



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0128036
(43) 공개일자 2022년09월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 7/20 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G03F 7/70558 (2013.01)
G03F 7/70116 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0032588
(22) 출원일자 2021년03월12일
심사청구일자 2021년03월12일

(71) 출원인
(주)다울아토닉스
서울특별시 구로구 중앙로3길 49, 에이동 518호(고척동, 동국종합상가)

(72) 발명자
이종구
서울특별시 성북구 고려대로10길 60

(74) 대리인
김인한

전체 청구항 수 : 총 5 항

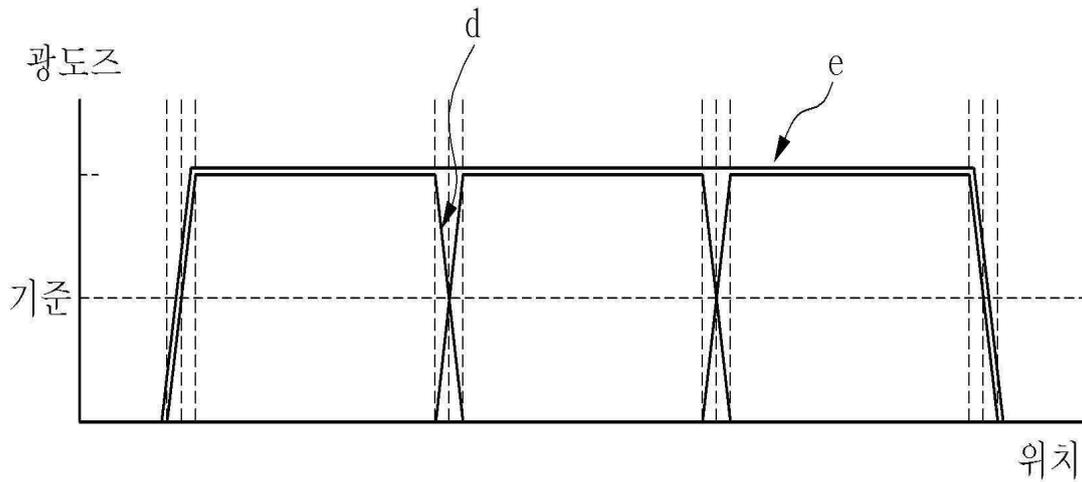
(54) 발명의 명칭 디지털 이미지 노광방법

(57) 요약

마스크리스 디지털 포토리소그래피 공정에서 전체적 이미지를 영역별로 분할하여 얻는 각 분할 이미지를 기관에 분할 영역마다 순차적으로 전사하는 분할 노광 방법을 실시함에 있어서 각 분할 이미지 내에서 광이 조사되는 영역인 패턴 영역의 경계선 가운데 적어도 인접 분할 이미지의 패턴 영역과 연결되는 구간에서 경계선을 중심으로

(뒷면에 계속)

대표도 - 도9



내측 및 외측으로 각각 일정 폭을 가지도록 범위를 정하고 그 범위 내에서 내측에서 외측으로 가면서 광량 혹은 광도즈(optical dose)를 감소시킨 상태의 가공된 분할 이미지를 형성하고, 이 가공된 분할 이미지를 이용하여 기판 상의 해당 분할 영역에 대한 노광을 실시하는 과정을 가지는 것을 특징으로 하는 노광 방법이 개시된다.

본 발명에 따르면 고가의 고정밀 이동 스테이지를 채택하지 않는 경우라도 분할 노광시 노출 방식 혹은 패턴의 경계부에서의 위치별로 부여되는 노광량 변화를 통해 패턴 영역에서 비교적 정확한 광도즈 수준을 유지할 수 있게 되며, 노광 장비에서 스테이지의 이동의 설정 조건이 다소 변화하는 경우에도 패턴 영역에서 이중 노광 및 비노광 영역이 생기는 것을 억제할 수 있다.

(52) CPC특허분류

G03F 7/70291 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

마스크리스 디지털 포토리소그래피 공정에서 전체적 이미지를 영역별로 분할하여 얻는 각 분할 이미지를 기관에 분할 영역마다 순차적으로 전사하는 분할 노광 방법을 실시함에 있어서,

각 분할 이미지 내에서 광이 조사되는 영역인 패턴 영역의 경계선 가운데 적어도 인접 분할 이미지의 패턴 영역과 연결되는 구간에서 상기 경계선을 중심으로 내측 및 외측으로 각각 일정 폭을 가지도록 범위를 정하고 상기 범위 내에서 내측에서 외측으로 가면서 광량 혹은 광도즈(optical dose)를 점차 감소시킨 상태의 가공된 분할 이미지를 형성하고,

상기 가공된 분할 이미지를 이용하여 상기 기관 상의 해당 분할 영역에 대한 노광을 실시하는 과정을 가지는 것을 특징으로 하는 노광 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 가공된 분할 이미지의 상기 패턴 영역의 경계선의 내외측 일정 폭의 범위에 해당하는 경계부에서의 광도즈는 가공전의 상기 패턴 영역에 대한 광도즈 레벨에서 0까지 점차적으로 감소되는 것을 특징으로 하는 노광 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 일정 폭은 상기 패턴 영역의 경계선과 수선 방향으로 산정되며 상기 패턴 영역의 모서리에는 외측으로 일정 폭의 노광 영역 확장이 이루어지지 않아 광 조사에 의한 노광이 이루어지지 않도록 하는 것을 특징으로 하는 노광 방법.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 광도즈가 상기 패턴 영역의 경계선을 중심으로 내외 일정 폭에서 조정(감소)되어 가공된 분할 이미지를 형성하는 작업은 상기 패턴 영역의 모든 경계선 구간에서 이루어지고,

광도즈는, 가공전의 상기 패턴 영역에 대한 광도즈 레벨의 절반 이상인 광도즈 레벨로 노광되는 영역까지 감광 물질층의 유효 노광이 이루어져 공정용 마스크가 형성되는 양으로 노광이 이루어지도록 하는 것을 특징으로 하는 노광 방법.

