工艺流程；

2 人流、物流、设备搬运通道；

3 厂房建筑、结构形式及内部尺寸；

4 主要动力供给；

5 产量、产品特性和设备选型；

6 二次配管配线接入方式；

7 生产区、维修区布置；

8 未来生产扩展的可能性及灵活性。

4.2.2 薄膜陶瓷基板生产区应位于受控环境区域内，生产区应主要包括光刻区、镀膜区、刻蚀区、划片区、打孔区、调阻区、电镀区、测试区。

4.2.3 基板生产区中的光刻区、镀膜区、刻蚀区、电镀区应分别布置在独立的工作间内，基板生产区的其他分区可同处于一个大的工作间内而分别相对集中布置。

4.2.4 洁净厂房内人员净化用室、生活用室及吹淋室的设置应符

合现行国家标准《电子工业洁净厂房设计规范》GB 50472 的有关规定。

4.2.5 人员净化用室和生活用室的区划应符合下列规定：

1 人员净化用室入口处宜设置净鞋设施；

2 存外衣和更换洁净工作服的房间应分别设置；

3 外衣存衣柜应按设计人数每人一柜设置；

4 厕所不宜设置在洁净生产区内，宜设置在更换洁净工作服前；

5 人员净化用室和生活用室的建筑面积宜按洁净室内设计人数，平均每人小于或等于 $4m^2$ 计算。

4.2.6 洁净区内的设备和物料出入口应独立设置，并应根据设备和物料的特征、性质、形状等设置净化用室及相应物料净化设施。物料净化用室与洁净室之间应设置气闸室或传递窗等物料净化设施。

5 基本工艺

5.1 一般规定

5.1.1 薄膜陶瓷基板工艺应包括基板准备、镀膜、光刻、电镀、刻蚀、激光调阻、激光打孔、划片和测试等工艺。

5.1.2 光刻区的空气洁净度等级宜达到6级或优于6级，其他工艺区应达到7级或优于7级。

5.1.3 光刻工艺应在黄光环境下进行。

5.1.4 薄膜工艺过程中所使用的纯水在工艺设备入口处的绝缘电阻不应低于10MΩ·cm。

5.1.5 薄膜工艺宜在环境温度为22℃±3℃、环境相对湿度(RH)为30%～70%的洁净厂房中进行。

5.1.6 陶瓷基板在加工工艺期间应放置在温湿度恒定的氮气柜中。

5.2 基板准备

5.2.1 基板的种类、规格、厚度等性能应符合产品设计要求。

5.2.2 陶瓷基板检验应符合工艺要求，基板表面应无划痕，致密无针孔。

5.2.3 薄膜陶瓷基板处理工艺应符合下列规定：

1 陶瓷基板表面的清洗应采用物理清洗或化学清洗方式；

2 清洗后的陶瓷基板表面应无油污、颗粒、水渍等污染。

5.2.4 使用酸、碱、有机溶剂的操作应在通风条件下进行，未使用的化学试剂应密封并分类储存在化学品专用储存柜中。

5.3 镀膜工艺

5.3.1 镀膜工艺可采用蒸发、溅射的方法在基板上顺序沉积复合

膜系。

5.3.2 镀膜工艺应根据工艺设计选择合适的薄膜沉积方式。

5.3.3 蒸发、溅射镀膜工艺应符合下列规定：

1 应设置薄膜沉积的工艺参数，并应根据实际情况调整；

2 沉积前工艺腔室真空度不宜大于 2×10^{-4}Pa；

3 沉积前应去除基板表面的水气、杂质，可选择基板加热和表面射频清洗的方式；

4 膜层应均匀、致密，对基板有较强的附着力，膜层厚度应符合设计要求；

5 表面应无针孔、起泡、裂纹等缺陷，无划伤、擦伤、污染及其他多余物。

5.3.4 等离子增强化学气相沉积工艺应符合下列规定：

1 应根据需要沉积的介质种类，选择相应的各种工艺气体；

2 应设置保护气体流量，向腔体通入保护气体进行吹扫；

3 应根据沉积介质种类和厚度等要求，调用相应的沉积工艺程序，开始绝缘介质层的沉积工艺；

4 沉积过程中应确认工艺程序中的气体压力、温度、气体流量等工艺参数无异常情况。

5.4 光刻工艺

5.4.1 光刻工艺应采用紫外光和掩模版曝光的方法，将设计图形转移到光刻胶和陶瓷基板上。

5.4.2 光刻的基本工艺过程应包括基板预处理、涂胶、前烘、曝光、显影、坚膜。

5.4.3 光刻工艺应符合下列规定：

1 对基板应进行预处理，提供清洁干燥的表面；

2 根据工艺需求应选择匀胶或喷胶方式，在基板表面涂覆光刻胶层，要求胶层厚度均匀、边缘平整；

3 应根据光刻胶的类型和厚度设置不同的基板烘烤温度和

时间；

4　曝光机曝光工艺参数应根据选用的光刻胶以及光刻胶厚度设置；

5　显影时间应根据光刻胶厚度以及选用的显影液进行调整；

6　坚膜温度和时间应根据光刻胶型号和光刻胶厚度调整；

7　光刻工艺过程中使用的掩模版、光刻胶、显影液等物料均应检验合格，并在有效期内；

8　光刻工艺图形应完整，线条边缘陡直、干净，光刻线条符合工艺设计要求。

5.4.4　涂胶、前烘、坚膜等工序操作应在通风橱进行，未用的化学试剂应密封，并应存放在专用储存柜中。

5.5　电镀工艺

5.5.1　薄膜陶瓷基板应通过电镀工艺加厚金属膜层厚度，提高表面金属化的可焊性、键合性及导电性能。

5.5.2　电镀工艺应符合下列规定：

1　应按工艺要求配置镀铜、镀镍和镀金溶液；

2　薄膜基板应固定在电镀夹具上；

3　基板电镀前应去除基板表面沾污，并应用去离子水冲洗干净；

4　基板电镀前应进行活化处理以去除金属化表面的氧化层；

5　基板在镀铜、镀镍和镀金溶液中应按规定的电流强度、时间和速度进行电镀，之后用去离子水冲洗；

6　镀涂后的基板应退火以提高镀层和底部金属化的结合力；

7　镀涂结束后应在显微镜下检查镀层表面，测量镀层厚度，测试镀层性能。

5.5.3　电镀工艺地面与墙面应符合工艺防腐要求。

5.5.4　电镀工艺应在7级或优于7级洁净的工作间中进行，厂房应配备符合要求的排风设施，废气、废水应达标排放。

5.6 刻蚀工艺

5.6.1 光刻后的薄膜基板应通过刻蚀工艺去除表面不需要的膜层材料。

5.6.2 刻蚀工艺可分为湿法刻蚀和干法刻蚀，应根据工艺设计要求选择相应的刻蚀方法。

5.6.3 刻蚀工艺应符合下列规定：

1 应根据刻蚀的材料种类、厚度等参数选择刻蚀溶液或刻蚀工艺气体；

2 腐蚀前应确认设备运行状态正常，湿法刻蚀设备腐蚀槽中药液温度达到工艺文件要求；

3 应根据工艺文件要求调用相应的刻蚀工艺程序；

4 刻蚀后的基板电路图形应完整、表面无多余物，带线上无针孔、线条边缘陡直，刻蚀均匀性良好，无过蚀现象。

5.6.4 干法刻蚀工艺应设置有毒有害气体监控报警系统。

5.6.5 湿法刻蚀工艺区地面与墙面应符合工艺防腐要求，并应设置化学泄漏应急处置箱。

5.7 激光调阻工艺

5.7.1 激光调阻工艺应通过减小陶瓷基板表面薄膜电阻器的宽度使其达到目标阻值和精度。

5.7.2 激光调阻工艺应符合下列规定：

1 激光调阻机的电源、真空及排风应满足工艺要求；

2 待调阻的薄膜陶瓷基板应放置到调阻机载片台上，真空吸附定位；

3 安装调阻探针卡宜选用内阻较小的电阻卡盘做媒介，当基板上电阻较多、电阻尺寸又很小时，可分成两个甚至更多卡盘进行分步调阻，调阻不应损伤两端电极；

4 应设置激光调阻工艺参数，编制调阻程序，调阻深度不宜

超过电阻宽度的一半，宜使用“L”形调阻，不宜使用“—”型调阻；

5 应在显微镜下用射灯透射放大检验激光切割出的切口是否切透，切口内不应有电阻残留物；

6 试调合格后应完成整批薄膜陶瓷基板的调阻，有匹配要求的电路测试完每一电阻的阻值后，应通过计算确认其匹配值是否满足要求，当不满足要求时，应重新修改程序，并应提高对应电阻调阻精度满足匹配要求；

