



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2007년09월21일
(11) 등록번호 10-0761212
(24) 등록일자 2007년09월17일

(51) Int. Cl.

H01L 21/027(2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0052140

(22) 출원일자 2006년06월09일

심사청구일자 2006년06월09일

(56) 선행기술조사문헌

JP09001610 A

KR2019990034335 U

(73) 특허권자

한국기계연구원

대전 유성구 장동 171번지

금오공과대학교 산학협력단

경상북도 구미시 양호동 1 금오공과대학교 내

(72) 발명자

곽호상

경북 구미시 도량동 77 파크맨션 103-707

박규진

대구 동구 신암4동 251-16

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

공인복

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 설관식

(54) 열판 및 상기 열판을 적용한 고온 엠보싱 나노 임프린트리소그래피 장치

(57) 요약

본 발명은 열판 및 상기 열판을 적용한 고온 엠보싱 나노 임프린트 리소그래피 장치에 관한 것으로, 상기 열판은 육면체 형상의 모체의 측면에 길이방향으로 다수개의 관통홀(냉각홀, 가열홀)을 규칙적으로 형성시키고, 상기 모체가 가열 또는 냉각이 되도록 가열수단 및 냉각수단을 구비하며, 상기 냉각홀 및 가열홀은 서로 엇갈리게 배치하는 것을 특징으로 한다.

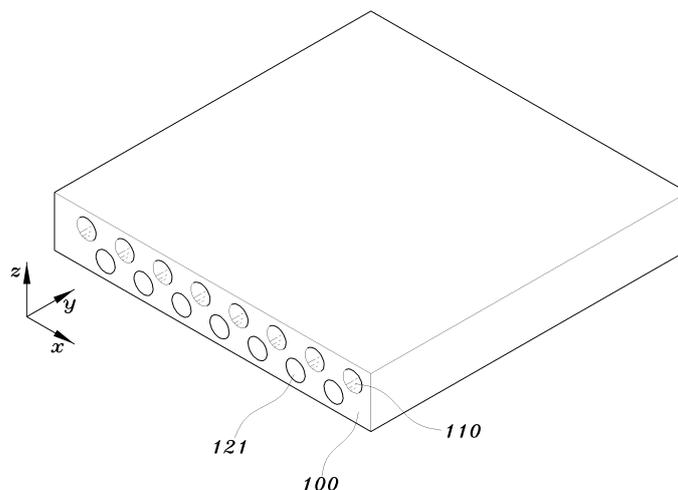
상기 가열수단은 해당 관통홀(가열홀) 내에 삽입된 일자형 카트리지 히터인 것이 바람직하다.

또한, 본 발명은 어느 하나의 냉각홀, 상기 냉각홀과 이웃하는 냉각홀을 통과하는 기체의 이동 방향이 서로 반대인 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명은 상기 냉각홀 및 가열홀은 서로 엇갈리게 배치하는 것을 특징으로 한다.

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 뛰어나다.

대표도 - 도3a



(72) 발명자

양진오

경북 청도군 이서면 서원리 743

손병철

대구 서구 평리1동 800-6

이재종

대전 서구 둔산동 햇님아파트 4동 306호

박희창

대전 유성구 신성동 한울아파트 107-804호

특허청구의 범위

청구항 1

열판에 있어서,
 육면체 형상의 모재의 측면에 길이방향으로 다수개의 관통홀(냉각홀, 가열홀)을 규칙적으로 형성시키고,
 상기 모재가 가열 또는 냉각이 되도록 가열수단 및 냉각수단을 구비하고,
 상기 냉각홀 및 가열홀은 서로 엇갈리게 배치하는 것을 특징으로 하는 열판.

청구항 2

제 1항에 있어서,
 상기 모재의 온도를 측정하는 센서를 더 포함함을 특징으로 하는 열판.

청구항 3

제 1항 또는 2항에 있어서,
 상기 가열수단은 해당 관통홀(가열홀) 내에 삽입된 일자형 카트리지 히터인 것을 특징으로 하는 열판.

청구항 4

제 3항에 있어서,
 상기 카트리지 히터는 그 재질이 스테인리스인 것을 특징으로 하는 열판.

청구항 5

제 1항에 있어서,
 상기 냉각수단은 해당 관통홀(냉각홀)에 소정 기체를 통과시켜 냉각시키는 기체 냉각 방식인 것을 특징으로 하는 열판.

청구항 6

제 1항 또는 5항에 있어서,
 어느 하나의 냉각홀, 상기 냉각홀과 이웃하는 냉각홀을 통과하는 기체의 이동 방향이 서로 반대인 것을 특징으로 하는 열판.

청구항 7

제 6항에 있어서,
 상기 냉각홀은 냉기의 흐름이 난류로 유지되는 범위 내에서 최대한 작게 가공되는 것을 특징으로 하는 열판.

청구항 8

제 3항에 있어서,
 상기 카트리지 히터의 출력을 PID 방식으로 제어하여 모재의 온도를 소정 이상 초과되지 않도록 하는 것을 특징으로 하는 열판.

청구항 9

제 1항 또는 2항에 있어서,
 상기 모재는 열전도도가 우수한 금속판재인 것을 특징으로 하는 열판.

청구항 10

삭제

청구항 11

제 1항, 제 2항, 제 4항, 제 5항, 제 7항 중 어느 한 항의 열판을 적용한 고온 엠보싱 나노 임프린트 리소그래피 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <23> 본 발명은 열판 및 상기 열판을 적용한 고온 엠보싱 나노 임프린트 리소그래피 장치에 관한 것으로, 특히 일자형 히터와 냉각용 가스가 흐르는 냉각홀을 병렬로 교차 배치하여 대면적으로의 용이한 확장과 급속가열 및 급속 냉각이 가능한 열판 및 상기 열판을 적용한 고온 엠보싱 나노 임프린트 리소그래피 장치에 관한 것이다.
- <24> 오늘날 전자부품 및 광소자의 기술경쟁의 요체는 소형화와 고집적화이며 이를 결정하는 핵심적인 기술요소 중 하나가 극초미세 형상의 가공이다. 지금까지 반도체 또는 디스플레이 소자 제조 공정에서 마이크로 또는 나노미터 선폭의 극초미세형상을 가공하는 방법으로 가장 널리 사용되는 방법은 광경화 방식의 식각(Photo lithography)이다.
- <25> 그러나 이 방법은 세장비가 1보다 큰 형상이나 광프리즈 같이 단차형이 아닌 형상을 제작하는 데 어려움이 있다. 이러한 한계를 극복하기 위한 새로운 대안으로 부상하고 있는 것이 고온 엠보싱이다.
- <26> 고온 엠보싱은 유리소재의 기관을 유리전이온도 이상으로 가열한 후 극초미세 형상이 새겨진 금형을 이용하여 눌러 성형 가공하는 방법이다. 이미 양산에 적용되고 있는 광경화 식각장비와 달리 고온 엠보싱 장비는 실험용 장비가 출시되고 있는 단계이며 작업면적은 100mm 웨이퍼 수준에 머물고 있다. 본 발명은 이러한 현실을 극복하여 극초미세 형상을 대량 생산할 수 있는 200mm 이상 웨이퍼 처리가 가능한 대면적 고온 엠보싱 장비를 개발하기 위한 작업의 일환으로 수행되었다.
- <27> 차세대 나노리소그래피로 주목받고 있는 고온 엠보싱 나노임프린트 공정은 1996년 미국의 Stephen Choul[Imprint of Sub-25nm vias and trenches in polymers', Applied Physics Letters, 67(21), p.3114-3116]에 의해 처음 개발된 공정이다.
- <28> 먼저, 도 1을 참조하여 일반적인 고온 엠보싱 나노 임프린트 리소그래피 장치에 대해 살펴보기로 한다.
- <29> 도 1을 참조하면, 고온 엠보싱 나노 임프린트 리소그래피 장치는 기관(20)의 상부 및 하부에 각각 형성된 열판(상부 열판, 하부열판)(10)(30), 상기 상부 열판(10) 내에 구비된 스탬프(도 2의 80에 해당함), 상기 기관(20)에 각인을 위한 하중을 부가하는 유압장치(40) 및 상기 유압장치를 구동시키는 모터(50)를 포함하여 이루어진다.
- <30> 도면부호 70은 가이드이다.
- <31> 상기와 같이 구성된 고온 엠보싱 나노 임프린트 리소그래피 장치를 이용하여 기관에 나노패턴 제작 공정을 도 2를 참조하여 설명하면 다음과 같다.
- <32> 먼저, 상부 열판(10) 및 하부 열판(30)을 가열시킨다.(도 2a 참조) 그러면 상기 열은 인접하는 스탬프 및 기관에 전달된다. 이러한 상태에서 프레스싱(Pressing)시키면 나노 스케일 패턴을 가진 스탬프(80)가 폴리머 재질의 기관(20)에 각인이 이루어진다.(도 2b 참조) 그런 후, 열판(10)(30)을 냉각시키고, 분리시킨다.(도 2c 참조)
- <33> 상기 공정을 위한 시간에 따른 열판의 온도는 도 2d에 도시된 바와 같다. 즉 a 구간은 열판(10)(30)에 열을 가하는 구간이고, b 구간은 그 온도를 유지한 채 스탬프(80)가 기관(20)에 각인을 시키는 구간이며, c 구간은 상기 열판(10)(30)을 냉각시키는 구간이며, d 구간은 기관(20)에서 스탬프(80)를 분리시키는 구간이다.
- <34> 상기 고온 엠보싱 나노 임프린트 리소그래피 장치는 스탬프의 패턴을 기관에 반대로 전사시키는 원리를 이용한 것이다.

