



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0160327  
(43) 공개일자 2023년11월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.) G03F 7/20 (2006.01)	(71) 출원인 가부시킴가이샤 니콘
(52) CPC특허분류 G03F 7/70208 (2023.05) G03F 7/70025 (2023.05)	(72) 발명자 가토 마사키
(21) 출원번호 10-2023-7035967	일본국 도쿄도 미나토쿠 고난 2쵸메 15반 3고 가부시킴가이샤 니콘 나이
(22) 출원일자(국제) 2022년04월26일 심사청구일자 2023년10월19일	미즈노 야스시
(85) 번역문제출일자 2023년10월19일	일본국 도쿄도 미나토쿠 고난 2쵸메 15반 3고 가부시킴가이샤 니콘 나이
(86) 국제출원번호 PCT/JP2022/018810	가와도 사토시
(87) 국제공개번호 WO 2022/230847 국제공개일자 2022년11월03일	일본국 도쿄도 미나토쿠 고난 2쵸메 15반 3고 가부시킴가이샤 니콘 나이
(30) 우선권주장 JP-P-2021-075408 2021년04월27일 일본(JP) (뒷면에 계속)	(74) 대리인 특허법인코리아나

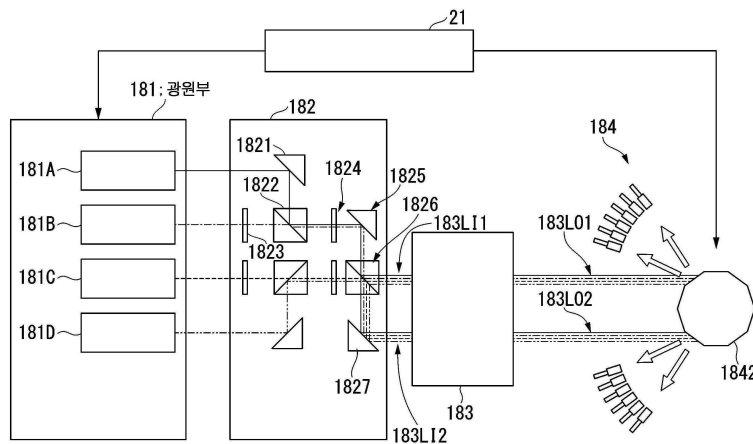
전체 청구항 수 : 총 80 항

(54) 발명의 명칭 조명 광학계, 노광 장치 및 플랫폼 패널 디스플레이의 제조 방법

(57) 요약

소정 패턴이 형성된 마스크를 조명하는 조명 광학계에 있어서, 펄스광을 출사하는 복수의 광원과, 복수의 상기 광원으로부터 각각 출사되는 상기 펄스광을, 제 1 펄스광과 제 2 펄스광으로 분할하는 분할부와, 상기 제 1 펄스광이 통과하는 제 1 광로보다 긴 제 2 광로에 상기 제 2 펄스광을 유도하는 지연 광학계와, 상기 제 1 펄스광과 상기 지연 광학계를 통과한 상기 제 2 펄스광을 합성하고, 합성한 상기 펄스광을 분할하여 출사하는 합성 분할부를 갖는 광학계와, 상기 광학계로부터 출사된 상기 펄스광의 각각을 상기 마스크로 유도하여, 상기 마스크를 조명하는 조명계를 구비한다.

대표도



(52) CPC특허분류

*G03F 7/7005* (2023.05)

*G03F 7/7015* (2013.01)

*G03F 7/70291* (2023.05)

(30) 우선권주장

JP-P-2021-075409 2021년04월27일 일본(JP)

JP-P-2021-075410 2021년04월27일 일본(JP)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

소정 패턴이 형성된 마스크를 조명하는 조명 광학계에 있어서,

펄스광을 출사하는 복수의 광원과,

복수의 상기 광원으로부터 각각 출사되는 상기 펄스광을, 제 1 펄스광과 제 2 펄스광으로 분할하는 분할부와, 상기 제 1 펄스광이 통과하는 제 1 광로보다 긴 제 2 광로에 상기 제 2 펄스광을 유도하는 지연 광학계와, 상기 제 1 펄스광과 상기 지연 광학계를 통과한 상기 제 2 펄스광을 합성하고, 합성한 상기 펄스광을 분할하여 출사하는 합성 분할부를 갖는 광학계와,

상기 광학계로부터 출사된 상기 펄스광의 각각을 상기 마스크로 유도하여, 상기 마스크를 조명하는 조명계를 구비하는 조명 광학계.

#### 청구항 2

소정 패턴이 형성된 마스크를 조명하는 조명 광학계에 있어서,

펄스광을 출사하는 복수의 광원과,

복수의 상기 광원으로부터 각각 출사되는 상기 펄스광을 합성하고, 합성한 상기 펄스광을 분할하여 출사하는 합성 분할부를 갖는 광학계와,

상기 광학계로부터 출사된 상기 펄스광의 각각을 상기 마스크로 유도하여, 상기 마스크를 조명하는 조명계를 구비하는 조명 광학계.

#### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 합성 분할부는, 합성한 상기 펄스광을 적어도 2 개로 분할하여 출사하고,

상기 조명계는, 분할된 상기 펄스광을 각각 서로 다른 상기 마스크에 유도함으로써, 적어도 2 개의 상기 마스크를 조명하는 조명 광학계.

#### 청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 합성 분할부는, 합성한 상기 펄스광을 분할하여 상기 광원의 수를 상한으로 하는 수로 하여 출사하는, 조명 광학계.

#### 청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 광학계는, 복수의 상기 광원으로부터 각각 출사되는 상기 펄스광의 광로끼리를 상기 광학계에 입사할 수 있는 범위 내로 서로 근접시켜, 상기 펄스광을 상기 광학계에 도광하는 도광부를 구비하는 조명 광학계.

#### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 도광부는, 상기 조명계가 구비하는 도광 부재 중, 동일한 상기 도광 부재에 복수의 상기 펄스광이 입사할 수 있는 범위 내로, 상기 펄스광끼리를 근접시키는 조명 광학계.

#### 청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 도광부는, 상기 펄스광끼리를 근접시켜, 상기 도광 부재의 직경보다 복수의 상기 펄스광의 사출 위치의 간격을 좁게 하는 조명 광학계.

**청구항 8**

제 5 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 도광부는, 입사하는 상기 펄스광을 반사하여 광로의 방향을 변화시킴으로써, 상기 펄스광의 광로끼리를 근접시키는 반사 부재를 구비하는 조명 광학계.

**청구항 9**

제 5 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 도광부는, 복수의 상기 광원으로부터 출사되는 상기 펄스광의 편광 특성에 기초하여 상기 펄스광의 광로끼리를 근접시키는 편광 부재를 구비하는 조명 광학계.

**청구항 10**

제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 조명계는, 상기 광학계로부터 출사되는 상기 펄스광의 광로를 전환하여, 복수 형성된 상기 마스크에 차례로 유도하는 광로 전환부를 갖고,

상기 광원의 상기 펄스광의 출사 위치와, 상기 광로 전환부에 상기 펄스광이 입사하는 입사 위치가 광학적으로 거의 공액이 되는 위치에, 상기 광원과 상기 광로 전환부를 형성하는 조명 광학계.

**청구항 11**

제 10 항에 있어서,

상기 조명계는, 상기 광로 전환부로부터 출사되는 상기 펄스광을 상기 마스크에 도광하는 도광부를 갖고,

상기 광로 전환부로부터 상기 펄스광이 출사하는 출사 위치와, 상기 도광부의 상기 펄스광의 입사 위치가 광학적으로 거의 공액이 되는 위치에, 상기 광로 전환부와 상기 도광부를 형성하는 조명 광학계.

**청구항 12**

제 11 항에 있어서,

상기 조명계는, 상기 광로 전환부와 상기 도광부의 사이에, 상기 광로 전환부로부터 상기 펄스광이 출사하는 출사 위치와, 상기 도광부의 상기 펄스광의 입사 위치를 광학적으로 거의 공액으로 하는 릴레이 렌즈를 구비하는 조명 광학계.

**청구항 13**

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 광학계가, 복수단의 상기 합성 분할부를 구비하는 경우에 있어서, 전단의 상기 합성 분할부에 의해 분할된 상기 지연 광로 상의 소정 위치와, 후단의 상기 합성 분할부에 있어서 펄스광이 합성되는 합성면이 광학적으로 거의 공액이 되는 위치에, 전단 및 후단의 상기 합성 분할부를 형성하는 조명 광학계.

**청구항 14**

제 1 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 광학계가, 복수단의 상기 합성 분할부를 구비하는 경우에 있어서, 전단의 상기 합성 분할부에 의해 분할된 상기 지연 광로 상의 소정 위치와, 후단의 상기 합성 분할부에 있어서 펄스광이 합성되는 합성면을 광학적으로 거의 공액으로 하는 릴레이 렌즈를 상기 지연 광로 상에 구비하는 조명 광학계.

**청구항 15**

제 1 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서,

복수의 상기 광원으로부터 상기 광학계에 입사하는 상기 펄스광의 각 광로의 광로 길이가 서로 거의 동등한 조명 광학계.

**청구항 16**

제 1 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

복수의 상기 광원으로부터 상기 광학계에 입사하는 상기 펄스광의 각 광로의 광로 길이가 서로 다른 조명 광학계.

**청구항 17**

제 1 항 내지 제 16 항 중 어느 한 항에 기재된 조명 광학계와,

상기 펄스광에 의해 조명된 상기 마스크로부터 출사되는 광을 노광 대상에 조사함으로써, 노광 대상을 분할 노광하는 투영 광학계와,

노광 대상을 재치 가능한 스테이지를 구비하는 노광 장치.

**청구항 18**

제 17 항에 있어서,

상기 광원은, 출사되는 광의 파장이 360 nm 이하인 레이저 광원이고,

상기 투영 광학계는, 단일 혹은 2 종의 초재에 의해 구성되는, 노광 장치.

**청구항 19**

제 18 항에 있어서,

상기 초재는, 석영 혹은 형석인, 노광 장치.

**청구항 20**

제 17 항 내지 제 19 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 광학계의 지면 광학계에 의한 지연시킨 상기 펄스광이 합성된 균펄스광의 펄스폭이, 상기 노광 장치의 주사 속도에 의한 이미지의 흐림의 곱이 해상도의 1/3 이하가 되도록 설정되는 노광 장치.

**청구항 21**

제 17 항 내지 제 20 항 중 어느 한 항에 있어서,

노광 대상은, 적어도 한 변의 길이, 또는 대각 길이가 500 mm 이상이며, 플랫폼 패널 디스플레이용의 기관인 노광 장치.

**청구항 22**

제 17 항 내지 제 21 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 마스크가 공간 광변조기인 노광 장치.

**청구항 23**

제 17 항 내지 제 22 항 중 어느 한 항에 기재된 노광 장치를 사용하여 노광 대상을 노광하는 것과,

상기 노광된 노광 대상을 현상하는 것을 포함하는 플랫폼 패널 디스플레이의 제조 방법.

**청구항 24**

복수의 소자가 소정 시간 간격으로 개별적으로 제어되는 공간 광변조기를 조명하는 조명 광학계에 있어서,

제 1 시간에 제 1 펄스광을 사출하는 제 1 광원과,

상기 제 1 시간과는 다른 제 2 시간에 제 2 펄스광을 사출하는 제 2 광원과,

상기 제 1 및 제 2 펄스광을 각각 상기 공간 광변조기에 유도하여, 상기 공간 광변조기를 조명하는 조명계를 구비하고,

상기 제 2 광원은, 상기 제 1 시간으로부터의 시간 간격이 상기 소정 시간 간격보다 짧아지는 상기 제 2 시간에 상기 제 2 펄스광을 사출하는, 조명 광학계.

#### 청구항 25

제 24 항에 있어서,

상기 제 1 광원은, 소정 주기에 의해 상기 제 1 펄스광을 연속적으로 사출하고,

상기 제 2 광원은, 상기 소정 주기에 의해 상기 제 2 펄스광을 연속적으로 사출하는, 조명 광학계.

#### 청구항 26

제 25 항에 있어서,

상기 제 2 광원은, 연속하는 상기 제 1 펄스광이 상기 제 1 광원으로부터 사출되는 동안의 시간에, 상기 제 2 펄스광을 사출하는, 조명 광학계.

#### 청구항 27

제 25 항 또는 제 26 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 광원은, 상기 소자가 제어되는 상기 소정 시간 간격보다 짧은 시간 간격이 되는 상기 소정 주기에 의해, 상기 제 1 펄스광과 상기 제 2 펄스광을 각각 연속적으로 사출하는, 조명 광학계.

#### 청구항 28

제 24 항 내지 제 27 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 광원은, 제 1 종광원을 갖고,

상기 제 2 광원은, 상기 제 1 종광원과는 다른 제 2 종광원을 갖고, 상기 제 2 종광원을 제어하고, 상기 제 2 시간에 상기 제 2 펄스광을 사출하는, 조명 광학계.

#### 청구항 29

제 24 항 내지 제 28 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 광원은, 상기 제 2 광원으로부터 사출되는 상기 제 2 펄스광의 파장이 다른 상기 제 1 펄스광을 사출하는, 조명 광학계.

#### 청구항 30

제 24 항 내지 제 29 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 조명계는, 상기 제 1 펄스광 및 상기 제 2 펄스광의 적어도 일방의 위상 상태를 시간적으로 변화시키는 위상 변화부를 갖는, 조명 광학계.

#### 청구항 31

제 30 항에 있어서,

상기 조명계는, 상기 제 1 펄스광과 상기 제 2 펄스광을 상기 공간 광변조기에 유도하는 광전송부를 구비하고,

상기 위상 변화부는, 상기 광전송부에 입사되는 상기 제 1 및 제 2 펄스광의 입사 각도 혹은 입사 위치의 적어도 일방을 조정하는, 조명 광학계.

**청구항 32**

제 31 항에 있어서,

상기 조명계는, 상기 제 1 및 제 2 광원으로부터 순차 발진된 상기 제 1 및 제 2 펄스광의 광로를 전환하여, 복수 형성된 상기 광전송부에 차례로 유도하는 광로 전환기를 갖는, 조명 광학계.

**청구항 33**

제 32 항에 있어서,

상기 광로 전환기는, 상기 제 1 및 제 2 펄스광을 반사하는 반사면을 갖고, 상기 제 1 및 제 2 펄스광에 대한 상기 반사면의 입사 각도를 변경하여 상기 광로를 전환하고,

상기 위상 변화부는, 상기 광전송부에 입사되는 상기 제 1 및 제 2 펄스광의 입사 각도를 조정하도록, 상기 광로 전환기를 제어하는, 조명 광학계.

**청구항 34**

제 31 항 내지 제 33 항 중 어느 한 항에 있어서,

복수의 상기 광전송부는, 1 개의 상기 공간 광변조기에 상기 제 1 펄스광과 상기 제 2 펄스광을 유도하는, 조명 광학계.

**청구항 35**

제 31 항 내지 제 33 항 중 어느 한 항에 있어서,

복수의 상기 광전송부 중 제 1 광전송부는, 복수 형성된 상기 공간 광변조기 중 제 1 공간 광변조기에 상기 제 1 펄스광과 상기 제 2 펄스광을 유도하고,

복수의 상기 광전송부 중 제 2 광전송부는, 복수 형성된 상기 공간 광변조기 중 제 2 공간 광변조기에 상기 제 1 펄스광과 상기 제 2 펄스광을 유도하는, 조명 광학계.

**청구항 36**

제 30 항 내지 제 35 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 위상 변화부는, 상기 공간 광변조기에 입사되는 광을 확산하는 확산판을 갖는, 조명 광학계.

**청구항 37**

제 24 항 내지 제 36 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 조명계는, 상기 제 1 펄스광 및 상기 제 2 펄스광의 각각을, 2 개의 펄스광으로 분할하는 분할 부재와, 상기 분할 부재를 거친 일방의 펄스광을 제 1 광로를 따라 유도함과 함께 상기 분할 부재를 거친 타방의 펄스광을 상기 제 1 광로보다 긴 제 2 광로를 따라 유도하는 도광 광학계를 갖는 지연 광학계를 갖는, 조명 광학계.

**청구항 38**

제 37 항에 있어서,

상기 제 1 광로, 제 2 광로의 적어도 일방의 광로를 가변으로 하는 것을 특징으로 하는 조명 광학계.

**청구항 39**

제 24 항 내지 제 38 항 중 어느 한 항에 기재된 조명 광학계와,

상기 제 1 및 제 2 펄스광에 의해 조명된 복수의 상기 공간 광변조기로부터 각각 출사되는 광을 기관에 조사함으로써, 상기 기관을 분할 노광하는 투영 광학계를 구비하는 노광 장치.

**청구항 40**

제 39 항에 있어서,

입의의 노광 위치에서는 실질적인 조명광에 의한 동 (瞳) 의 휘도 상태를 변화시켜 노광을 실시하는, 노광 장치.

**청구항 41**

제 24 항 내지 제 27 항 중 어느 한 항에 기재된 조명 광학계와,

상기 조명 광학계에 의해 조명된 상기 공간 광변조기의 이미지를 기관 상에 투영하는 투영 광학계와,

상기 공간 광변조기의 이미지를 상기 기관에 노광할 때에, 상기 기관을 지지하고, 상기 투영 광학계에 대해 소정 속도로 상대 이동하는 기관 스테이지를 구비하고,

상기 제 1 시간과 상기 제 2 시간의 시간차를  $\delta$ , 상기 소정 속도를  $V$ , 상기 이미지의 해상도를  $R$  로 하는 것으로 하여,

$R/3 < V \cdot \delta$  를 만족하는, 노광 장치.

**청구항 42**

제 29 항에 기재된 조명 광학계와,

상기 조명 광학계에 의해 조명된 상기 공간 광변조기의 이미지를 기관 상에 투영하는 투영 광학계를 구비하고,

상기 제 1 및 제 2 광원은, 상기 제 1 펄스광과 상기 제 2 펄스광의 파장차를  $\lambda$ , 상기 제 1 펄스광과 상기 제 2 펄스광의 상기 파장차에 의해 발생하는 상기 투영 광학계의 색수차  $\Delta$  와, 상기 투영 광학계의 개구수  $NA$  로 할 때,

$\lambda > \Delta \times (NA^2)$  를 만족하는, 상기 제 1 펄스광과 상기 제 2 펄스광을 각각 사출하는, 노광 장치.

**청구항 43**

제 39 항 내지 제 42 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 광원과 상기 제 2 광원은, 출사되는 광의 파장이 360 nm 이하인 레이저 광원이고,

상기 투영 광학계는, 단일 혹은 2 종의 초재에 의해 구성되는, 노광 장치.

**청구항 44**

제 43 항에 있어서,

상기 초재는, 석영 혹은 형석인, 노광 장치.

**청구항 45**

제 39 항 내지 제 44 항 중 어느 한 항에 기재된 노광 장치를 사용하여 상기 기관을 노광하는 것과,

노광된 상기 기관을 현상하는 것을 포함하는 디바이스 제조 방법.

**청구항 46**

제 39 항 내지 제 44 항 중 어느 한 항에 기재된 노광 장치를 사용하여 플랫 패널 디스플레이용의 기관을 노광하는 것과,

노광된 상기 기관을 현상하는 것을 포함하는 플랫 패널 디스플레이의 제조 방법.

**청구항 47**

복수의 소자가 소정 시간 간격으로 개별적으로 제어되는 공간 광변조기를 조명하는 조명 광학계에 있어서,

제 1 광원이, 제 1 시간에 제 1 펄스광을 사출하는 것과,

제 2 광원이, 상기 제 1 시간으로부터의 시간 간격이 상기 소정 시간 간격보다 짧고 상기 제 1 시간과는 다른

제 2 시간에 제 2 펄스광을 사출하는 것과,

조명계가, 상기 제 1 및 제 2 펄스광을 각각 상기 공간 광변조기에 유도하여, 상기 공간 광변조기를 조명하는 것을 포함하는 조명 방법.

**청구항 48**

제 47 항에 기재된 조명 방법에 의해 조명된 상기 공간 광변조기의 이미지를 기관 상에 노광하는 것과, 노광된 상기 기관을 현상하는 것을 포함하는 디바이스 제조 방법.

**청구항 49**

제 47 항에 기재된 조명 방법에 의해 조명된 상기 공간 광변조기의 이미지를 기관 상에 노광하는 것과, 노광된 상기 기관을 현상하는 것을 포함하는 플랫폼 패널 디스플레이의 제조 방법.

**청구항 50**

소정 패턴이 형성된 마스크를 조명하는 조명 광학계에 있어서,

펄스광을 출사하는 광원과,

상기 펄스광을, 제 1 펄스광과 제 2 펄스광으로 분할하는 분할부와, 상기 제 1 펄스광이 통과하는 제 1 광로보다 긴 제 2 광로에 상기 제 2 펄스광을 유도하는 지연 광학계와, 상기 제 1 펄스광과 상기 지연 광학계를 통과한 상기 제 2 펄스광을 합성하는 합성부를 갖는 광학계와,

상기 합성부에서 합성된 상기 제 1 및 제 2 펄스광을 상기 마스크로 유도하여, 상기 마스크를 조명하는 조명계를 구비하고,

상기 지연 광학계는, 상기 제 2 펄스광을 반사하는 반사부와, 반사된 상기 제 2 펄스광을 다시 상기 반사부에 입사하는 광학 부재를 갖는 조명 광학계.

**청구항 51**

제 50 항에 있어서,

상기 광학 부재는, 상기 반사부에서 반사된 상기 제 2 펄스광을 반사하고, 상기 제 2 펄스광을 상기 반사부에 입사하는 반사 부재를 갖는, 조명 광학계.

**청구항 52**

제 51 항에 있어서,

상기 지연 광학계는, 상기 분할부를 통과한 상기 제 2 펄스광을 상기 반사부에 집광하는 렌즈를 갖고,

상기 렌즈는, 상기 반사부에서 반사된 상기 제 2 펄스광을, 상기 반사 부재에 유도하는, 조명 광학계.

**청구항 53**

제 52 항에 있어서,

상기 광학 부재는, 상기 반사부에서 반사된 상기 제 2 펄스광을 상기 반사 부재에 집광하는 렌즈부를 갖고,

상기 렌즈부는, 상기 반사 부재에서 반사된 상기 제 2 펄스광을, 상기 반사부에 유도하는, 조명 광학계.

**청구항 54**

제 53 항에 있어서,

상기 렌즈는, 그 광축이 상기 렌즈부의 광축과 이간하도록 배치되는, 조명 광학계.

**청구항 55**

제 51 항에 있어서,

상기 광학 부재는, 상기 반사부에서 반사된 상기 제 2 펄스광을 상기 반사 부재에 집광하는 렌즈부를 갖고, 상기 렌즈부는, 상기 반사 부재에서 반사된 상기 제 2 펄스광을, 상기 반사부에 유도하는, 조명 광학계.

**청구항 56**

소정 패턴이 형성된 마스크를 조명하는 조명 광학계에 있어서,

펄스광을 출사하는 광원과,

상기 펄스광을, 제 1 펄스광과 제 2 펄스광으로 분할하는 분할부와, 상기 제 1 펄스광이 통과하는 제 1 광로보다 긴 제 2 광로에 상기 제 2 펄스광을 유도하는 지연 광학계와, 상기 제 1 펄스광과 상기 지연 광학계를 통과한 상기 제 2 펄스광을 합성하는 합성부를 갖는 광학계와,

상기 합성부에서 합성된 상기 제 1 및 제 2 펄스광을 상기 마스크로 유도하여, 상기 마스크를 조명하는 조명계를 구비하고,

상기 지연 광학계는, 상기 제 2 펄스광을 반사하여 상기 합성부에 도광하는 반사부와, 상기 분할부와 상기 반사부의 사이, 또한, 상기 반사부와 상기 합성부의 사이에 배치되어, 상기 제 2 펄스광을 상기 반사부에 입사시키고, 상기 반사부에 의해 반사된 상기 제 2 펄스광을 상기 합성부에 입사시키는 광학 부재를 갖고,

상기 지연 광학계는, 상기 펄스광을 상기 제 1 펄스광과 상기 제 2 펄스광으로 분할하는 상기 분할부의 분할면과, 상기 제 1 광로를 통과한 상기 제 1 펄스광과 상기 제 2 광로를 통과한 상기 제 2 펄스광을 합성하는 상기 합성부의 합성면이, 광학적으로 거의 공액이 되는 위치에, 상기 분할부와 상기 합성부를 형성하는, 조명 광학계.

**청구항 57**

제 56 항에 있어서,

상기 반사부는, 제 1 반사부와 제 2 반사부를 갖고,

상기 광학 부재는, 상기 분할부에서 분할된 상기 제 2 펄스광을 상기 제 1 반사부에 입사하는 제 1 광학 부재와, 상기 제 1 반사부에서 반사된 상기 제 2 펄스광을 상기 제 2 반사부에 입사하는 제 2 광학 부재를 갖고,

상기 제 1 및 제 2 광학 부재는, 서로의 광축이 이간하여 배치되는, 조명 광학계.

**청구항 58**

제 57 항에 있어서,

상기 제 2 반사부는, 상기 제 2 펄스광을 반사시키고, 상기 제 2 광학 부재를 개재하여, 상기 제 2 펄스광을 다시 상기 제 1 반사부에 도광하는, 조명 광학계.

**청구항 59**

제 57 항에 있어서,

상기 반사부는, 제 3 반사부를 갖고,

상기 광학 부재는, 제 3 광학 부재를 갖고,

상기 제 2 반사부는, 상기 제 2 펄스광을 반사시키고, 상기 제 2 광학 부재 및 상기 제 3 광학 부재를 개재하여, 상기 제 3 반사부에 상기 제 2 펄스광을 도광하는, 조명 광학계.

