(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
H01J 29/28

(45) 공고일자 2003년04월08일
(11) 등록번호 10-0363231
(24) 등록일자 2002년11월19일

(21) 출원번호	10-1996-0700299	(65) 공개번호	특1996-0704335
(22) 출원일자	1996년01월20일	(43) 공개일자	1996년08월31일
번역문제출일자	1996년01월20일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1994/08306	(87) 국제공개번호	WO 1995/03621
(86) 국제출원일자	1994년07월20일	(87) 국제공개일자	1995년02월02일
(81) 지정국	국내특허 : 오스트레일리아 바베이도스 불가리아 브라질 캐나다 중국 체코 헝가리 일본 북한 대한민국 스리랑카 라트비아 마다가스카르 몽고 노르웨이 뉴질랜드 폴란드 루마니아 슬로베니아 슬로바키아 트리니다드토바고 우크라이나 미국 우즈베키스탄 베트남 AP ARIPO특허 : 케냐 말라위 수단 EA 유라시아특허 : 벨라루스 키르기즈 카자흐스탄 몰도바 러시아 타지키스탄 EP 유럽특허 : 오스트리아 스위스 리히텐슈타인 독일 스페인 핀랜드 영국 룩셈부르크 네덜란드 포르투칼 스웨덴 OA OAPI특허 : 부르키나파소 베넹 중앙아프리카 콩고 코트디브와르 카메룬 가봉 기네 말리 모리타니 니제르 세네갈 차드 토고		

(30) 우선권주장 08/094767 1993년07월20일 미국(US)

(73) 특허권자 유니버시티 오브 조지아 리서치 파운데이션, 인코포레이티드
미국 조지아 30602, 애씬즈, 디더블유 브루크스 드라이브 보이드 그래쥬에이트 스터디즈 리서치 센터

(72) 발명자 제이콥슨, 스튜어트, 엠.
미합중국 죠지아 파우더 스프링스 브로그던 드라이브1134쭊
재프, 스티븐, 엠.
미합중국 죠지아 애신즈 노스뷰 드라이브 145 아파트먼트 #1
아이러즈, 허겐
미합중국 버지니아 블랙스버그 워싱턴 스트리트 에스. 이.617 아파트먼트 1
존스, 마이클, 엘.
미합중국 죠지아 애신즈 게인스 스쿨 로드 #11 780
재프, 어빙
미합중국 버지니아 비엔나 커존 코트 2701

(74) 대리인 박장원

심사관 : 권순근

(54) 공진마이크로캐버티디스플레이

명세서

도면의 간단한 설명

<1> 제 1 도는 본 발명에 따른 공진 마이크로캐버티 디스플레이(resonant microcavity display)에 대한 예시실시예에서의 진행파(traveling wave) 캐버티의 상부 단면도.

<2> 제 2 도는 공진 마이크로캐버티 디스플레이로 광양자 밴드 갭 크리스탈(photonic band gap crystal)을 사용하는 본 발명에 따른 공진 마이크로캐비티 디스플레이에 대한 예시실시예의 측단면도.

<3> 제 3도는 반사경으로서 광양자 밴드 갭 크리스탈을 사용하는 본 발명에 따른 공진 마이크로캐버티 디스플레이에 대한 예시실시예의 측단면도.

<4> 제 4 도는 평면형 반사경 공진기(planar mirror resonator)를 이용하는 본 발명에 따른 공진 마이크로캐버티 디스플레이에 대한 예시실시예의 사시도.

<5> 제 5 도는 공초점 공진기(confocal resonator)를 이용하는 본 발명에 따른 공진 마이크로캐버티 디스플레이에 대한 예시실시예의 측단면도.

<6> 제 6 도는 다중 캐버티구조를 사용하는 본 발명에 따른 공진 마이크로캐버티 디스플레이에 대한 예시실시예의 측단면도.

<7> 제 7 도는 일체형 광학소자(integral optical element)를 합체하는 본 발명에 따른 공진 마이크로캐버티 디스플레이에 대한 예시실시예의 측단면도.

<8> 제 8 도는 음극발광 여자(cathodoluminescent excitation)를 이용하는 본 발명에 따른 공진 마이크로캐버티 디스플레이에 대한 예시실시예의 사시도.

<9> 제 9 도는 음극선 튜브에서 사용되는 본 발명에 따른 공진 마이크로캐버티 디스플레이에 대한 예시실시예의 측단면도.

<10> 제 10 도는 530 나노미터의 파장으로 이루어진 빛을 전방 반사기를 통해 방출하도록 설계된 본 발명에 따른 공진 마이크로캐버티 디스플레이에 대한 예시실시예의 측단면도.

<11> 제 11 도는 입사광의 파장에 대한 함수로 제 10도의 공진 마이크로캐버티 디스플레이와 반사율에 대한 그래프.

<12> 제 12 도는 본 발명에 따른 공진 마이크로캐버티 디스플레이를 이용하는 직시(direct view) 컬러 텔레비젼의 측단면도.

<13> 제 13a 도는 본 발명에 따른 컬러 텔레비젼에서 사용되는 것과 같은 픽셀-크기와 마이크로캐버티의 어레이를 예시한 사시도.

<14> 제13b 도는 제 13a 도의 상부에서 본 도면으로, 본 발명에 따른 컬러 텔레비젼에서 사용되는 것과 같은 픽셀-크기의 마이크로캐버티의 어레이의 정면도.

<15> 제 14 도는 진공의 형광 디스플레이(vacuum fluorescent display)에 내장된 본 발명에 따른 공진 마이크로캐버티 디스플레이에 대한 예시실시예의 측단면도.

<16> 제 15 도는 활성층의 여자를 위한 고전압 전계방출 장치의 어레이를 사용하는 본 발명에 따른 공진 마이크로캐버티 디스플레이에 대한 예시실시예의 측단면도.

<17> 제 16 도는 활성층의 여자를 위한 저전압 전계방출 물질을 사용하는 본 발명에 따른 공진 마이크로캐버티 디스플레이에 대한 예시실시예의 측단면도.

<18> 제 17도는 본 발명에 따른 공진 마이크로캐버티 디스플레이에 대한 예시실시예에서의 정재파(standing wave; 定在波) 전계를 개략적으로 예시한 도면.

<19> 제 18 도는 전계에 의해 여자된 본 발명에 따른 공진 마이크로캐버티 디스플레이에 대한 예시실시예의 사시도.

<20> 제 19 도는 자외선으로 여자되는 본 발명에 따른 공진 마이크로캐버티 디스플레이에 대한 예시실시예의 사시도.

<21> 제 20 도는 본 발명에 따른 투명한 공진 마이크로캐버티 디스플레이에 대한 예시실시예의 측단면도.

<22> 제 21 도는 여자에 레이저를 이용하는 본 발명에 따른 공진 마이크로캐버티 디스플레이에 대한 예시실시예의 개략도.

<23> 제 22 도는 본 발명에 따른 파장 가변(tunable) 공진 마이크로캐버티 디스플레이에 대한 예시실시예의 개략도.

<24> 제 23 도는 액정 디스플레이 광밸브 분야에 필요한 광원으로 사용되는 본 발명에 따른 공진 마이크로캐버티 디스플레이에 대한 예시실시예의 개략도.

<25> ** 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 **

<26> 20 : 공진 마이크로캐버티 디스플레이

<27> 25 : 기판 30, 168, 188 : 전방 반사기

<28> 50 : 활성영역 60, 172, 184 : 후방 반사기

<29> 80, 240 : 알루미늄층 100, 120 : 음극선 관

<30> 105, 122, 124, 126 : 전자총 110 : 진공관

<31> 140 : 스크린 210 : 진공의 형광 디스플레이

<32> 230 : 단색 전계방출 디스플레이

<33> 256, 260 : 전도층

발명의 상세한 설명

<34> 본 발명은 형광체(phosphor) 활성영역을 구비한 공진 마이크로캐버티로 구성된 발광 스크린(luminescent screen)에 관한 것이다.

<35> 통상적인 음극선관(cathode ray tube: CRT) 디스플레이는 전자총에서 방출된 전자를 사용하여 분말의 형태인 형광물질로 코팅된 스크린위에 전자를 투사하는 강한 전계를 통해 전자를 가속하였다. 고에너지 전자는 가시광선을 모든 방향으로 균일하게 방출하는 형광체에서의 발광 중심부를 여자한다. CRT는 종래기술에서 충분히 설정되었고 텔레비젼 수상관(picture tube), 컴퓨터 모니터 및 많은 다른 장치에서 공통으로 발견된다.

<36> 분말의 형광체를 사용하는 디스플레이는, 소모된 전력에 대하여 낮은 방향성의 발광효율(luminosity)(즉, 일방향에서의 휘도), 빈약한 열전달과 열소산특성 및, 형광색도의 제한된 선택(여자된 형광체로 부터 방출하는 빛의 색깔)등의 여러 중요한 제한점에 직면하게 된다.

<37> 방향성 특성이 다른 장치(예를 들면, 투사 CRT 용 렌즈)에 효과적으로 연결될 수 있는 효율에 영향을 미치기 때문에, 방향성 발광효율은 디스플레이의 중요한 특징이다. 발광 스크린으로 부터 관측되는 통상의 광속패턴(light flux pattern)은 아주 유사하게 "람베르트의 분포(Lambertian distribution)"를 따른다. 즉, 빛은 모든 방향으로 균일하게 방출된다. 이러한 보기 위한 목적에서, 모든 각도에서 영상을 볼 수 있기 때문에, 이것은 바람직하다. 그러나, 특정한 분야의 경우, 광속에 대한 람베르트와 분포는 효과가 없다. 이러한 분야는 투사 디스플레이와, 계속적인 영상처리를 위하여 검파기에 대한 상의 전사를 포함한다.

