



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년06월20일
 (11) 등록번호 10-1749044
 (24) 등록일자 2017년06월14일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H01L 21/324 (2017.01) H01L 21/66 (2006.01)
 H01L 21/67 (2006.01) H01L 21/687 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
 H01L 21/324 (2013.01)
 H01L 21/67115 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7012831(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2009년05월01일
 심사청구일자 2016년06월03일
- (85) 번역문제출일자 2016년05월16일
- (65) 공개번호 10-2016-0061437
- (43) 공개일자 2016년05월31일
- (62) 원출원 특허 10-2010-7026934
 원출원일자(국제) 2009년05월01일
 심사청구일자 2014년04월30일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2009/042538
- (87) 국제공개번호 WO 2009/135137
 국제공개일자 2009년11월05일
- (30) 우선권주장
 61/050,167 2008년05월02일 미국(US)
 61/055,814 2008년05월23일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
 KR1020050043755 A*
 (뒷면에 계속)

- (73) 특허권자
 어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
 미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애
 브뉴 3050
- (72) 발명자
 아더홀트, 볼프강, 알.
 미국 95014 캘리포니아 쿠퍼티노 비네야드 스포링
 코트 11652
 헌터, 아아론
 미국 95060 캘리포니아 산타 크루즈 에멜라인 애
 브뉴 430
 라니쉬, 조셉, 알.
 미국 95117 캘리포니아 샌어제이 우드리프 코트
 3751
- (74) 대리인
 특허법인 남앤드남

전체 청구항 수 : 총 17 항

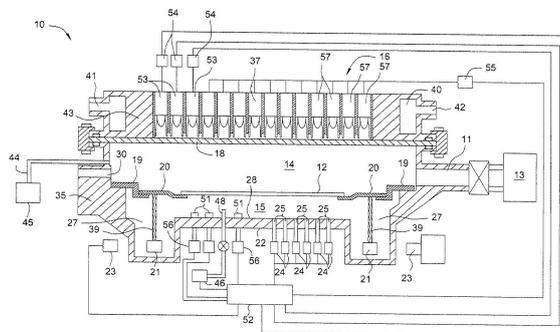
심사관 : 김중희

(54) 발명의 명칭 회전하는 기관들에 대한 비 방사상 온도 제어를 위한 시스템

(57) 요약

본원 발명의 실시예들은 열처리 동안에 불균일을 감소시키기 위한 장치 및 방법을 제공한다. 본원 발명의 일 실시예는 기관 프로세싱용 장치를 제공하고, 상기 기관 프로세싱용 장치는 처리 용적을 형성하는 챔버 몸체, 상기 처리 용적 내에 배치되고 기관을 회전시키도록 구성된 기관 지지부, 다수의 위치에서 기관의 온도를 측정하도록 구성된 센서 조립체, 그리고 처리 용적을 향해서 펄스형 에너지를 제공하도록 구성된 하나 또는 둘 이상의 펄스 가열 요소를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

H01L 21/67248 (2013.01)

H01L 21/68764 (2013.01)

H01L 22/10 (2013.01)

H01L 22/26 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

W02007114987 A2*

KR1020070022820 A

US20080090309 A1*

US20060051077 A1*

US20030183612 A1*

JP2001110737 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

기판을 프로세싱하기 위한 장치로서:

프로세싱 체적부를 형성하는 챔버 본체;

상기 프로세싱 체적부 내에 배치되는 기관 지지부로서, 옛지 영역에서 기관을 수용하고 지지하도록 옛지 링을 포함하는, 기관 지지부;

하나 또는 둘 이상의 위치에서 상기 기관과 상기 옛지 링의 온도를 측정하도록 위치결정되는 센서 조립체;

상기 프로세싱 체적부를 향해 에너지를 제공하도록 구성되는 제1 가열 공급원으로서, 복수의 가열 구역을 이루도록 그룹화된 복수의 가열 요소를 포함하고, 상기 기관의 후면을 가열하도록 상기 프로세싱 체적부 아래에 위치결정되는, 제1 가열 공급원; 및

상기 프로세싱 체적부에서 상기 옛지 링을 향해 펄스형 에너지를 제공하도록 구성되는 제2 가열 공급원;을 포함하는,

기판을 프로세싱하기 위한 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

제2 가열 공급원이 레이저 다이오드 또는 라인 방출기(line emitters)를 포함하는,

기판을 프로세싱하기 위한 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제2 가열 공급원의 주파수, 위상 및 진폭 중 하나 이상이 조절가능한 것인,

기판을 프로세싱하기 위한 장치.

청구항 4

열처리 챔버로서:

석영 윈도우와 반사 플레이트를 포함하고 프로세싱 체적부를 형성하는 챔버 본체로서, 상기 석영 윈도우와 상기 반사 플레이트가 상기 프로세싱 체적부의 대향 측면 상에 배치되는, 챔버 본체;

상기 프로세싱 체적부 내에 배치되는 기관 지지부로서, 옛지 영역에서 기관을 수용하고 지지하도록 옛지 링을 포함하는, 기관 지지부;

상기 석영 윈도우를 통하여 상기 프로세싱 체적부를 향해 에너지를 지향시키도록 상기 석영 윈도우 외측에 배치되는 가열 공급원으로서, 상기 가열 공급원은 동심적인 복수의 가열 구역을 이루도록 그룹화된 복수의 가열 요소를 포함하며, 상기 동심적인 복수의 가열 구역 중 하나 이상의 구역 내에 있는 가열 요소의 일부는 복수의 방위각 제어 구역(azimuthally controlled zone)으로 그룹화된 펄스형 가열 요소를 포함하는, 가열 공급원;

상기 프로세싱 체적부 내의 상이한 방사상 위치들을 따라 온도를 측정하기 위하여 상기 반사 플레이트를 관통하

도록 배치되는 센서 조립체;

상기 옛지 링을 향해 펄스형 에너지를 지향시키도록 위치결정되는 보조 가열 요소; 및

상기 보조 가열 요소로부터의 펄스형 에너지의 주파수, 위상 및 진폭 중 하나 이상을 조절하도록 작동가능한 시스템 제어부;를 포함하는,

열처리 챔버.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 보조 가열 요소가 레이저 다이오드 또는 라인 방출기인,

열처리 챔버.

청구항 6

삭제

청구항 7

기판을 프로세싱하는 방법으로서:

프로세싱 챔버의 프로세싱 체적부 내에 배치된 옛지 링 상에 기판을 배치하는 단계;

상기 기판과 상기 옛지 링을 회전시키는 단계;

제1 가열 공급원으로부터 상기 기판을 향해 방사 에너지(radiant energy)를 지향시켜 상기 기판을 가열하는 단계;

제2 가열 공급원으로부터 상기 옛지 링을 향해 펄스형 에너지를 지향시켜 상기 옛지 링을 가열하는 단계;

상기 옛지 링과 상기 기판 중 하나 이상의 온도를 측정하는 단계; 및

측정된 상기 온도에 따라 상기 제2 가열 공급원의 주파수, 위상 및 진폭 중 하나 이상을 조절하는 단계;를 포함하며,

상기 온도를 측정하는 단계가, 기판 회전 주파수보다 복수 배 더 큰 주파수에서 상기 옛지 링 또는 상기 기판을 향해 지향된 센서를 샘플링하는 단계를 포함하는,

기판을 프로세싱하는 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

온도 측정으로부터 상기 옛지 링이나 상기 기판 내의 온도 변동을 결정하는 단계로서, 결정된 상기 온도 변동에 따라 펄스형 가열 공급원의 주파수, 위상 및 진폭 중 하나 이상을 조절하는, 단계를 더 포함하는,

기판을 프로세싱하는 방법.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 제2 가열 공급원이 기판 회전 주파수와 동일한 주파수를 가지며,

상기 제2 가열 공급원의 주파수, 위상 및 진폭 중 하나 이상을 조절하는 단계는, 상기 옛지 링 내에서 가장 낮은 온도를 갖는 위치를 향해 상기 제2 가열 공급원의 가장 높은 전력 레벨(peak power level)을 가하는(strike) 단계를 포함하는,

기관을 프로세싱하는 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 제1 가열 공급원과 상기 제2 가열 공급원이 상기 기관 지지부의 대향 측면 상에 위치결정되는,

기관을 프로세싱하기 위한 장치.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 제2 가열 공급원으로부터의 에너지를 상기 프로세싱 체적부로 지향시키도록 상기 프로세싱 체적부와 상기 제2 가열 공급원 사이에 배치된, 광섬유, 광 파이프, 거울 및 내부 전반사 프리즘(internal reflecting prism) 중 하나를 더 포함하는,

기관을 프로세싱하기 위한 장치.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 제1 가열 공급원의 복수의 가열 구역은 동심적인 구역이며,

동심적인 상기 가열 구역 중 하나 이상의 구역 내에 있는 가열 요소의 일부는 펄스형 가열 요소인,

기관을 프로세싱하기 위한 장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 펄스형 가열 요소의 주파수, 위상, 및 진폭 중 하나 이상이 조절가능한 것인,

기관을 프로세싱하기 위한 장치.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 제2 가열 공급원으로부터의 펄스형 에너지의 주파수, 위상 및 진폭 중 하나 이상을 조절하도록 작동가능한 시스템 제어부를 더 포함하는,

기관을 프로세싱하기 위한 장치.

청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 제1 가열 공급원의 펄스형 가열 요소 및 상기 제2 가열 공급원으로부터의 펄스형 에너지의 주파수, 위상 및 진폭 중 하나 이상을 조절하도록 작동가능한 시스템 제어부를 더 포함하는, 기판을 프로세싱하기 위한 장치.

청구항 16

제 4 항에 있어서,
상기 가열 공급원과 보조 가열 요소가 상기 기판 지지부의 대향 측면 상에 위치결정되는, 열처리 챔버.

청구항 17

제 4 항에 있어서,
상기 보조 가열 요소로부터의 에너지를 상기 프로세싱 체적부로 지향시키기 위하여 상기 반사 플레이트를 관통하도록 배치된, 광섬유, 광 파이프, 거울 및 내부 전반사 프리즘 중 하나를 더 포함하는, 열처리 챔버.

청구항 18

삭제

청구항 19

제 4 항에 있어서,
상기 시스템 제어부는, 상기 센서 조립체로부터의 측정값을 이용하여 상기 기판 지지부 상에 배치된 기판의 온도 맵을 생성하도록 작동가능한 것인, 열처리 챔버.

청구항 20

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본원 발명의 실시예들은 일반적으로 반도체 기판을 프로세싱하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다. 특히, 본원 발명의 실시예들은 급속 열처리 챔버에서 기판을 프로세싱하는 것에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 급속 열처리(RTP)는 반도체 프로세싱 동안에 기판을 어닐링하기 위한 프로세스이다. 일반적으로, 급속 열처리 동안에, 기판은 엣지(edge) 영역 부근의 지지 장치에 의해서 지지되고 그리고 하나 또는 둘 이상의 열 공급원에 의해서 기판이 가열될 때 회전된다. 일반적으로, 급속 열처리 동안에, 열 방사선을 이용하여 약 1350 °C 까지의 최대 온도까지 제어된 환경 내에서 기판을 급속하게 가열한다. 이러한 최대 온도는 프로세스에 따라서 1초 미만으로부터 몇 분까지의 특정 시간 동안 유지된다. 이어서, 기판은 추가적 프로세싱을 위해 상온으로 냉각된다. 고강도 텅스텐 할로젠 램프들이 열 방사선의 공급원으로서 일반적으로 이용된다. 기판에 전도적으로

(conductively) 커플링된 가열되는 서셉터에 의해서 추가적인 열이 기관으로 제공될 수 있다.

