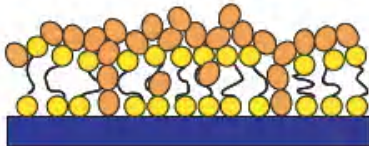


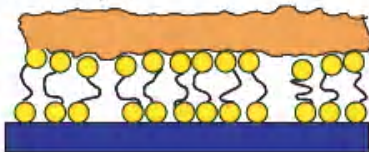
소프트 리소그래피와 표면처리를 이용한 금속 패터닝

반도체 소자를 비롯한 일반적인 전자소자들은 소자 작동을 위한 신호를 받거나 보내기 위해, 또는 동력을 받기 위한 연결선을 필요로 하는데 이것들은 거의 대부분 전도성이 좋은 금속들로 이루어져 있다 (구리, 은, 금 등). 최근에 분자소자 및 유기 발광소자(OLED)를 비롯한 유기물질을 이용한 소자들이 관심을 많이 받고 있는데, 이들 유기소자 제작에 있어서 문제점 중의 하나는 바로 금속의 증착 및 패터닝 과정에서 발생할 수 있는 유기소자의 손상이다. 이러한 문제점은 기존 금속 패터닝 공정이 주로 진공하에서 기상 증착하에서 이루어지기 때문인데 금속 증착 과정에서 유기소자의 오염이 큰 문제점 중의 하나이며, 또 다른 문제점은 금속의 annealing (후처리) 과정에서 고온이 사용되는데 유기소자가 고온에서 견딜 수 없다는 것이다.

(a) Evaporation of metal on molecule layer



(b) Nanotransfer printing of metal films on molecular layer

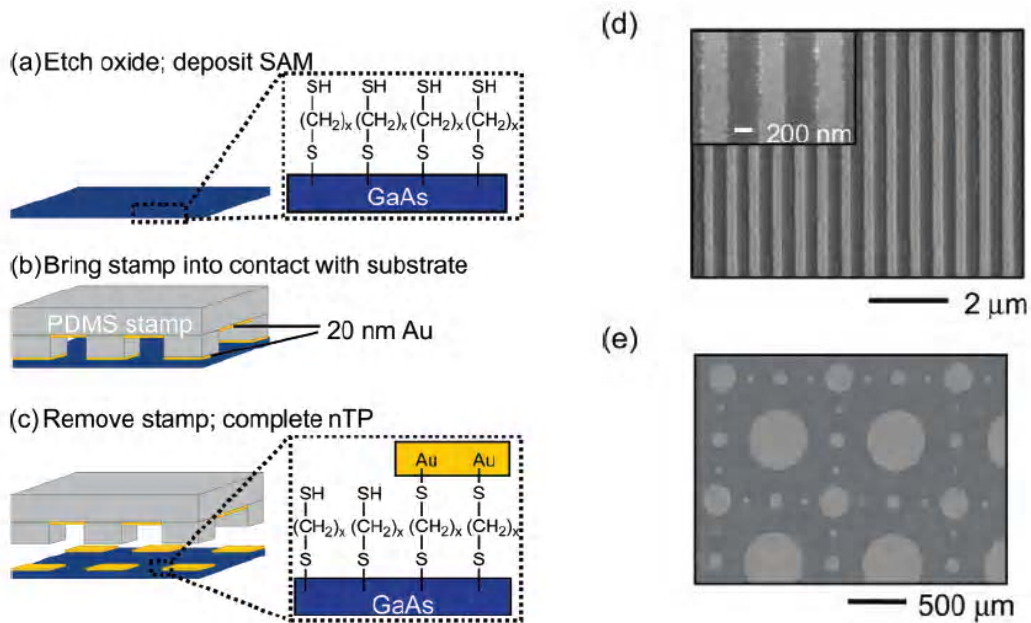


참고문헌: Materialstoday 2005, 42.

본고에서 진공증착이나 열처리가 필요치 않는 금속의 패터닝 방법을 소개하고자 한다.