- <35> 종래와 같은 고온 엠보싱 나노임프린트 리소그래피는 광경화 방식의 나노 리소그래피에 비해 공정이 단순하고 장비가 저렴하며 높은 세장비의 형상과 비단차형 형상 제작이 가능하다는 장점을 지니고 있다.
- <36> 이와 같은 고온 엠보싱 나노임프린트 장치를 구현하기 위해서 공정이 요구하는 견고성과 급속 가열 및 급속 냉각능력의 종합적 요구조건을 만족할 수 있는 열판 장치가 모색되고 있으나 짧은 역사로 인해 아직 대면적화가 가능한 효과적인 방안이 제시되지 못하고 있다. 그 결과 최근 초기단계의 장비가 출시되고 있으나 처리 가능한 기판이 100mm 웨이퍼 정도에 머무르고 있다.
- <37> 뿐만 아니라 종래의 열판은 주로 급속가열과 온도유지에 초점이 맞추어져 프레스 압력에 대응하기 어려운 구조를 가지고 있거나 냉각 기능을 고려하지 않은 것이 대부분이어서 가열과 냉각, 프레싱이 이루어져야 하는 고온 엠보싱 나노임프린트 장비용 열판장치로 부적합하다.
- <38> 최근 고온 엠보싱 나노임프린트 장비용 열판이 개발되고 있으나 원형인 웨이퍼의 형상에 맞도록 열선과 냉각기를 배치함으로써 구조가 복잡하고 주문제작하여야 하므로 장치가 가격이 고가이며 대면적에 대응하기 어려웠다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <39> 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 그 목적은 다음과 같은 특성을 갖는 열판을 제공하는 데 있다.
- <40> 첫째, 나노 패턴을 각인하기 위해서는 200mm 웨이퍼에 50톤(ton) 정도의 큰 하중을 부가하여야 하는데, 본 발명에서는 상기 하중을 견딜 수 있는 구조적 강도를 가진 열판을 제공하는 데 있다.
- <41> 둘째, 본 발명에서는 단기간(예: 5분 이내)에 가열과 냉각이 이루어지는 급속 열 공정, 즉 급속가열 및 급속냉각 능력을 가진 열판을 제공하여 생산성을 향상시키는 데 있다.
- <42> 셋째, 본 발명에 따른 열판은 작업면의 온도를 균일하도록 하여 제작된 나노 패턴 구조의 정밀도를 유지하는 데 있다.
- <43> 넷째, 본 발명은 그 구조가 단순하면서 대면적으로의 확장이 용이한 열판을 제공하는 데 있다.
- <44> 따라서 본 발명에서는 고온 엠보싱 나노임프린트 리소그래피 장치 등이 요구하는 조건을 충족하면서 200mm 웨이퍼 이상으로 대면적화가 용이한 열판의 구조와 가열 및 냉각방안을 제안하고자 한다.

발명의 구성 및 작용

- <45> 상기와 같은 목적을 이루기 위해 본 발명에 따른 열판은 육면체 형상의 모재의 측면에 길이방향으로 다수개의 관통홀(냉각홀, 가열홀)을 규칙적으로 형성시키고, 상기 모재가 가열 또는 냉각이 되도록 가열수단 및 냉각수단을 구비하며, 상기 냉각홀 및 가열홀은 서로 엇갈리게 배치하는 것을 특징으로 한다.
- <46> 또한, 본 발명은 상기 모재의 온도를 측정하는 센서를 더 포함함을 특징으로 한다.
- <47> 상기 가열수단은 해당 관통홀(가열홀) 내에 삽입된 일자형 카트리지 히터인 것이 바람직하다.
- <48> 상기 카트리지 히터는 그 재질이 스테인레스 또는 이보다 강성이 강한 금속재질인 것이 바람직하다.
- <49> 상기 냉각수단은 해당 관통홀(냉각홀)에 소정 기체를 통과시켜 냉각시키는 기체 냉각 방식인 것이 바람직하다.
- <50> 또한, 본 발명은 어느 하나의 냉각홀, 상기 냉각홀과 이웃하는 냉각홀을 통과하는 기체의 이동 방향이 서로 반대인 것을 특징으로 한다.
- <51> 상기 냉각홀은 냉기의 흐름이 난류로 유지되는 범위 내에서 최대한 작게 가공되는 것이 바람직하다.
- <52> 상기 카트리지 히터의 출력을 PID(Proportional Integral Differential) 방식으로 제어하여 모재의 온도를 소정 이상 초과되지 않도록 하는 것이 바람직하다.
- <53> 상기 모재에는 열전도도가 우수한 금속판재 등을 사용한다.
- <54> 또한, 본 발명은 상기 냉각홀 및 가열홀은 서로 엇갈리게 배치하는 것을 특징으로 한다.
- <55> 한편, 본 발명은 상기와 같은 열판을 적용한 고온 엠보싱 나노 임프린트 리소그래피 장치를 제공함을 특징으로 한다.