- [0003] 반도체 제조 프로세스는 몇몇 곳에서 급속 열처리를 적용한다. 그러한 적용예에는, 열적 산화, 고온 소크(soak) 어닐링, 저온 소크 어닐링, 및 스파이크(spike) 어닐링이 포함된다. 열적 산화에서, 실리콘 기관을 산화시켜 실리콘 산화물을 형성하게 하는 산소, 오존, 또는 산소와 수소의 조합 내에서 기관이 가열된다. 고온 소크 어닐링에서, 기관이 질소, 암모니아, 또는 산소와 같은 상이한 가스 혼합물에 노출된다. 급속이 증착된 기관을 어닐링하기 위해 저온 소크 어닐링이 일반적으로 이용된다. 기관이 매우 짧은 시간 동안에 고온에 노출될 필요가 있을 때, 스파이크 어닐링이 이용된다. 스파이크 어닐링 동안에, 기관이 도펀트를 활성화시키는데 충분한 최대 온도까지 급속하게 가열되고 그리고 도펀트의 실질적인 확산에 앞서서 활성화 프로세스를 종료시키기 위해서 급속하게 냉각된다.
- [0004] 일반적으로, 급속 열처리는 기관에 걸쳐 실질적으로 균일한 온도 프로파일을 요구한다. 최신 프로세스에서, 온도 균일도는 레이저 및 램프 어레이(array)와 같은 열 공급원을 제어함으로써 개선될 수 있으며, 상기 열 공급원은 전면(front side)에서 기관을 가열하도록 구성되는 한편 후면의 반사 표면은 기관으로 열을 다시 반사시킨다. 방사율 측정 및 보상 방법론이 기관에 걸친 온도 구배를 개선하기 위해 사용되었다.
- [0005] 반도체 산업이 발전됨에 따라, 급속 열처리 동안의 온도 균일도에 대한 요건 역시 증가하고 있다. 일부 프로세스에서, 기관의 엣지 내측 약 2mm로부터 실질적으로 작은 온도 구배를 가지는 것이 중요하다. 특히, 약 1 °C 내지 1.5 °C의 온도 편차로 약 200 °C 내지 약 1350 °C의 온도에서 기관을 가열하는 것이 필요할 수도 있다. 최신 급속 열처리 시스템은 프로세싱되는 기관의 반경을 따른 균일도를 개선하기 위해서 방사상으로 제어가능한 구역들을 채용한다. 그러나, 여러 가지 이유로 불균일들이 발생되고 그리고 다양한 패턴으로 나타난다. 불균일들은 비-방사상(non-radial)의 불균일이 되기 쉽고, 이때 동일한 반경의 여러 위치들에서의 온도가 서로 상이할 수 있다. 비-방사상 불균일은 방사상 위치에 따라 열 공급원들을 조절함으로써 해결될 수는 없을 것이다.
- [0006] 도 1a-1d는 예시적인 비-방사상 불균일들을 개략적으로 도시한다. 급속 열처리 시스템에서, 일반적으로 엣지 링을 이용하여 둘레 주변에서 기관을 지지한다. 엣지 링 및 기관 중첩부는 기관의 엣지 부근에서 복잡한 가열 상황을 생성한다. 일 양상에서, 기관은 엣지 부근에서 상이한 열적 특성을 가질 수 있다. 이는 패터닝된 기관에서 또는 실리콘-온-인슐레이터(SOI) 기관에서 가장 두드러진다. 다른 양상에서, 기관 및 엣지 링이 엣지 부근에서 중첩되고, 기관의 온도만을 측정하고 조정함으로써 엣지 부근에서 균일한 온도 프로파일을 달성하는 것은 어렵다. 기관의 열적 특성 및 광학적 특성에 대한 엣지 링의 열적 특성에 따라서, 기관의 온도 프로파일은 일반적으로 엣지 하이(edge high) 또는 엣지 로우(edge low) 중 하나이다.
- [0007] 도 1a는 급속 열처리 챔버 내에서 프로세싱되는 기관의 일반적인 온도 프로파일의 2가지 타입을 개략적으로 도시한다. 수직 축은 기관 상의 측정 온도를 나타낸다. 수평 축은 기관의 엣지로부터의 거리를 나타낸다. 기관의 엣지가 가장 높은 온도 측정치를 갖는 경우 프로파일(1)은 엣지 하이 프로파일이다. 기관의 엣지가 가장 낮은 온도 측정치를 갖는 경우 프로파일(1)은 엣지 로우 프로파일이다. 최신 급속 열처리 시스템에서 기관의 엣지 부근에서의 온도 편차를 제거하는 것은 어렵다.
- [0008] 도 1a는 지지 링(101)상에 배치된 기관(102)의 개략적인 평면도이다. 지지 링(101)은 중심점을 중심으로 회전되고, 그러한 중심점은 일반적으로 전체 시스템의 중심과 일치한다. 기관(102)의 중심이 지지 링(101)의 중심과 정렬되는 것이 바람직하다. 그러나, 기관(102)이 여러 가지 이유로 지지 링(101)과 오정렬되기 쉽다. 열처리에 대한 요건이 증가함에 따라서, 기관(102)과 지지 링(101) 사이의 작은 오정렬도 도 1b에 도시된 바와 같은 불균일을 초래할 수 있을 것이다. 스파이크 프로세스 동안에, 1 mm의 잘못된 배치가 약 30 °C의 온도 편차를 초래할 수 있을 것이다. 최신 열처리 시스템은 약 0.18 mm의 기관 배치 정확도를 가지며, 그에 따라 정렬 한계로 인한 온도 편차는 약 5 °C 가 된다.
- [0009] *도 1b는 기관(102)이 지지 링(101)과 오정렬되어 있는 경우에, 열처리 동안의 기관(102)의 개략적인 온도 맵(map)이다. 일반적으로, 기관(102)은 엣지 영역(105)을 따라서 고온 구역(103) 및 저온 구역(104) 모두를 구비한다.
- [0010] 도 1c는 급속 열처리 동안의 기관(107)의 개략적인 온도 맵이다. 기관(107)은 수평 방향(106)을 따라 온도 구배를 가진다. 도 1c의 온도 구배는, 이온 주입, 챔버 비대칭성, 본질적인 기관 특성, 및 프로세스 키트 변동성과 같은 여러 가지 이유로 유발될 수 있을 것이다.
- [0011] 도 1d는 기관(108)과는 상이한 물질로 형성된 표면 구조물(109)을 구비하는 패터닝된 기관(108)의 개략적인 온

도 맵이다. 라인(111)은 기관(108)의 직경을 가로지른 온도 프로파일이다. 기관 구조물(109)의 특성이 기관(108)과 상이하기 때문에 온도가 달라진다. 열처리에서 대부분의 기관들에 구조물이 형성되어 있기 때문에, 국부적인 패턴에 의해서 유발되는 온도 편차는 일반적인 현상이다.

[0012] 그에 따라, 비-방사상 온도 불균일을 감소시키기 위해서 급속 열처리에서 이용되는 장치 및 방법이 요구되고 있다 할 것이다.

발명의 내용

[0013] 본원 발명의 실시예들은 열처리 동안에 불균일을 감소시키기 위한 장치 및 방법을 제공한다. 특히, 본원 발명의 실시예는 열처리 동안에 비-방사상 불균일을 감소시키기 위한 장치 및 방법을 제공한다.

[0014] 본원 발명의 일 실시예는 기관 프로세싱용 장치를 제공하고, 상기 기관 프로세싱용 장치는 처리 용적을 형성하는 챔버 몸체, 상기 처리 용적 내에 배치되고 기관을 회전시키도록 구성된 기관 지지부, 다수의 위치에서 기관의 온도를 측정하도록 구성된 센서 조립체, 및 처리 용적을 향해서 펄스형(pulsed) 에너지를 제공하도록 구성된 하나 또는 둘 이상의 펄스 가열 요소를 포함한다.

[0015] 본원 발명의 다른 실시예는 기관을 프로세싱하는 방법을 제공하며, 그러한 방법은 프로세싱 챔버의 처리 용적 내에 배치된 기관 지지부 상에 기관을 배치하는 단계, 상기 기관을 회전시키는 단계 및 상기 처리 용적을 향해서 방사(radiant) 에너지를 지향시킴으로써 기관을 가열하는 단계를 포함하며, 상기 방사 에너지의 적어도 일부는 기관의 회전 속도에 의해서 결정되는 주파수를 가지는 펄스형 에너지이다.

[0016] 본원 발명의 또 다른 실시예는 열처리 챔버를 제공하며, 그러한 열처리 챔버는: 챔버 벽들에 의해서 형성되는 처리 용적, 석영 윈도우, 및 반사기 플레이트를 갖는 챔버 몸체 - 상기 석영 윈도우 및 상기 반사기 플레이트는 처리 용적의 반대 측상에 배치됨 -; 상기 처리 용적 내에 배치되고 기관을 지지 및 회전시키도록 구성되는 기관 지지부; 상기 석영 윈도우의 외측에 배치되고 상기 석영 윈도우를 통해서 처리 용적을 향해 에너지를 지향시키도록 구성되는 가열 공급원 - 상기 가열 공급원은 다수의 가열 요소를 포함하고, 상기 가열 요소들의 적어도 일부는 상기 처리 용적을 향해서 펄스형 에너지를 제공하도록 구성된 펄스 가열 요소임 -; 반사기 플레이트를 통해서 배치되고 처리 용적 내의 상이한 방사상 위치들을 따라 온도를 측정하도록 구성되는 센서 조립체; 및 가열 공급원으로부터의 펄스형 에너지의 주파수, 위상, 및 진폭 중 하나를 조절하도록 구성된 시스템 제어부를 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0017] 본 발명의 상기 열거된 특징들이 상세히 이해될 수 있는 방식으로 앞서 간략히 요약된 본 발명의 보다 구체적인 설명이 실시예들을 참조로 하여 이루어질 수 있는데, 이러한 실시예들의 일부는 첨부된 도면들에 예시되어 있다. 그러나, 첨부된 도면들은 본 발명의 단지 전형적인 실시예들을 도시하는 것이므로 본 발명의 범위를 제한하는 것으로 간주되지 않아야 한다는 것이 주목되어야 하는데, 이는 본 발명이 다른 균등하게 유효한 실시예들을 허용할 수 있기 때문이다.

- 도 1a는 열처리 동안에 지지 링 상에 배치된 기관의 개략적인 평면도이다.
- 도 1b는 열처리 동안에 기관의 개략적인 온도 맵을 도시한 도면으로서, 상기 온도 맵이 오정렬로 인한 비-방사상 불균일을 나타낸다.
- 도 1c는 열처리 동안에 기관의 개략적인 온도 맵을 도시한 도면으로서, 상기 온도 맵이 기관을 가로지른 온도 구배를 나타낸다.
- 도 1d는 패턴링된 기관의 개략적인 측단면과, 패턴에 의해서 유발되는 편차를 보여주는 직경을 가로지른 온도 프로파일을 도시한 도면이다.
- 도 2는 본원 발명의 일 실시예에 따른 열처리 챔버의 개략적인 측단면도이다.
- 도 3은 본원 발명의 일 실시예에 따른 온도 맵을 획득하는 방법을 도시한 기관의 개략적인 평면도이다.
- 도 4는 본원 발명의 일 실시예에 따른 펄스형 구역 및 펄스형 가열 컴포넌트를 구비하는 가열 공급원을 도시한

개략적인 도면이다.

도 5는 본원 발명의 일 실시예에 따른 기관 프로세싱 방법을 도시한 개략적인 흐름도이다.

도 6a는 하나의 위상(phase)에서 펄스형 레이저 가열 공급원의 효과를 나타낸 개략적인 도면이다.

도 6b는 하나의 위상에서 펄스형 레이저 가열 공급원의 효과를 나타낸 개략적인 도면이다.

도 6c는 하나의 위상에서 펄스형 레이저 가열 공급원의 효과를 나타낸 개략적인 도면이다.

도 6d는 하나의 위상에서 펄스형 레이저 가열 공급원의 효과를 나타낸 개략적인 도면이다.

