



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0051297
(43) 공개일자 2017년05월11일

<p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.) G03F 7/20 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류 G03F 7/70258 (2013.01) G03F 7/70116 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2016-0139879</p> <p>(22) 출원일자 2016년10월26일 심사청구일자 없음</p> <p>(30) 우선권주장 JP-P-2015-212606 2015년10월29일 일본(JP)</p>	<p>(71) 출원인 가부시키키가이샤 오크세이사쿠쇼 일본국 도쿄도 마치다시 오야마가오카 3초메 9반 치 6</p> <p>(72) 발명자 오쿠야마, 다카시 일본국 도쿄도 마치다시 오야마가오카 3초메 9반 치 6 가부시키키가이샤 오크세이사쿠쇼 내</p> <p>(74) 대리인 특허법인 무한</p>
--	---

전체 청구항 수 : 총 10 항

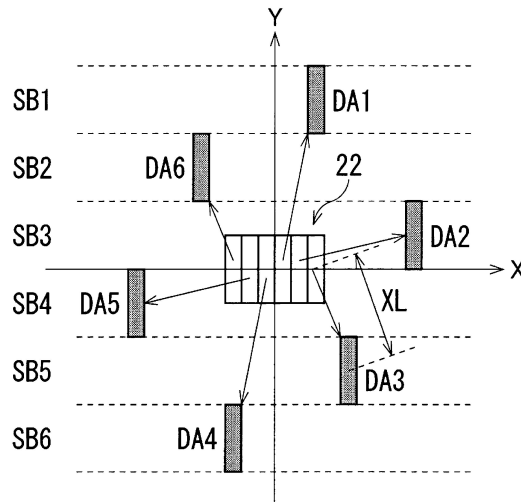
(54) 발명의 명칭 노광 장치용 노광 헤드 및 노광 장치용 투영 광학계

(57) 요약

패턴 상(pattern image)의 선명함을 유지하면서, 스루 풋(throughput) 향상을 실현할 수 있다.

노광 장치에서, 각각 분할 미러와 가이드 미러로 구성된 평행 평면의 조(組)인 6개의 미러 쌍을 갖춘 화상 분할 광학계(30)가, DMD(22)로부터의 패턴 상을 DMD(22)의 분할 영역(DM1~DM6)에 따라 6분할해, 6개의 분할 패턴 상(DA1~DA6)을 주주사 방향(X), 부주사 방향(Y)에 따라 서로 떨어지도록 투영 위치를 이동시킨다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

G03F 7/70225 (2013.01)

G03F 7/70233 (2013.01)

G03F 7/70275 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 광변조 소자를 2차원 배열시킨 광변조 소자 어레이와,
 상기 광변조 소자 어레이에서 반사한 광을, 피묘화체의 노광면에 결상시키는 투영 광학계를 갖추고,
 상기 투영 광학계가,
 상기 광변조 소자 어레이로부터의 패턴 상의 광을, 제1 결상면에 결상시키는 제1 광학계와,
 분할 영역에 따라 상기 제1 결상면에 형성되는 패턴 상을 분할해, 복수의 분할 패턴 상을 형성하는 복수의 미러 쌍을 가지는 화상 분할 광학계와,
 상기 복수의 분할 패턴 상의 광을 상기 노광면에 결상시키는 제2 광학계를 가지고,
 상기 복수의 미러 쌍 각각이, 제1 결상면과 교차하도록 배치되는 분할 미러와, 상기 분할 미러와 평행이며 상기 분할 미러로부터의 광을 상기 제2 광학계로 유도하는 가이드 미러를 가지고,
 복수의 분할 미러가, 복수의 분할 패턴 상이 주주사 방향 및 부주사 방향에 따라 서로 떨어져 투영되도록, 제1 결상면에 대해 각각 경사져 있는 것을 특징으로 하는 노광 장치용 노광 헤드.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 복수의 분할 미러가, 복수의 분할 패턴 상이 노광면에서 링 상으로 투영되도록, 각각 경사져 있는 것을 특징으로 하는 노광 장치용 노광 헤드.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 복수의 분할 미러가, 노광면 투영 중심에 따라 규정되는 4개의 상한 내 각각에 적어도 1개의 분할 패턴이 노광면에 투영하도록, 각각 경사져 있는 것을 특징으로 하는 노광 장치용 노광 헤드.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,
 중심축에 위치하는 중심축 분할 미러가, 노광면 투영 중심으로부터의 거리가 주주사 방향보다 부주사 방향에 따라 떨어진 위치에 분할 패턴 상이 투영되도록, 경사져 있는 것을 특징으로 하는 노광 장치용 노광 헤드.

청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 중심축 분할 미러와 인접하는 분할 미러가, 노광면 투영 중심으로부터의 거리가 부주사 방향보다 주주사 방향에 따라 떨어진 위치에 분할 패턴 상이 투영되도록, 경사져 있는 것을 특징으로 하는 노광 장치용 노광 헤드.

청구항 6

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 복수의 분할 미러가, 패턴 상의 일방의 절반의 영역에 따른 분할 패턴 상과, 타방의 절반의 영역에 따른 분할 패턴 상이 노광면 투영 중심에 관해 점대칭적 관계가 되도록, 각각 경사져 있는 것을 특징으로 하는 노광 장치용 노광 헤드.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 복수의 가이드 미러가, 상기 복수의 분할 미러로부터 노광면까지의 각각의 광로 길이가 동일해지도록, 제1 결상면 수직 방향에 따라 그 중심이 같은 위치에 배치되고 있는 것을 특징으로 하는 노광 장치용 노광 헤드.

청구항 8

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 복수의 분할 미러가, 제1 결상면에 대해, 상기 투영 광학계의 초점 심도에 따른 각도로 경사져 있는 것을 특징으로 하는 노광 장치용 노광 헤드.

청구항 9

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 기재된 노광 장치용 노광 헤드를 갖추는 것을 특징으로 하는 노광 장치.

청구항 10

복수의 광변조 소자를 2차원 배열시킨 광변조 소자 어레이로부터의 패턴 상의 광을, 제1 결상면에 결상시키는 제1 결상 광학계와,

분할 영역에 따라 상기 제1 결상면에 형성되는 패턴 상을 제1 결상면 근방에서 적어도 4개로 분할 함으로써, 적어도 4개의 분할 패턴 상을 형성하는 화상 분할 광학계와,

적어도 4개의 분할 패턴 상의 광을 상기 노광면에 결상시키는 제2 결상 광학계를 갖추고,

상기 화상 분할 광학계가, 복수의 분할 패턴 상이 주주사 방향 및 부주사 방향에 따라 서로 떨어져 투영되도록, 적어도 4개의 분할 패턴 상을 형성하는 것을 특징으로 하는 노광 장치용 투영 광학계.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, DMD(Digital Micro-mirror Device) 등의 광변조 소자 어레이에 의해 패턴을 직접 묘화하는 마스크리스(Maskless) 노광 장치에 관한 것으로, 특히, 노광면에 패턴 상(pattern image)을 투영하는 광학계에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] DMD를 갖춘 마스크리스 노광 장치에서는, 광변조 소자(셀)를 매트릭스 상(matrices shape)으로 2차원 배열시킨 광변조 소자 어레이를 제어하여 노광 동작을 실시하고, 패턴을 기판의 묘화면에 직접 형성한다. 구체적으로는, 광원으로부터 방사된 조명광이 DMD로 유도되면, 투영 대상이 되는 에리어에 형성해야 할 패턴에 따라, DMD의 각 마이크로 미러가 ON/OFF 제어된다. DMD 상에서 반사한 광은 투영 광학계에 의해 결상되어, 패턴 상이 노광면에 형성된다.

[0003] 노광 장치에서는, 스루 풋(throughput) 향상을 위해, DMD에서 반사한 광(패턴 광)을 분할해, 복수의 분할 패턴 상을 투영하는 것이 가능하다. 예를 들면, 기판과 DMD와의 사이에서의 공역면(결상면)에 분할 광학계를 배치하고, 공역면 상에서 패턴 상을 부주사(副走査) 방향에 따라 분할한다. 공역면 상에서 분할된 패턴 상은, 주주사(主走査) 방향에 따라 소정 간격으로 늘어서는 것과 동시에, 부주사 방향에 따라 서로 떨어진 주사 밴드의 위치에 투영된다(특허 문헌 1 참조). 또한, 결상 광학계의 출사단 측에 분할 광학계를 배치해, 패턴 상을 분할하는 것도 가능하다(특허 문헌 2 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) [특허 문헌 1] 일본 특개 2012-247711호 공보

(특허문헌 0002) [특허 문헌 2] 일본 특개 2014-092707호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 공역면 상에서 패턴 상 전체를 분할하는 경우, 복수의 평행 평면(미러)을 조입한 광학계를 배치하는 구성이 되어, 복잡한 미러 배치의 광학계가 된다. 그 때문에, 패턴 상을 다수(예를 들면, 4 분할 이상)에 분할하려고 해도, 인접하는 미러가 간섭해, 광량 로스(loss)로 이어진다. 또한, 결상 광학계의 출사단 측에서 패턴 상을 다수 분할하는 경우, 공역면에서 패턴 상을 분할하지 않기 때문에, 광속(光束)의 확산에 의한 광량 로스가 크다.
- [0006] 따라서, 패턴 상을 보다 많이 분할 함과 동시에, 각 분할 패턴 상을 충분한 해상도로 노광면에 형성하는 노광 장치용의 광학계가 필요하게 된다.

