



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년05월27일  
(11) 등록번호 10-1267873  
(24) 등록일자 2013년05월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 21/027 (2006.01) H01L 21/66 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2008-0003080  
(22) 출원일자 2008년01월10일  
심사청구일자 2012년08월30일  
(65) 공개번호 10-2008-0065942  
(43) 공개일자 2008년07월15일  
(30) 우선권주장  
60/884,308 2007년01월10일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2001264955 A  
JP2004013095 A  
전체 청구항 수 : 총 18 항

(73) 특허권자  
어플라이드 머티리얼즈 이스라엘 리미티드  
이스라엘 레호보트 파크 래빈 오픈하이머 스트리트 9 (우: 76705)  
(72) 발명자  
쉬워즈밴드, 이샤이  
이스라엘 오-예휴다 바-레브 스트리트 6/11  
만간, 쉬물릭  
이스라엘 레호보트 팔디 스트리트 7  
(74) 대리인  
남상선, 특허법인 남앤드남

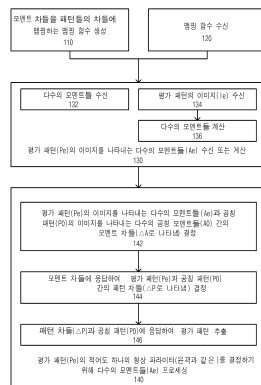
심사관 : 박성호

(54) 발명의 명칭 마스크의 평가 패턴을 평가하기 위한 방법 및 시스템

(57) 요약

마스크의 평가 패턴을 평가하기 위한 방법, 시스템 및 컴퓨터 프로그램 물건이 제공되며, 상기 방법은 평가 패턴의 이미지를 나타내는 다수의 모멘트들을 수신하는 단계 - 다수의 모멘트들을 나타내는데 요구되는 정보의 크기는 평가 패턴의 이미지를 형성하는 픽셀 정보의 크기보다 실질적으로 더 작음 -; 및 평가 패턴의 적어도 하나의 형상 파라미터를 결정하기 위해서 다수의 모멘트들을 프로세싱하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



100

(72) 발명자

**브라우데, 차임**

이스라엘 60408 오-예후다 바-레브 스트리트 6/11

**벤-이샤이, 마이클**

이스라엘 나탄야 디간야 스트리트 84 (28)

**그린버그, 가디**

이스라엘 텔 아비브 오쉬시킨 스트리트 22

**특허청구의 범위****청구항 1**

마스크의 평가 패턴을 평가하기 위한 방법으로,

목적(desired) 패턴의 변경(alteration)들에 해당하는 다수의 변경(altered) 패턴들을 제공하기 위해 상기 목적 패턴의 다수의 변경들을 시뮬레이팅하는 단계;

모멘트들의 다수의 그룹들을 계산하는 단계 - 모멘트들의 각각의 그룹은 상기 다수의 변경 패턴들 중의 변경 패턴의 이미지를 나타냄 -;

패턴들과 모멘트들 사이의 다수의 관계식들을 결정하는 단계 - 각각의 관계식은 상기 목적 패턴과 변경 패턴 간의 차들 및 상기 변경 패턴의 상기 이미지를 나타내는 모멘트들의 그룹과 상기 목적 패턴의 이미지를 나타내는 다수의 목적 모멘트들 간의 차들을 관련시킴(linking) -;

상기 다수의 관계식들 중의 적어도 하나의 관계식에 응답하여 맵핑 함수를 결정하는 단계;

상기 평가 패턴의 이미지를 나타내는 다수의 모멘트들을 상기 맵핑 함수를 사용하여 수신 또는 계산하는 단계 - 상기 다수의 모멘트들을 나타내기 위해 요구되는 정보의 크기는 상기 평가 패턴의 상기 이미지를 형성하는 픽셀 정보의 크기보다 더 작음 -; 및

상기 평가 패턴의 적어도 하나의 형상(shape) 파라미터를 결정하기 위해 상기 다수의 모멘트들을 프로세싱하는 단계 -상기 형상 파라미터는 상기 평가 패턴의 윤곽을 결정하기 위한 것임-

를 포함하는, 마스크의 평가 패턴을 평가하기 위한 방법.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,

상기 프로세싱하는 단계는 상기 평가 패턴의 상기 다수의 모멘트들과 다수의 목적 모멘트들 간의 모멘트 차들을 결정하는 단계를 포함하는,

마스크의 평가 패턴을 평가하기 위한 방법.

**청구항 3**

제 2 항에 있어서,

상기 결정하는 단계는 상기 평가 패턴의 상기 이미지를 획득한 광학 시스템의 모델을 이용하는,

마스크의 평가 패턴을 평가하기 위한 방법.

**청구항 4**

제 1 항에 있어서,

상기 프로세싱하는 단계는 대응하는 모멘트 차들에 응답하여 상기 평가 패턴과 상기 목적 패턴 간의 패턴 차들을 결정하는 단계를 포함하는,

마스크의 평가 패턴을 평가하기 위한 방법.

**청구항 5**

제 4 항에 있어서,

모멘트 차들을 패턴 차들에 맵핑하는 맵핑 함수에 응답하여 상기 패턴 차들을 결정하는 단계를 포함하는,

마스크의 평가 패턴을 평가하기 위한 방법.

**청구항 6**

제 5 항에 있어서,

상기 맵핑 함수는 선형 함수인,  
 마스크의 평가 패턴을 평가하기 위한 방법.

**청구항 7**

제 1 항에 있어서,  
 상기 프로세싱하는 단계는 다수의 벡터들을 포함하는 상기 평가 패턴의 윤곽(contour)의 표시를 제공하는 단계를 포함하며, 각각의 벡터는 목적 윤곽에 의해 정의된 각도를 양분(bisect)하는,  
 마스크의 평가 패턴을 평가하기 위한 방법.

**청구항 8**

제 1 항에 있어서,  
 대상물(object)의 다수의 평가 패턴들 중의 각각의 평가 패턴의 형상 파라미터 간의 차들을 계산하는 단계를 포함하는,  
 마스크의 평가 패턴을 평가하기 위한 방법.

**청구항 9**

제 1 항에 있어서,  
 평가 패턴의 적어도 하나의 형상 파라미터를 결정하기 위해 상이한 평가 패턴들의 다수의 모멘트들 간을 비교하는 단계를 포함하는,  
 마스크의 평가 패턴을 평가하기 위한 방법.