도 6e-6f는 레이저 가열 공급원의 위상 및 진폭을 조절함으로써 균일도를 개선하는 것을 개략적으로 도시한다.

도 7a는 3개의 펄스형 구역을 구비하는 램프 조립체의 개략적인 평면도이다.

도 7b는 기관의 중간 영역에 대응하는 펄스형 램프 구역 부근의 영향을 개략적으로 도시한다.

도 7c는 기관의 엣지 영역에 대응하는 펄스형 램프 구역 부근의 영향을 개략적으로 도시한다.

도 7d는 기관의 엣지 외측의 영역에 대응하는 펄스형 램프 구역 부근의 영향을 개략적으로 도시한다.

도 7e는 기관의 엣지 외측의 영역에 대응하는 펄스형 구역 내에서 램프의 위상 및 진폭을 조절하는 열처리를 도시한 개략적 도면이다.

도 8은 본원 발명의 일 실시예에 따른 열처리 챔버의 개략적 측단면도이다.

도 9는 본원 발명의 일 실시예에 따른 열처리 챔버의 개략적 측단면도이다.

도 10a는 체스판 패턴을 가지는 테스트 기관의 개략적 평면도이다.

도 10b는 도 10a의 테스트 기관에 대해서 실시되는 열처리를 도시한 개략적 도면이다.

도 10c는 기관의 패터닝된 일 측(side)을 가열함으로써 열처리 동안에 테스트 기관의 직경에 걸친 온도 프로파일을 도시한 개략적 도면이다.

도 10d는 기관의 비-패터닝 일 측을 가열함으로써 열처리 동안에 테스트 기관의 직경에 걸친 온도 프로파일을 도시한 개략적 도면이다.

이해를 돕기 위해서, 가능한 경우 도면들에 공통되는 동일한 엘리먼트들을 지정하기 위해 동일한 참조번호들이 사용되었다. 일 실시예에서 개시된 엘리먼트들이 특별한 언급 없이 다른 실시예들에 대해서도 유용하게 활용될 수 있음이 예상된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 본원 발명의 실시예들은 열처리 동안에 불균일을 감소시키기 위한 장치 및 방법을 제공한다. 특히, 본원 발명의 실시예들은 열처리 동안에 비-방사상 불균일을 감소시키기 위한 장치 및 방법을 제공한다.

[0019] 본원 발명의 일 실시예는 하나 또는 둘 이상의 펄스 가열 요소를 구비하는 열처리 챔버를 제공한다. 본원 발명의 일 실시예는 하나 또는 둘 이상의 펄스 가열 요소에 대한 전원의 주파수, 위상 및 진폭 중 하나 이상을 조절함으로써 불균일을 감소시키는 방법을 제공한다. 일 실시예에서, 전원의 위상 및/또는 진폭을 조절하는 것은 기관의 회전 주파수에 의해서 결정되는 주파수에서 실시된다. 일 실시예에서, 전원은 기관의 회전과 동일한 주파수를 가진다. 일 실시예에서, 전원의 위상은 다수의 센서들로부터 획득되는 온도 맵에 의해서 결정된다.

[0020] 일 실시예에서, 열처리 챔버는 하나 또는 둘 이상의 방위각(azimuthally) 제어된 구역들로 그룹화되는 다수의 가열 요소들을 포함한다. 일 실시예에서, 방위각 제어된 구역들의 각각은 전원의 진폭 및/또는 위상을 조절함으로써 제어될 수 있는 하나 또는 둘 이상의 가열 요소를 포함한다.

[0021] 다른 실시예에서, 열처리 챔버는 메인(main) 가열 공급원에 더하여 하나 또는 둘 이상의 보조 가열 요소들을 포함한다. 일 실시예에서, 하나 또는 둘 이상의 보조 가열 요소가 전원의 위상 및/또는 진폭을 조절함으로써 제어될 수 있을 것이다.

[0022] 본원 발명의 다른 실시예는 프로세싱되는 기관의 후면을 가열하도록 구성된 가열 공급원을 포함하는 열처리 챔버를 제공한다. 열처리 동안에 후면으로부터 기관을 가열하는 것은 기관의 패턴에 의해서 유발되는 불균일을

감소시킨다.

- [0023] 도 2는 본원 발명의 일 실시예에 따른 급속 열처리 시스템(10)의 단면을 개략적으로 도시한다. 급속 열처리 시스템(10)은 내부에 디스크-형상의 기관(12)을 어닐링하도록 구성된 처리 용적(14)을 형성하는 챔버 몸체(35)를 포함한다. 챔버 몸체(35)는 스테인리스 스틸로 제조될 수 있고 그리고 석영으로 라이닝될 수 있다. 처리 용적(14)은 급속 열처리 시스템(10)의 석영 윈도우(18) 상에 배치된 가열 램프 조립체(16)에 의해서 방사식으로 가열되도록 구성된다. 일 실시예에서, 석영 윈도우(18)가 수냉식으로 냉각될 수 있다.
- [0024] 슬릿 밸브(30)가 챔버 몸체(35)의 일 측에 형성되어 처리 용적(14)으로의 기관(12) 통로를 제공할 수 있을 것이다. 가스 유입구(44)가 가스 공급원(45)에 연결되어 프로세싱 가스, 퍼지 가스 및/또는 세정 가스를 처리 용적(14)으로 제공할 수 있을 것이다. 진공 펌프(13)가 배출구(11)를 통해서 처리 용적(14)에 유체적으로(fluidly) 연결되어 처리 용적(14) 외부로의 펌핑(pumping out)을 제공할 수 있을 것이다.
- [0025] 원형 채널(27)이 챔버 몸체(35)의 바닥 부근에 형성된다. 자기 회전자(21)가 원형 채널(27) 내에 배치된다. 튜브형 상승부(39)가 자기 회전자(21)에 놓이거나 또는 자기 회전자(21)에 커플링된다. 기관(12)은 튜브형 상승부(39) 상에 배치된 엡지 링(20)에 의해서 둘레 엡지가 지지된다. 자기 고정자(23)가 자기 회전자(21)의 외부에 위치되고 그리고 챔버 몸체(35)를 통해서 자기적으로 커플링되어 자기 회전자(21)의 회전을 유도하고 그에 따라 엡지 링(20)과 그 상부에 지지된 기관(12)의 회전을 유도한다. 자기 고정자(23)는 또한 자기 회전자(21)의 고도를 조절하도록 구성될 수 있으며, 그에 따라 프로세싱되는 기관(12)을 상승시킬 수 있다.
- [0026] 챔버 몸체(35)는 기관(12)의 후면 부근에서 반사기 플레이트(22)를 포함할 수 있다. 반사기 플레이트(22)는 기관(12)의 방사율을 개선하기 위해서 기관(12)의 후면과 마주하는 광학적 반사 표면(28)을 구비한다. 일 실시예에서, 반사기 플레이트(22)가 수냉식으로 냉각될 수 있다. 반사 표면(28) 및 기관(12)의 후면은 반사 공동(15)을 형성한다. 일 실시예에서 반사기 플레이트(22)는 프로세싱되는 기관의 직경 보다 약간 더 큰 직경을 가진다. 예를 들어, 급속 열처리 시스템(10)이 12 인치 기관을 프로세싱하도록 구성된다면, 반사기 플레이트(22)의 직경은 약 13인치가 될 수 있을 것이다.
- [0027] 퍼지 가스가 퍼지 가스 공급원(46)에 연결된 퍼지 가스 유입구(48)를 통해서 반사기 플레이트(22)로 제공될 수 있다. 반사기 플레이트(22)로 방출되는 퍼지 가스는 특히 개구(25) 부근에서 반사기 플레이트(22)의 냉각을 도우며, 그러한 개구 부근에서 열이 기관(12)으로 다시 반사되지 않는다.
- [0028] 일 실시예에서, 외측 링(19)이 챔버 몸체(35)와 엡지 링(20) 사이에 커플링되어 반사 공동(15)을 처리 용적(14)으로부터 격리시킬 수 있다. 반사 공동(15) 및 처리 용적(14)은 상이한 환경을 가질 수 있다.
- [0029] 가열 램프 조립체(16)는 가열 요소(37)의 어레이를 포함할 수 있다. 가열 요소(37)의 어레이는 자외선 램프, 할로젠 램프, 레이저 다이오드, 저항성 히터, 마이크로파 방식의 히터, 발광 다이오드(LEDs), 또는 단독형이나 조합형의 임의의 다른 적절한 가열 요소일 수 있다. 가열 요소(37)의 어레이는 반사기 몸체(43) 내에 형성된 수직 홀들 내에 배치될 수 있다. 일 실시예에서, 가열 요소(37)가 육각형 패턴으로 정렬될 수 있다. 냉각 채널(40)이 반사기 몸체(43) 내에 형성될 수 있다. 물과 같은 냉각제가 유입구(41)로부터 반사기 몸체(43)에 유입되고, 수직 홀들에 인접하여 이동하여 가열 요소(37)의 어레이를 냉각시키고, 그리고 배출구(42)로부터 반사기 몸체(43)를 빠져나갈 수 있다.
- [0030] 가열 요소(37)의 어레이가 가열 요소(37)의 어레이의 가열 효과를 조절할 수 있는 제어부(52)에 연결된다. 일 실시예에서, 가열 요소(37)의 어레이가 다수의 동심원의 구역들에 의해서 기관(12)을 가열하기 위한 다수의 가열 그룹들로 분할될 수 있을 것이다. 각 가열 그룹이 독립적으로 제어되어 기관(12)의 반경에 걸친 희망 온도 프로파일을 제공할 수 있을 것이다.
- [0031] 일 실시예에서, 가열 램프 조립체(16)가 하나 또는 둘 이상의 구역형(zoned) 그룹(57) 및 하나 또는 둘 이상의 펄스 그룹(53)을 포함한다. 각 구역 그룹(57)이 전원(55)에 연결되고 그리고 개별적으로 제어될 수 있을 것이다. 일 실시예에서, 각 구역 그룹(57)으로 제공되는 전력의 진폭을 개별적으로 제어하여 대응 구역으로 지향되는 방사 에너지를 조절할 수 있을 것이다. 각각의 펄스 그룹(53)은 하나 또는 둘 이상의 가열 요소(37)를 포함하고 그리고 위상 및/또는 진폭에 의해서 제어될 수 있는 전원(54)에 연결된다. 전원(54)의 위상을 조절하여 방사상 구역의 섹션을 향해 지향되는 방사 에너지를 제어할 수 있을 것이다.
- [0032] 도 4는 도 2의 가열 램프 조립체(16)를 그룹화하는 하나의 실시예를 도시한개략적인 도면이다. 가열 램프 조립체(16)의 가열 요소들이 서로 동심원의 다수의 구역 그룹(57)으로 그룹화된다. 각 구역 그룹(57)은 다수의 가

열 요소를 포함한다. 하나 또는 둘 이상의 펄스 그룹(53) 역시 가열 램프 조립체(16)에 형성된다.

