

红外光谱法分析光刻胶的主成分

FTIR-095

摘要：光刻胶是微电子制造的核心材料之一，具有极高的技术壁垒，其成分配方工艺对光刻产品的性能具有重大影响。本文探索建立红外光谱定性分析光刻胶主要成分的方法，通过测试烘干光刻胶溶剂前后的红外光谱图，结合标准谱库和官能团分析等手段，可获得光刻胶中主要成分信息。该法具有分析速度快、操作简单、成本低和结果可靠等优势，可作为分析光刻胶成分的手段之一。

关键词：红外光谱 光刻胶 成分分析 定性

技术特点：

- ❖ 红外光谱法测试速度快、设备操作简单、成本低；
- ❖ 丰富的红外标准谱库，为光刻胶成分鉴定提供便利和可靠性。

光刻胶主要应用于显示面板、集成电路和半导体等电子器件的细微图形加工作业，被称为光刻工艺的“粮食”。特别是在芯片制造领域，光刻胶是最核心的材料之一，具有极高的技术壁垒。目前国内厂商在半导体高端光刻胶研发和量产上实现突破，光刻胶国产化是大势所趋。

根据成像类型不同，光刻胶有正性和负性之分，无论哪种类型的光刻胶，都主要由树脂、感光剂、

光引发剂、溶剂及其它辅助添加剂等组成，其配方被各生产厂家高度保密。

光刻胶工艺和质量直接关系微电子制造的性能和可靠性，其主成分及杂质分析是质量控制和研发的重要内容。红外光谱仪是分析材料成分的有力工具，具有测试速度快、成本低、结果可靠等优点，可为光刻胶的成分鉴别提供重要可靠数据支撑。