**청구항 60**

제 56 항 내지 제 59 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 반사부는, 상기 광학 부재의 초점 위치에서 상기 제 2 펄스광을 반사하는, 조명 광학계.

**청구항 61**

제 56 항 내지 제 60 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 반사부는, 상기 반사부에 입사하는 상기 제 2 펄스광이 통과하는 상기 광학 부재 내의 위치와는 다른 위치에, 상기 제 2 펄스광이 입사하도록 상기 제 2 펄스광을 반사시키는, 조명 광학계.

**청구항 62**

제 56 항 내지 제 61 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 합성부는, 상기 제 1 펄스광을 제 3 펄스광과 제 4 펄스광으로 분할하고, 상기 제 2 펄스광을 제 5 펄스광과 제 6 펄스광으로 분할하고, 상기 제 3 펄스광과 상기 제 5 펄스광을 합성하고, 상기 제 4 펄스광과 상기 제 6 펄스광을 합성하는, 조명 광학계.

**청구항 63**

제 56 항 내지 제 62 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 조명계는, 합성된 상기 펄스광의 광로를 전환하여, 복수 형성된 상기 마스크에 차례로 유도하는 광로 전환부를 갖는, 조명 광학계.

**청구항 64**

소정 패턴이 형성된 마스크를 조명하는 조명 광학계에 있어서,

펄스광을 출사하는 광원과,

상기 펄스광을, 제 1 펄스광과 제 2 펄스광으로 분할하는 분할부와, 상기 제 1 펄스광이 통과하는 제 1 광로보다 긴 제 2 광로를 상기 제 2 펄스광이 통과하도록 유도하는 지연 광학계와, 상기 지연 광학계를 통과한 상기 제 1 및 제 2 펄스광을 합성하는 합성부를 갖는 광학계와,

상기 합성부에 의해 합성된 펄스광을, 상기 마스크로 유도하여, 상기 마스크를 조명하는 조명계를 구비하고,

상기 조명계는, 합성된 상기 펄스광의 광로를 전환하여, 복수 형성된 상기 마스크에 차례로 유도하는 광로 전환부를 갖는, 조명 광학계.

**청구항 65**

제 63 항 또는 제 64 항에 있어서,

복수의 상기 광원으로부터 각각 출사되는 상기 펄스광을 합성하는 합성 장치를 구비하고,

상기 지연 광학계는, 상기 합성 장치에 의해 합성한 상기 펄스광의 일부를 분할하여 상기 제 2 광로에 도광하는, 조명 광학계.

**청구항 66**

제 63 항 내지 제 65 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 지연 광학계는, 복수의 경로에 의해 상기 펄스광을 출사하는 것으로서, 상기 경로에 대응하는 복수의 상기 광로 전환부에 대해 상기 펄스광을 각각 출사하는, 조명 광학계.

**청구항 67**

제 50 항 내지 제 66 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 지연 광학계는, 상기 펄스광의 일부를 투과하고, 다른 일부를 반사함으로써, 상기 펄스광을 합성 또는 분할하는 조명 광학계.

**청구항 68**

제 50 항 내지 제 67 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 지연 광학계는, 상기 펄스광의 편광의 상태에 기초하여, 상기 펄스광을 합성 또는 분할하는 조명 광학계.

**청구항 69**

제 50 항 내지 제 68 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 공간 광변조 소자 상에 있어서의 상기 펄스광의 상태를 서로 다르게 하는 상태 변경부를 추가로 구비하는 조명 광학계.

**청구항 70**

제 69 항에 있어서,

상기 상태 변경부는, 복수의 상기 펄스광의 파장을 서로 다르게 함으로써, 상기 공간 광변조 소자 상에 있어서의 상기 펄스광의 상태를 서로 다르게 하는 조명 광학계.

**청구항 71**

제 69 항 또는 제 70 항에 있어서,

상기 상태 변경부는, 복수의 상기 펄스광의 발광 타이밍을 서로 다르게 함으로써, 상기 공간 광변조 소자 상에 있어서의 상기 펄스광의 상태를 서로 다르게 하는 조명 광학계.

**청구항 72**

제 69 항 내지 제 71 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 조명계가, 합성된 상기 펄스광의 광로를 전환하여, 복수 형성된 상기 마스크에 차례로 유도하는 광로 전환부를 갖는 경우에 있어서,

상기 상태 변경부는, 상기 광로 전환부에 의한 상기 펄스광의 분배 타이밍을 각각 다르게 함으로써, 상기 공간 광변조 소자 상에 있어서의 상기 펄스광의 상태를 서로 다르게 하는 조명 광학계.

**청구항 73**

제 50 항 내지 제 72 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 마스크가 공간 광변조기인 조명 광학계.

**청구항 74**

제 50 항 내지 제 73 항 중 어느 한 항에 기재된 조명 광학계와,

상기 펄스광에 의해 조명된 상기 마스크로부터 출사되는 광을 노광 대상에 조사함으로써, 노광 대상을 분할 노광하는 투영 광학계와,

노광 대상을 재치 가능한 스테이지를 구비하는 노광 장치.

**청구항 75**

제 74 항에 있어서,

상기 광원은, 출사되는 광의 파장이 360 nm 이하인 레이저 광원이고,

상기 투영 광학계는, 단일 혹은 2 종의 초계에 의해 구성되는, 노광 장치.

**청구항 76**

제 75 항에 있어서,

상기 초계는, 석영 혹은 형석인, 노광 장치.

**청구항 77**

제 74 항 내지 제 76 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 지연 광학계에 의한 지연시킨 상기 펄스광이 합성된 균펄스광의 펄스폭이, 상기 노광 장치의 주사 속도에

의한 이미지의 흐림의 곱이 해상도의 1/3 이하가 되도록 설정되는 노광 장치.

**청구항 78**

제 74 항 내지 제 77 항 중 어느 한 항에 있어서,

노광 대상은, 적어도 한 변의 길이, 또는 대각 길이가 500 mm 이상이며, 플랫 패널 디스플레이용의 기관인 노광 장치.

**청구항 79**

제 74 항 내지 제 78 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 마스크가 공간 광변조기인 노광 장치.

**청구항 80**

제 74 항 내지 제 79 항 중 어느 한 항에 기재된 노광 장치를 사용하여 노광 대상을 노광하는 것과,

상기 노광된 노광 대상을 현상하는 것을 포함하는 플랫 패널 디스플레이의 제조 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은, 조명 광학계, 노광 장치 및 플랫 패널 디스플레이의 제조 방법에 관한 것이다.

[0002] 본원은, 2021년 4월 27일에 출원된 일본 특허출원 2021-075408호, 2021년 4월 27일에 출원된 일본 특허출원 2021-075409호 및 2021년 4월 27일에 출원된 일본 특허출원 2021-075410호에 기초하여 우선권을 주장하고, 그 내용을 여기에 원용한다.

**배경 기술**

[0003] 종래, 액정 표시 소자, 반도체 소자 (집적 회로 등) 등의 전자 디바이스 (마이크로 디바이스) 를 제조하는 리소그래피 공정에서는, 주로, 스텝·앤드·리피트 방식의 투영 노광 장치 (이른바 스테퍼), 혹은 스텝·앤드·스캔 방식의 투영 노광 장치 (이른바 스캐닝·스테퍼 (스캐너라고도 불린다)) 등이 사용되고 있다.

[0004] 이 종류의 노광 장치에서는, 노광 대상물로서 표면에 감광제가 도포된 유리 플레이트, 혹은 웨이퍼 등의 기관 (이하, 기관이라고 총칭한다) 은, 기관 스테이지 장치 상에 재치된다. 그리고, 회로 패턴이 형성된 공간 광변조 소자에 펄스광을 조사하고, 그 공간 광변조 소자를 개재한 펄스광을 투영 렌즈 등의 광학계를 개재하여 기관에 조사함으로써, 회로 패턴이 기관 상에 전사된다 (예를 들어, 특허문헌 1 참조).

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0005] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 2006-171426호

**발명의 내용**

[0006] 본 발명의 제 1 양태에 의하면, 소정 패턴이 형성된 마스크를 조명하는 조명 광학계에 있어서, 펄스광을 출사하는 복수의 광원과, 복수의 상기 광원으로부터 각각 출사되는 상기 펄스광을, 제 1 펄스광과 제 2 펄스광으로 분할하는 분할부와, 상기 제 1 펄스광이 통과하는 제 1 광로보다 긴 제 2 광로에 상기 제 2 펄스광을 유도하는 지연 광학계와, 상기 제 1 펄스광과 상기 지연 광학계를 통과한 상기 제 2 펄스광을 합성하고, 합성한 상기 펄스광을 분할하여 출사하는 합성 분할부를 갖는 광학계와, 상기 광학계로부터 출사된 상기 펄스광의 각각을 상기 마스크로 유도하여, 상기 마스크를 조명하는 조명계를 구비하는 조명 광학계가 제공된다.

[0007] 본 발명의 제 2 양태에 의하면, 상기 서술한 조명 광학계와, 조명 광학계와, 상기 펄스광에 의해 조명된 상기 마스크로부터 출사되는 광을 노광 대상에 조사함으로써, 노광 대상을 분할 노광하는 투영 광학계와, 노광 대상

을 제치 가능한 스테이지를 구비하는 노광 장치가 제공된다.

- [0008] 본 발명의 제 3 양태에 의하면, 상기 서술한 노광 장치를 사용하여 노광 대상을 노광하는 것과, 상기 노광된 노광 대상을 현상하는 것을 포함하는 플랫폼 패널 디스플레이의 제조 방법이 제공된다.
- [0009] 본 발명의 제 4 양태에 의하면, 복수의 소자가 소정 시간 간격으로 개별적으로 제어되는 공간 광변조기를 조명하는 조명 광학계에 있어서, 제 1 시간에 제 1 펄스광을 사출하는 제 1 광원과, 상기 제 1 시간과는 다른 제 2 시간에 제 2 펄스광을 사출하는 제 2 광원과, 상기 제 1 및 제 2 펄스광을 각각 상기 공간 광변조기에 유도하여, 상기 공간 광변조기를 조명하는 조명계를 구비하고, 상기 제 2 광원은, 상기 제 1 시간으로부터의 시간 간격이 상기 소정 시간 간격보다 짧아지는 상기 제 2 시간에 상기 제 2 펄스광을 사출하는, 조명 광학계가 제공된다.
- [0010] 본 발명의 제 5 양태에 의하면, 상기 서술한 조명 광학계와, 상기 제 1 및 제 2 펄스광에 의해 조명된 복수의 상기 공간 광변조기로부터 각각 출사되는 광을 기관에 조사함으로써, 상기 기관을 분할 노광하는 투영 광학계를 구비하는 노광 장치가 제공된다.
- [0011] 본 발명의 제 6 양태에 의하면, 상기 서술한 노광 장치를 사용하여 플랫폼 패널 디스플레이용의 기관을 노광하는 것과, 노광된 상기 기관을 현상하는 것을 포함하는 플랫폼 패널 디스플레이의 제조 방법이 제공된다.
- [0012] 본 발명의 제 7 양태에 의하면, 복수의 소자가 소정 시간 간격으로 개별적으로 제어되는 공간 광변조기를 조명하는 조명 광학계에 있어서, 제 1 광원이, 제 1 시간에 제 1 펄스광을 사출하는 것과, 제 2 광원이, 상기 제 1 시간으로부터의 시간 간격이 상기 소정 시간 간격보다 짧고 상기 제 1 시간과는 다른 제 2 시간에 제 2 펄스광을 사출하는 것과, 조명계가, 상기 제 1 및 제 2 펄스광을 각각 상기 공간 광변조기에 유도하여, 상기 공간 광변조기를 조명하는 것을 포함하는 조명 방법이 제공된다.
- [0013] 본 발명의 제 8 양태에 의하면, 상기 서술한 조명 방법에 의해 조명된 상기 공간 광변조기의 이미지를 기관 상에 노광하는 것과, 노광된 상기 기관을 현상하는 것을 포함하는 디바이스 제조 방법이 제공된다.
- [0014] 본 발명의 제 9 양태에 의하면, 상기 서술한 조명 방법에 의해 조명된 상기 공간 광변조기의 이미지를 기관 상에 노광하는 것과, 노광된 상기 기관을 현상하는 것을 포함하는 플랫폼 패널 디스플레이의 제조 방법이 제공된다.
- [0015] 본 발명의 제 10 양태에 의하면, 소정 패턴이 형성된 마스크를 조명하는 조명 광학계에 있어서, 펄스광을 출사하는 광원과, 상기 펄스광을, 제 1 펄스광과 제 2 펄스광으로 분할하는 분할부와, 상기 제 1 펄스광이 통과하는 제 1 광로보다 긴 제 2 광로에 상기 제 2 펄스광을 유도하는 지연 광학계와, 상기 제 1 펄스광과 상기 지연 광학계를 통과한 상기 제 2 펄스광을 합성하는 합성부를 갖는 광학계와, 상기 합성부에서 합성된 상기 제 1 및 제 2 펄스광을 상기 마스크로 유도하여, 상기 마스크를 조명하는 조명계를 구비하고, 상기 지연 광학계는, 상기 제 2 펄스광을 반사하는 반사부와, 반사된 상기 제 2 펄스광을 다시 상기 반사부에 입사하는 광학 부재를 갖는 조명 광학계가 제공된다.
- [0016] 본 발명의 제 11 양태에 의하면, 상기 서술한 조명 광학계와, 상기 펄스광에 의해 조명된 상기 마스크로부터 출사되는 광을 노광 대상에 조사함으로써, 노광 대상을 분할 노광하는 투영 광학계와, 노광 대상을 제치 가능한 스테이지를 구비하는 노광 장치가 제공된다.
- [0017] 본 발명의 제 12 양태에 의하면, 상기 서술한 노광 장치를 사용하여 노광 대상을 노광하는 것과, 상기 노광된 노광 대상을 현상하는 것을 포함하는 플랫폼 패널 디스플레이의 제조 방법이 제공된다.

**도면의 간단한 설명**

- [0018] 도 1 은, 본 실시형태의 노광 장치의 외관 구성의 개요를 나타내는 도면이다.
- 도 2 는, 본 실시형태의 조명 모듈 및 투영 모듈의 구성의 개요를 나타내는 도면이다.
- 도 3 은, 본 실시형태의 조명 모듈의 구성의 개요를 나타내는 도면이다.
- 도 4 는, 본 실시형태의 광변조부의 구성의 개요를 나타내는 도면이다.
- 도 5 는, 본 실시형태의 광원 유닛의 구성의 개요를 나타내는 도면이다.
- 도 6 은, 본 실시형태의 광원 유닛의 구성의 상세를 나타내는 도면이다.
- 도 7 은, 본 실시형태의 편광 빔 스플리터의 일례를 나타내는 도면이다.

- 도 8 은, 본 실시형태의 분배부의 구성의 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 9 는, 본 실시형태의 광원부가 출사하는 펄스광의 상태의 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 10 은, 본 실시형태의 펄스광이 광파이버에 입사하는 위치의 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 11 은, 본 실시형태의 리타더의 구성의 개요를 나타내는 도면이다.
- 도 12 는, 본 실시형태의 리타더의 구성의 제 1 변형예를 나타내는 도면이다.
- 도 13 은, 본 실시형태의 리타더의 구성의 제 2 변형예를 나타내는 도면이다.
- 도 14 는, 본 실시형태의 리타더의 구성의 제 3 변형예를 나타내는 도면이다.
- 도 15 는, 본 실시형태의 리타더의 구성의 제 4 변형예를 나타내는 도면이다.
- 도 16 은, 본 실시형태의 리타더의 구성의 제 5 변형예를 나타내는 도면이다.
- 도 17 은, 본 실시형태의 리타더의 구성의 제 6 변형예를 나타내는 도면이다.
- 도 18 은, 본 실시형태의 분배부의 변형예를 나타내는 도면이다.
- 도 19 는, 본 실시형태의 광원 유닛과 조명 모듈의 대응 관계의 변형예를 나타내는 도면이다.
- 도 20 은, 본 실시형태의 광원 유닛의 제 1 변형예를 나타내는 도면이다.
- 도 21 은, 본 실시형태의 광원 유닛의 제 2 변형예를 나타내는 도면이다.
- 도 22 는, 본 실시형태의 광원 유닛의 제 3 변형예를 나타내는 도면이다.
- 도 23 은, 본 실시형태의 광원 유닛의 제 4 변형예를 나타내는 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0019] 이하, 본 발명의 실시형태에 대해 도면을 참조하여 설명한다. 본 발명의 이하의 상세한 설명은, 예시적인 것에 지나지 않고, 한정하는 것은 아니다. 도면 및 이하의 상세한 설명의 전체에 걸쳐서, 같은 또는 동일한 참조 부호가 사용된다.
- [0020] [노광 장치의 구성]
- [0021] 도 1 은, 본 실시형태의 노광 장치 (1) 의 외관 구성의 개요를 나타내는 도면이다. 노광 장치 (1) 는, 노광 대상물에 변조광을 조사하는 장치이다. 특정한 실시형태에 있어서, 노광 장치 (1) 는, 액정 표시 장치 (플랫 패널 디스플레이) 등에 사용되는 직사각형 (각형) 의 유리 기관을 노광 대상으로 하는 스텝·앤드·스캔 방식의 투영 노광 장치, 이른바 스캐너이다. 노광 대상물인 유리 기관은, 적어도 한 변의 길이, 또는 대각 길이가 500 mm 이상이며, 플랫 패널 디스플레이용의 기관이어도 된다. 노광 장치 (1) 에 의해 노광된 노광 대상물 (예를 들어, 플랫 패널 디스플레이용의 기관) 은, 현상됨으로써 제품에 제공된다.
- [0022] 노광 장치 (1) 의 장치 본체는, 예를 들어, 미국 특허출원 공개 제2008/0030702호 명세서에 개시되는 장치 본체와 동일하게 구성되어 있다.
- [0023] 노광 장치 (1) 는, 베이스 (11), 방진대 (12), 메인 칼럼 (13), 스테이지 (14), 광학 정반 (15), 조명 모듈 (16), 투영 모듈 (17), 광원 유닛 (18), 광파이버 (19), 및 광변조부 (20) (도시 생략) 를 구비한다.
- [0024] 이하에 있어서, 광변조부 (20) 에서 변조된 광을 노광 대상물에 조사하는 투영 모듈 (17) 의 광축 방향에 평행한 방향을 Z 축 방향으로 하고, Z 축에 직교하는 소정 평면의 방향을 X 축 방향, Y 축 방향으로 하는 삼차원 직교 좌표계를 필요에 따라 사용하여 설명한다. X 축 방향과 Y 축 방향은 서로 직교 (교차) 하는 방향이다.
- [0025] 베이스 (11) 는, 노광 장치 (1) 의 기대이며, 방진대 (12) 상에 설치된다. 베이스 (11) 는, 노광 대상물이 제치되는 스테이지 (14) 를, X 축 방향 및 Y 축 방향으로 이동 가능하게 지지한다.
- [0026] 스테이지 (14) 는, 노광 대상물을 지지하는 것이고, 주사 노광에 있어서, 투영 모듈 (17) 을 개재하여 투영되는 회로 패턴의 복수의 부분 이미지에 대해 노광 대상물을 고정밀도로 위치 결정하기 위한 것이며, 노광 대상물을 6 자유도 방향 (상기 서술한 X 축, Y 축 및 Z 축 방향 및 각각의 축에 대한 회전 방향인  $\theta_x$ ,  $\theta_y$  및  $\theta_z$  방향) 으로 구동한다. 또한, 스테이지 (14) 는, 주사 노광시에 X 축 방향으로 이동되고, 노광 대상물 상의 노광

대상 영역을 변경할 때에 Y 축 방향으로 이동된다. 또한, 노광 대상물은, 복수의 노광 대상 영역이 형성된다. 노광 장치 (1) 는, 1 장의 노광 대상물 상에서, 복수의 노광 대상 영역을 각각 노광하는 것이 가능하다. 스테이지 (14) 의 구성은, 특별히 한정되지 않지만, 미국 특허출원 공개 제2012/0057140호 명세서 등에 개시되는, 갠트리 타입의 2 차원 조동 스테이지와, 그 2 차원 조동 스테이지에 대해 미소 구동되는 미동 스테이지를 포함하는, 이른바 조미동 구성의 스테이지 장치를 사용할 수 있다. 이 경우, 조동 스테이지에 의해 노광 대상물이 수평면 내의 3 자유도 방향으로 이동 가능, 또한 미동 스테이지에 의해 노광 대상물이 6 자유도 방향으로 미동 가능하게 되어 있다.

[0027] 메인 칼럼 (13) 은, 스테이지 (14) 의 상부 (Z 축의 정방향) 에 광학 정반 (15) 을 지지한다. 광학 정반 (15) 은, 조명 모듈 (16) 과 투영 모듈 (17) 과 광변조부 (20) 를 지지한다.

[0028] 도 2 는, 본 실시형태의 조명 모듈 (16) 과 투영 모듈 (17) 과 광변조부 (20) 의 구성의 개요를 나타내는 도면이다.

[0029] 조명 모듈 (16) 은, 광학 정반 (15) 의 상부에 배치되고, 광파이버 (19) 를 개재하여 광원 유닛 (18) 에 접속된다. 본 실시형태의 일례에 있어서, 조명 모듈 (16) 에는, 제 1 조명 모듈 (16A), 제 2 조명 모듈 (16B), 제 3 조명 모듈 (16C) 및 제 4 조명 모듈 (16D) 이 포함된다. 이하의 설명에 있어서, 제 1 조명 모듈 (16A) ~ 제 4 조명 모듈 (16D) 을 구별하지 않는 경우에는, 이들을 총칭하여 조명 모듈 (16) 이라고 기재한다.

[0030] 제 1 조명 모듈 (16A) ~ 제 4 조명 모듈 (16D) 의 각각은, 파이버 (19) 를 개재한 광원 유닛 (18) 으로부터 출사되는 광을, 제 1 광변조부 (20A), 제 2 광변조부 (20B), 제 3 광변조부 (20C) 및 제 4 광변조부 (20D) 의 각각에 도광한다. 조명 모듈 (16) 은, 광변조부 (20) 를 조명한다.

[0031] 광변조부 (20) 는, 후단에서 더욱 상세히 서술하지만, 노광 대상물에 전사 해야 할 회로 패턴에 기초하여 제어되고, 조명 모듈로부터의 조명광을 변조한다. 광변조부 (20) 에 의해 변조된 변조광은, 투영 모듈 (17) 에 유도된다. 제 1 광변조부 (20A) ~ 제 4 광변조부 (20D) 는, XY 평면 상 내에서 서로 다른 위치에 배치된다. 이하의 설명에 있어서, 제 1 광변조부 (20A) ~ 제 4 광변조부 (20D) 를 구별하지 않는 경우에는, 이들을 총칭하여 광변조부 (20) 라고 기재한다.

[0032] 투영 모듈 (17) 은, 광학 정반 (15) 의 하부에 배치되고, 공간 광변조기 (201) 에 의해 변조된 변조광을 스테이지 (14) 상에 재치된 노광 대상물에 조사한다. 투영 모듈은, 광변조부 (20) 에서 변조된 광을, 노광 대상물 상에서 결상시켜, 노광 대상물을 노광한다. 바꾸어 말하면, 투영 모듈은, 광변조부 (20) 상의 패턴을 노광 대상물에 투영한다. 본 실시형태의 일례에 있어서, 투영 모듈 (17) 에는, 상기 서술한 제 1 조명 모듈 (16A) ~ 제 4 조명 모듈 (16D) 및 제 1 광변조부 (20A) ~ 제 4 광변조부 (20D) 에 대응하는, 제 1 투영 모듈 (17A) ~ 제 4 투영 모듈 (17D) 이 포함된다. 이하의 설명에 있어서, 제 1 투영 모듈 (17A) ~ 제 4 투영 모듈 (17D) 을 구별하지 않는 경우에는, 이들을 총칭하여 투영 모듈 (17) 이라고 기재한다.

[0033] 제 1 조명 모듈 (16A) 과, 제 1 광변조부 (20A) 과, 제 1 투영 모듈 (17A) 에 의해 구성되는 유닛을, 제 1 노광 모듈이라고 부른다. 마찬가지로, 제 2 조명 모듈 (16B) 과, 제 2 광변조부 (20B) 와, 제 2 투영 모듈 (17B) 에 의해 구성되는 유닛을, 제 2 노광 모듈이라고 부른다. 각 노광 모듈은, XY 평면 상에서 서로 다른 위치에 형성되고, 스테이지 (14) 에 재치된 노광 대상물의 상이한 위치에, 패턴을 노광할 수 있다. 스테이지 (14) 는, 노광 모듈에 대해 주사 방향인 X 축 방향으로, 상대적으로 이동함으로써, 노광 대상물의 전체면 혹은 노광 대상 영역의 전체면을 주사 노광할 수 있다.

[0034] 또한, 투영 모듈 (17) 은, 투영부라고도 한다. 투영 모듈 (17) (투영부) 은, 광변조부 (20) 상의 패턴의 이미지를 등배로 투영하는 등배계여도 되고, 확대계 또는 축소계여도 된다. 또, 투영 모듈 (17) 은, 단일 혹은 2 종의 초재 (硝材) (특히 석영 혹은 형석) 에 의해 구성되는 것이 바람직하다.

