

패턴드 미디어 제작을 위한 금속 나노 스탬퍼 제작 및 점착 방지막을 응용한 폴리머 나노 패턴의 성형

강신일 | 연세대학교

1. 서론

최근 들어 멀티미디어 관련 기술이 급격히 발전함에 따라, 보다 많은 양의 정보를 저장하기 위한 기술 개발이 국내외 여러 연구기관 및 기업체에서 진행되고 있다. 자기 정보저장매체 분야의 경우, 하드 디스크로 대표되는 기존의 자기 정보저장매체는 초상자성 현상(superparamagnetic effect) 및 노이즈 증가에 따른 문제점이 발생하여 원하는 정보를 기록·재생하기가 어려워진다. 일반적으로 기존의 자기 정보저장매체가 갖는 정보저장 밀도의 한계는 100 Gbits/in^2 으로 보고되고 있다.^[1]

이와 같은 초상자성 현상 및 노이즈 문제를 해결하고 고밀도화를 구현하기 위한 차세대 정보저장매체로서 패턴드 미디어(Patterned media)가 주목받고 있다. 패턴드 미디어는 대용량의 정보를 고밀도로 저장시키기 위하여, 미디어 기판 위에 독립적인 나노 단위의 자성 패턴을 제작한 후, 각각의 자성 패턴에 비트 신호를 기록하는 원리를 이용하고 있다. 그림 1은 기존의 자기 정보저장매체와 패턴드 미디어의 정보저장 방식을 개략적으로 보여주고 있다. 패턴드 미디어의 정보 저장 밀도는 제작되어지는 자성 나노 패턴의 크기가 작을수록 고밀도화가 이루어진다. 이에 따라 현재 연구개발 되고 있는 나노 패턴링 기술을 패턴드 미디어에 적용시키고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다.

이와 같은 패턴드 미디어를 구현하기 위하여 수십~수백 나노 단위의 초미세 패턴을 제작하는 기술에 관한 연구가 많이 진행되고 있으며, 이의 대표적인 기술로는 전자빔 리소그래피 기술이 있다.^[2] 기존에는 패턴드 미디어 제작하기 위하여, 전자빔 리소그래피(E-beam lithography), FIB(Focused Ion Beam), RIE(Reactive Ion Etching) 등의 기술이 이용되었다.^[3-6] 그러나 이러한 기술을 이용한 패턴드 미디어 제작 방식은 자성층을 직접 패터닝 하는 공정으로써, 많은 공정시간 및 공정비용이 소요된다. 이러한 기술들의 단점 보완을 위하여 Chou 등은 나노 임프린트 리소그래피(nano imprint lithography) 기술을 이용한 나노 패턴 제작에 관한 연구를 수행하였다.^[7] 나노 임프린트 리소그래피를 위한 스탬퍼는 주로 나노패턴 성형을 위한 스탬퍼는 주로 SiO_2 및 석영(quartz)으로 제작되며, 이는 전자빔 리소그래피 기술을 이용하여 초기 패턴을 제작하고, lift-off 및 RIE 등의 공정을 통해 제작된다.^[8-9] 그러나 SiO_2 및 석영을 소재로 하여 제작되어진 스탬퍼는 나노 임프린트 공정 시에 가해지는 온도 및 압력에 의해 파손 될 우려가 있다. 이를 해결하기 위하여 Heydermann 등은 기지층(seed layer) 증착, 나노 패턴 제작, 전기주조(electroplating), RIE 공정을 조합하여 금속을 소재로 하는 나노패턴 구조물을 제작하였다.^[10] 그러나 이와 같은 금속 소

재의 나노 패턴 제작 공정에서는, 패턴 전사 공정 시에 계속해서 RIE 공정을 추가해야 하기 때문에, 나노패턴의 품질이 저하되고 시간 및 비용이 많이 소요되어 정보저장매체의 양산용으로는 부적합하다고 사료된다. 이에 따라, McClelland 등은 포토폴리머를 소재로 하는 임프린트 공정을 사용하여 패턴드 미디어를 제작함으로써 제작단가 및 공정시간을 감소시킨 연구를 보고하였으나, 이 기술 또한 저가의 양산 기술에 적용하기에는 미흡한 것으로 사료된다.^[11]

