

研究简报

硅(111)晶片外延时图形微畸变的研究

陈明琪 杨传铮 王广福

(中国科学院上海冶金研究所)

1981年7月9日收到

提 要

介绍了向{100}和向最近的{110}偏离2~4°的(111)晶片外延图形微畸变的研究结果。当参考面为(110)时,图形平行于参考边[112]安排,若晶片向(110)或(001)偏离2~4°,则垂直于参考边的线条明显变宽,当晶片向(111)或(101)偏离2~4°,图形畸变最小。

Drum 和 Clark^[1]发现,取向偏离小于0.5°的(111)晶片,外延时图形严重畸变和漫散,使继后的光刻难以进行。Bean 等人^[2]提出向最近的(110)偏离2~4°可使畸变减至最小。我们在实践中发现,当晶片的参考面为(110)时,晶片取向(110)偏离2~4°时,隐埋图形中垂直于参考的线条明显变宽,为此我们研究了在这偏离范围内的图形微畸变与偏离方位的关系。

以[111]硅单晶的生长棱为参考作(110)参考面,经X射线劳厄定向切割向{100}和向最近的{110}偏离2~4°的(111)晶片,参见图1。按一般双极型电路对通隔离工艺完成外延前的各道工序,光刻图形的安排为平行于参考边及与参考边成±60°三种,然后在1200℃下作外延生长,厚度约4μm,最后用干涉相衬显微镜观测,其结果如下:

1. 向(110)和向(001)偏离的晶片

当图形平行于参考边排列,垂直于参考边的线条明显不对称宽化,其相对宽化达~66%,见图2(a),(b)。对于向(110)偏离的晶片,如图形与参考边成±60°,则相互垂直的两种线条尺度几乎不变,仅在它们相交处出现倒角现象。

2. 向(011)或向(101)偏离的晶片

为了进一步证明向(110)偏离的晶片图形畸变的现象,对向(011)或向(101)偏离的

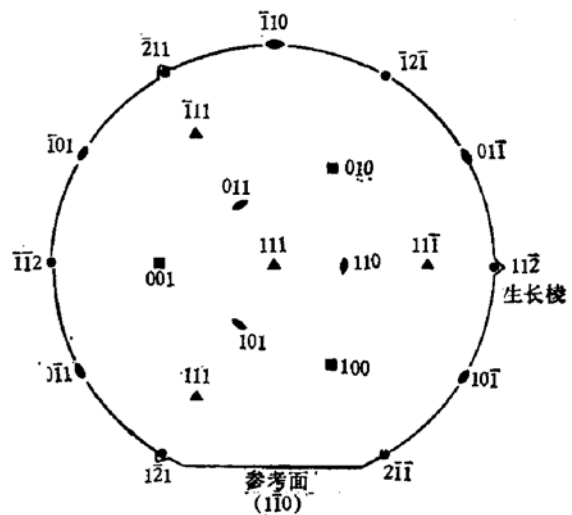


图1 (111)晶片取向关系的简化极射赤面投影并示出了参考面和生长棱

晶片进行了类似的实验,结果观察到当图形平行于参考边排列时,相互垂直的两种线条尺度几乎不变,见图 2(c). 当图形与参考边成 $\pm 60^\circ$ 时,只有与 (011) 或 (101) 之法线的投影相垂直的线条才出现宽化现象.