청구항 5

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가공된 분할 이미지는 DMD를 이용하여 형성하는 것을 특징으로 하는 노광 방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 디지털 이미지 노광방법에 관한 것으로 보다 상세하게는 노광마스크를 사용하지 않고 디지털 이미지(단색 파장 레이저, 엘이디(LED) 광원 등을 컴퓨터로 조정되는 마이크로 미러 혹은 LCD 장치에 반사 혹은 투과시켜 발생시킨 이미지)를 감광층에 조사하고 현상하는 디지털 포토리소그래피 기술에서의 디지털 이미지 노광방법에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 일반적으로 반도체 공정이나 평판 디스플레이 제작공정 등에서 하나의 공정 단계로 이루어질 수 있는 포토리소그래피 공정을 통해 기판에 미세패턴을 제작하게 된다. 대개는 미세패턴을 형성하기 위해서는 유리, 석영 등 투명한 기판 위에 구현하고자 하는 미세패턴을 비투광층인 금속층을 이용하여 그려 노광마스크를 제작한다. 제작된 노광마스크를 미세패턴을 가공하고자 하는 기판에 코팅된 감광물질인 포토레지스트 상에 위치시키고, 그 위로 빛을 쬐어 빛이 노광마스크를 통해 감광물질에 닿게 함으로서 노광마스크의 미세패턴이 감광물질층에 전사되도록 한다. 빛을 받은 감광물질은 특성에 따라 현상액에 녹기 쉬운 물질이 되거나 현상액에 녹기 어려운 물질이 되고, 이 상태에서 현상액으로 현상을 하면 포토레지스트 층으로 이루어진 미세패턴이 남게 된다. 이 미세패턴을 식각마스크로 기판을 식각시키면 기판에 미세패턴이 형성된다.
- [0003] 노광마스크를 사용하는 이러한 방식의 포토리소그래피 공정에서는 공정을 통해 얻고자 하는 미세패턴이 변경되면 노광마스크를 새로 제작하여야 하며 매년 이렇게 노광마스크를 만드는 번거로움의 문제를 해결하고자 최근에는 별도의 노광마스크를 사용하지 않고 컴퓨터로 발생시킨 디지털 이미지를 직접 감광물질층에 투영하여 노광마스크 없이 식각마스크를 형성하고 이를 이용하여 식각을 실시하고 기판에 미세패턴을 얻는 방법이 개발되었으며 이를 마스크리스 디지털 포토리소그래피(Maskless Digital Photolithography)라 한다
- [0004] 그런데, 마스크리스 디지털 포토리소그래피 기법을 이용하여 식각마스크를 만드는 노광작업을 할 때 공간 해상도를 높이기 위해 디지털 이미지를 현미경과 비슷한 렌즈 시스템 등을 이용하여 이미지를 축소하고 이를 기판 표면의 감광물질층에 투사하는 것이 일반적이다. 그 결과로 한번에 노광시킬 수 있는 기판 상의 영역 크기가 일반적으로 가로세로 1mm x 1mm 혹은 그 이하인 경우가 대부분이다.
- [0005] 따라서 도면 1에서와 같이 획득하고자 하는 전체 패턴 a의 크기가 투영 렌즈의 유효한 초점 이미지 영역인 b보다 큰 경우에는 도1에서와 같이 전체 이미지를 여러 부분으로 분할하여 얻어지는 분할 이미지들을 기판 상의 대응 영역(분할 영역)들에 순차적으로 투사함으로써 결과적으로 전체 이미지가 기판에 투영되도록 하고 이로써 전체 이미지에 따른 패턴이 기판 상의 감광물질층에 구현되도록 하는 분할 노광을 실시할 수 있다.
- [0006] 분할 이미지의 순차적인 투사를 위해서는 가령, 통상의 스텝퍼 장치에서와 같이 광원을 포함하는 디지털 이미지 프로젝터 및 주변의 렌즈 시스템은 고정시키고 이미지가 도달하는 기판(웨이퍼)을, 도2에서 보이듯이 노광 격자 간격만큼씩 혹은 유효 노광 영역(분할 영역: a)의 크기만큼씩 가로 혹은 세로로 정확하게 움직인 후 이미 노광된 영역 다음 차례의 새로운 영역에 노광을 시켜 기판 상에 전체 패턴(b)를 얻어야 한다. 하지만 이때 웨이퍼(기판)를 이동시키는 스테이지가 정확하게 격자 간격만큼 움직이지 않고 과도하게 이동하거나 이동이 부족한 경우, 투영된 전체 이미지에서 도3이나 도4에서 보이는 것과 같이 분할 이미지 사이의 간격이 발생하거나 분할 이미지 사이에서 중복된 영역이 형성될 수 있고, 이에 따라 형성된 전체 패턴에서도 간격(c)이 발생하거나 중복된 영역(d)이 형성될 수 있다.
- [0007] 이런 경우에 기판의 패턴 영역에서 감지되는 광량 혹은 광도즈는 도 5 및 도6과 같이 표현될 수 있다. 도 5 및 도6에서 횡축은 도 3, 도4의 개별 분할 이미지를 통합하여 얻은 전체 이미지에서 전체 패턴을 횡으로 절단하는 직선상의 위치를, 종축은 그 직선상의 각 위치에서의 광도즈 크기를 나타낸다.
- [0008] 분할 노광이 이루어질 때 정확한 위치에서 분할 영역에 대한 분할 이미지 노광이 이루어지는 경우, 패턴 영역의 광도즈 (optical doze) 레벨을 선으로 나타내면 전체 패턴 영역에 걸쳐서 광도즈 레벨은 하나의 연속된 수평선으로 나타나 광도즈가 균일한 수준으로 유지될 수 있다. 그렇지만, 도3 및 도4의 경우에 대응하는 도5 및 도6에서는, 광도즈 레벨을 나타내는 선은 노광이 되지 않은 간격 부분(b)에서 급감하여 광도즈가 0이 되거나 아니면 중복된 영역(c)에서는 중복 노광으로 인하여 광도즈가 급증하여 2배 수치가 되는 것을 볼 수 있다. 그 결과 기판 상에 제대로 된 이미지가 투영되지 않게 되고, 기판 상의 감광물질층에는 제대로된 식각마스크 패턴이 형성될 수 없게 되는 문제점이 발생할 수 있다.
- [0009] 이러한 문제점을 막기 위해서는 기판이 놓이는 스테이지의 이동 정밀도가 매우 높아야 한다. 따라서 스테이지의 위치를 실시간으로 파악하고 피드백을 통하여 위치를 정밀하게 제어할 수 있는 고가의 노광장비 스테이지가 필요한 데 결과적으로 장비의 단가 상승을 초래한다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 10-2001-0095798: 스테퍼의 노광방법
- (특허문헌 0002) 대한민국 공개특허 10-2009-0076457: DMD를 이용한 마스크리스 방식의 노광 시스템

