

명세서

청구범위

청구항 1

몰드를 기판 상의 임프린트 재료와 접촉시켜 상기 기판 상에 패턴을 형성하는 임프린트 장치로서,

상기 몰드와 상기 기판 상의 샷 영역을 열라인먼트하도록 상기 몰드와 상기 샷 영역 간의 상대 위치가 계측되는 열라인먼트 계측, 및 상기 몰드를 이용하여 상기 기판 상의 다른 샷 영역 내에 이미 형성된 제1 패턴과 상기 제1 패턴의 하부의 제2 패턴 간의 상대 위치가 계측되는 오버레이 계측을 실행하도록 구성된 계측 유닛과,

상기 계측 유닛을 제어하도록 구성된 제어 유닛을 포함하고,

상기 제어 유닛은, 상기 계측 유닛이 상기 열라인먼트 계측과 상기 오버레이 계측을 병행하여 실행하도록 구성되고,

상기 열라인먼트 계측을 위한 열라인먼트 마크와 상기 오버레이 계측을 위한 오버레이 계측 마크가 상기 계측 유닛에 포함된 광학계의 시야 내에 있는 상태에서, 상기 계측 유닛이 상기 열라인먼트 마크와 상기 오버레이 계측 마크를 검출하는, 임프린트 장치.

청구항 2

몰드를 기판 상의 임프린트 재료와 접촉시켜 상기 기판 상에 패턴을 형성하는 임프린트 장치로서,

상기 몰드와 상기 기판 상의 샷 영역을 열라인먼트하도록 상기 몰드와 상기 샷 영역 간의 상대 위치가 계측되는 열라인먼트 계측, 및 상기 몰드를 이용하여 상기 기판 상의 다른 샷 영역 내에 이미 형성된 제1 패턴과 상기 제1 패턴의 하부의 제2 패턴 간의 상대 위치가 계측되는 오버레이 계측을 병행하여 실행하도록 구성된 계측 유닛과,

상기 계측 유닛이 상기 열라인먼트 계측과 상기 오버레이 계측을 병행 실행하게끔 상기 계측 유닛을 제어하도록 구성된 제어 유닛을 포함하고,

상기 제어 유닛은, 상기 계측 유닛이 상기 기판 상의 층에 형성된 열라인먼트 마크 및 상기 몰드 상의 열라인먼트 마크에 기초하여 상기 열라인먼트 계측을 실행하도록 구성되고,

상기 제어 유닛은 상기 계측 유닛이 오버레이 계측 마크에 기초하여 상기 오버레이 계측을 실행하도록 구성되고,

상기 오버레이 계측 마크는, 상기 다른 샷 영역에 대하여, 상기 층에 형성된 상기 열라인먼트 마크, 및 상기 몰드 상의 열라인먼트 마크에 의해 상기 기판 상의 상기 층 위의 층에 형성된 마크로 구성되는, 임프린트 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제어 유닛은, 상기 계측 유닛이 내부에 포함되어 있는 스코프를 사용하여 상기 열라인먼트 계측과 상기 오버레이 계측을 병행 실행하도록 구성된, 임프린트 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제어 유닛은, 상기 오버레이 계측이 실시되는 샷 영역이 상기 열라인먼트 계측이 실시되는 샷 영역에 인접한 샷 영역으로 되도록 구성된, 임프린트 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제어 유닛은, 상기 오버레이 계측이, 상기 패턴이 상기 기판 상의 마지막 샷 영역 상에 형성된 후에 상기 오버레이 계측을 아직 실시하지 않은 샷 영역에 대해 실행되도록 구성된, 임프린트 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제어 유닛은, 상기 오버레이 계측에 이용되는 상기 기판 상의 마크가 상기 얼라인먼트 계측에 이용되는 기판 상의 마크와 상이하도록 구성된, 임프린트 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제어 유닛은, 상기 오버레이 계측에 이용되는 상기 기판 상의 마크가 상기 얼라인먼트 계측에 이용되는 기판 상의 마크와 동일해지도록 구성된, 임프린트 장치.

청구항 8

물품을 제조하는 방법으로서,

임프린트 장치를 이용하여 기판 상에 패턴을 형성하는 단계; 및

상기 패턴이 형성되어 있는 상기 기판을 가공하는 단계를 포함하고,

상기 임프린트 장치는, 몰드를 기판 상의 임프린트 재료와 접촉시켜 상기 기판 상에 패턴을 형성하고,

상기 임프린트 장치는,

상기 몰드와 상기 기판 상의 샷 영역을 얼라인먼트하도록 상기 몰드와 상기 샷 영역 간의 상대 위치가 계측되는 얼라인먼트 계측, 및 상기 몰드를 이용하여 상기 기판 상의 다른 샷 영역 내에 이미 형성된 제1 패턴과 상기 제1 패턴의 하부의 제2 패턴 간의 상대 위치가 계측되는 오버레이 계측을 실행하도록 구성된 계측 유닛과,

상기 계측 유닛을 제어하도록 구성된 제어 유닛을 포함하고,

상기 제어 유닛은, 상기 계측 유닛이 상기 얼라인먼트 계측과 상기 오버레이 계측을 병행하여 실행하도록 구성되고,

상기 얼라인먼트 계측을 위한 얼라인먼트 마크와 상기 오버레이 계측을 위한 오버레이 계측 마크가 상기 계측 유닛에 포함된 광학계의 시야 내에 있는 상태에서, 상기 계측 유닛이 상기 얼라인먼트 마크와 상기 오버레이 계측 마크를 검출하는, 물품 제조 방법.

청구항 9

제2항에 있어서,

상기 제어 유닛은, 상기 오버레이 계측이 실시되는 샷 영역이 상기 얼라인먼트 계측이 실시되는 샷 영역에 인접한 샷 영역으로 되도록 구성된, 임프린트 장치.

청구항 10

제2항에 있어서,

상기 제어 유닛은, 상기 오버레이 계측이, 상기 패턴이 상기 기판 상의 마지막 샷 영역 상에 형성된 후에 상기 오버레이 계측을 아직 실시하지 않은 샷 영역에 대해 실행되도록 구성된, 임프린트 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본원 발명은 임프린트 장치 및 상기 임프린트 장치를 이용하여 물품을 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 임프린트 기술들은, 원판(original)으로서, 미세 패턴이 상부에 형성된 몰드를 이용하여 실리콘 웨이퍼 또는 유리 플레이트 등의 기판 상에, 미세 패턴을 형성하기 위한 광학 노광 장치(optical exposure apparatus)를 이용한다. 미세 패턴은 기판 상으로 수지(임프린트 재료)를 도포/분산 또는 퍼복함으로써, 그리고 몰드의 패턴을 수지와 접촉한 상태로 유지하면서 수지를 경화시킴으로써 형성된다.
- [0003] 임프린트 기술은 열 사이클 방법 및 광-경화(photo-curing) 방법을 포함한다. 열 사이클 방법에서, 열가소성 수지가 유리 전이 온도 이상의 온도까지 가열되고, 수지의 유동성이 높게 유지되는 상태에서 몰드가 수지와 접촉된다. 수지가 냉각에 의해 경화된 후에, 몰드가 경화된 수지로부터 분리되고, 광-경화 방법에서, 석영 등의 광학적으로 투명한 재료로 제조된 몰드가 수지와 접촉되어 유지되는 동안, 자외선을 수지에 조사하여 수지를 경화시키고, 몰드를 경화된 수지로부터 분리한다. 열 사이클 방법은 온도 제어와 연관된 인자들로 인해서 전사(transfer) 시간이 길어지고, 온도 변화로 인해 크기 정확도 또는 위치 정확도가 저하된다. 반면에, 광-경화 방법은 그러한 단점들을 갖지 않고, 그에 따라 반도체 디바이스의 대량 생산에 유리하게 적용된다.
- [0004] 오늘날까지, 여러 가지 임프린트 장치들이 수지 경화 방법들 및 이용 목적에 따라서 실제로 이용되고 있다. 예를 들어, 반도체 디바이스들의 대량 생산을 위한 장치를 가정하면, 제트-앤파-플래시(jet-and-flash) 임프린트 리소그래피(이하에서, J-FIL로서 약칭된다)라고 지칭되는 기법을 실행하는 장치가 효과적이다. J-FIL에 적합한 임프린트 장치가 M. Colburn 등의: "Step and flash imprint lithography: a new approach to high resolution patterning", Proc. SPIE 3676 "Emerging Lithographic Technologies III" (1999) 379 (비특허문현 1)에 개시되어 있다. 그러한 임프린트 장치는 기판 스테이지, 도포기, 임프린트 헤드, 광 조사 시스템, 및 위치 얼라인먼트 마크 검출 기구를 포함한다. 임프린트 동작은, 노광 장치에서와 같이, 스텝-앤파-리피트(step-and-repeat) 기법에 의해 실시된다.
- [0005] 통상적인 임프린트 장치에서의 얼라인먼트 동작이 이하의 방식으로 실행된다. 얼라인먼트 마크들이 기판 및 몰드 상에 형성된다. 기판 상에서의 각각의 샷(shot) 영역에 대한 임프린트 동작의 시작시에, 첫 번째로, 몰드가 수지와 접촉된다. 몰드 상에 형성된 얼라인먼트 마크들은 처리되어야 할 샷 영역 내에 형성된 마크들과 현미경 시스템을 통해서 관찰된다. 몰드 및 기판들이 검출된 시프트량(amount of shift)을 기초로 얼라인먼트되며, 수지가 경화된다. 경화 동작 후에, 몰드가 기판으로부터 분리되고, 프로세스가 다음 샷 영역으로 시프트된다.
- [0006] 전술한 프로세스들은 모든 샷 영역들에 대해서 실행된다. 얼라인먼트가 각각의 샷 영역에 대해서 실행되는 기법이 일반적으로 다이-바이-다이(die-by-die)(DxD) 얼라인먼트 기법이라고 지칭되고, 임프린트 장치들에서 널리 이용된다. 무아레(moire) 기법이 실제 얼라인먼트 방법으로서 이용될 수 있다. 무아레 기법은 공지되어 있는데, 이는 X-ray 노광 장치가 개발되어 있고, 예를 들어, 미국 특허 제 7,630,067 호(특허문현 1) 및 E. E. Moon 등의: "Application of interferometric broadband imaging alignment on an experimental x-ray stepper", J. Vac. Sci. Technol. B 16(6), Nov/Dec (1998) 3631 (비특허문현 2)에 기술되어 있기 때문이다.
- [0007] 본원 명세서에서, 몰드의 패턴을 수지와 접촉시키고, 수지를 경화시켜 이러한 패턴을 수지로 전사하는 동작을, 이하에서, 임프린팅 또는 임프린트 동작으로 지칭할 것이라는 점에 유의한다. 또한, 기판 상에서 규정되고 한번의 임프린트 동작에 의해 패턴이 형성되는 영역을, 이하에서, 샷 영역으로 지칭할 것이다. 하나의 샷 영역이 하나 또는 복수의 칩을 포함한다. 칩은 디바이스 제조를 위해 최종적으로 패키징된다.
- [0008] 통상적인 광학 노광 장치에서 채용된 얼라인먼트 기법은 글로벌(global) 얼라인먼트로서 지칭되며, 여기에서 얼라인먼트는 미리 기판 상에 형성된 격자(grid)에 대해 정확하게 실행된다. 글로벌 얼라인먼트 기법에서, 레티클(reticle) 및 기판의 위치들이 레이저 간섭계 또는 인코더에 의해 장치 기준(reference)에 대해 모니터링되고, 그에 따라 그들을 얼라인먼트시킨다. 이러한 경우에, 실제적으로 얇은 레티클 및 기판의 위치들을 직접적으로 모니터링하는 것이 어렵다. 따라서, 레티클 및 기판을 유지하는 레티클 척(chuck) 및 기판 척의 위치들이 각각 모니터링된다. 이는, 시스템이 레티클 및 기판을 레티클 척 및 기판 척 각각에 대해서 단단하게 고정하여, 그들의 위치가 시프트하는 것을 방지할 것을 필요로 한다.
- [0009] 그러나, 임프린팅의 경우에, 몰드를 기판 상의 수지와 접촉시키기 위해서 뿐만 아니라, 몰드를 경화된 수지로부터 분리하기 위해, 상당한 힘이 기판과 몰드 사이에 가해진다. 기판과 관련하여, 예를 들어, 진공 흡입에 의해 기판이 기판 척에 의해 쳐킹되지만, 수지로부터의 몰드의 분리 절차시 기판이 잡아 당겨질 수 있고, 기판 척과 기판 사이의 나노미터 레벨의 상대 위치 변화를 초래할 수 있다. 기판 척과 기판 사이의 상대 위치가 수지로부터의 몰드의 분리 절차시 변화되는 경우에, 상대 위치의 변화가 없는 것으로 가정하기 때문에 글로벌 얼라인먼트 기법은 채용될 수 없다. 그에 따라, 기판 척 상에서의 기판의 이동이 보상될 수 있도록 몰드 및 기판이

