



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년02월03일  
(11) 등록번호 10-1357012  
(24) 등록일자 2014년01월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01S 3/03 (2006.01) H01S 3/10 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2008-7026061  
(22) 출원일자(국제) 2007년03월23일  
심사청구일자 2012년03월20일  
(85) 번역문제출일자 2008년10월24일  
(65) 공개번호 10-2008-0110863  
(43) 공개일자 2008년12월19일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2007/007201  
(87) 국제공개번호 WO 2007/126693  
국제공개일자 2007년11월08일  
(30) 우선권주장  
11/394,512 2006년03월31일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
US20020191654 A1\*  
JP평성03257983 A  
JP2005148550 A  
US6928093 A  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
사이머 엘엘씨  
미국 캘리포니아 92127-2413 샌디에고 쏘민트 코  
트 17075  
(72) 발명자  
다스 파라슈 피.  
미국 캘리포니아주 92084 비스타 파세오 드 앤자  
2029  
호프만 토마스  
미국 캘리포니아주 92116 샌 디에고 아리조나 스  
트리트 4794, 샵205  
레이 강  
미국 캘리포니아주 95757 엘크 그로브 마티나 드  
라이브 5513  
(74) 대리인  
송봉식, 정삼영

전체 청구항 수 : 총 10 항

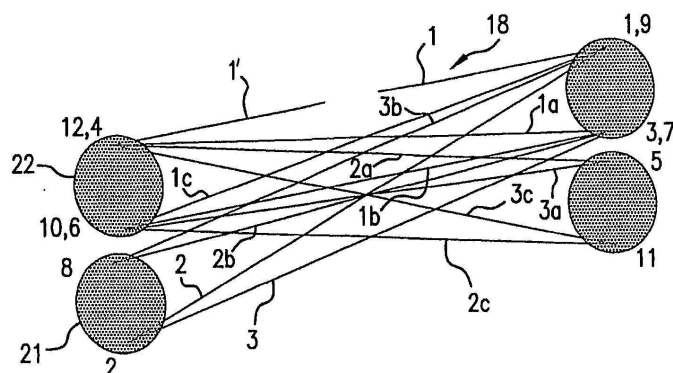
심사관 : 조성찬

(54) 발명의 명칭 공초점 펄스 스트레처

(57) 요약

레이저 출력 펄스를 산출하는 가스 방전 레이저 시스템 및 상기 시스템을 운용하는 방법으로서, 레이저 출력 펄스의 일부를 레이저 시스템 출력 펄스 광축을 따라 지향시키고 상기 출력 펄스의 일부를 광학 지연경로를 가지는 광학 딜레이로 전환시키는 레이저 출력 펄스 광학 지연 개시 광학기기를 구비하는 펄스 스트레처를 포함하고, 상기 레이저 출력 펄스 광학 지연 개시 광학기기는, 상기 광학적 딜레이의 출력을 상기 레이저 출력 펄스 광학 지연 개시 광학기기로 전달하도록 직렬로 정렬된 복수의 공초점 공진기; 상기 레이저 출력 펄스 광학 지연 개시 광학기기에 의해 전송된 레이저 시스템 출력 펄스의 일부를 광축을 따라 전송된 레이저 출력 펄스의 일부와의 정렬에 대해 광학 딜레이의 출력을 배치하도록 동작가능한 방사방향 거울 포지셔닝 메커니즘을 구비하는 광축 정렬 메커니즘을 구비하는 것을 특징으로 하는 가스 방전 레이저 시스템 및 상기 시스템을 운용하는 방법이 개시된다.

대표도 - 도2



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

레이저 출력 펄스를 산출하는 가스 방전 레이저 시스템에 있어서, 상기 시스템은:

레이저 시스템 출력 펄스 광 경로를 따라 상기 레이저 출력 펄스의 일부를 지향시키고, 상기 레이저 출력 펄스의 일부를 광학 지연 경로로 전환시키는 빔 스플리터; 및

펄스 스트레처를 구비하는, 광학 지연 경로 내의 광학 딜레이;를 포함하고,

상기 펄스 스트레처는,

상기 광학 딜레이의 출력을 상기 빔 스플리터로 전달하도록 정렬된 복수의 공진기로서, 상기 복수의 공진기 각각은 곡률 반경을 갖는 제 1 오목 거울 및 동일한 곡률 반경을 갖고 방사 방향을 따라 상기 곡률 반경만큼 상기 제1 오목 거울로부터 이격되어 있는 제 2 오목 거울을 구비하는, 복수의 공진기; 및

상기 방사 방향을 따라 복수의 공진기 내의 적어도 하나의 거울의 위치를 조정하도록 동작가능한 거울 포지셔닝 메커니즘을 구비하는 정렬 메커니즘;을 포함하고,

상기 복수의 공진기에서의 적어도 하나의 공진기로부터의 출력 빔은 상기 복수의 공진기에서의 다른 공진기에 대한 입력 빔이 되는 것을 특징으로 하는 가스 방전 레이저 시스템.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 공진기는 짝수의 공진기를 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 방전 레이저 시스템.

### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 공진기는 4개의 공진기를 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 방전 레이저 시스템.

### 청구항 4

삭제

### 청구항 5

삭제

### 청구항 6

삭제

### 청구항 7

삭제

### 청구항 8

삭제

### 청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 제1 오목 거울 및 상기 제2 오목 거울 중 적어도 하나는 구면 오목 거울을 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 방전 레이저 시스템.

### 청구항 10

삭제

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

삭제

**청구항 13**

삭제

**청구항 14**

삭제

**청구항 15**

삭제

**청구항 16**

삭제

**청구항 17**

삭제

**청구항 18**

삭제

**청구항 19**

삭제

**청구항 20**

삭제

**청구항 21**

삭제

**청구항 22**

삭제

**청구항 23**

삭제

**청구항 24**

삭제

**청구항 25**

레이저 출력 펄스를 산출하는 가스 방전 레이저 시스템에 있어서, 상기 시스템은:

레이저 시스템 출력 펄스 광 경로를 따라 상기 레이저 출력 펄스의 일부를 전송하고 상기 레이저 출력 펄스의 일부를 광학 지연 경로로 전환하는 빔 스플리터; 및

펄스 스트레처를 포함하는, 광학 지연 경로 내의 광학 딜레이;를 포함하고,

상기 펄스 스트레처는,

상기 광학 딜레이의 출력을 상기 빔 스플리터로 전달하도록 정렬된 복수의 공진기로서, 상기 공진기 각각은 곡률 반경을 갖는 제 1 오목 거울 및 동일한 곡률 반경을 갖고 상기 곡률 반경만큼 제 1 오목 거울로부터 이격되어 있는 제 2 오목 거울을 구비하는, 복수의 공진기; 및

상기 빔 스플리터에 의해 전송된 상기 레이저 시스템 출력 펄스의 일부 중 상기 광 경로를 따라 전송된 상기 레이저 출력 펄스의 일부와 상기 광학 딜레이의 출력을 정렬하도록 동작가능한 전송 광학 엘리먼트를 포함하는 변환 메커니즘; 포함하고,

상기 복수의 공진기에서의 적어도 하나의 공진기로부터의 출력 빔은 상기 복수의 공진기에서의 다른 공진기에 대한 입력 빔이 되는 것을 특징으로 하는 가스 방전 레이저 시스템.

#### 청구항 26

제 25 항에 있어서,

상기 복수의 공진기는 짝수의 공진기를 포함하고, 상기 짝수의 공진기를 지나는 수는 상기 짝수의 공진기의 배수를 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 방전 레이저 시스템.

#### 청구항 27

제 25 항에 있어서,

상기 복수의 공진기는 4개의 공진기를 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 방전 레이저 시스템.

#### 청구항 28

삭제

#### 청구항 29

삭제

#### 청구항 30

삭제

#### 청구항 31

삭제

#### 청구항 32

제 25 항에 있어서,

상기 제1 오목 거울 및 상기 제 2 오목 거울 중 적어도 하나는 구면 오목 거울을 구비하는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 방전 레이저 시스템.

#### 청구항 33

삭제

#### 청구항 34

삭제

#### 청구항 35

삭제

#### 청구항 36

제 32 항에 있어서,

상기 전송 광학 엘리먼트는 평평한 광학 엘리먼트를 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 방전 레이저 시스템.

#### 청구항 37

삭제

#### 청구항 38

삭제

#### 청구항 39

삭제

#### 청구항 40

제 32 항에 있어서,

상기 전송 광학 엘리먼트는 웨지 광 엘리먼트를 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 방전 레이저 시스템.

