

彩色光阻剂制作彩色滤光片时遇到的界面现象（二）

1.彩膜形成的双界面现象及内压差

使用旋涂机将光阻剂旋涂在玻璃基片上做出的彩膜，会同时产生两个界面，一个是空气与彩膜的上表面形成的 air-resist 界面，另一个是彩膜的下表面与玻璃基片形成的 resist-glass 界面。处于界面上的彩膜分子和处于分散系内部分子受到的分子引力不同，产生了表面张力 $F_{\text{air-resist}}$ 和表面张力（即润湿张力） $F_{\text{resist-glass}}$ 。

通过查表可知，凝聚态物质的内压力是气态物质的内压力的 10^5 数量级，所以 $F_{\text{air-resist}}$ 就等于上表层彩膜分子的内压力，方向指向彩膜内部。玻璃的内压力和下表层彩膜分子的内压力的合力为 $F_{\text{glass-resist}}$ ，因为固体内压力大于液体内压力，所以 $F_{\text{glass-resist}}$ 指向玻璃内部；而下表层彩膜分子受到的力为 $F_{\text{glass-resist}}$ 的反作用力，即张力 $F_{\text{resist-glass}}$ ，且大小与 $F_{\text{glass-resist}}$ 相等，方向指向彩膜内部。

所以， $F_{\text{air-resist}}$ 和 $F_{\text{resist-glass}}$ 是一对方向相反的张力，他们的合力是分子内压力差 ΔF 。通常 $F_{\text{air-resist}}$ 小于 $F_{\text{resist-glass}}$ ，这就是光阻剂可以自然流动的流体力学原因。

2. 溶剂对彩膜界面的形成和影响

光阻剂当中溶剂比例占质量分数的 70-80% ,对于光阻剂配方当中其他成分有着第一要素的影响。只有极性方面与其他成分高度匹配，光阻剂才能成为分散性和稳定性均优良的溶胶。通常使用 2 种以上混合溶剂来调整整体极性，极性匹配表现在配制的光阻剂除分散稳定外，且粘度比所使用的色浆粘度要略低，在 3-6mpa·s 范围，即对玻璃基板有着良好的润湿性，展现好的流动性，彩膜的均匀性就能低于 3%。如果引入不良溶剂，粘度会显著升高，涂出的彩膜流动性差，膜厚误差率往往高于 3%。

下表 1 中光阻剂（Resist）为惠乐（Keiraku）公司自制配方，Resist 里的 RGB 色浆和各类树脂固定不变，仅以不同混合溶剂作为组别（01），（02），（03），（04）；之后使用 RE215/L 型粘度计在 25℃ 分别测得粘度值。将要与助剂一起进行混交试验。

表 1

样品名称	固定溶剂	比例	添加溶剂	比例	粘度/mpa·s	均匀性%
KR Resist01	PMA: EEP	4: 3	-		4.7	2.1
KR Resist02	PMA: EEP	4: 3	Cyclohexanone	3	4.8	1.9
KR Resist03	PMA: EEP	4: 3	Propylene Glycol Ether	3	4.5	2.3
KR Resist04	PMA: EEP	4: 3	Xylene	3	3.6	2.1

3. 助剂对彩膜界面张力差的影响

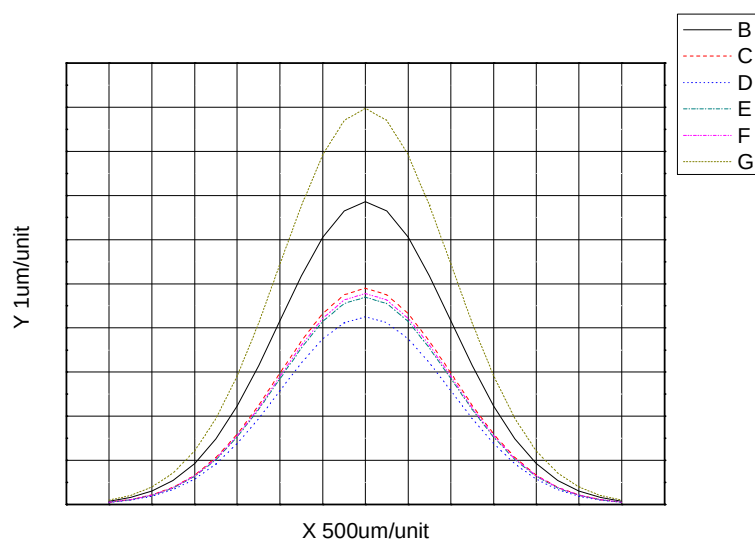
在低粘度基础上，往往彩膜预干后基板四周有膜回缩形成的厚边现象（俗称“像框”现象）。这是因为光阻剂的流动性过强，流动时间过长，即彩膜表层流动效应过好。如果不使用流平助剂，呈现的“像框”为四边不均匀的回缩，可能与表面自由能的未定向排布有关。所以，在保证均匀性的基础上，设计一系列添加多种流平剂的混交对照试验如下：

加入助剂用量计算：依据界面区内性质二维特征公式：
$$X = \int_0^R (0-R) \cdot xdr/R$$
 可知；加入的助剂数量的平均值为 X ，而数量 x 是界面层 r 的函数， R 为表面层厚度。在本实验，涂膜厚度是 R 为 1 μm ； r 则可以认为是表面张力的有效作用范围，即高分子的单分子层厚度，我们取值 10A（引用北京大学物理化学研究所 张祺 等《角分辨 XPS 对自组装单分子层厚度和官能团位置的定性及定量研究》）。根据极性和扩散原理，表面助剂要自由扩散到光阻剂

膜的上下界面，不在内部存在。本实验计算公式在不考虑积分的情况下，可做简化处理： $x = (2 \times r/R) \times 100\% = 0.2\%$ 。

测量膜厚时，探针走过彩膜表面的轨迹是平行于基线的直线，在有效区域内取值即可；测量边缘厚度时，探针走过彩膜表面的轨迹是类似于正态分布曲线的图形，表中的边缘厚度取值为曲线最顶点数值，数据在连接台阶仪的工作站中处理，

如下图图一：



结果一：

B 和 G 厚度明显高于 C, D, E, F, 配方当中不使用流平剂或过量使用都会造成差的效果，助剂用量在有效范围内可以发生好的流平效果，结合理论计算，从保证效用和经济角度考虑，流平剂用量添加 0.2%较合适。