

文章编号:1007-2780(2012)02-0204-04

增强型等离子体耦合干法刻蚀条件 对 PR 胶灰化的影响

王 亮, 王文青, 李 鑫, 吴成龙, 郑云友, 宋泳珍, 李 伟, 李正勳

(北京京东方显示技术有限公司, 北京 100176, E-mail: wangliang2878@163.com)

摘 要: 通过改变压力、 O_2 和 SF_6 的流量研究干法刻蚀增强型阴极等离子耦合模式下对 PR 胶灰化速率、均匀性、 H/V 比值的影响。研究表明:在一定范围内随着压力的不断增大, PR 的刻蚀速率逐渐增大, 同时刻蚀的均匀性也逐渐变好, H/V 逐渐变大; 增加单组分 SF_6 流量时刻蚀率和 H/V 比值均先增大后减小, 而刻蚀均匀度数值有先减小后增大的趋势; 增加单组分 O_2 流量时 PR 灰化速率变化不明显, 但刻蚀的均匀性逐渐变好, H/V 比值先增大后减小; 当 O_2 和 SF_6 的流量比例不变时, 同时增加 O_2 和 SF_6 流量, PR 灰化速率会先增加后减小, 均匀性数值和 H/V 比值先减小后增大。

关 键 词: 干法刻蚀; 增强型阴极等离子耦合; PR 灰化速率

中图分类号: 文献标识码: A DOI: 10.3788/YJYXS20122702.0204

Effects of PR Ashing in Process of Enhanced Capacitive Coupled Plasma Etch

WANG Liang, WANG Wen-qing, LI Xin, WU Cheng-long,
ZHENG Yun-you, SONG Yong-zhen, LI Wei, LI Zheng-xun

(Beijing BOE Display Technology Co., Beijing 100176, China, E-mail: wangliang2878@163.com)

Abstract: The effects on the PR ashing rate, uniformity and H/V ratio were researched in process of ECCP dry etch model when the gas flow rate and pressure changed. The results show that PR ashing rate and the value of H/V would enlarge with the increasing pressure in a certain range. At the same time the uniformity also gradually changed for the better. The ashing rate would first increase and then decrease when the SF_6 flow rate increased. But in this time the value of H/V had one contrary law. The PR ashing rate did not change significantly but the value of uniformity became smaller gradually when increased the O_2 flow rate only. When the flow rate of SF_6 and O_2 increased but had one constant low proportion, the etching rate of PR increased first and then decreased, the uniformity and H/V ratio had one opposite change.

Key words: dry etch; enhanced capacitive coupled plasma; PR ashing rate

1 引 言

PR 胶的灰化过程对形成 TFT 沟道部位及其 TFT Pattern 起着十分重要的作用, 工艺过程

中对于 TFT Channel 部位采用 Half Tone 方式, 通过干法刻蚀进行。郑载润^[1]研究了京东方 5 代线 O_2/SF_6 混合气体对光刻胶的离子刻蚀。在北京 5 代线工厂采用的是 5Mask 工艺, 但是 Mask

收稿日期: 2011-12-13; 修订日期: 2012-01-10

作者简介: 王亮 (1983-), 男, 山东泰安人, 硕士, 工程师, 主要从事 TFT-LCD Array 技术方面的工作。

越多就会增加工艺流程和设备资金投入,因此越来越多的公司采用 4Mask 工艺^[2],但是 4Mask 工艺技术难点比较多,比如金属复合层刻蚀之后可能会造成金属残留,严重时会使绝缘层断裂,造成产品不良^[3],针对此情况蒋冬华^[4]通过调整信号线的刻蚀时间对此问题进行了研究。除此之外阵列金属被腐蚀也是常见的不良现象^[5]。对京东方 8.5 代线 TFT 制造工艺进行了改善,主要采用 1+4Mask,刻蚀工艺采用 ECCP 方式。增强阴极等离子耦合(Enhanced Capacitive Coupled Plasma, ECCP)模式与反应离子刻蚀(Reactive Ion Etch, RIE)模式的根本不同在于下部电极另加两个射频功率源(Source Power、Bias Power),通过增加低频 RF,提高了等离子体的均匀度,可调整能量来控制离子轰击效果,ECCP 有更好的 RF 效率,意味着相同的 RF 能量下比 RIE 模式的刻蚀率更高,并且减少了发生放电(Arcing)的可能性。本实验中 PR 胶灰化以 O₂ 和 SF₆ 作为刻蚀气体,主要改变气体流量和腔室压力来研究 PR 灰化速率、均匀性、PR 胶灰化横向和纵向损失比(H/V)等参数的变化。

