



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2016-0096695  
(43) 공개일자 2016년08월16일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B23K 26/06 (2014.01) B23K 26/073 (2006.01)  
H01L 21/67 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
B23K 26/0608 (2013.01)  
B23K 26/0648 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7018550
- (22) 출원일자(국제) 2014년11월25일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2016년07월11일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2014/067431
- (87) 국제공개번호 WO 2015/088778  
국제공개일자 2015년06월18일
- (30) 우선권주장  
61/915,972 2013년12월13일 미국(US)  
14/172,422 2014년02월04일 미국(US)

- (71) 출원인  
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드  
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애  
브뉴 3050
- (72) 발명자  
홈그렌, 더글라스 이.  
미국 97219 오리건주 포틀랜드 에스더블유 오키드  
스트리트 5031  
하웰즈, 사무엘 씨.  
미국 97206 오리건주 포틀랜드 에스이 43번 3327  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
양영준, 백만기

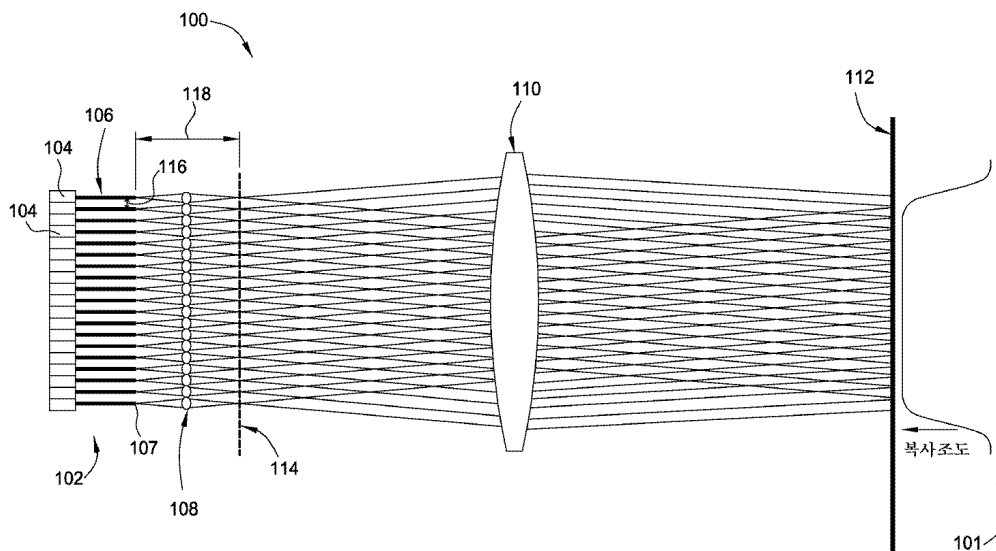
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **파이버 어레이 라인 발생기**

**(57) 요약**

본 명세서에 설명된 실시예들은 기관들의 급속 열 처리에 관한 것이다. 기관의 표면 상에 균일한 복사조도 패턴을 발생시키도록 구성된 광학 시스템 내에 파이버 결합된 레이저 다이오드 어레이가 제공된다. 복수의 개별적으로 제어가능한 레이저 다이오드가 복수의 파이버를 통해 하나 이상의 렌즈에 광학적으로 결합된다. 파이버 결합된 레이저 다이오드 어레이는 균일한 강도의 이미지를 발생시키기 위해 렌즈들에 의해 디포커싱되는 가우시안 복사 프로파일을 발생시킨다. 일 실시예에서, 시야 조리개가 광학 시스템 내에 배치된다.

**대표도**



(52) CPC특허분류

*B23K 26/0738* (2013.01)

*H01L 21/67115* (2013.01)

(72) 발명자

**헌터, 아론 뮌어**

미국 95060 캘리포니아주 산타 크루즈 내셔널 스트리트 609

**모팻, 시어도어 피.**

미국 97123 오리건주 힐스버러 에스이 파인 스트리트 5558

**케들라야, 디와카 엔.**

미국 95134 캘리포니아주 산 호세 에이퍼티. 211 르네상스 드라이브 4355

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

기관을 처리하기 위한 장치로서,

복수의 파이버 결합된 레이저 다이오드들(fiber coupled laser diodes) - 각각의 파이버 결합된 레이저 다이오드는, 하나 이상의 레이저 다이오드 및 상기 레이저 다이오드에 광학적으로 결합된 파이버를 포함함 -;

상기 파이버 결합된 레이저 다이오드들의 말단부(distal end)에 근접하게 배치된 제1 렌즈; 및

상기 제1 렌즈에 근접하게 배치된 제2 렌즈 - 상기 제1 렌즈 및 상기 제2 렌즈는 애너모픽 광학 이미징 시스템(anamorphic optical imaging system)을 형성함 -

를 포함하는 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 렌즈는 복수의 원통형 렌즈들을 갖는 원통형 마이크로렌즈 어레이를 포함하는, 장치.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 원통형 마이크로렌즈 어레이의 각각의 렌즈는 상기 복수의 파이버 결합된 레이저 다이오드들의 개별 파이버들에 광학적으로 결합되는, 장치.

#### 청구항 4

제2항에 있어서,

상기 파이버들의 말단부로부터 약 5mm 내지 약 6mm에 리이미지 평면(reimage plane)이 형성되는, 장치.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제1 렌즈는 상기 파이버들의 말단부와 상기 리이미지 평면 사이에 배치되는, 장치.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제1 렌즈는 단일의 원통형 렌즈를 포함하는, 장치.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 단일의 원통형 렌즈와 상기 제2 렌즈 사이에 시야 조리개(field stop)가 배치되는, 장치.

#### 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제2 렌즈를 향하는 상기 시야 조리개의 표면은 광학 흡수성 코팅(optically absorptive coating)으로 코팅되거나 조면화되는, 장치.

#### 청구항 9

제6항에 있어서,

리이미지 평면 내에 시야 조리개가 배치되고, 상기 리이미지 평면은 상기 파이버들의 말단부들로부터 약 5mm 내지 약 6mm에 형성되는, 장치.

**청구항 10**

제1항에 있어서,

상기 제1 렌즈와 상기 제2 렌즈 사이에 배치된 원통형 마이크로렌즈 어레이를 더 포함하는 장치.

**청구항 11**

제10항에 있어서,

상기 제2 렌즈에 근접하게 배치된 시야 조리개, 및 상기 시야 조리개에 근접하게 배치된 제3 렌즈를 더 포함하는 장치.

**청구항 12**

기관을 처리하기 위한 장치로서,

복수의 파이버 결합된 레이저 다이오드들 - 각각의 파이버 결합된 레이저 다이오드는, 레이저 다이오드 및 상기 레이저 다이오드에 광학적으로 결합된 파이버를 포함함 -;

상기 파이버 결합된 레이저 다이오드들의 말단부에 근접하게 배치된 제1 렌즈;

상기 제1 렌즈에 근접하게 배치된 제2 렌즈;

상기 제2 렌즈에 근접하게 배치된 시야 조리개; 및

상기 시야 조리개에 근접하게 배치된 제3 렌즈 - 상기 제1 렌즈, 상기 제2 렌즈 및 상기 제3 렌즈는 애너모픽 광학 이미징 시스템을 구성함(comprise) -

를 포함하는 장치.

**청구항 13**

제12항에 있어서,

상기 제1 렌즈는 원통형 마이크로렌즈 어레이를 포함하고, 상기 원통형 마이크로렌즈 어레이의 각각의 렌즈는 상기 복수의 파이버 결합된 레이저 다이오드들의 개별 파이버들에 광학적으로 결합되는, 장치.

**청구항 14**

기관을 처리하기 위한 장치로서,

약 0.10 내지 약 0.40의 개구수(numerical aperture)를 갖는 복수의 파이버 결합된 레이저 다이오드들 - 각각의 파이버 결합된 레이저 다이오드는, 개별적으로 제어가능한 레이저 다이오드 및 상기 레이저 다이오드에 광학적으로 결합된 파이버를 포함하고, 상기 파이버들 각각의 말단부는 각각의 인접한 파이버로부터 약 0.1mm 내지 약 1.0mm 이격되고, 상기 파이버들은 단일 평면 내에 배치됨 -;

상기 파이버 결합된 레이저 다이오드들의 말단부와 이미지 평면 사이에 배치된 원통형 마이크로렌즈 어레이 - 상기 이미지 평면은 상기 파이버 결합된 레이저 다이오드들의 말단부로부터 약 5mm 내지 약 6mm에 위치됨 -; 및

상기 원통형 마이크로렌즈 어레이에 근접하게 배치된 제1 텔레센트릭 렌즈(telecentric lens) - 상기 원통형 마이크로렌즈 어레이 및 상기 제1 텔레센트릭 렌즈는 애너모픽 광학 이미징 시스템을 구성함(comprise) -

를 포함하는 장치.

**청구항 15**

제14항에 있어서,

상기 제1 텔레센트릭 렌즈에 근접하게 배치된 제2 텔레센트릭 렌즈를 더 포함하고, 상기 제1 텔레센트릭 렌즈와

상기 제2 텔레센트릭 렌즈 사이에 시야 조리개가 배치되는, 장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 명세서에 제공된 실시예들은 기관들을 열 처리하기 위한 장치에 관한 것이다. 더 구체적으로는, 본 명세서에 제공된 실시예들은 파이버 어레이 라인 발생기에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 레이저들이 반도체 기관들의 처리에서 종종 이용된다. 급속 열 처리와 같은 열 처리는 처리 중인 기관의 특성들을 변화시킴으로써 기관들을 처리하기 위해 이용된다. 열 처리는 기관의 물리적 구조를 변경하거나, 기관에 도펀트들을 주입하거나, 또는 기관의 일부를 용융시킬 수 있다.

[0003] 레이저 다이오드들은 열 처리를 위한 레이저 소스의 일레이다. 이 레이저들은 가끔 파국적으로 고장나는 경향, 및 복잡한 냉각 시스템들을 요구하는 것에 의해 수개의 단점을 겪는다. 레이저 다이오드들, 특히 일반적으로 서로 직렬로 연결된 복수의 레이저 다이오드인 레이저 다이오드 바들(laser diode bars)의 고장은 고비용이 소요되며 시간 소모적인 유지보수를 요구한다. 추가로, 레이저 다이오드들이 고장날 때에 열 처리 시스템의 스푸트는 악영향을 받는다. 더욱이, 종래의 레이저 다이오드들은 열 처리 챔버 부근에서 또는 열 처리 챔버 내에서 이용되어야 한다. 처리 장비에 이와 같이 근접한 레이저 다이오드들의 고장은 다른 반도체 처리 컴포넌트들에 대한 손상의 확률을 증가시킬 수 있다.