#### 청구항 41

삭제

#### 청구항 42

삭제

#### 청구항 43

삭제

### 명세서

### 기술분야

[0001] 본 발명은, 예를 들면 집적회로 제조 포토리소그래피에서 예를 들면 펄싱된 광원으로 사용하기 위해 필수적으로 동일한 도우즈를 전달하는 동안 상기 펄스의 피크 파워를 감소시키기 위해 고전력 가스 방전 레이저 시스템의 출력 펄스를 늘이는 데에 유용한 펄스 스트레처에 관한 것이다.

[0002] 본 출원은 2006년 3월 31일 출원된, "CONFOCAL PULSE STRETCHER"라는 제하의, 미국특허 출원번호 제 11/394,512에 대한 우선권을 주장한다. 본 출원은 또한, 2005년 8월 9일 Webb 등에 발급된, "LONG DELAY AND HIGH TIS PULSE STRETCHER"라는 제하의 미국특허 제 6,928,093, 2003년 2월 17일 Klene 등에 발급된 "LASER LITHOGRAPHY LIGHT SOURCE WITH BEAM DELIVERY"라는 제하의 미국 특허 제 6,693,939, 2003년 9월 23일 Knowles 등에 발급된 "VERY NARROW BAND, TWO CHAMBER, HIGH REP RATE GAS DISCHARGE LASER SYSTEM"이라는 제하의 미국 특허 제 6,625,191, 및 2003년 3월 18일 Smith 등에 발급된 "GAS DISCHARGE LASER WITH PULSE MULTIPLIER"라는 제하의 미국 특허 제 6,535,531, 2001년 11월 6일 Morton에 발급된 "EXCIMER LASER WITH PULSE AND BEAM MULTIPLIER"라는 제하의 미국 특허 제 6,314,119, 2000년 5월 23일 Morton 등에 발급된 "EXCIMER LASER WITH PULSE MULTIPLIER"라는 제하의 미국 특허 제 6,067,311, 2003년 7월 24일 공개된 발명자 Rylov 등의, "TWO CHAMBER F2 LASER SYSTEM WITH F2 PRESSURE BASED LINE SELECTION"이라는 제하의 미국 공개 특허 출원 제 20030138019A1, 2003년 5월 15일 공개된 발명자 Ershov 등의, "LITHOGRAPHY LASER SYSTEM WITH IN-PLACE ALIGNMENT TOOL"이라는 제하의 미국 공개 특허 출원 제 20030091087A1, 2005년 5월 19일 공개된 발명자 Smith 등의, "LASER OUTPUT LIGHT PULSE STRETCHER"라는 제하의 미국 공개 특허 출원 제 20050105579에 관한 것이고, 이들 각각은 본 문에 참고로서 통합된다. 본 출원은 또한 2005년 10월 28일 출원된, Attorney Docket No. 2005-0058-01인, SYSTEMS AND METHODS FOR GENERATING A LASER SHAPED AS A LINE BEAM이라는 제하의 미국 특허 출원 번호 11/261,948; 2005년 10월 28일 출원된, Attorney Docket No. 2005-0049-01인, SYSTEMS AND METHODS

TO SAHAPE LASER LIGHT AS A LINE BEAM FOR INTERACTION WITH A SUBSTRATE HAVING SURFACE VARIATIONS라는 제하의 미국 특허 출원 번호 11/261,846; 및 2005년 10월 28일 출원된, Attorney Docket No. 2005-0062-01인, SYSTEMS AND METHODS TO SHAPE LASER LIGHT AS A HOMOGENEOUS LINE BEAM FOR INTERACTION WITH A FILM DEPOSITED ON A SUBSTRATE라는 제하의 미국 특허 출원 번호 11/261,845; 2005년 9월 8일 출원된, Attorney Docket No. 2004-0063-03인, LASER THIN FILM POLYSILICON ANNEALING OPTICAL SYSTEM이라는 제하의 미국 특허 출원 번호 11/201,877; 2004년 7월 1일 출원된, Attorney Docket No. 2004-0062-01인, LASER THIN FILM POLYSILICON ANNEALING SYSTEM이라는 제하의 미국 특허 출원 번호 10/884,547; 2004년 2월 18일 출원된, Attorney Docket No. 2003-0102-02인, VERY HIGH ENERGY, HIGH STABILITY GAS DISCHARGE LASER SURFACE TREATMENT SYSTEM이라는 제하의 미국 특허 출원 번호 10/781,251;은 모두 본 발명의 실시예 f의 측면에 유용한 얇은 빔 레이저 어닐링 표면 처리 시스템에 관한 것으로, 이의 개시는 본문에 참조에 의해 통합된다.

## 배경 기술

[0003] 펄스 스트레처는 상기 인용된 특허 및 동시 계류중인 특허출원에 의해 지시된 바와 같이 공지된 것이다. 상술한 미국 공개 특허 출원 제20050105579에 개시된 발명의 개념의 측면에 따라 구현된 디바이스들이 상술한 애플리케이션에 대해 상당히 유용하지만, 다른 것, 특허 공초점 펄스 스트레처가 개선을 필요로하는 상기 사용에 대해 일정한 단점을 가진다.

[0004] 본 발명의 실시예의 측면에 따라 출원인은 상기 개선안을 제시한다.

## 발명의 상세한 설명

[0005] 레이저 출력 펄스를 산출하는 가스 방전 레이저 시스템 및 상기 시스템을 운용하는 방법으로서, 레이저 출력 펄스의 일부를 레이저 시스템 출력 펄스 광축을 따라 지향시키고 상기 출력 펄스의 일부를 광학 지연경로를 가지는 광학 딜레이로 전환시키는 레이저 출력 펄스 광학 지연 개시 광학기기를 구비하는 펄스 스트레처를 포함하고, 상기 레이저 출력 펄스 광학 지연 개시 광학기기는, 상기 광학적 딜레이의 출력을 상기 레이저 출력 펄스 광학 지연 개시 광학기기로 전달하도록 직렬로 정렬된 복수의 공초점 공진기; 상기 레이저 출력 펄스 광학 지연 개시 광학기기에 의해 전송된 레이저 시스템 출력 펄스의 일부의 광축을 따라 전송된 레이저 출력 펄스의 일부와의 정렬에 대해 광학 딜레이의 출력을 배치하도록 동작가능한 방사방향 거울 포지셔닝 메커니즘을 구비하는 광축 정렬 메커니즘을 구비하는 것을 특징으로 하는 가스 방전 레이저 시스템 및 상기 시스템을 운용하는 방법이 개시된다. 상기 복수의 공초점 공진기는, 예를 들면, 12개의 패스 거울 배치를 구비하는 4개의 공초점 공진기와 같은 짝수의 거울 배치를 지나는 패스의 짝수배의 공초점 공진기 수를 구비하는 짝수의 공초점 공진기를 포함한다. 상기 복수의 공초점 공진기 각각은 곡률 반경을 가지는 제 1 오목 거울 및 동일한 곡률 반경을 가지고 상기 곡률 반경만큼 이격되는 제 2 오목 거울을 구비한다. 적어도 하나의 오목 거울은 구면 오목 거울을 구비한다. 포지션 메커니즘은 상기 공초점 거울의 구면 형상의 초점에 대해 구면의 중심으로부터 이격되는 방사방향으로 각각의 거울의 위치를 조정하는 조정 수단을 포함한다. 레이저 출력 펄스를 산출하는 가스 방전 레이저 시스템은, 레이저 시스템 출력 펄스 광축을 따라 상기 레이저 출력 펄스의 일부를 전송하고 상기 출력 펄스의 일부를 광학 지연 경로를 구비한 광학 딜레이로 전환하는 레이저 출력 펄스 광학 지연 개시 광학기기를 구비하는 펄스 스트레처를 포함하고, 상기 레이저 출력 펄스 광학 지연 개시 광학기기는, 광학 딜레이의 출력을 상기 레이저 출력 펄스 광학 지연 개시 광학기기로 전달하기 위해 직렬로 정렬된 복수의 공초점 공진기; 및 상기 레이저 출력 펄스 광학 지연 개시 광학기기에 의해 전송된 레이저 시스템 출력 펄스의 일부의 광축을 따라 전송된 레이저 출력 펄스의 일부와 정렬하도록 광학 딜레이의 출력을 배치하도록 동작가능한 광 전송 광학 엘리먼트를 가지는 광축 변환 메커니즘을 포함한다. 전송 광학 엘리먼트는 전체적으로 평평한 광학 엘리먼트를 구비한다. 상기 광 전송 엘리먼트는 웨지 광 엘리먼트를 포함한다.