**청구항 10**

마스크의 평가 패턴을 평가하기 위한 시스템으로서,  
 상기 평가 패턴의 이미지를 나타내는 다수의 모멘트들을 저장하도록 적응된 메모리 유닛 - 상기 다수의 모멘트들을 나타내는데 요구되는 정보의 크기는 상기 평가 패턴의 상기 이미지를 형성하는 픽셀 정보의 크기보다 더 작음 - ; 및

목적 패턴의 변경들에 해당하는 다수의 변경 패턴들을 제공하기 위해 상기 목적 패턴의 다수의 변경들을 시뮬레이션하거나 또는 상기 메모리 유닛으로부터 상기 다수의 모멘트들을 수신하고,

모멘트들의 다수의 그룹들을 계산하고 - 모멘트들의 각각의 그룹은 상기 다수의 변경 패턴들 중의 변경 패턴의 이미지를 나타냄 - ,

패턴들과 모멘트들 사이의 다수의 관계식들을 결정하고 - 각각의 관계식은 상기 목적 패턴과 변경 패턴 간의 차들 및 상기 변경 패턴의 상기 이미지를 나타내는 모멘트들의 그룹과 상기 목적 패턴의 이미지를 나타내는 다수의 목적 모멘트들 간의 차들을 관련시킴 - ,

상기 다수의 관계식들 중의 적어도 하나의 관계식에 응답하여 맵핑 함수를 결정하고, 그리고

상기 평가 패턴의 이미지를 나타내는 다수의 모멘트들을 상기 맵핑 함수를 사용하여 계산하도록 적응되는, 프로세서

를 포함하며, 상기 프로세서는 상기 평가 패턴의 적어도 하나의 형상 파라미터를 결정하기 위해 상기 다수의 모멘트들을 처리하도록 추가로 적응되는 -상기 형상 파라미터는 상기 평가 패턴의 윤곽을 결정하기 위한 것임-,  
 마스크의 평가 패턴을 평가하기 위한 시스템.

**청구항 11**

제 10 항에 있어서,  
 상기 프로세서는 상기 평가 패턴의 상기 다수의 모멘트들과 다수의 목적 모멘트들 간의 모멘트 차들을 결정하도록

록 적응되는,

마스크의 평가 패턴을 평가하기 위한 시스템.

**청구항 12**

제 11 항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 평가 패턴의 상기 이미지를 획득한 광학 시스템의 모델을 이용함으로써 상기 모멘트 차들을 결정하도록 적응되는,

마스크의 평가 패턴을 평가하기 위한 시스템.

**청구항 13**

제 10 항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 모멘트 차들에 응답하여 상기 평가 패턴과 상기 목적 패턴 간의 패턴 차들을 결정하도록 적응되는,

마스크의 평가 패턴을 평가하기 위한 시스템.

**청구항 14**

제 13 항에 있어서,

상기 프로세서는 모멘트 차들을 패턴 차들에 맵핑하는 맵핑 함수에 응답하여 상기 패턴 차들을 결정하도록 적응되는,

마스크의 평가 패턴을 평가하기 위한 시스템.

**청구항 15**

제 14 항에 있어서,

상기 프로세서는 선형 맵핑 함수를 적용하도록 적응되는,

마스크의 평가 패턴을 평가하기 위한 시스템.

**청구항 16**

제 10 항에 있어서,

상기 프로세서는 다수의 벡터들을 포함하는 상기 평가 패턴의 윤곽의 표시를 제공하도록 적응되며, 각각의 벡터는 목적 윤곽에 의해 정의된 각도를 양분하는,

마스크의 평가 패턴을 평가하기 위한 시스템.

**청구항 17**

제 10 항에 있어서,

상기 프로세서는 대상물의 다수의 평가 패턴들 중의 각각의 평가 패턴의 형상 파라미터 간의 차들을 계산하도록 적응되는,

마스크의 평가 패턴을 평가하기 위한 시스템.

**청구항 18**

제 10 항에 있어서,

상기 프로세서는 평가 패턴의 적어도 하나의 형상 파라미터를 결정하기 위해 상이한 평가 패턴들의 다수의 모멘트들 간을 비교하도록 적응되는,

마스크의 평가 패턴을 평가하기 위한 시스템.

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**기술분야**

- [0001] 본 특허 출원은 2007년 1월 10일자로 출원된 미국 특허 출원 번호 제60/884,308호에 대해 우선권을 주장하는 정규출원이고, 상기 미국 정규출원의 전체 내용은 인용에 의해 본원에 포함된다.
- [0002] 본 발명은 일반적으로 마스크들(또한 레티클들로도 지칭됨)의 자동 광학적 검사 분야에 관한 것이다.

**배경기술**

- [0003] 마이크로-일렉트로닉 디바이스들의 성능은 임계 치수 또는 CD라 불리는 이들의 임계 피쳐(feature)들의 치수들에서 발견되는 변화들에 의해 항상 제한되었다. 마이크로-일렉트로닉 디바이스들은 종종 포토리소그래피 프로세스에서 마스크들(또는 레티클들)을 사용하여 제조된다. 포토리소그래피 프로세스는 반도체 디바이스들의 제조에 있어 주요한 프로세스들 중 하나이며, 생산될 반도체 디바이스들의 회로 설계에 따라 웨이퍼 표면을 패터닝하는 단계로 구성된다. 이러한 회로 설계는 먼저 마스크 상에 패터닝된다. 따라서, 동작하는 반도체 디바이스들을 얻기 위해서, 마스크는 결함이 없어야 한다. 또한, 마스크는 종종 웨이퍼 상에서 다수의 다이들을 생성하기 위해 반복된 방식으로 사용된다. 따라서, 마스크 상의 임의의 결함이 웨이퍼 상에서 다수 회 반복될 것이며, 결함이 있는 다수의 디바이스들을 초래할 수 있다. 생산에 적당한(production-worthy) 프로세스를 확립하는 것은 전체 리소그래피 프로세스의 엄격한 제어를 요구한다. 이러한 프로세스에서, CD 제어는 디바이스 성능 및 수율과 관련되는 결정 인자이다.
- [0004] 임계 치수들이 큰 경우, 물성 물리(material physics)에 의해 또는 장비 또는 제조 프로세스의 결과로서 야기되는 것들과 같은 디바이스 치수들의 계통적(systematic) 변화들이 전체 에러 버짓(error budget)에 크게 기여하지 않으며, 따라서 대부분 무시될 수 있다. 그러나, 임계 피쳐들의 최소 크기가 약 65nm 미만으로 떨어짐에 따라, 이전에는 무시되었던 계통적 변화들이 현재 전체 에러 버짓의 상당 부분을 차지할 수 있다. 구체적으로, 계통적 마스크 CD 에러들은 총 웨이퍼 리소그래피 프로세스 CD 버짓의 50%를 넘는 부분을 차지할 수 있다.
- [0005] 전형적인 CD 측정들은 시간 소모적이며, 다수의 픽셀들을 포함하는 이미지들의 복소 이미지 프로세싱 방식들을 포함한다.
- [0006] 마스크의 평가 패턴을 평가하기 위한 효율적인 시스템들 및 방법들을 제공할 필요성이 존재한다.

