



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0112967
(43) 공개일자 2016년09월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 7/20 (2006.01) G03F 7/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G03F 7/70466 (2013.01)
G03F 7/001 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0029566
(22) 출원일자 2016년03월11일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
JP-P-2015-054508 2015년03월18일 일본(JP)

(71) 출원인
가부시키키가이샤 오크세이사쿠쇼
일본국 도쿄도 마치다시 오야마가오카 3쵸메 9반
치 6
(72) 발명자
코바야시, 요시노리
일본국 도쿄도 마치다시 오야마가오카 3쵸메 9반
치 6가부시키키가이샤 오크세이사쿠쇼 내
(74) 대리인
특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 7 항

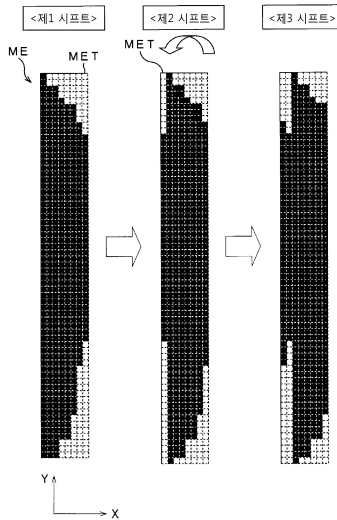
(54) 발명의 명칭 노광 장치 및 노광 방법

(57) 요약

노광 장치에 있어서, 노광 얼룩집이 없게 패턴을 형성한다.

DMD를 갖춘 노광 장치에서, 노광 에리어에 대해 복수의 분할 노광 영역을 규정하고, 선두의 분할 노광 영역의 노광 데이터를 버퍼 메모리(38A)에 격납한 후, 노광 동작에 따라 버퍼 메모리에 순차적으로 시프트 시키면서 다중 노광 동작을 실시한다. 게다가, 마스크 데이터를 생성해 마스크 메모리에 격납하면, 노광 동작 마다, 마스크 데이터를 열(列) 데이터 마다 순환 시프트 시키도록, 마스크 메모리에 대한 독출 어드레스를 변경한다.

대표도 - 도6



(52) CPC특허분류

G03F 7/70116 (2013.01)

G03F 7/70358 (2013.01)

G03F 7/70508 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 광 변조 소자를 2차원 배열시킨 광 변조 소자 어레이와,
 상기 광 변조 소자 어레이에 의한 노광 에리어를, 주 주사 방향에 대해 경사지게 한 상태에서, 피묘화체에 대해 주 주사 방향에 따라 상대 이동시키는 주사부와,
 패턴 데이터에 근거해, 래스터 데이터에 따른 노광 데이터를 생성하는 노광 데이터 생성부와,
 노광 동작 시에 불사용이 되는 광 변조 소자를 정한 마스크 데이터를 생성하는 마스크 데이터 생성부와,
 노광 에리어의 위치에 따른 노광 데이터 및 마스크 데이터에 근거해, 상기 복수의 광 변조 소자를 제어해 다중 노광 동작을 실행하는 노광 제어부를 갖추고,
 상기 마스크 데이터 생성부가, 노광 동작 시, 마스크 데이터의 적어도 일부를, 부 주사 방향에 따른 열 데이터에 근거해 교체하는 것을 특징으로 하는 노광 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 마스크 데이터 생성부가, 상기 마스크 데이터의 적어도 일부의 열 데이터를 순환 시프트 시키는 것을 특징으로 하는 노광 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 마스크 데이터 생성부가, 상기 마스크 데이터의 열 데이터 전체를 순환 시프트 시키는 것을 특징으로 하는 노광 장치.

청구항 4

제2항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 마스크 데이터 생성부가, 노광 동작 마다, 상기 마스크 데이터의 적어도 일부의 열 데이터 혹은 열 데이터 전체를 순환 시프트 시키는 것을 특징으로 하는 노광 장치.

청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 마스크 데이터 생성부가, 생성된 마스크 데이터를 메모리에 격납하고,
 상기 마스크 데이터 생성부가, 상기 메모리로부터 마스크 데이터를 독출할 때 독출 어드레스를 교체하는 것을 특징으로 하는 노광 장치.

청구항 6

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 노광 데이터 생성부가, 상기 노광 에리어를 주 주사 방향에 대해 분할하는 것에 의해 규정되는 복수의 분할 노광 영역 각각에 대응하는 복수의 분할 노광 데이터를 생성하고,
 상기 마스크 데이터 생성부가, 복수의 분할 노광 데이터 각각에 대해 같은 패턴 배열의 분할 마스크 데이터를 생성하고, 분할 마스크 데이터의 적어도 일부를 교체하는 것을 특징으로 하는 노광 장치.

청구항 7

복수의 광 변조 소자를 2차원 배열시킨 광 변조 소자 어레이에 의한 노광 에리어를, 주 주사 방향에 대해 경사지게 한 상태에서, 피묘화체에 대해 주 주사 방향에 따라 상대 이동시키고,

패턴 데이터에 근거해, 래스터 데이터에 따른 노광 데이터를 생성하고,

노광 동작 시에 불사용이 되는 광 변조 소자를 정한 마스크 데이터를 생성하고,

노광 에리어의 위치에 따른 노광 데이터 및 마스크 데이터에 근거해, 상기 복수의 광 변조 소자를 제어해 다중 노광 동작을 실행하는 노광 방법에 있어서,

노광 동작 시, 마스크 데이터의 적어도 일부를, 부 주사 방향에 따른 열 데이터에 근거해 교체하는 노광 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 광 변조 소자 어레이에 의해 기관 등에 패턴을 형성하는 마스크리스(Maskless) 노광 장치에 관한 것으로, 특히, 마스크 패턴을 이용한 다중 노광 동작에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 마스크리스 노광 장치에서는, 복수의 마이크로 미러(micromirror)를 매트릭스 상(狀)으로 배열한 DMD 등 광 변조 소자 어레이를 이용해, 직접 패턴을 형성한다. 거기에서는, 패턴 데이터에 근거해 래스터 데이터를 생성하고, 광 변조 소자 어레이에 래스터 데이터(노광 데이터)가 입력되는 것에 의해, 각 마이크로 미러가 제어된다.

[0003] 패턴 해상도를 올리기 위해, DMD는, 그 투영 에리어(노광 에리어)가 주사 방향에 대해 경사지도록 세팅된다. 기관을 탑재한 묘화 테이블을 이동시키는 동안, 인접하는 마이크로 미러 사이에서의 투영 에리어가 주사(走査) 방향, 부(副) 주사 방향 각각에 대해 오버랩 하는 피치 간격에 따라, 다중 노광 동작이 수행된다.

[0004] 다중 노광에서는, 1개의 마이크로 미러에 의한 투영 에리어의 사이즈(셀 사이즈) 내에 노광 샷(shot) 시의 투영 에리어 중심점(이하, 노광점이라고 한다)이 가능한 산재(散在)하도록, 노광 피치가 조정되고 있다. 이에 따라, 패턴 형성 시에 셀 사이즈 이하의 분해능(分解能)을 얻을 수 있다(예를 들면, 특허 문헌 1 참조).

