



(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

|                                         |                                     |                                          |
|-----------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|
| (51) 。 Int. Cl.<br>G02B 5/128 (2006.01) | (45) 공고일자<br>(11) 등록번호<br>(24) 등록일자 | 2007년08월14일<br>10-0749587<br>2007년08월08일 |
|-----------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|

|             |                   |             |                 |
|-------------|-------------------|-------------|-----------------|
| (21) 출원번호   | 10-2002-7011006   | (65) 공개번호   | 10-2002-0086566 |
| (22) 출원일자   | 2002년08월22일       | (43) 공개일자   | 2002년11월18일     |
| 심사청구일자      | 2005년06월20일       |             |                 |
| 번역문 제출일자    | 2002년08월22일       |             |                 |
| (86) 국제출원번호 | PCT/US2000/016954 | (87) 국제공개번호 | WO 2001/63341   |
| 국제출원일자      | 2000년06월20일       | 국제공개일자      | 2001년08월30일     |

(81) 지정국

국내특허 : 일본, 대한민국, 싱가포르, 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아 헤르체고비나, 바베이도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 캐나다, 스위스, 중국, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 에스토니아, 스페인, 핀란드, 영국, 그루지야, 헝가리, 이스라엘, 아이슬란드, 케냐, 키르기즈스탄, 북한, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 리베이라, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아공화국, 몽고, 말라위, 멕시코, 노르웨이, 뉴질랜드, 슬로베니아, 슬로바키아, 타지키스탄, 투르크멘, 터키, 트리니다드토바고, 우크라이나, 우간다, 우즈베키스탄, 베트남, 폴란드, 포르투갈, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 인도네시아, 그라나다, 크로아티아, 인도, 짐바브웨, 가나, 감비아, 시에라리온, 코스타리카, 모로코, 탄자니아, 남아프리카, 아랍에미리트, 도미니카, 세르비아 앤 몬테네그로, 안티구와바부다, 알제리, 벨리제, 모잠비크,

AP ARIPO특허 : 케냐, 레소토, 말라위, 수단, 스와질랜드, 우간다, 시에라리온, 가나, 감비아, 짐바브웨, 탄자니아, 모잠비크,

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르기즈스탄, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크멘,

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

OA OAPI특허 : 부르키나파소, 베닌, 중앙아프리카, 콩고, 코트디부아르, 카메룬, 가봉, 기니, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고, 기니 비사우,

(30) 우선권주장      09/510,428      2000년02월22일      미국(US)

(73) 특허권자      쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 캄파니  
미국 55144-1000 미네소타주 세인트 폴 쓰리엠 센터

(72) 발명자      플로크자크, 제프리, 엠.  
미국55133-3427미네소타주세인트폴피.오.박스33427

크라사, 로버트, 티.  
미국55133-3427미네소타주세인트폴피.오.박스33427

마키, 스티븐, 피.

미국55133-3427미네소타주세인트폴피.오.박스33427

오스곤,리차드,엠.,3세

미국55133-3427미네소타주세인트폴피.오.박스33427

(74) 대리인

장수길

주성민

(56) 선행기술조사문헌

US04082426

US3551025

US3795435

US4664966

US5064272

심사관 : 이봉훈

전체 청구항 수 : 총 14 항

## (54) 부유하는 합성 이미지를 갖는 시트

### (57) 요약

합성 이미지들을 갖는 마이크로렌즈 시트가 개시되어 있다. 합성 이미지는 시트의 위나 아래 또는 위아래 모두에 떠있다. 합성 이미지는 2차원 또는 3차원일 수 있다. 그러한 이미지화된 시트를 제공하는 방법도 개시되어 있는데, 이 방법은 마이크로렌즈에 인접한 방사 감응 재료층에 방사를 인가하는 것을 포함한다.

### 대표도

도 8

### 특허청구의 범위

#### 청구항 1.

a. 제1 및 제2 측면을 갖는 적어도 하나의 마이크로렌즈 층; 및

b. 상기 마이크로렌즈 층의 상기 제1 측면에 인접하여 배치된 재료층;

을 포함하고,

c. 상기 재료는 상기 재료에 형성되는 하나 이상의 이미지들을 갖고,

상기 이미지들 중 적어도 하나는 부분적으로 완전한 이미지이며,

상기 이미지들 각각은 복수의 마이크로렌즈 중 하나에 의해 형성되고,

d. 상기 마이크로렌즈들 각각은, 육안으로 볼 때 시트의 위나 아래 또는 위아래 모두에 부유하는 것처럼 보이는 합성 이미지를 상기 재료 내에 형성되는 상기 이미지들로부터 생성하기 위하여, 상기 재료의 위치에 광을 전송하는 굴절면을 구비하는 시트(sheeting).

## 청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 합성 이미지는 반사광 하에서 상기 시트의 위나 아래, 또는 둘 다에 부유하는 것처럼 보이는 시트.

## 청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 합성 이미지는 투과광에서 상기 시트의 위나 아래, 또는 둘 다에 부유하는 것처럼 보이는 시트.

## 청구항 4.

제1항에 있어서, 상기 재료는 방사 감응 재료(radiation sensitive material)인 시트.

## 청구항 5.

제1항에 있어서, 관찰 위치가 상기 시트에 대하여 상대적으로 변화할 때 상기 합성 이미지는 상기 시트에 대하여 상대적으로 움직이는 것처럼 보이는 시트.

## 청구항 6.

제1항에 있어서, 상기 시트를 관찰하는 각도가 변화할 때 상기 합성 이미지는 사라지고 다시 나타나는 시트.

## 청구항 7.

a. 마이크로렌즈의 어레이 및 상기 마이크로렌즈 층의 일 측면에 인접한 방사 감응 재료층을 구비한 시트를 제공하는 단계;

b. 방사원을 제공하는 단계; 및

c. 상기 방사 감응 재료에 하나 이상의 이미지들을 형성하는 단계 -

상기 이미지들 중 적어도 하나는 부분적으로 완전한 이미지이고,

상기 이미지들 각각은 상기 방사원을 사용하여 복수의 마이크로렌즈 중 서로 다른 하나의 마이크로렌즈에 의해 형성되며,

상기 마이크로렌즈들 각각은, 육안으로 볼 때 시트의 위나 아래 또는 위아래 모두에 부유하는 것처럼 보이는 합성 이미지를 상기 재료 내에 형성되는 상기 이미지들로부터 생성하기 위하여, 상기 재료의 위치에 광을 전송하는 굴절면을 구비함 -

를 포함하는 마이크로렌즈 시트 상에 합성 이미지를 형성하는 방법.

## 청구항 8.

제7항에 있어서, 각각의 이미지는 상기 방사원의 다중 패터닝된 노출에 의해 형성되고, 상기 시트는 각각의 노출 중에 상기 방사원에 대하여 서로 다른 위치에 놓이는 방법.

## 청구항 9.

제7항에 있어서, 각각의 이미지는 렌즈 어레이를 통하여 상기 방사원의 적어도 1회의 노출에 의해 형성되는 방법.

#### 청구항 10.

제7항에 있어서, 상기 이미지들은 상기 방사원의 다중 노출에 의해 형성되고, 상기 시트는 각각의 노출 중에 상기 방사원으로부터 다른 거리에 놓이는 방법.

#### 청구항 11.

제1항에 있어서, 상기 시트는 운전 면허증에 사용하기 위한 시트.

#### 청구항 12.

제1항에 있어서, 상기 시트는 문서 상에서 사용하기 위한 시트.

#### 청구항 13.

제7항에 있어서, 상기 시트를 운전 면허증에 적용하는 단계를 더 포함하는 방법.

#### 청구항 14.

제7항에 있어서, 상기 시트를 문서에 적용하는 단계를 더 포함하는 방법.

#### 청구항 15.

삭제

#### 청구항 16.

삭제

#### 청구항 17.

삭제

#### 청구항 18.

삭제

#### 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

청구항 34.

삭제

청구항 35.

삭제

청구항 36.

삭제

청구항 37.

삭제

청구항 38.

삭제

### 청구항 39.

삭제

### 청구항 40.

삭제

### 청구항 41.

삭제

### 청구항 42.

삭제

### 청구항 43.

삭제

## 명세서

### 기술분야

본 발명은 시트(sheeting)와 관련하여 공간상에 부유하는 것으로 관찰자에게 인식되는, 하나 혹은 그 이상의 합성 이미지를 제공하는 시트에 관련된 것으로, 합성 이미지의 투시는 시야각에 따라 변한다.

### 배경기술

그래픽 이미지나 다른 표지를 가지는 시트 재료는 널리 사용되어 왔는데, 특히 기사나 문서를 인증하기 위한 라벨로 사용되고 있다. 예를 들어, 미국 특허 제3,154,872; 3,801,183호; 4,082,426; 및 4,099,838호에 기술된 것과 같은 시트는 자동차 번호판의 확인 스티커와 운전 면허, 정부 문서, 카세트 테이프, 재생 카드, 음료수 용기, 및 그와 유사한 것들의 보안 필름으로서 사용되고 있다. 경찰차, 소방차, 혹은 다른 긴급 차량 등을 식별할 목적으로, 광고와 선전용 표시에서, 그리고 브랜드 강화를 위한 차별적인 라벨로 쓰이는 그래픽 애플리케이션을 포함하는 다른 용도로 사용되기도 한다.

이미지가 형성된 시트의 다른 형태는 미국 특허 제4,200,875호(Galanos)에 개시되어 있다. 갈라노스(Galanos)는 특히 "노출 렌즈 형태의 고이득 역반사 시트"의 이용을 밝히고 있는데, 여기서, 이미지는 마스크나 패턴을 통한 시트의 레이저 조사에 의해 형성된다. 이 시트는 부분적으로 바인더 층에 매립되고 부분적으로 바인더 층 위로 노출된 복수의 투명 유리 마이크로스피어(microsphere)와 복수의 마이크로스피어 각각의 매립된 표면상의 금속 반사층을 포함한다. 바인더 층은 카본 블랙을 포함하는데, 이는 이미지가 형성될 때 시트에 미치는 빛나가는 빛을 최소화시켜 주는 것으로 알려져 있다. 이 레이저 빔의 에너지는 또한 바인더 층에 매립된 마이크로렌즈의 포커싱 효과에 의해 집중된다.

갈라노스의 역반사 시트에서 형성되는 이미지는 시트에 레이저 조사가 가해지는 것과 같은 각도에서 보여질 때만 볼 수 있다. 이는, 달리 말하면, 이미지는 단지 매우 제한된 시야각에서만 보인다는 것을 의미한다. 이것과 또다른 이유들 때문에, 이러한 시트의 일부 특성들을 향상시키고자 하는 요구가 있어 왔다.

일찍이 1908년에, 가브리엘 리프만(Gabriel Lippman)은 하나 이상의 감광층을 갖는 렌즈 매체에 맺히는 상의 실제 3차원적 이미지를 형성하기 위한 방법을 발명했다. 그 과정은, 인테그럴 포토그래피(integral photography)로 알려진 것으로, 몬테벨로(De Montebello)의 1984년, 산디에고, SPIE 학회, "3차원 데이터의 처리와 표시 II"에 또한 기술되어 있다. 리프만의 방법에서는, 사진 건판 (photographic plate)이 렌즈(소렌즈(lenslet))의 배열을 통해 노출되어, 배열된 각 소렌즈(lenslet)는 재생되는 상의 축소 이미지를, 그 소렌즈가 차지하는 시트의 어느 점의 투시로부터 보이는 바와 같이, 사진 건판 상의 감광층으로 보낸다. 사진 건판이 현상된 후, 소렌즈 배열을 통해 건판 상의 합성 이미지를 보고 있는 관찰자는 촬영된 상의 3차원적인 표현을 보게 된다. 이미지는 사용되는 감광 재료에 따라 흑백이거나 컬러일 수 있다.

건판이 노출되는 동안 소렌즈에 의해 형성되는 이미지는 단지 각 축소 이미지의 단일 반전이므로, 생성되는 3차원적 표현은 반영경(pseudoscopic)상이 된다. 즉, 이미지가 인지되는 깊이가 바뀌어 대상의 음양이 바뀌게("inside out") 보인다. 이는 주요 단점이 되는 것으로, 이미지를 수정하기 위하여 두 개의 광학 반전(optical inversion)이 필요하다. 이러한 방법은, 같은 대상을 복수의 시각으로 기록하기 위하여, 단일 카메라로 다중 노출을 하거나, 다중 카메라 혹은 다중 렌즈 카메라를

사용해야 하는 복잡한 것이며, 단일의 3차원 이미지를 제공하기 위해서 극도로 정교한 다중 이미지의 등록이 필요하다. 또한, 종래의 카메라에 의존하는 방법은 카메라 앞에 실제 대상이 존재해야 한다. 이는 또한 이 방법으로 가상 대상(결과적으로는 존재하나, 실제로는 존재하지 않는 대상을 의미)의 3차원적 이미지를 형성하기에 부적합하게 한다. 인테그럴 포토그래피의 다른 단점은, 보이는 실제 이미지를 형성하기 위하여 보는 쪽으로부터 합성 이미지를 비추어야 한다는 것이다.

## 발명의 상세한 설명

본 발명은 시트의 위 혹은 아래에서 부유하는 합성 이미지를 가지는 마이크로렌즈 시트를 제공한다. 이렇게 부유하는 이미지는 편의상 부유 이미지(floating images)라고 부르며, 시트의 위나 아래에 (2차원 혹은 3차원 이미지로) 위치하거나, 시트의 위, 시트면, 및 시트의 아래에 나타나는 3차원적 이미지가 될 수 있다. 이미지는 흑백일 수 있으며, 관찰자에 의해 움직이는 것으로 나타날 수 있다. 다른 홀로그래픽 시트와 달리, 본 발명의 이미지가 형성된 시트는 자체 복제를 만드는데 사용될 수 없다. 또한, 부유 이미지는 관찰자의 육안으로 관찰될 수 있다.

상기의 합성 이미지를 가지는 본 발명의 시트는 여권, 아이디 배지, 이벤트 패스, 친목 카드, 상품 식별 포맷, 및 조회와 확인을 위한 광고 선전 등의 보안용의 조작될 수 없는 이미지, 떠오르거나 가라앉는 혹은 떠오르고 가라앉는 브랜드의 이미지를 제공하는 브랜드 강화 이미지, 경찰, 소방차, 혹은 다른 긴급 차량에 대한 엠블럼과 같은 그래픽 애플리케이션의 식별 표시 이미지, 공중전화박스, 나이트 사인, 및 자동 대시보드 표시장치와 같은 그래픽 애플리케이션의 정보 표시 이미지, 그리고 영업 카드, 품질 표시표, 예술품, 신발, 및 병에 담긴 물품과 같은 물품에 합성 이미지를 사용함으로써 색다름을 강조하는 것과 같은 다양한 애플리케이션에서 사용될 수 있다.

