(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.[6]
G03F 7/20
G02B 27/14

(45) 공고일자 2005년10월06일
(11) 등록번호 10-0472866
(24) 등록일자 2005년02월14일

(21) 출원번호 10-1997-0707489
(22) 출원일자 1997년10월22일
번역문 제출일자 1997년10월22일
(86) 국제출원번호 PCT/IB1996/000706
국제출원일자 1996년07월16일

(65) 공개번호 10-1999-0007965
(43) 공개일자 1999년01월25일
(87) 국제공개번호 WO 1997/31298
국제공개일자 1997년08월28일

(81) 지정국
국내특허 : 중국, 일본, 대한민국,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 리히텐슈타인, 사이프러스, 독일, 덴마크, 스페인, 핀란드, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투칼, 스웨덴,

(30) 우선권주장 96200468.5 1996년02월23일 유럽특허청(EPO)(EP)

(73) 특허권자
에이에스엠엘 네델란즈 비.브이.
네덜란드, 엔엘-5504 디알 벨드호펜, 데 룬 6501

(72) 발명자
반 데르 라안 한스
네덜란드 벨드호펜 보벤하이 71

뮬켄스 죠하네스 카타리나 휴베르터스
네덜란드 아인드호펜 마델리프스트라트 54

스토엘드레이어 쥬도커스 마리 도미니쿠스
네덜란드, 하페르트 코르버스 46

(74) 대리인
송재련
한규환

심사관 : 김현숙

(54) 광학적장치용조명유닛

요약

광학적 시스템용의 조명 유닛(2)은 방사원(3) 및 제 1 광학적 집적기(11)를 포함하는 조명 시스템(1)을 포함한다. 조명 유닛(2)은 추가적으로 방사선에 민감한 검출기(47)를 포함하는 검출 시스템(45)을 포함한다. 조명 시스템(1)은 제 2 광학적 집적기(13)를 포함한다. 프리즘 시스템(15)은 2 개의 집적기(11,13) 사이의 광학적 경로에 제공된 하나 이상의 프리즘(17)을 포함한다. 프리즘 시스템(15)은, 이주된 광 경로에서 세기에 본질적으로 영향을 끼치지 않고도, 그것을 경유하여 광을 조명 시스템(1)의 외부에서 커플링시킬 수 있는 커플링-아웃 표면과, 그것을 경유하여 광을 프리즘 시스템의 외부에서

커플링시킬 수 있는 출구 표면을 갖는다. 검출 시스템(45)은 프리즘 시스템(15)의 출구 표면에 근접하도록 배열되며, 광-집적 수단을 포함한다. 본 발명은 또한 광학적 장치 특히, 상기와 같은 조명 유닛(2)이 제공된 리소그래피 투영 장치에 관한 것이다.

대표도

도 1

명세서

기술분야

본 발명은 광학적 시스템용 조명 유닛(illumination unit)에 관한 것으로서 특히, 방사원 유닛(radiation source unit), 제 1 광학적 집적기 및, 조명 조사량(illumination dose)을 측정하기 위한 방사선에 민감한 검출기(radiation-sensitive detector)를 포함하는 검출 시스템을 포함하는 조명 시스템에 관한 것이다.

본 발명은 또한 상기와 같은 조명 유닛이 제공되며, 기판상에 마스크 패턴을 스텝 및/또는 스캔 이미징(scan-imaging)하는 광학적 장치에 관한 것이다.

배경기술

본 명세서의 서두에 기술된 형태의 조명 유닛은 예를 들면, 미국 특허 번호 제5,343,270호에 개시된다. 상기의 조명 유닛은 예를 들면, 웨이퍼 스텝퍼(wafer stepper)에 사용될 수 있다. 웨이퍼 스텝퍼는 집적 회로(IC) 제조용으로 사용되며, 예를 들면, 실리콘 기판과 같은 기판상에 존재하는 감광성 층에 마스크 패턴을 광학적으로 그리고 반복적으로 이미징(imaging)하는 광학적 장치이다. 투영(projection) 렌즈 시스템은 기판의 제 1 서브-영역 또는 필드상에 패턴을 이미징한다. 웨이퍼 스텝퍼는 스텝퍼(stepper)와 스캐너(scanner)로 구분할 수 있다. 스텝퍼에서는, 마스크 패턴이 일 행정(run)으로 필드상에 이미징된다. 결과적으로, 기판이 정확하게 규정된 거리를 따라 이동된 후에 패턴이 다음의 기판 필드상에 이미징되고, 그 후에 기판이 다시 이동된다. 상기 공정은 마스크 패턴이 원하는 기판 필드들상에 이미징될 때까지 반복된다. 광학적 리소그래피에서 추구하는 것 중 하나는 보다 작고 상세하게 이미징하여 보다 많은 구성요소들이 IC 상에 수용되게 하는 것이다. 상기의 목적을 위하여, 더 큰 개구수(numerical aperture)(NA)를 갖는 투영 렌즈가 반드시 사용되어야 하지만, 이 경우 초점의 깊이는 점점 작아진다. 그 밖의 목적으로는 보다 큰 필드를 조명하여 그에 따라 IC 당 구성요소의 수가 많아지게 하는 것이다. 상기의 목적을 위해서는 투영 렌즈는 보다 큰 이미지 필드(image field)를 가져야만 한다. 보다 큰 NA와 보다 큰 이미지 필드의 필요성은 서로 모순되는 관계이어서 실제로 많은 곤란함과 높은 가격을 수반하여만 달성될 수 있으며, 이들 모두를 함께 확장시키는 것은 불가능하다. 따라서 마스크 패턴을 스캐닝 모드로 이미징하는 것이 제안된다. 상기 모드에서는 마스크 패턴의 일부가 기판 필드의 대응부상에 매번 이미징된다. 이를 위하여, 마스크 패턴의 일부만이 조명되고, 전체 마스크 패턴이 기판 필드상에 이미징될 때까지 마스크 및 기판은 투영 렌즈와 조명비임에 관하여 동시에 이동된다. 예를 들면, 전체 필드가 조명되었을 때, 기판은 스텝퍼와 동일하게 정확하게 규정된 거리를 따라 이동되고, 다음 필드에 도달된다.

기판에 우수한 패턴을 형성하기 위해서는, 기판은 정확하게 규정된 양의 에너지(이하, 조사량(dose))로 조명되어야만 한다. 더욱이, 기판 필드의 조명은 가능하면 빨리 실행되어야 단위시간당 최대수의 기판이 조명될 수 있다. 따라서 실제 조사량을 정확하고 신뢰성 있는 방식으로 측정하여 상기 조사량이 가능한 한 정확히 소정 조사량과 동일하게 하는 것이 매우 중요하다.

상기 조사량을 측정하기 위해서 방사선에 민감한 검출기가, 미국 특허 제 5,343,270 호에 개시된 조명 시스템에서의 부분적으로 투과되는 폴딩거울(folding mirror) 뒤에서, 조명 비임의 방사선 경로에 배열된다. 미국 특허 제 5,343,270 호에 개시된 검출 유닛은, 작동 모드에 따라 현재의 스텝 및/또는 스캐닝 포토리소그래피 장치에서 조명 비임내의 에너지 분포를 변경시키는 기능을 갖기 원한다는 사실을 고려하지는 않는다.

일반적으로 측정을 행하는 검출기의 실제 표면적은 비교적 작기 때문에, 상기 표면 영역에서 광(light)의 분포는 매우 균질적으로(homogeneously) 일어나야 하고, 검출기에는 최대량의 방사선이 도달하여야 한다.

발명의 상세한 설명

본 발명의 목적은 다른 방식의 조명 모드를 사용하여도 검출시스템의 검출기가 놓인 곳에서의 조명 비임은 비교적 균질적이고 시간이 지나도 조명 조사량이 매우 정확하고 안정되게 측정 가능한 조명 유닛을 제공하는데 있다.

상기의 목적을 달성하기 위해서, 본 발명에 따른 조명 유닛은 조명 시스템이 제 2광학적 집적기(optical integrator)를 포함하는 것을 특징으로 하며, 상기 두개의 광학적 집적기는 1 이상의 프리즘을 포함하는 프리즘 시스템을 감싸고 있는 것을 특징으로 하며, 상기 프리즘 시스템은 커플링-아웃 표면(coupling-out surface)과 출구 표면(exit surface)을 구비하고 있어서 상기 커플링-아웃 표면을 거쳐 광의 일부가 상기 조명 시스템의 밖으로 커플링될 수 있고 상기 출구 표면을 거쳐 광의 일부는 프리즘 시스템의 밖으로 커플링될 수 있으며, 검출시스템의 입구 구경(aperture)은 상기 프리즘 시스템의 출구 표면에 가장 가깝게 위치한다.

제 1 위치에서, 제 2 집적기는 커플링-아웃 표면에 의해 투과되는 광 비임의 균일성(uniformity)을 복원시키며, 제 1 집적기에 의해 구현된 균일성을 향상시킨다.

예를 들면, 집적기는 예를 들면 석영(quartz)으로 제조된 광학적으로 투명한 바아(bar)일 수 있다.

프리즘 시스템을 감싸는 집적기의 구조는 비교적 단순하며, 신뢰할 수 있고 반복가능한 방식으로 조명 조사량을 측정할 수 있는 위치에 에너지 센서가 마련된다.

본 발명에 따른 조명 유닛의 바람직한 실시예는 검출 시스템이 광-집적 수단을 포함하는 것을 특징으로 한다.

이렇게 하면, 검출 시스템안에 추가적인 집적(integration)을 확보할 수 있어서 방사선에 민감한 검출기 영역에서 집적의 정도가, 예를 들면 상기의 미국 특허의 조명 유닛에서 보다 더 높아진다.

조명 유닛이 내부 REMA와 함께 제공되면, 광원(light source)의 관점에서 보면, 조명 유닛은 검출 시스템이 내부 REMA에 우선한다는 장점이 있다. 따라서 비교적 작고 다이나믹한 영역을 갖는 검출기를 사용하는 것으로 충분하다.

본 발명에 따른 조명 유닛의 제 1 실시예는 프리즘 시스템이 하나의 프리즘을 포함하는 것을 특징으로 하며, 상기 프리즘의 사변(hypotenuse)이 프리즘 시스템의 출구 표면과 조명 시스템의 커플링-아웃 표면이다.

