

# 等离子刻蚀铬膜的研究

杨民杰 张骥华 孙蓉 卢平芳 陈志强

(中国科学院上海冶金研究所, 上海)

1988年6月24日收到

本文叙述等离子刻蚀铬膜的基本原理,用空气携带四氯化碳为气源,在高频电场作用下产生等离子体。实验证明,该等离子体能有效地刻蚀铬膜,获得较理想的微细图形。

主题词: 等离子体, 刻蚀, 铬膜

## 一、引言

掩膜版一般可分为乳剂版,有色版,铬版及离子版<sup>[1]</sup>。铬掩膜版由于物理、化学稳定性好,使用寿命长,反差高,分辨率好而引起人们的重视。但是以往铬膜图形的刻蚀工艺是采用湿法化学腐蚀,容易引起浮胶及钻蚀,较难获得满意的图形。

等离子刻蚀广泛地应用于集成电路的制造工艺中。本文用圆筒形等离子体发生器所激发出的等离子体刻蚀铬膜,获得较理想的微细图形,首先应用于铬掩膜版的制造工艺上<sup>[2]</sup>。

## 二、实验

把显影好的铬掩膜版<sup>[3]</sup>放入实验装置中的反应室里(图1),关闭反应室,打开机械泵,抽真空至 $10^{-3}$ 毫,打开RF电源,加大电流至170mA,电压为110kV,调节微型针阀,控制 $\text{CCl}_4$ 流量为100ml/min,使反应室的辉光颜色从乳白色变为紫红色,观察腐蚀情

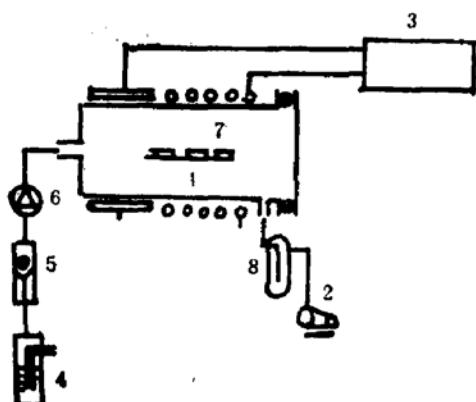


图1 等离子刻蚀的实验装置

1. 反应室 2. 机械泵 3. R. F 电源 4.  $\text{CCl}_4$  源瓶 5. 流量计  
6. 针阀 7. 铬掩膜版 8. 缓冲瓶

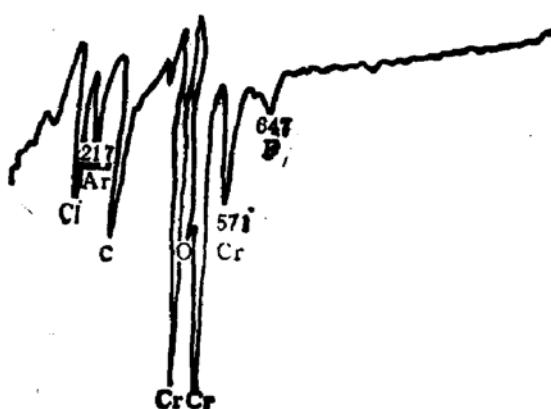


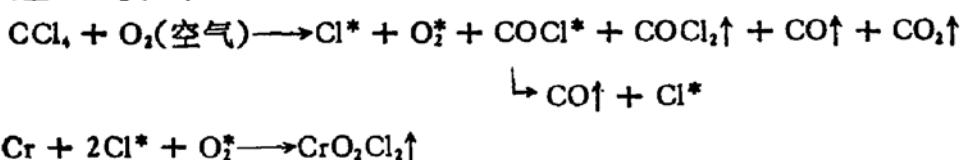
图2 白雾状铬膜 AES 谱线

况及腐蚀终点。一般对 1000 Å 左右的铬膜需刻蚀 5min 左右。关闭针阀及 RF 电源，放气，打开反应室、取出刻蚀好的铬掩膜版进行去胶处理。

### 三、结果与讨论

#### (1) 等离子刻蚀与铬膜组份的关系

等离子刻蚀与铬膜组份关系相当密切。如果我们在铬膜形成之前，从原料到工艺都经严格控制的话，那末，铬膜组份为单一组份。则与四氯化碳及空气中的氧在高频电场作用下发生如下反应：



在第一反应方程所生成的  $\text{COCl}^*$  游离基产生于反应的某一瞬间，最后分解为一氧化碳和氯激发态原子，而氯激发态原子和氧激发态分子同时参与 Cr 原子的反应生成  $\text{CrO}_2\text{Cl}_2$ 。 $\text{CrO}_2\text{Cl}_2$  的熔点为 176.5K，沸点为 389K，所以  $\text{CrO}_2\text{Cl}_2$  很容易气化跑掉。

如果铬膜中含有其它杂质元素，就会严重影响刻蚀图形的质量。日本学者西冈久作等<sup>[4]</sup>对此进行较详细的研究，认为铬膜中若含有 C、O、N、Fe、Cu 等元素能与氧等离子体反应生成不挥发性化合物，这些不挥发性化合物浓缩在铬膜表面，形成白雾状膜，从而阻止了内层铬膜的继续刻蚀。所以凡属这类版子就无法刻出良好的图形。

