

SU-8 胶深紫外光刻模拟*

冯 明 黄庆安[†] 李伟华 周再发 朱 真

(东南大学 MEMS 教育部重点实验室, 南京 210096)

摘要: 综合了 SU-8 胶光刻过程中衍射、反射、折射、吸收率随光刻胶深度的变化及交联显影等各种效应, 考虑了折射及吸收系数随时间的变化, 建立了 SU-8 化学放大胶的光刻模型. 模拟结果显示, 该模型比现有的模拟方法结果更精确, 与实验结果符合较好, 可以在实际应用中对 SU-8 光刻胶的二维模拟结果进行有效预测.

关键词: SU-8 胶; 光刻模拟; 显影轮廓

EEACC: 2550G; 2575

中图分类号: TN012

文献标识码: A

文章编号: 0253-4177(2007)09-1465-06

1 前言

采用 SU-8 胶的 UV 光刻技术是制造高深宽比 MEMS 结构的重要微细加工技术. 而 SU-8 胶制造的过程中需要对尺寸等特征进行严格的控制. 然而目前的制造研究方法通常是, 通过大量的重复性的实验来得到对于某特定器件尺寸和结构的最佳工艺条件, 而对包括光刻在内的工艺过程的模拟则很好地弥补了实验验证工艺的不足, 同时也便于设计者对于设计的审查与改进, 从而成为制造者与设计者之间的桥梁.

但是现有的模拟方法通常都是在对光强分布模拟的基础上, 以“阈值模型”为基本模型, 对于显影后光刻胶的轮廓进行预测^[1~4]. 在这些模型中, 一方面求解光强分布考虑的光学效应不够全面; 另一方面就整个光刻过程模拟来讲, 不含后烘显影模块, 使得整个模拟系统不完整. 本文在对 SU-8 胶光刻过程深入了解的基础上, 从光的传播、酸的生成与扩散以及分子的交联与显影等方面分析了每个操作步骤中的物理化学反应, 考虑了折射及吸收系数随时间和光刻胶厚度的变化, 提出了一个新的模拟模型, 最终给出 SU-8 胶显影后的轮廓图. 将模拟结果与实验结果进行比较, 验证了本文提出的模拟方法, 这对于以后的光刻实验设计以及成本的控制有一定的实用意义.

2 实用光刻模型的建立

SU-8 胶的光刻工艺需要经过以下几步: 基片预处理、涂胶、软烘(前烘)、曝光、后烘(PEB)、显影(后

续的硬烘、去胶工艺根据需要选择). 每个过程都是必不可少的, 每一步骤在整个过程中起到的作用是不同的. 一般基片预处理和涂胶不单独作为一个模块考虑, 可以将其简化为一个因子放入后面的模型中, 其他的每一步骤则都有自己独立的模块.

在这些模块中, 最为重要的是曝光模块. 在常见的“阈值模型”中, 直接利用光强分布的结果对最后形貌进行预测. 而在 SU-8 化学放大厚胶为实验对象的光刻模拟中, 这样的“阈值模型”本身并不精确; 且光致酸在曝光时的产生, 后烘时的扩散等对最后的结果都有很大影响. 本文中, 我们将会提出一个较为完整的模拟系统来模拟 SU-8 胶光刻过程.

2.1 曝光模型

在模拟曝光时, 可以将整个步骤中的物理过程与化学过程分开计算. 光学物理过程中, 除了光刻胶对光能量的吸收系数受光致酸生成化学反应的影响, 其他的光传播过程都与时间没有联系, 可以对其进行单独计算. 而得到的光强分布, 将耦合到后面的化学过程——光致酸生成的计算.