- <56> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세하게 설명하고자 한다.
- <57> 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 열관의 구조를 나타내는 것으로, 도 3a는 사시도, 도 3b는 평면도, 도 3c는 정면도, 도 3d는 일부 사시도를 나타낸다.
- <58> 도 3을 참조하여 본 발명에 따른 열관의 구조를 살펴보면, 직육면체 형상의 모재(100)에 다수개의 관통홀이 형성된 구조를 가진다.
- <59> 모재(100)는 열전도도가 우수한 금속판재인 것이 바람직하다.
- <60> 열관의 작업면의 면적은 열관에 의한 가열 및 냉각 대상인 스탬프와 기관보다 크게 제작하는 것이 바람직하다.
- <61> 본 발명의 일실시예에서는 y축 방향으로 관통홀이 형성된다.
- <62> 상기 관통홀에는 가열장치 또는 냉각장치가 구비 또는 연결되어 상기 모재를 가열 또는 냉각시킨다.
- <63> 이에, 본 명세서에서는 모재(100)를 가열시키기 위해 가열장치가 구비될 관통홀을 '가열홀'이라 하고, 모재를 냉각시키기 위해 냉각장치가 구비 또는 연결될 관통홀을 '냉각홀'이라 한다.
- <64> 여기서, '연결된다'는 것은, 가열장치(또는 냉각장치)가 가열홀(또는 냉각홀)에 연결장치(호스 등)를 이용하여 연결된다는 것을 의미한다.
- <65> 또한, 열관(모재)(100)의 두께는 냉각홀과 히터를 내장하고 프레스 압력에 의한 변형이 문제가 되지 않는 범위 내에서 최소로 하여 가열과 냉각에 필요한 열 부하를 최소화하는 것이 바람직하다.
- <66> 본 발명의 일실시예에서는 상기 가열장치를 가열홀 내에 위치시켜 상기모재(100)를 가열시키는 방식을 이용한다.
- <67> 상기 가열장치는 상기 가열홀의 형태인 일자형 카트리지 히터(121)인 것이 바람직하다.
- <68> 상기와 같이 가열홀에 카트리지 히터(121)를 내장시키면 프레스 압력에 대응이 가능해져 구조적으로 단단해진다.
- <69> 또한, 일자형 히터(121)를 사용하면 히터의 길이 방향으로 높은 가열밀도 균일성이 보장되어 이 방향으로의 온도 균일도 확보가 용이해진다.
- <70> 상기 일자형 카트리지 히터에 대해서는 여러 개의 특허(실용신안)가 출원되었는데, 그 중 일례를 들어보면 다음과 같다.
- <71> 즉, 완전 방수형 카트리지 히터(등록번호 10-0229219), 자기온도 제어 카트리지 히터(등록번호 : 20-296269), 카트리지 히터(등록번호 : 20-0314649), 과열방지 기능이 내장된 수축관의 수온조절용 카트리지 히터(특허 등록 번호 : 10-0436237), 카트리지형 3상 히터 및 그 제작 방법(등록번호 : 10-0367057) 등이 있다.
- <72> 상기 카트리지 히터의 재질에는 그 일례로서 스테인리스 등이 있다.
- <73> 또한, 본 발명에서는 냉각 홀 내에 냉각 장치를 구비시키는 방식을 사용해도 무방하지만, 바람직하게는 자연풍(상온 기체) 또는 냉각 장치에서 발생된 기체(저온 기체)가 냉각 홀을 통과하도록 함으로써 상기 모재를 냉각시키는 방식을 이용한다.
- <74> 상기 저온 기체로는 질소 기체 등이 있다.
- <75> 냉각 효율 면에서는 액체 냉매를 이용하는 것이 유리하나, 액체를 사용하면 열 질량이 커 그만큼 가열속도가 저하되는 문제점이 발생되므로 본 발명에서는 상기와 같이 기체 냉각 방식을 이용하여 모체를 냉각시킨다.
- <76> 냉각홀(110)은 냉각기능만 수행하는 것이 아니라 가열모드에서 냉각홀(110)이 차지하는 부피에 해당하는 열 질량(thermal mass)을 줄이는 효과가 있어 가열속도를 증대시키는 역할을 한다.
- <77> 상기 가열홀 또는 냉각홀은 다양한 방식으로 배치가능 하며, 서로 번갈아가면서 위치시키는 것이 바람직하다. 이에 대한 설명은 하기 도 4 설명부분에서 보다 상세히 이루어진다.
- <78> 본 발명에서는 모재(100)의 온도를 측정하는 온도 센서(130)를 더 구비함을 특징으로 한다.
- <79> 상기 온도센서(130)는 모재의(100) 온도를 수시로 측정하여 계측장치로 내보낸다.

- <80> 상기 온도센서(130)에는 그 일례로 열전대(Thermocouple ; 써머커플) 등이 있다.
- <81> 또한, 본 발명에서는 카트리지 히터(121)의 출력을 PID 방식으로 제어하여 모재(110)의 가열 온도를 소정 이상 초과되지 않도록 하는 것이 바람직하다.(하기의 도 6a 및 도 6b 참조)
- <82> 본 발명에서는 어느 하나의 냉각홀, 상기 냉각홀과 이웃하는 냉각홀을 통과하는 기체의 이동 방향이 서로 반대 가 되도록 하는 것이 바람직하다. 상기와 같이 구성시키면 모재의 온도편차를 줄일 수 있다. 이에 대한 보다 상세한 설명은 도 7b 및 도 8에서 이루어지므로 여기서는 생략하기로 한다.
- <83> 본 발명에서는 냉기의 흐름이 난류로 유지되는 범위 내에서 냉각홀(110)의 직경을 최대한 작게 설계하는 것이 바람직하다. 상기에서 냉각홀의 직경을 소정 이상 크게 하면 프레스 등에 의한 구조적인 견고함이 떨어지는 문제점(변형 등)이 발생된다.
- <84> 본 발명에서는 상기와 같이 열관을 사각 형태로 제작하고 히터홀(카트리지 히터가 장착됨)과 냉각홀을 평행하게 병렬로 장착하면 대면적화에 대응할 수 있는 확장성을 확보할 수 있다. 다시 말하면, 히터홀 및 냉각홀의 길이를 보다 길게 하고, 열관에 배열되는 상기 히터홀 및 냉각홀의 개수를 증가시킴으로써 대면적으로 확장 가능하다.
- <85> 뿐만 아니라 본 발명에서는 삽입형 히터와 냉각홀의 간격을 조정함으로써 가열 및 냉각 용량을 조절할 수 있다.
- <86> 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 열관의 정면도를 나타내는 도면이다.
- <87> 앞에서도 언급한 바와 같이, 본 발명에서는 가열 홀 또는 냉각홀을 다양한 방식으로 배치할 수 있다.
- <88> 그 일례로 본 발명에서는 x축 방향으로 2열로 관통홀을 형성하는데, 도 4a에 도시된 바와 같이, 냉각홀(110)을 상층에, 히터홀을 하층에 위치시킬 수 있으며(Type I), 반대로 도 4b에 도시된 바와 같이, 히터홀을 상층에, 냉각홀(110)을 하층에 위치시킬 수 있다.(Type II) 물론 상기 냉각홀(110) 및 히터홀은 서로 엇갈리게 설치된다.
- <89> 본 발명에서는 상기와 같은 방식도 바람직하지만 도 4c에 도시된 방식이 가장 바람직하다. 즉, 관통홀을 x축 방향으로 1열로 형성시키며, 히터홀과 냉각홀을 번갈아가면서 배치한다.(Type III)
- <90> 도 5는 본 발명에 따른 열관의 가열성능과 온도균일성을 측정하기 위한 실험 구성도이다.
- <91> 도면을 참조하면, 실험 장치는 시험용 열관(10), 전력을 공급하는 전원 공급부(210), 상기 전원 공급부에서 공급된 전력을 제어하는 전원제어부(220), 열관의 온도 변화와 분포를 측정하기 위한 계측부(230) 및 컴퓨터(240)를 포함하여 이루어진다.
- <92> 비례성이 우수한 피드백 제어기(TZN4S)와 직류전원릴레이(WYG 1C 20Z4)가 카트리지 히터에 공급되는 열을 조절하는 전원제어부(220)를 형성한다.
- <93> 전원 제어부(220)는 열관(10)의 작업영역 온도가 미리 설정된 작업범위에 도달하고 유지될 수 있도록 직류전원 릴레이에서 카트리지 히터로 공급되는 전기의 전류와 전압에 대한 피드백 제어를 수행한다.
- <94> 열관(10)은 100mm 웨이퍼를 처리할 수 있도록 여유를 고려하여 가로(x축) 및 세로(y축) 길이가 각각 120mm의 크기로 제작하였다. 또한, 열관제어부(220)10개의 두께는 16mm이며 재질은 알루미늄합금이다.
- <95> 히터홀 및 냉각홀은 6mm의 직경이며, 상기 냉각홀은 1mm 간격으로 12개를 배치하였고, 히터홀은 상기 냉각홀의 상부 또는 하부에, 냉각홀과 엇갈리게 11개를 배치하였다.(도 4a 및 도 4b 참조)
- <96> 또한, 히터의 외부면적을 기준으로 하여 평가한 단위면적당 가열량은 6.63 W/cm^2 이다.
- <97> 또한, 본 실험에서는 피드백 제어기와 냉각 비정상 온도 거동을 측정하기 위하여 응답속도가 빠르고 상온에서 500도(°C)까지의 대역에서 선형 응답성을 가지는 0.25mm 지름의 K형 열전대를 사용하였다.
- <98> 열전대는 초당 250 샘플의 취득과 120 채널의 동시측정이 가능한 22비트의 분해능을 가진 계측부(Agilent 34970A)(230)에 연결된다.
- <99> 카트리지 히터로 공급되는 전류와 전압에 대한 피드백 제어를 위하여 K형 열전대를 5개 구역에 설치하여 피드백 제어기가 각각 제어하도록 하였다.