7 应对开始激光调阻的一块或几块产品进行测试检查，当发现所调阻值精度有异常时，应及时调整目标设定值；

8 激光调阻机工作时，应关闭防止激光散射的安全门、罩。

5.8 激光打孔工艺

5.8.1 激光打孔应采用激光机对陶瓷基板进行切割，并应在陶瓷基板设定的位置上切割成所需尺寸和形状的通孔。

5.8.2 激光打孔工艺应包括以下步骤：

1 薄膜陶瓷基板应固定在加工台面，待加工区域基板下方应架空；

2 应按工艺要求设置激光参数、打孔速度、吹气压力；

3 应按工艺要求调整工作台，完成打孔标记寻找及对准；

4 应按工艺要求运行打孔程序；

5 薄膜陶瓷基板激光打孔时宜在基板表面涂覆激光加工保护涂层。

5.9 划 片 工 艺

5.9.1 划片工艺应通过运行砂轮划片机或激光划片机，将陶瓷基板分切为尺寸及切口质量达到要求的单元陶瓷基板。砂轮划片机应只划切直线，激光划片机则可划切任意路径。

5.9.2 砂轮划片工艺应符合下列规定：

1 砂轮划片机电源、压缩空气和冷却水应满足工艺要求；

2 应根据工艺要求选择合适的划片刀，并应固定到法兰盘上锁紧；

3 应通过蓝膜将陶瓷基板固定在载片台上，开启真空吸附，确认切割位置；

4 应根据工艺要求设置主轴转速、划切深度、划切速度、每一方向划切刀数、划切步进、走刀行程等划切工艺参数，定好基点，并应按基板大小和形状编制划切程序；

5 应按工艺要求调整载片台，完成每一通道的划切对位；

6 划切过程中应保持切割深度在蓝膜内部，可根据刀具磨损经验值进行深度补偿或重新测高；

7 取下单元陶瓷基板前应将基板表面清洗干净并吹干或甩干；

8 工艺完成后应冲洗划片机载片台及划片区域。

5.9.3 激光划片工艺应包括以下步骤：

1 薄膜陶瓷基板应真空吸附在工作台上；

2 应按工艺要求设置激光参数、划片速度；

3 应按工艺要求调整工作台，完成划线标记寻找及对准；

4 应按工艺要求运行划片程序；

5 薄膜陶瓷基板激光划片时宜在基板表面涂覆激光加工保护涂层。

5.9.4 划片机应配备安全防护门，设备工作时防护门应关闭。

5.10 测试工艺

5.10.1 测试工艺应包括基板单元尺寸测试、膜层厚度测试、结合力测试、通断测试、阻值测试以及金属膜层可焊性或键合强度测试，并应确定基板符合设计要求。

5.10.2 测试工艺应符合下列规定：

1 基板外形尺寸可使用游标卡尺测试，图形尺寸可使用测量显微镜测试；

2 金属膜层厚度可使用台阶仪测试，台阶仪应安放在减震平

台上；

3 结合力测试可采用拉力测试仪；

4 金属化孔可采用数字多用表或飞针测试设备测试；

5 电阻阻值可使用数字多用表或激光修阻仪的探针卡装置测试；

6 键合强度及可焊性应根据设计文件规定的方法进行试验。

6 工艺设备配置

6.1 一般规定

6.1.1 薄膜陶瓷基板生产线的加工设备与检测仪器应根据生产线的组线方式、产品种类、生产规模、生产效率、运行管理与成本控制目标、节能环保要求等因素合理配置。

6.1.2 薄膜陶瓷基板工艺设备的选型应符合下列规定：

1 应按照产品的结构形式、工艺途径、所用材料、加工流程等确定所需工艺设备的种类；

2 应按照生产线的产能需求和工序平衡原则明确各工艺设备的单台加工速度及设备数量；

3 应按照最终产品的加工精度要求明确各工艺设备的关键技术指标；

4 当研制与小批量生产加工、依靠操作人员技能水平保障加工质量时，可选用性能价格比高、投资较少的手动型设备。

6.2 基板准备工艺设备

6.2.1 陶瓷基板入检应配备游标卡尺、显微镜以及轮廓仪等工具和仪器。

6.2.2 陶瓷基板处理工艺可选用超声清洗机、甩干机、洁净烘箱等。

6.2.3 超声清洗机应能调节功率大小，可选择不同超声频率的超声清洗机以清洗大小不同的颗粒。

6.2.4 陶瓷基板处理工艺应接入压缩空气、氮气、纯水以及冷却水。

6.2.5 陶瓷基板处理工艺应设置有机溶剂、酸、碱排风以及废液

排放管道。

6.3 镀膜工艺设备

6.3.1 镀膜设备宜选用真空蒸发镀膜、磁控溅射设备和等离子增强化学气相沉积设备。

6.3.2 蒸发、磁控溅射镀膜设备应符合下列规定：

1 镀膜设备主要技术指标应包括极限真空、真空室漏率、抽气速率、膜层厚度均匀性、最大载片尺寸和数量；

2 磁控溅射设备应配备多路工艺气体，工艺气体纯度应大于或等于99.99%；

3 磁控溅射设备宜配置3个靶位以上溅射系统；

4 应配备溅射电源和自动控制系统，并应从面板上设置、控制和监视镀膜过程；

5 设备加热能力及工件台最高温度应满足镀膜参数要求；

6 镀膜均匀性和重复性应满足使用要求；

7 循环冷却水温度应在15℃～25℃，压力应满足设备使用要求；

8 机械泵尾气应接入厂房排放管道；

9 设备接地电阻应小于4Ω。

6.3.3 等离子增强化学气相沉积设备应符合下列规定：

1 应根据设备和环境要求安装排风系统；

2 等离子增强化学气相沉积设备的总电源应配置专用空气开关，接地线应可靠；

3 应安装多路气体管道，并应根据气体性质安装气体泄漏报警装置；

4 等离子增强化学气相沉积设备应具备气体反应腔、抽气系统。

6.4 光刻工艺设备

6.4.1 光刻工艺设备应包含涂胶机、光刻机、显影台、热板和烘箱等设备。

6.4.2 光刻设备应符合下列规定：

1 匀胶系统转速和加速度应满足工艺要求，可具备自动滴胶和自动去厚胶边功能；

2 自动滴胶系统应由专业人员进行安装，储胶罐的接口密闭情况以及胶阀的气压应符合要求；

3 曝光机应安装在减震平台上，安装时应反复调节四个地脚螺栓高度，使得曝光机承片台水平，并应用水平仪进行检测确认；

4 光源及光路应安装防护门、罩等保护装置；

5 烘烤设备应为烘箱或热板，并应具备烘烤温度和烘烤时间设置功能，最高加热温度及温度均匀性指标应满足工艺要求；

6 热板可配置接近式烘烤与氮气吹扫功能；

7 匀胶、烘烤、显影设备应设置与工艺线排风管道口相连接的接口；

8 应接入压缩空气、氮气及真空三种气路，冲洗用纯水压力应为 0.13 MPa～0.35MPa。

6.5 电镀工艺设备

6.5.1 电镀工艺设备可选用挂镀设备、喷镀设备，附属设备有甩干机、X 射线测厚仪、显微镜。

6.5.2 电镀工艺设备的配置应符合下列规定：

1 电镀设备可使用手动电镀线和自动电镀线，主要技术指标应包括镀槽容积、镀液温度均匀性、电源稳定性、最大电流、镀槽数量、行车运行速度；

2 电镀设备应具有防干烧功能、低液位报警功能和防泄漏报警功能；

3 电镀设备可配备脉冲电源，提高镀层的均匀性；