본 발명은 또한 상기의 합성 이미지를 포함하는 이미지가 형성된 시트를 만드는 새로운 방법을 제공한다. 일실시예에서, 단일 합성 이미지가 형성된다. 실시예에서는 또한, 시트의 위와 아래 모두에 나타나는 합성 이미지 뿐 아니라, 두 개 이상의 합성 이미지가 형성되는 것이 개시된다. 다른 실시예는 종래의 인쇄 이미지와 본 발명에 의해 형성되는 합성 이미지의 조합을 포함할 수 있다.

## 실시예

본 발명의 마이크로렌즈 시트는 다수의 마이크로렌즈와 관련된 개별 이미지에 의해 제공되는 합성 이미지를 제공하는데, 이는 시트의 위에, 시트의 면 내에, 그리고/또는 시트의 아래에 매달려 있거나 부유하는 것처럼 보인다.

본 발명의 대한 완전한 설명을 제공하기 위하여, 마이크로렌즈 시트는 아래의 파트 I에서 설명될 것이며, 파트 II에서는 시트의 재료층(바람직하게는 방사 감응 재료층), 파트 III에서는 방사원, 파트 IV에서는 이미지 처리에 대한 설명이 이어진다. 또한 본 발명의 다양한 실시예를 더 설명하기 위한 여러 예가 제공된다.

### I. 마이크로렌즈 시트

본 발명의 이미지가 형성될 수 있는 마이크로렌즈 시트는 하나 이상의 이산(discrete) 마이크로렌즈 층을 포함하는데, 마이크로렌즈 층 또는 층들의 일층에는 재료층(전술한 바와 같이 바람직하게는 방사-감응 재료 또는 코팅)이 인접 배치되어 있다. 예컨대, 도 1은 대개 중합체 재료인 바인더 층(14)에 부분적으로 삽입된 투명 마이크로스피어(microspheres; 12)의 모노층을 포함하는 노출 렌즈형 마이크로렌즈 시트(10)를 나타낸다. 마이크로스피어는 합성 이미지를 관찰할 광의 파장은 물론 재료층을 이미지화하는 데 사용될 수 있는 광의 파장에서 투명하다. 재료층(16)은 각 마이크로스피어의 배면에 배치되며, 도시된 실시예에서는 대개 마이크로스피어(12) 각각의 표면의 일부에만 접촉한다. 이러한 유형의 시트는 미국특허 제2,326,634호에 보다 상세히 설명되어 있으며, 현재 3M으로부터 스카치라이트 8910 시리즈 반사 직물이라는 이름의 제품을 구입할 수 있다.

도 2는 다른 적당한 형태의 마이크로렌즈 시트를 나타낸다. 이 마이크로렌즈 시트(20)는 마이크로스피어 렌즈(22)가 대개 중합체 재료인 투명 보호 오버코트(24) 내에 삽입되어 있는 매립 렌즈형 시트이다. 재료층(26)은 대개 중합체 재료인 투명 스페이서 층(28)의 뒤에서 마이크로스피어의 뒤쪽에 배치된다. 이러한 형태의 시트는 미국특허 제3,801,183호에 보다 상세히 설명되어 있으며, 현재 3M에서 스카치라이트 3290 엔지니어급 역반사 시트라는 이름으로 판매되고 있다. 또 다른 적당한 마이크로렌즈 시트는 캡슐 렌즈 시트인데, 그 일례는 미국특허 제5,064,272호에 설명되어 있으며, 현재 3M에서 스카치라이트 3870 시리즈 고강도급 역반사 시트라는 이름으로 판매되고 있다.

도 3은 또 다른 적당한 유형의 마이크로렌즈 시트를 나타낸다. 이 시트는 제1 및 제2의 넓은 면을 가진 투명한 평볼록 또는 비구면 베이스 시트(20)를 포함하는데, 제2 면(32)은 실질적으로 평면이고, 제1 측면은 실질적으로 반구면 타원체 또는 반 비구면 타원체인 마이크로렌즈(34)의 어레이를 갖는다. 마이크로렌즈의 형상 및 베이스 시트의 두께는 어레이에 입사된 평행광이 거의 제2 면에 집중되도록 선택된다. 재료층(36)은 제2 면 상에 제공된다. 이러한 유형의 시트는 예컨대 미국 특허 제5,254,390호에 설명되어 있으며, 현재 3M에서 2600 시리즈 3M 보안 카드 수신기라는 이름으로 판매되고 있다.

시트의 마이크로렌즈는 이미지 형성이 발생하도록 이미지 형성 굴절면을 갖는 것이 바람직하며, 일반적으로 이것은 곡면 마이크로렌즈 표면에 의해 제공된다. 마이크로렌즈는 곡면에 대해 균일한 굴절률을 갖는 것이 바람직하다. 경사 굴절률 (GRIN)을 제공하는 다른 유용한 재료는 광을 굴절시키기 위한 곡면을 반드시 필요로 하는 것은 아니다. 마이크로렌즈 표면은 구면인 것이 바람직하지만, 비구면도 허용된다. 마이크로렌즈는 굴절면에 의해 실상이 형성된다면 원통형이나 구형과 같은 임의의 대칭성을 가져도 좋다. 마이크로렌즈 자체는 등근 평볼록 소렌즈, 등근 이중 볼록 소렌즈, 막대, 마이크로 스피어, 구슬 또는 원통형 소렌즈와 같은 이산 형태일 수 있다. 마이크로렌즈를 형성할 수 있는 재료는 유리, 중합체, 광물, 수정, 반도체 및 이들의 조합 및 다른 재료를 포함한다. 비-이산(non-discrete) 마이크로렌즈가 사용될 수도 있다. 따라서, 복제 또는 엠보싱 프로세스(시트의 표면은 이미지 특성을 가진 반복 프로파일을 생성하도록 형상이 바뀐다)로부터 형성된 마이크로렌즈가 사용될 수도 있다.

가시광 및 적외선 파장에 대해 1.5와 3.0 사이의 균일한 굴절율을 갖는 마이크로렌즈가 가장 유용하다. 적합한 마이크로렌즈 재료들은 가시광에 대한 최소의 흡수성을 가지며, 에너지원이 방사 감응층을 이미지화하도록 사용되는 실시예들에서 이 재료들은 에너지원의 최소의 흡수성을 또한 나타내어야 한다. 마이크로렌즈의 굴절력은, 마이크로렌즈가 이산적이든 혹은 반복적이든, 그리고 마이크로렌즈의 재료에 상관없이, 굴절면상의 입사광이 굴절되어 마이크로렌즈의 반대면 상에 포커싱되도록 하는 것이 바람직하다. 더 구체적으로, 광은 마이크로렌즈의 뒷면상에 또는 마이크로렌즈에 인접한 재료 상에 포커싱될 수 있다. 이 재료층이 방사 감응성인 실시예에 있어서, 마이크로렌즈들은 바람직하게 그 층의 적절한 위치에 반향대된 실제 이미지를 형성한다. 약 100 내지 800배까지의 이미지 축소는 특히 양호한 해상도를 갖는 이미지를 형성하기 위해 유용하다. 마이크로렌즈 시트의 정면에 대한 입사 에너지가 바람직하게 방사 감응성인 재료층상에 포커싱되도록 필요한 포커싱 조건을 제공하기 위한 마이크로렌즈 시트의 구성은 이 섹션의 앞부분에서 참조된 미국 특허들에 설명되어 있다.

직경이 15 $\mu$ m 내지 275 $\mu$ m 범위인 마이크로스피어가 바람직하나, 다른 사이즈의 마이크로스피어가 사용될 수 있다. 양호한 합성 이미지 해상도는, 마이크로스피어층으로부터 단거리로 이격되어 보이는 합성 이미지들에 대해 상기 범위의 하한부근의 직경을 갖는 마이크로스피어를 사용함으로써, 그리고 마이크로스피어층으로부터 장거리로 이격되어 보이는 합성 이미지들에 대해 큰 마이크로스피어를 사용함으로써 취득될 수 있다. 마이크로스피어에 대해 제시된 것과 비견할만한 소렌즈 디멘전을 갖는 평볼록, 원통형, 구형, 또는 비구면형 마이크로렌즈 등의 다른 마이크로렌즈도 유사한 광학적 결과를 제공할 것으로 기대된다.

## II. 재료층

상기에서 언급했던 바와 같이, 재료층이 마이크로렌즈에 인접하게 제공된다. 복수의 마이크로렌즈와 관련된 재료에서 형성된 개개의 이미지들은, 반사광이나 투과광에서 관측자에 의해 관찰될 때, 시트 위에서, 시트 면내에서, 그리고/또는 시트 아래에서 떠 있거나 부유하는 것처럼 보이는 합성 이미지들을 제공한다. 비록 다른 방법들이 사용될 수 있지만, 이러한 이미지들을 제공하는 바람직한 방법은 방사 감응층을 재료층으로서 제공하고, 광을 사용하여 소정의 방법으로 이 재료를 변경시켜 이미지를 제공하는 것이다. 따라서, 비록 본 발명이 이것에 한정되지는 않지만, 마이크로렌즈에 인접한 재료층에 관한 나머지 논의는 주로 방사 감응 재료층에 대해 행해질 것이다.

본 발명의 방사 감응 재료로는 금속, 중합체 및 반도체 재료 뿐만 아니라 이들의 혼합물로 된 코팅 및 필름을 포함한다. 본 발명에 있어서, 가시광이나 다른 광에 소정의 레벨로 노광되면 노광된 재료의 모양이 변화하여 노광되지 않은 재료에 대해 콘트라스트를 준다면, 그 재료는 방사 감응성이다. 따라서 이렇게 생성된 이미지는 합성적 변화, 재료의 제거나 용발(ablation), 위상 변화, 또는 방사 감응 코팅의 중합에 따른 결과일 수 있다. 방사 감응 금속막 재료의 예로는 알루미늄, 은, 구리, 금, 티타늄, 아연, 주석, 크롬, 바나듐, 탄탈, 및 이들의 합금을 포함한다. 이 금속들은 전형적으로 그 금속의 천연 색과 노광 후 금속의 변경된 색 사이에 차이 때문에 콘트라스트를 제공한다. 상술한 바와 같이, 또한 이미지가 재료의 광학적 변화에 의해 제공될 때까지 재료를 용발하거나, 또는 재료를 광 가열함으로써 이미지가 제공될 수도 있다. 미국 특허 제 4,743,526호는, 예를 들어, 색 변화를 제공하기 위해 금속을 가열하는 기술을 설명한다.

금속 합금 외에도, 금속 산화물, 및 금속 하급산화물이 방사 감응 매체로서 사용될 수 있다. 이 부류의 재료들은 알루미늄, 철, 구리, 주석 및 크롬으로 형성된 산화 화합물을 포함한다. 아연 티올, 아연 아셀렌화물, 실리콘 이산화물, 인듐 주석 산화물, 아연 산화물, 마그네슘 불화물 및 실리콘과 같은 비금속 재료들도 본 발명에 유용한 색 또는 콘트라스트를 제공할 수 있다.

박막 재료의 다중층들도 고유의 방사 감응 재료들을 제공하기 위해 사용될 수 있다. 이 다중층 재료들은 색 또는 콘트라스트 작용제의 외양이나 제거에 의해 콘트라스트 변화를 제공하도록 구성될 수 있다. 바람직한 구성으로는 특정한 파장의 광에 의해 (예를 들어 색의 변화에 따라) 이미지화되도록 디자인된 광학적 스택이나 동조된 공동을 포함한다. 특정한 예가 미국 특허 제3,801,183호에 기재되어 있는데, 빙정석/아연 티올 ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6/\text{ZnS}$ )을 유전체 미러로서 사용하는 기술을 설명한다. 다른 예로는, 크롬/중합체 (플라즈마 중합화된 부타디엔)/실리콘 이산화물/알루미늄으로 구성된 광학적 스택이 있는데, 이 층들의 두께는 크롬의 경우 4nm, 중합체의 경우 20nm 내지 60nm, 실리콘 이산화물의 경우 20nm 내지 60nm, 알루미늄의 경우 80nm 내지 100nm의 범위이고, 개개의 층의 두께는 가시 스펙트럼 내의 특정 색에 대한 반사성을 제공하도록 선택된다. 동조 박막 공동들은 앞서 논의했던 임의의 단일층의 박막들과 함께 사용될 수 있다. 예를 들어, 두께가 약 4nm인 크롬 층과 두께가 약 100nm 내지 300nm인 실리콘 이산화물층과 함께 동조 공동이 사용될 수 있으며, 실리콘 이산화물층의 두께는 특정 파장의 광에 응답하여 채색된 이미지를 제공하도록 조정된다.

또한, 본 발명에 유용한 방사 감응 재료로는 써모크로믹 재료들을 포함한다. "써모크로믹" 재료는 온도에 따라 색이 변화하는 재료를 말한다. 본 발명에 유용한 써모크로믹 재료들의 예들이 미국 특허 제4,424,990호에 기재되어 있는데, 이 예들로는 구리 탄산염, 티오요소(thiourea)와 함께 구리 질화물, 티올(thiols), 설펍사이드(sulfoxides) 및 설펴(sulfones) 등의 유황 함유 화합물과 함께 구리 탄산염을 포함한다. 다른 적합한 써모크로믹 화합물들의 예가 미국 특허 제4,121,011호에 기재되어 있는데, 이 예들로는 수화 황산염, 보론 질화물, 알루미늄 및 비스무스, 및 보론의 산화물과 수화 산화물, 철, 및 인을 포함한다.

물론, 재료층이 방사원을 사용하여 이미지화되지 않는다면, 재료층은, 꼭 그럴 필요는 없지만, 방사 감응성일 수 있다. 그러나, 방사 감응 재료는 제조가 용이하기 때문에 바람직하므로, 적합한 방사원이 또한 바람직하게 사용된다.

