

# 高精度AZ厚胶光刻及在微型射频同轴器制作中的应用\*

杜立群<sup>1,2</sup>,李爱琪<sup>2</sup>,齐磊杰<sup>2</sup>,李晓军<sup>2</sup>,朱和卿<sup>2</sup>,赵雯<sup>2</sup>,阮久福<sup>3</sup>

(1. 大连理工大学精密与特种加工教育部重点实验室,大连 116024;

2. 大连理工大学辽宁省微纳米及系统重点实验室,大连 116024;

3. 合肥工业大学光电技术研究院,合肥,230009)

**[摘要]** 基于正负胶结合的 UV-LIGA 技术在金属基底上制作了一种新型无源微型射频同轴传输器。针对制作过程中由于胶膜内部曝光剂量分布不均匀导致的正性厚胶 AZ50XT 光刻图形精度低的问题,在紫外光刻工艺的基础上,采用分次曝光显影的方法,制作了高尺寸精度的电铸胶膜。对不同尺寸的掩模板图形进行分次曝光显影试验,研究了分次曝光显影法对光刻图形尺寸精度的影响。试验结果表明:分次曝光显影法可以显著提高 AZ50XT 胶膜图形化精度,并且光刻图形的精度与掩模板图形尺寸无关。最后,基于上述试验成果,制作了整体尺寸为  $3000\ \mu\text{m} \times 400\ \mu\text{m} \times 200\ \mu\text{m}$ ,单层最大厚度为  $60\ \mu\text{m}$ ,侧壁倾角均大于  $85^\circ$  的微型射频同轴传输器。

**关键词:** 正性光刻胶;尺寸精度;曝光剂量分布;紫外光刻;微射频同轴传输器

**DOI:** 10.16080/j.issn1671-833x.2018.09.026



杜立群

教授、博士生导师,近年来主要从事 MEMS 加工工艺方面的研究工作,近 5 年发表论文被 SCI 收录 20 余篇,被 EI 收录 30 余篇,以第一发明人授权发明专利 9 项。

微型射频同轴传输器作为一种利用机械结构传导电磁波信号的无源传输设备,具有体积小、低损耗、低色散、宽频带等优势,在移动通信系统、卫星导航、航天、射电天文等领域具有广泛的应用前景<sup>[1]</sup>。特征尺寸为微米级的射频同轴传输器以其体积更小、传输带宽更大、传输速度更快的优势<sup>[2]</sup>,近年来越来越受到人们的关注。

微型射频同轴传输器的制作方法主要有电化学制造技术(EFAB)、UV-LIGA 技术等。Reid 等<sup>[3]</sup>采用 EFAB 技术对中心频率为 60GHz 的六端口耦合器进行制作。由于 EFAB 技术在选择性电沉积过程中易出现结瘤、毛刺等缺陷<sup>[4]</sup>,同时当制作的微结构高度较大时,存在层间偏移、层间结合失效等问题<sup>[5]</sup>,其制作方法在实用性方面受到了一定的限制。

高荣惠等<sup>[6]</sup>采用 SU-8 胶 UV-LIGA 技术和胶膜金属化工艺对中心频率为 38GHz 的微型射频同轴传输器进行制作,并通过手工微装配的方法将各部分结构进行嵌入式装配。通过该方法制作的同轴器无需考虑胶膜去除问题,但是其制作过程比较复杂,并且需要进行手工微装配,极易造成装配误差,影响射频同轴传输线的传输性能。

正性厚胶 AZ50XT 由于具有去胶方便<sup>[7]</sup>、兼容性好<sup>[8]</sup>、电铸时溶胀性小等优势<sup>[9]</sup>,是制作射频同轴传输器电化学沉积掩膜的首选材料。同时其作为电化学沉积掩膜时,还可以避免 EFAB 技术在选择性电沉积过程中的铸层缺陷问题。本文基于负性光刻胶 SU-8 2075 和正性光刻胶 AZ50XT,采用正负胶相结合的 UV-LIGA 技术对同轴连接器进行一体化