조명 유닛의 매우 단순한 실시예에 있어서, 프리즘 시스템은 단일의 프리즘을 포함한다. 커플링-아웃 표면과 출구 표면은 일치하며 프리즘의 사변에 의해 구성된다. 검출 시스템 방향으로의 투과의 정도는 사변의 디자인에 의하여 결정된다. 검출 시스템을 향한 투과 팩터(transmission factor)는 방사원으로부터 조명 비임의 강도가 실질적으로 영향을 받지 않을 만큼 작은 것이 바람직하다.

공지의 조명 유닛의 추가적인 단점은 조사량 검출 유닛 뒤의 방사선 경로에 위치된 구성요소에 의하여 반사되는 조명 비임 방사선이 상기 유닛의 방사선에 민감한 검출기에 도달될 수 있다는 것이다. 결과적으로, 조사량 측정이 신뢰적이지 못하다. 이러한 후방-반사(back-reflection)는 마스크, 기판, 프리즘 시스템과 기판 사이의 광학적 구성요소 및, 내부 REMA(레티클 마스킹 시스템)으로부터 기인하며, 만일 상기의 것들이 존재한다면, 그것과 함께 마스크 상에서 조명된 필드가 극명하게 경계지어진다(sharply bounded).

본 발명에 따른 조명 유닛의 제 2 실시예는, 프리즘 시스템이 제 1 및 제 2 프리즘을 포함하는 것을 특징으로 하며, 이들 프리즘의 사변은 서로 마주보는 동시에 제 2 프리즘의 상부면과 일치하는 출구 표면과 2 개의 프리즘 사이에 커플링-아웃 표면이 있다.

제 1집적기를 지나 제 1프리즘으로 들어온 광비임의 대부분은 제 1 프리즘의 사변에 투과되어 제 2집적기를 향하고 일부는 제 2프리즘으로 간다. 상기 광은 측면상에서 가능한 내부 전반사(total internal reflection)가 된 후에 상부표면을 경유하여 제 2 프리즘을 떠난다. 후방-반사 후에 제 2 프리즘에 도달하는 광은 측면을 경유하여 제 2 프리즘을 떠날 것이다. 상기와 같은 방식으로, 제 2 프리즘은 방사원으로부터의 광과 후방-반사로 인한 광이 서로 분리되게 한다. 후방-반사에 의하여 발생된 광은 검출기에 의한 측정에 거의 아무런 영향을 미치지 않는다. 방사원으로 부터 나와 측정될 광은 제 2 프리즘의 상부 표면상에 집중(collect)된다.

본 발명에 따른 조명 유닛의 다른 실시예에서, 프리즘 시스템은 2 개의 프리즘, 즉 제 1프리즘과 제 2프리즘을 포함하는데, 이들 프리즘의 사변은 서로 마주보고 있으며, 이들 두개의 프리즘 사이에는 커플링-아웃 표면이 있고 출구 표면은 상기 제 1 및 제 2 프리즘의 측면과 일치하는 것을 특징으로 한다.

이 경우에, 예를 들면, 2 개의 집적기가 정렬되고, 측정 비임은 주된 광 경로에 실질적으로 수직하게 쪼개진다.

본 발명에 따른 조명 유닛에서는, 기판에 입사되는 조명 조사량이 신뢰할 만한 방식으로 측정될 수 있는 것을 근거로 하여, 조명 시스템의 외부에서 일정한 양의 광을 커플링할 수 있다.

제 2 프리즘을 부가함으로서, 측정된 조명 조사량을 근거로 커플링-아웃된 방사선 비임은 광경로내에 있는 구성요소상에서 후방-반사된, 즉 의도하지 않았던 방사선으로부터 분리되기가 용이하다. 이러한 방식으로 의도하지 않았던 방사선이 검출기에 도달하는 위험을 줄이게 된다.

본 발명에 따른 조명 유닛의 제 4 실시예에서, 프리즘 시스템은 서로의 사변이 서로 마주보는 제 1 및 제 2 프리즘을 포함하며, 제 1 프리즘과 제 2프리즘의 사이에 제 3 프리즘의 일단이 있고, 다른 일단은 제 1 집적기에 있으며, 상기 제 3 프리즘의 사변에는 고도의 반사층이 마련되는 한편, 상기 제 1 프리즘과 제 2 프리즘의 사이에는 커플링-아웃 표면이 놓이고 출구 표면은 상기 제 2 프리즘의 상부면과 일치하는 것을 특징으로 한다.

제 1 집적기로부터의 광은 제 3 프리즘에 의해 굴절된다. 그 후,비교적 적은 부분의 광이 커플링-아웃 표면에서 반사되어 검출시스템으로 향하는 반면에 광의 대부분은 제 2 집적기를 향한다.

상기 실시예의 장점은 굴절 기능과 커플링-아웃 기능이 서로 다른 사변에 할당된다는 것이다. 상기와 같은 방식으로, 이들 사변에 제공된 층의 기능이 최적화될 수 있다.

더욱이, 상기 실시예에서는, 광 비임내에 각도 분배를 유지시키기 위하여 제 1프리즘과 제 2 집적기의 사이에 공기 갭이 있지 않아도 된다. 이것은 예를 들면, 집적기가 광학적으로 투명한 바아일 때, 집적기와 함께 제 1 프리즘을 통합(integrating)할 수 있게 한다. 프리즘 시스템의 측면에서 상기 바아의 입구 표면은 예를 들면, 45 도의 각도로 경사지게 된다. 그리고 제 2 프리즘의 사변은 상기 경사진 측면과 대향되도록 위치된다.

본 발명에 따른 조명 유닛의 제 4 실시예에서, 제 1 프리즘의 사변에는 적어도 부분적으로는 투과성이 있는 반사층이 제공된다.

상기 층은 비교적 넓은 각도 범위내에서 반사된다. 상기 반사층에 입사하는 광의 대부분은 제 2 집적기로 가며 제 2 프리즘에는 도달하지 않는다.

비교적 넓은 각도 범위 이내라는 의미를 이해시키기 위해 수치로서 예를 들자면, 공기중에서 광 비임의 각도 분포가 -40 도와 + 40 도 사이일때, 집적기가 석영 바아일 경우에 이것은 -25도 와 + 25도 사이가 된다. 프리즘 사변의 법선을 기준으로 하면, 이것은 20도 와 70도 사이의 각도 범위가 된다.

예를 들어, 상기 반사층의 두께를 얼마로 하느냐에 따라 소정의 투과 팩터가 얻어진다.

본 발명에 따른 조명 유닛의 또 다른 실시예에서, 제 1 프리즘의 사변에는 적어도 부분적으로는 반사형인 투과층이 마련되는 것을 특징으로 한다.

여기에 다시, 상기 층의 투과 및 반사 계수는 층의 두께에 의하여 결정된다.

프리즘 시스템과 집적기의 형태에 따라, 측정하는 비임이 커플링-아웃 표면에서 투과되거나 반사된다.

본 발명에 따른 조명 유닛의 또 다른 실시예에서, 상기 층은 복수의 구멍(hole)을 갖는다.

이것은 층의 두께를 바꾸지 않고서도 소정의 투과율을 갖는 반사층을 구현할 수 있다. 반사층이 개재된 곳의 제 1 프리즘의 사변에 입사하는 광의 경우에 그 입사각에 따라 반사율를 결정한다. 내부 전반사의 임계각보다 작은 각은 투과되는 반면, 상기 임계각보다 입사각이 큰 광은 커플링-아웃되지 않고 제 2 집적기로 보내어진다.

구멍이 마련된 층의 또 다른 장점은, 구멍이 있는 위치, 즉 투과가 일어날 수 있는 위치에서의 환경 팩터는 실질적으로 아무런 영향을 끼치지 않는데, 그 이유는 사변으로 표현되는 측면은 이 위치에서는 다루어지지 않기 때문이다. 그리고 상기 요인들에 의존하는 반사층은 최적의 방식으로 광학적으로 고밀도(dense)가 될 수 있다.

본 발명에 따른 조명 유닛의 또 다른 실시예에서, 상기 층은 알루미늄을 포함하는 것을 특징으로 한다.

알루미늄은 그 반사율이 비교적 각도에 무관하므로 상기와 같이 사용하기에는 매우 적절한 재료이다.

본 발명에 따른 조명 유닛의 또 다른 실시예에서, 상기 층은 유전물질을 포함하는 것을 특징으로 한다.

유전체 층에 의하여 비교적 큰 반사율을 얻을 수 있다. 비교적 넓은 각도 범위에서 상대적으로 큰 반사를 일으키기 위해서는, 서로 다른 굴절율을 가진 서로 다른 유전 물질의 서브층을 적재할 것을 요한다. 층의 수는 소정의 투과율, 소정의 반사 및 소정의 각도 범위에 따라 결정된다.

유전 물질은 알루미늄과 결합될 수 있고 결합되지 않을 수도 있다. 그러한 결합 알루미늄의 비교적 넓은 각도 범위가 유전물질의 비교적 큰 반사율과 결합될 수 있다는 것이다.

유전층은 원하는 투과 계수를 달성하기 위하여 구멍이 제공될 수도 있고 그렇지 않을 수도 있다.

본 발명에 따른 조명 유닛의 또 다른 실시예에는 두개의 프리즘 중 하나의 사변에 돌출부가 있고 상기 돌출부는 다른 프리즘의 사변과 광 접촉하는 것을 특징으로 한다.

예를 들면, 제 1 프리즘의 사변을 그대로 둔 채, 제 2 프리즘의 사변에 상기 2개의 프리즘과 같은 굴절률을 갖는 물질의 돌출부를 형성하면, 상기 돌출부의 위치로 입사되는 광은 투과되며, 돌출부들 사이로 입사되는 광은 그 입사각에 따라 반사될 것인지 아닌지가 결정된다.

만일 제 1 프리즘의 사변에는 유전층이 형성되고 그와 더불어, 제 2프리즘에는 상기 2 개의 프리즘과 같은 굴절률을 갖는 물질의 돌출부가 형성되어 있다면, 유전층에 입사되는 광의 일부는 돌출부의 위치에서 현저히 작은 입사각으로 반사될 것이며, 나머지는 상기 돌출부의 위치에서 내부 전반사가 제거되기 때문에 현저히 큰 입사각으로 투과된다. 돌출부가 없는 곳에서는 유전층에 의한 반사가 일어난다.