- [0033] *각 펄스 그룹(53)이 하나 또는 둘 이상의 가열 요소를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 펄스 그룹(53)은 상이한 방사상 위치에 대응하여 형성될 수 있다. 도 4의 실시예에서, 각 펄스 그룹(53)은 동일한 방사상 커버리지(coverage)의 대응 구역 그룹(57)을 구비한다.
- [0034] 일 실시예에서, 펄스 그룹(53) 내의 가열 요소들은 대응 구역 그룹(57) 내의 가열 요소들과 상이한 위상으로 전력을 공급받을 수 있고, 따라서, 프로세싱되는 기관이 회전됨에 따라 방사상 커버리지의 상이한 위치들로 지향되는 전체 방사 에너지를 조절할 수 있게 된다.
- [0035] 다른 실시예에서, 구역 그룹(57) 내의 가열 요소들은 회전 기관의 전체 반경 영역을 향해서 일정한 에너지 레벨을 제공하는 한편, 회전 기관의 반경 영역(region) 내의 지역(area)들을 향해서 펄스 그룹(53) 내의 가열 요소들의 에너지 레벨이 펄스화되고 다양화된다(various). 펄스 그룹(53)의 에너지 레벨 펄스의 위상 및 진폭을 조절함으로써, 회전 기관의 반경 영역 내의 불균일도가 조절될 수 있다.
- [0036] 펄스 그룹(53)들이 동일한 반경을 따라서 형성되고 정렬되어 도 4에 도시된 바와 같은 원의 섹션을 형성할 수 있다. 펄스 그룹(53)은 또한 보다 탄력적인 제어를 위해서 상이한 방위각으로 산개될 수 있을 것이다.
- [0037] 도 2를 다시 참조하면, 전원(55) 및 전원(54)이 제어부(52)로 연결되고, 상기 제어부는 인-시튜(in-situ) 기관 온도 맵을 획득할 수 있을 것이고 그리고 획득된 온도 맵에 따라서 전원(55, 56)을 조절할 수 있을 것이다.
- [0038] 급속 열처리 시스템(10)은 상이한 방사상 위치에서 기관(12)의 온도 특성을 측정하도록 구성된 다수의 열적 프로브(probes; 24)를 더 포함한다. 일 실시예에서, 다수의 열적 프로브(24)는 기관(12)의 상이한 방사상 부분의 온도나 다른 열적 특성을 탐지하기 위해서 반사기 플레이트(22) 내에 형성된 다수의 개구(25)에 광학적으로 커플링되고 배치되는 다수의 고온계일 수 있다. 다수의 개구(25)가 도 2에 도시된 바와 같이 하나의 반경을 따라 배치되거나 도 4에 도시된 바와 같이 상이한 반경에 배치될 수 있다.
- [0039] 기관(12)이 회전될 때 상이한 시간에서 기관(12)의 상이한 위치들을 각 프로브(24)가 측정할 수 있도록, 특정 주파수에서 샘플링할 때 프로세싱 동안에 기관(12)의 온도 맵을 획득하기 위해서 다수의 프로브(24)를 이용할 수 있을 것이다. 일 실시예에서, 특정 주파수가 기관 회전 주파수 보다 몇 배수 더 큰 주파수일 수 있고, 그에 따라 기관(12)이 완전한 원으로 회전될 때 각 프로브(24)가 원을 따라 균일하게 분포된 위치들을 측정할 수 있을 것이다.
- [0040] 도 3은 본원 발명의 일 실시예에 따른 온도 맵을 얻기 위한 방법을 도시한 기관의 평면도이다. 도 4는 기관이 4 Hz에서 회전되고 그리고 100 Hz로 데이터 샘플링이 이루어질 때 온도 데이터가 획득된 기관 상의 위치들을 도시한 기관(12)의 예시적인 맵이다. 기관(12)에 걸친 온도 맵이 획득될 것이다.
- [0041] 도 2를 다시 참조하면, 열처리 시스템(10)은 또한 프로세싱 동안에 기관(12)을 가열하도록 구성된 하나 또는 둘 이상의 보조 가열 공급원(51)을 포함할 수 있다. 펄스 그룹(53)과 유사하게, 보조 가열 공급원(51)은 위상 및/또는 진폭을 조절함으로써 제어될 수 있는 전원(56)에 연결된다. 보조 가열 공급원(51)은 대응하는 원형 영역을 따라서 보다 높은 온도를 가지는 위치 보다 낮은 온도를 가지는 위치를 향해서 보다 많은 방사 에너지를 부여함으로써 온도 불균일을 감소시키도록 구성된다.
- [0042] 일 실시예에서, 보조 가열 공급원(51)은 가열 램프 조립체(16)의 반대쪽 면에 위치될 수 있다. 보조 가열 공급원(51) 및 펄스 그룹(53) 각각은 독립적으로 또는 조합되어 이용될 수 있을 것이다.
- [0043] 일 실시예에서, 보조 가열 공급원(51)이 프로브(24) 대역폭내에서 방사를 생성하지 않는 방사 공급원일 수 있다. 다른 실시예에서, 개구(25)가 보조 가열 공급원으로부터 차폐되어 프로브(24)가 보조 가열 공급원(51)으로부터의 방사에 의해서 영향을 받지 않을 수 있다. 일 실시예에서, 보조 가열 공급원(51)은 (다이오드 레이저, 루비 레이저, CO₂ 레이저, 등과 같은) 레이저 다이오드, 또는 라인 방출기(line emitters)일 수 있다. 일 실시예에서, 보조 가열 공급원(51)이 프로세스 챔버의 외부에 배치될 수 있고 그리고 보조 가열 공급원(51)으로부터의 에너지가 광섬유, 광 파이프, 거울 또는 내부 전반사 프리즘을 통해서 처리 용적으로 지향될 수 있을 것이다.
- [0044] 도 5는 본원 발명의 일 실시예에 따른 기관을 프로세싱하기 위한 방법(200)을 도시한 개략적 흐름도이다. 상기 방법(200)은 방사상 불균일 및 비-방사상 불균일을 포함하는 불균일을 감소시키도록 구성된다. 일 실시예에서,

방법(200)은 본원 발명의 실시예들에 따른 열처리 시스템을 이용하여 실시될 수 있을 것이다.

- [0045] 박스(210)에서, 프로세싱되는 기관이 도 2의 열처리 시스템(10)과 같은 열처리 챔버 내에 배치될 수 있다. 일 실시예에서, 기관을 배치하는 단계가 엷지 링 상에 로봇에 의해서 실시될 수 있을 것이다.
- [0046] 박스(220)에서, 기관이 열처리 챔버 내에서 회전된다.
- [0047] 박스(230)에서, 위상 또는 진폭 중 하나에 의해서 조절될 수 있는 하나 또는 둘 이상의 펄스 컴포넌트를 가지는 가열 공급원에 의해서 기관이 가열된다. 예시적인 펄스 컴포넌트는 도 2의 펄스 그룹(53) 및 보조 가열 공급원(51)일 수 있다.
- [0048] 박스(240)에서, 기관의 온도가 열처리 시스템(10)의 프로브(24)와 같은 다수의 센서를 이용하여 측정될 수 있다. 기관이 회전됨에 따라, 특정 샘플링 속도(rate)를 이용함으로써, 다수의 위치에서 측정될 수 있을 것이다.
- [0049] 박스(250)에서, 기관의 온도 맵이 박스(240)의 측정치로부터 생성될 수 있을 것이다. 일 실시예에서, 온도 맵이 도 2의 제어부(52)와 같은 제어부 내의 소프트웨어에 의해서 생성될 수 있을 것이다.
- [0050] 박스(260)에서, 온도 불균일의 특성(characteristics)이 박스(250)에서 획득된 온도 맵으로부터 결정될 수 있을 것이다. 그러한 특성들은 전체적인 변동(overall variations), 가열 구역들에 대응하는 구역들 사이의 변동, 고온 및 저온을 갖는 각도들과 같은 가열 구역 내의 변동일 수 있을 것이다.
- [0051] 박스(270)에서, 하나 또는 둘 이상의 펄스 컴포넌트의 위상 및/또는 진폭을 조절하여 온도 변동을 감소시킬 수 있을 것이다. 구체적인 조절 내용이 도 6a-6e 및 도 7a-7e에 도시되어 있다.
- [0052] 프로세싱이 완료될 때까지 박스(230, 240, 250, 260 및 270)가 반복적으로 실시될 수 있을 것이다.
- [0053] 도 6a는 기관(304a)의 엷지 영역을 향해서 방사 에너지를 지향시키도록 구성된 펄스형 레이저 가열 공급원(303)의 영향을 도시한 개략도이다. 기관(304a)은 도 2의 가열 램프 조립체(16)와 같은 메인 가열 공급원, 및 펄스형 레이저 가열 공급원(303)에 의해서 가열된다. 가열 공급원(303)은 도 2의 보조 가열 공급원(51)과 유사할 수 있다. 라인(301)은 가열 공급원(303)에 대한 기관(304a)의 회전 각도를 나타낸다. 곡선(302a)은 가열 공급원(303)으로 공급되는 전력을 나타낸다.
- [0054] 가열 공급원(303)으로 공급되는 전력은 기관(304a)의 회전 주파수와 동일한 주파수를 가진다. 그에 따라, 기관이 회전 됨에 따라, 회전 시작 전에 가열 공급원(303)으로부터 약 90 도인 위치(307a)를 향해서 가장 높은 전력 레벨이 반복적으로 지향된다. 유사하게, 가열 공급원(303)으로부터 270 도인 위치(305a)로 가장 낮은 전력 레벨이 반복적으로 지향된다.
- [0055] 결과적으로, 저온 위치에 대한 추가적인 가열을 제공하기 위해서 낮은 온도 위치가 가열 공급원(303)을 통과할 때 피크(peak)가 나타나도록 가열 공급원(303)으로 공급되는 전력을 조절할 수 있을 것이다.
- [0056] 비록, 가열 공급원(303)으로 공급되는 전력이 여기서 사인파형 펄스로 도시되어 있지만, 임의의 적절한 펄스도 적용될 수 있을 것이다.
- [0057] 추가적으로, 가열 공급원(303)으로 공급되는 전력의 주파수가 회전 주파수와 상이할 수 있다. 예를 들어, 원하는 목적을 달성하기 위해서, 전력 주파수가 회전 주파수의 절반, 1/3, 또는 1/4과 같은 분수가 될 수 있을 것이다.
- [0058] 도 6b는 가열 공급원이 전력(302b)을 공급받을 때 기관(304b)을 향해서 방사 에너지를 지향하도록 구성된 펄스형 레이저 가열 공급원(303)의 영향을 도시한 개략도이다. 회전 시작 전에 가열 공급원(303)으로부터 약 180 도인 위치(307b)를 향해서 가장 높은 전력 레벨이 반복적으로 지향된다. 유사하게, 가열 공급원(303)으로부터 0 도인 위치(305b)로 가장 낮은 전력 레벨이 반복적으로 지향된다.
- [0059] 도 6c는 가열 공급원이 전력(302c)을 공급받을 때 기관(304c)을 향해서 방사 에너지를 지향하도록 구성된 펄스형 레이저 가열 공급원(303)의 영향을 도시한 개략도이다. 회전 시작 전에 가열 공급원(303)으로부터 약 270 도인 위치(307c)를 향해서 가장 높은 전력 레벨이 반복적으로 지향된다. 유사하게, 가열 공급원(303)으로부터 90 도인 위치(305c)로 가장 낮은 전력 레벨이 반복적으로 지향된다.
- [0060] 도 6d는 가열 공급원이 전력(302d)을 공급받을 때 기관(304d)을 향해서 방사 에너지를 지향하도록 구성된 펄스형 레이저 가열 공급원(303)의 영향을 도시한 개략도이다. 회전 시작 전에 가열 공급원(303)으로부터 약 0 도

인 위치(307d)를 향해서 가장 높은 전력 레벨이 반복적으로 지향된다. 유사하게, 가열 공급원(303)으로부터 180 도인 위치(305d)로 가장 낮은 전력 레벨이 반복적으로 지향된다.