<38> 큰 스크린 투사에 적합한 밝은 CRT를 구할 때의 제한인자중 한 인자가 형광 스크린의 가열이므로 열전달 및 소산특성이 중요하다. 입사 전자빔 강도가 증가할수록, 형광체의 온도도 증가한다. 형광체가 일정한 온도에 도달하면, 그 발광효율은 감소한다. 이것은 열소멸(thermal quenching)로 알려졌다. 통상적인 분말형-형광체 디스플레이의 경우, 형광체 대 스크린의 열전달 특성은 비교적 좋지 않고, 따라서, 열소산은 제한적이며, 열소멸은 비교적 낮은 전자빔 강도에서 일어날 수 있다. 투사 디스플레이가 영상을 사출하는데 필요한 휘도를 발생하기 위해서는 높은 전자빔 농도를 필요로 하기 때문에, 이러한 비효율성은 투사 디스플레이에 적합하지 않은 통상적인 CRT를 제조한다.

<39> 디스플레이에서의 색의 충실한 재생은 세가지 기본색의 형광체(적, 녹,청)가 공업 색도기준(예를 들면, 유럽 방송연맹 규정)에 따르는 것을 필요로하기 때문에 색도는 중요하다. 이러한 규정에 정확하게 맞는 세가지 기본색 각각에 필요한 형광체의 발견은 형광체 개발의 가장 번거로운 양상중 하나이다.

<40> 활성제(즉, 형광체에서의 빛을 방출하는 이온)의 감쇠시간은 형광체에 필요한 또 다른 중요한 파라미터이다. 높은 휘도분야를 위한 이상적인 형광체에 있어서, 각각의 디스플레이 분야에 필요한 형광체의 감쇠시간을 직접 제어하는 것이 바람직하다. 예를 들면, 몇몇 분야에서, 더욱 짧아진 감쇠시간은 최대 광출력(light output)에서 대응하는 증가량으로 활성제의 신속한 재-여자를 허용한다. 감쇠시간은 전형적으로 활성재의 본래대로의 자연적인 전이비율에 의해 결정된다. 형광체의 성능을 향상시키기 위하여, 이러한 자연적인 전이비율을 제어하는 것이 바람직하다.

<41> 통상적인 형광체 디스플레이에서 직면하게 되는 다른 문제점은 에너지를 형광체의 호스트 매트릭스에 있는 한 활성제에서 다른 인접한 활성제까지 전달할 수 있다는 것이다. 이것은 비발광성 공정으로, 형광체의 효율성이 감소된다. 에너지전달은 활성제의 농도가 증가함에 따라 증대되고, 따라서, 디스플레이에 내장될 수 있는 활성제의 농도를 제한하고 나서 최대 광출력을 제한한다.

<42> CRT용의 페이스플레이트(faceplate)로서 단결정, 박막 형광체를 사용하는 것은 Van Tol 등에 의해 영국에서 출원된 특허 제 GB-2000173 A(1980)호에 제일 처음 개시되어있다. 이 특허는 액체상 에피택시(liquid phase epitaxy: LPE)에 의해 단결정 이트륨 알루미늄 석류석(yttrium aluminum garnet; YAG) 기판에서 성장된 이트륨 알루미늄 석류석 $Y_3Al_5O_{12}$ (YAG)필름의 사용을 개시한다. YAG 필름은 전자에 의해 여자될 때 빛을 방출하는 희토류 이온(rare-earth ion)으로 도핑된다. (도핑은 도펀트 이온이 결정이 성장하는 동안 결정격자에서의 호스트 이온으로 대체되는 공정이다.) 이러한 장치에 있어서, 박막층의 두께는 1 에서 6 마이크론 까지이며, 디스플레이에 의해 방출되어질 빛의 파장과는 관계가 없다.

<43> 이 장치는 통상적인 분말형-형광체 디스플레이보다 많은 장점이 있다. 위와 같은 장점중 하나는 형광체와 스크린사이에 완전한 접촉과, YAG 기판의 높은 열전도성으로 인해 열이 형광체로부터 더욱 효과적으로 전달된다는 것이다. 스크린은 열소멸을 나타내지 않으면서 더욱 높은 빔강도로 부하되고 따라서, 더욱 많은 빛을 발생한다.

<44> 분말 증착형 발광 스크린에 비해 단결정 형광체 발광 스크린의 다른 장점은 픽셀의 해상도(즉, 빛을 발생하는 지점)에 관련된 것이다. 분말형 형광체를 사용하는 높은 해상도 디스플레이의 경우, 픽셀의 크기제한 및 스크린의 해상도는 형광체 분말의 입자크기에 의해 결정된다. 반대로, 단결정 형광체는 이러한 형광체가 별개의 입자를 포함하지 않기 때문에 이에 의해 영향받지는 않는다.

<45> 분말 형광체는 또한 분말의 표면으로부터 산란하는 빛으로 인하여 해상도가 감소한다. 별개의 형광체 입자의 부족과 빛 산란의 부재로 인하여, 박막 디스플레이는 여자하는 전자빔의 지점크기에 의해서만 제한되는, 높은 영상의 해상도를 가진다. 이것은 높아진 해상도 디스플레이에 대한 요구가 증대되어, 특히 돋보이는 장점이 되고 있다.

<46> 또 다른 장점은 CRT 에서 진공을 발생하는 것에 관한 것이다. 전자빔이 전자총과 형광 스크린사이에서 진행하도록 하기 위하여, CRT 내에서는 진공이 유지되어야만 한다. 통상적인 분말형 형광체는 높아진 총 표면면적을 가지며, 일반적으로 유기화합물이 그 증착에서 사용된다. 높은 표면면적과 잔여 유기화합물의 존재는 CRT 에서 양호한 진공을 유지하는데 문제점을 일으킨다. 튜브의 총 외부 표면면적이 박막의 면적(분말형 형광 디스플레이의 표면면적보다 훨씬 적은)에 의해 제어되고 또한 밀봉된 튜브내에 진공을 감소하기 위하여 박막 디스플레이에는 어떠한 잔여 유기화합물도 존재하지 않기 때문에, 박막 형광체를 사용하는 것은 이러한 결과를 극복한다.

<47> Van Tol 등의 박막 형광체는 그러나, "도광관(light piping)" 현상으로 인해, 단점을 방지하는 것을 나타내고 있다. 도광관은 박막내에 빛을 관속에 잡아두는 것으로, 빛이 장치로부터 방출되지 않도록 한다. 이것은 박막내에서 발생된 광선의 총 내부반사에 의해 생성된다. 대부분의 형광체의 굴절률(n)은 약 n=2 이기 때문에, 이러한 광선의 입사각은 임계각(θ_c) 미만이고, θ_c (여기서, $\sin\theta_c = 1/n$)는 박막의 정면으로부터 방출될 것이다. n=2 물질의 임계각은 약 30° 이다. 따라서, 박막의 정면으로부터 벗어난 빛의 굴절은 총 빛의 대략 6.7% 뿐이다. 박막 이면에 높게 반사하는 알루미늄 층을 배치하는 통상의 설계는 빛의 대략 13% 에 대한 출력의 두배이다. 더욱이, 이러한 빛은 "람베르트의 분포"로 전개되고 방향성이 아니다. 도광관의 결과에 따라서, 외부효율(external efficiency)(즉, 디스플레이서 생성된 모든

광양자에 대한 디스플레이로부터 벗어난 광양자의 비율)은 분말형 형광 디스플레이의 비율에 1/10 미만이다. 따라서, 열성질, 해상도 및, 진공유지에 의하여 제공된 독특한 장점에도 불구하고, 박막에 의거한 상업적인 CRT 장치의 개발은 "도광관"으로 인한 열악한 효율에 의해 보류되었다.

<48> 한편, "도광관" 문제점을 줄이도록 설계된 몇몇 구조가 역시 있다. Bongers 등에 의해 미합중국 특허 제 4,298,820 호에 개시된 구조는 LPE 에 의해 증착된, 박막을 사용한다. 박막에는 표면이 애칭된 V_형 그루브가 있어 빛을 반사한다. 이러한 방법은 V-형 그루브가 없는 박막 디스플레이에 대해 약 1과 1/2 에서 2와 1/2 배까지의 외부효율의 개량을 해낸다. 13%의 사전 외부효율이 주어져도, 이것은 여전히 약 20% 내지 30% 의 총 외부효율을 결과로 가져온다.

<49> Huo 와 Hou 에 의해 명칭이 "망상(網狀)의 단결정 발광 스크린"으로, 공지된 다른 구조(133 J. Electrochem. Soc. 1492(1986))는 LPE 로 증착된 박막에 에칭된 개별적인 메사(mesa)형을 포함한다. 이것은 3배의 외부효율(약 30% 외부효율의 원인이 되는)의 개량을 결과로 가져온다. 그 밖에, 형광 층은 더 이상 매끄럽지 않으며, 내부적으로 반사되는 어떠한 광선은 그 생성지점으로부터 먼 면적으로 스스로 재산란된다는 것을 발견할 수 있으며, 따라서, 디스플레이의 해상도를 손상한다.