**발명의 내용**

- [0007] 마스크의 평가 패턴을 평가하기 위한 방법은, 평가 패턴의 이미지를 나타내는 다수의 모멘트들을 수신하는 단계 - 다수의 모멘트들을 나타내는데 요구되는 정보의 크기는 평가 패턴의 이미지를 형성하는 픽셀 정보의 크기보다 실질적으로 더 작음 -; 및 평가 패턴의 적어도 하나의 형상 파라미터를 결정하기 위해 다수의 모멘트들을 프로세싱하는 단계를 포함한다.
- [0008] 바람직하게, 프로세싱하는 단계는 평가 패턴의 다수의 모멘트들과 다수의 공칭 모멘트들 간의 모멘트 차들을 결정하는 단계를 포함하며, 다수의 공칭 모멘트들은 공칭 패턴의 이미지를 나타낸다.
- [0009] 바람직하게, 프로세싱하는 단계는 모멘트 차들에 응답하여 평가 패턴과 공칭 패턴 간의 패턴 차들을 결정하는 단계를 포함한다.
- [0010] 바람직하게, 상기 방법은 모멘트 차들을 패턴 차들에 맵핑하는 맵핑 함수에 응답하여 패턴 차들을 결정하는 단계를 포함한다.
- [0011] 바람직하게, 맵핑 함수는 선형 함수이다.
- [0012] 바람직하게, 결정하는 단계는 평가 패턴의 이미지가 획득되는 광학 시스템의 모델에 응답한다.
- [0013] 바람직하게, 상기 방법은 모멘트 차들을 패턴 차들에 맵핑하는 맵핑 함수를 결정하는 단계를 포함한다.
- [0014] 바람직하게, 맵핑 함수를 결정하는 단계는, 다수의 변경 패턴들을 제공하기 위해 공칭 패턴의 다수의 변경들을 시뮬레이팅하는 단계; 모멘트들의 다수의 그룹들을 계산하는 단계 - 모멘트들의 각각의 그룹은 다수의 변경 패턴들 중 변경 패턴의 이미지를 나타냄 -; 다수의 관계식들을 결정하는 단계 - 각각의 관계식은 공칭 패턴과 특정한 변경 패턴 간의 패턴 차들을 다수의 공칭 모멘트들과 특정한 변경 패턴의 이미지를 나타내는 모멘트들의 그룹 간의 모멘트 차들과 관련시킴 -; 및 다수의 관계식들 중 적어도 2개의 관계식들에 응답하여 맵핑 함수를 결정하는 단계를 포함한다.

- [0015] 바람직하게, 프로세싱하는 단계는 다수의 벡터들을 포함하는 평가 패턴의 윤곽(contour)의 표시를 제공하는 단계를 포함하며, 각각의 벡터는 공칭 윤곽에 의해 정의된 각도를 양분한다(bisect).
- [0016] 바람직하게, 상기 방법은 대상물(object)의 다수의 평가 패턴들 중 각각의 평가 패턴의 형상 파라미터 간의 차들을 계산하는 단계를 포함한다. 따라서, 각각의 평가 패턴과 공칭 패턴을 비교하는 대신, 하나의 평가 패턴이 다른 것과 비교될 수 있다.
- [0017] 바람직하게, 상기 방법은 평가 패턴의 적어도 하나의 형상 파라미터를 결정하기 위해 상이한 평가 패턴들의 다수의 모멘트들 간을 비교하는 단계를 포함한다. 이러한 비교는 전체 대상물에 걸쳐 또는 대상물의 다양한 영역들에 걸쳐 형상 변화들을 맵핑하는데 사용될 수 있다.
- [0018] 마스크의 평가 패턴을 평가하기 위한 시스템은, (i) 평가 패턴의 이미지를 나타내는 다수의 모멘트들을 저장하도록 적용된 메모리 유닛 - 다수의 모멘트들을 나타내는데 요구되는 정보의 크기는 평가 패턴의 이미지를 형성하는 픽셀 정보의 크기보다 실질적으로 더 작음 -; 및 (ii) 평가 패턴의 적어도 하나의 형상 파라미터를 결정하기 위해 다수의 모멘트들을 프로세싱하도록 적용된 프로세서를 포함한다.
- [0019] 바람직하게, 프로세서는 평가 패턴의 다수의 모멘트들과 다수의 공칭 모멘트들 간의 모멘트 차들을 결정하도록 적용되며, 다수의 공칭 모멘트들은 공칭 패턴의 이미지를 나타낸다.
- [0020] 바람직하게, 프로세서는 모멘트 차들에 응답하여 공칭 패턴의 이미지와 평가 패턴의 이미지 간의 이미지 차들을 결정하도록 적용된다.
- [0021] 바람직하게, 프로세서는 이미지 차들을 모멘트 차들에 맵핑하는 맵핑 함수에 응답하여 이미지 차들을 결정하도록 적용된다.
- [0022] 바람직하게, 맵핑 함수는 선형 함수이다.
- [0023] 바람직하게, 프로세서는 평가 패턴의 이미지가 획득되는 광학 시스템의 모델에 응답하여 모멘트 차들을 결정하도록 적용된다.
- [0024] 바람직하게, 프로세서는 모멘트 차들을 패턴 차들에 맵핑하는 맵핑 함수를 결정하도록 적용된다.
- [0025] 바람직하게, 시스템은, 다수의 변경 패턴들을 제공하기 위해 공칭 패턴의 다수 변경들을 시뮬레이션하고; 모멘트들의 다수의 그룹들을 계산하고 - 모멘트들의 각각의 그룹은 다수의 변경 패턴들 중 변경 패턴의 이미지를 나타냄 -; 다수의 관계식들을 결정하고 - 각각의 관계식은 공칭 패턴과 변경 패턴 간의 차들을 다수의 공칭 모멘트들과 변경 패턴의 이미지를 나타내는 모멘트들의 그룹 간의 차들과 관련시킴 -; 그리고 다수의 관계식들 중 적어도 2개의 관계식들에 응답하여 맵핑 함수를 결정하도록 적용된다.
- [0026] 바람직하게, 프로세서는 다수의 벡터들을 포함하는 평가 패턴의 윤곽의 표시를 제공하도록 적용되며, 각각의 벡터는 공칭 윤곽에 의해 정의된 각도를 양분한다.
- [0027] 바람직하게, 프로세서는 대상물의 다수의 평가 패턴들 중 각각의 평가 패턴의 형상 파라미터 간의 차들을 계산하도록 적용된다.
- [0028] 바람직하게, 프로세서는 평가 패턴의 적어도 하나의 형상 파라미터를 결정하기 위해 상이한 평가 패턴들의 다수의 모멘트들 간을 비교하도록 적용된다.
- [0029] 컴퓨터 프로그램 물건은 컴퓨터 판독가능 프로그램을 갖는 컴퓨터 이용가능 매체를 포함하고, 상기 컴퓨터 판독가능 프로그램은, 컴퓨터상에서 실행될 때, 컴퓨터로 하여금, 평가 패턴의 이미지를 나타내는 다수의 모멘트들을 수신 또는 계산하고 - 다수의 모멘트들을 나타내는데 요구되는 정보의 크기는 평가 패턴의 이미지를 형성하는 픽셀 정보의 크기보다 실질적으로 더 작음 -, 그리고 평가 패턴의 적어도 하나의 형상 파라미터를 결정하기 위해 다수의 모멘트들을 프로세싱하게 한다.
- [0030] 바람직하게, 컴퓨터 프로그램 물건은 컴퓨터로 하여금, 평가 패턴의 다수의 모멘트들과 다수의 공칭 모멘트들 간의 모멘트 차들을 결정하게 하며, 다수의 공칭 모멘트들은 공칭 패턴의 이미지를 나타낸다.
- [0031] 바람직하게, 컴퓨터 프로그램 물건은 컴퓨터로 하여금 모멘트 차들에 응답하여 평가 패턴과 공칭 패턴 간의 패턴 차들을 결정하게 한다.
- [0032] 바람직하게, 컴퓨터 프로그램 물건은 컴퓨터로 하여금 모멘트 차들을 패턴 차들에 맵핑하는 맵핑 함수에 응답하