만일 유전층에 구멍이 형성되면, 층의 구멍으로 입사되는 광의 일부는 내부 전반사를 일으키고, 훨씬 작은 입사각을 갖는 나머지 부분은 입사각에 따라 사변을 지나 제 2 프리즘으로 투과된다. 따라서, 커플링-아웃 표면을 지나면서 커플링-아웃된 입사 비임의 일부는 입사 광 비임안의 각도 분포에 종속한다.

제 2 프리즘의 사변에는 돌출부를 형성하고 제 1 프리즘의 사변에는 유전층의 구멍을 사용하면, 대칭적인 각도로 투과시킬 수 있다. 상기와 같은 방식으로, 작은 입사각을 갖는 광선은 구멍을 통하여 투과되며, 보다 큰 입사각을 갖는 광선은 돌출부를 통해서 투과된다. 돌출부를 통한 투과와 구멍을 통한 투과는 상보적이다. 예를 들어, 개재된 재료를 에칭하여 형성할 수 있다. 이 경우에, 검출 시스템에 의한 측정은 광 비임 내부의 각도 분포에 종속한다.

본 발명에 따른 조명 유닛의 또 다른 실시예에서, 돌출부 사이에 돌출부보다 큰 광학적 밀도를 갖는 재료가 존재하는 것을 특징으로 한다.

이것은 원하지 않는 방식으로 유전층에 의하여 투과된 광을 차단시킨다.

본 발명에 따른 조명 유닛의 또 다른 실시예에서, 제 1 프리즘의 사변이 프리즘, 리세스(recess) 및 마이크로 확산기(microdiffuser)와 같은 형태의 표면 구조를 갖는 것을 특징으로 한다.

커플링-아웃 표면의 정확한 투과 팩터는 마이크로프리즘, 리세스 또는 마이크로확산기와 같은 형태로 마이크로구조에 의하여 달성될 수 있으며, 상기 팩터는 이들 구조의 특성으로 인하여 광 비임 내부의 각도 분포에 원칙적으로 독립적이다.

본 발명에 따른 조명 유닛의 또 다른 실시예에서, 제 1 및 제 2 프리즘의 사변은 함께 접착(glue together)되며, 접착제의 굴절률과 프리즘의 굴절률은 실질적으로 동일하다.

2개의 프리즘을 함께 접착시킴으로써, 내부 전반사가 제거된다. 그러면, 반사는 단지 반사층의 반사 효과에 의존한다. 이제 구멍으로 입사되는 광은 모든 각도에서 고르게 투과된다. 프리즘 시스템으로 나오는 광은 본래의 각도 분포를 유지할 수 있다.

본 발명에 따른 조명 유닛의 또 다른 실시예에서, 공기 갭이 제 1 및 제 2프리즘 사이에 존재하며, 하나 이상의 스페이서 요소(spacer element)가 2 개의 사변 사이에 존재하는 것을 특징으로 한다.

2개의 프리즘 사이에 공기 갭의 존재로 인하여, 커플링-아웃 표면의 반사력은 2 개의 프리즘의 사변의 디자인에 의하여 결정된다. 구멍 위치에서의 내부 전반사는 상기 경우에도 유지된다. 스페이서 요소는 2 개의 프리즘 사이의 공간이 일정하도록 유지시키며, 검출기를 보호함으로써 원하지 않는 광이 검출기에 도달하는 것을 막을 수 있다.

본 발명에 따른 조명 유닛의 또다른 다른 실시예에서는, 제 2 프리즘의 하나 이상의 측면은 반사방지(antireflcetion) 코팅을 가지는 것을 특징으로 된다.

광원으로부터의 광과 후방-반사에 의한 광 사이를 최적으로 분리하기 위해서는 제 2 프리즘의 측면에 반사방지 코팅을 하여 상기 측면에서의 후방-반사로 인한 광이 검출기로 반사되지 않게 하는 것이 바람직하다. 측면과 더불어, 그것에 수직한 표면에도 반사방지 코팅이 제공될 수 있다.

본 발명에 따른 조명 유닛의 또 다른 실시예에서, 비임 덤프(dump)가 제 2프리즘의 측면상에 제공되는 것을 특징으로 한다.

비임 덤프는 측면에서 출발하는, 검출기용으로는 필요없는 광을 수용하기 때문에 원치 않는 반사나 확산을 막아준다.

본 발명에 따른 조명 유닛의 또 다른 실시예에서, 프리즘 시스템의 출구 표면과 검출기 시스템 사이에 확산기(diffuser)가 존재하는 것을 특징으로 한다.

여기된(excited) 확산기의 각각의 포인트는 포인트소스로서 행동하며, 따라서 확산기의 방출은 입사각에 독립적이다. 그 결과, 출구 표면으로 부터 들어오는 광은 그것이 검출기에 입사되기 이전에 균질화된다.

확산기는 프리즘 표면에 고정될 수 있지만, 상기 표면으로부터 분리될 수도 있다. 후자의 경우에는, 확산기가 마모되어 확산기를 교체하는 것이 비교적 간단하다.

예를 들면, 확산기는 밀크 글라스(milk glass)로 형성될 수 있다. 이것은 서로 다른 굴절률을 갖는 2 개 이상의 글라스 페이스(glass phase)로 구성된다.

본 발명에 따른 조명 유닛의 또 다른 실시예에서, 확산기는 유백광을 내는 글라스(opalescent glass)로 형성된 것을 특징으로 한다.

유백광을 내는 글라스는 광학적으로 투명한 지지체상에 비교적 얇은 층의 밀크 글라스로 구성된다. 이것은 보다 큰 투과가 달성될 수 있다는 장점을 갖는데, 왜냐하면 단지 밀크 글라스를 사용하는 것과 비교하여 보면 많은 얇은 층의 밀크 글라스를 사용하는 것으로도 충분하기 때문이다. 단지 밀크 글라스만 사용하면, 상기 글라스는 손상의 위험이 너무 크지 않게 하기 위해서도 최소한의 두께로 되어야만 한다.

본 발명에 따른 조명 유닛의 또 다른 실시예에서, 스페이서 요소는 플렉시블한(flexible) 가로막이며, 확산기는 가장 큰 직경을 갖는 부분이 검출 시스템과 마주보는, 스텝형인 것을 특징으로 한다.

스페이서 요소는 차폐 가로막(shilding diaphragm)으로 구성되고 확산기는 단면적이 가장 작은 부분이 상부 프리즘과 마주하는 스텝형으로 구성되면, 가로막과 스텝은 연결되어서 아주 복잡하게 된다. 상기와 같은 복잡한 형태는 원하지 않는 광이 검출기에 도달하지 않도록 막아준다. 플렉시블한 가로막은 원하지 않는 광을 차단하기 위해서 상부 프리즘의 측면을 넘어 연장되는 것이 바람직하다.

본 발명에 따른 조명 유닛의 또 다른 실시예에서, 가로막이 확산기와 프리즘 시스템의 사이에 위치되는 것을 특징으로 한다.

상기 층은 원하지 않는 광으로부터 검출 시스템의 입구 윈도우를 차폐한다. 예를 들면, 상기 가로막은 크롬을 포함하는 층으로 구성될 수 있으며, 거기에 프리즘 시스템의 출구 표면 보다 작은 구멍이 형성될 수 있다.

본 발명에 따른 조명 유닛의 또 다른 실시예에서는, 에너지 센서가 광학적 접적기로서 작용하는 센서 튜브를 포함한다.

따라서, 검출기로 입사되는 비임의 균질성과 세기가 한층 강화된다. 예를 들면, 센서 튜브는 고도의 반사 코팅된 내부 벽을 갖는 튜브이다.

내부 반사(internal reflection)로 인하여, 검출 시스템으로 들어가는 측정 방사선이 다른 위치에서 다른 각도로 들어오는 방사선과 섞여 모두 함께 검출기에 입사되도록 지향될 수 있다.

상황에 따라서는, 반사용 센서 튜브의 내부 벽상에서 만들어지는 내부 전반사를 이용할 수 있다.

본 발명은 또한, 상술된 바와 같은 조명 유닛을 포함하며, 기판상에 마스크 패턴을 반복적으로 이미징하는 장치에 관한 것이다.

본 발명에 따른 장치는 에너지 센서의 측정에 기초하여 방사원을 제어하기 위한 피드백 유닛을 구비한 것을 특징으로 한다.

조명 에너지를 알아야 하는 것이 중요한 이유는 스텝퍼의 경우와 스캐너의 경우가 서로 다르다. 스텝퍼의 경우에는, 측정된 조명 에너지는 셔터의 개구 타이밍을 결정하기 때문에, 조명 주기가 필요하다. 스캐너의 경우에는, 하나의 필드 및 이와 동일한 필드에서 조명 조사량을 균일하게 하는 것이 중요하다. 상기 경우에 전체 필드가 동시에 조명되지 않는다. 조명 에너지의 측정은 결과적으로 하나의 필드 및 그와 동일한 필드 내에서 조명 조사량이 균일해지도록 방사원을 제어하는 데 사용될 수 있다.

본 발명의 이들 및 다른 측면들은 후술되는 실시예를 참고로 하여 명확해질 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따라 기판상에 마스크 패턴을 반복적으로 이미징하는 장치의 실시예를 개략적으로 도시한 도면.

도 2, 3 및 4는 본 발명에 따른 조명 유닛의 실시예를 도시한 도면.

도 5a 내지 5i는 본 발명에 따른 조명 유닛에 사용되는 프리즘 시스템의 실시예를 도시한 도면.

도 6은 본 발명에 따른 조명 유닛에 사용되는 프리즘 시스템으로서, 2개의 프리즘이 있으며 스페이서 요소와 비임 덤프가 제공된 프리즘 시스템의 실시예를 도시한 도면.

도 7 은 본 발명에 따른 조명 유닛의 실시예를 도시한 도면.

도 8 은 본 발명에 따른 조명 유닛에 사용되는, 확산기가 구비된 프리즘 시스템의 실시예를 도시한 도면.

도 9 는 본 발명에 따른 조명 유닛의 실시예를 도시한 도면.