在已有的 SU-8 胶光强分布模拟中, 通常的模拟方法只考虑衍射、光刻胶/硅片界面的反射以及光在光刻胶中的吸收, 且一般只考虑其随坐标的变化, 不考虑其随时间的变化. 光刻中光路的传播主体是光的衍射, 其他的一些光学效应可以看作是对衍射公式的一些修正. 在本文模拟中, 选用菲涅尔-霍尔基夫衍射积分公式^[3]:

$$U_p = \frac{-ikU_0}{4\pi} \int_A \frac{e^{ik(r+r')}}{rr'} (\cos(n, r) - \cos(n, r')) ds \quad (1)$$

* 国家自然科学基金资助项目(批准号:50325519)

[†] 通信作者. Email: hqa@seu.edu.cn

2007-03-07 收到, 2007-04-24 定稿

其中 r 为光刻胶中某点 P 到掩模版上某透光点 A 的距离; r' 为点 A 到光源 S 的距离; $k = 2\pi/\lambda$, λ 为入射波的波长; U_0 为距离光源点单位距离处的振幅; $(\cos(n, r) - \cos(n, r'))$ 为倾斜因子; ds 为 A 所处的掩模版上透光孔处的面元.

由于 SU-8 胶对短波长的光吸收较多, 对长波长的光吸收较少, 因此在胶很厚的时候容易造成上下光刻胶表面光刻胶曝光剂量不等, 对最后结构的成型影响较大. 所以现在常见的工艺会对某一波段的光进行滤波后, 再将其应用到光刻之中, 所以公式中 λ 通常为一定值. 在很多情况下 kr, kr' 比较大, 而且在指数项上变化比在分母上变化影响更大. 同时, 在很多情况下, r' 与 n 之间角度都很小, 有 $\cos(n, r) - \cos(n, r') \approx 2$. 假设 S 点的坐标为 (x', y', z') , A 点的坐标为 (x_0, y_0, z_0) , P 点的坐标为 (x, y, z) . 对 (1) 式进行坐标变换, 同时利用:

$$I(p) = |U(p)|^2 \quad (2)$$

可以得到衍射公式:

$$I = \frac{I_0}{2} \{ [c(u_2) - c(u_1)]^2 + [s(u_2) - s(u_1)]^2 \} \quad (3)$$

其中 $c(w) = \int_0^w \cos\left(\frac{\pi x^2}{2}\right) dx, s(w) = \int_0^w \sin\left(\frac{\pi x^2}{2}\right) dx; u_i^2 = \frac{k(x_i - x)^2}{\pi z} = \frac{2}{\lambda z}(x_i - x)^2, i=1, 2.$

在光刻胶/圆片界面也会发生反射. 在光刻胶中的 $Q1$ 点处的反射光强等于以光刻胶/圆片界面为对称轴时的对称点 $Q2$ 点处的光强值经过与光刻胶/圆片界面反射系数的乘积^[5]:

$$U_{rQ1} = R_2 U_{iQ2}$$

其中 R_2 表示光刻胶/圆片界面的反射率, $R_2 = \left(\frac{(n_R - ik_R) - (n_s - ik_s)}{(n_R - ik_R) + (n_s - ik_s)}\right)^2$ (下标 R 表示光刻胶, S 表示圆片); U_{iQ2} 表示 $Q2$ 点的光强值. 对于厚胶来说, 反射造成的驻波效应可以忽略, 则:

$$I = I_i + I_r \quad (5)$$

实际上在 SU-8 胶曝光系统中, 还存在如下一些物理化学过程: 甩胶与前烘影响了各种物质的空间分布, 从而对纵向的吸收系数分布有很大影响; 在光刻胶/空气界面, 部分光被反射到空气中, 损失一部分能量, 剩下的光进入光刻胶, 发生折射(此时衍射仍然存在), 参与光刻胶内部的反应, 生成光致酸, 光致酸浓度随时间的变化会造成吸收系数随时间的变化, 这又会影响到下一步的光强分布. 本文在现有的模拟内容中加入光刻胶/空气界面折射和入射光能量的损失, 同时还会考虑吸收系数随光刻胶厚度以及曝光时间的变化. 基于以上分析我们对原有的衍射公式进行了修正.