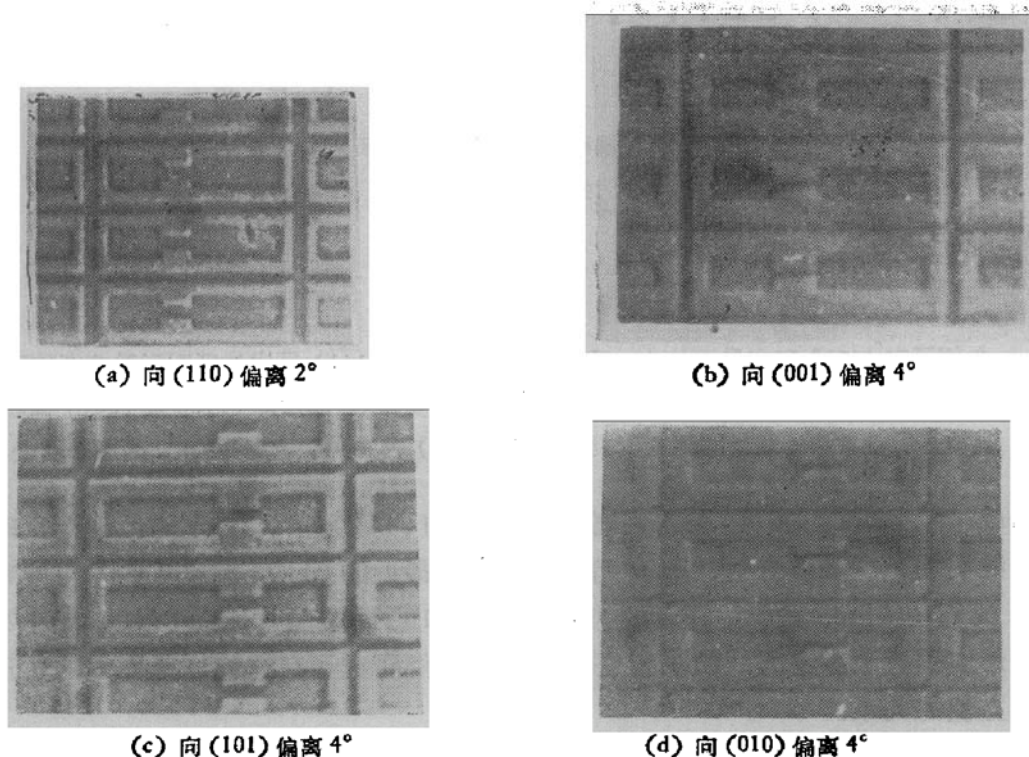


图 2 赝 (111) 晶片外延时图形微畸变的干涉相衬显微照片. 图形平行于参考边 [112] 排列

3. 向 (100) 或向 (010) 偏离的晶片

当图形平行参考边排列时,相互垂直的两种线条都明显变窄,见图 2 (d).

综上所述,图形的畸变程度与光刻台阶的取向紧密相关,这可能是光刻台阶在外延生长二维成核侧向生长中起重要作用,而侧向生长速率的各向异性是造成图形畸变的原因.

为了使外延图形的微畸变减至最小,在参考面为 $(1\bar{1}0)$ 时,赝 (111) 晶片不要向最近的 (110) 偏离 $2\sim 4^\circ$, 而应采用向最近的 (011) 或 (101) 偏离 $2\sim 4^\circ$, 即不绕垂直于参考边轴向 (110) 偏离, 而应绕与参考边成 $\pm 30^\circ$ 的轴向 (011) 或 (101) 偏离. 此工艺已在 ECL-1K、TTL-1K 双极型大规模集成电路的研制中实际使用,效果良好.

参 考 文 献

- [1] C. M. Drum and C. A. Clark. *J. Electrochem. Soc.*, 115, 664 (1968).
- [2] K. E. Bean and P. S. Glein, *Proc. IEEE*, 57, 1469 (1969).

Investigation of Micro-distortion in the Figure During the Epitaxial Growth of (111) Silicon Wafers

Chen Mingqi, Yang Chuanzheng and Wang Guangfu
(*Shanghai Institute of Metallurgy, Academia Sinica*)

Abstract

In case the reference side of (111) wafer is $[11\bar{2}]$ direction, and the reference plane is $(\bar{1}\bar{1}0)$, if the wafer is $2-4^\circ$ off (111) towards (110) or (001), the lines normal to the reference side in the figure broaden asymmetrically. If it is $2-4^\circ$ off (111) toward (011) or (101) the micro-distortion then reaches its minimal.