각각의 샷 내에서 열라인먼트되는 다이-바이-다이 기법이 임프린팅에서 유리하다.

[0010] 광학 노광 장치에서 사용되는 글로벌 열라인먼트 대신에, 전술한 특별한 이유 때문에 다이-바이-다이 기법이 임프린팅에서 채용된다. 그러나, 다이-바이-다이 기법은 큰 규모(full scale)의 반도체 대량 생산에 대해서 통상적인 열라인먼트 동작에서 거의 이용되지 않는다. 이하의 문제가 발생된다.

[0011] 글로벌 열라인먼트 기법에서, 기판 상에 미리 형성된 격자가 이용되기 때문에, 글로벌 열라인먼트 후에 새로운 격자가 형성되는 샷 영역들이, 격자들이 매칭된 상태로 그들 사이에 강력한 상관 관계를 갖는다. 그러나, 다이-바이-다이 기법에서, 열라인먼트 및 임프린트 동작들이 각각의 샷에 대해서 반복되기 때문에, 샷 영역들은 열라인먼트 후에 이전의 격자들 사이에 상관 관계를 갖지 않으며, 이는 다이-바이-다이 시스템에서는 격자 형성 개념이 존재하지 않기 때문이다.

[0012] 통상적인 글로벌 열라인먼트 기법에서, 기판 상의 전체 샷들의 열라인먼트 상태는 전술한 상관 관계를 기초로 유추에 의해 결정될 수 있다. 기판의 열라인먼트 상황은 기판 내의 몇 개의 샷들을 관찰함으로써 검사될 수 있다. 반면, 다이-바이-다이 기법에서, 샷 영역들은 서로 상관 관계를 갖지 않고, 그에 따라 기판 내의 적은 수의 샷들을 샘플링하는 것에 의해 전체 기판의 열라인먼트 상황이 결정될 수 없다. 보다 구체적으로, 모든 샷 영역들을 검사해야 할 필요가 있다. 모든 샷 영역들을 검사하는 것은 시간 및 비용과 관련하여 비현실적이라 할 것이다.

발명의 내용

[0013] 본 발명에서, 개별적인 샷 영역들의 열라인먼트 상황들을 계측하는 데 있어서 유리한 기술이 제공된다.

[0014] 본원 발명의 양태들 중 하나는, 몰드 상에 형성된 패턴이 임프린트 재료와 접촉하여 유지되는 동안에, 임프린트 재료를 경화하여, 상기 패턴을 임프린트 재료 상에 전사하는 임프린트 장치를 제공하고, 상기 장치는 계측 유닛을 포함하고, 상기 계측 유닛은 열라인먼트(alignment) 계측과 오버레이(overlay) 계측을 병행하여 실행하고, 상기 열라인먼트 계측에서는, 몰드와 샷 영역을 열라인먼트시키기 위해, 상기 패턴이 전사되는 기판 상의 샷 영역과 몰드 사이의 상대 위치가 계측되고, 상기 오버레이 계측에서는 몰드를 이용하여 기판 상의 다른 샷 영역 내에 이미 형성된 제1 패턴과 상기 제1 패턴 하부의 제2 패턴 사이의 상대 위치가 계측된다.

[0015] 본원 발명의 다른 특징들은, 첨부 도면들을 참조하여 예시적인 실시예들의 이하의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 기판 상의 샷 영역들의 어레이를 도시한 도면이다.

도 2는 계측 유닛을 구성하는 복수의 스코프(scopes)의 열라인먼트를 도시한 도면이다.

도 3은 임프린트 장치의 배열을 도시한 도면이다.

도 4는 몰드 상에 배열된 열라인먼트 마크, 기판 상에 배열된 열라인먼트 마크, 그들에 의해 형성된 무아레 프린지들(fringes)을 도시한 도면이다.

도 5는 도 1의 점선 프레임에 의해 표시된 영역에 상응하는 도면이다.

도 6a와 도 6b는 스코프들을 통해서 관찰된 무아레 프린지들을 도시한 도면이다.

도 7은 계측 유닛의 개별적인 스코프들을 통해서 관찰된 무아레 프린지들을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 8은 임프린팅의 순서를 도시한 도면이다.

도 9는 마크들의 배열을 도시한 도면이다.

도 10a와 도 10b는 스코프들을 통해서 관찰된 무아레 프린지들을 도시한 도면들이다.

도 11은 마크들의 배열을 도시한 도면이다.

도 12는 스코프들의 배열을 도시한 도면이다.

도 13은 마크들의 배열을 도시한 도면이다.

도 14는 스코프들의 배열을 도시한 사시도이다.

도 15는 마크들의 배열을 도시한 도면이다.

도 16은 스코프들을 통해서 관찰된 무아레 프린지들을 도시한 도면이다.

도 17은 스코프들의 배열을 도시한 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하에서는, 첨부 도면들을 참조하여 본원 발명의 실시예들을 설명할 것이다.

[0018] [제1 실시예]

도 3은 본원 발명의 실시예에 따른 임프린트 장치(100)의 구성을 도시한 도면이다. 임프린트 장치(100)는, 몰드(M) 상에 형성된 패턴이 수지(R)와 접촉된 상태로 유지되는 동안, 웨이퍼 등의 기판(S) 상에 도포된 수지(R)(임프린트 재료)를 경화시키도록, 그에 따라 상기 패턴을 상기 수지(R) 상에 전사하도록 구성된다. 수지(R)는 임프린트 재료의 예들 중 하나이다. 임프린트 장치(100)는, 예를 들어, 임프린트 헤드(10), 기판 스테이지(20), 장치 정반(base plate; 30), 도포기구(40), 경화 유닛(50), 계측 유닛(60), 및 제어 유닛(70)을 포함한다. 기판 스테이지(20)는 기판(S)을 척킹하는 기판 척을 포함한다. 장치 정반(30) 상에 설치되는 기판 스테이지(20)는 기판(S)을 위치시키기 위해 그 내부의 구동 기구를 이용한다. 도포기구(40)는 수지(R)를 기판(S) 상으로 도포한다. 임프린트 헤드(10)는 몰드(M)를 유지하고, 몰드(M) 상의 패턴 영역 내에 형성된 패턴을 기판(S) 상에 도포된 수지(R)와 접촉시킨다. 경화 유닛(50)은, 얼라인먼트의 완료시에, 몰드(M) 상에 형성된 패턴이 기판(S) 상에 도포된 수지(R)와 접촉 상태에 있는 동안 수지(R)를 경화시킨다. 전형적으로, 경화 유닛(50)은 차외선 등의 광으로 수지(R)를 조사한다.

[0020] 계측 유닛(60)은 얼라인먼트 계측 및 오버레이 계측을 병행하여 실행한다. 얼라인먼트 계측은 패턴이 전사되는 샷 영역과 몰드(M) 사이의 상대 위치를 계측하는 것을 의미한다는 점에 유의한다. 얼라인먼트 계측 후, 몰드(M)는 패턴이 전사되는 샷 영역에 얼라인먼트된다. 오버레이 계측은 임프린트된 샷의 상대 위치의 계측을 의미한다. 이는 몰드(M) 상의 임프린트된 제1 패턴과 샷 영역 내의 제2 패턴 사이의 상대 위치를 계측하고, 임프린트된 샷 영역의 얼라인먼트 상태를 확인한다. 임프린트 헤드(10)를 이용하여 몰드(M)를 구동시킴으로써 및/또는 기판 스테이지(20)를 구동시킴으로써, 샷 영역 및 몰드(M)가 얼라인먼트된다. 반도체 디바이스의 형상에 따라서 샷 영역의 크기가 변화되기 때문에, 계측 유닛(60)의 위치는 가변적이다.

[0021] 계측 유닛(60)은, 몰드(M) 상에 형성된 마크 및 기판(S) 상의 각각의 샷 영역에 형성된 마크에 의해 형성된 무아레 프린지들과 같이, 마크들 사이의 상대 위치를 나타내는 정보를 관찰하는 스코프를 포함한다. 그 대신에, 계측 유닛(60)은 몰드(M) 상에 형성된 마크 및 기판(S) 상의 각각의 샷 영역에 형성된 마크를 관찰하는 스코프를 포함한다.