[0005] 노광 에리어가 주사 방향에 대해 미소(微小) 경사지고 있는 경우, 인접하는 노광 헤드의 사이에 생기는 노광 에리어의 중첩, 또한, 주사 기구에 기인하는 미러 투영 에리어의 사행(蛇行) 등에 의해, 어느 특정 묘화 영역을 노광 에리어가 통과했을 때의 총 노광량은, 샷 수의 차이 등에 의해 각 주사 라인에서 일정하게 되지 않는다. 그 결과, 노광 얼룩집이 생긴다.

[0006] 이를 해소하기 위해, 일부의 마이크로 미러를 상시(常時) 불사용(不使用)으로 하고, 묘화 패턴에 대해 불사용 미러를 정하는 마스크 패턴을 중합(重合)하여, 묘화 처리를 실시한다(예를 들면, 특허 문헌 2 참조). 거기에서는, 각 미러 투영 에리어의 묘화점 수(샷(shot) 수)를 주사 라인에 따라 미리 예측해, 묘화점 수의 차를 작게 하도록, 마스크 데이터를 생성한다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) [특허 문헌 1] 일본 특허공개공보 2009-44060호
- (특허문헌 0002) [특허 문헌 2] 일본 특허공개공보 2007-253380호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 마스크 패턴에 의해 불사용(不使用)으로 하는 미러 등의 광 변조 소자를 고정된 경우, 그 설정한 광 변조 소자의 배열 위치에 편향이 있으면, 셀 사이즈 내에서의 샷(shot) 위치(노광점)에도 편향이 생긴다. 노광점 분포가

불균일하게 되어 소밀(疎密)한 에리어가 생기면, 패턴 엣지 부분에서 요철(凹凸)이 두드러지는 현상이 생겨 패턴 해상도의 저하를 초래한다.

[0009] 따라서, 마스크 패턴을 이용해 노광을 실시할 때, 노광점 분포에 편향이 생기지 않도록 다중 노광 동작을 실시할 필요가 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 노광 장치는, 복수의 광 변조 소자를 2차원 배열시킨 광 변조 소자 어레이와, 상기 광 변조 소자 어레이에 의한 노광 에리어를, 주(主) 주사 방향에 대해 경사지게 한 상태에서, 피묘화체(被描畫體)에 대해 주 주사 방향에 따라 상대 이동시키는 주사부와, 패턴 데이터에 근거해, 래스터 데이터에 따른 노광 데이터를 생성하는 노광 데이터 생성부와, 노광 동작 시에 불사용(不使用)이 되는 광 변조 소자를 정한 마스크 데이터를 생성하는 마스크 데이터 생성부와, 노광 에리어의 위치에 따른 노광 데이터 및 마스크 데이터에 근거해, 상기 복수의 광 변조 소자를 제어해 다중 노광 동작을 실행하는 노광 제어부를 갖춘다.

[0011] 본 발명에서는, 상기 마스크 데이터 생성부가, 노광 동작 시, 마스크 데이터의 적어도 일부를, 부 주사 방향에 따른 열(列) 데이터에 근거해 교체한다. 단, 「열 데이터」는, 광 변조 소자 어레이에서, 주 주사 방향에 수직인 부 주사 방향에 따른 패턴을 투영하는 광 변조 소자가 늘어선 방향에 대응하는 데이터를 나타낸다. 열 데이터의 교체에 의해, 묘화 대상 에리어를 노광 에리어가 통과했을 때에 셀 사이즈 레벨에서도 노광점이 산재하여, 광량 분포가 균일(一樣)해진다.

[0012] 열 데이터를 교체하는 구성은 다양하며, 랜덤한 열 데이터의 교체, 옆의 열 데이터의 위치로 시프트(shift) 시키는 것도 가능하다. 주 주사 방향에 따른 불사용 미러 수를 고정해 노광 동작을 실시하는 것, 및 데이터의 용이한 교체 처리를 고려하면, 마스크 데이터 생성부는, 상기 마스크 데이터의 적어도 일부의 열 데이터를 순환 시프트 시킬 수 있다. 여기서, 「순환 시프트」란, 열 데이터를 순차적으로 1개씩 옆으로 시프트 시키는 것과 동시에, 마스크 데이터의 한쪽의 데이터단에 있는 열 데이터를, 다른 한쪽의 데이터단으로 시프트 시키는 데이터 이동을 나타낸다.

[0013] 마스크 데이터 생성부는, 상기 마스크 데이터의 적어도 일부의 열 데이터를 순환 시프트 시키는 것이 가능하며, 마스크 데이터에 의해 불사용이 되는 광 변조 소자의 분포에 편향이 있는 경우, 일부 열 데이터를 순환 시프트 시키면 된다. 마스크 데이터 생성부는, 상기 마스크 데이터의 열 데이터 전체를 순환 시프트 시키는 것도 가능하며, 노광점 분포를 보다 균일하게 할 수 있다. 게다가, 마스크 데이터 생성부는, 노광 동작 마다 순환 시프트를 실시하는 것도 가능하며, 노광 피치가 매우 짧은 경우에서도, 노광점이 산재한다.

[0014] 마스크 데이터 생성부는, 생성된 마스크 데이터를 메모리에 격납하고, 메모리로부터 마스크 데이터를 독출할 때 독출 어드레스를 교체할 수 있다. 최초로 마스크 데이터를 정하면, 독출하는 어드레스 번호를 변경하는 것만으로 마스크 데이터의 교체가 가능해진다.

[0015] 노광 데이터 생성부는, 상기 노광 에리어를 주 주사 방향에 대해 분할하는 것에 의해 규정되는 복수의 분할 노광 영역 각각에 대응하는 복수의 분할 노광 데이터를 생성하는 것이 가능하다. 분할 노광 영역 마다 래스터 데이터를 격납하는 메모리를 준비하면, 선두의 분할 노광 영역에 따른 노광 데이터만을 생성하고, 그 노광 데이터를 순서대로 다른 분할 노광 영역의 메모리로 시프트 시키는 것이 가능하다. 이 경우, 상기 마스크 데이터 생성부는, 복수의 분할 노광 데이터 각각에 대해 같은 패턴 배열의 분할 마스크 데이터를 생성하고, 분할 마스크 데이터의 적어도 일부를 교체하도록 할 수 있다. 선두의 분할 노광 영역의 마스크 데이터를 그대로 사용하면, 노광점 분포의 편향이 생기기 쉽지만, 열 데이터를 교체 함으로써 노광점 분포를 균일하게 산재시킬 수 있다.