\* 基金项目: 国家自然科学基金项目(51375077,51475245); 大连理工大学创新团队项目(DUT16TD20)。

制作,解决了现有方法存在的铸层表面质量差、制作工艺复杂以及手工微装配误差超标等问题。由于AZ系列正性光刻厚胶在曝光时胶膜内部曝光剂量分布不均,使得胶膜较厚时,经常出现光刻图形精度偏低的问题<sup>[10]</sup>。在同轴传输器的制作过程中,AZ50XT光刻精度决定着同轴传输器的制作精度。因此改善AZ50XT胶膜的光刻精度,对于提高微型射频同轴传输器的制作精度至关重要。

为提高AZ50XT电铸掩膜的图形化精度,本文提出了预曝光基准点控制胶膜厚度和基于背面对准的分次曝光显影的方法。首先,通过试验测量了AZ50XT的光吸收系数,并分析AZ50XT光刻后图形精度低的原因以及分次曝光显影法改善尺寸精度的机理;然后,采用分次曝光显影法对尺寸在25~130 $\mu\text{m}$ 范围内的掩模板图形进行分次曝光显影试验,研究分次曝光参数对不同线宽的掩膜光刻后图形精度的影响;最后,采用分次曝光显影法完成整体尺寸为3000 $\mu\text{m}$ ×400 $\mu\text{m}$ ×200 $\mu\text{m}$ 的射频同轴传输器的制作。

### 光刻图形尺寸精度问题研究

#### 1 尺寸精度问题分析

当AZ50XT胶膜厚度较高时,即使处于最佳工艺参数,胶膜图形化精度仍比较低。这主要受胶膜厚度不确定、光的衍射和胶膜对紫外光的吸

收系数大等因素影响。光刻时曝光剂量由胶膜厚度决定,胶膜厚度越大,胶膜实际厚度的波动幅度越大,不利于曝光剂量的合理选择。此外,胶膜厚度大,“边珠效应”显著,掩模板与胶膜之间的空气间隙大,产生的衍射效应严重,导致胶膜内部光强分布不均匀。AZ50XT对紫外光的吸收系数大,曝光时到达底部胶膜的光强远小于胶膜顶部光强。这些因素共同作用导致AZ50XT胶膜光刻后图形精度偏低。

为研究AZ50XT胶膜光吸收系数对光刻图形尺寸精度的影响,制作了平均厚度为65 $\mu\text{m}$ 的胶膜,并使用光强测量仪对胶膜底部的光强和胶膜顶部光强进行测量,胶膜底部光强随时间的变化情况如图1所示。胶膜顶部光强为8.5 $\text{mW}/\text{cm}^2$ ,接近200s时胶膜底部才检测出光强。随着曝光时间的增加,胶膜底部的光强逐渐增大,最终光强稳定在2.7 $\text{mW}/\text{cm}^2$ 。根据比尔-朗伯定律计算得知,AZ50XT对紫外光的吸收系数为0.0209 $\mu\text{m}^{-1}$ 。而高度为600 $\mu\text{m}$ 的SU-8胶的光吸收系数为0.007932 $\mu\text{m}^{-1}$ [11]。由此可见,AZ50XT胶膜的光吸收系数大导致的胶膜内部曝光剂量分布不均匀是光刻图形尺寸精度差的主要原因。

采用单次曝光显影法,当胶膜厚

度较大时,由于AZ50XT对紫外光的吸收系数大,底部胶膜长时间处于未曝光状态;即使底部胶膜处于曝光状态,其最大光强仅为顶部胶膜光强的32%,而顶部胶膜时刻处于最大光强状态,顶部胶膜和底部胶膜的曝光剂量相差较大,导致显影后图形顶部线宽大于底部线宽,光刻后图形尺寸精度低。由于优化曝光工艺参数的方法对胶膜内部曝光剂量分布的调节能力有限,因此其对尺寸精度的改善程度有限。

#### 2 分次曝光显影法改善光刻图形的尺寸精度

采用预曝光基准点的分次曝光显影法可对胶膜厚度进行控制,对胶膜均匀性及胶膜内部的曝光剂量进行调节,其原理如图2所示。采用背面对准的方法对AZ50XT胶膜进行第1次光刻,去除顶部胶膜。进行第2次光刻时,到达胶膜底部的紫外光强度会变大。当第2次光刻曝光剂量较小时,顶部胶膜和底部胶膜曝光剂量的差值仍然较大,顶部和底部线宽的差值较大。随着曝光剂量的增加,顶部胶膜和底部胶膜曝光剂量的差值逐渐变小,顶部和底部线宽逐渐接近。分次曝光显影法通过去除部分胶膜进而对胶膜内部的曝光剂量分布进行调整,减小图形顶部和底部线宽的差值,从而改善光刻图形质