<50> 본 발명에 내장될 수 있는 마이크로캐버티 공진기는 얼마간 존재하였으며 최근 H. Yokoyama 에 의해 "광학 마이크로캐버터의 물리학 및 장치응용"(256 Science 66(1992))으로 개시되었다. 마이크로캐버티는 감쇠비율, 방향성 특성 및 내부에 있는 발광 중심부의 주파수특성을 제어하기 위하여 독특한 능력을 가지는 일반적인 구조의 일예이다. 발광 중심부의 광학특성에서의 변화는 자연적이고 자극적인 방출의 기본구조의 변형물을 포함한다. 물리적으로, 마이크로캐버티와 같은 위의 구조는 빛의 1 파장미만에서부터 파장의 10 배까지의 범위의 크기를 가지는 광학 공진 캐버티이다. 이것은 통상적으로 박막기술을 사용하는 하나의 집적된 구조로 형성되었다. 평면형은 물론 반구체 반사기를 포함하는 마이크로캐버티는 레이저 분야를 위해 구조되었다.

<51> 예를 들어, 실리콘 또는 GaAs 와 같은, 반도체 활성층을 가지는 공진 마이크로캐버티는 반도체 레이저 및 발광 다이오드(LED)로 개발되어왔다.

<52> E. F. Schubert 등의, "에르븀 도핑(Er-doped) Si/SiO_2 공진 마이크로캐버티에서 발광 강도의 위대한 증진"(61(12) Appl. Phys. Lett. 1381(1992))는 Er 도핑 SiO_2 활성층을 가지는 공진 마이크로캐버티를 공지한다. 이러한 장치는 적외선영역으로 방사선을 방출하고 광섬유 통신을 위한 레이저 증폭기로 쓰인다.

<53> Shubert 장치, 반도체 레이저 및 LED 는 여러 이유때문에 발광 디스플레이에서 사용하기에 적합하지 않다. 이들은 Si, GaAs등과 같은 발광물질을, 레이저 매체로 적합하지만, 통상적으로 효과없는 가시광선의 에미터인 활성영역에 포함하고 전자의 주사에 의향 여자를 필요로 한다. 위의 것들은 또한 디스플레이 목적에는 부적합한 적은 평면 표면면적으로 설계된다. 더욱이, 이러한 장치의 설계와 사용된 활성물질때문에, 이들은 통상적으로 전자충격, 전계 또는 자외선 복사에 의해 효과적으로 여자될 수 없다. 이들 여자구조는 현재의 디스플레이 기술의 필수적인 부분이다.

<54> 그 밖에, 레이저 마이크로캐버티 장치는 그 응답이 그 문턱값 가까이 본질적으로 비선형이고 그 제도가 좁은 동력범위로 제한되는 결과에 따라서, 레이저 문턱값이상으로 동작한다. 반대로, 디스플레이는 넓은 동력범위의 휘도를 필요로 한다. 마이크로캐버티 레이져는 자극방출과 자연방출을 유용한다. 그 결과, 이들 장치는 고 간섭광(highly coherent light)을 생산하여 이들 장치를 디스플레이에서 사용하기에는 그다지 적합하지 않다. 고 간섭광은 스페클(speckle)이라고 하는 현상을 표시한다. 눈으로 볼 때, 고 간섭광은 여러 크기의 밝고 어두운 영역이 교차하는 패턴으로 나타난다. 명료한 영상을 만들기 위하여, 발광 디스플레이는 비간섭광을 만들어야만 한다.

<55> 그 밖에, 레이저 CRT 와 공진 마이크로캐버티 디스플레이를 구별하는 것이 중요하다. 이러한 디스플레이는 CRT 와 유사하고 전자빔을 주사하여 발광 스크린에 정보를 기록한다. 그러나, 빛은 형광체의 자연방출에 의해 만들어지지 않고, 자극방출에 의해 만들어진다. 레이저 CRT 의 페이스플레이트는 전자빔이 주입된 반도체 레이저이다. 활성 매체 즉, 반도체는 레이저 캐버티를 형성하는 2개의 반사경사이에 놓이게 된다. 캐버티 구조는 페이스플레이트내에 포함된다. 충분하게 통전된 전자빔으로 주입될 때, 장치는 레이저광선을 발하여, 크게 통전된 방향성 광선을 발생한다. 위와 같은 디스플레이는 A. S. Nasibov 등에 의해, "A_2B_6 전자주입 반도체 레이저를 기본으로 하는 전체 컬러 텔레비변 주사기"(J. Crystal Growth, 117, 1040(1992))로 인용물에 개시되어있다.

<56> 본 발명은 즉, 공진 마이크로캐버티 디스플레이(RED)는 도광관 문제점이 없이 박막 형광체의 장점을 제공하는 발광 디스플레이이다. 이는 공진 마이크로캐버티 디스플레이가 그 결합구조의 결과로서 빛을 높은 방향성 방식으로 방출하기 때문이다.

<57> 공진 마이크로캐버티 디스플레이는 구조내에 포함된 형광체의 자연 방출 특성을 변형하는 어떤 구조여도 관계없다. 자연방출의 변형은 형광체가 유리하게 비교적 적은 광학모드로 방출하는 정도로 광학모드 진폭을 변경함으로써 얻어진다. 일정한 광학모드로의 방출을 억제하는 것이 또한 가능하다. 모드 진폭의 이러한 변형은 예를 들면, 구조내에 각 유리한 모드를 위한 정재파 전계의 형성에 의해 그리고 이러한 정재파의 안티노드(波腹: antinode)에 형광체를 위치시킴으로써 생성된다. 정재파가 캐버티없이 발생된 전계진폭에 대하여 사실상 변형된 전계진폭을 가지는 것이 필수적이다. 사실상 변형된 것은 전계진폭에서 2 또는 그 이상의 인자에 의해 변경한다는 것을 말한다.

<58> 정재파 캐버티에 있어서, 전계의 노드에서는 어떠한 증진도 일어나지 않는다. 그러나, 제 1도의 상부 단면도에 도시한 바와 같이 링상 캐버티설계(320)는 진행파(322)를 지지한다. 여기서, 전계진폭은 전체 캐버티에 걸쳐 사실상 변형된다. 그 결과, 모드 증진 또는 억제는 캐버티를 통해 일어날 수 있다. 정재파 캐버티와 비교하여, 변형된 빛 방출을 가지는, 더욱 많은 활성매체(324)는 동일한 캐버티 체적에 유용될 수 있다.

<59> 일예의 공진 마이크로캐버티 디스플레이는 모두 투명하고 단단한 기판위에 성장된 2개의 반사기

사이에 삽입된 형광체로 이루어진 마이크로캐버티 공진기이다. 방출되어질 파장의, 공진 정재파가 2개의 반사기 사이에서 발생되도록 하는 활성영역의 폭이 선택된다. 가장 간단한 형태인, 단일의 동일평면상 마이크로캐버티에 있어서, 2개의 반사기는 서로 평행하고 그 활성영역의 평면도 반사기에 대하여 평행하다. 평면형 마이크로캐버티, 3-차원 마이크로캐버티, 공초점 마이크로캐버티, 반구체 마이크로캐버티 또는 링 캐버티의 조합과 같은, 증가된 전계진폭을 가지는 정재파 또는 진행파를 발생하는 다른 결합구조도 또한 가능하다. 이러한 다른 결합구조는 캐버티를 설계하는 종래기술에서 이미 알려져 있다.

<60> 자연방출 특성을 유리하게 변경하는 다른 구조는 광양자 밴드 갭 크리스탈을 사용한다. 광양자 밴드 갭 크리스탈은 단분산 콜로이드상 부유(monodispered colloidal suspension)에서 형성될 수 있다. 이 구조는 빛이 구조내에 전파할 수 없는 에너지의 밴드 갭을 생성하는 주기적인 유전매체로 이루어진다. 그러나, 밴드 갭내에 공진을 가지는 물질로 된 위의 구조를 도핑하는 것은 높은 Q 캐버티를 생성할 것이다. 위와 같은 캐버티는 1, 2 또는 3 차원일 수 있다. 캐버티는 도펀트 영역에 있는 증진된 전계진폭을 가지는 정재파를 발생한다. 디스플레이를 생성하기 위하여, 광양자 밴드 갭 크리스탈은 형광체이어야만 한다. Henry O. Everitt 는 "광양자 밴드 갭 구조의 응용"(Optics & Photonics News, 20(1992))에서 광양자 밴드 갭 크리스탈을 공지하였다. 제 2도는 전체적인 캐버티 구조로서 광양자 밴드 갭 크리스탈(354)을 사용하는 기판(352)에서의 공진 마이크로캐버티 디스플레이(350)의 측면도이다.

<61> RMD 를 제조하는 것은 수 나노미터의 정밀도로 굴절율의 부분적인 해상도 또는 두께를 제어할 수 있는 성장기술의 사용을 필요로 한다. 위와 같은 기술은 예를 들면, 이에 제한되는 것은 아니지만, 화학증기증착(chemical vapor desposition: CVD), 분자선 에피택시(molecular beam epitaxy: MBE), 원자층 에피택시(atomic layer epitaxy: ALE), 전자빔 증발 또는 스퍼터링을 포함한다. RMD를 제조하는 것은 또한 홀로그래피식의 포토리소그래피 기술을 이용할 수 있다. 이 경우, Bragg 반사기는 적절한 물질을 홀로그래피식의 패턴에 노출하여 생성됨으로써, 높고 낮은 굴절율 영역의 층을 교대로 한 물질에서 생성한다. 이 기술은 홀로그래피식의 회절격자를 제조하는 기술분야에서 잘 알려져 있다.

<62> 기판은 결정상 폴리머이거나, 또는 비결정 고제일 수 있다. 기판은 다른 영역을 그 위에 성장하도록 허용하는 어떤 물질로도 제조될 수 있다. 적합한 기판물질은 옥사이드, 플루오라이드, 알루미네이트 및 실리케이트와 같은 넓은 범위의 물질에서 선택될 수 있다. 기판물질은 유기물질을 사용하여 또한 제조될 수 있다. 기판물질을 선택할 때 수반되는 기준은 열 전도성 및 RMD를 형성하는 다른 물질과의 융화성(물리적 및 화학적 모두)을 포함한다.