[0004] 레이저 열 처리에서의 다른 고려사항은 레이저 소스와 연관 광학계가 처리 중인 기관에 바람직한 복사 프로파일을 제공하는 능력이다. 그러나, 종래의 레이저 다이오드들은 레이저 다이오드의 유효 수명에 걸쳐 성능 열화를 겪는다. 성능에서의 감소는 종종 복사 프로파일에 악영향을 미치고, 열 처리 시스템이 기관을 바람직한 방식으로 효과적으로 처리하는 능력을 감소시킨다.

[0005] 그러므로, 본 기술분야에서는 개선된 열 처리 특성들을 제공하는 레이저 열 처리 장치가 필요하다. 추가로, 더 용이하게 유지보수되는 레이저 다이오드 시스템들이 필요하다.

**발명의 내용**

[0006] 본 명세서에 설명된 실시예들은 기관들의 급속 열 처리에 관한 것이다. 기관의 표면 상에 균일한 복사조도 패턴(irradiance pattern)을 발생시키도록 구성된 광학 시스템 내에 파이버 결합된 레이저 다이오드들(fiber coupled laser diodes)이 제공된다. 복수의 개별적으로 제어가능한 레이저 다이오드가 복수의 파이버를 통해 하나 이상의 렌즈에 광학적으로 결합된다. 파이버 결합된 레이저 다이오드들은 균일한 강도의 이미지를 발생시키기 위해 렌즈들에 의해 디포커싱되는 가우시안 복사 프로파일(Gaussian radiation profile)을 발생시킨다. 시야 조리개(field stop)가 광학 시스템 내에 배치될 수 있다.

[0007] 일 실시예에서, 기관을 처리하기 위한 장치가 제공된다. 이 장치는 복수의 파이버 결합된 레이저 다이오드들을 포함한다. 복수의 파이버 결합된 레이저 다이오드들 중의 각각의 파이버 결합된 레이저 다이오드는, 하나 이상의 레이저 다이오드 및 이 레이저 다이오드에 광학적으로 결합된 파이버를 갖는다. 제1 렌즈가 파이버 결합된 레이저 다이오드들의 말단부에 근접하게 배치된다. 제2 렌즈가 제1 렌즈에 근접하게 배치된다. 제1 렌즈 및 제2 렌즈는 애너모픽 광학 이미징 시스템(anamorphic optical imaging system)을 구성한다(comprise).

[0008] 다른 실시예에서, 기관을 처리하기 위한 장치가 제공된다. 이 장치는 복수의 파이버 결합된 레이저 다이오드들을 포함한다. 복수의 파이버 결합된 레이저 다이오드들 중의 각각의 파이버 결합된 레이저 다이오드는, 레이저 다이오드 및 이 레이저 다이오드에 광학적으로 결합된 파이버를 갖는다. 제1 렌즈가 파이버 결합된 레이저 다이오드들의 말단부에 근접하게 배치된다. 제2 렌즈가 제1 렌즈에 근접하게 배치되고, 시야 조리개가 제2 렌즈에 근접하게 배치된다. 제3 렌즈가 시야 조리개에 근접하게 배치된다. 제1 렌즈, 제2 렌즈 및 제3 렌즈는 애너모픽 광학 이미징 시스템을 구성한다(comprise).

[0009] 또 다른 실시예에서, 기관을 처리하기 위한 장치가 제공된다. 이 장치는 약 0.15의 개구수(numerical aperture)를 갖는 복수의 파이버 결합된 레이저 다이오드들을 포함한다. 복수의 파이버 결합된 레이저 다이오드들 중의 각각의 파이버 결합된 레이저 다이오드는, 개별적으로 제어가능한 레이저 다이오드 및 이 레이저 다이오드에 광학적으로 결합된 파이버를 갖는다. 파이버들 각각의 말단부는 각각의 인접한 파이버로부터 약

0.5mm 이격된다. 파이버들은 단일 평면 내에 배치된다. 원통형 마이크로렌즈 어레이가 파이버 결합된 레이저 다이오드들의 말단부와 이미지 평면 사이에 배치된다. 이미지 평면은 파이버 결합된 레이저 다이오드들의 말단부로부터 약 5mm 내지 약 6mm에 위치된다. 텔레센트릭 이미징 렌즈(telecentric imaging lens)가 원통형 마이크로렌즈 어레이에 근접하게 배치된다. 원통형 마이크로렌즈 어레이 및 텔레센트릭 이미징 렌즈는 애너모픽 광학 이미징 시스템을 구성한다(comprise).

**도면의 간단한 설명**

[0010] 위에서 언급된 본 개시물의 특징들이 상세하게 이해될 수 있도록, 위에 간략하게 요약된 본 개시물의 더 구체적인 설명은 실시예들을 참조할 수 있으며, 그들 중 일부는 첨부 도면들에 도시되어 있다. 그러나, 본 개시물은 동등한 효과의 다른 실시예들을 허용할 수 있으므로, 첨부 도면들은 본 개시물의 전형적인 실시예들만을 도시하며, 따라서 그것의 범위를 제한하는 것으로 고려되어서는 안 된다는 점에 유의해야 한다.

- 도 1a는 본 명세서에 설명된 실시예에 따른 열 처리 장치의 개략적인 평면도이다.
  - 도 1b는 본 명세서에 설명된 실시예에 따른 도 1a의 장치의 개략적인 측면도이다.
  - 도 2a는 본 명세서에 설명된 실시예에 따른 v-홈 포지셔닝 요소의 평면도이다.
  - 도 2b는 본 명세서에 설명된 실시예에 따른 도 2a의 요소의 단면도이다.
  - 도 2c는 본 명세서에 설명된 실시예에 따른 v-홈 포지셔닝 요소의 측면도이다.
  - 도 3a는 본 명세서에 설명된 실시예에 따른 열 처리 장치의 개략적인 측면도이다.
  - 도 3b는 본 명세서에 설명된 실시예에 따른 도 3a의 장치의 개략적인 평면도이다.
  - 도 4는 본 명세서에 설명된 실시예에 따른 시야 조리개가 내부에 배치되어 있는 도 3a 및 도 3b의 열 처리 장치의 개략적인 평면도이다.
  - 도 5는 본 명세서에 설명된 실시예에 따른 열 처리 장치의 개략적인 평면도이다.
  - 도 6은 본 명세서에 설명된 실시예에 따른 광학 시스템의 개략도이다.
  - 도 7a는 본 명세서에 설명된 실시예에 따른 열 처리 장치의 개략적인 평면도이다.
  - 도 7b는 본 명세서에 설명된 실시예에 따른 도 7a의 장치의 개략적인 측면도이다.
  - 도 8은 본 명세서에 설명된 실시예에 따른 열 처리 장치의 개략적인 평면도이다.
- 이해를 용이하게 하기 위해서, 가능한 경우에, 도면들에 공통인 동일한 요소들을 지시하는 데에 동일한 참조 번호들이 이용되었다. 일 실시예의 요소들 및 특징들은 추가 언급 없이도 다른 실시예들에서 유리하게 포함될 수 있을 것으로 고려된다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0011] 본 명세서에 설명된 실시예들은 기관들의 급속 열 처리에 관한 것이다. 기관의 표면 상에 균일한 복사조도 패턴을 발생시키도록 구성된 광학 시스템 내에 파이버 결합된 레이저 다이오드들이 제공된다. 광학계와 함께 광의 소스들로서 고출력(high power) 파이버 결합된 레이저 다이오드들을 이용하면, 높은 피크 강도의 광의 포커싱된 라인을 생성할 수 있다. 예를 들어, 복수의 개별적으로 제어가능한 레이저 다이오드가 복수의 파이버를 통해 하나 이상의 렌즈에 광학적으로 결합된다. 파이버 결합된 레이저 다이오드들은 균일한 강도의 이미지를 발생시키기 위해 렌즈들에 의해 디포커싱되는 가우시안 복사 프로파일을 발생시킨다. 일 실시예에서, 시야 조리개가 광학 시스템 내에 배치된다.

[0012] 본 명세서에서 이용된 바와 같은 "애너모픽"이라는 용어는 어레이를 따르는 방향과 어레이에 수직인 방향에서 상이한 이미징 속성들을 갖는 광학 시스템을 지칭한다. 편의를 위해, 파이버 어레이 및 이미지 평면에서의 방향 축들을 표시하기 위해 다이오드 레이저들과 일반적으로 연관되는 용어가 이용될 것이다. 느린 축(slow axis)("SA")은 파이버 어레이에서의 파이버들의 모든 말단부를 통과하는 라인에 평행한 방향으로 정의된다. SA는 또한 이하에 설명되는 광학계에 의해 형성되는 광의 라인에 평행하다. 빠른 축(fast axis)("FA")은 SA에 수직이다.

[0013] 파이버 결합된 레이저 다이오드들 및 광학 시스템들을 이용하는 종래의 파이버 어레이 시스템들은 종종 기관 상

에 파이버들의 말단부들을 이미징한다. 이미지는 고강도의 이산 "스폿들"을 포함하고, 라인 이미지에 걸쳐 강도의 균일성이 부족하다. 균일한 복사 라인의 생성은 애너모픽 광학계를 이용하여 스폿 이미지들을 블러링하는 것에 의해 달성될 수 있다. SA에서의 스폿 이미지들의 블러링은 작업 표면에서 SA 방향으로 디포커싱된 필드를 생성하도록 광학계를 설계하는 것에 의해 달성된다. 주어진 디포커스에 대해 획득되는 스폿 블러링의 양은 광학계에 의해 생성되는 광의 발산(divergence)에 의해 결정된다. 일반적으로, 더 많은 양의 발산은 주어진 디포커스에 대하여 더 큰 블러링을 제공한다.

[0014] 고출력 레이저 다이오드들과 함께 이용되는 전형적인 광학 파이버의 출력은 파이버의 말단부로부터 충분히 먼 곳에서는 거의 가우시안이고, 약 0.1 내지 약 0.4의 개구수(NA)를 갖는다. 아래에 설명되는 실시예들에 있어서, 예시적인 NA는 0.15라고 가정하지만, 상이한 NA를 갖는 파이버들이 이용될 수 있다. 아래에 설명되는 실시예들에서의 가우시안 분포는 균일한 라인 이미지를 형성하기 위해 이용되는 애너모픽 광학계로 인해 SA에서는 확산되지만 FA에서는 좁다.