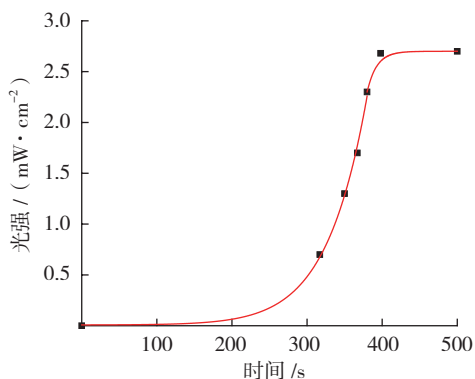


图1 AZ50XT胶膜底部光强和曝光时间的关系  
Fig.1 Time-light intensity curve of bottom AZ50XT resist

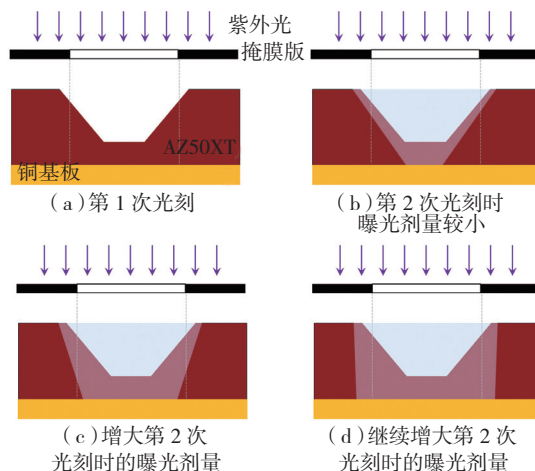


图2 分次曝光显影法原理  
Fig.2 Principle of multiple exposure and development

量。

采用分次曝光显影法对 AZ50XT 胶膜光刻前需要对基准点进行光刻。AZ50XT 曝光区域发生光化学反应生成茛菪酸,在显影液中的溶解度非常高;未曝光区域在显影液中的溶解度很低<sup>[12]</sup>,并且显影液在短时间内对未曝光区域的影响很小。因此可以在非结构区域设立基准点,对基准点进行光刻,测量出胶膜厚度,然后将胶膜磨削到指定厚度。控制胶膜厚度,一方面便于合理地选择曝光剂量;另一方面,可以去除“边珠效应”,得到平坦化胶膜,减小光的衍射效应,使胶膜内部光强分布更均匀。

### 分次曝光显影试验

为研究分次曝光显影法对不同尺寸掩膜板图形光刻后尺寸精度的影响,设计如下试验。掩膜板图形为线宽从 25~130 μm 每隔 5 μm 或者 10 μm 变化的线条,并且每个尺寸在掩膜板不同区域重复 5 次。对具有不同线宽尺寸的掩膜板图形进行分次曝光显影试验。同时为了比较单次曝光法和分次曝光法的光刻图形尺寸精度,对 95 μm 线宽的掩膜图形进行单次曝光显影试验。光刻试验的工艺参数如表 1 所示。测量显影后图形的顶部和底部线宽,具体的工艺流程如下:

(1)背面标记点的制作。将背面抛光的铜基板清洗干净,甩 BN303 胶,经前烘、曝光、显影、后烘后得到掩蔽层图形,用 FeCl<sub>3</sub> 溶液刻蚀 15s,去除胶膜得到背面标记点。

(2)匀胶。使用旋转匀胶机旋转涂覆 AZ50XT 光刻胶,匀胶转速为 600r/min,时间为 18s。

(3)前烘。采用阶梯烘的方式烘焙。各温度和保温时间为:65℃,30min;85℃,2h。随炉冷却至室温。

(4)控制胶膜厚度。对非结构区域的基准点进行曝光,显影后测量胶膜厚度,采用磨削的方法将胶膜高

表1 单次曝光和分次曝光法的工艺参数

工艺	甩胶	前烘	曝光剂量	显影
单次曝光法	600r/min 18s	阶梯烘: 65℃, 30min; 85℃, 2h	3600mJ/cm <sup>2</sup>	4min
分次曝光法			第 1 次: 1600mJ/cm <sup>2</sup> 第 2 次: 1345mJ/cm <sup>2</sup>	每次曝光后: 2min