[0035] 노광 장치 (1) 는, 상기 서술한 각 부에 더해, 간섭계나 인코더 등으로 구성되는 위치 계측부 (도시 생략) 를 구비하고 있고, 광학 정반 (15) 에 대한 스테이지 (14) 의 상대 위치를 계측한다. 노광 장치 (1) 는, 상기 서술한 각 부에 더해, 스테이지 (14) 혹은 스테이지 (14) 상의 노광 대상물의 Z 축 방향의 위치를 계측하는 AF (Auto Focus) 부 (도시 생략) 를 구비하고 있다. 또한 노광 장치 (1) 는, 노광 대상물 상에 이미 노광된 패턴에 대해 다른 패턴을 겹쳐 노광할 때에, 각각의 패턴의 상대 위치를 계측하는 얼라인먼트부 (도시 생략) 를 구비한다. AF 부 및/또는 얼라인먼트부는, 투영 모듈을 개재하여 계측하는 TTL (Through the lens) 의 구성이어도 된다.

[0036] 도 3 은, 본 실시형태의 노광 모듈의 구성의 개요를 나타내는 도면이다. 제 1 노광 모듈을 일례로 하여, 조

명 모듈 (16) 과 광변조부 (20) 와 투영 모듈 (17) 의 구체적인 구성의 일례에 대해 설명한다.

- [0037] 조명 모듈 (16) 은, 모듈 셔터 (161) 와 조명 광학계 (162) 를 구비한다. 모듈 셔터 (161) 는, 광파이버 (19) 로부터 공급되는 펄스광을, 조명 광학계 (162) 에 도광하는지의 여부를 전환한다.
- [0038] 조명 광학계 (162) 는, 광파이버 (19) 로부터 공급되는 펄스광을, 콜리메이터 렌즈, 플라이아이 렌즈, 콘덴서 렌즈 등을 개재하여, 광변조부 (20) 에 출사함으로써, 광변조부 (20) 을 거의 균일하게 조명한다. 플라이아이 렌즈는, 플라이아이 렌즈에 입사되는 펄스광을 파면 분할하고, 콘덴서 렌즈는, 파면 분할된 광을 광변조부 상에 중첩시킨다. 또한, 조명 광학계 (162) 는, 플라이아이 렌즈 대신에, 로드 인터그레이터를 구비하고 있어도 된다.
- [0039] 광변조부 (20) 는, 마스크를 구비한다. 마스크는 포토마스크여도 되고, 공간 광변조기 (SLM : Spatial Light Modulator) 여도 된다.
- [0040] 이하, 마스크가 공간 광변조기인 경우에 대해 설명한다.
- [0041] 광변조부 (20) 는, 공간 광변조기 (201) 와 오프 광 흡수판 (202) 을 구비한다. 공간 광변조기 (201) 는, 액정 소자, 디지털 미러 디바이스 (디지털 마이크로 미러 디바이스, DMD), 자기 광학 공간 광변조기 (Magneto Optic Spatial Light Modulator, MOSLM) 등을 포함한다. 공간 광변조기 (201) 는, 조명 광학계 (162) 로부터의 조명광을 반사하는 반사형이어도 되고, 조명광을 투과하는 투과형이어도 되고, 조명광을 회절하는 회절형이어도 된다. 공간 광변조기 (201) 는, 조명광을 공간적으로, 또한, 시간적으로 변조할 수 있다.
- [0042] 이하, 공간 광변조기 (201) 가, 디지털 마이크로 미러 디바이스 (DMD) 에 의해 구성되어 있는 경우를 일례로 하여 설명한다.
- [0043] 도 4 는, 본 실시형태의 공간 광변조기 (201) 의 구성의 개요를 나타내는 도면이다. 동 도면에 있어서  $X_m$  축 ·  $Y_m$  축 ·  $Z_m$  축의 삼차원 직교 좌표계를 사용하여 설명한다. 공간 광변조기 (201) 는,  $X_m Y_m$  평면에 배열된 복수의 마이크로 미러를 구비한다. 마이크로 미러는, 공간 광변조기 (201) 의 소자 (화소) 를 구성한다. 공간 광변조기 (201) 는,  $X_m$  축 둘레 및  $Y_m$  축 둘레로 경사각을 각각 변경 가능하다. 공간 광변조기 (201) 는, 예를 들어,  $Y_m$  축 둘레로 경사짐으로써 온 상태가 되고,  $X_m$  축 둘레로 경사짐으로써 오프 상태가 된다.
- [0044] 공간 광변조기 (201) 는, 마이크로 미러의 경사 방향을 마이크로 미러마다 전환함으로써, 입사광이 반사되는 방향을 소자마다 제어한다. 일례로서 공간 광변조기 (201) 의 디지털 마이크로 미러 디바이스는, 4 Mpixel 정도의 화소수를 갖고 있고, 10 kHz 정도의 주기로 마이크로 미러의 온 상태와 오프 상태를 전환 가능하다.
- [0045] 공간 광변조기 (201) 는, 복수의 소자가 소정 시간 간격으로 개별적으로 제어된다. 공간 광변조기 (201) 가 DMD 인 경우, 소자란, 마이크로 미러이고, 소정 시간 간격이란, 마이크로 미러의 온 상태와 오프 상태를 전환하는 주기 (예를 들어, 주기 10 kHz) 이다.
- [0046] 도 3 으로 돌아가, 오프 광 흡수판 (202) 은, 공간 광변조기 (201) 의 오프 상태로 된 소자로부터 출사 (반사) 되는 광 (오프 광) 을 흡수한다. 공간 광변조기 (201) 의 온 상태로 된 소자로부터 출사되는 광은, 투영 모듈 (17) 에 도광된다.
- [0047] 투영 모듈 (17) 은, 공간 광변조기 (201) 의 온 상태로 된 소자로부터 사출된 광을, 노광 대상물 상에 투영한다. 투영 모듈은, 배율 조정부 (171) 와 포커스 조정부 (172) 를 구비한다. 배율 조정부 (171) 에는, 공간 광변조기 (201) 에 의해 변조된 광 (변조광) 이 입사한다.
- [0048] 배율 조정부 (171) 는, 일부의 렌즈를 광축 방향으로 구동함으로써, 공간 광변조기 (201) 로부터 출사된 변조광의 초점면 (163), 요컨대 노광 대상물의 표면에 있어서의 이미지의 배율을 조정한다.
- [0049] 포커스 조정부 (172) 는, 렌즈군 전체를 광축 방향으로 구동함으로써, 공간 광변조기 (201) 로부터 출사된 변조광이, 앞서 서술한 AF 부에 의해 계측된 노광 대상물의 표면에 결상하도록, 결상 위치, 요컨대 포커스를 조정한다.
- [0050] 투영 모듈 (17) 은, 공간 광변조기의 온 상태로 된 소자로부터 사출되는 광의 이미지만을, 노광 대상물의 표면에 투영한다. 그 때문에, 투영 모듈 (17) 은, 공간 광변조기 (201) 의 온 소자에 의해 형성된 패턴의 이미지를, 노광 대상물의 표면에 투영 노광할 수 있다. 요컨대, 투영 모듈 (17) 은, 공간적으로 변조된 변조광을, 노광 대상물의 표면에 형성할 수 있다. 또 공간 광변조기 (201) 는, 앞서 서술한 바와 같이 소정의 주

기 (주파수) 로 마이크로 미터의 온 상태와 오프 상태를 전환할 수 있기 때문에, 투영 모듈 (17) 은, 시간적으로 변조된 변조광을, 노광 대상물의 표면에 형성할 수 있다.

- [0051] 즉, 노광 장치 (1) 는, 임의의 노광 위치에서 실질적인 동 (瞳) 의 상태를 변화시키고 노광을 실시한다.
- [0052] 조명 모듈 (16) 을 조명계라고도 한다. 조명 모듈 (16) (조명계) 은, 분배부 (184) 가 분배한 펄스광에 의해 공간 광변조기 (201) (공간 광변조 소자) 를 조명한다.
- [0053] 종래, 가간섭성이 높은 단펄스 레이저를 사용하여 인터그레이터 (예를 들어, 플라이아이 렌즈) 로 공간 광변조 소자를 조명하면 스펙클이 발생되어 버려, 기관에 전사되는 공간 광변조 소자에 의한 회로 패턴의 품질에 영향이 나타나는 경우가 있었다. 또한, 가간섭성이 높은 레이저 광원이란, 출사되는 광, 1 펄스에 의한 광학적 인터그레이터로 공간 광변조 소자를 조명하고, 공간 광변조 소자 패턴으로 노광되는 경우에, 스펙클이 문제가 되는 면 내 혹은 동의 강도 분포로서 20 % 를 초과하는 편차가 발생하는 펄스광을 말한다.
- [0054] 본 실시형태의 노광 장치 (1) 는, 스펙클을 저감하여, 기관에 전사되는 회로 패턴의 품질을 향상시킬 수 있는 광원 유닛 (18) 을 구비하고 있다. 이하, 본 실시형태의 광원 유닛 (18) 에 대해 설명한다.
- [0055] [광원 유닛의 구성]
- [0056] 도 5 는, 본 실시형태의 광원 유닛 (18) 의 구성의 개요를 나타내는 도면이다. 광원 유닛 (18) 은, 광원부 (181), 합성부 (182), 리타더 (183) 및 분배부 (184) 를 구비한다.
- [0057] 광원부 (181) 는, 소정 파장의 광을 출사한다. 광원부 (181) 가 출사하는 광은 연속광이어도 되고, 펄스광이어도 된다. 이하, 광원부 (181) 가 펄스광을 출사하는 것인 경우에 대해 설명한다.
- [0058] 또한, 광원부 (181) 가 연속광을 출사하는 것인 경우에는, 셔터 (도시 생략) 의 전환, 음향 광학 변조기 (도시 생략) 에 의한 변조 등에 의해 연속광을 펄스광으로 변환함으로써, 광원부 (181) 로부터 출사되는 광이, 실질적인 펄스광이라고 여겨져도 된다.
- [0059] 광원부 (181) 는, 제 1 광원부 (181A) ~ 제 8 광원부 (181H) 를 포함한다. 제 1 광원부 (181A) ~ 제 8 광원부 (181H) 는, 각각이 종광원을 구비하고 있고, 소정 파장의 펄스광을 출사한다.
- [0060] 일례로서 광원부 (181) 는, 파이버, 여기 레이저 다이오드 (LD) 및 파장 변환 결정 (모두 도시 생략) 을 구비한다. 광원부 (181) 는, 파이버 및 여기 LD 에 의해 증폭시킨 레이저를, 파장 변환 결정에 입사시켜, 3 배 고조파의 펄스광을 발광시킨다.
- [0061] 또한, 광원부 (181) 가 구비하는 광원은, 가간섭성이 높은 레이저 광원 (예를 들어 파이버 레이저) 이어도 되고, UV-LD 여도 된다. 또, 광원부 (181) 는, 출사되는 광의 파장이 360 nm 이하인 레이저 광원이어도 된다.
- [0062] 합성부 (182) 는, 광원부 (181) 에 포함되는 복수의 레이저 광원으로부터 각각 출사되는 펄스광을 합성한다. 합성부 (182) 는, 펄스광을 합성함으로써, 강도가 강한 (에너지가 큰) 펄스광을 생성한다. 합성부 (182) 는, 합성한 펄스광을 리타더 (183) 에 출사한다.
- [0063] 리타더 (183) 는, 합성부 (182) 로부터 출사되는 펄스광의 분할과 합성을 반복하여 실시하고, 지연 시간이 서로 다른 펄스광끼리를 조합함으로써, 펄스광의 시간축의 분포를 변화시킨다. 리타더 (183) 는, 시간축의 분포를 변화시킨 펄스광을 분배부 (184) 에 출사한다.
- [0064] 또한, 리타더 (183) 를 지연 광학계라고도 한다. 리타더 (183) (지연 광학계) 는, 펄스광의 일부를 지연시킨다. 또, 리타더 (183) (지연 광학계) 는, 펄스광의 일부를 분할하여 지연 광로에 도광하고, 지연 광로에 도광한 펄스광의 일부를, 분할한 펄스광의 다른 일부와 합성함으로써, 펄스광의 시간 특성을 변화시킨다.
- [0065] 분배부 (184) 는, 리타더 (183) 로부터 출사된 펄스광을, 복수의 광파이버 (19) 의 각각에 분배한다. 즉, 분배부 (184) 는, 복수의 노광 모듈에 펄스광을 분배한다. 분배부 (184) 는, 예를 들어, 리타더 (183) 로부터 출사된 1 펄스계의 펄스광을 제 1 노광 모듈에 유도하고, 2 펄스계의 펄스광을 제 2 노광 모듈에 유도한다. 분배부 (184) 는, 펄스마다 유도하는 노광 모듈을 변경하는 점에서, 스위칭부라고도 할 수 있다.
- [0066] 도 6 은, 본 실시형태의 광원 유닛 (18) 의 구성의 상세를 나타내는 도면이다. 동 도면에는, 제 1 광원부 (181A) ~ 제 8 광원부 (181H) 중, 제 1 광원부 (181A) ~ 제 4 광원부 (181D) 의 부분을 나타낸다. 제 5 광원부 (181E) ~ 제 8 광원부 (181H) 의 부분은, 제 1 광원부 (181A) ~ 제 4 광원부 (181D) 의 부분과 동일

한 구성이기 때문에, 설명을 생략한다.

- [0067] 합성부 (182) 는, 프리즘 미러 (1821), 편광 빔 스플리터 (1822), 파장판 (1823), 파장판 (1824), 프리즘 미러 (1825), 편광 빔 스플리터 (1826) 및 프리즘 미러 (1827) 를 구비하고 있다. 프리즘 미러 (1821) 는, 제 1 광원부 (181A) 가 출사하는 펄스광 (s 편광) 을 편광 빔 스플리터 (1822) 에 도광한다. 파장판 (1823) 은, 제 2 광원부 (181B) 가 출사하는 펄스광 (s 편광) 의 편광 상태를 변화시켜 펄스광 (p 편광) 을 편광 빔 스플리터 (1822) 에 도광한다.
- [0068] 도 7 은, 본 실시형태의 편광 빔 스플리터 (1822) 의 일례를 나타내는 도면이다. 편광 빔 스플리터 (1822) 는, 입사하는 펄스광이 p 편광인 경우에, 펄스광을 투과시킨다. 편광 빔 스플리터 (1822) 는, 입사하는 펄스광이 s 편광인 경우에, 펄스광을 반사한다.
- [0069] 도 6 으로 돌아가, 편광 빔 스플리터 (1822) 는, 프리즘 미러 (1821) 에 의해 반사된 펄스광 (s 편광) 을 반사하여, 파장판 (1824) 에 도광한다. 또, 편광 빔 스플리터 (1822) 는, 파장판 (1823) 을 투과한 펄스광 (p 편광) 을 투과시키고, 파장판 (1824) 에 도광한다. 즉, 파장판 (1824) 에는, 제 1 광원부 (181A) 가 출사하는 펄스광이 s 편광 (0 도 직선 편광) 으로서, 제 2 광원부 (181B) 가 출사하는 펄스광이 p 편광 (90 도 직선 편광) 으로서 각각 입사한다. 요컨대, 파장판 (1824) 에는, 편광 방향이 서로 직교하는 2 종류의 펄스광이 50 % 씩의 비율로 합성되어, 각각 입사한다.
- [0070] 파장판 (1824) 은, 입사하는 펄스광의 편광 방향을 회전시킨다. 파장판 (1824) 은, 입사하는 s 편광 (0 도 직선 편광) 의 편광 방향을 회전시켜 +45 도 직선 편광으로 하고, 입사하는 p 편광 (90 도 직선 편광) 의 편광 방향을 회전시켜 -45 도 직선 편광으로 한다.
- [0071] 파장판 (1824) 에서는, +45 도 직선 편광과 -45 도 직선 편광의 2 종류의 펄스광이 출사된다. 파장판 (1824) 으로부터 출사된 2 종류의 펄스광은, 프리즘 미러 (1825) 에 의해 반사되고, 편광 빔 스플리터 (1826) 에 도광된다.
- [0072] 편광 빔 스플리터 (1826) 는, 입사하는 펄스광을 리타더 (183) 에 출사한다. 여기서, 편광 빔 스플리터 (1826) 에는, 상기 서술한 제 1 광원부 (181A) 로부터의 +45 도 직선 편광과, 제 2 광원부 (181B) 로부터의 -45 도 직선 편광이 입사한다. 편광 빔 스플리터 (1826) 는, 입사한 펄스광 중 s 편광 성분, 요컨대, +45 도 직선 편광의 s 편광과 -45 도 직선 편광의 s 편광을 반사하여, 리타더 (183) 에 출사한다. 편광 빔 스플리터 (1826) 는, 입사한 펄스광 중 p 편광 성분, 요컨대, +45 도 직선 편광의 p 편광과 -45 도 직선 편광의 p 편광을 투과시켜, 프리즘 미러 (1827) 를 개재하여 리타더 (183) 에 출사한다.
- [0073] 요컨대, 편광 빔 스플리터 (1822) 는, 제 1 광원부 (181A) 가 출사하는 펄스광과, 제 2 광원부 (181B) 가 출사하는 펄스광을 동축 상에 합성하여, 리타더 (183) 에 출사한다. 또한, 편광 빔 스플리터 (1822) 는, 제 1 광원부 (181A) 가 출사하는 펄스광과, 제 2 광원부 (181B) 가 출사하는 펄스광을 동축 상에 합성하는 것으로 했지만, 각각의 광축을 약간 어긋나게 한 상태, 요컨대 근축에서 합성하도록 해도 된다. 편광 빔 스플리터 (1822) 를 플레이트형으로 했을 경우, p 편광의 펄스광이 편광 빔 스플리터 (1822) 를 투과하면, 그 광축이 약간 평행 이동한다. 이는, PBS 내를 통과하는 펄스광이 PBS 의 굴절률에 의해 약간 굴절됨으로써 일어나고, 입사시의 광축으로부터 약간 평행 이동된 광축의 광이 PBS 로부터 사출된다. 근축의 합성에 의해, 광학 소자에 해당되는 펄스광의 단위 면적당 에너지 (파워), 요컨대 에너지 밀도를 분산시킬 수 있다. 그 결과, 광학 소자의 변형 등을 포함한 열화를 억제할 수 있다.
- [0074] 마찬가지로, 합성부 (182) 는, 제 3 광원부 (181C) 가 출사하는 펄스광과, 제 4 광원부 (181D) 가 출사하는 펄스광을 동축 상에 합성하여, 리타더 (183) 에 출사한다.
- [0075] 바꾸어 말하면, 광원 유닛 (18) 은, 합성 장치를 구비하고 있다. 상기 서술한 합성부 (182) 는, 합성 장치의 일례이다. 합성 장치는, 복수의 광원으로부터 각각 출사되는 펄스광을 합성한다.
- [0076] 이하의 설명에 있어서, 편광 빔 스플리터 (1826) 로부터 리타더 (183) 에 출사되는 펄스광을, 리타더 입사광 (183LI) 이라고도 한다. 리타더 입사광 (183LI) 중, 편광 빔 스플리터 (1826) 로부터 프리즘 미러 (1827) 를 개재하지 않고 리타더 (183) 에 출사되는 펄스광을 제 1 리타더 입사광 (183LI1) 이라고도 하고, 편광 빔 스플리터 (1826) 로부터 프리즘 미러 (1827) 를 개재하여 리타더 (183) 에 출사되는 펄스광을 제 2 리타더 입사광 (183LI2) 이라고도 한다.
- [0077] 요컨대, 리타더 (183) 에는, 서로 다른 광원부 (181) 로부터 출사된 제 1 리타더 입사광 (183LI1) 및 제 2 리타

더 입사광 (183LI2) 의, 2 종류의 펄스광이 입사한다. 상기 서술한 바와 같이, 제 1 리타더 입사광 (183LI1) 및 제 2 리타더 입사광 (183LI2) 은 모두, 제 1 광원부 (181A) 로부터 제 4 광원부 (184D) 의 각각의 광원으로부터 출사하는 펄스광이 동축 상 (또는, 거의 동축 상) 에 합성된 광이다.

- [0078] 또한, 리타더 (183) 에, 제 1 리타더 입사광 (183LI1) 및 제 2 리타더 입사광 (183LI2) 이 입사하는 것으로 하여 설명하지만, 이것으로 한정되지 않는다. 리타더 (183) 에 입사하는 펄스광이 제 1 리타더 입사광 (183LI1) 뿐이어도 된다.
- [0079] 리타더 (183) 는, 도 11 등에 나타내는 바와 같이, 입력단 빔 스플리터 (1834A) 를 구비하고 있다. 입력단 빔 스플리터 (1834A) 는, 제 1 리타더 입사광 (183LI1) 과 제 2 리타더 입사광 (183LI2) 을 합성 및 분할한다. 분할된 펄스광은 각각 지연단 (1832) 에 입사한다.
- [0080] 또한, 빔의 합성 및 분할을, 편광을 사용한 빔 스플리터에 의한 것으로 하여 기재했지만 이것으로 한정되지 않고, 하프 미러나 하프 프리즘 등을 사용해도 된다.
- [0081] 지연단 (1832) 은, 지연 광로를 구비하고 있고, 제 1 리타더 입사광 (183LI1) 과 제 2 리타더 입사광 (183LI2) 에 대해, 각각 시간축의 분포를 변화시킨다. 지연단 (1832) 은, 시간축의 분포를 변화시킨 펄스광을 제 1 리타더 출사광 (183LO1) 및 제 2 리타더 출사광 (183LO2) 으로서 분배부 (184) 에 출사한다.
- [0082] 바꾸어 말하면, 리타더 (183) (지연 광학계) 는, 제 1 펄스광이 통과하는 제 1 광로보다 긴 제 2 광로를 제 2 펄스광이 통과하도록 유도한다. 리타더 (183) (지연 광학계) 는, 합성부 (182) (합성 장치) 에 의해 합성된 상기 펄스광의 일부를 분할하여 제 2 광로에 도광한다.
- [0083] 도 8 은, 본 실시형태의 분배부 (184) 의 구성의 일례를 나타내는 도면이다. 분배부 (184) 는, 회전 스위치 (1841) 와 디스트리뷰터 (1842) 를 구비한다. 또한, 동 도면에서는, 제 1 리타더 출사광 (183LO1) 에 대해 설명하고, 제 2 리타더 출사광 (183LO2) 에 대한 설명은 생략하고 있다. 또, 동 도면에서는, 회전 스위치 (1841) 의 도시는 생략되어 있다.
- [0084] 디스트리뷰터 (1842) 는, 복수의 광파이버 (19) 중에서, 펄스광을 입사시키는 광파이버 (19) 를 선택한다. 구체적으로는, 디스트리뷰터 (1842) 는, 소정의 회전수로 회전하는 폴리곤 미러 디바이스를 구비하고 있다. 폴리곤 미러 디바이스는, 리타더 (183) 로부터 입사하는 펄스광을, 회전 각속도에 따른 방향으로 반사시킨다.
- [0085] 폴리곤 미러 디바이스가 회전함으로써, 리타더 (183) 로부터 입사하는 펄스광에 대한 폴리곤 미러 디바이스의 반사면의 각도가 변화한다. 따라서, 리타더 (183) 로부터 입사하여 폴리곤 미러 디바이스의 반사면에 반사된 펄스광의 행선지가, 시각에 따라 변화한다.
- [0086] 폴리곤 미러 디바이스의 회전 각속도는, 펄스광의 발광 타이밍의 시간 간격에 따라 정해져 있다. 예를 들어, 펄스광이 제 1 펄스 (PL1), 제 2 펄스 (PL2), 제 3 펄스 (PL3) 의 순서로 폴리곤 미러 디바이스에 입사하는 경우에, 제 1 펄스 (PL1) 가 제 1 광파이버 (19A) 에 입사하고, 제 2 펄스 (PL2) 가 제 2 광파이버 (19B) 에 입사하고, 제 3 펄스 (PL3) 가 제 3 광파이버 (19C) 에 입사한다.
- [0087] 즉, 분배부 (184) 는, 리타더 (183) 로부터 출사된 펄스광을, 복수의 광파이버 (19) 의 각각에 분배한다. 요컨대, 분배부 (184) 는, 리타더 (183) 로부터 출사된 펄스광을 입사하는 광파이버 (19) 를 시간마다 전환할 수 있다.
- [0088] 회전 스위치 (1841) 는, 도 8 에서는 도시를 생략했지만, 리타더 (183) 와 디스트리뷰터 (1842) 의 사이에 형성되어 있다. 회전 스위치 (1841) 는, 시간 간격 T1 (예를 들어, 시간 t1 로부터 시간 t2 의 사이) 에 폴리곤 미러 디바이스의 제 1 면에 리타더 (183) 로부터 사출된 펄스광을 유도하고, 시간 간격 T2 (예를 들어, 시간 t2 로부터 t3 의 사이) 에 폴리곤 미러 디바이스의 제 2 면에 펄스광을 유도한다. 시간 간격 T3 (예를 들어, 시간 t3 으로부터 t4 의 사이) 에 있어서는, 회전 스위치 (1841) 는, 항상 회전을 하고 있기 때문에, 원래 제 1 면이 위치한 장소에 폴리곤 미러 디바이스의 제 3 면이 이동해 온다. 시간 간격 T4 (예를 들어, 시간 t4 로부터 t5 의 사이) 에 있어서는, 마찬가지로, 제 2 면에 위치한 장소에 폴리곤 미러 디바이스의 제 4 면이 이동해 온다. 요컨대, 시간 간격 T1 에 있어서는 제 1 면과 시간 간격 T3 에 있어서는 제 3 면은, 리타더 (183) 로부터 사출되는 펄스광에 대한 각도가 동일해진다. 또, 시간 간격 T2 에 있어서는 제 2 면과 시간 간격 T4 에 있어서는 제 4 면은, 리타더 (183) 로부터 사출되는 펄스광에 대한 각도가 동일해진다. 요컨대, 회전 스위치 (1841) 는, 어느 시간 간격마다, 펄스광을 유도하는 폴리곤 미러 상의 면을 변경하는 것이다. 시간 간격 T1 에 있어서는 제 1 면에 반사된 펄스광은, 예를 들어, 제 1 광파이버 (19A) 로부터 제 5 광파이버 (19E)

의 순서로 입사된다. 시간 간격 T2 에 있어서의 제 2 면에 반사된 펄스광은, 예를 들어, 도시 생략의 제 6 광파이버 (19F) 로부터 제 10 광파이버 (19J) 의 순서로 입사된다. 시간 간격 T3 에 있어서의 제 3 면에 반사된 펄스광은, 제 1 광파이버 (19A) 로부터 제 5 광파이버 (19E) 의 순서로 입사된다. 시간 간격 T4 에 있어서의 제 4 면에 반사된 펄스광은, 예를 들어, 도시 생략의 제 6 광파이버 (19F) 로부터 제 10 광파이버 (19J) 의 순서로 입사된다. 이와 같이, 회전 스위치 (1841) 는, 어느 시간 간격마다, 펄스광을 유도하는 폴리곤 미러 상의 면을 변경하는 것이다.