여 패턴 차들을 결정하게 한다.

- [0033] 바람직하게, 맵핑 함수는 선형 함수이다.
- [0034] 바람직하게, 컴퓨터 프로그램 물건은 컴퓨터로 하여금 평가 패턴의 이미지가 획득되는 광학 시스템의 모델에 응답하여, 모멘트 차들을 결정하게 한다.
- [0035] 바람직하게, 컴퓨터 프로그램 물건은 컴퓨터로 하여금 이미지 차들을 패턴 차들에 맵핑하는 맵핑 함수를 결정하게 한다.
- [0036] 바람직하게, 컴퓨터 프로그램 물건은 컴퓨터로 하여금 다수의 변경 패턴들을 제공하도록 공칭 패턴의 다수의 변경들을 시뮬레이션하고; 모멘트들의 다수의 그룹들을 계산하고 — 모멘트들의 각각의 그룹은 다수의 변경 패턴들 중 변경 패턴의 이미지를 나타냄 —; 다수의 관계식들을 결정하고 — 각각의 관계식은 공칭 패턴과 변경 패턴 간의 차들을 다수의 공칭 모멘트들과 변경 패턴의 이미지를 나타내는 모멘트들의 그룹 간의 차들과 관련시킴 —; 그리고 다수의 관계식들 중 적어도 2개의 관계식들에 응답하여 맵핑 함수를 결정하게 한다.
- [0037] 바람직하게, 컴퓨터 프로그램 물건은 컴퓨터로 하여금 다수의 벡터들을 포함하는 평가 패턴의 윤곽의 표시를 제공하게 하며, 각각의 벡터는 공칭 윤곽에 의해 정의된 각도를 양분한다.
- [0038] 바람직하게, 컴퓨터 프로그램 물건은 컴퓨터로 하여금 대상물의 다수의 평가 패턴들 중 각각의 평가 패턴의 형상 파라미터 간의 차들을 계산하게 한다.
- [0039] 바람직하게, 컴퓨터 프로그램 물건은 컴퓨터로 하여금 평가 패턴의 적어도 하나의 형상 파라미터를 결정하기 위해 상이한 평가 패턴들의 다수의 모멘트들 간을 비교하게 한다.
- [0040] 본 발명을 이해하고 본 발명이 실제로 어떻게 실시될 수 있는지를 알기 위해, 단지 예시일 뿐인 비한정적인 예시에 의해 실시예를 첨부된 도면들을 참고로 하여 이제 설명할 것이다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

- [0041] 마스크의 평가 패턴을 평가하기 위한 방법, 시스템 및 컴퓨터 프로그램 물건이 제공된다. 바람직하게, 평가 패턴의 하나 또는 그 초과와 구조적 엘리먼트들 및 특히 평가 패턴의 윤곽이 상대적으로 빠른 방식으로 평가될 수 있다. 이러한 평가의 결과들은 CD 측정들, 마스크(또는 마스크의 일부)에 걸친 CD 변화들의 평가, 원하는 마스크 레이아웃과 실제 마스크 레이아웃의 비교, 마스크가 생성되는 웨이퍼 레이아웃 모델링 등에 이용될 수 있다.
- [0042] 바람직하게, 마스크의 평가 패턴의 이미지는 다수의 모멘트들에 의해 표시된다. 다수의 모멘트들은 서로 상이할 수 있다. 이러한 다수의 모멘트들을 표시하는데 요구되는 정보의 크기는 패턴의 이미지를 형성하는 픽셀 정보의 크기보다 실질적으로 더 작다. 이러한 크기 축소(또한 압축으로도 지칭됨)는, 저장, 취출(retrieve) 및 프로세싱될 정보의 양이 적어짐에 따라, 평가 프로세스의 속도 증가에 기여할 수 있다.
- [0043] 바람직하게, 각각의 모멘트는 패턴의 이미지의 다수의 픽셀들에 응답하여, 랜덤 노이즈 감소에 기여한다. 패턴 및 특히 패턴의 윤곽은, 설계 의도 및 실질적인 기술적 인자들을 반영하는 하나 또는 그 초과와 계통적 컴포넌트들, 및 이를 테면 피쳐 윤곽 상의 리플들(ripples)과 같이 패턴의 일 순간에서 다른 순간으로 변화되는 하나 또는 그 초과와 랜덤 컴포넌트들을 포함한다. 다수의 모멘트들의 사용은 패턴의 윤곽의 계통적 컴포넌트의 복원을 허용한다.
- [0044] 본 발명의 실시예에 따라, 평가되고 있는 패턴은 이상적으로 동일한(반복) 패턴들의 어레이의 일부이다.
- [0045] 다수의 모멘트들이 다른 다수의 모멘트들과 비교될 때, 각각의 모멘트는 대응하는 모멘트와 비교된다는 것을 주목한다. 모멘트들 간의 차들도 동일하게 적용된다 — 상기 차는 대응하는 모멘트들 사이에서 계산된다.
- [0046] 바람직하게, 방법(100)의 실행 및 특히 맵핑 함수(f)의 일부 근사화(approximation)들은 평가 패턴의 크기들이 상대적으로 작은 범위 내에서 일탈될 수 있을 것을 요구할 수 있다. 바람직하게, 마스크의 실제 레이아웃(평가 패턴들을 포함)과 공칭 레이아웃(공칭 패턴들을 포함) 간의 차는 매우 크지 않다.
- [0047] "패턴 차들(pattern differences)"이란 용어는 2개 또는 그 초과와 패턴들 간의 하나 또는 그 초과와 차들을 의미할 수 있다. "모멘트 차들(moment differences)"이란 용어는 2개 또는 그 초과와 모멘트들 간의 하나 또는 그 초과와 차들을 의미할 수 있으며, 2개 또는 그 초과와 모멘트들은 2개 또는 그 초과와 이미지들과 관련될 수 있다.