[0022] 제어 유닛(70)은 임프린트 헤드(10), 기판 스테이지(20), 도포기구(40), 경화 유닛(50), 및 계측 유닛(60)을 제어하도록 구성된다. 제어 유닛(70)은, 패턴을 수지(R) 상에 제공하고, 샷 내에 수지를 분산시키고, 얼라인먼트 동작을 실행한 후, 수지를 경화시키는 일련의 동작에 의해, 몰드(M) 상에 형성된 패턴을 기판(S) 상에 도포된 수지(R) 상에 전사하는 임프린트 동작을 제어한다. 제어 유닛(70)은 또한 계측 유닛(60)을 이용하여 관찰된 얼라인먼트 상황(예를 들어, 각각의 샷 영역에 대한 얼라인먼트 오류)을 나타내는 정보를 출력하도록 구성된다.

[0023] 도 1은 기판(S) 상의 샷 영역들의 어레이를 도시한 도면이다. 도 1을 참조하면, 하나의 샷 영역이 6개의 칩 영역들에 의해 형성된다. 각각의 샷 영역은 "(x, y)"에 의해 표시되고, "(x, y)-"의 뒤에 기재된 각각의 숫자는 하나의 샷 영역을 형성하는 복수의 칩들을 식별하는 역할을 한다. 본원 명세서에서, 다음에 임프린트하고자 하는 샷 영역이 (0, 0)으로 규정된다. 8개의 샷 영역들(-1, -1), (-1, 0), (-1, 1), (0, -1), (0, 1), (1, -1), (1, 0), 및 (1, 1)은 샷 영역(0, 0)을 둘러싼다. 도 1을 참조하면, 샷 영역(0, 0)의 하측과 좌측의 샷 영역들(-1, -1), (0, -1), (1, -1), 및 (-1, 0)이 이미 임프린트되어 있다.

[0024] 얼라인먼트 계측에 사용되는 마크들(이하에서, 얼라인먼트 마크들이라고 지칭한다) 및 오버레이 계측에 사용되는 마크들(이하에서, 오버레이 계측 마크들이라고 지칭한다)은 동일할 수 있다. 그러나, 마크 영역을 절약하기 위해, 이들은 서로 상이할 수 있다. 본 실시예에서, 이하에서는, 얼라인먼트 마크들 및 오버레이 계측 마크들이 서로 상이한 것으로 가정한다.

[0025] 제1 실시예에서, 얼라인먼트 마크들 및 오버레이 계측 마크들을 포함하는 마크들이 각각의 샷 영역의 4개의 모서리들에 배열된다. 도 2는 계측 유닛(60)을 구성하는 복수의 스코프(LUX, LUY, LDX, LDY, RUX, RUY, RDX, 및

RDY)의 배열을 도시한다. 스코프(LUX)는 샷 영역의 상부 좌측 모서리를 평면도 방식으로 관찰하도록 배열되어 있고, X-방향을 따른 위치 또는 위치적 시프트를 계측하는 역할을 한다. 스코프(LUY)는 샷 영역의 상부 좌측 모서리를 평면도 방식으로 관찰하도록 배열되어 있고, Y-방향을 따른 위치 또는 위치적 시프트를 계측하는 역할을 한다. 스코프(LDX)는 샷 영역의 하부 좌측 모서리를 평면도 방식으로 관찰하도록 배열되어 있고, X-방향을 따른 위치 또는 위치적 시프트를 계측하는 역할을 한다. 스코프(LDY)는 샷 영역의 하부 좌측 모서리를 평면도 방식으로 관찰하도록 배열되어 있고, Y-방향을 따른 위치 또는 위치적 시프트를 계측하는 역할을 한다. 스코프(RUX)는 샷 영역의 상부 우측 모서리를 평면도 방식으로 관찰하도록 배열되어 있고, X-방향을 따른 위치 또는 위치적 시프트를 계측하는 역할을 한다. 스코프(RUY)는 샷 영역의 상부 우측 모서리를 평면도 방식으로 관찰하도록 배열되어 있고, Y-방향을 따른 위치 또는 위치적 시프트를 계측하는 역할을 한다. 스코프(RDX)는 샷 영역의 하부 우측 모서리를 평면도 방식으로 관찰하도록 배열되어 있고, X-방향을 따른 위치 또는 위치적 시프트를 계측하는 역할을 한다. 스코프(RDY)는 샷 영역의 하부 우측 모서리를 평면도 방식으로 관찰하도록 배열되어 있고, Y-방향을 따른 위치 또는 위치적 시프트를 계측하는 역할을 한다.

[0026]

복수의 스코프(LUX, LUY, LDX, LDY, RUX, RUY, RDX, 및 RDY)를 포함하는 계측 유닛(60)은, 도 3에 도시된 바와 같이, 광이 경화 유닛(50)으로부터 수지(R) 상으로 유도되는 것을 차단하지 않도록, 예를 들어, 리트로(Litrow) 배열을 갖는다. 즉, 계측 유닛(60)의 각 스코프는 마크 상으로 광을 비스듬하게 투사하도록 구성되고, 그리고 투사되는 방향을 따라서 역으로 시프트하여 다가오는 광을 관찰한다. 도 4는, Y-방향을 따른 몰드(M)와 기판(S) 사이의 위치적 시프트를 계측하기 위해, 몰드(M) 상에 배열된 얼라인먼트 마크(TA)와 기판(S) 상에 배열된 얼라인먼트 마크(WA)를 도시한다. 얼라인먼트 마크(WA)에서, 그레이팅(grating)이 리트로 배열에 상응하여 X-방향을 따라 꾀치(Ph)로 형성된다. 그레이팅은 또한 계측 방향으로서 Y-방향을 따라 형성되고, 그리고 몰드(M)와 기판(S) 사이의 시프트량을 계측하기 위해 얼라인먼트 마크들(WA 및 TA)에 의해 형성된 무아래 프린지들의 위상이 검출된다. 따라서, 얼라인먼트 마크(WA)는 X-방향 및 Y-방향의 그레이팅들이 직각으로 교차하는 체커보드 마크이다.

[0027]

도 5는 도 1의 점선형 프레임으로 표시된 영역에 상응한다. 도 5는, 샷 영역(0, 0)이 몰드(M)와 얼라인먼트되고, 그리고 그 샷 영역을 임프린트하고자 하는 상황을 도시한다. 샷 영역(-1, 0)은 이미 임프린트되었다. 샷 영역(-1, 1) 및 샷 영역(0, 1)은 아직 임프린트되지 않았다. 샷 영역(0, 0)의 제1 칩이 (0, 0)-1로서 규정된다. 샷 영역(0, 0)의 제2 칩이 (0, 0)-2로서 규정된다. 칩들 사이에 그리고 샷들 사이에 규정된 밴드-형상의 영역들은 칩들을 절단하는 데 이용되는 스크라이브(scribe) 라인들로서의 역할을 한다.

[0028]

도 5를 참조하면, 직사각형 프레임으로 표시된 부분(예를 들어, (-1, 0)-RUX)은 도 4에 도시된 기판(S) 상의 얼라인먼트 마크를 나타낸다. 얼라인먼트 마크를 나타내는 참조 부호의 "(x, y)"는 얼라인먼트 마크를 갖는 샷 영역을 나타낸다. 참조 부호의 "-"에 후속하는 3개의 알파벳 문자들은 샷 영역 내의 위치와 계측 방향(X 또는 Y)을 나타낸다.

[0029]

도 5를 다시 참조하면, 실선 또는 점선의 타원형 프레임에 의해 표시된 부분(예를 들어, (-1, 0)-RUVX)은 오버레이 계측 마크를 나타낸다. 실선의 타원형 프레임은 마무리된(즉, 임프린트된) 오버레이 계측 마크를 나타내고, 점선의 타원형 프레임은 마무리되지 않은 오버레이 계측 마크를 나타낸다. 오버레이 계측 마크를 나타내는 참조 부호의 "(x, y)"는 오버레이 계측 마크를 갖는 샷 영역을 나타낸다. 참조 부호의 "-"에 후속하는 4개의 알파벳 문자들은, 샷 내의 위치와, 오버레이 마크 인디케이터와, 계측 방향(X 또는 Y)을 나타낸다. "V"는 오버레이 계측 마크를 나타낸다는 점에 유의한다. 오버레이 계측 마크는 몰드(M)로부터 임프린트된 마크와, 기판(S) 내에 형성된 마크를 포함한다. 오버레이 계측 마크는 임프린트 동작에 의해 몰드의 마크를 기판의 각각의 샷 내에 형성된 마크 상에 중첩시킴으로써 마무리된다. 이들은 오버랩되어 무아래 프린지들을 형성한다.

[0030]

도 5에 도시된 예에서,

[0031]

(a) 임프린트하고자 하는 샷 영역(0, 0) 내의 얼라인먼트 마크((0, 0)-LUY), 그리고 그에 상응하는 몰드(M) 상의 얼라인먼트 마크, 그리고

[0032]

(b) 샷 영역(0, 0)에 인접한 샷 영역(-1, 0) 내의 오버레이 계측 마크((-1, 0)-RUVY)가 공통 스코프(예를 들어, 스코프(LUY))의 시야 내에 존재한다.

[0033]

그러나, 이러한 조건이 필수적인 것이 아니고, 그리고 이러한 얼라인먼트 마크 및 오버레이 계측 마크는 다른 스코프들을 통해서 병행하여 관찰될 수 있다.

[0034]

얼라인먼트 및 오버레이의 병행 계측은 동시 동작으로 제한되지 않는다는 점에 유의한다. 예를 들어, 얼라인먼

트 계측은 몰드가 샷 영역 내의 수지와 접촉한 후에 실행될 수 있고, 그리고 오버레이 계측은 수지가 경화되는 동안에 실행될 수 있다. 또한, 몰드가 수지와 접촉되는 동안에는 오버레이 계측 및 열라인먼트 계측을 순차적으로 실행하고, 이어서 경화를 행함으로써, 임프린트 동작이 이루어질 수 있다. 어느 경우에서도, 열라인먼트 계측 및 오버레이 계측은, 임프린트하고자 하는 샷 영역으로 패턴을 전사하는 일련의 프로세스들 동안에 실행되기만 하면 된다.

[0035] 임프린트 기술에서, 광학 노광 기술과 달리, 현상 없이 3-차원적인 패턴이 기판 상에 형성될 수 있다. 따라서, 이러한 실시예에서, 계측 유닛(60)은 패턴을 전사하고자 하는 샷 영역과 몰드(M) 사이의 상대 위치와, 몰드(M)로 기판(S) 상의 다른 샷 영역 내에 이미 임프린트된 제1 패턴과 기판(S)의 샷 영역 상의 제2 패턴 사이의 상대 위치를 계측한다. 다시 말해서, 이러한 실시예에서, 샷을 임프린팅하기 위한 열라인먼트 계측이 실행되는 동안, 이미 임프린트된 다른 샷 영역의 오버레이 계측이 확인된다. 열라인먼트 및 오버레이 계측이 가장 효과적으로 실행될 때, 마지막 임프린팅 샷의 열라인먼트 계측이 완료되는 순간에, 마지막 샷 영역 이외의 샷 영역에 대한 오버레이 계측이 완료된다. 마지막 샷 영역에 대한 오버레이 계측은 마지막 샷 임프린팅의 완료 후에 실행될 수 있다. 마지막 샷 임프린팅이 행해지는 순간에 마지막 샷 영역을 제외하고 아직 오버레이 계측이 이루어지지 않은 샷 영역이 남아 있을 때, 오버레이 계측은 이러한 샷 영역에 대해서도 실행될 수 있다는 점에 유의한다.