[0016] 본 발명의 노광 방법은, 복수의 광 변조 소자를 2차원 배열시킨 광 변조 소자 어레이에 의한 노광 에리어를, 주 주사 방향에 대해 경사지게 한 상태에서, 피묘화체에 대해 주 주사 방향에 따라 상대 이동시키고, 패턴 데이터에 근거해, 래스터 데이터에 따른 노광 데이터를 생성하고, 노광 동작 시에 불사용이 되는 광 변조 소자를 정한 마스크 데이터를 생성하고, 노광 에리어의 위치에 따른 노광 데이터 및 마스크 데이터에 근거해, 상기 복수의 광 변조 소자를 제어해 다중 노광 동작을 실행하는 노광 방법에 있어서, 노광 동작 시, 마스크 데이터의 적어도 일부를, 부 주사 방향에 따른 열 데이터에 근거해 교체한다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 의하면, 노광 장치에서, 노광 얼룩집이 없게 패턴을 형성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 실시 형태인 노광 장치의 블록도이다.
- 도 2는 주 주사 방향에 대한 노광 에리어의 이동 방향을 나타낸 도면이다.
- 도 3은 분할 노광 영역 및 분할 노광 에리어를 나타낸 도면이다.
- 도 4는 노광 에리어 분할에 근거하는 다중 노광 과정을 나타낸 도면이다.
- 도 5는 마스크 데이터에 의해 불사용이 되는 마이크로 미러의 배열을 나타낸 도면이다.
- 도 6은 마스크 데이터의 노광 동작 유지에서의 데이터 시프트를 나타낸 도면이다.
- 도 7a는 마스크 데이터의 순환 시프트를 시키지 않는 경우의 하나의 셀 내에서의 노광점 분포를 나타낸 도면이다.
- 도 7b는 마스크 데이터를 순환 시프트 시킨 경우의 노광점 분포를 나타낸 도면이다.
- 도 8은 다중 노광 처리의 플로우 차트를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하에서는, 도면을 참조해 본 발명의 실시 형태에 대해 설명한다.
- [0020] 도 1은, 본 실시 형태인 노광 장치의 블록도이다. 도 2는, 주 주사 방향에 대한 노광 에리어의 이동 방향을 나타낸 도면이다. 도 3은, 분할 노광 영역 및 분할 노광 에리어를 나타낸 도면이다.
- [0021] 노광 장치(10)는, 포토레지스트 등의 감광 재료를 표면에 형성한 기판 W로 광을 조사하는 것에 의해 회로 패턴을 형성하는 마스크리스 노광 장치이며, DMD(Digital Micro-mirror Device)(20)를 마련한 노광 헤드(30)를 갖는다. 기판 W는, 묘화 테이블(18)에 탑재되어 있고, 묘화 테이블(18) 상에는, 주 주사 방향(X방향), 부 주사 방향(Y방향)에 따라 X-Y 좌표계가 규정되고 있다.
- [0022] 노광 헤드(30)는, DMD(20)와 함께, 조명 광학계(24) 및 결상 광학계(26)를 갖는다. 노광 장치(10)에 구비된 광원(21)(레이저 혹은 방전 램프 등)으로부터 방사된 광은, 조명 광학계(24)에 의해 DMD(20)로 유도된다.
- [0023] DMD(20)는, 여기에서는 수 μm ~ 수십 μm 의 미소 구형상(矩形狀) 마이크로 미러를 매트릭스 상(狀)으로 2차원 배열시킨 광 변조 디바이스이며, 예를 들면, 1024×768의 마이크로 미러로 구성된다. 각 마이크로 미러는, 광원(21)으로부터의 빔을 기판 W의 노광면 방향으로 반사시키는 제1 자세(ON 상태)와, 노광면 외의 방향으로 반사시키는 제2 자세(OFF 상태) 중 어느 하나의 자세로 위치 결정되어, 제어 신호(노광 데이터)에 따라 자세가 전환(切換)된다.
- [0024] DMD(20)에서는 각 마이크로 미러가 선택적으로 ON/OFF 제어되고, ON 상태의 마이크로 미러 상에서 반사된 광은, 결상 광학계(26)를 지나, 기판 W로 조사된다. 따라서, 기판 W에 조사되는 광은, 각 마이크로 미러에서 선택적으로 반사된 광의 광속(光束)으로 구성되어, 노광면 상에 형성해야 할 회로 패턴에 따른 패턴광이 된다.
- [0025] 모든 마이크로 미러가 ON 상태인 경우, 기판 W 상에는, 소정 사이즈를 가지는 구형상의 투영 에리어가 되는 노광 에리어 EA가 규정된다(도 2 참조). 예를 들면, 결상 광학계(26)의 배율이 1배의 경우, 노광 에리어의 사이즈는 DMD(20)의 사이즈와 일치한다.
- [0026] 노광 헤드(30)는, DMD(20)에 의한 노광 에리어 EA가 주사 방향에 대해 소정의 미소 각도 α 만큼 기울어지도록 배치되어 있다. 그 결과, 주 주사 방향에 따라 배열된 마이크로 미러의 미소 투영 에리어의 궤적은, 부 주사 방향에 따라 미소 거리 만큼 어긋난다.
- [0027] 노광 동작에 관해서는, 다중 노광을 실시하기 위해, 각 마이크로 미러의 미소 투영 에리어가 서로 오버랩 하도록 노광 피치(노광 동작 시간 간격)가 정해진다. 그 결과, 노광 에리어 EA가 미소 각도 α 만큼 주 주사 방향으로부터 어긋나게 이동하는 것에 의해, 1개의 미소 투영 에리어(셀) 내에서, 노광 샷(shot) 시의 미소 투영 에리어 중심점(이하, 노광점이라고 한다)이 산재하게 된다. 그 결과, 셀 사이즈 이하의 해상도에 의해 패턴이 형성된다.
- [0028] 노광 에리어 EA가 주사 방향에 따라 기판 W 상을 연속적 혹은 간헐적으로 상대 이동 함에 따라, 회로 패턴이 주

주사 방향에 따라 기관 W에 형성된다. 1개의 주사 밴드에 따른 다중 노광 동작이 기관 W의 끝(端)에서 끝(端)까지 끝나면, 다음의 주사 밴드에 따른 다중 노광 동작이 수행된다. 기관 W를 전체적으로 노광하는 것에 의해, 묘화 처리가 종료된다. 묘화 처리 후에는, 현상 처리, 에칭(etching) 또는 도금, 레지스트 박리 처리 등이 수행되어, 회로 패턴이 형성된 기관이 제조된다.