4 电镀设备应配备循环过滤功能；

5 电镀设备应根据工艺配置相应的酸、碱排风或氰化物排风系统，电镀操作应在通风良好的环境中进行；

6　电镀设备应配置酸、碱废液排放管道。

6.6　刻蚀工艺设备

6.6.1　刻蚀工艺设备可分为湿法和干法两类，湿法使用化学溶液，干法使用反溅射、反应离子刻蚀机等。

6.6.2　刻蚀设备应符合下列规定：

1　湿法刻蚀设备应配备温控装置、过滤装置，材质应满足刻蚀溶液的要求。

2　制备湿法刻蚀溶液应配备化学品储存柜、电子秤或天平。

3　化学品储存柜应满足耐腐蚀、通风、遮光的能力，材质应选择聚乙烯材料。

4　电子秤或天平应配置载物台、称量系统和显示系统，并应保证所需的量程和精度。

5　干式刻蚀设备应具备蒸气反应腔、抽气系统，材质应满足刻蚀蒸气的使用要求。

6　应根据设备和环境要求，安装一般排风系统或酸碱排风系统。

7　反应离子刻蚀机的总电源应配置专用空气开关，接地线应可靠。射频电源功率可分别设置，并应具有阻抗自动匹配功能。

8　应根据气体性质安装气体泄漏报警装置。

6.7　激光调阻工艺设备

6.7.1　激光调阻机应选择包括激光光源、激光传输系统、计算控制系统、工作台和测试系统等功能的设备。

6.7.2　激光调阻机的配置应符合下列规定：

1　激光调阻机主要技术指标应包括激光功率、激光光斑直径、最高调阻精度、最大调阻区域；

2　工作台应能固定陶瓷片，并应根据程序设定在 X-Y 方向进行重复移动；

3　激光系统应能对激光能量进行控制；

4　激光传输系统应能通过振镜使得激光光束在 X-Y 方向进行移动；

5　测试系统应具备记录功能。

6.8　激光打孔工艺设备

6.8.1　激光打孔工艺应选择激光打孔机，并应包括激光光源、激光传输系统、计算控制系统、工作台和吹气系统等设备。

6.8.2　打孔工艺设备的配置应符合下列规定：

1　打孔设备应适用于在薄膜陶瓷基板上切透通孔的能力。

2　激光划片机主要技术指标应包括激光类型、激光波长、激光功率、激光光斑直径、重复定位精度。

3　激光打孔机应符合下列规定：

1）应配备陶瓷基板打孔专用夹具；

2）应配备电荷耦合元件对准系统；

3）宜自带冷却系统；

4）应具备编程控制激光加工参数及激光运动路径。

4　激光打孔机在加工过程中应采用吹气冷却的方式。

6.9　划片工艺设备

6.9.1　划片工艺设备可选择砂轮划片机和激光划片机。

6.9.2　划片工艺设备的配置应符合下列规定：

1　划片设备应适用于将陶瓷基板分切为单元陶瓷基板。

2　砂轮划片机主要技术指标应包括最大主轴转速、最大切割深度、最大切割尺寸、最大划片速度、划片精度。

3　砂轮划片机应符合下列规定：

1）应配备 $X/Y/Z/$THETA 四个工作轴，工作台可进行 $X/Y/$THETA 三个方向的运动；

2）应配备电荷耦合元件对准系统及对准光源；

3)砂轮刀片应能进行高度调节并可进行方向转换；

4)应具备自动测高、砂轮磨损补偿功能；

5)可编程控制砂轮转速、切割速度、切割深度。

4 激光划片机主要技术指标应包括激光器类型、激光波长、激光功率、激光光斑大小、重复定位精度。

5 激光划片机应符合下列规定：

1)应配备真空吸附平台；

2)应配备电荷耦合元件对准系统；

3)宜自带冷却系统；

4)可编程控制激光加工参数及激光运动路径。

6 划片设备清洗模块应提供洁净的压缩空气以满足陶瓷基板的清洁需求。

7 在加工过程中划片设备应配备冷却系统，可采用冷却液冷却的方式。

6.10 测试工艺设备

6.10.1 陶瓷基板外形尺寸测量可选用游标卡尺、千分尺、测量显微镜。

6.10.2 图形尺寸测量可采用测量显微镜、轮廓仪。

6.10.3 膜层厚度测试可采用膜厚仪、台阶仪、X 射线测厚仪或方阻仪。

6.10.4 结合力定性测试可采用烘箱烘烤、手术刀划挑以及胶带测试的方法，定量测试应采用拉力测试仪。

6.10.5 金属化孔测试设备可采用飞针测试设备，应包括电源模块、工作台、飞针夹具、影像对位系统和控制系统等，飞针可在 *X*-*Y* 方向移动，从而实现不同位置的电路通断测试。

6.10.6 电阻测试可采用数字多用表或激光调阻仪。

6.10.7 膜层可焊性或可键合性测试设备应为相应的焊接设备或键合台，包含控温系统、真空系统、压力系统。

7 建筑与结构

7.1 建　　筑

7.1.1 薄膜陶瓷基板工厂的建筑平面和空间布局应满足产品生产工艺流程要求，并应适应生产发展的灵活性。

7.1.2 薄膜陶瓷基板厂房建筑层高应根据吊顶内管线布置敷设、吊顶下的空间高度、最高设备安装与维护的需求确定。

7.1.3 生产厂房内应设置人员安全疏散通道及工艺设备的安装与运输通道。

7.1.4 薄膜陶瓷基板生产厂房墙面保温、屋面保温、隔热、防潮、防尘等宜按照项目建设地的气候条件进行设计。

7.1.5 建筑墙体和装修应符合下列规定：

1 建筑墙体应符合现行国家标准《墙体材料应用统一技术规范》GB 50574 的有关规定；

2 外墙面可采用建筑涂料，局部可采用铝板；

3 房间内墙可为涂料饰面，顶棚宜采用装饰石膏板；

4 洁净室墙体及顶板宜采用岩棉夹芯金属壁板，楼地面应采用不发尘材料。

7.1.6 薄膜陶瓷基板生产厂房火灾危险性类别应为丙类。

7.1.7 薄膜陶瓷基板生产厂房内、安全出口、疏散标志等消防设计应符合现行国家标准《电子工业洁净厂房设计规范》GB 50472 的有关规定。

7.1.8 薄膜陶瓷基板生产厂房采用多层建筑形式时，生产厂房外墙宜预留设备搬入的吊装口。

7.1.9 净化区外窗设计应采用断桥的双层固定窗，并应具有良好的气密性。

7.1.10 薄膜陶瓷基板生产厂房室内装修材料的选择应符合现行国家标准《电子工业洁净厂房设计规范》GB 50472 和《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 的有关规定。

7.2 结　　构

7.2.1 薄膜陶瓷基板生产厂房结构形式根据建筑设计形式可采用钢结构、钢筋混凝土结构或钢结构与钢筋混凝土结构等组合结构，不应采用砌体结构，建筑体型宜简洁、规则。

7.2.2 薄膜陶瓷基板生产厂以及各子项建筑抗震设防类别及抗震设防标准应符合现行国家标准《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223、《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定。