### III. 방사원(Radiation Sources)

상술한 바와 같이, 마이크로렌즈와 근방의 재료층 상에 이미지 패턴을 제공하는 바람직한 방법은 방사 감응 재료를 이미지화하기 위한 방사원을 사용하는 것이다. 소정의 강도와 파장을 갖는 방사를 제공하는 에너지원은 본 발명의 방법에 이용될 수 있다. 200nm 와 11 마이크로미터 사이의 파장을 갖는 방사를 제공할 수 있는 장치는 특히 바람직하다. 본 발명에 유용한 높은 피크 전력의 방사원에 대한 실시예는 엑사이머 플래시 램프, 수동적 Q-스위치 마이크로칩 레이저, 및 Q-스위치 네오디뮴 도핑된-이트륨 알루미늄 가넷(약칭하여 Nd:YAG), 네오디뮴 도핑된-이트륨 리튬 플루오라이드(약칭하여 Nd:YLF) 및 티타늄 도핑된 사파이어(약칭하여 Ti:sapphire) 레이저들을 포함한다. 이들 높은 피크 전력 방사원들은 칩을 통해(재료의 제거 또는 다광자 흡수 공정 중에) 이미지를 형성하는 방사 감응 재료들에 가장 유용하다. 유용한 방사원들의 다른 예시들은 레이저 다이오드, 이온 레이저, 비 Q 스위치 고체상태 레이저, 금속 증기 레이저, 기체 레이저, 아크 램프 및 고전력의 백열 광원들과 같이 낮은 피크 전력을 주는 장치들을 포함한다. 이 소스들은 방사 감응 매체가 비침습적 방법에 의해 이미지화될 때 특히 유용하다.

모든 유용한 방사원들에 대해, 방사원으로부터의 에너지는 마이크로렌즈 시트(sheeting) 재료쪽으로 향하고 높은 발산 범의 에너지를 주도록 제어된다. 전자기 스펙트럼의 자외선부, 가시광선부 및 적외선부의 에너지원들에 대해서, 광선은 적절한 광학 소자에 의해 제어되며, 그 예시가 도 14, 15 및 16에 도시되고 이하에서 더욱 상세히 기술된다. 일 실시예에 있어서, 광학 트레인(optical train)으로 일반적으로 지칭되는 이러한 광학 소자의 배열의 필요조건은, 적합한 발산 또는 확산을 갖는 시트 재료 쪽으로 광학 트레인을 향하게 하여 마이크로렌즈와 재료층에 소정 각도로 조사하도록 하는 것이다. 본 발명의 합성 이미지는 개구율(최대 발산 광선의 반각(half angle)의 싸인(sine)으로써 정의됨)이 바람직하게는 0.3과 같거나 큰 광 확산 장치를 이용함으로써 얻어진다. 큰 개구율을 갖는 광 확산 장치는 큰 시야각 및 이미지의 큰 운동 범위를 갖는 합성 이미지를 생성한다.

### IV. 이미지화 프로세스

본 발명에 따른 예시의 이미지화 프로세스는 레이저로부터 시준된 광을 렌즈를 통하여 마이크로렌즈 시트를 향하여 보내는 것을 포함한다. 부유 이미지를 갖는 시트를 생성하기 위하여, 이하에 더 설명할 바와 같이, 광은 높은 개구율(NA)을 갖

는 발산 렌즈를 통하여 전송되어 크게 발산된 광의 원추를 생성한다. 높은 NA 렌즈는 0.3보다 크거나 같은 NA를 갖는 렌즈이다. 마이크로스피어의 방사 감응 코팅층은 렌즈로부터 떨어져서 위치됨으로써, 광의 원추의 축(광축)은 마이크로렌즈 시트의 평면에 수직한다.

각각의 개별적인 마이크로렌즈가 광축에 상대적인 고유의 위치를 차지하기 때문에, 각각의 마이크로렌즈에 닿는 광은 각각의 다른 마이크로렌즈에 입사하는 광에 상대적인 고유의 입사각을 가질 것이다. 따라서, 광은 각 마이크로렌즈에 의해 재료층 상의 고유의 위치로 전송되어, 고유의 이미지를 생성한다. 더욱 정확하게는, 단일 광펄스는 재료층 상에 단일 이미지 도트만을 생성하여, 각 마이크로렌즈 근방의 이미지를 제공하고, 다중 펄스의 광은 다중 이미지 도트로부터의 이미지를 생성하는데 이용된다. 각 펄스에 대해, 광축은 이전 펄스 중의 광축의 위치에 상대적인 새로운 위치에 놓여지게 된다. 마이크로렌즈에 상대적인 광축의 위치에서의 이러한 연속적인 변화는 각 마이크로렌즈로의 입사각에 있어서 대응하는 변화를 생기게 하며, 따라서 그 펄스에 의해 재료층에서 생성된 이미지 도트의 위치에서의 변화를 야기시킨다. 그 결과, 마이크로스피어의 뒤측에 집적되는 입사광은 방사 감응층에서 선택 패턴을 이미지화한다. 각 마이크로스피어의 위치가 각각의 광축에 상대적으로 고유하기 때문에, 각 마이크로스피어에 대해 방사 감응 재료에 형성된 이미지는 모든 다른 마이크로스피어와 연관된 이미지와 다를 것이다.

부유 합성 이미지를 형성하는 다른 방법은 렌즈 어레이를 이용하여 마이크로렌즈 재료를 이미지화하기 위한 높은 발산광을 생성하는 것이다. 렌즈 어레이는 모두 높은 개구율을 가지며 평면 기하적으로 배열되는 다수개의 작은 렌즈들로 구성된다. 광원에 의해 어레이를 조사할 때, 어레이는 높은 발산광의 다중 원추를 생성하며, 이들 각각의 원추는 어레이의 대응하는 렌즈에 집중된다. 어레이의 물리적 크기는 합성 이미지의 최대의 측면 크기를 수용하도록 선택된다. 어레이의 크기 덕분에, 소렌즈(lenslet)에 의해 형성된 각각의 에너지 원추는 마치 마이크로렌즈가 광 펄스를 수신하는 동안에 어레이의 모든 지점에서 순차적으로 위치되는 것처럼 마이크로렌즈 재료를 노출할 것이다. 렌즈가 입사광을 수신하는 선택은 반사 마스크를 이용하는 것에 의해 발생한다. 이 마스크는 노출되어질 합성 이미지의 일부분에 대응하는 투과 영역과, 이미지가 노출되지 않아야만하는 반사 영역을 갖는다. 렌즈 어레이의 측면 확대 덕분에, 이미지를 추적하기 위하여 다중 광펄스를 이용할 필요가 없다.

마스크를 입사 에너지에 의해 완전히 조사되게 함으로써, 에너지가 통과되게 하는 마스크의 일부분은, 마치 이미지가 단일 렌즈에 의해 추적되는 것처럼, 부유 이미지의 윤곽을 만드는 높은 발산광의 많은 개별적인 원추들을 형성할 것이다. 그 결과, 마이크로렌즈 시트에 전체적인 합성 이미지를 형성하기 위하여 오직 단일 광펄스만이 필요하다. 대안으로, 반사 마스크 대신에, 갈보메트릭 xy 스캐너(galvometric xy scanner)와 같은 빔 포지셔닝 시스템을 이용하여 렌즈 어레이에 국부적으로 조사하고 어레이 상의 합성 이미지를 추적할 수 있다. 이 기술에서는 에너지가 공간적으로 국부화되어있기 때문에, 어레이 상의 오직 몇 개의 소렌즈에만 임의의 소정 시간에 조사된다. 조사되는 소렌즈들은 마이크로렌즈 재료를 노출하는데 필요한 높은 발산광의 원추를 제공하여 시트에 합성 이미지를 형성한다.

렌즈 어레이 자체는 분리된 소렌즈로부터 제조되거나, 에칭 공정에 의해서 완전히 통일된 렌즈 어레이를 제조할 수 있다. 렌즈에 적합한 재료는 입사 에너지의 파장에서 비흡수하는 재료들이다. 어레이의 각각의 렌즈는 바람직하게는 0.3 이상의 개구와 30 마이크로미터 보다는 크고 10mm 보다는 작은 직경을 갖는다. 이 어레이들은, 렌즈 재료에 대한 내부 손상을 일으킬 수 있는 후면 반사의 영향을 감소시키기 위하여 비반사 코팅을 가질 수 있다. 또한, 유효한 음의 초점 길이 및 렌즈 어레이와 대등한 크기를 갖는 단일 렌즈들을 이용하여 어레이를 떠나는 광들의 발산성을 증대시킬 수 있다. 완전히 통일된 어레이에서 각 소렌즈의 형태는 높은 개구율을 갖고, 거의 60% 이상의 큰 필 팩터(fill factor)를 제공하도록 선택된다.

도 4는 마이크로렌즈 시트에 닿는 발산 에너지의 그래프적 개략도이다. 각 마이크로렌즈가 다른 시각으로 인입하는 에너지를 "보기" 때문에, 이미지 I가 형성된 재료층 부분은 각 마이크로렌즈마다 다르다. 그러므로, 각 마이크로렌즈와 연관된 재료층에는 고유한 이미지가 형성된다.

이미지화한 후에, 확대된 대상의 크기에 따라, 대상의 전체 또는 부분 이미지가 각 마이크로스피어 뒤의 방사 감응 재료에 존재할 것이다. 실제 대상이 마이크로스피어 뒤의 이미지로서 재생되는 범위는 마이크로스피어에 입사하는 에너지 밀도에 의존한다. 확대된 대상의 부분은 마이크로스피어에 입사하는 에너지가 그 재료를 변경하기 위하여 필요한 광의 레벨보다도 낮은 에너지 밀도를 갖는 마이크로렌즈의 영역으로부터 충분한 거리에 있을 수 있다. 또한, 공간적으로 확대된 이미지에 대하여, 고정된 NA 렌즈로 이미지화할 때, 시트의 모든 부분이 확대된 대상의 모든 부분에 대한 입사 광에 노출되는 것은 아니다. 그 결과, 대상의 이들 부분은 방사 감응 매체에서 변경되지 않고 대상의 부분 이미지만이 마이크로스피어 뒤에 나타난다. 도 5는 개별의 마이크로스피어에 인접한 방사 감응층에 형성된 샘플 이미지를 나타내고, 기록된 이미지가 합성 이미지의 전체의 복제로부터 부분적인 복제까지의 범위에 있음을 나타내는 마이크로렌즈 시트의 단면의 투시도이다. 도 6 및 도 7은 방사 감응층이 알루미늄층인 본 발명에 따라 이미지화된 마이크로렌즈 시트의 광학 마이크로그래프이다. 도시된 바와 같이 어떤 이미지는 전체이고 다른 이미지는 부분적이다.

이들 합성의 이미지는 부분적이거나 전체적이고, 실제 대상의 다른 투시를 갖는 많은 이미지를 함께 합한 결과로서 생각될 수 있다. 많은 독특한 이미지가 다른 유리한 위치로부터의 대상 또는 이미지를 "보는" 소형의 렌즈들의 어레이를 통해 형성된다. 개별적인 소형의 렌즈 뒤에, 이미지의 투시가 이미지의 형태와 이미지화 에너지 소스가 수신되는 방향에 의존하는 재료층에 형성된다. 그러나, 렌즈가 보는 모든 것이 방사 감응 재료에 기록되는 것은 아니다. 방사 감응 재료를 변경할 수 있는 충분한 에너지를 갖는 렌즈에 의해 보이는 이미지 또는 대상의 부분만이 기록될 수 있다.

이미지화되는 "대상(object)"은 강한 광원을 사용하여 "대상"의 윤곽을 추적하거나 마스크를 사용함으로써 형성된다. 합성 양태를 갖도록 기록된 이미지에 대하여, 대상으로부터의 광은 넓은 범위의 각에 대하여 방사되어야 한다. 대상으로부터 방사된 광이 대상의 한 지점으로부터 나오고 넓은 범위의 각에 대하여 방사될 때, 모든 광선은, 한 지점으로부터이지만, 광선의 투시 각도로부터, 대상에 대한 정보를 전달한다. 광선에 의해 전달되는 대상에 대한 비교적 전체의 정보를 가지기 위하여, 광은 대상을 구성하는 지점의 집합으로부터 넓은 범위의 각에 걸쳐 방사되어야 한다. 본 발명에서, 대상으로부터 나오는 광선의 각도의 범위는 대상과 마이크로렌즈 사이에 개재된 광학 소자에 의해 제어된다. 이들 광학 소자는 합성 이미지를 형성하는데 필요한 최적 범위의 각을 주도록 선택된다. 광학 소자의 최적의 선택으로 원추의 정점이 대상의 위치에서 끝나는 광의 원추가 된다. 최적의 원추 각은 40도보다 크다.

대상은 소형의 렌즈에 의해 축소되고 대상으로부터의 광은 소형의 렌즈의 이면에 대한 에너지 감응 코팅 상에 포커스된다. 포커스된 지점의 실제 위치 또는 렌즈의 이면에서의 이미지는 대상으로부터 나오는 입사 광선의 방향에 의존한다. 대상의 한 지점으로부터 나오는 광의 각 원추는 소형의 렌즈의 부분을 비추고 충분한 에너지로 비춰진 이들 소형의 렌즈만이 대상의 그 지점의 영구 이미지를 기록할 것이다.

지형적인 광학이 본 발명에 따른 다양한 합성 이미지의 형성을 나타내는데 사용될 수 있다. 이전에 주지된 바와 같이, 이하에 설명될 이미지화 프로세스는 한정하는 것이 아니라 본 발명의 실시예이다.

#### A. 시트 상에 부유 합성 이미지의 생성

도 8을 참조하여, 입사 에너지(100)(예를 들어, 광)가 광원에서 임의의 비균일성을 균일화하는 광 확산기(101) 상을 향한다. 널리 확산되는 광(100a)이 발산 렌즈(105a)를 향하여 균일하게 확산되는 광(100b)을 배향하는 광 분광기(102)에 의해 포착되고 평행화된다. 발산 렌즈로부터, 광선(100c)이 마이크로렌즈 시트(106)를 향하여 발산한다.

마이크로렌즈 시트(106) 상에 충돌하는 광선의 에너지가 개별적인 마이크로렌즈(111)에 의해 재료층(예시된 실시예에서 방사 감응 코팅(112))상에 포커스된다. 이 포커스된 에너지는 방사 감응 코팅(112)을 변경하여, 광선과 방사 감응 코팅 사이의 상호 작용에 의존하는 이미지, 크기, 형태, 및 외양을 제공한다.

도 8에 도시된 배열은 관찰자에게 이하에 설명될 시트 상에 부유 합성 이미지를 갖는 시트를 제공할 것이다. 이는 렌즈를 통해 뒤로 확대되면, 발산 선(100c)이 발산 렌즈의 초점(108a)에서 갈라질 것이기 때문이다. 다시 말해, 가상의 "이미지 광선"이 각 마이크로스피어를 통해 그리고 발산 렌즈를 통해 재료층으로부터 추적되면, 이들은 합성 이미지가 나타나는 참조 번호 108a에서 만난다.

