(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0095539
(43) 공개일자 2021년08월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/677 (2006.01) *H01L 21/52* (2006.01)
H01L 21/683 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/67721 (2013.01)
H01L 21/52 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0099895
(22) 출원일자 2020년08월10일
심사청구일자 2020년08월10일
(30) 우선권주장
1020200008995 2020년01월23일 대한민국(KR)

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
변동진
서울특별시 강남구 영동대로114길 71-3, 101동 503호(삼성동, 삼성 대우멤버스카운티1차)
정우섭
경상남도 김해시 계동로102번길 24, 409동 1405호(대청동, 갑오마을부영아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
박상열, 최내윤

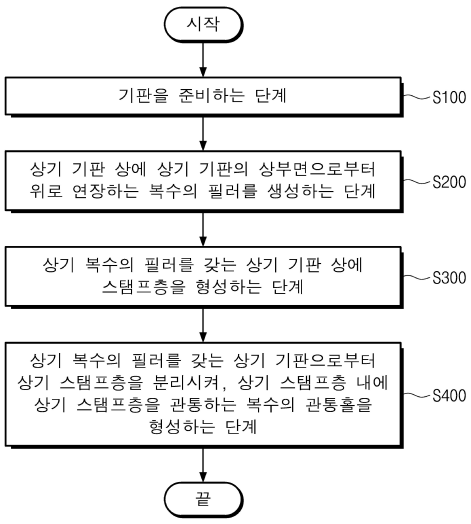
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **마이크로 소자의 전사 헤드 및 그 제조 방법, 그리고 마이크로 소자의 전사 방법**

(57) 요 약

마이크로 소자의 전사 헤드 제조 방법이 제공된다. 상기 마이크로 소자의 전사 헤드 제조 방법은, 기판을 준비하는 단계, 상기 기판 상에 상기 기판의 상부면으로부터 위로 연장하는 복수의 필러를 생성하는 단계, 상기 복수의 필러를 갖는 상기 기판 상에 스탬프층을 형성하는 단계, 및 상기 복수의 필러를 갖는 상기 기판으로부터, 상기 스탬프층을 분리시켜, 상기 스탬프층 내에 상기 스탬프층을 관통하는 복수의 관통홀을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H01L 21/67144 (2013.01)
H01L 21/6838 (2013.01)
(72) 발명자
조승희
서울특별시 노원구 동일로207길 184, 111동 1501호(하계동, 학여울청구아파트)
안민주
서울특별시 종로구 종로66길 28, 911호(숭인동, 종로 중흥 S클래스)
심규연
경기도 고양시 일산동구 강촌로 114, 507동 204호(백석동, 백송마을5단지아파트)
강성호
서울특별시 성북구 안암로9가길 9-16, 211호(안암동4가, 안암맨션)

명 세 서

청구범위

청구항 1

기판을 준비하는 단계;

상기 기판 상에 상기 기판의 상부면으로부터 위로 연장하는 복수의 필러를 생성하는 단계;

상기 복수의 필러를 갖는 상기 기판 상에 스탬프층을 형성하는 단계; 및

상기 복수의 필러를 갖는 상기 기판으로부터, 상기 스탬프층을 분리시켜, 상기 스탬프층 내에 상기 스탬프층을 관통하는 복수의 관통홀을 형성하는 단계를 포함하되,

상기 스탬프층의 제1 면에 형성된 상기 복수의 관통홀의 제1 개구부들에 진공척이 부착되고, 상기 스탬프층의 제2 면에 형성된 상기 복수의 관통홀의 제2 개구부들에 마이크로 소자들이 흡탈착되는 마이크로 소자의 전사 헤드 제조 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 복수의 관통홀을 형성하는 단계에서 상기 관통홀은,

상기 스탬프층의 상기 제1 면에 형성된 상기 제1 개구부의 직경이 상기 제2 면에 형성된 상기 제2 개구부의 직경 보다 크도록 형성된 것을 포함하는 마이크로 소자의 전사 헤드 제조 방법.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 스탬프층을 형성하는 단계 이후 상기 복수의 관통홀을 형성하는 단계 이전,

상기 필러가 상기 스탬프층 위로 돌출된 상태에서, 상기 스탬프층 상에 접지 박막을 형성하는 단계를 더 포함하는 마이크로 소자의 전사 헤드 제조 방법.

청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 복수의 관통홀을 형성하는 단계에서 상기 기판으로부터 상기 스탬프층이 분리되는 경우,

상기 접지 박막에는, 상기 복수의 관통홀과 각각 연통되는 복수의 흡입구가 형성되는 것을 포함하는 마이크로 소자의 전사 헤드 제조 방법.

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 복수의 필러를 생성하는 단계에서,

상기 기판은, 50℃ 초과 70℃ 미만의 온도로 열처리되는 것을 포함하는 마이크로 소자의 전사 헤드 제조 방법.

청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 스탬프층을 형성하는 단계는,

상기 기판 상에 상기 필러를 감싸도록 스탬프 소스 용액을 제공하는 단계; 및

상기 스탬프 소스 용액을 경화시키는 단계를 포함하되,

상기 스탬프 소스 용액은 자외선에 의하여 경화되는 것을 포함하는 마이크로 소자의 전사 헤드 제조 방법.

청구항 7

진공 공간을 갖는 진공척; 및

상기 진공척의 일면 상에 배치되고, 2차원적으로 배열된 복수의 관통홀을 갖는 스탬프층을 포함하되,

2차원적으로 배열된 복수의 상기 관통홀은 상기 스탬프층의 두께 방향으로 연장되어 상기 진공척의 상기 진공 공간과 연통되는 것을 포함하는 마이크로 소자의 전사 헤드.

청구항 8

제7 항에 있어서,

상기 스탬프층은, 상기 진공척과 접촉되는 제1 면 및 상기 제1 면과 대향하는 제2 면을 포함하고,

상기 제1 면에 형성된 상기 관통홀의 제1 개구부의 직경은, 상기 제2 면에 형성된 상기 관통홀의 제2 개구부의 직경보다 큰 것을 포함하는 마이크로 소자의 전사 헤드.

청구항 9

제8 항에 있어서,

상기 스탬프층의 상기 제2 면 상에 배치되고, 상기 복수의 관통홀 각각과 연통되는 복수의 흡입구를 갖는 접지 박막을 더 포함하는 마이크로 소자의 전사 헤드.

청구항 10

제9 항에 있어서,

상기 진공척은 상기 진공 공간과 연통되는 복수의 진공홀을 갖되,

상기 스탬프층은 상기 복수의 관통홀 각각이 상기 복수의 진공홀 각각과 연통되도록, 상기 진공척의 상기 일면 상에 배치되는 것을 포함하는 마이크로 소자의 전사 헤드.

청구항 11

제7 항에 있어서,

상기 스탬프층은, 고분자 물질을 포함하는 마이크로 소자의 전사 헤드.

청구항 12

복수의 마이크로 소자를 갖는 웨이퍼, 및 제8 항에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드를 갖는 전사 장치를 준비하

는 단계;

상기 웨이퍼 상으로 상기 마이크로 소자의 전사 헤드를 이동시키는 단계;

상기 마이크로 소자의 전사 헤드의 복수의 상기 관통홀이 상기 마이크로 소자에 인접하고, 상기 진공척에 의해 복수의 상기 관통홀 내부가 상대적으로 고진공 상태가 되어, 복수의 상기 마이크로 소자가 복수의 상기 관통홀에 흡착되는 단계;

타겟 기판 상으로 상기 마이크로 소자의 전사 헤드가 이동되는 단계; 및

복수의 상기 관통홀 내부가 상대적으로 저진공 상태가 되어, 복수의 상기 관통홀에 흡착된 복수의 상기 마이크로 소자가 탈착되고, 상기 타겟 기판 상으로 전사되는 단계를 포함하는 마이크로 소자의 전사 방법.

청구항 13

제12 항에 있어서,

상기 마이크로 소자는, 마이크로 LED를 포함하는 마이크로 소자의 전사 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 마이크로 소자의 전사 헤드 및 그 제조 방법, 그리고 마이크로 소자의 전사 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 스탬프층을 통해 마이크로 소자들을 타겟 기판으로 전사하는 마이크로 소자의 전사 헤드 및 그 제조 방법, 그리고 마이크로 소자의 전사 방법에 관련된 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 LED를 활용한 저전력 유연 디스플레이, 인체 내 삽입형 광유전학 치료 등과 같이 다양한 LED 응용제품에서 기존 대비 수배에서 수십 배 작은 크기인 마이크로 LED를 새롭게 적용하려는 시도가 진행되고 있다.

[0003] 기존의 LED는 최소 200um 이상의 크기이기 때문에 다이본딩(Die bonding) 공정을 이용하여 LED를 픽업(Pick up)하고 원하는 위치에 붙여 실장하는 것이 가능하였다. 이때 칩을 잡아주는 진공구멍인 Collet 크기는 최소 80um ~ 100um의 크기를 가지기 때문에 80um 이하의 크기를 가지는 마이크로 소자의 경우 기존의 방법대로 LED 칩을 실장하는 것은 어려운 일이다.

[0004] 또한 4K(3840 X 2160) 디스플레이의 경우 24.9 백만 개의 마이크로 LED 칩이 실장되어야 하기 때문에 이를 개별 칩 단위로 실장한다면, 공정비용과 시간이 매우 늘어나 양산이 불가능하다.

[0005] 이를 위해, 웨이퍼 상의 마이크로 LED를 목표기판에 직접 접합하는 직접전사기술과, 정전 또는 접합 스탬프(stamp)와 같은 중간 매개체를 활용하는 인쇄전사 기술 등 다양한 전사기술이 연구 및 개발되고 있다. 예를 들어, 대한민국 특허 공개번호 10-2020-0059019(출원번호: 10-2018-0143825, 출원인: 삼성전자주식회사)에는, 제1 기판에 배치된 복수의 마이크로 LED를 상기 제1 기판과 크기가 다른 중계 기판에 배치하는 전송 파트, 상기 복수의 마이크로 LED 각각의 특성 정보가 저장된 메모리, 및 상기 저장된 특성 정보에 기초하여 상기 중계 기판 상에서의 상기 복수의 마이크로 LED 각각의 배치 위치를 결 정하고, 상기 결정된 배치 위치에 상기 복수의 마이크로 LED를 전사하도록 상기 전송 파트를 제어하는 프로세서를 포함하는 마이크로 LED 전사 장치가 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국 특허 공개번호 10-2020-0059019

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명이 해결하고자 하는 일 기술적 과제는, 대량으로 마이크로 소자를 전사할 수 있는 마이크로 소자의 전사 헤드 및 그 제조 방법, 그리고 마이크로 소자의 전사 방법을 제공하는 데 있다.

[0008] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 기술적 과제는, 마이크로 소자를 선택적으로 전사할 수 있는 마이크로 소자의 전사 헤드 및 그 제조 방법, 그리고 마이크로 소자의 전사 방법을 제공하는 데 있다.

[0009] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 기술적 과제는, 전사 공정의 신뢰성이 향상된 마이크로 소자의 전사 헤드 및 그 제조 방법, 그리고 마이크로 소자의 전사 방법을 제공하는 데 있다.

[0010] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 기술적 과제는, 전사 대상인 마이크로 소자의 손상이 최소화된 마이크로 소자의 전사 헤드 및 그 제조 방법, 그리고 마이크로 소자의 전사 방법을 제공하는 데 있다.

[0011] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 기술적 과제는, 장수명의 마이크로 소자의 전사 헤드 및 그 제조 방법, 그리고 마이크로 소자의 전사 방법을 제공하는 데 있다.

[0012] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 상술된 것에 제한되지 않는다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기 기술적 과제를 해결하기 위해, 본 발명은 마이크로 소자의 전사 헤드 제조 방법을 제공한다.