- [0029] 외부의 워크스테이션(도시하지 않음)과 접속하는 시스템 컨트롤 회로(32)는, 묘화 처리를 제어하고, DMD 구동 회로(34), 독출(讀出) 어드레스 제어 회로(37), 묘화 테이블 제어 회로(42) 등 각 회로로 제어 신호를 출력한다. 노광 동작을 제어하는 프로그램은, 미리 시스템 컨트롤 회로(32) 내의 ROM(도시하지 않음)에 격납되어 있다.
- [0030] 워크스테이션으로부터 CAD/CAM 데이터로서 보내지는 패턴 데이터는, 좌표 데이터인 벡터 데이터이며, 래스터 변환 회로(36)는, 벡터 데이터를 래스터 데이터로 변환한다. 1 혹은 0의 2값 데이터로 나타내지는 래스터 데이터는, 각 마이크로 미러의 위치를 ON 상태 혹은 OFF 상태로 결정한다. 생성된 래스터 데이터는, 직렬적으로 접속된 버퍼 메모리(38A~38C)에 격납된다.
- [0031] 도 3에 도시한 바와 같이, 본 실시 형태에서는, 노광 에리어 EA를 등분할(等分割) 함으로써, 3개의 분할 노광 에리어(분할 노광 영역) EA1, EA2, EA3이 규정되고 있다. 분할 노광 에리어는, 주 주사 방향을 향해 노광 에리어 EA1를 선두로 하여 차례로 늘어선다. DMD(20)에서는, 3개의 분할 변조 영역 D1, D2, D3이 분할 노광 에리어 EA1, EA2, EA3에 대응하여 정해진다. 각 분할 노광 에리어는, 여기에서는 부 주사 방향에 대해 1 화소분 경사지고, 노광 에리어 EA 전체에서는 3 화소분 어긋나 있다. 단, 1 화소는, 1개의 마이크로 미러 DM의 미소 투영 에리어로 한다.
- [0032] 버퍼 메모리(38A, 38B, 38C)에는, 각각 분할 변조 영역 D1, D2, D3의 마이크로 미러를 제어하는 래스터 데이터가 노광 데이터로서 격납된다. 워크스테이션에서 보내 오는 벡터 데이터는, 노광 에리어 EA1, 즉 DMD(20)의 분할 변조 영역 D1에만 따른 데이터이며, 버퍼 메모리(38A)에 격납된다. 그리고, 노광 동작이 실행될 때에 새로운 분할 변조 영역 D1에 따른 래스터 데이터가 버퍼 메모리(38A)에 격납되어, 래스터 데이터가 갱신된다.
- [0033] 한편, 버퍼 메모리(38A, 38B)에 격납되어 있던 래스터 데이터는, 노광 동작에 맞춰 각각 버퍼 메모리(38B, 38C)로 시프트 한다. 버퍼 메모리(38A, 38B, 38C)에 격납되어 있는 래스터 데이터는, 노광 동작에 맞춰 DMD 구동 회로(34)로 보내진다. 버퍼 메모리(38A, 38B, 38C)의 래스터 데이터 독출(讀出), 서입(書入) 타이밍은, 독출 어드레스 제어 회로(37)에 의해 제어된다.
- [0034] 묘화 테이블 제어 회로(42)는, 구동 회로(44)로 제어 신호를 출력하여 X-Y 스테이지 기구(46)의 이동을 제어한다. 위치 검출 센서(48)는, 묘화 테이블(18)의 위치를 검출 함으로써 노광 에리어 EA의 상대적 위치를 검출한다. 시스템 컨트롤 회로(32)는, 묘화 테이블 제어 회로(42)를 통해 검출되는 노광 에리어 EA의 상대적 위치에 근거해, DMD 구동 회로(34), 독출 어드레스 제어 회로(37) 등을 제어한다. 묘화 테이블의 끝(端)에 설치된 광 검출부(도시하지 않음)는, 노광 헤드(30)로부터의 조명광을 수광하고, 주 주사 방향에 따른 각 주사 라인의 노광량을 검출한다.
- [0035] DMD 구동 회로(34)는, DMD(20)의 마이크로 미러 전체의 래스터 데이터(노광 데이터)를 격납하는 비트맵 메모리를 갖추고, 2값 데이터인 래스터 데이터에 근거해, DMD(20)에 선택적으로 제어 신호를 출력한다. 노광 에리어 EA의 상대적 위치에 따른 래스터 데이터가 버퍼 메모리(38A, 38B, 38C)로부터 입력되면, 노광 타이밍을 맞추는 클럭 펄스 신호에 동기하면서, 마이크로 미러의 제어 신호가 묘화 신호로서 DMD(20)로 출력된다. 이에 따라, DMD의 마이크로 미러는, 대응하는 래스터 데이터에 근거해 ON/OFF 제어된다.
- [0036] 한편, 시스템 컨트롤 회로(32)는, 패턴과 관계 없이 불사용(OFF 상태)이 되는 마이크로 미러를 정하는 래스터 데이터(이하, 마스크 데이터라고 한다)를 생성한다. 생성된 마스크 데이터는, 버퍼 메모리 등으로 구성되는 마스크 메모리(50)에 격납되어 있다. 노광 동작 시에 독출 어드레스 제어 회로(37)에 의해 독출되어, 버퍼 메모리(38A~38C)로부터 출력되는 래스터 데이터와 중합(重疊)된다.
- [0037] 도 4는, 노광 에리어 분할에 근거하는 다중 노광 과정을 나타낸 도면이다. 여기에서는, 회로 패턴 대신에 A, B, C의 문자 패턴을 묘화 패턴으로서 나타낸다.
- [0038] 도 4에는, 테두리선으로 표시된 묘화 문자 A, B, C가, 각각 패턴 형성되는 위치에서 나타내지고 있다. 여기서의 다중 노광 동작은, 설명을 간단하게 하기 위해, 노광 위치 P2, P3, P4에 맞춰 노광 동작이 실행된다. 즉, 1회의 노광 동작으로 노광 에리어 EA가 이동하는 거리 RT(노광 피치)가, 삼등분 된 분할 노광 에리어 EA1, EA2,

EA3 각각의 주사 방향에 따른 폭 RS로 정해져 있다.