度控制在 65 μm 左右。

(5)曝光和显影。采用接触式光刻的方法进行曝光。单次曝光时曝光剂量为 3600mJ/cm<sup>2</sup>,曝光后在显影液(AZ400K : H<sub>2</sub>O=1 : 3)中显影 4min。分次曝光显影时需要对接膜进行两次曝光和显影。第 1 次光刻时,曝光剂量为 1600mJ/cm<sup>2</sup>,显影 2min;第 2 次光刻时,曝光剂量为 1345mJ/cm<sup>2</sup>,显影 2min。

### 结果与讨论

当胶膜厚度较大时,AZ50XT 对紫外光的吸收系数大是胶膜光刻图形精度低的主要原因。采用分次曝光显影法将部分顶部胶膜去除后,进行第 2 次光刻时,由于去除的胶膜不再吸收紫外光,使得去除的顶部胶膜的总曝光剂量减小,图形顶部线宽变小;顶部胶膜的去除使到达胶膜底部的光强变大,底部胶膜的总曝光剂量增大,胶膜底部线宽变大。采用分次曝光显影法虽然无法改变光吸收系数的大小,但是其通过改变第 2 次光刻时胶膜的厚度,可以对胶膜内部的曝光剂量进行调节,从而提高了图形尺寸精度。

光刻掩膜板图形尺寸在 25~130 μm 范围内变化,采用分次曝光显影法对厚度为 65 μm 的 AZ50XT 胶膜进行光刻。图 3 为 40 μm、95 μm、120 μm 线宽尺寸掩膜板光刻后顶部和底部图形俯视图。线宽为 40 μm、95 μm、120 μm 的掩膜板光刻后图形顶部和底部线宽的平均差值分别为 10.2 μm、12.5 μm、11.4 μm。从图 3 显示的结果可以看出,对于不同尺寸的掩膜板图形,分次曝光显影后图形顶部-底部线宽的差值几乎

相同。

为进一步研究掩膜板图形尺寸对分次曝光显影法图形尺寸精度的影响,对上述 25~130 μm 范围内 17 个尺寸的掩膜板图形进行光刻试验。同时对光刻后图形顶部-底部线宽的差值和侧壁倾角进行了统计,结果如图 4 所示。对于不同尺寸的掩膜图形,光刻后图形顶部-底部线宽的差值在 10.5~15 μm 范围内变化,顶部和底部线宽的平均差值为 13.03 μm;侧壁倾角在 83.33°~85.01° 范围内变化,侧壁平均倾角为 84.28°。对不同尺寸的掩膜图形,分次曝光显影后图形顶部-底部线宽的差值及侧壁倾角变化幅度很小,在试验允许的波动范围以内。因此,分次曝光显影法适用于不同尺寸掩膜板图形的光刻,并且光刻后图形的尺寸精度与掩膜板线宽尺寸无关。光刻图形的尺寸精度与掩膜板线宽尺寸无关的规律同样适用于单次曝光显影法<sup>[13-14]</sup>。所以仅对尺寸为 95 μm 的掩膜图形进行单次曝光显影试验,其试验结果如图 5 所示,其中图 5(a)表示光刻后底部图形线宽,图 5(b)表示光刻后顶部图形线宽。

结合图 5 和图 3(b)的试验结果,掩膜尺寸为 95 μm 时,采用分次曝光显影法,光刻后图形顶部线宽由单次曝光法的 124.2 μm 减小到 107.5 μm,底部线宽由 70.0 μm 增大到 95.0 μm,顶部-底部线宽差值由 54.2 μm 减小到 12.5 μm。由此可见,分次曝光显影法通过去除部分顶部胶膜,改善了胶膜内部曝光剂量分布的均匀性,使胶膜顶部线宽变小,底部线宽变大,顶部-底部线宽的差值减小。分次曝光显影法可以显著减