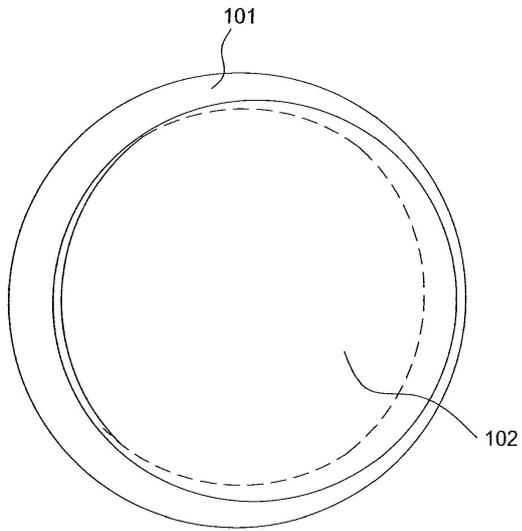
- [0061] 도 6e-6f는 레이저 가열 공급원의 위상 및 진폭을 조절함으로써 균일도를 개선하는 것을 개략적으로 도시한다. 도 6e에 도시된 바와 같이, 레이저 가열 공급원의 위상 및 진폭을 조절하지 않을 상태에서, 프로세싱되는 기관의 엣지를 따라서 비-방사상 불균일이 존재한다. 도 6f는 위상 및 진폭이 조정된 상태에서, 프로세싱되는 기관의 온도 맵을 개략적으로 도시한다. 비-방사상 불균일은 레이저 가열 공급원의 위상 조절에 의해서 실질적으로 감소된다.
- [0062] 도 7a는 3개의 펄스 구역(51a, 51b, 51c)을 가지는 가열 램프 조립체(16a)의 개략적 평면도이다. 펄스 구역(51a)은 기관의 엣지 외측의 영역에 대응하는 영역상에 배치된 다수의 가열 요소(37a)를 포함한다. 각각의 펄스 구역(51a, 51b, 51c) 내의 가열 요소들은 대응 전원의 위상 및 진폭을 조절함으로써 가열 램프 조립체(16a) 내의 다른 가열 요소들로부터 독립적으로 제어될 수 있을 것이다. 펄스 구역(51b)은 기관의 엣지 부근의 영역에 대응하는 영역에 배치된 다수의 가열 요소(37a)를 포함한다. 펄스 구역(51c)은 기관의 중간 섹션 부근의 영역에 대응하는 영역에 배치된 다수의 가열 요소를 포함한다. 램프 조립체(16a)가 도 2의 열처리 시스템(10)에서 이용될 수 있을 것이다.
- [0063] 도 7b는 펄스 구역(51c)의 영향을 개략적으로 도시한다. 도 7b에 도시된 바와 같이, 펄스형 구역(51c)의 위상을 조절하는 것은 기관의 중간 영역 내의 온도 변동을 변화시킬 수 있다.
- [0064] 도 7c는 펄스 구역(51b)의 영향을 도시한다. 도 7c에 도시된 바와 같이, 펄스 구역(51b)의 위상을 조절하는 것은 기관의 엣지 영역 내의 온도 변동을 변화시킬 수 있다.
- [0065] 도 7d는 펄스 구역(51a)의 영향을 도시한다. 도 7d에 도시된 바와 같이, 펄스 구역(51a)의 위상을 조절하는 것은 기관의 베벨(bevel) 엣지 영역 내의 온도 변동을 변화시킬 수 있다.
- [0066] 도 7e는 도 7a의 펄스 구역(51a)의 위상 및 진폭을 조절하는 열처리를 도시하는 개략도이다. 프로세스 동안에, 기관은 4 Hz의 주파수로 회전하고 있다. 기관 중심에서 엣지까지에 대응하는 7개의 고온계를 이용하여 온도가 100 Hz의 샘플링 주파수로 측정된다. 열처리는 스파이크 어닐링과 유사하고, 이때 상승(ramping up) 속도 및 하강 속도는 빠르다(high).
- [0067] 곡선(321)은 기관의 회전 사이클을 반영한다. 곡선(322)은 펄스 구역(51a)으로 공급되는 전력의 위상 및 진폭을 반영한다. 곡선(323)은 펄스 구역(51a) 내에 있지 않는 가열 요소(37a)로 공급되는 전력을 반영한다. 곡선(325)은 상이한 위치에서 상이한 센서에 의해서 측정되는 온도를 나타낸다. 곡선(324)은 프로세스 동안에 기관을 지지하는 엣지 링의 온도를 나타낸다.
- [0068] 펄스형 전력의 진폭은 메인 전력과 동기화된다. 이러한 구성으로 인해서, 메인 가열 조립체 및 펄스 구역이 동일한 전원을 이용할 수 있게 된다.
- [0069] 도 8은 본원 발명의 일 실시예에 따른 열처리 시스템(10_b)의 개략적 측면도이다. 열처리 시스템(10_b)은, 가열 램프 조립체(16)가 챔버 몸체(35)의 바닥 측상에 위치되는 한편 반사기 플레이트(27)가 챔버의 상부에 위치된다는 것을 제외하고, 열처리 시스템(10)과 유사하다.
- [0070] 열처리 시스템(10_b)의 배열로 인해서, 기관이 가열 램프 조립체(16)에 의해서 후면으로부터 가열될 수 있다. 기관(12)은 처리 용적(14)으로 전달되는 프로세싱 가스들에 대해서 패터닝된 측을 노출시키도록 상향(face up) 배치될 필요가 있다. 열처리 시스템(10_b)을 이용한 후면 가열은 소자면 상의 패터닝으로 인해 온도 변동을 감소시켰다. 도 10a-10d는 후면 가열의 이점을 설명한다.
- [0071] 도 10a는 चे스트판 패턴을 가지는 테스트 기관(401)의 개략적 평면도이다. 블록(402)은 1700 옹스트롬의 실리콘 산화물로 덮인다. 블록(403)은 570 옹스트롬의 다결정 실리콘으로 덮인다.
- [0072] 도 10b는 도 10a의 테스트 기관에 대해서 실시되는 열처리를 도시한 개략도이다. 라인(404)은 가열 요소의 평균 온도를 나타낸다. 라인(405)은 기관의 평균 온도를 나타낸다. 실리콘 산화물이 기관의 후면에 형성되도록 열처리 동안에 산소가 유동된다. 기관의 후면에 생성되는 실리콘 산화물의 두께는 기관의 온도를 반영한다.
- [0073] 도 10c는 테스트 기관이 패터닝된 측으로부터 가열될 때 테스트 기관의 후면 실리콘 산화물의 두께를 나타내는 곡선(406)의 개략도이다. 실리콘 산화물의 두께 변동은 기관 온도의 변동을 반영한다. 온도 변동은 패터닝에 의

해서 강하게 영향을 받는다.

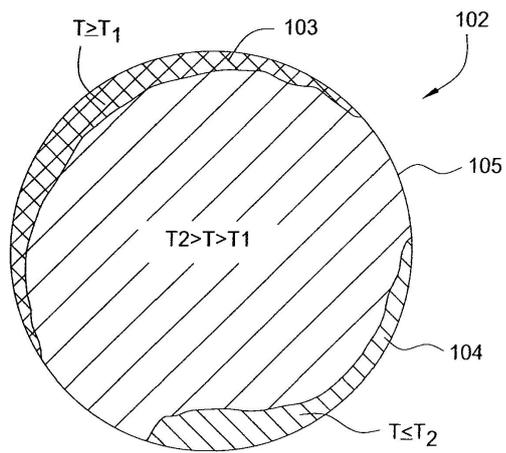
- [0074] 도 10d는, 예를 들어 도 8의 열처리 시스템(10_b)과 유사한 열처리 시스템을 이용하여 기관의 비-패터닝 측을 가열함으로써 열처리 동안에 테스트 기관의 직경에 걸친 실리콘 산화물의 두께를 나타내는 곡선(407)의 개략도이다.
- [0075] 본원 발명의 실시예들에 따른 온도 제어 방법은 또한 프로세싱 동안에 기관을 지지하도록 구성된 옻지 링의 온도를 제어하는 것으로 확장될 수 있을 것이다.
- [0076] 도 9는 본원 발명의 일 실시예에 따른 열처리 챔버(10c)의 개략적 측면면도이다. 열처리 챔버(10c)는, 열처리 시스템(10c)이 센서들, 옻지 링(20)의 가열 조립체 및 냉각 조립체를 추가로 포함한다는 점을 제외하고, 열처리 시스템(10_b)과 유사하다.
- [0077] 옻지 링(20)은 기관 온도 프로파일을 개선하기 위해서 프로세싱되는 기관(12)의 열적 특성에 따른 열 질량, 방사율 및 흡수율과 같은 열적 특성을 가지도록 디자인될 수 있다. 옻지 링(20)의 열적 특성은 상이한 물질, 상이한 두께 및 상이한 코팅을 선택함으로써 변경될 수 있을 것이다.
- [0078] 일 실시예에서, 일차적으로 옻지 링(20)을 가열하도록 구성된 옻지 링 가열 조립체(61)가 가열 램프 조립체(16)의 가열 요소(37)의 어레이의 외측에 배치될 수 있다. 옻지 링 가열 조립체(61)는 옻지 링 가열 조립체(61)의 가열 전력(62)을 조절할 수 있는 제어부(52)에 연결된다. 옻지 링 가열 조립체(61)는 가열 요소(37)의 어레이로부터 독립적으로 제어될 수 있고, 그에 따라 옻지 링(20)의 온도를 기관(12)의 온도와 독립적으로 제어한다.
- [0079] 열처리 시스템(10c)은 옻지 링(20) 부근에서 반사기 플레이트(22) 상의 개구(32)에 커플링되고 그 내부에 배치되는 옻지 링 열적 프로브(63)를 더 포함한다. 옻지 링 열적 프로브(63)는 옻지 링(20)의 온도나 기타 열적 특성을 측정하도록 구성된 고온계일 수 있다. 옻지 링 열적 프로브(63)는 옻지 링 가열 조립체(61)에 연결된 제어부(52)에 연결된다.
- [0080] 열처리 시스템(10c)은 옻지 링(20)에 대한 비-방사상 온도 변동을 조절하도록 구성된 보조 가열 공급원(67)을 추가로 포함할 수 있다.
- [0081] 가스 젯(65)이 옻지 링(20) 부근에 배치되어 옻지 링(20)을 냉각시킬 수 있다. 일 실시예에서, 가스 젯(65)은 동일한 퍼지 가스 공급원(66)을 공유할 수 있을 것이다. 가스 젯(65)은 옻지 링(20)으로 지향될 수 있고 그리고 옻지 링(20)을 냉각시키기 위해서 헬륨과 같은 냉각 가스를 방출할 수 있다. 가스 젯(65)은 제어부(52)에 의해서 제어될 수 있는 밸브(68)를 통해서 가스 공급원(66)으로 연결될 수 있다. 그에 따라, 제어부(52)는 옻지 링(20)의 폐쇄 루프형 온도 제어에서 가스 젯(65)의 냉각 효과를 포함할 수 있다.
- [0082] 센서(63)로부터의 측정은 기관(12)에 대한 온도 맵을 생성하기 위해서 프로브(24)들을 이용하는 것과 유사한 방식으로 옻지 링(20)에 대한 온도 맵을 생성하기 위한 것일 수 있다. 방법(200)과 같은 방법들을 이용하여 옻지 링(20)의 불균일을 줄이기 위해서 보조 가열 공급원(67) 및/또는 옻지 링 가열 조립체(61)의 위상 및/또는 진폭을 조절할 수 있을 것이다. 추가적으로, 조절가능한 냉각을 위해서, 가스 젯(65)으로부터의 냉각 가스의 유량이 옻지 링(20)에서의 회전 각도에 따라서 조절될 수 있을 것이다.
- [0083] 비록 본원 명세서에서 반도체 기관의 프로세싱에 대해서 설명하였지만, 가열되는 대상물의 온도를 제어하기 위해서 임의의 적절한 상황에서 본원 발명의 실시예를 이용할 수 있을 것이다. 본원 발명의 실시예는 또한 냉각 장치를 제어함에 있어 냉각 프로세스에도 적용될 수 있을 것이다.
- [0084] 이상의 설명이 본원 발명의 실시예들에 관한 것이지만, 본원 발명의 다른 실시예 및 추가적인 실시예가 본원 발명의 기본 범위를 벗어남이 없이 개량될 수 있을 것이고, 본원 발명의 범위는 특허청구범위에 의해서 결정될 것이다.