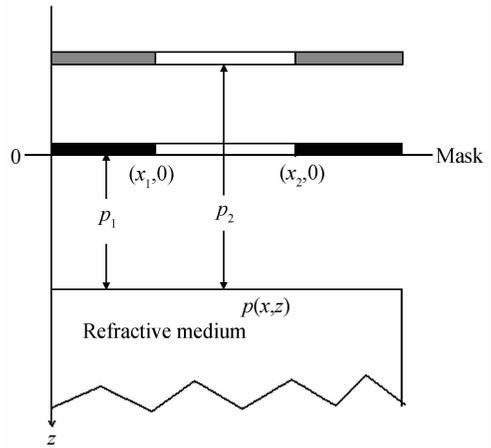


图 1 空气间隙折射示意图

Fig.1 Assumption of the refraction effect

在掩模版与光刻胶之间通常会有空气间隙. 由于空气间隙的存在, 光刻胶/空气界面会有折射及反射现象. 间隙形成的原因有很多种: 例如硅片本身的不平整; 光刻胶甩胶过程中, 离心力造成同一圆片上不同位置处光刻胶厚度不均匀; 前烘过程使光刻胶的厚度有所改变, 造成整个圆片上光刻胶厚度不相同; 在曝光过程中, 为了避免掩模版与光刻胶接触造成图案的缺陷, 掩模版与光刻胶中需要留一些空隙.

光从一种介质斜射进入另一种介质时, 一般传播方向会发生变化, 即光的折射. 光从空气进入光刻胶时, 波长、相位发生改变. 假设掩模版和光刻胶之间的距离为 p_1 (如图 1 所示). 为了在模型中方便计算, 我们假设掩模版与光刻胶之间的间隙处填满光刻胶^[5]. 为了在原先的光刻胶/空气界面处得到与之前相同的波前分布:

$$U_1(x, p_1) = U_2(x, p_1) \quad (6)$$

需要将掩模版向上推移, 此时掩模版与光刻胶之间的距离变为 $p_2, p_2 = np_1, n$ 为折射率, 入射相位差为 $\delta = \frac{2\pi p_1}{\lambda_1}(1 - n^2)$.

在该光刻胶/空气界面上同时会有能量损失. 光源传播到此界面上的能量, 并没有能够完全耦合进光刻胶, 而是被反射到空气之中. 此时能够耦合进光刻胶的能量为^[6]:

$$I_0 = (1 - R_1) I_{lamp} \quad (7)$$

其中 $R_1 = ((n_2 - n_1)/(n_2 + n_1))^2, n_1, n_2$ 分别为空气和光刻胶的折射系数; I_{lamp} 为光源的强度.

由此得到最终光强公式为:

$$I = \frac{(1 - R_1) I_{lamp}}{2} \{ [c(u'_2) - c(u'_1)]^2 + [s(u'_2) - s(u'_1)]^2 \} + R_2 \{ [c(u'_4) - c(u'_3)]^2 + [s(u'_4) - s(u'_3)]^2 \} \quad (8)$$

其中 $u_i^2 = \frac{k_2(x_i - x)^2}{\pi z_2} = \frac{2n}{\lambda_1(z - p_1 + p_2)}(x_i - x)^2, i = 1, 2; u_i^2 = \frac{k_2(x_i - x)^2}{\pi z_2} = \frac{2n}{\lambda_1(z - p_1 + p_2)} \times (x_i - x)^2, i = 3, 4.$

下面考虑光致酸的生成. 薄胶中一直采用经典的 Dill 模型来描述光致化合物的生成及光致酸浓度随时间的变化而造成的吸收系数随时间的变化. 但对于厚胶来说, 可以对其借鉴, 但此时各参数意义已经与原先定义产生很大变化. 下面将从建立最初原始的 Dill ABC 模型出发, 推导厚胶中各参数的含义, 并建立改进的模型^[7].

由于甩胶及前烘的影响, 厚光刻胶中物质的分布不再像薄胶中那样可以假设为上下均匀一致. 现在有研究提出吸收率随光刻胶厚度变化的经验公式, 但是并没有考虑吸收系数本身由于光致酸生成而随曝光时间产生的变化. 而 Dill 模型能弥补这个缺憾, 所以只需对原有 Dill 模型中的 A, B 参数进行修正, 考虑其随纵向坐标的变化, 就能完整地描述厚胶中吸收系数随光刻胶厚度以及曝光时间的变化. 如图 2 所示, 将光刻胶沿纵向划分 n 等分, 每层光刻胶的性质相同. 此时每层光刻胶都很薄, 可以对其单独建模. 根据 A, B 的原始定义, 其大小和物质的浓度有关, 则此时每层光刻胶中的 A, B 都是坐标和温度的函数, 所以每层的吸收系数也是光刻胶厚度和环境温度的函数. 而原 Dill 模型中的光致酸浓度 m 是时间和坐标的函数, 所以吸收系数同时也是时间的函数. 在某个特定的曝光环境下, 环境温度 t 不变化, 此时有:

$$\alpha_i(x, z, t) = A(z)m(x, z, t) + B(z) \quad (9)$$

其中 α_i 表示每层光刻胶的吸收系数, 与前面的求解光强分布的公式(8)相结合, 则可以得到如下改进的 Dill 公式:

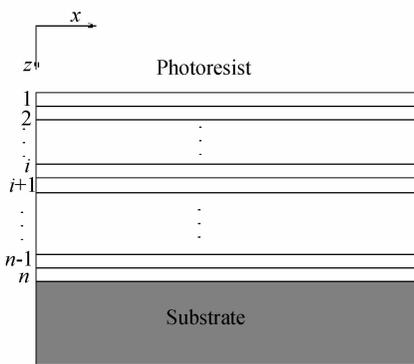


图 2 光刻胶沿纵向(z 轴)划分示意图

Fig.2 Assumption of the absorption of the thick photoresist

$$\alpha_i(x, z, t) = A(z)m(x, z, t) + B(z) \\ \frac{\partial m(x, z, t)}{\partial t} = -I(x, z, t)m(x, z, t)C$$

$$I(x, z, t) = I_0(x, z) \exp\left(-\int_0^z \alpha_i(x, z, t) dz\right) \quad (10)$$

2.2 后烘与显影的建模

后烘是真正转变光刻胶内部性质的一步. 后烘中分子的交联程度, 对于下一步显影速率也有着极为重要的影响, 这两个模块发展比较成熟^[8].

SU-8 胶后烘时, 光致酸催化环氧基团打开环氧环, 并与其他基团相互交联, 导致 SU-8 环氧树脂的高度交联, 从而引起曝光区与非曝光区之间强烈的溶解速率差异. 催化反应进行时, 还有光酸小分子的扩散过程. 因此:

$$\frac{\partial C_{cs}}{\partial t} = k_1(1 - C_{cs})^p C_A^q \quad (11)$$

$$\frac{\partial C_A}{\partial t} = \nabla(D_A \nabla C_A) - k_2 C_A^r \quad (12)$$

其中 C_A 为光酸浓度; C_{cs} 为已化学交联的功能基浓度. (11) 式表示光酸和保护基之间的交联反应, 保护基及光酸的化学反应级数分别为 p 及 q , 反应常数为 k_1 . (12) 式称为“扩散方程式”, 其中 D_A 称为扩散系数, 被认为是与温度及浓度相关的函数; 反应级数 r 及反应常数 k_2 模拟酸损失机制. SU-8 胶的光酸和树脂交联位的反应级数都是 1, 因而 $p = 1, r = 1.$

$$\frac{\partial C_{cs}}{\partial t} = k_1(1 - C_{cs})C_A \quad (13)$$

$$\frac{\partial C_A}{\partial t} = \nabla(D_A \nabla C_A) - k_2 C_A \quad (14)$$

反应常数 k_1 和 k_2 成 Arrhenius 关系:

$$k_1 = A_D \exp\left(-\frac{E_D}{Rt}\right) \quad (15)$$

$$k_2 = A_a \exp\left(-\frac{E_a}{Rt}\right) \quad (16)$$

显影时, 显影速率采用 Notch 模型, 有如下的形式^[8]:

$$R = R_{\max}(1 - M)^n \frac{(\alpha + 1)(1 - M)^{n_{\text{notch}}}}{\alpha + (1 - M)^{n_{\text{notch}}}} + R_{\min} \quad (17)$$

其中 $\alpha = \frac{n_{\text{notch}+1}}{n_{\text{notch}-1}}(1 - M_{\text{th_notch}})^{n_{\text{notch}}}$; M 为后烘模型中的 C_{cs} .

在求出显影速率后, 即可直接采用 CA 模型对轮廓推进进行模拟^[9], 得到显影后光刻胶的轮廓图.

