



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년04월17일

(11) 등록번호 10-1135601

(24) 등록일자 2012년04월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G03F 7/20 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2005-0068956

(22) 출원일자 2005년07월28일

심사청구일자 2010년06월14일

(65) 공개번호 10-2006-0048868

(43) 공개일자 2006년05월18일

(30) 우선권주장

JP-P-2004-00221778 2004년07월29일 일본(JP)

JP-P-2005-00126614 2005년04월25일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP2004012899 A

JP2005536875 A

JP2001255664 A

JP2004181723 A

전체 청구항 수 : 총 11 항

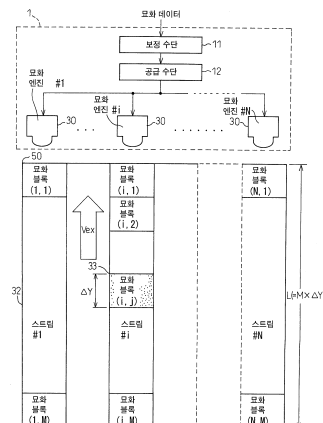
심사관 : 김광철

(54) 발명의 명칭 **묘화 장치 및 묘화 방법**

(57) 요약

묘화 대상면의 상대 이동 방향에 따라 배치된 복수의 묘화 소자를 구비하고, 상기 배치된 묘화 소자의 설계상의 간격이 묘화 데이터에서의 단위 화소 간격의 정수배와 동일하게 되도록 설계된 묘화 엔진을 사용하여 묘화 대상면 위에 소망하는 묘화 패턴을 직접 묘화함으로써, 상기 묘화 패턴을 형성하는 묘화 장치는, 상기 묘화 소자의 설계상의 간격과 실제의 간격 사이의 차이에 의거하여 상기 묘화 데이터를 보정함으로써 보정 완료의 묘화 데이터를 생성하는 보정 수단과, 상기 묘화 소자의 상기 실제의 간격을 상기 정수로 제산(除算)함으로써 얻어진 실제의 화소 간격에 상당하는 거리만큼 상기 묘화 대상 기판을 상대적으로 이동할 때마다, 상기 묘화 엔진이 한번에 상기 묘화 대상면에 묘화할 수 있는 묘화 블록으로의 직접 묘화에 필요한 상기 보정 완료의 묘화 데이터만을 상기 묘화 엔진에 공급하는 공급 수단을 포함한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

묘화 대상면의 상대 이동 방향에 따라 배치된 복수의 묘화 소자를 구비하고, 상기 배치된 묘화 소자의 설계상의 간격이 묘화 데이터에서의 단위 화소 간격의 정수배와 동일하게 되도록 설계된 묘화 엔진을 사용하여 묘화 대상면 위에 소망하는 묘화 패턴을 직접 묘화함으로써, 상기 묘화 패턴을 형성하는 묘화 장치로서,

상기 설계상의 간격과 상기 복수의 묘화 소자가 배치된 실제의 간격 사이의 차이에 의거하여 상기 묘화 데이터를 보정함으로써 보정 완료의 묘화 데이터를 생성하는 보정 수단과,

상기 묘화 소자의 상기 실제의 간격을 상기 정수로 제산(除算)함으로써 얻어진 실제의 화소 간격에 상당하는 거리만큼 상기 묘화 대상면이 상대적으로 이동할 때마다, 상기 묘화 엔진이 한번에 상기 묘화 대상면에 묘화할 수 있는 묘화 블록으로의 직접 묘화에 필요한 상기 보정 완료의 묘화 데이터만을 상기 묘화 엔진에 공급하는 공급 수단

을 포함하고,

상기 묘화 패턴은 상기 보정 완료의 묘화 데이터에 의거하여 형성되는 것을 특징으로 하는 묘화 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 보정 수단은 상기 묘화 소자의 상기 설계상의 간격에 대한 상기 실제의 간격의 비율이 상기 묘화 데이터의 상기 상대 이동 방향의 화상의 신축률을 나타내는 것으로 하여 상기 묘화 데이터를 보정함으로써, 상기 보정 완료의 묘화 데이터를 생성하는 것을 특징으로 하는 묘화 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 묘화 대상면이 단위 거리만큼 상대적으로 이동할 때 주기적으로 출력되는 마스터 클록을 생성하는 클록 생성 수단과,

상기 공급 수단이 상기 보정 완료의 묘화 데이터를 상기 묘화 엔진에 공급하는 타이밍 기준을 제공하는 동기 신호를 상기 마스터 클록에 의거하여 생성하는 동기 수단

을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 묘화 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 동기 수단은,

양쪽 모두 동일한 단위로 나타낸 상기 실제 화소 간격과 상기 주기적으로 출력되는 마스터 클록의 파장과의 최소 공배수를 산출하는 제 1 연산 수단과,

"a"는 상기 실제 화소 간격을 나타내고, "f"는 상기 마스터 클록의 파장을 나타낸다고 할 때, 제로(zero)로부터, 상기 최소 공배수를 상기 실제 화소 간격으로 제한함으로써 얻어진 값까지의 범위(interval)에 포함되는 각 정수 t에 대해서, 절대값 $|s[t] \times f - t \times a|$ 가 최소인 배열 요소 s[t]를 산출하는 제 2 연산 수단과,

상기 마스터 클록이 상기 제 2 연산 수단에 의해 산출된 상기 배열 요소 s[t]의 값까지 카운트될 때, 상기 동기 신호를 출력하는 출력 수단

을 포함하는 것을 특징으로 하는 묘화 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 묘화 장치는 복수의 상기 묘화 엔진을 포함하고,

상기 동기 수단은 상기 묘화 엔진마다 상기 동기 신호를 생성하는 것을 특징으로 묘화 장치.

청구항 6

제 3 항에 있어서,

상기 동기 수단은,

상기 마스터 클록의 파장의 적산(積算)값을 저장하는 제 1 적산 수단과,

상기 마스터 클록을 수신할 때마다, 상기 제 1 적산 수단에 저장된 상기 마스터 클록의 파장의 적산값에 상기 마스터 클록의 파장을 가산하는 제 1 가산 수단과,

상기 실제 화소 간격의 적산값을 저장하는 제 2 적산 수단과,

상기 제 1 적산 수단에 저장된 상기 마스터 클록의 파장의 적산값과 상기 제 2 적산 수단에 저장된 상기 실제 화소 간격의 적산값 사이의 절대차를 산출하는 감산(減算) 수단과,

상기 절대차가 상기 마스터 클록의 파장보다 작은지 또는 큰지를 판정하는 판정 수단과,

상기 판정 수단이 상기 절대차가 상기 마스터 클록의 파장보다 작다고 판정하면 상기 동기 신호를 출력하는 출력 수단과,

상기 판정 수단이 상기 절대차가 상기 마스터 클록의 파장보다 작다고 판정하면, 상기 제 2 적산 수단에 저장된 상기 실제 화소 간격의 적산값에 상기 실제 화소 간격을 가산하는 제 2 가산 수단

을 포함하는 것을 특징으로 하는 묘화 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 묘화 장치는 복수의 상기 묘화 엔진을 포함하고,

상기 동기 수단은 상기 묘화 엔진마다 상기 동기 신호를 생성하는 것을 특징으로 하는 묘화 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 묘화 장치는 복수의 상기 묘화 엔진을 포함하고,

상기 보정 수단은 상기 묘화 엔진마다 측정된 상기 묘화 소자의 상기 실제의 간격을 사용함으로써 상기 묘화 엔진마다 상기 보정 완료의 묘화 데이터를 생성하고,

상기 공급 수단은 상기 묘화 엔진마다 상기 보정 수단에 의해 생성된 상기 보정 완료의 묘화 데이터를 상기 묘화 엔진 중의 각각 대응하는 것에 공급하는 것을 특징으로 하는 묘화 장치.

청구항 9

제 3 항에 있어서,

상기 묘화 장치는 복수의 상기 묘화 엔진을 포함하고,

상기 동기 수단은 상기 묘화 엔진마다 상기 동기 신호를 생성하는 것을 특징으로 하는 묘화 장치.

청구항 10

묘화 대상면의 상대 이동 방향에 따라 배치된 복수의 묘화 소자를 구비하고, 상기 배치된 묘화 소자의 설계상의 간격이 묘화 데이터에서의 단위 화소 간격의 정수배와 동일하게 되도록 설계된 묘화 엔진을 사용하여 묘화 대상면 위에 소망하는 묘화 패턴을 직접 묘화함으로써, 상기 묘화 패턴을 형성하는 묘화 방법으로서,

상기 설계상의 간격과 상기 복수의 묘화 소자가 배치된 실제의 간격 사이의 차이에 의거하여 상기 묘화 데이터

를 보정함으로써 보정 완료의 묘화 데이터를 생성하는 보정 스텝과,

상기 묘화 소자의 상기 실제의 간격을 상기 정수로 계산(除算)함으로써 얻어진 실제의 화소 간격에 상당하는 거리만큼 상기 묘화 대상면이 상대적으로 이동할 때마다, 상기 묘화 엔진이 한번에 상기 묘화 대상면에 묘화할 수 있는 묘화 블록으로의 직접 묘화에 필요한 상기 보정 완료의 묘화 데이터만을 상기 묘화 엔진에 공급하는 공급 스텝

을 포함하고,

상기 묘화 패턴은 상기 보정 완료의 묘화 데이터에 의거하여 형성되는 것을 특징으로 하는 묘화 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 보정 스텝은 상기 묘화 소자의 상기 설계상의 간격에 대한 상기 실제의 간격의 비율이 상기 묘화 데이터의 상기 상대 이동 방향의 화상의 신축률을 나타내는 것으로 하여 상기 묘화 데이터를 보정함으로써, 상기 보정 완료의 묘화 데이터를 생성하는 것을 특징으로 하는 묘화 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- [0030] 본 발명은 묘화 대상면의 상대 이동 방향으로 배치된 복수의 묘화 소자를 구비한 묘화 엔진을 사용하여 상기 묘화 대상면 위에 패턴을 직접 묘화함으로써 소망한 묘화 패턴을 형성하는 묘화 장치 및 묘화 방법에 관한 것으로서, 상기 묘화 엔진은 이와 같이 배치된 묘화 소자의 설계상의 간격이 묘화 데이터에서의 단위 화소 간격의 정수배와 동일하게 되도록 설계된다.
- [0031] 배선 기관의 배선 패턴은 일반적으로 배선 패턴 설계 데이터에 의거하여 기관을 노광하고, 현상하여 소망의 패턴을 기관 위에 인쇄한 다음에, 에칭함으로써 형성된다. 이 노광 처리에는 통상적으로 포토마스크가 사용된다.
- [0032] 한편, 근년에는 포토마스크를 사용하지 않은 직접 묘화에 의거한 패턴링 방법이 제안되고 있다. 직접 묘화에 의거한 패턴링 방법에 의하면, 기관의 신장, 수축, 왜곡, 변위 등을 위한 보정을 묘화 데이터 생성 단계에서 미리 행하거나 실시간으로 행할 수 있기 때문에, 예를 들면, 제조 정밀도의 향상, 제조 수율의 향상, 납기(納期)의 단축, 제조 비용의 저감을 포함한 현저한 개선을 달성할 수 있다.
- [0033] 직접 묘화에 의거한 패턴링 방법의 예로서, 디지털 마이크로미러 디바이스(Digital Micromirror Device; DMD) 또는 전자 빔 노광 장치 등을 사용하여 노광 패턴을 직접 노광 처리에 의해 형성하는 방법과, 잉크젯 헤드가 구비된 잉크젯 묘화 장치를 사용하여 배선 패턴을 직접 형성하는 방법이 포함된다. 이들 방법 중에서, DMD를 사용한 직접 노광에 의거한 패턴링 방법의 전형적인 예는 종래예, 예를 들면, 일본국 특개평10-112579호 공보에 개시되어 있다. 거기에 개시된 기술에 의하면, 기관 위에 형성된 레지스트를 노광할 때, 노광해야 할 패턴에 대응한 패턴 데이터가 생성되고, 이 패턴 데이터를 디지털 마이크로미러 디바이스(DMD)에 입력하여 그 위에 배치된 각 미소 미러(micromirror)가 패턴 데이터에 따라 기울어지도록 한 후, 이 DMD에 광을 투사하여 그 미소 미러로부터의 반사광이 레지스트에 보내져서 패턴 데이터에 대응한 패턴으로 노광된다.
- [0034] 도 16은 직접 묘화 시스템을 개략적으로 나타낸 도면이다. 이하, 주어진 도면에 걸쳐 동일한 참조 번호로 나타낸 구성 요소는 동일한 기능을 갖는 구성 요소인 것으로 이해하여야 한다.
- [0035] 직접 묘화 시스템(100)은 묘화 장치(101)와, 묘화 장치(101)에 접속되는 컴퓨터(102)를 포함한다. 컴퓨터(102)는 묘화 데이터를 묘화 장치(101)에 공급하고 묘화 장치(101)를 제어한다. 묘화 장치(101)는 묘화 대상 기관(151)이 장착되는 스테이지(110)와, 묘화 대상 기관(151)의 표면 위에 도면 내의 화살표가 가르키는 방향으로 상대적으로 이동하는 묘화 수단(111)을 포함한다. 묘화 수단(111)은 묘화 대상 기관(151)의 표면 위에 묘화 영역이 각각 할당되어 묘화 동작을 병렬로 행하는 1개 이상의 묘화 엔진(도시하지 않음)을 구비한다. 묘화 엔진은 묘화 대상면의 상대 이동 방향에 따라 소정의 간격으로 행으로 배치된 복수의 묘화 헤드를 포함하고, 또한

이와 같은 묘화 헤드의 행이 복수 열 배치된다. 여기서, 묘화 수단(111)의 묘화 헤드는, 마스크리스 노광 장치(maskless exposure apparatus)의 경우에는 광원을 변조하는 노광 헤드이고, 잉크젯 묘화 장치의 경우에는 묘화 헤드가 잉크를 토출하는 잉크젯 헤드이다.

[0036] 도 17은 묘화 장치의 동작 원리를 나타낸 도면이다.

[0037] 묘화 대상 기관(151)의 표면 위를 상대적으로 이동하는 묘화 수단(111)은 묘화 대상 기관(151)의 상대 이동의 방향에 직교하는 방향으로 배치된 복수의 묘화 엔진 #1 내지 #N(참조 번호 30)(단, N은 자연수임)을 구비한다. 스테이지 컨트롤러(29)는, 묘화 대상 기관(151)이 묘화 엔진 #1 내지 #N에 대하여 속도 Vex로 상대 이동할 때에, 그 상대 이동에 동기한 신호(이하, "동기 신호"로 칭함)를 생성하여 각 묘화 엔진 #1 내지 #N(참조 번호 30)에 공급한다.

[0038] 묘화 대상 기관(151)은 "스트립(strip) #1 내지 #N"(참조 번호 32)으로 칭하는 N개의 영역으로 가상으로 분할된다. 묘화 엔진 #1 내지 #N(참조 번호 30)은, 묘화 대상 기관(151)에 대하여 속도 Vex로 상대 이동하는 동안, 이들 각각의 대응하는 스트립 #1 내지 #N(참조 번호 32) 위에 묘화를 행한다. 여기서, 묘화 대상 기관(151)의 상대 이동 방향의 길이, 즉, 스트립 #1 내지 #N 각각의 길이를 L(이하, "스트립 길이"로 칭함)로 나타낸다.