7.2.3 生产厂房采用多层建筑形式时，楼面荷载应根据生产、维护、安装工艺、设备重量及结构布置，以及实际情况进行确定。楼面均布活荷载标准值不应小于 $6kN/m^2$。

7.2.4 生产厂房钢筋混凝土梁不宜采用预应力结构。

7.2.5 生产厂房洁净区不宜设置变形缝。

7.2.6 单独的设备基础设计应符合设备技术说明书的要求。

8 公用设施

8.1 空气调节和净化系统

8.1.1 洁净室的空气洁净度等级应根据生产工艺对生产环境的要求确定。

8.1.2 洁净室的气流组织应根据洁净度等级、生产工艺要求以及技术经济比较后确定。

8.1.3 当出现下列情况之一时，空气净化调节系统应分开设置：

1 工作班制或生产时间段不同；

2 生产工艺存在交叉污染的工序；

3 温度、湿度和洁净度等要求差别大的洁净室；

4 净化空调系统和普通空调系统；

5 洁净室内工艺设备发热量和散湿量相差悬殊的洁净室。

8.1.4 净化空气调节系统的新风宜进行集中处理，新风处理机组的设置应符合下列规定：

1 送风机应采取自动调速措施；

2 空气宜选用粗效、中效、高效过滤器三级处理；

3 机组应有良好的气密性，漏风率不得大于1%。

8.1.5 光刻间净化空气调节系统的循环风宜采用干冷却盘管冷却处理。

8.1.6 洁净室的送风量应符合现行国家标准《洁净厂房设计规范》GB 50073 的有关规定。

8.1.7 净化空气调节系统的新风吸入口的布置应远离排放有毒有害物或可燃物的排气口。

8.1.8 洁净室的噪声控制设计的噪声级（空态）应符合现行国家标准《电子工业洁净厂房设计规范》GB 50472 的有关规定，当洁净

室采用风机过滤器机组处理循环空气时，单向流和混合流洁净室的噪声级（空态）不应大于70dB（A），非单向流洁净室的噪声级（空态）不应大于65dB（A）。

8.1.9 有毒有害排风系统宜设置备用风机。

8.1.10 排风系统应按照热排风、有机溶剂排风和酸、碱排风分开收集，分别处理，并应符合下列规定：

1 酸、碱、有机溶剂等有毒有害排风应处理达标后再向大气排放；

2 有机溶剂排风应采取防火、防爆措施；

3 酸、碱、有机溶剂排风系统的废气处理设备应设在排风机的负压端；

4 排风管上应设置防倒灌措施；

5 有排放环保要求的排气管上宜设置排气监测措施。

8.2 给水排水

8.2.1 薄膜陶瓷基板工厂的给水排水设计应符合现行国家标准《建筑给水排水与节水通用规范》GB 55020和《建筑给水排水设计标准》GB 50015的有关规定。

8.2.2 生产废水、生活污水系统应分别设置，不同类别的生产废水排放系统宜分别设置。

8.2.3 纯水系统的设计应符合现行国家标准《电子工业纯水系统设计规范》GB 50685的有关规定，并应符合下列规定：

1 纯水系统的水质应根据薄膜陶瓷基板生产工艺的要求确定；

2 纯水系统供水管网的循环水量不宜小于设计供水量的20%；

3 纯水系统的回收率应根据薄膜陶瓷基板实际情况合理确定。

8.2.4 工艺循环冷却水系统设计应符合下列规定：

1 工艺设备循环冷却水的水质、水温、水压应根据生产设备要求确定；

2 工艺设备循环冷却水系统供水水温不应高于25℃，使用

点压力不应小于0.3MPa；

3 工艺设备循环冷却水系统应设置应急备用电源。

8.2.5 工艺设备循环冷却水系统的水温和所在环境温度不同时，管道布置应采取保温措施。

8.2.6 消防给水系统的设置应符合现行国家标准《消防设施通用规范》GB 55036 和《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定，并应符合下列规定：

1 室外消火栓宜采用地上式消火栓；

2 厂房内应设置室内消火栓、自动喷水灭火系统、灭火器系统；

3 洁净生产区宜设置自动喷水灭火系统。

8.2.7 室内外消火栓应采用各自独立的加压供水方式，室内应设置消火栓箱，消火栓箱内应设置启动消防泵按钮，室内消火栓应保证采用两支水枪的10m充实水柱到达室内任何部位，并应布置在位置明显、易于操作的位置。室内外消火栓应符合现行国家标准《消防设施通用规范》GB 55036 和《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的有关规定。

8.3 气体动力

8.3.1 薄膜陶瓷基板工厂人工冷热源宜采用集中设置的冷（热）水机组和供热、换热设备。机型和设备选择应根据工厂所在地区的气候、能源构成、能源政策及环保要求综合比较确定。

8.3.2 薄膜陶瓷基板工厂设计同时需要供冷和供热时，冷水机组宜根据负荷要求选用热回收机组，并宜采用自动控制的方式调节机组的供热量。

8.3.3 过渡季节或冬季需用一定量的供冷负荷时，可利用冷却塔作为冷源设备。

8.3.4 压缩空气系统应符合下列规定：

1 压缩空气系统的供气规模应按生产工艺所需实际用气量及系统损耗量综合确定；

2　供气品质应根据生产工艺对压缩空气含水量、含油量、微粒粒径的控制要求确定；

3　供气设备宜集中布置在综合动力站内；

4　供气主管道的管径应按照全系统实际用气量进行设计，支管道的管径应按照设备最大用气量进行设计。

8.3.5　工艺真空系统的设计应符合下列规定：

1　工艺真空管路应按树枝状方式布置；

2　工艺真空主管道的管径应按照全系统实际用气量进行设计，支管道的管径应按照设备最大用气量进行设计；

3　工艺真空系统的管道采用软管连接时，应选用金属软管；

4　工艺真空管道宜架空敷设。

8.3.6　清扫真空系统宜选用移动式清扫真空设备。

8.3.7　大宗气体的供气方式应根据气体用量、气体品质和当地的供气状况等因素，经技术经济和综合能效比较后确定，并应符合下列规定：

1　应根据薄膜陶瓷基板生产的实际需求确定大宗气体的种类，气体品质应满足生产工艺要求；

2　氮气系统宜采用外购液氮储罐或采用制氮机经过气化和纯化之后，通过管道供应至设备；

3　氧气、氩气和氦气可采用外购瓶装气体供应；

4　大宗气体管道连接应采用焊接，管道阀门、附件的材质宜与相连接的管道材质一致。

8.3.8　薄膜陶瓷基板工厂的特种气体应符合现行国家标准《特种气体系统工程技术标准》GB 50646 的有关规定。

8.3.9　薄膜陶瓷基板工厂的大宗气体应符合现行国家标准《大宗气体纯化及输送系统工程技术规范》GB 50724 的有关规定。

9 电气设计

9.1 供电系统

9.1.1 薄膜陶瓷基板生产厂的供电系统设计除应满足生产工艺要求外，还应符合现行国家标准《供配电系统设计规范》GB 50052的有关规定。

9.1.2 生产用主要工艺设备宜由独立变压器或独立低压馈电线路直接供电。

9.1.3 变压器的台数和容量应根据生产工艺及其配套辅助设施、公用动力设施的用电负荷特点和变化状况，正确配置。

9.1.4 变压器的选择应符合下列规定：

1 应选择低损耗、低噪声的节能型变压器，并且变压器的能效等级不应低于二级；

2 变压器之间宜设低压联络。

9.1.5 对电源连续性有特殊要求的设备及仪表，应设置不间断电源；对电源可靠性有特殊要求的设备，应设置应急电源。

9.1.6 消防负荷的供配电设计应符合现行国家标准《消防设施通用规范》GB 55036 和《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