실시예

도 1은 기판(104)상에 마스크 패턴(102)을 반복적으로 이미징하는 장치(100), 예를 들면, 포토리소그래피 장치를 개략적으로 도시한다. 기판은, 예를 들면, 그 위에 감광성 층이 형성된 실리콘일 수 있다. 장치(100)는 조명 비임을 공급하기 위한 조명 시스템(1)을 포함한다. 상기 조명 시스템은 방사원을 구비한 방사원 유닛(108)을 포함한다. 상기 방사원은 예를 들면, 도 1에 도시된 바와 같이, 타원형 거울과 결합된 수은 램프일 수 있다. 방사원은 또한 예를 들면, 엑시머 레이저일 수 있다. 방사원 유닛(108)에 의해 공급된 광 비임은 셔터(7)의 구경(aperture)을 경유하여 렌즈 시스템(9)으로 투과된다. 렌즈 시스템(9) 뒤에 배열된 것은 후술되는 집적기의 역할을 하는 광학적 방사선 유도 시스템이다. 이 시스템의 끝에는 예를 들면, 내부 REMA(25)가 있을 수 있다. 내부 REMA는 마스크의 조명 영역을 극명하게 경계짓는다. 렌즈 시스템(112)은 마

스크(102)상에 REMA를 이미징하여 투영 렌즈 시스템(106)에 의해 기판(104)상에 이미징된다. 마스크(102)와 기판(104)은 테이블(도시되지 않음)상에 각각 존재한다. 상기의 광학적 장치에서, 기판상의 감광층에 조명되는 조명 조사량을 측정하고 제어할 수 있다는 것이 중요하다. 이 목적을 위해서, 장치(100)는 조명 시스템(1)과 더불어 조명 유닛(2)과 연결되도록 검출 시스템(45)을 포함한다. 원칙적으로는 상기 시스템이 장치 내의 다른 위치에 존재할 수도 있다. 최대로 신뢰성이 있는 측정을 하기 위해서, 본 발명은 기본적으로 주된 광 경로(main light path)내에서 세기에 영향을 주지 않으면서 광을 커플링 아웃되게 하여 조명 조사량을 측정할 수 있는 구조로 된 방사선 유도 시스템을 갖는 조명 유닛을 제시한다.

본 발명에 따른 조명 유닛은 이하 자세히 후술된다. 도 2 는 본 발명에 따른 조명 유닛(2)의 제 1 실시예를 도시한다. 조명 유닛(2)은 조명 시스템(1)과 검출 시스템(45)를 포함한다. 조명 시스템(1)은 방사원 유닛(3)에 이어 셔터(7), 렌즈 시스템(9) 및, 요소(11, 13 및 15)로 구성된 방사선 유도 시스템을 포함한다. 내부 REMA는 상기 방사선 유도 시스템 뒤에 배열된다. 방사선 유도 시스템은 제 1 집적기(예를 들어, 광학적으로 투명한 바아(11)), 프리즘 시스템(15) 및 제 2 집적기(예를 들어, 광학적으로 투명한 바아(13))로 구성된다. 바아는 예를 들면 유리 또는 석영으로 구성된다. 대안적으로 광학적 집적기는 상술된 미국 특허에 개시된 패싯 아이 바아(facet eye bar) 렌즈에 의하여 또는 반사하는 내부 벽을 갖는 터널에 의하여 구성될 수도 있다.

본질적으로 상기 바아는 집적기(integrator)로서 동작하고, 따라서 균질한 광분포를 보증한다고 알려져 있다. 2개의 바아(11,13)는 예를 들면 서로 상호 수직이다. 대안적으로 상기 바아가 서로 다른 각도를 취하거나 정렬될 수도 있다(도 9 참조).

프리즘 시스템(15)의 기능은 주된 광 비임(main light beam)을 제 1 집적기로부터 제 2 집적기로 안내하고, 광 비임의 일부를 주된 광 경로의 밖으로 커플링하여, 주된 광 경로내에서의 세기에 영향을 미치지 않고 조명 조사량이 결정될 수 있게 하는 것이다. 상기를 위해서, 프리즘 시스템은 하나 이상의 프리즘을 포함한다. 또한, 프리즘 시스템은 광 비임의 일부를 조명 시스템의 밖으로 커플링하는 커플링-외부 표면과, 상기 광 일부를 측정하기 위해 프리즘 시스템의 밖으로 커플링하는 출구 표면을 갖는다. 상기 실시예의 프리즘 시스템이 상기 기능을 수행하게 된다. 도 2 에서, 프리즘 시스템(15)은 단지 하나의 프리즘(17)을 포함한다. 프리즘(17)의 사변은 그 투과율이 기껏해야 수 % 정도 되도록 설계되어 광 비임의 단지 일부만이 조명 시스템의 밖으로 커플링된다. 커플링-아웃 표면과 출구 표면은 이 경우에 일치한다. 도 2 에서, 프리즘(17)은 또한 광 비임을 굴절시킨다. 사변(21)에 입사되는 광 비임의 대부분은 제 2 집적기(13)를 향해 보내지며, 일부는 사변(21)에 의하여 검출시스템을 향해 투과된다. 사변(21)의 전체적인 투과율을 기껏해야 수 % 정도로 하는 데에는 여러 방법이 있을 수 있다. 이들 방법에 대하여 이하에 보다 상세히 기술된다.

도 3 은 본 발명에 따른 조명 유닛의 바람직한 실시예를 도시한다. 프리즘 시스템은 바람직하게는 사변(21)이 있는 제 1 프리즘(17)과 사변(23)이 있는 제 2 프리즘(19)(상부프리즘)을 포함하며, 상기 2 개 프리즘의 사변(21,23)은 서로 마주본다. 2개 사변(21,23)의 결합면이 커플링-아웃 표면이 된다. (방사원(3)으로부터) 커플링-아웃 표면 상으로 입사되는 광 비임의 일부는 상부 프리즘(19)을 향하여 투과되며, 대부분은 제 2 집적기(13)에 도달된다. 여기서 제 1 프리즘(17)은 검출 요소로서도 기능한다. 커플링-아웃 표면에 의하여 투과된 광의 일부는 측면(29) 상에서 내부 반사가 되기도 하면서 상부면(27)을 경유하여 프리즘(19)을 떠난다. 상기의 경우에, 프리즘 시스템(15)의 출구 표면은 상부 프리즘(19)의 상부면(27)에 의하여 구성된다. 후방-반사 이후에 제 2 프리즘(19)에 도달하는 광은 측면(29)을 경유하여 제 2 프리즘을 떠날 것이다. 상기의 방식으로 해서, 제 2 프리즘(19)은 방사원으로부터의 광과 후방-반사로 유발되는 광이 서로 분리되게 한다.

후방-반사는 기판, 마스크, 내부 REMA로부터의 반사나, 프리즘 시스템과 기판 사이에 있을 수 있는 다른 광학적 구성요소로부터의 반사를 의미한다.

더욱이, 제 2 프리즘(19)은 광을 상부면에 집중시키며, 상기 표면(27)에서 방출되는 광은 원래의 각도 분포를 갖는다.

도 4 는 본 발명에 따른 조명 유닛의 다른 실시예를 도시한다. 상기 실시예에서, 프리즘 시스템(15)은 3 개의 프리즘(17,18 및 19)을 포함한다. 제 1 프리즘(17)의 사변(21)과 제 2 프리즘(19)의 사변(23)이 결합하여 조명 시스템(1)의 커플링-아웃 표면을 구성한다. 제 1 집적기(11)로부터 제 2 집적기(13)로의 광 비임의 굴절은 제 3 프리즘(18)에 의하여 더욱 확실해진다. 상기를 수행하기 위해서, 제 3프리즘(18)의 사변(16)에는 고도의 반사층이 제공된다. 커플링-아웃 표면(21, 23)은 집적기(13)로부터의 광에 대하여 높은 투과율을 보이며, 단지 일부만이 검출 시스템(45)을 향하여 반사될 수 있다. 출구 표면은 제 2 프리즘(19)의 상부면(27)에 의하여 구성된다. 상기 실시예의 장점은 굴절 기능과 커플링-아웃 표면이 서로 분리되어 있어서, 기능을 위하여 필요한 층을 최적화 시키는 것이 가능하다는 것이다. 더욱이, 제 1 프리즘(17)과 바아(13) 사이에 공기 갭이 필요하지 않다. 이것은 제 1 프리즘(17)을 집적기(13)에 통합시키는 가능성을 제공한다. 이 경우에 있어서, 바아(13)에 예를 들면, 45도의 각도로 경사면을 주면, 그때 제 2프리즘(19)의 사변(23)과 대향되게 위치된다.

상술된 조명 유닛에서는, 일정량의 광을 조명 시스템의 밖으로 커플링하여, 그것을 기준으로 하여 주된 광 경로내에서의 세기에 영향을 미치지 않고 서로 신뢰할 수 있는 방식으로 기판에 입사되는 조명 조사량을 측정할수 있다.

이들 실시예들의 각각에서, 커플링-아웃 표면은 다른 방식으로 실행될 수도 있다. 다른 가능성은 이하에 기술된다. 이들 가능성은 도 5a 내지 도5i를 참조로 하여 기술된다.

하나의 가능한 방법은 단일의 프리즘, 제 1 프리즘 및 제 2 프리즘을 구비하는 각각의 프리즘 시스템에 대하여, 제 1 프리즘(17)의 사변(21)에 도 5a 및 도 5b에 도시된 바와 같이, 소정 투과율을 갖는 반사층(31)을 형성하는 것이다. 반사층(31)은 높은 반사율을 가지며, 사변(21)의 법선을 기준으로 20도와 70도 사이의 입사각내의 각도에 독립적인 것이 바람직하다. 시스템은 각도의 독립성으로 인하여 텔레센트릭(telecentric)을 유지할 수 있다.