2 实验及过程

在玻璃基板上进行涂胶、曝光、显影,之后进行干法 Ashing 刻蚀。实验中采用的主设备:东京电子(TEL)设备;测试设备:台阶仪(Step-Profilor)、CD(Critical Dimension)设设备;玻璃基板(Glass)尺寸:2 200 mm×2 500 mm。

实验中通过改变各参数进行 PR 胶的灰化处理,利用 Step-Profilor 设备和 CD 备分别测试 PR 胶竖直方向和横向的损失量,从而计算 H/V 比值,如图 1 所示。

图 1 为 PR 胶损失 H/V 示意图,其中 1 区为灰化之前的 PR 胶位置,2 区表示灰化之后的 PR

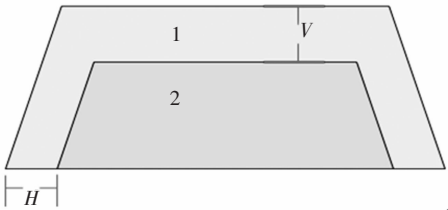


图 1 PR 胶损失过程中 H/V 示意图
Fig. 1 H/V sketch map in PR loss process

胶位置,其中 H 为 PR 胶在灰化过程中横向的损失量(通过 CD 设备计算), V 为 PR 胶竖直方向的损失量(用 Step-Profilor 设备进行计算),两者之比为 H/V 值。

实验中通过以下方案研究 ECCP 刻蚀模式下各参数变化对 PR 胶灰化的影响。

2.1 O₂/SF₆ 流量变化的影响

实验中维持一定的压力和设备功率,研究 O₂/SF₆ 流量的变化对 PR 灰化速率的影响,本文主要采用 O₂/SF₆ 流量分别为:6 000/200、9 000/300、12 000/400、15 000/500 (mL/min),O₂/SF₆ 流量之比始终保持为 30:1,经过 60 s 灰化之后对 Glass 进行 Step 和 CD 测试,分别计算 PR 胶在灰化过程中竖向和横向的损失量,从而计算刻蚀速率、均匀度和 H/V 比值,见表 1。

表 1 实验方案 1
Table 1 Experimental scheme 1

Power/kW (Source/Bias)	压力/ Pa	O ₂ / (mL · min ⁻¹)	SF ₆ / (mL · min ⁻¹)	Time/ s
15/15	6.67	6 000	200	60
15/15	6.67	9 000	300	60
15/15	6.67	12 000	400	60
15/15	6.67	15 000	500	60

2.2 压力变化的影响

在实验中保持各参数不变,仅改变压力值大小研究其对 PR 灰化速率、均匀性、 H/V 比值等参数的影响,见表 2。

表 2 实验方案 2
Table 2 Experimental scheme 2

Power/kW (Source/Bias)	压力/ Pa	O ₂ / (mL · min ⁻¹)	SF ₆ / (mL · min ⁻¹)	Time/ s
15/15	4.00	12 000	400	60
15/15	6.67	12 000	400	60
15/15	9.33	12 000	400	60

2.3 SF₆ 流量变化的影响

在维持一定的压力和设备功率下,通过改变 SF₆ 流量研究其对 PR 灰化速率、均匀性、 H/V 比值等参数的影响,见表 3。

表 3 实验方案 3

(Source/Bias) 压力		O ₂ /	SF ₆ /	Time/
Power/kW	/Pa	(mL·min)	(mL·min)	s
15/15	6.67	12000	50	60
15/15	6.67	12000	100	60
15/15	6.67	12000	200	60
15/15	6.67	12000	400	60
15/15	6.67	12000	600	60