[0039] 묘화 엔진 #1 내지 #N(참조 번호 30) 각각이 한번에 묘화할 수 있는 영역은 한정되어 있어, 묘화 대상 기관(151)의 상대 이동 방향의 영역의 길이는 스트립 길이 L보다 짧다. 따라서, 스트립 #1 내지 #N(참조 번호 32) 각각은 M개의 묘화 블록(i, j)(참조 번호 33)(여기서, M은 자연수인 동시에 $1 \leq i \leq N$ 이고 $1 \leq j \leq M$ 임)으로 가상으로 세분된다. 각 묘화 블록(i, j)의 상대 이동 방향의 길이를 ΔY 로 나타내면, 스트립 길이 L과 각 묘화 블록(i, j)의 상대 이동 방향의 길이 ΔY 사이에는 $L = M \times \Delta Y$ 의 관계가 성립된다. 또한, 묘화 대상 기관(151)의 상대 이동 방향에 직교하는 방향의 각 묘화 블록(i, j)의 길이는 스트립 #1 내지 #N(참조 번호 32) 각각의 폭과 동일하다.

[0040] 묘화 데이터는 전형적으로 비트맵 데이터이다. 비트맵 데이터는 저장을 위해 막대한 데이터량이 필요하므로, 묘화하기 전에 생성하여 저장해 두는 것은 대량의 메모리 자원을 소모할 수 있어서 바람직하지 않다. 따라서, 메모리 자원을 보존하기 위해서, 각 묘화 엔진 #1 내지 #N(참조 번호 30)에 대하여 비트맵 형식의 묘화 데이터는 묘화 엔진 #1 내지 #N(참조 번호 30)마다, 즉, 스트립 #1 내지 #N(참조 번호 32)마다, 또한 각 스트립 #1 내지 #N(참조 번호 32)에서 묘화 블록(i, j)마다 가상으로 데이터를 분할하여 묘화 처리를 하는 동안 실시간으로 설계 데이터에 의거하여 생성되고, 이와 같이 생성된 데이터는 먼저 일시적으로 메모리에 기억된 다음에, 묘화 엔진 #1 내지 #N(참조 번호 30) 중 대응하는 것 각각에 순차적으로 공급된다. 따라서, 묘화 엔진 #1 내지 #N(참조 번호 30) 각각은 묘화 블록(i, j)마다 공급된 비트맵 형식의 묘화 데이터에 의거하여 직접 묘화를 행한다. 이들 일련의 동작은 스테이지 컨트롤러(29)가 묘화 엔진 #1 내지 #N(참조 번호 30) 각각에 기준 신호로서 공급하는 동기 신호에 의거하여 행해진다.

[0041] 도 18은 묘화 장치의 데이터 처리 순서를 나타낸 순서도이다.

[0042] 도 18에 나타낸 바와 같이, 먼저 설계 데이터(51)는 제 1 데이터 변환 스텝 S101에서 중간 데이터(52)로 변환된다. 중간 데이터의 크기는 나중에 설명하는 비트맵 데이터의 크기에 비해 작고, 또한 제 1 데이터 변환 스텝 S101은 묘화 처리동안 실시간으로 행할 필요가 없기 때문에, 중간 데이터(52)를 미리 생성하여 메모리에 기억시켜 두어도 된다.

[0043] 스텝 S102에서, 1개의 묘화 블록의 중간 데이터가 판독된다. 다음에, 이와 같이 판독된 1개의 묘화 블록의 중간 데이터에 대해서 얼라인먼트/보정 스텝 S103을 행하고, 스텝 S104에서 비트맵 데이터(53)가 생성되어 메모리에 일시적으로 기억된다. 스텝 S105에서, 생성된 비트맵 데이터(53)는 동기 신호와 동기하여 대응하는 묘화 엔진에 공급된다. 본 명세서에서, 상기 스텝 S102 내지 S105에서 행해지는 실시간 처리를 총괄하여 "제 2 데이터 변환 처리"로 칭한다. 묘화 엔진은, 제 2 데이터 변환 처리를 통해 묘화 블록마다 공급된 비트맵 데이터(53)를 사용하여, 스텝 S106에서 직접 묘화를 행한다. 묘화 엔진에 의해 1개의 묘화 블록의 묘화가 완료되면, 처리가 스텝 S102로 되돌아가서, 다음의 묘화 블록에 대한 비트맵 데이터(53)를 얻기 위하여 제 2 데이터 변환 처리를 행한다. 상기 일련의 처리를 다른 식으로 설명하면, 묘화 엔진은 스텝 S106에서 상기 제 2 데이터 변환 처리를 통해 스테이지 컨트롤러(29)에 의해 생성된 동기 신호와 동기하여 공급된 비트맵 데이터(53)를 일정한 속도로 "소비"하고 있는 것으로 간주할 수 있다.

[0044] 이하, 마스크리스 노광 장치(직접 노광 장치)를 묘화 장치의 일례로 하여, 비트맵 형식의 묘화 데이터와 노광 헤드를 구성하는 광원 사이의 관계를 간략하게 설명하기로 한다. 예를 들면, DMD를 노광 헤드로서 사용한 직접

노광에 의거하는 패터닝 방법의 경우에는 각 미소 미러가 광원에 상당한다.

- [0045] 도 19는 노광 장치에 의해 직접 노광 처리에 사용되는 비트맵 형식의 묘화 데이터의 개념을 예시한 모식도이다.
- [0046] 묘화 데이터는 도 19에 개략적으로 나타난 바와 같이 n 행 m 열(단, n , m 은 정수임)의 매트릭스 형상으로 배치된 화소로 구성된 비트맵 데이터이다. 비트맵 데이터에서의 각 화소의 좌표를 $g(r, c)$ 로 표시한다. 여기서, r 은 비트맵 데이터에서의 행 번호($0 \leq r \leq n-1$, 단, r 은 정수임)를 나타내고, c 는 비트맵 데이터에서의 열 번호($0 \leq c \leq m-1$, 단, c 은 정수임)를 나타낸다. 비트맵 데이터의 분해능, 즉, 화소 간격(이하, "단위 화소 간격"으로 칭함)은 b 로 나타낸다. 도 19에 예시한 비트맵 데이터의 모식도는 스테이지(도시하지 않음) 위에 장착된 노광 대상 기관(묘화 대상 기관)의 표면 위에 형성된(또는 형성되어야 할) 노광 패턴을 직접 표시하고 있다고 말할 수 있다.
- [0047] 도 20은 도 19에 나타난 묘화 데이터를 사용하여 직접 묘화를 행한 1개의 묘화 엔진에서의 광원의 배열을 예시하는 모식도이다. 이 도면 내의 빈 원은 노광 헤드를 형성하는 광원을 나타낸다.
- [0048] 도 19에 나타난 바와 같은 비트맵 데이터를 이용하는 묘화 엔진은 통상적으로 도 20에 나타난 바와 같이 2차원 배열로 배치된 광원을 갖는다.
- [0049] 광원은 도 19의 비트맵 데이터와 대응 관계로 배치되고, 즉, 행마다 m 광원이 열 방향으로 배치되어 있고, 광원의 간격은 비트맵 데이터의 분해능(즉, 단위 화소 간격)과 동일한 b 와 같다. 비트맵 데이터의 열 번호 c 는 노광 헤드의 광원의 열 번호 c 와 직접 대응한다.
- [0050] 광원의 열방향의 배열에 대해서는, 2개의 연속적인 행 사이의 간격 D 가 비트맵 데이터에서의 단위 화소 간격 b 의 p 배(단, p 는 정수임)와 동일하게 되도록, 즉, $D = pb$ 가 되도록 묘화 헤드가 설계된다. 여기서, 열마다 k 개의 광원이 행방향으로 배치되어 있고, 행 번호를 R ($0 \leq R \leq b-1$, 단, R 은 정수임)로 표시한다.
- [0051] 스테이지(도시하지 않음)에 장착된 노광 대상 기관은 묘화 엔진(즉, 광원)에 대하여 일정한 속도로 소정 방향으로 상대 이동한다. 도 19에 나타난 비트맵 데이터도 또한 도 20에 나타난 묘화 엔진(즉, 광원)에 대하여 가상으로 상대 이동한다고 말할 수 있다. 이 비트맵 데이터의 가상적인 상대 이동은 스테이지 컨트롤러가 기준 신호로서 공급하는 동기 신호와 동기하여 필요한 비트맵 데이터를 묘화 엔진에 공급함으로써 실현된다.
- [0052] 도 21 내지 도 24는 도 19에 나타난 비트맵 데이터와 도 20에 나타난 묘화 엔진에서의 광원 배열 사이의 관계를 설명하는 모식도이다. 상기 설명한 바와 같이, 각 도면 내에 개략적으로 나타난 비트맵 데이터는 스테이지(도시하지 않음) 위에 장착된 노광 대상 기관의 표면 위에 형성된(또는 형성되어야 할) 노광 패턴에 대응한다. 여기서, 광원 R 에 대하여 노광 대상 기관이 도면 내의 화살표가 가리키는 방향으로 속도 V_{ex} 로 가상으로 상대 이동하는 경우를 생각하기로 한다. 도면에서 예시를 간략하게 하기 위하여, 3번째 열의 광원의 일부분만을 나타내고, 다른 광원은 나타내지 않았다.
- [0053] 도 21에 나타난 바와 같이, 먼저 초기 상태로서, 광원 $R=0$ 이 비트맵 데이터의 화소 $g(0, 3)$ 에 정렬된 경우를 생각하기로 한다. 이 상태에서, 동기 신호가 묘화 엔진에 송신되어, 광원 $R=0$ 이 발광하게 되어서 이에 의해 화소 $g(0, 3)$ 가 노광된다.
- [0054] 초기 위치로부터, 비트맵 데이터의 분해능(즉, 단위 화소 간격) b 에 상당하는 거리만큼 스테이지 위에 장착된 노광 대상 기관이 광원에 대하여 상대 이동하면(도 22), 동기 신호가 묘화 엔진에 재차 송신된다. 이 때, 화소 $g(1, 3)$ 는 광원 $R=0$ 에 정렬하게 되어 화소가 이에 의해 노광될 수 있다. 광원 간격 $D(=pb)$ (단, p 는 정수임)는 비트맵의 분해능 b 보다 충분히 크기 때문에, 도 22의 화소 $g(0, 3)$ 가 어떤 광원과도 정렬되지 않아서, 이에 의해 노광되지 않는다.
- [0055] 스테이지 위에 장착된 노광 대상 기관이 광원에 대하여 거리 b 만큼 더욱 상대 이동하면(도 23), 동기 신호가 묘화 엔진에 재차 송신된다. 이 때, 화소 $g(2, 3)$ 는 광원 $R=0$ 에 정렬하게 되어 화소가 이에 의해 노광될 수 있다. 한편, 이 때, 화소 $g(0, 3)$ 와 $g(1, 3)$ 는 어떠한 광원과도 정렬되지 않아서 이에 의해 노광되지 않는다.
- [0056] 스테이지 위에 장착된 노광 대상 기관이 광원에 대하여 거리 b 만큼 더욱 상대 이동하면(도 24), 동기 신호가 묘화 엔진에 재차 송신된다. 이 때, 화소 $g(3, 3)$ 는 광원 $R=0$ 에 정렬하게 되는 반면, 화소 $g(0, 3)$ 는 광원 $R=1$ 에 정렬하게 되어, 그 결과 이들 화소가 노광될 수 있다. 한편, 이 때, 화소 $g(1, 3)$ 와 $g(2, 3)$ 는 어떠한 광원과도 정렬되지 않아서 이에 의해 노광되지 않는다.
- [0057] 그 후, 스테이지 위에 장착된 노광 대상 기관이 광원에 대하여 거리 b 만큼 상대 이동할 때마다, 동기 신호가 묘

화 엔진에 송신되어, 광원과 정렬하게 된 화소라면 노광될 수 있다. 예를 들면, 화소 $g(0, 3)$ 의 경우에는, 초기 위치로부터 스테이지 위에 장착된 노광 대상 기판이 거리 pb 만큼 상대적으로 이동할 때, 화소가 광원 $R=1$ 과 정렬하게 되어, 화소가 이에 의해 한번 더 노광될 수 있다. 예를 들면, 화소 $g(1, 3)$ 의 경우에는, 초기 위치로부터 스테이지 위에 장착된 노광 대상 기판이 거리 $(p+1)b$ 만큼 상대적으로 이동할 때, 화소가 광원 $R=1$ 과 정렬하게 되어, 화소가 이에 의해 한번 더 노광될 수 있다.

[0058] 이와 같이, 비트맵 데이터의 각 화소는, 각 열에 k 개의 광원을 갖는 묘화 엔진 아래를 상대적으로 이동하기 때문에, 함께 k 회 노광된다. 직접 노광 장치에서는, k 회 노광을 통해 누적되는 광 에너지가 노광 대상 기판 위에 도포된 감광 재료의 임계값을 초과하는지의 여부에 의해 소망하는 노광 프로세스가 완료되는지의 여부가 결정된다. 따라서, 광원의 개수 k 가 충분히 큰 경우, 예를 들면, DMD를 사용한 패턴링 방법에서의 DMD의 미소 미러나 LCD의 구동 트랜지스터의 결함에 의해 k 개의 광원 중 일부가 적절하게 발광하지 않아도, 이와 같은 결함이 최종적인 노광 결과에 심각한 영향을 줄 가능성이 적다. 다른 식으로 설명하면, 이와 같은 광원의 개수의 용장성이 상기 설명한 노광 장치의 신뢰성에 대한 기초가 되고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

[0059] 상기 설명한 묘화 장치의 동작은 묘화 엔진이 다양한 설계 요구를 엄밀히 만족하여 제조되고 있는 경우에만 효력이 있다. 그러나, 실제로는 하드웨어 제조에서의 편차로 인해 이들 설계 요구를 엄밀히 만족하는 것이 곤란하다.

[0060] 예를 들면, 비트맵 형식의 묘화 데이터의 경우에는, 외부에서 접속된 컴퓨터의 소프트웨어에 의해 데이터가 생성되므로, 요구된 데이터 분해능 b 를 실현하는 것이 비교적 용이하다. 한편, 노광 헤드의 광원 간격 D 를 비트맵 데이터의 분해능(즉, 단위 화소 간격)의 정수배(즉, p 배)와 엄밀히 동일하게 하는 것이 설계 조건으로서 요구되지만, 실제의 하드웨어에서 이러한 설계 요구를 엄밀히 만족시키는 것은 그 기계적 구성을 복잡하게 함으로 극도로 곤란하다. 예를 들면, 묘화 장치가 직접 노광 장치인 경우에는, 묘화 엔진에 장착되는 광원의 광학계를 미세하게 조정함으로써 광원 간격을 설계에 따라 실현하는 것이 곤란하다. 따라서, 노광 헤드의 광원 간격 D 의 설계(이상적)에 관하여 실제로 제조된 노광 헤드의 광원 간격 E 는 설계상의 간격 D 와는 상이한 것으로 될 것이다(즉, $E \neq D$). 그 결과, 실제의 간격 E 를 정수 p 로 제산(除算)함으로써 얻어진 값 $a(=E/p)$ 는 비트맵 데이터의 단위 화소 간격 b (즉, 비트맵 데이터의 분해능)와는 상이하게 된다. 본 명세서에서, a 는 "실제 화소 간격"으로 칭하는 것으로 한다. 상기 논의를 요약하면, δ 를 변위로 하여 다음의 2개의 관계식을 얻을 수 있다.

$$\left. \begin{array}{l} |a - b| \leq \delta \\ |D - E| \leq p\delta \end{array} \right\} \quad \dots(1)$$

[0062] 상기 설명한 바와 같은 직접 묘화가 변위 δ 를 보정하지 않고, 즉, $a \neq b$ 의 조건에서 행해지는 경우, 다음의 문제가 발생한다. 주어진 화소에 대하여, 각 묘화 동작마다 올바른 위치로부터 δ 만큼 변위하게 된다고 가정하기로 한다. 묘화 동작을 k 회 행할 때, 이 변위가 적산되어 최대 $k \times p\delta$ 오더의 변위가 생길 수 있다. 그 결과, 의도한 분해능을 얻을 수 없다. 예를 들면, 노광 장치의 경우에는 노광 패턴이 흐트러진다. 통상적으로 1개의 묘화 장치에는 복수의 묘화 엔진이 구비되고, 또한 1개의 묘화 엔진마다 변위 δ 가 서로 다르기 때문에, 묘화 엔진마다 해상능력이 변하게 된다.