예를 들어, 알루미늄을 포함하는 반사층을 이용하면 충분한 반사를 얻을 수 있다. 알루미늄의 장점은 각도의 독립성이 비교적 크다는 것이다. 예를 들어, 층 두께를 적당히 조절하면 원하는 투과율을 얻을 수 있다. 소정의 투과율을 얻기 위한 다른 방법은 층에 구멍을 형성하는 것이다. 예를 들어, 0.5% 와 1.5% 사이의 투과율을 얻고자 한다면, 통상적으로 구멍의 치수는 150㎛이며, 구멍 사이의 거리는 0.6 내지 0.9 ㎜가 바람직하다. 투과율 값은 사변이 공기와 경계를 이루느냐 또는 접착되느냐에 따라서 결정된다. 반사층에 구멍이 형성된다면, 층의 두께는 보다 덜 중요하다. 층을 가능하면 광학적으로 고밀도가 되게 하고 주로 구경을 통하여 투과를 실현시키는 것이 바람직하다. 상기 경우에, 환경 요인은 최소한의 영향을 미친다. 사실, 영향이 미치는 곳은 층이 있는 위치이지 광이 투과되는 위치, 즉 구멍이 있는 곳에는 온도 변화 또는 그와 유사한 것에 영향을 받지 않는다. 반사층(31)에 구멍(33)이 개재되어 있는 실시예가 도 5c 내지 도 5d에 도시된다. 이러한 방법은 하나의 프리즘을 갖는 프리즘 시스템과, 2 개 또는 3 개의 프리즘을 갖는 프리즘 시스템 모두에 적용될 수 있다. 3 개의 프리즘이 구비된 실시예에서는, 검출 시스템에 커플링 아웃된 광은 상술된 다른 실시예에서와 같이 투과에 의해서 보다는 커플링-아웃 표면상에서의 반사에 의하여 생성된다.

반사층을 실현하는 다른 가능한 방법은 유전물질로 된 층(31)을 제공하는 것이다. 유전층은 비교적 높은 반사율을 갖는다. 더욱이, 유전층이 비교적 큰 각도 독립성을 갖도록 하기 위해서, 서로 다른 굴절율을 갖는 서로 다른 유전물질의 서로 다른 서브-층으로 구성된 층이 필요하다.

소정의 투과율을 실현시키기 위해서 상기 층에는 구멍이 제공될 수도 있다.

알루미늄과 유전물질이 결합된 반사층(31)을 이용하는 것도 가능하다. 상기 방식에서, 알루미늄의 큰 각도 독립성과 유전물질의 비교적 높은 반사율이 결합된다는 장점이 있다.

제 1 프리즘(17)의 사변(21)에는 구멍(33)이 있는 반사층(31)이 제공되면, 그 곳에 층의 반사가 각도와는 독립적인 입사각도로 입사되는 광 비임 일부는 제 2 집적기(13)를 향해 보내지고, 그리고 결과적으로 제 2 프리즘(19)에 도달되지 못할 것이다. 층(31)에 있는 구멍(33)으로 입사되는 광의 일부는 내부 전반사를 겪게되고 나머지 부분은 사변(21)을 경유하여 투과될 것이다.

도 5e 및 도 5f 는 유전물질을 포함하는 반사층이 있는 프리즘 시스템의 다른 실시예를 도시한다. 굴절 프리즘(17)과 상부 프리즘(19)이 구비된 프리즘 시스템(15)에서, 상부 프리즘(19)의 사변(23)에는 서로 일정한 간격을 두고 떨어져 있으면서 제 1 프리즘(17)의 사변(21)과 광학적으로 접촉하고 상부 프리즘(19)이 같은 굴절률을 갖는 재료로 만들어진 돌출부(35)가 제공된다. 상기 돌출부(35)는 예를 들면, 사변(23)의 표면으로부터 재료를 에칭함으로써 실현된다. 반사층의 각도 범위는 사변(21)의 법선을 기준으로 비교적 작은 각도로 제한되고, 돌출부(35)의 위치에서는 내부 전반사가 제거되기 때문에, 사변(21)의 법선을 기준으로 비교적 큰 각도로 입사되는 광선은 돌출부(35)의 위치로 투과될 것이다. 반사층(31)을 통과하는 잔여 투과를 차단하기 위해서는, 중간 영역(36)에 돌출부의 광학적 밀도 보다 큰 광학적 밀도를 갖는 층이 제공될 수 있다.

제 1 프리즘(17)의 사변(21)상에 있는 반사층(31)에 구멍(33)을 제공할 뿐만 아니라 제 2 프리즘(19)의 사별(23)상에 돌출부(35)를 제공함으로써, 대칭적인 각도의 투과가 이루어질 수 있다. 사실, 작은 각도로 커플링-아웃 표면상에 입사되는 광선은 구멍을 통해 투과되며, 보다 큰 입사각으로 입사되는 광선은 돌출부를 통해 투과된다. 돌출부와 구멍을 통한 투과는 서로 보완적인 것이다. 상기의 경우에, 검출 시스템에 의한 측정은 실질적으로 광 비임 내의 각도 분포에 독립적이다.

제 1 프리즘(17) 및 제 2 프리즘(19)은 서로에 관해서 분리된 위치에 있지만 함께 접착될 수도 있다. 이 방법은 반사층이 알루미늄으로 형성된 경우에, 구멍의 존재에 상관없이 장점이 될 수 있다. 그때, 구멍은 모든 입사광을 투과시킨다. 구멍의 위치에서는 내부 전반사가 제거되기 때문에 구멍을 통한 투과는 입사각에 독립적이다.

소정의 투과율을 갖는 커플링-아웃 표면을 실현하는 또 다른 방법은, 사변(21, 23)들 중 하나에 부분적으로는 투과성이고 부분적으로는 반사성인 표면 구조를 형성하는 것이다. 이것은 리세스(26), 마이크로프리즘(24) 및 마이크로확산기(28)를 이용하여 달성될 수 있다. 그 실시예가 도 5g 내지 도 5i 에 도시된다. 프리즘 시스템(15)의 이들 실시예는 프리즘 시스템(15)이 단지 하나의 프리즘(17)을 포함할 때 가능하다.

대안적으로는, 그 사이에 공기 갭(37)이 있으며, 서로 정확히 규정된 거리를 두고 있는 두 개의 프리즘(17,19)이 주어질 수도 있다. 공기 갭(37)의 사이즈는 도 5b에 도시된 프리즘 시스템을 기준으로, 도 6 에 도시된 바와 같이, 2개의 프리즘 사이에 하나 이상의 스페이서 요소(39)를 마련할 수 있는 거리를 일정하게 유지하고 있는 만큼이다. 상기 스페이서 요소(39)는 예를 들면, 차폐 가로막으로 형성될 수 있다. 상기 가로막은 원하지 않는 광으로부터 제 2 프리즘(19)의 사변(23)을 차폐시킬 수 있기 때문에 상기 광이 검출 시스템(45)에 도달하는 것을 방지할 수 있다. 상기 가로막은 바람직하게는 프리즘 시스템 위를 넘어 연장되어 원하지 않는 광에 대한 차폐를 최적화 한다.

제 2 프리즘을 사용하는 실시예에서, 제 2 프리즘(19)은 후방-반사에 의하여 유발된 광으로부터의 광과 방사원으로부터의 광을 분리시킨다. 방사원(3)으로부터의 광은 제2 프리즘(19)의 상부면(27)을 따라 프리즘 시스템(15)을 떠나며, 후방-반사에 의하여 유발된 광은 제 2 프리즘(19)의 측면(29)을 따라 프리즘 시스템(15)을 떠난다. 제2 프리즘(19)의 측면(29)을 반사방지 코팅으로 형성하여 실질적으로 모든 입사광이 투과되도록 하는 것이 바람직하다. 더욱이, 상기 표면(29)뒤에는 도 6에 도시된 비임 덤프(43)가 배열되기 때문에, 원하지 않는 광이 수용되고 가능한 흡수되게 하여 추가적인 원하지 않는 반사나 확산을 막을 수 있다. 비임 덤프는 공지된 요소이다. 도 6 은 또한 후방-반사의 방사선 경로를 도시한다.

프리즘 시스템(15)이 단지 하나의 프리즘(17)을 포함한다면, 검출 시스템(45)은 제 1 프리즘(17)의 사변(21)에 대향되게 위치된다. 프리즘 시스템(15)이 2개 프리즘(17,19) 또는 3 개의 프리즘(17,18 및,19)를 포함한다면, 검출 시스템(45)은 제 2 프리즘(19)의 상부면(27)에 대향되게 배열된다. 2개의 프리즘이 사용된 경우의 측정은 실질적으로 시스템의 후방-반사에 의해 영향을 받지 않는다. 더욱이, 측정 영역에서 균질한 광 비임이 얻어진다. 이것은 검출 시스템(45)의 검출기의 활성 표면이 비교적 작다는 점에서 매우 중요하다.

검출 시스템(45)은 그 끝단에 예를 들어, 포토다이오드와 같은 검출기가 있는 센서 튜브(47)를 포함한다. 더욱이, 검출 시스템(45)에는 예를 들면, 소정의 파장만이 검출기에 입사되도록 하는 수 개의 칼라 필터(도시되지 않음)와, 검출기의 손상을 방지하기 위해서 검출기상으로 입사되는 광의 세기를 제어하는 그레이 필터가 마련될 수 있다.

측정 비임의 집적(integration)을 최적화 하기 위해서, 검출 시스템은 광-집적 수단을 포함한다. 이것을 달성하기 위해서는, 센서 튜브(47)의 내부벽(55)은 높은 반사율을 갖는다. 이것은 튜브가 집적기로서의 기능도 하기 때문에, 포토다이오드(49)의 세기가 더 커지고 보다 우수한 집적이 실현된다는 장점이 있다. 주된 광경로의 밖으로 커플링되는 세기가 약할수록 주된 광 경로에서 조명 조사량을 측정하는 데 영향을 받을 수 있는 세기는 약해진다.

센서 튜브는 광학적으로 투명한 바아 또는 반사벽을 갖는 터널로 구성될 수 있다. 울브리히트 구(Ulbricht sphere)를 이용하여 고집적도를 달성할 수 있다.

프리즘 시스템(15)에 단지 하나의 굴절 프리즘이 사용된 경우에는 경사면(21)과 검출 시스템(45)의 사이에, 2개의 프리즘(17,19) 또는 3 개의 프리즘(17,18및,19)을 구비한 프리즘 시스템(15)이 사용된 경우에는 상부면(27)과 검출 시스템(45) 사이에 람베르션 (Lambertian) 형태의 확산기(59)가 배치될 수 있다. 상기 확산기의 각각의 포인트는 점원(point source)으로서 작용하기 때문에, 확산기의 방출은 거기에 입사되는 광의 입사각에 무관하게 된다. 확산기는 검출 시스템의 검출기상으로 입사되는 광 비임의 광 분포를 일정하게 한다.