[0036] 도 6a는 도 5의 길고 2개의 짧은 교호적인 점선에 의해 표시된 관찰 시야를 갖는 스코프(LUY)를 통해서 관찰된 무아레 프린지들을 도시한다. 샷 영역(0, 0) 내의 임프린트 동작 시에, 도 6a의 하측에 도시된 무아레 프린지들이 몰드(M)의 상부 좌측의 Y-방향 내의 열라인먼트 마크, 그리고 기판(S)의 샷 영역(0, 0) 내에 이미 형성된 열라인먼트 마크((0, 0)-LUY)에 의해 형성된다. 이들 무아레 프린지들은 이러한 2개의 열라인먼트 마크들 사이의 시프트를 나타내고, 그리고 몰드(M)와 샷 영역(0, 0) 사이의 상대 위치가 기판 스테이지(20)의 내부 구동 기구에 의해 조정된다. 이러한 무아레 프린지들은, 기판 스테이지(20)에 의한 몰드(M)와 샷 영역(0, 0) 사이의 상대 위치의 조정 시에 변화된다. 도 6a의 상측에 도시된 무아레 프린지들은 샷 영역(-1, 0)의 임프린트 동작에 의해 형성된 오버레이 계측 마크((-1, 0)-RUVY)에 의해 형성된다. 이러한 무아레 프린지들은 샷 영역(-1, 0)의 열라인먼트 상황(오버레이 오류)을 나타낸다. 이러한 무아레 프린지들은 샷 영역(-1, 0) 내의 임프린트 동작에 의해 이미 형성되고 그리고 고정된 것이고, 그에 따라 그들의 상태는 몰드(M)와 샷 영역(0, 0) 사이의 상대 위치가 기판 스테이지(20)의 내부 구동 기구에 의해 조정되는 경우에도 동일하게 유지된다.

[0037] 제1 실시예에서, 2개의 무아레 프린지들이 공통 스코프(LUY)의 시야 내에서 동시에 관찰된다. 무아레 프린지들 중 하나는 몰드(M)와 기판(S) 사이의 현재의 상대 위치를 나타내고, 다른 하나는 이전의 임프린트의 오버레이 상황이다.

[0038] 이전의 임프린트 동작시의 오버레이 계측 마크의 시프트량이 작기 때문에, 오버레이 계측 마크의 영역은 열라인먼트 마크의 영역보다 작을 수 있다. 그에 따라, 열라인먼트 마크 및 오버레이 계측 마크로서 다른 마크들을 이용하여 관찰 시야를 저감시키는 것이 바람직하다. 이는, 2개의 마크들이 하나의 스코프의 시야 내에 용이하게 위치될 수 있게 한다.

[0039] 도 6b는 스코프(RUY)를 통해서 관찰되는 무아레 프린지를 도시한다. 샷 영역(0, 0) 내에서의 임프린트 동작시에, 도 6b의 상측에 도시된 무아레 프린지는 몰드(M)의 상부 우측에서 Y-방향을 따른 열라인먼트 마크, 그리고 샷 영역(0, 0) 내에 이미 형성된 열라인먼트 마크((0, 0)-RUY)에 의해 형성된다. 이러한 무아레 프린지는 이들 2개의 열라인먼트 마크들 사이의 시프트를 나타내고, 그리고 몰드(M)와 샷 영역(0, 0) 사이의 상대 위치는 기판 스테이지(20)의 내부 구동 기구에 의해 조정된다. 몰드(M)와 샷 영역(0, 0) 사이의 상대 위치에 의해, 무아레 프린지가 변화된다. 도 6b의 하측에서, 오버레이 계측 마크((1, 0)-LUVY) 위치로부터는 무아레 프린지가 관찰되지 않는다. 이러한 실시예에서, 샷 영역(0, 0) 이후에 샷 영역(1, 0)이 임프린트되며, 그에 따라 오버레이 계측 마크((1, 0)-LUVY)는 샷 영역(0, 0) 임프린팅시 마무리되지 않는다. 그에 따라, 이러한 경우에, 오버레이 계측 마크((1, 0)-LUVY)로부터 무아레 프린지가 관찰될 수 없으며, 그에 따라 샷 영역(1, 0)의 오버레이 계측이 실행될 수 없다. 샷 영역(1, 0)이 임프린트된 후에 샷 영역(1, 0)의 오버레이 계측이 실행될 수 있다. 예를 들어, 샷 영역(2, 0)의 열라인먼트 중 행해질 수 있다.

[0040] 도 7은 샷 영역(0, 0) 임프린팅시 계측 유닛(60)의 개별적인 스코프들을 통해서 관찰되는 무아레 프린지들을 개략적으로 도시한다. 모든 스코프는 열라인먼트 계측 마크들에 의해 형성되는 무아레 프린지들을 관찰한다. 우측 및 상측들 상의 샷 영역들 내의 오버레이 계측 마크들은 아직 임프린트되지 않으며, 그에 따라 오버레이 계측은 샷 영역(0, 0) 임프린팅 중에 이들 샷 영역들에 대해서 실행될 수 없다. 오버레이 계측의 목적은 임프린

트된 샷 영역의 얼라인먼트 상황을 모니터링하는 것이다. 따라서, 하나의 샷 내의 X 및 Y 방향으로의 하나 이상의 오버레이 계측은 오버레이 상황을 체크하기 위한 우수한 인디케이터일 수 있다.

[0041] 기판 상의 복수의 샷 영역들로 패턴을 전사하기 위해, 몰드가 샷 영역과 얼라인먼트되는 동안 몰드를 수지와 접촉시키고, 노광을 실행하고, 몰드를 수지로부터 분리시키고, 다음 샷 영역으로의 스텝 이동을 실행하는 일련의 프로세스들이 반복된다. 이들 중에, 몰드가 샷 영역과 얼라인먼트되는 동안 몰드를 수지와 접촉시키는 프로세스(이하에서, 접촉 프로세스라고 간단히 지칭한다)가 가장 긴 시간을 필요로 한다. 전형적으로, 접촉 프로세스는 초 단위의 시간을 필요로 하고, 이는 임프린트 장치의 생산량(throughput)을 제한하는 최대 인자가 된다. 얼라인먼트 동작 중에 인접 샷의 오버레이 계측이 병행되는 경우, 이는 임프린트 장치의 생산량을 저하시키지 않는다. 오버레이 계측에서 관찰된 무아레 프린지들이 이미 고정되었기 때문에, 레지스트 분산 등의 얼라인먼트 동작의 실행과 연관된 인자들의 영향이 없는 안정적인 오버레이 계측이 실행될 수 있다.

[0042] 좌측 스크라이브 라인 상의 바람직한 배열 중 하나가 도 5에 도시되어 있다. 마크들((-1, 0)-RUY, (0, 0)-LUVY, (-1, 0)-RUVY, 및 (0, 0)-LUY)이 샷 영역(0, 0)의 스크라이브 라인 상에 서로 인접하여 있다. 보다 일반적으로, 임프린트 후 기판 상의 인접한 위치에 있는 인접한 샷의 얼라인먼트 마크와 오버레이 마크를 배열하는 것이 바람직하다. 얼라인먼트 마크, 오버레이 계측 마크, 오버레이 계측 마크, 및 얼라인먼트 마크의 순서대로 2가지 타입의 마크들을 교대로 배열하는 것이 바람직하다. 그러한 배열의 이용으로 인해서, 비교적 작은 시야를 갖는 공통 스코프들을 통해서 2가지 타입의 마크들을 동시에 관찰할 수 있게 된다.

[0043] 오버레이 계측 마크의 구성으로서, 도 4에 도시된 마크 뿐만 아니라, 여러 가지 변형들이 또한 이용가능하다. 무아레 프린지 검출 시스템의 기법에서, 그레이팅 패턴들에 의해 형성된 마크들 사이의 시프트량이 그레이팅 패턴들의 하나의 피치에 상응하는 값에 도달할 때, 무아레 프린지들이 원래의 상태로 되돌아 간다. 이러한 것을 방지하기 위해, 저 해상도(coarse resolution)를 갖지만 넓은 캡쳐 범위를 갖는 패턴이 부가될 수 있다.

[0044] 샷 레이아웃에 따라, 인접한 샷 영역의 오버레이 계측 마크의 관찰시에 불편함이 발생된다. 도 8은 샷 영역들의 레이아웃의 예를 도시한 도면이다. 웨이퍼 등의 원형 기판 상의 레이아웃에서, 도 8에 도시된 바와 같이, 기판의 외측 형상에 따라 각각의 열(각각의 행) 내에서 샷 영역들의 수가 변화된다. 색이 칠해진 화살표로 표시된 바와 같이, 일반적인 스텝퍼와 마찬가지로 순차적으로 임프린팅이 실행될 때, 샷 영역(2, 2)은 다음에 처리되는 샷 영역(1, 3)에 인접하지 않는다. 그에 따라 샷 영역들(2, 2) 및 (1, 3)은 스크라이브 라인을 공유하지 않는다. 따라서, 샷 영역(2, 2)에서, 오버레이 계측이 얼라인먼트 계측과 병행하여 실행될 수 없다.

[0045] 그에 따라, 속이 빈 화살표로 표시된 바와 같이 정상 임프린트 시퀀스를 손상하지 않고, 임프린팅의 순서가 (0, 2) \rightarrow (2, 2) \rightarrow (1, 2) \rightarrow (1, 3)으로 변경될 때, 임프린팅된 샷 영역들의 오버레이 상황이 확인될 수 있다. 샷 영역(1, 2)에서, 오버레이 계측이 이미 임프린팅된 샷 영역들(0, 2), (2, 2) 및 (1, 1)에 대해서 실행될 수 있다. 오버레이 계측에서, 임프린팅 이전에 대각선 방향 이동을 필요로 하는 샷 영역들은 검출 문제를 야기한다. 그에 따라 X- 방향 및 Y-방향만으로의 스텝 이동이 바람직하다.

[0046] 오버레이 계측은 임프린팅 이전에 행해질 수 없으므로, 마지막 샷 영역이 예외적이라는 점에 유의한다. 임프린팅의 종료 후에 마지막 샷 영역에 대해서 특정 오버레이 계측 시퀀스가 실행되어야 하고, 이후 기판이 임프린트 장치 외부로 언로딩(unload)된다.