[0063] 이러한 문제의 측면에서, 본 발명의 목적은 묘화 대상면의 상대 이동 방향에 따라 배치된 복수의 묘화 헤드를 구비하고 있고, 이와 같이 배치된 묘화 헤드의 설계상의 간격이 묘화 데이터에서의 단위 화소 간격의 정수배와 동일하게 되도록 설계된 묘화 엔진을 사용하여 묘화 대상면 위에 패턴을 직접 묘화함으로써 소망한 묘화 패턴을 묘화하는 경우, 의도한 대로의 고해상능력을 유지하면서 안정된 묘화 동작을 효율적으로 행할 수 있는 묘화 장치 및 묘화 방법을 제공하는 데에 있다.

발명의 구성 및 작용

[0064] 상기 목적을 실현하기 위해서, 본 발명에 의하면, 묘화 헤드의 묘화 소자의 설계상의 간격이 비트맵 형식의 묘화 데이터에서의 단위 화소 간격(즉, 비트맵 데이터의 분해능)의 정수배와 동일하게 되도록 설계된 묘화 엔진에, "단위 화소 간격에 상당하는 거리만큼 묘화 대상면이 상대적으로 이동할 때"가 아니라, "묘화 헤드의 묘화 소자의 실제의 간격을 그 정수로 제산함으로써 얻어진 거리만큼 묘화 대상면이 상대적으로 이동할 때"마다

묘화 데이터가 공급된다.

- [0065] 상기 변위(오차)가 발생하고 그 변위가 적산되는 이유는, 설계상의 간격이 $D(=pb)$ 로 설정된 묘화 헤드의 묘화 소자가 실제로는 설계상의 간격 D 와는 상이한 간격 $E(=pa)$ 로 배치되어 있는 사실에도 불구하고, 비트맵 데이터의 분해능 b 에 상당하는 거리만큼 묘화 대상면이 상대적으로 이동할 때마다, 분해능 b 의 비트맵 데이터를 묘화 엔진에 공급하여 그 데이터가 "소비"되어 버리는 것에 있다. 이러한 측면에서, 본 발명에서는 묘화 헤드의 묘화 소자의 실제의 간격 E 를 정수 p 로 제산함으로써 얻어진 거리 $a(=b)$ 만큼 묘화 대상면을 상대적으로 이동할 때마다 분해능 b 의 비트맵 데이터를 묘화 엔진에 공급한다. 이와 같이, 데이터 공급 타이밍을 묘화 헤드의 묘화 소자의 실제의 간격을 고려하여 보정함으로써, 변위와 변위 적산의 문제를 해결할 수 있다. 이하, 묘화 헤드의 묘화 소자의 실제의 간격 E 를 정수 p 로 제산함으로써 얻어진 거리 a 를 "실제 화소 간격"으로 칭하는 것으로 한다.
- [0066] 한편, 상기 설명한 바와 같이, 묘화 대상면이 실제 화소 간격 $a(=b)$ 에 상당하는 거리만큼 상대적으로 이동할 때마다 묘화 데이터를 묘화 엔진에 공급하는 경우, 묘화 데이터에 대하여 어떠한 보정도 가하지 않고 직접 묘화를 행하면, 기관 위에 형성된 묘화 패턴은 의도한 것과는 상이하게 될 것이다. 이하, 분해능 $b=500\text{nm}$ 와 변위 $\delta=10\text{nm}$, 즉, a 가 각각 490nm 와 510nm 인 경우를 예로 들어 이를 상세히 설명하기로 한다.
- [0067] 먼저, $a=490\text{nm}$ 인 경우에는, 분해능 $b=500\text{nm}$ 의 비트맵 데이터가 스테이지 위에 장착된 묘화 대상면이 490nm 만큼 상대적으로 이동할 때마다 "소비"되므로, 기관 위에 형성된 묘화 패턴은 의도한 것에 비해 a/b (단, $a/b < 1.0$)율로 상대 이동 방향으로 줄어든다.
- [0068] 한편, $a=510\text{nm}$ 인 경우에는, 분해능 $b=500\text{nm}$ 의 비트맵 데이터가 스테이지 위에 장착된 묘화 대상면이 510nm 만큼 상대적으로 이동할 때마다 "소비"되므로, 기관 위에 형성된 묘화 패턴은 의도한 것에 비해 a/b (단, $a/b > 1.0$)율로 상대 이동 방향으로 늘어난다.
- [0069] 이와 같이, 묘화 대상면이 거리 $a(=b)$ 만큼 상대적으로 이동할 때마다 어떠한 보정도 가하지 않은 묘화 엔진에 묘화 데이터를 공급하여 직접 묘화를 행하면, 기관 위에 형성된 묘화 패턴은 의도한 묘화 패턴에 비해 상대 이동 방향으로 a/b (단, $a/b = E/D$)율만큼 신축된다. 따라서, 변위와 변위 적산의 문제에 더하여 화상의 신축의 문제를 해결하기 위하여, 본 발명은 데이터 공급 타이밍의 보정 외에 묘화 데이터 자체에 대한 보정을 가한다.
- [0070] 즉, 본 발명에서는 결과물로서 생긴 묘화 패턴이, 어떠한 보정을 가하지 않고 묘화 데이터를 사용한 경우 얻어질 수 있는 묘화 패턴에 비해, 상대 이동 방향에 대하여 b/a (단, $b/a = D/E$)율로 신축될 수 있도록, 상기 타이밍에서 묘화 엔진에 공급되는 묘화 데이터를 미리 보정한다. 더욱 구체적으로는, 설계상의 간격 D 와 실제의 간격 E 사이의 비의 값 D/E 가 묘화 데이터에서의 상대 이동 방향의 화상 신축률과 동일하게 되도록, 묘화 데이터를 미리 보정한다.
- [0071] 상기 설명한 바와 같이, 본 발명에 의한 묘화 장치의 최대 특징은 묘화 헤드의 묘화 소자의 설계상의 간격과 실제의 간격 사이의 차이에 의거하여 묘화 데이터와 묘화 데이터 공급 타이밍 모두를 보정하는 것이다. 도 1은 본 발명에 의한 묘화 장치의 기본 원리를 나타낸 블록도이다.
- [0072] 본 발명에 의하면, 묘화 대상면(50)의 상대 이동 방향에 따라 배치된 복수의 묘화 소자(도시하지 않음)를 구비하고, 이와 같이 배치된 묘화 소자의 설계상의 간격이 묘화 데이터에서의 단위 화소 간격의 정수배와 동일하게 되도록 설계된 묘화 엔진(30)을 사용하여 묘화 대상면(50) 위에 소망하는 묘화 패턴을 직접 묘화함으로써, 상기 묘화 패턴을 형성하는 묘화 장치(1)는, 묘화 소자의 설계상의 간격과 실제의 간격 사이의 차이에 의거하여 묘화 데이터를 보정함으로써 보정 완료의 묘화 데이터를 생성하는 보정 수단(11)과, 묘화 소자의 실제의 간격을 정수로 제산함으로써 얻어진 실제의 화소 간격에 상당하는 거리만큼 묘화 대상 기관(50)을 상대적으로 이동할 때마다, 묘화 엔진(30)이 한번에 묘화 대상면(50)에 묘화할 수 있는 묘화 블록으로의 직접 묘화에 필요한 보정 완료의 묘화 데이터만을 묘화 엔진(30)에 공급하는 공급 수단(12)을 포함한다. 여기서, 묘화 엔진(30)에 대한 묘화 대상면(50)의 이동 속도는 V_{ex} 로 나타낸다. 본 발명에 의한 묘화 장치(1)는 묘화 엔진(30)에 공급된 보정 완료의 묘화 데이터에 의거하여 직접 묘화를 행한다.
- [0073] 복수의 묘화 엔진 #1 내지 #N(참조 번호 30)을 구비한 묘화 장치(1)에서, 보정 수단(11)은 각 묘화 엔진 #1 내지 #N(참조 번호 30)마다 측정된 묘화 소자의 실제의 간격을 사용함으로써, 묘화 엔진 #1 내지 #N(참조 번호 30)마다 보정 완료의 묘화 데이터를 생성한다. 공급 수단(12)은 보정 수단(11)에 의해 묘화 엔진 #1 내지 #N(참조 번호 30)마다 생성된 보정 완료의 묘화 데이터를, 묘화 소자의 실제의 간격에 의거하여 묘화 엔진 #1 내지 #N(참조 번호 30)마다 결정된 타이밍에서 묘화 엔진 #1 내지 #N(참조 번호 30) 중 대응하는 것에 각각 공급

한다.

- [0074] 여기서, 묘화 장치(1)에서의 보정 수단(11) 및 공급 수단(12)은, 컴퓨터 등의 처리 장치에 의해 실행할 수 있는 소프트웨어 프로그램과 하드웨어를 조합시켜 각각 구현될 수 있다. 상기 처리를 구현하는 장치를 구성하는 것과 상기 처리를 컴퓨터로 실행시키는 프로그램을 만드는 것은 이하 주어진 설명을 이해한 당업자에 의해 용이하게 실시할 수 있다. 또한, 상기 처리를 컴퓨터로 실행시키는 프로그램을 기억 매체에 저장한다고 하는 것도 당업자에게는 자명하다.
- [0075] 본 발명의 묘화 장치에 의하면, 묘화 헤드의 묘화 소자의 설계상의 간격과 실제의 간격 사이에 차이가 발생한다는 사실에 주목하고, 상기 차이에 의거하여 묘화 데이터를 보정함으로써 최적의 보정 완료의 묘화 데이터를 생성하는 동시에, 묘화 소자의 실제의 간격에 의거하여 최적의 타이밍에서 보정 완료의 묘화 데이터를 묘화 엔진에 공급함으로써 보정 완료의 묘화 데이터에 의거하여 묘화 패턴이 형성되므로, 그 결과, 의도한 대로의 고해상도 능력을 유지하면서 안정된 묘화 동작을 효과적으로 행할 수 있다.
- [0076] 본 발명에 의하면, 묘화 장치 내의 다른 각종 기능에 대한 별도의 부담을 지우지 않고, 또한 연산량에 상당한 증가를 수반하지 않고, 묘화 장치 내에 사용되는 묘화 엔진 사이의 제조 편차에 기인하는 해상능력의 차이를 보정하고 고해상도능력을 실현할 수 있다.
- [0077] 본 발명은 첨부 도면을 참조하여 후술하는 다음의 설명으로부터 더욱 명백히 이해할 수 있다.
- [0078] 본 발명은 직접 노광 장치(마스크리스 노광 장치), 잉크젯 묘화 장치, 또는 레이저 프린터와 같은 인쇄 장치 중 어떠한 것이 되든지 묘화 장치로 적용할 수 있지만, 아래 설명에서는 본 발명의 일실시예로서 직접 노광 장치를 설명한다.
- [0079] 도 1을 참조하여 미리 설명한 바와 같이, 본 발명에 의한 노광 장치는 노광 헤드를 구성하는 광원의 설계상의 간격 $D(=pb)$, 단, p 는 정수임)와 실제의 간격 E 사이의 차이에 의거하여 묘화 데이터(분해능 b 의 비트맵 데이터를 보정함으로써 보정 완료의 묘화 데이터를 생성하는 보정 수단과, 실제 광원 간격 E 를 정수 p 로 제산함으로써 얻어진 실제 화소 간격 $a(=E/p)$ 에 상당하는 거리만큼 묘화 대상 기관이 상대적으로 이동할 때마다, 묘화 엔진이 한번에 묘화 대상면 위에 묘화할 수 있는 묘화 블록으로의 직접 묘화에 필요한 보정 완료의 묘화 데이터만을 묘화 엔진에 공급하는 공급 수단을 포함한다. 본 실시예에 의한 노광 장치는 묘화 엔진에 공급된 보정 완료의 묘화 데이터에 의거하여 직접 노광을 행한다.
- [0080] 먼저, 본 실시예에서의 보정 수단을 설명하기로 한다.
- [0081] 이미 설명한 바와 같이, 간격이 비트맵 데이터의 분해능 b 의 정수배 p 와 동일하게 되도록 광원의 간격을 설계하여(설계상의 간격 $D=pb$), 이 설계에 의거하여 실제의 하드웨어를 제조하여도, 실제의 광원 간격 E 는 설계상의 간격 D 와는 상이하게 된다(즉, $E \neq D$). 따라서, 본 실시예에서는, 실제의 광원 간격 E 를 카메라 등의 광학적 촬상 수단을 사용하여 미리 측정한다. 광원 간격이 일단 측정되면, 그 후에 실제의 간격 E 를 사용하여 장시간에 걸쳐 본 발명에 의한 직접 노광을 행할 수 있지만, 장치의 경년(經年) 변화를 고려하여, 예를 들면, 노광 장치의 유지 보수시에 광원 간격을 재측정해도 된다.
- [0082] 본 실시예에서는, 묘화 데이터를 보정할 때, 설계상의 광원 간격 D 와 실제의 간격 E 사이의 비($D:E$)의 값 D/E 가, 묘화 데이터의 상대 이동 방향의 화상 신축률을 나타내는 것으로 한다. 신축률은 아래의 식 (2)에 나타낸 바와 같이 변형될 수 있다.
- [0083] 신축률 = $D/E = pb/pa = b/a =$ 단위 화소 간격/실제 화소 간격 ... (2)
- [0084] 이와 같이, 신축률은 단위 화소 간격(비트맵 데이터의 분해능) b 와 실제 화소 간격 a 에 의해 정의될 수 있다. 보정 전의 묘화 데이터에서의 임의의 포인트의 좌표를 (α, β) 로 나타내고, 보정 완료의 묘화 데이터에서의 그 대응하는 좌표를 (α', β') 로 하면, 좌표 변환 행렬을 사용하여 다음의 보정식 (3)이 얻어진다. 데이터 처리량의 관점에서 볼 때, 다음의 보정식 (3)은 묘화 데이터에 어떠한 보정도 가하지 않은 경우와 비교해서 승산(乘算)의 수가 1회만 증가하기 때문에, 시스템 전체의 데이터 처리량에서 그 연산의 증가에 의한 영향은 무시해도 좋다.
- $$\begin{pmatrix} \alpha' \\ \beta' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & b/a \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \end{pmatrix} \quad \dots (3)$$
- [0085]
- [0086] 상기 보정식 (3)은 상대 이동 방향의 신축률을 단지 고려하여 추론했지만, 실제로는 상대 이동 방향에 직교하는

방향에서도 어느 정도의 화상 신축이 일어난다. 이에 대한 보정 계수를 x 로 나타내면, 다음의 보정식 (4)가 얻어진다. 데이터 처리량의 관점에서 볼 때, 다음의 보정식 (4)는 묘화 데이터에 어떠한 보정도 가하지 않은 경우와 비교해서 승산의 수가 2회만 증가하기 때문에, 시스템 전체의 처리량에서 그 연산의 증가에 의한 영향은 무시해도 좋다.

$$\begin{pmatrix} \alpha' \\ \beta' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x & 0 \\ 0 & b/a \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \end{pmatrix} \quad \dots(4)$$

또한, 회전 방향의 보정이 가해지게 되면, 상기 보정식 (4)를 다음의 보정식 (5)에 나타낸 바와 같이 더욱 일반화할 수 있다. 데이터 처리량의 관점에서 볼 때, 다음의 보정식 (5)는 묘화 데이터에 어떠한 보정도 가하지 않은 경우와 비교해서 승산의 수가 4회만 그리고 가산의 수가 2회만 증가하기 때문에, 시스템 전체의 처리량에서 그 연산의 증가에 의한 영향은 무시해도 좋다.

$$\begin{pmatrix} \alpha' \\ \beta' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x & e_{12} \\ e_{21} & b/a \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \end{pmatrix} \quad \dots(5)$$

일반적으로, $e_{12} \neq 0$, $e_{21} \neq 0$

노광 장치가 복수의 묘화 엔진을 구비하는 경우에는, 상기 보정식 (3) 내지 (5) 중 적어도 어느 하나를 묘화 엔진마다 마련할 수 있다. 이를 위해서, 묘화 엔진마다 실제의 광원 간격 E 를 측정해야 한다. 각각의 묘화 엔진에 고유한 데이터는 보정식 (3) 내지 (5) 중 어느 하나의 형태로 데이터 처리를 행하는 컴퓨터의 화일로서 저장되는 것이 바람직하다.

