

핫 엠보싱 공정과 CMP 공정을 이용한 플라스틱 기판에 메탈 라인 형성

차남구, 강영재, 박창화, 임현우, 박진구*

한양대학교 마이크로바이오텍센터

Fabrication of metal line on plastic substrate by hot embossing and CMP process

Nam-Goo Cha, Young-Jae Kang, Chang-Hwa Park, Hyung-Woo Rim and Jin-Goo Park

Micro Biochip Center, Hanyang Univ*

Abstract : In the future, plastic based system will play a crucial role in modern life, for examples, transparent display or disposable electronics and so on. In this paper, we introduced a new method to fabricate the metal line on the plastic substrate. Metal lines were fabricated by hot embossing and CMP process on PMMA (polymethylmethacrylate) substrates. A Si mold was made by wet etching process and a PMMA wafer was cut off from 1mm thick PMMA sheet. A 100 nm thick Al was deposited on PMMA wafers. The Al deposited PMMA wafer and the Si mold carefully sandwiched which was directly imprinted by hot embossing. After imprinting process, a residual Al layer was removed by CMP process. Finally, we found the entire process may be very useful to fabricate the metal line on plastic substrates.

Key Words : CMP (chemical mechanical planarization), hot embossing, plastic substrate, metal line

1. 서 론

현재 투명한 플라스틱 기판위에 금속배선을 형성하는 다양한 방법이 거론되고 있다. 투명한 플라스틱에 금속배선을 형성하게 되면 값싼 일회용 전자 부품을 구현할 수 있을 뿐 아니라 투명한 디스플레이용 배선 등으로 사용하는 등 다양한 분야에 적용하는 것이 가능하다. 기존에 플라스틱 기판에 배선을 형성하는 방법은 플라스틱 기판위에 노광공정을 통해 패턴을 형성하고 스퍼터링을 통해 금속막을 올린후 Lift-Off 공정이나 금속 에칭 공정을 통해 금속라인을 형성하였다. 이렇게 플라스틱 기판위에 형성된 금속 배선은 상대적으로 점착력이 나쁘고 플라스틱의 굴절에 의해 손쉽게 떨어져 나가는 현상이 발생할 가능성이 있다. 또한 다층 형성시 단차를 유발하여 플라스틱간의 접합을 방해하는 요소로 작용할 수 있다 [1-4]. 본 실험에서는 플라스틱 기판에 스퍼터를 통해 금속박막을 올리고 핫 엠보싱 공정으로 플라스틱 기판 내부에 금속배선을 심어넣는 방법을 사용하였다. 그 후 상부층의 잔류 금속층을 CMP공정을 이용하여 제거한 후 단차가 없는 금속배선을 구현하였다.

2. 실험 재료 및 방법

2.1 실험재료

실험에 사용된 기판은 PMMA 1mm 두께의 기판을 4인치 웨이퍼 형태로 가공하여 사용하였다. 금속 배선을 형성하기 위하여 PMMA 기판위에 100 nm 두께의 Al을 자체 제

작한 스퍼터를 이용하여 증착시켰다. 핫 엠보싱을 하기 위한 몰드는 실리콘 웨이퍼를 습식 식각하여 형성하였다. 핫 엠보싱 장비는 EVG520HE (EVG Co, USA)을 사용하였다. 핫 엠보싱후 상부의 잔류 금속층을 제거하기 위한 CMP 공정은 Poli500 (G&P Tech, Korea) 장비를 사용하였다. CMP 공정을 위해 사용된 패드는 SUBA400 (Rohm&Haas, USA)을 사용하고 슬러리는 ACESOL(ACE HighTech, Korea)을 사용하였다.

2.2 실험방법

먼저 4인치 웨이퍼 형태로 가공된 PMMA 웨이퍼 위에 100 nm 두께의 Al을 증착시켰다. 그 후 Al이 증착된 기판을 실리콘 몰드와 샌드위치 시킨후 핫 엠보싱 장비에 고정시키고 120°C 온도에서 10분간 12.6bar의 압력으로 공정을 진행하였다.

상부의 금속층은 Poli500 장비를 이용하여 제거 되었다. 이때 슬러리 유량은 250 ml/min으로 고정되었고 platen의 속도는 85 rpm, 헤드의 속도는 50 rpm, 압력은 4.2 psi 조건에서 7분동안 수행되었다. 상부 금속층이 제거된 PMMA 기판은 현미경(L-150A, Nikon, Japan)과 비접촉 방식의 surface profiler (P1, Tencor Instruments, USA)를 이용하여 형성된 패턴의 형상을 확인해 보았다.