- <100> 다시 말하면, 본 발명에서는 상기 열전대를 열관의 동적열 특성을 평가하기 위하여 다섯 군데 설치하였다.
- <101> 일례로서, 상기 열전대의 설치 위치를 좌표로 표시하면 다음과 같다. 즉, 제 1 열전대(Px1)(Py1)는 열관의 정중앙(60,60)에, 제 2 열전대(Px2) 및 제 3 열전대(Px3)는 상기 제 1 열전대(Px1)에서 음의 x 방향으로 각각 40mm(20,60)와 50mm(10,60) 떨어진 곳에 설치하였다. 또한, 제 4 열전대(Py2) 및 제 5 열전대(Py3)는 제 1 열전대(Px1)(Py1)에서 양의 y 방향으로 각각 30mm(60,90)와 50mm(60,110) 떨어진 곳에 설치하였다.
- <102> 정리하면, 상기 열전대는 카트리지 히터의 길이(y축)방향으로 3대를 설치하였으며, 카트리지 히터와 카트리지 히터 사이인 x축 방향으로 3대를 설치하였다.
- <103> 실제의 실험에서는 밀면으로 열손실을 줄이기 위하여 열관을 두께 15mm 세라믹 단열재판 위에 설치하였다. 또한, 바닥으로 열손실이 줄이기 위하여 열전도율이 작은 세라믹판을 사용하였다.
- <104> 본 발명에서는 종합적인 설계의 타당성 분석과 체계적인 문제 해결 방안 모색을 위하여 실험과 함께 전산 해석을 수행하였다.
- <105> <전산해석 모형>
- <106> 가열이 이루어지는 단계에서는 제안된 모형에서 히터홀 및 냉각홀(y축)방향으로 변화를 무시하고 2차원적인 접근이 가능하다.
- <107> 하지만 냉각이 y축 방향으로의 온도변화가 지배적으로 나타나므로 3차원 해석이 필수적이다.
- <108> 그러나 전체 열관을 해석영역으로 삼는 것은 막대한 3차원 격자를 요구하여 설계 목적으로 활용하기에 적절하지 않다. 이에, 대칭조건을 이용하여 도 3d에 도시된 바와 같이, 하나의 히터와 양쪽의 반개의 냉각홀만을 해석 대상으로 한정하여 계산을 수행하였다.
- <109> 본 실험에서는 열관의 앞면과 뒷면, 아랫면은 단열조건을 적용하였고 상부는 자연 대류에 의한 열손실이 존재한다고 상정하였다.
- <110> 실제의 고온 엠보싱 장비에서는 열관의 상부에 기관이 있으나 통상 두께가 0.5 ~ 1mm 정도로 얇아 그 영향을 무시하면 단열조건에 가깝다.
- <111> 여기서, 자연대류를 고려한 것은 실험 장치에서는 하부의 열관만을 실험하여 자연대류에 의한 열손실이 발생하므로 실험치와 비교를 위한 것이다.
- <112> GAMBIT을 이용하여 격자를 만들었으며 계산에는 상용 전산 유체 역학 코드인 FLUENT 6,1을 사용하였다.
- <113> 시간 전진은 2차 음해법을 처리하였고 가열단계에서는 전도열 전달만을 풀었고 냉각문제에서는 냉각구멍에서의 대류열 전달을 고려하였다.
- <114> 난류 모델로는 RNG k-ε 모델과 확장된 벽함수를 사용하였다.
- <115> 참고로, 본 실험에서는 60도/분(℃/min) 이상의 가열과 냉각속도, 설정온도의 1% 내의 정밀온도 제어와 설정 온도 1%의 오차내의 열관의 온도편차 유지를 기술적 목표로 설정하였다.
- <116> 도 6은 100mm 웨이퍼급 열관(실제로는 직경이 120mm임)의 가열시험 결과를 나타내는 그래프로, 도 6a는 열관의 x축 방향의 세 지점에서의 시간에 따른 온도 측정 결과, 도 6b는 열관의 y축 방향의 세 지점에서의 시간에 따른 온도 측정 결과이다.
- <117> 도 6a 및 도 6b에 도시된 작은 사각형은 열관의 평면도이며, 상기 평면도상에 실제의 축방향으로의 x 측정점(Px1 ~ Px3) 및 y 측정점(Py1 ~ Py3)을 나타내었다.
- <118> 도면에서, A구간은 히터에 전출력이 부가되어 일정한 비율로 온도가 선형적으로 상승하는 초기응답을 나타내며, B구간은 피드백 제어가 작동하여 설정온도에 수렴해가는 정착 과정을 나타낸다.
- <119> 히터에 전원이 부가되면 히터 자체의 온도가 상승하는 데 필요한 초기 기동 시간이 필요하므로 약간의 시간 지연 후 온도의 선형적인 상승이 이루어지고 있다.
- <120> 먼저, 도 6a를 참조하면, Px1, Px2, Px3의 온도 측정 결과로 평가한 선형 온도 상승률은 각각 207, 195, 190℃/min으로, 가열 속도 목표치인 60℃/min을 크게 상회하고 있다.