상기 보정식 (3) 내지 (5) 중 어느 하나에 의한 보정 이외에, 노광 대상 기관 자체의 신축이나 얼라인먼트 오차를 다루기 위하여 동적인 보정을 가할 필요가 있으면, 이 보정을 위한 계산식 $f(A)$ 를 더 추가할 수 있다. 예를 들면, 상기 보정식 (5)에 계산식 $f(A)$ 를 추가하면, 노광 처리에 필요할 것으로 기대되는 보정을 모두 반영시킨 다음의 보정식(6)을 얻을 수 있다.

$$\begin{pmatrix} \alpha' \\ \beta' \end{pmatrix} = f(A) \begin{pmatrix} x & e_{12} \\ e_{21} & b/a \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \end{pmatrix} \quad \dots(6)$$

일반적으로, $e_{12} \neq 0$, $e_{21} \neq 0$

노광 대상 기관 자체의 신축이나 얼라인먼트 오차를 처리하기 위한 보정 계산식 $f(A)$ 는 상기 보정식 (3) 내지 (5) 중의 어느 것보다 훨씬 더 복잡하고 더 많은 연산을 수반한다. 이 점으로부터도, 본 실시예에 의한 상기 보정식 (3) 내지 (5) 중 어느 것에 의해 요구되는 연산량은 시스템 전체의 데이터 처리량에 비해 무시해도 좋을 정도로 작다고 말할 수 있다.

따라서, 본 실시예에 의하면, 노광 장치 내의 다른 각종 기능에 대한 별도의 부담을 지우지 않고, 또한 연산량에 상당한 증가를 수반하지 않고, 각 묘화 엔진에 의해 형성되는 노광 패턴의 신축과 관련된 편차를 보정할 수 있다.

다음에, 본 실시예에서의 공급 수단을 설명하기로 한다.

본 실시예에서는, 미리 측정된 실제의 광원 간격 E 를 정수 p 로 계산함으로써 얻어지는 실제 화소 간격 $a(\neq b)$ 에 해당하는 거리만큼 노광 대상면이 상대적으로 이동할 때마다, 상기 보정 완료의 묘화 데이터가 묘화 엔진에 공급된다. 노광 장치가 복수의 묘화 엔진을 구비하면, 묘화 엔진마다 얻어진 실제 화소 간격 $a(\neq b)$ 에 해당하는 거리만큼 노광 대상면이 상대적으로 이동할 때마다, 묘화 엔진마다 생성된 보정 완료의 묘화 데이터가 대응하는 묘화 엔진에 공급된다. 즉, 묘화 엔진마다 생성된 보정 완료의 묘화 데이터는, 묘화 엔진마다 측정된 실제의 광원 간격으로 묘화 엔진마다 규정되는 타이밍에 따라, 대응하는 묘화 엔진에 공급된다.

공급 수단이, 대응하는 묘화 엔진 각각에 보정 완료의 묘화 데이터를 공급하는 타이밍은 동기 신호에 의해 결정되지만, 본 실시예에서는, 묘화 엔진마다 보정 완료의 묘화 데이터를 공급하는 타이밍이 상이하기 때문에, 각 묘화 엔진에 대응한 동기 신호를 다른 것과 독립적으로 생성해야 한다. 여기서, 상이한 동기 신호간에는 일정한 위상 관계가 있기 때문에, 본 실시예에서는 동기 신호에 대한 기준으로서 기능하는 안정된 신호를 생성한다.

이 신호를 "마스터 클록"으로 칭하는 것으로 한다. 노광 대상 기관이 장착된 스테이지의 광원에 대한 이동 속도가 스테이지 컨트롤러에 의해 제어되므로, 본 실시예에서는 스테이지 컨트롤러에 의해 얻어지는 스테이지 이동량에 관한 정보에 의거하여, 마스터 클록을 생성한다. 일반적으로, 스테이지 컨트롤러는 스테이지 이동량을 검출하기 위한 장치로서 레이저 간섭계를 구비한다. 본 실시예에서는 이 레이저 간섭계를 마스터 클록 생성 수단으로서 사용하고, 레이저 간섭계의 출력 결과에 의거하여 마스터 클록을 생성한다. 즉, 스테이지가 소정의 거리 f 만큼 이동할 때마다 펄스를 출력하는 기능을 갖는 레이저 간섭계의 출력 펄스로부터 마스터 클록을 생성한다.

[0100] 마스터 클록의 파장 f (즉, 레이저 간섭계의 출력 펄스의 파장)은 실제의 광원 간격 E 를 정수 p 로 제산함으로써 얻어지는 실제의 화소 간격 a 보다 충분히 짧다. 일례를 들면, $f = 19.776\text{nm}$ 이고 $a = 490\text{nm}$ 이다.

[0101] $0 < f << a$... (7)

[0102] 따라서, 본 실시예에서는 마스터 클록의 주파수를 적절하게 분할함으로써 동기 신호를 생성한다.

[0103] 도 2는 주파수 분할 방식을 결정하는 방법을 설명하는 도면이다. 여기에서는, 파장 f 를 갖는 마스터 클록에 관한 파형을 파형 F 로 칭하고, 실제 화소 간격 a 에 관한 파형을 파형 A 로 칭한다.

[0104] 주파수 분할 기능은 일반적으로 전자 회로의 형태로 구현되기 때문에, 주파수 분할 방식은 전자 회로의 유한한 규모 내에서 구현될 수 있도록 결정되어야 한다. 여기서, 관계 (7)을 만족하는 임의의 양(陽)의 실수 f 와 a 에 대하여, s 와 t 를 임의의 정수로 하는 다음의 식 (8)을 고려하기로 한다.

[0105] $s \times f = t \times a$... (8)

[0106] 여기서,

$$\left. \begin{array}{l} \exists (s_0, t_0) \neq (0, 0) \\ (t_0 \times a)_{\text{mod } f} = 0 \\ s_0 = \frac{t_0 \times a}{f} \end{array} \right\} \quad \dots (9)$$

[0108] 이면, 도 2에 나타난 바와 같이 파형 F 와 파형 A 는, 파형 F 에 대해서는 s_0 사이클을 1주기로 하고, 파형 A 에 대해서는 t_0 사이클을 1주기로 하는 동일한 위상 관계를 반복한다. 따라서, 유한 구간인 상기 1주기에 대한 주파수 분할 방식이 결정될 수 있으며, 이 1주기를 이후 반복함으로써 무한 길이의 시간동안 주파수 분할을 행할 수 있다. 이것은 주파수 분할 기능을 유한한 규모의 전자 회로에서 구현할 수 있다는 것을 의미한다.

[0109] 도 3은 본 발명의 실시예에 의한 동기 신호 생성 알고리즘을 예시한 순서도이다.

[0110] 식 (8)과 (9)에서 (s_0, t_0) 를 구하는 것은, 마스터 클록의 파장 f 와 실제 화소 간격 a 의 최소 공배수를 구하는 것과 다름없다. 그러나, 마스터 클록의 파장 f 는 레이저 간섭계가 출력하는 펄스의 파장인 반면, 실제 화소 간격 a 는 실제의 광원 간격 E 를 정수 p 로 제산함으로써 얻어지는 값이기 때문에, 마스터 클록의 파장 f 와 실제 화소 간격 a 는 양쪽 모두 실수이다. 양쪽 모두 실수인 f 와 a 로부터 최소 공배수를 산출하는 것이 곤란하기 때문에, 본 실시예에서는, 도 3의 스텝 S201에서 동일한 단위로 나타낸 후에, 마스터 클록의 파장 f 와 실제 화소 간격 a 의 값을 각각 정수로 변환한다. 더욱 구체적으로는, f 와 a 를 동일한 단위로, 예를 들면, nm(나노미터)로 나타낸 후에, 최소 유효 숫자가 정수가 되도록 10의 거듭제곱으로 f 와 a 를 각각 승산하고, 그 결과값을 fx 와 ax 로 각각 기재한다. 예를 들면, 소수점 이하 3자리까지 유효 숫자가 있으면, f 와 a 를 각각 10의 세제곱으로 승산하여 fx 와 ax 를 얻는다.

[0111] 다음에, 스텝 S202에서, fx 와 ax 의 최소 공배수 $\text{LCM}(fx, ax)$ 를 산출한다. 다음에 스텝 S203에서, 최소 공배수 $\text{LCM}(fx, ax)$ 를 fx 로 제산하여 값 $\text{LCM}(fx, ax)/fx$ 를 얻었고, 마찬가지로, 최소 공배수 $\text{LCM}(fx, ax)$ 를 ax 로 제산하여 값 $\text{LCM}(fx, ax)/ax$ 를 얻었다. 도 4는 도 3의 연산에서의 수치예를 나타낸 도면이다. 이들 수치예는 마스터 클록의 파장 f 가 19.776nm 이고 실제 화소 간격 a 가 500nm (수치예 1), 490nm (수치예 2) 및 510nm (수치예 3)인 것으로 가정하여 나타내고 있다. 마스터 클록의 파장 f 의 값은 소수점 이하 3자리까지 유효하고, f 와 a 를 각각 10의 세제곱으로 승산하여 fx 와 ax 를 얻는다. fx 와 ax 를 사용하여, 도 4에 나타난 바와 같은 $\text{LCM}(fx, ax)$, $\text{LCM}(fx, ax)/fx$ 및 $\text{LCM}(fx, ax)/ax$ 를 얻는다.

[0112] 다음에, 스텝 S204에서, 다음의 식 (10)을 만족하는 모든 정수 t 에 대하여 절대값 $|s \times fx - t \times ax|$ 가 최소인 정수 s 의 값을 얻고, 그 결과를 배열 요소 $s[t]$ 로서 사용하여 배열 테이블을 구성하여 저장한다.

$$0 \leq t \leq \frac{\text{LCM}(fx, ax)}{ax} \quad \dots(10)$$

[0114] 여기서, 절대값 $|s[t] \times fx - t \times ax|$ 는 항상 f 보다 작기 때문에, 절대값 $|s[t] \times fx - t \times ax|$ 는 각 동기 신호의 오차의 최악값(worst-case value)을 부여한다. 관계 (7)과 관계 $a \cong b$ 로부터, 마스터 클록의 가장 f 는 비트맵 데이터의 분해능 b 보다 충분히 작으므로, 노광 결과에 대한 동기 신호의 오차의 영향은 무시해도 좋다고 말할 수 있다.

[0115] 도 5는 도 4의 수치에 1의 경우에 대한 배열 테이블의 일례를 나타낸 도면이다. 도시된 배열 테이블에서, 예를 들면, $s[1]=25$ 는 "마스터 클록 펄스의 상승 에지 또는 하강 에지의 개수를 카운트하여 그 카운트 개수가 25에 이르면, 1번째의 동기 신호가 생성된다"는 것을 나타내는 것으로 해석할 수 있다. 마찬가지로, 예를 들면, $s[8]=202$ 는 "카운트 개수가 202에 이르면, 8번째의 동기 신호가 생성된다"는 것을 나타내는 것으로 해석할 수 있다.

[0116] 따라서, 배열 테이블을 구성하여 노광 장치 내의 소정의 메모리에 미리 저장해서, "마스터 클록 펄스의 상승 에지 또는 하강 에지의 개수를 카운트하여 그 카운트 개수가 배열 테이블에 저장된 값에 이르면, 동기 신호가 생성"되도록 준비하면, "공급 수단이 보정 완료의 묘화 데이터를 묘화 엔진에 공급하는 타이밍에 대한 기준으로 기능하는 동기 신호를 마스터 클록에 의거하여 생성"하게 된다.

[0117] 도 6은 도 5의 배열 테이블을 변형하여 얻어지는 카운트 테이블의 일례를 나타낸 도면이다.

[0118] 도 5의 배열 테이블은 미리 생성하여 저장해 둘 $s[t]$ 값의 자릿수가 매우 클 수 있으므로 대용량의 메모리를 필요로 한다. 이러한 측면에서, 도 6의 카운트 테이블은 메모리 용량을 저감시키기 위하여 도 5의 배열 테이블을 개선하여 구성된다. 더욱 구체적으로는, 도 5의 배열 테이블에서의 배열 요소 $s[t+1]$ 과 $s[t]$ 사이의 차이를, 도 6의 카운트 테이블에서의 배열 요소 $q[t]$ 로서 저장한다.

[0119] 도시된 카운트 테이블에서, 예를 들면, $q[0]=25$ 는 "마스터 클록 펄스의 상승 에지 또는 하강 에지의 개수를 카운트하여 그 카운트 개수가 25에 이르면, 1번째의 동기 신호가 생성된다"는 것을 나타내는 것으로 해석할 수 있고, 예를 들면, $q[1]=26$ 은 "2번째의 동기 신호는 1번째의 동기 신호가 생성된 후, 카운트 개수가 26까지 증가했으면 생성된다"는 것을 나타내는 것으로 해석할 수 있고, 예를 들면, $q[2]=25$ 는 "3번째의 동기 신호는 2번째의 동기 신호가 생성된 후, 카운트 개수가 25까지 증가했으면 생성된다"는 것을 나타내는 것으로 해석할 수 있다. 다음에, 618번째 동기 신호가 생성된 후에는, 처리를 카운트 테이블의 선두로 되돌아가서 카운트 개수가 $q[0]$, 즉, 25까지 증가했다면, 619번째 동기 신호가 생성된다. 그 후 동일한 처리를 반복한다.

[0120] 이와 같이, 도 6의 카운트 테이블을 사용하여 "순환형 주파수 분할"을 이룰 수 있다. 또한, 저장되어야 할 $q[t]$ 값의 자릿수가 감소되기 때문에 메모리 용량이 저감될 수 있다.

[0121] 도 7은 본 발명의 실시예에 의한 카운트 테이블을 사용한 동기 신호 생성 알고리즘을 예시한 순서도이다.

[0122] 먼저, 스텝 S301에서, 상기 설명한 바와 같은 배열 요소 $q[t]$ 를 포함하는 카운트 테이블을 구성한다. 카운트 테이블은 도 3 내지 도 6을 참조하여 설명한 바와 같이 구성되고 그 구성된 카운트 테이블은, 예를 들면, 노광 장치를 제어하는 컴퓨터 내의 기억 장치에 저장되어 있다. 노광 처리 동안, 카운트 테이블은 컴퓨터 내의 작업 메모리에 로드되어 다음의 스텝을 행하는 경우 필요할 때 사용된다.

[0123] 스텝 S302에서, 동기 신호 생성을 위한 초기 설정으로서 t 를 0으로 설정한다. 다음에, 스텝 S303에서 $q[t]$ 를 레지스터에 로드한다.

[0124] 스텝 S304에서는, 마스터 클록을 수신했는지의 여부를 판정한다. 마스터 클록을 수신한 경우에는 처리를 스텝 S305로 진행하고, 레지스터의 값을 1씩 감소시킨다. 스텝 S306에서는, 레지스터의 값이 0으로 되었는지의 여부를 판정한다. 상기 스텝 S304 내지 S306을 반복적으로 행함으로써, 마스터 클록 펄스의 상승 또는 하강 에지의 개수를 카운트하는 처리(이하, 간단히 "카운트 처리"로 칭함)가 실현된다.

[0125] 다음에, 스텝 S306에서 레지스터의 값이 0이 되었다고 판정하면, 스텝 S307에서 동기 신호를 출력한다.