#### B. 시트 상에서 부유 합성 이미지의 관찰

합성 이미지를 갖는 시트는 관찰자와 같은 측(반사된 광)으로부터, 또는 관찰자와 시트의 반대 측(투과된 광)으로부터 시트 상에 충돌하는 광을 사용하여 관찰될 수 있다. 도 9는 반사된 광 하에서 관찰할 때 육안의 관찰자 A에게 시트 상에 부유하는 것으로 보이는 합성 이미지의 개략적인 도면이다. 육안은 정상 시력에서 보정될 수 있지만, 달리 예를 들어 확대 또는 특별한 뷰어의 도움을 받지 않는다. 이미지된 시트가 평행화되거나 확산될 수 있는 반사된 광에 의해 조사되면, 광선이 광선에 의해 비춰진 재료층에 의해 결정되는 방식으로 이미지화된 시트로부터 반사된다. 정의에 의해, 재료층에 형성된 이미지는 재료층의 비이미지화된 부분과 다르게 보이고, 따라서 이미지가 인식될 수 있다.

예를 들어, 광 L1이 관찰자를 향해 재료층에 의해 반사될 수 있다. 그러나, 재료층은 이미지화된 부분으로부터 관찰자를 향해 잘 또는 결코 광 L2를 반사하지 않는다. 따라서, 관찰자가 참조 번호 108a에서 광선의 부재, 참조 번호 108a에서 시트 상에 부유하는 것으로 보이는 합성 이미지를 형성하는 합계를 검출할 수 있다. 요컨대, 광은 비교적 어두운 합성 이미지가 참조 번호 108a에서 식별할 수 있는 이미지화된 부분을 제외한 전체 시트로부터 반사될 수 있다.

비이미지화된 재료가 입사 광을 흡수하거나 투과하고, 이미지화된 재료가 입사 광을 반사하거나 부분적으로 흡수하여, 합성 이미지를 제공하는데 필요한 대조 효과를 제공할 수 있다. 이러한 환경하에서 합성 이미지는 비교적 어둡게 보이는 시트의 나머지에 비교하여 비교적 밝은 합성 이미지로 보일 수 있다. 이 합성 이미지는 "실제 이미지"로서 불릴 수 있는데, 이는 초점(108a)에서 이미지를 형성하는 실제 광이고, 광이 없는 것이 아니기 때문이다. 이들 가능성의 다양한 조합이 필요에 따라 선택될 수 있다.

특정 이미지화된 시트는 도 10에 도시된 바와 같이, 투광된 광에 의해 관찰될 수 있다. 예를 들어, 재료층의 이미지화된 부분이 반투명하고 비이미지화된 부분이 아닐 때, 대부분의 광 L3이 재료층에 의해 흡수되거나 반사되는 동안, 투광된 광 L4는 재료층의 이미지화된 부분을 통해 통과되고 초점(108a)을 향해 마이크로렌즈에 의해 배향될 것이다. 합성 이미지는 본 실시예에서 시트의 나머지 부분보다 더 밝게 나타나게 될 초점에 나타나게 될 것이다. 이 합성 이미지는 실제 광이기 때문에 "실제 이미지"로서 참조될 수도 있으며, 초점(108a)에 이미지를 생성하는, 광의 없음이 아니다.

대용적으로, 재료층의 이미지화된 부분들이 투명한 것이 아니라 재료층의 나머지가 투명한 경우, 이미지 영역에 투과된 광이 없는 부분은 시트의 나머지보다 더 어둡게 나타나는 합성 이미지를 제공할 것이다.

### C. 시트 하부에 부유 합성 이미지를 생성

합성 이미지는 또한 관찰자로부터의 시트의 반대측에 부유하여 나타나도록 제공될 수도 있다. 시트의 하단에 퍼지는 부유 이미지(floating image)는 도 8에 나타난 오목 렌즈(105) 대신에 볼록 렌즈를 사용함으로써 생성될 수 있다. 도 11을 참조하면, 입사 에너지(100)(본 실시예에서는, 광(light))는 확산기(101)쪽으로 향하여, 방사원의 임의의 불균일성을 균일하게 한다. 확산된 광(100a)은 볼록 렌즈(105b)쪽으로 광(100b)을 향하게 하는 시준기(102)내에 모아져서 시준되게 된다. 볼록 렌즈로부터, 광선(100d)은 볼록 렌즈와 이 볼록 렌즈의 초점(108b) 사이에 놓여져 있는 마이크로렌즈 시트(106) 상에 입사된다.

마이크로렌즈 시트(106) 상에 닿는 광선의 에너지는 개별 마이크로렌즈(111)에 의해 재료층(도시된 실시예에서, 방사 감응 코팅(112)) 상에 모아진다. 이 모아진 에너지는 방사 감응 코팅(112)을 변화시켜 광선과 방사 감응 코팅간의 반응에 따라 좌우되는 이미지, 크기, 형상 및 외관을 제공한다. 도 11에 나타난 배열은 만일 시트를 통해 연장되는 경우 수렴 광선(100d)이 오목 렌즈의 초점(108b)에 교차되기 때문에, 후술하는 바와 같이 관측자의 관점에서 시트 하부에서 부유하여 나타나는 합성 이미지를 갖는 시트를 제공한다. 다른 방식으로 표현하면, 만일 가정의 "이미지 광선"이 볼록 렌즈(105b)로부터 각각의 마이크로스피어(microsphere)를 통해 그리고 각각의 마이크로렌즈와 관련된 재료층내의 이미지를 통해 추적되는 경우, 합성 이미지가 나타나는 108b에서 만나게 될 것이다.

### D. 시트 하부에서 부유 합성 이미지를 관찰

시트 하부에 부유하여 나타나는 합성 이미지를 갖는 시트는 반사광, 투과된 광, 또는 둘다에서 관측될 수 있다. 도 12는 반사광하에서 보여졌을 때 시트 하부에 부유하여 나타나는 합성 이미지의 개략적인 도면이다. 예를 들면, 광 L5은 관찰자 뒷쪽으로 재료층에 의해 반사될 수도 있다. 그러나, 재료층은 광 L6을 관찰자 뒷쪽으로 이미지화된 부분으로부터 잘 또는 전혀 반사하지 않을 수도 있다. 따라서, 관찰자는 (108b)에서 광선의 없음을 검출할 수도 있으며, 그 총량은 (108b)에서 시트 하부에 부유하는 것이 나타나는 합성 이미지를 생성한다. 요약하면, 광은 (108b)에서 비교적 어두운 합성 이미지가 나타나게 될 것을 의미하는, 이미지화된 부분을 제외하고 전체 시트로부터 반사될 수도 있다.

또한, 각각 비이미지화된 재료는 입사광을 흡수하거나 투과되고, 이미지화된 재료는 입사광을 반사하거나 부분적으로 흡수하여, 합성 이미지를 제공하는데 필요한 콘트라스트 효과를 제공할 수 있다. 이들 환경하에서 합성 이미지는 상대적으로 어둡게 나타나게 될 시트의 나머지에 비해 상대적으로 밝은 합성 이미지로서 나타나게 될 것이다. 이들 가능성의 다양한 조합은 원하는대로 선택될 수 있다.

임의의 이미지화된 시트는 또한 도 13에 나타난 바와 같이, 투과된 광에 의해 보여질 수 있다. 예를 들면, 재료층의 이미지화된 부분이 투명하고 비이미지화된 부분이 그렇지 않은 경우, 대부분의 광 L7은 재료층에 의해 흡수되거나 반사되는 반면, 투과된 광 L8은 재료층의 이미지화된 부분을 통해 관통될 것이다. 입사광 방향에서 되돌아 오는, "이미지 광선"으로서 참조되는 이들 광선의 연장은 (108b)에서 합성 이미지가 형성되게 된다. 합성 이미지는 본 실시예에서 시트의 나머지보다 더 밝게 나타나게 될 초점에서 확실하게 보일 것이다.

대용적으로, 만일 재료층의 이미지화된 부분들이 투명하지 않고 재료층의 나머지 부분들이 투명한 경우, 이미지 영역에서 투과된 광이 없는 부분은 시트의 나머지 부분보다 더 어둡게 나타나는 합성 이미지를 제공할 것이다.

#### E. 복합 이미지(complex image)

본 발명의 원리에 따라 형성된 합성 이미지들은 길이 및 폭을 갖는 2차원으로 나타나거나, 시트 아래 또는 시트내 또는 시트 위쪽에 나타나거나, 또는 길이, 폭 및 높이를 갖는 3차원으로 나타날 수도 있다. 3차원 합성 이미지는 시트 아래 또는 시트 위쪽에만 보이거나, 또는 원하는 경우 시트 아래, 시트내, 및 시트 위쪽에 존재하는 경우를 임의로 조합한 형태로 나타날 수 있다. "시트내"라는 표현은 일반적으로 시트가 평탄하게 놓여진 경우의 면만을 말한다. 즉, 평탄하지 않는 시트도 합성 이미지의 적어도 일부가 여기서 말하는 "시트내"에 나타날 수 있기 때문이다.

3차원 합성 이미지는 단일 초점에 나타나지 않으며, 시트의 일측면으로부터 시트까지 또는 시트를 통과하여 시트의 타측 면상에 초점이 존재하는 연속 초점(continuum of focal points)을 갖는 합성 이미지로서 나타난다. 이는 시트 또는 에너지를 어느 일방에 대해 연속적으로 이동 -복수개의 서로 다른 렌즈를 사용하는 것이 아니라- 시켜, 재료층을 다중 초점에 이미지화함으로써 실현된다. 그 결과로 생긴 부분 복소 이미지는 다수의 독립한 도트들로 구성된다. 이 이미지는 시트에 대해 임의의 3개의 데카르트 좌표내에 공간적인 영역을 갖게 된다.

또 다른 효과로서, 합성 이미지를 마이크로렌즈 처리된 시트(microlensed sheeting)의 소정 영역으로 이동시켜 이미지가 소멸하도록 할 수 있다. 이러한 형태의 이미지는 공중부양(levitation) 실시예에서와 유사하게 제조되며, 추가로 불투명 마스크를 마이크로렌즈 처리된 재료와 접촉하도록 배치하여 마이크로렌즈 처리된 재료의 일부에 대해 이미지화 광(imaging light)을 부분적으로 차단되도록 한다. 이 이미지의 경우에는, 콘택 마스크에 의해 이미지화 광이 감소되거나 제거되는 영역으로 이미지를 이동시킬 수 있다.

본 발명에 따라 형성된 합성 이미지는 매우 넓은 시야각을 갖게 되어, 관측자가 시트면과 관측축 사이에서 넓은 범위에 걸쳐 합성 이미지를 관측할 수 있다. 평균 직경이 약 70-80 $\mu$ m 인 단층구조의 글래스 마이크로스피어로 구성된 마이크로렌즈 시트에 형성된 합성 이미지는, 개구수 0.64의 비구면 렌즈를 이용한 경우, 입사 에너지의 광축에 의해 그 중심축이 결정되는 원추형 시야면내에서 관측가능하다. 이 합성 이미지는 주변 조명하에서 전각(full angle) 80-90도의 원주 범위에서 관측가능하다. 발산이 덜하거나 또는 NA 가 작은 이미지화 렌즈를 이용한 경우 반각의 더 작은 원추를 형성할 수 있다.

본 발명의 공정에 의해 형성된 이미지에서도 그 시야각이 제한되도록 구성할 수 있다. 즉, 특정 방향에서 관측하거나 그 방향으로부터 작은 각도 변동범위내에서만 이미지를 관측할 수 있도록 할 수 있다. 이들 이미지는 최종 비구면 렌즈로의 입사광을 제어하여 렌즈의 일부만이 레이저 방사에 의해 조사되도록 한 점을 제외하고는, 후술하는 제1 실시예에 기술된 방법과 유사한 방법으로 형성될 수 있다. 입사 에너지를 갖는 렌즈를 부분적으로 삼입함으로써 마이크로렌즈 처리된 시트로 입사되는 발산광의 원추를 제한할 수 있다. 알루미늄 코팅된 마이크로렌즈 시트의 경우, 합성 이미지가 제한된 관측 원주 범위내에서만, 밝은 회색 배경에 어두운 회색 이미지로 나타나게 된다. 이 이미지는 마이크로렌즈 시트에 대해 부유하는 것처럼 나타난다.

#### 실시예

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 설명하기로 한다.

#### 제1 실시예

본 실시예는 알루미늄 재료층에 매립된 렌즈 시트와 이 시트의 위쪽에서 부유하는 것처럼 나타나는 합성 이미지에 대해 설명한다. 도 14에 도시된 형태의 광학 트레인을 이용하여 부유 이미지를 형성하였다. 이 광학 트레인은 기본 파장 1.06 $\mu$ m 및 Q-스위치트 모드에서 동작하는 Spectra Quanta-Ray™ DCR-2(10) Nd:YAG laser 300으로 구성된다. 이 레이저의 펄스폭은 통상 10-30ns이다. 이 레이저에 수반하여, 99% 반사 터닝 미러(302), 그라운드 글래스 확산기(304), 5X 빔 확대 텔레스코프(306) 및 개구수 0.64 및 초점거리 39.0mm의 비구면 렌즈(308)에 의해 에너지가 전달된다. 비구면 렌즈(308)로부터의 광은 XYZ 스테이지(310)로 전달된다. 이 스테이지는 3개의 선형 스테이지로 구성되며, 스테이지로는 팬실베니아 주 피츠버그 소재 Aerotech사에서 제조한 제품명 ATS50060을 사용하였다. 하나의 선형 스테이지는 비구면 초점과 마이크로렌즈 시트(z-축) 사이의 축을 따라서 이동시키는데 이용하였으며, 다른 2개의 스테이지는 시트를 광축에 대해서 서로 수직인 축방향으로 이동시키는데 이용하였다.

레이저 광이 그라운드 클래스 확산기(304) 방향으로 전달되어 렌즈열(thermal lensing)에 의한 빔의 이질성을 제거하였다. 확산기로부터의 발산광은 확산기에 바로 인접하여 있는 5X 빔 확대 텔레스코프(306)에 의해 시준된 다음 그 광빔이 확대되어 비구면 렌즈(308)에 주입된다.