- <121> 실제로 A 구간의 과도거동에서는 세 지점의 히터가 모두 전출력으로 작동하므로 온도편차가 발생하는 경우 이를 보상할 수 있는 방법이 없다.
- <122> 그러나 B 구간에 접어들면서 각각의 부분이 목표 온도에 도달하도록 제어되므로 온도차는 감소하여 1.5°C 편차를 갖는다.
- <123> 도 6b에서 이점쇄선은 상용코드를 이용하여 획득한 계산결과를 나타낸다.
- <124> 수 분(min) 후에 열판의 온도 분포가 정상 상태에 이른 후 나노 식각 공정이 이루어지기 때문에 상용코드를 이용한 전산해석 결과는 초기 가동시간의 효과를 고려하지 않았다.
- <125> Py1, Py2, Py3의 온도 측정 결과로 평가한 선형 온도 상승률은 각각 206, 190, 206°C/min으로, 가열 속도 목표치인 60°C/min을 크게 상회하며 A구간에서 수치모형을 이용한 온도 거동은 실제 실험결과와 거의 일치하는 결과를 보여준다.
- <126> 도 6b에 나타난 바와 같이, 전반적인 온도 거동은 비슷하나 A구간에는 Py1, Py2, Py3은 일정한 간격을 가지고 증가하다가 B구간에서 간격이 줄어들음을 알 수 있다. 온도편차는 x 방향과 유사한 거동을 보이고 있으며 정상 상태에서의 온도 편차는 1.5°C이다.
- <127> 종합적으로 살펴보면, 본 발명에 따른 열판은 그 설정온도 도달시간이 4분 미만인 우수한 가열성능을 가진다. 뿐만 아니라 235°C 정도로 유지되는 정상상태에서 열판의 5개 위치에서 측정한 온도의 편차는 1.5도로, 우수한 온도 균일도를 보여준다.
- <128> 도 7은 도 4에 제시된 세 가지 형태의 열판의 열적 거동에 대한 전산해석 결과로,
- <129> 도 7a는 히터당 150W의 전출력을 추가하는 경우 열판의 온도변화를 나타내며, 도 7b는 냉각홀마다 상온의 질소가스를 70m/s의 유속으로 같은 방향으로 불어주었을 때 열판 표면의 최대온도(Tmax) 및 최소온도(Tmin)의 시간에 따른 변화를 나타내는 그래프이다.
- <130> 도 7a 및 도 7b를 참조하면, 열판은 가열 및 냉각이 세 가지 타입(Type I ~ Type III) 모두 3분 이내에 도달하였음을 알 수 있다.
- <131> 다수개의 관통홀에 같은 방향으로 질소가스를 통과시키면 도 7b에 도시된 바와 같이, 냉각과정에서 온도 편차가 발생한다. 이는 냉각을 위해 유입되는 차가운 질소가스가 열판으로부터 열을 받아 온도가 상승하기 때문에 상류보다 하류부분에서 냉각효과가 저하되어 유동방향으로 큰 온도편차가 발생하는 것이다.
- <132> 도 7b에 언급된 문제점을 해결하기 위해 본 발명에서는 도 8에 도시된 바와 같이, 이웃하는 냉각홀의 질소가 흐르는 방향이 서로 반대가 되도록 하였다.
- <133> 도 8은 도 4에 제시된 세 가지 형태의 열판에서 이웃하는 냉각홀의 유동방향이 반대가 되도록 70m/s의 유속으로 질소가스를 교차시켜 불어주었을 때 열판의 열적 거동에 대한 전산해석 결과로, 도 8a는 열판 표면의 최대온도와 최소온도의 시간에 따른 변화, 도 8b는 열판 표면의 최대온도차(최대온도-최소온도)의 시간에 따른 변화를 나타내는 도면이다.
- <134> 먼저, 도 8a를 참조하면, 도 7b와 다르게 세 가지 타입의 열판의 냉각 형태가 거의 유사함을 알 수 있다.
- <135> 즉, 이웃하는 냉각홀의 냉기 흐름이 반대방향이어서 흐름 방향으로 생성되는 온도변화가 열판의 전도에 의해 서로 상쇄되어 온도편차가 현저히 줄어들었음을 알 수 있다.
- <136> 도 8b를 참조하면, 본 실험에서는 세 가지 배열방식 중 히터를 상층에 배치하는 방식(Type II)이 온도편차(최대온도-최소온도)를 가장 작게 유발하는 것으로 나타났다.
- <137> 본 발명에서는 상기와 같이 구성된 열판을 고온 엠보싱용 나노임프린트 장비 이외에도 큰 하중이 부가되어 견고성이 요구되며 가열과 냉각이 모두 요구하는 요구되는 반도체 급속열공정이나 핫프레스와 같은 장비의 대면적 가열과 냉각기구로 활용할 수 있다.
- <138> 상기와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자라면 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수

정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

발명의 효과

- <139> 이상에서와 같이, 본 발명은 열판 본체(모체) 내부에 일자형 히터와 냉각홀을 병렬로 배치하여 가열과 냉각 기능을 동시에 제공하는 것을 특징으로 하고 있는바, 열판의 구조를 단순화하여 프레스 압력에 대응하기 쉬우며 무엇보다 대면적으로 확장성이 뛰어나다.
- <140> 또한, 열판 장치를 구성하는 원통형 카트리지 히터나 열전대 센서, 질소 가스와 냉각 장치를 구성하는 부품은 시중에서 쉽게 구할 수 있기 때문에 장치를 값싸게 구성할 수 있다.
- <141> 현재 고온 엠보싱 나노 임프린트 장비는 100mm 웨이퍼의 나노패턴을 제작할 수 있는 초보적 수준에 머물고 있으나, 본 발명과 같은 대면적 확장성이 뛰어난 열판을 제공함으로써 200mm 웨이퍼 또는 그 이상의 기관에 나노패턴을 제작할 수 있다.
- <142> 또한, 본 발명에서 제시한 열판의 표면은 사각형이므로 작업 가능한 기관이 원형 웨이퍼에 머무르지 않고 물을 이용하는 나노 임프린트 장비와 같이 사각평면에 나노형상을 만드는 공정장비에도 활용될 수 있을 것이다.