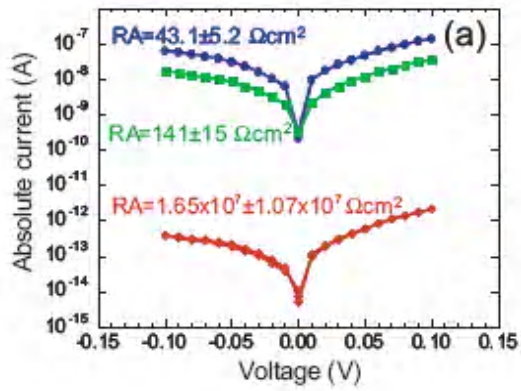
1. Nanotransfer Printing (John A. Rogers)

첫번째 방법은 미국 일리노이 대학의 Rogers 가 제안한 방법으로 간단히 요약을 하면 다음과 같다. (참고문헌: Nano Lett. 2003, 913)



- 1) PDMS 패턴위에 금속을 미리 증착한다.
- 2) 원하는 기판 (여기서는 GaAs) 위에 금속과 공유결합을 해서 접착력이 강한 표면 SAM 처리를 한다. (1,8-octanedithiol)
- 3) PDMS 위에 증착된 금속(Au)이 접착력이 강한 기판위로 전사되면서 패턴닝된다.

원리는 굉장히 간단하다. 하지만 성능실험에서는 초기결과들이 증착방법에 비해서 current 가 낮다는게 문제점 중의 하나다. (빨간색이 nTP방법, 파란색과 녹색은 증착에 의한 방법)

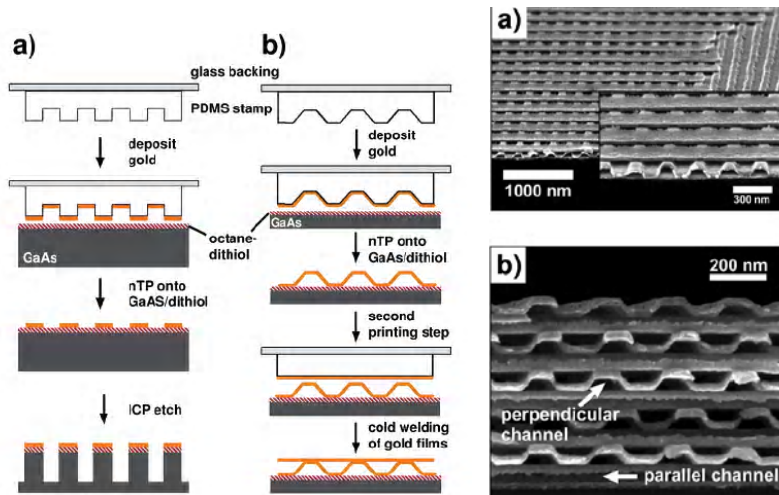


이후 이 방법의 효율을 높이기 위한 방법들이 제시되었다.

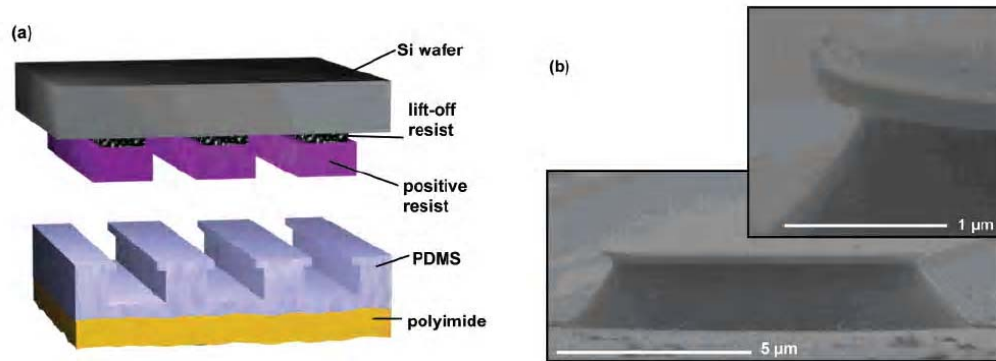
참고문헌:

Nano Lett., 2003, 3, 1223.

Langmuir 2004, 20, 6871.



이 논문에서는 메탈 패턴을 이용한 기관의 에칭 및 다층화 작업이 가능함을 보여 주었다.