[0089] 또한, 분배부 (184) 는, 광로 전환부 (예를 들어, 폴리곤 미러 디바이스) 로부터 펄스광이 출사하는 출사 위치와, 도광부 (예를 들어, 광파이버 (19)) 의 펄스광의 입사 위치가 광학적으로 거의 공액이 되는 위치에, 광로 전환부와 도광부를 마련하고 있어도 된다.

[0090] 또, 분배부 (184) 는, 폴리곤 미러 디바이스가 반사하는 펄스광을 각 광파이버 (19) 의 입사단의 위치에 집광시키는 렌즈 (1843) 를 구비하고 있어도 되고, 또한 릴레이 렌즈를 사용하여 폴리곤 미러 디바이스의 반사면과 광파이버 (19) 의 입사면을 공액으로 해도 상관없다. 바꾸어 말하면, 광원 유닛 (18) 은, 광로 전환부 (예를 들어, 폴리곤 미러 디바이스) 와, 도광부 (예를 들어, 광파이버 (19)) 의 사이에, 광로 전환부로부터 펄스광이 출사하는 출사 위치와 도광부의 상기 펄스광의 입사 위치를 광학적으로 거의 공액으로 하는 릴레이 렌즈를 구비하고 있어도 된다.

[0091] 또, 분배부 (184) 는, 폴리곤 미러 디바이스 대신에, 펄스광의 출사 방향을 약간 진동시키는 갈바노 미러나 음향 광학 변조기 (AOM) 에 의한 광로 변화를 이용해도 된다.

[0092] 광파이버 (19) 는, 디스트리뷰터 (1842) 에 의해 분배된 펄스광을, 조명 모듈 (16) 에 공급한다.

[0093] 복수의 광파이버 (19) 는, 1 개의 공간 광변조기 (201) 에 상이한 광원부 (181) 로부터 사출되는 제 1 펄스광과 제 2 펄스광을 유도하도록 구성되어 있다고 할 수 있다.

[0094] 복수의 광전송부 중 제 1 광전송부는, 복수 형성된 공간 광변조기 (201) 중 제 1 공간 광변조기에 제 1 펄스광과 제 2 펄스광을 유도한다.

[0095] 복수의 광전송부 중 제 2 광전송부는, 복수 형성된 공간 광변조기 (201) 중 제 2 공간 광변조기에 제 1 펄스광과 제 2 펄스광을 유도한다.

[0096] 또, 광원 유닛 (18) 은, 광원 (예를 들어, 광원부 (181)) 의 펄스광의 출사 위치와 광로 전환부 (예를 들어, 디스트리뷰터 (1842)) 에 펄스광이 입사하는 입사 위치가 광학적으로 거의 공액이 되는 위치에, 광원과 광로 전환부를 마련하고 있어도 된다.

[0097] 이와 같이 구성된 광원 유닛 (18) 에 의하면, 광원부 (181) 의 펄스광의 출사 위치와 디스트리뷰터 (1842) 에 펄스광이 입사하는 입사 위치가 공액이기 때문에, 광원부 (181) 의 펄스광의 출사 위치를 조정함으로써, 디스트리뷰터 (1842) 에 펄스광이 입사하는 입사 위치를 용이하게 조정할 수 있다. 따라서, 이와 같이 구성된 광원 유닛 (18) 에 의하면, 광원부 (181) 의 교환 작업이나 위치 조정 작업에 있어서, 디스트리뷰터 (1842) 에 펄스광이 입사하는 입사 위치를 용이하게 조정할 수 있다.

[0098] 도 6 으로 돌아가, 제어부 (21) 는, 광원부 (181) 가 출사하는 펄스광의 상태를 제어한다. 도 9 를 참조하여 광원부 (181) 가 출사하는 펄스광의 일례에 대해 설명한다.

[0099] [광원 유닛 (18) 의 동작]

[0100] 도 9 는, 본 실시형태의 광원부 (181) 가 출사하는 펄스광의 상태의 일례를 나타내는 도면이다. 동 도면 [A] 에는, 종래의 광원부가 출사하는 펄스광의 상태의 일례를 나타낸다. 종래의 광원부는, 펄스폭 20 ns, 주기 200 kHz 의 펄스광을 출사한다.

[0101] 동 도면 [B] 에는, 본 실시형태의 광원부 (181) 가 출사하는 펄스광의 상태의 일례를 나타낸다. 본 실시형태의 광원부 (181) 는, 펄스폭 2 ns, 펄스 간격 20 ns, 펄스수 10, 주기 200 kHz 의 균펄스광을 출사한다.

[0102] 여기서, 본 실시형태의 광원부 (181) 는, 복수의 광원부 (181) 가 서로 다른 타이밍에 균펄스광을 출사한다. 일례로서 제 1 광원부 (181A) 및 제 2 광원부 (181B) 는, 모두, 펄스폭 2 ns, 펄스 간격 20 ns, 펄스수 10, 주기 200 kHz 의 균펄스광을 출사한다. 제 2 광원부 (181B) 는, 제 1 광원부 (181A) 가 출사하는 균펄스광의 펄스 간격 20 ns 의 기간에 있어서, 펄스광을 출사한다.

- [0103] 요컨대, 제 1 광원부 (181A) 의 펄스광의 출사 타이밍과, 제 2 광원부 (181B) 의 펄스광의 출사 타이밍이 서로 어긋나 있다.
- [0104] 일례로서, 제 1 광원부 (181A) 와 제 2 광원부 (181B) 에 대해 설명했지만, 제 1 광원부 (181A) ~ 제 4 광원부 (181D) 의 출사 타이밍이 각각 서로 어긋나 있어도 된다.
- [0105] 즉, 광원 유닛 (18) 은, 복수의 펄스광의 발광 타이밍을 서로 다르게 함으로써, 분배부 (184) 가 분배하는 펄스광의 상태를 서로 다르게 한다.
- [0106] 구체적으로는, 동 도면 [B] 에 나타내는 바와 같이, 제 1 광원부 (181A) 는, 제 1 시간에 제 1 펄스광을 사출한다. 제 2 광원부 (181B) 는, 제 1 시간과는 다른 제 2 시간에 제 2 펄스광을 사출한다.
- [0107] 상기 서술한 바와 같이, 조명 모듈 (16) (조명계) 은, 제 1 펄스광 및 제 2 펄스광을 공간 광변조기 (201) 에 유도하여, 공간 광변조기 (201) 를 조명한다.
- [0108] 제 2 광원부 (181B) 는, 제 1 시간으로부터의 시간 간격이 소정 시간 간격보다 짧아지는 제 2 시간에 제 2 펄스광을 사출한다. 소정 시간 간격이란, 공간 광변조기 (201) 가 DMD 인 경우에는, 마이크로 미러의 온 상태와 오프 상태를 전환하는 주기이다.
- [0109] 제 1 광원부 (181A) 는, 소정 주기에 의해 제 1 펄스광을 연속적으로 사출한다. 제 2 광원부 (181B) 는, 소정 주기에 의해 제 2 펄스광을 연속적으로 사출한다. 소정 주기란, 동 도면 [B] 에 나타내는 균펄스광의 주기 (예를 들어, 주기 200 kHz) 이다. 연속적으로 사출이란, 소정 펄스폭 (예를 들어, 펄스폭 2 ns), 소정 펄스 간격 (예를 들어, 펄스 간격 20 ns), 소정 펄스수 (예를 들어, 펄스수 10) 의 균펄스광으로서 사출하는 것이다.
- [0110] 제 2 광원부 (181B) 는, 연속하는 제 1 펄스광이 제 1 광원부 (181A) 로부터 사출되는 동안의 시간에, 제 2 펄스광을 사출한다. 연속하는 제 1 펄스광이 제 1 광원부 (181A) 로부터 사출되는 동안의 시간이란, 제 1 펄스광의 하나의 균펄스광이 사출되는 동안의 시간 (예를 들어, 200 ns) 이다.
- [0111] 제 1 광원부 (181A) 및 제 2 광원부 (181B) 는, 공간 광변조기 (201) 의 소자가 제어되는 소정 시간 간격보다 짧은 시간 간격이 되는 소정 주기에 의해, 제 1 펄스광과 제 2 펄스광을 각각 연속적으로 사출한다. 즉, 균펄스광의 발진 시간 간격 (앞서 서술한 소정 주기 예를 들어, 주기 200 kHz) 은, 공간 광변조기 (201) 의 복수의 소자가 개별적으로 제어되는 소정 시간 간격 (예를 들어, 10 kHz) 보다 짧은 시간 간격이다.
- [0112] 이와 같이 구성된 광원 유닛 (18) 에 의하면, 복수의 펄스광의 출사 타이밍이 서로 다른 것이 되어, 펄스광의 가간섭성이 저감되기 때문에, 스펙클의 발생을 억제할 수 있다.
- [0113] 또한, 상기 서술한 펄스광의 출사 타이밍은, 제어부 (21) 가 광원부 (181) 를 제어함으로써 조정되어도 된다. 앞서 서술한 제 1 광원부 (181A) ~ 제 8 광원부 (181H) 는, 각각이 종광원을 구비하고 있고, 제어부는, 이 각 종광원을 각각 제어하는 것에 의해, 광원마다 펄스광의 발진 타이밍을 제어할 수 있다. 제어부 (21) 는, 복수의 펄스광의 발광 타이밍을 서로 다르게 함으로써, 공간 광변조기 (201) 상에 있어서의 펄스광의 상태를 서로 다르게 한다. 제어부 (21) 는, 상태 변경부의 일례이다.
- [0114] 또, 상기 서술한 펄스광의 출사 타이밍은, 제어부 (21) 의 제어에 의하지 않고, 광원부 (181) 에 미리 발광 타이밍이 설정되어 있어도 된다.
- [0115] 본 실시형태의 광원부 (181) 는, 복수의 광원부 (181) 가 출사하는 펄스광의 파장이 서로 달라도 된다. 일례로서 복수의 광원부 (181) 의 펄스광의 중심 파장을 수 피코미터로부터 수십 피코미터 정도 다르게 한다. 광원부 (181) 마다 다르게 하는 중심 파장의 어긋남량의 허용치는, 일례로서 그 어긋남량에 기인하여 투영 모듈에서 발생하는 색수차에 의해 정해진다. 허용치가 예를 들어 100 pm, 광원의 수가 5 대이면, 광원마다 20 pm 씩 균등하게 어긋나게 한다. 또한, 어긋나게 하는 양은 균등하지 않아도 된다. 바꾸어 말하면, 색수차에 의해 노광 불량이 발생하지 않는 정도로, 광원부 (181) 마다 중심 파장을 어긋나게 한다. 일례로서 광원부 (181) 는, 동작 환경 온도의 변화에 의해, 출사되는 펄스광의 파장이 변화한다. 복수의 광원부 (181) 는, 서로 동작 환경 온도를 다르게 함으로써, 서로의 펄스광의 파장을 다르게 한다.
- [0116] 또한, 제 1 펄스광과 제 2 펄스광의 중심 파장의 파장차를  $\lambda$  로 하고, 파장차  $\lambda$  에 의해 발생하는 투영 광학계의 색수차를  $\Delta$  로, 투영 광학계의 개구수를 NA 로 할 때,

- [0117]  $\lambda > \Delta \times (NA^2)$
- [0118] 를 만족한다.
- [0119] 또한, 광원 유닛 (18) 은, 광원부 (181) 의 동작 환경 온도를 변화시키는 온도 제어 디바이스 (가온 디바이스 또는 냉각 디바이스, 모두 도시 생략) 를 구비하고 있어도 된다. 또, 온도 제어 디바이스는, 제어부 (21) 의 제어에 기초하여, 광원부 (181) 의 동작 환경 온도를 변화시키는 구성이어도 된다. 이 경우, 제어부 (21) 는, 복수의 광원부 (181) 의 동작 환경 온도를 각각 제어함으로써, 복수의 광원부 (181) 가 각각 출사하는 펄스광의 파장이 서로 다르도록 제어한다.
- [0120] 광원 유닛 (18) 은, 종광의 온도를 적극적으로 주기적으로 변동시킴으로써 파장을 주기적으로 가변하고, 어느 범위 내에서, 파장을 주기적으로 변경할 수도 있다.
- [0121] 광원 유닛 (18) 은, 광원부 (181) 가 출사하는 펄스광의 파장 대역 중 일부의 파장 대역을 투과 가능하게 하는 파장 필터 디바이스 (도시 생략) 를 구비하고 있어도 된다. 또, 파장 필터 디바이스는, 제어부 (21) 의 제어에 기초하여, 투과시키는 펄스광의 파장을 변화시키는 구성이어도 된다. 이 경우, 제어부 (21) 는, 파장 필터 디바이스가 투과시키는 파장 대역을, 복수의 광원부 (181) 에 대해 서로 다르도록 제어함으로써, 복수의 광원부 (181) 가 각각 출사하는 펄스광의 파장이 서로 다르도록 제어한다.
- [0122] 광원 유닛 (18) 은, 상태 변경부의 일례이다. 광원 유닛 (18) (상태 변경부) 은, 복수의 펄스광의 파장을 서로 다르게 함으로써, 분배부 (184) 가 분배하는 펄스광의 상태를 서로 다르게 한다.
- [0123] 예를 들어, 제 1 광원부 (181A) 가 사출하는 펄스광의 파장과 제 2 광원부 (181B) 가 사출하는 펄스광의 파장은 서로 다르다. 제 1 광원부 (181A) 는, 제 2 광원부 (181B) 로부터 사출되는 제 2 펄스광의 파장이 다른 제 1 펄스광을 사출한다.
- [0124] 광원 유닛 (18) 은, 출사되는 펄스광의 파장을 예측하는 파장 예측 디바이스 (도시 생략) 를 구비하고 있어도 된다. 제어부 (21) 는, 파장 예측 디바이스에 의한 펄스광의 파장의 측정 결과에 기초하여, 광원부 (181) 로부터 출사되는 펄스광의 파장을 제어한다.
- [0125] 바꾸어 말하면, 제어부 (21) 는, 복수의 펄스광의 파장을 서로 다르게 함으로써, 공간 광변조기 (201) 상에 있어서의 펄스광의 상태를 서로 다르게 한다. 제어부 (21) 는, 상태 변경부의 일례이다.
- [0126] 이와 같이 구성된 광원 유닛 (18) 에 의하면, 복수의 펄스광의 파장이 서로 다른 것이 되어, 펄스광의 가간섭성이 저감되기 때문에, 스펙클의 발생을 억제할 수 있다.
- [0127] 제 1 펄스광의 파장과 제 2 펄스광의 파장이 서로 다른 경우에 대해 설명했지만, 이것으로 한정되지 않는다. 제 1 펄스광의 위상 상태와 제 2 펄스광의 위상 상태가 서로 다른 구성이어도 된다. 이 경우, 조명계는, 제 1 펄스광 또는 제 2 펄스광의 적어도 일방의 위상 상태를 변화시키는 위상 변화부를 갖고 있어도 된다.
- [0128] 도 6 으로 돌아가, 제어부 (21) 는, 분배부 (184) 를 제어함으로써, 펄스광이 광파이버 (19) 에 입사하는 위치를 제어한다. 도 10 을 참조하여 펄스광이 광파이버 (19) 에 입사하는 위치의 제어의 일례에 대해 설명한다.
- [0129] 도 10 은, 본 실시형태의 펄스광이 광파이버 (19) 에 입사하는 위치의 일례를 나타내는 도면이다.
- [0130] 상기 서술한 바와 같이, 디스트리뷰터 (1842) (예를 들어, 폴리곤 미러 디바이스) 에는, 리타더 (183) 로부터 펄스광 (예를 들어, 제 1 리타더 출사광 (183L01)) 이 입사한다. 디스트리뷰터 (1842) 에 입사한 제 1 리타더 출사광 (183L01) 은, 폴리곤 미러 디바이스에 대한 입사 각도와, 입사한 타이밍에 있어서의 반사경의 각도에 기초하는 방향으로 반사된다. 입사한 타이밍에 있어서의 반사경의 각도는, 폴리곤 미러 디바이스의 회전 속도 (각속도) 가 변화함으로써 변화한다.
- [0131] 예를 들어, 디스트리뷰터 (1842) 의 회전 속도가 소정의 각속도이면, 디스트리뷰터 (1842) 에 의해 반사된 제 1 리타더 출사광 (183L01) 은, 광파이버 (19) 의 위치 P1 에 입사한다. 디스트리뷰터 (1842) 의 회전 속도가 소정의 각속도보다 느린 경우에는, 디스트리뷰터 (1842) 에 의해 반사된 제 1 리타더 출사광 (183L01) 은, 광파이버 (19) 의 위치 P2 에 입사한다. 디스트리뷰터 (1842) 의 회전 속도가 소정의 각속도보다 빠른 경우에는, 디스트리뷰터 (1842) 에 의해 반사된 제 1 리타더 출사광 (183L01) 은, 광파이버 (19) 의 위치 P3 에 입사한다.

- [0132] 여기서는, 파이버에 입사하는 위치 변화를 기재했지만, 예를 들어, 폴리곤 미러 디바이스의 반사면과 파이버 입사구를 렌즈에 의해 공액으로 해도 된다. 바꾸어 말하면, 분배부 (184) 는, 광로 전환부 (예를 들어, 폴리곤 미러 디바이스) 로부터 펄스광이 출사하는 출사 위치와, 도광부 (예를 들어, 광파이버 (19)) 의 펄스광의 입사 위치가 광학적으로 거의 공액이 되는 위치에, 광로 전환부와 도광부를 마련하고 있어도 된다. 이와 같이 구성된 광원 유닛 (18) 에 의하면, 파이버의 입사 위치는 거의 변하지 않지만, 파이버에 대한 입사 각도를 변화시킬 수도 있다.
- [0133] 요컨대, 폴리곤 미러 디바이스의 회전 속도 (각속도) 가 변화함으로써, 펄스광의 광파이버 (19) 에 대한 입사 위치 및 입사각이 변화한다.
- [0134] 펄스광의 광파이버 (19) 에 대한 입사 위치 및 입사각이 변화하면, 광파이버 (19) 내를 도광하는 펄스광의 경로가 변화하고, 펄스광의 시간적 특성이 변화한다.
- [0135] 제어부 (21) 는, 폴리곤 미러 디바이스의 회전 속도를 변화시키고, 광파이버 (19) 내를 도광하는 펄스광의 경로를 변화시킴으로써, 조명 모듈 (16) 로부터 출사되는 펄스광의 시간적 특성을 변화시킨다.
- [0136] 즉, 광원 유닛 (18) 은, 분배부 (184) 에 의한 펄스광의 분배 타이밍을 각각 다르게 함으로써, 분배부 (184) 가 분배하는 펄스광의 상태를 서로 다르게 한다.
- [0137] 예를 들어, 조명계는, 제 1 펄스광과 제 2 펄스광을 공간 광변조기 (201) 에 유도하는 광전송부를 구비한다. 상기 서술한 광파이버 (19) 는, 광전송부의 일례이다. 위상 변화부는, 광전송부 (예를 들어, 광파이버 (19)) 에 입사되는 제 1 펄스광 및 제 2 펄스광의 입사 각도를 조정한다. 상기 서술한 회전 속도 (각속도) 가 변화하는 폴리곤 미러 디바이스는, 위상 변화부의 일례이다.
- [0138] 바꾸어 말하면, 조명계는, 광로 전환부를 구비하고 있다. 광로 전환부는, 합성된 펄스광의 광로를 전환하여, 복수 형성된 마스크에 차례로 유도한다. 폴리곤 미러 디바이스는 광로 전환부의 일례이다. 또한, 상기 서술한 바와 같이, 마스크란, 포토마스크여도 되고, 공간 광변조기여도 된다.
- [0139] 조명계가, 합성된 펄스광의 광로를 전환하여, 복수 형성된 마스크에 차례로 유도하는 광로 전환부를 갖는 경우에 있어서, 제어부 (21) 는, 광로 전환부에 의한 펄스광의 분배 타이밍을 각각 다르게 함으로써, 공간 광변조기 (201) 상에 있어서의 펄스광의 상태를 서로 다르게 한다. 제어부 (21) 에 의한 광로 전환부에 의한 펄스광의 분배 타이밍 제어는, 상태 변경부의 일례이다.
- [0140] 즉, 조명계는, 제 1 광원부 (181A) 및 제 2 광원부 (181B) 로부터 순차 발진된 제 1 펄스광 및 제 2 펄스광의 광로를 전환하여, 복수 형성된 광전송부 (예를 들어, 광파이버 (19)) 에 차례로 유도하는 광로 전환기를 갖는다. 상기 서술한 폴리곤 미러 디바이스는, 광로 전환기의 일례이다.
- [0141] 광로 전환기는, 제 1 펄스광 및 제 2 펄스광을 반사하는 반사면을 갖고, 제 1 펄스광 및 제 2 펄스광에 대한 반사면의 입사 각도를 변경하여 광로를 전환한다.
- [0142] 위상 변화부는, 광전송부에 입사되는 제 1 펄스광 및 제 2 펄스광의 입사 각도를 조정하도록, 광로 전환기를 제어한다.
- [0143] 또한, 위상 변화부는, 공간 광변조기 (201) 에 입사되는 광을 확산하는 확산판을 갖고 있어도 된다. 또, 위상 변화부는, 광파이버 (19) 자체를 흔들으로써, 위상 변화를 일으켜도 된다.
- [0144] 상기 서술한 바와 같이, 노광 장치 (1) 는, 제 1 펄스광 및 제 2 펄스광에 의해 조명된 복수의 공간 광변조기 (201) 로부터 각각 출사되는 광을 기관에 조사함으로써, 상기 기관을 분할 노광하는 투영 광학계를 구비한다.
- [0145] 이와 같이 구성된 광원 유닛 (18) 에 의하면, 복수의 펄스광의 시간적 특성이 서로 다른 것이 되어, 펄스광의 가간섭성이 저감되기 때문에, 스펙클의 발생을 억제할 수 있다.
- [0146] 또한, 각 파이버 (19) 의 입사단의 직전에 확산판을 배치해도 된다. 확산판은, 펄스광을 확산하고, 펄스광의 파이버에 대한 입사 위치, 입사 각도를 변화시킬 수 있기 때문에, 펄스광의 위상이나 파면을 변경할 수 있다. 확산된 펄스광은 서로 겹쳐, 평균화된다. 그 때문에, 같은 파이버 (19) 에 입사되는 펄스광마다 위상, 파면, 강도 등을 변경할 수 있다.
- [0147] 또한 확산판은, 회전 이동 및/또는 병진 이동시키는 기구를 구비하고 있어도 된다. 기구는, 확산판 상에서 펄스광이 통과하는 위치를 변경함으로써, 펄스광이 확산되는 상태를 변경하고, 파이버에 대한 펄스광의 입사 위

치나 입사 각도를 변경시킬 수 있다. 기구는, 1 번째의 펄스가 통과한 후, 2 번째의 펄스가 통과하기 전에, 확산판을 이동시키면, 펄스광끼리의 위상이나 파면을 변경할 수 있다. 이와 같이 펄스광마다 위상이나 파면 확산판의 이동은, 1 펄스마다 실시해도 되고, 복수 펄스마다 실시해도 된다. 또, 확산판은, 파이버 (19) 마다가 아니라, 복수의 파이버에 대해 1 개 설치하도록 해도 된다.

[0148] 또한, 폴리곤 미러 디바이스의 회전 속도 (각속도) 를 변화시켜, 펄스광의 광파이버 (19) 에 대한 입사 위치를 변화시켰지만, 이것으로 한정되지 않는다. 폴리곤 미러 디바이스의 회전 속도를 일정하게 하고, 광파이버 (19) 의 입사단을 이동시켜, 펄스광이 입사되는 위치를 어긋나도록 해도 된다. 또한, 폴리곤 미러 디바이스의 회전 속도를 변화시키면서, 광파이버 (19) 의 입사단을 이동시키도록 해도 된다.

[0149] 또한, 확산판은, 광파이버 (19) 의 사출단에 형성되어도 된다. 또, 확산판은, 각 광원의 사출단에 형성되어도 된다.

[0150] [리타더 (183) 의 구성]

[0151] 상기 서술한 바와 같이, 리타더 (183) 는, 리타더 입사광 (183LI) 을 분할·합성함으로써, 펄스광의 상태가 변화한 리타더 출사광 (183LO) 을 출사한다.