## 실시예

[0018] 본 발명의 일 실시예의 측면에 따라, 출원인은, 예를 들면, 기존 레이저 프레임 상에 장착되거나 또는 빔 전달 유닛에 수용되고 예를 들면 제조 설비 크린룸의 서브플로어 룸에 들어맞도록 하기 위해, 긴 광 딜레이를 가지지만, 예를 들면 8 피트 이하의 실질적인 물리적 길이를 가지는 것으로 한정되는, 예를 들면 집적회로 리소그래피 조사에 사용하기 위한, 예를 들면 KrF 또는 ArF 또는 분자 플루오르 가스 방전 레이저와 같은, 가스 방전 레이저 광원과 같은, 레이저 광원용 광학 펄스 스트레처를 설계하였다. 본 발명의 일 실시예의 측면에 따라, 상기 펄스 스트레처는 예를 들면, 적절한 동작과 호환하는 4개의 예를 들면 최소한의 수의 광학기기를 가진 멀티-패싱 시스템이다. 추가로, 이는 예를 들면 시스템 정렬에 필수적인 조정의 수를 최소화하고, 본 발명의 일 실시

예의 측면에 따라 상기 시스템은 종래 기술의 시스템에 비해 상당한 정도의 오정렬을 허용하도록 설계된다. 본 발명의 일 실시예의 측면에 따라, 상기 펄스 스트레치는 예를 들면, 4개의 거울만을 가진 12개의 패스를 산출하는 고유한 광학 설계를 포함한다. 이러한 펄스 스트레치는 예를 들면, 약 2미터의 물리적 길이로부터 80ns의 지연을 가지는 광학 펄스 스트레칭과 총 4개의 거울을 가질 수 있다. 본 발명의 일 실시예의 측면에 따라, 개시된 펄스 스트레치는 예를 들면 Herriott Cell의 초점 문제와 White Cell의 재진입 및 대칭성 문제 모두를 겪지 않는다.

[0019] 그의 공간 효율성에 추가하여, 본 발명의 일 실시예의 측면에 관해 매우 현저한 것은 그의 안정성이다. 상기 설계는 매우 안정적이어서 정렬을 위한 조정을 필요로 하지 않는다. 본 발명의 일 실시예의 측면에 따라, 예를 들면 상기 설계는 필수적으로 공초점 공진기의 재진입 특성을 가지는 4개의 공초점 공진기가 있다는 사실로부터 안정성이 도출될 수 있다. 따라서, 예를 들면, 상기 빔은, 예를 들면 상기 빔이 각각의 공초점 공진기에서 각각의 다음번 거울을 인터셉트하는 한, 상기 각각의 공초점 공진기를 형성하는 2 개의 거울 사이에 어떠한 각도의 방위가 존재하더라도 자신의 경로를 되돌아간다. 상기 개념은 도 3-6에 도시된 것과 같은 레이아웃의 하나의 섹션을 조사함으로써 용이하게 식별될 수 있다. 그러나 먼저 도 1-2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예의 측면에 따라 펄스 스트레치(18)가 도시된다.

[0020] 상기 펄스 스트레치(11)는 예를 들면 1.2cm x 1.2cm의 빔 크기를 충분히 핸들링하기 위해, 예를 들면 10cm 직경인 예를 들면 오목 구면 거울(20, 21, 22, 23)의 4개의 초점 거울을 구비한다. 상기 거울(20, 21, 22, 23) 각각은 각각의 공초점 공진기 셀에서 자신의 선행하는 구면 거울의 곡률 반경만큼 이격되고, 예를 들면 약 1.6-2미터의 곡률 반경을 가진다. 예를 들면, 동작시, 상기 빔(1)은 빔 스플리터(명료화를 위해 도 1 및 도 2에 도시되지 않음)를 통해 상기 거울(20, 21, 22, 23)에 의해 형성된 지연 경로로 들어가고, 상기 거울(20) 상의 제 1 포인트(1)에 입사할 수 있다. 상기 거울 상의 포인트(1)로부터 상기 반사된 빔(2)은 거울(21) 상의 포인트(2)로 입사하고, 그로부터 반사된 빔(3)은 포인트(3)에서 거울(20)로 돌아간다. 거울(20) 상의 포인트(3)으로부터, 반사된 빔(1a)은 거울(22) 상의 포인트(4)로 입사하고, 그로부터 반사된 빔(2a)은 거울(23) 상의 포인트(5)로 입사하고, 거울(23) 상의 포인트(5)로부터 반사된 빔은 거울(22) 상의 포인트(6)로 입사한 반사된 빔(3a)으로서 거울(22)로 돌아간다.

[0021] 제 3 공초점 공진기 셀은 그런다음 거울(22) 상의 포인트(6)로부터 반사된 빔, 거울(20) 상의 포인트(7)로 반사된 빔(1b), 및 그로부터 반사된 거울(21) 상의 포인트(8)로 입사한 빔(2b), 및 거울(20) 상의 포인트(9)에서 거울(20)로 돌아가는 빔(3b)으로서 설정된다. 거울(20) 상의 포인트(9)로부터의 반사된 빔(1c)은 거울(22) 상의 포인트(10)에 입사하고, 그로부터 반사된 빔(2c)은 거울(23) 상의 포인트(11)로, 그리고 그로부터 반사된 빔(3c)은 거울(22) 상의 포인트(12)로 입사하여, 이는 반사된 빔(1')을 빔 스플리터(도 1 및 2에 도시되지 않음)로 리턴하도록 정렬된다.

[0022] 도 3-6을 참조하면, 각각의 공초점 공진 셀에서 거울(20, 21, 22, 23)의 각도의 방위가 어떠한 것일 지라도 상기 빔은 항상 거울(22)의 동일한 포인트(12)로 돌아온다. 도 3-6은 도 1-2에 도시된 바와 같이, 완벽한 정렬로부터 오정렬한 단일 공초점 공진 셀 내의 효과를 도시한다. 예를 들면, 상기 특정 때문에, 상기 12개의 패스 설계(18)는, 예를 들면(20, 21, 22, 23)와 같은 거울이 정확한 대향하는 거울로 각각의 공초점 공진기 셀에서의 제 1 거울로부터 빔을 방위제설정하도록 충분히 잘 배치되는 한, 항상 정렬된다. 따라서, 상기 시스템의 각도의 허용범위는 상기 거울의 크기와 빔의 크기로부터 도출된다. 이것은 또한, 예를 들면 상기 설계는, 변화가이 상기 각각의 대향하는 거울로부터 나오는 빔을 방위제설정하지 않도록 충분히 작다면, 예를 들면 초기 오정렬 또는 예를 들면 거울(20, 21, 22, 23)과 같은 거울 사이의 상대적인 이동을 야기하는 진동 문제에 대해 거의 완벽하게 영향을 받지 않는다는 것을 의미한다.

[0023] 도 3을 다시 참조하면, 예를 들면 거울(20)의 전체가 포인트(1 및 3)를 분리하는 데에 사용되고, 그것이 거울(22) 상의 포인트(4)로 반사되는 거울(20) 상의 포인트(3)로 리턴하는 거울(21) 상의 포인트(2)로부터의 반사를 도시하도록 정렬된 거울(20, 21)을 가진, 예를 들면 도 1 및 2에 도시된 것과 같은 제 1 공초점 공진 셀에서의 빔(1, 2, 및 3)을 도시하는, 도 1 및 2에 따른 제 1 공초점 공진 셀이 도시된다.

[0024] 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예의 측면에 따라, 예를 들면, 오정렬에 기인하여, 빔(2)이 거울(20) 상의 포인트(1)로부터 이동하는 거울(21) 상의 포인트(2)는 상기 거울(21)의 면을 거의 완전히 가로지르지만, 상기 거울(21)의 면 상에 남아있도록 배치되기 위해, 예를 들면 1.5도 기울기의 거울(20)의 작은 오정렬의 효과가 도시된다. 도시된 바와 같이, 거울(20)의 포인트(3) 상의 입사한 각각의 빔(3)은 또한 도 1-3에 도시된 것으로부터 거울(20)의 표면을 가로질러 배치된 포인트(3)로 반사되고, 또한 도시된 바와 같이, 거울(20) 상의 포인트



(3)으로부터 거울(22) 상의 포인트(4)로 반사한 빔(1a)은, 거울(20)의 오정렬에도 불구하고, 도 1-3에 도시된 것과 필수적으로 동일한 거울(22) 상의 포인트(4)로 입사하는 것을 유지한다.

[0025] 도 5를 참조하면, 본 발명의 일 실시예의 측면에 따라, 포인트(2)에서 거울(21)에 입사하는 빔(2)이 거울(21)의 면을 가로질러 배치되고, 또한 도 4와 유사하게, 포인트(3)를 거울 상에 배치하는 거울(21)의 오정렬의 효과가 개략적으로 도시되지만, 도 5에서는 거울(20) 상의 포인트 3으로부터 반사된 빔(1a)이 다시 거울(22) 상의 적합한 포인트(4)로 리턴한다(도 5에 도시되지 않음).