과제의 해결 수단

- [0007] 본 발명의 노광 장치용 노광 헤드는, 마스크리스 노광 장치에 적용 가능하며, 복수의 광변조 소자를 2차원 배열시킨 광변조 소자 어레이와, 상기 광변조 소자 어레이에서 반사한 광을, 피묘화체의 노광면에 결상시키는 투영 광학계를 갖추고, 상기 투영 광학계는, 제1 광학계와, 화상 분할 광학계와, 제2 광학계를 갖춘다.
- [0008] 제1 광학계는, 상기 광변조 소자 어레이에서 반사한 패턴 상의 광을, 제1 결상면에 결상시킨다. 화상 분할 광학계는, 분할 영역에 따라 상기 제1 결상면에 형성되는 (중간상으로서의) 패턴 상을 분할하고, 복수의 분할 패턴 상을 형성하는 복수의 미러 쌍을 갖춘다.
- [0009] 복수의 미러 쌍의 배치는 분할 영역에 따르고 있다. 예를 들면 분할 영역은, 광변조 소자 어레이의 수광면 상에서 규정된다. 제2 광학계는, 화상 분할 광학계에 의해 형성된 복수의 분할 패턴 상의 광을, 노광면에 결상시킨다.
- [0010] 본 발명에서는, 복수의 미러 쌍 각각은, 제1 결상면과 교차하도록 배치되는 분할 미러와, 상기 분할 미러와 평행이며 상기 분할 미러로부터의 광을 상기 제2 광학계로 유도하는 가이드 미러를 가진다. 화상 분할 광학계는, 분할 미러에 의해 제1 결상면 근방에서 패턴 상을 분할한다. 즉, 조정 가능한 초점 심도의 범위에서 허용되는 패턴 해상도를 얻을 수 있는 제1 결상면 수직 방향에 따른 제1 결상면 부근의 광축 방향에 따른 레인지(range)에서, 패턴 상을 분할한다.
- [0011] 그리고, 복수의 분할 패턴 상이 주주사 방향 및 부주사 방향에 따라 서로 떨어져 투영되도록, 복수의 분할 미러가 제1 결상면에 대해 각각 소정의 각도로 경사져 있다. 여기서, 「제1 결상면에 대해 경사져 있다」란, 분할 미러의 반사면 법선 방향이, 제1 결상면의 법선 방향에 대해 경사져 있는 것을 나타낸다.
- [0012] 이 경우, 반사면의 각 변을 제1 결상면에 정사영(正射影)했을 때에 규정되는 투영선은, 주주사 방향, 부주사 방향 중 적어도 하나의 방향에 대해 경사지거나, 혹은 주주사 방향, 부주사 방향 모두에 평행해지는 경우 양쪽 모두에 포함된다. 예를 들면, 반사면이 구형상(矩形狀)이면, 반사면의 각 변의 투영선은 주주사 방향 및 부주사 방향에 대해 평행해지거나, 혹은 모두에 경사지는 상태가 된다.
- [0013] 주주사 방향, 부주사 방향에 따라 서로 떨어져 분할 패턴 상을 투영 함으로써, 복수의 주사 밴드 각각에 패턴 상을 투영하는 것이 가능해지고, 1회로 주사 가능한 에리어가 분할 패턴 상의 수만큼 확대되어, 스루 풋이 향상된다.
- [0014] 복수의 분할 미러의 배치에 대해서는, 복수의 분할 패턴 상이 노광면에서 링 상(ring shape)으로 투영되도록, 각각 경사지게 하는 것이 가능하다. 여기서, 링 상의 투영이란, 종래와 같이 비스듬히 일렬 방향에 따라 분할 패턴 상을 투영하는 것이 아니라, 그 한편으로 랜덤한 투영도 아니고, 복수의 분할 패턴 상을 추적했을 때의 궤적이 대략 고리(輪)의 형상(원, 타원 어느 것도 무방하고, 고무밴드와 같이 형상이 무너져 있어도 무방하다)이 되는 상(像)의 패턴 배치에 의해 특징 지워지는 투영을 의미한다. 이 경우, 분할 패턴 상의 길이 방향의 선이 되는 라인이 부주사 방향에 따라 늘어서도록 투영하는 것이 좋다.
- [0015] 예를 들면, 노광면 투영 중심에 따라 규정되는 4개의 상한(象限) 내 각각에 적어도 1개의 분할 패턴이 노광면에 투영하도록, 복수의 분할 미러가 각각의 각도로 경사져 있다. 여기서, 노광면 투영 중심이란, 패턴 상의 중심

에 위치하는 광선이 화상 분할 광학계에 의해 분할(반사)되지 않고 피묘화체(기판(W))의 노광면에 도달했다고 가정할 때의 가상의 점을 나타낸다. 또한, 광변조 소자 어레이가 결상 광학계의 광학 중심에 위치 맞춤 되고 있는 경우, 결상 광학계의 광축과 노광면과의 교차하는 점을 투영 중심이라고 간주할 수 있다.

- [0016] 가능한 한 인접한 분할 패턴 상의 거리를 두기 위해, 예를 들면, 중심축에 위치하는 중심축 분할 미러는, 노광면 투영 중심으로부터의 거리가 주주사 방향보다 부주사 방향에 따라 떨어진 위치에 분할 패턴 상이 투영되도록, 경사지는 구성으로 하는 것이 좋다. 또한, 중심축 분할 미러와 인접하는 분할 미러가, 노광면 투영 중심으로부터의 거리가 부주사 방향보다 주주사 방향에 따라 떨어진 위치에 분할 패턴 상이 투영되도록, 경사지는 구성으로 해도 무방하다.
- [0017] 묘화 데이터의 타이밍 조정 등을 고려하면, 복수의 분할 미러는, 패턴 상의 일방의 절반의 영역에 따른 분할 패턴 상과, 타방의 절반의 영역에 따른 분할 패턴 상이 노광면 투영 중심에 관해 점대칭적 관계가 되도록, 각각 경사져 있는 것이 바람직하다.
- [0018] 각 분할 패턴 상의 선명함의 불균일을 방지하는 것을 고려하면, 복수의 가이드 미러는, 상기 복수의 분할 미러로부터 노광면까지의 각각의 광로 길이가 동일해지도록, 배치되는 구성으로 하는 것이 좋다.
- [0019] 패턴 상을 가능한 한 선명히 하는 것을 고려하면, 복수의 분할 미러가, 제1 결상면에 대해, 상기 투영 광학계의 초점 심도에 따른 각도로 경사져 있는 것이 좋다. 즉, 허용되는 패턴 상의 선명함에 따른 초점 심도의 범위 내에 반사면이 들어가는 경사 각도로 하면 좋다. 예를 들면, 복수의 분할 미러가, 제1 결상면에 대해 45° 이하로 경사지는 구성으로 하는 것이 가능하며, 보다 바람직하게는, 30° 이하, 15° 이하로 경사지게 하는 것이 좋다.
- [0020] 본 발명의 다른 양태에서의 노광 장치용 투영 광학계는, 복수의 광변조 소자를 2차원 배열시킨 광변조 소자 어레이에서 반사한 광을, 제1 결상면에 결상시키는 제1 결상 광학계와, 분할 영역에 따라 상기 제1 결상면에 형성되는 패턴 상을 제1 결상면 근방에서 적어도 4개로 분할 함으로써, 적어도 4개의 분할 패턴 상을 형성하는 화상 분할 광학계와, 적어도 4개의 분할 패턴 상의 광을 상기 노광면에 결상시키는 제2 결상 광학계를 갖추고, 상기 화상 분할 광학계가, 복수의 분할 패턴 상이 주주사 방향 및 부주사 방향에 따라 서로 떨어져 투영되도록, 적어도 4개의 분할 패턴 상을 형성한다.