<63> 형광체는 몇몇 수단으로 여자될 수 있다. 이는, 외부에서 발생된 전자에 의한 충격(음극선발광), 전계를 생성하기 위하여 활성층을 지나 배치된 전극에 의한 여자(전계발광) 또는 광양자를 사용한 여자(광발광)등이다.

<64> 본 발명은 공진 마이크로캐버티에서의 형광체의 배치에 의해 부분적으로 다른 마이크로캐버티 장치와 구별된다. 형광체는 우수한 가시발광효율을 나타내는 물질이다(여기서, 이하 사용되는, 발광효율은 와트단위의 전력입력분의 와트단위의 광출력의 비로서 정의된다). 통상적으로, 형광체의 발광효율은 1% 내지 20% 사이의 범위에 있다. 이러한 높은 효율의 물질은 물질이 전자, 전계 또는 빛에 의해 여자될 때, 발광을 효과적으로 발생하는 경우에만 형광체로서 분류된다.

<65> 활성영역은 전이물질, 희토류 또는 색중심으로 대부분 활성화되는, 넓은 범위의 무기형광체(예를 들면, 설파이드, 옥사이드, 실리케이트, 옥시설파이드 및, 알루미네이트)로 구성될 수 있다. 무기형광체 이외에, 활성 영역은 트리스(tris) 8-히드록시키놀린(8-hydroxyquinoline) 알루미늄 복합체와 같은 유기 형광체를 이용할 수도 있다. 활성영역은 통상적으로 단결정 필름, 다결정 필름, 비결정 필름, 얇은 분말층, 액체 또는 위의 것들의 조합의 형태인 형광체로 이루어진다. 상업적인 분야를 발견하는 형광체의 선택과, 응용 종속형광체가 본 발명에 사용되기 위하여 통상적으로 선택될 수 있는 것이, "음극선 튜브 스크린의 광학특성"(Electronics Industries Association Publication TEP 116)으로 제공되어있다.

<66> 공진 캐버티를 형성하는 반사기는 금속층이나 또는 Bragg 반사기로 구성된다. Bragg 반사기는 굴절율이 다른 물질의 층을 교대로 하여 형성된 유전체 반사기이다. 유전체 반사기의 가장 간단한 결합구조는 플루오르화물 또는 특정한 옥사이드와 같은, 낮은 굴절율 물질로 이루어진 1/4 파장 두께의 층과, 설파이드, 셀레나이드, 니트라이드 또는 일정 옥사이드와 같은, 높은 굴절을 물질로 이루어진 1/4 파장 두께의 층을 교대로 하여 구성된다. 유전체 반사기는 유기물질을 사용하여 또한 제조될 수 있다. 반사경은 광양자 밴드 갭 크리스탈을 사용하여 또한 형성될 수 있다. 밴드 갭으로 들어가는 에너지를 가지는 입사광은 구조에 의해 반사될 것이다. 제 3도는 활성층(346)이 광양자 밴드 갭 크리스탈로 이루어진 2개의 반사경(344, 348) 사이에 끼워진 기판(342)에 있는 공진 마이크로캐버티 디스플레이(340)에 대한 예시실시예의 측면도이다.

<67> 현재의 디스플레이 분야에 있어서, 스크린의 한 측면만을 볼 수 있다. 마이크로캐버티의 경우, 대부분의 빛이 뷰어(viewer)를 향해 투사되도록 하기 위하여, 서로 다른 반사기를 사용하는 설계가 필요하다. 단순한 동일평면상 마이크로캐버티의 경우, 이러한 비대칭은 2개의 반사기중에서, 반사기를 충돌하는 대부분의 빛이 반사한다는 것을 의미하는, 사실상 전체적으로 반사되는 반사기를 가짐으로써 구현된다. 전체적으로 반사하는 반사기와 같이 충돌하는 빛을 높은 백분율로 반사하지 않으며 빛의 일부가 반사기를 지나가도록 허용하는 것을 의미하는, 나머지 반사기(사실상 전체적으로 반사하는 반사기와 반대의)는 부분적으로 반사한다. 이것이 2개의 반사기의 반사의 차이로 인해서, 활성 영역에서 발생된 모든 빛은 사실상 장치의 평면에 대하여 수직인 축을 따라 부분적으로 반사하는 반사기를 통해 빠져나간다.

<68> 마이크로캐버티 구조의 경우, 크기는 캐버티의 관측된 외부로서, 사용된 형광체의 본래대로의 자연방출 스펙트럼에 좌우된다. 스펙트럼이 넓은 범위의 가시파장을 포함한다면, 스펙트럼의 적절한 부분(즉, 공업표준색도에 맞는 부분)을 선택하는 것이 가능하여 일치하는 공진으로 마이크로캐버티를 구조한다. RMD의 최종색도는 캐버티 공진에 부합할 것이며 마이크로캐버티의 외부에 있는 형광체의 자연스러운 색도와 다를 것이다. 반대로, 형광체의 본질적인 자연방출 스펙트럼이 좁은 범위의 가시파장만을 포함한다면, 캐버티 공진이 형광체의 방출밴드의 부분과 일치하도록 크기를 선택해야한다.

<69> RMD 는 투사기 또는 플래시의 것과 유사한 높은 방향성 광출력을 가지며 그 결과, RMD 는 도광관

현상을 피하도록 구성될 수 있다. 이것은 다른 장치에 대하여 효과가 좋은 결합을 허용한다. RMD 는 또한, 100% 에 근접한, 높은 외부효율을 가진다. RMD 가 필름을 내장하고 있기 때문에, RMD 는 활성층에서 발생된 열의 효과좋은 열전도의 설계를 허용한다. 형광체 감쇠시간을 줄이는 능력과 함께 이러한 특징은 RMD 가 강한 여자를 사용할 수 있도록 한다. 이 결과, RMD 는 투사 디스플레이에서 사용하기에 특히 적합하다.

<70> 본 발명의 일목적은 라이트 파이핑의 문제점을 보이지 않는 발광 디스플레이를 제공하는데 있다.

<71> 본 발명의 다른 목적은 효율이 좋은 열전달 성질을 가지는 발광 디스플레이를 제공하는데 있다.

<72> 본 발명의 다른 목적은 높은 외면 효율성을 가지는 발광 디스플레이를 제공하는데 있다.

<73> 본 발명의 다른 목적은 높은 해상도를 가질 수 있는 발광 디스플레이를 제공하는데 있다.

<74> 본 발명의 다른 목적은 높은 방향성 출력을 발생하는 발광 디스플레이를 제공하는데 있다.

<75> 본 발명의 다른 목적은 방출된 빛의 색도가 사용된 형광체의 본질과 관계없이 정확하게 제어될 수 있는 발광 디스플레이를 제공하는 데 있다.

<76> 본 발명의 다른 목적은 사용된 형광체가 색도이외의 특성에 대하여 디스플레이를 최적화도록 선택될 수 있는 발광 디스플레이를 제공하는데 있다.

<77> 본 발명의 다른 목적은 활성제의 감쇠시간을 특정한 디스플레이 분야에 맞출 수 있는 발광 디스플레이를 제공하는데 있다.

<78> 본 발명의 다른 목적은 과열로 인하여 형광체를 포화하지 않으면서 여자 소오스에 의해 과도하게 부하될 수 잇는 발광 디스플레이를 제공하는데 있다.

<79> 본 발명의 상기 목적 및 장점은 첨부된 도면을 참고로 하여, 예시실시예의 후속하는 상세한 설명으로 부터 본 기술분야에서 숙련된 자에 의해 더욱 명백해질 것이다.

<80> 본 명세서에서, 공고된 인용문은 배경목적으로 인용되었다. 이러한 인용문은 본 명세서에서 참고로서 인용된다.

<81> 본 발명은 형광체를 기본으로 하는 발광 디스플레이에서 방출된 빛의 성질을 향상시키기 위하여 양자 전자역학(quantum electrodynamic; QED) 이론을 이용한다. 주어진 디스플레이 분야의 성능은 색도, 방향 및 플럭스와 같은 방출된 빛의 특성에 의존적이다. 이러한 성질은 마이크로캐버티의 설계에서 QED 이론의 원리를 이용하여 최적화됨으로써 각각의 특정한 디스플레이 분야를 위한 형광체 활성제의 자연적인 방출특성을 제어한다.

<82> 제 4도에 도시한 바와 같이, 본 발명의 일실시예는 기판(25)에 성장된 공진 마이크로캐버티에 합체된 형광체로 이루어진다. 마이크로캐버티(20)는 전방 반사기(30), 형광체-기본 활성영역(50) 및, 후방 반사기(60)를 포함한다. 이 구조는 여러 가지의 물질로 구성될 수 있으며, 여러 가지의 공진기 설계를 이용할 수 있다. 제 4도는 평면형 반사경설계를 예시한 도면이고, 제 5도는 공초점 반사경설계로 구성된 본 발명을 예시한 도면이다. 공초점 설계는 본질적으로 높은 캐버티 특성 인자(quality factor) Q 를 가지는 장점이 있다.

<83> 더욱 복잡한 캐버티 설계는 적층의 다중 마이크로캐버티를 포함한다. 이러한 설계는 통상적으로 2 또는 그 이상 적층된 캐버티로 구성된 간섭장치(interference device)를 형성하는 표준방법과 유사하다. 여기서, 각각의 캐버티는 결합층으로 분리된다. 위와 같은 구조는 예를 들면, 밴드패스 광학필터, 협대역 광학반사기 및, 장(長)파장 또는 단(短)파장 차단필터를 제조하는데 사용된다.