비특허문헌

- [0011] (비특허문헌 0001) <https://www.artwork.com/raster/dmd/players.htm>

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 본 발명은 상술한 종래의 마스크리스 디지털 포토리소그래피 공정에 있어서, 노광 장비에 고가의 스테이지를 채택하지 않고도 분할노광시 기관에서 전체 이미지를 구성하는 분할 이미지들 사이에 겹침이나 이격의 문제가 발생하고 그에 따라 기관에 형성되는 전체 이미지 내의 패턴 영역에서 이격(틈새)이나 중복(겹침)에 의해 정상적인 형상의 식각마스크가 형성되지 못하는 문제를 경감 혹은 해결할 수 있는 노광 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0013] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 노광 방법은 마스크리스 디지털 포토리소그래피 공정에서 전체적 이미지를 영역별로 분할하여 얻는 각 분할 이미지를 기관에 분할 영역마다 순차적으로 전사하는 분할 노광 방법을 실시함에 있어서
- [0014] 각 분할 이미지 내에서 광이 조사되는 영역인 패턴 영역의 경계선 가운데 적어도 인접 분할 이미지의 패턴 영역과 연결되는 구간에서 경계선을 중심으로 내측 및 외측으로 각각 일정 폭을 가지도록 범위를 정하고 그 범위 내에서 내측에서 외측으로 가면서 광량 혹은 광도즈(optical dose)를 감소시킨 상태의 가공된 분할 이미지를 형성하고, 이 가공된 분할 이미지를 이용하여 기관 상의 해당 분할 영역에 대한 노광을 실시하는 과정을 가지는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 이때, 가공된 분할 이미지는 상기 구간에서 분할 이미지의 패턴 경계를 중심으로 외측 일정 폭만큼 확장되어, 그 분할 이미지의 해당 분할 영역보다 조금 더 넓은 면적의 기관에 대해 가공된 분할 이미지의 투영이 이루어질 수 있다.
- [0016] 이런 경우, 기관상의 정확한 위치에 가공된 분할 이미지의 전사 혹은 투영이 이루어지는 것을 전제로, 하나의 가공된 분할 이미지의 패턴 영역은 상기 구간에서 분할 이미지의 패턴 경계를 중심으로 외측 일정 폭만큼 확장되어, 내외 일정 폭만큼의 범위에서는 서로 인접한 위치에 있는 다른 가공된 분할 이미지의 패턴 영역과 겹치도록, 가공된 분할 이미지들의 기관에 대한 투영이 이루어지게 된다.
- [0017] 또한, 상기와 같이 분할 이미지의 크기를 확장시키는 경우 노광될 영역의 차이가 존재하므로, 종래의 분할 이미지가 투영될 기관의 분할 영역에 가공된 분할 이미지를 투영하는 것은, 종래의 분할 이미지의 중심이 가공된 분할 이미지의 중심이 되도록 하고, 그 중심 위치가 기관의 해당 분할 영역의 중심 위치에 놓이도록 하는 투영으로 생각할 수 있다.
- [0018] 본 발명의 방법에서, 가공된 분할 이미지의 패턴 경계선의 내외 일정 폭의 범위에 해당하는 경계부에서의 광도즈는 원래의 패턴 영역에 대한 광도즈 레벨에서 0까지 점차적으로 감소되는 것일 수 있다.
- [0019] 본 발명 방법에서 일정 폭은 패턴 영역의 경계선과 수선 방향으로 산정되며 패턴 영역의 모서리에는 외측으로 경계부 형성을 위한 일정 폭의 노광 영역 확장이 이루어지지 않아 광 조사에 의한 노광이 이루어지지 않도록 할 수 있다.
- [0020] 본 발명에서 가공된 분할 이미지는, 분할 이미지에서 컴퓨터 이미지 프로세싱 작업을 통해 가공된 분할 이미지를 산출하고, 광원을 포함하는 1차적 디지털 이미지 프로젝터에 의해 초기 광빔이 투사되는 상태에서 이를 DMD(digital micromirror device)를 통한 DLP(digital light processing) 이용하여 경계부를 가지는 패턴을 포함하는 이미지로 구현함으로써 얻어질 수 있고, 이런 이미지 구현을 위한 DMD의 조절 혹은 조작은 전체 이미지

에서의 패턴을 고려한 컴퓨터 이미지 프로세싱을 통해 가공된 분할 이미지를 얻은 상태에서 이를 데이터 신화화하여 DMD로 전달함으로써 이루어질 수 있다. 따라서, 광의로 볼 때, 분할 이미지와 가공된 분할 이미지 모두가 컴퓨터 이미지 프로세싱을 통해 얻어진다고 말할 수 있다.

[0021] 본 발명에서 광도즈가 분할 이미지의 패턴 영역의 경계선을 중심으로 내외 일정 폭에서 조정(감소)되어 가공된 분할 이미지를 형성하는 작업은 분할 이미지의 패턴 영역의 모든 경계선 구간에서 이루어지고, 광도즈는, 가공 전의 상기 패턴 영역에 대한 광도즈 레벨의 절반 이상인 광도즈 레벨로 노광되는 영역까지 감광물질층의 유효 노광이 이루어져 식각마스크가 형성되는 양으로 노광이 이루어지도록 결정될 수 있다.

[0022] 부연하면, 본 발명에서 광도즈가 경계선을 중심으로 내외 일정 폭에서 조정(감소)되는 영역은 경계선의 상기 구간을 포함하지만 반드시 상기 구간에 한정되어야 하는 것은 아니며, 전체 이미지를 기판에 원상에 가깝게 재현시키기 위해 필요에 따라 구간은 상기 구간을 중심으로 가감될 수 있고, 가공된 분할 이미지를 쉽게 얻기 위해 모든 패턴 경계에 대해 광도즈의 내외 일정 폭의 감소가 이루어지도록 할 수도 있다.