- [0048] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른, 마스크 패턴을 평가하기 위한 방법(100)을 나타낸다. 이러한 패턴은 상기 패턴과 공칭 패턴 간을 구별하기 위해 평가 패턴으로 또한 지칭된다.
- [0049] 방법(100)은 단계들(110 및 120) 중 어느 한 단계에 의해 시작된다.
- [0050] 단계(110)는 모멘트 차들을 패턴 차들에 맵핑하는 맵핑 함수를 생성하는 단계를 포함한다. 패턴 차들은 마스크의 평가 패턴과 마스크의 공칭 패턴(또한 이상적인 패턴 또는 원하는 패턴으로도 지칭됨) 간의 차들이다.
- [0051] 평가 패턴의 이미지뿐만 아니라 공칭 패턴의 이미지는 다수의 모멘트들로 표시될 수 있다. 모멘트 차들은 패턴의 이미지를 나타내는 다수의 모멘트들과 공칭 패턴의 이미지를 나타내는 다수의 모멘트들 간의 차들을 반영한다.
- [0052] 각각의 모멘트(또한 일반화된 모멘트로도 지칭될 수 있음)는 하기의 형태를 가질 수 있다 :

$$A^{(k)} \equiv \sum_{x,y} a_{x,y}^{(k)} \cdot S_{x,y}$$

- [0053]  $A^{(k)}$ 는 k번째 모멘트이며, 인덱스 K는 1 보다는 크지만 바람직하게는 패턴의 이미지의 픽셀들(X×Y)의 수보다 작고 심지어는 그 수보다 매우 더 작은 양(positive)의 정수이다. 인덱스들 x 및 y는 패턴의 이미지의 행(row)들 및 열(column)들을 나타낸다.  $S_{x,y}$ 는 이미지의 x번째 행 및 y번째 열에 속하는 픽셀이다. 픽셀  $S_{x,y}$ 와 같은 픽셀들은 이미지의 픽셀 정보를 형성한다.
- [0054] 변수  $a^{(k)}$ 는  $S_{x,y}$ 에 할당된 (k번째 모멘트의) 가중치이다.
- [0055] 가중치들은 주어진 마스크의 패턴들과 매칭되게 또는 선형적으로(priori) 선택될 수 있다. 예를 들어, 선형적 가중치들(priori weights)은 이를 태면, 제르니케(Zernike), 르장드르(Legendre), 체비셰프(Chebyshev) 모멘트들 등의, 이미지 프로세싱에 잘 공지된 소위 통계적 모멘트들에 따라 선택될 수 있다.
- [0056] 도 2는 본 발명의 실시예에 따라 보다 상세하게 단계(110)를 나타낸다.
- [0057] 단계(110)는 (i) 다수의 변경 패턴들(Pa(1) - Pa(M))을 제공하기 위해 공칭 패턴의 다수(M)의 변경들을 시뮬레이션하는 단계(112); (ii) 모멘트들의 다수의 그룹들(A(1) - A(M))을 계산하는 단계(114) - 모멘트들의 각각의 그룹(A(m))은 다수의 변경 패턴들(Pa(1) - Pa(M)) 중 변경 패턴(Pa(m))의 이미지를 나타냄 -; (iii) 다수의 관계식들(R(1) - R(M))을 결정하는 단계(116) - 각각의 관계식(R(m))은 공칭 패턴과 변경 패턴(Pa(m)) 간의 차들을 다수의 공칭 모멘트들(A0)과 변경 패턴(Pa(m))의 이미지를 나타내는 대응하는 모멘트들의 그룹(Aa(m)) 간의 차들과 관련시킴 -; 및 (iv) 다수의 관계식들 중 적어도 2개의 관계식들에 응답하여 맵핑 함수(f)를 결정하는 단계(118)를 포함한다.
- [0058] 바람직하게, 단계(110)는 반복 방식으로 실행된다. 각각의 반복 동안, 변경 패턴(Pa(m))이 시뮬레이션되며, 그 변경 패턴(Pa(m))의 이미지를 나타내는 모멘트들의 그룹(Aa(m))이 계산되고, 공칭 패턴(P0)과 변경 패턴(Pa(m)) 간의 차들과 다수의 공칭 모멘트들(A0)과 변경 패턴의 이미지를 나타내는 모멘트들의 그룹(Aa(m)) 간의 차들 사이의 관계식(R(m))이 계산된다. 각각의 반복 이후, 상기 방법은 반복들을 중단할 것인지 또는 또 다른 변경 패턴(Pa(m+1))에 대한 또 다른 반복을 실행할 것인지를 결정한다. 일단 맵핑 함수가 발견되거나 또는 미리 정의된 수(M)의 반복들이 실행되면 반복들은 중단될 수 있다.
- [0059] 단계(120)는 맵핑 함수를 수신하는 단계를 포함한다.
- [0060] 단계들(110 및 120)에 이어, 평가 패턴(Pe)의 이미지를 나타내는 다수의 모멘트들(Ae)을 수신 또는 계산하는 단계(130)가 계속된다. 단계(130)는 (박스 132로 표시된 바와 같이) 이러한 다수의 모멘트들을 수신하는 단계를 포함할 수 있지만, (박스 134로 표시된 바와 같이) 평가 패턴의 이미지(Ie)를 수신하는 단계 및 (박스 136으로 표시된 바와 같이) 이러한 다수의 모멘트들을 계산하는 단계를 또한 포함할 수 있다.
- [0061] 바람직하게, 다수의 모멘트들을 표시하는데 요구되는 정보의 크기는 구조적 패턴의 이미지를 형성하는 픽셀 정보의 크기보다 실질적으로 더 작다.
- [0062] 단계(130)에 이어, 평가 패턴(Pe)의 (윤곽과 같은) 형상 파라미터들을 결정하기 위해 다수의 모멘트들(Ae)을 프로세싱하는 단계(140)가 계속된다.