小 AZ50XT 胶膜光刻后图形顶部 - 底部线宽的差值,从而提高了光刻图形的尺寸精度。

### 射频同轴传输器的制作

微型无源射频同轴传输器由 5 个单元模块组成: 导电基底、绝缘树脂、内导体、屏蔽外壳、空气介质,如图 6 所示。一般情况下,同轴传输器的整体尺寸越小,工作频率越高,传输带宽越大,传输性能越好。但是,同轴传输器的制作精度影响其传输性能,如屏蔽外壳的制作精度决定屏蔽效率,绝缘树脂和介质腔体的制作精度影响传输损耗。本文基于负性光刻胶 SU-8 2075 和正性光刻胶 AZ50XT,采用正负胶相结合的 UV-LIGA 技术对同轴连接器进行叠层制作。其中绝缘树脂选用 SU-8 胶制作,内导体和屏蔽外壳使用 AZ50XT 胶作为掩膜采用电化学沉积的方式进行制作。为提高同轴传输器的制作精度,采用分次曝光显影的方法制作电化学沉积掩膜。整个制作过程包括 1 次 SU-8 胶的光刻,4 次 AZ50XT 胶的光刻、两次导电层的溅射层、微电铸以及制作完成后结构的释放等,其工艺流程如图 7 所示。

(1) 绝缘树脂制作。使用旋转匀胶机将 SU-8 2075 光刻胶旋涂在经过抛光处理的铜基板上,胶膜厚度约为 65 μm。然后将带有胶膜的铜基板放在烘箱里前烘,并随炉冷却至室温。使用紫外光刻机对冷却后的 SU-8 胶膜进行曝光,曝光剂量为 440mJ/cm<sup>2</sup>。然后,将 SU-8 胶膜放置在热板上烘焙 3min。最后,将冷却至室温的 SU-8 胶膜浸入 SU-8 胶显影液中显影 3min,即可制得高精度的绝缘树脂。

(2) 同轴传输器第一层制作。使用旋转匀胶机将 AZ50XT 光刻胶旋涂在带有绝缘树脂的铜基板上,胶膜厚度为 65 μm。其前烘和曝光显影参数见分次曝光显影试验。使用

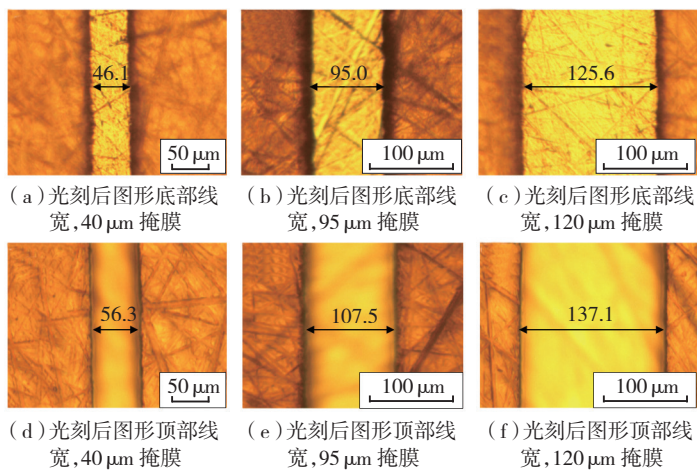


图3 不同尺寸掩膜分次曝光显影后图形的顶部和底部线宽  
Fig.3 Bottom and top photolithography of different sized mask pattern by multiple exposure and development

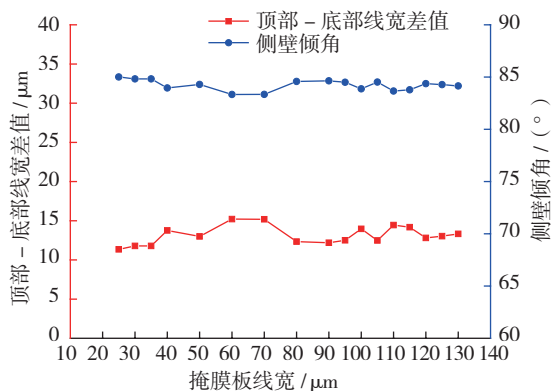


图4 不同尺寸掩膜光刻后顶部-底部线宽差值和侧壁倾角  
Fig.4 Top-bottom linewidth difference and sidewall inclination of different sized mask pattern