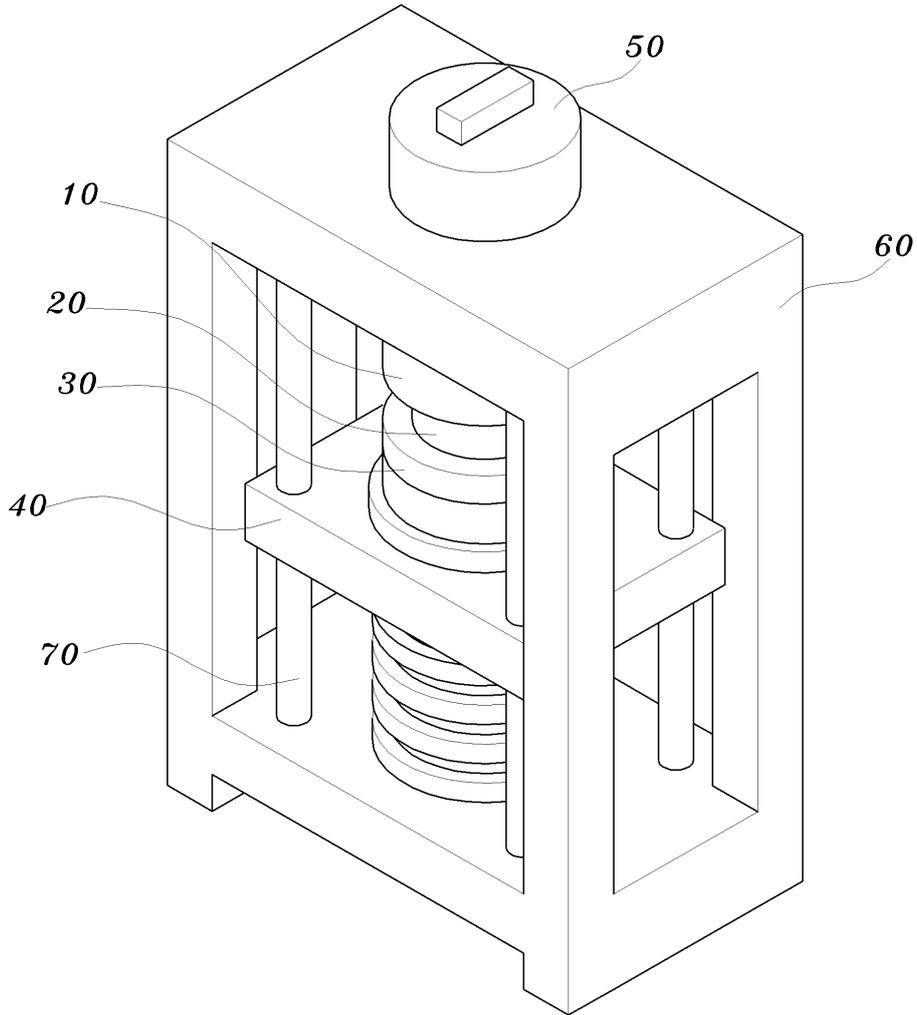
도면의 간단한 설명

- <1> 도 1은 일반적인 고온 엠보싱 나노 임프린트 리소그래피 장치를 나타내는 사시도이다.
- <2> 도 2a 내지 도 2c는 고온 엠보싱 나노임프린트 공정을 나타내며, 도 2d는 시간에 따른 열판의 온도를 나타내는 그래프이다.
- <3> 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 열판의 구조를 나타내는 것으로,
- <4> 도 3a는 사시도, 도 3b는 평면도, 도 3c는 정면도, 도 3d는 일부 사시도를 나타낸다.
- <5> 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 열판의 정면도를 나타내는 도면으로,
- <6> 도 4a는 냉각홀을 상층에, 히터를 하층에 위치하되, 수평위치를 엇갈리게 배치하는 Type I에 해당하고,
- <7> 도 4b는 히터를 상층에, 냉각홀을 하층에 두되, 수평위치를 엇갈리게 배치하는 Type II에 해당하며,
- <8> 도 4c는 히터와 냉각홀을 같은 높이로 엇갈리게 배치하는 Type III에 해당한다.
- <9> 도 5는 본 발명에 따른 열판의 가열성능과 온도균일성을 측정하기 위한 실험 구성도이다.
- <10> 도 6은 100mm 웨이퍼급 열판(실제로는 직경이 120mm임)의 가열시험 결과를 나타내는 그래프로,
- <11> 도 6a는 열판의 x축 방향의 세 지점에서의 시간에 따른 온도 측정 결과, 도 6b는 열판의 y축 방향의 세 지점에서의 시간에 따른 온도 측정 결과이다.
- <12> 도 7은 도 4에 제시된 세 가지 형태의 열판의 열적 거동에 대한 전산해석 결과로,
- <13> 도 7a는 히터당 150W의 진출력을 부가하는 경우 열판의 온도변화를 나타내며, 도 7b는 냉각홀마다 상온의 질소 가스를 70m/s의 유속으로 같은 방향으로 불어주었을 때 열판 표면의 최대온도(Tmax) 및 최소온도(Tmin)의 시간에 따른 변화를 나타내는 그래프이다.
- <14> 도 8은 도 4에 제시된 세 가지 형태의 열판에서 이웃하는 냉각홀의 유동방향이 반대가 되도록 70m/s의 유속으로 질소가스를 교차시켜 불어주었을 때 열판의 열적 거동에 대한 전산해석 결과로,
- <15> 도 8a는 열판 표면의 최대온도와 최소온도의 시간에 따른 변화, 도 8b는 열판 표면의 최대온도차(최대온도-최소온도)의 시간에 따른 변화를 나타내는 도면이다.
- <16> <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>
- <17> 10 : 상부 열판 20 : 기관(웨이퍼 등)
- <18> 30 : 하부 열판 40 : 유압장치
- <19> 50 : 모터 60 : 본체
- <20> 70 : 가이드 80 : 스탬프

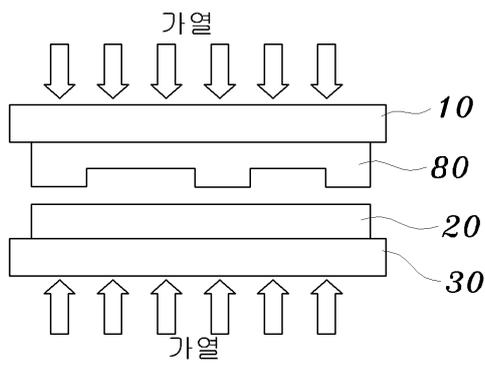
- <21> 100 : 모재 110 : 냉각홀
- <22> 121 : 카트리지 히터 130 : 온도센서(써머커플)