[0126] 스텝 S308에서, t 를 1씩 증가시킨다. 스텝 S309에서는, t 가 스텝 S308에서 설정된 값인 " $t \bmod \{\text{LCM}(fx,$

$ax)/ax\}$ "를 연산하여(잉여 연산), 연산 결과를 t 로 설정한다. 스텝 S310에서는, 스텝 S309에서 설정된 t 값을 사용한 $q(t)$ 가 레지스터에 로드된다. 상기 스텝 S308 내지 S310에 의해, 카운트 테이블에서 규정된 최종 동기 신호를 생성한 후에는 처리가 카운트 테이블의 선두로 되돌아가서 1번째 동기 신호를 생성하는 카운트 처리를 반복하는, 앞서 설명한 "순환형 주파수 분할"이 실현된다.

[0127] 도 8 내지 도 10은 도 4에 나타난 수치예를 사용하고, 도 7의 순서도에 나타난 동기 신호 생성 알고리즘을 적용함으로써 수행된 시뮬레이션의 결과를 나타낸 도면으로서, 도 8은 처리를 개시한 직후의 상태를 나타낸 도면이고, 도 9는 최초의 동기 신호의 생성을 나타낸 도면이고, 도 10은 2번째 동기 신호의 생성을 나타낸 도면이다. 도 11은 도 8 내지 도 10에 나타난 시뮬레이션을 장기간동안 행한 시뮬레이션의 결과를 나타낸 도면이다. 여기서, 상기 알고리즘은 도 4에 나타난 3개의 예에 대하여 베릴로그(Verilog) 언어로 기술하였고, 베릴로그 시뮬레이터를 사용하여 시뮬레이션을 행하였다. 도 8 내지 도 10에서, 시간축의 크기에 대한 수치(예를 들면, 200.00ns) 이외의 수치는 각각 카운트 테이블에서의 t (즉, 마스터 클록 펄스의 상승 또는 하강 에지의 개수의 카운트)값을 나타내고 있다. 도 8 내지 도 11로부터, 서로 상이한 실제 화소 간격 a 마다 상이한 동기 신호가 생성되고 있는 것을 알 수 있다. 이것은 묘화 엔진마다 실제 화소 간격 a 가 달라도, 묘화 엔진마다 최적의 동기 신호가 생성될 수 있다는 것을 의미한다. 즉, 이 동기 엔진을 사용하면, 보정 완료의 묘화 데이터를, 각 묘화 엔진의 실제 광원 간격에 의거한 최적의 타이밍에서 각 묘화 엔진에 공급할 수 있다.

[0128] 도 12는 본 발명의 실시예에 의한 노광 장치의 기본 블록도이다.

[0129] 본 실시예에 의하면, 노광 대상 기관(도시하지 않음)이 장착된 스테이지(16)의 상대 이동 방향을 따라 배치된 복수의 광원(도시하지 않음)을 각각 구비하고, 광원의 설계상의 간격 D 가 묘화 데이터에서의 단위 화소 간격 b 의 정수배 p 와 동일하게 되도록 설계된 묘화 엔진 #1 내지 # N (참조 번호 30)을 사용하여 소망한 패턴으로 노광 대상면을 직접 노광함으로써 소망한 노광 패턴을 형성하는 노광 장치(1)는, 보정 수단(11)과, 공급 수단(12)과, 클록 생성 수단(13)과, 동기 수단(14)을 포함한다. 동기 수단(14)은 제 1 연산 수단(21)과, 제 2 연산 수단(22)과, 출력 수단(23)을 포함한다.

[0130] 노광 대상 기관이 장착된 스테이지(16)의 묘화 엔진 #1 내지 # N (참조 번호 30)에 대한 속도 V_{ex} 가 스테이지 컨트롤러(도시하지 않음)에 의해 제어된다. 본 실시예에서, 스테이지 컨트롤러는 스테이지(16)의 이동량을 검출하기 위한 장치로서 레이저 간섭계(15)를 구비한다. 레이저 간섭계(15)는 스테이지가 소정의 거리 f 를 이동할 때마다 펄스를 출력한다. 예를 들면, He-Ne 가스 레이저를 사용하는 경우, 그 파장이 대략 632.84nm이므로, 적합한 주파수 체배기(frequency multiplier)를 사용하여 $f=19.776nm$ 가 얻어진다. 본 실시예에서는 스테이지의 이동량을 검출하기 위한 장치로서 레이저 간섭계(15)를 사용하지만, 스테이지(16)의 주어진 이동량에 대하여 안정된 신호를 출력할 수 있는 장치이면 다른 적합한 장치로 이루어질 수 있고, 예를 들면, 로터리 엔코더(rotary encoder)를 사용한 위치 검출 장치가 사용되어도 된다.

[0131] 클록 생성 수단(13)은 레이저 간섭계(15)의 출력 결과에 의거하여, 노광 대상 기관이 장착된 스테이지(16)가 상대 속도 V_{ex} 로 단위 거리 f 만큼 이동할 때마다 출력되는 마스터 클록을 생성한다. 즉, 스테이지(16)가 주어진 거리 f 만큼 이동할 때마다 레이저 간섭계(15)가 출력하는 펄스를 마스터 클록으로 한다.

[0132] 보정 수단(11)은 광원의 설계상 간격 D 와 묘화 엔진 #1 내지 # N (참조 번호 30)마다 측정된 실제 광원 간격 E 사이의 차이(즉, $D \neq E$)에 의거하여 묘화 엔진 #1 내지 # N (참조 번호 30)마다 묘화 데이터를 보정하여, 이에 의해 묘화 엔진 #1 내지 # N (참조 번호 30)마다의 보정 완료의 묘화 데이터를 생성한다.

[0133] 동기 수단(14)은 공급 수단(12)이 보정 완료의 묘화 데이터를 각 묘화 엔진 #1 내지 # N (참조 번호 30)에 공급하는 타이밍을 기준으로 하는 동기 신호를, 묘화 엔진 #1 내지 # N (참조 번호 30)마다, 마스터 클록에 의거하여 생성한다. 이하 더욱 상세하게 설명하기로 한다.

[0134] 동기 수단(14) 내의 제 1 연산 수단(21)은 양쪽 모두 동일한 단위로 나타낸 실제 화소 간격 a 와 주기적으로 출력되는 마스터 클록의 파장 f 와의 최소 공배수 $LCM(f, a)$ 를 산출한다. 이 최소 공배수 $LCM(f, a)$ 는 묘화 엔진 #1 내지 # N (참조 번호 30)마다 측정된 실제 화소 간격 a 를 사용함으로써 묘화 엔진 #1 내지 # N (참조 번호 30)마다 산출된다.

[0135] 동기 수단(14) 내의 제 2 연산 수단(22)은 제로로부터, 최소 공배수 $LCM(f, a)$ 를 실제 화소 간격 a 로 제산함으로써 얻어지는 값 " $LCM(f, a)/a$ "까지의 범위에 속하는 각 정수 t 에 대하여, 절대값 $|s[t] \times f - t \times a|$ 가 최소인 배열 요소 $s[t]$ 를 산출함으로써, 상기 배열 테이블 또는 상기 카운트 테이블을 구성한다. 상기 배열 테이블 또는 상기 카운트 테이블은 묘화 엔진 #1 내지 # N (참조 번호 30)마다 산출된 최소 공배수 $LCM(f, a)$ 를 사

용함으로써 묘화 엔진 #1 내지 #N(참조 번호 30)마다 구성된다. 이와 같이 구성된 상기 배열 테이블 또는 상기 카운트 테이블은 동기 수단(14) 내의 기억 매체(ROM)에 저장된다.

[0136] 출력 수단(23)은 이와 같이 저장된 상기 배열 테이블 또는 상기 카운트 테이블을 참조하여 마스터 클록 펄스의 상승 또는 하강 에지의 개수의 카운트가 소정의 값에 이를 때에 동기 신호를 공급 수단(12)에 출력한다. 이 동기 신호는, 묘화 엔진 #1 내지 #N(참조 번호 30)마다 구성된 상기 배열 테이블 또는 상기 카운트 테이블을 사용하여, 묘화 엔진 #1 내지 #N(참조 번호 30) 중 대응하는 것에 대한 동기 신호로서 공급 수단(12)에 출력한다.

[0137] 공급 수단(12)은, 동기 수단(14) 내의 출력 수단(23)으로부터 수신되고 묘화 엔진 #1 내지 #N(참조 번호 30)마다 생성된 동기 신호에 의거하여, 묘화 엔진 #1 내지 #N(참조 번호 30) 중 대응하는 것이 한번에 노광될 수 있는 노광 대상면 위의 노광 블록의 직접 노광에 단지 필요한 양으로, 묘화 엔진 #1 내지 #N(참조 번호 30)마다 생성된 보정 완료의 묘화 데이터를 묘화 엔진 #1 내지 #N(참조 번호 30) 중 대응하는 것에 공급한다. 동기 수단(14) 내의 출력 수단(23)으로부터 수신된 동기 신호를 사용하여, 실제 광원 간격 E를 정수 p로 제산함으로써 얻어지는 실제 화소 간격 a에 상당하는 거리만큼 노광 대상 기관이 장착된 스테이지(16)가 상대적으로 이동할 때마다 보정 완료의 묘화 데이터가 공급될 수 있다.

[0138] 보정 수단(11)에 의해 묘화 엔진 #1 내지 #N(참조 번호 30)마다 생성된 보정 완료의 묘화 데이터는, 묘화 엔진 #1 내지 #N(참조 번호 30)마다의 실제 광원 간격 E에 의해 얻어진 타이밍에 따라서, 공급 수단(12)으로부터 묘화 엔진 #1 내지 #N(참조 번호 30) 중 각 대응하는 것에 공급된다. 각 묘화 엔진 #1 내지 #N(참조 번호 30)은 이와 같이 공급된 보정 완료의 묘화 데이터에 의거하여 직접 노광을 행한다.

[0139] 상기 설명한 실시예에서는, 동기 신호를 배열 테이블 또는 카운트 테이블을 사용하여 생성하였다. 이 경우, 실제 화소 간격 a와 마스터 클록의 주파수 f의 최소 공배수 $LCM(f, a)$ 를 산출할 때는, 먼저 양쪽 값을 동일한 단위로 나타낸 다음에, 최소 유효 숫자가 정수로 될 때까지 승산하였다. 즉, f 및 a를 동일한 단위, 예를 들면, nm(나노미터)로 나타낸 후에는, 마스터 클록의 주파수 f와 실제 화소 간격 a에 10의 거듭제곱으로 각각 승산하여 최소 유효 숫자가 정수가 되도록 하고, 결과물로서 생긴 정수 fx 와 ax 의 최소 공배수를 얻었다. 그러나, 예를 들면, 고정밀의 배선 패턴의 생성이 요구되는 경우에는, 마스터 클록의 주파수 f 및/또는 실제 화소 간격 a의 소수점 이하의 유효 숫자의 개수가 커지게 되어, 상기 설명한 바와 같이 이들 값을 정수로 변환하면, fx 와 ax 의 값이 매우 커지게 된다. 그 결과, 동기 신호를 생성하기 위하여 배열 테이블 대신에 카운트 테이블을 사용해도, 대용량 메모리가 필요하게 된다. 이러한 측면에서, 고정밀의 배선 패턴을 생성할 때에도 대용량 메모리를 필요로 하지 않는 동기 신호 생성 알고리즘의 변형예를 설명하기로 한다.

[0140] 본 변형예에 의한 동기 수단은,

[0141] 마스터 클록의 파장의 적산값을 저장하기 위한 제 1 적산 수단과,

[0142] 마스터 클록을 수신할 때마다, 제 1 적산 수단에 저장되어 있는 마스터 클록의 파장의 적산값에 마스터 클록의 파장을 가산하기 위한 제 1 가산 수단과,

[0143] 실제 화소 간격의 적산값을 저장하기 위한 제 2 적산 수단과,

[0144] 제 1 적산 수단에 저장되어 있는 마스터 클록의 파장의 적산값과 제 2 적산 수단에 저장되어 있는 실제 화소 간격의 적산값 사이의 절대차를 산출하기 위한 감산 수단과,

[0145] 절대차가 마스터 클록의 파장보다 작은지 또는 큰지를 판정하기 위한 판정 수단과,

[0146] 판정 수단이 절대차가 마스터 클록의 파장보다 작다고 판정하면 동기 신호를 출력하기 위한 출력 수단과,

[0147] 판정 수단이 절대차가 마스터 클록의 파장보다 작다고 판정하면, 제 2 적산 수단에 저장된 실제 화소 간격의 적산값에 실제 화소 간격을 가산하기 위한 제 2 가산 수단

[0148] 을 포함한다.

[0149] 도 13은 본 발명의 실시예에 의한 동기 신호 생성 알고리즘의 변형예를 예시한 순서도이다. 도 14는 도 13의 순서도에 의한 동기 신호를 출력하는 동기 수단을 나타낸 기능 블록도이다.

[0150] 도 14에 나타낸 바와 같이, 본 변형예에 의한 동기 수단(14)은, 상기 제 1 가산 수단으로서의 가산기(42)와, 상기 제 2 가산 수단으로서의 가산기(43)와, 상기 제 1 적산 수단(누산기)(44)과, 상기 제 2 적산 수단(누산기)(45)과, 상기 감산 수단으로서의 감산기(46)와, 상기 판정 수단으로서의 비교기(47)를 포함한다. 또한, 동

기 수단(14)은 마스터 클록의 파장 f 에 해당하는 수치값을 기억하는 제 1 레지스터(40)와, 실제 화소 간격 a 에 해당하는 수치값을 기억하는 제 2 레지스터(41)를 더 포함한다.

[0151] 본 변형예에서는 먼저 도 13의 스텝 S401에서, 도 14의 제 1 적산 수단(44)에 저장되는 마스터 클록의 파장 f 의 적산값 Af 를 0으로 초기화하고, 제 2 적산 수단(45)에 저장되는 실제 화소 간격 a 의 적산값 Aa 를 a 로 초기화한다. 즉, 초기 상태에서는 $Af \ll Aa$ 이다.

[0152] 스테이지(16)가 이동을 개시하면, 마스터 클록이 공급된다. 스텝 S402에서 마스터 클록이 수신되면, 스텝 S403에서 가산기(42)는, 제 1 레지스터(40)에 기억되어 있는 마스터 클록의 파장 f 를 제 1 적산 수단(44)에 저장되어 있는 마스터 클록의 파장의 적산값 Af 에 가산하여, 이에 의해 새로운 적산값 Af 가 제 1 적산 수단(44)에 저장된다.

[0153] 다음에, 스텝 S404에서, 감산기(46)는 제 1 적산 수단(44)에 저장되어 있는 마스터 클록의 파장의 적산값 Af 와, 제 2 적산 수단(45)에 저장되어 있는 실제 화소 간격의 적산값 Aa 사이의 절대차 $|Af - Aa|$ 를 산출한다.

[0154] 다음에, 스텝 S405에서, 판정 수단(47)은 감산기(46)에 의해 산출된 상기 절대차 $|Af - Aa|$ 가 제 1 레지스터(40)에 기억되어 있는 마스터 클록의 파장 f 보다 작은지 또는 큰지를 판정한다. 판정 수단(47)에 의해 상기 절대차 $|Af - Aa|$ 가 마스터 클록의 파장 f 보다 큰 것으로 판정되는 경우에는, 처리가 스텝 S402로 되돌아간다.

[0155] 판정 수단(47)에 의해 상기 절대차 $|Af - Aa|$ 가 마스터 클록의 파장 f 보다 작은 것으로 판정되는 경우에는, 처리가 스텝 S406으로 진행하여 동기 신호를 출력한다. 스텝 S407에서는 가산기(43)가, 제 2 레지스터(41)에 기억되어 있는 실제 화소 간격 a 를 제 2 적산 수단(45)에 저장되어 있는 실제 화소 간격의 적산값 Aa 에 가산하여, 이에 의해 새로운 적산값 Aa 가 제 2 적산 수단(45)에 저장된다. 여기서, 스텝 S406과 스텝 S407의 순서를 서로 바꾸어도 되고, 이들 두 스텝을 동시에 행해도 된다.