9.1.7 厂房低压配电电压等级应满足生产工艺用电要求。系统接地形式宜采用系统的中性线与保护线分开或系统的中性线与保护线先合一后分开的系统。

9.1.8 对注入电网谐波量较大的设备，宜在设备处及变压器低压母线上设置相应的谐波处理装置，分梯级治理。

9.1.9 变电所宜设置能源管理系统，并应配置电流表、有功电能表等计量装置。

9.2 照明、配电和自动控制

9.2.1 薄膜陶瓷基板厂房主要生产用房间一般照明的照度值宜为 300lx～500lx。

9.2.2 备用照明的设置应符合下列规定：

1 洁净区内应设置备用照明；

2 备用照明宜作为正常照明的一部分，且不宜低于该场所一般照明照度值的 10%。

9.2.3 厂房内应设置供人员疏散用的应急照明和疏散标志，设置的位置和要求应符合现行国家标准《消防设施通用规范》GB 55036 和《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

9.2.4 洁净区内一般照明用灯具宜采用吸顶明装、不易集尘、便于清洁的洁净灯具。当采用嵌入式灯具时，安装缝隙应有可靠的密封措施。光刻间的照明应选择符合光刻要求的灯光，宜采用黄光。

9.2.5 薄膜陶瓷基板生产厂房的配电系统设计应符合产品生产工艺要求。

9.2.6 低压电源进线应设置切断装置，并宜设置在洁净区外便于管理的场所。

9.2.7 有净化要求的生产工艺间内宜选择不易积尘、便于擦拭的配电设备。

9.2.8 技术夹层内的电气配管宜采用金属管。洁净区的电气管线宜暗敷，穿线导管应采用不燃材料。

9.2.9 洁净区的电气管线管口及安装于墙上的各种电器设备与墙体接缝处应有可靠的密封措施。

9.2.10 等离子增强化学气相沉积工作间的电气设备选型，应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的有关规定。

9.2.11 洁净区的净化空调系统应具备自动控制功能。

9.2.12 净化空调系统采用电加热器时，电加热器与风机应连锁

控制，并应设置无风、超温断电保护；当采用电加湿器时，应设置无水、无风断电保护。

9.3 通信、信息

9.3.1 厂房内通信设施的设置应符合下列规定：

1 应设置便于洁净区内外及各工段间联系的语音通信装置；

2 可根据管理及工艺需要设置数据通信装置；

3 系统布线宜采用综合布线系统；

4 通信机房、配线间不宜设置在洁净区内。

9.3.2 厂房应设置火灾自动报警及消防联动控制，系统的报警、联动控制及显示功能应符合现行国家标准《消防设施通用规范》GB 55036 和《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的有关规定。

9.3.3 薄膜陶瓷基板生产厂房应设消防控制室，应设置火灾报警控制器及联动控制盘，与厂区监控中心连通，接收报警信号并应启动相应的消防设备。

9.3.4 生产用房内应设置火灾报警系统，火灾报警系统应符合现行国家标准《消防设施通用规范》GB 55036 和《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

9.3.5 设置了气体探测器的场所应设置有别于火灾报警系统的声光报警装置。当发生气体泄漏报警时，应联动启动现场及值班室的声光报警装置，关闭相关部位的气体紧急切断阀，联动启动相应的事故排风机，并应将报警信号送至消防控制室。

9.3.6 消防控制室不应设置在洁净区内。

9.3.7 洁净厂房的消防控制设备及线路连接应可靠。

9.3.8 厂房应设置事故应急广播系统，该系统宜同时具有公共事务广播的功能。洁净区内应采用不影响空气洁净度等级的扬声器。

9.3.9 厂房中宜设置闭路电视监控系统和门禁控制系统。

10 环境保护、节能与安全设施

10.1 环 境 保 护

10.1.1 锅炉房烟囱气体的排放应符合现行国家标准《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271 和《大气污染物综合排放标准》GB 16297 的有关规定，并应符合所在地区有关大气污染物的排放标准要求。

10.1.2 动力站房宜采取吸声、减振、降噪的技术措施。

10.1.3 工厂噪声应符合现行国家标准《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348 的有关规定。

10.1.4 电镀、刻蚀等湿法工艺产生的废水处理应符合现行国家标准《电子工程环境保护设计规范》GB 50814 的有关规定。

10.1.5 酸、碱、有毒气体和有机溶剂排风系统的废气处理应符合现行国家标准《电子工程环境保护设计规范》GB 50814 的有关规定。

10.1.6 固体废物、废液应分类处理，不得采取任何方式排入自然水体或任意抛弃。湿法工艺产生的废硫酸、废盐酸、废双氧水、废氨水以及各种刻蚀废液应排入酸、碱管道集中处理或分类收集，光刻工艺产生的废光刻胶、显影液、去胶剂以及丙酮等有机试剂应分类收集处理，电镀工艺产生的废镀铜、镀镍、镀金液应分类收集处理与回收。

10.2 节　　能

10.2.1 厂房设计应符合节能的要求，建筑材料应优先选用绿色环保材料。

10.2.2 设备冷却水应使用循环水系统，宜对余热回收利用。

10.2.3 厂房中电镀等耗能较大的设备应选择节能型设备。

10.2.4 厂房公共建筑部分的设计应符合现行国家标准《公共建

筑节能设计标准》GB 50189 的有关规定。

10.2.5 厂房电子工程的设计和施工应符合现行国家标准《电子工程节能设计规范》GB 50710 的有关规定。

10.2.6 厂房宜设置用电能耗监测与计量系统，并进行能效分析和管理。用电负荷宜按照明、生产负荷和动力负荷分别计量。

10.3 安全设施

10.3.1 厂区走廊应设置应急消防灭火设施，在进入厂区和生产区的明显位置应张贴应急疏散通道示意图。

10.3.2 灭火器的设置应符合现行国家标准《消防设施通用规范》GB 55036 和《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 的有关规定。

10.3.3 洁净室内不应设置干粉灭火器，洁净区应设置自动喷水灭火系统，自动喷水灭火系统应符合现行国家标准《消防设施通用规范》GB 55036 和《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084 的有关规定。

10.3.4 危险化学品存储间、使用区应设置紧急淋浴器和洗眼器。

10.3.5 有毒有害气体的存储、分配、使用场所应设置气体泄漏报警和排风装置，报警装置应与相应的事故排风机联动。

10.3.6 气体站房应配置防毒面具、自吸式防毒面具等安全防护设施。

10.3.7 功能性接地、保护性接地、电磁兼容性接地、建筑防雷接地宜采用共用接地系统。接地电阻值应按其中最小值确定，且不应大于 1Ω。

10.3.8 当电子设备的功能接地要求分开设置时，应设有防止雷电反击措施。分开设置的接地系统接地极应与共用接地系统接地极保持 20m 以上的间距。

10.3.9 薄膜陶瓷基板生产厂房防雷接地设计应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的有关规定。