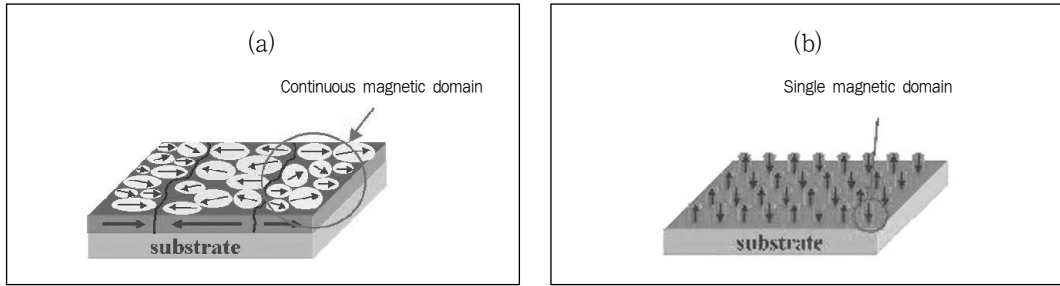


그림1. Basic concept of (a) conventional magnetic data storage and (b) patterned media

1. Fabrication of nano master		
2. Deposition of seed layer		
3. Electroforming for metallic nano stamper		
4. Replication of the nano patterned substrate for patterned media		
5. Deposition of magnetic layer		

그림2. Fabrication processes for patterned media using the present method

이에 대한 대안으로, 본 연구에서는 패턴드 미디어의 양산을 위하여 사출성형 또는 압축성형 등의 나노성형 공정에 적용 가능한 금속 나노 스탬퍼를 설계 및 제작하였다. 또한 제작된 나노 스탬퍼를 이용한 나노성형 공정을 통하여 폴리머 나노 패턴을 성형하였다. 그림 2는 본 연구에서 제안한 나노성형 공정을 이용한 패턴드 미디어 제작 공정도이다. 전자빔 리소그래피를 통하여 마스터 나노 패턴을 제작한 후, 기지층 증착 및 전기주조(electroforming)를 이용하여 금속 나노 스탬퍼를 제작하였다. 제작된 금속 나노 스탬퍼는 나노 성형을 이용하여 패턴드 미디어 제작에 적용할 수 있는 폴리머 나노 패턴을 성형하였다. 성형된 폴리머 나노 패턴 위에 자성층을 증착한 후, MFM(Magnetic Force Microscope) 측정을 통해서 단자구(single magnetic domain)가 형성됨을 확인하였다.

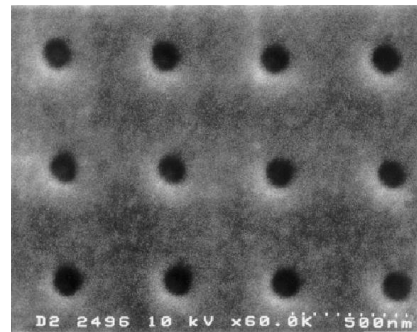


그림3. SEM image of the master nano patterns with a diameter of 200 nm and pitch of 500 nm

또한 금속 나노 스탬퍼를 이용한 나노 패턴 성형 공정 시, 스탬퍼 표면과 폴리머 수지간의 부피에 대한 표면적의 증가로 인한 계면현상으로 성형 품질이 저하되는 문제가 발생한다. 이와 같은 계면현상을 줄임으로써 성형 품질을 향상시키기 위한 접착 방지막으로서의 SAM(Self-Assembled Monolayer) 특성에 관한 연구를 진행하였다. 나노 성형 공정에서의 실제 성형 조건인 압력 및 온도, 그리고 나노 UV 성형을 위한 실제 성형 변수인 UV dose를 선정하였다. SAM의 특성 변화를 분석하기 위하여 접촉각 측정 및 LFM(Lateral Force Microscopy)을 이용한 표면마찰력(lateral friction force) 분석을 통해 마이크로 및 나노 단위에서의 특성 변화를 각각 측정한 후 두 영역의 결과를 비교·분석하였다.

2. 패턴드 미디어 제작을 위한 금속 나노 스탬퍼 제작 및 폴리머 나노 패턴의 성형

2.1 마스터 나노 패턴 제작

나노 단위의 크기와 피치를 갖는 폴리머 나노 패턴을 성형하기 위한 첫 번째 공정으로서, 전자빔 리소그래피 기술을 이용하여 직경 200nm/피치 500nm의 홀 형상을 갖는 마스터 나노 패턴을 제작하였다. 마스터 나노 패턴의 홀 형상은 전자빔 리소그래피 공정 조건을 실험적으로 도출하여 제작하였다. 그림 3은 직경 200nm/피치 500nm의 홀 형상을 갖는 마스터 나노 패턴의 SEM(Scanning Electron Microscope) 사진을 보여주고 있다.

2.2 금속 나노 스탬퍼 제작

제작된 마스터 나노 패턴 위에 전기주조 공정을 위한 금속 기지층을 E-beam evaporation을 통하여 적층하였다. 기지층은 전기주조 시에 필요한 전도성을 부여하며, 마스터 금속 나노 스탬퍼의 금속 나노 패턴 자체를 형성하는 역할을 한다. 기지층의 증착시, 마스터의 e-beam 레지스트 층과 기지층 간의 상호관계를 고려해야 하며, 이것이 제어되지 않을 경우 전기주조 시에 두 층 간의 박리현상이 발생하게 된다. 이에 따라 기계적 특성이 우수한 니켈을 소재로 하여 증착 공정 조건을 고려한 2000 Å 두께의 기지층을 증착하였다.