본 실시예에서, 비구면 렌즈가 XYZ 스테이지의 XY 평면 위쪽에 위치하여, 마이크로렌즈 시트(312)의 1cm 위쪽에 렌즈의 초점이 생겼다. 개구형 에너지 측정기로서 캐나다 퀘벡주 세인트-페이 소재 Gentec사에서 제조한 제품명 ED500(기계적 마스크 이용)을 사용하여 시트면에서의 에너지 밀도를 제어하였다. 레이저 출력은 비구면 렌즈의 초점에서 1cm 지점에서 에너지 측정기의 조사 영역에 걸쳐서 1 평방 센티미터당 약 8 밀리줄( $8\text{mJ}/\text{cm}^2$ )이 되도록 제어되었다. 두께 80mm의 알루미늄 방사 감응층을 갖는 매립 렌즈 시트(312) 샘플을 XYZ 스테이지(310)에 부착하여 알루미늄 코팅된 면이 비구면 렌즈(308)로부터 멀어지도록 하였다.

제어기로서 펜실베이니아주 피츠버그 소재 Aerotech사에서 제조한 제품명 U21을 사용하여 XYZ 스테이지(312)의 이동에 필요한 제어신호 및 레이저(300)의 펄스구동용 제어전압을 제어하였다. 이들 스테이지의 이동은 CAD 파일을 호출하여 x-y-z 좌표 정보, 이동명령, 및 이미지 생성에 필요한 레이저 방사 명령을 제어기에 제공함으로써 구현하였다. X, Y 및 Z 스테이지의 이동과 레이저의 펄스 구동을 조정하여 마이크로렌즈 처리된 재료 위쪽 공간에 이미지를 그림으로써 임의의 복소 합성 이미지를 형성하였다. 스테이지의 속도는 10Hz의 레이저 펄스 레이트에서 50.8cm/min으로 조절하였다. 이로써 마이크로렌즈에 인접한 알루미늄층에 연속한 합성 라인을 형성하였다.

이 마이크로렌즈 처리된 시트를 주변광으로 관측한 경우, 이미지가 밝은 회색 배경에 어두운 회색으로 관측되었다. 초점과 비즈 시트(beaded sheeting) 사이의 간격을 1cm으로 한 경우, 그 결과 이미지는 시트의 약 1cm 위쪽에서 부유하는 것처럼 나타나는 평면형 합성 이미지였다. 또한, 이 합성 이미지는 관측자의 관측 방향에 대하여 상당히 큰 움직임을 나타내어, 관측 각도에 따라서 합성 이미지의 다른 양상을 관측자가 쉽게 관찰할 수 있었다.

## 제2 실시예

본 실시예에서는, 투명 방사 감응층을 갖는 노출 렌즈 시트 구성을 이용하여 마이크로 시트 아래에서 평탄하게 나타나는 합성 이미지를 형성하였다. 본 실시예에서도 제1 실시예에서 사용된 광학 트레인을 사용하였다. 마이크로렌즈 처리된 시트를 비구면 렌즈(308)에 대하여, 렌즈가 마이크로렌즈 시트와 거의 접촉하도록 배치하였다. 레이저 출력은 비구면 렌즈 바로 밑에서 약  $14\text{mJ}/\text{cm}^2$ 이 되도록 조절되었다. 이 노출 렌즈 시트는 미국 특허 제3,801,183호에 기재된 부분적으로 매립된 마이크로스피어로 구성되며, 마이크로스피어의 일면에 ZnS 유전체 미러 기체를 증착시켰다. 이 ZnS 층의 두께는 60nm로 하였다. 제1 실시예에서와 마찬가지로, 레이저를 10Hz에서 구동하고 50.8cm/min의 속도로 시트를 이동시켜, 마이크로렌즈 처리된 시트에 연속한 합성 라인을 형성하였다. 스테이지 시스템을 이용하여 "구체(globe)" 패턴(4개의 각인된 호를 갖는 원)을 그렸다.

주변광 하에서 구체는 백색/황색 배경에 어두운 이미지로 나타났다. 이 어두운 합성 이미지는 시트의 약 39mm 아래에서 부유하는 것처럼 나타났다. 이 합성 이미지의 위치는 비구면 렌즈의 초점 위치에 대응하였으며, 본 실시예에서는 렌즈로부터 약 39mm 지점에 해당하였다.

## 제3 실시예

본 실시예는 단일 비구면 렌즈의 위치에 렌즈 어레이를 이용하여 알루미늄 방사 감응층을 갖는 노출 렌즈 시트에 합성 이미지를 형성하는 방법을 설명한다. 도 15에 도시한 형태의 광학 트레인을 이용하여 부유 합성 이미지를 형성하였다. 이 광학 트레인은 Q-스위치트 레이저(300), 99% 반사 미러(302), 광학 확산기(304), 빔 확대 텔레스코프(306)로 구성된다. 본 실시예에서 사용되는 광학 트레인의 부재들은 제1 실시예에 기재된 것들과 동등하다. 또한, 본 실시예의 광학 트레인은 2차원 렌즈 어레이(407), 반사 마스크(409) 및 음의 양면 오목 렌즈(411)를 포함하여 구성된다. 레이저 조사에 노출될 마이크로렌즈 처리된 재료(412)의 영역과 일치되기 위하여 반사형 마스크(409)의 영역은 투명한 반면에, 마스크의 잔여 표면은 불투명하거나 반사성을 띤다.

렌즈 어레이(407)는 테지그네이션 3038 하의 알라바마, 헌츠빌의 MEMS Optical, LLC에서 구득 가능한 퓨즈된 실리콘 굴절형 마이크로렌즈 어레이로 구성된다. 이 폐쇄 포장된 구형 렌즈 어레이는 지름이 75mm이고 초점거리가 마이너스 150mm인 부(negative)의 이중 오목(biconcave) 렌즈(411)와 거의 접촉하는 식으로 배치된다. 80nm 두께의 알루미늄 방사 감응층을 갖는 피노출 렌즈 시트(412)는 부의 이중 오목 렌즈(411)의 25mm 내에 배치된다. 마이크로렌즈 처리된 재료

는 마이크로렌즈 어레이와 부의 이중 오목 렌즈의 결합된 광 경로의 초점 거리로부터 약 1cm 정도 떨어져 배치된다. 레이저로부터의 출력은 조정되어 마이크로렌즈 처리된 시트의 피노출 렌즈 표면에서 약  $4\text{mJ}/\text{cm}^2$ 의 에너지를 생성한다. 단일 레이저 펄스가 활성화되어 전체 이미지를 노출시킨다.

귀결되는 이미지화된 마이크로렌즈 처리된 시트는, 주변광 조명에서 보았을 때에 시트 위에 약 1cm 정도 부유하는 것으로 보이는 이미지를 나타낸다. 이미지는 회색 배경에 대해 어두운 회색을 띤다.

#### 제4 실시예

본 실시예에서 발산 광원이 산란원에서의 반사에 의해 획득된다. 산란 반사기는 그 직경이 약 5mm인 세라믹 구슬(bead)로 구성된다. 도16에 도시된 유형의 광학 트레인인 본 실시예에서 사용된다. 이는 예1에서 설명한 것과 유사한 Q-스위칭 Nd:YAG 레이저(500)와 이에 따른 것으로서 입사 레이저 광의 크기를 약 1mm의 직경으로 축소되도록 하는 텔레스코프(502)로 구성된다. 광은 그러면 직교각에 대해 충분히 빋나간 각도로 세라믹 구슬(504)에 충돌하여 마이크로렌즈 시트(512)를 마주보고 있는 세라믹 구슬(504)의 반구의 약 1/4을 조사한다. 이는 적외선 카메라를 통해서 산란된 광을 관측함으로써 확인되었다.

세라믹 구슬(504)은 XY 스테이지(510)상에 약 25mm의 거리 만큼에 배치된다. 레이저로부터의 입사광은 조정되어 샘플 스테이지에 평행하게 된다. 80nm의 알루미늄 방사 감응층을 구비한 매립(embedded)된 렌즈 시트(512)는 XY 스테이지(510)에 고정되고 제어기는 제어 신호를 스테이지 및 레이저에 공급한다. 레이저 출력은 조정되어 마이크로렌즈 시트의 표면에서 약  $8\text{mJ}/\text{cm}^2$ 의 에너지가 획득된다. 세라믹 구슬(504)의 조사는 조정되어 마이크로렌즈 시트(512)의 표면에 대해 가장 균일한 광 조사를 할 수 있게 된다. XY 스테이지(510)는 레이저가 10Hz로 펄스될 때에 50.8cm/분으로 이동된다. 마이크로렌즈 시트는 세라믹 반사기로부터의 산란된 광에 노출되는 한편으로, 복합 이미지가 스테이지로서 추적된다.

주변광 조건에서 합성 이미지가 시트 상부에 약 25mm 정도 부유하고, 회색 배경광에서 어두운 회색을 띄게 된다. 본 이미지는 관측자의 관측 위치에 대해 큰 이동을 갖는다. 투과된 광에 대해서는 발광 합성 이미지가 시트 위로 약 25 mm 정도 부유한다.

#### 제5 실시예

본 실시예에서 매립된 렌즈 시트의 재료층은 다중층 광 스택으로 구성되고 가시 스펙트럼에서 특정 색에 맞추어져 있다. 마이크로렌즈 처리된 시트의 한 표면에서 박막층은 진공 증착 및 플라즈마 중합에 의해 피착되어, 크롬/플라즈마 중합된 부타디엔/실리콘 이산화물/알루미늄의 순서를 갖는 재료로 구성된 층을 획득하게 되는데, 여기서 크롬층이 매립된 렌즈에 근접 배치된다. 개별 재료의 두께는 조정되어 가시 스펙트럼의 적, 녹, 청색 부분에서 색을 얻는다. 표1은 예비된 개별 재료의 특정 두께를 나타낸다.

**[표 1]**  
다중층 구성

| 샘플 | Cr (nm) | PP(nm) | SiO <sub>2</sub> (nm) | Al (nm) | 색     |
|----|---------|--------|-----------------------|---------|-------|
| 1  | 4       | 97     | 0                     | 80      | 청색    |
| 2  | 4       | 65     | 65                    | 80      | 밝은 청색 |
| 3  | 4       | 89     | 65                    | 80      | 녹색    |
| 4  | 4       | 165    | 20                    | 80      | 적색/청색 |

코팅된 마이크로렌즈 시트는 이후 다중층이 적층 재료와 접촉하는 식으로 배면에 적층된다. 마이크로렌즈 시트의 라이너(liner)는 이후 제거되어 상기 표에 기재된 색에 매립된 렌즈의 전면이 노출되게 된다.

제1 실시예에 설명된 광학 트레인은 본 실시예의 샘플을 이미지화하기 위하여 사용된다. 본 실시예에서, 어스피어(asphere)의 초점은 마이크로렌즈 시트 상부에 1cm 정도 떨어져 배치된다. 레이저 출력은 조정되어 마이크로렌즈 시트의 표면에서  $5\text{mJ}/\text{cm}^2$ 의 에너지 밀도가 획득된다. 다중층 스택의 광 속성은 조사된 영역에서 변형된다. 구체(glove) 패턴이 추적되어 제1 실시예에서 설명한 것과 비슷한 방식으로 다중층 스택에서 이미지를 제공하게 된다.

주변광 조건에서, 조사된 영역은 마이크로렌즈 처리된 시트의 배경색 하에서 그 색이 밝은 노랑에서 오렌지까지의 색을 띠게 된다. 모든 합성 이미지는 시트 위에 부유하게 되고 관측자에 대해 상대적으로 움직인다.

## 제6 실시예

본 실시예는 컬러화된 합성 이미지를 생성하기 위한 방사 감응층으로서의 다중층 동조된 스택의 제2 타입을 설명한다. 광 스택은 매립된 렌즈 시트로 구성된 마이크로렌즈 처리된 시트 상에 준비된다. 마이크로렌즈 처리된 시트의 한 표면에서, 박층은 아래의 표2에 도시된 대로, 진공 증착에 의해 피착되어 크롬/크리올라이트/알루미늄( $\text{Cr}/\text{Na}_3\text{AlF}_6/\text{Al}$ ), 크롬/실리콘 이산화물/알루미늄( $\text{Cr}/\text{SiO}_2/\text{Al}$ ), 또는 크롬/마그네슘 플루오라이드/알루미늄( $\text{Cr}/\text{MgF}_2/\text{Al}$ )의 순서를 갖는 재료로 구성된 층을 획득하게 된다. 유전 재료인  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{NaAlF}_6$ , 및  $\text{MgF}_2$ 의 두께는 조정되어 가시 스펙트럼에서 다양한 색깔을 얻게 된다. 표2는 여러 샘플에서 준비되는 개별 재료의 특정 두께를 제공한다.

**[표 2]**  
다중층 구성

| 샘플 | Cr 두께 (nm) | $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ 두께 (nm) | $\text{SiO}_2$ 두께 (nm) | $\text{MgF}_2$ 두께 (nm) | Al 두께 (nm) | 색                  | 이미지화 에너지 밀도 ( $\text{mJ}/\text{cm}^2$ ) |
|----|------------|-----------------------------------|------------------------|------------------------|------------|--------------------|-----------------------------------------|
| A  | 4.8        | 200                               | 0                      | 0                      | 83         | 청색                 | 12.7                                    |
| B  | 4.8        | 0                                 | 135                    | 0                      | 83         | 어두운 청색             | 8.6                                     |
| C  | 4.8        | 0                                 | 0                      | 259                    | 83         | 아쿠아그린 (aqua-green) | 8.6                                     |
| D  | 4.8        | 0                                 | 275                    | 0                      | 83         | 보라색                | 7.5                                     |
| E  | 4.8        | 0                                 | 160                    | 0                      | 83         | 녹색                 | 7.5                                     |
| F  | 4.8        | 0                                 | 225                    | 0                      | 83         | 오렌지-탠              | 7.5                                     |

그 다음, 다중층이 적층 재료에 접촉하도록, 코팅된 마이크로렌즈 베이스 시트는 배킹(backing)에 적층되었다. 그 다음, 마이크로렌즈 시트의 라이너가 제거되어, 상기 표에 의해 주어진 색상을 갖는 매립된 렌즈의 전면이 노출되었다.

제1 실시예에서 사용되었던 것과 같은 광학 트레인을 이용하여 이 샘플들을 이미지화하였다. 본 실시예에서, 최종 비구면 렌즈는 샘플에 거의 접촉하도록 위치되어, 시트 아래에 부유하는 것으로 보이는 합성 이미지를 제공하였다. 레이저 에너지는, 각 다중층 스택의 광학적 특성을 표 2에 나타난 바와 같이 영구적으로 변경하는 에너지 밀도를 얻도록 조정된다. 제1 실시예에서와 설명한 것과 마찬가지로의 방법으로, 이러한 재료에서의 이미지에 대하여, 영숫자 문자 "SAMPLE"이 추적되었다. 주변광 하에서, 합성 이미지는 마이크로렌즈 처리된 시트의 배경 색상에 비하여, 백색/황색의 외형을 갖는 어두운 이미지로 보였다. 모든 합성 이미지는 시트 아래에 약 39mm 부유하며 시트를 보고 있는 관찰자에 대하여 이동하는 것처럼 보였다.