[0047] 전술한 동작은 마지막 샷 영역에서의 특정 시퀀스를 필요로 한다. 그러나, 이러한 실시예에 따라서, 모든 임프린트된 샷 영역들의 얼라인먼트 상황이 언로딩 시에 결정될 수 있다. 웨이퍼 처리를 위한 총 프로세스 시간을 절약하기 위해, 오버레이에 대한 특정한 독립적 체크 동작을 취할 필요는 없다. 오버레이 계측 결과는 호스트 컴퓨터로 전달될 수 있다. 임프린트된 기판으로부터 비정상적인 오버레이 값이 검출되지 않은 경우, 다음 에칭 프로세스로 전달된다. 비정상적인 값이 검출되는 경우, 재작업(rework) 프로세스로 전달된다. 또한, 만약 비정상적인 값들이 연속적으로 검출된다면, 경고 정보의 출력과 함께 몰드 교환 등의 임의의 처리가 취해질 수 있다.

[0048] [제2 실시예]

[0049] 본원 발명의 제2 실시예에 대해서 설명할 것이다. 제1 실시예와 동일한 제2 실시예의 구체적인 내용에 대해서는 본원에서 특별하게 언급하지 않는다. 제2 실시예에서, 임프린트된 얼라인먼트 마크들이 또한 오버레이 계측에 이용된다. 즉, 제2 실시예에서, 동일한 마크가 얼라인먼트 마크 및 오버레이 계측 마크 모두로서의 역할을 한다. 도 9는 샷 영역(0, 0)이 몰드(M)와 얼라인먼트되고, 임프린트되는 상황을 도시한다. 도 9는 도 1의 점선형 프레임에 의해 표시된 영역에 상응한다는 점에 유의한다. 샷 영역(-1, 0)은 이미 임프린트된 반면, 샷 영

역(-1, 1) 및 (0, 1)은 아직 임프린트되지 않았다.

[0050] 샷 영역(-1, 0)의 임프린트 동작에 의해, 몰드(M)를 이용하여, 중첩 중에, 기판(S) 상에 이미 형성되어 있는 얼라인먼트 마크 상에 새로운 오버레이 마크가 형성된다. 임프린팅에 의해, 얼라인먼트 마크는 몰드와 기판 상의 2개의 얼라인먼트 마크의 중첩에 의해 오버레이 마크로 변환된다. 그에 따라, 도 4의 좌측 및 중심부에 도시된 바와 같이, 2개의 마크들이 이용될 때, 도 4의 우측부에 도시된 바와 같이, 중첩에 의해, 그들의 시프트에 상응하는 무아레 프린지들이 관찰될 수 있다. 예를 들어, 샷 영역(-1, 0)의 임프린트 동작에 의해, 새로운 오버레이 마크가 (-1, 0)-RUY의 위치에 중첩되어 형성된다. 제1 실시예에서의 표기에 따라서, 오버레이 계측 마크((-1, 0)-RUVY)는 임프린트된 얼라인먼트 마크((-1, 0)-RUY)와 동일하다.

[0051] 도 10a는 스코프(LUY)를 통해서 관찰된 무아레 프린지들을 도시한다. 샷 영역(0, 0) 내의 임프린트 동작 중에, 도 10a의 하측에 도시된 무아레 프린지들은, 몰드(M)의 상부 좌측의 Y-방향의 얼라인먼트 마크, 및 샷 영역(0, 0) 내에 형성된 얼라인먼트 마크((0, 0)-LUY)에 의해 형성된다. 이러한 무아레 프린지들은 이러한 2개의 얼라인먼트 마크들 사이의 시프트를 나타내고, 몰드(M)와 샷 영역(0, 0) 사이의 상대 위치가 기판 스테이지(20)의 내부 구동 기구에 의해 조정된다. 몰드(M)와 샷 영역(0, 0) 사이의 상대 위치의 조정에 따라 기판 스테이지(20)의 내부 구동 기구에 의해 이러한 무아레 프린지들이 변화된다.

[0052] 도 10a의 상측에 도시된 무아레 프린지들은 샷 영역(-1, 0) 내의 임프린트 동작에 의해 형성된 오버레이 계측 마크((-1, 0)-RUY)에 의해 형성된다. 이러한 무아레 프린지들은 샷 영역(-1, 0)의 얼라인먼트 상황(오버레이 오류)을 나타내며, 임프린팅에 의해 이미 고정되어 있다. 그에 따라, 이들은 샷 영역(0, 0)에서의 얼라인먼트 동작 중에도 항상 동일한 값을 나타낸다. 이는 안정적인 오버레이 계측을 가능하게 한다.

[0053] 도 10b는 스코프(RUY)를 통해서 관찰된 무아레 프린지들을 도시한다. 샷 영역(0, 0) 내의 임프린트 동작에 의해, 도 10b의 상측에 도시된 무아레 프린지들은, 몰드(M)의 상부 우측의 Y-방향의 얼라인먼트 마크, 및 샷 영역(0, 0) 내에 형성된 얼라인먼트 마크((0, 0)-RUY)에 의해 형성된다. 이러한 무아레 프린지들은 이러한 2개의 얼라인먼트 마크들 사이의 시프트를 나타내고, 몰드(M)와 샷 영역(0, 0) 사이의 상대 위치가 기판 스테이지(20)의 내부 구동 기구에 의해 조정된다.

[0054] 도 10b의 하측에 도시된 샷 영역(1, 0)의 오버레이 계측을 위한 무아레 프린지들은 샷 영역(1, 0)의 임프린트 동작에 의해 형성된다. 샷 영역(0, 0)의 임프린트 동작시, 이들은 아직 임프린트되지 않는다. 그에 따라, 도 10b의 하측에는 무아레 프린지들이 형성되지 않는다.

[제3 실시예]

[0056] 이하에서는, 본원 발명이 제3 실시예에 대해서 설명한다. 제1 실시예와 동일한 제3 실시예의 구체적인 내용에 대해서는 본원에서 특별하게 언급하지 않는다. 제3 실시예에서, 오버레이 계측 마크들 및 얼라인먼트 마크들이 다른 스코프들을 통해서 병행하여 관찰된다. 제1 실시예에서 도 5를 참조하여 설명한 바와 같이, 얼라인먼트 마크들 및 오버레이 계측 마크들을 구현하는 몰드를 설계하기 위해, 기판 상에서 얼라인먼트 마크들 및 오버레이 계측 마크들을 교대로 배열하는 것이 바람직하다. 이러한 배열은 스크라이브 라인의 패턴 설계에 상당한 제약을 초래한다. 기판 상에서의 얼라인먼트 마크들과 오버레이 계측 마크들을 교대로 배열하기 위해, 예를 들어, 몰드의 좌측의 얼라인먼트 마크는 몰드의 우측의 오버레이 마크에 의해 동반되어야 한다. 얼라인먼트 마크들 및 오버레이 계측 마크들이 인접한 샷 영역 내에서의 임프린트 동작에 의해 서로 근접하도록, 얼라인먼트 마크들 및 오버레이 계측 마크들이 배열되어야 한다. 제1 실시예의 도 6a 및 6b를 참조하면, 오버레이 계측 마크((-1, 0)-RUVY) 및 얼라인먼트 마크((0, 0)-LUY) 즉, 인접한 샷 영역들의 우측 및 좌측 측부들 상의 마크들이 동시에 관찰된다. 결과적으로, 엿갈린 헤이아웃으로 인해, 몰드의 각 측부는 지그재그 패턴을 형성한다. 임프린팅에서 사용되는 몰드는 메사(mesa)(상단부가 편평한) 구조를 갖고, 메사의 높이는 10 내지 50 μ m이다. 메사를 둘러싸는 지그재그 패턴을 단순화하기 위해, 얼라인먼트 마크들 및 오버레이 계측 마크들이 서로 자유롭게 배열될 수 있는 것이 바람직하다.

[0057] 도 11은 샷 영역(0, 0) 내의 오버레이 계측 마크들((0, 0)-LUVX 및 (0, 0)-LUVY) 그리고 샷 영역(-1, 0) 내의 오버레이 계측 마크((-1, 0)-RUVY)를 도시한다. 영역(A)에서, 오버레이 계측 마크들((0, 0)-LUVY 및 (-1, 0)-RUVY)이 인접한 샷 영역들 내에서 서로 인접하여 배열된다.

[0058] 도 12는 제3 실시예에서의 계측 유닛(60)을 구성하는 복수의 스코프의 배열을 도시한다. 8개의 스코프들(LUVX, LUVY, LDVX, LDVY, RDVX, RDVY, RUVX, 및 RUVY)이 도 2에 도시된 스코프들의 어레이에 부가된다. 샷 영역(0, 0)의 임프린트 동작 중에, 이미 임프린트된 오버레이 계측 마크((-1, 0)-RUDY)가 스코프(LUVY)를 통해서 관찰된

다. 오버레이 계측 마크((-1, 0)-RUDY)를 관찰하기 위해, 스코프(LUVY)의 위치가 조정된다. 다른 스코프들의 위치들이 유사하게 조정된다.

[0059] 도 12에서, 2개의 스코프들이 각 측부에 대해서 부가되었으며, 즉 총 8개의 스코프들이 오버레이 계측 마크들을 관찰하도록 부가되었다. 다른 실시예에서, 오버레이 확인이 각 측부 당 하나의 계측을 체크하는데 충분하다는 가정 하에 하나의 스코프만이 각 측부에 대해서 부가될 수도 있다. 기판의 하단부로부터 상단부까지 임프린트가 행해지면, 임프린트된 오버레이 계측 마크는 임프린트 동작 중에 샷 영역의 상측부에 존재하지 않는다. 따라서, 그러한 경우에, 상측의 오버레이 계측 마크를 관찰하는 스코프는 생략될 수 있다. 스코프의 개수를 저감시키는 것은 비용을 절감시킨다.

[0060] 오버레이 계측 마크들이 항상 샷 영역들 사이에 배열될 필요는 없고, 그리고 그러한 오버레이 계측 마크들이, 도 13에 도시된 바와 같이, 샷 영역 내의 칩들 사이의 스크라이브 라인들 상에 배열될 수 있다. 이러한 경우에, 그러한 오버레이 계측 마크들이 관찰될 수 있도록, 스코프들이 구성된다.

[제4 실시예]

[0062] 계측 유닛(60)의 스코프들이 제1 실시예부터 제3 실시예에서는 몰드(M)에 근접하여 배열되었다. 이들 실시예에서, 경화 유닛(50) 및 계측 유닛(60) 사이의 기계적인 간섭은 위험하다. 그러한 경우에, 예를 들어, 도 14에 도시된 바와 같이, 릴레이 광학 시스템(RL)을 제공함으로써, 스코프들(LUXY, LDXY, RUXY, 및 RDXY)이 몰드(M)로부터 이격될 수 있다. 릴레이 광학 시스템(RL)은 수지를 경화시키는 기능을 갖지만, 도 14에 도시되어 있지는 않다.