발명의 효과

[0023] 본 발명에 따르면 디지털 이미지(Digital Image)를 기판에 투영하여 포토리소그래피(photolithography)를 실시하는 장치에서 노광하고자 하는 이미지의 크기가 한번에 노광할 수 있는 이미지 영역보다 커서 여러 영역으로 분할하여 노광해야 할 때, 즉 분할 노광을 할 때, 이미지를 투사하는 부분(가령 디지털 이미지 프로젝터 및 렌즈 시스템)에 대한 스테이지의 부정확한 상대적 이동으로 인해서 서로 인접한 분할 영역의 경계에서의 노광이 되지 않거나 이중 노광이 되는 문제점과 이런 부정확한 이동으로 인하여 기판에 얻어지는 이미지가 정확하지 못하게 되는 문제를 효과적으로 해결하여 분할 노광시 기판에 정확한 패턴이 노광되게 한다.

[0024] 본 발명에 따르면 한번에 투영할 수 있는 이미지 영역보다 큰 이미지를 기판에 투사하기 위해 분할 노광을 할 때 분할 이미지가 기판에서 정확히 분할 영역에 전사되지 않고 일정 범위 내에서 오차가 발생하여 겹침이나 이격이 발생할 때에도 패턴 영역에서의 광도즈가 정상 레벨에서 크게 벗어나지 않도록 할 수 있다.

[0025] 따라서 본 발명에 따르면 고가의 고정밀 이동 스테이지를 채택하지 않는 경우라도 분할 노광시 노출 방식 혹은 패턴의 경계부에서의 위치별로 부여되는 노광량 변화를 통해 패턴 영역에서 비교적 정확한 광도즈 수준을 유지할 수 있게 되며, 노광 장비에서 스테이지의 이동의 설정 조건이 다소 변화하는 경우에도 패턴 영역에서 이중 노광 및 비노광 영역이 생기는 것을 억제할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 노광하고자 하는 전체 이미지 a의 크기가 노광할 수 있는 최대 투사 영역 b보다 큰 경우 전체 이미지를 복수의 격자(점선으로 표시)로 구분되는 분할 이미지로 나누어 분할 노광한다는 개념을 설명하기 위한 설명도,

도 2는 분할 이미지로 기판 분할 영역에 순차적으로 분할 노광을 한 경우로서 정위치에서 노광이 이루어진 경우를 나타내는 설명도,

도 3은 분할 이미지로 기판 분할 영역에 순차적으로 분할 노광을 한 경우로서, 기판 스테이지의 이동 거리 오차로 분할 이미지 사이의 간격(틈새)가 발생한 경우를 나타내는 설명도,

도 4는 분할 이미지로 기판 분할 영역에 순차적으로 분할 노광을 한 경우로서, 기판 스테이지의 이동 거리 오차로 분할 이미지 사이의 중복 부분 혹은 이중 노광 부분이 발생한 경우를 나타내는 설명도,

도 5는 도3과 같은 분할 노광에 의해서 기판에 전체 이미지가 재구성된 경우의 각 분할 이미지의 패턴 영역 사이에 이격이 발생할 때 각각의 분할 이미지의 패턴 영역의 위치별 광도즈 레벨 변화와 분할 이미지의 패턴 영역들이 합해진 전체 패턴 영역에 대한 위치별 광도즈 레벨의 변화를 나타내는 그래프,

도 6은 도4와 같은 분할 노광에 의해서 기판에 전체 이미지가 재구성된 경우의 각 분할 이미지의 패턴 영역 사이에 중복이 발생할 때 각각의 분할 이미지의 패턴 영역의 위치별 광도즈 레벨 변화와 분할 이미지의 패턴 영역들이 합해진 전체 패턴 영역에 대한 위치별 광도즈 레벨의 변화를 나타내는 그래프,

도7은 발명 개념을 설명하기 위한 개념 설명도로 위쪽의 평면도 부분과 아래쪽의 사시도 부분을 가지는 개념 설명도,

도8은 본 발명 방법의 일 실시예에 의해 가공된 분할 이미지를 얻고, 가공된 분할 이미지들을 사용하면서 스테

이지로 기관을 좌에서 우로 이동시키면서 순차적으로 노광을 실시하는 상태를 개념적으로 나타내는 평면도,

도 9는 본 발명의 방법의 일 실시예에 따라 가공된 분할 이미지를 얻고 이 가공된 분할 이미지로 노광을 실시할 때 각각의 가공된 분할 이미지의 패턴 영역 위치별 광도즈 레벨(d) 변화와 전체 패턴 영역의 위치별 광도즈 레벨(e) 변화를 나타내는 그래프로서, 정확한 위치에서 노광이 이루어지는 경우를 나타내는 그래프,

도10은 다른 사항은 도9와 같지만, 가공된 분할 이미지가 기관 분할 영역의 정위치에서 벗어난 곳에 투사되어 도3과 같은 이격이 발생하면서 노광이 이루어지는 경우를 나타내는 그래프,