## 제7 실시예

본 실시예에서, 컬러 합성 이미지는 50원자%의 은과 50원자%의 아연의 상변화 합금( $\text{Ag}_{50}\text{Zn}_{50}$ )과, 크롬 및 실리콘 이산화물로 이루어진 방사 감응층인 동조된 이중층 스택을 이용한 매립된 렌즈 시트 내에 형성되었다. 상변화 합금은 빛의 조사에 의해 제거되지 않았으며, 동조된 이중층 스택은 가시 영역의 전자기 스펙트럼 중 청색 부분에서의 분광 반사율을 향상시킨다. 방사 감응층은, 제5 실시예에서 다중층 스택의 박막층을 마이크로렌즈 처리된 베이스 시트에 적층할 때와 마찬가지로

가지의 방법에 의해, 둘러싸인 렌즈 시트의 스페이서층에 적층되었다. 우선, 크롬 및 실리콘 이산화물층이 중합체 스페이서층 상에 각각 40nm 및 260nm의 두께로 진공 적층되었다. 다음으로, 80nm 두께의  $\text{Ag}_{50}\text{Zn}_{50}$  합금층이 실리콘 이산화물층 상에 스퍼터 적층되었다. 그 다음, 샘플들은 적층되고 박리되어, 마이크로렌즈 시트의 청정 부분이 노출되었다.

시트는, 주변광(반사광) 하에서는 청보라색으로 보인다.  $\text{Ag}_{50}\text{Zn}_{50}$  방사 감응층을 이미지화하기 위해 제1 실시예에서와 유사한 광학 트레인이 이용되었다. Q 스위치 레이저 대신에, 1.06nm의 파장에서 동작하는 연속파 Nd:YAG 레이저가 이용되었다. 펄스폭은 광학 트레인 내의 음향 광변조기를 이용하여 제어되었다. 1차 회절빔이 도 14에 도시된 광학 트레인을 통해 출사되었다. 둘러싸인 렌즈 시트의 샘플들은 XYZ 스테이지에 부착되었다. 음향 광변조기로의 레이저 전력은 마이크로렌즈 처리된(microlensed) 재료에서 810mW의 전력을 제공하도록 조정되었다. 음향 광변조기는 100 $\mu\text{s}$  펄스폭에서 20Hz의 펄싱을 얻도록 조정되었다. 제1 실시예에서 설명되었던 것과 같은 양(+)성 비구면 렌즈가 마이크로렌즈 처리된 재료의 표면 위에서 12mm 지점에 배치되었다. 레이저 조사에 의해 방사 감응층이 노광되는 동안, 이미지가 XYZ 스테이지에 투사되었다.

시트를 주변광 하에서 보았을 때, 이미지화된 영역은 밝은 청색으로 보이고, 마이크로렌즈 시트보다 약 12mm 정도 부유하는 것으로 보였다.

#### 제8 실시예

본 실시예에서, 구리 방사 감응층을 포함하는 복제 렌즈 구조물이 마이크로렌즈 시트로서 이용되었다. 미국 특허 제 5,254,390에 개시되어 있는 종류의 복제 시트가 마이크로렌즈 시트로서 이용되었다. 시트의 평탄한 표면 상에, 구리 방사 감응층이 약 80nm 두께로 진공 증착되었다. 복제 마이크로렌즈 처리된 재료는 제1 실시예에서 설명되었던 것과 같은 광학 트레인으로부터의 레이저광에 의해 노광되었다. 최종 비구면 렌즈는 마이크로렌즈 처리된 재료의 표면으로부터 초점이 6.5mm 이격된 지점에 설치되었다. 레이저 출력은 시트의 표면에서 약 7mJ/cm<sup>2</sup>로 주어지도록 조정되었다. XYZ 스테이지가 50.8cm/분의 속도로 이동하는 동안, 레이저는 10Hz의 펄스로 설정되었다. "구체(globe)" 패턴(4개의 각인된 호를 갖는 원)이 샘플 상에 투사되었다.

시트를 주변광하에서 보았을 때, 방사 감응층의 구리색에 대하여 약간 흰색의 구체 이미지가 부유한다. 이 합성 이미지는 시트에 비해 약 6mm 정도 부유하는 것으로 보인다.

#### 제9 실시예

본 실시예는 시트 아래에 부유하는 것으로 보이는 합성 이미지와 평면 합성 이미지의 조합을 설명한다. 80nm 두께의 알루미늄 방사 감응층을 갖는 노광 렌즈 마이크로렌즈 시트가, 제1 실시예에서 설명된 것과 같은 광학적 구성을 이용하여 이미지화되었다. 비구면 렌즈가 마이크로렌즈 시트에 거의 접촉하여 배치되었고, 레이저 출력은 샘플 표면에서 4mJ/cm<sup>2</sup>가 되도록 조정되었다. 제어기는 영숫자 문자인 "SAMPLE"을 투사하도록 프로그래밍되었다. 개방 시트의 상단에 흡광 마스크가 배치되었다. 이 마스크는, 종래의 복사기를 이용하여 투명 시트 상에 영숫자 문자인 "3M"의 열을 인쇄하는 것에 의해 제조된다. 영숫자 문자는 흡광한 반면에, 주변 영역은 레이저광을 투과시켰다. 이러한 흡광 마스크를 갖는 노광 렌즈 시트는, 마스크 위치의 "SAMPLE" 문자가 마스크 위치의 상단에 형성되도록 배치되었다.

주변광 하에서 보았을 때, 문자 "SAMPLE"은 시트 아래에 39mm 부유하는 것으로 보이고, 노광되지 않은 문자 "3M"은 시트의 평면 내에 있는 것으로 보인다. "3M" 문자는 "SAMPLE" 문자로부터의 어두운 문자에 대해서만 관찰 가능했다.

#### 제10 실시예

본 실시예에서는 복잡한 3차원 이미지를 갖는 시트를 설명한다. 80nm 두께의 알루미늄 방사 감응층을 갖는 매립 렌즈형 마이크로렌즈가 본 실시예에서 이용되었다. 제1 실시예에서 이용되었던 광학 트레인이 본 실시예에 이용되었다. 마이크로렌즈 처리된 시트는 XYZ 전이 스테이지의 XY 평면에 부착되는 한편, 비구면 렌즈는 Z 평면에 부착되었다. 비구면 렌즈는 NA 0.64이고, 초점 거리 39mm였다. 제어기는 5cm 길이의 입방 대각선(입방체의 2개의 대향하는 꼭지점 간의 거리)을 갖는 입방체의 외형을 추적하였다. 제어기에 프로그래밍되어 있는 것과 같은 입방체의 상대적인 위치 및 배향은, 합성 입방체 이미지의 한쪽 끝은 시트의 표면보다 약 5mm 위인 지점에 위치하고, 다른쪽 끝은 시트의 표면보다 약 5.5cm 위인 지점에 위치하도록 배치되었다. 입방체 이미지는, 입방체의 꼭지점이 관찰자에 가장 가깝게 되도록 배향되었다.

입방체를 추적하는 동안, 레이저로부터의 펄스당 에너지는 샘플 표면에서 오목 렌즈와 시트 사이의 공간에 상관없이 일정한 에너지 밀도  $8\text{mJ}/\text{cm}^2$ 를 산출하도록 제어된다. 10Hz로 조작된 레이저 및 X, Y, Z 스테이지는  $50.8\text{cm}/\text{minute}$ 의 속도로 이동된다. 입방체의 이미지는 마이크로렌즈 처리된 시트 위쪽 공간에서 제어기에 의해 계속해서 추적된다.

주변광에 드러나게 될 때, 합성 입방체 이미지는 표면 보다 5mm 내지 5.5cm 위에 부유하여, 밝은 회색 배경에 대해 어두운 회색으로 나타난다. 또한, 관찰자가 그 또는 그녀의 투시 시야(viewing perspective)를 변경함에 따라, 이전에 다른 시야 각에서는 불명료했던 입방체의 측면들을 드러내기 위해 마이크로렌즈 시트 위에서 회전하는 것으로 보이게 된다.

#### 제11 실시예

본 실시예는 사라지도록 구성될 수 있는 부유 이미지에 대해 기술한다. 즉, 시야각을 변경함으로써, 합성 이미지가 보이는 것으로부터 사라지도록 구성되거나 또는 보이도록 재현되도록 구성될 수 있다. 80nm 두께의 알루미늄 방사 감응층을 갖는 매립된 렌즈 시트가 사용된다. 제1 실시예와 유사한 광학 트레인인 이미지 형성을 위해 사용되고, 시트로부터 비구면 렌즈까지의 거리는 마이크로렌즈 처리된 시트 위의 초점 1cm 위치에 놓이도록 조정된다. 제어기는 "구체(globe)" 패턴(4개의 각인된 (four inscribed arcs)를 갖는 원)을 생성하도록 프로그램되고, 레이저 출력은 샘플 표면에서  $8\text{mJ}/\text{cm}^2$ 를 제공하도록 조정된다. 샘플 자체에는, 투명 테이프의 스퀘어 섹션이 렌즈 매립형 시트의 표면에 부착된다. 테이프의 스퀘어 섹션은 구체의 이미지화 동안, 레이저에 의해 이미지화된 영역의 부분이 투명 테이프에 의해 덮혀진 부분을 오버랩하도록 위치된다.

이미지화된 시트가 주변광 하에 드러날 때, 부유하는 구체 패턴은 시트의 1cm 위에 부유하여, 밝은 회색 배경에 대해 어두운 회색 이미지로 관찰된다. 시야각을 다양화함으로써, "구체"는 투명 테이프에 의해 마스크된 범위의 내부 또는 외부로 이동된다. 구체가 마스크된 범위의 외부로 이동될 때, 그 영역 내에 구체의 일부가 재현된다. 합성 이미지는 그것이 마스크된 범위 내부로 이동될 때, 단지 점차적으로 희미해지는 것이 아니라, 그 영역으로 통과할 때 완전히 정확하게 사라진다.

#### 산업상 이용 가능성

본 발명의 합성 이미지를 포함하는 이미지된 시트는 보통 장비와는 구별되고 보통 장비로 복제하는 것은 불가능하다. 합성 이미지는 보다 명확하게, 여권, 아이디 배지, 아이디 그래픽 및 친목 카드와 같이 애플리케이션에 사용되는 시트 내에 형성될 수 있다. 확인을 요하는 서류는 식별, 인증, 및 증대를 위해 적층된 시트 상에 형성된 이러한 이미지들을 가질 수 있다. 층판(lamination)과 같은 점착성이 있는 또는 점착성이 없는 종래의 본딩 수단이 사용될 수도 있다. 박스에 담긴 전자 제품, 콤팩트 디스크, 운전 면허증, 표제 서류, 여권 또는 브랜드화된 제품과 같이 가치있는 품목의 공급자들은 그들의 제품에 본 발명의 다중박막 필름을 간단히 적용할 수 있고, 그들의 고객에게 가치가 인증된 제품으로 수락된 것에만 라벨이 붙어 있다는 것을 알린다. 이러한 보호를 요하는 제품들에 대해, 그들의 구조물에 합성 이미지를 포함하는 시트를 포함함으로써, 또는 그 제품에 그러한 시트를 부착함으로써, 그들의 어필은 강화될 수 있다. 합성 이미지는 유일한 이미지의 시각적 묘사에 바람직한, 광고, 번호판, 및 수많은 다른 애플리케이션을 위한 표시 재료로서 사용될 수도 있다.

다중 합성 이미지는 동일한 시트 상에 형성될 수도 있고, 이러한 합성 이미지는 동일하거나 다를 수도 있다. 또한, 합성 이미지는 인쇄된 이미지, 홀로그램, 등치선, 회절 격자, 카인그램(kinegram), 사진 등과 같은 종래의 다른 이미지들과 함께 사용될 수도 있다.

개시된 실시예의 다양한 수정 및 조합이 당업자들에게는 자명할 것이며, 이러한 수정은 첨부된 청구항에 정의된 바와 같은 본원의 범주 내에서 의도된다.

#### 도면의 간단한 설명

본 발명은 이하의 첨부 도면과 관련하여 이하에 기술될 것이다.

도 1은 "노출 렌즈(exposed lens)" 마이크로렌즈 시트의 확대 단면도.

도 2는 "매립 렌즈(embedded lens)" 마이크로렌즈 시트의 확대 단면도.

도 3은 평볼록(plano-convex) 베이스 시트를 포함하는 마이크로렌즈 시트의 확대 단면도.

도 4는 마이크로스피어로 구성된 마이크로렌즈 시트에 미치는 발산 에너지의 도식적 표현.

도 5는 개별 마이크로스피어에 인접한 재료층에 기록되는 샘플 이미지를 나타내고, 또한 기록 이미지가 합성 이미지의 완전 복제에서 부분 복제까지의 범위에 있음을 나타내는 마이크로렌즈 시트의 평단면도.

도 6은 본 발명에 따른 시트 위에 부유하는 것처럼 보이는 합성 이미지를 제공하도록 이미지화된 알루미늄 필름으로 이루어진 방사 감응 재료층을 가진 마이크로렌즈 시트의 광학 마이크로그래프.

도 7은 본 발명에 따른 시트 아래에 부유하는 것처럼 보이는 합성 이미지를 제공하도록 이미지화된 알루미늄 필름으로 이루어진 방사 감응 재료층을 가진 마이크로렌즈 시트의 광학 마이크로그래프.

도 8은 마이크로렌즈 시트 위에 부유하는 것처럼 보이는 합성 이미지의 형성의 기하학적 광학 도면.

도 9는 본 발명의 시트가 반사광으로 관찰될 때 이 시트 위에 부유하는 것처럼 보이는 합성 이미지를 가진 시트의 개략도.

도 10은 본 발명의 시트가 투과광으로 관찰될 때 이 시트 위에 부유하는 것처럼 보이는 합성 이미지를 가진 시트의 개략도.

도 11은 마이크로렌즈 시트 아래에 부유하는 것처럼 관찰되는 합성 이미지의 형성의 기하학적 광학 도면.