발명의 효과

- [0021] 본 발명에 의하면, 패턴 상의 선명함을 유지하면서, 스루 풋 향상을 실현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 본 실시 형태인 노광 장치를 모식적으로 나타낸 사시도이다.
- 도 2는 노광 헤드의 내부 구성을 모식적으로 나타낸 도면이다.
- 도 3은 DMD에서의 패턴 상의 분할 영역을 나타낸 도면이다.
- 도 4는 기판의 노광면에 투영되는 6개의 분할 패턴 상의 위치를 나타낸 도면이다.
- 도 5는 중심축 분할 영역에 따른 미러 쌍의 배치를 나타낸 도면이다.
- 도 6은 중간 분할 영역에 따른 미러 쌍의 배치를 나타낸 도면이다.
- 도 7은 외측 분할 영역에 따른 미러 쌍의 배치를 나타낸 도면이다.
- 도 8은 분할 미러의 공역면에 대한 배치를 나타낸 도면이다.
- 도 9는 분할 미러의 배치 각도를 나타낸 도면이다.
- 도 10은 3개의 분할 미러 및 가이드 미러의 배치 관계를 나타낸 도면이다.
- 도 11은 3개의 분할 미러를 나타낸 사시도이다.
- 도 12는 가이드 미러의 배치를 나타낸 도면이다.
- 도 13은 묘화 장치에 설치된 묘화 제어부의 블록도이다.
- 도 14는 홀수로 분할할 때의 DMD에서의 분할 영역을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하에서는, 도면을 참조해 본 발명의 실시 형태에 대해 설명한다.
- [0024] 도 1은, 본 실시 형태인 노광 장치를 모식적으로 나타낸 사시도이다.
- [0025] 노광 장치(10)는, 포토레지스트(photo-resist) 등의 감광 재료를 도포한(혹은 붙인) 기판(W)에 패턴 광을 직접 조사하는 마스크리스 노광 장치이며, 게이트 상(gate shape) 구조체(12), 기대(14)를 갖춘다. 기대(14)에는, 묘화 테이블(18)을 지지하는 X-Y 스테이지 기구(56)가 탑재되어 묘화 테이블(18) 상에 기판(W)이 설치된다.
- [0026] 게이트 상 구조체(12)에는 광원(20a, 20b)이 구비되고, 또한, 패턴 형성용의 노광 헤드(20₁, 20₂)가 기판(W)의 상방에 나란히 배열되어 있다. 노광 헤드(20₁)는, DMD(Digital Micro-mirror Device), 투영 광학계(여기에서는 도시하지 않음)를 갖추고, 광원(20a)으로부터 방사되는 광에 근거해 패턴 상을 기판(W)에 투영한다. 노광 헤드(20₂)도 같은 구성이며, 광원(20b)의 광에 의해 패턴 상을 투영한다.
- [0027] 구형상의 기판(W)은, 예를 들면 프린트 기판, 드라이 필름, 유리 기판 등의 전자 회로용 기판이며, 프리베이크(pre-bake) 처리, 감광 재료의 도포/붙이기 처리 등이 실시된 블랭크(blanks) 상태로 묘화 테이블(18)에 탑재된다. 기판(W)(묘화 테이블(18))에는, 서로 직교하는 X-Y-Z 좌표계가 규정되어 있고, 묘화 테이블(18)은 X, Y방향에 따라 이동 가능하고, 게다가 Z축 주위로 회전 가능하다. 여기에서는, X방향을 주주사 방향, Y방향을 부주사 방향으로 규정한다.
- [0028] 노광 장치(10)는, 노광 동작을 제어하는 묘화 제어부(여기에서는 도시하지 않음)를 갖춘다. 묘화 제어부에는, 여기에 도시하지 않은 모니터, 키보드 등이 접속되어 있고, 오퍼레이터의 조작에 따라 묘화 처리에 관한 셋팅이 수행된다. 돌출부(31)에 설치된 CCD 센서(19)는, 기판(W)의 변형 상태를 검출하고, 얼라이먼트가 조정된 후에 노광 동작이 수행된다.
- [0029] 도 2는, 노광 헤드(20₁)의 내부 구성을 모식적으로 나타낸 도면이다. 노광 헤드(20₂)도 같은 내부 구성으로 되어 있다.
- [0030] 도 1에 나타내는 광원(20a, 20b)로부터 방사된 조명광은, 조명 광학계(도시하지 않음)를 통해 DMD(22)로 유도된다. DMD(22)는, 수 μ m~수십 μ m의 미소(微小) 구형상 마이크로 미러를 매트릭스 상으로 2차원 배열시킨 광변조 디바이스이며, 예를 들면, 1024 \times 768의 마이크로 미러에 의해 구성된다.
- [0031] DMD(22)에서는, 메모리 셀에 격납되는 제어 신호(노광 데이터)에 근거해, 각 마이크로 미러가 각각 선택적으로 ON/OFF 제어된다. ON 상태의 마이크로 미러에서 반사한 광은 투영해야 하는 패턴에 따른 광속이며, 미러(도시하지 않음)를 통해 투영 광학계(24)로 유도된다.
- [0032] 투영 광학계(24)는, DMD(22)로부터의 광을 기판(W)의 노광면에 결상시키는 광학계로서, 제1 결상 광학계(25), 제2 결상 광학계(26), 그리고 화상 분할 광학계(30)를 갖춘다. 제1 결상 광학계(25)는, DMD(22)로부터의 패턴에 따른 광을 초점 위치에 있는 결상면(제1 결상면)에 결상시키는 것과 동시에, 패턴 상 전체를 소정 배율로 확대한다.
- [0033] 화상 분할 광학계(30)는, 제1 결상 광학계(25)의 결상면에 형성되는 패턴 상을 6분할하고, 6개의 부분적 패턴 상(이하, 분할 패턴 상이라고 한다)을 형성한다. 화상 분할 광학계(30)에 의해 형성된 6개의 분할 패턴 상은, 제2 결상 광학계(26)에 의해 기판(W)의 노광면에 형성된다.
- [0034] 상(像) 형성에 관해 말하면, 화상 분할 광학계(30)는 제2 결상 광학계(26)에 조입된 광학계로 간주할 수 있고, 제2 결상 광학계(26)의 전측(前側) 초점 위치에 있는 결상면은 제1 결상 광학계(25)의 결상면(초점 위치)에 일치하고, 또한, 후측 초점 위치에 있는 결상면은, 기판(W)의 노광면과 일치한다. 이하에서는, 제1 결상 광학계(25)의 결상면을 공역면이라고도 한다.
- [0035] 기판(W)이 주주사 방향(X)에 따라 이동 함에 따라, DMD(22)에 의한 투영 에리어(노광 에리어)는 기판(W)에 대해 상대적으로 이동한다. 투영 에리어의 위치에 따른 패턴 광을 조사하도록 노광 동작이 정해진 노광 피치에 따라 실행된다. 이에 따라, 패턴이 주주사 방향에 따라 형성된다.
- [0036] 다른 노광 헤드(20₂)도 마찬가지로, 래스터 주사를 하면서 노광 동작이 수행되어, 기판 전체에 패턴이 형성된다. 묘화 처리가 종료하면, 현상 처리, 에칭 또는 도금, 레지스트 박리 처리 등이 실시되어, 패턴이 형성된 기

판이 제조된다.

- [0037] 여기에서는 기관(W)의 이동 방향을 주주사 방향에 일치시키고 있지만, 기관(W)을 주주사 방향(X)에 대해 미소 경사진 상태에서 묘화 테이블(18)에 배치해도 무방하다. 이 경우, 묘화 테이블(18)이 주주사 방향(X)에 따라 이동할 때, 노광 에리어는 기관(W)의 길이 방향(X방향)에 대해 경사진 상태에서 상대 이동한다.
- [0038] 노광 방식으로서, 스텝&리피트 방식 혹은 연속 이동 방식에 의한 다중 노광 방식이 적용 가능하다. 스텝&리피트 방식에서는, 묘화 테이블(18)은 간헐적으로 X방향에 따라 이동하고, 그에 맞춰 각 마이크로 미러가 ON/OFF 제어된다. 한편, 연속 이동 방식에서는, 묘화 테이블(18)이 연속적으로 이동하면서 노광 피치에 따라 각 마이크로 미러가 ON/OFF 제어된다. 여기에서는, 연속 이동 방식이 적용되고 있다.
- [0039] 다음으로, 도 3~12를 이용해, 패턴 상의 분할 및 투영 위치에 대해 설명한다. 또한, 이하에서는, 패턴 상을 분할하지 않을 때(분할 광학계를 갖추지 않을 때)의 노광 에리어의 중심점, 즉 DMD의 중심 위치의 투영점을, X-Y-Z 좌표계의 원점으로 정해 설명한다.
- [0040] 도 3은, DMD에서의 패턴 상의 분할 영역을 나타낸 도면이다. 도 4는, 기관의 노광면에 투영되는 6개의 분할 패턴 상의 위치를 나타낸 도면이다.
- [0041] 도 3에 나타난 바와 같이, DMD(22)의 반사면에는, 주주사 방향에 따른 횡방향으로 등분할된 부분 영역(DM1~DM6)(이하, 분할 영역이라고 한다)이 정해진다. DMD(22) 전체에 의해 형성되는 패턴 상의 광은, 도 4에 나타난 바와 같이, 화상 분할 광학계(30)에 의해 부분 영역(DM1~DM6)마다 서로 다른 위치로 투영된다. 투영된 분할 패턴 상(DA1~DA6)은, 각각 분할 영역(DM1~DM6)의 패턴 광에 의해 형성된다.
- [0042] 도 4에 나타난 바와 같이, 6개의 분할 패턴 상(DA1~DA6)은, 주주사 방향(X)에 따라 서로 소정 간격 떨어져 투영되고, 또한, 부주사 방향(Y)에 따라 겹치지 않게 떨어져 있고, 서로 인접하는 주사 밴드(SB1~SB6)의 위치에 맞춰 투영된다. 즉, 만일 주주사 방향(X)에 관해 분할 패턴 상(DA1~DA6)을 같은 위치에 늘어놓으면, 부주사 방향(Y)에 관해 이어진 1개의 상이 된다.
- [0043] 이 때의 부주사 방향(Y)에 따른 패턴 상의 정렬 순서는, 위로부터 분할 패턴 상(DA1, DA6, DA2, DA5, DA3, DA4)의 순서로 늘어선다. 즉, DMD(22)의 중심축에 위치하는 분할 영역(DM1, DM4)에 따른 분할 패턴 상(DA1, DA4)이 부주사 방향(Y)에 따라 원점에서 먼 위치에 투영되고, 그 옆의 분할 영역(DM2, DM5)의 분할 패턴 상(DA2, DA5)이, 분할 패턴 상(DA1, DA4)과 각각 같은 상한 내에서 부주사 방향(Y)에 따라 원점에서 보다 가까운 위치에 투영된다.
- [0044] 한편, 분할 영역(DM3, DM6)의 분할 패턴 상(DA3, DA6)은, 분할 패턴 상(DA1, DA4), 분할 패턴 상(DA2, DA5)과는 다른 상한 내에 투영되고, 분할 패턴 상(DA2, DA4), 분할 패턴 상(DA1, DA5)의 중간 부근의 위치에 각각 투영된다.
- [0045] 그 결과, 분할 패턴 상(DA1~DA6)의 투영 위치는, 부주사 방향(Y)에 관해 점대칭인 투영 위치 관계를 가진다. 즉, 분할 패턴 상(DA1, DA4), 분할 패턴 상(DA2, DA5), 분할 패턴 상(DA3, DA6)은, 원점에 관해 대칭인 위치 관계에 있다. 또한, DMD(22)의 오른쪽 절반의 부분 영역(DM1~DM3), 왼쪽 절반의 부분 영역(DM4~DM6)의 사이에 교대로 분할 패턴 상을 부주사 방향에 따라 투영하고 있으므로, 분할 패턴 상(DA1~DA3), 분할 패턴 상(DA4~DA6)은, 서로 보완하는 상보적인 관계에 있다.
- [0046] 한편, 각 분할 패턴 상의 원점으로부터의 거리(투영 중심 위치까지의 거리)(XL)는 일치하지 않는다. 여기서 말하는 투영 중심이란, DMD(22)에 의한 패턴 상의 중심에 위치하는 광선이 화상 분할 광학계에 의해 분할(반사)되지 않고 피묘화체(기관 W)의 노광면에 도달했다고 가정할 때의 가상의 점이다. 또한, DMD(22)가 투영 광학계(24)의 광학 중심에 위치 맞춤 되고 있는 경우, 제1 결상 광학계(25), 제2 결상 광학계(26)의 광축과 노광면과의 교차하는 점을 투영 중심이라고 볼 수 있다.
- [0047] 이와 같이, 화상 분할 광학계(30)는, 분할 패턴 상(DA1~DA6)을, 종래와 같은 비스듬히 일렬 방향이 아니라, 모든 상한 내에 분포하도록 대체로 링 상으로 투영시킨다. 여기서 링 상에는, 원형 만이 아니라, 비원형의 고리나 다각형의 의미를 포함한다. 분할 패턴 상(DA1~DA6)은 이러한 도형 윤곽에 따라 배치되지만, 분할 패턴 상(DA1~DA6)의 방향은 링 접선 방향에 얽매이지 않고, 소정의 각도로 배치된다. 또한, 분할 패턴 상의 배치가 링을 상기시킬 필요는 없으며, 예를 들면 분할 패턴 상이 4개였다고 해도, 링 상으로 간주한다.
- [0048] 링 상 투영을 실현시키는 화상 분할 광학계(30)는, DMD(22)의 분할 영역(DM1~DM6)에 따라 6개의 미러 쌍을 갖추

고, 각 미러 쌍은 평행 평면의 조(組)로서 구성된다. 이하, 미러 쌍에 대해 설명한다.