표 1. Processing parameters for Ni electroforming

Parameter		Range of values
Temperature (°C)		43~45
pH		4~4.2
Current density (mA/cm ²)		10~20
Concentration of Electrolytes (g/l)	Ni · (NH ₄ SO ₃) ₂ · 4H ₂ O	300~450
	Ni · Cl ₂ · 6H ₂ O	15
	H ₂ BO ₃	45

적층된 기지층 위에 니켈 전기주조 방식을 통하여 0.5mm 두께의 니켈 나노 스탬퍼를 제작하였다. 전

기주조는 니켈 설페이트 도금액을 이용하였으며, 온도 43~45 °C, pH 4~42, 전류밀도 10~20mA/cm² 조건에서 진행하였다.^[2] 표 1은 금속나노 스탬퍼 제작을 위한 전기주조 공정조건을 보여주고 있다. 그림 4는 제작된 니켈 소재의 금속 나노 스탬퍼를 보여주고 있으며, 이를 통하여 마스터 나노 패턴의 홀 형상을 전사한 직경 200nm/피치 500nm의 필라 패턴이 제작되었음을 확인할 수 있었다.

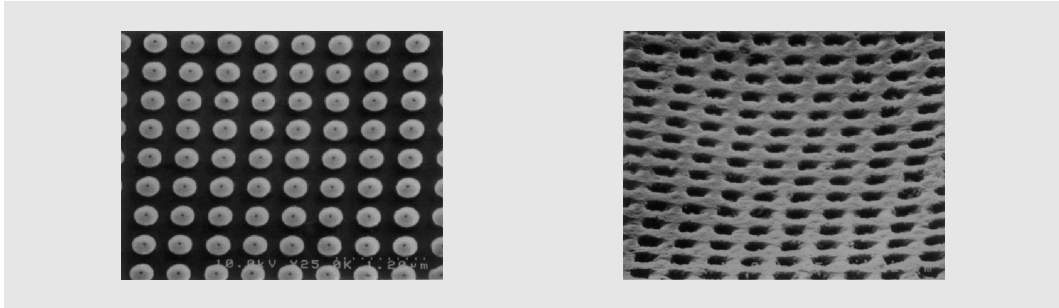


그림 4. SEM image of the metallic nano stamper with a diameter of 200nm and pitch of 500nm

그림 5. SEM image of the polymeric nano patterns with a diameter of 200nm and pitch of 500nm

2.3 폴리머 나노 패턴의 성형

제작된 금속 나노 스탬퍼를 이용한 나노 성형 공정을 통하여 폴리머 나노 패턴을 성형하였다. 나노 성형 재료로는 PMMA를 사용하였으며, 나노 패턴 성형에 적합한 성형 압력 및 온도를 실험적으로 찾아내었다. 그림 5는 나노 성형 공정을 통하여 성형된 폴리머 나노 패턴의 SEM 사진을 보여주고 있다.

성형된 폴리머 나노 패턴의 성형 품위를 분석하기 위하여, AFM(Atomic Force Microscope)을 통하여 표면 형상 및 표면 거칠기가 측정되었다. 그림 6은 금속 나노 스탬퍼 및 폴리머 나노 패턴의 AFM 측정 사진을 보여주고 있으며, 표 2는 마스터 나노 패턴, 금속 나노 스탬퍼, 폴리머 나노 패턴의 표면 거칠기를 각각 나타내고 있다.

표 2. Surface roughness of the master nano patterns, the metallic nano patterns and the polymeric nano patterns

	RMS (Å)	Ra (Å)
Master nano patterns	32.1	25.4
Metallic nano patterns	48.5	36.5
Polymeric nano patterns	82.4	67.0

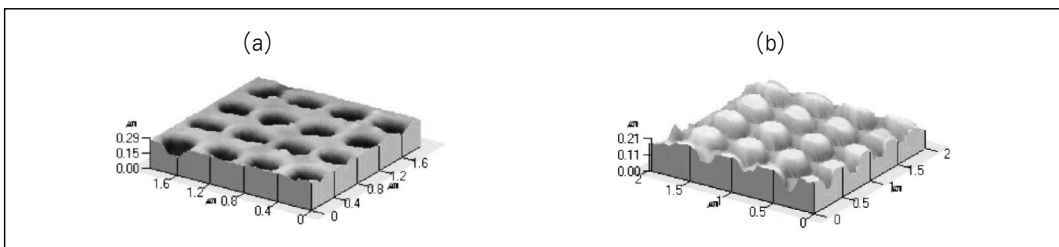


그림 6. AFM images of (a) the metallic nano stamper and (b) the polymeric nano patterns with a diameter of 200 nm and pitch of 500 nm