도 12는 본 발명의 시트가 반사광으로 관찰될 때 이 시트 아래에 부유하는 것처럼 보이는 합성 이미지를 가진 시트의 개략도.

도 13은 본 발명의 시트가 투과광으로 관찰될 때 이 시트 아래에 부유하는 것처럼 보이는 합성 이미지를 가진 시트의 개략도.

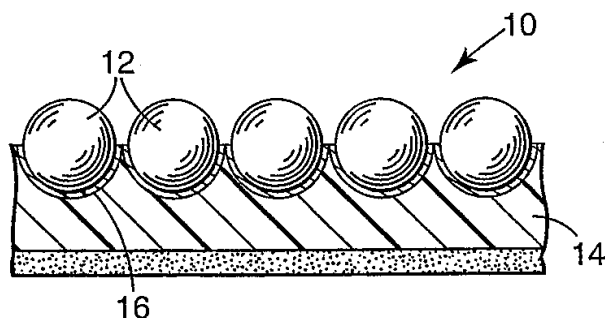
도 14는 본 발명의 합성 이미지를 형성하는 데 사용되는 발산 에너지를 생성하기 위한 광학 트레인의 도면.

도 15는 본 발명의 합성 이미지를 형성하는 데 사용되는 발산 에너지를 생성하기 위한 제2 광학 트레인의 도면.

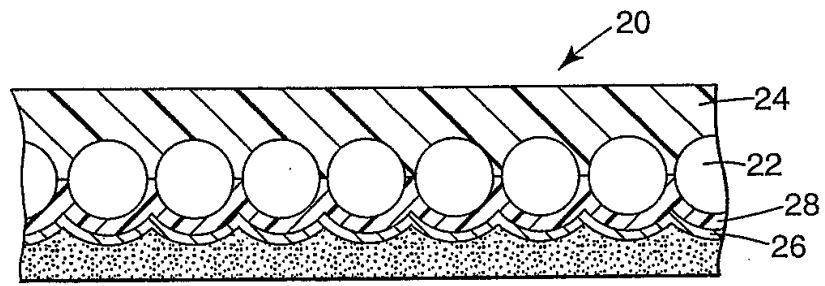
도 16은 본 발명의 합성 이미지를 형성하는 데 사용되는 발산 에너지를 생성하기 위한 제3 광학 트레인의 도면.