- [0049] 도 5는, 분할 영역(DM1)에 따른 미러 쌍의 배치를 나타낸 도면이다. 도 6은, 분할 영역(DM2)에 따른 미러 쌍의 배치를 나타낸 도면이다. 도 7은, 분할 영역(DM3)에 따른 미러 쌍의 배치를 나타낸 도면이다.
- [0050] 도 5~7에 나타난 바와 같이, 미러 쌍(32, 34, 36)은, 분할 영역(DM1, DM2, DM3)으로부터의 반사광을, 각각 분할 패턴 상(DA1, DA2, DA3)의 투영 위치(도 4 참조)로 유도하는 미러이며, 구형상의 분할 미러(32A, 34A, 36A)와 구형상 가이드 미러(32B, 34B, 36B)로 구성된다. 다만, 도 5~7에 도시한 각 미러의 사이즈는, 여기서는 설명을 용이하게 하기 위해 DMD(22)의 각 분할 영역에 맞춘 사이즈로 그려져 있다.
- [0051] 분할 미러(32A)는, 그 반사면 전체가 공역면(CS)과 평행하지 않고, 공역면(CS)과 교차한다. 즉, 그 법선 방향이 공역면(CS)의 법선 방향과 평행이 아니라, 경사지도록 배치되어 있다. 따라서, 공역면(CS)에 대해 수직인 Z축 방향에 따라 공역면(CS)으로부터의 거리는, 분할 미러(32A)의 장소에 따라 다르다.
- [0052] 또한, 분할 미러(32A)의 구형상인 반사면은, 경사 주주사 방향(X), 부주사 방향(Y) 및 각각 소정의 각도로 경사져 있다. 즉, 분할 미러 반사면 각 변을 공역면(CS)에 투영했을 때에 규정되는 투영선은, X축, Y축에 대해 각각 평행이 아니라, 경사져 있다. 여기에서는, 이러한 분할 미러(32A)의 공역면(CS)에 대한 배치를 「공역면(CS) 근방에서의 경사 배치」라고 한다.
- [0053] 주주사 방향(X), 부주사 방향(Y) 및 Z축에 대한 경사 각도는, 도 4에 나타내는 분할 패턴 상(DA1)의 투영 위치에 따라 정해진다. 도 4에서는, 분할 미러(32A), 가이드 미러(32B)에 의해, 2.5 주사 밴드의 거리만큼 분할 패턴 상(DA1)을 부주사 방향(Y)으로 쉬프트 시키고 있다.
- [0054] 주주사 방향(X)보다 부주사 방향(Y)에 관해 원점으로부터 떨어진 위치에 분할 패턴 상(DA1)을 투영시키는 것으로부터, X축에 대한 경사 각도가 Y축에 대한 경사 각도보다 크다. 또한, 그 반사면의 법선 방향은 +Y방향, +X방향을 향하고 있다. 분할 미러(32A)와 평행 평면의 관계에 있는 가이드 미러(32B)는, 분할 미러(32A)로부터의 광을 제2 광학계(26)로 유도한다.
- [0055] 도 6에 도시한 미러 쌍(34)의 분할 미러(34A)도, 공역면(CS)과 교차하도록 배치되어 있고, 주주사 방향(X), 부주사 방향(Y)에 대해 각각 다른 각도로 경사져 있다. 부주사 방향(Y)보다 주주사 방향(X)에 관해 원점으로부터 떨어진 위치에 분할 패턴 상(DA2)을 투영시키므로, Y축에 대한 경사 각도가 X축에 대한 경사 각도보다 크다. 또한, 분할 미러(32A)에 반사한 광과 간섭하지 않도록, 그 반사면의 법선 방향이 분할 미러(32A)에 보다 크고 +X축을 향하도록 경사져 있다. 도 6에서는, 분할 미러(34A), 가이드 미러(34B)에 의해, 0.5 주사 밴드분 만큼 부주사 방향(Y)으로 쉬프트 시키고 있다.
- [0056] 게다가, 도 7에 도시한 미러 쌍(36)의 분할 미러(36A)도, 공역면(CS)과 교차하도록 배치되어 있고, 주주사 방향(X), 부주사 방향(Y)에 대해 각각 다른 각도로 경사져 있다. 여기에서는, 분할 패턴 상(DA1)을 제4 상함에 투영시키기 위해, 그 반사면의 법선 방향은 -X, -Y방향을 향하고 있다. 도 7에서는, 분할 미러(36A), 가이드 미러(36A)에 의해, 1.5 주사 밴드분 만큼 부주사 방향(Y)의 마이너스 방향으로 쉬프트 시키고 있다.
- [0057] 도 8은, 분할 미러(36A)의 공역면(CS)에 대한 배치를 나타낸 도면이다. 도 9는, 분할 미러(36A)의 배치 각도를 나타낸 도면이다.
- [0058] 분할 미러(36A)는, 그 중심이 공역면(CS) 상에 위치하도록 경사져 있고, 공역면(CS)과 교차하는 라인(36A_c)을 사이에 두고 공역면(CS)으로부터 상측(-Z방향)의 영역과 하측의 영역(+Z방향)으로 나누어진다. 분할 미러(36A)의 변(邊)(이하, 분할 변이라고 한다)(36A_L)의 공역면(CS)에 대한 경사 각도는, 인설(隣設)하는 분할 미러(34A)(도 6 참조)의 분할 변의 경사 각도와는 상이하고, X축 방향에서 보면 서로의 변은 교차한다. 분할 미러(36A), 가이드 미러(36B)에 의해 투영 패턴 상(DA3)이 원점으로부터 +X방향, -Y방향으로 이동하고 있는 것으로부터 분명한 것처럼, 교차 라인(36A_c)은 주주사 방향(X), 부주사 방향(Y)에 대해 경사져 있다.
- [0059] 도 9에 도시한 분할 미러(36A)의 공역면(CS)에 대한 경사 각도(α)는, 가능한 한 미러 양 선(36A_E)이 공역면(CS)으로부터 떨어지지 않는 각도로 정해진다. 예를 들면, 30° 이하, 15° 이하로 정해진다. 경사 각도(α)를 미소 각도로 하는 것에 의해, 인접하는 분할 미러와의 간섭을 피할 수 있다. 다른 분할 미러(32A, 34A)도, 똑같이 정해진다.
- [0060] 또한, 투영 광학계(24)의 초점 심도는, 분할 패턴 상이 각각 합초(合焦) 범위에 들어가는 초점 심도이다. 각 분할 미러의 공역면(CS)에 대한 경사 각도는, 분할 패턴 상에 요구되는 선명함을 유지하기 위한 초점 심도의 범

위 내에 들어가도록 정해진다. 초점 심도의 범위는, 요구되는 패턴의 해상도, 투영 광학계(24)의 광학 특성 등에 따른다. 예를 들면, 분할 미러(36)의 경사 각도는, 적어도 45°, 30°, 혹은 15° 이하로 정하면 좋다.