3. 결과 및 고찰

핫 엠보싱을 하기 위한 실리콘 몰드는 습식 식각을 통해 양각 패턴이 형성되었다. 양각 패턴의 상부 선폭은 약 45

μm , 높이는 약 $45\mu\text{m}$ 를 가지는 것이 제작되었다. 이를 이용하여 Al이 스퍼터링된 플라스틱 기판에 핫 엠보싱한 결과, 몰드 형상대로 4인치 웨이퍼 전체에 정확하게 전사된 것을 확인할 수 있었다 [Fig. 1.]. 핫엠보싱이 된 기판을 이용하여 CMP 공정을 수행한 결과 눌려진 부분을 제외하고 상부층의 Al 금속막이 제거 된 것을 확인할 수 있었다 [Fig. 2.]. 현미경 관찰 결과 매립된 금속막의 갈라짐이나 들뜸 현상은 발견되지 않았으며 PMMA 기판에도 탁도를 증가시키거나 거칠기를 증가시키는 부분이 발견되지 않았다. 현미경 측정 결과 몰드 선폭과 동일한 선폭의 약 $45\mu\text{m}$ 를 가지는 확인 확인되었다 [Fig. 3.]. Profiler 측정 결과 금속 배선은 PMMA 기판 하부방향으로 약 $37\mu\text{m}$ 에 존재하는 것을 확인할 수 있었다.

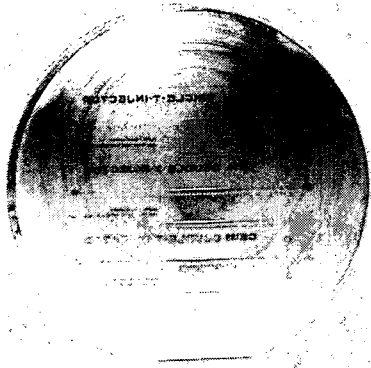


Fig. 1. 핫엠보싱 공정후 음각패턴이 형성된 Al sputtered PMMA 기판.

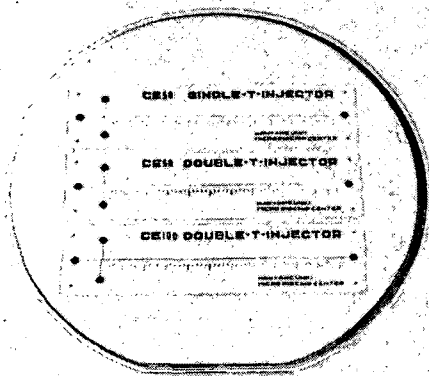


Fig. 2. CMP 공정후 매립 금속 배선이 형성된 PMMA 기판.

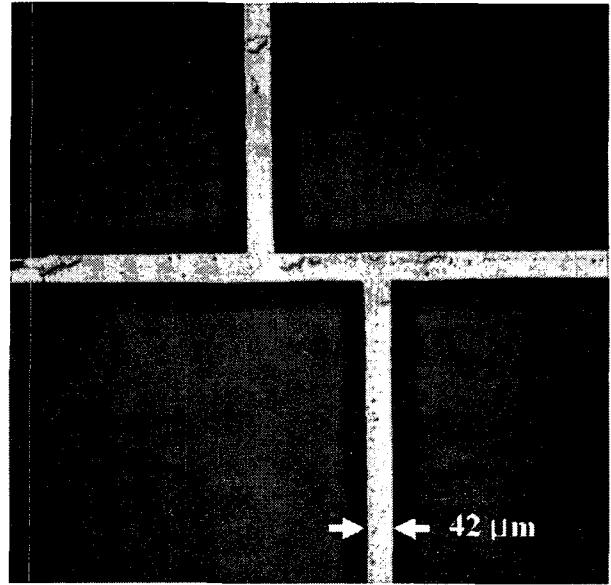


Fig. 3. 매립된 금속배선의 현미경 측정 결과.

4. 결론

본 연구에서는 핫 엠보싱 공정과 CMP공정을 이용하여 플라스틱 기판에 새로운 방식으로 배선을 형성해 보았다. 핫 엠보싱 공정을 통해 몰드와 동일한 패턴 선폭을 가지는 금속배선을 플라스틱 기판 내에 매립하여 형성할 수 있었다. 이를 통해 표면 위에 금속배선을 형성시키는 것에 비해 상대적으로 고착성 및 평탄성이 우수한 플라스틱 기판을 얻을 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부 21세기 프론티어연구개발사업인 '나노메카트로닉스기술개발사업단'의 지원 (과제번호: 05K1401-00215)으로 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] Alternative Lithography, Edited by Clivia M. Sotomayor Torres, Kluwer Academic Publishers (2003)
- [2] H. Schulz, D. Lyebdyev, H.C. Scheer, K. Pfeiffer, G. Bleidiessel, G. Grutzner and J. Ahopelto, J. Vac. Sci. Technol. B 18(6), Nov/Dec, 3582 (2000)
- [3] Chemical-Mechanical Planarization of Semiconductor Materials. Edited by M.R. Oliver, Springer (2004)
- [4] Fundamentals of Semiconductor Fabrication, G.S. May and S. M. Sze, Wiley (2004)