实验部分

1.1 仪器

傅立叶变换红外光谱仪 IRXross，配置液体池（KBr 窗片）和压片机。



图 1 傅立叶变换红外光谱仪 IRXross



图 2 液体池



图 3 压片机

实验方法

分别测试光刻胶原液和加热烘除溶剂后的红外光谱图，结合红外标准谱库和官能团分析等手段，确定光刻胶的主要成分。

■ 实验部分

3.1 测试样品：正性光刻胶

3.2 测试条件

本次测试条件如下表 1 所示。

表 1 IRXross 测试条件

仪器参数	设定值	仪器参数	设定值
波数范围	4000~400 cm^{-1}	扫描次数	45
分辨率	4 cm^{-1}	变迹函数	Happ-Genzel

3.2.1 样品测试方法

(1) 样品测试过程

按以下流程方法对光刻胶进行红外光谱测试：

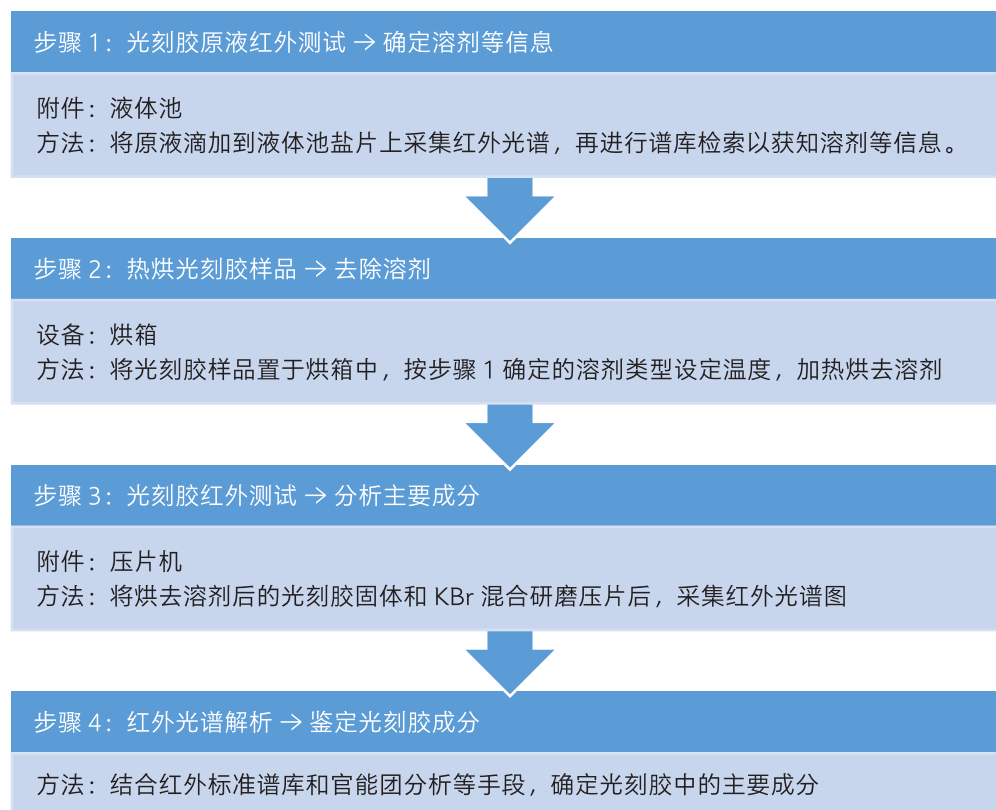


图 4 红外光谱分析光刻胶流程图

(2) 样品分析结果

a) 光刻胶热烘前后红外光谱图

分别使用液体池和 KBr 压片法测试光刻胶烘干前后的红外光谱，其谱图见下图 5 所示。