图2是未能刻蚀到终点的白雾状铬膜经 AES 分析所获得的谱线。

从谱线可知，除了大量的铬元素外，还有 C、O、Cl、Ar、F 等元素。谱线上无 Fe、Cu 杂质峰，可以肯定镀膜源铬金属是纯的。谱线上碳峰又明显大于氯峰，所以在腐蚀前已在铬膜中存在碳，而氯，氩是在腐蚀过程中形成的，因此，铬膜中的 C、O、F 形成白雾的主要原因，这些元素的引入可能与镀膜时的密封油脂，基版的处理，原料的纯度均有一定关系。所以在刻蚀前的各项工艺中防止杂质元素的引入是相当重要。

#### (2) 等离子刻蚀与气源流量的关系

等离子体只有在一定的真空度下，在高频电场作用下才能产生。控制源瓶的气体流量，实际上是使输入反应室的气体都能有效地在高频电场下形成等离子体粒子，若气体流

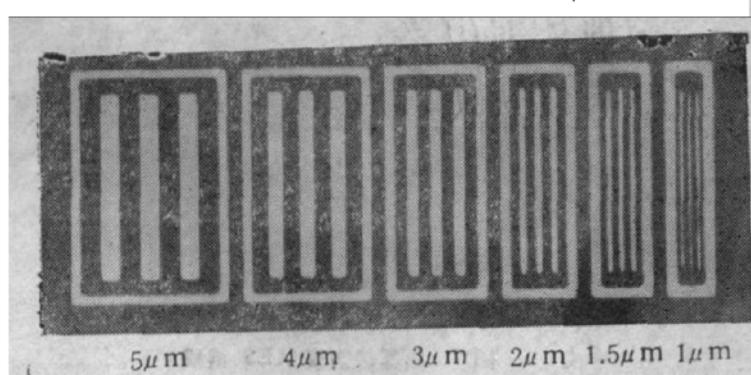


图 3 分辨率版

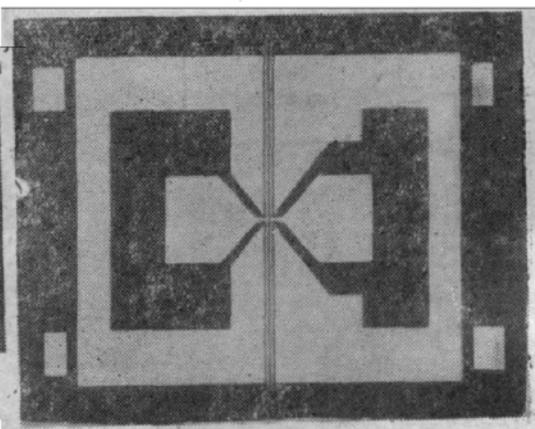


图 4 GaAs FET 中间线 2 μm 隔离 2 μm (×150)

量过大或者过小，都会减少激发态的  $\text{Cl}^*$  及  $\text{O}_2^*$  数，降低铬膜刻蚀速度及刻蚀效果。

### (3) 反应室形状及均匀性

圆筒形等离子体发生器，由于所激发出的空间粒子流密度的不均匀而引起铬膜刻蚀速度的不均匀。往往版子中间铬膜图形已到终点，而两边图形还未刻蚀完全。为了改善其均匀性，作者认为反应室应用平板形电极的反应空间为好。

### (4) 等离子刻蚀铬膜的应用

等离子刻蚀铬膜曾应用于亚微米及 LSI 铬掩膜图形的刻蚀上，实验充分证明等离子刻蚀铬膜工艺能满足 LSI 及微细图形的制版要求(见图 3,4)。

## 四、结 论

1. 四氯化碳与氧在高频电场作用下所激发出的等离子体，能有效地与铬反应生成挥发性化合物，刻蚀出满意的微细图形。
2. 等离子刻蚀的效率及质量与铬膜组份有密切关系，因此镀膜及刻蚀工艺中严格控制杂质元素的引入。

本文用的等离子刻蚀装置由胡觉明，施永成同志安装，毕联训同志协助俄歇电子能谱分析，陈行娣同志提供照片，完稿前还得到张敏研究员的具体指教，作者在此一并深表谢意。

## 参 考 文 献

- [1] 杨民杰，李向东，上海半导体，2.(1980).
- [2] 杨民杰，卢平芳，孙蓉，陈志强，上海半导体，1,(1988).
- [3] 西冈久作，Proceedings of the 13th Symposium on semiconductors and Integrated circuit Technology, Nov. 10 (1977).

## Study of Plasma Etching for Chrome Masking

Yang Minjie, Zhang Jihua, Sun Rong Lu Pingfang and Chen Zhiqiang  
(Shanghai Institute of Metallurgy, Academia Sinica)

### Abstract

The basic principle of plasma etching for Chrome masking is presented. The plasma is produced under high frequency by means of  $\text{CCl}_4$  and air as the gaseous source. The results is given in detail.

**KEY WORDS:** Plasma, Etching, Chrome masking.