

극초미세형상 패터닝이 가능한 고온엠보싱 장비기술

■ 보유기관 한국기계연구원

■ 주요 발명자 이재종/박희창

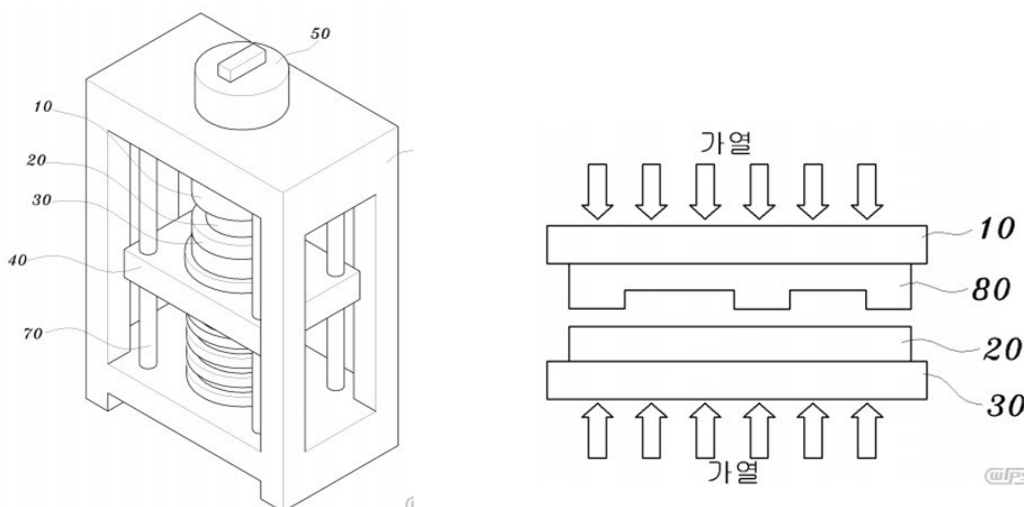
■ 권리사항	등록
· 출원번호	10-2006-0052140
· 출원일	2006년 06월 09일
· 현재상태	<input checked="" type="checkbox"/> 등록 <input type="checkbox"/> 공개(심사중) <input type="checkbox"/> 미공개
■ 기술완성도	<input type="checkbox"/> 기초연구단계 <input type="checkbox"/> 실험단계 <input checked="" type="checkbox"/> 시작품단계 <input type="checkbox"/> 제품화단계

■ 적용가능분야 및 목표시장 디스플레이 제조업체, 유연기판 소자제조 업체, Si태양전지 및 박막 태양전지 제조업체, 나노/바이오소자 분야 및 나노장비 업체

■ 기술 개요

본 발명은 열판 및 상기 열판을 적용한 고온 엠보싱 나노 임프린트 리소그래피에 관한 것으로, 6인치 이하 크기의 기판에 나노-마이크로수준의 극초미세 형상을 패터닝할 수 있는 기술임

■ 기술 개념도



[그림] 개념도

■ 기술 내용 및 동향

[상세 기술 내용]

본 발명은 열판 및 상기 열판을 적용한 고온 엠보싱 나노 임프린트 리소그래피 장치에 관한 것으로, 상기 열판은 육면체 형상의 모재의 측면에 길이 방향으로 다수 개의 관통홀(냉각홀, 가열홀)을 규칙적으로 형성하고, 상기 모재가 가열 또는 냉각이 되도록 가열수단 및 냉각수단을 구비하며, 상기 냉각홀 및 가열홀은 서로 엇갈리게 배치하는 것을 특징으로 함. 상기 가열수단은 해당 관통홀(가열홀) 내에 삽입된 일자형 카트리지 히터인 것이 바람직하며, 또한 어느 하나의 냉각홀, 상기 냉각홀과 이웃하는 냉각홀을 통과하는 기체의 이동 방향이 서로 반대이며, 상기 냉각홀 및 가열홀은 서로 엇갈리게 배치하는 것을 특징으로 함