[0015] 도 1은 일 실시예에 따른 열 처리 장치(100)의 개략적인 평면도이다. 이 장치(100)는 파이버 결합된 레이저 다이오드들(102), 원통형 마이크로렌즈 어레이(108) 및 이미징 렌즈(110)를 포함한다. 이 장치(100)는 애너모픽 이미징 광학 시스템을 구성한다(comprise). 본 명세서에서 이용된 바와 같은 이미징 렌즈와 같은 이미징 광학계는, 물체를 취하고 물체의 이미지를 재구성하는 광학계를 지칭한다. 이미지는 물체와 유사할 수 있거나 왜곡될 수 있다. 본 명세서에서 이용된 바와 같은 리이미징 광학계(reimaging optic) 또는 리이미징 렌즈는, 이미지를 취하고 이미지를 리이미징 광학계를 넘어 릴레이하는 광학계를 지칭한다. 원하는 라인 이미지를 수신하도록 구성된 위치에서 이미징 렌즈(110)에 근접하게 작업 표면(112)이 이격된다. 파이버 결합된 레이저 다이오드들(102), 원통형 마이크로렌즈 어레이(108) 및 이미징 렌즈(110)는, 이러한 요소들을 작업 표면(112)에 대하여 이동시키도록 구성된 갠트리(gantry)에 결합될 수 있다. 작업 표면(112)의 위치는 일반적으로 스테이지 상에서 처리 챔버(도시되지 않음) 내에 있을 수 있고, 열 처리될 기판은 작업 표면(112) 상에 배치된다. 작업 표면(112)에서의 라인 이미지는 가우시안 또는 하프-가우시안 롤오프 프로파일(half-Gaussian roll-off profile)을 나타내는 균일한 복사조도 프로파일(101)을 갖는다. 여기서, 균일한 복사조도는 평균 값으로부터 약 10% 이하의 최대 강도 편차로서 정의된다.

[0016] 파이버 결합된 레이저 다이오드들(102)은 레이저 다이오드(104), 및 레이저 다이오드(104)에 광학적으로 결합된 파이버(106)를 포함한다. 예를 들어, 각각의 레이저 다이오드(104)는 개별 파이버(106)에 결합될 수 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 19개의 파이버 결합된 레이저 다이오드가 어레이 내에 제공되지만, 원하는 응용에 종속하여 더 많은 수 또는 더 적은 수의 파이버 결합된 레이저 다이오드가 이용될 수 있다고 고려된다. 일 실시예에서, 복수의 레이저 다이오드(104)가 단일 파이버(106)로 결합될 수 있다. 각각의 레이저 다이오드(104)는 그것의 각각의 파이버(106)의 말단부(107)에서 약 100W의 출력을 제공하도록 구성된다. 개별 레이저 다이오드들(104)은 개별적으로 제어가능할 수 있고, 인접한 파이버 결합된 레이저 다이오드들(102)로부터 독립적으로 동작할 수 있다. 레이저 다이오드들(104)의 독립적인 동작은, 레이저 다이오드(104)가 고장날 때 레이저 다이오드(104)의 단순화된 교체 및 개선된 프로세스 튜닝을 허용한다. 레이저 다이오드들(104)이 독립적으로 동작하지만, 파이버 결합된 레이저 다이오드들(102)은 균일한 복사조도 프로파일(101)을 갖는 라인 이미지를 발생시키도록 함께 작동한다.

[0017] 파이버들(106)은, 레이저 다이오드들(104)이 외부에 위치되고, 열 처리가 수행되고 있는 처리 챔버로부터 이격되는 것을 가능하게 한다. 예를 들어, 파이버들(106)은 최대 수 미터의 길이일 수 있다. 말단부(107)에서의 각각의 파이버(106)는 약 0.1mm 내지 약 1.0mm, 예컨대 약 0.5mm의 피치(116) 또는 거리를 가질 수 있다. 파이버들(106)의 말단부(107)의 출력 직경은 약 50um 내지 약 150um, 예컨대 약 100um이다. 파이버들(106)의 말단부들(107)은 동일한 평면에서 약 20um 이하 내에 놓이도록 위치될 수 있다. 파이버들(106)의 적어도 일부는 포지셔닝 요소(도시되지 않음) 내에 배치되며, 이는 도 2와 관련하여 더 상세하게 설명된다.

[0018] 원통형 마이크로렌즈 어레이(108)는 파이버들(106)의 말단부(107)에 근접하게 배치된다. 파이버들(106)의 말단부(107)를 빠져나가는 광은 원통형 마이크로렌즈 어레이(108)를 통해 전파된다. 원통형 마이크로렌즈 어레이(108)는 개별 파이버들(106)로부터 전파되는 광을 디포커싱하는 애너모픽 컴포넌트이다. 원통형 마이크로렌즈 어레이(108)는, 각각의 파이버(106)로부터의 광이 마이크로렌즈 어레이(108)의 단일의 원통형 렌즈에 입사하도록 파이버 결합된 레이저 다이오드 어레이에 정렬될 수 있다. 예를 들어, 19개의 파이버(106)가 제공되는 경우, 19개의 원통형 렌즈가 제공될 수 있고, 단일 렌즈는 각각의 파이버(106)에 광학적으로 결합된다. 이와 같이, 각각의 원통형 렌즈 사이의 피치는 상관되고, 파이버들(106)의 말단부들(107) 사이의 피치와 동일할 수 있다. 각각의 원통형 렌즈는 SA 방향에서만 광학 출력(optical power)을 가질 수 있다. 각각의 원통형 렌즈는



그것의 대응하는 파이버(106)에 의해 형성되는 스폿이 SA 방향(어레이에 평행한 방향)에서의 디포커스로 인해 블러링되게 한다. 디포커싱된 스폿들의 중첩은 작업 표면(112)에서 균일한 복사조도 프로파일(101)을 갖는 라인 이미지를 생성한다.

[0019] 원통형 마이크로렌즈 어레이(108)는 파이버들(106)의 말단부들(107)을 초점 평면(114) 상으로 디포커싱한다. 원통형 마이크로렌즈 어레이(108)는 복사를 작업 표면(112) 상에 재생될 필드로 성형한다. 재생될 필드는 파이버들(106)의 말단부들(107)로부터 약 5mm 내지 약 6mm, 예컨대 약 5.5mm의 거리(118)만큼 이격되는 선택된 평면에서 형성된다. 이미징 렌즈(110)는 초점 평면(114)에 근접하게 배치된다. 이미징 렌즈(110)가 파이버들(106)의 말단부들(107)에 대해 포커싱되기 때문에, 초점 평면(114)은 작업 표면(112)에 리이미징되지 않는다. 따라서, 이미징 렌즈(110)는 원통형 마이크로렌즈 어레이(108)에 의해 디포커싱되었던 파이버들(106)을 작업 표면(112)에 이미징한다.

[0020] 도 1b는 도 1a의 열 처리 장치(100)의 개략적인 측면도이다. 도 1b는 FA 방향의, 즉 파이버 어레이에 수직인 레이저 에너지의 전파를 도시한다. FA 방향에서, 파이버들(106)의 말단부들(107)은 작업 표면(112) 상에 리이미징 또는 재생된다. 이와 같이, 원통형 마이크로렌즈 어레이(108)는 FA 방향에서 디포커싱 영향을 갖지 않는다.

[0021] 도 2a는 v-홈 포지셔닝 요소(200)의 평면도이다. 포지셔닝 요소(200)는 파이버들(106)의 말단부들(107)에 대해 구조(structure)를 제공하도록 구성된다. 포지셔닝 요소(200)는, 급속 열 처리에서 이용되는 온도들을 견딜 수 있는 내화성 금속 또는 세라믹 재료와 같은 열 안정성 재료로 형성될 수 있다.

[0022] 도 2b는 도 2a의 포지셔닝 요소(200)의 단면도이다. 포지셔닝 요소(200)는 V 형상의 프로파일을 갖는다. 도파관 부재들(202)이 베이스 영역(204)으로부터 대향하는 방식으로 연장되어, V 형상을 형성한다. 베이스 영역(204)은 파이버들(106)을 결합하고 말단부들(107)을 위치시키도록 구성된다. 각각의 파이버(106)의 말단부들(107)은 동일한 평면 내에 위치될 수 있다. 예를 들어, 말단부들(107)은 기준 평면(datum plane)으로부터 +/- 약 20um 내에 위치될 수 있다. 일 실시예에서, 포지셔닝 요소(200)는 약 1개 내지 약 100개의 파이버(106), 예컨대 약 5개 내지 약 50개의 파이버(106), 예를 들어 약 10개 내지 약 20개의 파이버(106)를 위치시키도록 구성된다.

[0023] 도 2c는 v-홈 포지셔닝 요소(250)의 측면도이다. 포지셔닝 요소(250)가 파이버 결합된 레이저 다이오드들(102)의 말단부들(107)에 대해 구조를 제공한다는 점에서, 포지셔닝 요소(250)는 포지셔닝 요소(200)와 유사하게 기능할 수 있다. 포지셔닝 요소(250)는 제1 바디(252) 및 제2 바디(254)를 포함한다. 제1 바디(252)는 그 내부에 형성된 하나 이상의 v-홈(256)을 갖는다. v-홈들(256)은 파이버 결합된 레이저 다이오드들(102)의 말단부들(107)을 위치시키도록 구성된다. v-홈들은 반사성일 수 있고, 말단부들(107)로부터 방출되는 복사에 대한 도파관의 역할을 할 수 있다. 인접한 v-홈들(256) 사이의 간격은 인접한 말단부들(107) 사이의 피치(116)에 매칭하도록 구성될 수 있다. 말단부들(107)은 v-홈들(256) 내에 배치될 수 있다. 제2 바디(254)는 제1 바디(252)에 인접하게 배치되고, v-홈들(256) 내에 말단부들(107)을 고정하도록 구성된다. 적합한 포지셔닝 요소(250)의 예는 캐나다 온타리오주 오타와에 있는 OZ Optics로부터 입수가 가능하며, 이는 미국 특허 제7,058,275호에 더 상세하게 설명되어 있다.