그림 6과 표 2에서 보는 바와 같이, 폴리머 나노 패턴은 금속 나노 스탬퍼의 필라 패턴을 전사하여 음각의 홀 패턴이 형성되었으며, 성형된 폴리머 나노 패턴의 표면 거칠기가 수십 Å 단위의 경면을 유지하고 있음을 확인하였다. 이러한 분석 결과는 본 연구에서 제안한 나노 성형 방식이 패턴드 미디어 양산 공정에 충분히 적용 가능한 공정임을 보여주는 결과라고 사료된다.

24 패턴드 미디어 제작에의 적용

패턴드 미디어 제작을 위해서는, 필라 형상을 갖는 나노 패턴을 갖는 폴리머 기판이 요구된다. 이를 위해서 본 연구에서 제안한 공정을 통하여 홀 형상을 갖는 직경 200nm/피치 500nm와 직경 100nm/피치 250nm의 금속 나노 스탬퍼를 제작하였으며, 이를 이용하여 필라 형상의 폴리머 패턴을 갖는 패턴드 미디어 기판을 성형하였다. 그림 7과 그림 8은 이와 같이 제작된 패턴드 미디어를 위한 금속 나노 스탬퍼와 폴리머 기판의 SEM 및 AFM 사진을 각각 보여주고 있다.

그림 7 및 그림 8에서 보는 바와 같이, 직경 100nm의 필라 형상을 갖는 폴리머 나노 패턴은 직경 200 nm와 비교해 볼 때, 패턴의 표면 형상 및 균일도가 불안정하게 형성되었음을 확인하였다. 이는 나노 패턴의 크기가 작아짐에 따라, 나노 성형 공정시에 발생하는 폴리머의 미충진 현상과 이형 공정에서의 점착 현상이 원인이라고 사료된다.

성형된 필라 형상의 폴리머 나노 패턴 위에 UHV (Ultra High Vacuum) 스퍼터 시스템을 이용하여 Cr underlayer 100 Å를 증착한 후, Co 자성층을 200 Å 증착하였다. 자성 층의 자화 특성을 평가 하기 위하

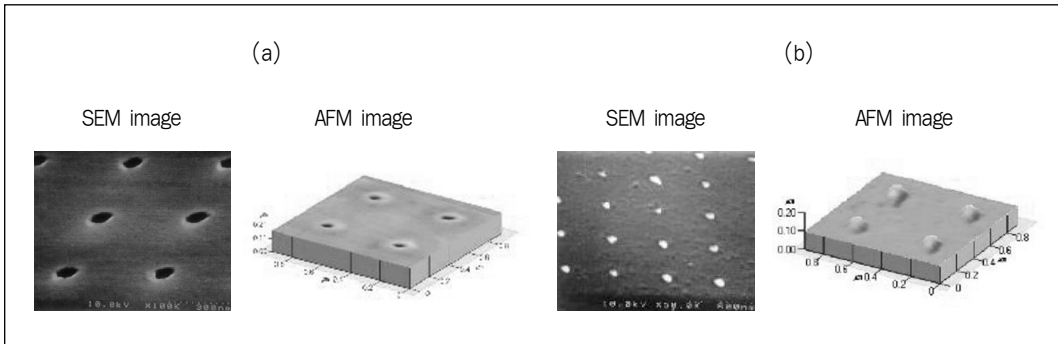


그림 7. SEM and AFM images of (a) the metallic nano stamper and (b) the polymer nano patterns for patterned media with a diameter of 200nm and pitch of 500nm

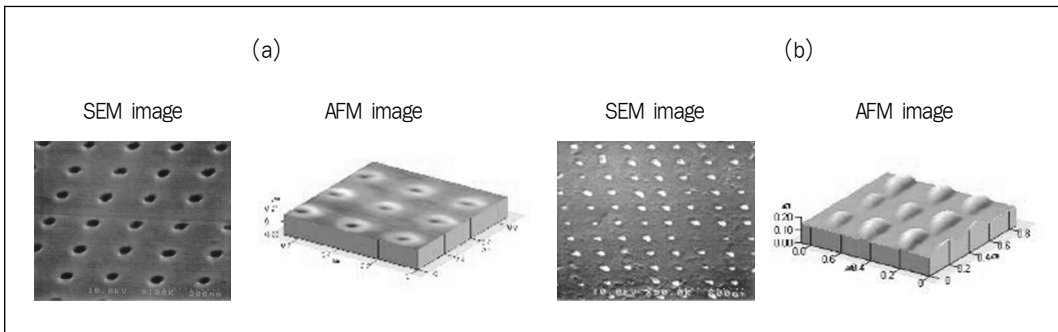


그림 8. SEM and AFM images of (a) the metallic nano stamper and (b) the polymer nano patterns for patterned media with a diameter of 100nm and pitch of 250nm

여, 우선 자성 패턴을 수평 자화를 시킨 후 MFM 측정을 실시하였다. 그림 9는 직경 200nm/피치 500nm와 직경 100nm/피치 250nm를 갖는 자성 패턴의 MFM 사진을 보여주고 있다.