3 数值模拟与实验对比

本实验在上海交通大学的协助下完成. 采用常

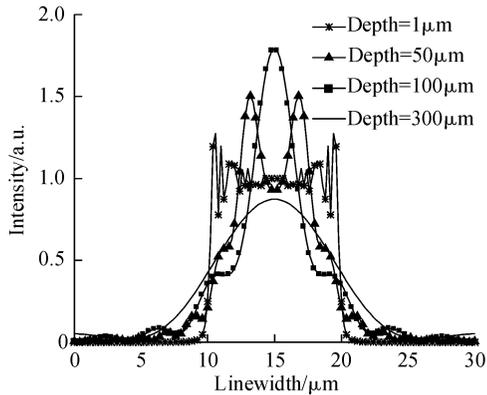
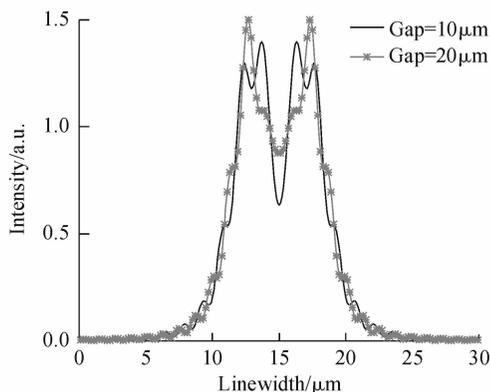
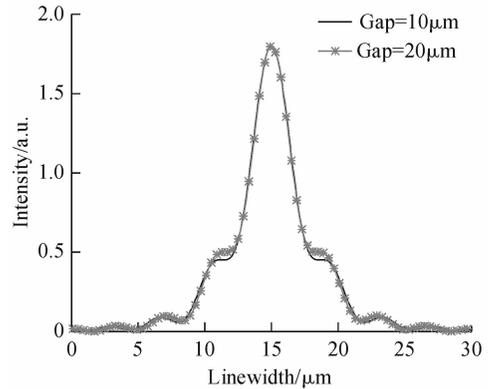


图 3 光强分布与距离掩模版远近的关系

Fig.3 Light intensity distribution versus the distance under the mask

规的紫外光刻技术,光刻胶型号为 SU-8 100(GBL)(美国 MicroChem 公司).甩胶台由德国 Karl Suss 公司生产;300 μm 厚的胶前烘为热板 65 $^{\circ}\text{C}$ 10min, 95 $^{\circ}\text{C}$ 3h;400 μm 厚的胶前烘为热板 65 $^{\circ}\text{C}$ 10min, 95 $^{\circ}\text{C}$ 2h;曝光机为 Karl Suss 公司生产的 MA6 型双面曝光机,曝光波长为 365nm,光源强度为 2.6mW/cm²;显影液由美国 MicroChem 公司生产.

曝光过程中,一般随着测量点与掩模版之间距离的增加,常用的菲涅尔衍射会逐渐退化为夫琅和费衍射.图 3 中,掩模版线宽为 10 μm ,图中不同的线条模拟出离掩模版分别为 1,50,100 及 300 μm 的不同平面上各点的归一化光强值.我们发现,当平面与掩模版极为接近时(距离为 1 μm),光强的分布是典型的菲涅尔衍射图案,在掩模孔边缘附近光强急剧变化,振荡频率很高;随着距离增加,图形产生了退化,振荡频率变低(距离为 50 μm);直到远离掩

图 4 距离掩模版 40 μm 处光刻胶层中不同点的光强值分布
Fig.4 Light intensity distribution on the photoresist layer 40 μm away from the mask versus the gap between the mask and the photoresist图 5 光刻胶中距离掩模版 100 μm 处光刻胶层中不同点的光强值分布Fig.5 Light intensity distribution on the photoresist layer 100 μm away from the mask versus the gap between the mask and the photoresist