도11은 다른 사항은 도9와 같지만, 가공된 분할 이미지가 기관 분할 영역의 정위치에서 벗어난 곳에 투사되어 도4와 같은 중첩이 발생하면서 노광이 이루어지는 경우를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 이하 도면을 참조하면서 구체적 실시예를 통해 본 발명을 보다 상세히 설명하기로 한다.
- [0028] 도7은 이상에서 언급된 발명 개념을 보다 잘 설명하기 위한 개념 설명도로 위쪽의 평면도 부분과 아래쪽의 사시도 부분을 가진다. 여기서는, 서로 인접한 두 개의 가공된 분할 이미지를 차례로 기관 분할 영역에 투영시켜 노광을 실시하는 개념을 나타낸다. 여기서는 1차 노광되는 분할 이미지는 패턴 영역의 경계선 가운데 인접 분할 이미지(2차 노광되는 분할 이미지)의 패턴 영역과 연결되는 구간에서 일정 범위만큼 내측에서 외측으로 가면서 광량 혹은 광도즈(optical dose)를 점차로 감소시켜 가장 외측에서 0에 이르도록 이미지를 가공하여 가공된 분할 이미지를 형성하고, 2차 노광되는 분할 이미지도 마찬가지로 이미지를 가공하여 가공된 분할 이미지를 형성하고, 위의 일정 범위만큼 1차 노광되는 가공된 분할 이미지와 2차 노광되는 가공된 분할 이미지를 겹치도록 노광하는 것을 보여주고 있다.
- [0029] 이때, 위쪽의 평면도 부분에서는 일정 범위 겹친 부분에서 패턴 영역의 광도즈가 다른 패턴 영역의 광도즈와 차이가 없게 됨을 나타내고 있으며, 아래쪽 사시도 부분에서는 그 일정 범위에서 각각의 가공된 분할 이미지의 패턴 경계부가 내측에서 외측으로 광도즈가 점차로 감소하는 것을 보여주고 있다.
- [0030] 도8은 본 발명 방법의 일 실시예에 의해 가공된 분할 이미지를 얻고, 이 가공된 분할 이미지로 노광을 실시하는 상태를 개념적으로 나타내는 평면도이다.
- [0031] 도 9 내지 도 11은 분할 노광시, 본 발명 방법의 일 실시예에 의해 가공된 분할 이미지를 얻고, 이 가공된 분할 이미지로 노광을 실시하여 기관에 전체 이미지가 재구성된 경우에 있어서, 각각의 가공된 분할 이미지의 패턴 영역 위치별 광도즈 레벨 변화와 각각의 가공된 분할 이미지의 패턴이 중첩되어 얻어진 전체 패턴 영역의 위치별 광도즈 레벨 변화를 나타내는 그래프이다.
- [0032] 특히 도9는 각각의 가공된 분할 이미지가 그에 대응하는 기관의 분할 영역에 대해 정확한 위치로 투사 혹은 투영되어 노광이 이루어지는 경우를 나타내고 있으며, 앞선 도8의 AA선을 따라 진행하면서 위치별 광도즈 레벨을 나타내고 있다.
- [0033] 이러한 본 실시예의 분할 노광은 마스크리스 디지털 포토리소그래피 공정에서 원하는 패턴이 포함된 전체적 이미지를 영역별로 분할하여 분할 이미지를 얻고 이렇게 얻은 각각의 분할 이미지를 기관 상에 각 분할 이미지에 대응하는 분할 영역마다 순차적으로 전사하여 기관 상의 감광물질층에 원하는 패턴이 포함된 전체적 이미지를 구현하기 위해, 즉 원하는 패턴의 식각 마스크(반도체 공정에 따라 이온주입 마스크나 증착용 마스크 등이 될 수도 있다)를 얻기 위해 이루어진다.
- [0034] 종래의 분할 노광에서는 분할 이미지에서 패턴 영역은 노광이 이루어지는 영역, 빛이 조사되는 영역, 광량 혹은 광도즈가 큰 영역이고 잔여 영역은 광이 없거나 미약하여 노광이 이루어지지 않는 영역이고, 이런 구분은 이분법적으로 구분되는 것이지만, 본 실시예에서는 이런 분할 이미지를 변화시켜 가공된 분할 이미지(10, 20, 30)를 얻게 된다. 가공된 분할 이미지에서는 분할 이미지의 원래의 패턴 경계선(11, 21, 31)으로 구분되는 패턴 영역 가운데 중심부(13, 23)는 종래와 같이 일정한 큰 광량으로 노광이 이루어지는 부분이고, 경계선(11, 21, 31)에서 일정 폭 이상 떨어져 해칭으로 표시되지 않은 영역인 잔여부는 종래와 같이 광에 대한 노출이 이루어지지 않는 부분이지만, 이들 영역 사이의 경계부(15, 25)에서는 광도즈가 같은 비율로 0에 이르기까지 감소하고 있다.
- [0035] 여기서, 경계부(15, 25)는 원래의 분할 이미지에서 패턴 경계선(11, 21, 31)을 중심으로 패턴 내측으로 일정 폭에 해당하는 영역(15b, 25b)과 외측으로 일정 폭에 해당하는 영역(15a, 25a)이며 일정 폭은 패턴 경계선과 수선 방향으로 산정된다. 따라서 이 영역에서 광도즈는 내측 최대 거리 위치에서 외측 최대 거리 위치로 가면서 중심

쪽에 비추는 광도즈와 같은 크기에서 0으로 같은 비율로 점차적으로 감소하게 된다.