도면

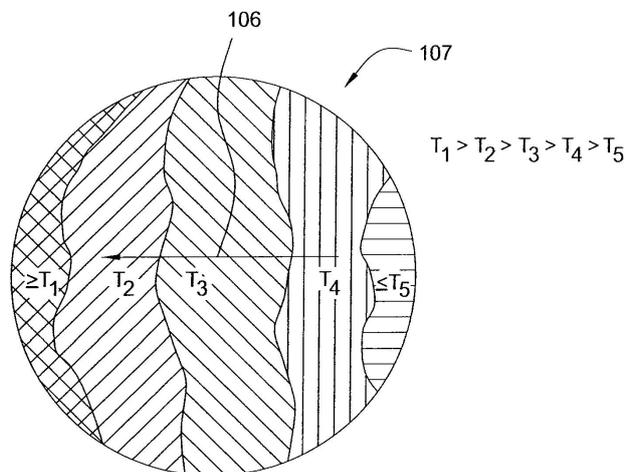
도면1a



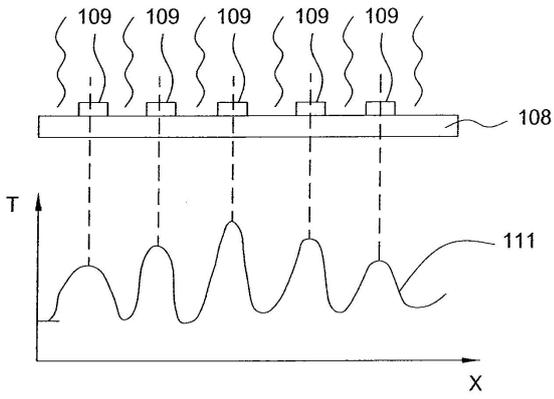
도면1b



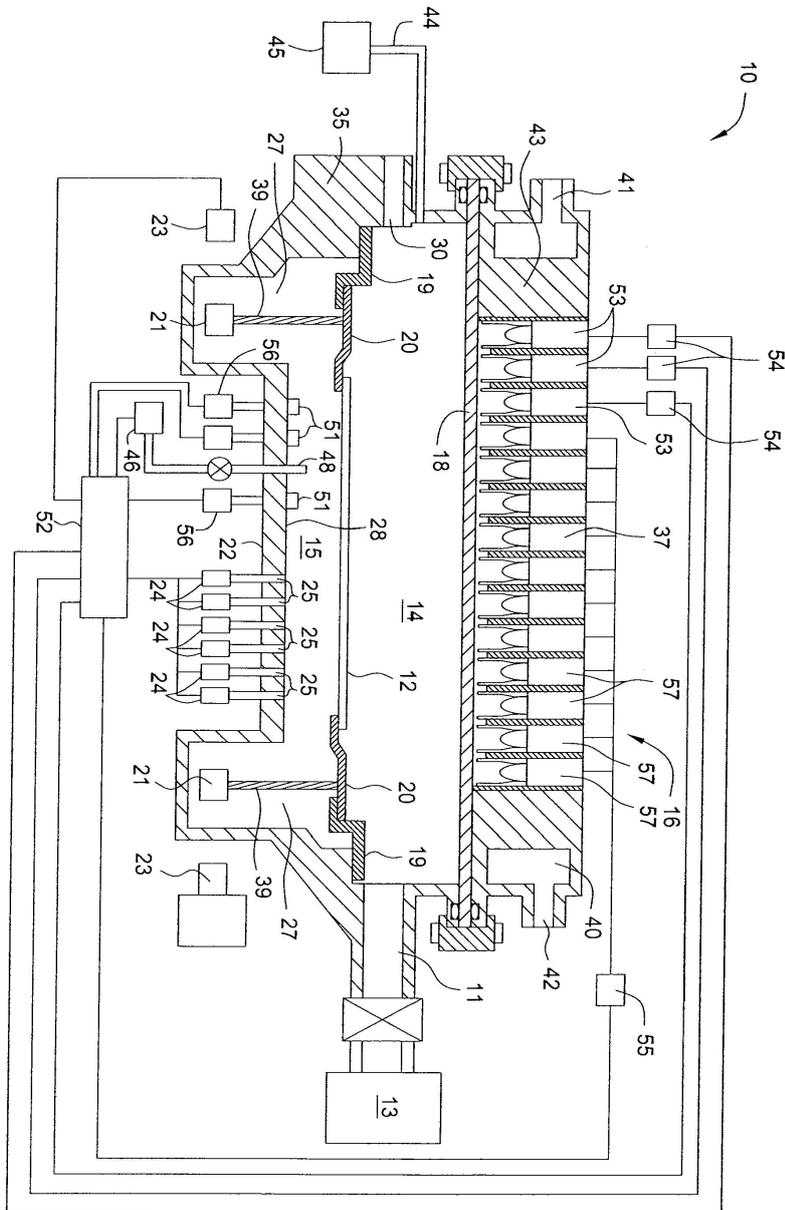
도면1c



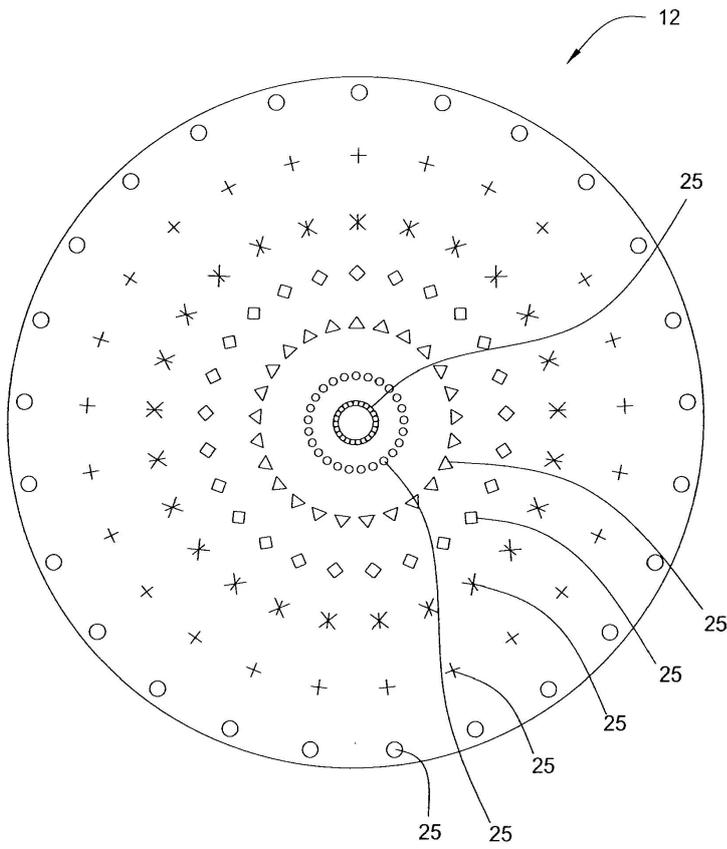
도면1d



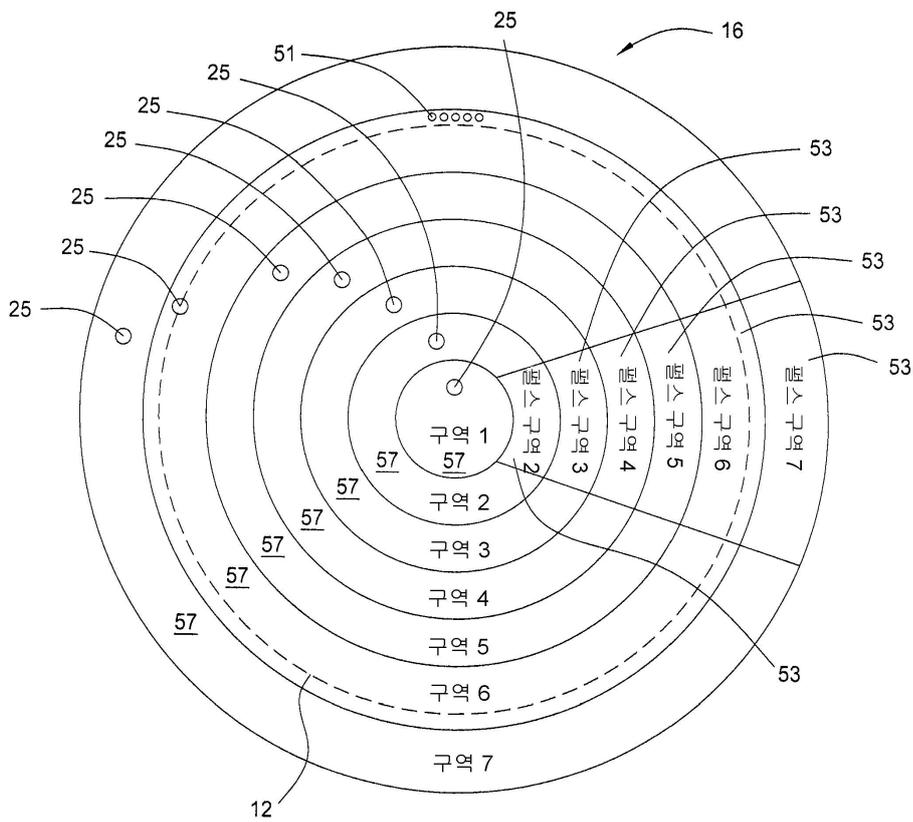
도면2



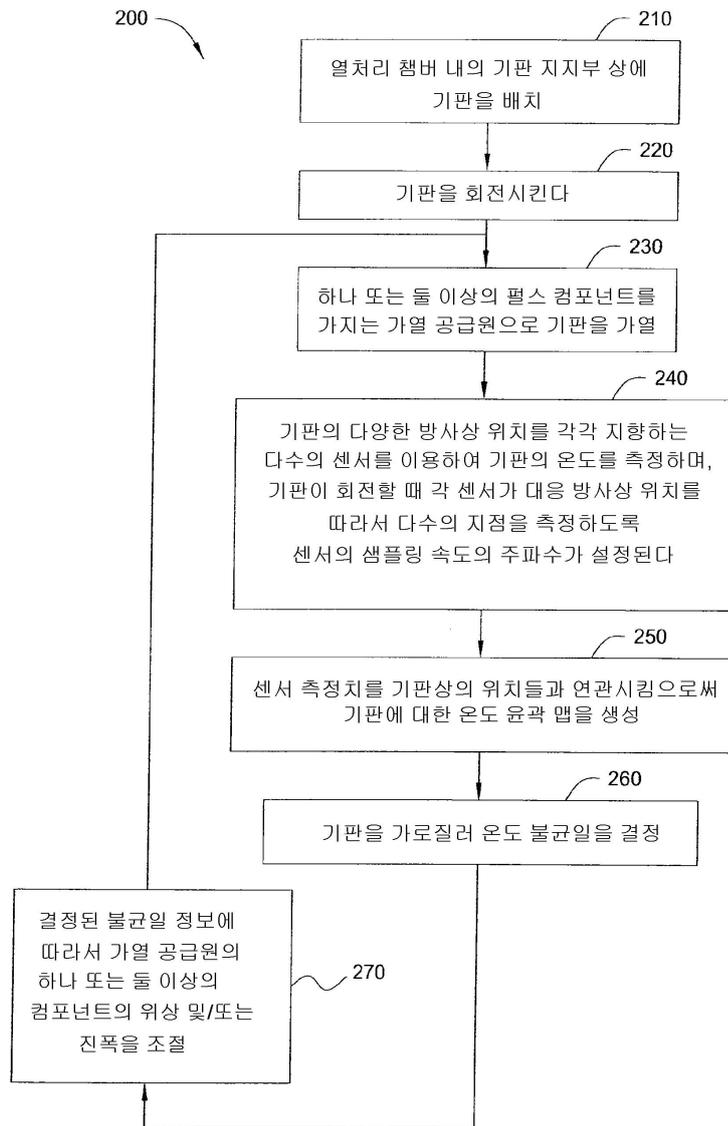
도면3



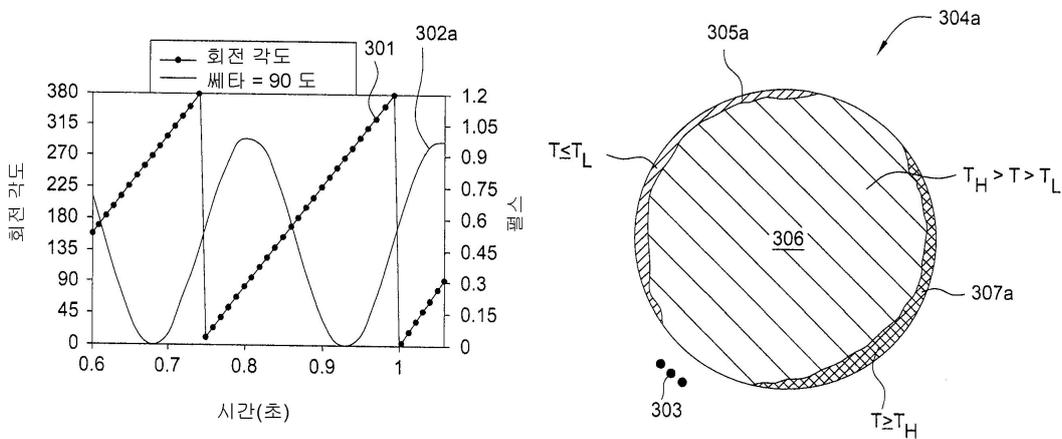
도면4



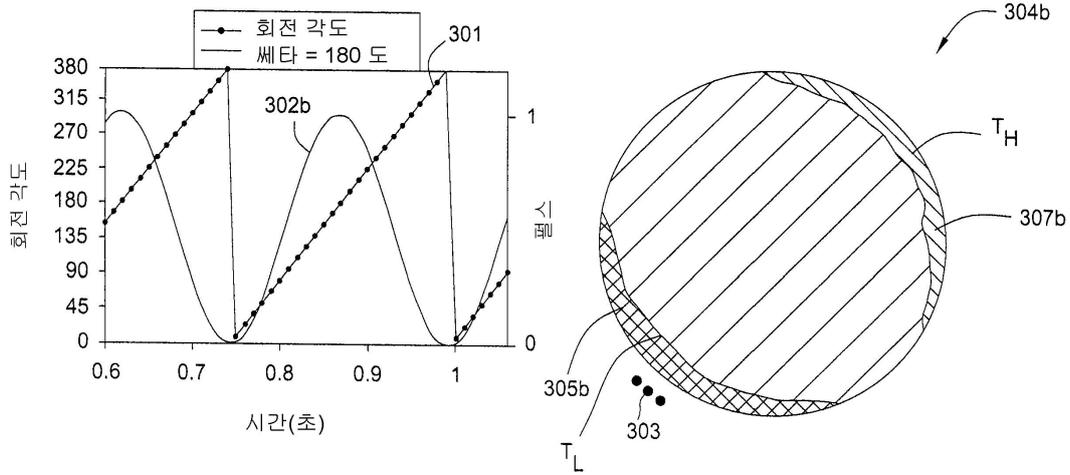