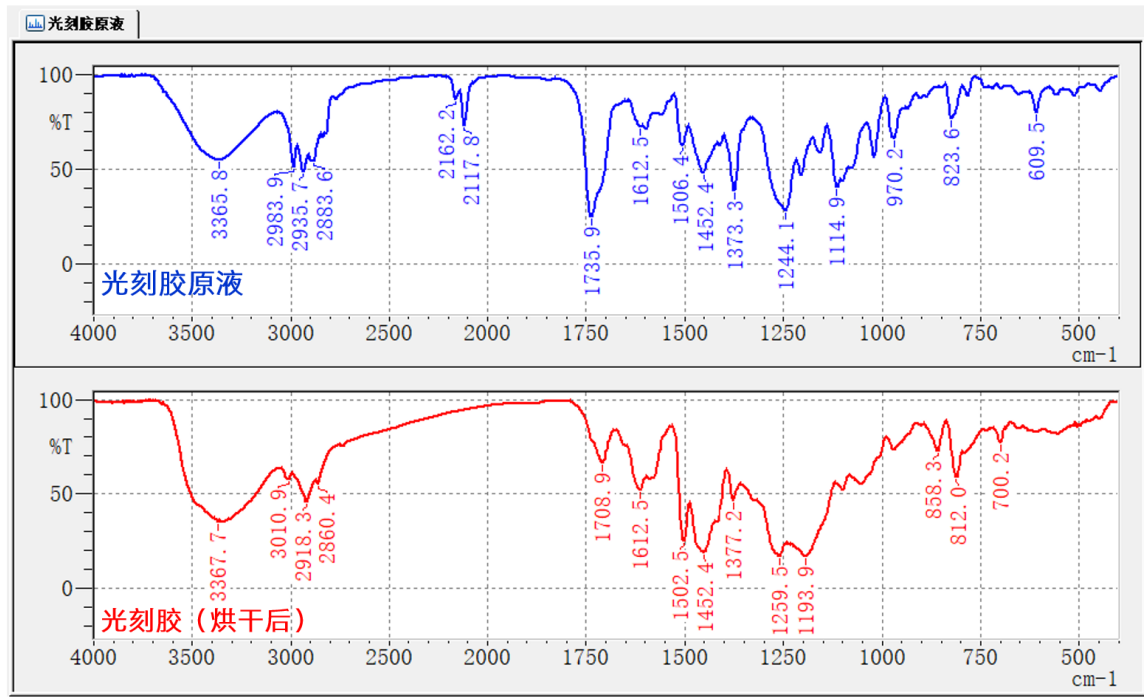


图 5 光刻胶原液烘干前后的红外光谱图

从图 5 可看到光刻胶热烘前后的红外吸收峰有明显不同，分别进行红外光谱检索，结果见下图 6 和图 7 所示。

① 光刻胶原液检索结果

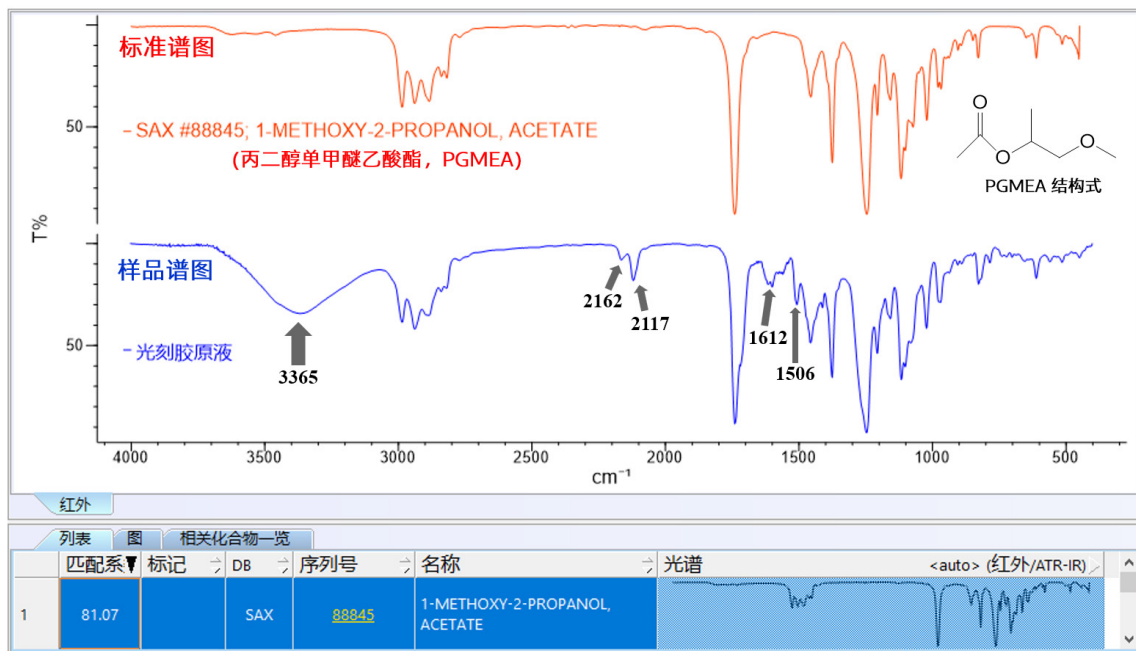


图 6 光刻胶原液红外光谱 KnowItAll 软件检索结果

从图 6 可看到，光刻胶原液的红外光谱图与 1-METHOXY-2-PROPANOL ACETATE（丙二醇单甲醚乙酸酯，简称 PGMEA）的标准谱图相似。因此，推断该光刻胶中的溶剂为丙二醇单甲醚乙酸酯（PGMEA），这是一种常用的低毒溶剂，是光刻胶中含量最多的成分。

此外，原液在 3365 cm^{-1} （宽峰）、 2162 cm^{-1} 和 2117 cm^{-1} （双峰）、 1612 cm^{-1} 及 1506 cm^{-1} 等位置有不同于标准谱图的吸收峰（上图黑色箭头处），对应样品中的其它组分，下文将结合烘干后的光刻胶测试结果进一步确定这些吸收峰的归属。