[0024] 일반적으로, 단일의 포지셔닝 요소가 열 처리 장치에서 모든 파이버들을 위치시키기 위해 이용될 수 있거나, 복수의 포지셔닝 요소가 파이버들을 개별적으로 또는 그룹별로 위치시키기 위해 이용될 수 있다. 복수의 포지셔닝 요소의 이용은 작업 표면(또는 작업 표면과 파이버들 사이의 광학 시스템)으로부터 상이한 거리들에 파이버들을 위치시키는 것을 허용한다. 작업 표면으로부터 상이한 거리들에 파이버들을 위치시키는 것은, 일부 실시예들에서 작업 표면에서의 레이저 복사의 상관을 감소시키는데 있어서 이점을 가질 수 있다.

[0025] 도 3a 및 도 3b는 열 처리 장치(300)의 개략적인 측면도 및 평면도를 각각 도시한다. 도 3a에서, 도 1a의 원통형 마이크로렌즈 어레이(108)는 SA 방향에 평행한 축을 갖는 단일의 원통형 렌즈(302)로 교체된다. 원통형 렌즈(302)는 도 1a의 마이크로렌즈 어레이(108)와 동일한 위치에서 파이버들(106)의 말단부들(107)에 근접하게 배치된다. 원통형 렌즈(302)의 이용은 광학 시스템을 애너모픽으로 만든다.

[0026] 원통형 렌즈(302)는, FA 방향에서, 파이버들(106)의 말단부들(107)로부터 원하는 거리에 위치한 이미지 평면(306)에 파이버 결합된 레이저 다이오드 어레이(102)를 리이미징한다. 이미지 평면(306)은 파이버들(106)의 말단부들(107)로부터 약 5mm 내지 약 6mm, 예컨대 약 5.5mm의 거리(118)에 형성된다. 원통형 렌즈(302)의 이미지 평면(306)에서, 각각의 파이버(106)로부터 전파되는 빔들은 SA 방향에서 중첩하고, 충분한 블러링으로 바람직한



라인 이미지를 초래한다. 일 실시예에서, 작업 표면(112)은 이미지 평면(306)에 위치될 수 있다.

- [0027] 다른 실시예에서, 작업 표면(112)은 원통형 렌즈(302)로부터 멀리 위치된다. 리이미징 렌즈(304)를 이용하는 것은 작업 표면(112)이 이미지 평면(306)을 넘어 위치되는 것을 가능하게 하며, 이는 장치(300) 내에 편리한 작업 거리를 제공한다. 리이미징 렌즈(304)는 원통형 렌즈(302)에 근접하게 그리고 이미지 평면(306)과 작업 표면(112) 사이에 배치된다. 리이미징 렌즈(304)는 이미지 평면(306)에서의 라인을 작업 표면(112) 상으로 리이미징하도록 구성된다. 리이미징 렌즈(304)는 단일 렌즈 또는 다중-요소 렌즈일 수 있다. 일 실시예에서, 리이미징 렌즈(304)는 도 6과 관련하여 더 상세하게 설명되는 다중-요소 렌즈이다.
- [0028] 도 3b는 장치(300)의 SA 뷰를 도시한다. 도 3a 및 도 3b에 도시된 실시예들에서, 원통형 렌즈(302)에 의해 형성되는 라인 이미지는 중간 이미지로 고려될 수 있고, 이는 후속하여 리이미징 렌즈(304)에 의해 작업 표면 상으로 리이미징된다. 본 실시예에서, 원통형 렌즈(302)는 SA 방향에서 영향을 갖지 않는다. 그러나, 이미지 평면(306)에서 라인 이미지를 리이미징하는 것은 작업 표면에서 균일한 복사조도 프로파일(301)을 제공한다. 본 실시예에서, 복사조도 프로파일의 에지 롤오프는 가우시안 또는 하프-가우시안이다.
- [0029] 도 4는 내부에 배치되는 시야 조리개(402)를 갖는 도 3b의 열 처리 장치(300)의 개략적인 평면도이다. 시야 조리개(402)는 이미지 평면(306)에 배치될 수 있고(도 3b 참조), 라인 이미지의 일부를 절단하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 시야 조리개(402)가 장치(300) 내에 존재할 때, 파이버들(106)의 말단부들(107)에서의 전체 라인 이미지의 일부가 작업 표면(112)에 전파될 것이다. 시야 조리개(402)는 급속 열 처리와 연관되는 상승된 온도들을 견딜 수 있는 특정 내화성 금속 또는 세라믹 재료와 같은 불투명한 열 안정성 재료를 포함한다. 시야 조리개(402)는 라인 이미지의 원하는 부분을 작업 표면(112)으로 릴레이하도록 선택되는 개구를 갖는 링 형상일 수 있다. 다른 실시예에서, 시야 조리개(402)는 슬릿형 장치일 수 있고, 여기서 개구는 라인 이미지의 원하는 부분이 이 개구를 통하여 전파되는 것을 허용하도록 구성된다. 시야 조리개(402)는 조정가능할 수 있고, 장치(400) 내에서 이동될 수 있다. 예를 들어, 시야 조리개(402)의 위치를 파이버 결합된 레이저 다이오드들(102)의 어레이를 향해 또는 그러한 어레이로부터 멀리 조정함으로써, 복사조도 프로파일의 에지 붕괴(edge decay)가 조정될 수 있다. 따라서, 빠른 붕괴(fast decay)와 느린 붕괴(slow decay) 사이의 에지 붕괴 프로파일들의 연속체(continuum)가 달성될 수 있다.
- [0030] 시야 조리개(402)의 표면들은 시야 조리개(402)에 입사하는 광을 반사시키거나 흡수하기 위해 다양한 재료들로 코팅되거나 조면화될 수 있다. 예를 들어, 리이미징 렌즈(304)를 향하는 시야 조리개(402)의 표면은 작업 표면(112)으로부터 반사되는 임의의 광을 시야 조리개(402)를 통해 형성되는 라인 이미지로부터 멀리 반사시키기 위해 반사성 재료로 코팅될 수 있다. 다른 실시예에서, 시야 조리개(402)의 표면들은 특정 파장의 광을 흡수하도록 선택된 유전체 재료로 코팅될 수 있고, 이 재료는 레이저 소스와 동일한 파장을 갖는 광을 흡수하도록 매칭될 수 있다.
- [0031] 시야 조리개(402)를 이용한 작업 표면(112)에서의 복사조도 프로파일(401)은 시야 조리개(402)에 의한 라인 이미지의 절단으로 인해 감소된 에지 롤오프를 나타낸다. 예를 들어, 작업 표면(112)에서의 라인 단부 프로파일은 (리이미징 렌즈(304)의 분해능에 의해 결정된 바와 같은) 약 10 $\mu$ m 미만의 거리에 걸쳐 최대 복사조도로부터 제로 복사조도까지 전이한다. 따라서, 복사조도 프로파일(401)의 에지 롤오프는 매우 가파르고 논-가우시안이다. 작업 표면(112)에서의 라인 이미지의 예리한 에지는 급속 열 처리를 수행하는 동안 더 양호한 제어 및 더 큰 정밀도를 가능하게 한다.
- [0032] 도 5는 열 처리 장치(500)의 개략적인 평면도이다. 이 장치(500)는 파이버 결합된 레이저 다이오드 어레이(102), 원통형 마이크로렌즈 어레이(108), 이미징 렌즈(502), 리이미징 렌즈(504) 및 시야 조리개(506)를 포함한다. 장치(500)의 제1 부분(510)은 도 1에 도시된 장치(100)와 유사하다. 이미징 렌즈(502)는 FA 방향에서는 파이버 결합된 레이저 다이오드 어레이(102)를 이미징하지만, 이미징 렌즈(502)는 SA 방향에서는 이미징하지 않는다. 시야 조리개(506)는 도 4와 관련하여 설명된 시야 조리개(402)와 유사하다. 시야 조리개(506)는, 라인 이미지가 형성되는 이미징 렌즈(502)에 근접하게 배치된다. 제1 부분(510)에서, 리이미징 렌즈(504)가 이용되고 있지 않았다면 작업 표면이 통상적으로 있었을 곳에 시야 조리개(506)가 배치된다. 따라서, 시야 조리개(506)에서의 라인 이미지는 리이미징 렌즈(504)를 통해 작업 표면(112)에 옮겨질 것이다.
- [0033] 리이미징 렌즈(504)는 장치(500)의 제2 부분(520)에서 시야 조리개(506)에 근접하게 배치된다. 제2 부분(520)은 시야 조리개(506)를 넘어서는 영역을 포함하여, 리이미징 렌즈(504) 및 작업 표면(112)을 포괄한다. 리이미징 렌즈(504)는 시야 조리개(506)에 의해 형성되는 라인 이미지를 작업 표면(112)으로 릴레이한다. 리이미징 렌즈(504)는 SA 방향 또는 FA 방향 중 어느 하나에서 디포커싱하지 않고, 오히려 리이미징 렌즈는 시야 조리개

(506)에 의해 배열된 광을 작업 표면(112) 상에 단순히 재생한다.