확산기(59)와 검출 시스템(45)의 포토다이오드(49) 사이의 거리를 변화시켜주면 시그널 강도를 변화시킬 수 있다. 그러나, 거리가 벌어짐에 따라 시그널이 급격히 감소되기 때문에 그 거리를 너무 멀게 하지는 않아야 한다.

확산기는 예를 들면, 밀크 글라스로 형성된다. 상기 글라스는 서로 다른 굴절률을 갖는 2 개 이상의 글라스 페이스로 구성된다. 대안적으로 확산기가 유백광을 내는 글라스일 수 있다. 상기 유백광을 내는 글라스는 비교적 얇은 층의 밀크 글라스가 마련된, 예를 들어 유리와 같은, 광학적으로 투명한 지지판으로 구성된다. 상기 두번째 방법의 장점은 얇은 층의 밀크 글라스를 사용하여도 처음에 언급된 방법의 확산기보다 높은 투과를 달성할 수 있다는 것이다.

확산기는 프리즘 시스템의 출구 표면에 접착될 수도 있고 상기 표면으로부터 분리될 수도 있다. 첫번째 방법은 원하지 않는 반사가 발생될 수 있는 표면이 하나 적다는 장점이 있다. 두번째 방법은 확산기가 프리즘 시스템(15)의 손상 위험이 없이 쉽게 대체될 수 있다는 장점이 있다.

원하지 않는 광이 검출 시스템에 도달하는 것을 방지하기 위해서, 바람직하게는 윈도우의 구경의 치수가 프리즘 시스템의 출구 표면의 그것 보다 작은 크롬 윈도우(63)가 확산기(59)상에 배치된다.

원칙적으로, 검출 시스템에 입사되는 광은 모든 필드 위치로부터 균질한 분포로 들어올 것이다. 제 1 집적기, 확산기에 의한 확산, 확산기와 포토다이오드 사이의 거리 및, 센서 튜브에서의 혼합(mixing)에 의해 전체적인 집적효과가 얻어진다.

프리즘 시스템(15)의 바람직한 실시예가 도 8 에 도시된다. 여기에서 스페이서 요소(39)는 가요성 물질의 차폐 가로막으로 구성되며, 상기 가로막은 도면에 수직인 평면에서 사변(21, 23) 위로 연장되고, 최대 직경을 가진 부분(60)이 상기 검출 시스템과 마주하고 있는 스텝형 확산기(59)와 결합된다. 상기 가로막(39)을 확산기(59)쪽으로 접으면, 확산기(59)의 스탭과 상기 가로막(39) 사이의 스텝 사이에 미로(labyrinth)가 형성된다. 그 결과, 원하지 않는 광이 검출 시스템(45)에 도달하는 것을 방지할 수 있다.

구멍(33)이 있는 반사층(31)에 의하여 소정의 투과율이 실현될 때, 구멍이 분포되어 있는 사변의 표면은 사변의 전체 표면보다 작아서 구멍을 통하여 투과되는 광이 원치 않는 회절이나 반사 후, 상기 가로막과 상기 검출 시스템에 도달하는 것을 방지하는 것이 바람직하다.

검출 시스템은 조명 조사량을 측정하고 그것을 기준으로 하여, 조명 시스템에 의해 공급되는 광의 양을 제어하는 기능을 가질 뿐만 아니라, 균일성 측정에 있어서의 램프 동요(lamp fluctuation)를 감소시키는 기능을 한다. 더욱이, 검출 시스템은 램프의 위치를 설정하는 데에도 사용될 수 있다.

본 발명이 제시하는 바와 같이 소정 위치에서 프리즘 시스템의 밖으로 커플링한 광 비임 내에서의 각도 분포와 독립적으로, 또한 내부 REMA가 있는 경우에는 본질적으로 주된 경로 내의 세기에 영향을 미치지 않고 서로 그 에너지를 측정할 수 있다.

본 발명에 따른 조명 유닛은 광학 경로의 밖으로 커플링하는 방법을 제시하고, 그것을 기준으로 신뢰성이 있으며 반복 가능한 방식으로 기판상에 입사되는 조명 조사량을 측정할 수 있다.

더욱이, 장치(100)에는 검출 시스템(45)과 방사원 유닛(108) 사이에 배치된 피드백 회로(114)가 제공된다. 상기 회로는 검출 시스템(45)에 의하여 측정되는 조명 조사량에 기초하여 방사원(108)을 제어하는 피드백 유닛(116)을 포함한다.

측정된 조명 조사량에 기초한 방사원의 제어는 상이한 방식으로 행해질 수 있다. 제 1 방식은 예를 들면, 제어 유닛(16)을 통해 램프를 작동시키는 전류를 제어함으로써 피드백 회로(114)에 의해 방사원에 공급되는 광의 세기를 조절하는 것이다. 다른 방식은 방사원에서부터 볼 때 검출 시스템의 앞에 있는 조명 유닛 내의 가변 투과율을 갖는 감쇠기(도시되지 않음)를 배치하여 검출 시스템의 측정값에 따라 감쇠기의 투과율을 결정하고 피드백 제어하는 것이다.

도 9는 본 발명에 따른 장치의 다른 실시예를 도시한다.

상기의 경우에, 방사선 유도 시스템은 광학적으로 투명한 제 1 바아(11)와 광학적으로 투명한 제 2 바아(13)로 구성되며, 상기 양자는 프리즘 시스템(15)을 감싼다. 프리즘 시스템(15)은 예를 들면, 두 개의 사변이 결합하여 구성된 커플링-아웃 표면이 부분적으로는 반사적이고 부분적으로는 투과성이 되도록 한, 사변(21,23)을 갖는 2개의 프리즘(17,19)을 포함한다. 상기 커플링-아웃 표면은 주된 광 경로의 밖으로 광을 커플링한다. 도면에 도시된 바와 같은 실시예에서, 커플링-아웃 표면의 반사계수는 단지 수 %이어서, 주된 광 경로 내에서의 세기가 에너지 측정에 따른 영향을 받지 않거나 거의 받지 않는다.

여기에서, 검출 시스템(45)은 제 1 프리즘(17)의 표면(48)에 대향되도록 배치될 수 있다.

본 발명에 따른 조명 유닛이 제공된 포토리소그래피 장치에서는, 기판용의 조명 비임의 균질성과 검출기용의 측정 비임의 균질성이 최적화가 된다. 더욱이, 검출기에 입사되는 원하지 않는 광의 양은 현저하게 감소된다. 상기의 방식으로, 조명 조사량을 정확하고 반복가능한 방식으로 측정할 수 있으며, 즉, 조명 비임 내의 각도 분포에 상관없이 그리고 후방-반사에 상관없이 측정할 수 있고, 결과적으로 상기 장치를 사용하는 상황에 따라서 조명 조사량을 조정할 수가 있게 된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

방사원 유닛, 제 1 광학적 집적기, 및 조명 조사량을 측정하기 위한 방사선에 민감한 검출기를 포함하는 검출 시스템을 순서적으로 포함하는 조명 시스템을 포함하는 광학적 시스템용 조명 유닛에 있어서,

상기 조명 시스템은 제 2 광학적 집적기를 포함하며,

상기 2 개의 집적기는 하나 이상의 프리즘을 포함하는 프리즘 시스템을 에워싸고 있으며, 상기 프리즘 시스템은 커플링-아웃 표면과 출구 표면을 갖고 있되, 광의 일부는 상기 커플링-아웃 표면을 거쳐 상기 조명 시스템의 밖으로 커플링되고, 상기 광의 일부는 상기 출구 표면을 거쳐 상기 프리즘 시스템의 밖으로 커플링되며, 상기 검출 시스템의 입구 구경은 상기 프리즘 시스템의 출구 표면에 근접하여 위치하는 것을 특징으로 하는 광학적 시스템용 조명 유닛.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 검출 시스템은 광-집적 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 광학적 시스템용 조명 유닛.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,

상기 프리즘 시스템은, 사변이 상기 프리즘 시스템의 상기 출구 표면이고 상기 조명 시스템의 상기 커플링-아웃 표면인 하나의 프리즘을 포함하는 것을 특징으로 하는 광학적 시스템용 조명 유닛.

청구항 4.

제 1 항에 있어서,

상기 프리즘 시스템은 사변이 서로 마주하는 제 1 및 제 2 프리즘을 포함하며, 상기 커플링-아웃 표면은 상기 2 개의 프리즘 사이에 위치되고, 상기 출구 표면은 상기 제 2 프리즘의 상부면과 일치하는 것을 특징으로 하는 광학적 시스템용 조명 유닛.

청구항 5.

제 1 항에 있어서,

상기 프리즘 시스템은 사변이 서로 마주하는 제 1 및 제 2 프리즘을 포함하며, 상기 커플링-아웃 표면은 상기 2 개의 프리즘 사이에 위치되고, 상기 출구 표면은 상기 제 1 및 제 2 프리즘의 측면과 일치하는 것을 특징으로 하는 광학적 시스템용 조명 유닛.

청구항 6.

제 1 항에 있어서,

상기 프리즘 시스템은 사변이 서로 마주하는 제 1 및 제 2 프리즘을 포함하며, 제 3프리즘이 한 쪽 끝단에서 상기 제 1 및 제 2 프리즘 사이에, 다른 쪽 끝단에서 상기 제 1 집적기에 위치되며, 상기 제 3 프리즘의 사변은 높은 반사율의 코팅으로 되어 있고, 상기 커플링-아웃 표면은 상기 제 1 및 제 2 프리즘 사이에 존재하며, 상기 출구 표면은 상기 제 2 프리즘의 상부면과 일치하는 것을 특징으로 하는 광학적 시스템용 조명 유닛.

청구항 7.

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 하나의 프리즘의 상기 사변에는 부분적으로 투과성인 반사층이 제공된 것을 특징으로 하는 광학적 시스템용 조명 유닛.

청구항 8.

제 5 항 또는 6 항에 있어서,

상기 제 1 프리즘의 상기 사변은 부분적으로 반사성인 투과층이 제공된 것을 특징으로 하는 광학적 시스템용 조명 유닛.