## 도면

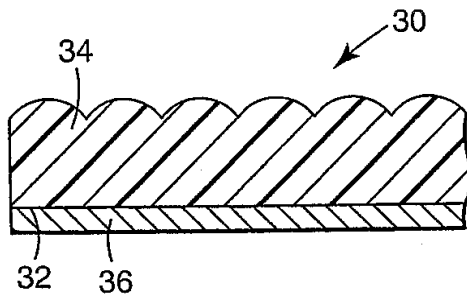
도면1



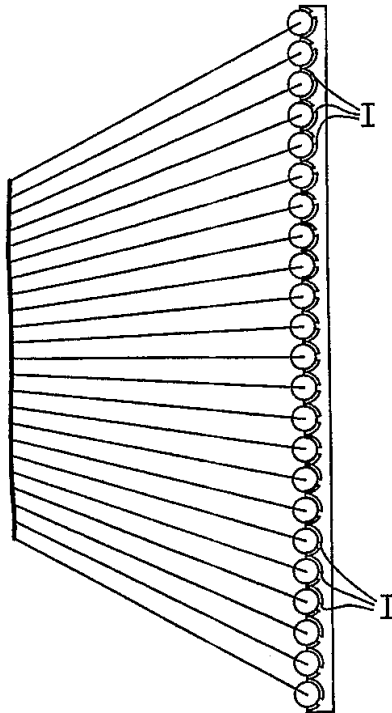
도면2



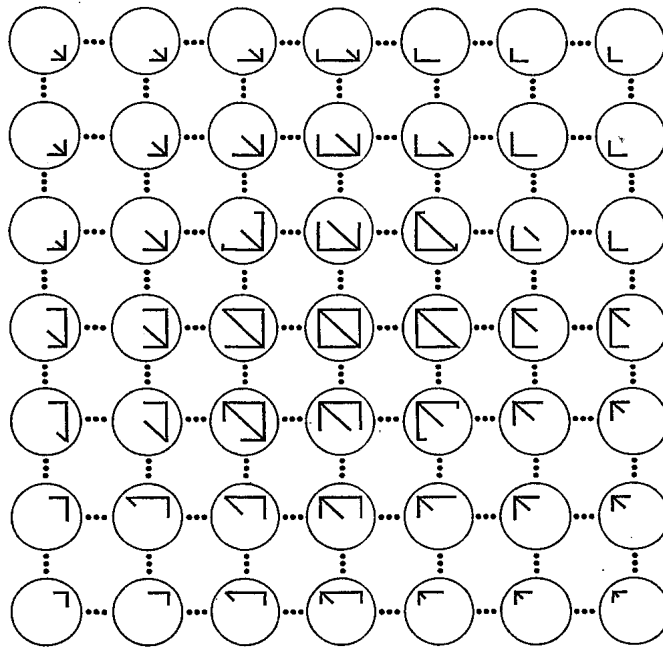
도면3



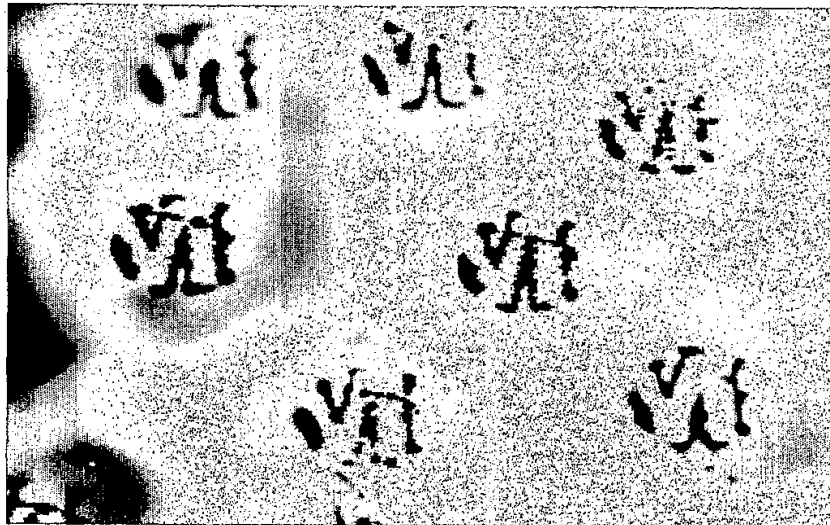
도면4



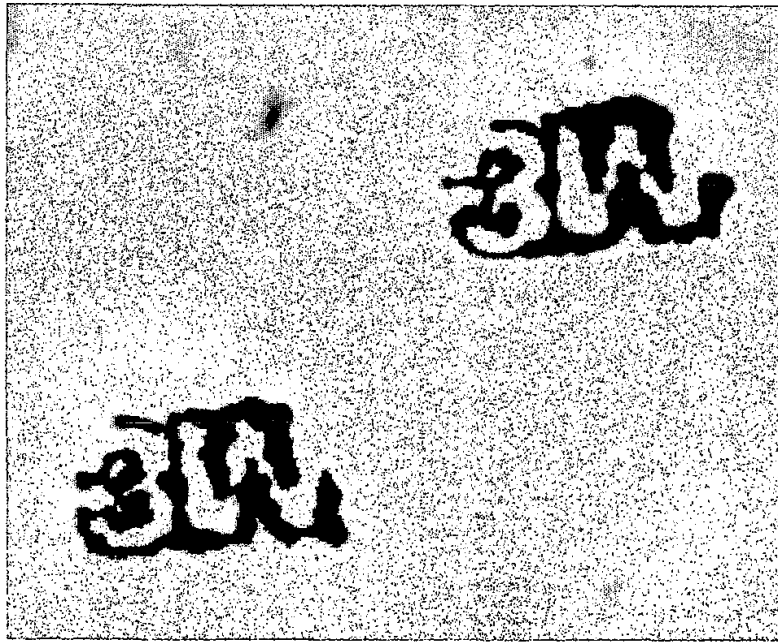
도면5



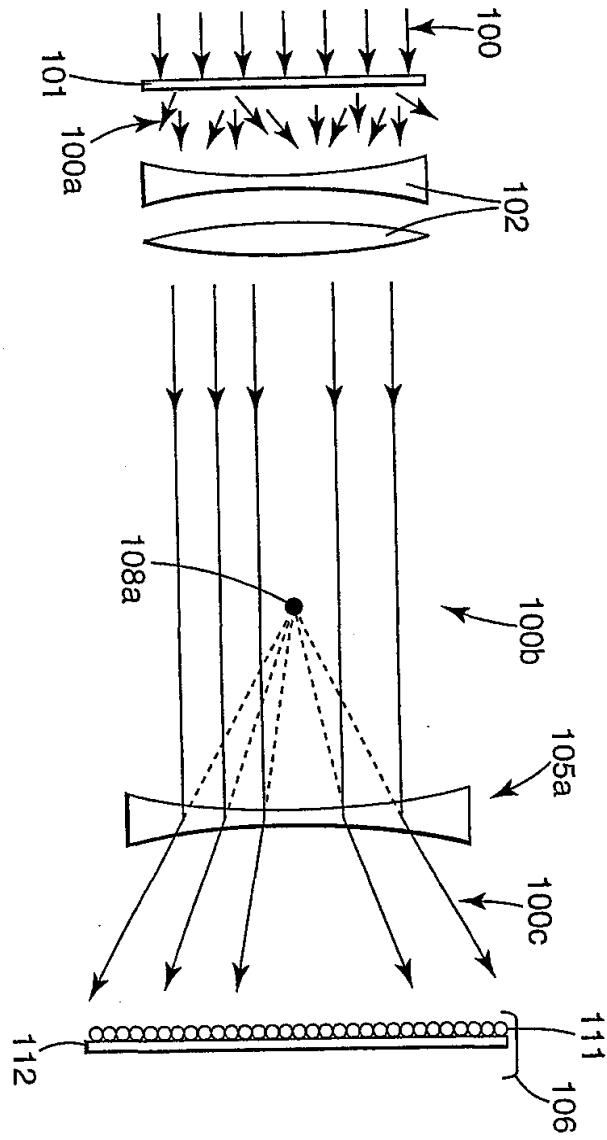
도면6



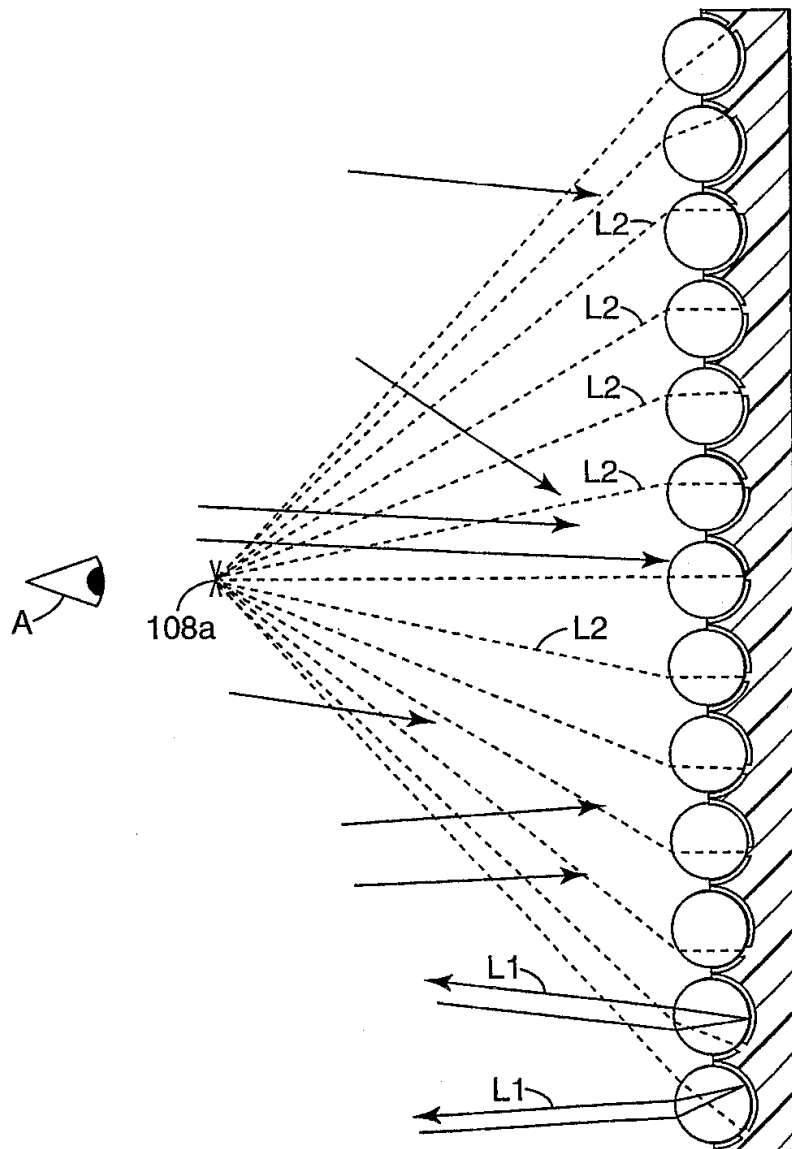
도면7



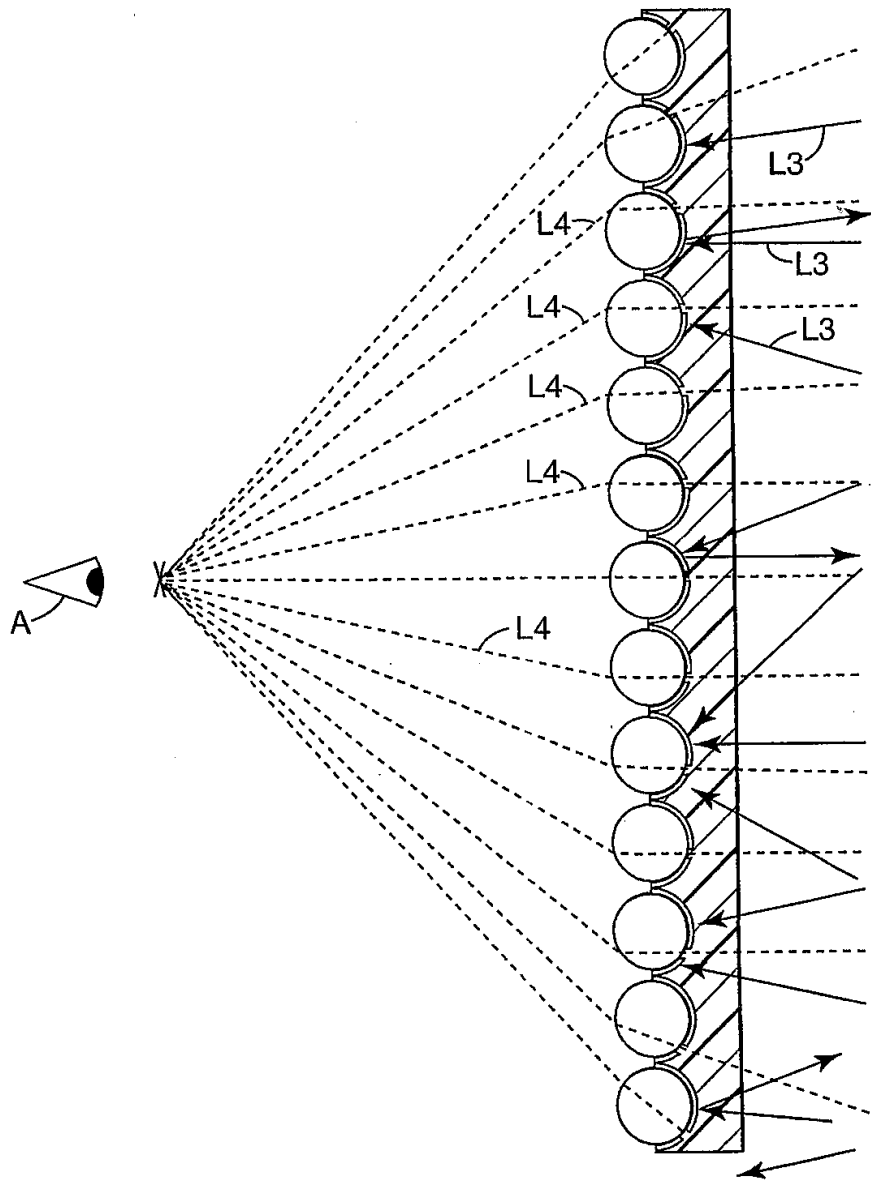
도면8



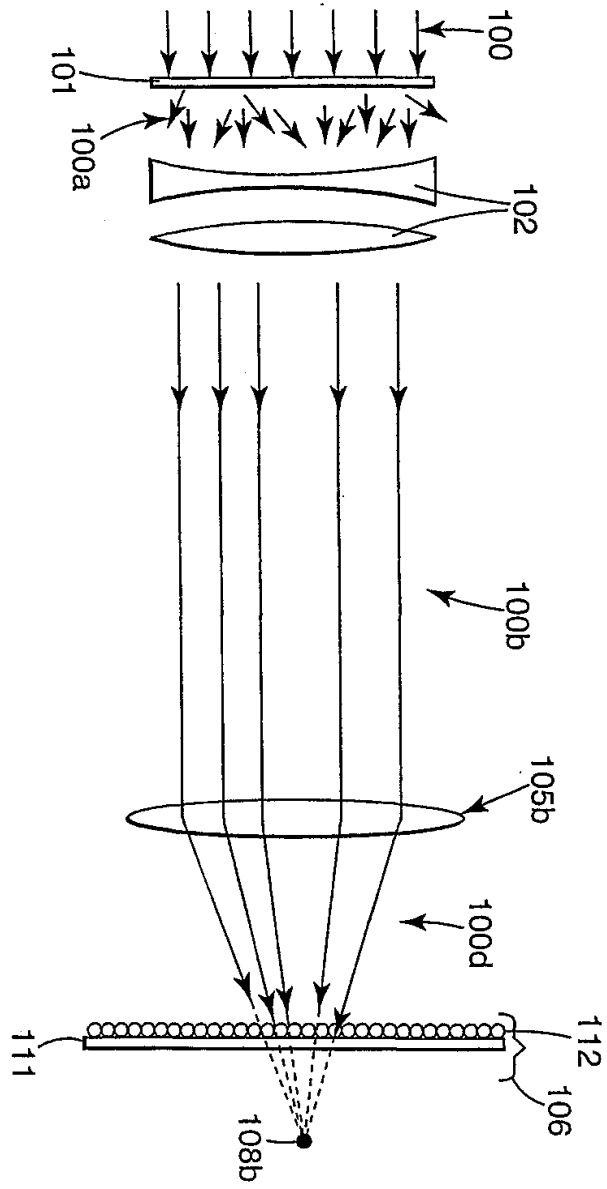
도면9



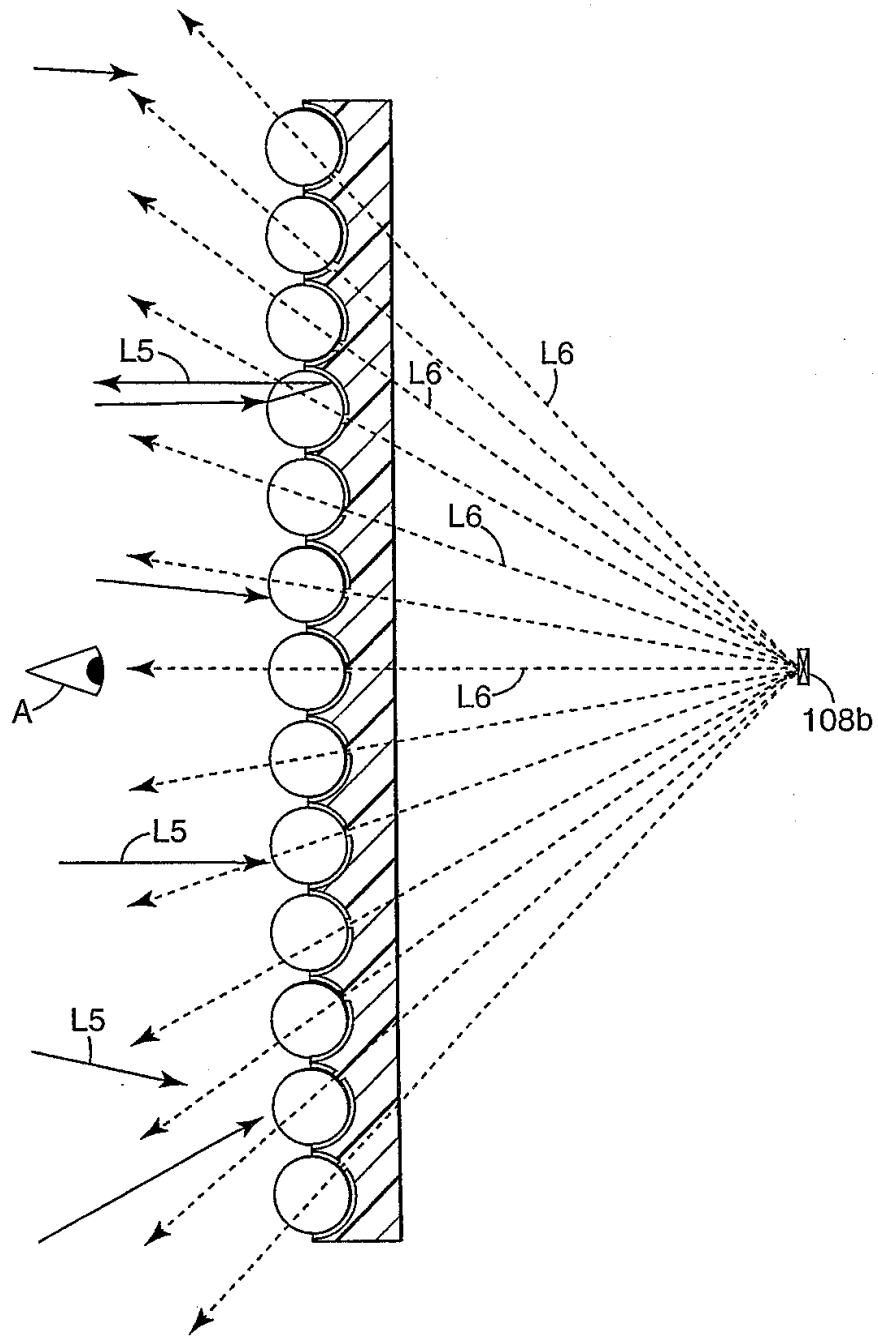
도면10



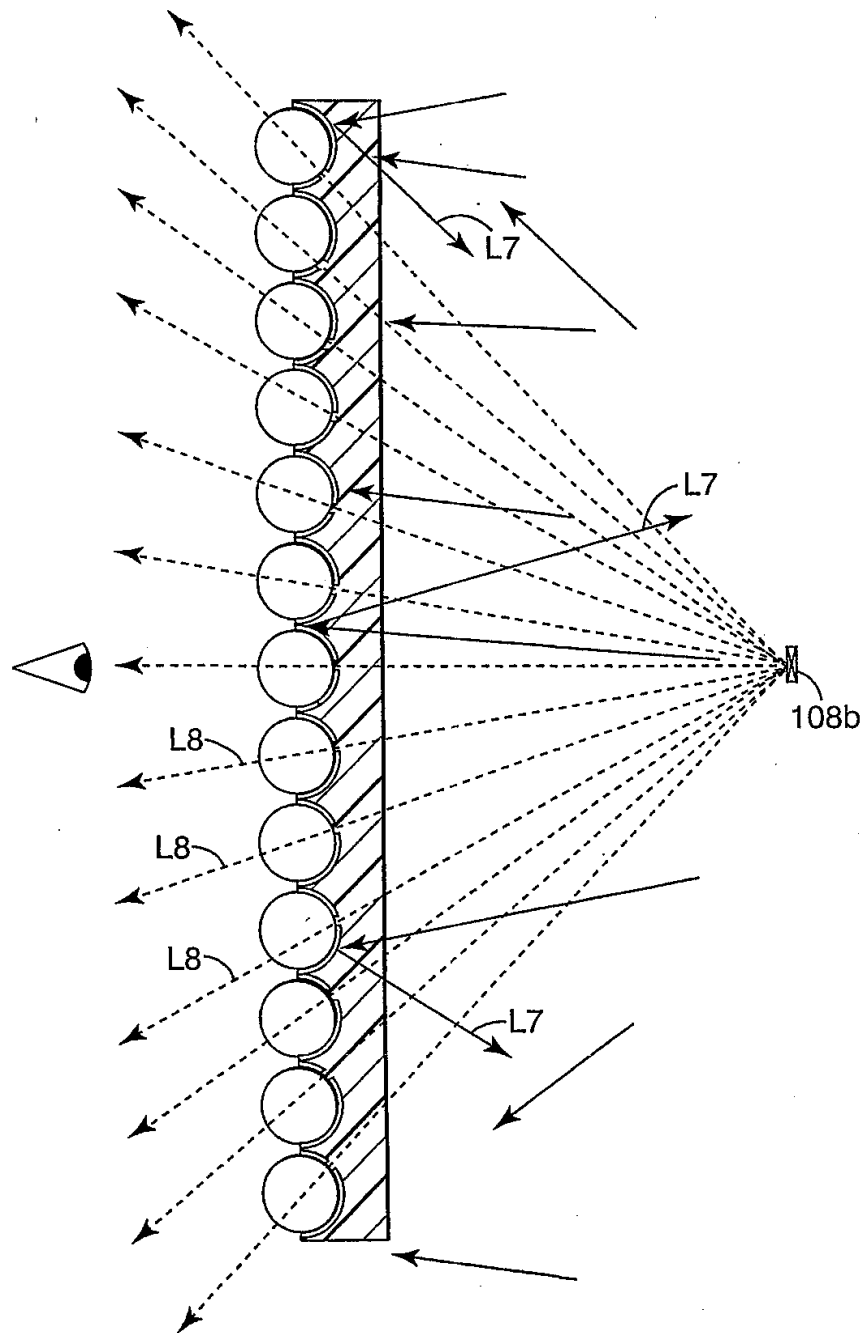
도면11



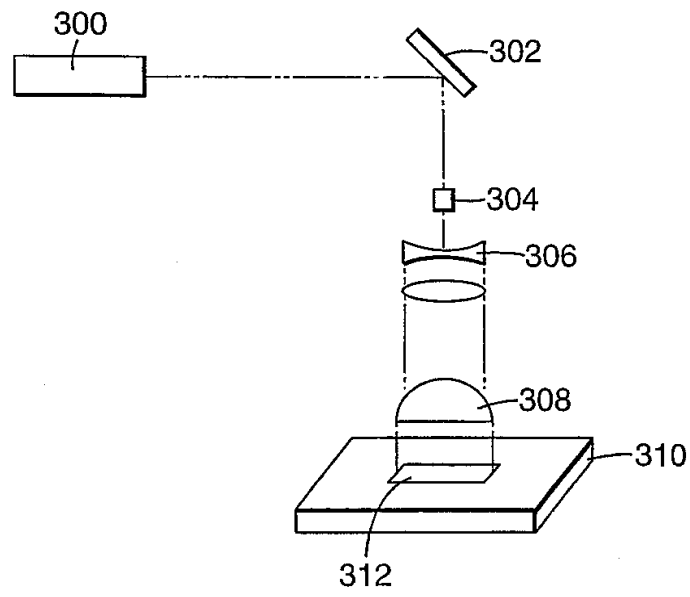
도면12



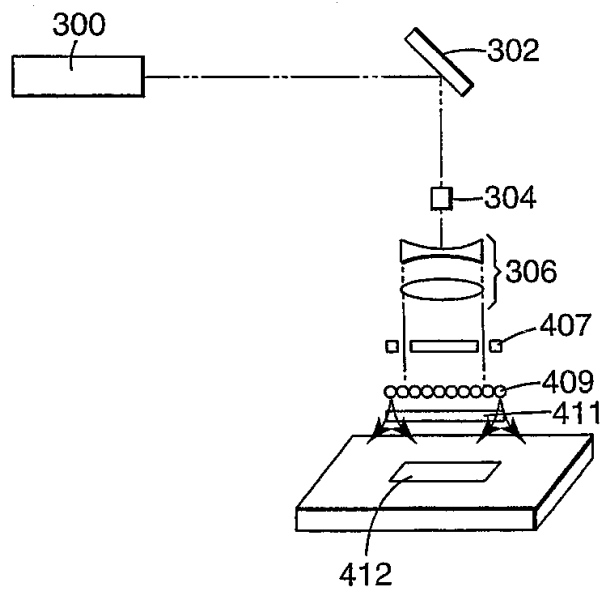
도면13



도면14



도면15



도면16