그림 9에서 보는 바와 같이, 직경 200nm를 갖는 자성 패턴은 균일한 단자구가 형성되었음을 확인하였다. 그러나 직경 100nm의 자성 패턴의 경우, 패턴 형상이나

크기가 불안정하게 형성되었음을 확인하였다. 이는 폴리머 나노 패턴의 형상 및 크기가 불안정하여 발생한 결과로 사료되며, 이에 따라 폴리머 나노 패턴의 우수한 품위를 위한 연구가 필요하다고 여겨진다.

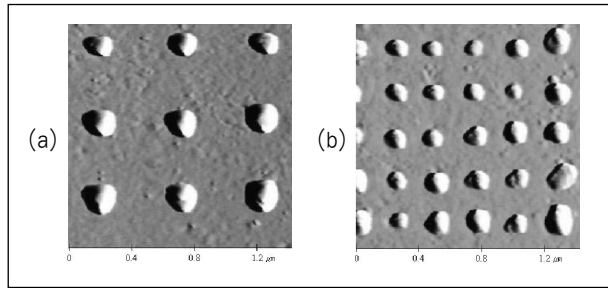


그림 9. MFM images of the magnetic layer with (a) a diameter of 200nm and pitch of 500nm, and (b) a diameter of 100nm and pitch of 250nm

3. 나노 복제 성형 공정을 위한 점착 방지막을 지닌 금속 나노 스탬퍼 제작

3.1 나노 이형 기술

앞서 기술되어진 패턴드 미디어 양산을 위한 폴리머 기판 성형에서도 보듯이, 패턴의 크기가 100 nm 이하로 미세해 짐에 따라, 미충진 현상 및 점착 현상과 같은 다양한 문제점들이 발생하여 성형품의 품위를 저하시킨다.^[13] 이와 같은 나노 단위의 미세 패턴 제작 공정에서 발생하는 계면 현상의 조절을 위해, 표면 특성을 변화시키는 방법이 많이 연구된 바 있다.^[14] 본 연구에서는 나노 성형 공정시에 발생하는 문제점을 해결하기 위하여 금속 나노 스탬퍼의 점착 방지막으로서의 SAM 특성에 관한 연구를 진행하였다. SAM은 수 나노 단위의 얇은 박막으로 열화학적으로 안정하며 표면에너지를 조절할 수 있는 장점을 가지고 있다. 본 나노 성형 공정에서의 스탬퍼 재료로 사용하고자 하는 니켈에 적용되는 SAM 연구는 이론적인 연구 위주로 진행되어 아직까지 기초적인 단계에 불과하다.^[14] 따라서 본 연구에서는 실제 나노 성형 공정에 이용되는 금속 나노 스탬퍼의 점착 방지막으로서의 응용을 위해, 실제 성형공정의 환경요인에 대한 SAM의 특성 변화를 연구하였다. 환경 요인으로는 나노 압축 성형기술을 위한 실제 성형 조건인 온도, 그리고 나노 UV 성형을 위한 실제 성형 변수인 UV dose를 선정하였다.^[15] 또한 SAM의 특성 변화를 분석하기 위하여 접촉각 측정과 LFM을 이용한 표면마찰력 측정을 통해 마이크로 및 나노 영역에서의 특성 변화를 각각 측정한 후, 두 영역의 결과를 비교 분석하였다.

3.2 SAM 증착을 통한 스탬퍼 표면특성 향상

본 실험에서는 SAM 증착을 위한 전처리 공정으로서, 전기화학 처리공정(electrochemical reduction method)를 통하여 니켈 스탬퍼 표면의 산소층을 제거하였다. SAM 증착 재료는 alkanethiol계열 중 가장 안정적인 증착 특성을 보인 n-dodecanethiol을 사용하였으며, solution deposition 방법을 통해 증착하였다.^[16]

SAM의 증착 여부를 확인하기 위해 순수 니켈 시편과 SAM 증착 시편의 접촉각 및 LFM 측정을 통

해 비교하였다. 그림 10은 순수 니켈 시편과 SAM 증착 공정 후 니켈 시편의 접촉각 측정 결과를 보여 준다. 그림 10에서 보는 바와 같이, SAM이 증착된 니켈 시편의 접촉각이 높아졌음을 확인하였으며, 이는 이형특성이 향상된 결과를 보여주고 있다. 표 3은 접촉각 및 LFM 측정 결과를 보여주고 있다. 이를 통하여 니켈 스탬퍼 위에 증착된 SAM의 효과로 인하여 스탬퍼의 표면 에너지가 현저히 감소되었음을 확인할 수 있으며, 접촉각 및 표면마찰력 측정 결과가 동일함을 알 수 있다.