- [0039] 분할 노광 에리어 EA1이 노광 위치 P2에 이르면, 문자 「A」를 묘화하는 래스터 데이터가 버퍼 메모리(38A)에 격납된다. 버퍼 메모리(38B, 38C)에는, DMD(20)의 분할 변조 영역 D2, D3 내의 마이크로 미러를 모두 OFF 상태로 위치 결정하는 래스터 데이터가 격납되어 있다. 또한, 노광 에리어 EA가 주사 방향에 대해 경사지고 있기 때문에, 여기에서는, 가장 먼저 기관 W를 이동하는 노광 에리어 EA의 정점을 노광 위치로 한다.
- [0040] 분할 노광 에리어 EA1이 거리 RT 만큼 더 이동해, 문자 「B」를 패턴 형성해야 할 노광 위치 P3에 이르렀을 경우, 분할 노광 에리어 EA2는, 노광 위치 P2에 도달하여, 문자 「A」를 패턴 해야 할 위치에 이르고 있다. 그 때문에, 래스터 변환 회로(36)에서 새롭게 생성된 래스터 데이터, 즉 문자 「B」에 따른 래스터 데이터가 버퍼 메모리(38A)에 격납된다. 그와 동시에, 버퍼 메모리(38A)에 격납되고 있던 문자 「A」에 대응하는 래스터 데이터가 버퍼 메모리(38B)에 격납되고, 버퍼 메모리(38B)에 격납되어 있던 래스터 데이터가 버퍼 메모리(38C)에 격납된다.
- [0041] 분할 노광 영역 EA1이 거리 RT 만큼 더 이동해 문자 「C」를 패턴 형성해야 할 노광 위치 P4에 이르렀을 경우(도 7 참조), DMD(20)의 분할 변조 영역 D2는 문자 「B」를 패턴 형성해야 할 노광 위치 P3에 도달하고, 분할 변조 영역 D3는 문자 「A」를 패턴 형성해야 할 노광 위치 P2에 도달한다. 이 경우, 새롭게 생성된 문자 「C」의 래스터 데이터가 버퍼 메모리(38A)에 격납되고, 버퍼 메모리(38A, 38B)에 격납되어 있던 문자 「B」, 「C」에 대응하는 래스터 데이터가, 각각 버퍼 메모리(38B, 38C)에 격납된다.
- [0042] 이와 같이, 노광 에리어 EA1~EA3이 각각 노광 위치에 도달하면, 선두의 분할 노광 에리어 EA1의 노광 위치에 형성해야 할 패턴에 따른 래스터 데이터가 벡터 데이터에 근거해 생성되어, 버퍼 메모리(38A)로 격납된다. 그리고, 그때까지 버퍼 메모리(38A, 38B)에 격납되고 있던 래스터 데이터가 독출되어, 각각 버퍼 메모리(38B, 38C)로 보내진다. 또한, 노광 피치는 이것으로 한정되지 않으며, 더 짧은 노광 피치로 다중 노광을 실시해도 무방하다.
- [0043] 마스크 데이터에 대해서도, 패턴에 따른 노광 데이터와 같이, 선두의 분할 노광 에리어 EA1에 대한 마스크 데이터만이 생성된다. 생성된 마스크 데이터는, 마스크 메모리(50)에 격납되면, 노광 에리어 EA2, EA3이 각각 노광 에리어 EA1와 같은 위치에 도달함에 따라, 마스크 메모리(50)로부터 같은 마스크 데이터가 독출된다.
- [0044] 도 5는, 마스크 데이터에 의해 불사용이 되는 마이크로 미러의 배열을 나타낸 도면이다. 단, DMD(20)의 마이크로 미러 배열에 대해서는, 도 2와 상이하다.
- [0045] 도 5에서는, 불사용이 되는(즉, OFF 상태가 되는) 마이크로 미러가 백색으로 표시되어 있고, 흑색의 마이크로 미러는, 패턴 데이터에 근거해 ON 상태 혹은 OFF 상태로 설정된다. 1개의 분할 노광 에리어 EA1에 대해 마스크 데이터가 설정되면, 다른 분할 노광 에리어 EA2, EA3에 대해서도 같은 마스크 데이터가 사용된다.
- [0046] 각 주사 라인에서의 백색의 불사용 마이크로 미러 수의 설정은, 실제의 노광 동작 전에 노광량 분포의 편향을 검출하는 것에 의해 가능하다. 여기에서는, 미리 모든 마이크로 미러를 ON 상태로 하여 패턴광을 투영하고, 광 검출부가 묘화 테이블(18)의 이동에 따라 패턴광을 수광하고, 1회 주사했을 때의 각 주사 라인의 총 노광량을 산출한다. 그리고, 그 때의 노광량 분포의 편향에 근거해, 불사용이 되는 마이크로 미러를 정한다. 또한, 도 5에서는, 불사용 마이크로 미러의 위치가 주변부로 치우쳐 있지만, 노광 동작 환경에 따라 중심부로 많이 설정하는 경우도 있다.
- [0047] 마스크 데이터를 이용해 다중 노광 동작을 실시하면, DMD(20)의 노광 에리어 EA가 통과했을 때의 어느 특정한 묘화 영역에 대한 총 노광량은, 주사 라인에 따라 상이하진 않다. 즉, 부 주사 방향에 따른 노광량 분포가 균일해진다. 그렇지만, 불사용으로 하는 마이크로 미러를 고정해 버리면, 어떤 패턴광 투영 대상 영역에서, 노광 횟수의 소밀(疎密)이 생겨 버린다.
- [0048] 도 5에서는, 마스크 데이터에 의해 불사용이 되는 마이크로 미러는, 부 주사 방향에 따라 양단(兩端) 부근에 많다. 그 때문에, 불사용인 마이크로 미러 수가 많은 부분의 묘화 영역에서는, 노광 동작 시의 미소 투영 에리어의 중심, 즉 노광점이 중복 하는 부분과, 노광점이 존재하지 않는 부분이 혼재하게 된다.
- [0049] 노광 에리어 EA가 통과한 후의 셀 내에서의 노광점 분포에 편향이 생겨 불균일해지면, 노광량 부족의 에리어 부분에 형성되는 패턴 엣지가 물결치는 현상이 생겨 버린다. 거기서, 본 실시 형태에서는, 노광 동작 마다 마스크 데이터를 열 데이터 마다 시프트 시켜, 불사용이 되는 마이크로 미러의 위치를 교체한다.

- [0050] 도 6은, 마스크 데이터의 노광 동작 유지에서의 데이터 시프트를 나타낸 도면이다.
- [0051] 제1~ 제3회의 노광 동작을 실시하는 경우, 도 6에 도시한 분할 투영 에리어 EA1에 대한 마스크 데이터 ME에 의해, 1회째의 불사용 미러가 정해진다. 2회째의 노광 동작 시에는, 1회째의 노광 동작 시에서 최선단(最先端)의 열 데이터 MET가 최후미(最後尾)로 시프트 하고, 그 이외의 열 데이터는 선두 방향(주 주사 방향)으로 옆으로 시프트 한다. 3회째의 노광 동작 시에서도, 마찬가지로 선두측으로 순서대로 시프트 시킨다. 이를 반복 함으로써, 마스크 데이터 ME의 열 데이터는 순환하도록 시프트 해 나간다(이하에서는, 순환 시프트라고 부른다).
- [0052] 도 7a는, 마스크 데이터의 순환 시프트를 시키지 않는 경우의 하나의 셀 내에서의 노광점 분포를 나타낸 도면이다. 도 7b는, 마스크 데이터를 순환 시프트 시킨 경우의 노광점 분포를 나타낸 도면이다. 또한, 같은 장소에서 노광점이 중복된 스폿(spot)에 대해서는, 노광점 사이즈를 크게 그리고 있다.
- [0053] 도 7a, 도 7b를 비교하면 알 수 있듯이, 마스크 데이터를 순환 시프트 시키면, 셀 영역 내에서 노광점이 산재하게 되어, 소밀이 현저해지는 시프트 없음의 노광점 분포와 비교해 편향이 없다. 그 결과, 셀 내에서의 노광량에 불균일이 없어져, 패턴 엣지 부분에서도 안정된 라인이 형성 가능해진다.
- [0054] 한편, 이러한 마스크 데이터의 순환 시프트는, 주 주사 방향에 따른 불사용 미러의 총 수가 일정하게 변함 없으므로, 각 주사 라인의 총 노광량에 실질적 변화가 없고, 부 주사 방향에 따른 노광량 분포는 순환 시프트를 하지 않는 경우와 같이 균일(一樣)한 분포가 된다.
- [0055] 도 8은, 다중 노광 처리의 플로우 차트를 나타낸 도면이다.
- [0056] 노광 에리어의 위치를 검출해 노광 위치에 도달했다고 판단하면(S101, S102), 선두측의 분할 노광 에리어에 따른 버퍼 메모리(38A)로부터 래스터 데이터를 독출함과 동시에, 버퍼 메모리(38A), 버퍼 메모리(38B)에 격납되어 있던 래스터 데이터가 각각 버퍼 메모리(38B), 버퍼 메모리(38C)로 송신된다(S103). 이 때, 미소 각도 α 에 맞춰 래스터 데이터가 부 주사 방향을 따라 보정된다.
- [0057] 한편, 버퍼 메모리(38B)로부터 래스터 데이터가 독출되는 것에 맞춰, 1열(列)분 만큼 열 데이터를 순환 시프트 시킨 마스크 데이터가 마스크 메모리(50)으로부터 독출된다(S104, S105). 구체적으로는, 독출 어드레스 제어 회로(37)가 데이터 독출 시의 어드레스 순서를 시프트 시킨다. 버퍼 메모리(38A, 38B, 38C)로부터 출력되는 래스터 데이터는, 독출된 마스크 데이터와의 논리적(論理積)에 의해 수정되고, 마스크 데이터의 어드레스 위치에 따른 마이크로 미러(불사용 미러)는, 패턴에 관계없이 OFF 상태로 설정된다.
- [0058] 이와 같이, 본 실시 형태에 의하면, DMD(20)를 갖춘 노광 장치에서, 노광 에리어 EA에 대해 복수의 분할 노광 영역 EA1~EA3를 규정하고, 선두의 분할 노광 영역 EA1의 노광 데이터를 버퍼 메모리(38A)에 격납한 후, 노광 동작에 따라 버퍼 메모리(38B, 38C)에 순차적으로 시프트 시키면서 다중 노광 동작을 실시한다. 게다가, 마스크 데이터를 생성해 마스크 메모리(50)에 격납하면, 노광 동작 마다, 마스크 데이터를 열 데이터 마다 순환 시프트 시키도록, 마스크 메모리(50)에 대한 독출 어드레스를 변경한다. 분할 노광 에리어에 근거한 다중 노광 동작의 경우, 1개의 분할 노광 에리어의 마스크 데이터를 다른 분할 노광 에리어에 대해 유용(流用)하지만, 순환 시프트 시키는 것에 의해 노광점 분포가 치우치지 않는다.
- [0059] 또한, 데이터 시프트는, 옆의 열 데이터로의 시프트로 한정되지 않으며, 소정 수의 열만 시프트 시켜도 무방하다. 게다가, 노광점 분포가 치우치지 않게 하는 조건에서, 마스크 데이터의 일부만을 순환 시프트 시키도록 해도 무방하다. 한편, 순환 시프트 시키지 않고, 랜덤하게 시프트 시키는 것도 가능하다.
- [0060] 상술한 마스크 데이터의 열 데이터 마다의 교체는, 분할 노광 에리어에 근거한 다중 노광 동작으로 한정되지 않으며, 통상의 DMD 전체에 대해 정해지는 마스크 데이터에 대해서도, 노광 동작에 맞춰 데이터를 열 마다 교체하는 것이 가능하다. 이 경우에서도, 인접하는 주사 밴드 부근에서의 노광점 분포에 대해 개선된다.