[0014] 일 실시 예에 따르면, 상기 마이크로 소자의 전사 헤드 제조 방법은, 기판을 준비하는 단계, 상기 기판 상에 상기 기판의 상부면으로부터 위로 연장하는 복수의 필러를 생성하는 단계, 상기 복수의 필러를 갖는 상기 기판 상에 스탬프층을 형성하는 단계, 및 상기 복수의 필러를 갖는 상기 기판으로부터, 상기 스탬프층을 분리시켜, 상기 스탬프층 내에 상기 스탬프층을 관통하는 복수의 관통홀을 형성하는 단계를 포함하되, 상기 스탬프층의 제1 면에 형성된 상기 복수의 관통홀의 제1 개구부들에 진공척이 부착되고, 상기 스탬프층의 제2 면에 형성된 상기 복수의 관통홀의 제2 개구부들에 마이크로 소자들이 흡탈착 될 수 있다.

[0015] 일 실시 예에 따르면, 상기 복수의 관통홀을 형성하는 단계에서 상기 관통홀은, 상기 스탬프층의 상기 제1 면에 형성된 상기 제1 개구부의 직경이 상기 제2 면에 형성된 상기 제2 개구부의 직경 보다 크도록 형성된 것을 포함할 수 있다.

[0016] 일 실시 예에 따르면, 상기 마이크로 소자의 전사 헤드 제조 방법은, 상기 스탬프층을 형성하는 단계 이후 상기 복수의 관통홀을 형성하는 단계 이전, 상기 필러가 상기 스탬프층 위로 돌출된 상태에서, 상기 스탬프층 상에 접지 박막을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0017] 일 실시 예에 따르면, 상기 복수의 관통홀을 형성하는 단계에서 상기 기판으로부터 상기 스탬프층이 분리되는 경우, 상기 접지 박막에는, 상기 복수의 관통홀과 각각 연통되는 복수의 흡입구가 형성되는 것을 포함할 수 있다.

[0018] 일 실시 예에 따르면, 상기 복수의 필러를 생성하는 단계에서, 상기 기판은, 50℃ 초과 70℃ 미만의 온도로 열처리되는 것을 포함할 수 있다.

[0019] 일 실시 예에 따르면, 상기 스탬프층을 형성하는 단계는, 상기 기판 상에 상기 필러를 감싸도록 스탬프 소스 용액을 제공하는 단계, 및 상기 스탬프 소스 용액을 경화시키는 단계를 포함하되, 상기 스탬프 소스 용액은 자외선에 의하여 경화되는 것을 포함할 수 있다.

[0021] 상기 기술적 과제를 해결하기 위해, 본 발명은 마이크로 소자의 전사 헤드를 제공한다.

[0022] 일 실시 예에 따르면, 상기 마이크로 소자의 전사 헤드는 진공 공간을 갖는 진공척, 및 상기 진공척의 일면 상에 배치되고, 2차원적으로 배열된 복수의 관통홀을 갖는 스탬프층을 포함하되, 2차원적으로 배열된 복수의 상기 관통홀은 상기 스탬프층의 두께 방향으로 연장되어 상기 진공척의 상기 진공 공간과 연통되는 것을 포함할 수 있다.

[0023] 일 실시 예에 따르면, 상기 스탬프층은, 상기 진공척과 접촉되는 제1 면 및 상기 제1 면과 대향하는 제2 면을

포함하고, 상기 제1 면에 형성된 상기 관통홀의 제1 개구부의 직경은, 상기 제2 면에 형성된 상기 관통홀의 제2 개구부의 직경보다 큰 것을 포함할 수 있다.

[0024] 일 실시 예에 따르면, 상기 마이크로 소자의 전사 헤드는 상기 스탬프층의 상기 제2 면 상에 배치되고, 상기 복수의 관통홀 각각과 연통되는 복수의 흡입구를 갖는 접지 박막을 더 포함할 수 있다.

[0025] 일 실시 예에 따르면, 상기 진공척은 상기 진공 공간과 연통되는 복수의 진공홀을 갖되, 상기 스탬프층은 상기 복수의 관통홀 각각이 상기 복수의 진공홀 각각과 연통되도록, 상기 진공척의 상기 일면 상에 배치되는 것을 포함할 수 있다.

[0026] 일 실시 예에 따르면, 상기 스탬프층은, 고분자 물질을 포함할 수 있다.

[0028] 상기 기술적 과제를 해결하기 위해, 본 발명은 마이크로 소자의 전사 방법을 제공한다.

[0029] 일 실시 예에 따르면, 상기 마이크로 소자의 전사 방법은, 복수의 마이크로 소자를 갖는 웨이퍼, 및 상기 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드를 갖는 전사 장치를 준비하는 단계, 상기 웨이퍼 상으로 상기 마이크로 소자의 전사 헤드를 이동시키는 단계, 상기 마이크로 소자의 전사 헤드의 복수의 상기 관통홀이 상기 마이크로 소자에 인접하고, 상기 진공척에 의해 복수의 상기 관통홀 내부가 상대적으로 고진공 상태가 되어, 복수의 상기 마이크로 소자가 복수의 상기 관통홀에 흡착되는 단계, 타겟 기판 상으로 상기 마이크로 소자의 전사 헤드가 이동되는 단계, 및 복수의 상기 관통홀 내부가 상대적으로 저진공 상태가 되어, 복수의 상기 관통홀에 흡착된 복수의 상기 마이크로 소자가 탈착되고, 상기 타겟 기판 상으로 전사되는 단계를 포함할 수 있다.

[0030] 일 실시 예에 따르면, 상기 마이크로 소자는, 마이크로 LED를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0031] 본 발명의 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드 제조 방법은, 기판을 준비하는 단계, 상기 기판 상에 상기 기판의 상부면으로부터 위로 연장하는 복수의 필러를 생성하는 단계, 상기 복수의 필러를 갖는 상기 기판 상에 스탬프층을 형성하는 단계, 및 상기 복수의 필러를 갖는 상기 기판으로부터, 상기 스탬프층을 분리시켜, 상기 스탬프층 내에 상기 스탬프층을 관통하는 복수의 관통홀을 형성하는 단계를 포함하되, 상기 스탬프층의 제1 면에 형성된 상기 복수의 관통홀의 제1 개구부들에 진공척이 부착되고, 상기 스탬프층의 제2 면에 형성된 상기 복수의 관통홀의 제2 개구부들에 마이크로 소자들이 흡탈착 될 수 있다.

[0032] 이에 따라, 전사 대상인 상기 마이크로 소자의 패턴에 맞춰, 상기 관통홀을 용이하게 형성할 수 있으므로, 웨이퍼 상에 배치된 상기 마이크로 소자를 선택적으로 전사할 수 있다. 뿐만 아니라, 상기 관통홀을 복수로 형성할 수 있으므로, 상기 마이크로 소자를 대량으로 전사할 수 있다.

[0033] 또한, 상기 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드는, 상기 복수의 관통홀 각각과 연통되는 복수의 흡입구를 갖는 접지 박막을 더 포함하고, 상기 접지 박막이 상기 마이크로 소자와 접촉되어, 상기 마이크로 소자를 흡탈착 할 수 있다. 이 경우, 상기 접지 박막에 의하여 상기 마이크로 소자에 발생되는 정전기가 예방되므로, 상기 마이크로 소자의 손상이 최소화될 수 있다.

[0034] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드는, 상대적으로 직경이 큰 제1 개구부가 상기 진공척의 진공 공간과 연통되고, 상대적으로 직경이 작은 상기 제2 개구부를 통해 상기 마이크로 소자(ML)를 흡탈착할 수 있다. 이에 따라, 상기 마이크로 소자의 전사 공정 신뢰도가 향상될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0035] 도 1은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드 제조 방법을 설명하는 순서도이다.

도 2는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드 제조 방법에 사용되는 기판 및 마스터 몰드를 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드 제조 방법 중 복수의 필러를 생성하는 단계를 나타내는 도면이다.

도 4는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드 제조 방법 중 스탬프층을 형성하는 단계를 나타내는 도면이다.

도 5는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드 제조 방법 중 스탬프층을 관통하는 복수의 관통홀을 형성하는 단계를 나타내는 도면이다.

도 6은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드 제조 방법 중 스탬프층에 진공척이 부착되기 전 스탬프층의 제1 면 및 제2 면의 위치가 바뀌는 상태를 나타내는 도면이다.

도 7은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드 제조 방법 중 스탬프층에 진공척이 부착되는 단계를 나타내는 도면이다.

도 8은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드를 나타내는 도면이다.

, 도 9는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드의 단면도이다.

도 10은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드의 동작 과정을 나타내는 도면이다.

도 11 및 도 12는 관통홀이 없는 마이크로 소자의 전사 헤드를 이용하여 마이크로 소자를 전사하는 경우 발생되는 문제점을 설명하는 도면이다.

도 13은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드를 이용하여 마이크로 소자를 전사하는 경우 발생되는 장점을 설명하는 도면이다.

도 14는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 마이크로 소자의 제조 방법 중 접지 박막을 형성하는 단계를 나타내는 도면이다.

도 15는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 마이크로 소자의 단면도이다.

도 16은 본 발명의 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 방법을 설명하는 순서도이다.

도 17 및 도 18은 본 발명의 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 공정을 나타내는 도면이다.

도 19는 본 발명의 실험 예에 따른 스탬프층의 제조 공정에 사용된 마스터 몰드, 및 마스터 몰드에 의하여 형성된 필러를 촬영한 사진이다.

도 20은 본 발명의 실험 예에 따른 스탬프층을 촬영한 사진이다.

도 21은 본 발명의 실험 예에 따른 스탬프층을 통해 웨이퍼를 흡착한 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0036] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 상세히 설명할 것이다. 그러나 본 발명의 기술적 사상은 여기서 설명되는 실시 예에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화 될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시 예는 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.

[0037] 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소 상에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소 상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 구성요소가 개재될 수도 있다는 것을 의미한다. 또한, 도면들에 있어서, 막 및 영역들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.

[0038] 또한, 본 명세서의 다양한 실시 예 들에서 제1, 제2, 제3 등의 용어가 다양한 구성요소들을 기술하기 위해서 사용되었지만, 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 구성요소를 다른 구성요소와 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 따라서, 어느 한 실시 예에 제 1 구성요소로 언급된 것이 다른 실시 예에서는 제 2 구성요소로 언급될 수도 있다. 여기에 설명되고 예시되는 각 실시 예는 그것의 상보적인 실시 예도 포함한다. 또한, 본 명세서에서 '및/또는'은 전후에 나열한 구성요소들 중 적어도 하나를 포함하는 의미로 사용되었다.

[0039] 명세서에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함한다. 또한, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 배제하는 것으로 이해되어서는 안 된다. 또한, 본 명세서에서 "연결"은 복수의 구성 요소를 간접적으로 연결하는 것, 및 직접적으로 연결하는 것을 모두 포함하는 의미로 사용된다.

[0040] 또한, 하기에서 본 발명을 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지

를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략할 것이다.

[0042] 도 1은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드 제조 방법을 설명하는 순서도이고, 도 2는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드 제조 방법에 사용되는 기판 및 마스터 몰드를 나타내는 도면이고, 도 3은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드 제조 방법 중 복수의 필러를 생성하는 단계를 나타내는 도면이고, 도 4는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드 제조 방법 중 스탬프층을 형성하는 단계를 나타내는 도면이고, 도 5는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드 제조 방법 중 스탬프층을 관통하는 복수의 관통홀을 형성하는 단계를 나타내는 도면이고, 도 6은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드 제조 방법 중 스탬프층에 진공척이 부착되기 전 스탬프층의 제1 면 및 제2 면의 위치가 바뀌는 상태를 나타내는 도면이고, 도 7은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드 제조 방법 중 스탬프층에 진공척이 부착되는 단계를 나타내는 도면이다.