10.3.10 薄膜陶瓷基板生产厂房可根据工艺生产要求采取静电

防护措施。

10.3.11 厂房洁净室内的防静电措施应符合现行国家标准《电子工业洁净厂房设计规范》GB 50472 的有关规定。

附录 A　薄膜陶瓷基板生产基本工艺流程

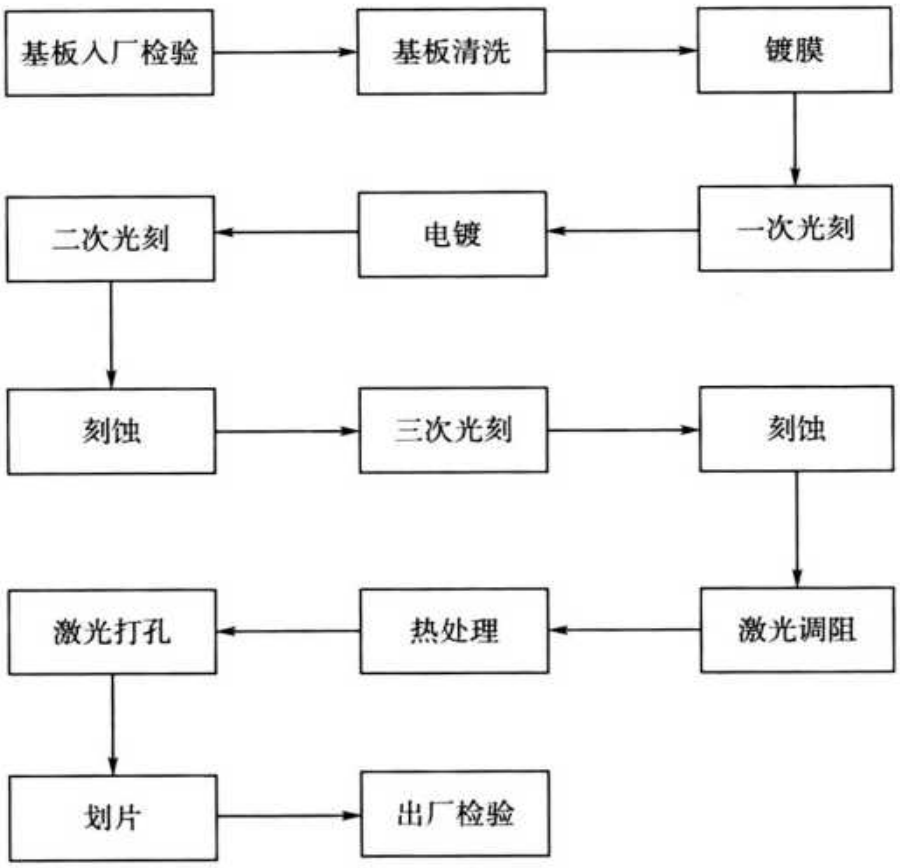

图 A　典型薄膜陶瓷基板生产工艺流程图

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

《建筑抗震设计规范》GB 50011
《建筑给水排水设计标准》GB 50015
《建筑设计防火规范》GB 50016
《供配电系统设计规范》GB 50052
《建筑物防雷设计规范》GB 50057
《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058
《洁净厂房设计规范》GB 50073
《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084
《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116
《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140
《公共建筑节能设计标准》GB 50189
《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222
《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223
《电子工业洁净厂房设计规范》GB 50472
《墙体材料应用统一技术规范》GB 50574
《特种气体系统工程技术标准》GB 50646
《电子工业纯水系统设计规范》GB 50685
《电子工程节能设计规范》GB 50710
《大宗气体纯化及输送系统工程技术规范》GB 50724
《电子工程环境保护设计规范》GB 50814
《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974
《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002
《建筑给水排水与节水通用规范》GB 55020
《消防设施通用规范》GB 55036

《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348

《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271

《大气污染物综合排放标准》GB 16297

中华人民共和国国家标准

薄膜陶瓷基板工厂设计标准

GB/T 51453—2024

条 文 说 明

编 制 说 明

《薄膜陶瓷基板工厂设计标准》GB/T 51453—2024，经住房城乡建设部2024年3月12日以第36号公告批准发布。

本标准制订过程中，编制组进行了广泛、深入的调查研究，总结了我国在薄膜陶瓷基板工厂建设中的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《薄膜陶瓷基板工厂设计标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目　　次

1　总　　则 …… (43)
3　总体设计 …… (44)
3.1　一般规定 …… (44)
3.2　厂址选择 …… (44)
3.3　总图规划及布局 …… (44)
4　工艺设计 …… (46)
4.1　工艺流程设计 …… (46)
5　基本工艺 …… (47)
5.2　基板准备 …… (47)
5.3　镀膜工艺 …… (47)
5.4　光刻工艺 …… (47)
5.5　电镀工艺 …… (48)
5.6　刻蚀工艺 …… (48)
5.7　激光调阻工艺 …… (48)
5.8　激光打孔工艺 …… (49)
5.9　划片工艺 …… (49)
5.10　测试工艺 …… (49)
6　工艺设备配置 …… (50)
6.1　一般规定 …… (50)
6.4　光刻工艺设备 …… (50)
6.6　刻蚀工艺设备 …… (50)
6.7　激光调阻工艺设备 …… (50)
6.9　划片工艺设备 …… (50)
7　建筑与结构 …… (51)

7.1 建筑 …… (51)
7.2 结构 …… (51)
8 公用设施 …… (52)
8.1 空气调节和净化系统 …… (52)
8.2 给水排水 …… (52)
8.3 气体动力 …… (52)
9 电气设计 …… (53)
9.1 供电系统 …… (53)
9.2 照明、配电和自动控制 …… (54)
9.3 通信、信息 …… (54)
10 环境保护、节能与安全设施 …… (56)
10.1 环境保护 …… (56)
10.2 节能 …… (56)
10.3 安全设施 …… (56)

1 总　　则

1.0.1　目前，薄膜陶瓷技术已经成为国内微电子技术领域的发展重点和投资热点，国内现有多条薄膜陶瓷基板生产线，由于缺乏统一的专业标准，薄膜陶瓷基板生产制造工艺技术和产品检测方法不统一，一定程度上制约了薄膜陶瓷基板技术的推广应用，影响了薄膜陶瓷基板工艺线的建设成效。

本标准的制定，旨在为薄膜陶瓷基板工厂提供较为全面和系统的技术指导和依据，推动国内薄膜陶瓷基板技术的进步和发展。

1.0.2　薄膜陶瓷电路基板是指在陶瓷基板上通过溅射、光刻、电镀等混合集成电路工艺将电阻、金属导体等集成为一体，形成特定功能的电路基板。薄膜电路中主要有四种薄膜材料：导体、电阻、介质和绝缘薄膜。所有薄膜材料都是通过蒸发、溅射等工艺形成，膜厚从几百埃到几千埃之间，后期通过电镀工艺增加微带线的厚度以满足微波电路的使用要求。

薄膜工艺适合于各种电路的加工，特别是要求精度高、温度性能好的电路。与厚膜工艺相比，薄膜电路的特点是所制作的元件参数范围宽、精度高、温度频率特性好，可以工作到毫米波段，并且集成度较高、尺寸小，但是所用工艺设备比较昂贵、生产成本较高。薄膜工艺所使用的基板材料主要有氮化铝、氧化铝、氧化铍、铁氧体、石英等。

3 总体设计

3.1 一般规定

3.1.1 由于薄膜陶瓷基板产品市场和工艺技术的发展变化，有时需要对生产能力、产品品种和工艺设备及布置进行调整，因此在工艺设计中采取一些预留条件是必要的。

3.1.2 薄膜陶瓷基板主要采用溅射、光刻、电镀、激光、划片等加工工艺，这些具有半导体工艺特征的生产工序对各种动力需求、动力品质、环境要求、“三废”排放、安全设施等方面的要求有所不同，因此需要工艺专业根据具体薄膜陶瓷基板工厂生产工艺的特点和具体要求确定工程设计参数，这也是工厂设计的前提条件。