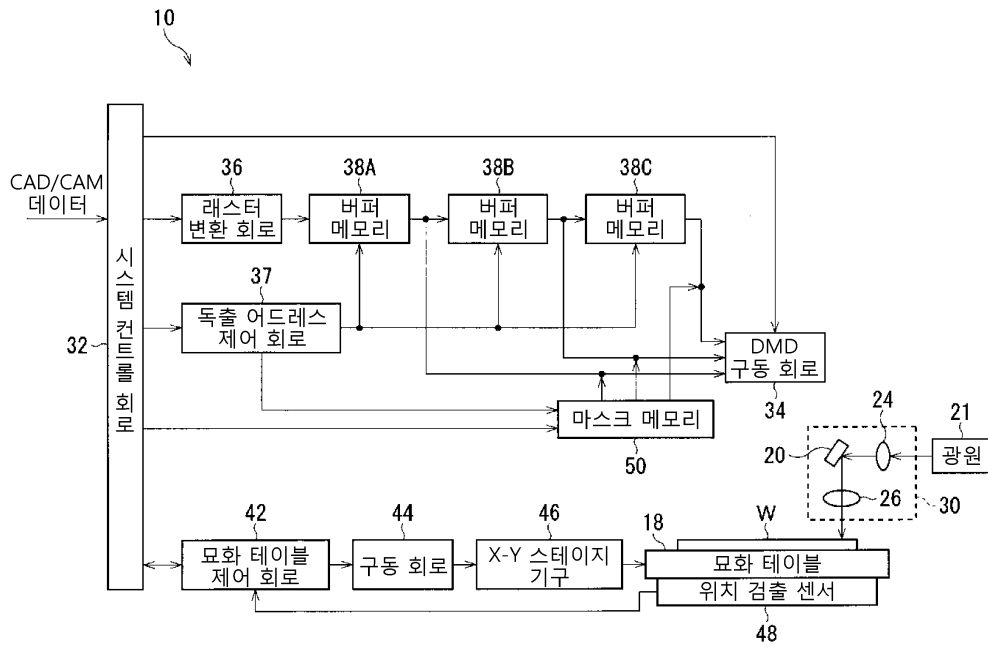
부호의 설명

- [0061] 10: 노광 장치
- 20: DMD(광 변조 소자 어레이)
- 32: 시스템 컨트롤 회로(마스크 데이터 생성부)
- 37: 독출 어드레스 제어 회로(마스크 데이터 생성부)