- [0061] 도 10은, 3개의 분할 미러 및 가이드 미러의 배치 관계를 나타낸 도면이다. 도 11은, 3개의 분할 미러를 나타낸 사시도이다. 그리고, 도 12는, 가이드 미러의 배치를 나타낸 도면이다.
- [0062] 상술한 것처럼, 분할 패턴 상(DA1, DA2, DA3)은, 일조(一組)의 평행 평면으로 구성되는 미러 쌍(32A, 32B)(32), 미러 쌍(34A, 34B)(34), 미러 쌍(36A, 36B)(36)에 의해 도 10에 나타내는 위치에 투영된다. 분할 미러(32A, 34A, 36A), 및 가이드 미러(32B, 34B, 36B)의 사이즈는, DMD(22)의 각 분할 영역에 따른 공역면(CS) 상에서의 투영 영역보다 크다.
- [0063] 특히, 가이드 미러(32B, 34B, 36B)는, 분할 미러(32A, 34A, 36A)가 결상면인 공역면(CS)에 대해 경사져 있으므로, 분할 패턴 상의 광속의 확산을 고려한 사이즈로 정해져 있다. 또한, 도 5~7, 10에는, 분할 패턴 상(DA1~DA3)의 광속의 확대 범위(LM)를 나타내고 있다.
- [0064] 또한, 가이드 미러(32B, 34B, 36B)는, -Z방향에 따른 임의의 X-Y평면으로부터의 거리(미러 중심 위치까지의 거리)가 동일해지도록 배치되고 있다. 도 12에서는, 각 가이드 미러로부터 공역면(CS)까지의 거리 Z0가 동일한 것을 나타내고 있다. 또한, 분할 미러(32A, 34A, 36A)로부터 분할 패턴 상(DA1~DA3)이 투영되는 노광면까지의 광로 길이가 모두 같아지도록, 가이드 미러(32B)가 배치되고 있다.
- [0065] DMD(22)의 분할 영역(DM4~DM6)에 맞춰 배치되는 3개의 미러 쌍(도시하지 않음)도, 같은 배치가 되고, 6개의 분할 미러가 서로 이웃하면서, 각각 주주사 방향(X), 부주사 방향(Y)에 따라 다른 각도로 경사져 있다. 분할 영역(DM4, DM5, DM6)에 따른 분할 미러의 경사 각도는, 각각, 분할 미러(32A, 34A, 36A)에 대칭적인 각도이며, 주주사 방향(X), 부주사 방향(Y)의 정부(正負)가 역(逆)이 된다. 또한, 6개의 분할 미러로부터 분할 패턴 상(DA1~DA6)까지의 광로 길이는, 모두 동일하다.
- [0066] 도 13은, 묘화 장치에 설치된 묘화 제어부의 블록도이다.
- [0067] 묘화 제어부(50)는, 외부의 워크스테이션(도시하지 않음)과 접속되어, 모니터(50B), 키보드(50C)가 접속되는 노광 제어부(52)를 갖춘다. 노광 제어부(52)는, 노광 동작 처리를 제어하고, 노광 데이터 생성부(76), 타이밍 컨트롤 회로(73), 묘화 테이블 제어 회로(53), 광원 제어부(61) 등의 회로에 제어 신호를 출력한다. 노광 동작 처리를 제어하는 프로그램은, 노광 제어부(52) 내의 ROM(도시하지 않음)에 격납되고 있다.
- [0068] 워크스테이션(도시하지 않음)으로부터 노광 제어부(52)에 입력되는 패턴 데이터는, 묘화 패턴의 위치 정보(윤곽 위치 정보)를 가지는 벡터 데이터(CAD/CAM 데이터)로서, X-Y좌표계에 근거한 위치 좌표 데이터로서 나타내진다.
- [0069] 제1~ 제6 래스터 데이터 생성부(72₁~72₆)는, 벡터 데이터를 변환하고, 각각, 주사 밴드(SB1, SB2, SB3)에 묘화해야 하는 패턴의 래스터 데이터를 순차 생성한다. 생성된 래스터 데이터는, 각각 제1~ 제6 버퍼 메모리(74₁~74₆)에 일시적으로 격납된다.
- [0070] 각 버퍼 메모리에 일시적으로 격납되는 래스터 데이터는, 노광 피치에 맞춰 출력된다. 즉, 노광 피치분 만큼 부분 투영 에리어가 이동하여 다음의 노광 동작을 실행 가능해졌을 때, 래스터 데이터 출력이 수행된다. 제1~ 제6 래스터 데이터 생성부(72₁~72₆)에서의 래스터 데이터의 출력 제어는, 노광 제어부(52)에 설치된 어드레스 제어 회로(도시하지 않음)에서 출력되는 제어 신호에 근거해 수행된다.
- [0071] 래스터 데이터가 노광 데이터 생성부(76)에 보내지면, 노광 데이터 생성부(76)에서는, 분할 패턴 상(DA1~DA6)의 각 투영 에리어의 위치에 따른 래스터 데이터가 통합되어, DMD(22)의 각 마이크로 미러를 ON/OFF 제어하는 신호가, DMD(22) 전체에 대한 하나의 노광 데이터로서 생성된다. DMD(22)에서는, 노광 데이터 생성부(76)로부터 출력되는 노광 데이터에 근거해, 마이크로 미러가 ON/OFF 제어된다.
- [0072] 타이밍 컨트롤 회로(73)는, 버퍼 메모리(74₁~74₆), 노광 데이터 생성부(76) 등에 대해, 타이밍 조정을 위해 클록 펄스 신호를 동기 신호로서 출력한다. 또한, CCD 센서(19)로부터 출력되는 화상 신호에 근거해, 화상 처리부(62)는 기관(W)에 형성된 얼라이먼트 마크의 위치를 검출한다.
- [0073] 묘화 테이블 제어 회로(53)는, 구동 회로(54)를 통해 모터(도시하지 않음)를 갖춘 X-Y 스테이지 기구(56)를 제어하고, 이에 따라 묘화 테이블(18)의 이동 속도, 기관 이송 방향 등이 제어된다. 위치 검출 센서(55)는, 묘화 테이블(18)의 위치, 즉 부분 패턴 상(DA1~DA6)의 투영 위치에 대해, 묘화 테이블(18)에 대한 상대적 위치를 검

출한다.

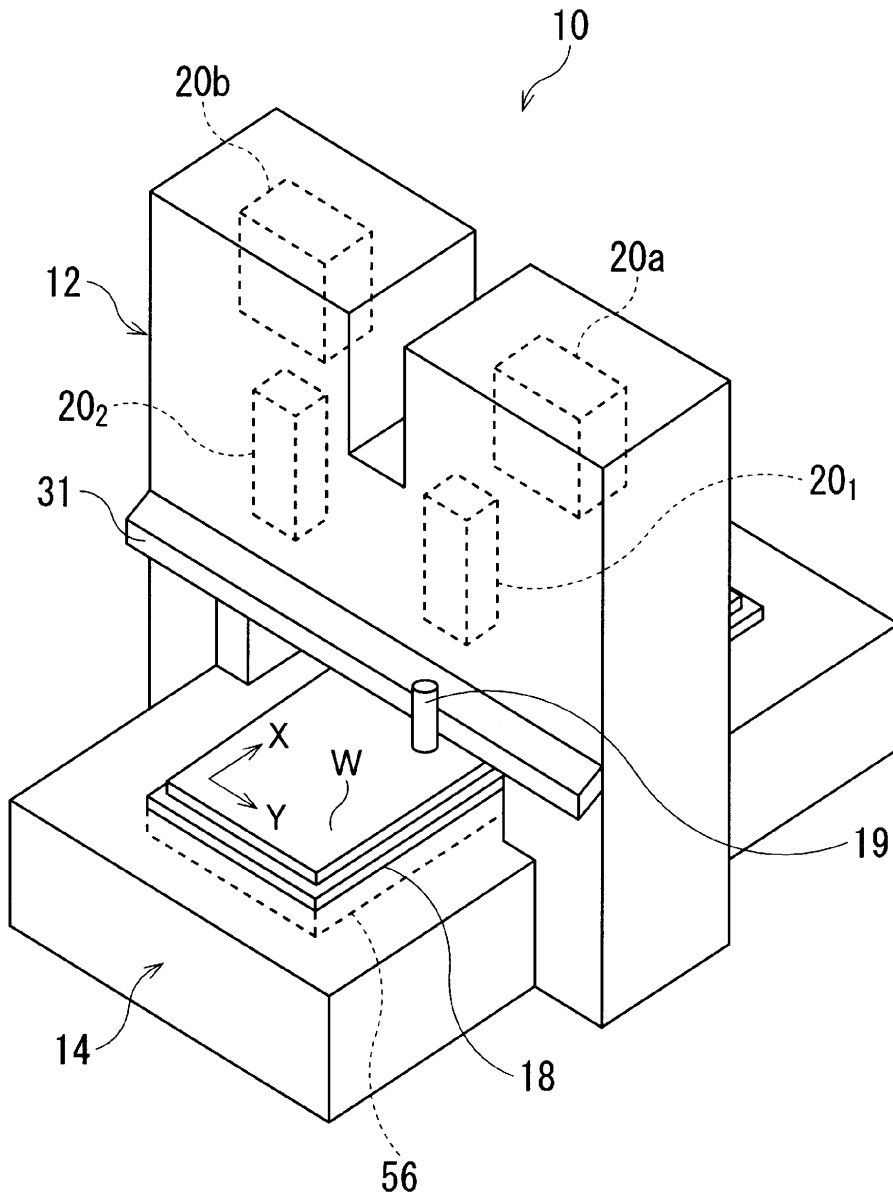
- [0074] 노광 헤드(20₂)에 대해서도, 마찬가지로 래스터 데이터 변환 처리, DMD 구동 처리 등에 관한 회로(도시하지 않음)가 설치되어 있고, 같은 노광 동작 처리가 수행된다.
- [0075] 이와 같이, 본 실시 형태에 의하면, 각각 분할 미러와 가이드 미러로 구성된 평행 평면의 조인 6개의 미러 쌍을 갖춘 화상 분할 광학계(30)가, DMD(22)로부터의 패턴 상을 DMD(22)의 분할 영역(DM1~DM6)에 따라 6분할하고, 6개의 분할 패턴 상(DA1~DA6)을 주주사 방향(X), 부주사 방향(Y)에 따라 서로 떨어지도록 투영 위치를 이동시킨다. 이에 따라, 스루 풋 향상을 도모할 수 있다.
- [0076] 평행 평면 관계에 있는 미러 쌍을 복수 배치하는 것에 의해 패턴 상을 분할 함으로써, 간이(簡易)한 광학계를 구성하는 것이 가능해지고, 4개 혹은 그 이상의 수만큼 패턴 상을 분할할 수 있다. 특히, 중심축의 분할 패턴 상을 부주사 방향에 관해 가장 떨어진 위치에 투영시키기 때문에, 분할 패턴 상의 거리 간격을 넓힐 수 있다.
- [0077] 그리고, 중심축의 분할 미러에 인접하는 중간 위치의 분할 미러에 대해서는, 주주사 방향에 대해 가장 떨어진 위치에 분할 패턴 상을 투영하고, 인접 분할 미러 사이에서의 분할 패턴 상의 투영 위치 거리 간격을 길게 한다. 이에 따라, 인접하는 미러 사이에서의 간섭을 피할 수 있다. 특히, 패턴 상의 우측 절반, 좌측 절반의 분할 패턴 상을 부주사 방향에 따라 교대로 늘어놓는 것에 의해, 보다 큰 투영 위치의 거리 간격을 취할 수 있다. 또한, 인접하는 미러 사이에서의 광의 간섭이 없도록 분할 미러의 경사 각도를 억제 함으로써, 광량 로스를 억제해 필요한 해상도를 얻을 수 있다.
- [0078] 게다가, 분할 패턴 상(DA1~DA6)의 투영 위치가, 그 중심에 관해 점대칭적인 위치 관계에 있고, 패턴 상의 좌측 절반, 우측 절반의 분할 패턴 상이 상보적인 위치 관계에 있으므로, 묘화 처리에서의 묘화 타이밍의 조정 등을 용이하게 설정할 수 있다. 그리고, 분할 패턴 상(DA1~DA)을 링 상으로 배치함과 동시에, 분할 패턴 상(DA1~DA6)이 투영되는 노광면까지의 전 광로 길이가 동일해지도록 분할 미러 쌍(각 가이드 미러)을 배치 함으로써, 각 분할 패턴 상의 선명함이 균일해진다.
- [0079] 패턴 상의 분할 수는 임의이며, 임의의 짝수로 분할할 수 있다. 이 경우, 분할 수에 맞춰 미러 쌍을 배치하면 좋다. 또한, 패턴 상을 홀수로 분할하는 것도 가능하다.
- [0080] 도 14는, 홀수로 분할할 때의 DMD에서의 분할 영역을 나타낸 도면이다. DMD(22')의 반사면을 5등분 함에 따라 정해지는 5개의 분할 영역(DM1~DM5)에 맞춰 5개의 미러 쌍이 배치된다. 분할 미러의 경사 각도에 대해서는, 짝수의 분할 시와 마찬가지로 정해진다.
- [0081] 본 실시 형태에서는, 분할 패턴 상은 투영 중심으로부터 X, Y방향 각각 떨어지도록 분할 미러의 경사 각도가 설정되어 있지만, 예를 들면 중지측(中止側) 분할 미러(32A)의 변을 정사영(正射影) 했을 때의 투영선이 X방향, Y방향에 따라 평행해지도록 경사지게 해도 무방하다.

