

扫描电子束无显影光刻技术*

孙毓平 韩阶平 梁俊厚 葛璜 梁久春

(中国科学院半导体研究所)

扫描电子束曝光是微细图形加工中的一项核心技术。它既是远紫外、X-射线、投影电子束光刻制备微米、亚微米精细掩模的主要手段,也是在硅片上直接加工微细图形的重要光刻技术之一,并且具有高分辨率、高精度和自动化等优点。但是电子束光刻过程,一直沿用类似常规紫外光光刻中普遍采用的湿法显影工艺。湿法显影,存在着固有的弊病。由于显影液对光刻胶的溶胀作用,胶膜图形容易畸变,并引起皱胶、浮胶等现象。从而使分辨率下降,抗蚀性减弱,针孔增多。同时显影的控制要求严格,稍有偏离,就会影响图形精度和质量,严重时还可能造成以后的刻蚀无法正常进行,这就大大限制了电子束光刻技术优良性能的发挥。

在裴荣祥等人^[1]紫外光无显影光刻技术的基础上,我们研究成功了扫描电子束光刻的无显影技术,取得了良好的结果。我们选取了一种适用的光致抗蚀剂,涂在生长了二氧化硅的硅片上,用扫描电子束直接在上面按所需的图形自动曝光,然后不用任何显影,即把片子放入一种干法刻蚀装置中进行腐蚀,经过规定的时间,扫描曝光的胶膜图形下的二氧化硅被腐蚀干净,而非曝光区胶膜下的二氧化硅,则保存下来。去胶后,便得到所需要的扫描电子束光刻二氧化硅的图形。从而实现了扫描电子束无显影光刻。

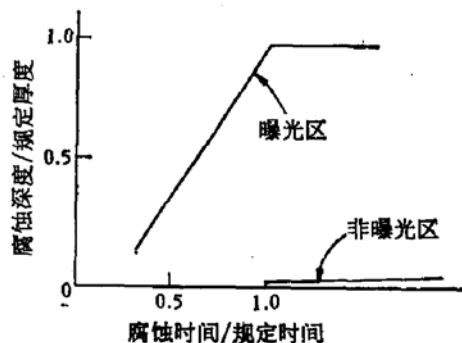


图1 扫描电子束无显影光刻SiO₂深度-时间关系

我们研究了各种曝光条件下的扫描电子束无显影光刻特性,以及不同工艺参数之间的关系。获得了适用的最佳工艺条件,取得了满意的刻蚀结果。图1表示在一定的电子束曝光剂量下,胶膜的曝光区和非曝光区下面的二氧化硅的相对腐蚀深度,同相对腐蚀时间的关系。可见,利用此性质可以有效地选择刻蚀二氧化硅。图2表示利用扫描电子束无显影光刻技术刻蚀的二氧化硅精细图形。照片为场发射扫描电镜(FESEM)拍摄的,最细线宽0.5 μ m,边缘清晰、整齐。

扫描电子束无显影光刻,具有下列特点:

一、除了保持扫描电子束曝光固有的优点外,排除了湿法显影的弊病,从而大大提高了电子束光刻的质量和精度,有利于充分发挥电子束曝光的高分辨率的潜力。

二、由于不用显影和坚膜,简化了工艺流程,避免了显影试剂的耗费,有益于提高成

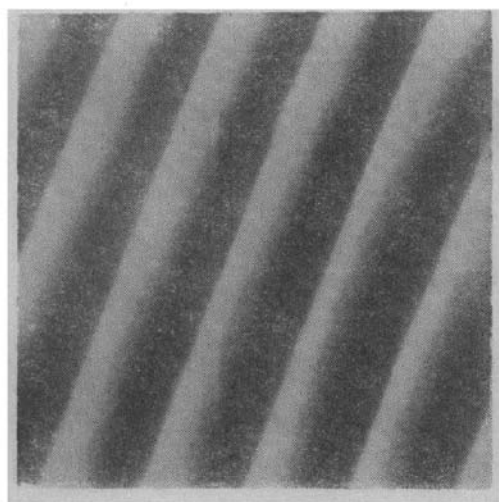


图 2(a) 扫描电子束无显影光刻 SiO_2 的 FESEM
二次电子象照片放大 6.90k $\times$

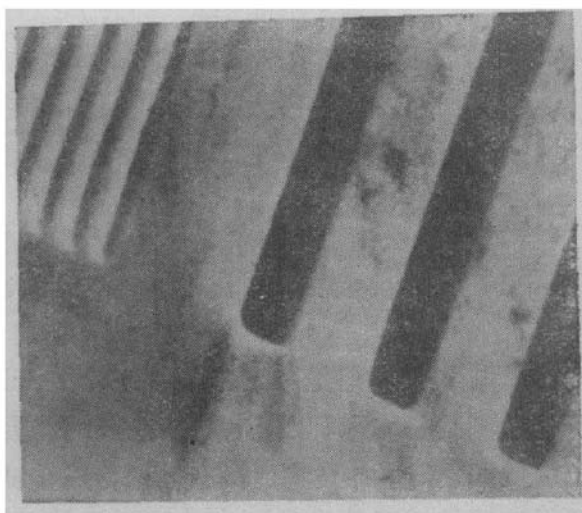


图 2(b) 扫描电子束无显影光刻 SiO_2 的 FESEM
二次电子象照片放大 3.07k $\times$

品率,降低成本。

三、电子束曝光后的样品,直接采用干法腐蚀,进行电子束光刻。因此本技术已构成一种新的电子束无掩模全干式光刻技术。这对于先进的电子束光刻技术的发展,将产生有益的影响。无疑,也将开拓电子束无显影光刻研究的新领域。

参加此项实际工作的还有罗唐生、夏观初、刘根庆同志。葛玉茹、雷沛云同志,在扫描电镜观察、测量和拍照样品方面,曾给予大力协助,特此致谢。

参 考 文 献

- [1] 裴荣祥、洪啸吟、韩阶平、金维新,半导体学报, 1, 162 (1980).

A LITHOGRAPHIC TECHNIQUE OF SCANNING ELECTRON BEAM WITHOUT DEVELOPMENT

Sun Yuping, Han Jieping, Liang Junhou Ge Huang and Liang Jiuchun
(Institute of Semiconductors, Chinese Academy of Sciences)