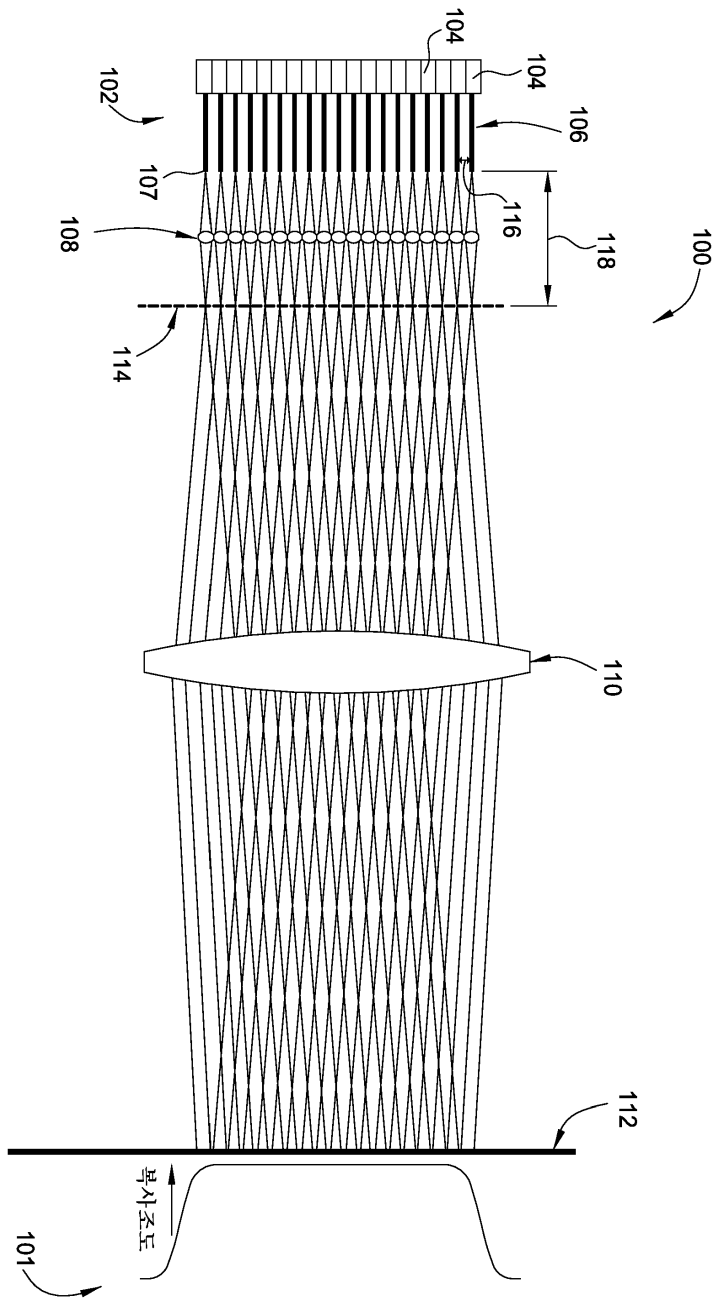
- [0034] 장치(500)는 작업 표면(112)에서 시야 조리개(506)에 의한 라인 이미지의 절단으로 인해 감소된 에지 롤오프를 갖는 복사조도 프로파일(501)을 생성한다. 도 4의 복사조도 프로파일(401)과 유사하게, 작업 표면(112)에서의 라인 단부 프로파일은 (리이미징 렌즈(504)의 분해능에 의해 결정된 바와 같은) 약 10 $\mu$ m 미만의 거리에 걸쳐 최대 복사조도로부터 제로 복사조도까지 전이한다. 따라서, 복사조도 프로파일(501)의 에지 롤오프는 매우 가파르고 눈-가우시안이다.
- [0035] 도 6은 앞서 언급된 실시예들로 통합될 수 있는 광학 시스템(600)의 개략도이다. FA 방향의 파이버 결합된 레이저 다이오드 어레이(102)를 작업 표면(112)에 리이미징하기 위해 필요한 이미징 충실도(imaging fidelity)를 달성하기 위해, 도 1의 이미징 렌즈(110)(또한 각각 도 3의 304 및 도 5의 502)는 필요한 최소 수차를 갖는 다중-요소 렌즈이다. 일 실시예에서, 이미징 렌즈(110)는 6개의 개별 요소로 구성되고, 1X 배율에서 FA 방향으로 파이버들(106)의 어레이를 리이미징하도록 구성된다. 배율은 작업 표면(112)에서 바람직한 라인 폭 및 길이를 제공하도록 구성될 수 있다고 고려된다. 일 실시예에서, SA 방향에서의 라인 길이는 약 5mm 내지 약 10mm 길이, 예컨대 약 8mm 길이일 수 있다.
- [0036] 제1 요소(602)는 복수의 제2 요소(604)로부터 이격된다. 제1 요소(602)는 원통형 마이크로렌즈 어레이(108)에 근접하게 배치되고, 제1 요소(602)를 통해 전파되는 광의 파잉 발산을 방지하도록 구성된다. 이미징 렌즈(110)는 물체 및 이미지 공간에서 텔레센트릭이다. 이미징 렌즈(110)는 파이버들(106)의 말단부들(107)과 작업 표면(112) 사이의 거리(606) 내에 배치된다. 거리(606)는 약 150mm 내지 약 200mm, 예컨대 약 165mm 내지 약 185mm, 예컨대 약 170mm일 수 있다. 거리(606)는, 원하는 열 처리 응용, 및 광학 시스템(600)에서 이용되는 렌즈들 및 시야 조리개들의 유형 및 배열에 종속하여, 더 크거나 더 작을 수 있다고 고려된다.
- [0037] 도 7a는 열 처리 장치의 개략적인 평면도를 도시한다. 일 실시예에서, 이 장치(700)는 작업 표면(112)에서 라인 이미지를 발생시키도록 구성된 애너모픽 광학 시스템이다. 장치(700)는 파이버 결합된 레이저 다이오드 어레이(102), 렌즈(502), 원통형 마이크로렌즈 어레이(108) 및 렌즈(504)를 포함한다. 본 실시예에서, 렌즈(502)도 렌즈(504)도 개별적으로 이미징 또는 리이미징 렌즈로 고려되지 않는다. 오히려, 파이버 결합된 레이저 다이오드 어레이(102)의 이미지는 쌍으로서의 렌즈들(502, 504)에 의해 함께 형성된다. 장치(700)의 요소들은, 파이버들(106)의 말단부들(107)로부터 전파되는 광이 렌즈(502), 원통형 마이크로렌즈 어레이(108) 및 렌즈(504)를 이러한 순서로 통과하여 이동하도록 위치된다. 작업 표면(112)에 형성되는 라인 이미지는, 원통형 마이크로렌즈 어레이(108)의 굴절 속성들에 의해 적어도 부분적으로 결정되는 하프-가우시안 또는 유사한 에지 롤오프 프로파일(701)을 갖는 균일한 복사조도를 갖는다.
- [0038] 렌즈(502)는 제1 초점 길이  $f_1$ 을 갖고, 렌즈(504)는 제2 초점 길이  $f_2$ 를 갖는다. 일 실시예에서, 제1 초점 길이  $f_1$ 은 약 50mm 내지 약 150mm, 예컨대 약 100mm이다. 제2 초점 길이  $f_2$ 는 약 25mm 내지 약 75mm, 예컨대 약 50mm이다. 렌즈(502) 및 렌즈(504)는  $f_1+f_2$ 에 의해 정의되는 거리에 의해 분리된다. 예를 들어, 렌즈(502)와 렌즈(504)는 약 150mm만큼 떨어져 있다. 렌즈(502) 및 렌즈(504)는 각각 복수의 렌즈 요소로 구성되지만, 단일 렌즈가 이용될 수 있다고 고려된다. 예를 들어, 제1 초점 길이  $f_1$ 을 갖는 제1 단일 렌즈 및 제2 초점 길이  $f_2$ 를 갖는 제2 단일 렌즈가 렌즈(502) 및 렌즈(504)로서 각각 이용될 수 있다.
- [0039] 원통형 마이크로렌즈 어레이(108)는 렌즈(502)와 렌즈(504) 사이에 위치된다. 예를 들어, 원통형 마이크로렌즈 어레이(108)는 렌즈(502)의 제1 초점 길이  $f_1$ 에 위치된다. 일 실시예에서, 원통형 마이크로렌즈 어레이(108)는 원통형 렌즈릿들(lenslets)의 단일 어레이이다. 다른 실시예에서, 복수의 원통형 마이크로렌즈 어레이(108)는 렌즈(502)의 초점 평면(렌즈(502)로부터의 제1 초점 길이  $f_1$ 에 의해 정의됨)에서 서로 인접하게 위치된다. 본 실시예에서, 원통형 마이크로렌즈 어레이들은 가깝게 이격되고, 예컨대 약 5mm 미만만큼 이격된다. 원통형 마이크로렌즈 어레이(108)의 렌즈릿들의 축들은 FA에 평행하다. 따라서, 원통형 마이크로렌즈 어레이(108)는 FA 방향에서 제로 광학 출력을 갖는다. SA 방향에서, 원통형 마이크로렌즈 어레이(108)의 각각의 렌즈릿은 개구수  $NA_{array}$ 에 의해 특성화되는 광학 출력을 나타낸다.
- [0040] FA 방향에서, 렌즈(502) 및 렌즈(504)는 작업 표면(112)에서  $f_2/f_1$ 의 관계에 의해 정의되는 배율을 갖는 파이버 결합된 레이저 다이오드 어레이(102)의 이미지를 형성한다. SA 방향에서, 원통형 마이크로렌즈 어레이(108) 및 렌즈(504)는 작업 표면(112)에서  $2 \times NA_{array} \times f_2$ 의 관계에 의해 정의되는 길이를 갖는 라인 이미지를 형성한다.

다.