[0026] 도 4 및 도 5는, 예를 들면, 도 1-3에 개략적으로 도시된 바와 같이, 완벽한 정렬로부터 양측 모두의 오정렬을 포함할 수 있는 거울(21)에 대한 거울(20)의 오정렬에도 불구하고, 상기 빔은 그 자신으로 다시 반사되고, 그것이 거울(20)(각각의 공초점 공진기의 제 1 거울)의 표면의 제한내에 유지되는 한은, 각각의 공초점 공진기로부터의 탈출 빔은 연속한 다음 거울, 예를 들면 거울(22) 상의 적절한 위치에 도달하는 것을 도시한다(도 4 및 도 5에 도시되지 않음).

[0027] 도 6을 참조하면, 거울(20, 21, 22, 23)에서, 예를 들면 거울(21)에서의 작은 기울기를 가진 본 발명의 일 실시예의 측면에 따른 전체 펄스 스트레치의 동작이 개략적으로 도시된다. 도 6은 오정렬에도 불구하고 마지막 빔(1')이 본 발명의 일 실시예의 측면에 따라 펄스 스트레처(18)에 대한 지연 경로의 빔 스플리터(도시되지 않음) 출력과 완벽하게 정렬을 유지하는 것을 도시한다.

[0028] 동작시, 본 발명의 일 실시예의 측면에 따라 기술된 유형의 단일 펄스 스트레처는 예를 들면 약 8ns 오더의  $T_{IS}$ 를 가진 약 40ns 오더의 출력 레이저 펄스의 펄스 듀레이션을 가지는, 전형적인 엑시머 또는 예를 들면 분자 플루오르 가스 방전 레이저와 같은, 기타 플루오르 가스 방전 레이저를, 본 발명의 일 실시예의 측면에 따라 펄스 스트레처(18)에 대해 입력 피크 파워의 약 40%이하의 다수의 피크를 가지고 예를 들면 약 45ns의 오더의  $T_{IS}$ 를 가지는 펄스로 스트레칭한다.

[0029] 거울(20, 21, 22, 23)의 곡률 반경의 증가는 본 발명의 일 실시예의 측면에 따라 펄스 스트레처(18)의 전체 길이에서의 다소간의 증가 및 더 큰 거울 크기, 및 그에 따른 전체 펄스 스트레처 길이의 횡단방향으로의 더 큰 하우징 풋프린트를 가져오면서, 달성가능한 펄스 스트레칭 및  $T_{IS}$ 까지 증가할 수 있다는 것이 이해될 것이다. 본 발명의 일 실시예의 또다른 측면에 따라, 상기 레이저 빔의 스캐닝 및 공간 코히어런스의 가중 평균 연산 방법이, 예를 들면, DUV 광원과 같은 집적 회로 리소그래피 토폴 광원의 기능을 적절하게 수행할 때 출력 레이저 빔 펄스의 적절한 성능에 부가되는, 출력 레이저 빔 펄스의 공간 코히어런스를 보다 정확하게 측정하기 위해 제시된다. 상기 방법의 구현은, 공간 코히어런스에 관해 예를 들면 XLA 빔 공간 코히어런스 프로파일에 대해 레이저 출력 광 펄스 빔 프로파일의 흥미로운 측면을 나타낸다. 출원인은, 예를 들면 본 발명의 일 실시예의 측면에 따라 빔 스트레처를 사용하는 측면은 매우 유익한 출력 레이저 펄스 빔 공간 코히어런스 특성을 제공할 수 있다는 것을 발견하였다. 공간 코히어런스를 한정시키는 것이 가장 바람직하다.

[0030] 이미징 광학기기(도시되지 않음) 및 광 다이오드 어레이("PDA")와, 예를 들면 데이터를 획득하고 분석하기 위한 컴퓨터 컨트롤과 함께, 예를 들면 2 쌍의 핀 홀 및 X-Y 자동 스캐닝 셋업(도시되지 않음)을 활용하여, 출원인은 펄스 스트레처, 예를 들면, XLA 시리즈 제품과 같은 출원인의 양수인의 특정 제품과 함께 제공되는, 소위 광학 펄스 스트레처("Opus")를 통과하지 않는 빔의 2 차원 공간 코히어런스를 리뷰하였다. 상기 데이터 산출 출력 레이저 펄스 코히어런스의 측정의 스캐닝 수단은, 예를 들면 각각의 스트레칭되지 않은 펄스인, 출원인의 양수인의 Opus (도 7)을 통과하지 않은 펄스, 예를 들면 출원인의 양수인의 Opus인 단일 스테이지 펄스 스트레처를 통과한 펄스, 및 2 개의 스테이지 Opus를 통과한 출력 레이저 펄스 빔에 대해 2 차원 빔 코히어런스에 연관한 정보를 각각 도시하는 도 7-9에 도시된다. 예를 들면, TIS를 개선시키기 위해 펄스 스트레칭에 추가하여 출원인의 양수인의 Opus는, 특정한, 예를 들면 도 7-9에 예시적으로 지시된 결과를 가지고, 출력 레이저 펄스 빔의 광 플러핑 및 그의 회전 등을 수행한다.



표 1

	XLA OPuS 없음	XLA 하나의 2x OpuS (XLA100)	XLA 2 개의 OpuS 4xOPuS (XLA105)	
피크 콘트라스트	0.58	0.48	0.30	
가중 평균	0.37	0.22	0.11	

[0031]

[0032]

도 7에 도시되고, 표 1에 나열된 것과 같이, 출력 레이저 펄스는 예를 들면 약 0.3의 피크 콘트라스트와, 예를 들면 약 0.11의 가중 평균을 가진다. 도 7은 수평 및 수직 코히어런스가 낮고, 예를 들면 대부분의 빔이 상기 예시의 우측의 바 그래프에 지시된 바와 같이, 영역(52)(0-0.125)에 있거나 또는 영역(54)(0.125-0.250)에 있고, 빔의 일부분이 영역(50)(0.250-0.375)에 있고, 다른 영역에는 더 작은 부분이 있으며, 이는 측정 셋업의 바운드리 효과에 기인한 것이다. 이러한 측정은 빔 경로의 적절한 위치에 2x OpuS 펄스 스트레처 및 4x OpuS 펄스 스트레처를 가지고 취해진다.

[0033]

도 8을 참조하면, 영역(50)(0.250-0.375)에 더 많은 빔을 포함하고, 또한 영역(56)(0.375-0.500)에서 더 많은 영역을 포함하는, 특히 x-축에서 측정된, 더 많은 빔이 간섭성을 가지는 예가 도시된다. 상기 측정은 빔 경로의 적절한 위치에서 2x OpuS 만으로 가지고 취해진다.

[0034]

도 9에 도시된 바와 같이, 상기 빔은 양 펄스 스트레처가 빔 경로에서 벗어날때 더 간섭성을 가지며, 영역(50-54)에서의 다소 동일한 영역의 보다 명확한 분포를 포함하고, x축을 따라 빔의 수직 중심 축에 관해 다소 대칭으로 분포되고, 영역((70)(0.625-0.750), (72)(0.750-0.875), (74)(0.875-1.000))에서의 빔의 작은 부분을 가지는 영역(58)(0.500-0.625)에서 명확한 부분을 더 포함한다. 코히어런스는 더 많은 프린지와 더 많은 콘트라스트를 야기하는 레이저 빔에서의 더 많은 코히어런트 광을 가지고, 상기 빔 프로파일을 가로지르는 핀 홀을 통과하는 빔에 의해 설정된 회절 무늬를 통해 측정된다.

[0035]

표 1에 지시된 바와 같이, 도 8의 빔에 대해, 최대 콘트라스트는 0.48로 증가하고 전체 가중 평균은 0.22로 증가되며, 도 9에 대해서는, 최대 콘트라스트는 0.58로 증가하고, 전체 가중 평균은 0.37로 증가한다. 예를 들면 최대 콘트라스트의 거의 1/2까지의 양이 증가하고 전체 가중 평균에서 거의 2/3가 감소한다.

[0036]

상기에서 볼수 있는 바와 같이, 펄스 스트레처는, 더 높은 T<sub>IS</sub>를 야기하는 펄스 길이 증가와 피크 펄스 강도 감소의 유익한 결과 뿐 만 아니라 출력 레이저 광 빔에서의 공간 코히어런스의 매우 효율적인 감소기가 된다.