<84> 본 발명은 캐버티에 적용되는 것과 같은 양자 전자역학(QED) 이론을 이용함으로써 완전하게 이해될 수 있다. 캐버티 QED 측정은 활성제 여자 및 활성제 농도의 주어진 정도에 따라 다음의 파라미터 즉, 마이크로캐버티에서 방출된 빛의 양, 방출된 빛의 각전개 및 방출된 빛의 색을 결정하는 것을 허용한다.

<85> 측정은 캐버티의 내부와 외부에 전자기장의 본질을 결정하는 것으로 우선 시작된다. 이러한 계의 측정은 마이크로캐버티에 의해 부과되는 경계조건하에서 맥스웰의 방정식(Maxwell's equations)을 사용한다. 푸리에 해석(Fourier analysis)을 적용하여, 순 전기장은 그 근본적인 구성, 광학모드로 분석된다.

<86> 광학모드는 특성 주파수, 방향 및 편광을 가지는 장(場)이다. 장의 강도의 제곱은 빛의 활동양과 부합한다. 사람들은 이러한 장의 분포로부터 유용한 빛에 부합하는 이러한 광학모드를 선택해야만 한다. 디스플레이의 경우, 유용한 빛은 특정하게 예정된 각의 공간분포와 예정된 주파수 전개내에 캐버티로부터 방출된 빛과 같이 제한된다.

<87> 다음 단계는 각각의 활성제에 의해 방출된 빛의 양을 측정하는 것이다. 이러한 측정은 각각의 가능한 광학모드에 대한 각각의 활성제의 방사성 감쇠비율을 결정하는 것으로 부터 시작한다. 방사성 감쇠는 자연적인 방출비율과 자극을 받은 방출비율로 구성된다. 그러나, 공진 마이크로캐버티 디스플레이는 어떠한 자극방출(즉, 레이저가 디스플레이로서 사용하여 제외되는 것과 같이 동작하도록 마이크로캐버티를 구성하는)도 없을 때, 디스플레이로서 만족스럽게 동작한다. 여자의 정도, 활성제의 형태와 농도 및, 공진기 설계는 자극을 받은 방출이 유출(issue)인 때를 결정한다.

<88> 자연적인 방출비율은 단일 여자 활성제가 특정한 광학모드로 감쇠될 가능성을 측정하기 위하여 QED 이론을 사용함으로써 결정된다. 이러한 측정은 캐버티에서 활성제의 위치에 적합한 장의 세기를 사용해야만 한다. 캐버티내에 정재파 또는 진행파의 크기는 형광체 층을 통해 서로 다른 값을 가질 수 있다. 게다가, 각각의 여자된 활성제가 빛을 방출하지 않으면서 감쇠되어지는 일정 확률이 있다. 이러한 비-방사선 비율을 측정하기 위하여, 사람들은 비-방사성 감쇠의 원인이 되는 물리적 구조에 적용하는 것과 같이 캐버티 QED 효과를 고려해야만 한다.

<89> 주어진 여자레벨의 경우, 각각의 활성제에 대하여 자연적으로 방출된 빛의 양을 계산할 수 있다.

방사성 및 비-방사성 비율의 합에 대하여 자연적인 비율의 비는 빛을 제조하게 될 여자의 백분율을 산출한다. 유용한 빛의 양은 소정의 광학모드에서 자연적인 방출의 양을 측정함으로써 결정된다. 이러한 측정은 각활성제에 따라 실행된다. 결국, 모든 활성제 기여량의 합은 RMD 의 디스플레이 농도를 산출한다.

<90> 제어될 수 있는 RMD 의 성질은 색도, 디스플레이의 방향성, 발광 효율 및 디스플레이의 최대 광출력이 포함한다. 이러한 성질은 특정한 발광 스크린 분야의 필요에 따라 조정된다. 최적화에 대하여 고려되어 야맘 하는 파라미터는 마이크로캐버티 Q, 마이크로캐버티 공진 주파수, 반사기의 부조화, 공진기 설계(즉, 평면형, 공초점, 다중 캐버티 등등), 형광체, 형광체 층의 두께, 마이크로캐버티의 표면면적 및 여자 소오스이다. 이러한 파라미터는 각기 디스플레이의 다른 조정가능한 성질에 영향을 미치기 때문에, 따로 따로 최적화될 수 없다.

<91> 공진 마이크로캐버티의 성능은 캐버티의 Q로 공지될 수 있다. 캐버티의 Q 는 마이크로캐버티 공진의 라인폭으로 분할된 마이크로캐버티 중심주파수에 의해 주어진다.

$$Q = \frac{\nu}{\Delta \nu}$$

<93> 여기서, ν 는 마이크로캐버티 공진주파수이며, $\Delta \nu$는 캐버티 공진의 라인폭이다. 캐버티 Q 는 반사기의 굴절, 공진기 설계, 굴절의 비대칭 및 캐버티에서의 결함에 의해 주로 결정된다. 이러한 결함은 전형적으로 유용하지 않은 방식으로 캐버티의 외부로 빛을 산란하는 공진 마이크로캐버티의 구조에서 결점이 생기는 결과를 가져온다. Q 는 광학 분광계(optical spectrometer)를 사용하여 실험적으로 측정될 수 있다.

<94> 캐버티 Q 가 증가하면 할수록, 디스플레이 휘도 및 효율도 증가한다. 게다가, 빛의 각전개는 감소하며 선의 폭은 수축해서 색도를 바꾼다. 빛의 공간적인 분포가 좁아질수록, 일정영역에서의 빛의 양은 감소한다는 것에 주목해야 한다. 디스플레이 분야에 따라서, 이러한 효과는 바람직할 수도 있으며, 바람직하지 않을 수도 있다. 현재의 디스플레이 분야의 범위의 경우, 통전된 캐버티 Q 는 전형적으로 10 에서 10,000 까지 변할 것이다. 상기 효과는 서로 다른 Q 값을 가지는 공진 마이크로캐버티을 위한 입체각의 함수로서 광도(light intensity)를 측정함으로서 실험적으로 결정될 수 있다. 이러한 데이타를 사용하여, 주어진 분야에 필요한 Q 를 예견할 수 있다.

<95> 최근의 응용분야의 경우, 발광 스크린의 한 측면만을 볼 수 있다. 이러한 분야에 있어서, 디스플레이는 뷰어를 향해 캐버티의 외부로 빛을 우선적으로 내보내노도록 하기 위하여, 사람들은 서로 다른 반사율을 가지는 반사기를 선택해야 한다.

<96> 공진기 설계는 Q 와 모드 체적에 직접적으로 영향을 준다. 모드체적이라는 것은 유용한 빛을 발생하는 역할을 하는 활성층의 활성체적을 말한다. 이 체적은 활성제 층내에 전계의 공간적인 분포에 대해 관계가 있다. 공진기의 설계는 또한 유용한 빛의 공간적인 분포를 결정할 것이다. 비교적 간단한 구조로 인하여, 더욱 간단해진 설계는 평면형 공진기이다. 그러나, 형광체물질에서 증진된 전계농도를 가지는 정재파 또는 진행파를 발생하는 다른 공진기구조도 사용할 수 있다. 특히, 다중 평면의 마이크로캐버티는 더욱 큰 활성영역을 허용하거나 단일 캐버티로 성취될 수 있는 허용된 방출이상 더욱 크게 제어를 성취하도록 조합될 수 있다.

<97> 제 6도는 3개의 캐버티의 공진 마이크로캐버티(200)에 대한 예시 실시예를 제공한다. 이러한 예에 있어서, 캐버터(201A, 201B, 201C) 각각은 유전체 반사기(202, 206)를 포함한다. 유전체 반사기(202, 206)는 캐버티(201A, 201B)에서 1/2 파장의 결합층(204)에 의해 분리되어 있으며, 인접한 캐버티는 1/2 파장 스페이서(208)에 의해 서로 분리되어 있다. 형광체물질(209)은 또한 1/2 파장의 두께이고, 최하위의 캐버티내에 위치하여, 캐버티(201C)에서의 1.2 파장 결합층을 대신한다. 규정화된 거리는 광학 두께 즉, 굴절율에 층의 물리적인 두께를 곱한 것이다.

<98> 평면형 결합구조에서 이미 논의한 바와 같이, 개별적인 반사경 반사율과 개별적인 캐버티 Q 를 포함하여 고려해야할 파라미터와 전체세트가 존재한다. 그 밖에, 캐버티 간격, 결합층 및 형광체물질의 위치를 또한 결정해야만 한다. 정확한 규정은 특정한 디스플레이 요구에 따를 것이다.

<99> RMD 의 초기 규정은 방출된 빛의 색도이다. 캐버티의 중심주파수와 라인폭은 RMD 가 이러한 색의 빛을 표시하도록 하기 위하여 설계되어야 한다.

<100> 이러한 파라미터가 선택되고 나면, 형광체가 선택되어야만 한다. 형광체는 캐버티 공진을 중첩하는 자연적인 발광공진을 가져야할 필요가 있다. 공진이 좁아지고 중첩이 증가할수로록, 디스플레이 효율과 휘도가 증가한다. 색도와 다른 파라미터사이에 절충물은 특정한 분야를 위한 디스플레이를 최적하는 것을 요구한다.