도면5



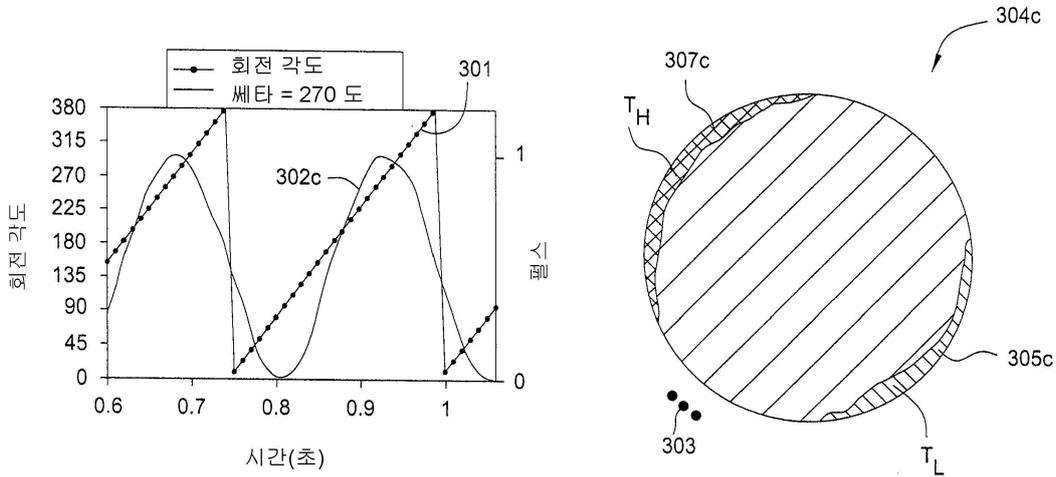
도면6a



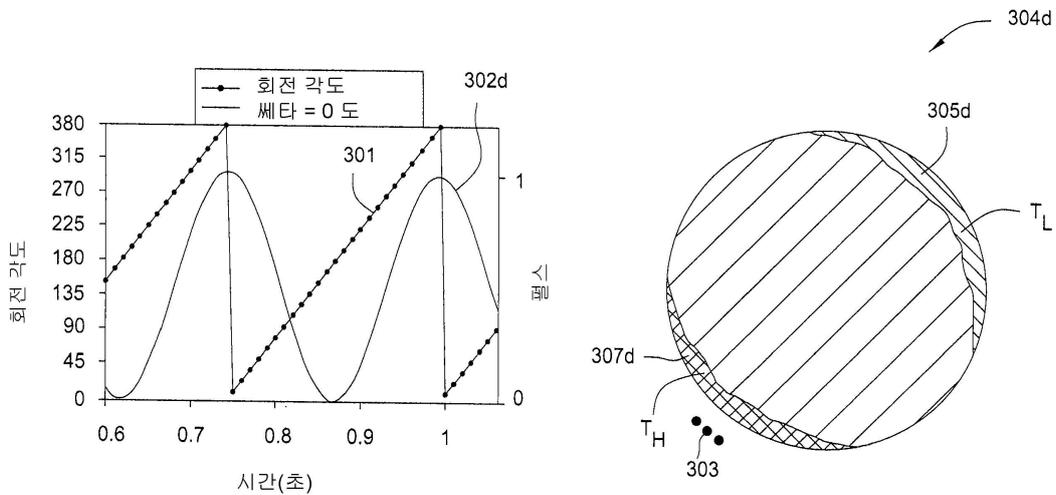
도면6b



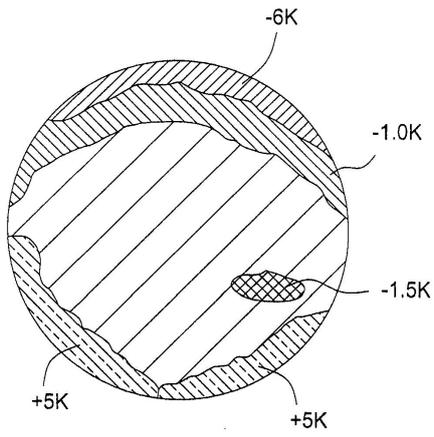
도면6c



도면6d

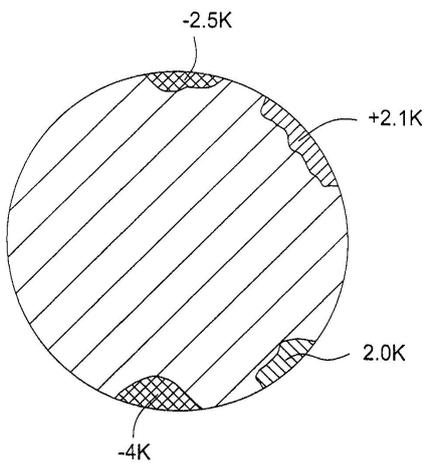


도면6e



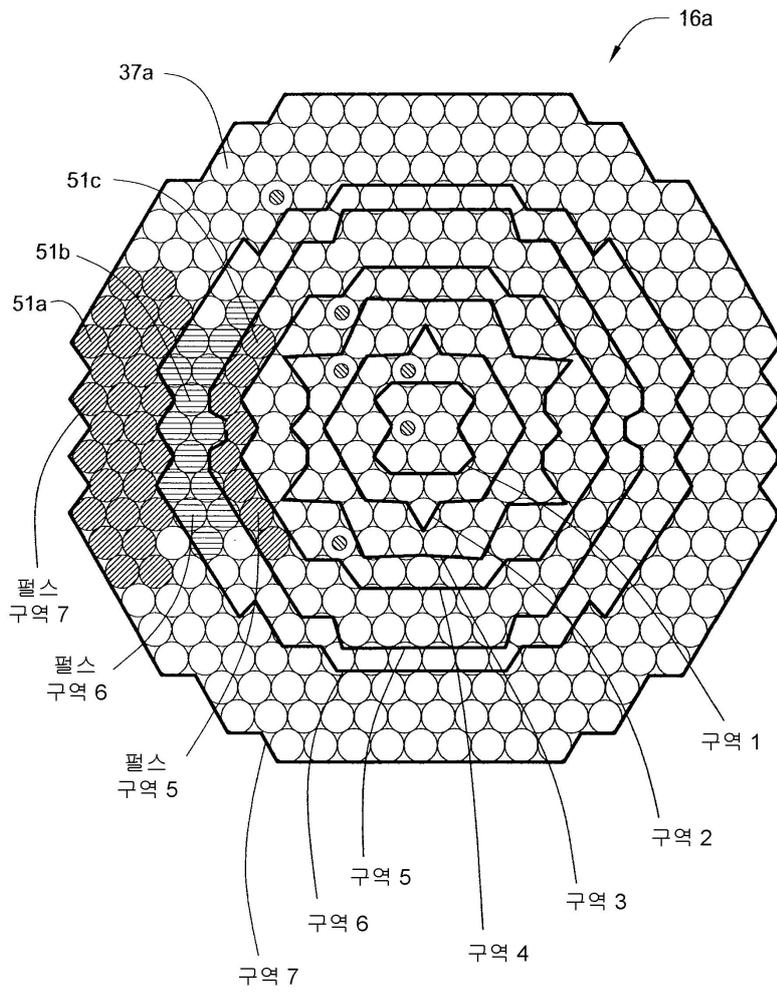
최초 상태

도면6f

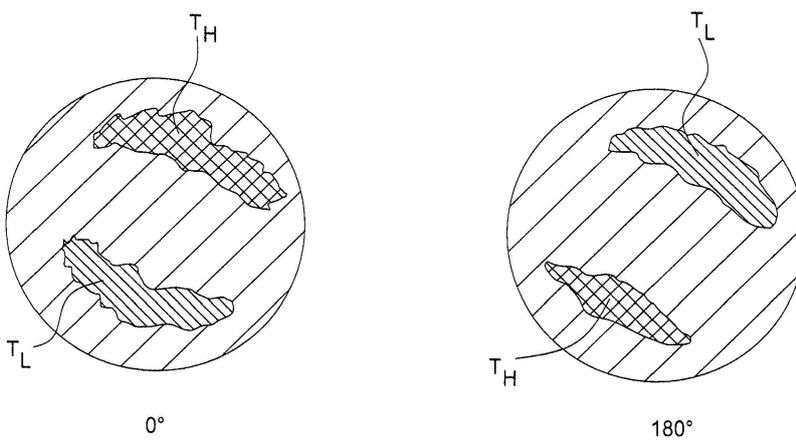


펄스 조절 상태

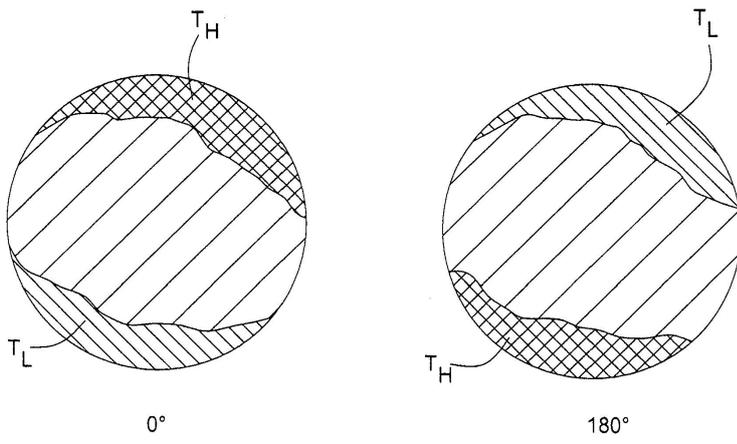