[0037]

도 10을 참조하면, 영역(100)에서, 임의의 단위의 크기의 10-308.8, 일반적으로 빔 프로파일의 중심에서 일반적으로 임의의 단위의 크기의 2101-2400의 빔 프로파일의 주변(영역(114)), 주변으로부터 상기 빔 프로파일의 중심으로 영역(102)(308.8-607.5), 영역(104)(607.5-906.3), 영역(106)(906.3-1205), 영역(108)(1205-1504), 영역(108)(1504-1803), 영역(112)(1803-2101), 영역(114)(2101-2400)을 포함하는, 2 차원 빔 강도 프로파일이 도시된다.

[0038]

도 11을 참조하면, 하나 이상의 상기 인용된 미국 특허 및 특허출원에 참조된 펄스 스트레처에 유용한 정렬 기술이 개략적으로 도시된다. 예를 들면 상술한 미국 공개 특허출원 제 20050105576에 개시된 것과 같이, 공초점 200ns OpuS를 실제로 구현하기 위해 시도할 때, 출원인은 이러한 설계가 일정한 단점을 가짐을 발견하였다. 이것은 예를 들면 집적회로 포토리소그래피와 같은 애플리케이션이나 또는 고 에너지 표면 처리, 예를 들면 상기 인용된 특허 출원에서 논의된 것과 같은 LTPS 애플리케이션에 대한 것이다.

[0039]

상술한 바와 같은 공초점 펄스 스트레처는 펄스 스트레칭에 탁월한 수단이 될 수 있다. 공초점 설계는 입력 빔 포인팅 변동에 대해 매우 둔감한 매우 안정적인 빔을 제공하는 데에 활용될 수 있다. 그러나, 예를 들면 ELS 7XXX 또는 XLA 1XX, 2XX, 또는 3XX와 같은 출원인의 양수인의 레이저 시스템에서, 또는 상기 시스템을 가지고 판매되는 것과 같은, 기타 형태의 2X 또는 4X 펄스 스트레처에서 사용되는 최근의 OPUS 거울의 소위 z 변이의

기술이 공초점 설계에서의 작업에는 발견되지 않았다. 도 11에 도시된 바와 같이,  $z$  변이는 제 2 펄스 스트레처(220)에서 제 1 펄스 스트레처(210, 202)에서의 지연된 빔(200)을 보장하는데에 활용될 수 있고, 이들 중 어떤것도 공초점 펄스 스트레처가 아니고, 각각의 비지연 빔(204, 206)을 오버랩하도록 할 수 있다. 이러한 오버랩 없이, 상기 다양하게 지연된 빔에 의해 형성된 조합 빔의 품질이 예를 들면 빔의 이미지가 초점으로부터 벗어나는 것과 같이, 열화된다.

[0040] 도 12를 참조하면, 특정한 개선사항을 가진, 상술한 미국 공개 특허 출원 제 20050105579에 개시된 바와 같은 공초점 펄스 스트레처(230)가 개략적으로 도시된다. 공초점 펄스 스트레처(230)의 거울(230a-d)은 독립적으로 조정가능하지 못하기 때문에,  $z$  변이는 작동하지 않는다. 추가로, 이러한 공초점 설계는 예를 들면 거울(230a-d)의 곡률 반경에 매우 민감하다. 따라서, 표준의, 예를 들면  $\pm 2\%$  거울 곡률 반경 허용한도는 제조불가능한 설계를 가져올 수 있다.

[0041] 본 발명의 일 실시예의 측면에 따라, 이전에 기술된 공초점 펄스 스트레처에 대해 제시된 변형은 양 포토리소그래피에 유용하고, 엑시머 레이저 결정화에서의 결정 성장에 잘 들어맞는 긴 펄스를 산출하기 위한 공초점 스트레처(Opus)를 가져올 수 있다. 도 12-14에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예의 측면에 따라, 출원인은 도 12에, 보다 상세히는 도 14에 도시된 바와 같은 보상 플레이트(250)를 제공할 것을 제시한다. 이러한 배치는 펄스 스트레처를 벗어나는 빔(254)으로 출력빔(252)을 오버랩핑하는 문제점을 해결하는 데에 활용될 수 있어서, 지연된 빔(254)은 필수적으로 완전히 예를 들면 위치 및 각도에서 메인 빔(252)과 완전히 오버랩핑된다.

[0042] 본 발명의 일 실시예의 측면에 따라, 출원인은, 또한 도 12에 개략적으로 도시된 바와 같이, 달성가능한 제조 허용한도 내에 있더라도, 예를 들면 거울에 대한 부정확한 곡률반경에 기인하여, 정렬되지 않은 공초점 펄스 스트레처의 문제를 해결하기 위해 방사방향으로 적절한 위치에서 조정가능한 적어도 하나의 거울(230a-d)에 대해 제공하는 것을 제시한다. 상기의 것은 도 12에 도시된다. 출원인은 모든 거울의 곡률 반경의 변화를 보상하기 위해 축방향으로 하나의 거울을 조정하는 것이 충분하다는 것을 발견하였다. 하나 이상의 거울은 방사방향 또는 그외의 방향으로의 조정에 의해 또한 조정될 수 있다.

[0043] 도 13을 참조하면, 예를 들면 빔(264)으로서 빔(262)의 일부를 반사함으로써, 레이저 출력 광 빔(262)을 지연 경로로 주입하는 빔 스플리터가 도시된다. 상기 빔의 나머지 부분은 상기 빔 스플리터(260)를 통과하고, 빔 스플리터(260)에서의 약간의 회절과 함께 출력 빔(270)을 형성한다. 상기 지연 경로로부터 빔 스플리터(260)로 리턴한 빔(274)은 빔 스플리터(260)를 떠나고 상기 지연경로로 들어가는 빔(264)과 정렬되지만, 상기 빔 스플리터에서의 내부 반사는 도 13에 개략적으로 도시된 바와 같이 빔(270, 276)을 오정렬시킨다.

[0044] 도 14는 보상 웨지(280)를 도입하는 효과를 개략적으로 도시한다. 도시된 바와 같이, 상기 보상 웨지는 상기 지연 경로로 들어가는 빔(264)과 정렬된 빔(274)으로서 상기 보상 웨지로 들어가는 상기 보상 웨지(280)로부터의 출력 빔(282)을 번역하고, 내부적으로 반사된 빔(282)을 상기 펄스 스트레처로부터의 메인 출력 빔(270)과 충분히 정렬할 수 있다. 상기 빔이 후속하는 펄스 스트레처로 또한 들어갈 수 있다는 것이 이해될 것이다.

[0045] 당업자는, 레이저 출력 펄스를 산출하는 가스 방전 레이저 시스템 및 상기 시스템을 운용하는 방법으로서, 레이저 출력 펄스의 일부를 레이저 시스템 출력 펄스 광축을 따라 지향시키고, 상기 출력 펄스의 일부를 광학 지연 경로를 가지는 광학 딜레이로 전환시키는 레이저 출력 펄스 광학 지연 개시 광학기기를 구비하는 펄스 스트레처를 포함하고, 상기 레이저 출력 펄스 광학 지연 개시 광학기기는, 상기 광학적 딜레이의 출력을 상기 레이저 출력 펄스 광학 지연 개시 광학기기로 전달하도록 직렬로 정렬된 복수의 공초점 공진기; 상기 레이저 출력 펄스 광학 지연 개시 광학기기에 의해 전송된 레이저 시스템 출력 펄스의 일부의 광축을 따라 전송된 레이저 출력 펄스의 일부와의 정렬에 대해 광학 딜레이의 출력을 배치하도록 동작가능한 방사방향 거울 포지셔닝 메커니즘을 구비하는 광축 정렬 메커니즘을 구비하는 것을 특징으로 하는 가스 방전 레이저 시스템 및 상기 시스템을 운용하는 방법이 개시된다. 상기 각각의 공초점 거울은 예를 들면 곡률 반경을 가지는 자신의 정렬된 위치에 거울을 유지시키는 마운팅을 구비한다. 상기 마운팅 플레이트는 예를 들면 공초점 거울의 곡률 반경을 가지고 정렬된, 적어도 하나의 조정가능한 마운팅 메커니즘에 의해 프레임에 장착될 수 있다. 상기 조정가능한 마운팅 메커니즘은 예를 들면 mm 범위의 피치를 가지는 쓰레드를 구비한 쓰레딩된 부착물을 구비하고, 이는, 상기 쓰레딩된 부착물이 회전될 때, 상기 마운팅 플레이트를 상기 조정가능한 마운팅 메커니즘에 대해 이동시키고 그결과 선택적으로 상기 각각의 공초점 거울을 자신의 곡률 반경을 따라 배치하도록 기능한다. 상기 복수의 공초점 공진기는 예를 들면 12 개의 패스 거울 배치를 구비한 4 개의 공초점 공진기와 같은, 짝수의 거울 배치를 통과하는 공초점 공진기 수의 짝수의 배수를 구비한 짝수의 공초점 공진기를 구비한다. 복수의 공초점 공진기 각각은 곡률 반경을 가진 제 1 오목 거울과, 동일한 곡률 반경을 가지고 상기 곡률 반경 만큼 이격된 제 2 오목 거울을