<101> 형광체에 의해 방출된 광도는 활성제농도와 관련이 있다. 즉, 농도가 증가할수록, 방출된 광도도 증가한다. 그러나, 활성제농도는 발광을 소결시키는 활성제사이에서 비복사 에너지전이에 의해 종종 제한된다. 이러한 소멸효과는 농도에 좌우된다. 소멸하는 농도는 활성제사이에 다양한 에너지전이 파라미터의 크기에 좌우되어, 형광체에서 형광체로 가변한다. 캐버티 QED 이론은 파라미터가 자연방출 특성과 관계가 있기 때문에 이러한 파라미터에 대한 효과를 예측한다. 따라서, RMD의 다른 잠재적인 장점은 활성제사이에서 에너지전이가 억제될 수 있으며 형광체가 효율을 상실하지 않으면서, 이미 가능한 활성제의 높아진 농도를 포함할 수 있다는 것이다. 그 밖에, 형광체는 물질내에 상이한 광학전이와 부합하는 몇몇 파장을 동시에 방출할 수 있다. 그러나, 이러한 전이중 단지 하나만이 통상적으로 디스플레이의 유용한 빛을 발생한다. 마이크로캐버티는 유용하지 않은 전이를 금지하면서 이러한 유용한 전이를 증진시키도록 설계될 수 있다. 이러한 억제는 디스플레이의 효율을 증가시킬 것이다. 자연방출 에너지전달 공정을 금지하기 위한 구조의 성능은 G. Kurizki 와 A. Z. Genack 에 의해 "주기적인 유전체 구조에서의 분자 상호반응의 억제"(Phy. Rev. Let. 61(1988))로 공지되었다.

<102> 디스플레이 특성은 또한 활성영역의 두께에 좌우된다. 캐버티설계에 따라, 예정된 주파수를 발생

하는 활성영역 두께가 다양할 수 있다. 두께의 범위는 반사경구조에 좌우된다. 두께가 증가할수록, 잠재적으로 여자되는 활성제의 수도 증가한다. 충분한 여자에너지를 가지면, 총 발광은 더욱 넓은 활성영역으로 증가될 수 있다. 그러나, 두께는 매우 복합한 방식으로 공간적인 분포를 변경할 수도 있다. 간단한 동일 평면 마이크로캐버티의 경우, 빛의 각전개는 마이크로캐버티의 평면에 수직이 아닌 각도에서 나타나는 고농도의 부가적인 영역으로, 변한다. 더욱 복잡한 다중 캐버티설계는 디스플레이의 방향성이상의 더욱 커진 제어정도를 허용한다.

<103> 공진 마이크로캐버티 설계에서 다른 핵심 파라미터는 방출하는 표면의 면적이다. 몇몇 분야에서는 단색광의 생산을 위하여 하나의 넓은 지역 표면을 필요로하지만, 다른 설계에서는 적, 녹, 청광을 발생할 수 있는 픽셀크기의 캐버티를 필요로 할 것이다. 픽셀의 크기는 디스플레이의 해상도요구에 의해 결정될 것이다.

<104> 또 다른 중요한 파라미터의 하나로 여자소오스(excitation source)와 농도이다. 디스플레이 분야는 여자소오스를 설명한다. 형광체를 선택할는 결정공정은 유용한 발광으로 여자에너지를 변환하는 효율을 또한 고려해야만 한다. 이러한 효율은 기록된 형광체에 대하여 잘 증명하지만, 실험적으로 쉽게 결정될 수 있다. 소오스의 농도는 주로 휘도를 변화시킬 것이다.

<105> 앞서의 파라미터를 고려할 때, 디스플레이의 광특성은 레이저와 관련된 응집정도에 도달하지 않아야만 한다는 것에 주목해야 한다. 이러한 문제점을 피하기 위하여, 캐버티 Q , 활성제농도 및 여자농도에 특별한 주의를 기울여야만 한다.

<106> RMD 설계는 제 7 도에 도시한 바와 같이, 공진 마이크로캐버티(386)의 기판(384)내에 또는 기판위에서 제조된, 렌즈 또는 확산기와 같은, 광학소자(382)의 합체에 적합하다. 예를 들면, 렌즈는 구조에 의해 발생되는 광출력의 각분포로 변형하는데 이용될 수 있으므로 필요한 분포를 발생한다. 렌즈는 소형의 반도체 레이저의 기술에서 이미 알려진, 사진식각 방법을 사용하여 형성될 수 있다. 다른 방법으로는 국부적인 굴절율을 변경하기 위하여 제어된 불순물의 배치를 이용하기도 한다. 이 방법은 광섬유에서 대개 사용되는 경사 굴절율 렌즈를 구성하는데 사용된다.

<107> 위와 같은 렌즈를 사용하는 것은 디스플레이의 최적화에서 고려해야만 하는 다른 파라미터를 부가한다. 그러나, 위와 같은 렌즈는 필요한 빛 분포를 고려하지 않으면서도 공진 마이크로캐버티의 출력을 최대화할 수 있도록 하였다. 예를 들면, 위와 같은 렌즈는 현재의 투사 CRT 디스플레이 분야에 필요한 복잡한 렌즈설계에 대한 요구를 제거하거나 감소시켰다.

<108> 이와 유사하게, 확산기는 빛의 각전개와 이에 의해 디스플레이의 가시영역을 정확하게 제어하는데 사용될 수 있다. 마이크로캐버티의 독립적인 광 분포를 제어하는 능력을 가지면, 형광체의 자연방출 특성은 필요한 광 분포를 고려하지 않으면서 최대화될 수 있다. 확산기는 홀로그래피 기술, 괘선 격자기술(ruled grating technique), 내부 산란중심의 유도 또는 정확하게 제어된 표면을 거칠게하는 것등을 사용하여 제조될 수 있다.

<109> RMD 는 형광체의 전자빔 충격의 결과인 음극발광을 사용하여 내장될 수 있다. 음극발광을 이용하는 장치의 일예가 투사 텔레비젼이다. 이 분야에서는 텔레비젼이 넓은 가시영역을 요구하고 광분산 스크린을 사용하기 때문에 가능한 가장 높은 강도를 필요로 한다. 이러한 분야에 있어서, 공진 마이크로캐버티 디스플레이는 CRT 에 합체된다.

<110> 완전한 컬러 주사 텔레비젼은 각 기본색에 하나씩 3개의 분리 CRT 를 필요로 한다. 이 응용분야에서, RMD 는 형광체의 강한 여자부하, 높은 방향성 출력, 제어된 색도 및 높은 외부효율을 허용하기 때문에 통상적인 방법보다는 우수하다. 따라서, RMD 는 높은 발광을 유지하면서 비교적 소형인 CRT의 사용을 허용한다.

<111> CRT 에 내장된 공진 마이크로캐버티 디스플레이의 경우, 형광체는 전자총에서 방출된 전자에 의해 여자되고, 대부분의 전자가 형광체의 깊이로 공진 마이크로캐버티를 관통하게 되는 속도로 가속된다. 높은 에너지의 전자는 가전자대에서 전도대로 형광체에서의 전자를 여자한다. 이러한 부가적인 에너지는 불순물에 의해 잡히게 된다. 그러면 불순물은 가시광을 방출함으로써 완화된다.

<112> 단순 동일평면 마이크로캐버티의 경우, 반사기는 유전체이거나 또는 금속일 수 있다. 후방 반사기는 전방 반사기보다 더 높은 반사율을 가짐으로써, 형광체에 의해 방출된 빛은 박막장치의 평면에 수직인, 전방 반사기를 통해 캐버티를 빠져나간다. 마이크로캐버티 Q 와 반사에서의 비대칭은 전방 반사기를 통해 공진기를 빠져나가는 빛의 백분율을 결정한다.

<113> 단순 동일평면 마이크로캐버티의 경우, 활성영역의 폭은 빛의 방향성에 영향을 미치며, 그 광학적인 선로길이 즉, 후방 반사기와 전방 반사기사이에 거리에 형광체 물질의 굴절율을 곱한 것이 인접한 층의 굴절율에 따라 2 또는 4로 나뉘어진 소정의 파장의 배수인 정수와 동일하도록 선택된다. 이러한 크기는 정재파가 후방 반사기와 전방 반사기사이에서 확립되는 것을 보장한다. 방출된 빛의 파장은 마이크로캐버티의 공진파장에 의해 결정된다.

<114> 유전체 또는 Bragg 반사기는 높고 낮은 굴절율을 가지는 물질로 이루어진 교대의 층으로 구성된다. 층의 수는 반사기의 반사율을 결정한다. 반사기의 반사율(R)은 다음의 식을 사용하여 측정될 수 있다.

$$R = \frac{1-\left(\frac{n_H}{n_L}\right)^{N-1} \times \frac{n_H^2}{n_s}}{1+\left(\frac{n_H}{n_L}\right)^{N-1} \times \frac{n_H^2}{n_s}}$$

<116> 여기서, n_H 와 n_L 은 각각 굴절율이 높은 물질과 굴절율이 낮은 물질으 굴절율이며, n_s 는 기판의 굴절율이고, N은 적층에서 모든 층의 수이다. 이 식은 보통의 입사에서 유효하다. 각 층의 폭은 층에서

사용되는 물질의 굴절율에 4배한 양으로 나뉘어져서 방출되어지는 소정의 빛의 파장이 곱해지는 홀수의 정수와 동일하다. 변형된 설계에서는 반사기를 형성하기 위하여 홀로그래피 기술을 사용한다. 이 경우, 반사경은 계속해서 가변하는 반사율을 가지는 물질에서 형성된다. 포토리소그래피가 반사경을 제조하는데 사용되기도 한다.