[0043] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 기판(100)이 준비된다(S100). 일 실시 예에 따르면, 상기 기판(100)은 반도체 기판일 수 있다. 이와 달리, 다른 실시 예에 따르면, 상기 기판(100)은 화합물 반도체 기판, 유리 기판, 또는 플라스틱 기판 중 어느 하나일 수 있다. 상기 기판(100)의 종류는 제한되지 않는다.

[0044] 상기 기판(100) 상에 복수의 필러(150)가 생성될 수 있다(S200). 일 실시 예에 따르면, 상기 기판(100) 상에 상기 복수의 필러(150)을 형성하는 단계는, 상기 기판(100) 상에 점착층(110)을 형성하는 단계, 복수의 돌출 패턴(200P)을 포함하는 마스터 몰드(200)를 준비하는 단계, 상기 점착층(110)에 상기 복수의 돌출 패턴(200P)이 점착되도록 상기 기판(100) 및 상기 마스터 몰드(200)를 접촉시키는 단계, 및 상기 점착층(110)에 상기 복수의 돌출 패턴(200P)이 점착된 상태에서, 상기 기판(100)으로부터 상기 마스터 몰드(200)를 이격시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0045] 보다 구체적으로, 상기 기판(100) 상에 포토레지스트(예를 들어, su-8)가 제공되고, 120℃의 온도에서 5분 동안 큐어링(curing)되어 상기 점착층(110)이 형성될 수 있다. 이후, 상술된 바와 같이, 상기 기판(100)과 상기 마스터 몰드(200)를 접촉시키고, 상기 점착층(110)과 상기 복수의 돌출 패턴(200P)이 점착된 상태에서 상기 기판(100) 및 상기 마스터 몰드(200)가 이격될 수 있다. 이 경우, 상기 기판(100)으로부터 상기 마스터 몰드(200)가 이격되는 과정에서, 상기 복수의 돌출 패턴(200P)과 점착된 상태의 상기 점착층(110)은, 상기 기판(100)으로부터 상기 마스터 몰드(200)가 분리되는 방향으로 연장될 수 있다. 이에 따라, 상기 점착층(110)이 일 방향으로 연장된 상기 복수의 필러(150)가 생성될 수 있다.

[0046] 일 실시 예에 따르면, 상기 마스터 몰드(200)는 상기 기판(100)의 상부면과 수직 방향으로 이격될 수 있다. 이에 따라, 상기 복수의 필러(150)는 상기 기판(100) 상에 상기 기판(100)의 상부면으로부터 위로 연장하는 방향으로 생성될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 점착층(110)은, 상기 돌출 패턴(200P)의 높이의 50% 이하의 두께로 형성될 수 있다.

[0047] 일 실시 예에 따르면, 상기 복수의 필러(150)를 생성하는 단계에서, 상기 점착층(110)이 형성된 상기 기판(100)은 50℃ 초과 70℃ 미만의 온도로 열처리될 수 있다. 이 경우, 상기 점착층(110)은 기준 점도를 유지하여, 상기 복수의 필러(150)의 생성 효율이 향상될 수 있다. 이와 달리, 상기 점착층(110)이 형성된 상기 기판(100)이 50℃ 이하의 온도로 열처리되는 경우, 상기 점착층(110)의 점도가 상대적으로 높게 유지되어, 상기 복수의 필러(150)가 형성되지 않을 수 있다. 반면, 상기 점착층(110)이 형성된 상기 기판(100)이 70℃ 이상의 온도로 열처리되는 경우, 상기 점착층(110)의 점도가 상대적으로 낮게 유지되어, 상기 복수의 필러(150)가 끊어지거나 필러 형상을 갖지 못하는 문제점이 발생될 수 있다.

[0048] 또한, 일 실시 예에 따르면, 상기 복수의 필러(150)를 생성하는 단계에서, 상기 마스터 몰드(200)는 상기 기판(100)으로부터 0.1 내지 60 ㎜/min의 속도로 분리될 수 있다. 이와 달리, 상기 마스터 몰드(200)가 60 ㎜/min 초과의 속도로 분리되는 경우, 상기 복수의 필러(150)가 필러 형상을 갖지 못하는 문제점이 발생될 수 있다.

[0049] 상기 복수의 필러(150)가 생성된 이후, 상기 기판(100) 또는 상기 마스터 몰드(200)가 열처리될 수 있다. 상기 기판(100)이 열처리되는 경우, 상기 복수의 필러(150)는 상기 기판(100)으로부터 분리될 수 있다. 즉, 상기 기판(100)이 열처리되는 경우, 상기 복수의 필러(150)의 일단이 상기 마스터 몰드(200)의 상기 돌출 패턴(200P)과 접착된 상태에서, 상기 복수의 필러(150)의 타단이 상기 기판(100) 상에 형성된 상기 점착층(110)으로부터 분리될 수 있다. 이와 달리, 상기 마스터 몰드(200)가 열처리되는 경우, 상기 복수의 필러(150)는 상기 마스터 몰드(200)로부터 분리될 수 있다. 즉, 상기 마스터 몰드(200)가 열처리되는 경우, 상기 복수의 필러(150)의 일단이

상기 기판(100) 상에 형성된 상기 점착층(110)과 접착된 상태에서, 상기 복수의 필러(150)의 타단이 상기 마스터 몰드(200)의 상기 돌출 패턴(200P)으로부터 분리될 수 있다.

[0050] 다시 말해, 상기 기판(100) 또는 상기 마스터 몰드(200) 중 어느 하나를 열처리함에 따라, 상기 복수의 필러(150)가 분리되는 위치가 제어될 수 있다. 본 명세서에서는, 상기 마스터 몰드(200)가 열처리되어, 상기 복수의 필러(150)가 상기 마스터 몰드(200)로부터 분리되는 경우가 예를 들어 설명된다.

[0051] 상술된 바와 달리, 상기 기판(100) 또는 상기 마스터 몰드(200)를 열처리하지 않은 상태에서, 상기 기판(100) 또는 상기 마스터 몰드(200) 중 어느 하나를 상기 복수의 필러(150)와 분리시키는 경우, 상기 복수의 필러(150)의 중간 영역에서 파단이 발생될 수 있다. 이 경우, 파단이 발생된 상기 복수의 필러(150) 각각의 높이가 서로 다른 문제점이 발생될 수 있다. 하지만, 상술된 바와 같이, 상기 기판(100) 또는 상기 마스터 몰드(200)를 열처리한 상태에서 상기 기판(100) 또는 상기 마스터 몰드(200)중 어느 하나가 상기 복수의 필러(150)와 분리되는 경우, 상기 복수의 필러(150) 각각의 높이가 실질적으로 일정하게 유지될 수 있다.

[0052] 도 1 및 도 4를 참조하면, 상기 복수의 필러(150)를 갖는 상기 기판(100) 상에 스탬프층(300)이 형성될 수 있다(S300). 일 실시 예에 따르면, 상기 스탬프층(300)을 형성하는 단계는, 고분자(예를 들어, PDMS)를 포함하는 스탬프 소스 용액을 준비하는 단계, 상기 복수의 필러(150)를 갖는 상기 기판(100) 상에 상기 스탬프 소스 용액을 제공하는 단계, 및 상기 스탬프 소스 용액 경화시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0053] 보다 구체적으로, PDMS(Polydimethylsiloxane) 용액과 PMDS 가교제가 10:1로 혼합된 상기 스탬프 소스 용액이, 용기내에 배치된 상기 복수의 필러(150)를 갖는 상기 기판(100) 상에 제공될 수 있다. 이후, 상기 스탬프 소스 용액이 자외선에 의하여 경화되어, 상기 스탬프층(300)이 형성될 수 있다.

[0054] 일 실시 예에 따르면, 상기 스탬프 소스 용액은 상기 복수의 필러(150)의 적어도 일 영역이, 상기 스탬프 소스 용액에 침지되지 않을 정도로 제공될 수 있다. 즉, 상기 기판(100) 상에 상기 스탬프 소스 용액이 제공된 경우, 상기 스탬프 소스 용액 위로 상기 필러(150)의 일 영역이 돌출될 수 있다. 다시 말하면, 상기 스탬프 층(300)의 두께는 상기 필러(150)의 길이보다 얇을 수 있다. 이에 따라, 상기 스탬프층(300)은 상기 필러(150)를 감싸도록 형성되되, 상기 스탬프층(300)의 위로 상기 필러(150)의 일 영역이 돌출될 수 있다.

[0055] 일 실시 예에 따르면, 상기 기판(100) 상에 상기 스탬프 소스 용액을 제공하는 단계에서, 상기 스탬프 소스 용액은 기준속도 미만의 속도로 제공될 수 있다. 이와 달리, 상기 스탬프 소스 용액이 기준속도 이상의 속도로 제공되는 경우, 점성을 갖는 상기 스탬프 소스 용액에 의하여, 상기 필러(150)가 휘어지는 문제점이 발생될 수 있다.

[0056] 또한, 상술된 바와 달리, 상기 스탬프 소스 용액을 경화시키는 단계에서, 상기 스탬프 소스 용액이 열처리되어 경화되는 경우, 상기 스탬프층(300) 및 상기 필러(150)가 변형(예를 들어, 수축, 휘어짐, 뒤틀림 등)되는 문제점이 발생될 수 있다.

[0057] 도 1 및 도 5를 참조하면, 상기 복수의 필러(150)를 갖는 상기 기판(100)으로부터 상기 스탬프층(300)이 분리될 수 있다. 이에 따라, 상기 스탬프층(300) 내에 상기 스탬프층(300)을 관통하는 복수의 관통홀(TH)이 형성될 수 있다(S400). 결과적으로, 상기 스탬프층(300)의 제1 면(300a)에는 제1 개구부(TH_1)가 형성되고, 상기 제1 면(300a)과 마주보는 제2 면(300b)에는 제2 개구부(TH_2)가 형성될 수 있다. 예를 들어, 상기 제1 면(300a)은 상기 스탬프층(300)의 하부면이고, 상기 제2 면(300a)은 상기 스탬프층(300)의 상부면일 수 있다.

[0058] 일 실시 예에 따르면, 상기 스탬프층(300)의 제1 면(300a)에 형성된 제1 개구부(TH_1)의 직경(d_1)과, 상기 스탬프층(300)의 제2 면(300b)에 형성된 제2 개구부(TH_2)의 직경(d_2)은 서로 다를 수 있다. 예를 들어, 상기 제1 개구부(TH_1)의 직경(d_1)은 상기 제2 개구부(TH_2)의 직경(d_2)보다 클 수 있다.

[0059] 보다 구체적으로, 상술된 바와 같이, 상기 필러(150)는 상기 점착층(110)을 연장시키는 방법으로 형성될 수 있다. 이에 따라, 상기 점착층(110)이 연장된 형태를 갖는 상기 필러(150)는, 중앙부에서 양 단으로 갈수록 직경이 증가될 수 있다. 이로 인해, 상기 점착층(110)과 인접하게 배치된 상기 필러(150)의 직경은, 상기 필러(150) 중앙부의 직경보다 클 수 있다. 결과적으로, 상기 필러(150)가 분리됨에 따라 형성된 상기 관통홀(TH)은, 상기 점착층(110)과 인접한 상기 제1 개구부(TH_1)의 직경(d_1)이, 상기 필러(150)의 중앙부와 인접한 상기 제2 개구부(TH_2)의 직경(d_2)보다 클 수 있다.

[0060] 도 6 및 도 7을 참조하면, 상기 스탬프층(300) 상에 진공척(400)이 부착될 수 있다. 이에 따라, 본 발명의 실시예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드가 제조될 수 있다.