이상에서와 같이, 본 발명은 열판 본체(모체) 내부에 일자형 히터와 냉각홀을 병렬로 배치하여 가열과 냉각 기능을 동시에 제공함으로써 열판의 구조가 단순하여 프레스 압력에 대응하기 쉬우며 무엇보다 대면적으로 확장성이 뛰어나

[기술의 특징점]

6인치 크기에서 Si 웨이퍼를 포함하여 유연한 폴리머에 패터닝할 수 있는 장비기술은 개발되었으나 자동으로 기판을 공급해주는 기능 등이 포함된 자동화 시스템은 개발되어 있지 않았으며, 기존 고온 엠보싱장비는 독일 Suss Microtec, 오스트리아 EVG 등에서 개발하여 상용화되어 있으나, 이 기술들은 동일하게 실리콘 웨이퍼를 사용하도록 되어 있고, 진공분위기를 이용하도록 되어 기판 종류에 제약이 있음

또한 기존 장비는 진공챔버를 사용함으로써 기판크기 및 스템프의 재질에 제약을 받으며 크기가 큰 경우 작업이 어려우며, 작업압력을 제어할 수 없고, 스템프와 기판을 변경하여 연속 작업을 수행할 수 없으며, 시스템의 확장성이 낮아 롤 이송장치 등을 이용한 연속작업을 수행하는데 어려움이 있음

이에 유연스템프를 포함한 작업성의 한계를 극복하고, 대면적에서의 패턴균일도를 향상시켜야 하는 문제가 있었으며, 본 발명은 이와 같은 문제를 해결하는데 있어 다음과 같은 장점을 가짐

- 대면적에서 패턴균일도 :

- ① 가열/냉각장치의 크기를 조정하여 6인치 이상에서도 작업이 가능하며, 6인치 Si기판에 폴리머를 도포한 후 고온 엠보싱공정을 통하여 50nm 패턴에서 95% 이상의 패턴균 일도를 유지할 수 있음
- ② 6인치이상 8인치까지도 확장성이 있으며, 가열과 냉각속도가 빠름
- ③ 고세장비의 나노패터닝이 가능함

- 유연스템프를 포함한 작업성 향상 :

기존 장비에 비해서 Ni, Si, Glass, PMMA, PC, PET 등과 같은 다양한 스템프를 사용할 수 있어 다양한 응용이 가능하며, 개발시스템의 유연기판 연속공급 및 가열/냉각 플레이트의 크기를 조정함으로써 시스템의 확장성을 높일 수 있음

- 연속작업이 가능한 고온 엠보싱장비 :

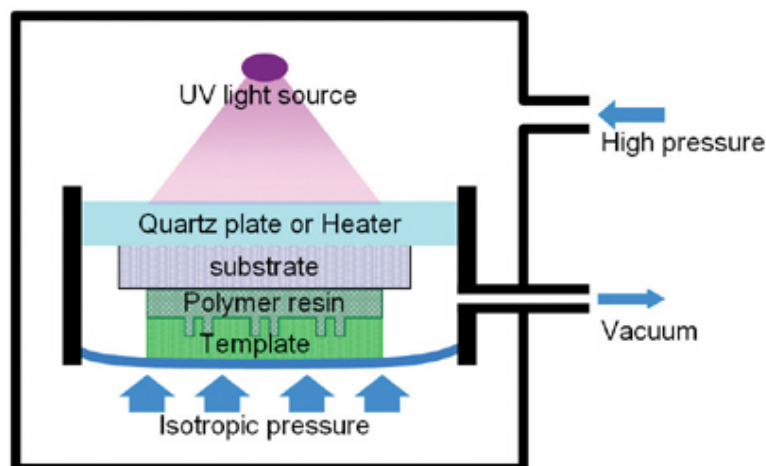
개발시스템의 유연기판의 연속공급용 롤 유닛과 가열/냉각 플레이트의 크기를 조정함으로써 연속작업이 가능함