<117> 캐버티의 Q 는 반사율이 반사기로 결정되면 측정될 수 있다. 단순 동일평면 마이크로캐버티의 경우, 반사율에 대하여 Q 에 대한 식은 다음과 같이 주어진다.

$$Q = \frac{2\pi n \nu}{c(\alpha - \frac{1}{l}\ln\sqrt{R_1 R_2})}$$

<119> 여기서, ν 는 마이크로캐버티 공진 주파수이고, n 은 형광체의 굴절율이며, α 는 평균분포 손실상수이며, 1은 활성제 층의 폭이고, R_1은 전방 반사경의 반사율이며, R_2는 후방 반사경의 반사율이다. 상수(α)는 결합 및 위조흡수의 결과로 나타나는 캐버티의 비이상적인 특성을 고려할 필요가 있다.

<120> 이 디스플레이를 최적화하기 위하여 선택된 파라미터는 디스플레이의 필요한 휘도 및 광출력의 필요한 방향성에 좌우된다. 전형적인 투사 텔레비젼 분야에 있어서, 디스플레이는 방향성이 높으며 밝아야 한다. 각 색의 경우, 캐버티 Q 는 전자빔의 흐름의 함수와 같은 유용한 방향으로 방출된 총 강도를 측정함으로써 실험적으로 최적화될 수 있다. 이러한 효율측정은 텔레비전 설계분야에서 공통적이다.

<121> 제 8 도는 음극발광의 경우에 설계된 단순 평면 공진 마이크로캐버티의 일실시예를 도시한 도면이다. 본 발명(10)은 단단한 투명기판(25)에 성장된 공진 마이크로캐버티(20)로 이루어진다. 알루미늄의 층(80)은 마이크로캐버티(20) 바로 옆에 배치되어 전자빔에 의해 증착된 전자를 일정 방향으로 돌리고 부가적인 반사표면을 제공한다. 공진 마이크로캐버티(20)는 분자선 에피택시(MBE) 적절한 방법의 고체상태 제조를 사용하여 기판(25)에서 성장된다. 본 기술분야에 대해 공지된 몇몇 성장방법(즉, 현재수순의 개발에서 LPE)은 이들이 정확한 크기의 마이크로캐버티를 성장시키는데 필요한 정밀도로 제어될 수 없기 때문에 적절하지 못하다. 활성영역(50)은 알루미늄층(80)과 후방 반사기(60)을 통해 인입되는 전자빔(54)에서 나온 전자에 의해 여자된다. 활성영역에서 생성된 빛(58)은 전방 반사기(30)와 기판(25)을 통해 빠져나간다.

<122> 제 9 도에 도시한 바와 같이, 이 실시예는 평면형의 가시면(flat viewing surface)(115)으로 향하는 전자총(110)(전자빔을 발생하는 수단인)을 둘러싸는 유리 진공관(105)으로 이루어진 음극선 튜브(CRT)에 내장될 수 있다. 공진 마이크로캐버티(20)는 진공관(105)내부에 평면형의 가시면(115)에 평행하게 배치된다. 이 실시예는 단색광을 발생하도록 구성된다.

<123> 제 10도에 도시한 바와 같이, 실험적 실시예는 530 나노미터의 파장을 가지는 전방 반사기를 통해 빛을 방출하도록 설계되었다. 활성영역(50)에서 사용된 물질은 2% 의 도펀트 농도의 망간(Mn)으로 도핑된 황산아연(ZnS)이다. 활성영역(50)의 두께는 110 나노미터이고 형광체는 n = 2.4 의 굴절율을 가진다.

<124> 전방 반사기(30)에 있어서, 비교적 높은 굴절율을 가지는 층(32, 36, 40, 44)에서 사용되는 물질은 ZnS 이고, 비교적 낮은 굴절율을 가지는 층(34, 38, 42, 46)에서 사용되는 물질은 칼슘 플루오라이드(CaF_2)이다. 후방 반사기(60)에 있어서, 비교적 높은 굴절율을 가지는 층(62, 66, 70, 74, 77, 79)에서 사용되는 물질은 CaF_2 이고, 비교적 낮은 굴절율을 가지는 층(64, 68, 72, 76, 78)에서 사용되는 물질은 ZnS 이다. 높은 굴절율의 ZnS 층 모두는 n = 2.4 의 굴절율을 가지는 55 나노미터의 두께이다. 낮은 굴절율의 CaF_2 층 모두는 n = 1.4의 굴절율을 가지는 95 나노미터의 두께이다.

<125> 기판(25)은 CaF_2 로 만들어진다. 이것은 2 밀리미터의 두께이며, n = 1.4 의 굴절율을 가진다. 알루미늄층(80)은 50 나노미터의 두께를 가진다.

<126> 마이크로캐버티(20)는 MBE 를 사용하여 기판(25)에서 성장된다. 알루미늄층(80)은 기상(氣相)증착(vapor-phase deposition)을 사용하여 증착된다.

<127> 전방 반사기는 8 층으로 된 R = 97.5% 의 반사율을 가지며, 후방 반사기는 알루미늄층을 포함하여 12 층으로 된 R = 99.9% 의 반사율을 가진다. 후방 반사기가 전방 반사기보다 더 반사되기 때문에, 캐버티에서 발생되는 거의 모든 빛은 전방 반사기를 통해 빠져나간다.

<128> 제 11도에 도시한 바와 같이, RMD 의 반사율은 입사광의 파장에 대한 함수이다. 530 nm의 공진파장에서, 반사율은 대략 86%로 내려가 RMD 가 이 파장을 전송할 것이라는 것을 나타낸다. 모든 나머지 파장에서, 반사율은 100%에 가까워, rmd가 비공진 파장에서 빛을 전달하지 않을 것을 나타낸다. 이러한 반사특성은 캐버티가 캐버티의 공진파장과 같은 파장의 정재파만을 지지할 수 있다는 사실때문이다.

<129> 다른 실시예에 있어서, RMD 는 직시 텔레비젼과 같이 CRT 에서 사용될 수 있다. 제 12 도는 직시 컬러 텔레비젼을 도시한 것이다. CRT(120)는 하나의 기본색당 하나씩인, 3개의 전자총(122, 124, 126)을 가진다는 것을 제외하고, 투사 텔레비젼 실시예에서 공지된 것과 유사하다. 전자총 각각은 각 색의 소정의 농도에 대응하여, 분리된 전자빔(130, 132, 134)을 발생한다. 전자빔은 CRT 의 가시면상에 스크린(140)을 여자한다.

<130> 제 13a 도에 도시한 바와 같이, 스크린(140)은 픽셀크기의 마이크로캐버티(20)의 어레이로 이루어진다. 어레이는 적색광(142), 녹색광(144) 및 청색광(146)을 발생하도록 설계된 마이크로캐버티를 포함한다. 녹색광 픽셀은 "녹색" 전자빔(132)에 의해 여자되고, 청색광 픽셀은 "청색" 전자빔(134)에 의해 여자된다. 제 13b 도는 픽셀의 어레이와 색의 배열에 대한 정면도이다. 분리된 색의 픽셀을 가지는 컬러 디

스플레이의 설계는 본 기술분야에서 이미 공지된 것이다.

<131> 이 실시예에 있어서, 픽셀에서 방출된 빛은 필요한 각 분포를 발생한다. 사람들은 렌즈가 공진 마이크로캐버티에 의해 발생되어질 최대효율을 허용하는 이러한 디스플레이 요구를 성취하는데 사용되는 실시예를 또한 구상할 수 있다. 필요한 각 분포는 홀로그래피 광학소자와 같은 확산기를 사용하여 또한 얻어질 수 있다.

<132> 픽셀의 구성은 기본적으로 주사 텔레비젼에 대한 실시예에서 공지된 것과 동일하다. 근본적인 차이는 표면면적의 크기와 필요한 빛의 각 분산이다. 이 경우, 표면면적은 휘도에 의해 결정되는 것은 아니지만, 본 분야에서 필요로 하는 해상도에 의해 결정된다. 고선명 텔레비전(high definition television), 의학 및 국방분야에서는 전형적으로 픽셀크기가 25 마이크론보다 작은 것을 필요로 한다. 이러한 요구는 현재의 기술을 사용하여 성취하가 어렵지만, RMD 를 사용하여 쉽게 성취될 수 있다.

<133> 규정된 각 분포와 해상도를 가지면, 공진 마이크로캐버티 디스플레이는 각 색에 대하여 최적화되어야만 한다. 이러한 최적화는 발생되는 총 빛 대 빔흐름을 측정하는 상기 공지한 실험적인 방법을 사용할 것이다. 규정으로 인한 설계의 제한은 최대 광출력을 얻는 것이 근본적으로 형광체 활성제의 기능이라는 것을 의미한다. 렌즈가 캐버티의 외부에 배치된 실시예에서는, 캐버티를 처리하는데 더욱 더 자유로워진다. 각 분포에 대한 제한이 없으면, 캐버티 Q 는 쉽게 맞출 수 있게 된다.

<134> 활성층을 여자하는 전자를 사용하는 다른 실시예에 있어서, 공진 마이크로캐버티(217)는 제 14도에 도시한 바와 같이, 진공 형광 디스플레이(210)에 내장될 수 있다. 디스플레이(210)는 낮은 해상도의, 밀집 정보(compact display) 디스플레이 및 매우 큰 디스플레이를 형성하기 위하여 전형적으로 조합된 개별적인 픽셀로 이루어진다. 진공의 형광 디스플레이는 캐소드(226), 제어그리드(224) 및, 제 14 도에 도시한 애노드와 부합하는, 형광체로 코팅된 애노드로 이루어진다(제 14 도에 도시된 애노드(214)는 이하 공지되는 것과 같은 통상적인 애노드와는 상이하다). 전자는 먼저 캐소드 어레이(226)를 형성하는 고온 필라멘트에 의해 발생된다. 양전압은 캐소드 어레이(226)와 애노드(214)사이에 인가된다. 제어그리드 전압이 온되면, 전자는 애노드의 상부에, 통상적인 진공의 형광 디스플레이에 증착된 형광체 층으로 향하여 양전위에 의해 가속된다. 나머지 디스플레이는 통상적으로 유리 페이스플레이트(212), 유리 백플레이트(228) 및 제어선 그리드(224)와 필라멘트 캐소드(226)에 대한 진공을 포함하는, 유리 프리트 밀봉부(glass frit seal)(222)로 구성된다.