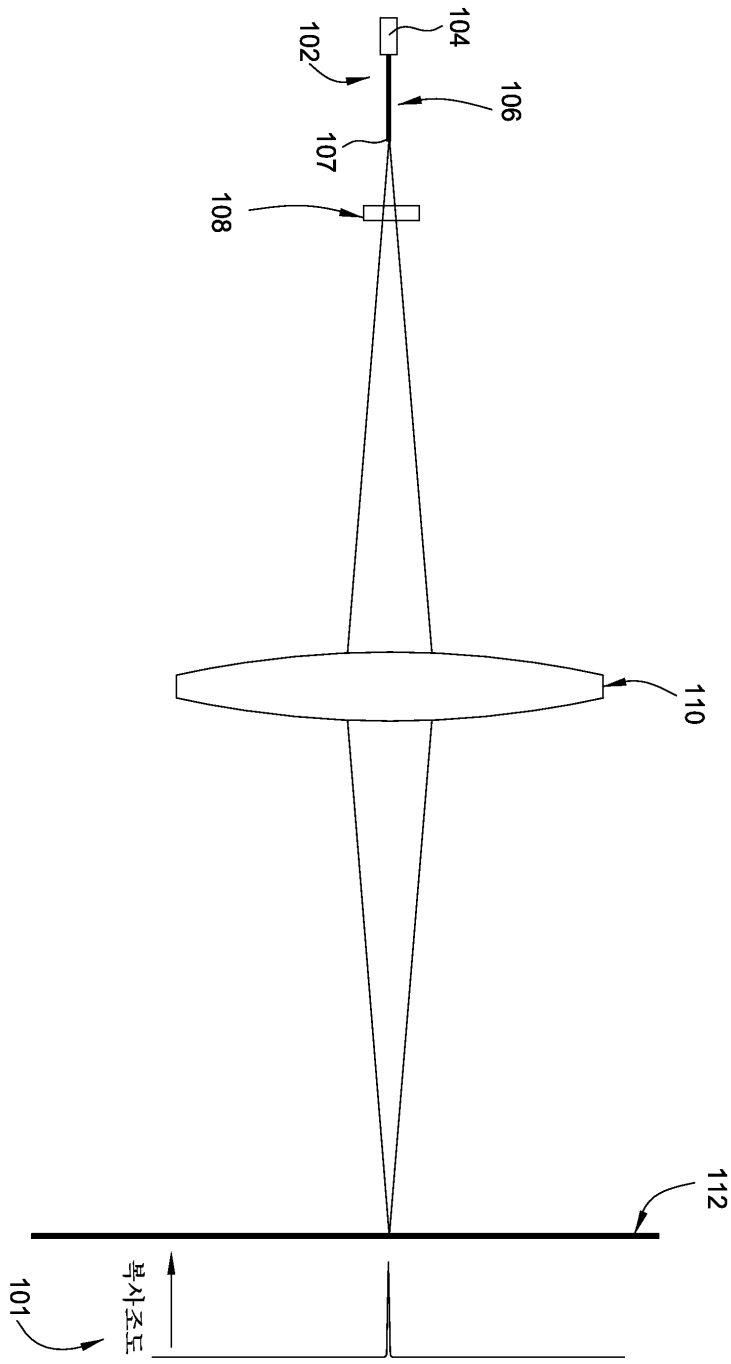
- [0041] 일례에서, 장치(700)는 다음의 컴포넌트 값들, 즉  $f_1 = 100\text{mm}$ ,  $f_2 = 50\text{mm}$ , 및  $NA_{\text{array}} = 0.1$ 을 갖는다. 파이버 결합된 레이저 다이오드 어레이(102)의 길이(704)는 약 5mm 내지 약 15mm, 예컨대 약 10mm이고, 각각의 파이버(106)의 코어 직경은 약  $50\mu\text{m}$  내지 약  $150\mu\text{m}$ , 예컨대 약  $100\mu\text{m}$ 이다. 작업 표면(112)에서 형성된 라인 이미지는 SA 방향에서  $2 \times NA_{\text{array}} \times f_2 = 10\text{mm}$ 의 길이를 갖는다. 결과적으로, FA 방향에서의 작업 표면(112)에서의 라인 이미지 폭은 약  $50\mu\text{m}$ 이고, 이것은  $100 \times (f_2/f_1)$ 의 관계에 의해 정의된다. 작업 표면(112)에서의 복사조도 프로파일(701)은 에지 롤오프에서 하프-가우시안 또는 유사한 형상으로 균일하다.
- [0042] 도 7b는 도 7a의 장치(700)의 개략적인 측면도이다. 도 7b는 FA 방향의, 즉 파이버 어레이에 수직인 레이저 에너지의 전파를 도시한다. FA 방향에서, 파이버들(106)의 말단부들(107)은 작업 표면(112) 상에 리이미징 또는 재생된다. 이와 같이, 원통형 마이크로렌즈 어레이(108)는 FA 방향에서 디포커싱 영향을 갖지 않는다.
- [0043] 도 8은 열 처리 장치(800)의 개략적인 평면도이다. 도 8은 광 전파의 SA 방향을 도시한다. 장치(800)의 제1 부분(808)은 도 7a와 관련하여 설명된 장치(700)와 유사하다. 이와 같이, 원통형 마이크로렌즈 어레이(108)는 렌즈(502)의 초점 평면(802)에 위치된다. 장치(800)의 제2 부분(810)은 시야 조리개(506) 및 제2 렌즈(804)를 포함한다. 일 실시예에서, 렌즈(502), 렌즈(504) 및 제2 렌즈(804)는 유사하지만, 장치(800) 내의 그것들의 배치에 있어서는 상이하다.
- [0044] 렌즈(504)는 레이저 에너지의 전파 경로를 따라 원통형 마이크로렌즈 어레이(108)에 후속하여 위치되고, 시야 조리개(506)는 렌즈(504)의 초점 평면(806)에 위치된다. 시야 조리개(506)는 초점 평면(806)에 존재하는 레이저 에너지의 적어도 일부를 절단한다. 제2 렌즈(804)는 시야 조리개(506)와 작업 표면(112) 사이에 위치된다.
- [0045] 장치(800)는 작업 표면(112)에서 시야 조리개(506)에 의한 라인 이미지의 절단으로 인해 감소된 에지 롤오프를 갖는 복사조도 프로파일(801)을 생성한다. 도 4 및 도 5 각각의 복사조도 프로파일(401, 501)과 유사하게, 작업 표면(112)에서의 라인 이미지 프로파일은 (리이미징 렌즈(804)의 분해능에 의해 결정된 바와 같은) 약 10um 미만의 거리에 걸쳐 최대 복사조도로부터 제로 복사조도까지 전이한다. 따라서, 복사조도 프로파일(801)의 에지 롤오프는 매우 가파르고 논-가우시안이다.
- [0046] 요약하면, 개시된 장치들은 기관이 열 처리되고 있는 프로세스 챔버로부터 원격에 위치될 수 있는 파이버 결합된 레이저 다이오드 어레이들을 이용한다. 장치들의 아키텍처는 시스템 다운 시간을 감소시키면서 개별 레이저 다이오드들의 교체를 가능하게 한다. 시야 조리개를 포함하는 것은 복사조도 프로파일의 라인 에지를 예리하게 한다. 또한, 시야 조리개는 다양한 처리 조건들을 충족시키도록 라인 길이를 변경하기 위해 이용될 수 있다. 원통형 렌즈들 및 이미징 및/또는 리이미징 렌즈들을 포함하는 광학 시스템들은 애너모픽 광학 시스템을 형성하고, 작업 표면에 제공되는 라인 이미지는 균일한 복사조도 프로파일을 가질 수 있다.
- [0047] 전술한 것은 본 개시물의 실시예들에 관한 것이지만, 본 개시물의 다른 실시예들 및 추가 실시예들은 그것의 기본 범위로부터 벗어나지 않고서 고안될 수 있으며, 그것의 범위는 이하의 청구항들에 의해 결정된다.