[0063] 도 14를 참조하면, 점선형 사각형 프레임에 의해 표시된 위치는 접촉해 있는 몰드(M)와 기판(S)의 공액(conjugate) 평면을 나타낸다. 열라인먼트 마크들 및 오버레이 계측 마크들의 중간 화상들은 릴레이 광학 시스템(RL)에 의해 형성된다. 도 14에 도시된 스코프들의 배열에서, 스코프들(LUXY, LDXY, RUXY, 및 RDXY)의 광축이 기판(S)의 표면에 대해서 수직으로 입사된다. 스코프(LUXY)가 평면도의 샷 영역 내의 상부 좌측 위치에서 X-방향 및 Y-방향을 따른 위치적 시프트를 계측할 수 있다는 점에 유의한다. 스코프(LDXY)는 평면도의 샷 영역 내의 하부 좌측 위치에서 X-방향 및 Y-방향을 따른 위치적 시프트를 계측할 수 있다. 스코프(RUXY)는 평면도의 샷 영역 내의 상부 우측 위치에서 X-방향 및 Y-방향을 따른 위치적 시프트를 계측할 수 있다. 스코프(RDXY)는 평면도의 샷 영역 내의 하부 우측 위치에서 X-방향 및 Y-방향을 따른 위치적 시프트를 계측할 수 있다.

[0064] 기판(S)의 표면에 대해서 수직으로 연장하는 광축을 갖는 광학적 시스템에 의한 암시야(dark field) 검출을 달성하기 위해, 도 14에 도시된 스코프들의 그룹이 동공 주파수 필터링 구성을 갖는 광학적 시스템을 채용할 수 있다. 이러한 스코프들의 그룹은 또한 비스듬한 입사 조명광을 수용하고 그리고 기판(S)의 표면에 대해서 수직으로 연장하는 광축에 의해 그 광을 검출하는 구성, 또는 그 반대의 구성을 취할 수 있다. 조명광의 광축이 기판(S)의 표면에 대해서 수직으로 연장되기 때문에, 명시야(bright field) 관찰이 행해질 수 있다.

[0065] 스코프의 광축이 기판(S)의 표면에 대해서 수직으로 연장될 때, 검출 시스템은 도 3에 도시된 비스듬한 입사로 인한 방향성(directionality)을 갖지 않는다. 리트로 배열에서, 그레이팅 구조의 일 방향은 비스듬하게 입사된 광을 원래의 방향으로 복귀시키는 데 이용된다. 리트로 요건에 수직인 다른 방향은 열라인먼트 마크들 사이의 시프트를 검출하는데 이용된다. 하나의 리트로 배열된 스코프로 X 및 Y 시프트를 동시에 검출하는 것은 어렵다. 스코프의 광축이 기판(S)의 표면에 수직이면, 하나의 시야 내의 X-방향 및 Y-방향의 동시 검출이 가능해진다. 도 14에 도시된 구성에서, 4개의 스코프들은 4개의 위치에서 X-Y 시프트를 검출하는데 충분하다.

[0066] 이러한 스코프 시스템에 의하면, 제1 내지 제3 실시예들에서와 같은 방식으로 배열된 마크들을 관찰할 수 있다. 도 15는, 제2 실시예에서와 같이, 임프린팅 후에 오버레이 계측 마크들로서 열라인먼트 마크들이 이용될 수 있는 모드에 상응하는 배열을 도시한다. 이러한 예에서, 모든 마크들이 Y-방향을 따라 스크라이브 라인들 내에 위치된다. 도 16은 스코프(LUXY)를 통해서 관찰되는 화상들을 도시한다. 도 16에 도시된 바와 같은 무아레 프린지들이 관찰된다. 4개의 무아레 차트들이 스코프(LUXY)의 시야 내에서 관찰될 수 있다. 하측의 2개의 무아레 차트들은 몰드(M)와 기판(S) 사이의 상대 관계를 조정한다. 상측의 2개의 무아레 차트들은 샷 영역(-1, 0)의 오버레이 상황을 나타낸다. 몰드(M) 상의 열라인먼트 마크들은 오버레이 계측 마크들을 형성하기 위해 샷 영역(-1, 0) 내의 열라인먼트 마크들((-1, 0)-RUX 및 (-1, 0)-RUY) 상에 이미 임프린트되어 있다. 이러한 오버레이 계측 마크들에 의해 형성된 무아레 프린지들을 관찰함으로써, 샷 영역(-1, 0) 내의 열라인먼트 오류들이 계측될 수 있다.

[0067] [제5 실시예]

제3 실시예에서와 같이, 얼라인먼트 마크들 및 오버레이 계측 마크들이 서로로부터 이격될 때, 릴레이 광학 시스템(RL)의 이용으로 스코프들의 배열의 주어진 자유도를 생성한다. 도 17은 스코프들의 배열의 예를 도시한다. 도 17에 도시된 배열의 예에서, 오버레이 계측 마크들을 관찰하기 위한 스코프들(LUVXY, LVVXY, RUVXY, 및 RDVXY)이 도 14에 도시된 배열 예에서의 스코프들에 부가되어 배열된다.

[0069] [물품의 제조 방법]

전술한 임프린트 장치를 이용하는 물품 제조 방법을 이하에서 설명할 것이다. 이러한 제조 방법은 전술한 임프린트 장치를 이용하여 기판 상에 수지의 패턴을 형성하는 단계, 그리고 패턴이 상부에 형성된 기판을 가공(예를 들어, 에칭)하는 단계를 포함한다. 물품은 반도체 디바이스, 액정 디스플레이 디바이스, 또는 마이크로머신과 같은 디바이스일 수 있다.

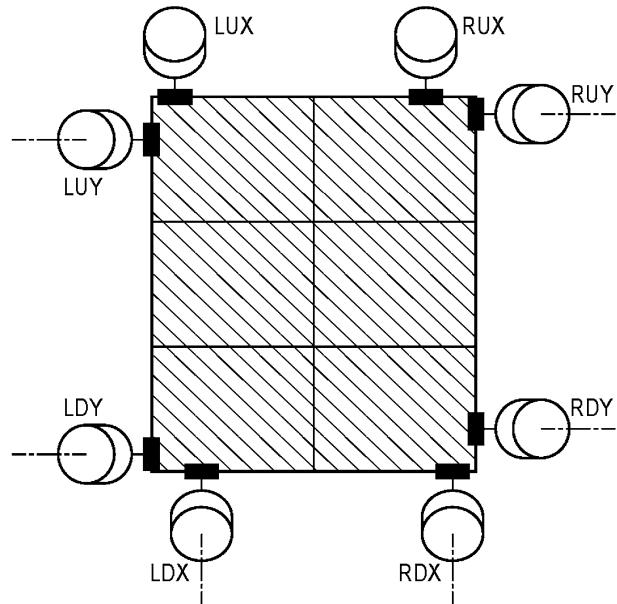
예시적인 실시예들을 참조하여 본원 발명을 설명하였지만, 본원 발명이 개시된 예시적인 실시예들로 제한되지 않는다는 것을 이해할 수 있다. 모든 변형 실시예 및 균등한 구조물들 및 기능들을 포함하도록, 이하의 청구 항들의 범위는 가장 넓은 해석을 따를 것이다.

도면

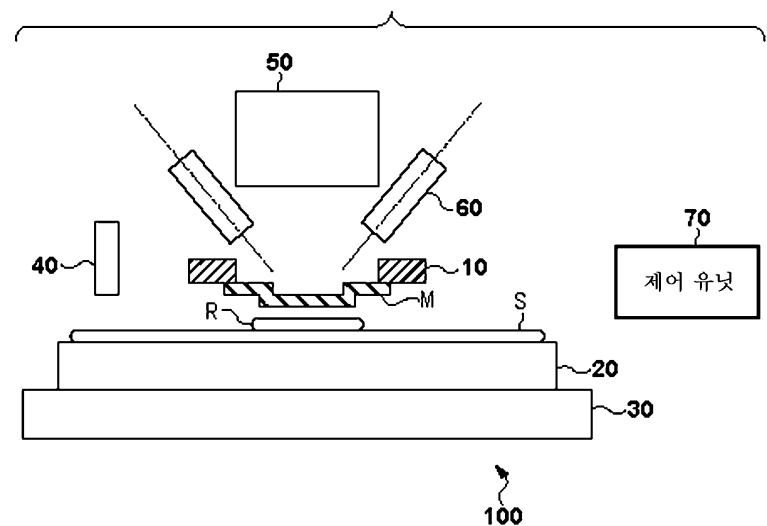
도면1

(-1, 1)	(0, 1)	(1, 1)		
	(-1, 1)-6	(0, 1)-5	(0, 1)-6	(1, 1)-5
(-1, 0)	(0, 0)	(1, 0)		
(-1, 0)-1	(-1, 0)-2	(0, 0)-1	(0, 0)-2	(1, 0)-1 (1, 0)-2
(-1, 0)-4	(0, 0)-3	(0, 0)-4	(1, 0)-3 (1, 0)-4	
(-1, 0)-6	(0, 0)-5	(0, 0)-6	(1, 0)-5 (1, 0)-6	
(-1, -1)	(0, -1)	(1, -1)		