[0156] 상기 처리를 요약하면, 본 변형예에 의한 동기 수단(14)은 수신한 마스터 클록을 트리거로서 사용함으로써 마스터 클록의 파장 f 를 적산하고, 마스터 클록의 파장의 적산값 Af 가 실제 화소 간격의 적산값 Aa 와 가장 근접하게 될 때에만 동기 신호를 출력한다. 다음에, 동기 신호를 출력하는 것과 동시에, 실제 화소 간격 a 는 실제 화소 간격의 적산값 Aa 에 가산되고, 그 결과가 실제 화소 간격의 새로운 적산값 Aa 로서 저장된다. 그 후, 상기 처리가 반복된다. 즉, 마스터 클록을 수신할 때 적산되는 마스터 클록의 파장의 적산값 Af 가 실제 화소 간격의 새로운 적산값 Aa 와 가장 근접하게 될 때, 동기 신호가 출력되는 동시에, 실제 화소 간격 a 가 실제 화소 간격의 적산값 Aa 에 가산된다. 더욱 구체적으로는, 상기 가산간의 타이밍에 차이가 있는 것으로, 즉, 마스터 클록의 파장 f 는 마스터 클록이 수신될 때마다 적산값 Af 에 가산되는 반면, 실제 화소 간격 a 는 마스터 클록의 파장의 적산값 Af 가 실제 화소 간격의 적산값 Aa 와 가장 근접하게 될 때에 적산값 Aa 에 가산된다. 도 15는 도 13의 순서도에 의거한 동기 신호 생성에 대한 타이밍 차트의 일례를 나타낸 도면이다. 여기서의 타이밍 차트는 파장 f 와 파형 F 를 갖는 마스터 클록에 의거하여 동기 신호가 생성되는 방법을 예시한다. 또한, 스테이지(16)가 이동하여 노광 처리하는 동안 노광 대상 기관의 단(端)에 도달하면, 마스터 클록의 공급이 정지되고, 제 1 적산 수단(44)에 저장되어 있는 마스터 클록의 파장의 적산값 Af 와 제 2 적산 수단(45)에 저장되어 있는 실제 화소 간격의 적산값 Aa 양쪽 모두가 리셋(reset)된다.

[0157] 이와 같이, 상기 설명한 본 변형예는, 동기 신호 생성 요건을 수치값으로 변환하여 종래의 디지털 회로(레지스터, 가산기, 누산기, 감산기 및 비교기)에서 구현되어, 앞서 설명한 실시예에서 요구되는 배열 테이블 또는 카운트 테이블의 생성이나 최소 공배수의 계산은 여기서 필요치 않다. 레지스터, 가산기, 누산기, 감산기 및 비교기가 다루는 값은 실수(고정 소수점수)에 반드시 한정되는 것이 아니며, 부동 소수점수가 되어도 된다.

[0158] 상기 변형예의 구체적인 일 수치예는 아래에 설명하도록 한다. 즉, 레지스터, 가산기, 누산기, 감산기 및 비교기가 정수만을 다루는 예에서는, 마스터 클록의 파장 f 의 값과 실제 화소 간격 a 의 값의 소수점 이하의 숫자를, 필요한 정밀도가 얻어질 때까지 필요한 자릿수까지 올림으로써 정수로 변환하여, 이에 의해 변환된 값은 제 1 레지스터(40)와 제 2 레지스터(41)에 각각 기억된다. 예를 들면, $f = 19.776252201\text{nm}$ 이고 $a = 490.000000000\text{nm}$ 이면, 각 값은 자릿수가 매우 큰 정수, 즉, $f_x = 19776252201$ 과 $a_x = 490000000000$ 을 각각 갖는 정수로 변환된다. 여기서 노광 대상 기관이 장착된 스테이지가 거리 $L = 1\text{m}$ 를 이동한다고 가정하면, L/a ($\approx 2.04 \times 10^6$)개의 동기 신호가 생성되기 때문에, 제 2 적산 수단(45)에 저장되는 실제 화소 간격의 적산값 Aa 는 대략 1×10^{18} 의 크기로 된다. 이것은 레지스터, 가산기, 누산기, 감산기 및 비교기가 대략 64비트 데이터 처리 능력을 갖는 것이 요구되지만, 이러한 스케일의 디지털 회로에서도, FPGA 디바이스 등을 사용함으로써 필

요한 기능이 충분히 그리고 용이하게 구현될 수 있다.

- [0159] 또한, 도 14의 제 1 레지스터(40)에 기억되는 마스터 클록의 파장 f 는 외부로부터 용이하게 변경될 수 있고, 예를 들면, 레이저 간섭계 이외의 기준 신호원을 마스터 클록을 제공하는데 사용될 수 있다.
- [0160] 마찬가지로, 제 2 레지스터(41)에 기억되는 실제 화소 간격 a 의 값도 또한 외부로부터 용이하게 변경될 수 있고, 실제 화소 간격 a 는 회로 구성의 변경없이 바라는 대로 변경될 수 있다. 또한, 복수의 상이한 실제 화소 간격 a 의 값이 필요한 경우에는, 제 2 레지스터(41)와 제 2 적산 수단(45)은 실제 화소 간격 a 마다 제공되어야 하는 반면, 제 1 레지스터(40)와 제 1 적산 수단(44)은 그대로 둔다.
- [0161] 상기 설명한 노광 장치(1)에서의 보정 수단(11), 공급 수단(12), 클록 생성 수단(13), 및 동기 수단(14)은 컴퓨터 등의 처리 장치에 의해 실행할 수 있는 소프트웨어 프로그램과 하드웨어를 조합하여 각각 구현될 수 있다. 여기서, 각 처리를 컴퓨터로 실행시키는 프로그램은 기록 매체에 저장되고, 필요에 따라 컴퓨터 내의 작업 메모리에 로드되어 실행된다.
- [0162] 상기 실시예에서 노광 장치를 설명하였으나, 복수의 묘화 헤드가 소정 간격으로 배치되고 묘화 대상이 묘화 헤드에 대하여 상대 이동하는 묘화 동작을 행하는 다른 묘화 장치에도 완전하게 동일한 원리를 적용할 수 있다는 것에 인식하게 된다. 이와 같은 묘화 장치의 예로서 잉크젯 묘화 장치와 레이저 프린터와 같은 인쇄 장치가 있다.
- [0163] 이러한 장치 중에는, 잉크젯 기술을 이용한 잉크젯 묘화 장치는 잉크젯 헤드에 소정의 설계 간격으로 배치된 복수의 잉크젯 노즐을 포함하고, 묘화 대상이 잉크젯 헤드에 대하여 상대 이동하는 묘화를 행하는 장치이고, 근년에 이러한 종류의 장치가 기관에 묘화 패턴을 직접 묘화(패터닝)하는 유망한 수단으로서 주목받고 있다.
- [0164] 잉크젯 기술은 액적을 극히 미세한 노즐을 통해 토출하는 기술이다. 일반적으로 잉크젯 기술을 프린터에 사용하지만, 잉크젯 기술을 잉크젯 패터닝에 적용하는 경우에는, 노즐로부터 토출되는 액적이 미세한 금속 입자를 포함하는 액체 또는 금속 산화물 재료로부터 형성될 수 있다. 잉크젯 기술은 2개의 주요 형태로 분류될 수 있는 것으로, 하나는 전압을 가하면 변형하게 되는 압전 소자를 사용하여 순간적으로 잉크 챔버의 액체 압력을 증가시킴으로써 노즐을 통해 액적을 압출하는 압전형과, 다른 하나는 헤드에 장착된 히터에 의해 액적 내에 기포를 형성함으로써 액적을 압출하는 열형이다. 이들 형태의 어느 쪽이든지 본 발명에 적용할 수 있다. 본 발명을 잉크젯 묘화 장치에 적용하는 경우에는, 상기 설명한 본 발명의 실시예에서의 노광 헤드, 즉, 광원을 잉크젯 헤드로 치환할 수 있다.
- [0165] 본 발명은 묘화 대상면에 걸쳐 상대적으로 이동하는 묘화 헤드가 한번에 묘화할 수 있는 묘화 대상면 위의 묘화 블록으로의 직접 묘화에 필요한 묘화 데이터가, 설계 데이터에 의거하여 순차적으로 생성되어 묘화 엔진에 순차적으로 공급되는 묘화 장치에 적용할 수 있다. 본 발명은 묘화 장치가 마스크리스 노광 장치가 되든지 또는 잉크젯 묘화 장치가 되든지 어떠한 묘화 장치에도 적용할 수 있다.
- [0166] 직접 묘화에 의거한 패터닝 방법에 의하면, 고정밀한 배선의 설계, 검사 및 형성을 용이하게 그리고 고속으로 달성할 수 있고, 또한 패턴 얼라인먼트에 필요한 마진을 줄일 수 있어 배선 밀도를 증가시킬 수 있다. 따라서, 본 발명은 미래에 기대하는 초미세 배선에 대한 수요를 처리할 수 있다. 또한, 설계 데이터를 요구대로 가공하여 보정 정보를 누적함으로써, 본 발명은 동적으로 보정과 라우팅을 행할 수 있어, 이에 의해 설계 변경에 유동적으로 대응할 수 있다.
- [0167] 본 발명의 묘화 장치에 의하면, 묘화 장치 내의 다른 각종 기능에 대한 별도의 부담을 지우지 않고, 또한 연산량에 상당한 증가를 수반하지 않고, 묘화 장치 내에 사용되는 묘화 엔진 사이의 제조 편차에 기인하는 해상능력의 차이를 보정하여 고해상능력을 실현할 수 있어, 이에 의해 본 발명의 묘화 장치는 특히 고정밀이 요구되는 복잡한 배선 패턴을 형성하는데 가장 적합하다.

발명의 효과

- [0168] 이상 설명한 바와 같이 본 발명에 의하면, 의도한 대로 고해상능력을 유지하면서 안정된 묘화 동작을 효율적으로 행할 수 있는 묘화 장치 및 묘화 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0001] 도 1은 본 발명에 의한 묘화 장치의 기본 원리를 나타낸 블록도.

- [0002] 도 2는 주파수 분할 방식을 결정하는 방법을 설명하는 도면.

[0003] 도 3은 본 발명의 일실시예에 의한 동기 신호 생성 알고리즘을 예시하는 순서도.

[0004] 도 4는 도 3의 연산에서의 수치예를 나타낸 도면.

[0005] 도 5는 도 4의 수치예 1의 경우에 대한 배열 테이블의 일례를 나타낸 도면.

[0006] 도 6은 도 5의 배열 테이블을 변형함으로써 얻어지는 카운트 테이블의 일례를 나타낸 도면.

[0007] 도 7은 본 발명의 실시예에 의한 카운트 테이블을 사용한 동기 신호 생성 알고리즘을 예시한 순서도.

[0008] 도 8은 도 4에 나타난 수치예를 사용하고 도 7의 순서도에 나타난 동기 신호 생성 알고리즘을 적용함으로써 수행되는 시뮬레이션의 결과를 나타낸 도면으로서, 구체적으로는 처리 개시 직후의 상태를 나타낸 도면.

[0009] 도 9는 도 4에 나타난 수치예를 사용하고 도 7의 순서도에 나타난 동기 신호 생성 알고리즘을 적용함으로써 수행되는 시뮬레이션의 결과를 나타낸 도면으로서, 구체적으로는 최초의 동기 신호의 생성을 나타낸 도면.

[0010] 도 10은 도 4에 나타난 수치예를 사용하고 도 7의 순서도에 나타난 동기 신호 생성 알고리즘을 적용함으로써 수행되는 시뮬레이션의 결과를 나타낸 도면으로서, 구체적으로는 2번째의 동기 신호의 생성을 나타낸 도면.

[0011] 도 11은 도 8 내지 도 10에 나타난 시뮬레이션을 장기간동안 실행한 경우의 시뮬레이션의 결과를 나타낸 도면.

[0012] 도 12는 본 발명의 실시예에 의한 노광 장치의 기본 블록도.

[0013] 도 13은 본 발명의 실시예에 의한 동기 신호 생성 알고리즘의 변형예를 나타낸 순서도.

[0014] 도 14는 도 13의 순서도에 의거한 동기 신호를 출력하는 동기 수단을 나타낸 기능 블록도.

[0015] 도 15는 도 13의 순서도에 의거한 동기 신호의 생성의 타이밍 차트의 일례를 나타낸 도면.

[0016] 도 16은 직접 묘화 시스템을 개략적으로 나타낸 도면.

[0017] 도 17은 묘화 장치의 동작 원리를 나타낸 도면.

[0018] 도 18은 묘화 장치의 데이터 처리 순서를 나타낸 순서도.

[0019] 도 19는 노광 장치에 의한 직접 노광 처리에 사용되는 비트맵 형식의 묘화 데이터의 개념을 예시한 모식도.

[0020] 도 20은 도 19에 나타난 묘화 데이터를 사용하여 직접 묘화를 행하는 1개의 묘화 엔진에서의 광원의 배열을 예시한 모식도.

[0021] 도 21 및 도 22는 도 19에 나타난 비트맵 데이터와 도 20에 나타난 묘화 엔진에서의 광원 배열 사이의 관계를 예시한 모식도(부분 1).

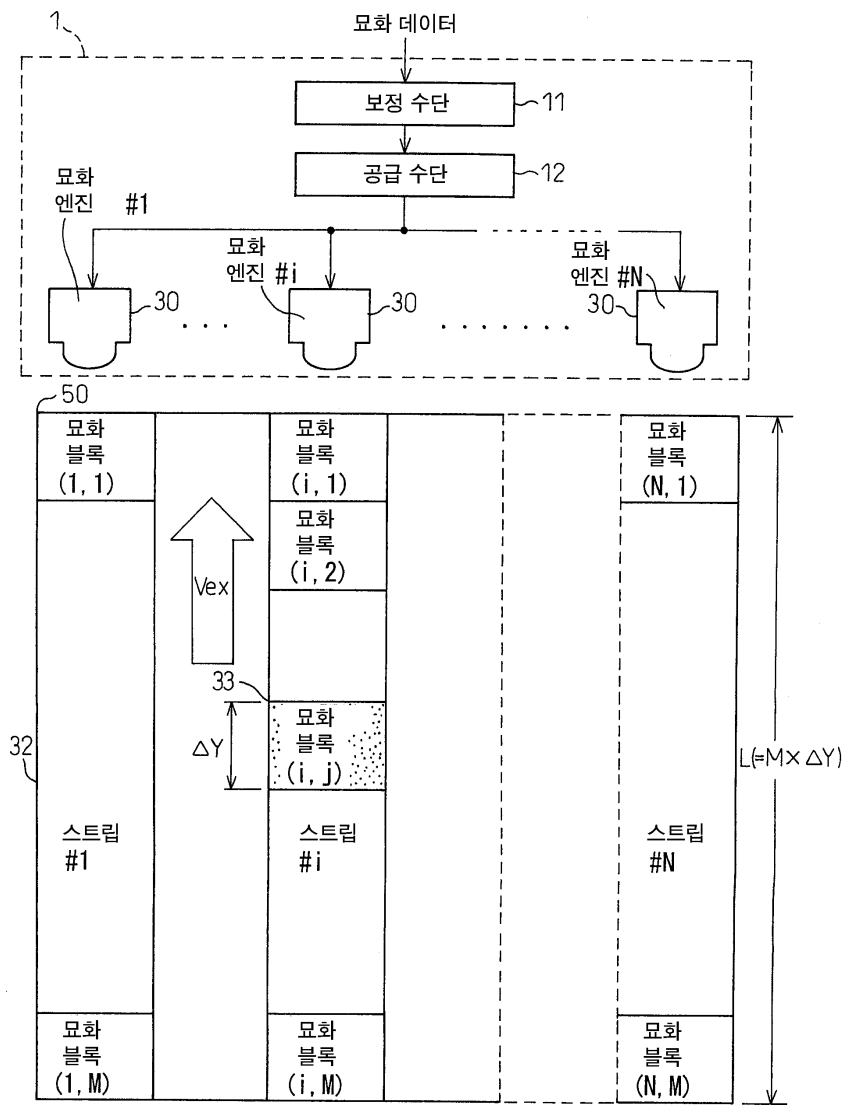
[0022] 도 23 및 도 24는 도 19에 나타난 비트맵 데이터와 도 20에 나타난 묘화 엔진에서의 광원 배열 사이의 관계를 예시한 모식도(부분 2).

