

# Color Filter Process에서 선택적 Photoresist 제거방안에 대한 연구

이상언<sup>†\*</sup> 박정대<sup>\*</sup> 허동철<sup>†</sup> 하상록<sup>†</sup> 이선용<sup>†</sup> 노용한<sup>\*</sup>

<sup>†</sup>삼성전자 System LSI 사업부 FAB3팀

<sup>\*</sup>삼성전자 메모리사업부 생산기술2팀

<sup>\*</sup>성균관대학교 정보통신공학부 마이크로소자 Lab

## Study on selective PR removal at Color filter process

Sang-eon Lee<sup>†\*</sup> Jung-dae Park Dong-chul Huh<sup>†</sup> Steve Hah<sup>†</sup> Sun-yong Lee<sup>†</sup> and Yong-han Roh<sup>\*</sup>

<sup>†</sup>Samsung Electronics Co.,Ltd System LSI Business FAB Team 3

<sup>\*</sup>Samsung Electronics Co.,Ltd Memory Business Manufacturing Technology Team 2

<sup>\*</sup>School of Information and Communication Engineering, SungKyunKwan University.

**Abstract :** CMOS Image Sensor(CIS) 소자에서 광감도의 향상과 천연색 형성을 위하여 적용하고 있는 Color-Filter 공정에서 국부적으로 발생하는 strip성 불량과 막질손상을 제거하기 위한 연구를 진행하였다. 우선 지역적 경향성을 보이는 불량에 대해서는 PR strip process type을 액조 진행방식에서 회전식으로 변경했을 때 제거됨을 확인하였고, 막질손상을 최소화하기 위해서는 새로운 유기용매의 적용이 필요하였다. 실험 결과, 케톤기를 가지는 화합물과 Polar Apotic 용매의 혼합화합물을 적용하였을 때 각 막질에 attack을 최소화하면서 원하는 PR만 선택적으로 제거되며 미세잔류성분에 대한 제거력도 향상됨을 확인하였다.

**Key Words :** CIS, Color filter, Photoresist, Strip

### 1. 서론

CMOS Image Sensor(CIS) 소자는 외부의 이미지를 전기적 신호로 구현하는 소자이다. 이때 빛의 감도를 높이고, 천연색을 구현하기 위하여 color filter 라는 공정을 진행하게 된다. Color filter 공정은 CIS Chip이 완성된 후, CIS pattern 중에서 빛을 받아들이는 photo diode 상부에 그림 1 과 같이 Color를 구현하는 color filter와 빛의 집적도를 높이기 위한 lens를 형성하는 공정이다.

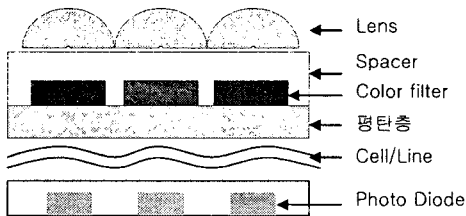


그림 1. Color filter 구조.

이때 사용되는 평탄층, color filter, spacer, lens 등의 막질 등은 투과도를 높이기 위하여 photoresist(PR)을 사용하게 된다. Color filter 공정이 끝난 후 최종적으로 외부의 신호 Input/Output 통로를 확보하기 위하여 그림1의 구조 상단에 PR을 도포하고 PAD pattern만 open 및 etching 하여 PAD를 형성한 후 잔여 PR을 제거해야 하는데, 이때 노출되는 하단의 막질들도 모두 PR 성분이기 때문에 선택적으로 제

거하는 방안이 필요하게 된다. 만일 상부에 잔여 PR를 제거하지 못하게 되면 감도가 저하되며, 반대로 하단의 막질까지 attack 을 주게 되면 하부 PR 성분이 용해된다.

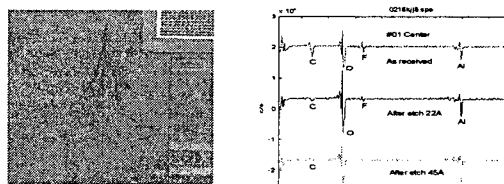


그림 2. 불량 및 성분분석 예

그림 2의 예와 같이 불량은 지역적인 흐름성으로 나타나며 성분은 AES 분석 결과, PR 성분과 동일한 것으로 나타났다. 따라서 본 연구를 통하여 이러한 불량 현상을 제어할 수 있는 PR strip 기술에 대하여 연구를 진행하였다.

### 2. 실험

#### 2.1 Mechanical 관점 평가

불량현상은 wafer 상에서 지역적인 흐름성 경향을 보이기 때문에 먼저 mechanical 관점에서 불량을 제거할 수 있는 방안에 대해 연구해 보았다. 기존의 액조방식에서는 웨이퍼가 수직으로 액조에 In/Out 되기 때문에 흐름성 불량을 유발시킬 수 있다. 이를 방지하기 위해서 웨이퍼를 회전방식으로 적용하여 비교해 보았다.