청구항 9.

제 4 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 2개의 프리즘 중 하나의 사변에 돌출부들이 존재하고, 상기 돌출부들은 상기 2개의 프리즘 중 다른 하나의 사변과 광학적으로 접촉하는 특징으로 하는 광학적 시스템용 조명 유닛.

청구항 10.

제 9 항에 있어서,

상기 돌출부들 사이에는 상기 돌출부들의 광학적 밀도보다 큰 광학적 밀도를 갖는 물질이 존재하는 것을 특징으로 하는 광학적 시스템용 조명 유닛.

청구항 11.

제 4 항 있어서,

상기 제 1 프리즘의 상기 사변은 프리즘, 리세스 또는 마이크로확산기의 형태로 된 표면 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 광학적 시스템용 조명 유닛.

청구항 12.

제 4 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 프리즘의 상기 사변은 함께 접착되며, 접착제의 굴절율과 상기 프리즘의 굴절율은 실질적으로 동일한 것을 특징으로 하는 광학적 시스템용 조명 유닛.

청구항 13.

제 4 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 프리즘 사이에 공기 갭이 존재하며, 상기 2개의 사변 사이에는 1 이상의 스페이서 요소가 존재하는 것을 특징으로 하는 광학적 시스템용 조명 유닛.

청구항 14.

제 4 항 내지 제 6 항 및 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

적어도 상기 제 2 프리즘의 측면은 반사방지 코팅되어 있는 것을 특징으로 하는 광학적 시스템용 조명 유닛.

청구항 15.

제 4 항 내지 제 6 항 및 제 11 항 중 어느 한항에 있어서,

상기 제 2 프리즘의 측면에 비임 펌프가 제공된 것을 특징으로 하는 광학적 시스템용 조명 유닛.

청구항 16.

제 1 항 내지 제 6 항 및 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 프리즘 시스템의 상기 출구 표면과 상기 검출 시스템 사이에는 확산기가 존재하는 것을 특징으로 하는 광학적 시스템용 조명유닛.

청구항 17.

제 16 항에 있어서,

상기 확산기와 상기 프리즘 시스템 사이에 가로막이 위치된 것을 특징으로 하는 광학적 시스템용 조명 유닛.

청구항 18.

제 1 항 내지 제 6 항 및 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 검출 시스템은 광학적 집적기로서 작용하는 센서 튜브를 포함하는 것을 특징으로 하는 광학적 시스템용 조명 유닛.

청구항 19.

기판상에 마스크 패턴을 반복적으로 이미징하는 장치로서,

제 1 항 내지 제 6 항 및 제 11 항 중 어느 한 항에서 청구된 조명 유닛을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

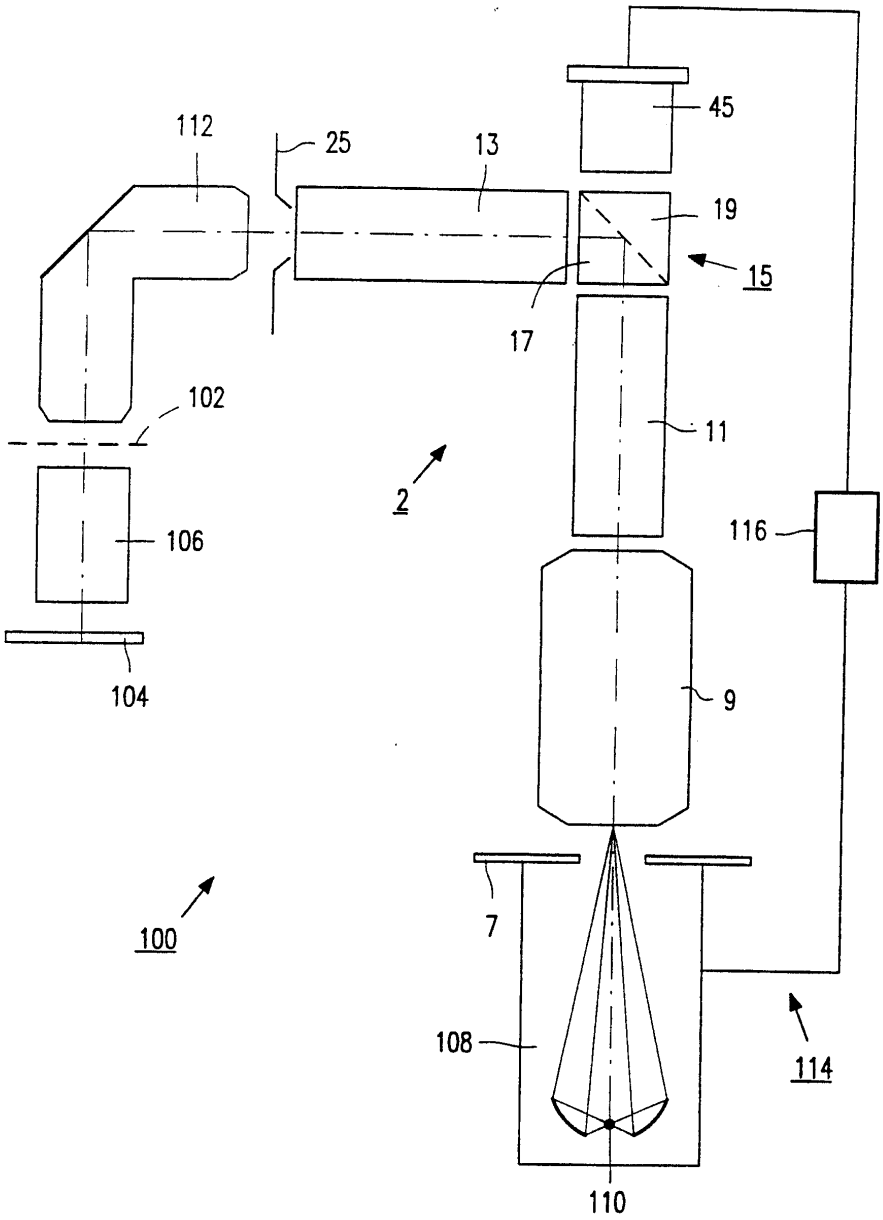
청구항 20.

제 19 항에 있어서,

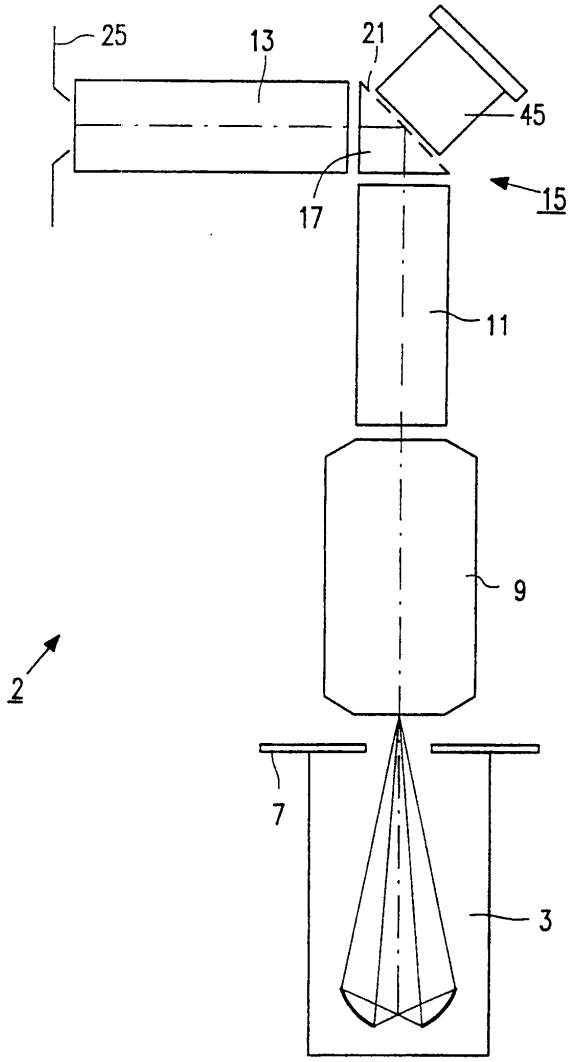
상기 장치에는 상기 검출 시스템의 측정값들에 기초하여 상기 방사원을 제어하기 위한 피드백 유닛이 제공된 것을 특징으로 하는 장치.