[0061] 일 실시 예에 따르면, 상기 스탬프층(300)의 상기 제1 면(300a)에 형성된 상기 제1 개구부(TH_1)와 상기 진공척(400)이 마주보도록, 상기 스탬프층(300) 상에 상기 진공척(400)이 부착될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 도 6에 도시된 바와 같이, 상기 스탬프층(300)의 상기 제1 면(300a)이 상부면이되고 상기 스탬프층(300)의 상기 제2 면(300b)이 하부면이되도록, 상기 스탬프층(300)을 뒤집은 상태에서, 상기 스탬프층(300)의 상부면 상에 상기 진공척(400)이 부착될 수 있다.

[0062] 이에 따라, 상기 스탬프층(300)의 상기 제1 개구부(TH_1)는 상기 진공척(400)과 연통되고, 상기 스탬프층(300)의 상기 제2 개구부(TH_2)는 외부에 노출될 수 있다. 외부에 노출된 상기 제2 개구부(TH_2)는 마이크로 소자와 접촉되어, 상기 마이크로 소자를 흡탈착 할 수 있다. 이하, 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드, 및 그 동작 방법이 도 8 내지 도 13을 참조하여 구체적으로 설명된다.

[0064] 도 8은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드를 나타내는 도면이고, 도 9는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드의 단면도이고, 도 10은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드의 동작 과정을 나타내는 도면이고, 도 11 및 도 12는 관통홀이 없는 마이크로 소자의 전사 헤드를 이용하여 마이크로 소자를 전사하는 경우 발생되는 문제점을 설명하는 도면이고, 도 13은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드를 이용하여 마이크로 소자를 전사하는 경우 발생되는 장점을 설명하는 도면이다.

[0065] 도 8 및 도 9를 참조하면, 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드는, 복수의 진공 공간(VH)을 갖는 진공척(400) 및 상기 진공척(400)의 일면 상에 배치되고, 2차원적으로 배열된 복수의 관통홀(TH)을 갖는 스탬프층(300)을 포함할 수 있다.

[0066] 일 실시 예에 따르면, 관통홀(TH)은 상기 스탬프층(300)의 두께 방향으로 연장되어, 상기 진공척(400)의 상기 진공 공간(VH)과 연통될 수 있다. 또한, 상기 스탬프층(300)의 상기 복수의 관통홀(TH) 각각이 상기 진공청(400)의 상기 복수의 진공홀(VH) 각각과 연통될 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 관통홀(TH)은 상기 제1 개구부(TH_1)를 통해 상기 진공척(400)의 상기 진공 공간(VH)과 연통될 수 있다.

[0067] 도 10을 참조하면, 상기 마이크로 소자의 전사 헤드는, 상기 관통홀(TH)을 통해 마이크로 소자들을 흡탈착시킬 수 있다. 예를 들어, 도 8 및 도 10에 도시된 바와 같이, 웨이퍼(W) 상에 배치된 마이크로 소자(예를 들어, 마이크로 LED, ML)들을 흡탈착시킬 수 있다.

[0068] 보다 구체적으로, 상기 스탬프층(300)의 상기 제2 개구부(TH_2)와 상기 마이크로 소자(ML)가 인접한 상태에서, 상기 진공척(400)에 의하여 상기 관통홀(TH) 내부를 상대적으로 고진공 상태로 형성하는 경우, 상기 마이크로 소자(ML)는 상기 스탬프층(300)의 상기 제2 개구부(TH_2)에 흡착될 수 있다. 이후, 상기 진공척(400)에 의하여 상기 관통홀(TH) 내부를 상대적으로 저진공 상태로 형성하는 경우, 상기 제2 개구부(TH_2)에 흡착된 상기 마이크로 소자(ML)는 상기 제2 개구부(TH_2)로부터 탈착될 수 있다.

[0069] 이에 따라, 상기 웨이퍼(W) 상에 배치된 상기 마이크로 소자(ML)들을 흡착하고, 상기 마이크로 소자의 전사 헤드를 타겟 기판(미도시) 상으로 이동시킨 후, 상기 마이크로 소자의 전사 헤드로부터 상기 마이크로 소자(ML)들을 탈착 시킴으로써, 타겟 기판 상에 상기 마이크로 소자(ML)들을 용이하게 전사할 수 있다.

[0070] 도 11 내지 도 13을 참조하면, 상술된 제1 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드와 달리, 관통홀이 없는 전사 헤드를 통해 마이크로 소자(ML)를 전사하는 경우, 전사 과정에서 상기 마이크로 소자(ML)의 위치가 이동되는 문제가 발생될 수 있다.

[0071] 보다 구체적으로, 스탬프층(300)의 재료로 사용되는 고분자(예를 들어, PDMS)의 경우, 표면의 거칠기(roughness)를 일정하게 제어하기 어려울 수 있다. 이에 따라, 표면의 거칠기가 일정하지 않은 스탬프층(300)을 통해 상기 마이크로 소자(ML)를 전사하는 경우, 스탬프층(300)의 표면에 상기 마이크로 소자(ML)를 모두 흡착시키기 위하여, 도 11 및 도 12에 도시된 바와 같이 압력을 인가할 수 있다. 하지만, 압력 인가를 통해 스탬프층(300)의 표면에 상기 마이크로 소자(ML)를 모두 흡착시킨 후 인가되는 압력이 제거되는 경우, 스탬프층(300)의

탄성 변형으로 인하여, 상기 마이크로 소자(ML)의 위치가 이동될 수 있다. 이에 따라, 타겟 기판상에 상기 마이크로 소자(ML)를 정확하게 전사하지 못해 미스 어라인이 발생될 수 있다.

[0072] 이와 달리, 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드는, 상기 스탬프층(300)이 상기 복수의 관통홀(TH)을 가짐에 따라, 상기 마이크로 소자(ML)의 위치 이동 문제가 해결될 수 있다.

[0073] 보다 구체적으로, 도 13의 (a)를 참조하면, 상술된 바와 같이 관통홀(TH)이 형성되지 않은 경우, 스탬프층의 탄성 변형으로 인하여 상기 마이크로 소자(ML)의 위치가 이동될 수 있다. 하지만, 도 13의 (b)를 참조하면, 상기 스탬프층 내에 상기 복수의 관통홀(TH)이 형성된 경우, 상기 복수의 관통홀(TH)에 의하여 상기 스탬프층의 변형이 보상됨으로, 상기 마이크로 소자(ML)의 위치 이동이 최소화될 수 있다. 이에 따라, 상기 마이크로 소자(ML)의 전사 공정 신뢰도가 향상될 수 있다.

[0074] 또한, 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드는, 상술된 바와 같이, 상대적으로 직경이 큰 상기 제1 개구부(TH_1)가 상기 진공척(400)의 상기 진공 공간(VH)과 연통되고, 상대적으로 직경이 작은 상기 제2 개구부(TH_2)를 통해 상기 마이크로 소자(ML)를 흡탈착함에 따라, 상기 마이크로 소자(ML)의 전사 공정 신뢰도가 향상될 수 있다.

[0075] 상술된 바와 달리, 상대적으로 직경이 큰 상기 제1 개구부(TH_1)를 통해 상기 마이크로 소자(ML)를 흡탈착하는 경우, 상기 마이크로 소자(ML)의 작은 크기로 인하여, 상기 제1 개구부(TH_1)에 복수의 상기 마이크로 소자(ML)들이 흡착되는 문제점이 발생될 수 있다. 이 경우, 상기 마이크로 소자(ML)의 전사 공정이 용이하게 이루어지지 않으므로, 전사 공정 신뢰도가 저하될 수 있다.

[0076] 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드 제조 방법은, 상기 기판(100)을 준비하는 단계, 상기 기판(100) 상에 상기 기판(100)의 상부면으로부터 위로 연장하는 상기 복수의 필러(150)를 생성하는 단계, 상기 복수의 필러(150)를 갖는 상기 기판(100) 상에 상기 스탬프층(300)을 형성하는 단계, 및 상기 복수의 필러(150)를 갖는 상기 기판(100)으로부터, 상기 스탬프층(300)을 분리시켜, 상기 스탬프층(300) 내에 상기 스탬프층(300)을 관통하는 상기 복수의 관통홀(TH)을 형성하는 단계를 포함하되, 상기 스탬프층(300)의 상기 제1 면(300a)에 형성된 상기 복수의 관통홀(TH)의 상기 제1 개구부(TH_1)들로 상기 진공척(400)이 부착되고, 상기 스탬프층(300)의 상기 제2 면(300b)에 형성된 상기 복수의 관통홀(TH)의 상기 제2 개구부(TH_2)들에 상기 마이크로 소자(ML)들이 흡탈착될 수 있다.

[0077] 이에 따라, 전사 대상인 상기 마이크로 소자(ML)의 패턴에 맞춰, 상기 관통홀(TH)을 용이하게 형성할 수 있으므로, 상기 웨이퍼(W) 상에 배치된 상기 마이크로 소자(ML)를 선택적으로 전사할 수 있다. 또한, 상기 관통홀(TH)을 복수로 형성할 수 있으므로, 상기 마이크로 소자(ML)를 대량으로 전사할 수 있다.

[0079] 이상, 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 소자 및 그 제조 방법이 설명되었다. 이하, 본 발명의 제2 실시 예에 따른 마이크로 소자 및 그 제조 방법이 설명된다.

[0080] 도 14는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 마이크로 소자의 제조 방법 중 접지 박막을 형성하는 단계를 나타내는 도면이고, 도 15는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 마이크로 소자의 단면도이다.

[0081] 도 14 및 도 15를 참조하면, 본 발명의 제2 실시 예에 따른 마이크로 소자의 제조 방법은, 도 1 내지 도 7을 참조하여 설명된 상기 제1 실시 예에 따른 마이크로 소자의 제조 방법과 같을 수 있다. 다만, 상기 제2 실시 예에 따른 마이크로 소자의 제조 방법은, 상기 스탬프층(300)을 형성하는 단계(S300) 이후 상기 복수의 관통홀(TH)을 형성하는 단계(S400) 이전, 접지 박막(500)을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0082] 상기 접지 박막(500)은, 상기 필러(150)가 상기 스탬프층(300) 위로 돌출된 상태에서, 상기 스탬프층(300) 상에 형성될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 접지 박막(500)은, 전도성 물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 전도성 물질은 인듐 주석 산화물(ITO), 알루미늄(Al), 구리(Cu), 티타늄(Ti), 니켈(Ni), 전도성 고분자 등을 포함할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 접지 박막(500)은 스퍼터링(sputtering), 열기상증착(evaporation) 등의 방법으로 형성될 수 있다.

[0083] 상기 스탬프층(300) 상에 상기 접지 박막(500)이 형성된 이후, 상기 기판(100)으로부터 상기 스탬프층(300)이 분리되는 경우, 상기 접지 박막(500)에는 상기 복수의 관통홀(TH)과 연통되는 복수의 흡입구(IH)가 형성될 수

있다.

[0084] 이에 따라, 상기 제2 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드는, 상대적으로 직경이 큰 상기 제1 개구부(TH_1)가 상기 진공척(400)의 상기 진공 공간(VH)과 연통되고, 상대적으로 직경이 작은 상기 제2 개구부(TH_2)가 상기 접지 박막(500)의 상기 흡입구(IH)와 연통될 수 있다.

[0085] 또한, 상기 제2 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드는, 상기 제1 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전세 헤드와 같이, 전사 공정의 신뢰도를 향상시키기 위하여, 상대적으로 직경이 작은 상기 제2 개구부(TH_2)를 통하여 마이크로 소자를 흡탈착 할 수 있다. 다만, 상술된 바와 같이, 상기 제2 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드는, 상기 제2 개구부(TH_2)가 형성된 상기 스탬프층(300)의 일면 상에 상기 접지 박막(500)이 형성되어 있으므로, 상기 마이크로 소자(ML)의 전사 과정에서, 상기 접지 박막(500)이 상기 마이크로 소자(ML)와 인접하게 되고, 상기 접지 박막(500)의 상기 흡입구(IH)를 통하여 상기 마이크로 소자(ML)를 흡탈착 할 수 있다.