- [0063] 바람직하게, 단계(140)는 단계(142, 144 및 146) 중 적어도 하나의 단계를 포함한다.
- [0064] 단계(142)는 평가 패턴(Pe)의 이미지를 나타내는 다수의 모멘트들(Ae)과 공칭 패턴(P0)의 이미지를 나타내는 다수의 공칭 모멘트들(A0) 간의 모멘트 차들( $\Delta A$ 로 표시됨)을 결정하는 단계를 포함한다. A는  $A^{(1)}$ 에서  $A^{(K)}$ 까지의 모든 K개의 모멘트들을 포함한다는 것을 주목한다. A는 벡터일 수 있으나 반드시 그런 것은 아니다. A0는  $A0^{(1)}$ 에서  $A0^{(K)}$ 까지의 모든 K개의 공칭 모멘트들을 포함한다. A0는 벡터일 수 있으나 반드시 그런 것은 아니다.
- [0065] 단계(144)는 모멘트 차들에 응답하여 평가 패턴(Pe)과 공칭 패턴(P0) 간의 패턴 차들( $\Delta P$ 로 표시됨)를 결정하는 단계를 포함한다. 또한 패턴 차들은 차이 파라미터들(DP, differences parameters)로도 지칭된다.
- [0066] 단계(144)는 가능한 모멘트 차들(가능한  $\Delta A$ )을 가능한 패턴 차들(가능한  $\Delta P$ )에 맵핑하는 맵핑 함수(f)에 응답하여 패턴 차들을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0067] 맵핑 함수(f)는 패턴의 이미지가 평가되는 광학 시스템의 모델을 고려할 수 있다. 이 모델은 광학 시스템에 의해 획득된 이미지들을 나타내는 모멘트들로서 이용되어야 하는 한편, 패턴 차들은 이러한 이미지들이 얻어지게 하는 패턴들을 나타낸다.
- [0068] 평가 패턴과 공칭 패턴 간의 차들이 작은 경우들에서, 함수(f)는 선형 함수:  $\Delta P=f(\Delta A)=C \times \Delta A$ 일 수 있다는 것을 주목한다.  $\Delta A$  및  $\Delta P$ 는 벡터들로 표시될 수 있는 한편, C는 매트릭스일 수 있다는 것을 주목한다.
- [0069] 맵핑 역함수( $f^{-1}$ )는 일단 패턴 차들이 공지되면 모멘트 차들을 추출하는데 이용될 수 있다는 것을 주목한다. 수학적 용어로  $\Delta A=f^{-1}(\Delta P)$ 이다.
- [0070] 평가 패턴과 공칭 패턴 간의 차들이 작은 경우들에서, 함수( $f^{-1}$ )는 선형 함수:  $\Delta P=f(\Delta A)=C \times \Delta A$ 일 수 있다는 것을 주목한다.  $\Delta A$  및  $\Delta P$ 는 벡터들로 표시될 수 있는 한편, C는 매트릭스일 수 있다는 것을 주목한다.
- [0071] 맵핑 함수(f)의 다른 근사화들(비선형)은 필요한 변경을 가해서(mutatis mutandis) 적용될 수 있다는 것을 주목한다. 예를 들어, 선형 근사화가 충분히 정확하지 않은 경우, 맵핑 함수(f)를 근사화시키기 위해  $f(\Delta A)$ 의 분해의 이차(quadratic) 컴포넌트가 이용될 수 있다.  $\Delta A$  및  $\Delta P$ 가 벡터들로 표시될 수 있으며  $\Delta P=f(\Delta A)=B \times \Delta A \times B^{-1}$ 이라는 것을 주목한다.
- [0072] 일단 패턴 차들이 공지되면, 패턴 차들( $\Delta P$ )과 공칭 패턴(P0)에 응답하여 평가 패턴을 추출하는 단계(146)로 표시된 바와 같이, 공칭 패턴으로부터 이들 차들을 부가(또는 차감)함으로써 패턴의 형상이 추출될 수 있다.
- [0073] 평가 패턴(Pe)과 공칭 패턴(P0) 간의 패턴 차들( $\Delta P$ )은 다양한 방식으로 표시될 수 있다는 것을 주목한다. 이러한 표시들은 통상적으로 간결하며 상대적으로 작은 저장 공간을 요구한다.
- [0074] 본 발명의 또 다른 실시예에 따라, 패턴의 윤곽은 패턴의 윤곽의 구분적 선 보간법에 의해 나타난다.
- [0075] 평가 패턴의 윤곽의 표시는 평가 패턴의 윤곽의 예지들과 공칭 패턴의 대응하는 정점들(vertices) 간의 차들을 포함한다.
- [0076] 본 발명의 실시예에 따라, 이러한 차들은 예지 바이어스 및 예지 반경에 의해 표시된다. 공칭 패턴은 (특히 다각형의 정점들을 나열함으로써) 다각형으로 표시되며 평가 패턴과 공칭 패턴 간의 차들은 일부 바이어스(bias)에 의해 변위되는 예지들로 표시되며 각각의 코너는 코너 라운딩의 일부 반경에 의해 라운딩된다. 이 경우  $\Delta P$ 는 바이어스들 및 반경들의 리스트를 포함할 수 있다.
- [0077] 또한 본 발명의 다른 실시예에 따라, 패턴 차들( $\Delta P$ )은 평가 패턴 좌표들의 변위들( $\Delta x$ ,  $\Delta y$ )로서 정의될 수 있다. 따라서, 평가 패턴이 예상된 것보다 높은 경우, 예상된 것보다 낮은 경우, 우측 또는 좌측으로 이동된 경우, 이러한 이동은 이러한 한 쌍의 x 및 y 좌표들에 의해 표시된다.
- [0078] 본 발명의 추가적인 실시예에 따라, 이러한 패턴 차들은 다수의 벡터들로 표시되며, 각각의 벡터는 정점을 정의하는 한 쌍의 다각형 라인들에 의해 정의된 각도를 양분한다. 도 3은 공칭 패턴(10)과 평가 패턴(20)을 나타낸다. 공칭 패턴(10)은 8개의 정점들(12)을 갖는다. 24개 기준 포인트들이 공칭 패턴(10) 상에 정의되며, 8개는 정점들(12)에 위치되는 한편 기준 포인트들의 8개 쌍들(14)은 각각의 정점으로부터 연장되는 상이한 라인들에 위치된다. 가상선들(imaginary lines)(16)은 8개 쌍들의 각각의 기준 포인트로부터 연장되며 교차 포인트들(22)에서 평가 패턴(20)과 교차한다. 각각의 가상선(18)은 정점을 형성하도록 접속된 2개 라인들에 의해 정의

된 각도를 양분한다. 각각의 가상선(18)은 정점 교차 포인트들(24)에서 평가 패턴(20)과 교차한다.  $\Delta P$ 는 가상선들(18)의 표시를 포함할 수 있고 또한 선택적으로 가상선들(16)의 표시를 포함할 수 있다.