도면

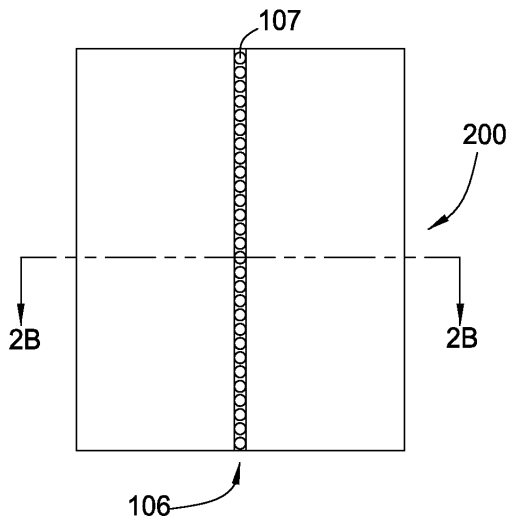
도면1a



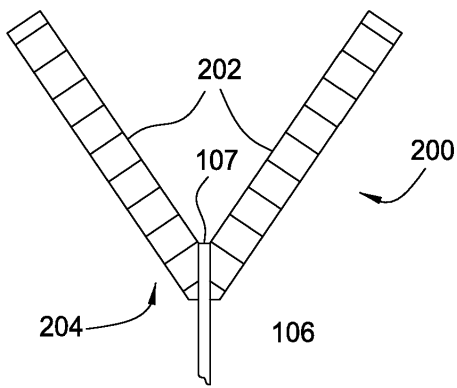
도면1b



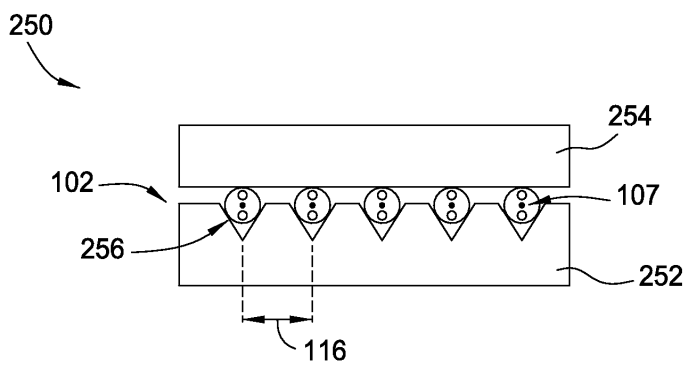
도면2a



도면2b

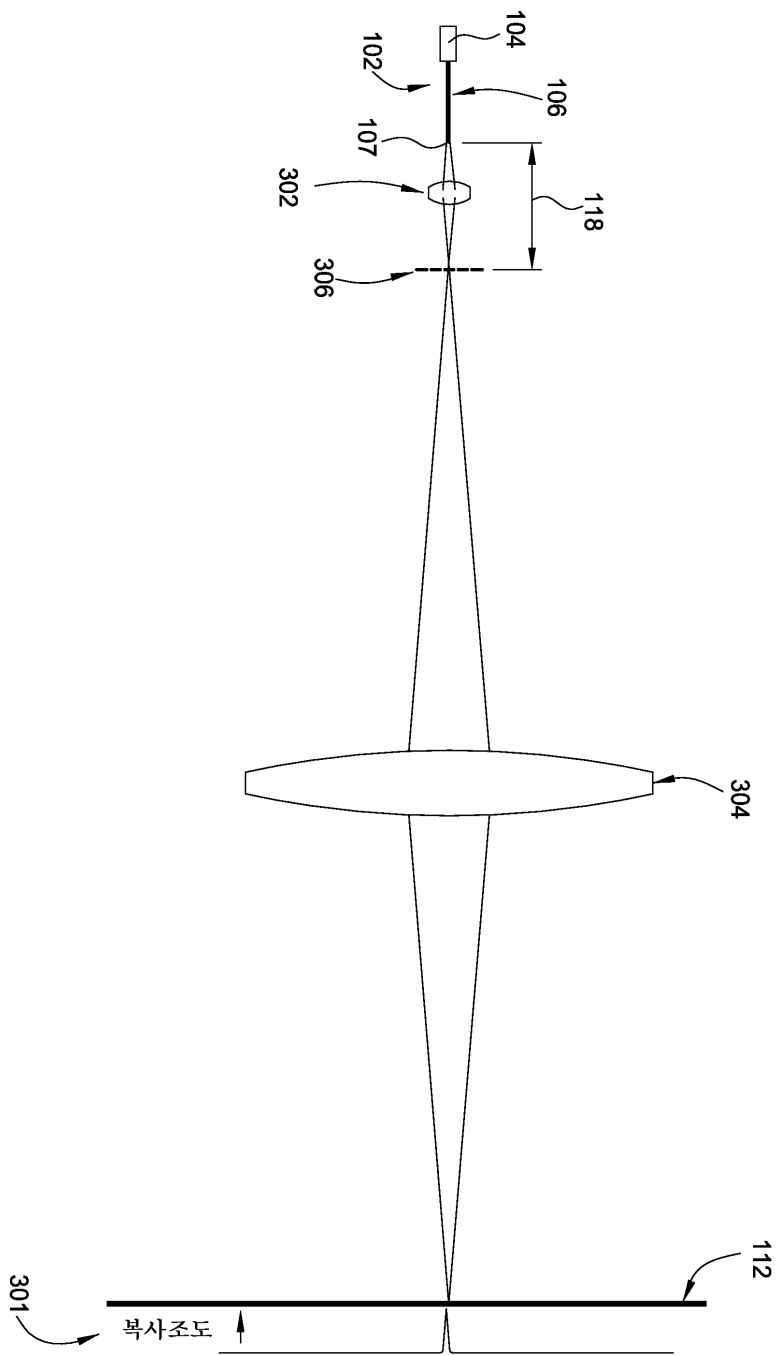


도면2c

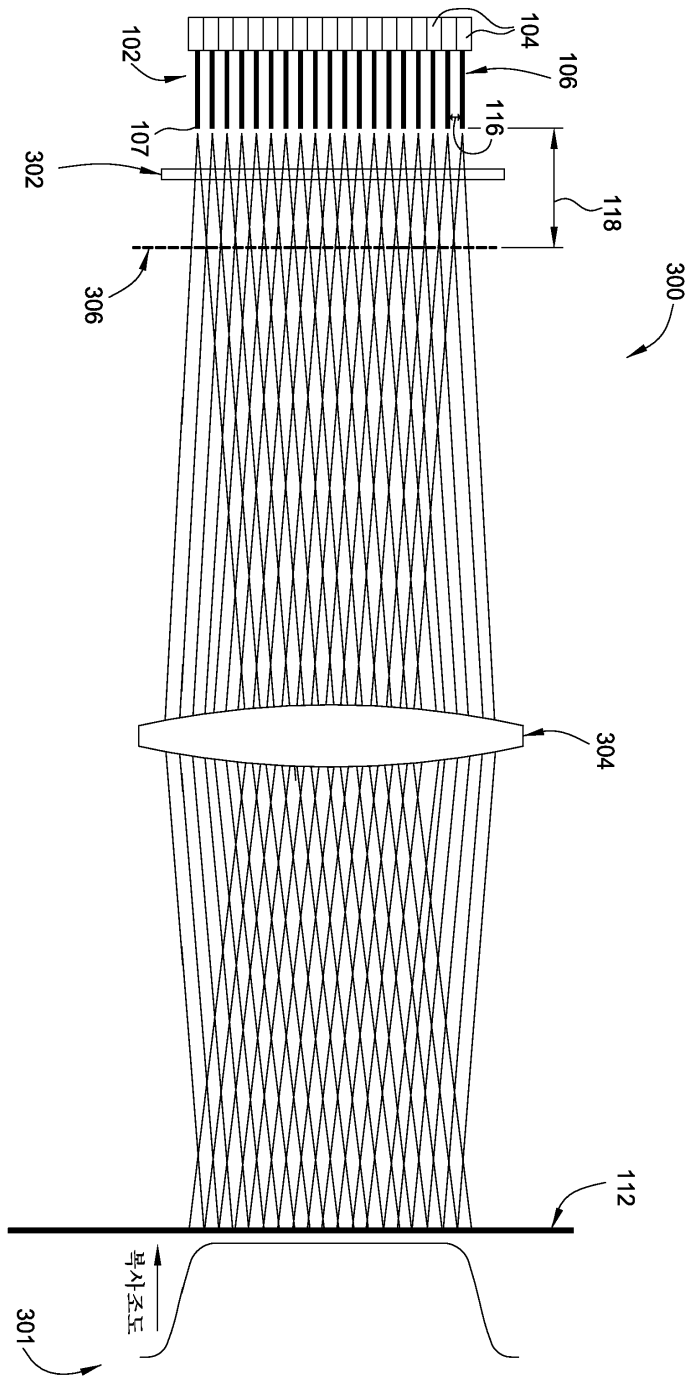