[0152] 구체적으로는, 리타더 (183) 는, 입사한 펄스광을 복수 (예를 들어 2 개) 로 분할하고, 분할된 일방의 펄스광의 광로 길이를, 타방의 펄스광의 광로 길이보다 길게 함으로써, 펄스폭에 상당하는 지연을 펄스광에 발생시킨다.

리타더 (183) 는, 분할된 펄스광끼리를 합성함으로써, 입사한 펄스광에 대해 상태가 변화한 펄스광을 출사한다. 도 11 을 참조하여 리타더 (183) 의 구체적인 구성에 대해 설명한다.

[0153] 도 11 은, 본 실시형태의 리타더 (183) 의 구성의 개요를 나타내는 도면이다. 일례로서 동 도면에는, 9 개의 빔 스플리터 (예를 들어, 하프 프리즘) 가 직렬로 배치된, 8 단 구성의 리타더 (183) 를 나타낸다. 리타더 (183) 는, 입력단 (1831) 과 지연단 (1832) 을 구비한다. 입력단 (1831) 은, 입력단 빔 스플리터 (1834A) 를 구비한다.

[0154] 입력단 빔 스플리터 (1834A) 는, 상기 서술한 9 개의 빔 스플리터 중, 합성부 (182) 로부터 출사되는 펄스광 (리타더 입사광 (183LI)) 이 최초로 입사하는 빔 스플리터이다. 입력단 빔 스플리터 (1834A) 는, 입사하는 펄스광을 분할하고, 그 일방을 입력단 미러 (1835) 에, 타방을 2 단계의 빔 스플리터에 출사한다. 입력단 미러 (1835) 에 의해 반사된 펄스광은 2 단계의 빔 스플리터에 입사한다. 또한, 이하의 설명에 있어서, 프리즘 미러 (예를 들어, 입력단 미러 (1835)) 를 경유하는 광로를 지연 광로라고 하고, 프리즘 미러를 경유하지 않는 광로를 비지연 광로라고도 한다.

[0155] 2 단계의 빔 스플리터에는, 입력단 빔 스플리터 (1834A) 로부터 출사된 펄스광 (요컨대, 비지연 광로를 경유하고, 지연되고 있지 않은 펄스광) 과, 입력단 미러 (1835) 에 의해 반사된 펄스광 (요컨대, 지연 광로를 경유하고, 지연된 펄스광) 이 각각 입사한다. 2 단계의 빔 스플리터에 있어서, 지연되고 있지 않은 펄스광과 지연된 펄스광이 합성되고, 나아가 지연 광로와 비지연 광로로 분할된다.

[0156] 상기 서술한 바와 같이, 리타더 (183) 가 구비하는 빔 스플리터는, 펄스광의 일부를 투과하고, 다른 일부를 반사함으로써, 펄스광을 합성 또는 분할한다. 즉, 리타더 (183) (지연 광학계) 는, 펄스광의 일부를 투과하고, 다른 일부를 반사함으로써, 펄스광을 합성 또는 분할한다.

[0157] 또, 빔 스플리터 (예를 들어, 하프 프리즘) 는, 펄스광의 편광의 상태 (예를 들어, p 편광과 s 편광) 에 의하지 않고, 펄스광을 투과 또는 반사한다. 리타더 (183) 는, 빔 스플리터에 의해, 펄스광을 합성 또는 분할한다.

[0158] 리타더 (183) (지연 광학계) 는, 합성부 (182) 가 합성한 펄스광을 분할하고, 분할한 각각의 펄스광의 일부를 지연시킨다. 즉, 리타더 (183) (지연 광학계) 는, 합성부 (182) 가 합성한 펄스광의 일부를 지연시킨다.

[0159] 보다 구체적으로는, 리타더 (183) (지연 광학계) 는, 펄스광의 일부를 분할하여 지연 광로에 도광하고, 지연 광로에 도광한 펄스광의 일부를, 분할한 펄스광의 다른 일부와 합성함으로써, 펄스광의 시간 특성을 변화시킨다.

리타더 (183) (지연 광학계) 는, 복수의 광원으로부터 각각 출사되는 펄스광을 합성하고, 합성한 펄스광의 일부를 분할하여 지연 광로에 도광한다.

[0160] 리타더 (183) 의 8 단계까지, 펄스광의 분할과 합성을 반복하면, 1 개의 펄스광 (동 도면 [B] 를 참조.) 이, 2 의 8 승 (요컨대, 256) 개의 준펄스광 (동 도면 [C] 를 참조.) 으로 변환된다.

[0161] 즉, 조명계는, 제 1 펄스광 및 제 2 펄스광의 각각을, 2 개의 펄스광으로 분할하는 분할부와, 분할부를 거친 일

방의 펄스광을 제 1 광로를 따라 유도함과 함께 분할부를 거친 타방의 펄스광을 제 1 광로보다 긴 제 2 광로를 따라 유도하는 도광 광학계를 갖는다.

- [0162] 광학계는, 펄스광을, 제 1 펄스광과 제 2 펄스광으로 분할하는 분할부와, 제 1 펄스광이 통과하는 제 1 광로보다 긴 제 2 광로에 제 2 펄스광을 유도하는 지연 광학계와, 제 1 펄스광과 지연 광학계를 통과한 제 2 펄스광을 합성하는 합성부를 갖는다.
- [0163] 조명계는, 합성부에서 합성된 제 1 펄스광 및 제 2 펄스광을 마스크로 유도하여, 마스크를 조명한다. 또한, 상기 서술한 바와 같이, 마스크란, 포토마스크여도 되고, 공간 광변조기여도 된다.
- [0164] 이와 같이 구성된 광원 유닛 (18) 에 의하면, 복수의 펄스광의 시간적 특성이 서로 다른 것이 되어, 펄스광의 가간섭성이 저감되기 때문에, 스펙클의 발생을 억제할 수 있다.
- [0165] 또한, 동 도면 [A] 에는, 1 단계에서 3 단계까지를 프리즘 미러에 의해 지연 광로를 구성하고, 4 단계에서 8 단계까지를 투과율이 비교적 높은 광파이버 (1835A) 에 의해 지연 광로를 구성하는 리타더 (183) 를 예시했지만, 이것으로 한정되지 않는다.
- [0166] 또, 동 도면 [A] 에는, 리타더 (183) 에 1 종류의 펄스광이 입사하는 경우에 대해 설명했지만, 이것으로 한정되지 않는다. 2 종류의 펄스광이 입사하는 리타더 (183) 에 대해, 도 12 를 참조하여 설명한다.
- [0167] 도 12 는, 본 실시형태의 리타더 (183) 의 구성의 제 1 변형예를 나타내는 도면이다. 동 도면에는, 일례로서 6 개의 빔 스플리터 (예를 들어, 하프 프리즘) 가 직렬로 배치된 5 단 구성의 리타더 (183) 를 나타낸다.
- [0168] 본 변형예의 리타더 (183) 는, 제 1 리타더 입사광 (183LI1) 과 제 2 리타더 입사광 (183LI2) 의 2 종류의 펄스광이, 입력단 빔 스플리터 (1834A) 에 입사한다.
- [0169] 최종단 빔 스플리터 (1834B) 는, 제 1 리타더 출사광 (183L01) 과 제 2 리타더 출사광 (183L02) 을 각각 출사한다.
- [0170] 상기 서술한 바와 같이, 리타더 (183) (지연 광학계) 는, 예를 들어, 제 1 리타더 출사광 (183L01) 과 제 2 리타더 출사광 (183L02) 의 복수의 경로에 의해 펄스광을 출사한다. 리타더 (183) (지연 광학계) 는, 경로에 대응하는 복수의 분배부 (184) 에 대해 펄스광을 각각 출사한다. 즉, 본 변형예의 리타더 (183) 는, 2 입력 - 2 출력이다.
- [0171] 바꾸어 말하면, 리타더 (183) (지연 광학계) 가 구비하는 최종단 빔 스플리터 (1834B) 는, 복수의 경로에 의해 펄스광을 출사한다. 펄스광은 각각의 경로에 대응하는 복수의 분배부 (184) (광로 전환부) 에 도광된다. 즉, 지연 광학계는, 복수의 경로에 의해 펄스광을 출사하는 것으로서, 경로에 대응하는 복수의 광로 전환부에 대해 상기 펄스광을 각각 출사한다. 또한, 복수의 광로 전환부는, 복수의 디스트리뷰터 (1842) 에 의해 구성되어 있어도 되고, 1 개의 디스트리뷰터 (1842) 의 서로 다른 반사면에 의해 구성되어 있어도 된다.
- [0172] 도 13 은, 본 실시형태의 리타더 (183) 의 구성의 제 2 변형예를 나타내는 도면이다. 동 도면에는, 6 개의 빔 스플리터가 직렬로 배치된 5 단 구성의 리타더 (183) 를 일례로서 나타낸다.
- [0173] 본 변형예의 리타더 (183) 는, 5 단계의 지연 광로가 미러 사이를 주회하도록 구성되어 있다. 구체적으로는, 본 변형예의 리타더 (183) 는, 제 1 주회 미러 (1835A), 제 2 주회 미러 (1835B), 제 3 주회 미러 (1835C) 및 제 4 주회 미러 (1835D) 를 구비하고 있다. 제 1 주회 미러 (1835A) ~ 제 4 주회 미러 (1835D) 는, 5 단계의 지연 광로를 구성한다.
- [0174] 동 도면에 나타내는 바와 같이, 리타더 (183) 는, 제 2 펄스광을 반사하는 반사부 (예를 들어, 제 1 주회 미러 (1835A)) 와 반사된 제 2 펄스광을 다시 반사부에 입사하는 광학 부재를 갖는다.
- [0175] 광학 부재는, 반사 부재 (예를 들어, 제 2 주회 미러 (1835B) ~ 제 4 주회 미러 (1835D)) 를 갖는다. 반사 부재 (예를 들어, 제 2 주회 미러 (1835B) ~ 제 4 주회 미러 (1835D)) 는, 반사부 (예를 들어, 제 1 주회 미러 (1835A)) 에 반사된 제 2 펄스광을 반사하고, 제 2 펄스광을 반사부에 입사한다.
- [0176] 요컨대, 리타더 (183) 는, 반사부가 반사한 펄스광을, 다시 반사부에 도광하는 광학 부재를 구비하고 있다. 리타더 (183) 는, 이들 반사부와 광학 부재에 의해, 펄스광의 광로를 반사부와 광학 부재의 사이에서 주회 (예를 들어, 소용돌이 형상으로 주회) 시킨다.
- [0177] 이와 같이 구성된 리타더 (183) 에 의하면, 지연 광로의 광로 길이를 보다 길게 하면서 (요컨대, 스펙클 저감

성능을 향상시키면서), 장치가 대형화하는 것을 억제할 수 있다.

- [0178] 또한, 리타더 (183) 는, 빔 스플리터 (1834C) 를 구비하고 있어도 된다. 빔 스플리터 (1834C) 는, 제 1 주회 미러 (1835A) ~ 제 4 주회 미러 (1835D) 에 의한 펄스광의 주회 광로에 배치되고, 주회하는 펄스광의 일부를 주회 광로에, 다른 일부를 최종단 빔 스플리터 (1834B) 에, 각각 도광한다.
- [0179] 이와 같이 구성된 리타더 (183) 에 의하면, 광로 길이가 서로 다른 복수의 펄스광의 종류를 더욱 늘릴 수 있기 때문에, 장치의 대형화를 억제하면서, 스펙클 저감 성능을 더욱 향상시킬 수 있다.
- [0180] 도 14 는, 본 실시형태의 리타더 (183) 의 구성의 제 3 변형예를 나타내는 도면이다. 동 도면에는, 5 개의 빔 스플리터가 직렬로 배치된 4 단 구성의 리타더 (183) 를 일례로서 나타낸다. 본 변형예의 리타더 (183) 는, 릴레이 렌즈 (1836) 와 집광경 (1837) 을 구비하고 있고, 지연 광로가 다이슨 광학계를 사용하여 구성되어 있다.
- [0181] 보다 구체적으로는, 제 1 단 리타더 (183A) 에 있어서, 입력단 빔 스플리터 (1834A) 에 의해 반사된 펄스광은, 릴레이 렌즈 (1836) 를 개재하여 집광경 (1837) 에 의해 반사되고, 다시 릴레이 렌즈 (1836) 를 개재하여 제 2 단 빔 스플리터 (1834-2) 에 입사한다. 제 2 단 리타더 (183B) ~ 제 5 단 리타더 (183E) 에 있어서도, 제 1 단 리타더 (183A) 와 마찬가지로 집광과 반사를 반복함으로써, 지연 광로를 구성한다.
- [0182] 입력단 빔 스플리터 (1834A) 가, 제 1 펄스광과 제 2 펄스광으로 분할하는 분할부로서 기능한다. 릴레이 렌즈 (1836) 와 집광경 (1837) 이, 제 1 펄스광이 통과하는 제 1 광로보다 긴 제 2 광로에 제 2 펄스광을 유도하는 지연 광학계로서 기능한다. 제 2 단 빔 스플리터 (1834-2) 가, 제 1 펄스광과 지연 광학계 (릴레이 렌즈 (1836) 및 집광경 (1837)) 를 통과한 제 2 펄스광을 합성하는 합성부로서 기능한다.
- [0183] 상기 서술한 바와 같이, 릴레이 렌즈 (1836) 는, 집광경 (1837) 의 표면의 위치를 후초점으로 한다. 이 후초점은, 제 1 단 리타더 (183A) 로부터 입사하는 펄스광의 초점이고, 제 2 단 리타더 (183B) 에 출사되는 펄스광의 초점이기도 하다. 요컨대, 릴레이 렌즈 (1836) 는, 제 1 단 리타더 (183A) 로부터 입사하는 펄스광과, 제 2 단 리타더 (183B) 에 출사되는 펄스광을, 공통의 초점에 의해 도광한다. 요컨대, 릴레이 렌즈 (1836) 에 대해, 제 1 단 리타더 (183A) 의 분할면과 제 2 단 리타더 (183B) 의 분할면이 공액이다.
- [0184] 여기서, 제 1 단 리타더 (183A) 를 제 1 분할 합성부라고도 한다. 또, 제 2 단 리타더 (183B) 를 제 2 분할 합성부라고도 한다.
- [0185] 즉, 리타더 (183) (지연 광학계) 는, 복수의 빔 스플리터 (분할 합성부) 중, 펄스광을 제 1 펄스광과 제 2 펄스광으로 분할하여 제 1 펄스광을 지연 광로에 도광하는 제 1 단 리타더 (183A) (제 1 분할 합성부) 의 분할면과 지연 광로로부터 출사되는 제 1 펄스광과 제 2 펄스광을 합성하는 제 2 단 리타더 (183B) (제 2 분할 합성부) 의 분할면이 공액이다.
- [0186] 또한, 쌍방의 펄스광을 거의 평행한 광로로 간주할 수 있는 경우에는, 특히 광로 길이차가 짧은 경우에는, 제 1 단 리타더 (183A) (제 1 분할 합성부) 의 분할면과 제 2 단 리타더 (183B) (제 2 분할 합성부) 의 분할면이, 엄밀하게 공액 관계일 필요는 없다. 이 경우에는, 일방의 펄스광에 대해 소정의 거리를 지연시키도록 배치하면 된다.
- [0187] 릴레이 렌즈 (1836) 를 광학 부재라고도 한다. 집광경 (1837) 을 반사부라고도 한다.
- [0188] 즉, 리타더 (183) (지연 광학계) 는, 릴레이 렌즈 (1836) (광학 부재) 와 집광경 (1837) (반사부) 을 구비한다.
- [0189] 집광경 (1837) (반사부) 은, 제 1 단 리타더 (183A) (제 1 분할 합성부) 로부터 출사되는 제 1 펄스광을 제 2 단 리타더 (183B) (제 2 분할 합성부) 의 방향으로 반사한다.
- [0190] 릴레이 렌즈 (1836) (광학 부재) 는, 제 1 단 리타더 (183A) (제 1 분할 합성부) 및 제 2 단 리타더 (183B) (제 2 분할 합성부) 와의 사이의 광로 상에 배치되고, 제 1 단 리타더 (183A) (제 1 분할 합성부) 로부터 출사되는 제 1 펄스광을 집광경 (1837) (반사부) 에 입사시키고, 집광경 (1837) (반사부) 에 의해 반사되는 제 1 펄스광을 제 2 단 리타더 (183B) (제 2 분할 합성부) 에 입사시킨다.
- [0191] 바꾸어 말하면, 리타더 (183) (지연 광학계) 는, 반사부 (예를 들어, 집광경 (1837)) 와 광학 부재 (예를 들어, 릴레이 렌즈 (1836)) 를 구비하고 있다. 반사부는, 제 2 펄스광을 반사하여 합성부 (예를 들어, 제 2 단 빔 스플리터 (1834-2)) 에 도광한다. 광학 부재는, 분할부 (예를 들어, 입력단 빔 스플리터 (1834A)) 와 반사부의 사이, 또한, 반사부와 합성부의 사이에 배치되고, 제 2 펄스광을 반사부에 입사시키고, 반사부에 의해 반

사된 제 2 펄스광을 합성부에 입사시킨다.

- [0192] 리타더 (183) (지연 광학계) 는, 펄스광을 제 1 펄스광과 제 2 펄스광으로 분할하는 분할부 (예를 들어, 입력단 빔 스플리터 (1834A)) 의 분할면과, 제 1 광로를 통과한 제 1 펄스광과 제 2 광로를 통과한 제 2 펄스광을 합성하는 합성부 (예를 들어, 제 2 단 빔 스플리터 (1834-2)) 의 합성면이, 광학적으로 공액이 되는 위치에, 분할부와 합성부를 형성한다.
- [0193] 상기 서술한 바와 같이, 리타더 (183) (지연 광학계) 는, 제 1 단 리타더 (183A) 와 제 2 단 리타더 (183B) 의 적어도 2 단 구성으로 되어 있다. 바꾸어 말하면, 리타더 (183) (지연 광학계) 는, 제 2 펄스광의 진행 방향을 축으로 하여 대향하는 위치에, 릴레이 렌즈 (1836) (광학 부재) 가 적어도 2 개 배치된다. 이들 복수의 광학 부재 중, 일방의 광학 부재의 광축과 타방의 광학 부재의 광축이, 축방향으로 이간되어 있다.
- [0194] 즉, 반사부는, 제 1 반사부와 제 2 반사부를 갖는다. 광학 부재는, 분할부에서 분할된 제 2 펄스광을 제 1 반사부에 입사하는 제 1 광학 부재와, 제 1 반사부에 반사된 제 2 펄스광을 제 2 반사부에 입사하는 제 2 광학 부재를 갖는다. 제 1 광학 부재 및 제 2 광학 부재는, 서로의 광축이 이간되어 배치된다.
- [0195] 동 도면에 나타내는 바와 같이, 반사부 (예를 들어, 집광경 (1837)) 는, 광학 부재 (예를 들어, 릴레이 렌즈 (1836)) 의 초점 위치가, 제 2 펄스광을 반사하는 반사면이 되는 위치에 형성된다.
- [0196] 반사부 (예를 들어, 집광경 (1837)) 는, 반사부에 입사하는 제 2 펄스광이 통과하는 광학 부재 내의 위치와는 다른 위치에, 제 2 펄스광이 입사하도록 제 2 펄스광을 반사시킨다. 즉, 제 2 반사부는, 제 2 펄스광을 반사시키고, 제 2 광학계를 개재하여, 제 2 펄스광을 다시 제 1 반사부에 도광한다. 반사부는, 제 3 반사부를 갖는다. 광학 부재는, 제 3 광학 부재를 갖는다. 제 2 반사부는, 제 2 펄스광을 반사시키고, 제 2 광학계 및 제 3 광학계를 개재하여, 제 3 반사부에 제 2 펄스광을 도광한다.
- [0197] 리타더 (183) 의 제 2 단 빔 스플리터 (1834-2) 는, 펄스광의 분할부의 기능과 합성부의 기능을 겸하고 있다. 제 2 단 빔 스플리터 (1834-2) (합성부) 는, 제 1 펄스광을 제 3 펄스광과 제 4 펄스광으로 분할하고, 제 2 펄스광을 제 5 펄스광과 제 6 펄스광으로 분할한다.
- [0198] 도 15 는, 본 실시형태의 리타더 (183) 의 구성의 제 4 변형예를 나타내는 도면이다. 동 도면에는, 6 개의 빔 스플리터가 직렬로 배치된 5 단 구성의 리타더 (183) 를 일례로서 나타낸다. 본 변형예의 리타더 (183) 는, 제 1 단 리타더 (183A) ~ 제 5 단 리타더 (183E) 를 포함한다. 제 1 단 리타더 (183A) ~ 제 5 단 리타더 (183E) 는, 각각 릴레이 렌즈 (1836) 와 집광경 (1837) 을 구비하고 있고, 다이슨 광학계를 사용하여 구성되어 있다.
- [0199] 보다 구체적으로는, 제 1 단 리타더 (183A) 에 있어서, 입력단 빔 스플리터 (1834A) 에 의해 반사된 펄스광은, 릴레이 렌즈 (1836) 를 개재하여 집광경 (1837) 에 의해 반사되고, 다시 릴레이 렌즈 (1836) 를 개재하여 제 2 단 빔 스플리터 (1834-2) 에 입사한다. 제 2 단 리타더 (183B) ~ 제 5 단 리타더 (183E) 에 있어서도, 제 1 단 리타더 (183A) 와 마찬가지로 집광과 반사를 반복함으로써, 지연 광로를 구성한다.
- [0200] 지연 광로의 광로 길이는, 리타더 (183) 의 단수를 거칠 때마다 지수적으로 증가한다. 본 변형예의 리타더 (183) 는, 제 3 단 리타더 (183C) 이후의 단에 있어서, 복수의 릴레이 렌즈 (1836) 와 집광경 (1837) 을 구비하고, 광로를 리타더폭 (183W) 의 방향으로 되접어 꺾는 구성을 갖는다. 이와 같이 구성된 리타더 (183) 에 의하면, 리타더폭 (183W) 방향의 치수의 증가를 억제하면서, 보다 긴 광로 길이의 지연 광로를 구성할 수 있다.
- [0201] 동 도면에는, 리타더 (183) 의 각 단이 다이슨 광학계를 사용하여 구성되어 있는 경우에 대해 나타낸다. 즉, 리타더 (183) 는, 빔 스플리터 (1834) (분할부) 를 통과한 제 2 펄스광을 반사부 (도 14 의 집광경 (1837) 에 상당.) 에 집광하는 렌즈 (도 14 의 릴레이 렌즈 (1836) 에 상당.) 를 갖고 있다. 렌즈는, 집광경 (반사 부재) 에서 반사된 제 2 펄스광을, 다음 단의 반사경 (반사 부재) 에 유도한다.
- [0202] 또한, 리타더 (183) 의 각 단이 다이슨 광학계를 사용하여 구성되어 있지 않아도 된다. 리타더 (183) 는, 단마다, 도 14 등에 나타낸 다이슨 광학계에 의한 지연 광로와, 도 12 등에 나타낸 프리즘 미러에 의한 지연 광로를 교대로 사용하여 구성되어 있어도 된다.
- [0203] 이 경우, 리타더 (183) 는, 빔 스플리터 (분할부) 를 통과한 제 2 펄스광을, 집광경에 집광하는 릴레이 렌즈 (렌즈부) 를 갖고 있다. 릴레이 렌즈는, 집광경에서 반사된 제 2 펄스광을, 다음 단의 빔 스플리터에 유도한다. 다음 단의 빔 스플리터는, 제 2 펄스광을 프리즘 미러 (반사부) 에 유도한다.