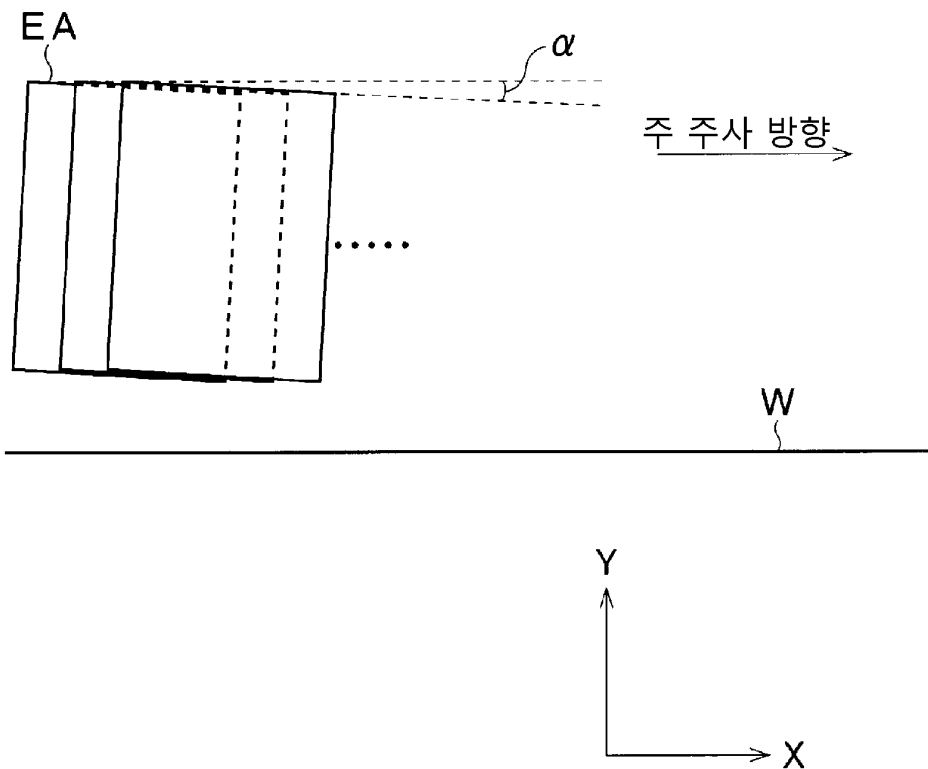
50: 마스크 메모리

도면

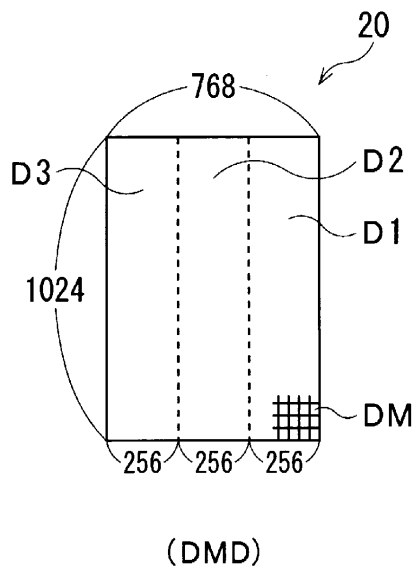
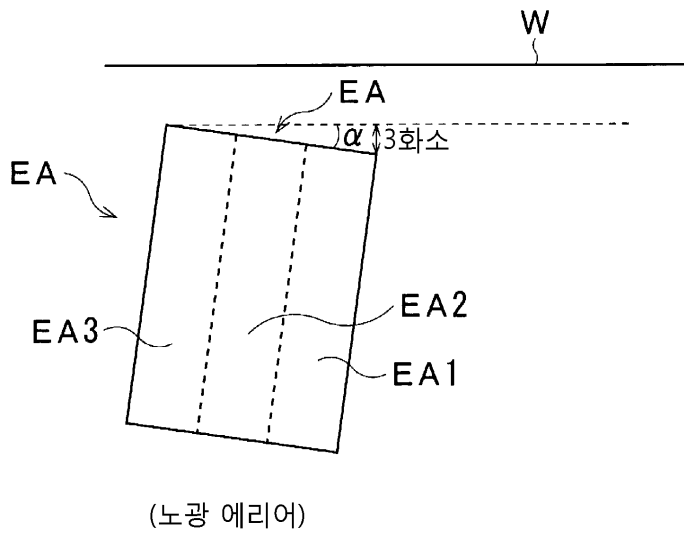
도면1



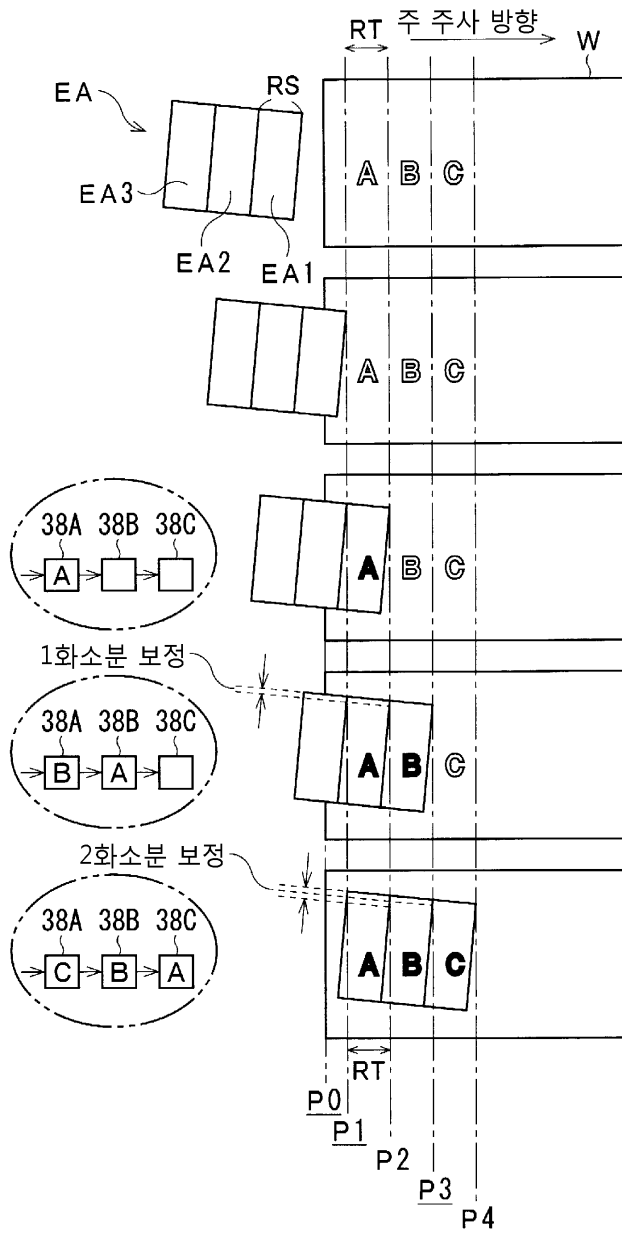
도면2



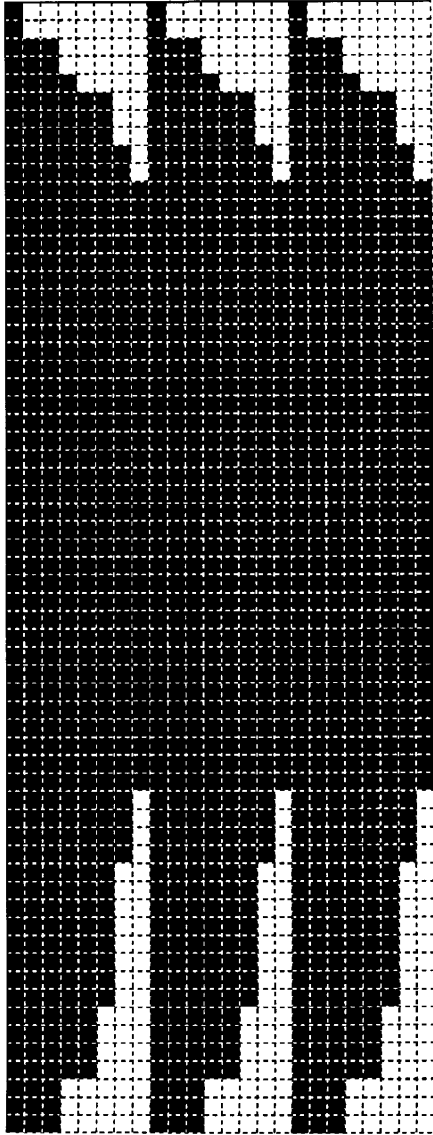
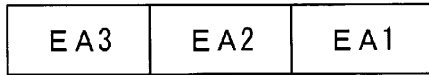
도면3