[0086] 이로 인해, 상기 제2 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드는, 상기 접지 박막(500)을 통해 접지를 형성할 수 있으므로, 상기 스탬프층(300)과 상기 마이크로 소자(ML)의 접촉으로 인한 대전 현상을 방지할 수 있어, 전사 대상인 상기 마이크로 소자(ML)의 손상을 최소화할 수 있다.

[0087] 보다 구체적으로, 상기 스탬프층(300)의 재료로서 사용된 PDMS와 같은 절연 고분자 물질의 경우, 흡탈착이 빈번하게 발생되는 전사 공정에서, 상기 스탬프층(300)과 접촉되는 상기 마이크로 소자(ML)의 표면에 대전현상을 발생시킬 수 있다. 이 경우, 상기 마이크로 소자(ML)에 정전기가 발생되고, 정전기의 순간적인 높은 방전 전압으로 인하여, 상기 마이크로 소자(ML)에 손상이 발생될 수 있다.

[0088] 하지만, 상술된 바와 같이, 상기 스탬프층(300) 상에 상기 접지 박막(500)이 형성되어, 상기 접지 박막(500)의 상기 흡입구(IH)를 통하여 상기 마이크로 소자(ML)를 흡탈착하는 경우, 상기 접지 박막(500)을 통해 접지를 형성하여 대전 현상을 방지할 수 있다. 이에 따라, 상기 마이크로 소자(ML)에 발생되는 정전기가 예방되어, 전사 대상인 상기 마이크로 소자(ML)의 손상이 최소화될 수 있다.

[0090] 이상, 본 발명의 제2 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드 및 그 제조 방법이 설명되었다. 이하, 본 발명의 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 방법이 설명된다.

[0091] 도 16은 본 발명의 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 방법을 설명하는 순서도이고, 도 17 및 도 18은 본 발명의 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 공정을 나타내는 도면이다.

[0092] 도 16 내지 도 18을 참조하면, 복수의 마이크로 소자(ML)를 갖는 웨이퍼(W), 및 마이크로 소자의 전사 헤드를 갖는 전사 장치가 준비된다(S10). 일 실시 예에 따르면, 상기 마이크로 소자(ML)는 마이크로 LED 일 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 마이크로 소자의 전사 헤드는, 도 8 및 도 9를 참조하여 설명된 상기 제1 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드와 같을 수 있다. 이에 따라, 마이크로 소자의 전사 헤드에 관한 구체적인 설명은 생략된다.

[0093] 상기 웨이퍼(W) 상으로 상기 마이크로 소자의 전사 헤드가 이동될 수 있다(S20). 이후, 상기 마이크로 소자의 전사 헤드의 상기 복수의 관통홀(TH)이 상기 마이크로 소자(ML)에 인접하도록 배치되고, 상기 진공척(400)에 의해 상기 복수의 관통홀(TH) 내부가 상대적으로 고진공 상태가 될 수 있다. 이에 따라, 상기 복수의 마이크로 소자(ML)가 복수의 상기 관통홀(TH)에 흡착될 수 있다(S30).

[0094] 상기 마이크로 소자(ML)가 흡착된 상기 마이크로 소자의 전사 헤드는 타겟 기판(TS) 상으로 이동될 수 있다(S40). 이후, 상기 복수의 관통홀(TH) 내부가 상대적으로 저진공 상태가 되어, 상기 복수의 관통홀(TH)에 흡착된 상기 복수의 마이크로 소자(ML)가 탈착될 수 있다. 이에 따라, 상기 웨이퍼(W)로부터 상기 타겟 기판(TS)으로 상기 복수의 마이크로 소자(ML)가 전사될 수 있다(S50).

[0096] 이상, 본 발명의 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 방법이 설명되었다. 이하, 본 발명의 실시 예에 따른 마이크로 소자 및 그 제조 방법의 구체적인 실험 예 및 특성 평가가 설명된다.

[0097] 실험 예에 따른 스탬프층 제조

[0098] 기판 상에 su-8을 코팅한 후 120℃의 온도에서 5분 동안 큐어링(Curing)하여 점착층을 형성하였다. 점착층을 50

℃~70℃의 온도로 유지한 상태에서, 점착층에 복수의 돌출 패턴이 형성된 마스터 몰드를 접촉시키고, 점착층으로부터 마스터 몰드를 0.1~60 mm/min의 속도로 분리시켜 복수의 필러를 형성하였다. 이후, 마스터 몰드를 가열하여, 필러로부터 마스터 몰드를 분리시켰다.

[0099] 복수의 필러가 형성된 기판을 용기에 넣고, 용기 내에 액상의 PDMS와 PMDS 가교제가 10:1의 비율로 혼합된 스탬프 소스 용액을 제공한 후, 스탬프 소스 용액을 자외선으로 경화시켜 스탬프층을 형성하였다. 최종적으로, 상기 복수의 필러가 형성된 기판으로부터 상기 스탬프층을 분리시켜, 상기 스탬프층 내에 복수의 관통홀을 형성하였다.

[0101] 도 19는 본 발명의 실험 예에 따른 스탬프층의 제조 공정에 사용된 마스터 몰드, 및 마스터 몰드에 의하여 형성된 필러를 촬영한 사진이다.

[0102] 도 19를 참조하면, 상기 실험 예에 따른 스탬프층의 제조 공정에 사용된 마스터 몰드, 및 마스터 몰드에 의하여 형성된 필러를 일반 사진 촬영하였다. 도 19에서 확인할 수 있듯이, 마스터 몰드는 복수의 돌출 패턴을 포함하고, 마스터 몰드에 의하여 복수의 필러들이 생성된 것을 확인할 수 있었다.

[0103] 도 20은 본 발명의 실험 예에 따른 스탬프층을 촬영한 사진이다.

[0104] 도 20의 (a)를 참조하면, 상기 실험 예에 따른 스탬프층을 일반 사진 촬영하여 나타내었고, 도 20의 (b)를 참조하면, 상기 실험 예에 따른 스탬프층의 표면을 50배율로 촬영하여 나타내었고, 도 20의 (c)를 참조하면, 상기 실험 예에 따른 스탬프층의 개구부를 500배율로 촬영하여 나타내었고, 도 20의 (d)를 참조하면, 상기 실험 예에 따른 스탬프층의 단면을 촬영하여 나타내었다.

[0105] 도 20의 (a) 내지 (d)에서 확인할 수 있듯이, 상기 실험 예에 따른 스탬프층에는 복수의 관통홀이 형성되었고, 관통홀에 의하여 스탬프층의 상부면에 형성된 개구부의 크기와 스탬프층의 하부면에 형성된 개구부의 크기가 다르게 형성된 것을 확인할 수 있었다.

[0106] 도 21은 본 발명의 실험 예에 따른 스탬프층을 통해 웨이퍼를 흡착한 사진이다.

[0107] 도 21을 참조하면, 1cm x 1cm 크기의 상기 실험 예에 따른 스탬프층에 호스를 연결한 후, 호스를 통해 스탬프층에 고진공 상태를 형성하고, 이를 이용하여 6" 크기의 사파이어 웨이퍼(sapphire wafer)를 흡착시켰다. 도 21에서 확인할 수 있듯이, 상기 실험 예에 따른 스탬프층을 통하여, 웨이퍼의 흡착이 효과적으로 이루어진 것을 확인할 수 있었다.

[0109] 이상, 본 발명을 바람직한 실시 예를 사용하여 상세히 설명하였으나, 본 발명의 범위는 특정 실시 예에 한정되는 것은 아니며, 첨부된 특허청구범위에 의하여 해석되어야 할 것이다. 또한, 이 기술분야에서 통상의 지식을 습득한 자라면, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않으면서도 많은 수정과 변형이 가능함을 이해하여야 할 것이다.