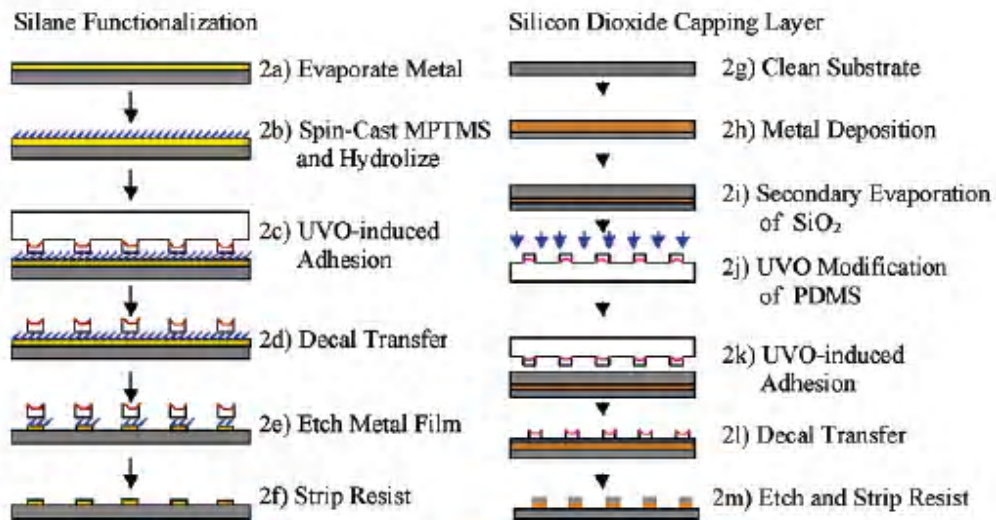


위 그림에서는 Nanotranfer printing이 효율적으로 되기 위해서는 PDMS 위에 증착된 메탈층이 완전히 isolation 되어야 하는데 이것을 효과적으로 하기 위한 re-entrant PDMS stamp 디자인을 보여주고 있다.

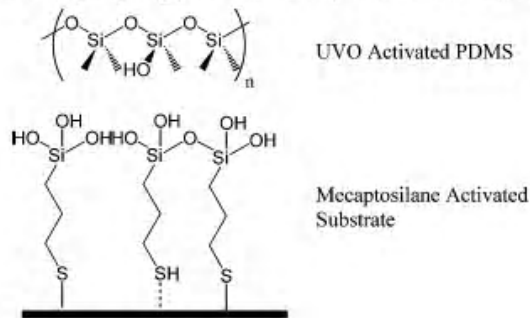
또한 공정시에 금속층의 crack을 방지하기 위한 산소 플라즈마 및 Ti 박막층이 효과적으로 적용될수 있음을 보고하고 있다.

2. Decal Tranfer Lithography (DTL) Nuzzo group

두번째 방법은 Nuzzo 등이 제안한 방법으로 (Langmuir, 2005, 195) 방법은 다음과 같다.



Scheme 1. Schematic Representation of Chemical Modifications Needed To Provide a Mechanism for Promoting the Adhesion of PDMS to Metals Using the Thiol-Functionalized Silane Coupling Agent (Mercaptopropyl)trimethoxysilane (MPTMS).



이 방법은 에칭 공정이 들어가는게 단점으로 PDMS위에 자기조립막을 코팅하고 금속기판위에 전이하는 마이크로 콘택 프린팅 방법과 유사하나, 표면 접착력을 이용하여 고체를 전이하는 과정에서 표면처리과정에 보다 주의를 기울여야 된다는 점이 틀리다.

a)에서는 밑의 기판이 금속이며 PDMS 를 금속으로 전이하기 위해서 PDMS와 강한 결합을 할 수 있는 SAM을 사용하였다. 금속표면과 반응하는쪽은 -SH 기를 포함하며, PDMS와 반응하는 쪽은 -OH기를 포함하고 있다.

b)에서는 SAM 대신에 실리콘 옥사이드를 증착하여 PDMS와 접착력을 증대시켰다.

본 고에서는 소개하지 않지만 진공증착을 사용하지 않는 방법을 마이크로 컨택 프린팅 방법이 유용한 방법중의 하나다. 이 방법에 대한 정보는 이미 여러 곳에서 접할 수 있으며, 하바드 대학의 Whitesides 교수 group을 참고 하면 도움이 되리라 생각한다.

요약: 진공증착 및 열을 사용하지 않는 금속 패터닝 방법들을 본고에서 소개하였다. 주로 자기조립막을 이용한 표면처리를 이용한 것으로 에칭을 필요로 하느냐 그렇지 않느냐에 따라서 장단점이 있을수 있으며, 만약 유기소자등과 같이 에칭시에 손상이 염려되는 공정에서는 Nanotransfer printing 방법이 보다 유용하리라 생각된다. 하지만, 이 방법도 금속선의 Current 를 비롯한 소자 성능의 개선에 관한 후속 연구가 필요할 것이다.