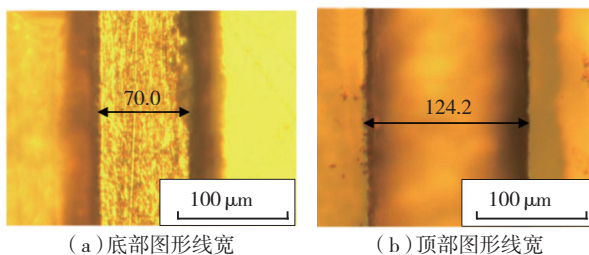


图5 95 μm掩膜单次曝光显影后顶部和底部线宽图  
Fig.5 Bottom and top photolithography of 95 μm mask pattern by single exposure and development

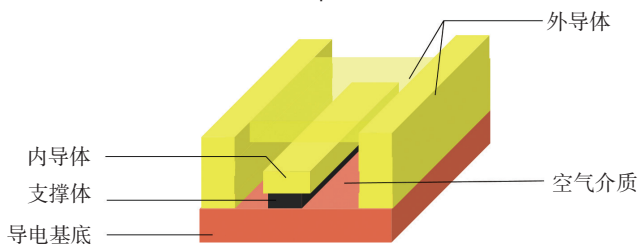


图6 射频同轴传输器结构示意图  
Fig.6 Structural diagram of RF coaxial transmitter

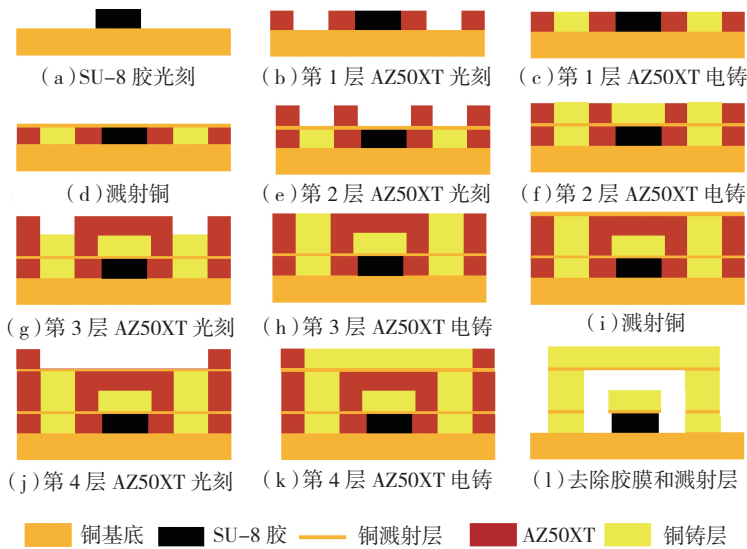


图7 射频同轴器制作工艺流程图  
Fig.7 RF coaxial transmitter manufacturing process

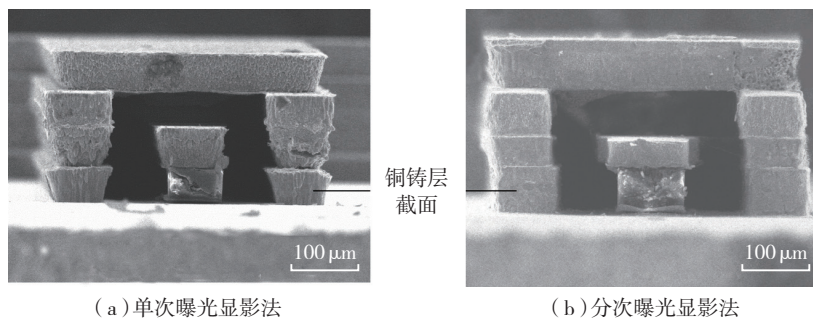


图9 射频同轴传输截面SEM图  
Fig.9 SEM diagram of RF coaxial transmission

硫酸铜铸液在光刻后的掩膜上进行微电铸,电铸温度为 30℃,电流密度为 1A/dm<sup>2</sup>,电铸时间为 6.5h。电铸后,进行平坦化处理,控制第 1 层结构的高度为 60 μm。

(3) 同轴传输器第 2 至第 4 层制作。制作第 2 层和第 4 层结构前需溅射厚度为 300nm 的铜种子层。采用相同的工艺制作各层结构,其中第 2 层 AZ50XT 胶膜厚度为 45 μm,电铸时间为 4.5h,通过平坦化处理将第 2 层结构厚度控制在 40 μm。第 3 层和第 4 层 AZ50XT 胶膜厚度为 55 μm,电铸时间为 5.5h,平坦化处理后将结构厚度控制在 50 μm。