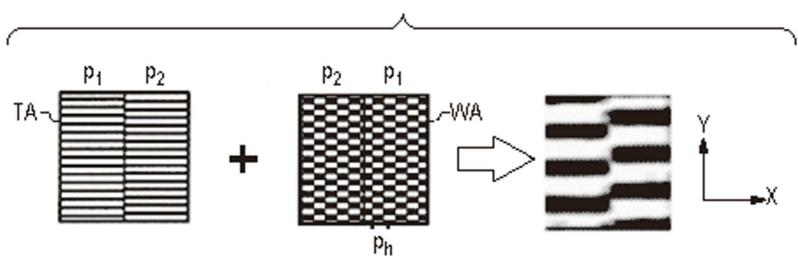
도면2



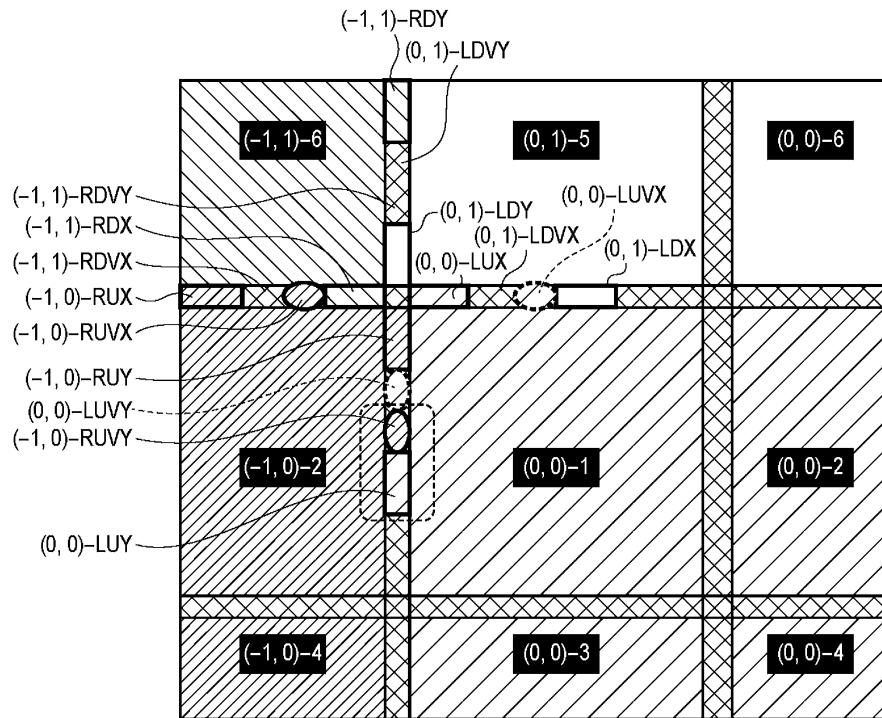
도면3



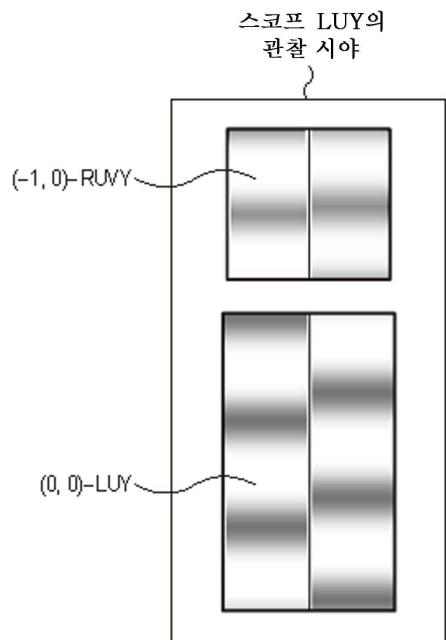
도면4



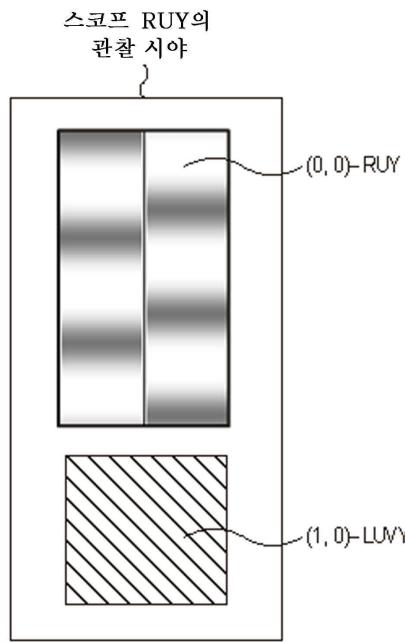
도면5



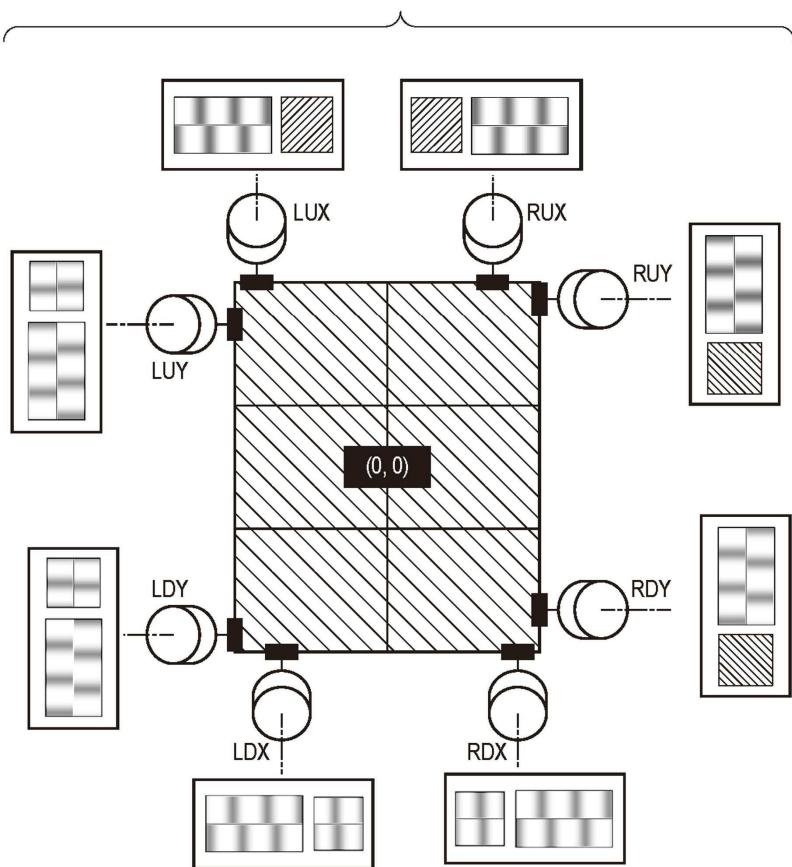
도면6a



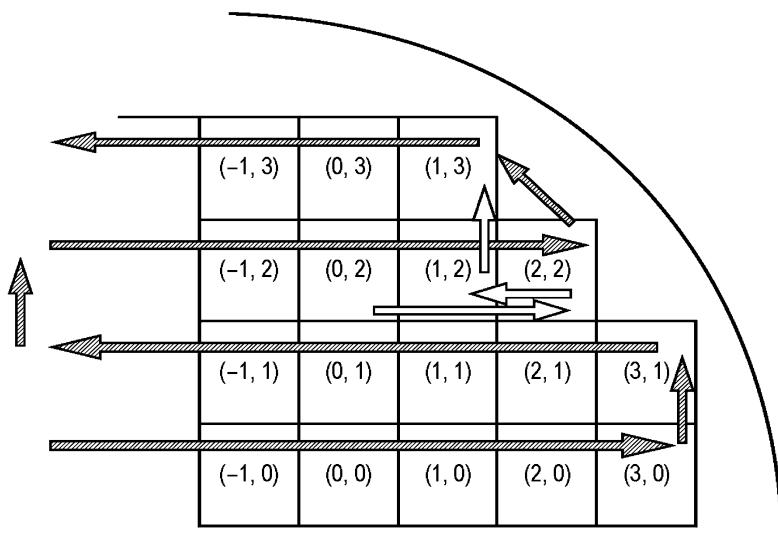
도면6b



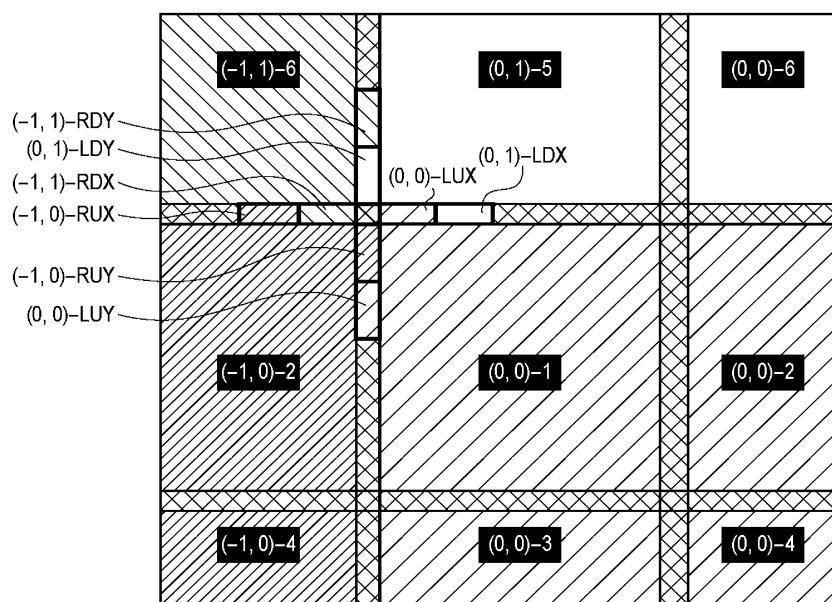
도면7



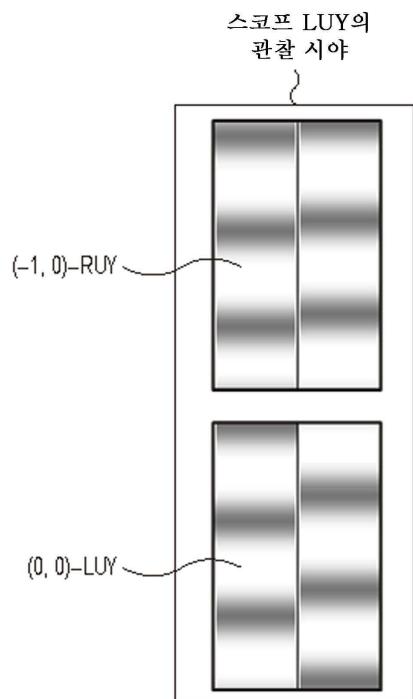