구비한다. 상기 오목 거울 중 적어도 하나는 구면 오목 거울을 구비한다. 포지셔닝 메커니즘은 상기 공초점 거울의 구형 형성의 중심으로부터 구형 형상의 초점까지 멀어지는 방사상의 방향으로 각각의 거울의 위치를 조정하기 위한 수단을 구비한다. 상기 레이저 출력 펄스를 산출하는 가스 방전 레이저 시스템은, 레이저 시스템 출력 펄스 광축을 따라 상기 레이저 출력 펄스의 일부를 전송하고 상기 출력 펄스의 일부를 광학 지연 경로를 구비한 광학 딜레이로 전환하는 레이저 출력 펄스 광학 지연 개시 광학기기를 구비하는 펄스 스트레처를 포함하고, 상기 레이저 출력 펄스 광학 지연 개시 광학기기는 광학 딜레이의 출력을 상기 레이저 출력 펄스 광학 지연 개시 광학기기로 전달하기 위해 직렬로 정렬된 복수의 공초점 공진기; 및 상기 레이저 출력 펄스 광학 지연 개시 광학기기에 의해 전송된 레이저 시스템 출력 펄스의 일부의 광축을 따라 전송된 레이저 출력 펄스의 일부와 정렬하도록 광학 딜레이의 출력을 배치하도록 동작가능한 광 전송 광학 엘리먼트를 가지는 광축 변환 메커니즘을 포함한다. 상기 전송 광학 엘리먼트는 전체적으로 평평한 광학 엘리먼트를 구비한다. 상기 광 전송 엘리먼트는 웨지 광 엘리먼트를 구비한다.

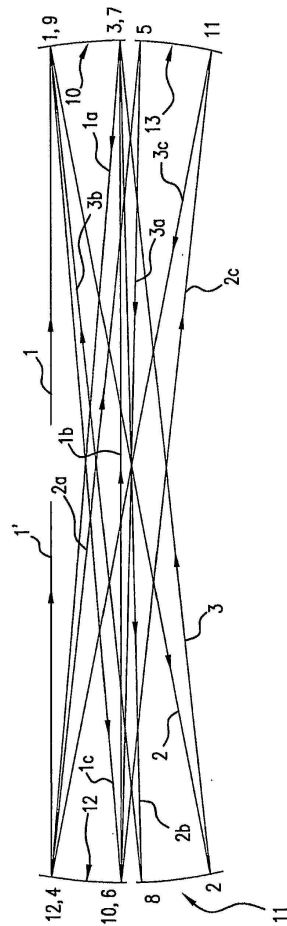
[0046] 당업자는, 첨부된 청구범위의 범위와 내용에서 벗어나지 않고서 다수의 변형과 변경이 본 발명 및 본 발명의 측면에 이루어질 수 있으며, 상기 첨부된 청구범위는 본 출원서에 개시된 바람직한 실시예의 특정한 측면에 그 범위 또는 내용이 한정되어서는 안된다는 것을 이해할 것이다.

### 도면의 간단한 설명

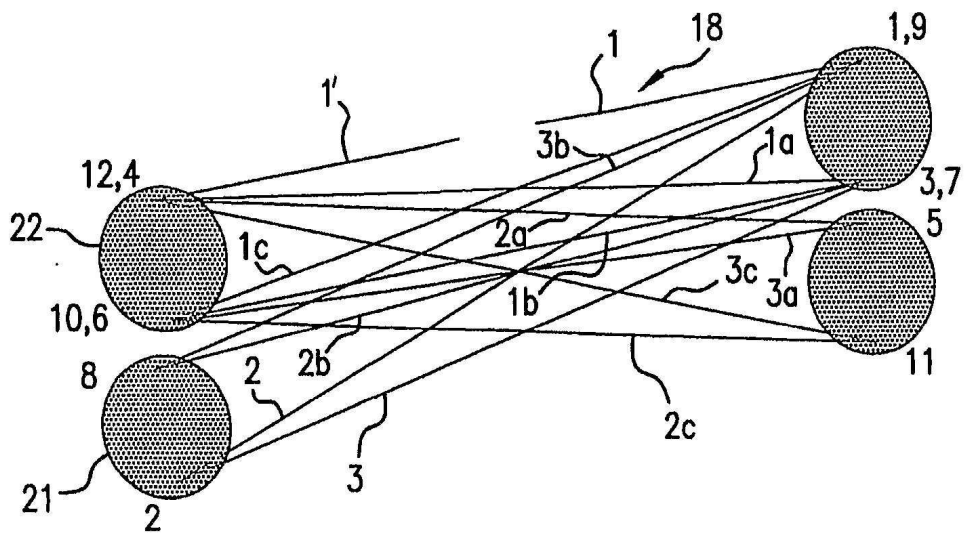
- [0006] 도 1은 본 발명의 일 실시예의 측면에 따른 펄스 스트레처의 부분적이고 개략적인 단면도이다.
- [0007] 도 2는 도 1에 따른 펄스 스트레처의 부분적이고 개략적인 사시도이다.
- [0008] 도 3-5는 예를 들면, 본 발명의 일 실시예의 기울기 허용한도를 나타내는, 본 발명의 일 실시예에 따른 동작의 측면을 도시한다.
- [0009] 도 6은 예를 들면, 도 1-2에 따른 펄스 스트레처의 기울기 허용한도를 부분적으로 개략적으로 단면으로 도시한다.
- [0010] 도 7은 본 발명의 일 실시예의 측면에 따라 직렬로된 2 개의 펄스 스트레처를 통과한 출력 레이저 펄스의 2 차원 공간 코히어런스의 측정치를 도시한다.
- [0011] 도 8은 본 발명의 일 실시예의 측면에 따라 단일 펄스 스트레처를 통과한 출력 레이저 펄스의 2 차원 공간 코히어런스의 측정을 도시한다.
- [0012] 도 9는 본 발명의 일 실시예의 측면에 따라 펄스 스트레칭 없이 출력 레이저 펄스의 2 차원 공간 코히어런스의 측정을 도시한다.
- [0013] 도 10은 본 발명의 일 실시예의 측면에 따라 출력 레이저 펄스의 강도 분포의 2차원 측정을 도시한다.
- [0014] 도 11은 본 출원 및 하나 이상의 상기 인용 특허 및/또는 특허 출원에 기술된 비공초점 펄스 스트레처를 사용하는 정렬 기술의 일 예를 개략적으로 도시한다.
- [0015] 도 12는 본 발명의 일 실시예의 측면을 개략적으로 도시한다.
- [0016] 도 13은 본 발명의 일 실시예의 측면에 따라 보정된 종래 공초점 렌즈 펄스 스트레처의 문제의 측면을 개략적으로 도시한다.
- [0017] 도 14는 본 발명의 일 실시예의 측면을 개략적으로 도시한다.

