

# 团 体 标 准

T/SDMT 0025 —2024

## 共形天线工艺流程规范

Specification for process flow of conformal antenna

2024 - 07 - 01 发布

2024 - 07 - 01 实施

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山东大科电子科技有限公司提出。

本文件由山东省机械工业科学技术协会归口。

本文件起草单位：山东大科电子科技有限公司、淄博智陶新材料科技有限公司、山东司莱美克新材料科技有限公司、山东鲁峻文化科技发展有限公司、浙江大学山东工业技术研究院、淄博市清大国杰技术转移服务中心。

本文件主要起草人：王瑞俊、王瑞超、文翔、张军、曹衍龙、闫栋。

# 共形天线工艺流程规范

## 1 范围

本文件规定了共形天线工艺流程规范的准备、要求。  
本文件适用于激光刻蚀共形天线工艺流程规范。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

本文件无规范性引用文件

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**激光刻蚀 Laser etching**

利用激光束在材料表面进行蚀刻的一种加工技术。

### 3.2

**共形天线 Conformal antenna**

与物体结构外形保持一致且不给其共形设备带来额外负担的一种天线。

### 3.3

**共形阵列天线 Conformal array antenna**

在平面阵列天线方向计算时，阵列天线的方向性函数等于阵函数乘以单元天线的方向函数，而在共形阵列天线中，不同天线单元所在的位置不同，其轴线方向也不同，方向图是有区别的。因此，共形阵的方向图不能表示成一个显式，必须采用数值计算方法。另外，共形天线一般属于电大、超电大尺寸，且电磁结构十分复杂，目前缺乏可供使用的商用软件，只能对某些简单情况近似求解。

## 4 准备

4.1 镀铜天线基板其介质材料为聚酰亚胺、聚醚醚酮、聚四氟乙烯、碳纤维等板状基材，通过磁控溅射工艺进行表面种子铜的制备，然后通过电镀加厚铜，镍金工艺后进行激光刻蚀制作线路，基板及其铜箔的耐热性能，达到使用要求。其次，还要解决陶瓷表面金属化、金属表面陶瓷化、厚膜工艺尺寸精确控制、材料热膨胀匹配及电路金属材料在高温下的稳定性问题。

4.2 对于共形天线而言，当波束扫描到某方向时，为避免增加副瓣电平和降低天线效率，必须断开或者改善对主波束无贡献的单元激励。

4.3 共形天线的单元天线的间距接近线宽的一半。

4.4 一般情况下,共形天线是非金属材料 and 金属材料的组合体,共形天线的表面不再配置传统的天线罩,但要考虑避免雷电附着或者使雷电附着所造成的损失在可接受的范围内。

4.5 利用绘制软件,在天线基板上绘制出客户所需要的图形,并保存为标准格式文件。

4.6 将标准格式文件导入激光刻蚀参数自动生成系统,根据共形天线的设计图纸要求设置激光加工参数,将参数录入激光刻蚀机中,开启设备,打开水冷系统和排风系统,将需要刻蚀的天线基板放入机器中,对设备进行调试,调试无误后,开启激光喷头进行激光刻蚀。

## 5 要求

### 5.1 主要工艺流程

天线基板→超声波清洗→150℃高温烘烤(3h)→真空磁控溅射镀铜(1μm)→电镀铜(10μm)、镍(2μm~3μm)、金(1μm)→飞秒激光刻蚀天线图形→包装。

注:工艺流程中的数值应符合设计文件的特殊要求。

### 5.2 天线基板

作为天线的辐射面,一般为微米级至亚毫米级的金属层,该金属层需要贴合在支撑材料的外表面,并具有很好的结合强度。基板具有耐热性能、耐辐射性、耐火性、半阻燃性、电绝缘性、耐大气老化性等特点;基板表面真空磁控溅射铜层后,树脂与铜层结合力强度达到设计要求。

### 5.3 超声波清洗

在表面磁控溅射镀铜前,需要对天线基板表面进行超声波除油污清洗。将天线基板放入含有酒精溶液的容器中,然后将其放入超声波清洗机中,温度设定为60℃,振荡清洗30min,清洗完毕后,将天线基板取出后用去离子水清洗表面,然后放入去离子水的容器中,再次振荡清洗15min。

### 5.4 高温烘烤

将清洗完后的基板进行150℃±10℃高温烘烤,连续烘烤时间不少于3h,冷却方式采用箱内自然降温,当温度低于50℃时可移出烤箱。

### 5.5 真空磁控溅射镀铜

将天线基板放入真空离子溅射镀膜机内,靶材与样品间距固定为15cm,真空温度设置为100℃,将真空室抽至本底真空 $(3.0\sim 7.0)\times 10^{-4}$ pa,然后充入高纯度氩气(99.99%),真空度调整为 $(1.2\sim 1.8)\times 10^{-1}$ pa,打开离子源,对天线基材进行等离子体清洗,清洗时间为10min,除去表面残留物,并提高基板表面活性,保证最终成品质量。

天线基板在等离子清洗后,根据基板不同,设置偏压20V~100V,镀钛功率设置为10kW,打开镀钛电源,镀钛层厚度90nm,镀钛结束后,关闭镀钛电源。镀铜功率设置为25kW,打开镀铜电源,镀铜厚度1μm。镀铜结束后,关闭镀铜电源,设备关机,等镀膜机内温度降为50℃以下时,开炉取出天线基板,迅速真空包装,为下一步电镀铜做准备。

### 5.6 电镀铜镍金

将基板放入酸洗槽浸泡10min左右,清洗基板表面油污、锈蚀等杂质,随后用去离子水冲洗干净;

然后,把处理过的基板放入电镀槽,槽中使用铜盐水溶液作为电镀溶液,设定电流密度为 $1.5\text{A}/\text{dm}$ ,电压为 $2.0\text{V}$ ,将铜离子还原到器件表面,形成均匀、致密的铜层,铜层一般 $10\mu\text{m}$ ;同原理依次镀镍金,镀镍层一般 $2\mu\text{m}\sim 3\mu\text{m}$ 、镀金层一般 $1\mu\text{m}$ 。最后,将处理过的基板放入水洗槽,去除电镀液残留的药剂,用去离子水冲洗干净后晾干。

### 5.7 飞秒激光刻蚀天线图形

利用 CAD 控制界面绘制出天线图形的平面展开图,系统以天线设计型面数据为基准,提取天线图形扫描路径,在电镀后基板上进行刻蚀,其中激光扫描速率不大于 $7000\text{mm}/\text{s}$ ,最小扫描线宽为 $0.01\text{mm}$ ,扫描刻蚀一般 $3\sim 4$ 次。

### 5.8 包装

在恒温恒湿洁净室内,戴上一次性手套,用无硫干燥纸,将刻蚀好的天线基板包装好,再用真空密封袋包装。