- 50nm선폭을 Si 스템프를 이용하여 Si 기판에 PMMA와 열가소성 폴리머를 코팅한 고온엠보싱 공정을 수행한 결과 최대 96% 수준의 패턴전사 균일도를 확보했으며, PUA와 Polycarbonate 필름에 직접 패턴전사가 가능하고, 전사된 Polycarbonate 필름을 스템프로 사용하여 PMMA에 동일한 패턴을 전사함
- Polycarbonate 필름에 기능성렌즈 패턴링을 함으로써 별도의 공정없이 기능성 렌즈 구현 가능
- 또한 , 이를 이용할 경우 Si 태양전지 및 박막태양전지 패턴링에 사용가능함을 확인
- Micro Engineering 등에 다수의 SCI 논문을 게재함으로써 기술의 우수성을 입증

[기술동향]

프린스턴 대학의 Stephen Chou 교수에 의하여 처음 제안된 나노 임프린트 리소그래피 (nano-imprint lithography) 기술은 나노 구조물 및 나노 소자를 경제적으로 대량생산 가능하게 하는 기술로 각광받고 있으며, 나노 임프린트 리소그래피 방법이란, 나노급 표면 요철패턴을 갖는 템플레이트(스탬프)와, 성형이 가능한 고분자 또는 경화 가능한 저분자를 포함하는 액상의 레진을 사용하여 기계적으로 압착하고 경화시킴으로써 기판 표면에 템플레이트 요철패턴의 역상을 형성하는 기술임

나노 임프린트 리소그래피 기술은 사용 레진의 경화방법에 따라 열 경화 방식 또는 자외선 경화 방식으로 나눌 수 있는데, 열 경화 방식의 경우 액상의 저분자 물질에 열경화 개시제가 포함된 레진을 사용하며, 압착 공정 중 특정 온도 이상으로 레진을 가열함으로써 경화가 진행되고, 자외선 경화방식의 나노 임프린트 리소그래피의 경우 열 경화 개시제(thermal initiator)를 대신하여 자외선 경화 개시제(UV initiator)가 포함되는 레진을 사용함.



나노 임프린트 리소그래피와 비슷한 개념의 나노 패턴링 방법으로 핫엠보싱 (hot-embossing) 방법을 들 수 있는데, 핫 엠보싱 방법은 열가소성 고분자 및 유리 등 재료의 기판을 유리전이온도 이상으로 가열한 후 나노미터 크기의 구조물을 갖는 템플레이트로 기판 표면을 기계적으로 압착하여 표면 위에

템플레이트의 패턴을 전사하는 방법임

이렇듯 핫 엠보싱 방법은 나노 임프린팅 공정과 고분자 사출 성형 공정이 혼합된 신 개념의 공정으로 폴리머 기판 표면의 나노급 패턴형성에는 그 어떤 방법보다 경제적이고 효과적인 패터닝 방법이며, 핫 엠보싱 방법을 사용하면 유연 고분자 기판을 포함하는 다양한 고분자 기판 위에 나노미터 크기의 패턴을 경제적으로 형성할 수 있으므로 다양한 종류의 고부가가치 부품을 생산할 수 있음

나노 프린팅 기술 또한 나노 임프린트 리소그래피의 확대된 기술로써, 공정시간이 짧고, 공정이 매우 단순하며 공정비용이 상대적으로 낮은 공법이며, 나노 임프린트 리소그래피가 기판에 도포된 고분자 resist를 스탬프를 이용해 가압하여 패턴을 형성하였다면, 나노 프린팅 기술은 기판과 몰드 사이의 표면에너지 차이를 이용한 전사를 기본 원리로 한 패턴 형성 공법임

[경쟁사 제품 현황]

기업	제품 및 기술
태현 메가텍	- 나노/마이크로 형상을 포함하는 극초미세 형상부품(예: 소형 LCD, 고에너지 부품 등)을 대량생산할 수 있는 고온 엠보싱 장비의 핵심요소기술 및 대면적 엠보싱 장비의 상품화기술을 개발
한국기계 연구원	- 극초미세형상 패터닝이 가능한 고온엠보싱 장비기술
AP 시스템	- 차세대 미세 패터닝 장비, - 플렉서블용 유리기판 박리 장비(LLO) - 8세대급 대형기판용 ELA 및 봉지장비 개발 완료
KAIST	- 10nm대 초미세 나노패터닝 기술개발
ASML(NL)	- 네덜란드 장비업체로 우리나라 삼성이나 SK 하이닉스 등에도 장비를 공급 - 기판에 미세 전자회로를 그리는 리소그래피가 주력임