도면

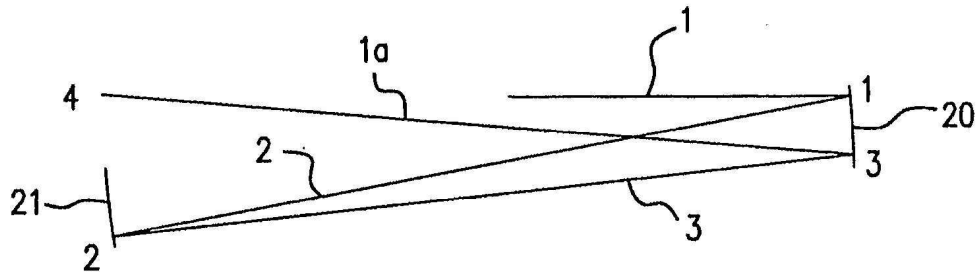
도면1



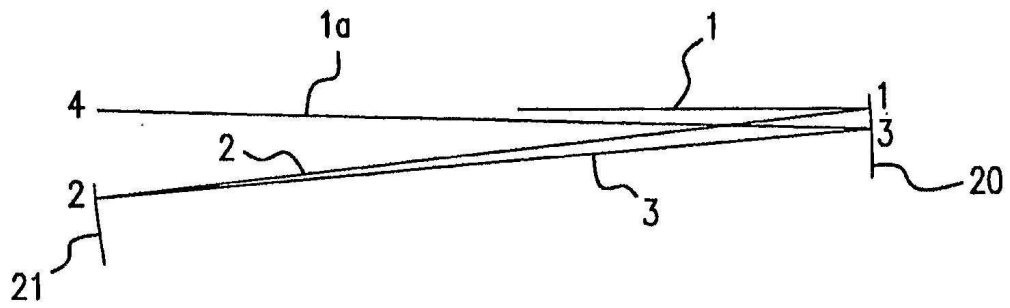
도면2



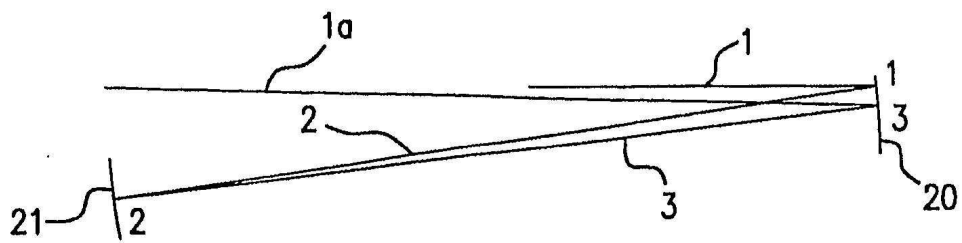
도면3



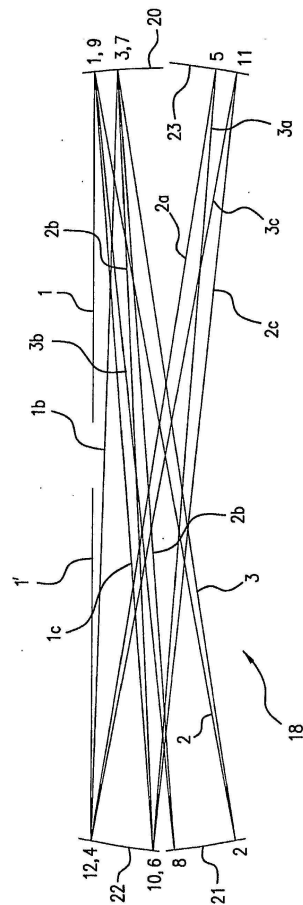
도면4



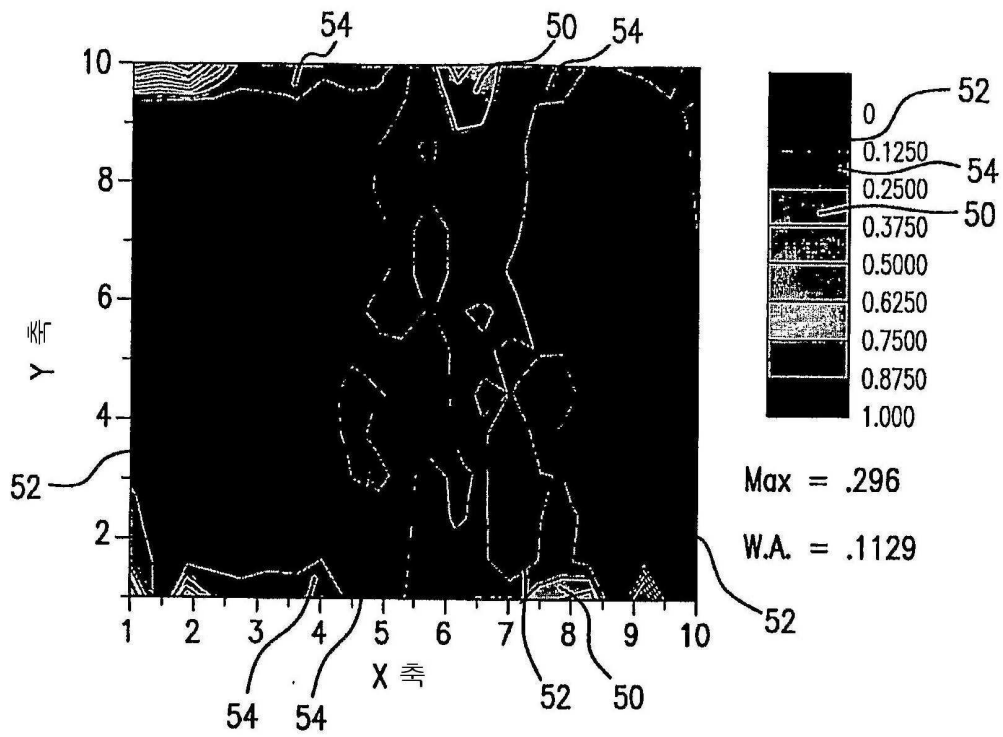
도면5



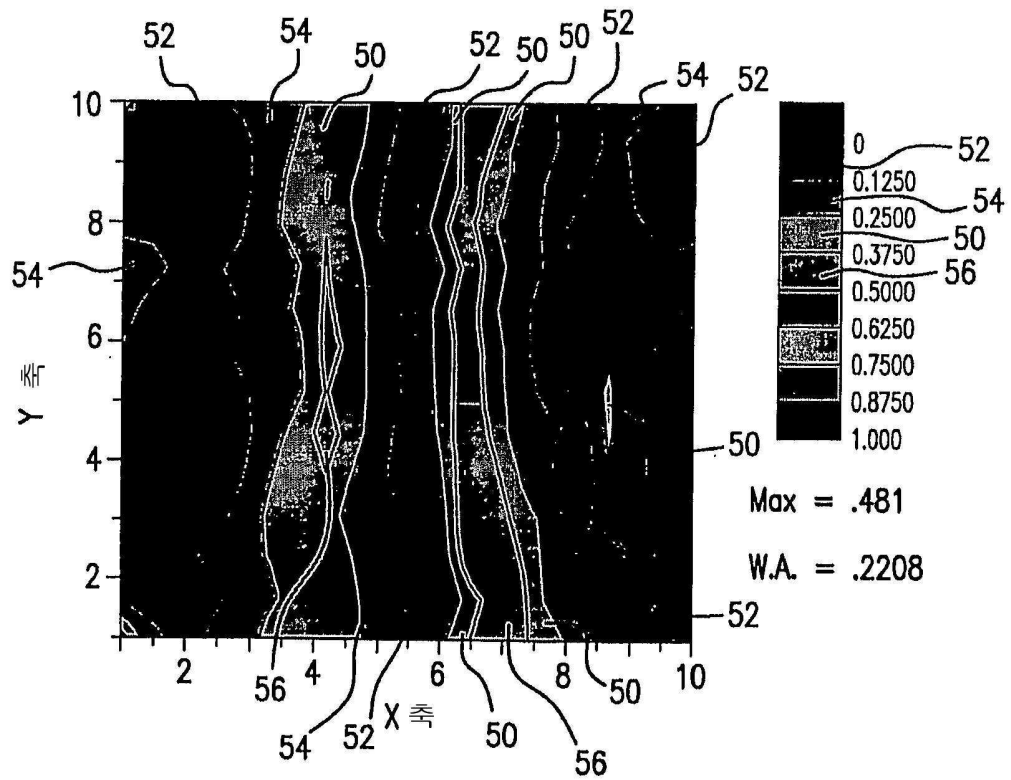