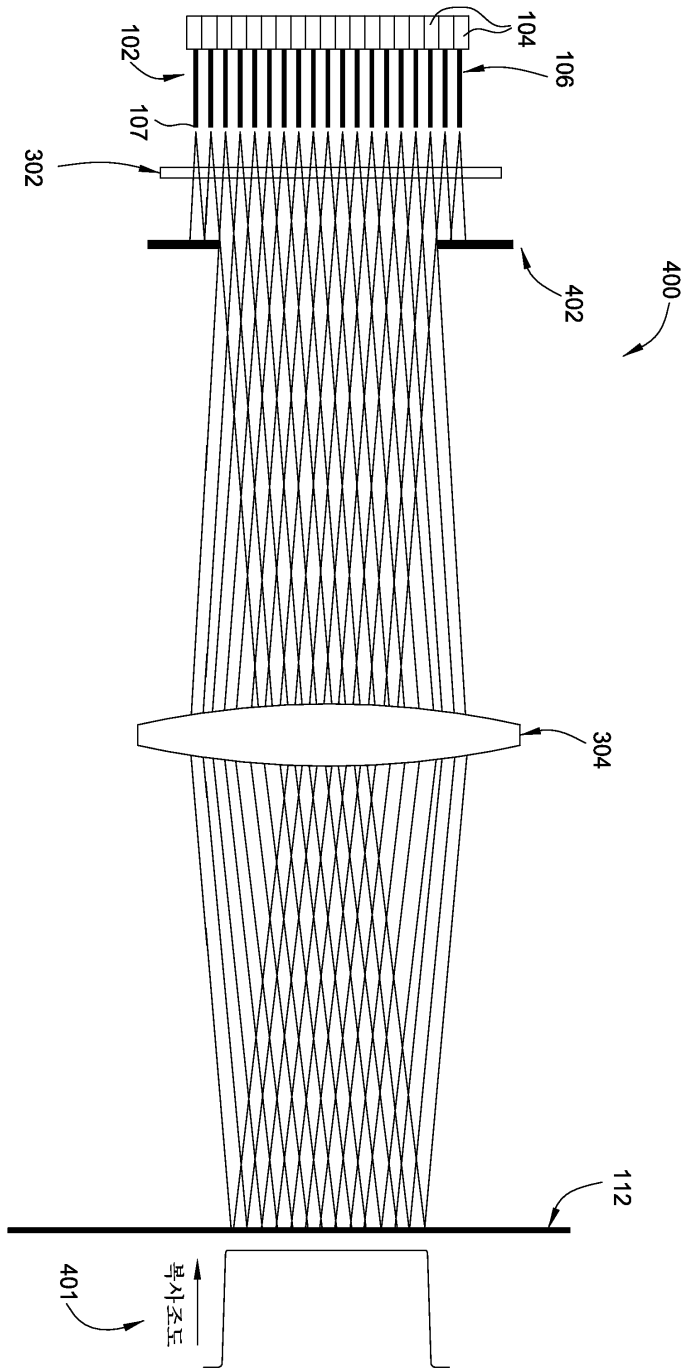
도면3a



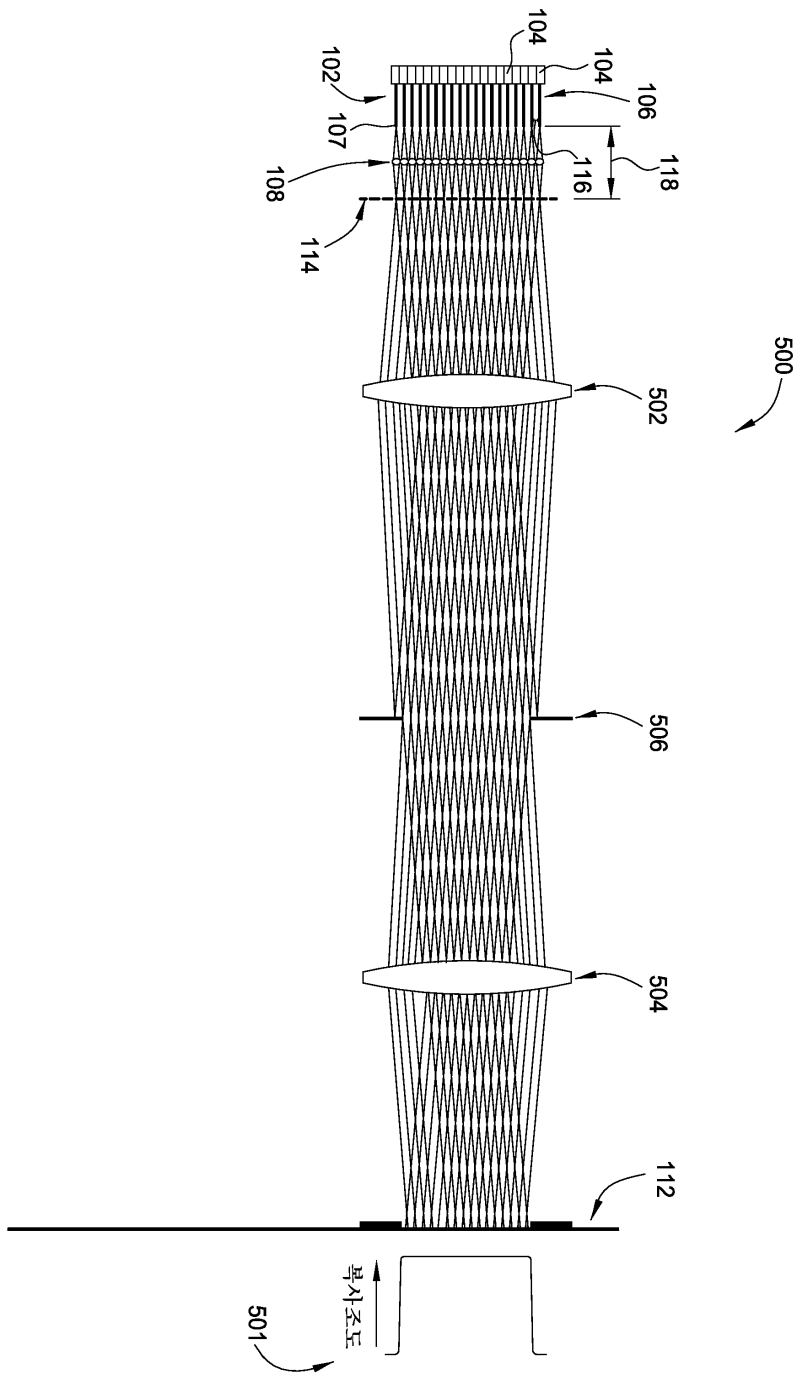
도면3b



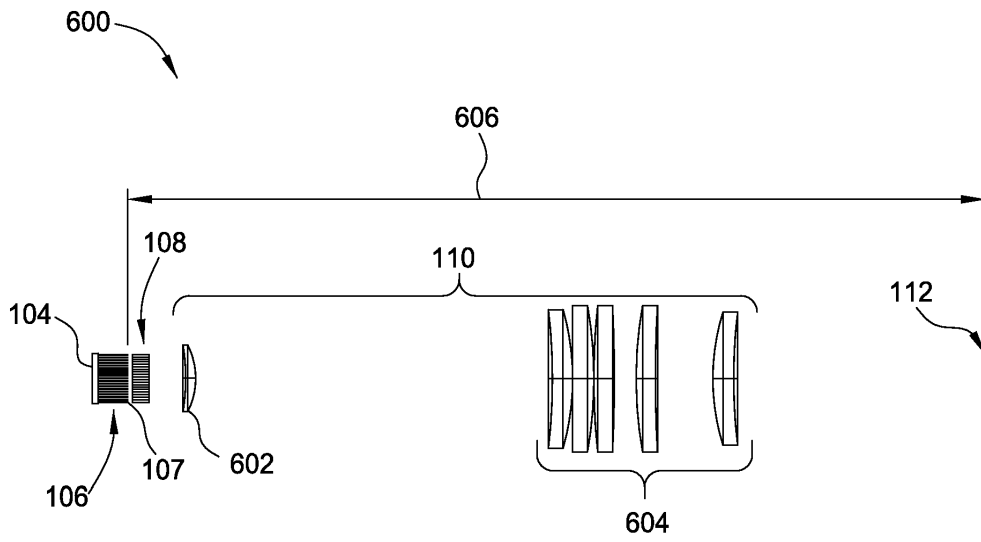
도면4



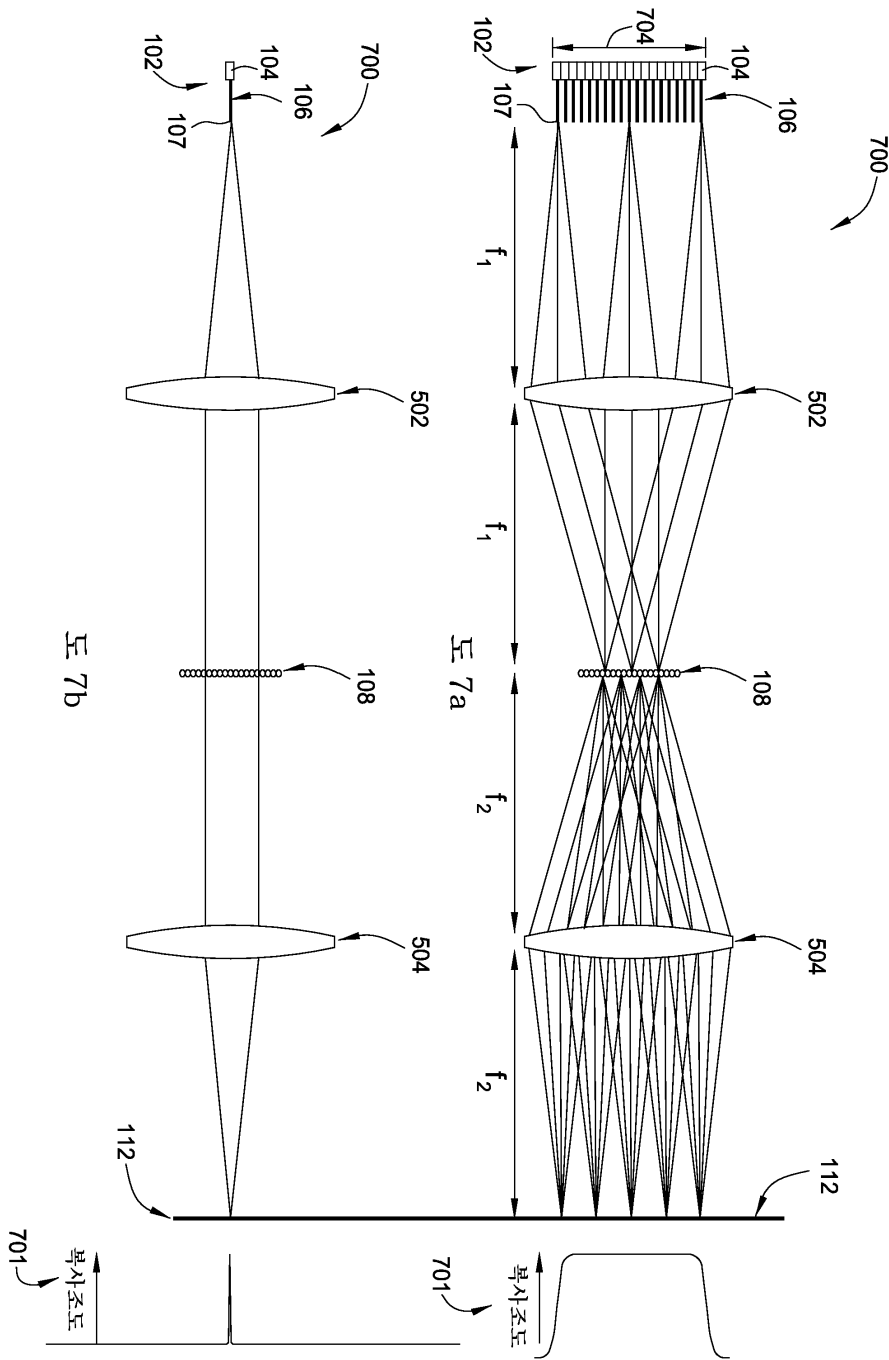
도면5



도면6

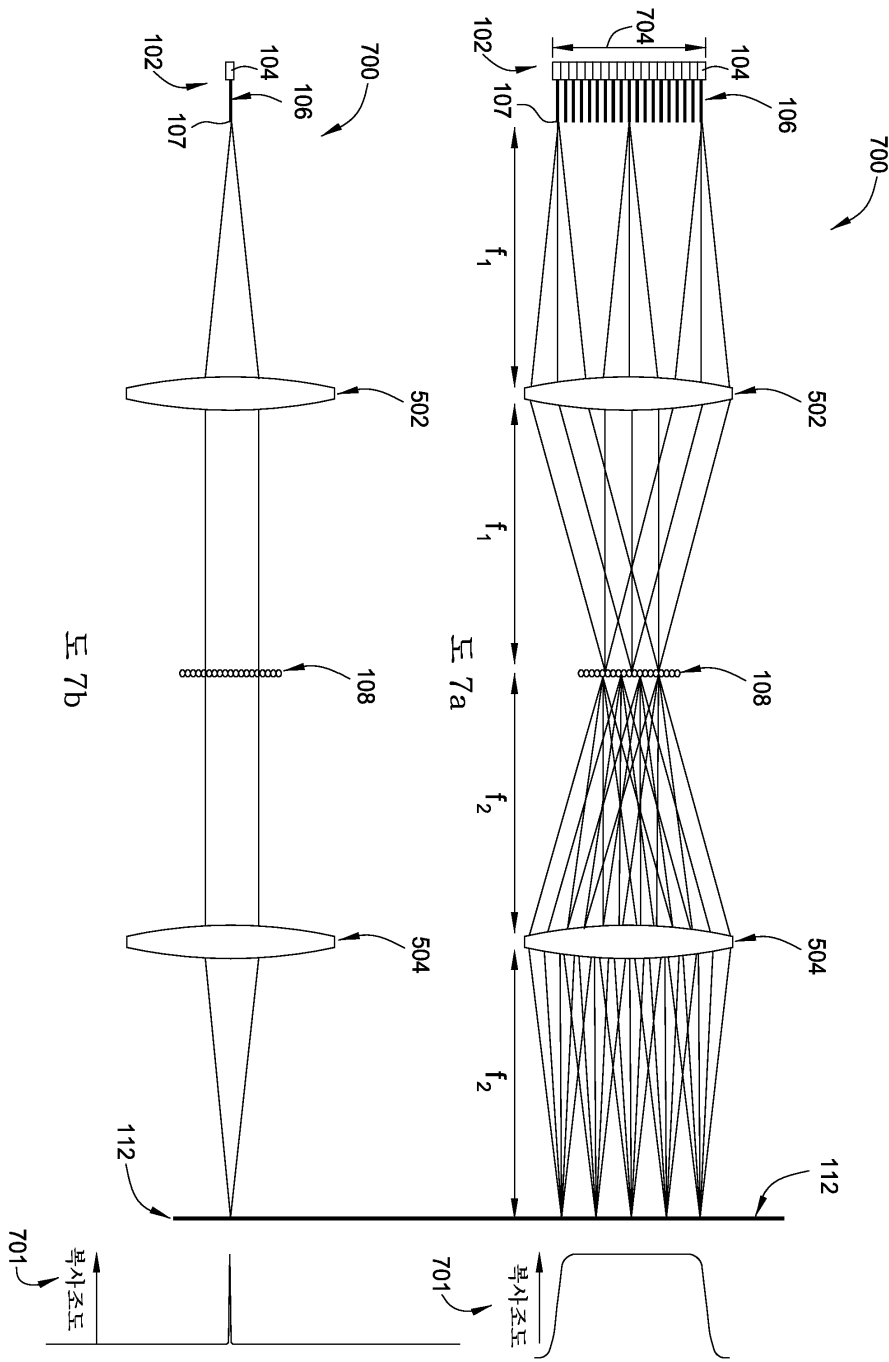


도면7a





도면7b



도면8