- [0204] 또, 광로의 되집어 꺾은 수가 증가하는 후단의 리타더 (183) (예를 들어, 제 5 단 리타더 (183E)) 는, 도 16 에 나타내는 구성으로 할 수 있다.
- [0205] 도 16 은, 본 실시형태의 리타더 (183) 의 구성의 제 5 변형예를 나타내는 도면이다. 동 도면에는 도 15 에 나타내는 제 5 단 리타더 (183E) 대신에 채용되는, 다이슨 광학계에 의한 지연 광로의 일례를 나타낸다.
- [0206] 본 변형예의 제 5 단 리타더 (183E) 는, 제 1 릴레이 렌즈 (1836A), 제 1 집광경 (1837A), 제 2 릴레이 렌즈 (1836B) 및 제 2 집광경 (1837B) 을 구비한다.
- [0207] 제 1 집광경 (1837A) 은, 제 1 릴레이 렌즈 (1836A) 의 후초점 위치에 배치된다. 제 1 릴레이 렌즈 (1836A) 에 입사한 제 1 광 (L1) 은, 제 1 집광경 (1837A) 에 의해 반사되어, 제 2 광 (L2) 으로서 다시 제 1 릴레이 렌즈 (1836A) 에 입사한다. 제 1 릴레이 렌즈 (1836A) 에 입사한 제 2 광 (L2) 은, 제 2 릴레이 렌즈 (1836B) 에 입사한다.
- [0208] 제 2 집광경 (1837B) 은, 제 2 릴레이 렌즈 (1836B) 의 후초점 위치에 배치된다. 제 2 릴레이 렌즈 (1836B) 에 입사한 제 2 광 (L2) 은, 제 2 집광경 (1837B) 에 의해 반사되어, 제 3 광 (L3) 으로서 다시 제 2 릴레이 렌즈 (1836B) 에 입사한다. 제 2 릴레이 렌즈 (1836B) 에 입사한 제 3 광 (L3) 은, 제 1 릴레이 렌즈 (1836A) 에 입사한다.
- [0209] 제 1 릴레이 렌즈 (1836A) 에 입사한 제 3 광 (L3) 은, 제 1 집광경 (1837A) 에 의해 반사되어, 제 4 광 (L4) 으로서 다시 제 1 릴레이 렌즈 (1836A) 에 입사한다.
- [0210] 제 2 릴레이 렌즈 (1836B) 의 광축 (AX2) 은, 제 1 릴레이 렌즈 (1836A) 의 광축 (AX1) 에 대해, 빔 스플리터 (1834) 의 배열 방향 (도 15 및 도 16 에 나타내는 방향 D1) 으로 오프셋하여 배치된다.
- [0211] 제 3 광 (L3) 이 제 1 릴레이 렌즈 (1836A) 에 입사하는 위치는, 제 1 광 (L1) 이 제 1 릴레이 렌즈 (1836A) 에 입사하는 위치에 대해, 상기 서술한 오프셋만큼, 방향 D1 로 어긋나 있다. 이 때문에, 제 1 광 (L1) 이 제 1 집광경 (1837A) 에 입사하는 입사각과, 제 3 광 (L3) 이 제 1 집광경 (1837A) 에 입사하는 입사각이 서로 다르다. 따라서, 제 1 집광경 (1837A) 에 의해 반사되는 제 2 광 (L2) 의 광로와, 제 4 광 (L4) 의 광로가 서로 다르게 되어, 제 2 광 (L2) 과 제 4 광 (L4) 을 기하학적으로 분리 가능해진다. 이 때문에, 제 5 단 리타더 (183E) 는, 제 4 광 (L4) 을 리타더 출사광 (183L0) 으로서 취출할 수 있다.
- [0212] 바꾸어 말하면, 릴레이 렌즈 (1836) 는, 그 광축이 렌즈부의 광축과 이간되도록 배치된다.
- [0213] 이와 같이 구성된 리타더 (183) 에 의하면, 릴레이 렌즈 (1836) 및 집광경 (1837) 의 부품 점수의 증가를 억제 하면서, 보다 긴 광로 길이의 지연 광로를 구성할 수 있다. 또한, 본 변형예에서는, 집광과 반사를 3 회 반복하는 구성의 지연 광로에 대해 설명했지만, 집광과 반사의 반복 횟수는 이것으로 한정되지 않고, 보다 많은 횟수 반복하도록 구성되어 있어도 된다.
- [0214] 여기서, 방향 D1 을 제 2 펄스광의 진행 방향이라고도 한다. 리타더 (183) (지연 광학계) 는, 제 2 펄스광의 진행 방향 (방향 D1) 을 축으로 하여 대향하는 위치에, 릴레이 렌즈 (1836) (광학 부재) 와 집광경 (1837) (반사부) 의 조를 지연 광로로서 구비한다. 릴레이 렌즈 (1836) 와 집광경 (1837) 의 조란, 예를 들어, 「제 1 릴레이 렌즈 (1836A) 와 제 1 집광경 (1837A)」 의 조, 및 「제 2 릴레이 렌즈 (1836B) 와 제 2 집광경 (1837B)」 의 조이다.
- [0215] 「제 1 릴레이 렌즈 (1836A) 와 제 1 집광경 (1837A)」 의 조가 구성하는 지연 광로를 제 1 지연 광로라고도 하고, 「제 2 릴레이 렌즈 (1836B) 와 제 2 집광경 (1837B)」 의 조가 구성하는 지연 광로를 제 2 지연 광로라고도 한다.
- [0216] 리타더 (183) (지연 광학계) 의 지연 광로 중, 제 1 지연 광로를 구성하는 광학 부재 (예를 들어, 제 1 릴레이 렌즈 (1836A)) 의 광축과, 제 2 지연 광로를 구성하는 광학 부재 (예를 들어, 제 2 릴레이 렌즈 (1836B)) 의 광축이, 방향 D1 으로 오프셋 (요컨대, 축방향으로 이간) 되어 있다.
- [0217] 도 17 은, 본 실시형태의 리타더 (183) 의 구성의 제 6 변형예를 나타내는 도면이다. 동 도면에는, 4 개의 빔 스플리터가 직렬로 배치된 3 단 구성의 리타더 (183) 를 일례로서 나타낸다. 본 변형예의 리타더 (183) 는, 빔 스플리터 (1834) 의 배열 방향 (동 도면의 방향 D1) 을 대상 축으로 하여 대향 배치된 2 조의 다이슨 광학계를 사용하여 구성된다.
- [0218] 이와 같이 구성된 리타더 (183) 에 의하면, 릴레이 렌즈 (1836) 및 집광경 (1837) 의 부품 점수의 증가를 억제

하면서, 보다 긴 광로 길이의 지연 광로를 구성할 수 있다. 또한, 거의 입사광이 평행이라고 간주할 수 있는 경우에는, 오목면 거울 (예를 들어, 제 1 집광경 (1837A) 이나 제 2 집광경) 의 광속이 작아져 파위가 높은 레이저 등에서는 대미지를 받는 경우가 있지만, 본 실시예와 같이 입사측의 하프 프리즘에 렌즈에 의해 집광시킴으로써 오목면 거울 상에서의 광속 직경을 크게 하는 것도 가능해진다. 이 경우에는, 비지연부와 지연부의 광속을 동일한 직경이 되도록 하는 것이 바람직하고, 약간 프리즘 미러 위치끼리의 공액 관계를 어긋나게 하는 것이 바람직하다. 도 14, 도 15 도 마찬가지로 어긋나게 하는 것이 바람직하지만 레이저와 같이 거의 평행한 광속이라고 간주할 수 있는 경우에는, 특별히 문제가 되지 않는다.

[0219] 또한, 지연 광학계는 빔 스플리터 (예를 들어, 하프 프리즘) 에 의한 광의 분할 및 합성을 실시하는 것으로 했지만, 박막의 투과율, 반사율의 특성 편차 등을 고려하여, 파장판과 편광 빔 스플리터의 구성으로 하고, 파장판의 회전에 의해 투과·반사광을 조정해도 상관없다.

[0220] [분배부의 변형예]

[0221] 도 18 은, 분배부 (184) 의 변형예를 나타내는 도면이다. 본 변형예의 분배부 (184) 는, 2 개의 디스트리뷰터 (1842) (제 1 디스트리뷰터 (1842A) 및 제 2 디스트리뷰터 (1842B)) 를 구비하고 있다. 제 1 디스트리뷰터 (1842A) 는, 최종단 빔 스플리터 (1834B) 로부터 출사되는 제 1 리타더 출사광 (183L01) 을 분배한다. 제 2 디스트리뷰터 (1842B) 는, 최종단 빔 스플리터 (1834B) 로부터 출사되는 제 2 리타더 출사광 (183L02) 을 분배한다.

[0222] 즉, 상기 서술한 도 6 에 나타내는 분배부 (184) 의 구성에서는, 1 개의 디스트리뷰터 (1842) 의 서로 다른 2 개의 반사면 중, 제 1 반사면에 의해 제 1 리타더 출사광 (183L01) 을 분할하고, 제 2 반사면에 의해 제 2 리타더 출사광 (183L02) 을 분할한다. 한편, 본 변형예의 분배부 (184) 는, 제 1 리타더 출사광 (183L01) 을 분할하는 제 1 디스트리뷰터 (1842A) 와, 제 2 리타더 출사광 (183L02) 을 분할하는 제 2 디스트리뷰터 (1842B) 를 구비하는 점에 있어서, 상기 서술한 도 6 에 나타내는 분배부 (184) 의 구성과 다르다.

[0223] 본 변형예와 같이 구성된 분배부 (184) 에 의하면, 2 개의 디스트리뷰터 (1842) 의 회전 속도를 각각 제어할 수 있다. 이 때문에, 본 변형예와 같이 구성된 분배부 (184) 에 의하면, 2 개의 디스트리뷰터 (1842) 의 회전 속도를 서로 다르게 할 수 있어, 펄스광의 가간섭성이 저감되어 스펙클 저감 성능을 보다 높일 수 있다.

[0224] [디스트리뷰터와 조명 모듈의 대응 관계의 변형예]

[0225] 또한, 상기 서술한 일례에서는, 1 개의 조명 모듈 (16) 에 펄스광을 도광하는 디스트리뷰터 (1842) 가 1 개인 경우에 대해 설명했지만 이것으로 한정되지 않는다. 1 개의 조명 모듈 (16) 에 펄스광을 도광하는 디스트리뷰터 (1842) 가 복수여도 된다. 디스트리뷰터 (1842) 와 조명 모듈 (16) 의 대응 관계의 변형예에 대해, 도 19 를 참조하여 설명한다.

[0226] 도 19 는, 본 실시형태의 광원 유닛 (18) 과 조명 모듈 (16) 의 대응 관계의 변형예를 나타내는 도면이다.

[0227] 본 변형예에 있어서, 디스트리뷰터 (1842) 는, 제 1 디스트리뷰터 (1842A) 와 제 2 디스트리뷰터 (1842B) 를 포함한다. 복수의 조명 모듈 (16) 의 각각은, 제 1 광파이버 (19A) 를 개재하여 제 1 디스트리뷰터 (1842A) 로부터 광이 도광되고, 제 2 광파이버 (19B) 를 개재하여 제 2 디스트리뷰터 (1842B) 로부터 광이 도광된다.

[0228] 요컨대, 본 변형예에 있어서는, 디스트리뷰터 (1842) 와 조명 모듈 (16) 이, n 대 1 (n 은 자연수. 이 일례에서는, n = 2) 로 형성된다.

[0229] 본 변형예와 같이 구성된 노광 장치 (1) 에 의하면, n 개 (예를 들어, 2 개) 의 디스트리뷰터 (1842) 로부터 분배되는, 상태가 서로 다른 펄스광을, 조명 모듈 (16) 에 도광할 수 있다. 이 때문에, 본 변형예와 같이 구성된 노광 장치 (1) 에 의하면, 조명 모듈 (16) 로부터 출사되는 펄스광의 상태를 보다 다양하게 할 수 있고, 펄스광의 가간섭성이 저감되어, 스펙클 저감 성능을 보다 높일 수 있다.

[0230] 도 20 은, 본 실시형태의 광원 유닛 (18) 의 제 1 변형예를 나타내는 도면이다.

[0231] 본 변형예의 광원 유닛 (18) 은, 일례로서 4 개의 광원부 (181) (제 1 광원부 (181A) ~ 제 4 광원부 (181D)) 를 구비하고 있다. 또, 본 변형예의 광원 유닛 (18) 은, 리타더 (183) 로부터 디스트리뷰터 (1842) 에 대해 2 개의 리타더 출사광 (183L0) (제 1 리타더 출사광 (183L01) 및 제 2 리타더 출사광 (183L02)) 을 출사한다.

즉, 본 변형예의 광원 유닛 (18) 은, 4 입력 - 2 출력 구성이다.

[0232] 합성부 (182) 는, 제 1 광원부 (181A) 및 제 2 광원부 (181B) 에 대해, 프리즘 미러 (1821), 프리즘 미러

(1821A), 프리즘 미러 (1821B), 편광 빔 스플리터 (1822), 파장판 (1823), 프리즘 미러 (1825), 하프 프리즘 (1826A) 및 프리즘 미러 (1827) 를 구비하고 있다. 프리즘 미러 (1821) 는, 제 1 광원부 (181A) 가 출사하는 펄스광 (s 편광) 을 편광 빔 스플리터 (1822) 에 도광한다. 프리즘 미러 (1821A) 및 프리즘 미러 (1821B) 는, 제 2 광원부 (181B) 가 출사하는 펄스광 (s 편광) 을 파장판 (1823) 에 도광한다. 파장판 (1823) 은, 제 2 광원부 (181B) 가 출사하는 펄스광 (s 편광) 의 편광 상태를 변화시켜 펄스광 (p 편광) 을 편광 빔 스플리터 (1822) 에 도광한다.

[0233] 합성부 (182) 는, 제 3 광원부 (181C) 및 제 4 광원부 (181D) 에 대해서도, 제 1 광원부 (181A) 및 제 2 광원부 (181B) 의 구성에 대응하는 구성을 갖는다. 즉, 합성부 (182) 는, 제 3 광원부 (181C) 및 제 4 광원부 (181D) 로부터의 펄스광을 각각 편광 빔 스플리터 (1822) 에 도광한다.

[0234] 하프 프리즘 (1826A) 에는, 제 1 광원부 (181A) 및 제 2 광원부 (181B) 로부터의 제 1 광과, 제 3 광원부 (181C) 및 제 4 광원부 (181D) 로부터의 제 2 광이 입사한다. 하프 프리즘 (1826A) 은, 제 1 광의 일부를 반사시키고, 제 2 광의 일부를 투과시켜, 그들의 광을 합성하고, 제 1 리타더 입사광 (183LI1) 을, 리타더 (183) 가 구비하는 입력단 빔 스플리터 (183) 에 입사한다. 또, 하프 프리즘 (1826A) 은, 제 1 광 외부를 투과시키고, 제 2 광 외부를 반사시켜, 그들의 광을 합성한다. 합성된 광은, 제 2 리타더 입사광 (183LI2) 으로서, 프리즘 미러 (1827) 에서 반사되어, 입력단 빔 스플리터 (183) 에 입사된다.

[0235] 리타더 (183) 는, 입력단 빔 스플리터 (1834A) 와 최종단 빔 스플리터 (1834B) 의 사이의 지연 광로에 의해, 펄스광의 시간축의 분포를 변화시킨다. 리타더 (183) 는, 시간축의 분포를 변화시킨 펄스광을 제 1 리타더 출사광 (183L01) 및 제 2 리타더 출사광 (183L02) 으로서 분배부 (184) 에 출사한다.

[0236] 본 변형예의 분배부 (184) 는, 2 개의 디스트리뷰터 (1842) (제 1 디스트리뷰터 (1842A) 및 제 2 디스트리뷰터 (1842B)) 를 구비하고 있다. 제 1 디스트리뷰터 (1842A) 는, 최종단 빔 스플리터 (1834B) 로부터 출사되는 제 1 리타더 출사광 (183L01) 을 분배한다. 제 2 디스트리뷰터 (1842B) 는, 최종단 빔 스플리터 (1834B) 로부터 출사되는 제 2 리타더 출사광 (183L02) 을 분배한다.

[0237] 또한, 합성부 (182) 는, 프리즘 미러 (1827) 를 구성으로서 포함하지 않는, 요컨대 제 1 광원부 (181A) 및 제 2 광원부 (181B) 에 대해, 프리즘 미러 (1821), 프리즘 미러 (1821A), 프리즘 미러 (1821B), 편광 빔 스플리터 (1822), 파장판 (1823), 프리즘 미러 (1825), 및 하프 프리즘 (1826A) 을 구비하고 있어도 된다. 합성부가 이와 같은 구성인 경우, 리타더 (183) 는, 앞서 서술한 구성에 더해 하프 프리즘 (1826A) 과 프리즘 미러 (1827) 를 구성으로서 포함한다. 그와 같이 생각했을 경우, 하프 프리즘 (1826A) 은, 합성부 (182) 의 일부이며, 리타더 (183) 의 입력단 빔 스플리터라고 할 수 있다. 도 20 에 나타난 입력단 빔 스플리터 (1834A) 에 입사되는 제 1 광과, 프리즘 미러에서 반사된 입력단 빔 스플리터 (1834A) 에 입사되는 제 2 광은, 입력단 빔 스플리터 (1834A) 에 입사될 때까지의 광로에 차이가 나있고, 하프 프리즘 (1826A) 과 프리즘 미러 (1827) 는, 리타더 (183) 의 일부인 것을 알 수 있다. 이 구성은, 본 변형예에만 한정되는 것이 아니고, 다른 실시 예, 후술하는 다른 변형예에 있어서도 동일하다.

[0238] 즉, 본 변형예의 광원 유닛 (18) 은, 복수의 광원과, 광학계와, 조명계를 구비하고 있다. 광학계는, 분할부와, 지연 광학계와, 합성 분할부 (예를 들어, 최종단 빔 스플리터 (1834B)) 를 갖고 있다.

[0239] 분할부는, 복수의 광원으로부터 각각 출사되는 펄스광을, 제 1 펄스광과 제 2 펄스광으로 분할한다. 지연 광학계는, 제 1 펄스광이 통과하는 제 1 광로보다 긴 제 2 광로에 제 2 펄스광을 유도한다. 합성부는, 제 1 펄스광과 지연 광학계를 통과한 상기 제 2 펄스광을 합성한다.

[0240] 광학계는, 합성부가 합성한 펄스광을 광원의 수 (예를 들어, 4 개) 를 상한으로 하는 수 (예를 들어, 제 1 리타더 출사광 (183L01) 및 제 2 리타더 출사광 (183L02) 의 2 개) 로 하여 출사한다.

[0241] 또, 광학계는, 합성 분할부가 합성한 펄스광을 적어도 2 개로 분할하여 출사하도록 구성되어 있어도 된다. 이 경우, 조명계는, 분할된 펄스광을 각각 서로 다른 마스크에 유도함으로써, 적어도 2 개의 마스크를 조명한다.

[0242] 즉, 합성 분할부는, 복수의 광원으로부터 출사되는 펄스광의 편광 특성에 기초하여 펄스광을 합성한다.

[0243] 이와 같이 구성된 광원 유닛 (18) 에 의하면, 복수의 펄스광의 시간축의 분포가 서로 다른 것이 되어, 펄스광의 가간섭성이 저감되기 때문에, 스펙클의 발생을 억제할 수 있다. 또, 광원부 (181) 의 수 (예를 들어, 4 개) 보다 적은 수 (예를 들어, 2 개) 의 펄스광을 출사하도록 구성된 광원 유닛 (18) 에 의하면, 복수의 광원부

(181) 를 구비하는 것에 의해 펄스광의 파워를 강하게 하면서, 가간섭성이 저감된 펄스광을 출사할 수 있다.

- [0244] 또한, 광원 유닛 (18) 은, 분할부에서 분할된 지연 광로 상의 소정 위치와, 합성부에 있어서 펄스광이 합성되는 합성면이 광학적으로 거의 공액이 되는 위치에, 분할부와 합성부를 마련하고 있어도 된다. 보다 구체적으로는, 광원 유닛 (18) 은, 빔 스플리터 (1834C) 로부터 비지연측의 광로로 출사된 펄스광이 다음 단의 빔 스플리터 (예를 들어, 최종단 빔 스플리터 (1834B)) 에 입사하여 합성·분할되는 위치와, 빔 스플리터 (1834C) 로부터 지연측의 광로로 출사된 펄스광의 소정의 위치 (예를 들어, 도 20 에 나타내는 위치 P5) 가, 광학적으로 거의 공액이 되는 위치에, 분할부와 합성부를 마련하고 있어도 된다. 또, 광원 유닛 (18) 은, 분할부에서 분할된 지연 광로 상의 소정의 위치 (예를 들어, 도 20 에 나타내는 위치 P5) 와, 합성부에 있어서 펄스광이 합성되는 합성면 (예를 들어, 도 20 에 나타내는 위치 P4) 을 광학적으로 거의 공액으로 하는 도시 생략의 릴레이 렌즈를 지연 광로 상에 구비하고 있어도 된다. 이는, 리타더를 개재시킴으로써 지연 광로가 길고, 예를 들어 빔 스플리터 (1834C) 의 분할면과 최종단 빔 스플리터 (1834B) 와 분할면의 사이의 거리가 길어지기 때문에, 분할면끼리의 사이에 1 회 공액점을 형성함으로써, 광을 릴레이하기 쉽게 하기 위해서이다.
- [0245] 이와 같이 구성된 광원 유닛 (18) 에 의하면, 분할부에서 분할되어 지연 광로에 도광되는 펄스광과, 비지연 광로에 도광되는 펄스광이, 합성면에 있어서 합성되기 쉬워져, 스펙클을 보다 저감시킬 수 있다.
- [0246] 또, 광원 유닛 (18) 은, 복수의 광원부 (181) 로부터 각각 입력단 빔 스플리터 (1834A) 에 펄스광을 입사시키는 각 광로의 광로 길이가, 서로 거의 동일하게 되어 있어도 된다.
- [0247] 이와 같이 구성된 광원 유닛 (18) 에 의하면, 복수의 광원부 (181) 로부터 각각 출사되는 펄스광의 시간축의 조건을 일치시킬 수 있어, 스펙클 저감을 위한 펄스광의 조정을 용이하게 할 수 있다.
- [0248] 또, 광원 유닛 (18) 은, 복수의 광원부 (181) 로부터 각각 입력단 빔 스플리터 (1834A) 에 펄스광을 입사시키는 각 광로의 광로 길이가, 서로 달라도 된다.
- [0249] 이와 같이 구성된 광원 유닛 (18) 에 의하면, 복수의 광원부 (181) 로부터 동시에 펄스광이 출사되었을 경우에도, 출사되는 펄스광끼리의 시간축의 조건에 편차를 줄 수 있어, 스펙클 저감을 위한 펄스광의 조정을 용이하게 할 수 있다.
- [0250] 도 21 은, 본 실시형태의 광원 유닛 (18) 의 제 2 변형예를 나타내는 도면이다.
- [0251] 본 변형예의 광원 유닛 (18) 은, 일례로서 4 개의 광원부 (181) (제 1 광원부 (181A) ~ 제 4 광원부 (181D)) 를 구비하고 있다. 또, 본 변형예의 광원 유닛 (18) 은, 리타더 (183) 로부터 디스트리뷰터 (1842) 에 대해 2 개의 리타더 출사광 (183L0) (제 1 리타더 출사광 (183L01) 및 제 2 리타더 출사광 (183L02)) 을 출사한다. 즉, 본 변형예의 광원 유닛 (18) 은, 4 입력 - 2 출력 구성이다.
- [0252] 본 변형예의 광원 유닛 (18) 은, 상기 서술한 제 1 변형예의 편광 빔 스플리터 (1822) 및 과장판 (1823) 대신에, 삼각 프리즘 미러 (1828) 를 구비한다.
- [0253] 합성부 (182) 는, 제 1 광원부 (181A) 및 제 2 광원부 (181B) 에 대해, 프리즘 미러 (1821C), 프리즘 미러 (1821D), 삼각 프리즘 미러 (1828), 프리즘 미러 (1825), 하프 프리즘 (1826A) 및 프리즘 미러 (1827) 를 구비하고 있다.
- [0254] 프리즘 미러 (1821C) 는, 제 1 광원부 (181A) 가 출사하는 펄스광 (s 편광) 을 삼각 프리즘 미러 (1828) 에 도광한다. 프리즘 미러 (1821D) 는, 제 2 광원부 (181B) 가 출사하는 펄스광 (s 편광) 을 삼각 프리즘 미러 (1828) 에 도광한다.
- [0255] 삼각 프리즘 미러 (1828) 는, 제 1 광원부 (181A) 가 출사하는 펄스광과, 제 2 광원부 (181B) 가 출사하는 펄스광을, 프리즘 미러 (1825) 를 개재하여 하프 프리즘 (1826A) 에 도광한다.
- [0256] 합성부 (182) 는, 제 3 광원부 (181C) 및 제 4 광원부 (181D) 에 대해서도, 제 1 광원부 (181A) 및 제 2 광원부 (181B) 의 구성에 대응하는 구성을 갖는다. 즉, 합성부 (182) 는, 제 3 광원부 (181C) 및 제 4 광원부 (181D) 로부터의 펄스광을, 삼각 프리즘 미러를 개재하여 하프 프리즘 (1826A) 에 도광한다.
- [0257] 하프 프리즘 (1826A) 에는, 제 1 광원부 (181A) 및 제 2 광원부 (181B) 로부터의 제 1 광과, 제 3 광원부 (181C) 및 제 4 광원부 (181D) 로부터의 제 2 광이 입사한다. 하프 프리즘 (1826A) 은, 제 1 광의 일부를 반사시키고, 제 2 광의 일부를 투과시켜, 그들의 광을 합성하고, 제 1 리타더 입사광 (183LI1) 을, 리타더 (183) 가 구비하는 입력단 빔 스플리터 (183) 에 입사한다. 또, 하프 프리즘 (1826A) 은, 제 1 광의 타부를

투과시키고, 제 2 광의 타부를 반사시켜, 그들의 광을 합성한다. 합성된 광은, 제 2 리타더 입사광 (183L12) 으로서, 프리즘 미러 (1827) 에서 반사되어, 입력단 빔 스플리터 (183) 에 입사된다.