도면6



도면7

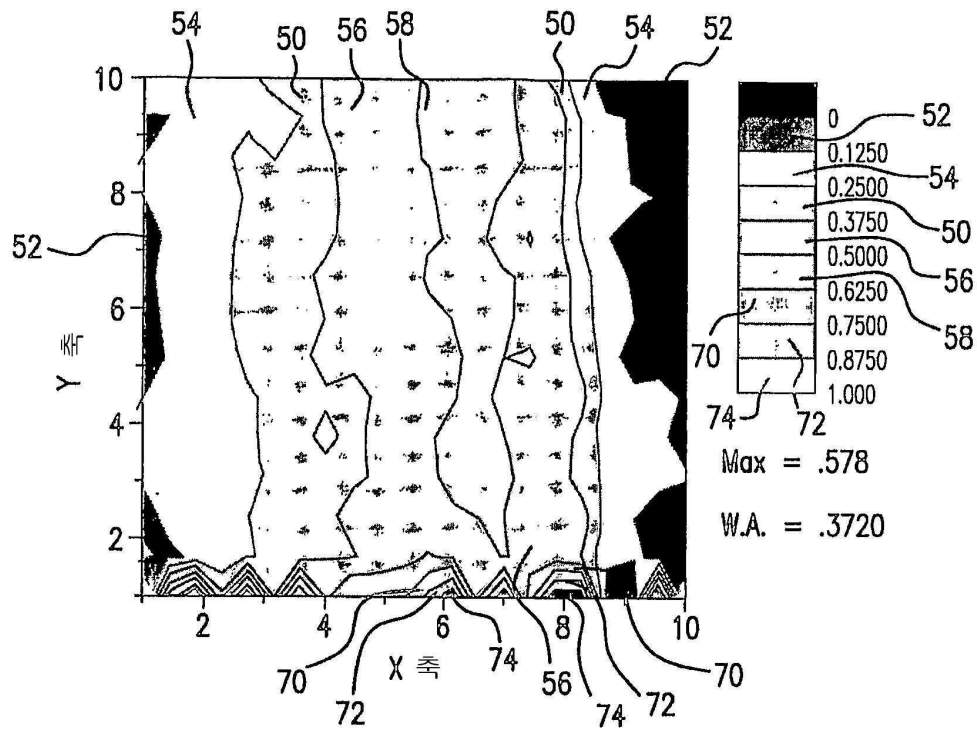


도면8

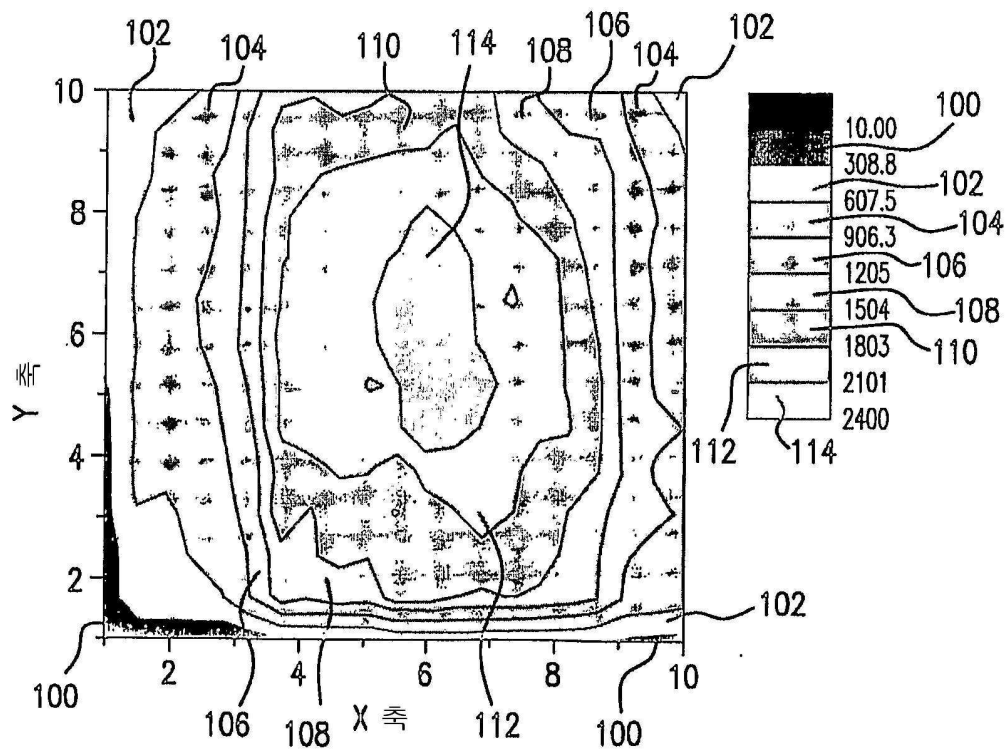




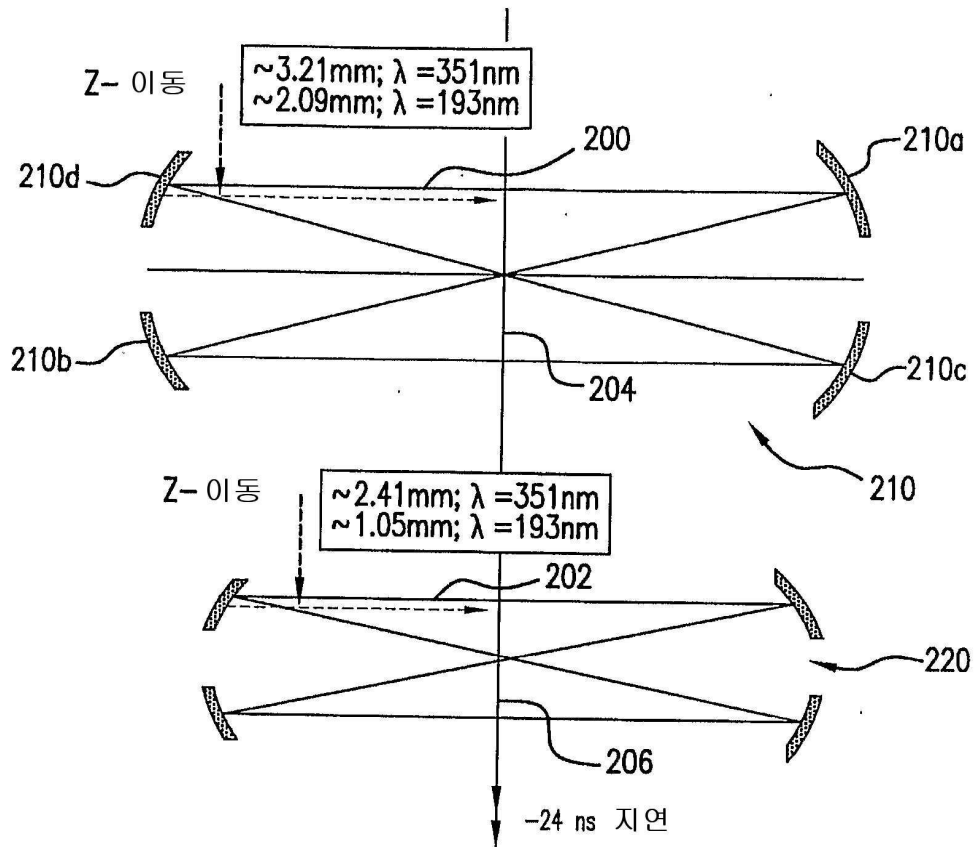
도면9



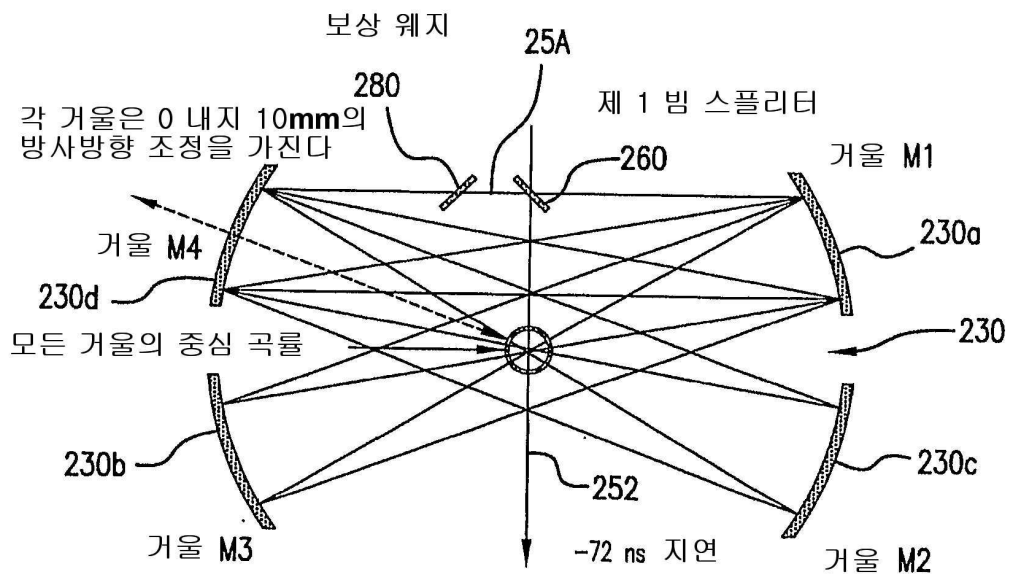
도면10



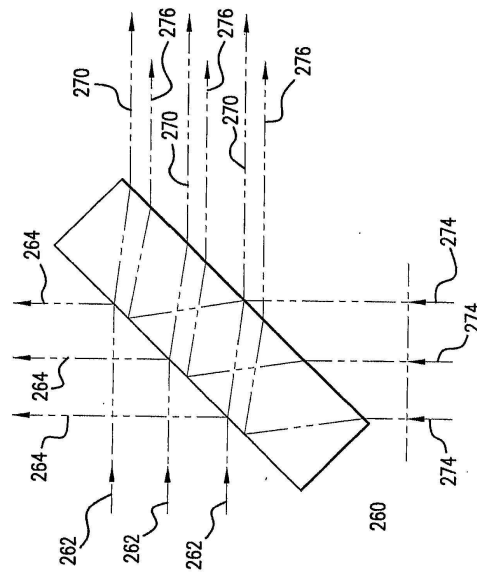
도면11



도면12



도면13



도면14