도면7a



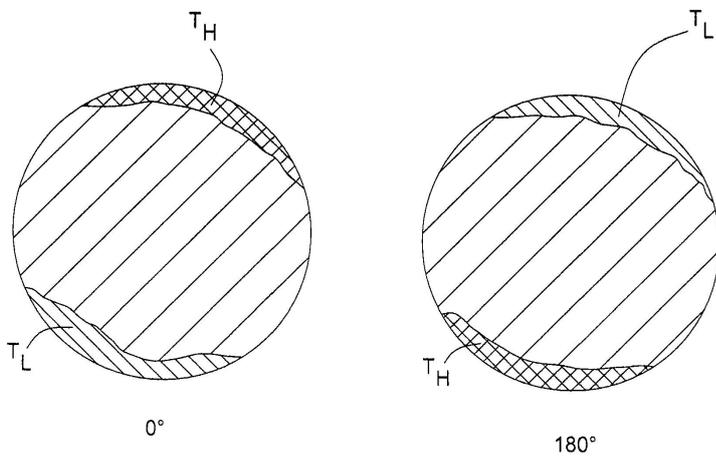
도면7b



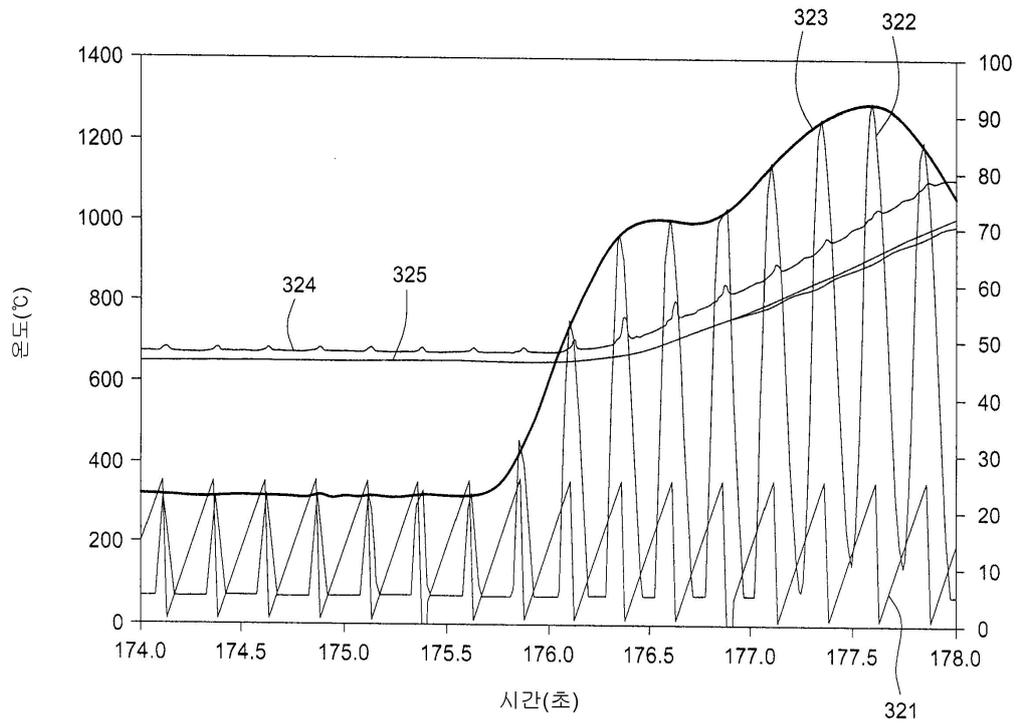
도면7c



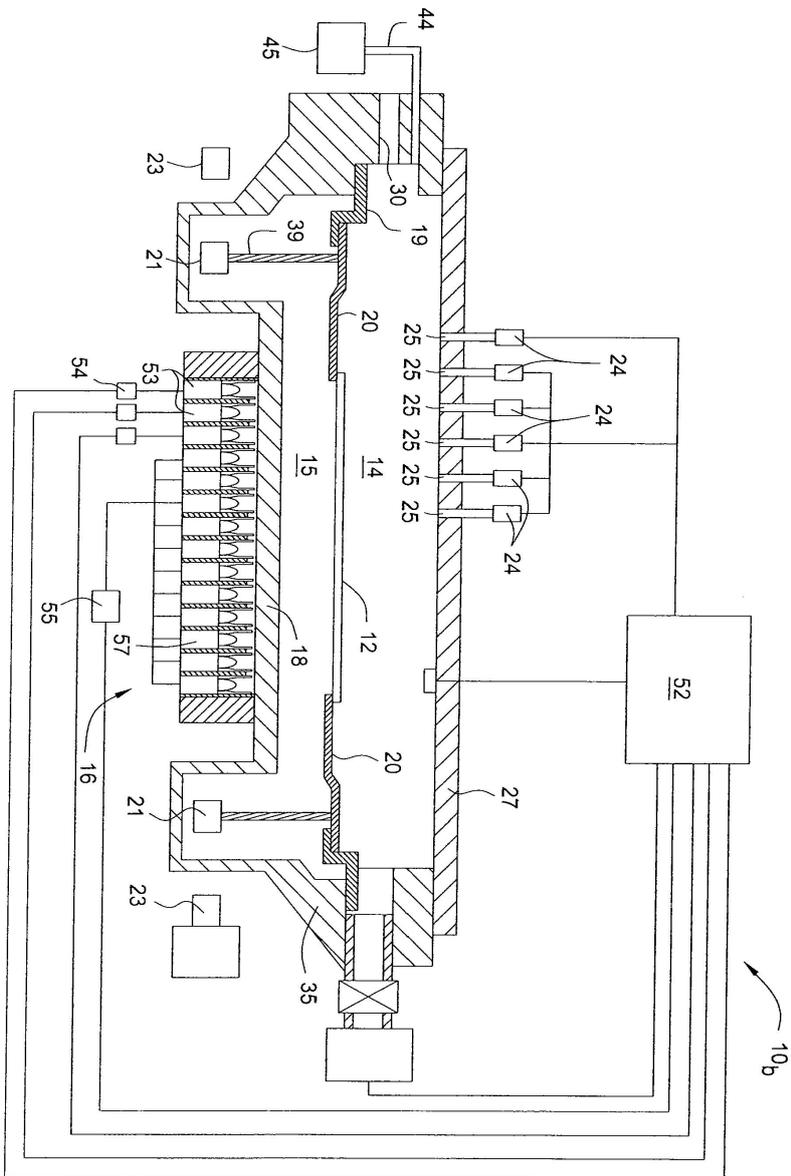
도면7d



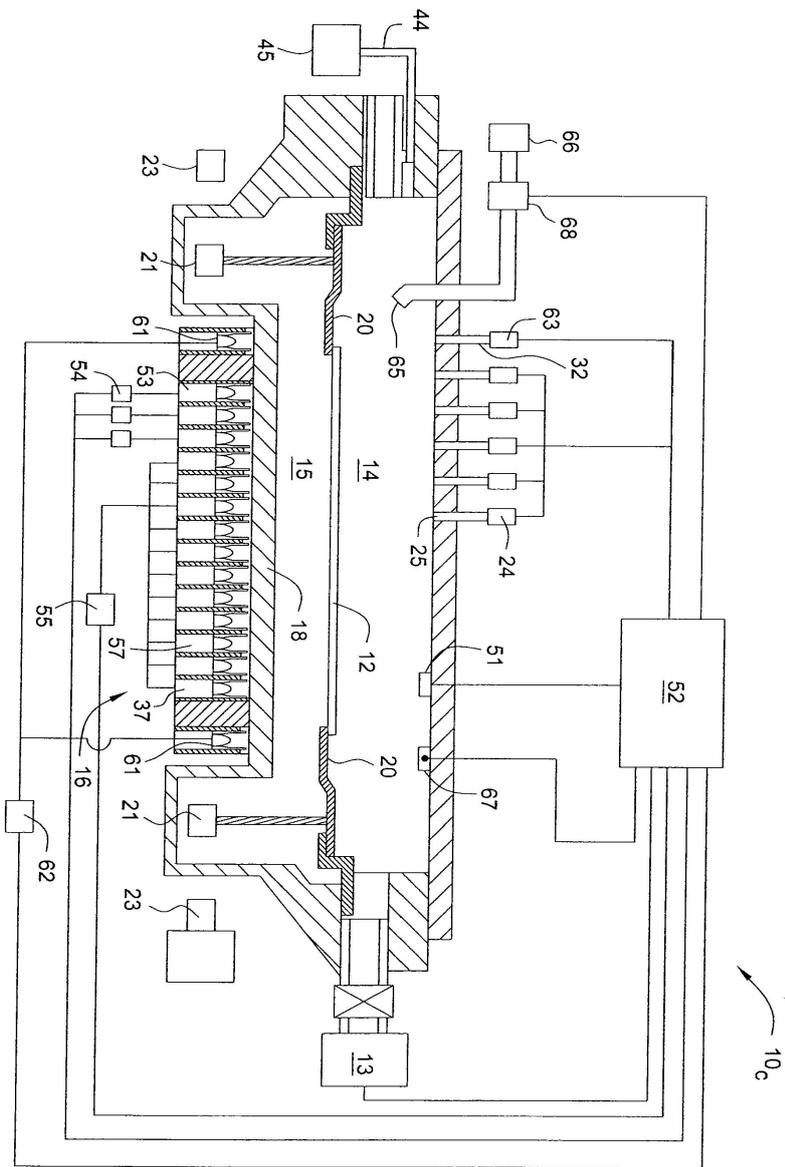
도면7e



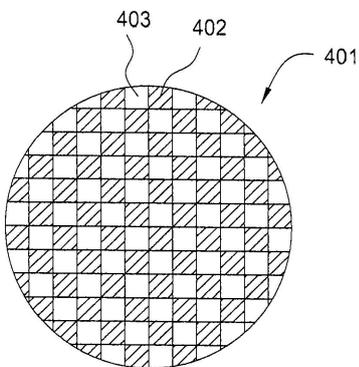
도면8



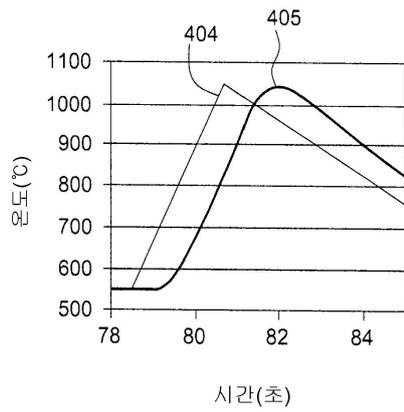
도면9



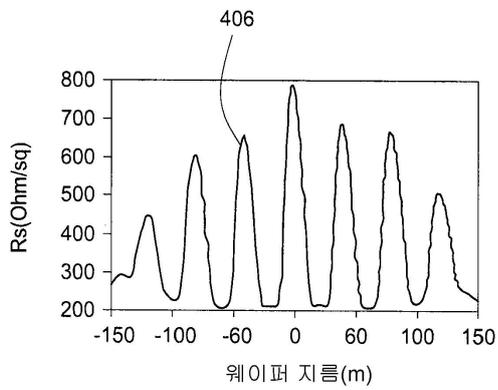
도면10a



도면10b



도면10c



도면10d