- [0036] 그리고 여기서는 분할 이미지의 패턴의 경계선(11, 21, 31) 전체에 걸쳐 광도즈가 감소하는 경계부(15, 25)가 설정된다. 도8에서는 편이상 수평선과 수직선이 만나는 모서리 부분에서도 경계선 내, 외측으로 광도즈 변화가 있는 경계부가 형성되는 것으로 일괄적으로 도시되고 있지만 경계부는 경계선의 직선 부분에 대해서만 그 수선 방향으로 내외측 일정 폭 영역에만 설정하여 광도즈 변화가 있도록 할 수 있다. 이런 경우, 경계부는 선과 선이 만나는 모서리 부분에서는 설정되지 않고 따라서 모서리 부분에서는 경계선 외측으로 확장되어 광도즈가 배분되는 영역이 없게 된다. 이는 도8과 달리 2차원적으로 큰 패턴인 경우 모서리 부분에서는 4개의 패턴이 겹칠 수 있으므로 이것을 감안하여 모서리 부분의 광도즈를 배분한다는 의미에서 이해될 수 있을 것이다.
- [0037] 경계부(15, 25)는 경계선(11, 21, 31) 모든 직선 구간에서 패턴 경계선 외측으로 일정 폭에 해당하는 영역(15a, 25a)도 포함하며, 이 영역에도 광도즈가 점차 감소하지만 광도즈가 0이 아닌 광량을 갖도록 해야 하므로, 만약 분할 이미지의 패턴 경계선이 분할 이미지의 외곽선과 겹치는 부분이 있다면 가공된 분할 이미지는 원래의 분할 이미지가 커버하는 영역을 넘어서게 된다. 즉 가공된 분할 이미지의 영역은 원래의 분할 이미지의 외곽선을 넘어서는 부분을 가지게 된다.
- [0038] 물론, 패턴 경계선 외측에 잔여부가 폭넓게 위치하여 패턴의 경계부가 패턴 영역과 잔여부 영역에만 있게 될 수도 있고 이런 경우는 가공된 분할 이미지는 원래의 분할 이미지가 커버하는 영역을 넘어 확장되지 않게 된다.
- [0039] 이상과 같은 상황에서 서로 인접한 두 개의 가공된 분할 이미지가 기관의 두 해당 분할 영역에 투영되면, 도8에서 보이듯이 이들 분할 영역 모두에 걸쳐 존재하는 패턴의 제1 가공된 분할 이미지(10)에 존재하는 제1 패턴 부분(12)은 제2 가공된 분할 이미지(20)에 존재하는 제2 패턴 부분(22)과 서로 인접한 부분에서 경계부(15, 25)가 서로 겹치게 된다.
- [0040] 그러나 경계부(15, 25)는 광도즈가 패턴 중심부(13, 23)에 해당하는 광도즈에서 0까지 점차 줄어드는 부분이므로 이들의 경계부(15, 25)가 정확한 폭으로 겹치면 이 경계부에서의 광도즈는 제1 패턴 부분(12)의 경계부(15)의 광도즈에 제2 패턴 부분(22)의 경계부(25)의 광도즈가 중첩되어도(더해져도) 경계부 내의 어느 위치에서든 패턴 중심부(13, 23)의 광도즈와 같은 광도즈를 가지게 된다. 결과로서 전체 패턴 영역에서 가공된 분할 패턴 부분(12, 22)의 경계부(15, 25)가 서로 겹치는 부분은 다른 부분과 같은 광도즈로 노광되어 경계선에서의 패턴 상태에 별다른 차이가 없고, 분할 노광에서도 분할 패턴 혹은 부분 패턴을 통해 전체 패턴이 자연스럽게 재구성 혹은 구현될 수 있다.
- [0041] 이때, 제1 패턴 부분(12)의 경계부(15)와 제2 패턴 부분(22)의 경계부(25)에서 경계부가 서로 겹치지 않는 부분은 외측으로 갈수록 패턴 중심부(13, 23)에서의 광도즈 레벨보다 점차 작아지는 광도즈가 배당되고, 이런 경계부가 투영된 영역에서 기관의 감광물질층은 일정 광도즈 레벨보다 큰 광도즈가 배분된 영역에서만 패턴을 형성하게 된다. 따라서, 원래의 패턴 형태, 원래의 패턴 영역 경계선(11, 21, 31)이 식각방지막 패턴에서도 유지되기 위해서는 패턴 중심부(13, 23)에서의 광도즈 레벨의 절반이 되는 기준 광도즈로 노광된 영역까지 식각마스크 패턴이 형성되도록 광도즈 레벨을 설정해야 된다.
- [0042] 그리고, 비록 제1 가공된 분할 이미지(10)와 제2 가공된 분할 이미지(20)가 정확히 기관의 해당 분할 영역에 투영되지 못하고 두 중심부 사이의 거리에 약간의 증가가 있는 도10과 같은 경우에도, 종래에는 도5와 같은 패턴 영역 내의 틈새가 발생하지만, 여기서는 가공된 분할 이미지 자체가 원래의 분할 이미지보다 일정 폭 확장된 것이고 패턴 영역도 경계부의 존재로 일정 폭 외측으로 연장된 것이므로 대개는 겹치는 부분이 생기고, 제1 패턴 부분과 제2 패턴 부분도 경계부에서 완전하게 겹치지 않아도 조금은 겹치게 된다. 그 결과, 통합된 패턴 영역에서는 광도즈가 다른 패턴 영역에 비해 다소 줄어드는 부분(f)이 생기지만 그 줄어드는 정도가 도5와 같이 완전한 갭이 생기는 경우에 비해 매우 작고, 이정도의 광도즈 차이는 광도즈가 줄어드는 부분(f)에도 식각마스크가 생길 수 있도록 한다.
- [0043] 반대로, 비록 제1 가공된 분할 이미지와 제2 가공된 분할 이미지가 정확히 기관의 해당 분할 영역에 투영되지 못하고 두 중심부 사이의 거리에 약간의 줄어드는 도11과 같은 경우에도, 종래에는 도6과 같이 중첩 혹은 중복이 발생하면 광도즈 레벨이 급격히 증가하지만, 여기서는 가공된 분할 이미지 자체가 원래의 분할 이미지보다 일정 폭 확장되지만 광도즈가 외측으로 가면서 점차 감소되는 것이므로 대개는 겹치는 부분에서도 광도즈 레벨이 급속히 상승하는 것이 아니고 조금 상승하는 부분(g)이 있게 된다.
- [0044] 가령, 제1 패턴 부분과 제2 패턴 부분도 경계부에서만 중첩이 되는 것이 아니라 제1 패턴 부분의 중심부(경계부 내측 영역)에서도 제2 패턴 부분과 겹치는 부분이 존재할 수 있지만 이 부분은 광도즈가 매우 미약한 부분이라

서 광도즈 증가가 크기 않게 된다. 그 결과, 통합된 패턴 영역에서는 광도즈 레벨이 다른 패턴 영역에 비해 다소 상승하는 부분(g)이 생기지만 그 상승하는 정도가 도6과 같이 완전히 배가되는 경우에 비해 매우 작고, 이 정도의 광도즈 차이는 광도즈가 증가된 영역에도 식각마스크의 폭 증가와 같은 심각한 형태 변화가 생길 수 없게 된다.

[0045] 한편, 본 실시예에서 가공된 분할 이미지는 먼저 전체 이미지에서 분할 이미지를 얻은 상태에서 전체 이미지를 고려하여 이미지 프로세싱 작업을 통해 가공된 분할 이미지를 산출하고, 이를 광원을 포함하는 1차적 디지털 이미지 프로젝터에 의해 초기 이미지가 투사되는 상태에서 이를 DMD를 통한 DLP를 이용하여 경계부를 가지는 패턴을 포함하는 이미지로 구현함으로써 얻어질 수 있다. 물론, 디지털 이미지 생성 과정에서 초기 광을 DMD의 마이크로미러에서 반사시키는 대신 LCD를 투과시키는 등의 방법이 대체적으로 이루어질 수 있다.

[0046] 이런 이미지 가공을 위한 DPD의 개별 화소부 조절 혹은 조작용 컴퓨터 이미지 프로세싱을 통해 산출된 가공된 분할 이미지의 데이터 신호화 및 DMD로의 전송을 통해 이루어질 수 있다. 즉, 이런 컴퓨터 이미지 프로세싱은 전체 이미지에서의 패턴을 고려하여 각각의 분할 이미지를 설정하고, 각 분할 이미지마다 가공된 분할 이미지를 얻기 위해 진행되며, 이렇게 얻은 가공된 분할 이미지는 분할 노광시 해당 분할 영역에 대한 순차적 노광시마다 디지털 데이터 신호 형태로 컴퓨터에서 DPD로 전달되어 기관에 투영되도록 할 수 있다.