도면

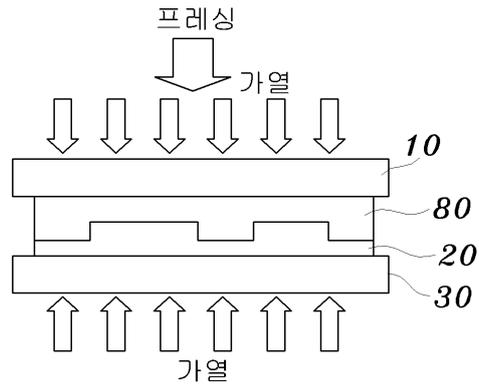
도면1



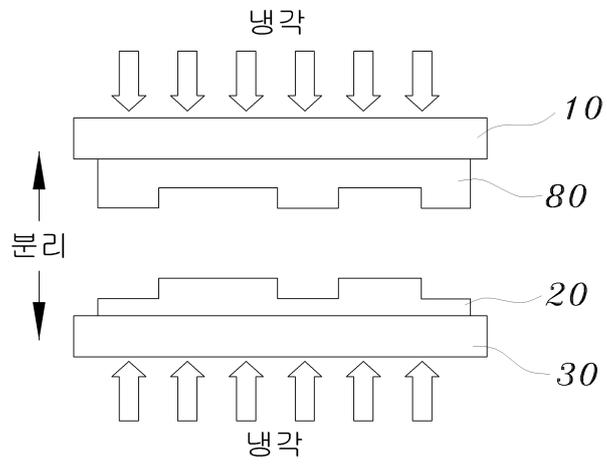
도면2a



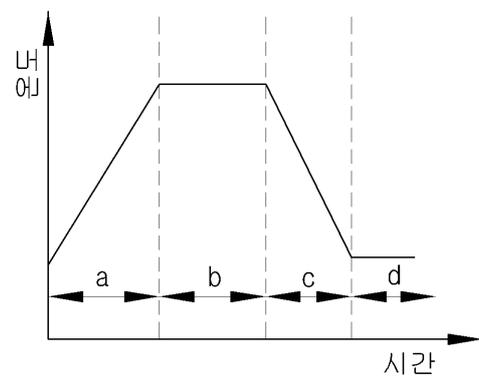
도면2b



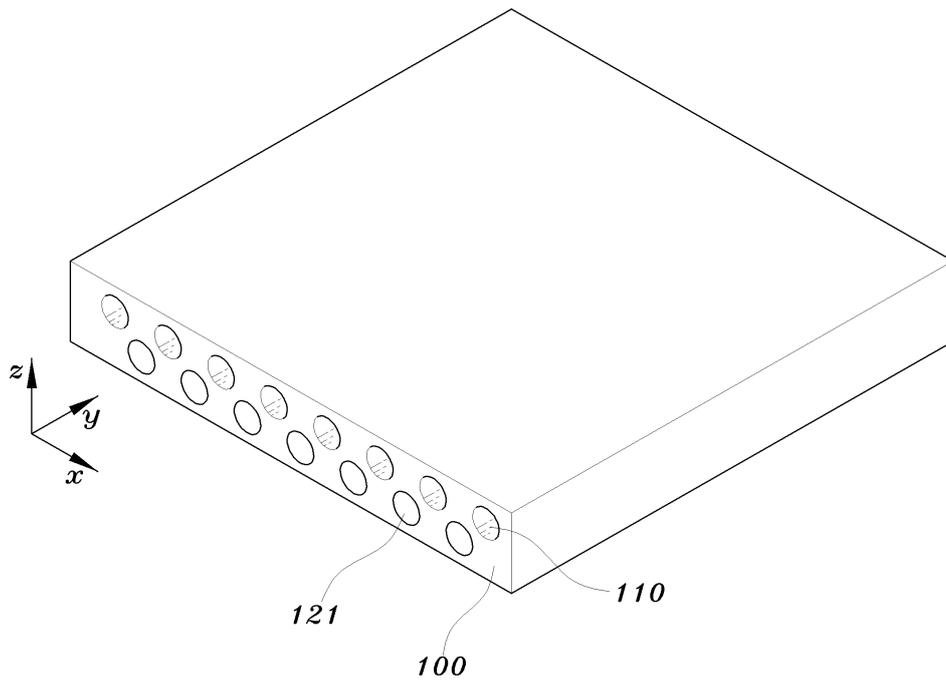
도면2c



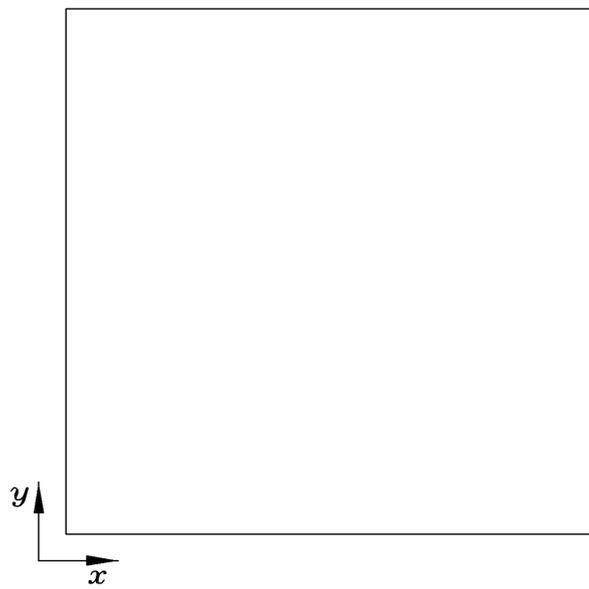
도면2d



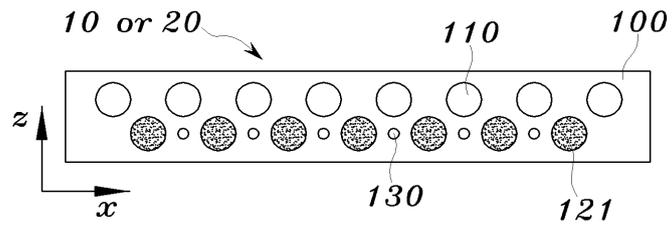
도면3a



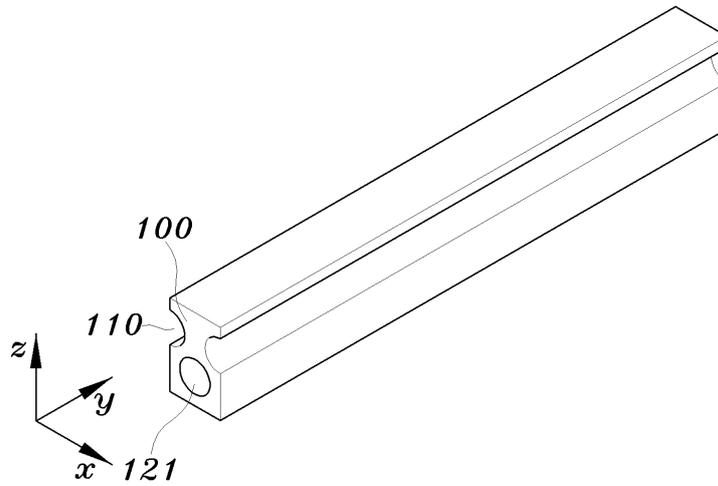
도면3b



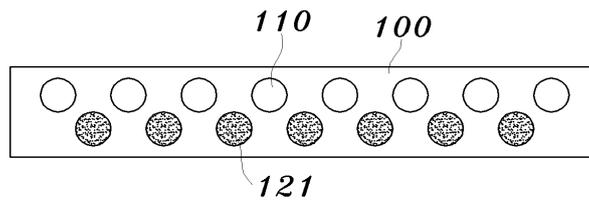
도면3c