니켈 스탬퍼에 증착된 SAM의 나노 영역에 대한 특성을 살펴보고자 LFM의 팁에 작용하는 수직 하중 변화에 따른 표면 마찰력을 측정하였다. 그림 11은 순수니켈 스탬퍼와 SAM이 증착된 니켈 스탬퍼의 수직하중에 따른 표면 마찰력을 나타낸다. 수직하중이 낮을 때에는 표면의 저항력의 감소 폭이 적지만, 수직하중이 증가할수록 SAM의 효과에 의한 표면 마찰력 감소가 현저히 나타나는 것을 알 수 있다. 이와 같은 나노 영역에서 나타나는 SAM의 효과는 국부적으로 발생하는 표면간의 응착력에 의한 점착 현상의 발생을 억제할 수 있다. 위의 접촉각 측정과 표면 마찰력의 측정 결과를 통하여, 니켈 위에 낮은 에너지를 가진 SAM이 증착되어 점착 방지막으로서의 역할을 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

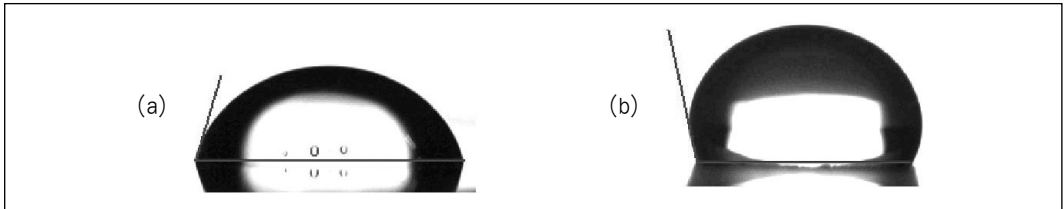


그림 10. Contact angle of (a) the bare nickel stamper and (b) the SAM deposited nickel stamper at room temperature

표 3. Comparison of surface properties between the bare nickel stamper and the SAM deposited nickel stamper at room temperature

	bare nickel stamper	SAM deposited nickel stamper
Contact angle (°)	70.37	109.22
Wetting energy(mN/m)	24.46	-23.97
Lateral friction force(eV)	0.0969	0.0605

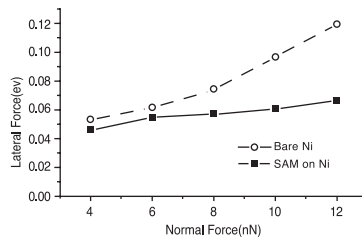


그림 11. Lateral friction force with different normal force with the bare nickel stamper and the SAM nickel stamper

3.3 성형 온도에 따른 SAM 특성변화

SAM이 증착된 니켈 스탬퍼의 실제 나노 성형 공정에서 주어지는 환경 요인에 따른 표면 특성 변화를 분석하기 위하여, 초순수(DI water)를 이용한 접촉각 측정 및 LFM 측정을 통해 표면에너지 변화를 분석하였다.

환경 요인 중 온도 영역은 성형 온도와 유사한 온도영역인 100~300°C로 설정하였다. 이 범위에서 50°C 간격으로 5분 동안 가열한 후 상온에서 접촉각과 표면마찰력을 측정하였다. 자외선 조사에 따른 SAM의 특성 변화 실험은 450초를 단위로 0~1800초의 자외선 조사시간 범위를 설정하였다.

그림 12는 접촉각 및 표면마찰력의 변화를 보여주고 있으며, SAM이 약 200°C까지 표면 특성을 유지하는 결과를 보였다. 그러나, LFM 결과 또한 200°C 까지 큰 변화가 없이 낮은 표면마찰력을 유지하는 것을 확인하였다. 이와 같은 온도에 대한 SAM의 특성 변화를 통해 SAM이 사출성형 및 Hot embossing과 같은 성형 공정에서 점착 방지막으로서 충분히 적용 가능한 것으로 판단되며, SAM을 통한 스탬퍼의 표면에너지 감소는 수지와 스탬퍼 간의 응착력을 줄여 수월한 이형효과를 보일 것을 기대된다. 그러나, 표면마찰력 측정 결과는 온도가 상승할수록 서서히 저항이 커지는 것을 볼 수 있으며, 이것은 국부적으로 단분자막의 파손이 발생하고 있는 것으로 판단할 수 있다. SAM은 단분자들이 반데르발스 힘에 의해 결합하여 균일한 표면을 형성한다. 하지만, 높은 온도에서의 열에너지는 단분자를 구성하는 반데르발스 힘에 의한 결합을 약화시켜 균일하게 이뤄졌던 단분자막 표면에 파손이 발생된다. 이런 단분자 막의 파손은 소수성이었던 SAM 표면이 친수성으로 변화를 일으킨다. 그러나, 성형 공정시에 200°C 내외의 폴리머 소재를 사용하는 사출성형 공정에 충분히 적용 가능하리라 판단된다.