(4) 释放结构和溅射层去除。将制作完成后的同轴传输器放在丙酮溶液中并施加频率为 1MHz 的兆

声波处理 3min,去除 AZ50XT 掩膜。然后将结构放在 FeCl<sub>3</sub> 溶液中浸泡 3s 去除铜种子层,最终得到高精度的同轴传输器,如图 8 所示。

图 9 (a) 为采用单次曝光显影法制作的射频同轴器的截面图,从 SEM 图中可以看出其铜铸层截面呈梯形,尺寸精度很低;图 9 (b) 为采用分次曝光法制作的同轴器的截面图,其铜铸层截面近似于矩形。采用分次曝光显影法制作的同轴传输器单层结构顶部-底部线宽的差值小,侧壁倾角在 85° 以上。因此分次曝光显影法可应用于高尺寸精度微器件的制作。

### 结论

本文基于正负胶结合的 UV-LIGA 技术在金属基底上制作了单

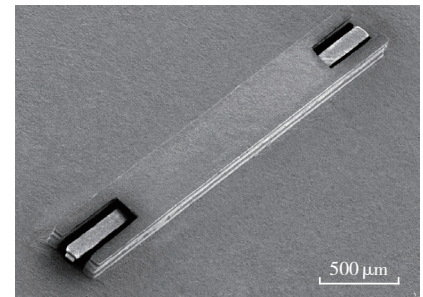


图8 同轴传输器SEM图  
Fig.8 SEM image of coaxial transmitter

层最大厚度为 60 μm,侧壁倾角大于 85° 的一体化微型射频同轴传输器。针对制作过程中正性厚胶 AZ50XT 光刻图形尺寸精度低的问题开展了试验研究。结果表明:当胶膜厚度较大时,光刻图形尺寸精度低的主要原因是由于 AZ50XT 对紫外光的吸收系数大导致了胶膜内部曝光剂量分布不均匀。采用预曝光基准点和背面对准的分次曝光显影的方法可以有效改善胶膜内部曝光剂量的分布情况,提高光刻图形的尺寸精度。

同时本文研究了分次曝光显影法对光刻图形尺寸精度的影响。对尺寸在 25~130 μm 范围内的掩膜图形进行分次曝光显影试验,光刻后图形顶部和底部线宽的差值在 10.5~15 μm 之间,侧壁倾角在 83.33°~85.01° 范围内,而尺寸为 95 μm 的掩模板图形单次曝光显影后图形顶部和底部线宽的差值为 52.4 μm,侧壁倾角为 67.4°。试验证明:分次曝光显影法可以显著地改善光刻图形精度,并且光刻图形精度与掩模板图形尺寸无关。本文的研究成果可应用于基于正性厚胶的一体化金属微器件的制作。

### 参考文献

- [1] CHENG Y J,HONG W,WU K, et al. A hybrid guided-wave structure of half mode substrate integrated waveguide and conductor-backed slotline and its application in directional couplers[J]. IEEE Microwave & Wireless Components Letters, 2011, 21(2): 65-67.
- [2] 周良. 开环谐振器在滤波器及天线

中的应用研究[D].南京:南京航空航天大学, 2011.

ZHOU Liang. Application of open-loop resonators in filters and antennas[D]. Nanjing: Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, 2011.

[3] REID J R, MARSH E D, WEBSTER R T. Micromachined rectangular-coaxial transmission lines[J]. IEEE Transactions on Microwave Theory & Techniques, 2006, 54(8): 3433-3442.

[4] ZHANG G. EFAB: A novel, high-aspect-ratio true three-dimensional microfabrication process for rapid, low-cost desktop micromachining of MEMS[D]. Los Angeles: University of Southern California, 1999.

[5] 王晓霞. EFAB 工艺关键技术评述[J]. 传感器与微系统, 2008, 27(8): 5-7.

WANG Xiaoxia. Review of key technology of electrochemical fabrication[J]. Sensors and Microsystems, 2008, 27(8): 5-7.

[6] 高荣惠, 赵龙, 崔建利, 等. MEMS 射频同轴线的仿真与工艺研究[J]. 中北大学学报(自然科学版), 2015, 36(6): 713-718.