- [0258] 즉, 본 변형예에서는, 삼각 프리즘 미러 (1828) 가, 복수의 광원부 (181) 로부터의 펄스광을 시야 합성하여, 하프 프리즘 (1826A) 에 입사시킨다. 여기서, 시야 합성이란, 펄스광의 각 광로끼리를, 바꾸어 말하면 광축을 서로 근접시킴으로써, 펄스광을 합성하는 것이다. 또, 시야 합성이란, 펄스광의 각 광로끼리를 단일의 광학계에 의해 텔레이 가능하도록 근접시키는 것이라고도 할 수 있다.
- [0259] 즉, 본 변형예의 광원 유닛 (18) 은, 삼각 프리즘 미러 (1828) 를 포함하는 도광부를 구비하고 있다. 도광부는, 복수의 광원 (예를 들어, 제 1 광원부 (181A) 및 제 2 광원부 (181B)) 으로부터 각각 출사되는 펄스광의 광로끼리를 분할부 (예를 들어, 하프 프리즘 (1826A)) 에 입사할 수 있는 범위 내로 서로 근접시켜, 펄스광을 분할부에 도광한다.
- [0260] 이와 같이 구성된 광원 유닛 (18) 에 의하면, 복수의 펄스광의 시간축의 분포가 서로 다른 것이 되어, 펄스광의 가간섭성이 저감되기 때문에, 스펙클의 발생을 억제할 수 있다. 또, 광원부 (181) 의 수 (예를 들어, 4 개) 보다 적은 수 (예를 들어, 2 개) 의 펄스광을 출사하도록 구성된 광원 유닛 (18) 에 의하면, 복수의 광원부 (181) 를 구비하는 것에 의해 펄스광의 파워를 강하게 하면서, 가간섭성이 저감된 펄스광을 출사할 수 있다.
- [0261] 또, 이와 같이 구성된 광원 유닛 (18) 에 의하면, 광학 부품의 레이저 내성이나 수명을 고려하여, 삼각 프리즘 미러 (1828) 에 의해 펄스광의 광로끼리를 적극적으로 어긋나게 할 수도 있다. 펄스광의 광로끼리가 어긋나게 됨 (예를 들어, 펄스광의 광로간의 거리가 크게 됨) 으으로써, 예를 들어, 하프 프리즘 (1826A) 등의 광학 부품에 있어서, 복수의 펄스광의 파워가 집중되는 정도를 저하시킬 수 있어, 광학 부품의 수명을 늘릴 수 있다.
- [0262] 도 22 는, 본 실시형태의 광원 유닛 (18) 의 제 3 변형예를 나타내는 도면이다.
- [0263] 본 변형예의 광원 유닛 (18) 은, 일례로서 8 개의 광원부 (181) (제 1 광원부 (181A) ~ 제 8 광원부 (181H)) 를 구비하고 있다. 또, 본 변형예의 광원 유닛 (18) 은, 리타더 (183) 로부터 디스트리뷰터 (1842) 에 대해 2 개의 리타더 출사광 (183L0) (제 1 리타더 출사광 (183L01) 및 제 2 리타더 출사광 (183L02)) 을 출사한다. 즉, 본 변형예의 광원 유닛 (18) 은, 8 입력 - 2 출력 구성이다.
- [0264] 본 변형예의 광원 유닛 (18) 은, 상기 서술한 제 1 변형예에 있어서의 편광 빔 스플리터 (1822) 를 사용한 펄스광의 편광 특성에 기초하는 합성과, 제 2 변형예에 있어서의 삼각 프리즘 미러 (1828) 를 사용한 시야 합성을 조합함으로써, 펄스광을 합성한다.
- [0265] 이와 같이 구성된 광원 유닛 (18) 에 의하면, 보다 많은 (예를 들어, 8 개) 광원부 (181) 로부터의 펄스광을 합성할 수 있기 때문에, 펄스광의 가간섭성이 보다 저감되어, 스펙클의 발생을 억제할 수 있다.
- [0266] 도 23 은, 본 실시형태의 광원 유닛 (18) 의 제 4 변형예를 나타내는 도면이다.
- [0267] 본 변형예의 광원 유닛 (18) 은, 일례로서 8 개의 광원부 (181) (제 1 광원부 (181A) ~ 제 8 광원부 (181H)) 를 구비하고 있다. 또, 본 변형예의 광원 유닛 (18) 은, 리타더 (183) 로부터 디스트리뷰터 (1842) 에 대해 2 개의 리타더 출사광 (183L0) (제 1 리타더 출사광 (183L01) 및 제 2 리타더 출사광 (183L02)) 을 출사한다. 즉, 본 변형예의 광원 유닛 (18) 은, 8 입력 - 2 출력 구성이다.
- [0268] 본 변형예의 광원 유닛 (18) 은, 상기 서술한 제 2 변형예에 있어서의 삼각 프리즘 미러 (1828) 를 사용한 시야 합성에 의해, 8 개의 펄스광을 합성한다.
- [0269] 본 변형예의 리타더 (183) 는, 상기 서술한 제 2 변형예에 있어서의 리타더 (183) 의 하프 프리즘 (1826B) 대신에, 편광 빔 스플리터 (1826C), 편광 빔 스플리터 (1826D), 파장판 (1823A) 및 파장판 (1823B) 을 구비한다.
- [0270] 파장판 (1823A) 은, 지연 광로로부터 편광 빔 스플리터 (1826C) 에 입사하는 펄스광의 편광 상태를 변화시킨다. 편광 빔 스플리터 (1826C) 에 있어서, 비지연 광로로부터 입사한 펄스광과, 파장판 (1823A) 으로부터 입사한 펄스광이 합성되고, 합성된 펄스광이 동 도면에 나타내는 위치 P6 으로 출사된다.
- [0271] 파장판 (1823B) 은, 위치 P6 으로부터 입사하는 펄스광 (요컨대, 편광 빔 스플리터 (1826C) 에 있어서 합성된 펄스광) 의 편광 상태를 변화시킨다.
- [0272] 편광 빔 스플리터 (1826D) 는, 파장판 (1823B) 으로부터 입사하는 펄스광의 편광 상태에 기초하여, 펄스광을 제 1 리타더 출사광 (183L01) 및 제 2 리타더 출사광 (183L02) 으로 분할하여 출사한다.

- [0273] 또한, 본 변형예에 있어서, 파장관 (1823B) 및 편광 빔 스플리터 (1826D) 를 구비하지 않고, 위치 P6 의 펄스광 (요컨대, 편광 빔 스플리터 (1826C) 에 있어서 합성된 펄스광) 을 디스트리뷰터 (1842) 에 출사하는 구성이어도 된다. 이 구성의 경우에는, 광원 유닛 (18) 은, 8 입력 - 1 출력 구성이다.
- [0274] 또한, 상기 서술한 실시형태 및 그 변형예에 있어서, 삼각 프리즘 미러 (1828) 에 의해 시야 합성을 실현하는 것으로 하여 설명했지만, 이것으로 한정되지 않는다. 예를 들어, 상기 서술한 편광 빔 스플리터에 의해 시야 합성을 실현해도 된다. 또, 예를 들어, 편광 빔 스플리터나 비편광형의 하프 프리즘에 있어서, 펄스광을 분할하는 분할면에 대한 펄스광의 입사 위치를 어긋나게 함으로써 시야 합성을 실현해도 된다.
- [0275] 또한, 상기 서술한 펄스광의 가간섭성을 저감하는 수법은, 스캔 노광하는 경우의 적산 이미지의 콘트라스트 저하를 초래하는 경우가 있다. 이 스캔 노광하는 경우의 적산 이미지의 콘트라스트 저하는, 노광하고 있는 동안에 이미지가 진행되는 것에 의한 이미지의 흐림으로서 발생한다. 그 이미지의 흐림량은, 해상도의 대략 1/3 ~ 1/4 정도로 그치게 하는 것이 바람직하다.
- [0276] 예를 들어, 스캔 노광하는 경우의 적산 이미지의 콘트라스트 저하를 초래하는 이미지의 흐림량을 해상도의 1/4 로 그치게 한 경우의, 펄스광의 허용 지연 시간  $\Delta t$  는, 해상도를  $2 \mu\text{m}$ , 스캔 속도를  $1000 \text{ mm/s}$  로 하면,  $\Delta t = 2/4/1000 = 0.5 \mu\text{sec}$  이다. 여기서, 펄스 발광폭을  $4 \text{ ns}$  로 하면, 최대 125 (= 128) 펄스로 분할 가능하다.
- [0277] 또, 예를 들어, 스캔 노광하는 경우의 적산 이미지의 콘트라스트 저하를 해상도의 1/3 로 그치게 한 경우의, 펄스광의 허용 지연 시간  $\Delta t$  는, 해상도를  $2 \mu\text{m}$ , 스캔 속도를  $1000 \text{ mm/s}$  로 하면,  $\Delta t = 2/3/1000 = 0.67 \mu\text{sec}$  이다.
- [0278] 이와 같이, 리타더 (183) 의 지연 광학계에 의한 지연시킨 펄스광이 합성된 균펄스광의 펄스폭이, 노광 장치 (1) 의 주사 속도에 의한 이미지의 흐림의 곱이 해상도의 1/3 이하가 되도록 설정되면 바람직하다.
- [0279] 예를 들어, 노광 장치 (1) 에 있어서, 투영 모듈 (17) (투영 광학계) 에 대해 스테이지 (14) 가 소정 속도로 상대 이동하는 경우에, 제 1 펄스광의 발광 타이밍인 제 1 시간과, 제 2 펄스광의 발광 타이밍인 제 2 시간의 시간차를  $\delta$ , 소정 속도를  $V$ , 해상도를  $R$  로 하면,  $R/3 < V \cdot \delta$  를 만족한다.
- [0280] 또, 제 1 광원부 (181A) 및 제 2 광원부 (181B) 는,  $\lambda > \Delta \times (\text{NA}^2)$  를 만족하는 제 1 펄스광 및 제 2 펄스광을 사출한다. 여기서,  $\lambda$  는 제 1 펄스광과 제 2 펄스광의 파장차를,  $\Delta$  는 제 1 펄스광과 제 2 펄스광의 파장차에 의해 발생하는 투영 광학계의 색수차를,  $\text{NA}$  는 투영 광학계의 개구수를 나타낸다.  $^2$  는 2 승을 의미한다.
- [0281] 또한, 상기 실시형태에서 인용한 노광 장치 등에 관한 모든 미국 특허출원 공개 명세서 및 미국 특허 명세서의 개시를 인용하여 본 명세서 기재의 일부로 한다.
- [0282] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 조명 장치, 노광 장치는, 리소그래피 공정에 있어서 물체에 조명광을 조사하여 노광하는 데에 적합하다. 또, 본 발명의 플랫폼 패널 디스플레이 제조 방법은, 플랫폼 패널 디스플레이의 생산에 적합하다.

**부호의 설명**

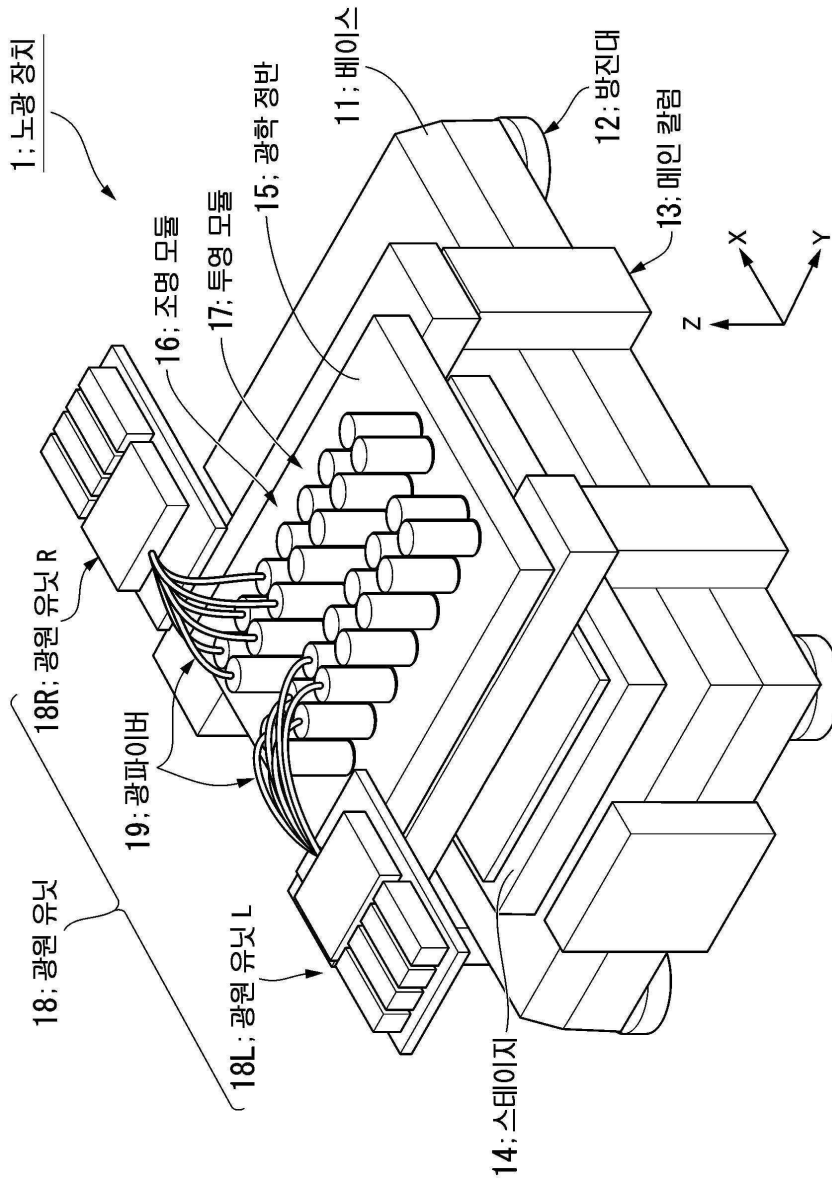
- [0283] 1 : 노광 장치
- 16 : 조명 모듈
- 1621 : 광변조부
- 17 : 투영 모듈
- 18 : 광원 유닛
- 181 : 광원부
- 182 : 합성부
- 183 : 리타더
- 184 : 분배부