■ 관련 기술

출원번호	10-2006-0052140
1 발명의 명칭	열판 및 상기 열판을 적용한 고온엠보싱 나노임프린트 리소그래피 장치

■ 시장 동향

[시장 정의 및 시장규모]

나노융합산업은 기존 제품에 나노기술을 접목해 획기적으로 개선 또는 혁신하거나, 전혀 새로운 나노기능에 의해 창출되는 신산업으로 세계 시장규모는 2015년까지 약 3조 달러 이상으로 예상되며, 나노시장을 본격적으로 열기 위해서는 경제적인 나노생산기술이 반드시 필요하고, 대표적인 기술이 바로 나노 임프린트 리소그래피(NIL)임

이 기술은 현재 반도체 핵심 패터닝 제조 공정인 광 리소그래피와 경쟁해 대체하거나 혼용하는 방법으로 사용될 수 있는 차세대 나노생산기술로 주목받고 있음

나노임프린트 리소그래피는 나노구조물이 각인된 스탬프를 사용해 도장을 찍듯 기판 상에 나노구조물을 전사하는 공정으로, 전량 수입에 의존하는 수백억대 노광장비로도 구현이 어려운 10_{nm}급 패턴 형성도 가능한 장점이 있으며, 나노반도체소자나 정보저장기, 디스플레이, 조명 등 다양한 분야에 적용이 가능하기 때문에 미국 과학재단(NSF)은 나노임프린트 리소그래피 분야가 10년 안에 3000억~3500억 달러 규모의 시장을 형성할 것으로 예측함

2012년~2017년까지 세계 반도체 제조장비 지출 전망

(단위: 미화 백만)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
반도체 자본지출(\$M)	58,742.8	56,704.5	64,745.6	71,305.9	68,790.4	72,399.6
성장률	-11.9%	-3.5%	14.2%	10.1%	-3.5%	5.2%
자본장비(\$M)	37,833.2	35,761.6	42,591.0	47,488.8	44,712.0	48,580.9
성장률	-16.1%	-5.5%	19.1%	11.5%	-5.8%	8.7%
Wafer Level 생산 장비(\$M)	31,445.8	29,900.7	35,293.4	40,400.0	38,867.7	42,179.1
성장률	-17.8%	-4.9%	18.0%	14.5%	-3.8%	8.5%
Wafer Fab 장비 (\$M)	29,644.2	27,957.3	32,831.5	37,750.5	36,344.4	39,215.4
성장률	-18.5%	-5.7%	17.4%	15.0%	-3.7%	7.9%
Wafer Level 패키징, 조립 장비(\$M)	1,801.6	1,943.4	2,461.9	2,649.5	2,523.3	2,963.7
성장률	-3.1%	7.9%	26.7%	7.6%	-4.8%	17.5%
Die-Level 패키징, 조립 장비 Die-Level Packaging 및 Assembly Equipment (\$M)	3,867.3	3,503.7	4,258.9	3,922.5	3,232.1	3,548.2
성장률	-10.5%	-9.4%	21.6%	-7.9%	-17.6%	9.8%
자동화 테스트 장비 (\$M)	2,520.0	2,357.2	3,038.7	3,166.3	2,612.2	2,853.5
성장률	0.4%	-6.5%	28.9%	4.2%	-17.5%	9.2%
그외 지출 (\$M)	20,909.6	20,943.0	22,143.3	23,815.1	24,401.2	24,067.9
성장률	-3.1%	0.2%	5.7%	7.6%	2.5%	-1.4%

〈출처 : 가트너 (2013년 6월)〉

■ 문의처

· 소속	기술마케팅팀
· 담당자	오정민
· 연락처	042-868-7532, ojm@kimm.re.kr