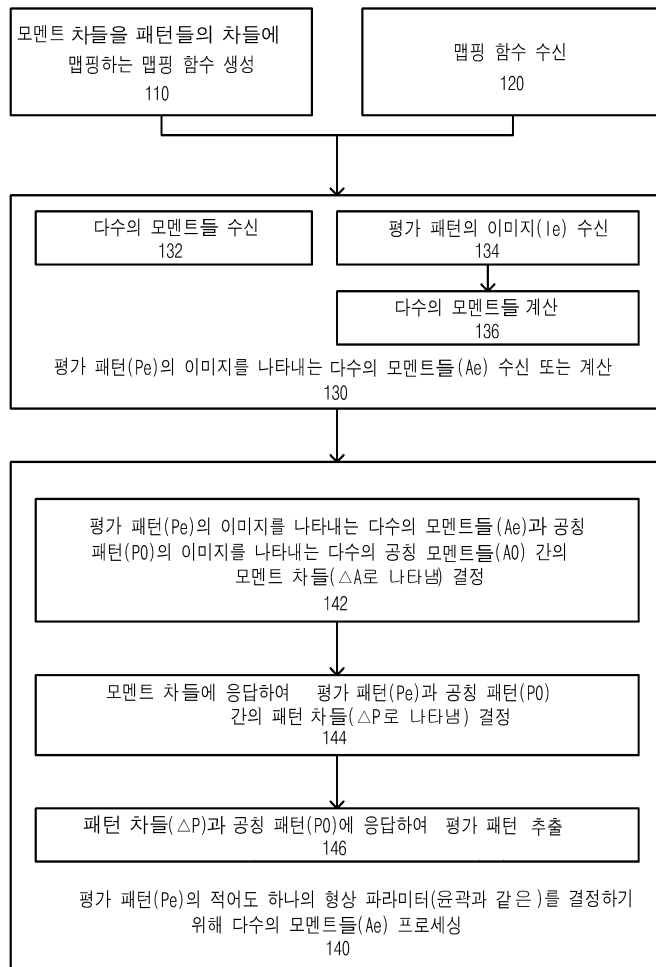
- [0079] 도 4는 본 발명의 실시예에 따라, 마스크의 패턴을 평가하기 위한 시스템(200)을 나타낸다.
- [0080] 시스템(200)은 광학기, 이미지 획득 회로 및 평가 패턴들의 이미지들을 광학적으로 얻는데 요구되는 다른 컴포넌트들을 포함하는 광학 시스템을 포함할 수 있지만, 반드시 그러한 것은 아니다. 예를 들어, 시스템(200)은 시스템(200)의 일부가 아닌 광학 시스템에 의해 획득된 평가 패턴들의 이미지들을 나타내는 정보를 수신할 수 있다.
- [0081] 도 4는 (광학기(204) 및 이미지 획득 회로(206)를 포함하는) 광학 시스템(202), 메모리 유닛(208) 및 프로세서(210)를 포함하는 것으로서 시스템(200)을 나타낸다.
- [0082] 시스템(200)은 저장 유닛(212)에 접속된 것으로 도시된다. 상이한 방식들로 메모리 유닛(208)과 저장 유닛(212) 사이에 정보가 할당될 수 있다.
- [0083] 도 4는 평가 패턴 이미지 정보(220) 및 공칭 패턴 정보(222)를 저장하는 것으로서 메모리 유닛(208)을 도시하는 한편 저장 유닛(212)이 광학 시스템(202)의 모델(224)을 저장하는 것을 도시한다. 저장 유닛(212)은 전체 마스크의 컴퓨터 지원 설계(CAD) 표시(226)를 저장할 수 있는 반면 메모리 유닛(208)은 특정한 공칭 패턴과 관련된 이러한 정보의 작은 부분만을 저장한다는 것을 주목한다. 바람직하게, 공칭 패턴 정보(222)는 공칭 모멘트들 및 공칭 패턴의 형상을 나타내는 정보를 포함한다.
- [0084] 시스템(200)은 방법(100)의 다수의 단계들을 실행할 수 있다. 프로세서(210)는 평가 패턴의 적어도 하나의 구조적 파라미터를 결정하기 위해 평가 패턴들의 다수의 모멘트들 뿐만 아니라 추가 정보(이를테면, 공칭 패턴과 관련된 정보)를 프로세싱할 수 있다.
- [0085] 바람직하게, 프로세서(210)는 다수의 소프트웨어 모듈들을 실행할 수 있거나, 전용 하드웨어 모듈들을 포함할 수 있거나, 또는 모멘트 계산기(232), 모멘트 차 계산기(234), 모멘트 차 대 패턴 차 모듈(236), 패턴 재구성 모듈(238) 및 추가 모듈들(이를테면, CD 모듈(240), CD 변화 모듈(242), 맵핑 함수 생성 모듈(244) 등과 같지만, 이에 제한되지 않음)과 같은(그러나, 이에 제한되지 않음) 전용 하드웨어 모듈들에 접속될 수 있다.
- [0086] 모멘트 계산기(232)는 (공칭 패턴, 변경 패턴, 평가 패턴과 같은) 패턴의 이미지를 형성하는 픽셀 정보를 수신하고 이미지를 표시하는 (A0, A(1)–A(M)과 같은) 다수의 모멘트들을 계산한다.
- [0087] 모멘트 차 계산기(234)는 모멘트 계산기(232)에 의해 계산되는 다수의 모멘트들(이를테면 평가 패턴의 모멘트들 또는 변경 패턴의 모멘트들) 간의 모멘트 차들( $\Delta A$ ) 그리고 다수의 공칭 모멘트들 간의 모멘트 차들( $\Delta A$ )을 계산한다.
- [0088] 모멘트 차 대 패턴 차 모듈(236)은 모멘트 차 계산기(234)에 의해 계산되었던 모멘트 차들로부터 패턴 차들을 추출하기 위해 맵핑 함수(f)를 적용한다.
- [0089] 패턴 재구성 모듈(238)은 모멘트 차 대 패턴 차 모듈(236)에 의해 계산되었던 패턴 차들 및 공칭 패턴으로부터 평가 패턴 또는 변경 패턴을 재구성한다.
- [0090] 맵핑 함수 생성 모듈(244)은 방법(100)의 단계(120)와 같은 단계들을 적용함으로써 맵핑 역함수( $f^{-1}$ )를 학습하게 된다. 맵핑 함수 결정 프로세스를 다수 반복하는 동안 모멘트 계산기(232) 및 모멘트 차 계산기(234)와 같은 다른 모듈들이 이용될 수 있다. 일단 맵핑 역함수가 공지되면, 맵핑 함수 생성 모듈은 (비-역) 맵핑 함수(f)를 계산할 수 있다.
- [0091] CD 모듈(240)은 패턴의 윤곽에 응답하여 평가 패턴의 임계 치수를 계산할 수 있거나 또는 인접한 평가 패턴들 간의 거리를 계산할 수 있다.
- [0092] CD 변화 모듈(242)은 마스크에 걸친 또는 마스크의 하나 또는 그 초과 부분들에 걸친 CD 변화들을 결정하기 위해 마스크의 상이한 위치들에 위치한 다수의 패턴들로부터 획득된 CD 측정들을 분석할 수 있다.
- [0093] 당업자들은, 첨부되는 청구항들에 의해 그리고 첨부된 청구항들에서 정의된 본 발명의 범주를 벗어나지 않고 앞서 설명된 것처럼 다양한 변형들 및 변경들이 본 발명의 실시예들에 적용될 수 있다는 것을 용이하게 인식할 것이다.