부호의 설명

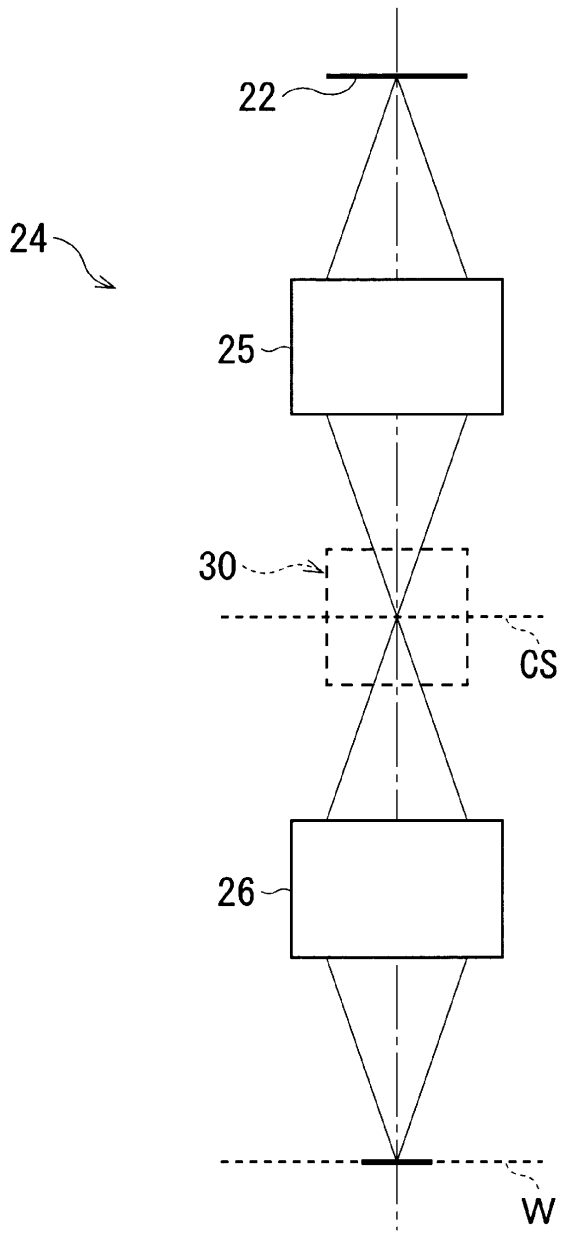
- [0082] 10: 묘화 장치(노광 장치)
- 22: DMD(광변조 소자 어레이)
- 24: 투영 광학계
- 25: 제1 결상 광학계(제1 광학계)
- 26: 제2 결상 광학계(제2 광학계)
- 30: 화상 분할 광학계
- 32, 34, 36: 미러 쌍
- 32A, 34A, 36A 분할 미러
- 32B, 34B, 36B 가이드 미러