[0047] 따라서, 이런 경우 광의로 볼 때, 분할 이미지와 가공된 분할 이미지 모두가 컴퓨터 이미지 프로세싱을 통해 얻어질 수 있다.

[0048] 이러한 가공된 분할 이미지 투영이 이루어지는 시스템은, DMD를 포함하여 이미 컴퓨터 프로세싱을 통해 분할된 이미지를 발생시키는 전체적 프로젝터 부분과, 이 프로젝터 부분에서 구성된 이미지를 확대 축소 등을 할 수 있는 렌즈 시스템을 구비하여 이루어질 수 있으며, 필요에 따라 광을 부분적 반사 및 투과로 분할할 수 있는 스플리터, 반사경 등을 필요에 따라 구비할 수 있다. 물론 DMD 등의 요소는 이를 조절할 수 있는 영상 관련 신호를 주는 컴퓨터 시스템 혹은 기타 영상 구성 장치와 결합될 것이다.

[0049] 가령 하나의 시스템의 예시를 통해 설명하면, RGB 별도 프로젝션 광원을 상정하고, 광원광은 반사경, 렌즈, 프리즘 등의 광학요소를 통해 DMD로 투사된다. 투사된 광원광은 DMD 내의 각 화소를 담당하는 마이크로미러에서 반사되며, 마이크로미러는 컴퓨터와 같은 이미지 프로세싱 장비에서 가공된 분할 이미지마다 오는 데이터 신호를 통해 정해진 각도로 반사를 실시한다. 디스플레이 장치에서 화면을 구성하기 위한 스캐닝과 비슷하게 전체 화소에 대한 투사 및 반사가 이루어지면서 하나의 가공된 분할 이미지가 기관의 분할 영역을 위주로 투영되고 이런 가공된 분할 이미지를 통해 기관 해당 부분에 대한 노광이 이루어진다.

[0050] 이때, 통상적으로 DMD에서 반사된 화소별 투사광의 조합으로 이루어지는 가공된 분할 이미지는 기관에 비해 큰 면적이므로 현미경과 같은 축소 역할을 하는 렌즈 시스템을 거쳐 일정 비율로 축소된 상태로 기관에 도달하게 된다. 그리고, 노광을 통해 기관 상의 감광물질층에 식각 마스크를 형성하는 화학변화가 이루어져, 현상을 통해 기관상에 남겨지게 된다. 기관은 기관 스테이지에 놓여 분할 이미지가 순차적으로 투영될 때마다 일정한 위치 이동을 하게 된다.

[0051] 이러한 노광 작업에서 공정 상태를 체크하고 모니터링 하기 위해 기관에서의 반사광은 역으로 렌즈 시스템을 거쳐, 스플리터를 통과하고, 반사경에서 반사되어 모니터링용 촬상장치 혹은 카메라로 투입되고, 이 카메라의 신호를 받는 컴퓨터 프로세싱 장치를 거쳐 디스플레이에 표시될 수 있다.

[0052] 이상에서는 한정된 실시예를 통해 본 발명을 설명하고 있으나, 이는 본 발명의 이해를 돕기 위해 예시적으로 설명된 것일 뿐 본원 발명은 이들 특정의 실시예에 한정되지 아니한다.

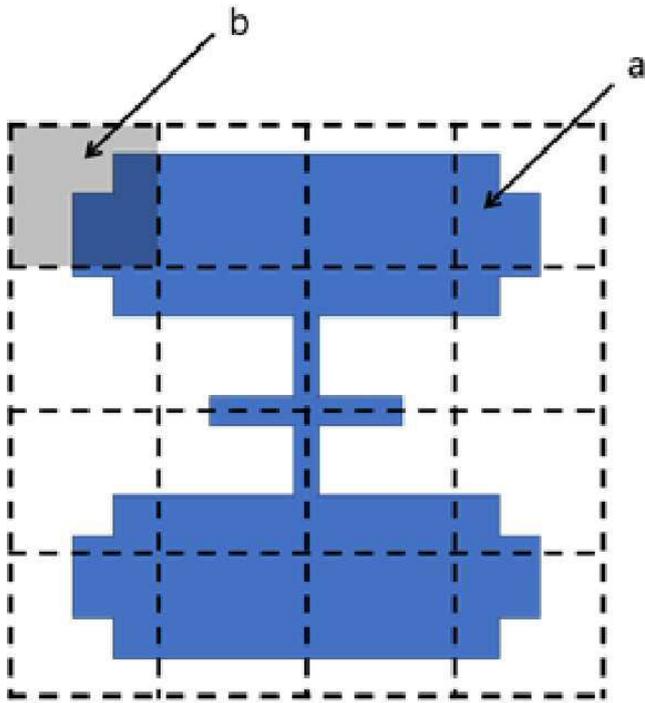
[0053] 따라서, 당해 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명을 토대로 다양한 변경이나 응용예를 실시할 수 있을 것이며 이러한 변형례나 응용예는 첨부된 특허청구범위에 속함은 당연한 것이다.

부호의 설명

- [0054] 10, 20, 30: 가공된 분할 이미지 11, 21, 31: 경계선 (패턴 경계선)
- 12: 제 1 패턴 부분 13, 23: 중심부
- 15, 25: 경계부 22: 제 2 패턴 부분