도면4



도면5

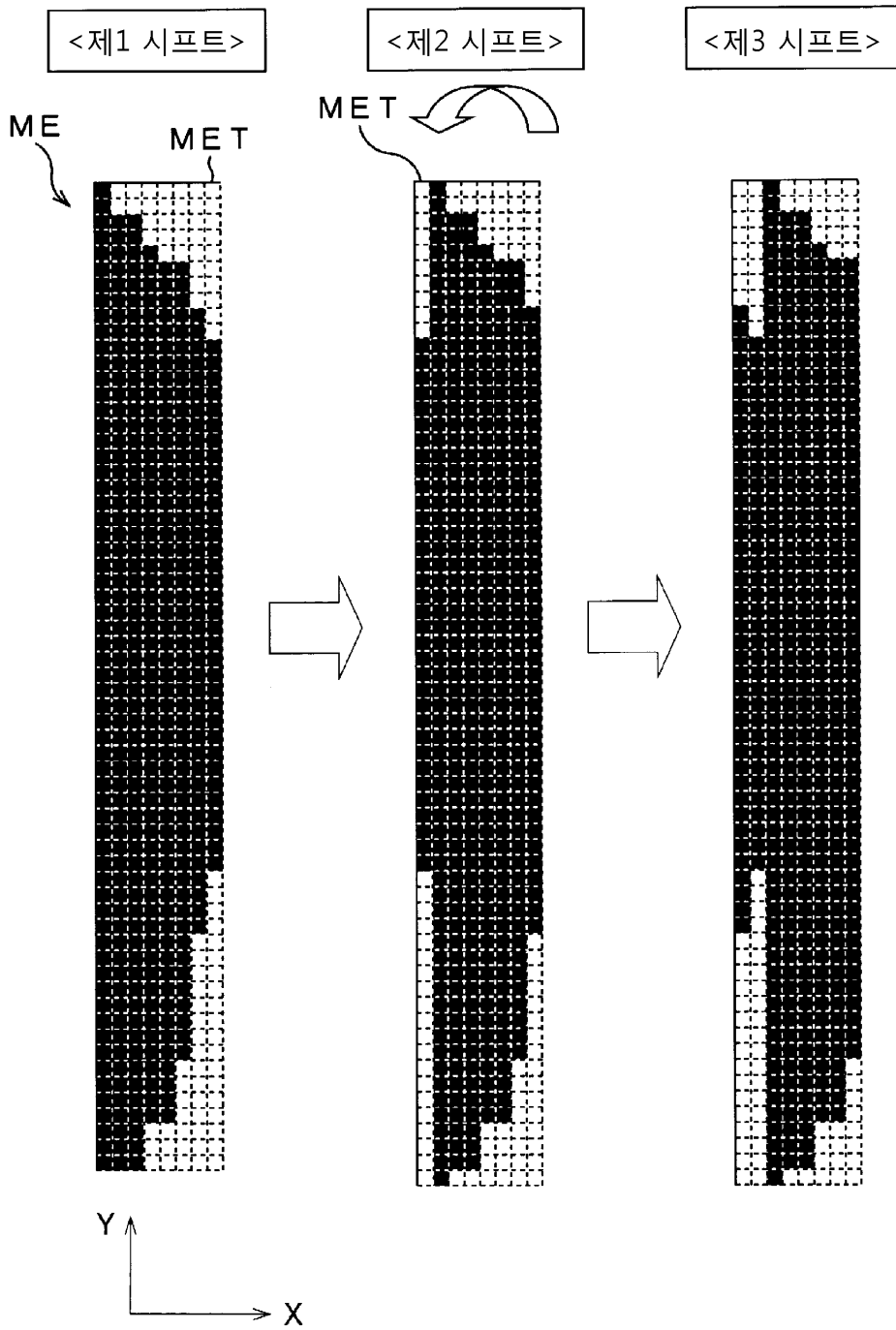


□: 마스크 미러

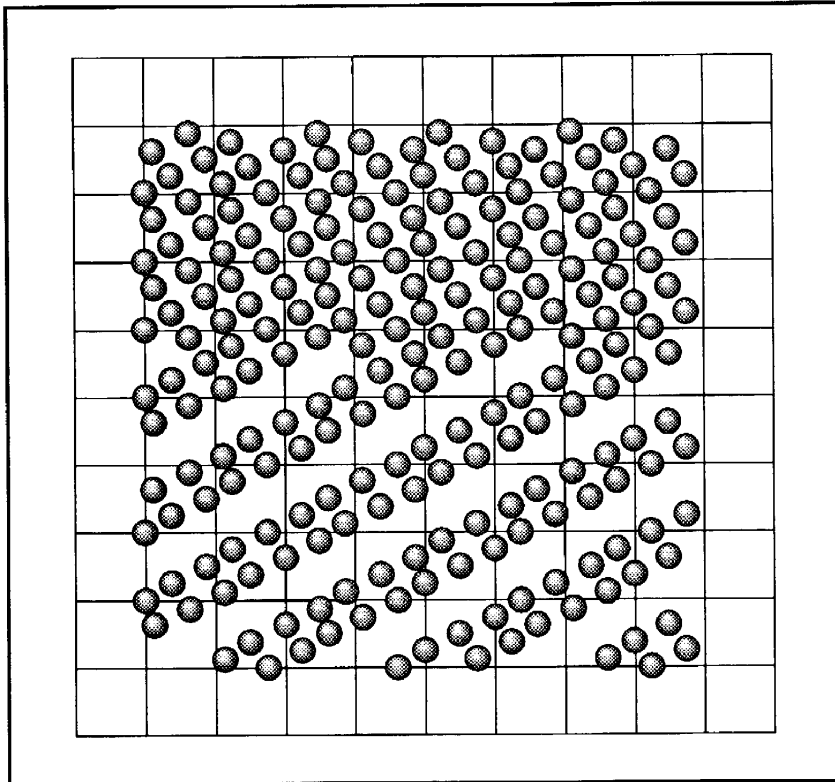
■: 패턴 미러

↖ ME

도면6

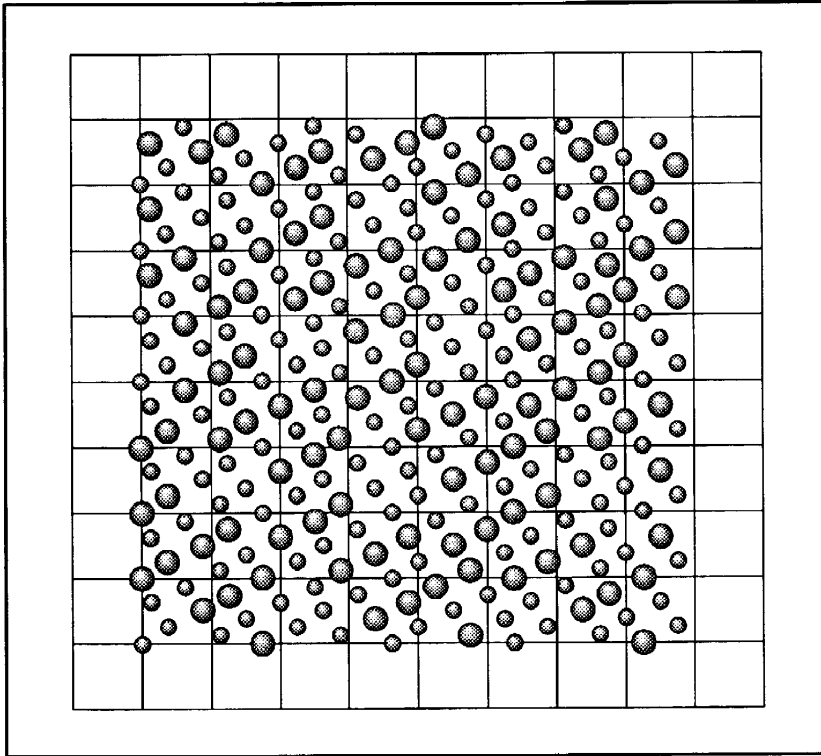


도면7a



<마스크 데이터 시프트 없음>

도면7b



<마스크 데이터 시프트 있음>

도면8