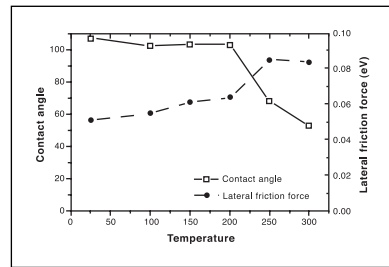


그림 12. Water contact angle and lateral friction force as function of maximum molding temperature; SAM deposited nickel stamper was cooled at room temperature after heated at different maximum molding temperatures for 5 minutes

3.4 자외선 dose에 따른 SAM 특성변화

실제 UV 성형 공정에서는 400mJ/cm²의 UV가 약 5초 동안 조사되어진다. 이를 바탕으로, UV 성형 환경조건을 90회 공정 시간인 450초를 단위로 360회인 1800초까지를 범위로 설정하였다.

그림 13은 UV dose 횟수에 따른 접촉각의 변화와 표면마찰력 특성 변화를 나타낸다. 접촉각 변화 데이터를 통해 약 90회(450s)까지는 변화가 없는 것을 확인할 수 있었다. 이와 유사하게 LFM의 측정결과에서 자외선 조사시간이 증가함에 따라 표면에너지가 증가함을 확인하였다. 이 두 결과로 낮은 표면에너지를 지녔던 SAM의 표면이 자외선 조사로 인해 분자 결합이 깨어져 균일한 단분자막이 파손되어 나타나는 동일한 경향을 가지는 것으로 판단된다. 조사시간이 1350초 후 접촉각이 안정화되는 것을 확인할 수 있으며, 표 3에서 보여준 순수 니켈 표면의 접촉각과 온도 영향에 의해 변화된 접촉각보다 높은 것을 확인할 수 있었다. 이 결과는 온도 영향으로 인한 SAM의 파손보다 자외선에 의한 경우가 단분자막 파괴가 적은 것으로 판단할 수 있다. 또한, 사출 성형 및 Hot embossing과 같은 온도와 압력의 두 영향요소가 복합적으로 작용하는 공정에 비해 UV성형에서 SAM의 효과가 지속될

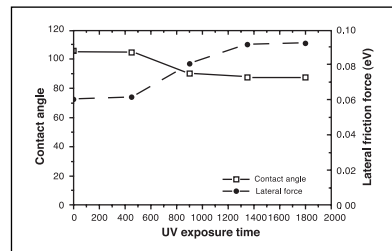


그림 13. Water contact angle and lateral friction force as function of UV exposure time at room temperature

수 있음을 기대할 수 있다. UV성형과 같은 경우 SAM의 분자 결합을 깨뜨리는 고에너지의 광선은 UV 경화 폴리머에 의해 대부분 흡수되는 것을 고려할 때 90회 이상의 공정에서도 SAM특성이 유지될 것을 기대할 수 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 패턴드 미디어의 제작을 위해, 금속 나노 스탬퍼를 제작하고 폴리머 나노 패턴을 성형하여 제작하는 공정을 제시하였다. 폴리머 나노 패턴의 표면 형상 및 표면 거칠기를 분석함으로써, 본 연구에서 제안한 방법이 패턴드 미디어 양산공정에 충분히 적용 가능성을 확인하였다. 성형된 폴리머 나노 패턴 위에 자성층을 증착함으로써 단자구가 형성되었음을 확인하였다. 그러나 패턴 크기가 미세해짐에 따라 복제된 폴리머 패턴 형상 및 크기가 불안정한 것을 확인하였다. 이를 해결하기 위한 대안으로서 나노 복제공정의 금속 나노 스탬퍼에 SAM을 점착방지막으로 적용하였다. 수분 접촉각 측정과 LFM을 이용한 표면마찰력 측정을 통해 SAM이 증착된 스탬퍼의 이형성 향상을 확인하였다. 또한, 나노 성형 공정에서 SAM의 특성 변화를 연구하기 위하여, 실제 성형온도 및 UV 조사에 따른 접촉각 및 표면마찰력 변화를 통해 SAM의 점착방지막으로서 가능성을 확인하였다.