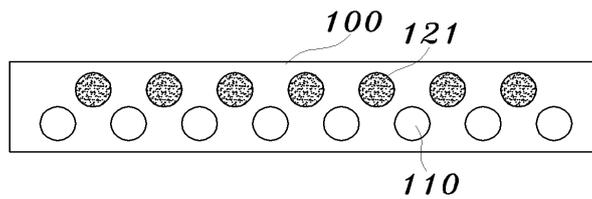
도면3d



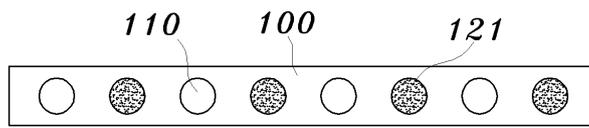
도면4a



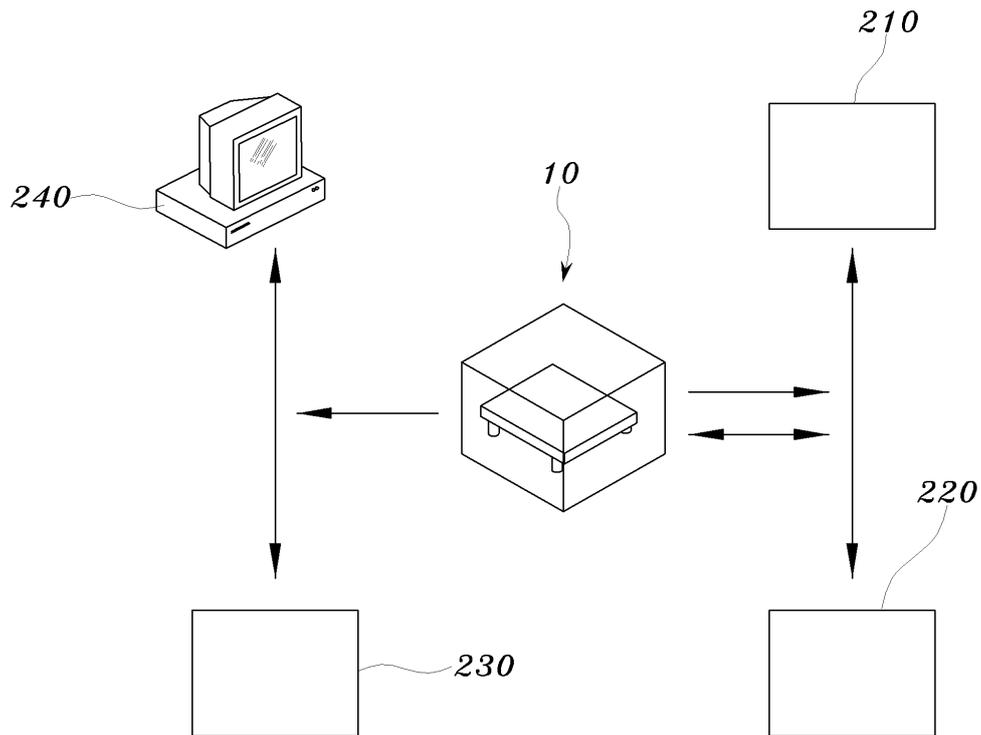
도면4b



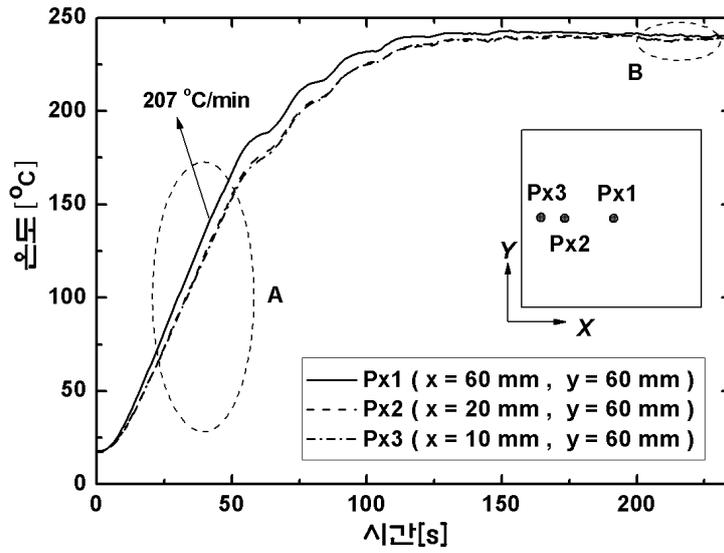
도면4c



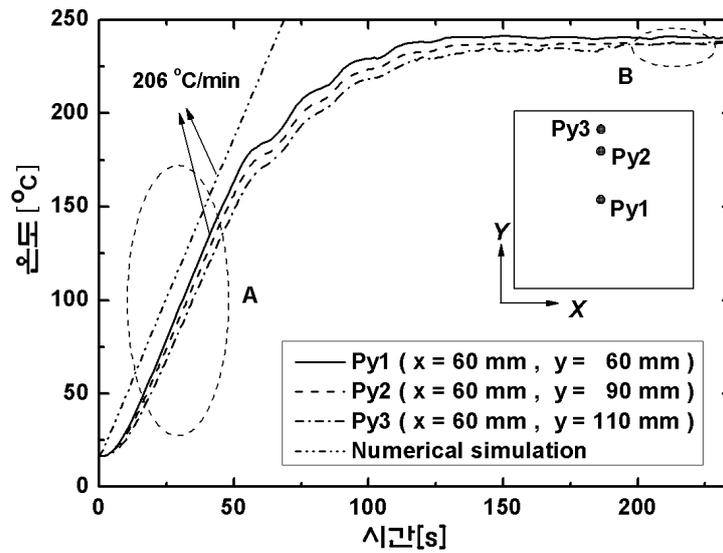
도면5



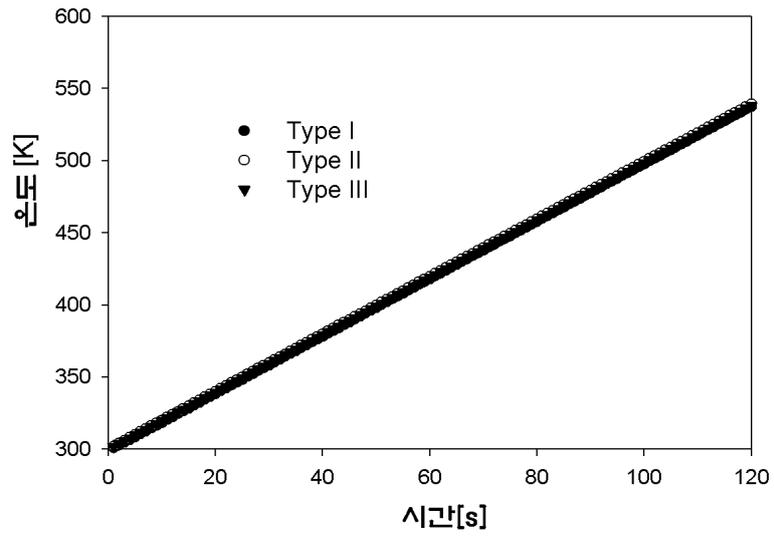
도면6a



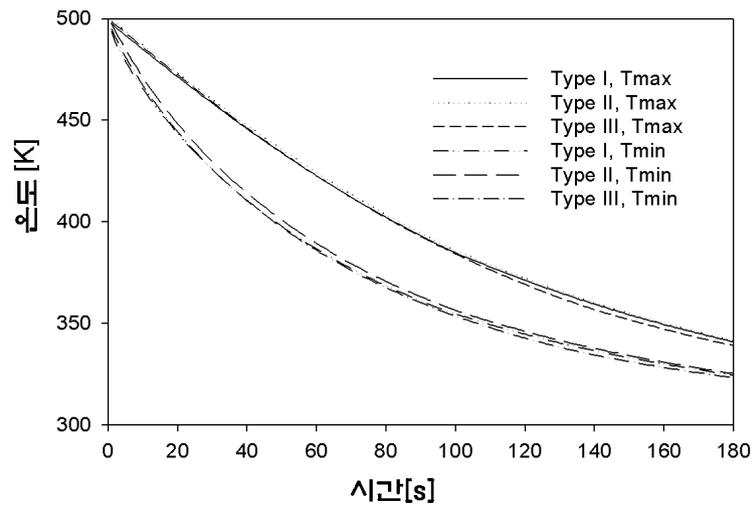
도면6b



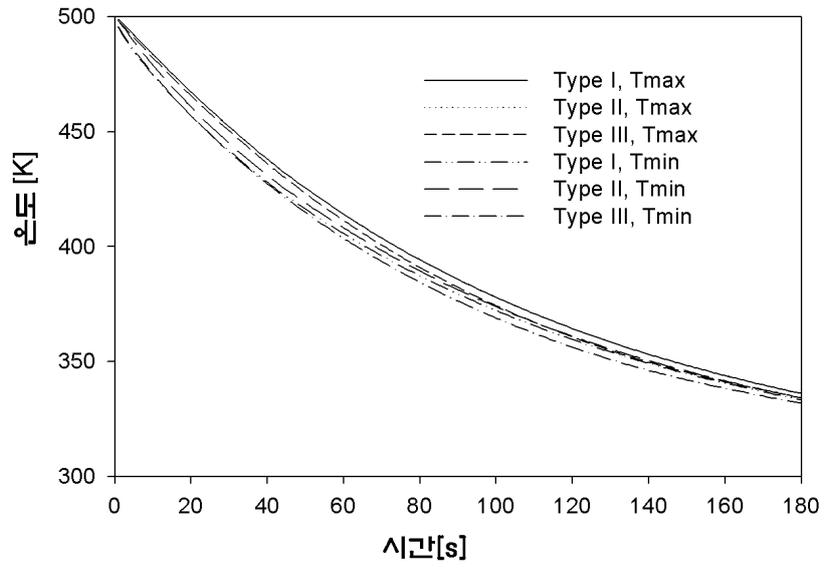
도면7a



도면7b



도면8a



도면8b