도면8



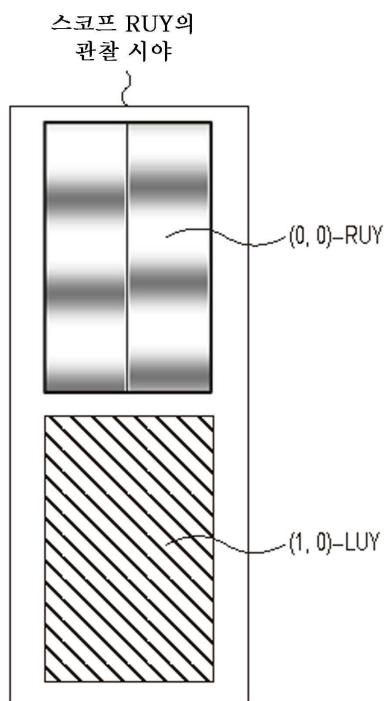
도면9



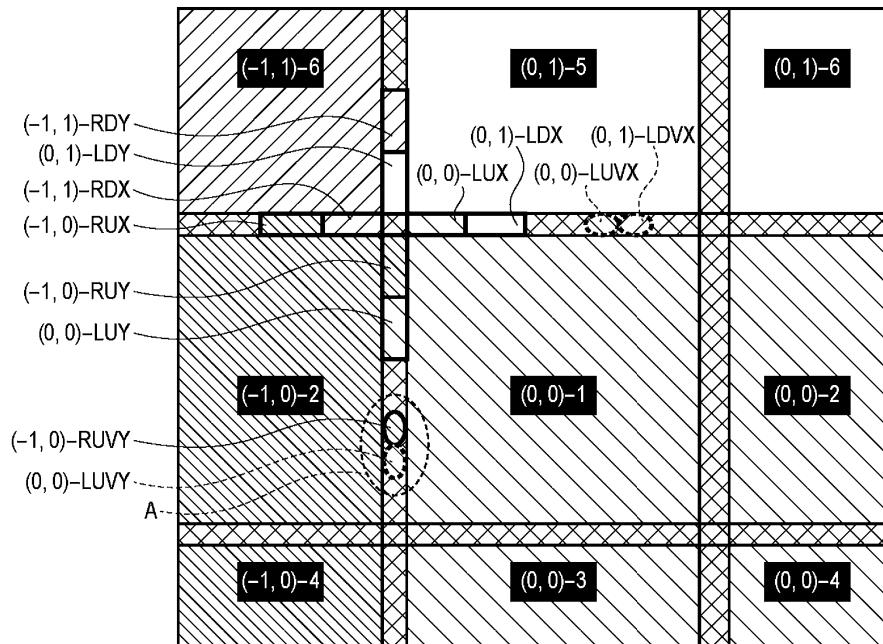
도면10a



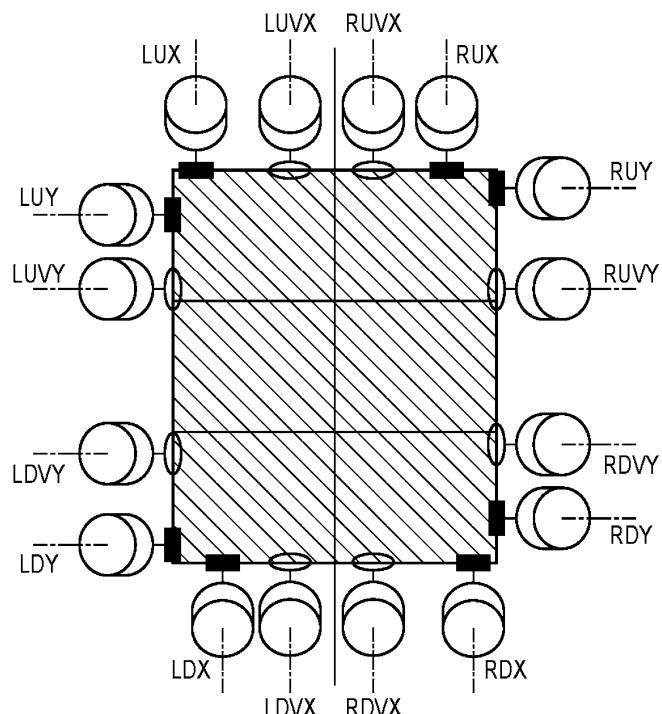
도면10b



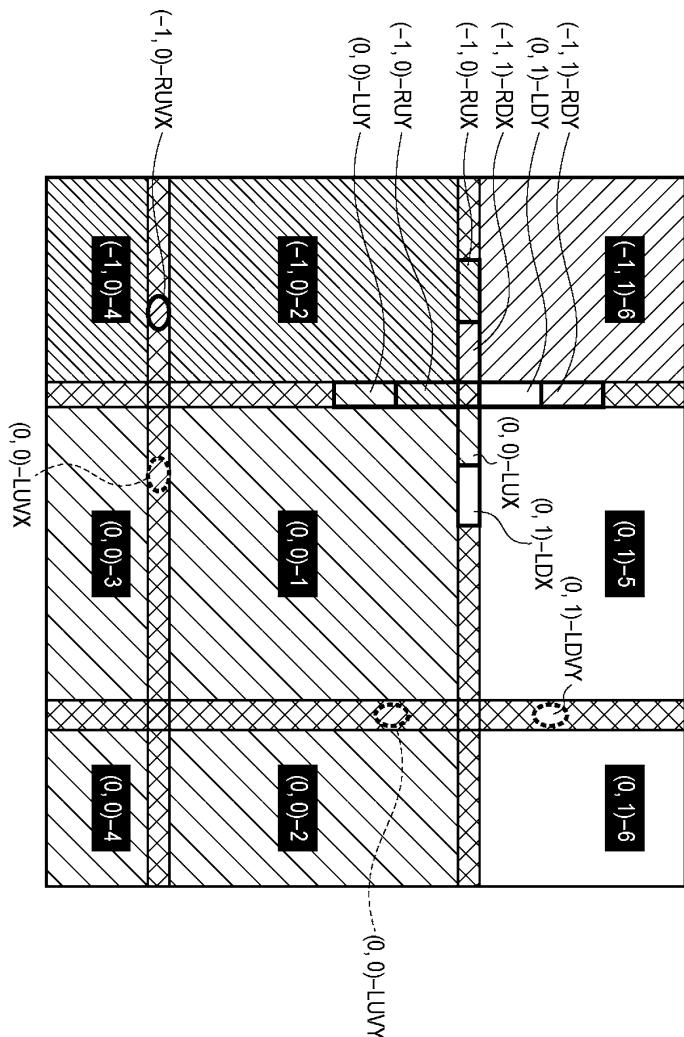
도면11



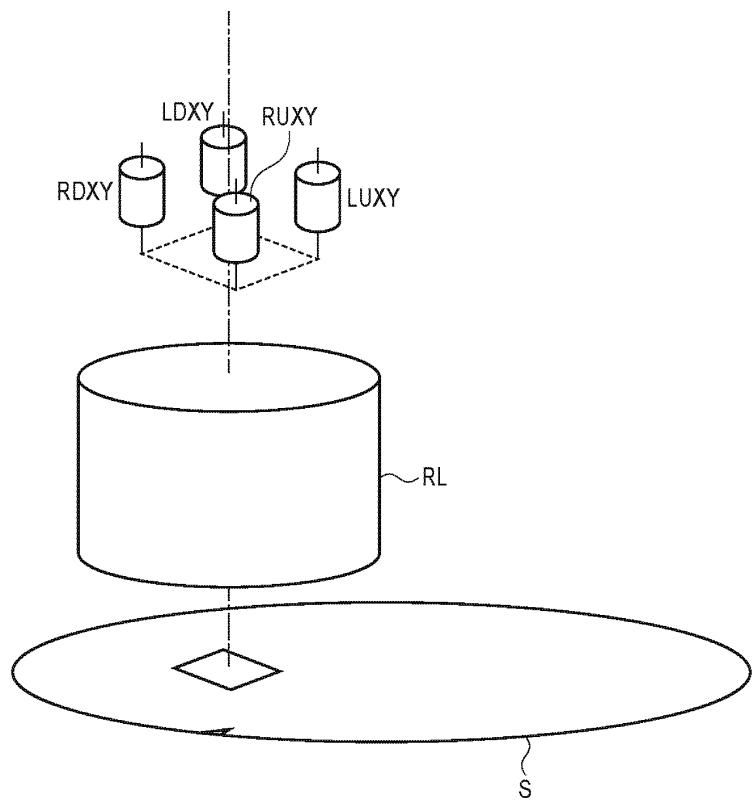
도면12



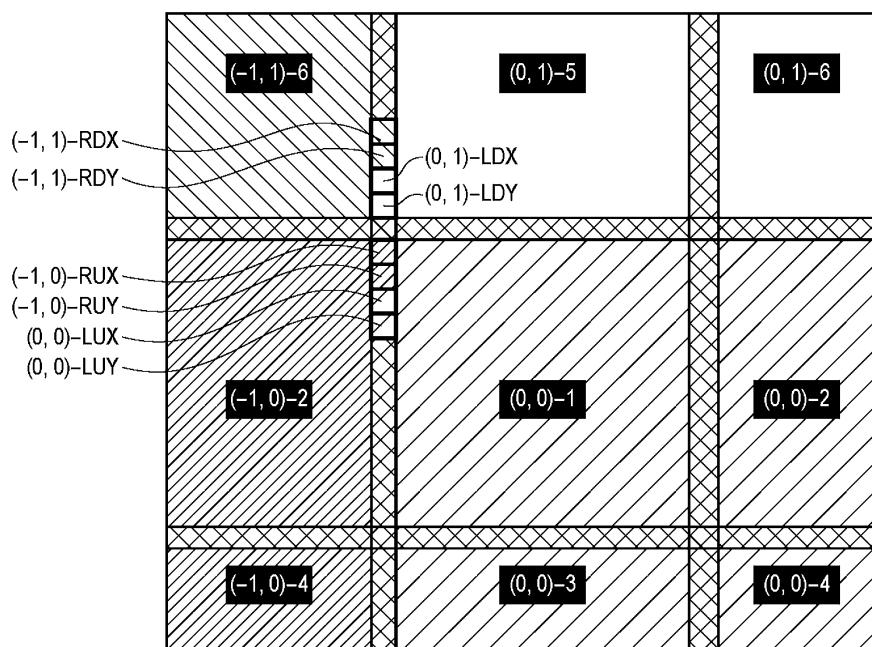
દોર્ય 13



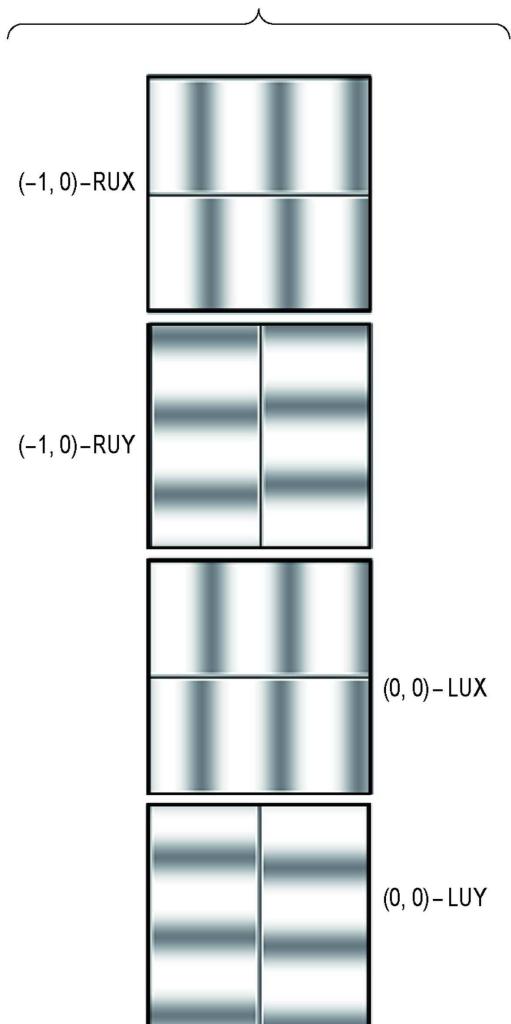
도면14



도면15



도면16



도면17