부호의 설명

[0110] 100: 기판

110: 점착층

150: 필러

200: 마스터 몰드

200P: 돌출 패턴

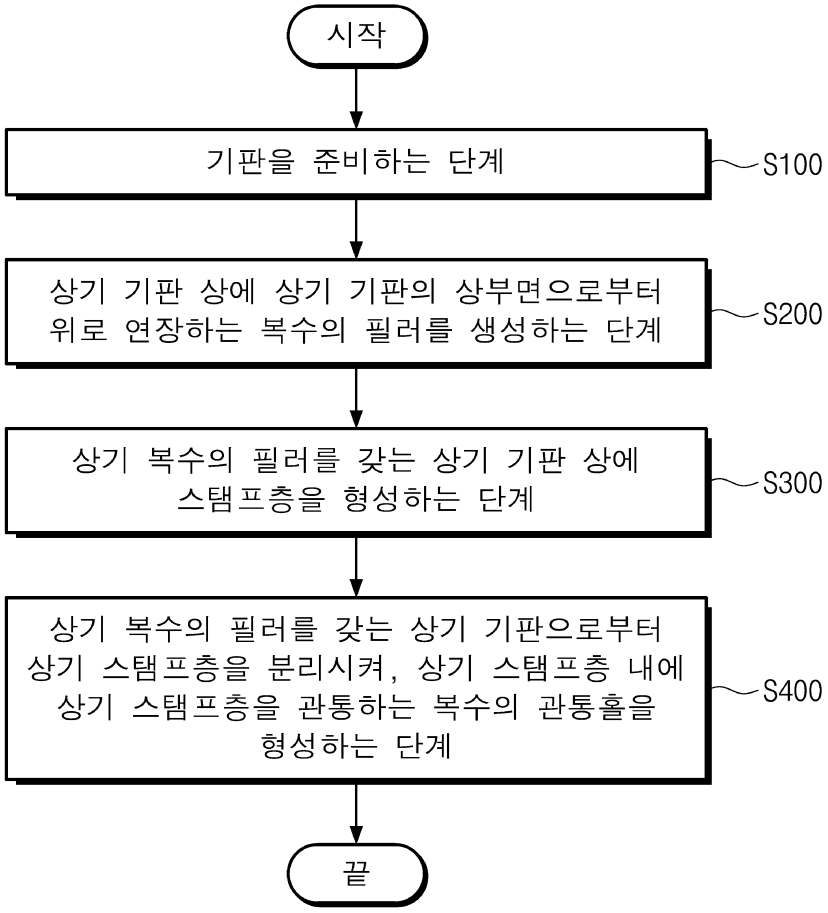
300: 스탬프층

400: 진공척

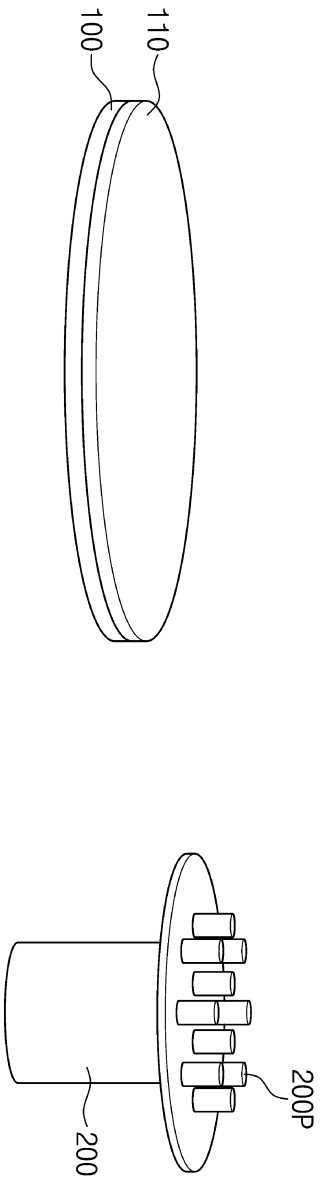
500: 접지 박막

도면

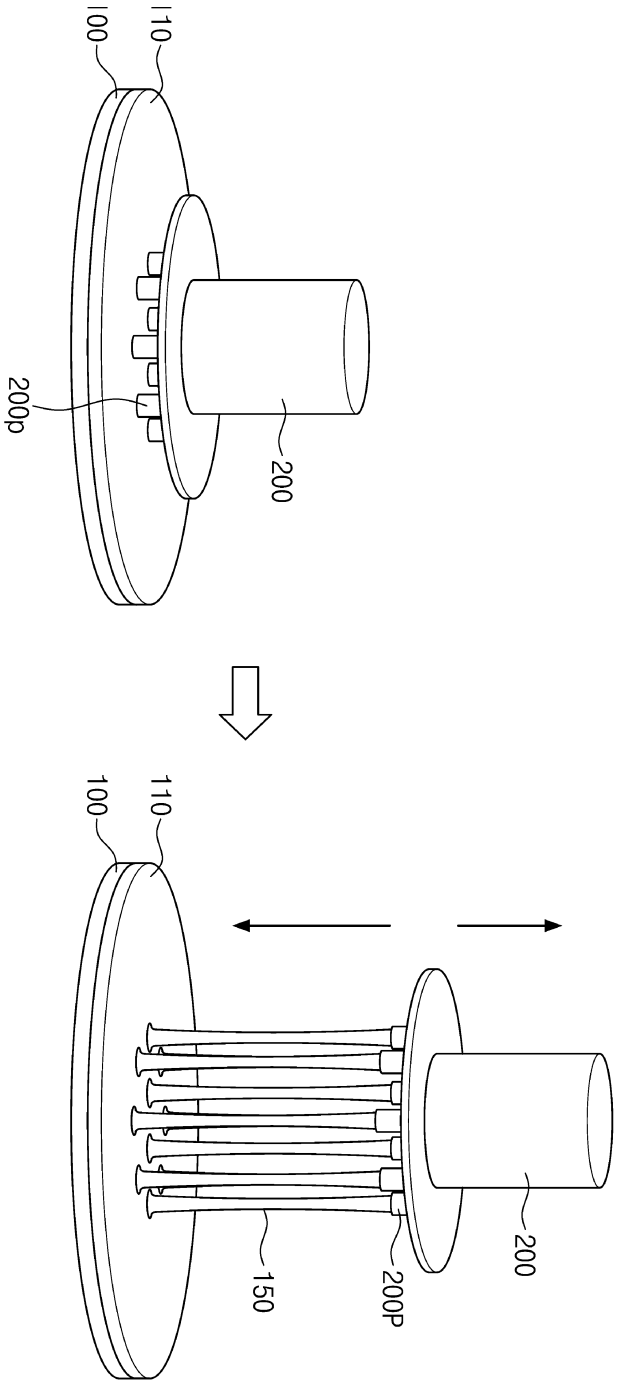
도면1


시작
기판을 준비하는 단계
S100
상기 기판 상에 상기 기판의 상부면으로부터 위로 연장하는 복수의 필러를 생성하는 단계
S200
상기 복수의 필러를 갖는 상기 기판 상에 스탬프층을 형성하는 단계
S300
상기 복수의 필러를 갖는 상기 기판으로부터 상기 스탬프층을 분리시켜, 상기 스탬프층 내에 상기 스탬프층을 관통하는 복수의 관통홀을 형성하는 단계
S400
끝