② 光刻胶（烘干后）检索结果

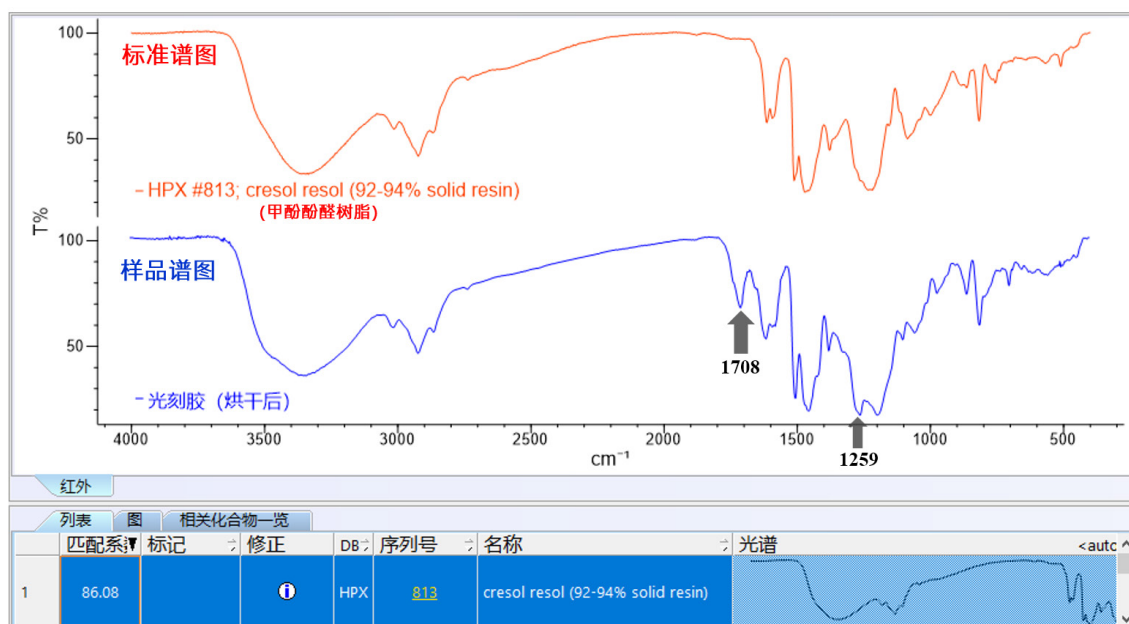


图 7 光刻胶（烘干后）红外光谱 KnowItAll 软件检索结果

从图 7 可看到，烘干后的光刻胶光谱图和 Cresol resol（甲酚酚醛树脂）的标准谱图相似，推断该光刻胶的成膜剂为酚醛树脂类材料。样品在 1259 cm^{-1} 和 1708 cm^{-1} 附近相比标准谱图明显多出两个吸收峰（上图黑色箭头处），分别对应碳氧（C-O）和羰基（C=O）的吸收峰，为残留溶剂所致。

结合光刻胶烘干前后红外光谱检索结果和官能团分析，光刻胶原液（图 6）中不同于溶剂 PGMEA 的吸收峰归属见下表 2 所示。光刻胶烘干后， 2162 cm^{-1} 和 2117 cm^{-1} 处的吸收峰消失（图 5），推断是该组分在加热过程中挥发或分解所致。

表 2 光刻胶原液中不同于溶剂吸收峰的官能团分析结果

吸收峰位置 / cm^{-1}	官能团	可能物质	来源
3365（宽峰）	-OH（羟基）	醇类或酚类等含羟基化合物	酚醛树脂（成膜剂）
2162 和 2117（双峰）	-C≡N（氰基）、 =N ⁺ =N ⁻ （重氮基）或 -N=N ⁺ =N ⁻ （叠氮基）	含氰基有机物、 重氮或叠氮类化合物	光敏剂等添加剂
1612、1506	苯环吸收峰	含苯环有机物	酚醛树脂

b) 光刻胶分析结果

通过谱库检索和官能团分析等手段，综合分析光刻胶烘干前后的红外光谱图，获知其主要成分信息见下表 3 所示。

表 3 光刻胶红外分析结果

测定样品	红外定性结果
正性光刻胶	溶剂：丙二醇单甲醚乙酸酯（PGMEA）
	主成分：酚醛树脂类成膜剂
	其它成分：含氰基、重氮或叠氮基化合物

■ 结论

光刻胶成分复杂且技术门槛极高，其工艺水平直接关系微电子的光刻效果。红外光谱法提供了一种分析光刻胶主成分的思路，具有分析速度快，成本低和操作简单等优点，可作为光刻胶定性分析的有力补充手段。

岛津应用云