**도면의 간단한 설명**

- [0094] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 마스크의 패턴을 평가하기 위한 방법을 나타낸다.
- [0095] 도 2는 본 발명의 실시예에 따라 모멘트 차들을 패턴 차들에 맵핑하는 맵핑 함수를 생성하는 단계를 나타낸다.
- [0096] 도 3은 공칭 패턴과 평가 패턴을 나타낸다.
- [0097] 도 4는 본 발명의 실시예에 따라, 마스크의 패턴을 평가하기 위한 시스템을 나타낸다.

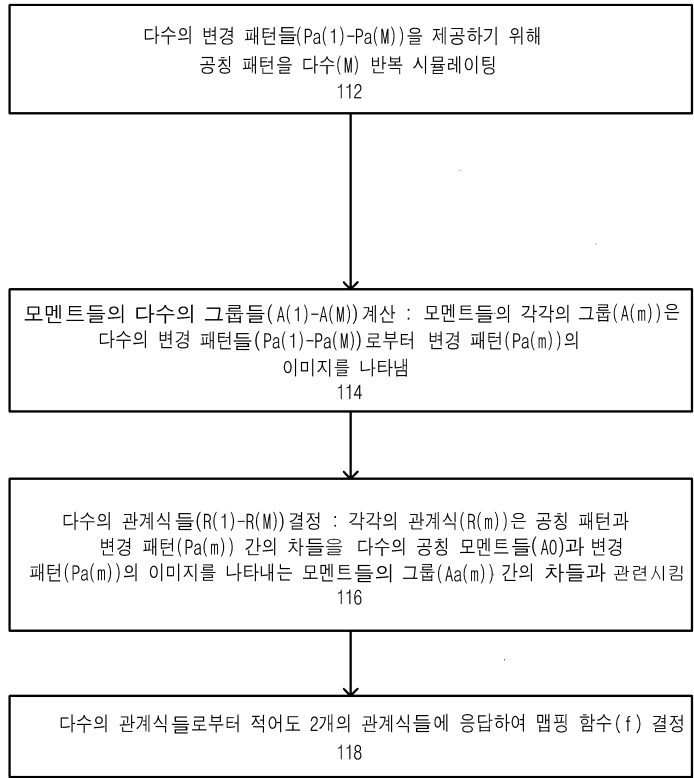
**도면**

**도면1**



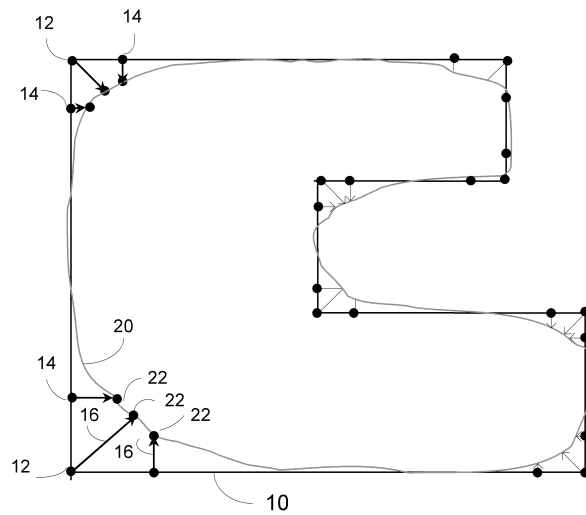
100

도면2

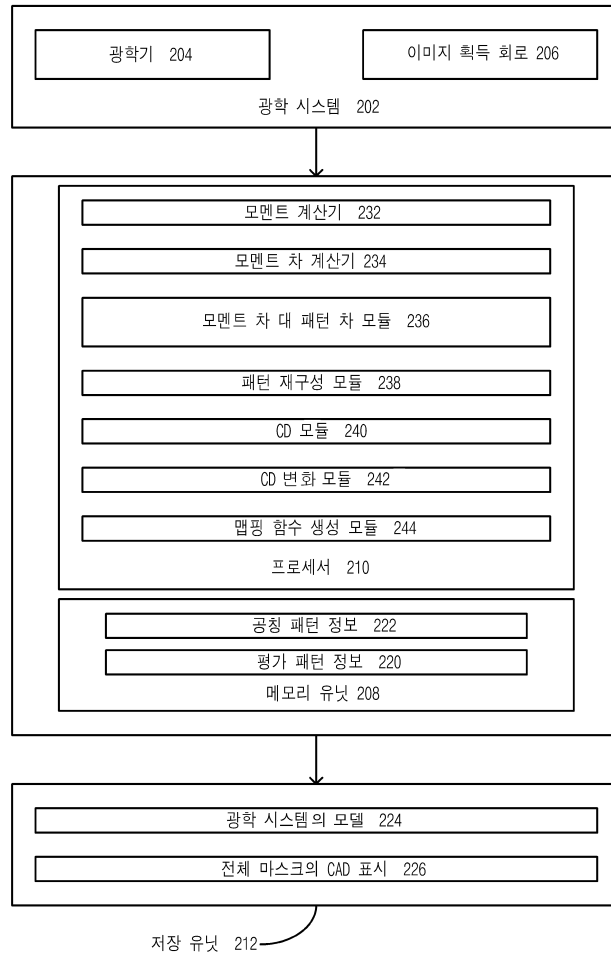


110

도면3



도면4



200