2.4 O₂ 流量变化的影响

实验中固定一定的压力和设备功率,研究 O₂ 流量变化对 PR 灰化速率、均匀性、H/V 比值等参数的影响,见表 4。

表 4 实验方案 4

Power/kW 压力/		O ₂ /	SF ₆ /	Time/
(Source/Bias) Pa		(mL·min)	(mL·min)	s
15/15	6.67	10 000	400	60
15/15	6.67	12 000	400	60
15/15	6.67	14 000	400	60

3 结果与讨论

实验方案 1 得出的结果见图 2。由图 2 可知,在流量分别为 6 000/200、9 000/300、12 000/400、15 000/500(mL/min)时,随着流量的不断增加,PR 灰化速率先增大后减小,当增加至 12 000/400(mL/min)时灰化速率增至最大值 1 147.2 nm,而在 9 000/300(mL/min)时均匀性达到最好,为

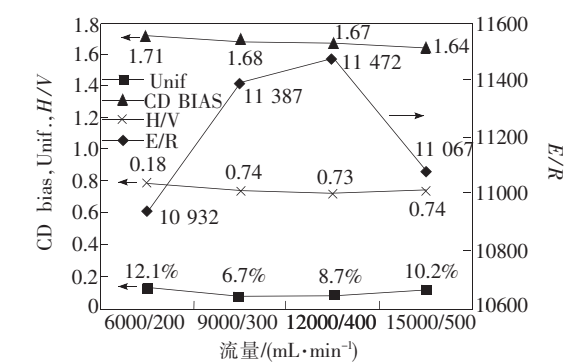


图 2 O₂/SF₆ 流量与 PR 灰化速率、均匀性、H/V 等参数的关系。

Fig. 2 Relationship of O₂/SF₆ flow and PR ashing rate, uniformity, H/V.

6.7%,过程中 CD Bias 逐渐减小,H/V 比值先减小后增大。

实验方案 2 得出的结果见图 3。从图中可以看出,压力由 4 Pa 增加至 9.33 Pa 过程中 PR 灰化率逐渐增大,由原来的 967.6 nm 增加至 1 286.9 nm,同时刻蚀的均匀性逐渐变好,均匀性得到改善,过程中 H/V 比值逐渐增大。

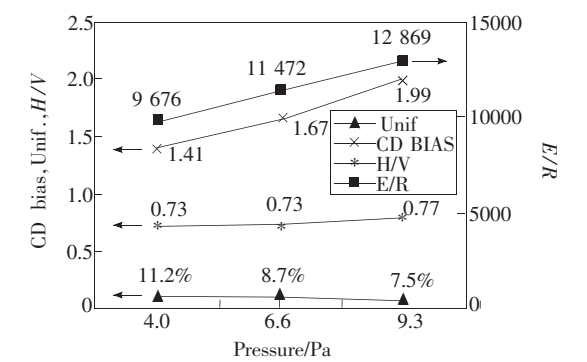


图 3 压力变化与 PR 灰化速率、均匀性、H/V 等参数的关系。

Fig. 3 Relationship of pressure with PR ashing rate, uniformity and H/V.

实验方案 3 得出的结果见图 4。从图中可以看出,SF₆ 流量在 50~200 mL/min 范围增加时 PR 灰化率逐渐增加,由初始的 921.5 nm 增加至 1 186.5 nm,之后随着 SF₆ 流量的不断增加,PR 灰化率有减小的趋势,由最大值减小至 1 112.1 nm;同时均匀性数值也在随着 SF₆ 流量的不断增加而先减小后增大;H/V 比值有随 SF₆ 流量的增加而先增大后减小的趋势,当刻蚀率达到最大时 H/V 也达到最大,之后逐渐减小。

实验方案 4 得出的结果见图 5。从图 5 中可

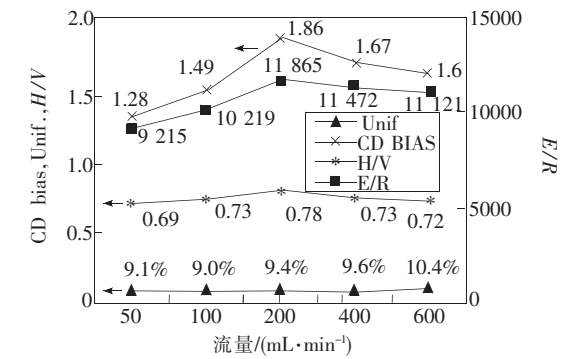


图 4 单组分 SF₆ 的流量与 PR 灰化速率、均匀性、H/V 等参数的关系。

Fig. 4 Relationship of single component SF₆ flow with PR ashing rate, uniformity, H/V.