模版时,彻底退化为夫琅和费衍射,只剩下一个主峰(距离为 100 μm);随着光刻胶厚度的不断增加,图形的退化将会更加严重,向夫琅和费远场衍射转化(距离为 300 μm).图 4 模拟了当掩模版与光刻胶间的空气间距分别为 10 和 20 μm 时,在距离掩模版 40 μm 处光刻胶层中不同点的光强值分布,为菲涅尔衍射图样.图 5 为当掩模版与光刻胶间的距离分别为 10 及 20 μm 时,在光刻胶中距离掩模版 100 μm 处,光刻胶层中不同点的模拟光强值分布为夫琅和费衍射图样.两者均采用相同的工艺条件且掩模版宽度也相同.对两图分析可以看出,折射对于最后光强分布有很大影响,空气间隙的变化直接影响了光刻胶中某一点光强值的大小.特别是对于距离掩模版比较近的非涅尔衍射图样的影响(见图 4)比夫琅和费衍射图样的影响(见图 5)要大很多,直接影响了光刻胶上半部的结构成型.所以在建模时考虑折射机制是完全有必要的.

系统模拟的最终结果给出了显影后光刻胶的轮廓图.在图 6 中,光刻胶厚度为 400 μm ,掩模版线宽为 80 μm ,曝光时间为 550s,给出在相同的后烘以及显影条件下,新、旧模拟系统与实验测量结果的轮廓对比.图 6(a)为改进后的模拟系统的模拟结果,图 6(b)为改进前的模拟系统的结果,图 6(c)为对应的实验 SEM 照片.在图 7 中,光刻胶厚度为 300 μm ,掩模版线宽为 80 μm ,曝光时间为 380s,给出在相同的后烘以及显影条件下,新、旧模拟系统与实验测量结果的轮廓对比.图 7(a)为改进后的模拟系统的模拟结果,图 7(b)为改进前的模拟系统的结果,图 7(c)为对应实验的 SEM 照片.对比光刻胶轮廓走势可以看出,新模拟系统得到的光刻胶轮廓的变化趋势与实验结果更为相似;而旧模拟系统的光刻胶边缘变化趋势与实验结果有较大出入.图 6 中的对比

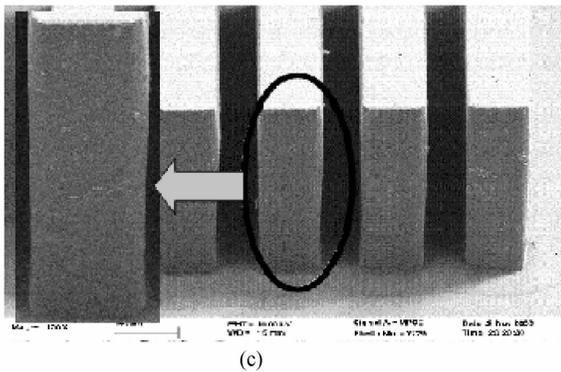
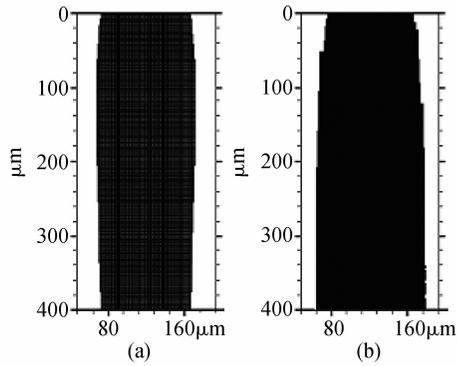


图 6 光刻胶厚度为 $400\mu\text{m}$ ，线条宽度为 $80\mu\text{m}$ ，曝光时间为 550s 时轮廓模拟结果与实验结果的比较 (a)改进后的模拟系统的模拟结果；(b)改进前的模拟系统的模拟结果；(c)实验的 SEM 照片

Fig. 6 Different simulation results and the experiment results under the same conditions while the photoresist is $400\mu\text{m}$ high and the linewidth is $80\mu\text{m}$ through 550s exposure

十分明显，新模拟系统中光刻胶线宽走势与实验测量中一致，均是由上到下先增大后减小；而旧模拟系统中光刻胶线宽由上到下只是单纯的增加而已，明显与实验存在很大的差异。在图7中，新模拟