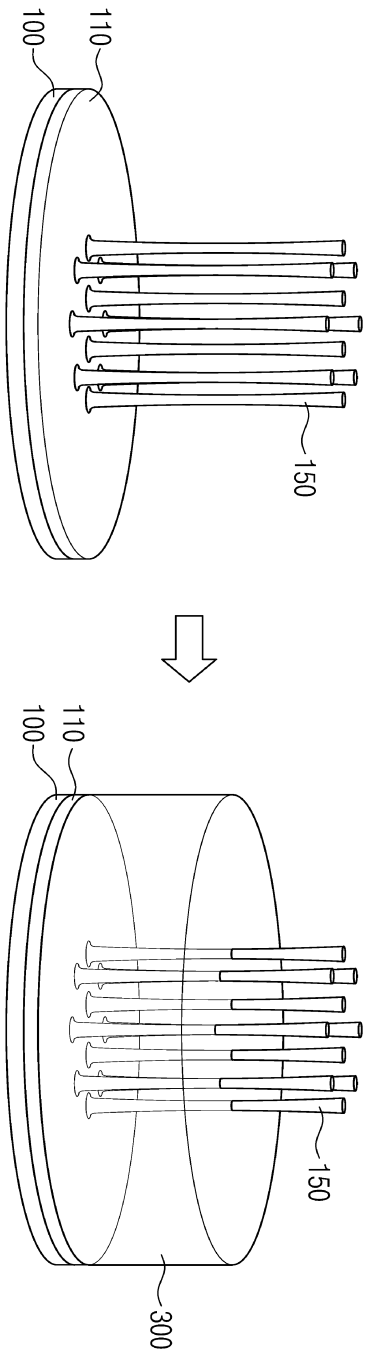
도면2



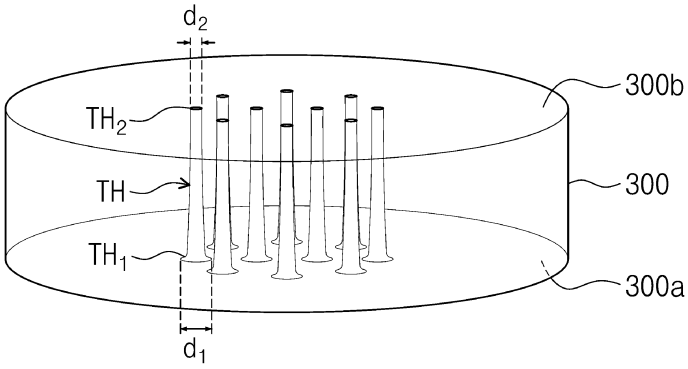
도면3



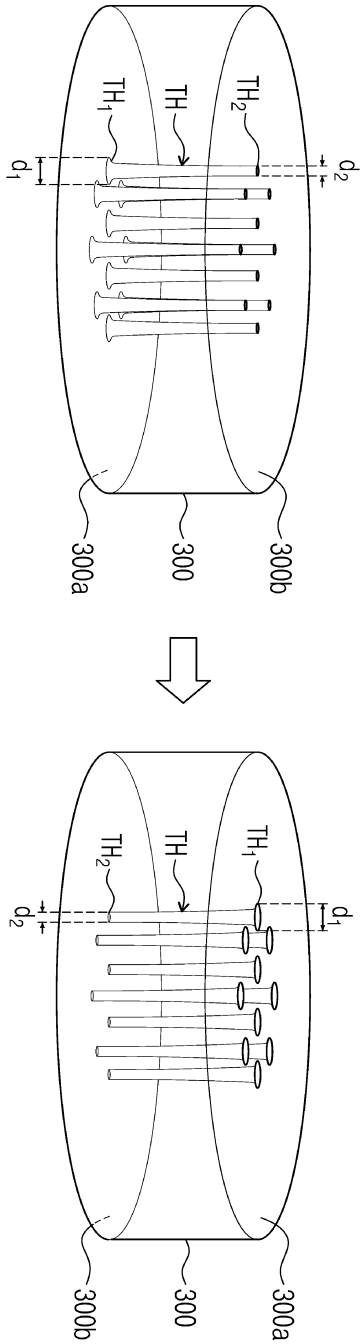
도면4



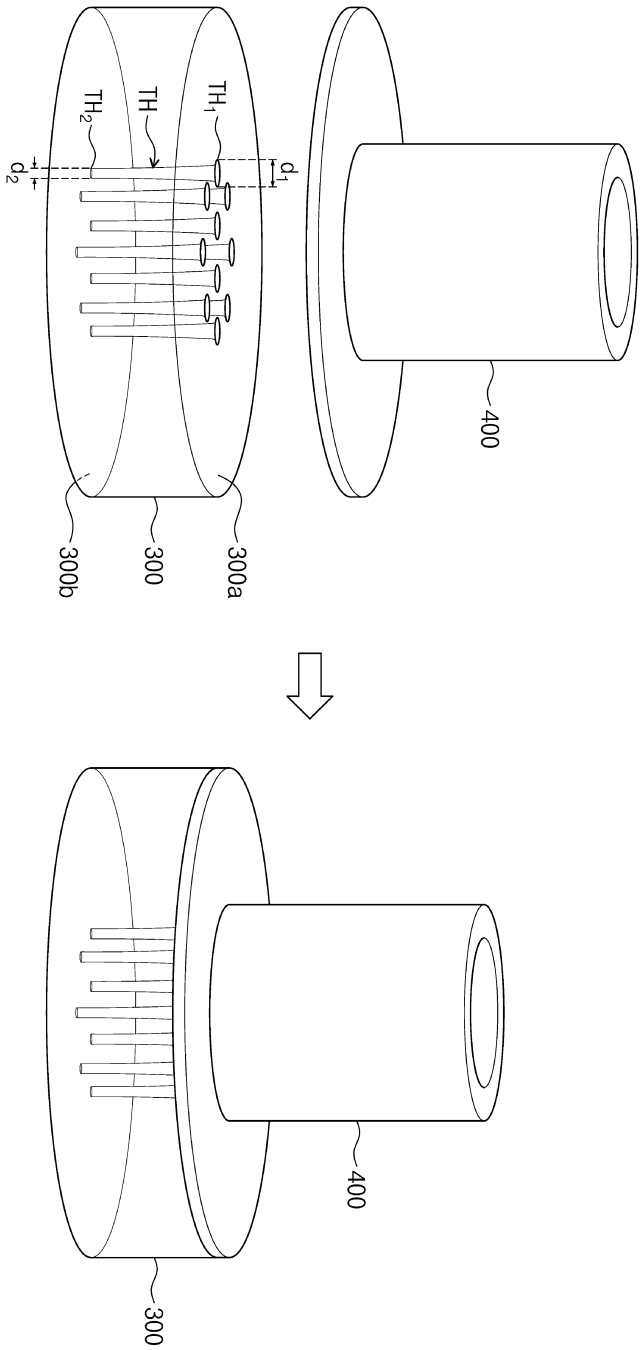
도면5



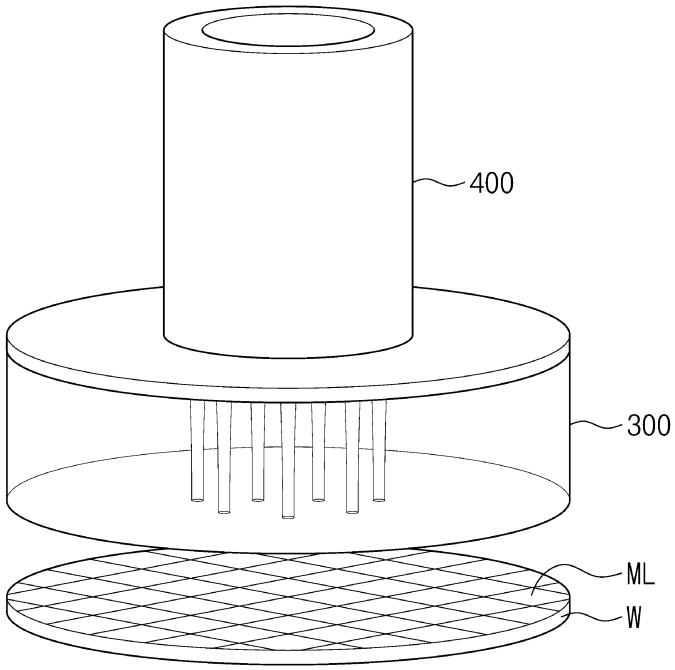
도면6



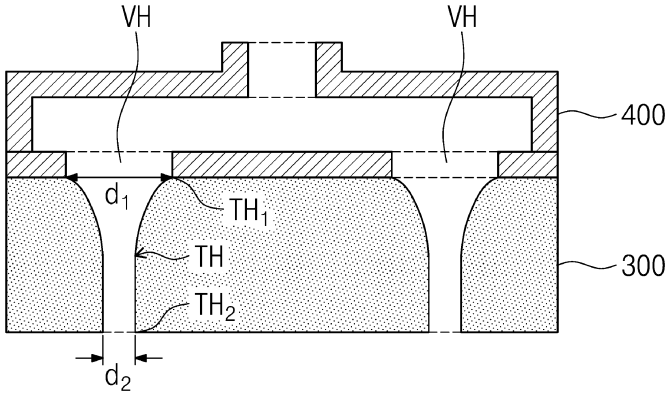
도면7



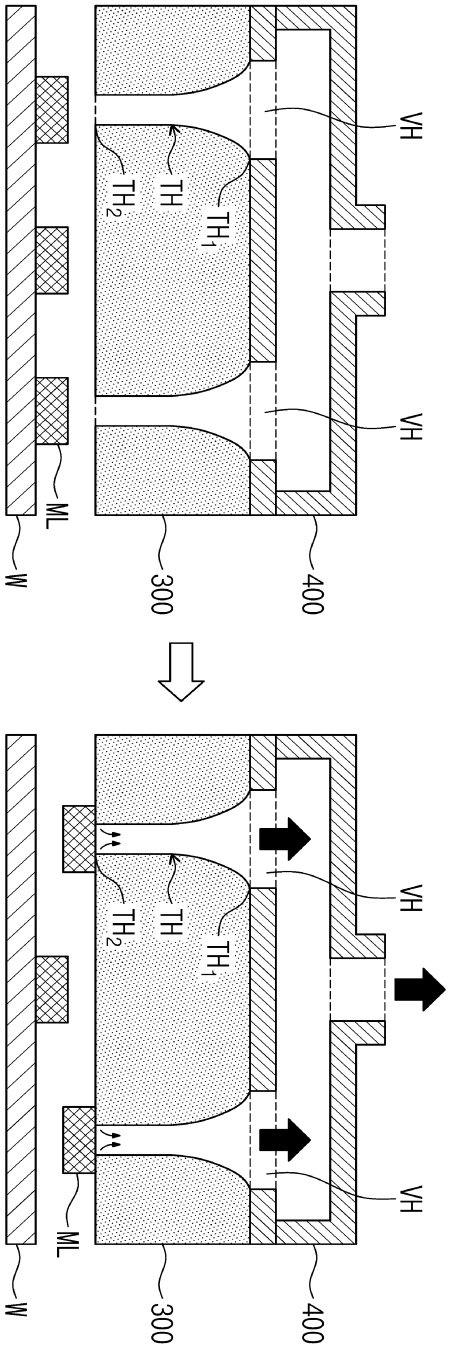
도면8



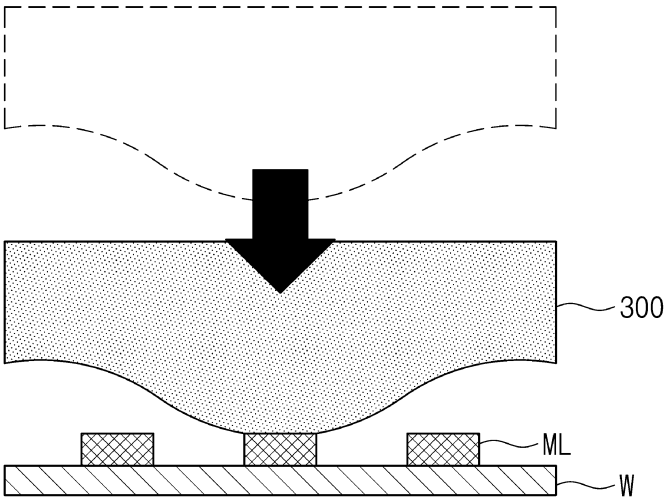
도면9



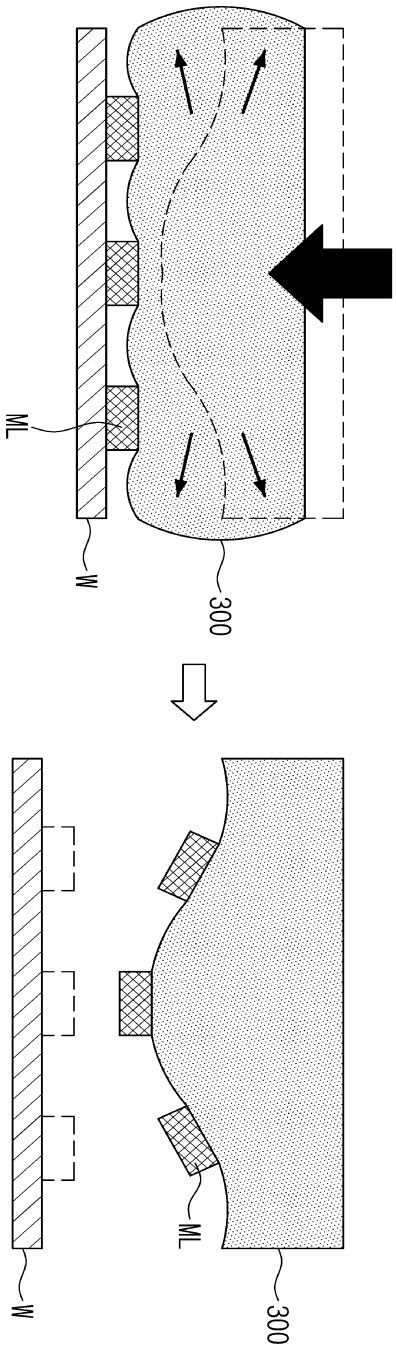
도면10



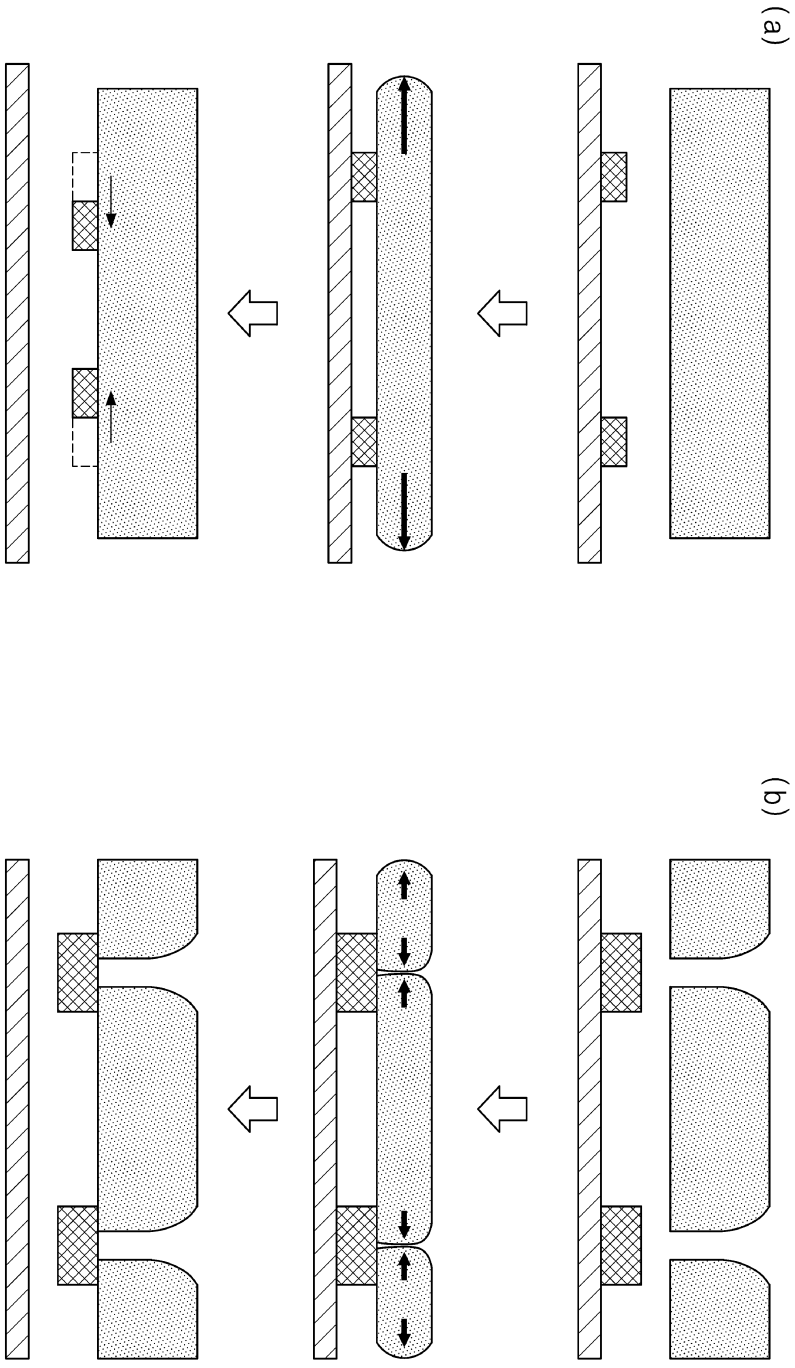
도면11



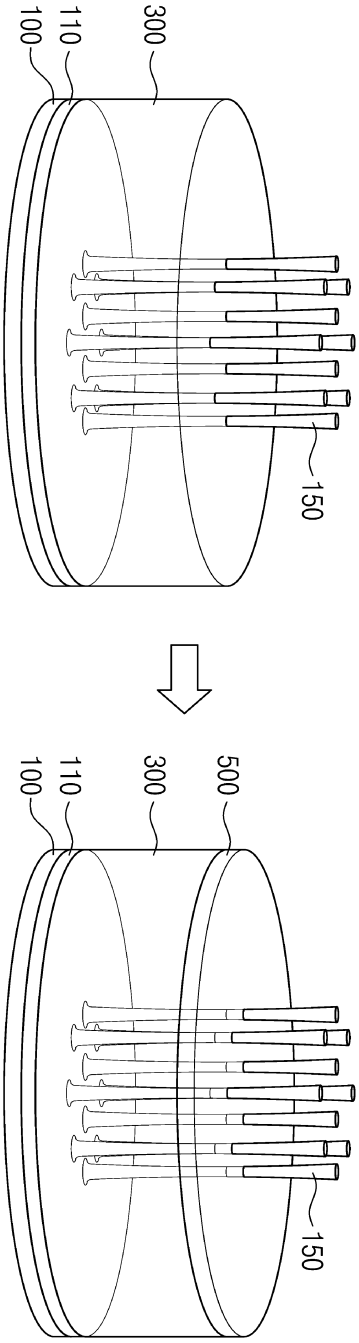
도면12



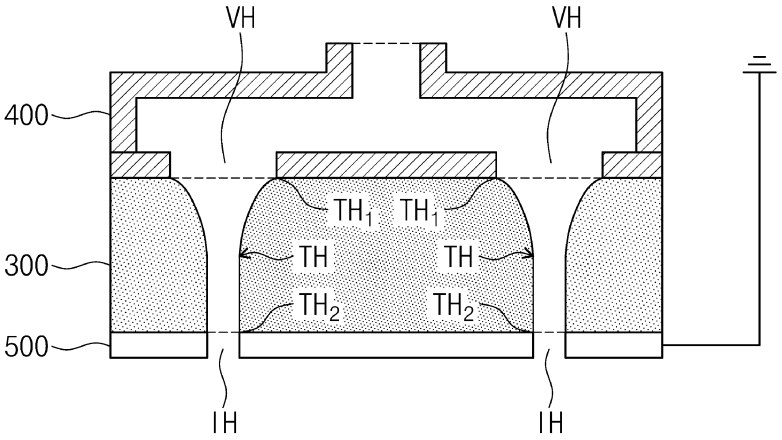
도면13



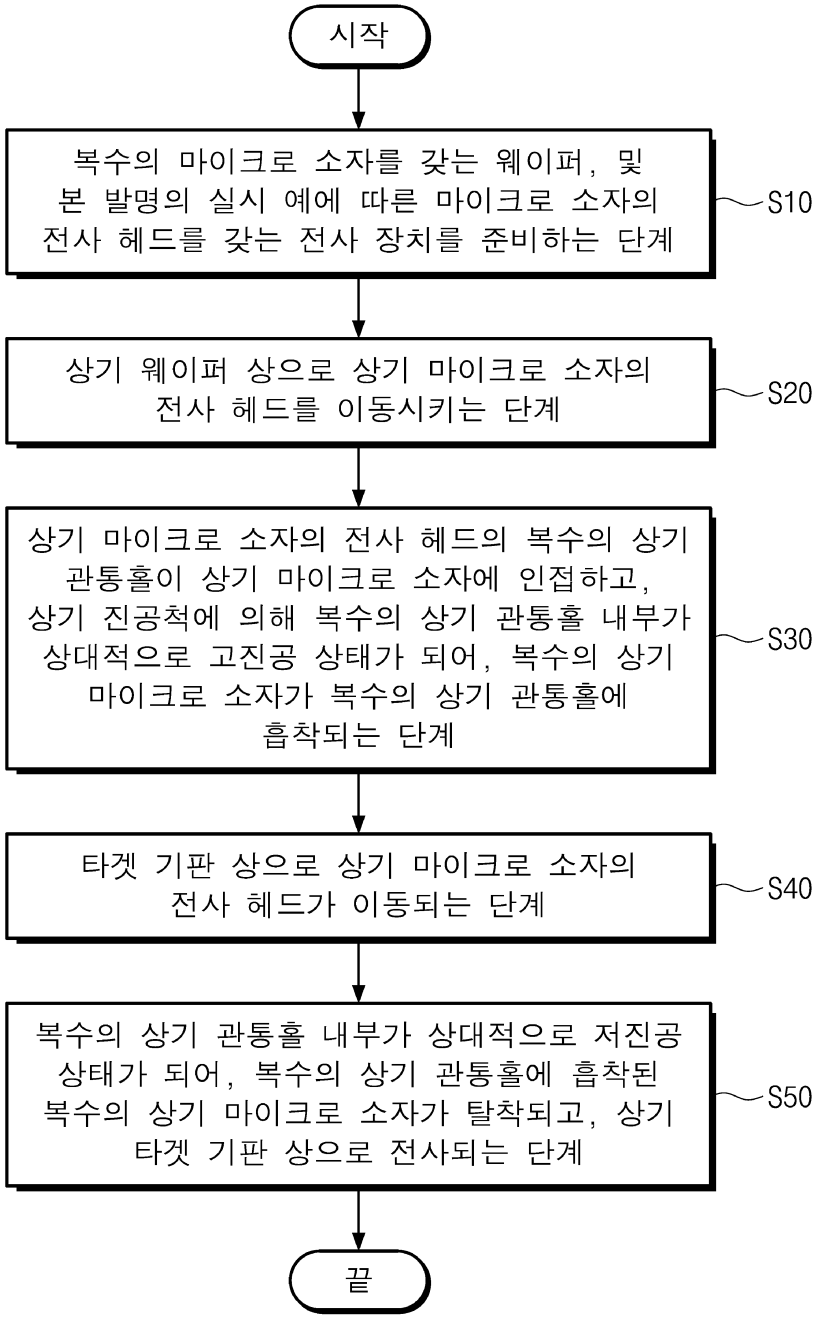