도면

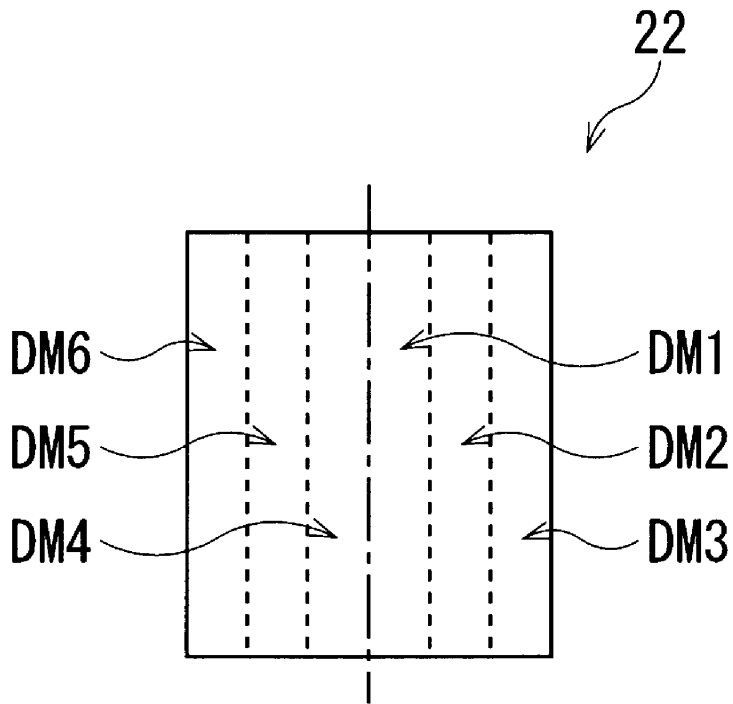
도면1



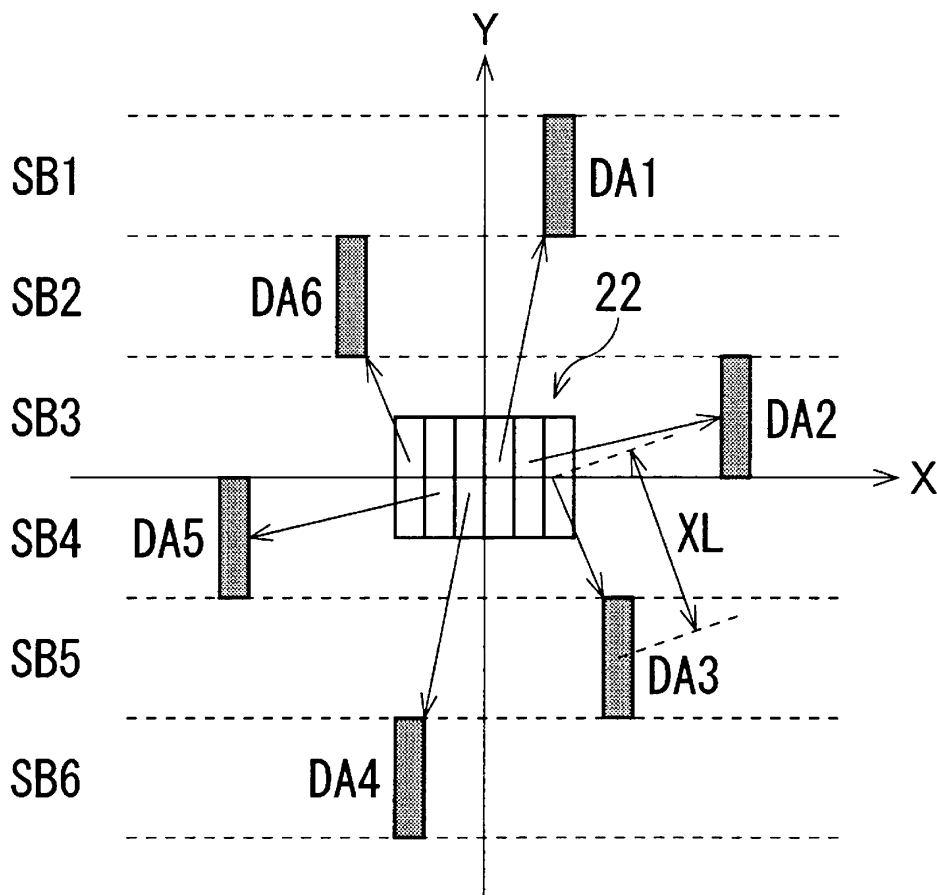
도면2



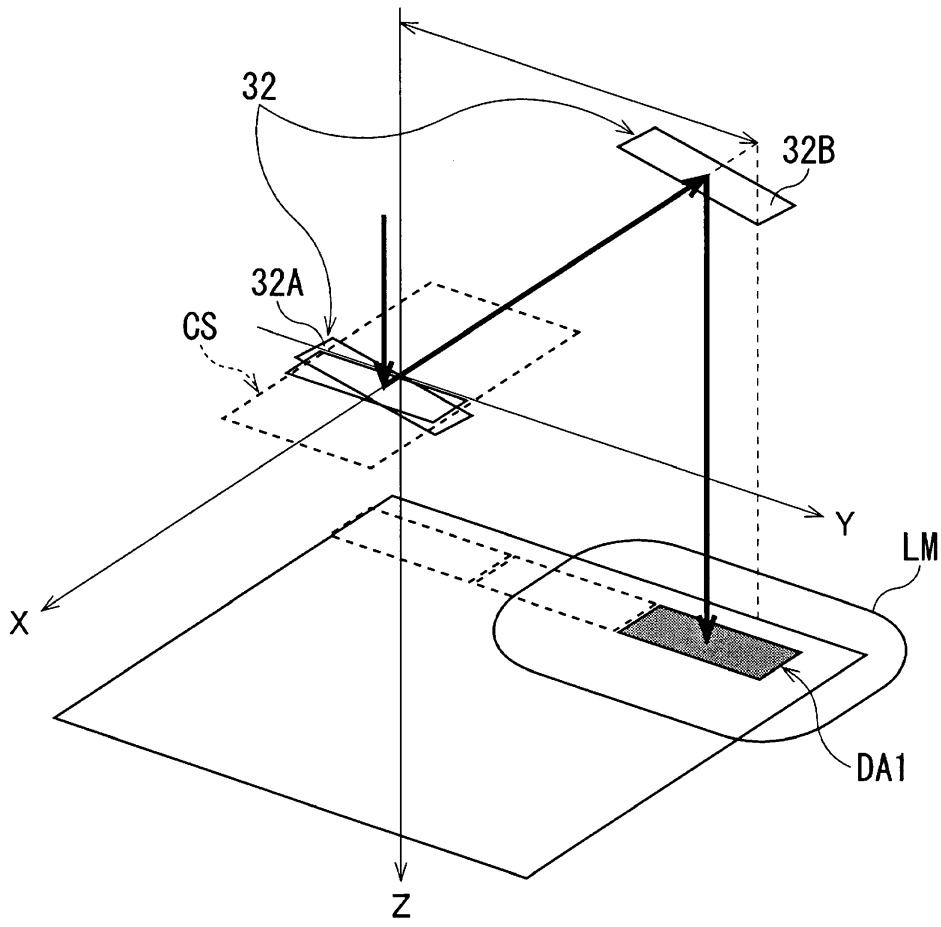
도면3



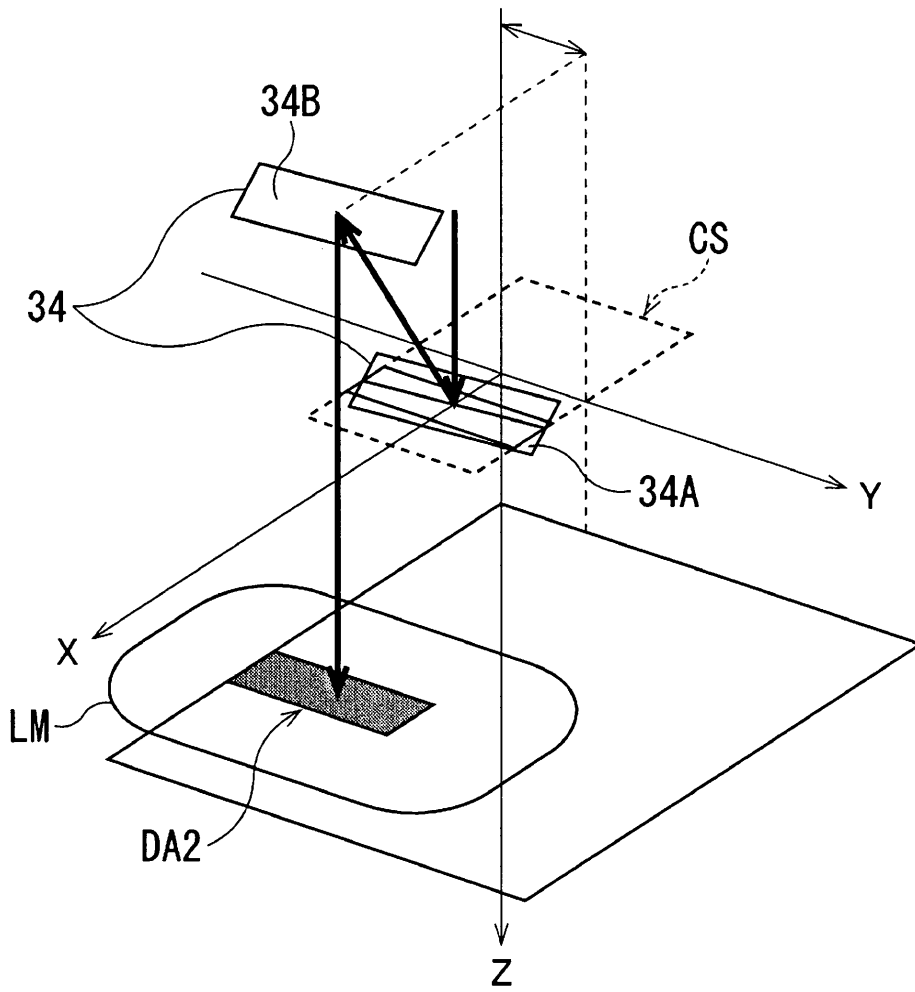
도면4



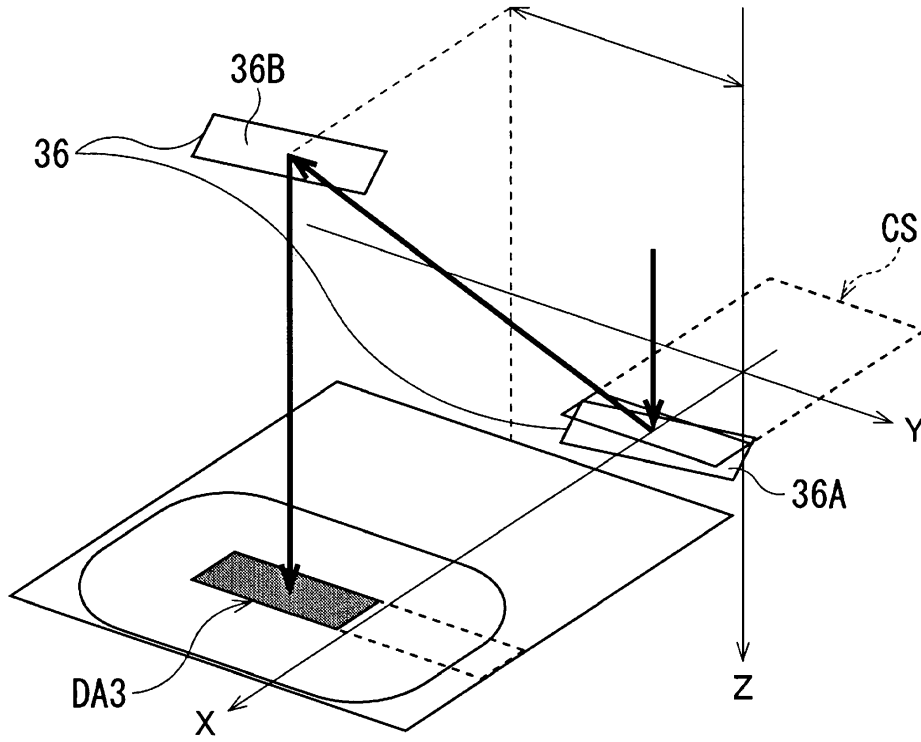
도면5



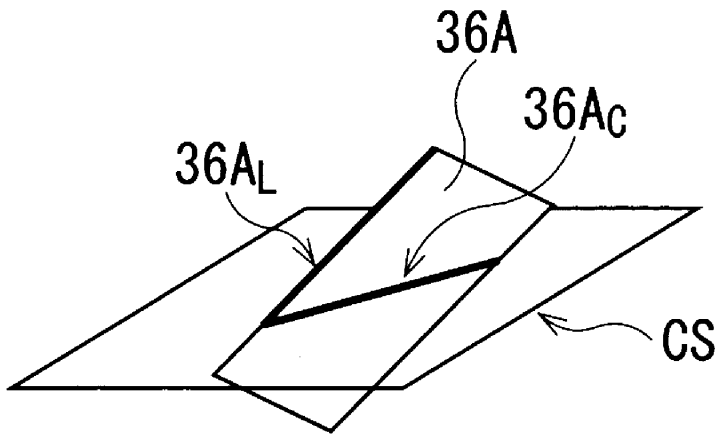