3.2 厂址选择

3.2.2 薄膜陶瓷基板生产所需的化学品和气体如果发生泄漏或爆炸，有害废水意外渗漏、有害废气未达标排放等，容易危及周边居民的健康、生命以及建(构)筑物的安全。

薄膜陶瓷基板的生产工艺有空气洁净度要求，厂址宜选在大气含尘浓度较低的地区，不宜选择在气候干旱、多风沙地区或有严重空气污染的城市工业区。

另外，洁净厂房内布置有精密设备和精密仪表，它们有防微振要求。在厂址选择过程中，需要了解周围振源对生产的影响，以确定该厂址或场地是否适宜建设。

3.3 总图规划及布局

3.3.1 本条对薄膜陶瓷基板工厂的总平面布局做了规定。

1 在充分考虑薄膜陶瓷基板生产工艺特点、结合洁净厂房内

各功能区合理布置的情况下，建议将洁净厂房按不同功能集中和组合，考虑多层洁净车间的布置方式，可以节约土地、提高生产效率、降低能源消耗。

4 工艺设计

4.1 工艺流程设计

4.1.2 不同的薄膜陶瓷基板生产线会采用不同的生产工艺，常用的加工方法主要有三种：第一种是先在陶瓷基板上蒸发或溅射膜层，再电镀加厚，最后光刻腐蚀出图形；第二种是在蒸发或溅射膜层上先光刻腐蚀出图形，再压焊工艺线电镀加厚；第三种是图形电镀，该方法加工的薄膜电路具有精度高、图形分辨率高等优点，是目前大多数厂家采用的工艺方法，也是当前薄膜陶瓷基板典型的生产工艺流程。

5 基本工艺

5.2 基板准备

5.2.2 检验陶瓷基板的各项性能指标是否满足使用需求，包括外观、尺寸、材料表面特性。

5.2.3 陶瓷基板处理工艺是指对陶瓷件基板进行清洗，去除基板表面的油污、颗粒，达到成膜要求。

5.3 镀膜工艺

5.3.1 镀膜工艺是指在基板表面按顺序沉积电阻层、粘附层、阻挡层、导体层，膜层厚度一般在 5000Å 以下。

5.3.3 镀膜过程中要准确控制各膜层厚度，膜层厚度以及均匀性对方阻控制很关键，标准方阻一般为 50Ω/方块。

5.4 光刻工艺

5.4.1 光刻是一种复印图形与化学腐蚀相结合的综合性技术，采用照相复印的方法，将光刻掩模版上的图形精确复制到涂有光刻胶的陶瓷基板上。

5.4.3 本条对光刻工艺主要工序做了规定。

2 涂胶对光刻工艺非常重要，要保证基板清洁、干燥，控制光刻胶厚度，尽量减少涂层缺陷，对后续的光刻胶结合力、线条精度以及图形缺陷等都会造成影响。

4 光刻机的主要工艺参数为曝光能量与曝光时间，对显影和线条精度都有影响，要根据实验结果合理设置。

5.5 电镀工艺

5.5.1 电镀加厚微带层可以减小电路的微波损耗，改善导电金属的可焊性和耐焊性，形成可多次焊接的金属系统，常用的电镀金属有铜、镍、金等。

5.6 刻蚀工艺

5.6.2 刻蚀工艺是指有选择性地去除陶瓷基板表面的金属化层，可分为湿法和干法。湿法工艺通常用于 10μm 线宽以上工艺，可以满足绝大多数的薄膜电路生产需求，与干法相比具有腐蚀速率快、成本低的特点，但是均匀性较差且面临化学药液处理给人带来的安全问题。

5.6.3 本条对刻蚀工艺主要工序做了规定。

1 由于湿法腐蚀的特点，在对不同材料进行腐蚀时要选择相对应的腐蚀液，避免或减小对其他金属化层造成影响。

5.7 激光调阻工艺

5.7.1 激光调阻是指控制激光切割器件表面的电阻，使不符合要求的薄膜电阻达到所要求的阻值及精度。其调阻过程为：调阻系统对每一电阻两端加一定的恒流，测试电阻上的电压，算出对应的初始值，然后控制激光把电阻切割掉一部分（边测试边切割）以改变电阻的宽度，使其阻值增大到程序定义值。激光调阻因具有精度高、效率高的特点被广泛应用。

5.7.2 本条对激光调阻工艺主要工序做了规定。激光调阻工艺需检查切割的长度和切割后电路剩下的有效宽度是否合格，否则对电路的长期可靠性有影响；薄膜电阻要切透，如果切口不干净，电阻稳定性会受到影响，但是调阻功率也不能过大，以免损伤基材；在测试小阻值电阻时，应注意万用表的校零和表笔的接触电阻值；在测试高阻时，应注意环境湿度和外界干扰引起的测试误差。

5.8 激光打孔工艺

5.8.1 打孔分为激光打孔和超声波打孔两种方式。激光打孔是利用聚焦的高功率激光束加热陶瓷材料的小块区域，由此引起照射点温度急剧上升，到达沸点后，材料开始气化并形成孔洞，随着激光束与工件间的相对运动，最终使材料形成切缝。超声波打孔由于加工效率低、定位精度差等原因已很少使用。

5.9 划片工艺

5.9.1 划片工艺是指通过砂轮划片或激光划片把陶瓷基板分割成若干单元电路。对于要求边缘平直或者外形尺寸要求高的基板，需采用砂轮划片机切割，在一定厚度范围内的异型基板可采用激光划片机切割。

5.9.2 本条对砂轮划片主要工序做了规定。

4 不同的材料间特性差异较大，应根据切割的材料种类设定主轴转速及划切速度，以获得理想的切割质量。

6 陶瓷材料对砂轮刀片的磨损较大，划切过程中应根据经验值进行切割深度补偿或者重新测高，以免划切不透。

5.9.3 本条对激光划片主要工序做了规定。激光切割起始点能量较大，应将切割起始点设置在不使用的陶瓷基板部位，避免陶瓷基板上出现激光加工缺口。激光切割过程中会有大量碎屑和熔渣飞溅到陶瓷表面，为避免基板表面受到污染，可在基板表面涂覆激光加工保护涂层。

5.10 测试工艺

5.10.1 测试是对薄膜陶瓷基板进行电路的电性能和功能测试，通过测试判断薄膜陶瓷基板通断是否正确，是否能满足组装、封装等要求。

6 工艺设备配置

6.1 一般规定

6.1.1 薄膜陶瓷基板生产线工艺设备应包括清洗设备、成膜设备、光刻设备、刻蚀设备、电镀设备、激光打孔设备、激光调阻设备、划片设备以及方阻仪、台阶仪、测量显微镜等测试仪器。

6.4 光刻工艺设备

6.4.2 本条对光刻设备做了规定。光刻机是光刻工艺的重要设备，其主要性能指标如下：可用于2英寸～4英寸陶瓷基板曝光，分辨率为1μm，套刻精度为±0.5μm。

6.6 刻蚀工艺设备

6.6.1 刻蚀工艺设备分为干法和湿法两类，湿法工艺设备性能指标如下：配备3个～4个刻蚀槽可兼容2英寸～4英寸陶瓷基板，药液温度为(室温～90℃)±2℃(可调)，过滤精度为2μm，刻蚀均匀性为±10%。

6.7 激光调阻工艺设备

6.7.1 激光调阻机的主要性能指标如下：激光波长：532nm/1064nm，激光脉冲频率：1kHz～20kHz，定位精度：±6.5μm，激光光斑尺寸：8μm，工作方式：激光扫描、自动/手动工装，电阻测量精度：0.05%，电阻调整范围：1Ω～10MΩ。

6.9 划片工艺设备

6.9.1 对于要求边缘平直的基板需采用砂轮划片机划片。

7 建筑与结构

7.1 建　　筑

7.1.2 薄膜陶瓷基板生产厂房净化区吊顶内管线多，需维护。同时应保证在吊顶下有适宜的空间高度，而且应满足最高设备的安装与维护。

7.1.6 薄膜陶瓷基板生产线大多数工艺与半导体器件生产工艺相同，包括清洗、溅射、光刻及刻蚀等，厂房中虽然使用乙醇、丙酮等甲类火灾危险品，但是用量很小，其火灾危险性类别应为丙类厂房。