도면

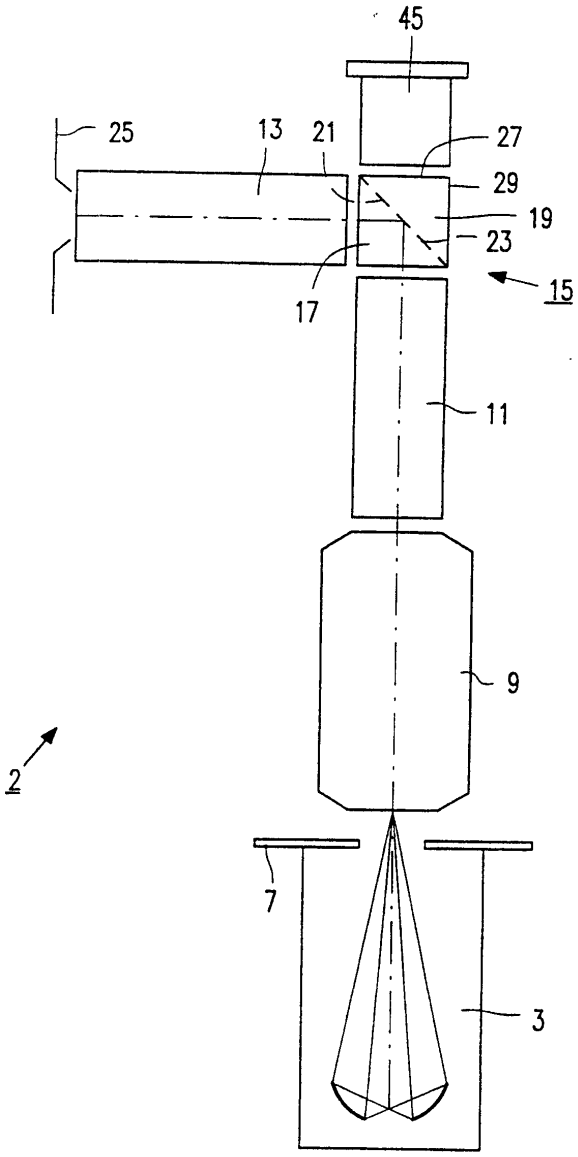
도면1



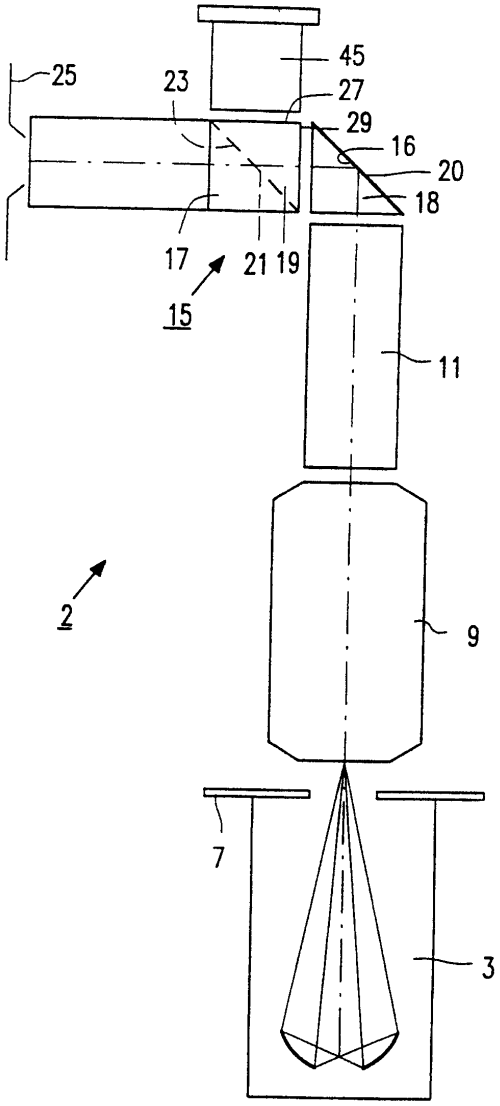
도면2



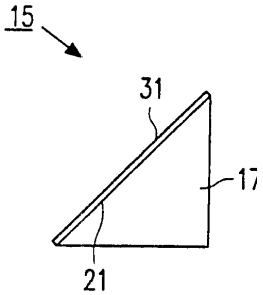
도면3



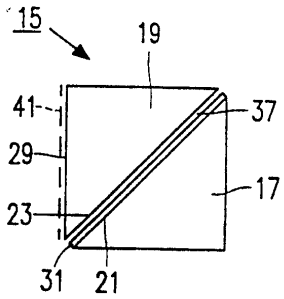
도면4



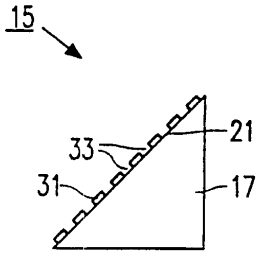
도면5A



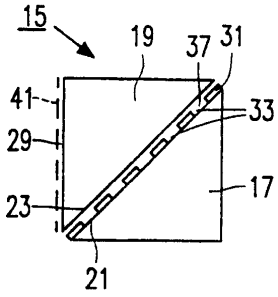
도면5B



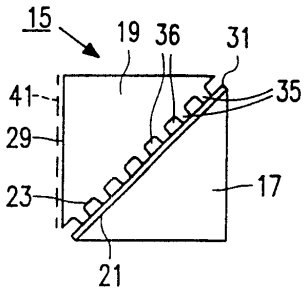
도면5C



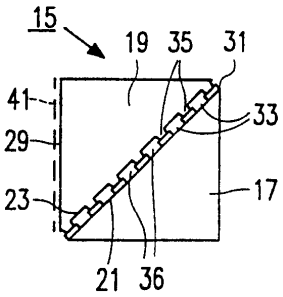
도면5D



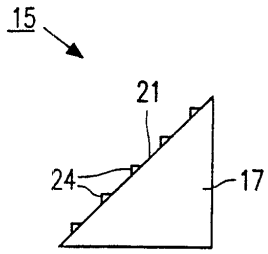
도면5E



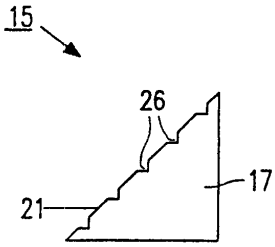
도면5F



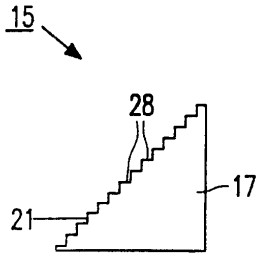
도면5G



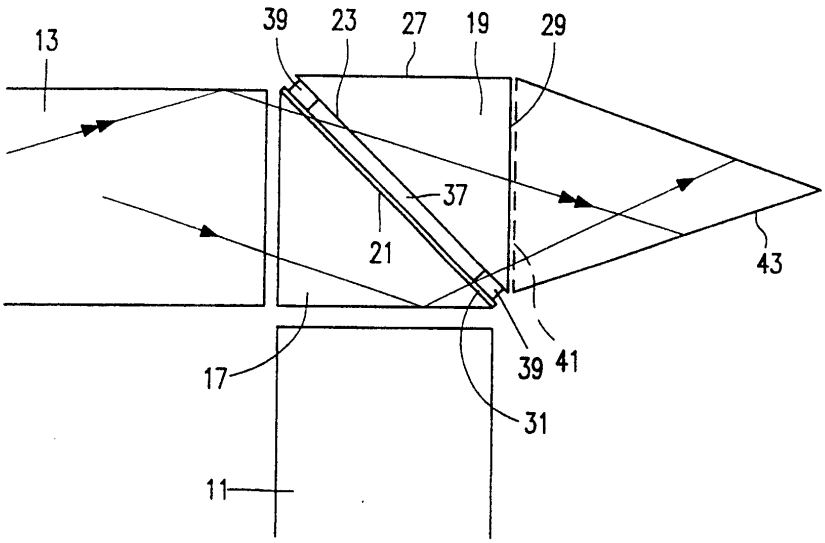
도면5H



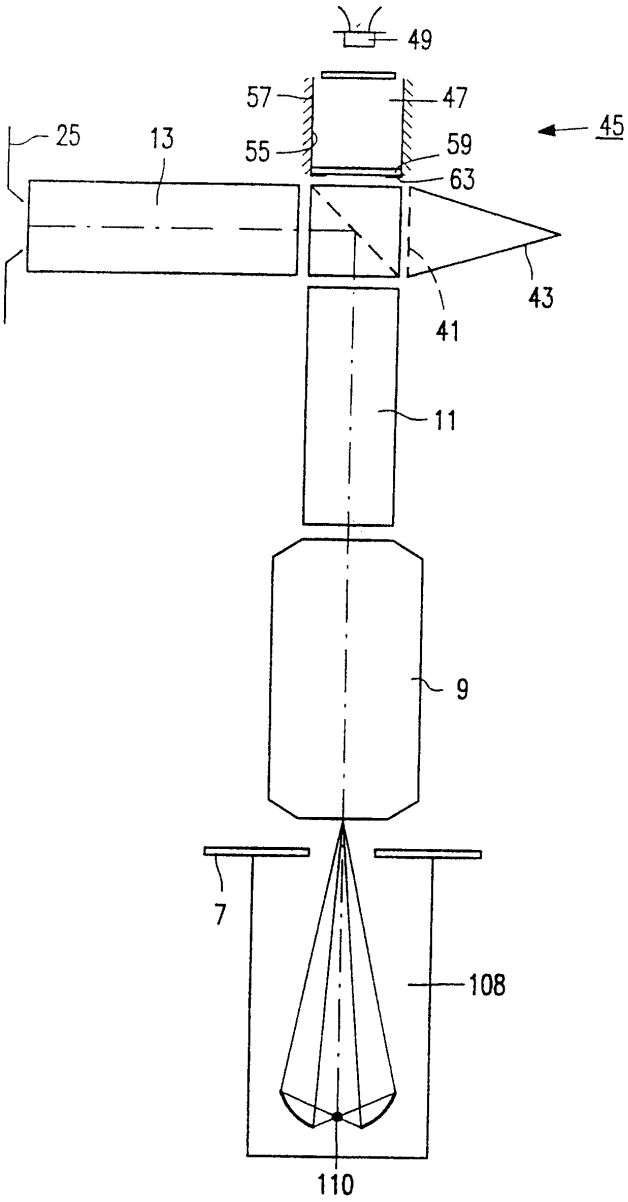
도면5I



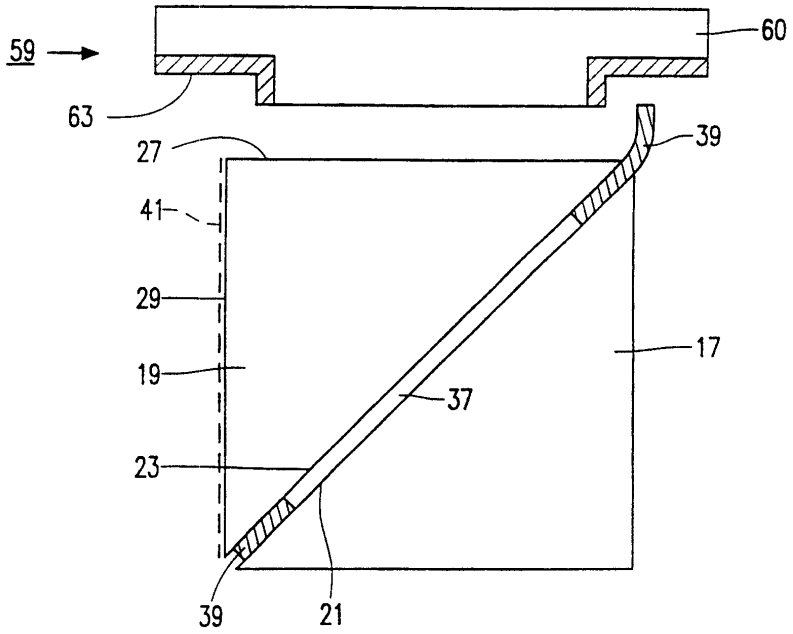
도면6



도면7



도면8



도면9