[0023] <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

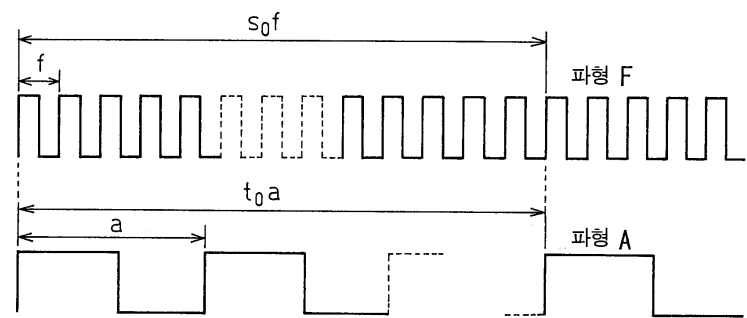
[0024]	1 : 묘화 장치	11 : 보정 수단
[0025]	12 : 공급 수단	13 : 클록 생성 수단
[0026]	14 : 동기 수단	15 : 레이저 간섭계
[0027]	16 : 스테이지	21 : 제 1 연산 수단
[0028]	22 : 제 2 연산 수단	23 : 출력 수단
[0029]	30 : 묘화 엔진	

도면

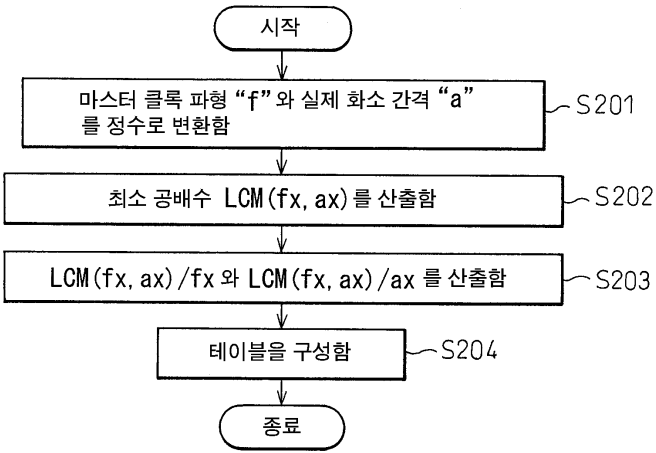
도면1



도면2



도면3



도면4

예	f [nm]	a [nm]	fx [nm]	ax [nm]	LCM (fx, ax)	LCM (fx, ax) / fx	LCM (fx, ax) / ax
1	19.776	500.000	19.776	500.000	309,000,000	15,625	618
2	19.776	490.000	19.776	490.000	605,640,000	30,625	1,236
3	19.776	510.000	19.776	510.000	210,120,000	10,625	412

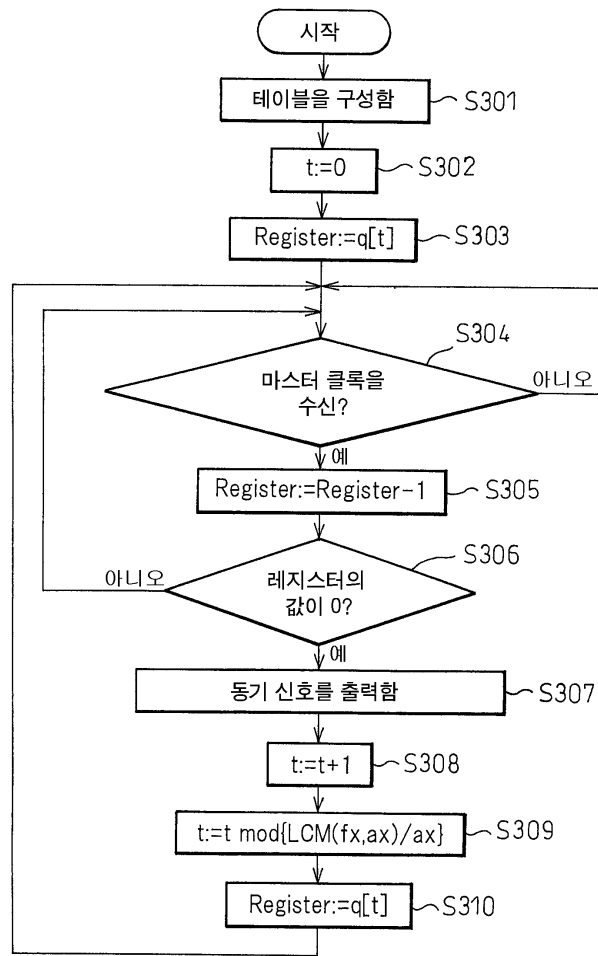
도면5

s[0]	s[1]	s[2]	s[3]	s[4]	s[5]	s[6]	s[7]	s[8]	s[9]	s[10]	s[11]	s[12]	s[13]	...	s[618]
0	25	51	76	101	126	152	177	202	228	253	278	303	329	...	15625

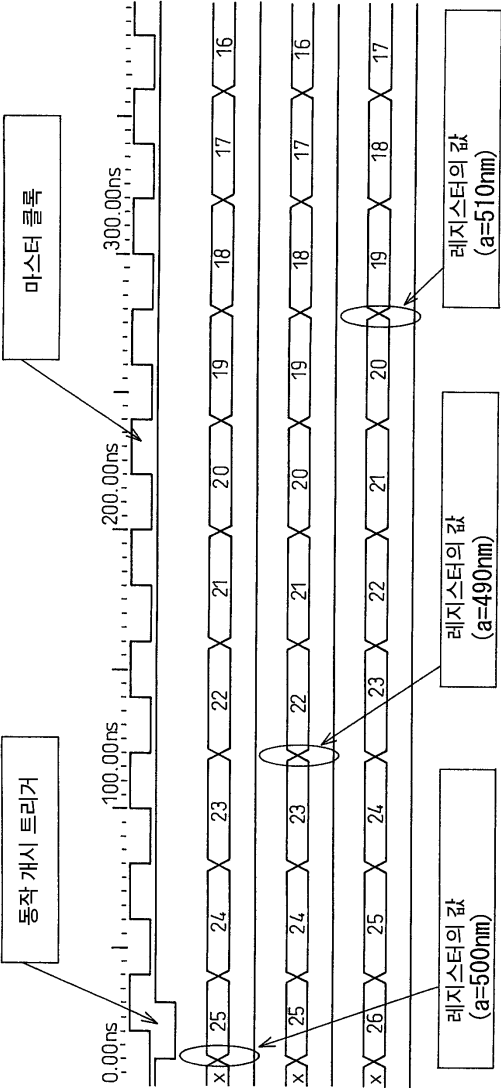
도면6

q[0]	q[1]	q[2]	q[3]	q[4]	q[5]	q[6]	q[7]	q[8]	q[9]	q[10]	q[11]	q[12]	q[13]	...	q[617]
25	26	25	25	25	26	25	25	26	25	25	25	26	25	...	25