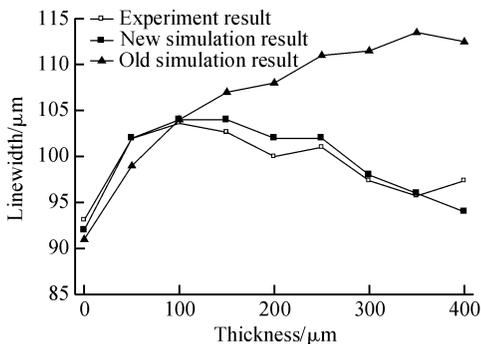


图 8 图 6 所示工艺条件下，光刻胶线宽实验测量与线宽模拟结果的比较

Fig. 8 Linewidth analysis of the results in Fig. 6

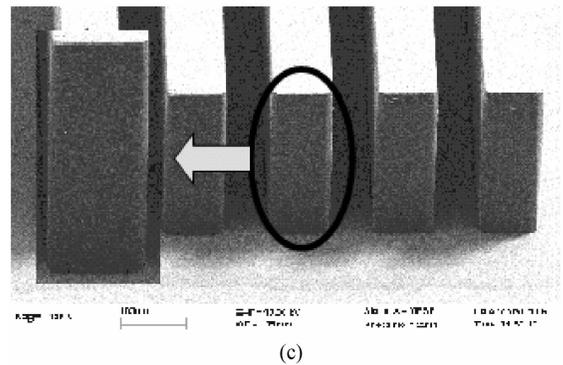
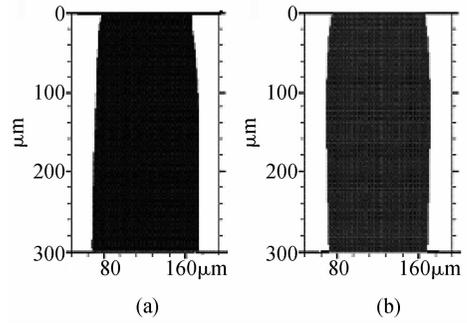


图 7 光刻胶厚度为 $300\mu\text{m}$ ，线条宽度为 $80\mu\text{m}$ ，曝光时间为 380s 时轮廓模拟结果与实验结果的比较 (a)改进后的模拟系统的模拟结果；(b)改进前的模拟系统的模拟结果；(c)实验的 SEM 照片

Fig. 7 Different simulation results and the experiment results under the same conditions while the photoresist is $300\mu\text{m}$ high and the linewidth is $80\mu\text{m}$ through 380s exposure

系统中光刻胶线宽与实验测量结果均为中间部分比较直，变化幅度较小；而旧系统中则有较明显的增加，与实验结果有出入。

图 8 与图 9 详细给出新旧模拟系统与实验测量在不同光刻胶厚度处光刻胶的线宽的具体值，作为

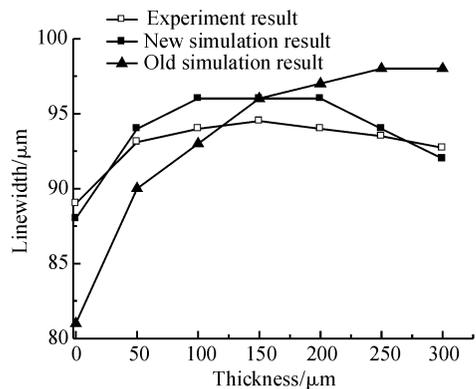


图 9 图 7 所示工艺条件下，光刻胶线宽实验测量与线宽模拟结果的比较

Fig. 9 Linewidth analysis of the results in Fig. 7

对图 6 与图 7 的详细分析. 从图 8 中可以看出, 旧系统的模拟结果在光刻胶顶部刚开始时还比较接近实验结果, 只是略小一些, 并没有出现很大的偏离, 且走势与实验结果也相仿, 有逐渐变大的趋势; 但当实验中的光刻胶宽度已经达到最大值并开始减小时, 旧模拟系统的光刻胶线宽仍然继续增大, 这偏离实验结果较多, 有很大误差. 而新模拟系统的结果在光刻胶上半部完全吻合, 连旧系统中出现的误差也已完全消失, 且线宽大小的变化也与实验结果一样先变大再变小, 且在变化的过程中, 线宽的误差也很小, 基本可以忽略. 两者只是在光刻胶底部出现稍许偏差. 分析原因可能是由于光刻胶底部曝光不如上半部充分, 底部光刻胶交联产生的分子结构较小, 虽然不溶于显影液, 但是在显影液中长期浸泡后, 这些较小的分子会出现相对严重的溶胀现象, 但是这并不影响我们对于光刻胶形貌的预测, 对于工艺的选择也不起决定性的作用. 图 9 中, 新旧模拟系统的结果与实验结果的误差实际上都不是很大, 基本都不超过 10%. 但是对图仔细研究后我们发现, 新模拟结果的误差明显要比旧模拟结果小很多, 也更加精确. 这两组实验的工艺条件不同, 但是都验证了新模拟系统的精确度要比旧模拟系统高出很多, 证明新模拟系统不单精确度有所提高, 同时也有比较广的应用范围, 对于工艺制造有借鉴与指导作用.