도면

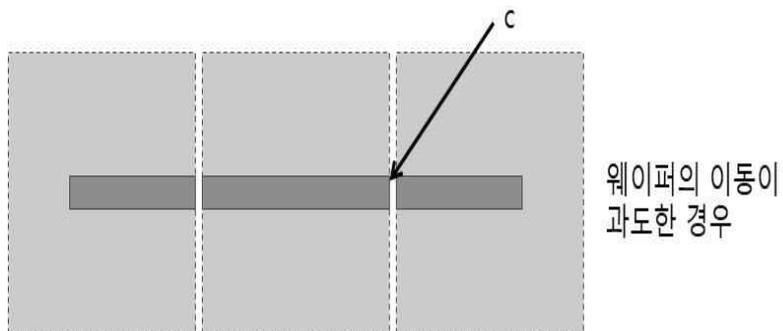
도면1



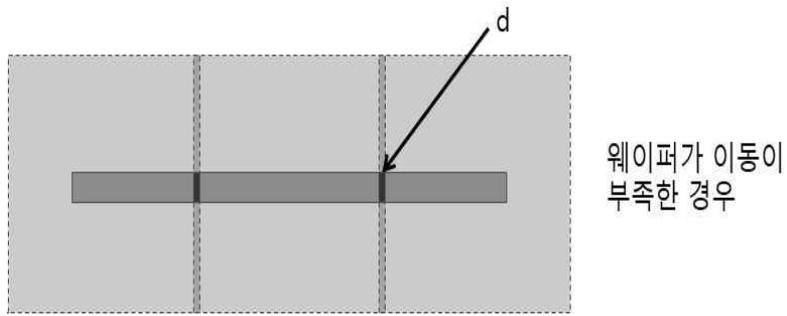
도면2



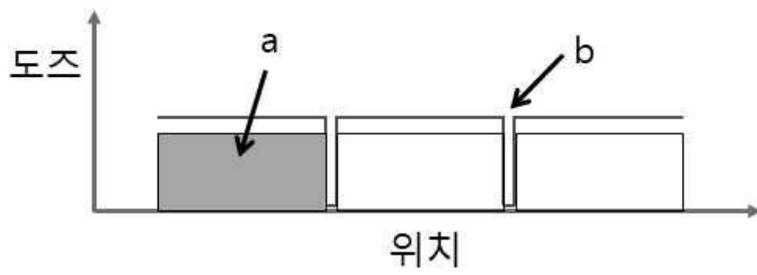
도면3



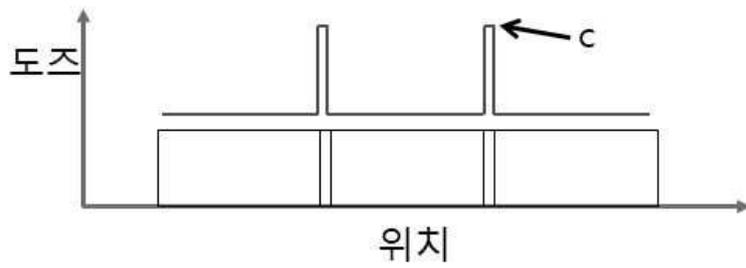
도면4



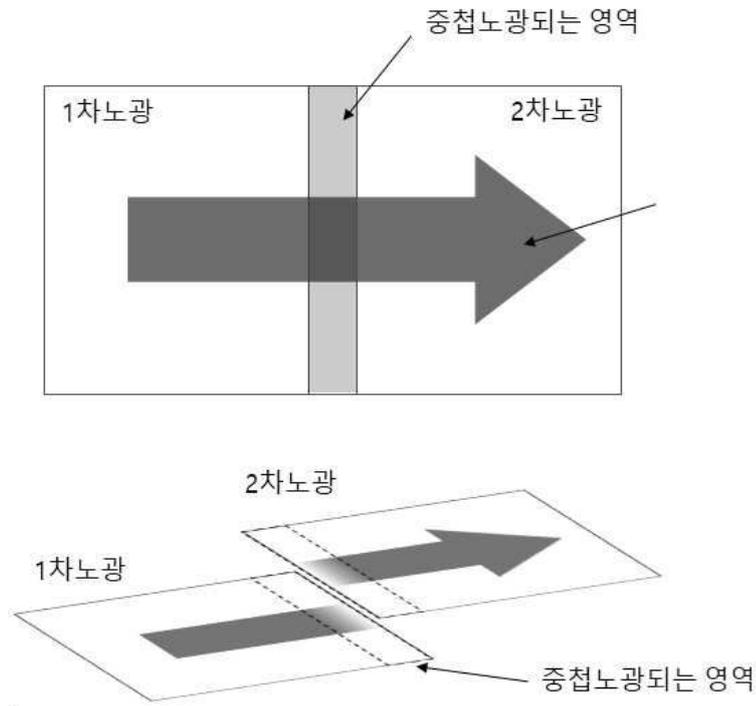
도면5



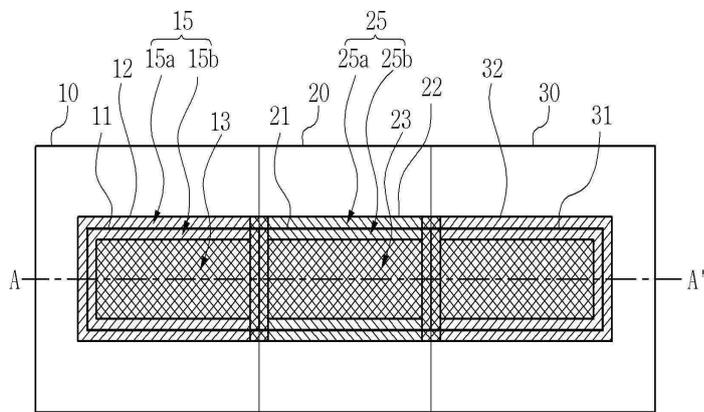
도면6



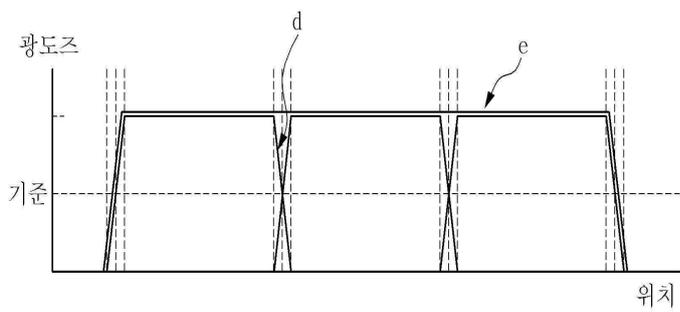
도면7



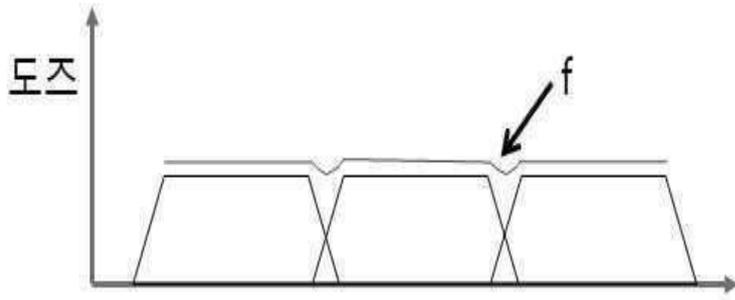
도면8



도면9



도면10



도면11