## 2.2 Chemical 관점 평가

Color filter 공정에 적합한 선택적 유기용매의 선정 실험을 진행하였다. 실험방법은 플라즈마 영향에 의한 PR 변성을 고려하기 위하여 실제공정 조건과 같이 웨이퍼 상단에 PR 층을 도포, 현상 후 플라즈마 식각과 O<sub>2</sub> 처리 공정을 진행하여 제작하였다. 이 상태에서 표 1의 다양한 유기용매물질에 대한 실험을 진행하였으며, 용해시간 및 particle 잔류검사를 통해 평가를 진행하였다. 또한 세정액의 제거할 PR 및 다른 PR에 대한 식각선택비를 검증하기 위하여 novolac resin 외에 methacrylated resin과 Cross-linked methacrylated resin의 웨이퍼에 대해 상기의 세정액을 처리 전과후의 막질의 두께를 측정하였다.

표 1. 실험대상 유기용매

구분	유기용매
Strippers	A, B, C
Amide 류	DMF, DMAc, DEAc
Amine 류	EDA, Pyridine
Alcohol 류	Ethanol, 1-Butanol, 1,4-Butadiol, IPA
Ketone 류	Acetone, 2-Butanone, MIBK, Cyclohexanone
Etc.	Nitrobenzene, CCl <sub>4</sub> , n-Pentane, EA, MeCN, THF, 1,4-Dioxane, EGME, PGME

## 3. 결과 및 고찰

### 2.1 Mechanical 관점 평가 결과

웨이퍼가 수식으로 액조에 In/Out 되는 공정에서는 웨이퍼 상부의 대기 노출시간이 길고 반응시간이 짧아지는 현상을 보였기 때문에 지역적 흐름성 불량을 control 하기 힘든 특성을 보였으며, 수평 회전식 공정에서는 적정 rpm에서 고른 PR 제거력을 확인할 수 있었다. 단, 고휘발성 solvent에서는 약액이 웨이퍼 중심에서 외곽으로 도달하기 전에 휘발되어 버리는 현상이 발생하기 때문에 적성수준의 휘발력을 보이는 유기용매 선정이 중요하다.

### 2.2 Chemical 관점 평가 결과

단일 유기용매에서는 0.3 $\mu$ m 이하 미세잔류성분에 대한 제거력이 떨어지는 것으로 나타났으며, 케톤기 화합물과 Polar Aprotic 유기용매의 혼합물에서 기존대비 97% 제거력이 향상되었다.

표 2. 용해력 평가 (용해시간은 시편 측정값, particle 수준은 8inch 웨이퍼 측정결과임)

구성비	용해시간 (sec)	Particle (>0.3 $\mu$ m)
A (100%)-기준물질	15	4976
A (67%) AA (33%)		335
B (80%) BB (20%)	15	132
B (20%) CC (80%)	33	171
C (20%) BB (80%)	1	140
D (80%) DD (20%)	11	933

이것은 케톤기의 화합물이 novolac계 PR을 웨이퍼 표면으로부터 빠르게 침투하여 이탈시키는 역할을 담당하며, Polar Aprotic 성분이 이탈된 PR을 완전히 용해시켜 PR 잔류물을 최소화 하는 것이다.

표 3. PR종류별 식각선택비 평가

(N:Novolac resin, M:methacrylic resin, C:cross-linked

구성비	잔류여부	식각속도( $\text{\AA}/\text{min}$ )		
		N	M	C
A (100%)-기준물질	O		22	0
A (67%) AA (33%)	X		12	0
B (80%) BB (20%)	X		5	12
B (20%) CC (80%)	X		2	11
C (20%) BB (80%)	X		4	12
D (80%) DD (20%)	X		0	0

methacrylic resin)

표 3 과 같이 PR종류에 따른 식각선택비를 평가하기 위하여 제거하고자 하는 PR성분인 novolac resin과 제거하지 않아야 하는 methacrylic resin, cross-linked methacrylic resin에 대하여 식각속도를 측정하였다. 측정결과, 모두 현재 식각한계인 1000 $\text{\AA}/\text{min}$  보다 적은 결과를 보였으며, 혼합물에서는 기존 물질보다 90% 수준의 높은 선택비를 보였다.

## 4. 결론

본 연구에서는 color filter process에서 선택적으로 PR을 제거할 수 있는 기술에 대하여 실험을 하였다. 연구결과, 다음의 결론을 도출할 수 있다.

- 1) 약액 및 대기에 노출되는 시간이 지역에 관련없이 일정하게 유지할 수 있는 수평 회전식 공정을 적용하면 지역적 흐름성 불량이 발생하지 않음을 확인하였다.
- 2) 케톤기의 화합물과 Polar Aprotic 유기용매로 구성된 혼합물을 적용하여 PR 잔류를 최소화 할 수 있다.
- 3) 케톤기의 화합물과 Polar Aprotic 유기용매로 구성된 혼합물은 Novolac Resin 과 타 PR 성분에 대한 선택비가 높기 때문에 선택적으로 제거하고자 하는 PR의 제거가 가능하다.

## 참고 문헌

- [1] A. Streitwieser, C. H. Heathcock, E. M. Kosower, "Introduction to Organic Chemistry 4th", 1992
- [2] H. Miller, Improved color filter process for CCD and CMOS imagers, IEEE/SEMI, 1996, 192 - 195
- [3] C. Chen, H. Huang, C. Kuo, H. Tsai, Improvement for bond pads discolor (sic) of CMOS image sensor products, Semiconductor Device Research Symposium, 2001, 77 - 78