19 : 광파이버

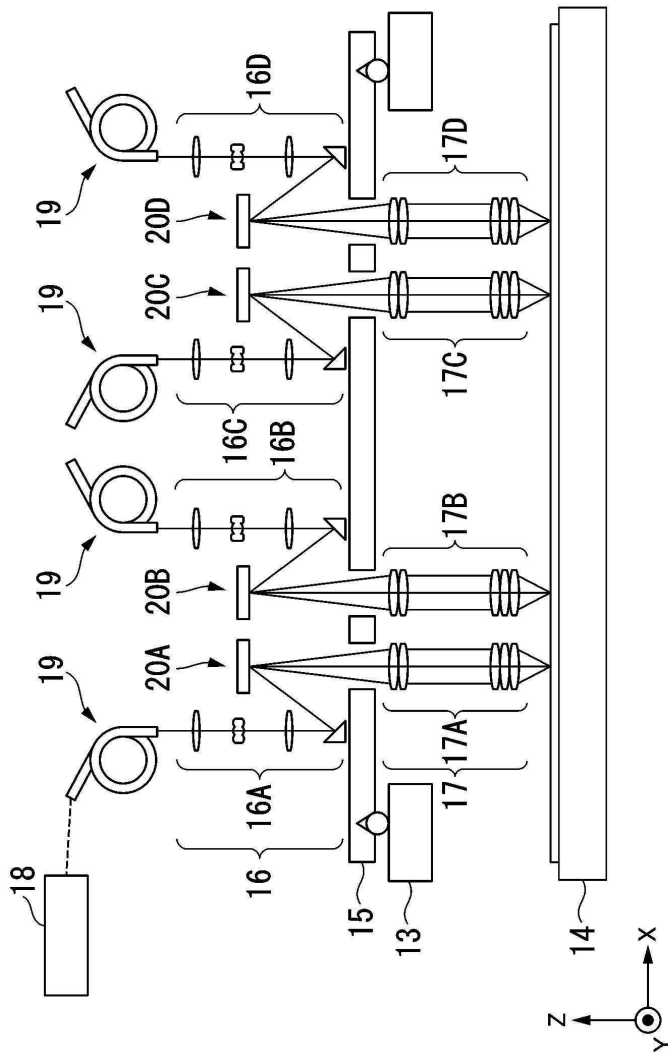
21 : 제어부

도면

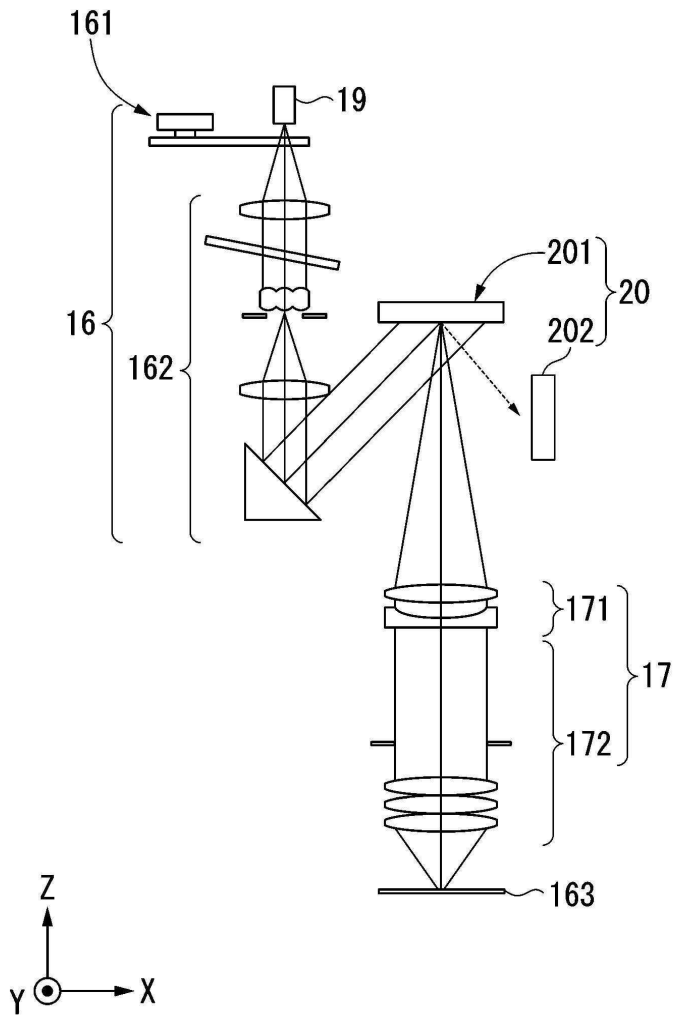
도면1



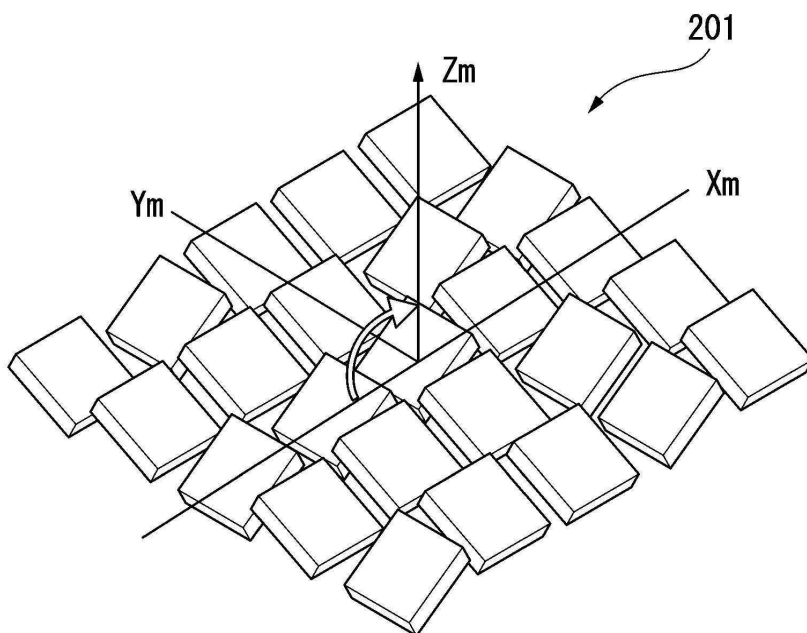
도면2



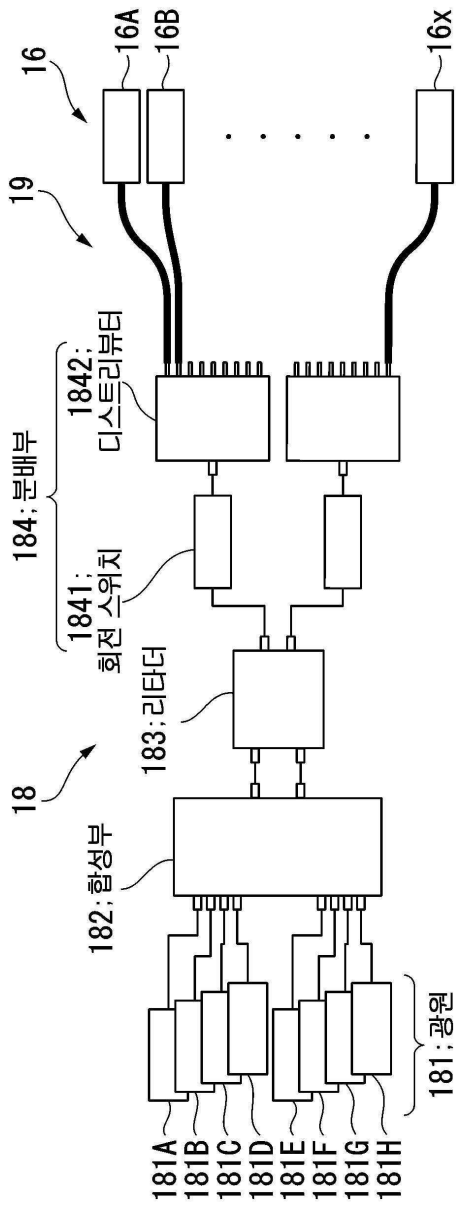
도면3



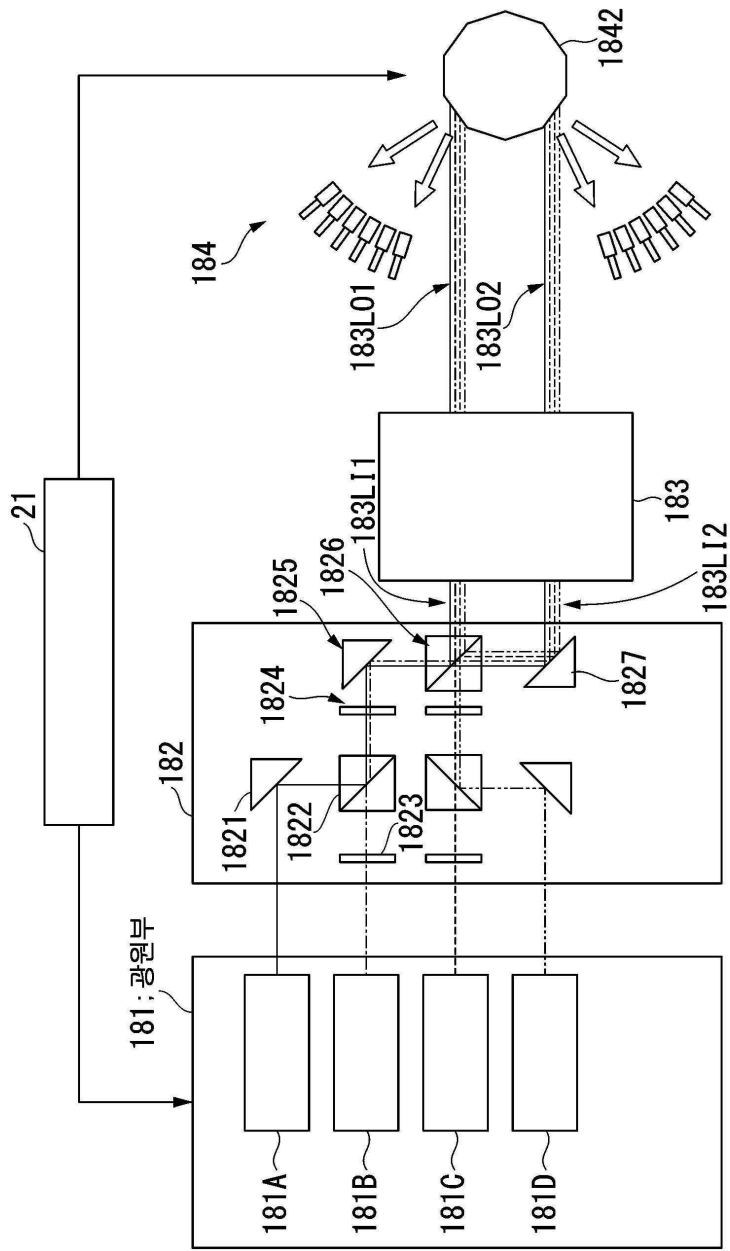
도면4



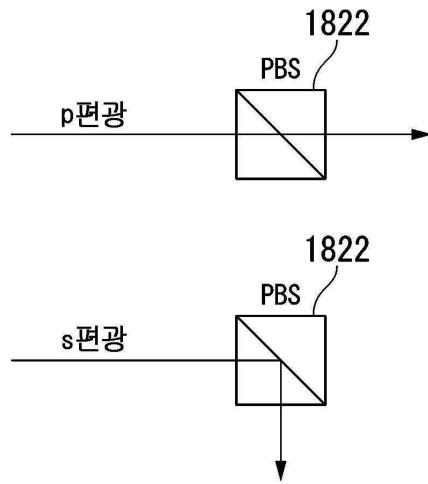
도면5



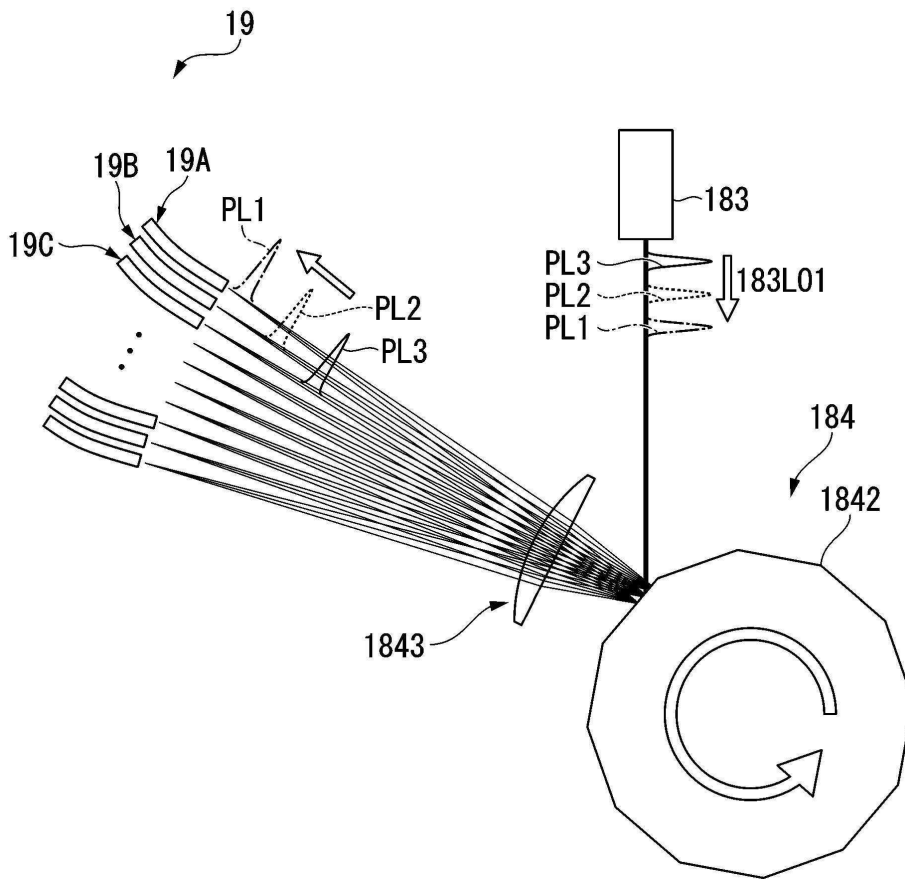
도면6



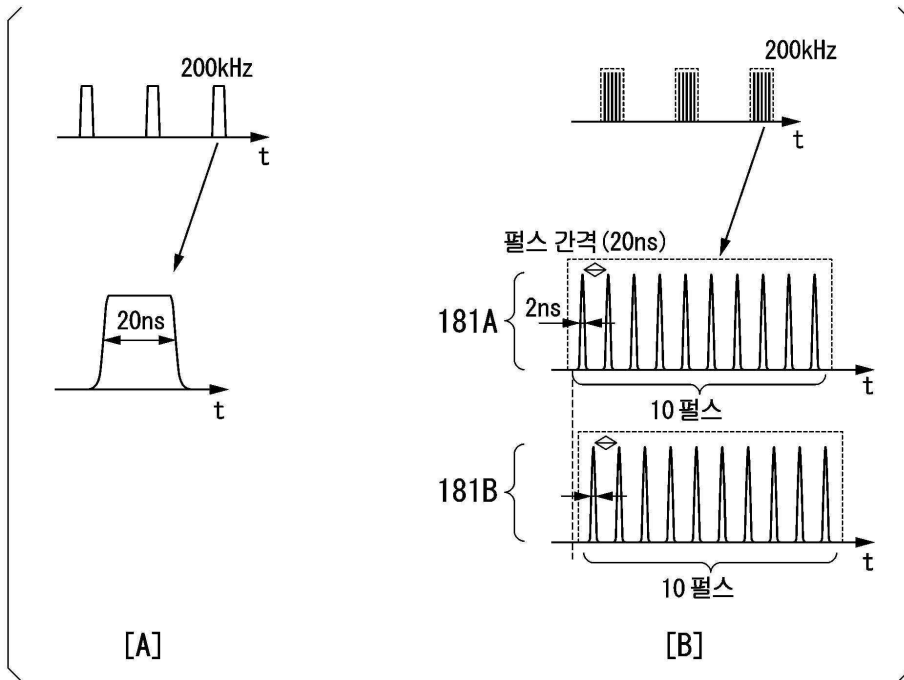
도면7



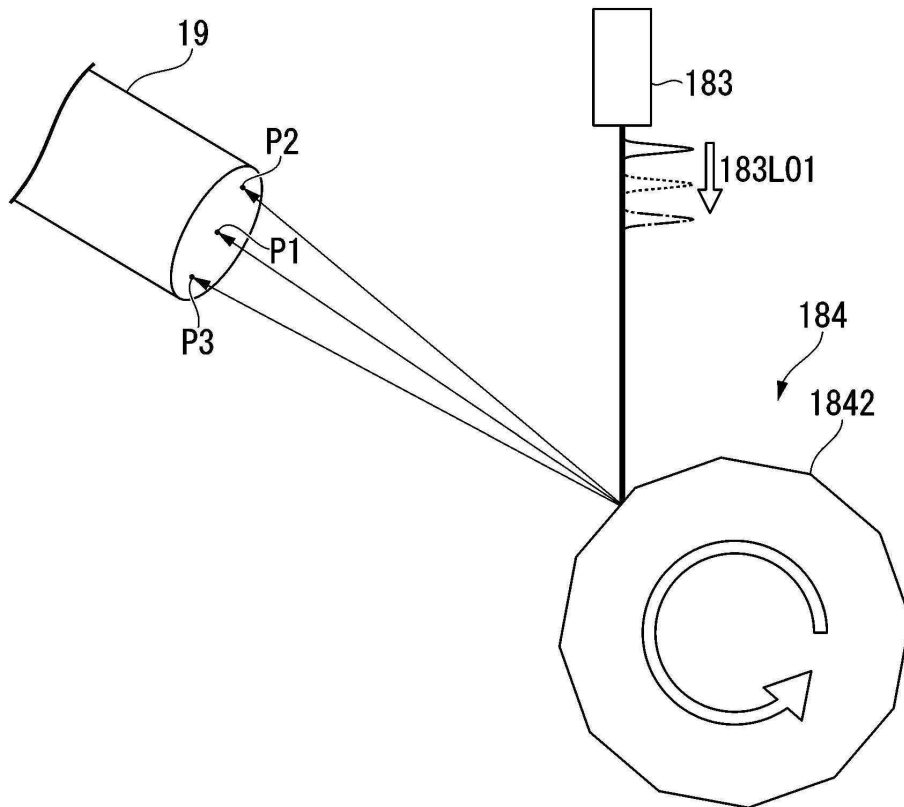
도면8



도면9

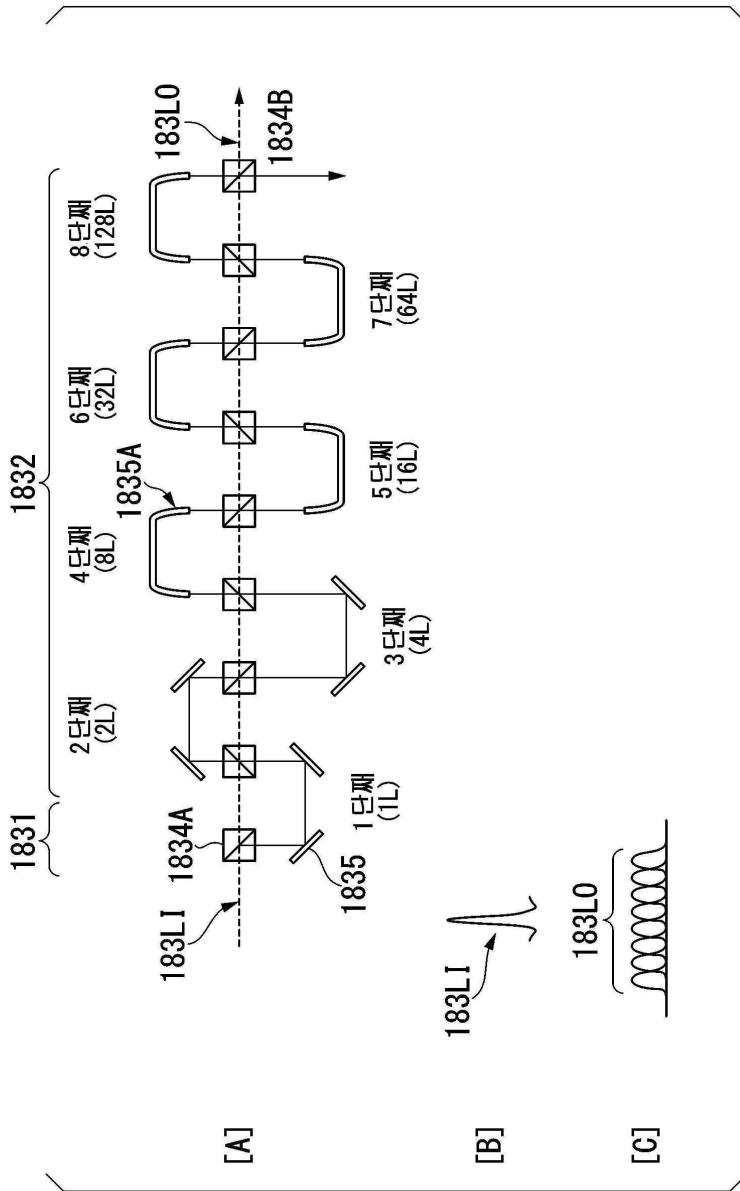


도면10

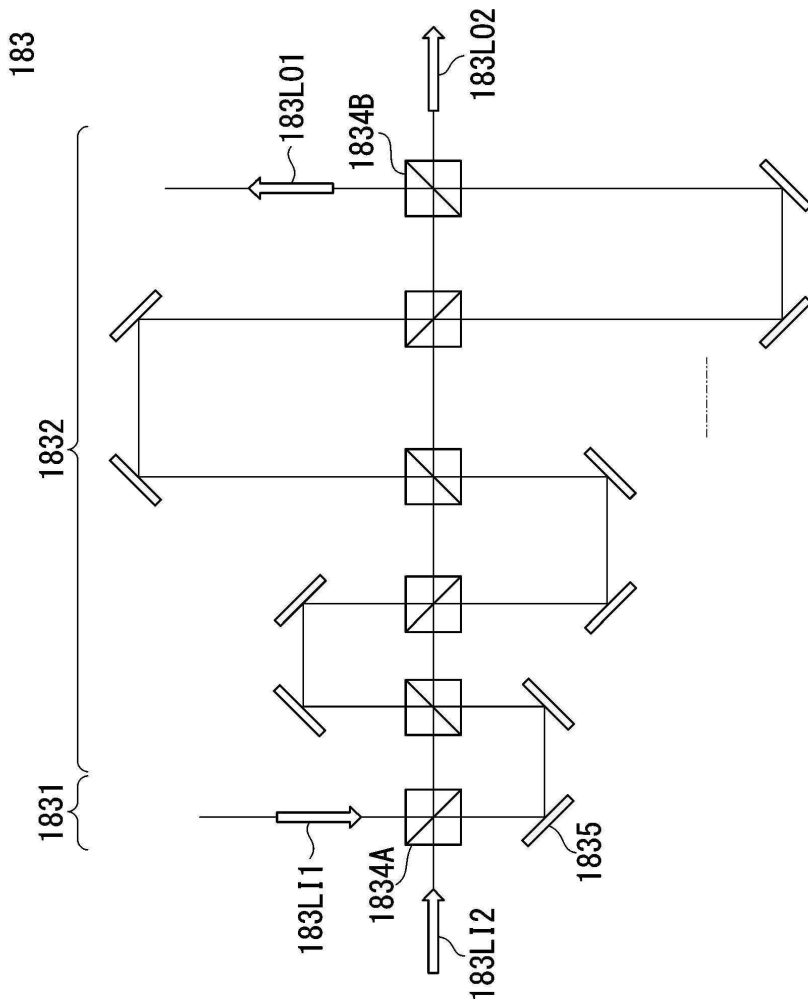


도면11

183



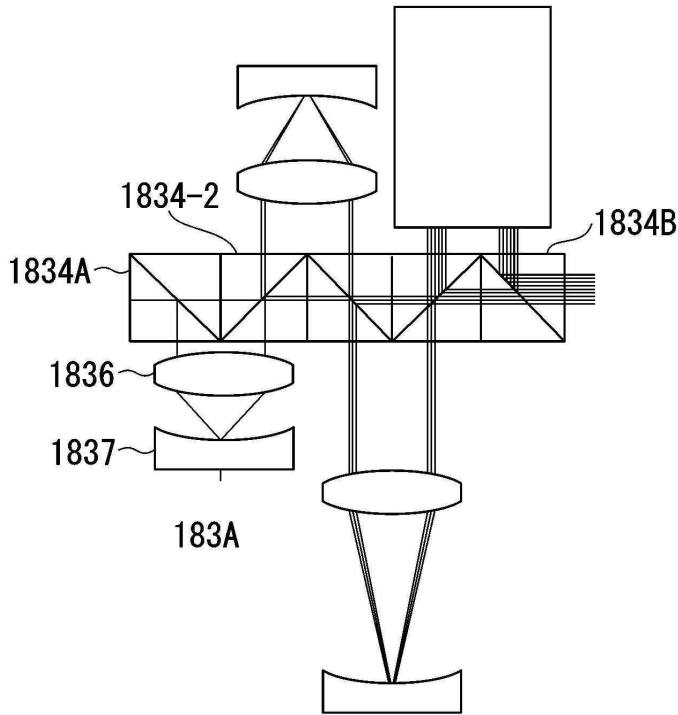
도면12



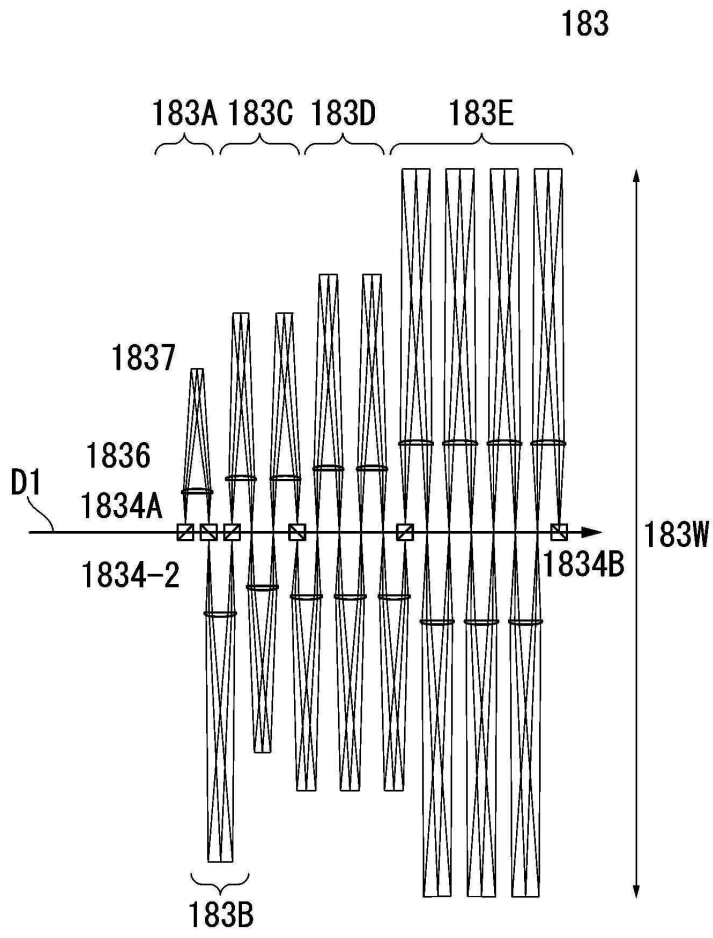


도면14

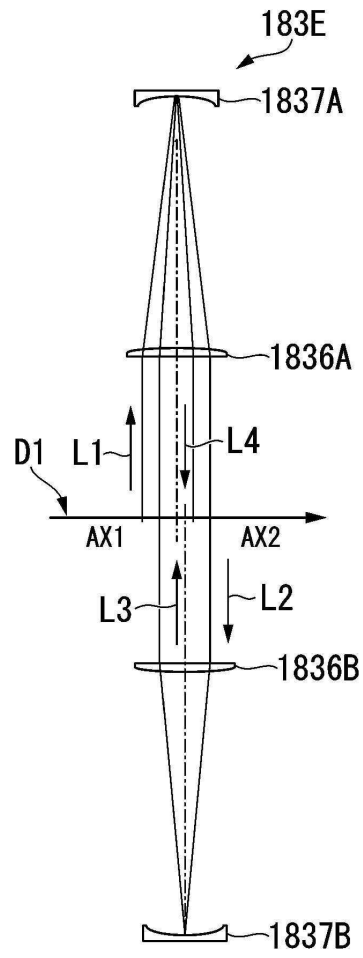
183



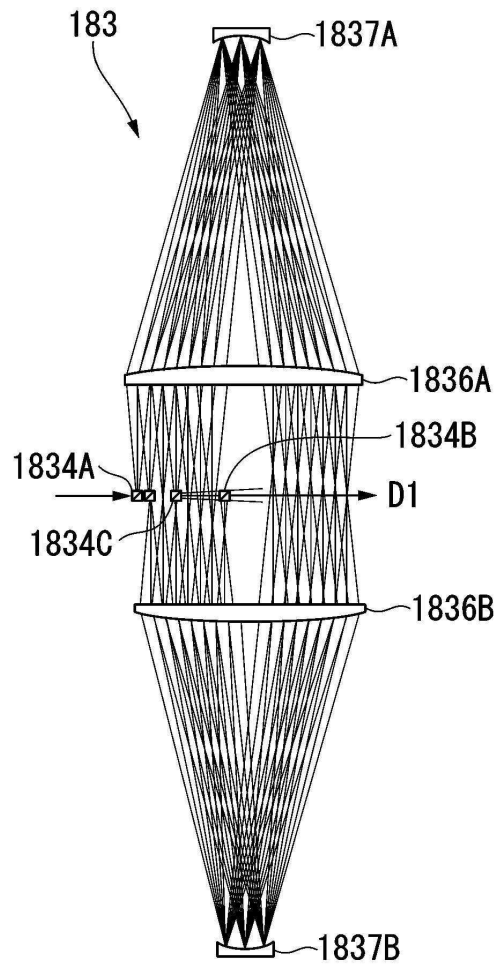
도면15



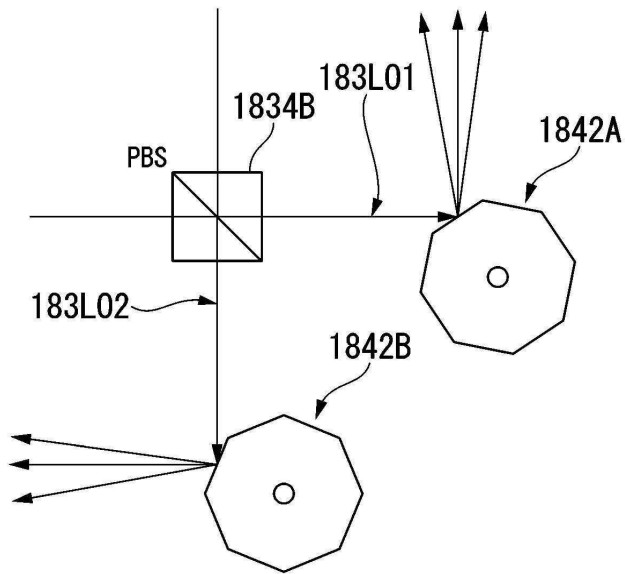
도면16



도면17

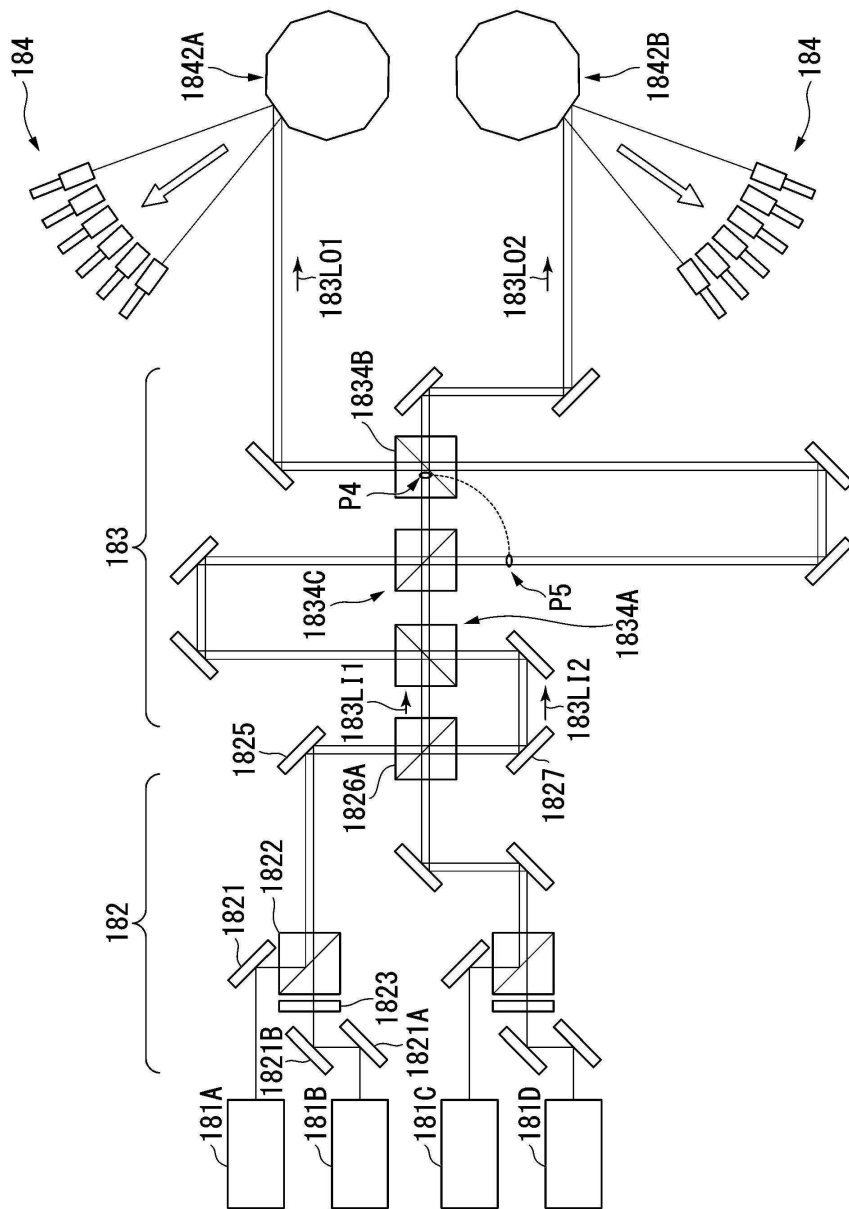


도면18

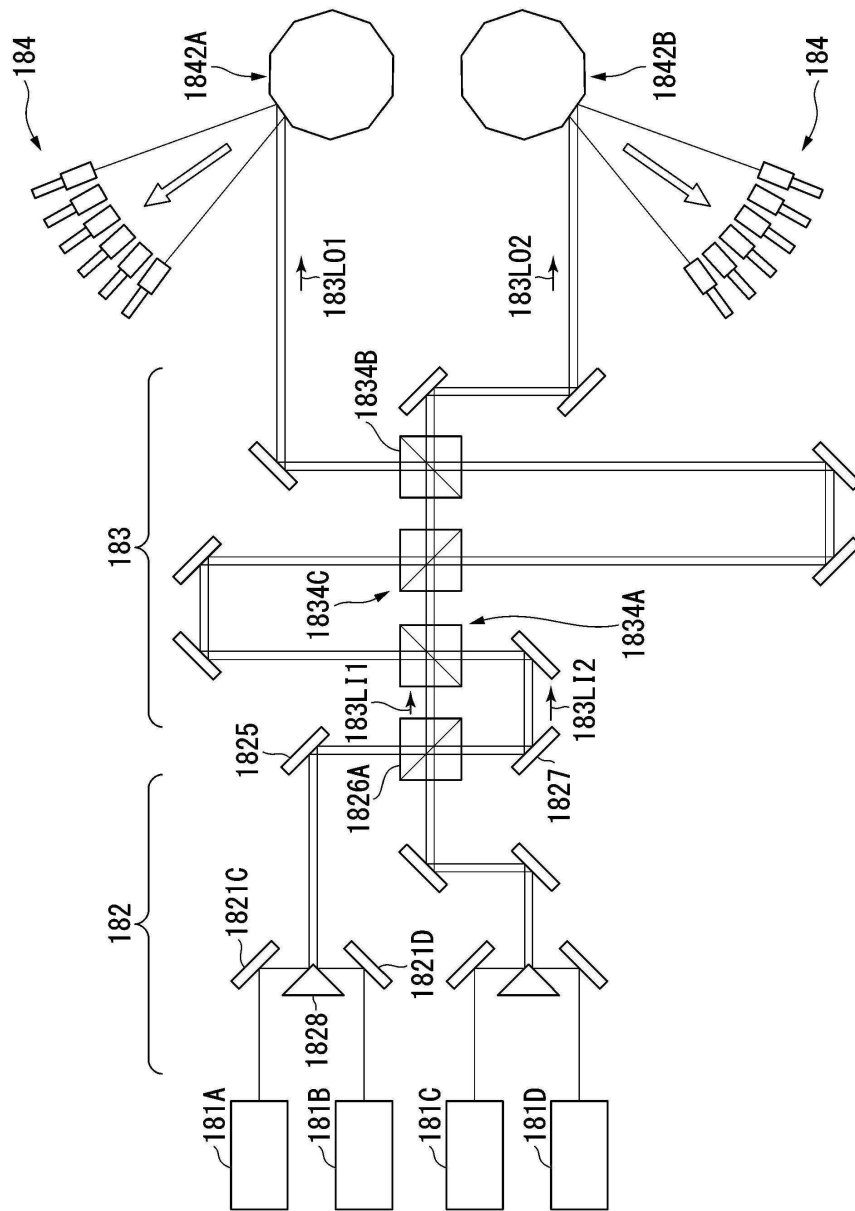




도면20



도면21



도면22