以看出,当 O_2 流量在 10 000 mL/min、12 000 mL/min、14 000 mL/min 时 PR 刻蚀率先减小后增大,但数值没有太大变化;同时随着流量的逐渐增加 CD Bias 逐渐增大, H/V 比值先增大后减小;随着 O_2 流量的增加刻蚀的均匀性逐渐得到改善。

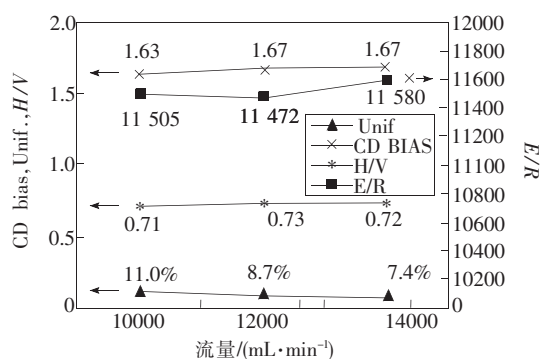


图5 单组分 O_2 的流量变化与 PR 灰化速率、均匀性、 H/V 等参数的关系

Fig. 5 Relationship of single component O_2 flow with PR ashing rate, uniformity, H/V .

4 结 论

研究了干法刻蚀 ECCP 模式下气体流量、压力变化对 PR 胶灰化的影响,实验结果表明:

参 考 文 献:

- [1] 郑载润,郑云友,侯智,等. O_2/SF_6 混合气体对光刻胶的离子刻蚀研究 [J]. 现代显示,2007,(10):41-44.
- [2] 刘翔,王章涛,崔祥彦,等. 薄膜晶体管阵列四次光刻工艺中光刻胶灰化工艺的研究 [J]. 液晶与显示,2008,23(2):183-187.
- [3] 董杰,金相起,朴范求,等. a-Si TFT-LCD 过孔尺寸的缩减 [J]. 液晶与显示,2008,23(6):688-691.
- [4] 蒋冬华,李淳东,李炳天. TFT-LCD 制造工艺中金属残留的解决方案 [J]. 液晶与显示,2011,26(2):170-173.
- [5] 李丽,秦伟,薛建设,等. TFT-LCD 阵列腐蚀性缺陷分析 [J]. 液晶与显示,2010,25(1):29-33.

(1) O_2/SF_6 流量比值为 30:1 时,随着单组分 O_2 和 SF_6 流量的逐渐增加,在一定流量范围内 PR 胶的刻蚀速率逐渐增加,CD Bias 逐渐减小,PR 胶在竖直方向的损失量大于横向的损失,导致 H/V 比值减小。之后刻蚀率大幅降低,使得 PR 胶在竖直方向的损失较之前变小,但 CD Bias 基本不变, H/V 比值增大。

(2) 随着压力的逐渐增大,PR 胶灰化速率也逐渐增加,CD Bias 逐渐增大, H/V 比值逐渐增大,同时压力的增加有助于提高刻蚀的均匀性。

(3) 在一定范围内随着 SF_6 的流量的逐渐增加,PR 胶的刻蚀速率和 CD Bias 均逐渐增大,但 CD Bias 变化率大于刻蚀速率的变化,即 H/V 在此范围内会逐渐变大;之后再增加 SF_6 流量,刻蚀速率和 CD Bias 逐渐减小,使得 H/V 比值有减小的趋势。

(4) 单组分 O_2 存在下,一定范围内增加 O_2 流量,PR 胶的灰化率逐渐减小,CD Bias 变大,从而使得 H/V 比值增大;之后再增加 O_2 的流量,PR 胶灰化速率增加,但 CD Bias 基本保持不变,此时 H/V 比值变小;增加单组份 O_2 流量有助于提高 PR 胶的刻蚀均匀性。