도면14



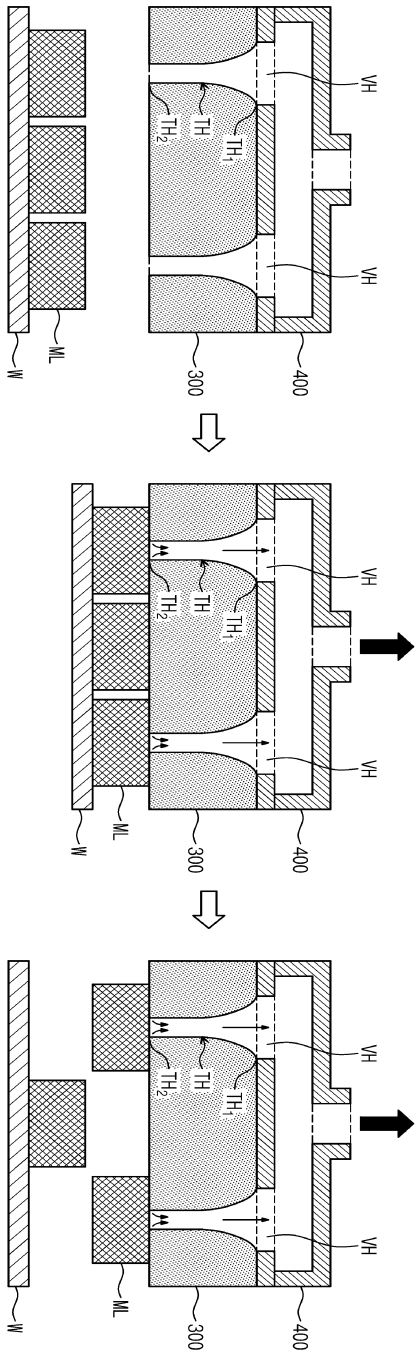
도면15



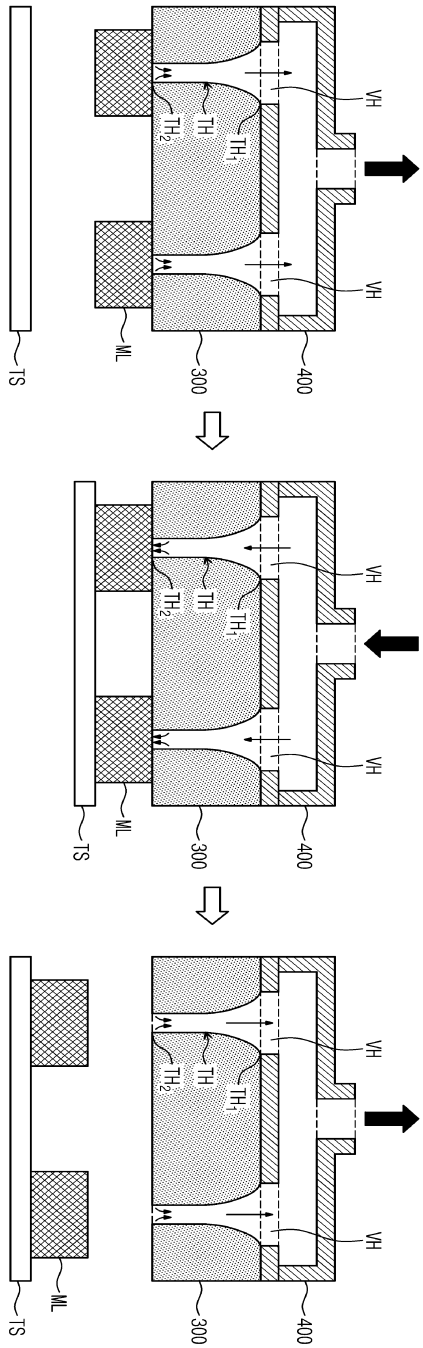
도면16


시작
복수의 마이크로 소자를 갖는 웨이퍼, 및 본 발명의 실시 예에 따른 마이크로 소자의 전사 헤드를 갖는 전사 장치를 준비하는 단계
S10
상기 웨이퍼 상으로 상기 마이크로 소자의 전사 헤드를 이동시키는 단계
S20
상기 마이크로 소자의 전사 헤드의 복수의 상기 관통홀이 상기 마이크로 소자에 인접하고, 상기 진공척에 의해 복수의 상기 관통홀 내부가 상대적으로 고진공 상태가 되어, 복수의 상기 마이크로 소자가 복수의 상기 관통홀에 흡착되는 단계
S30
타겟 기판 상으로 상기 마이크로 소자의 전사 헤드가 이동되는 단계
S40
복수의 상기 관통홀 내부가 상대적으로 저진공 상태가 되어, 복수의 상기 관통홀에 흡착된 복수의 상기 마이크로 소자가 탈착되고, 상기 타겟 기판 상으로 전사되는 단계
S50
끝

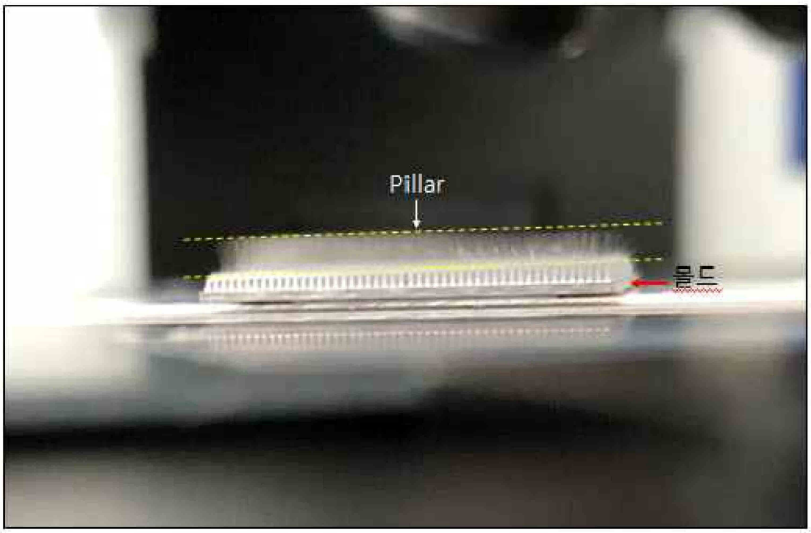
도면17



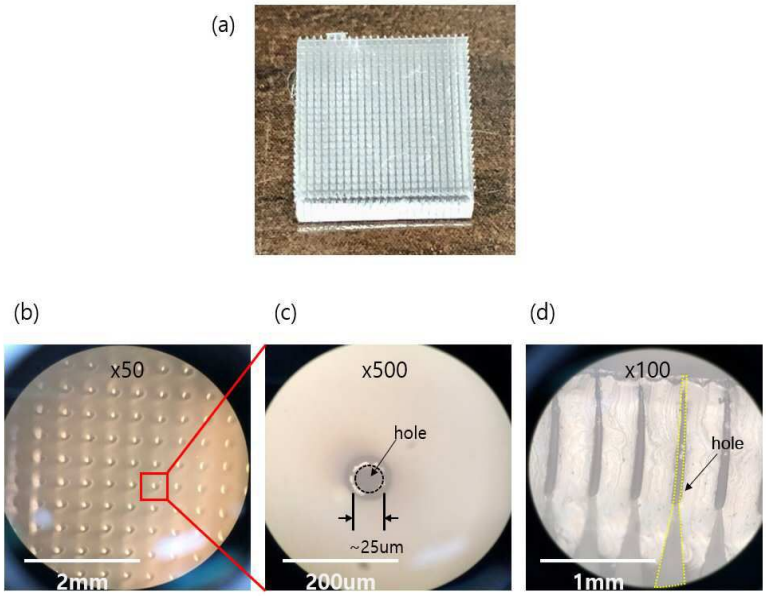
도면18



도면19



도면20



도면21