4 总 结

本文在原有模型的基础上, 考虑了折射及吸收系数随时间和光刻胶厚度的变化, 提出了一个较为完整的 SU-8 光刻模拟系统. 新的模拟系统线宽结果更为精确, 更加接近实验结果. 对于以后的工艺结

构设计和实验有一定的意义.

致谢 感谢上海交通大学陈迪教授和朱军老师对实验设施的支持及对实验过程的建议.

参 考 文 献

- [1] Chuang Y J, Tseng F G, Lin W K. Reduction of diffraction effect of UV exposure on SU-8 negative thick photoresist by air gap elimination. *Microsystem Technologies*, 2002, 8:308
- [2] Hirai Y, Inamoto Y, Sugano K, et al. Moving mask UV lithography for three-dimensional structuring. *J Micromech Microeng*, 2007, 17:199
- [3] Kang W J, Rabe E, Kopeta A, et al. Novel exposure methods based on reflection and refraction effects in the field of SU-8 lithography. *J Micromech Microeng*, 2006, 16:821
- [4] Yang R, Wang W J. A numerical and experimental study on gap compensation and wavelength selection in UV-lithography of ultra-high aspect ratio SU-8 microstructures. *Sensors and Actuators B*, 2005, 110:279
- [5] Henke W, Weiss M, Schwalm R, et al. Simulation of proximity printing. *Microelectron Eng*, 1990, 10:127
- [6] Gaudet M, Camart J C, Buchaillet L, et al. Variation of absorption and determination of critical dose of SU-8 at 365nm. *Appl Phys Lett*, 2006, 88(2):024
- [7] Duan Xi, Yao Xin, Chen Mingyong, et al. Simulation of resist development profile using thick resist exposure model. *Opto-Electronic Engineering*, 2006, 33(4):50 (in Chinese) [段茜, 姚欣, 陈铭勇, 等. 用改进曝光模型模拟厚胶显影轮廓. *光电工程*, 2006, 33(4):50]
- [8] Lu Wei. Simulation of contact UV lithography process for SU-8 photoresist. Master Dissertation, Southeast University, 2006 (in Chinese) [卢伟. SU-8 胶接触式 UV 光刻模拟. 东南大学电子工程系硕士学位论文, 2006]
- [9] Zhou Z F, Huang Q A, Li W H, et al. A novel 2-D dynamic cellular automata model for photoresist etching process simulation. *J Micromech Microeng*, 2005, 15:652

Simulation of SU-8 Photoresist Profile in Deep UV Lithography*

Feng Ming, Huang Qing'an[†], Li Weihua, Zhou Zaifa, and Zhu Zhen

(Key Laboratory of MEMS of the Ministry of Education, Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract: A new simulation method is proposed which considers diffraction, reflection, refraction, energy loss, absorption coefficient change, post-bake, and development. Compared with previous simulation methods, the present results show good agreement with experimental results. This shows that the simulation accuracy is increased. It is useful for the research of SU-8 photoresist deep UV lithography processes and micro-electro-mechanical system design.

Key words: SU-8 photoresist; lithography simulation; development profile

EEACC: 2550G; 2575

Article ID: 0253-4177(2007)09-1465-06

* Project supported by the National Natural Science Foundation of China (No. 50325519)

[†] Corresponding author. Email: hqa@seu.edu.cn

Received 7 March 2007, revised manuscript received 24 April 2007