GAO Ronghui, ZHAO Long, CUI Jianli, et al. Simulation and fabrication research of MEMS RF coaxial transmission line[J]. Journal of North

University of China (Natural Science Edition), 2015, 36(6): 713-718.

[7] REN T. Touch control panel and manufacturing method therefor, and touch control device: WO/2014/015618[P]. 2014-01-30.

[8] 李建华, 徐立新, 陈和峰, 等. 一种正负胶工艺结合的微带线制造方法: 103545589 A[P]. 2014-01-29.

LI Jianhua, XU Lixin, CHEN Hefeng, et al. A manufacturing method of microstrip line combining positive and negative adhesive processes: 103545589 A[P]. 2014-01-29.

[9] 许箭, 陈力, 田凯军, 等. 先进光刻胶材料的研究进展[J]. 影像科学与光化学, 2011, 29(6): 417-429.

XU Jian, CHEN Li, TIAN Kaijun, et al. Research progress of advanced photoresist materials[J]. Imaging Science and Photochemistry, 2011, 29(6): 417-429.

[10] HAMEL C J. A low-cost, robust method to vertical sidewalls for thick resists processing[C]//Electronics Manufacturing Technology Symposium. San Jose: IEEE, 2004: 247-250.

[11] YANG W C, HUANG Y S, SHEW B Y, et al. Study on diffraction effect and microstructure profile fabricated by one-

step backside lithography[J]. Journal of Micromechanics & Microengineering, 2013, 23(3): 035004.

[12] 高英新, 包永忠, 黄志明, 等. 酚醛-重氮萘醌正性抗蚀剂溶解抑制机理[J]. 影像科学与光化学, 2004, 22(1): 33-43.

GAO Yingxin, BAO Yongzhong, HUANG Zhiming, et al. Dissolution inhibition mechanisms of positive photoresist based on novolak-DNQ[J]. Imaging Science and Photochemistry, 2004, 22(1): 33-43.

[13] 刘世杰. 厚胶光刻技术研究[D]. 成都: 四川大学, 2004.

LIU Shijie. Study on lithography technology of thick photoresist[D]. Chengdu: Sichuan University, 2004.

[14] 高雅. 基于高介电常数薄膜的 MEMS 静电式超级电容器制备及电学特性研究[D]. 太原: 太原理工大学, 2017.

GAO Ya. The preparation and electrical properties of MEMS electrostatic supercapacitors based on high dielectric constant film[D]. Taiyuan: Taiyuan University of Technology, 2017.

通讯作者: 杜立群, E-mail: duliqun@dlut.edu.cn.

## Study on Lithography of High-Precision AZ Thick Photoresist and Its Application in Micro RF Coaxial Transmitter

DU LiQun<sup>1,2</sup>, LI Yuanqi<sup>2</sup>, QI Leijie<sup>2</sup>, LI Xiaojun<sup>2</sup>, ZHU Heqing<sup>2</sup>, ZHAO Wen<sup>2</sup>, RUAN Jiufu<sup>3</sup>

(1. Key Laboratory for Precision and Non-Traditional Machining Technology of the Ministry of Education, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China;

2. Key Laboratory for Micro/Nano Technology and System of Liaoning Province, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China;

3. Academy of Photoelectric Technology, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

**[ABSTRACT]** Based on UV-LIGA technology, a novel passive RF coaxial transmitter was fabricated on a metal substrate by combining positive and negative photoresist. Aiming at low dimensional accuracy of thick positive photoresist AZ50XT caused by the uneven distribution of exposure dose within the resist, the method of multiple exposure and development was proposed to make high-precision electroforming mask. The effect of this method on dimensional accuracy was studied by lithography experiment of different size graphics. The experiment results show that the method of multiple exposure and development can significantly improve the dimensional accuracy of AZ50XT resist and the accuracy of the lithography pattern is no related to the mask size. Finally, based on the experiment results, a kind of passive coaxial transmitter was fabricated. The overall dimension is  $3000\mu\text{m}\times 400\mu\text{m}\times 200\mu\text{m}$ , the maximum height of single layer is  $60\mu\text{m}$  and the sidewall inclination of each layer is more than  $85^\circ$ .

**Keywords:** Positive photoresist; Dimensional accuracy; Exposure dose distribution; UV-LIGA; Micro RF coaxial transmitter

(责编 海山)