도면6



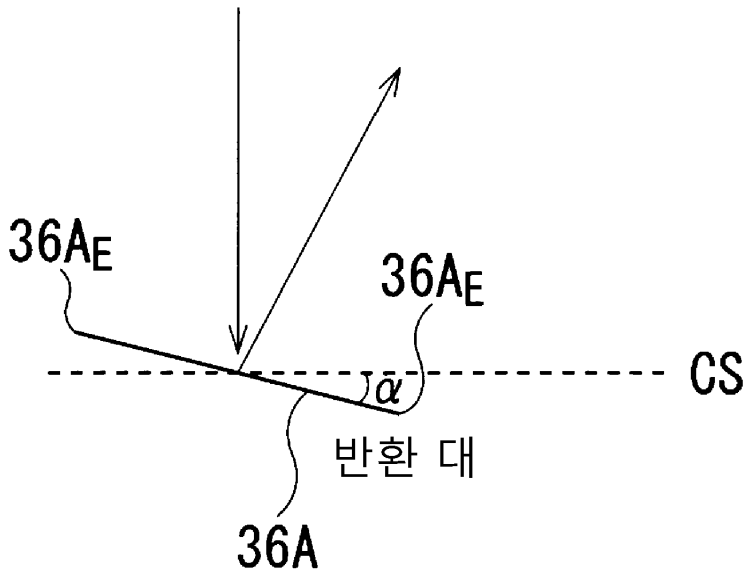
도면7



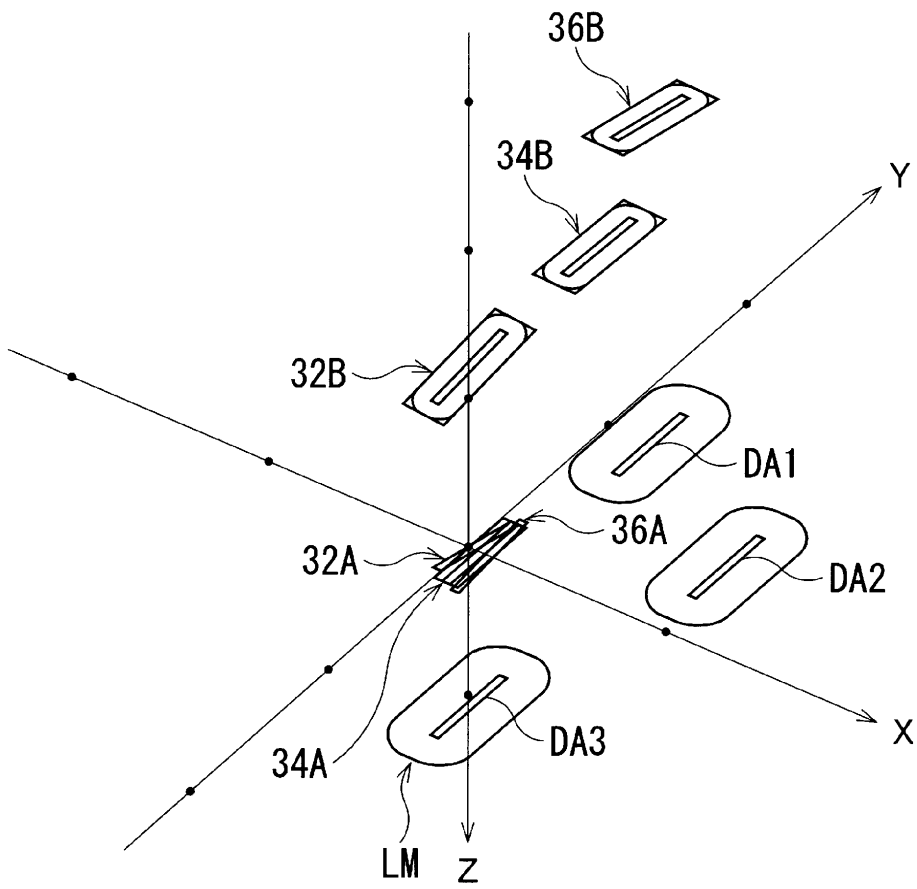
도면8



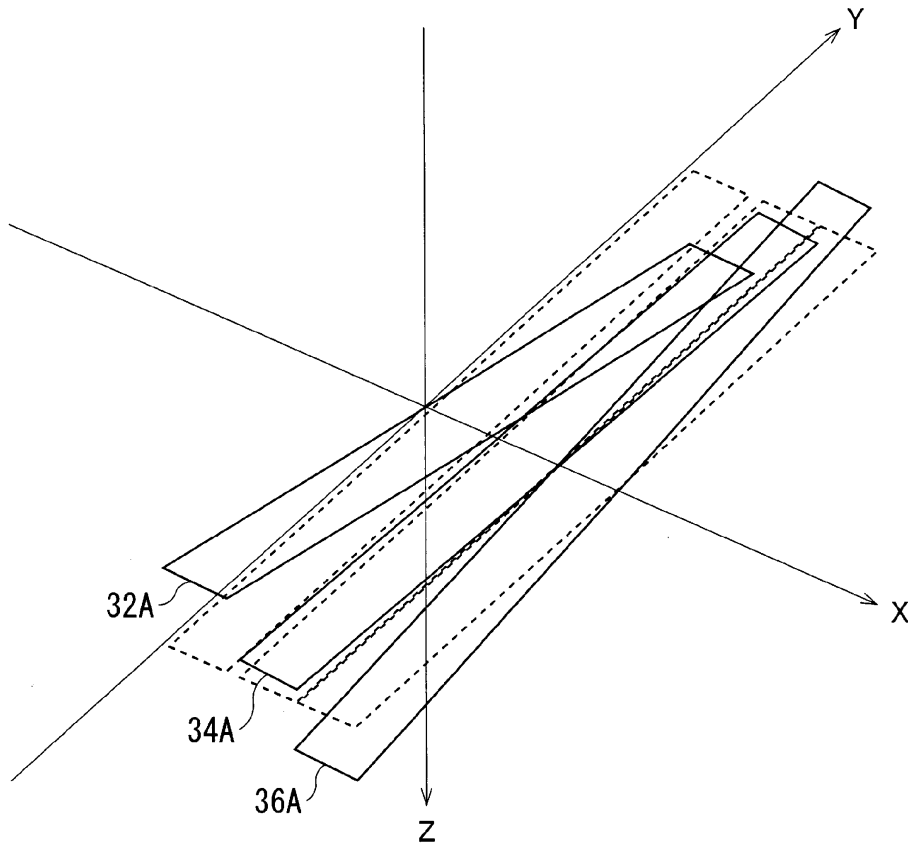
도면9



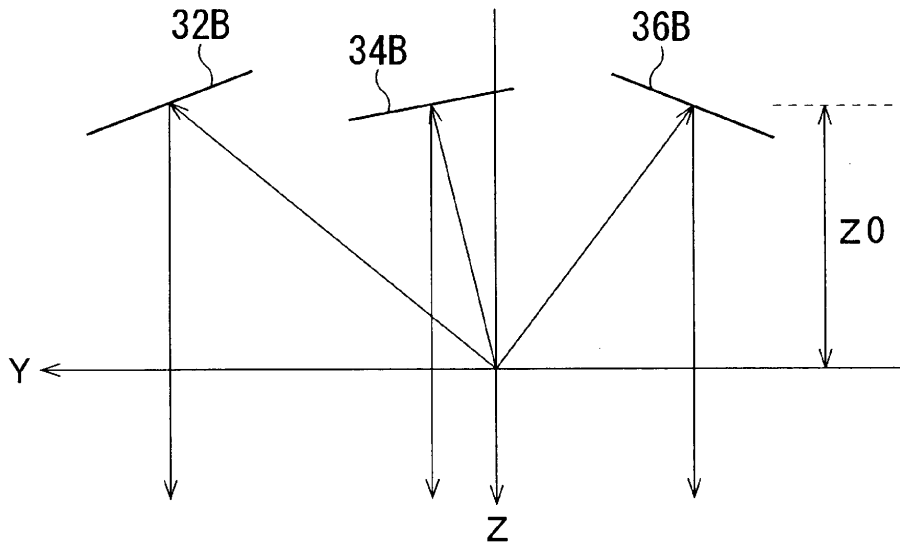
도면10



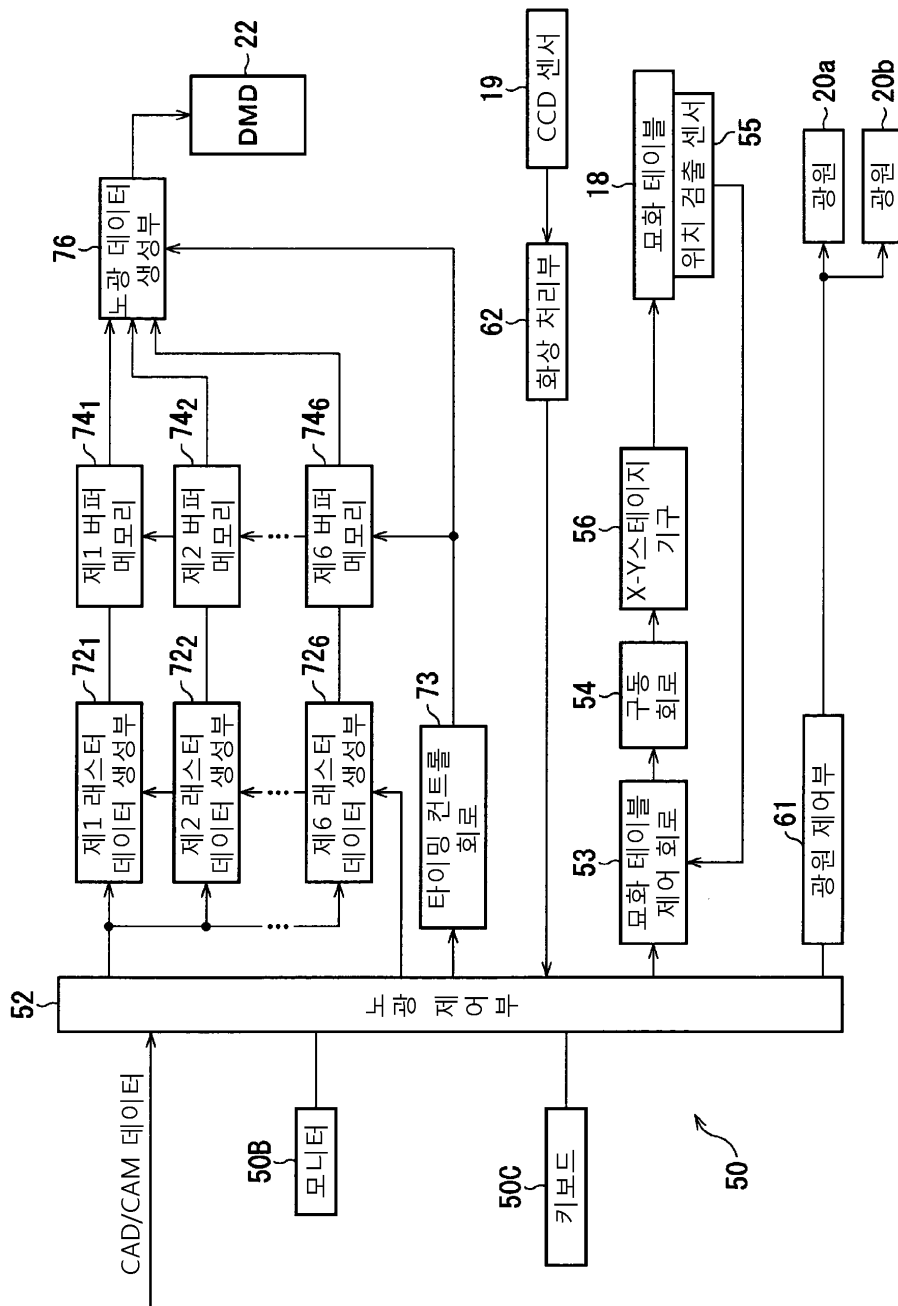
도면11



도면12



도면13



도면14