본 연구를 통하여 제작된 금속 나노 스탬퍼 제작 기술과 SAM 특성 연구 결과를 기초로 하여, 패턴드 미디어 양산을 위한 나노 사출성형 실험이 진행 중에 있다.

후 기

본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 나노메카트로닉스 기술개발사업단의 연구비 지원(M102KN010001-03K1401-00610)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] R. L. White, R. M. H. New, and R. F. W. Pease, "Patterned media: a viable route to 50 Gbit/in² and up for magnetic recording", IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 33, No. 1, pp.990-995, 1997.
- [2] P. B. Fischer and S. Y. Chou, "10 nm electron beam lithography and sub-50 nm overlay using a modified scanning electron microscope", Appl. Phys. Lett., Vol. 62, pp. 2989 ~ 2991, 1993.
- [3] S. Ganesan, C. M. Park, K. Hattori, H. C. Park, R. L. White, H. Koo, and R. D. Gomez, "Properties of lithographically formed cobalt and cobalt alloy single crystal patterned media", IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 36, No.5, pp.2987-2989, 2000.
- [4] T. Aoyama, K. Uchiyama, T. Kagotani, K. Hattori, Y. Wada, S. Okawa, H. Hatate, H. Nishio, and I. Sato, "Fabrication and properties of CoPt patterned media with perpendicular magnetic anisotropy", IEEE

- Transactions on Magnetics, Vol. 37, No. 4, pp.1646-1648, 2001.
- [5] C. T. Rettner, M. E. Best, and B. D. Terris, "Patterning of granular magnetic media with a focused ion beam to produce single-domain islands at > 140 Gbit/in²", IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 37, No. 4, pp.1649-1651, 2001.
- [6] K. Koike, H. Matsuyama, Y. Hirayama, K. Tanahashi, T. Kanemura, O. Kitakami, and Y. Shimada, "Magnetic block array for patterned media", Appl. Phys. Lett., Vol. 78, No. 6, pp.784-786, 2001.
- [7] S. Y. Chou, P. R. Krauss, and P. J. Renstrom, "Imprint lithography with 25-nanometer resolution", Science, Vol. 272, pp.85-87, 1996.
- [8] H. Hiroshima, M. Komuro, S. Inoue, N. Kasahara, J. Taniguchi, and I. Miyamoto, "Uniformity in patterns imprinted using photo-curable liquid polymer", Microprocesses and Nanotechnology Conference, 2001 International, pp.102-103, 2001.
- [9] Y. Hirai, N. Takagi, H. Toyota, S. Harada, T. Yotsuta, and Y. Tanaka, "Nano chamber fabrication on an acrylic plate by direct nano imprint lithography using quartz mold", Microprocesses and Nanotechnology Conference, 2001 International, pp.104-105, 2001.
- [10] L. J. Heydermann, H. Schiff, C. David, B. Ketter, M. Auf der Maur, and J. Gobrecht, "Nanofabrication using hot embossing lithography and electroforming", Microelectronic Engineering, Vol. 57-58, pp.375-380, 2001.
- [11] G. M. McClelland, M. W. Hart, C. T. Rettner, M. E. Best, K. R. Cartner, B. D. Terris, "Nanoscale patterning of manetic islands of imprint lithography using a flexible mold", Appl. Phys. Lett., Vol. 81, No. 8, pp.1483-1485, 2002.
- [12] S. Moon, N. Lee, and S. Kang, "Fabrication of a microlens array using micro-compression molding with an electroformed mold insert", Journal of Micromechanics and Microengineering, Vol. 13, No. 1, pp.98-103, 2003.
- [13] K. Seong, S. Moon, and S. Kang, "An optimum design of replication process to improve optical and geometrical properties in DVD-RAM substrate", J. Inf. Stor. Process. Syst. Vol. 3, pp. 169-176, 2001
- [14] Younan Xia, et al, "Pattern transfer: Self- assembled monolayers as ultrathin resists", Microelectronic Engineering, Vol. 32, Issues 1-4, pp. 255-268, 1996.
- [15] Mekahalif et al, "Elaboration of self-assembled monolayer of n-alkanethiols on nickel polycrystalline substrates: time, concentration, and solvent effects", Langmuir, 19, pp. 637-645, 2003.
- [16] M. Bender et al, "Multiple imprinting in UV-based nanoimprint lithography: related material issues", Microelectronic Engineering, Vol. 61-62, pp. 407-413, 2002.



강 신 일

· 소 속 : 연세대학교 기계공학부 교수
 · 관심분야 : 나노패터닝, 마이크로/나노 성형, 마이크로 광학 성형
 · E-mail : snlkang@yonsei.ac.kr