7.1.7 现行国家标准《电子工业洁净厂房设计规范》GB 50472 中对防火分区面积、安全出口数量、距离、疏散标志以及放宽条件都有相应规定。

7.1.8 本条是指在多层厂房生产设备较大，室内垂直运输设备也无法进行运输时，则需设计时在外墙靠近设备安装处预留窗洞，待设备吊装进入室内后再封堵窗洞。

7.2 结　　构

7.2.3 $6kN/m^2$ 的设计活荷载可以满足多数薄膜陶瓷基板生产设备的楼层安装需求，若有重型设备布置在楼层时，除将工艺设备布置在梁上外，还可采用分散荷载的其他技术措施。

8 公用设施

8.1 空气调节和净化系统

8.1.3 本条规定主要是从系统将来的运行控制、安全以及节能等方面考虑。

8.1.5 光刻间洁净室空气调节系统的送风气流的组织应根据洁净室的洁净度选择，薄膜陶瓷基板生产厂房除光刻区的空气洁净度等级要达到6级外，其他工艺过程空气洁净度等级主要在7级或7级以上的洁净区进行。

8.1.7 本条规定主要是从职业卫生和安全防护的角度出发，避免气流短路，造成安全事故。

8.2 给水排水

8.2.2 薄膜陶瓷基板生产过程中排出的废水有酸性废水（HF、HCl、H_2SO_4等）、碱性废水（NaOH、NH_4OH等）、有机溶剂废水（IPA、光刻胶、显影液等），并且涉及氰化物镀金，它们的排放浓度在生产过程的各个工序也有所不同，应根据排出生产废水的品种、性质、污染物浓度等设置废水处理站或废水处理装置进行处理，并达到国家排放标准或地方排放标准后排放。

8.3 气体动力

8.3.2 热回收冷水机组具有较高的能效比，所以在同时提供冷源与热源的情况下，应该优先选用热回收机组，这也是节能评估所采取的主要措施之一。

8.3.4 干燥压缩空气系统的设计要考虑供气量、供气品质和压缩空气系统的损耗。

9 电气设计

9.1 供电系统

9.1.2 本条规定主要为了减少不同设备间的谐波等因素的相互干扰，保证重要工艺设备供电可靠。

9.1.4 变压器的空载损耗是比较大的能源浪费，所以应选用节能型的变压器。关于变压器能效的规定见现行国家标准《电力变压器能效限定值及能效等级》GB 20052。在变压器低压侧设置联络以便于在节假日、变压器检修以及生产计划变化等情况时，灵活控制所投入运行的变压器台数，减少空载损耗。

9.1.5 断电会导致控制设备或仪表的数据丢失，故应设置不间断电源；有些设备，如可能产生氰化物区域的应急排风机等，断电会对人身安全产生重要影响，对电源可靠性要求较高，故应设置应急电源。

9.1.7 厂房内有较多的单相负荷，存在不平衡电流，而且设备中有照明灯具、晶体管、数据处理、变频器等非线性负荷存在，所以配电线路中可能存在高次谐波电流，使中性线中有较大的电流。因此，系统接地形式推荐使用系统的中性线与保护线分开或系统的中性线与保护线先合一后分开的系统。

9.1.8 因电镀脉冲电源、变频器及电子整流器等非线性用电设备接入，注入电网谐波量逐渐增大，分梯级治理较为经济合理。关于谐波量的规定见现行国家标准《电能质量　公用电网谐波》GB/T 14549。

9.1.9 配备能源管理系统和加装必要的仪表有助于随时监控电网情况，关停不必要的设备，减少不必要的能源浪费，也有利于运行管理人员发现异常情况，同时对核算成本也有帮助。相关仪表的设置见现行国家标准《电力装置电测量仪表装置设计规范》GB/T 50063。

9.2 照明、配电和自动控制

9.2.1 根据生产工艺要求，一般电子洁净厂房照明的照度值不能小于300 lx，考虑国情及节能要求，照度标准也不能过高。

9.2.2 因为一般净化厂房内环境比较封闭，当正常照明因故熄灭时，为了防止人员在停电状态下意外受伤，防止重要设备或零部件遭到损坏，以及防止可能引起的火灾等危险情况，所以要求设置备用照明，以完成必要的操作。

为了减少灯具数量、节约成本，规定备用照明作为正常照明的一部分。备用照明应满足工作场所或部位进行各项活动和工作所需的最低照度值，要求不低于该场所一般照明照度值的10%。

9.2.4 本条主要是考虑洁净区洁净度的要求，光刻间的灯光通常为黄光。

9.2.6 低压电源进线不包括消防电源进线。

9.2.7 为了尽可能减少洁净区内灰尘颗粒的积聚，要求选用不易积灰、便于擦拭的配电设备。对于大型配电设备，暗装比较困难时，一般可以采用建筑材料包封或放置在非洁净区等措施。

9.2.8 考虑防火要求，穿线导管应采用不燃材料。技术夹层内尚需考虑小动物对管线的破坏，所以采用金属管比较安全。

9.2.9 为了防止灰尘颗粒通过管线口及接缝处进入洁净区影响洁净度，要求上述部位应做密封处理。

9.2.11 净化空调系统是工艺生产的主要环境要求，受人流、物流的影响较大，需要自动控制。

9.2.12 本条规定主要是从安全方面考虑。

9.3 通信、信息

9.3.1 薄膜陶瓷基板生产厂房的洁净区是一个相对密闭的场所，出入通道迂回，人员进出都需要更衣等程序。设置对外通信联络装置，一方面能减少人员在洁净区内走动，保证洁净度；另一方面

能满足生产过程信息化管理的需要，提高生产管理水平和生产效率。

9.3.2 薄膜陶瓷基板生产厂房的工艺设备均较为昂贵，一旦着火损失较大，并且薄膜陶瓷基板生产厂房一般都有净化要求，洁净区是一个相对密闭的场所，出入通道迂回，人员疏散比较困难，火情不易被外部发现，因此设置火灾自动报警装置是必要的。

9.3.5 薄膜陶瓷基板生产厂房生产过程中会使用或产生多种易燃、易爆、有毒气体。这些气体一旦泄漏，将可能产生火灾或爆炸，危及操作人员安全或对设备造成损害。为保证安全、可靠地使用易燃、易爆、有毒气体，需要检测这些存在泄漏可能的区域，防止因气体泄漏造成事故。

9.3.6 消防控制室要求有直通室外的安全出口，若设置在洁净区内难以满足安全要求。

9.3.7 本条规定厂房洁净区火灾探测器报警后应采用技术或人工措施进行核实，确认火灾后，联动控制设备并进行反馈，目的是减少系统误报造成损失。因为一旦关闭电动防火阀，停止送风，洁净室(区)的环境就会遭到破坏，恢复起来需要一定的代价和时间。

9.3.8 薄膜陶瓷基板生产厂房的洁净区是一个相对密闭的场所，出入通道迂回，人员疏散比较困难，设置应急广播能更有效地指挥疏散，保证人员安全，但其扬声器的选择要满足洁净要求。

10 环境保护、节能与安全设施

10.1 环 境 保 护

10.1.6 电镀工艺排水可根据废水的酸、碱特性和是否有毒、有害等特点对废水进行分类排放和处理。

10.2 节　　能

10.2.3 大功率设备在运行时如果保温设计不好，会损失很多热量，造成电能的巨大浪费，故在采购大功率设备时需要着重考虑节能设计。

10.3 安 全 设 施

10.3.7 薄膜陶瓷基板生产厂房有多种用于不同目的的接地，宜采用共用接地系统，以避免分开接地不同电位所带来的不安全因素，以及不同接地导体间的耦合影响。不同的接地可以采用单独的接地线，但接地极系统是共用的，并应遵循等电位连接的原则。


7155182132209