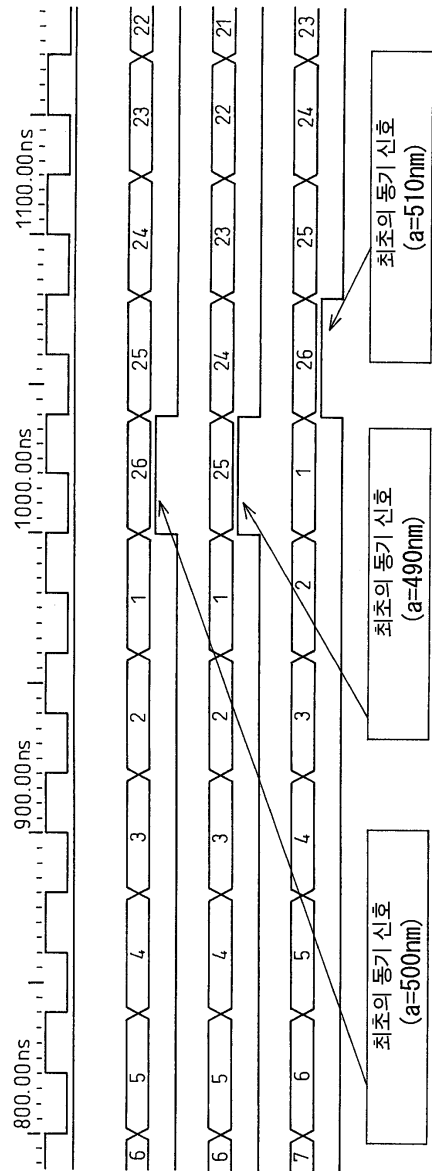
도면7



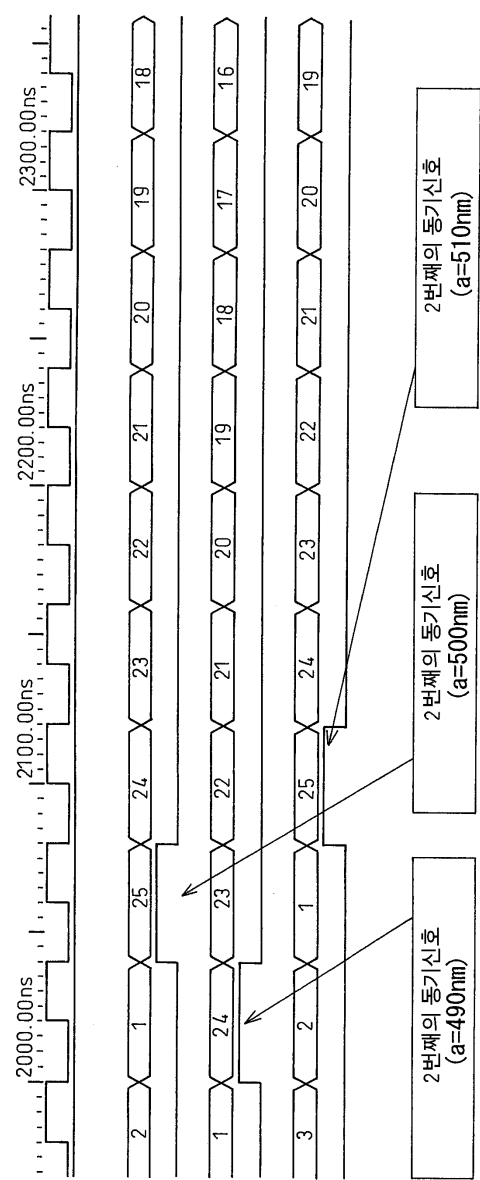
도면8



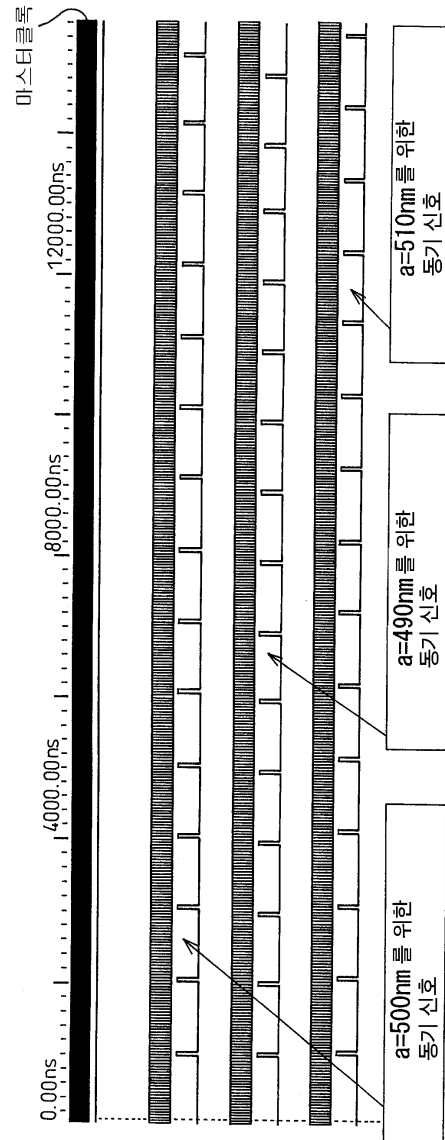
도면9



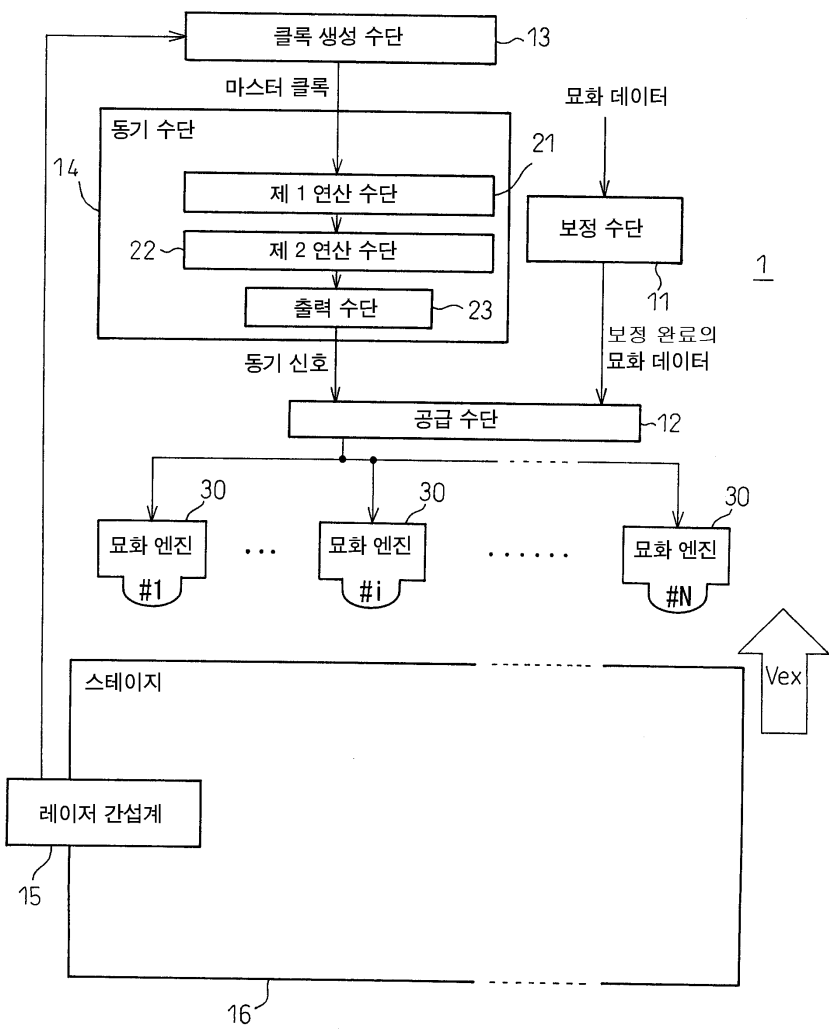
도면10



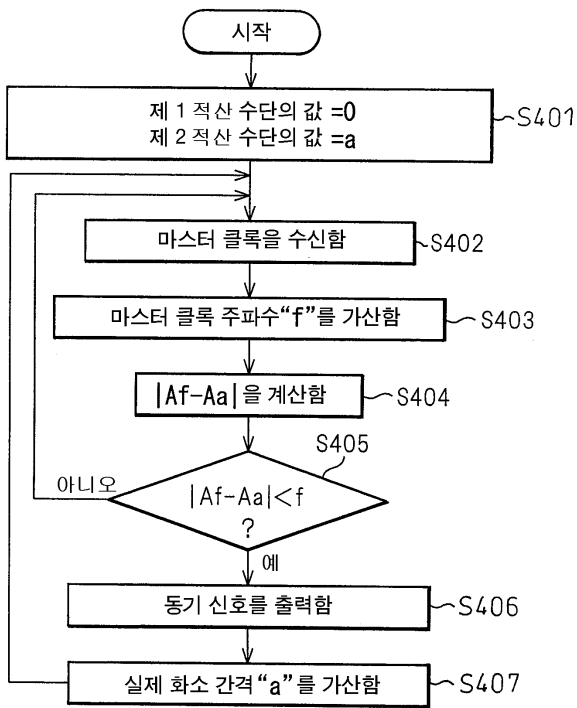
도면11



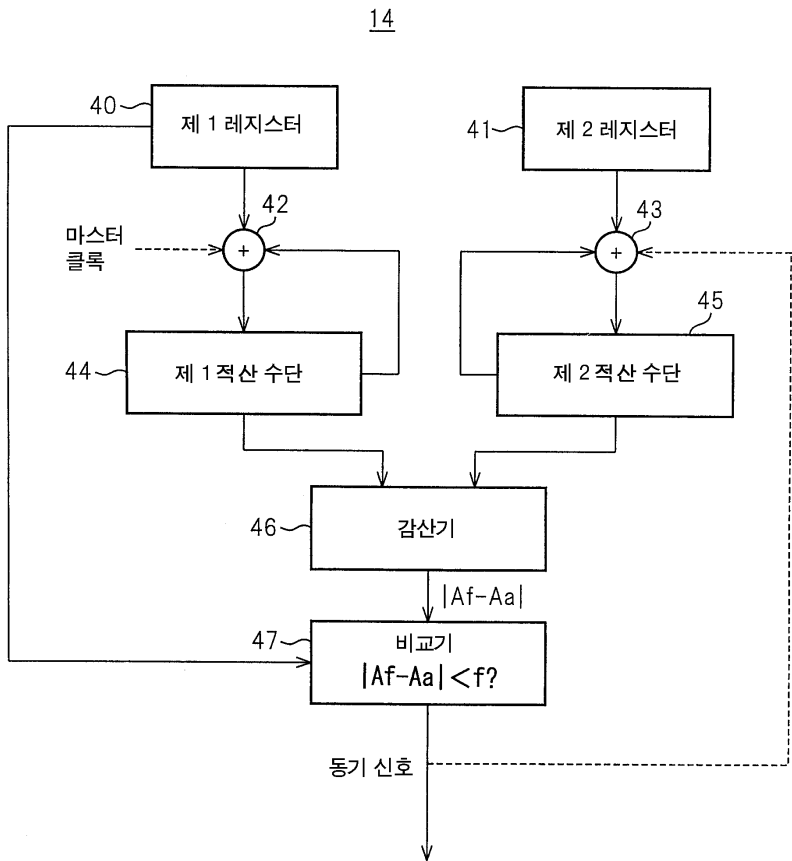
도면12



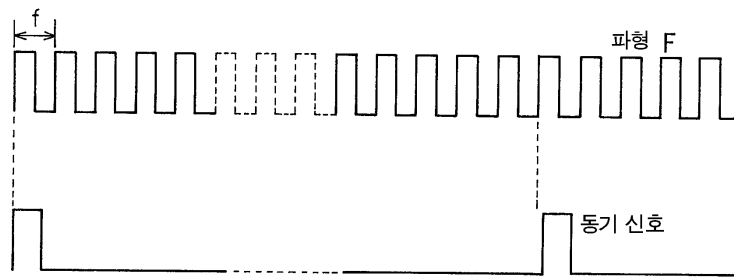
도면13



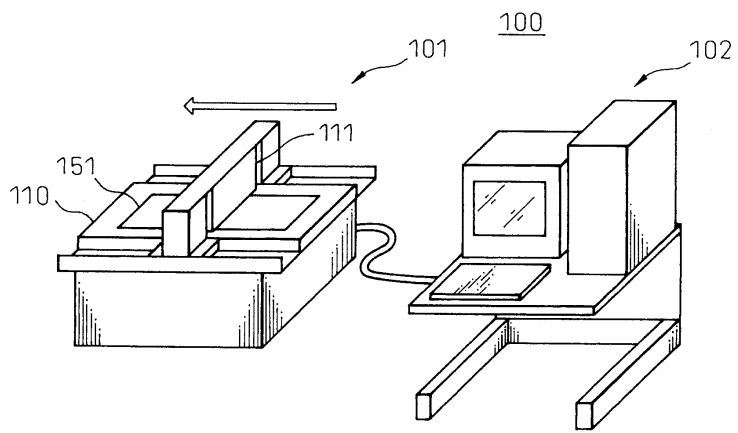
도면14



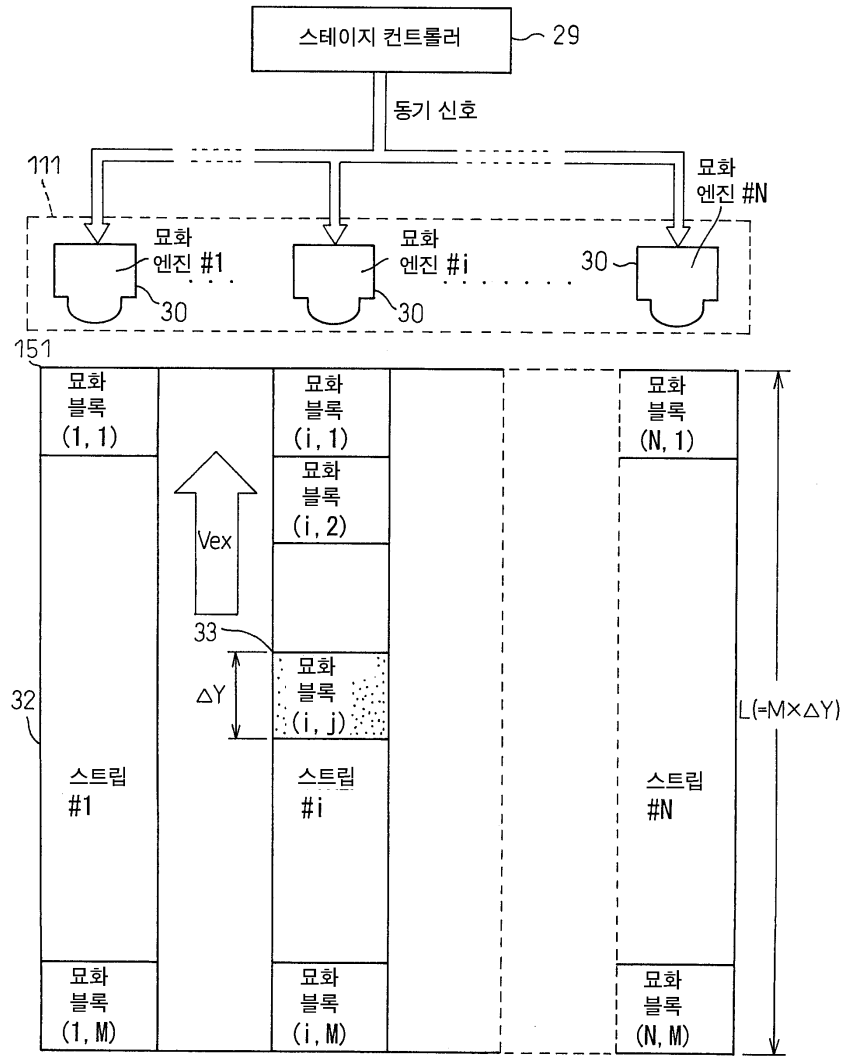
도면15



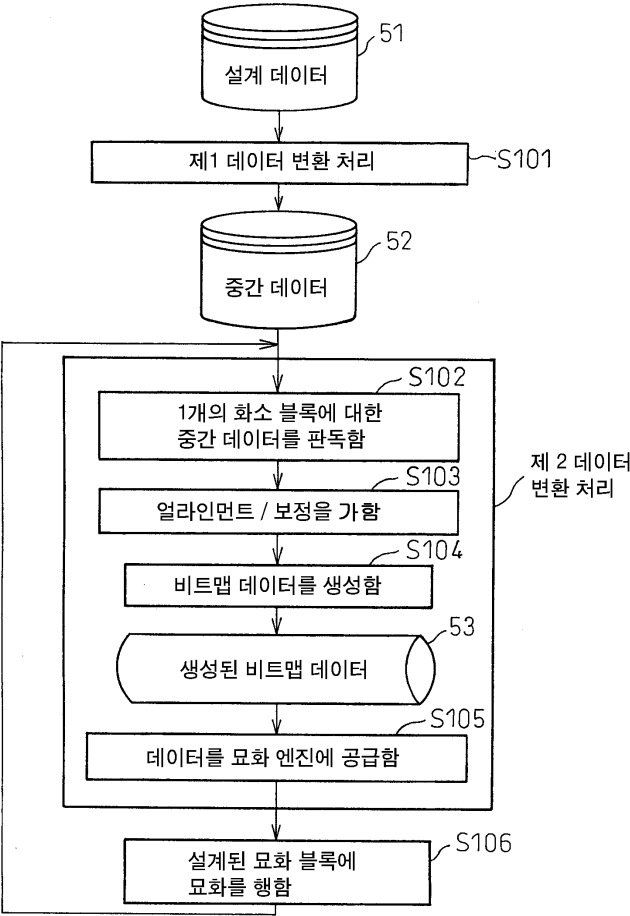
도면16



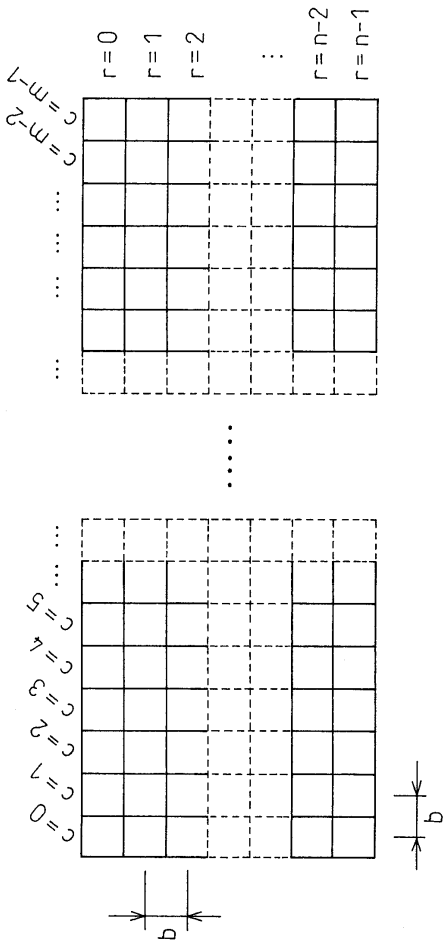
도면17



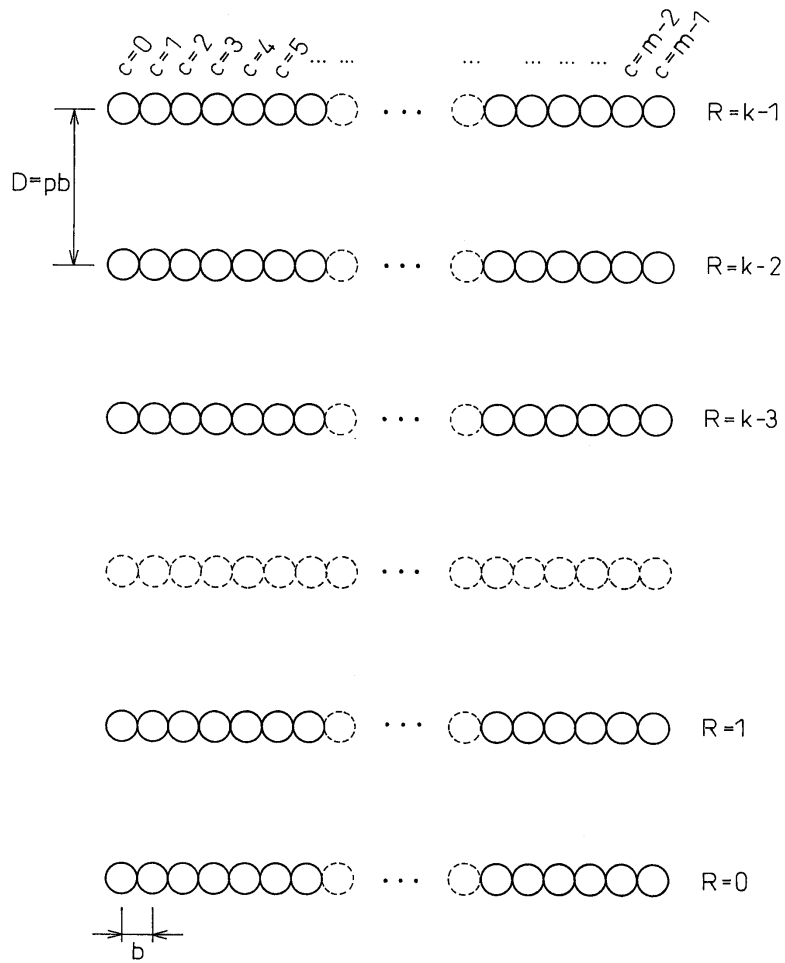
도면18



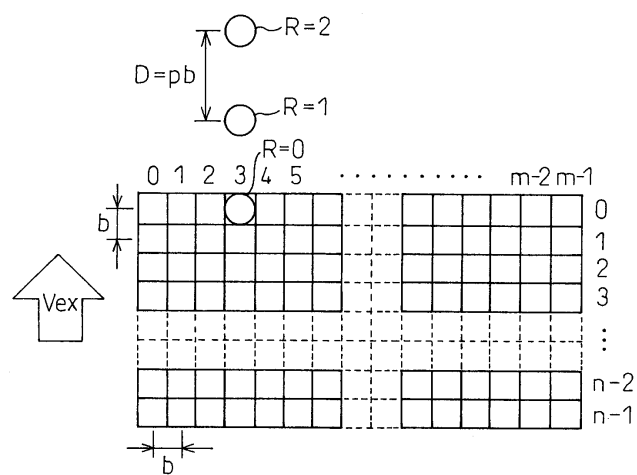
도면19



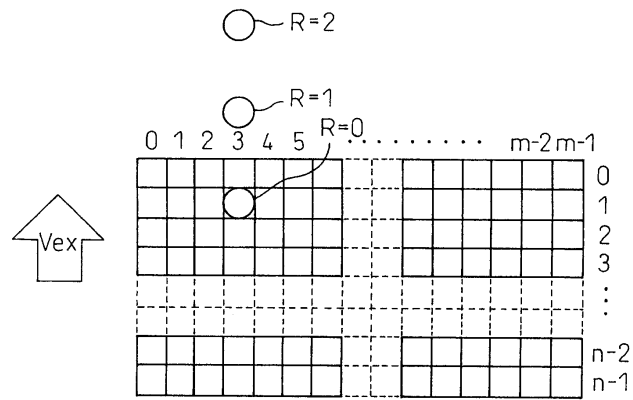
도면20



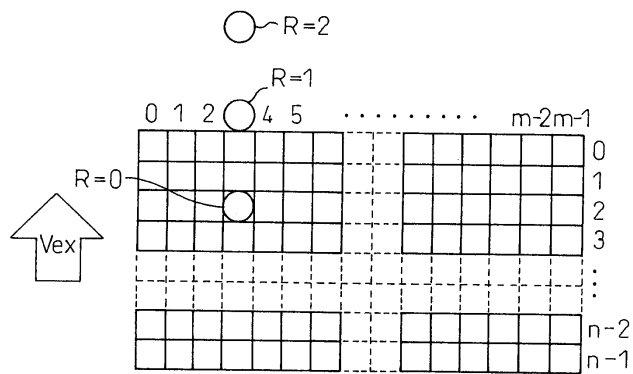
도면21



도면22



도면23



도면24