<135> 공진 마이크로캐버티 구조는 이러한 형태의 디스플레이의 성능을 개선시키는데 사용될 수도 있다. 가능한 예시실시예를 제 14도에 도시하였다. 한쌍의 유전체 반사경(216, 220)사이에 삽입된 활성층(218)으로 구성된 공진 마이크로캐버티 구조는 애노드(214)와 같은 애노드에 통상적으로 증착된 분말형 형광체를 대체한다. 한쌍의 유전체 반사경(216, 220)은 제어선 그리드(224)와 에노드(214) 사이에 배치되어 있다.

<136> 작은 크기의 단색도 디스플레이의 경우, 하나의 공진 마이크로캐버티(217)가 사용되고 픽셀은 제어 그리드(224)와 캐소드(226) 배열에 의해 결정된다. 전체 색이 요구된다면, 공진 마이크로캐버티(217)는 각각의 기본색마다 필요하게 된다. 효율적인 배치는 각각의 색마다 분리 스트립을 가진 마이크로캐버티(217)의 스트립을 교대하여 구성된다. 큰 스크린 분야에서는, 픽셀 각각은 특정한 색마다 설계되는 하나의 공진 마이크로캐버티를 내장한다. 그러면, 어레이는 적, 녹 및 청색의 픽셀 세개가 하나로 합쳐진 것으로 이루어진다.

<137> 2 개의 CRT 실시예에 대하여 앞서 공지한 바와 같이, 방향성, 휘도, 색 및 마이크로캐버티 구조와 같은 파라미터가 진공의 형광 디스플레이에 적용된다. 디스플레이를 최적화하는데 요구되는 설계의 고찰과 방법 또한 마찬가지이다. 예를 들면, 이러한 디스플레이가 직시형이므로, 광방출이 화살표(A)로 표시된 방향으로 뷰어를 향하면, 방출된 빛의 발산은 뷰어 거리와 필요한 가시각에 대하여 맞추어진다. 렌즈와 확산기의 내장이 고려되어야만 한다. 특정한 분야에 대한 진공의 형광 디스플레이는 본 기술분야에 이미 공지되어있다.

<138> 전자에 의한 여자를 사용하는 다른 실시예에 있어서, 공진 마이크로캐버티는 투사 및 직시분야 모드에 필요한 전계방출 디스플레이로 내장될 수 있다. 이러한 디스플레이는 낮은 일함수 물질로 이루어진 극미한 팁 또는 극미한 영역으로부터 통과하는 주요전자에 동작한다. 그러면, 전자는 양전위를 통해 가속되어 인접한 형광체 층을 관통한다. 전형적으로, 팁과 형광체사이네는 진공의 영역이 있으나, 어떤 분야에서는, 형광체가 방출표면의 상부에서 직접 성장될 수도 있다.

<139> 이러한 디스플레이는 고전압 및 저전압 모드 모두에서 동작한다. 일반적으로 500 볼트이상의, 고전압 응용분야에 있어서, 에미터 어레이는 마이크로캐버티 각각의 이면에 조립될 수 있다. 디스플레이는 단색도의 빛을 발생하기 위하여 전체 디스플레이의 크기의 마이크로캐버티로 구성되거나, 컬러 영상을 발생하는데 적합한 픽셀크기의 마이크로캐버티로 구성된다. 이러한 구조에 있어서, 형광체를 자극하기 위하여 전자가 RMD 의 하부 반사경을 통해 활성층으로 통과할 수 있도록 전압은 충분히 높아야만 한다.

<140> 제 15 도는 반사경(234, 238) 사이에 있는 활성층(236)으로 구성된 공진 마이크로캐버티(239)를 내장하고 있는 단색도 전계방출 디스플레이(230)의 예시실시예를 제공한다. 양의 고전압이 애노드(240)와 캐소드(260) 사이에 인가되면, 밀봉부(248)로 진공의 영역(242)내에서 밀봉된, 전계방출 물질(244)에 의해 전자가 발생된다. 그러면 전자가 진공영역(242)를 통해 가속되어, 공진 마이크로캐버티(239)를 관통하고 활성층(236)을 여자한다. 알루미늄층(240)은 대략 50 나노미터의 두께이고 전자를 접지로 전도한다.

<141> 저전압 응용분야에 있어서, 전계방출 물질은 낮은 에너지의 전자로 이루어진 제한된 관통깊이로 인해 RMD 내부에 위치되어야만 한다. 적절한 방출 물질은 물질에 인가되는 낮은 전압이 방출되어질 충분한 수의 전자를 유도하도록 낮은 일함수를 가져야만 한다. 이 분야에 있어서, 저전압이 공진 마이크로캐버티를 지나 인가되어 전자 방출물질에서 형광체로 통과하여 활성제를 여자하는 전자를 포함한다. 인가된 전계의 영향으로 인해, 전자는 형광체를 통해 진행하고 나서 전자를 접지로 전도하는 다른 물질로 진행한다.

<142> 제 16 도에 예시된 저전압 전계방출 디스플레이(250)의 예시실시예에 있어서, 공진 마이크로캐버티(253)(기판(252)아래에 놓인)는 형광체 층(258)의 한쪽에 있는 지향의 다이아몬드 필름층(oriented diamond film layer)(256)으로 구성된다. 다이아몬드 필름층(256)과 유사한 다른 전도성 필름층(260)은 형광체 층(258)의 반대쪽에 놓여 방출된 전자를 접지로 전도한다. 저전압 전위는 전도층(260, 256)사이에 인가된다. 반사기(254, 262)는 전도층(256, 260)과 형광체 층(258)에 의해 형성된 샌드위치형 구조 외부에 배치된다. 이 실시예를 제 16 도에 도시하였다.

<143> 단순 동일평면 마이크로캐버티의 경우에 있어서, 모든 디스플레이 분야에서의 핵심 설계규정은 캐버티내에 전계의 안티노드에 또는 안티노드부근에 활성층을 위치시키는 것이다. 저전압 전계방출 디스플레이에 있어서, 이러한 규정은 활성층의 두께에 결정적으로 주어진다. 2개의 방출 층사이에 삽입된 형광체 층의 기본구조는 형광물질이 안티노드에 또는 안티노드부근에 위치된다면, 반복될 수 있다. 공진 마이크로캐버티 디스플레이(300)의 예시실시예에서 정재파영역을 제 17도에 예시하였다. 마이크로캐버티 디스플레이(300)는 기판(302), 한쌍의 반사경(304) 및 활성층(306)으로 이루어진다. 활성층(306)에서 전계진폭(310)이 개략적으로 도시되어있다. 노드(311)와 안티노드(312) 또한 도시되어있다.

<144> 사람들이 고려해야만 하는 설계문제점은 다른 디스플레이 분야에서 논의되었된 것과 근본적으로 동일하다. 그러나, 전자방출 물질의 굴절율은 이제 캐버티의 설계시 주요인자가 되어야만 한다. 부가적으로 관련된 것은 특정하게 인가된 전압의 범위에 대하여 물질을 선택하는 것이다.

<145> 그밖에, RMD는 전계발광 디스플레이에 합체될수 있다. 이러한 디스플레이 분야에 있어서, RMD 는 2 개의 컨덕터사이에 삽입되어있다. 전압신호가 컨덕터에 인가되어 박막 전계발광(thin film electroluminescence: TFEL)이라고 하는 것을 포함한다. 픽셀크기 소자의 어레이는 TFEL 평면패널 디스플레이를 생성하는 발광 스크린을 형성하기 위하여 구성된다.

<146> 이러한 실시예는 픽셀의 어레이로 이루어진다. 각각의 픽셀은 전기적으로 활성된 마이크로캐버티일 수 있다. 제 18도는 어레이(160)에서 하나의 픽셀을 도시한 도면이다. 픽셀은 가시적으로 투명한 기판(163), 접지로 작용하는 인듐이 도핑된 틴 옥사이드(Indium doped Tin Oxide : ITO)의 층(투명한 금속) 및, 공진 마이크로캐버티(166)로 이루어진다. 공진 마이크로캐버티(166)는 전방 반사기(168), 형광체 기본 활성영역(170) 및 후방 반사기(172)를 포함한다. 후방 반사기(172) 바로 아래에 배치된 것은 알루미늄층(174)이다. 이 알루미늄층은 캐버티 각각이 전기적으로 절연되는 방식으로 각각의 마이크로캐버티에 증착된다.

<147> 이러한 디스플레이는 픽셀 마이크로캐버티(166)의 알루미늄층(174)에 전압을 인가함으로써 여자된다. 픽셀의 어드레싱은 평면패널 디스플레이 설계분야에서 공통적이다.

<148> 이러한 디스플레이는 방출된 유용한 빛의 양 대 전계 강도를 측정함으로써 최적화된다. (이러한 실시예에서) 전계발광 효율이 중요하기 때문에된 형광체에 대하여 특별한 주의를 기울여야만 한다.

<149> 또한, RMD 는 형광체를 여자하기 위하여 자외선광을 사용하는 평면패널 디스플레이에서의 픽셀의 어레이로서 내장될 수 있다. 제 19도에 도시한 바와 같이, 각 픽셀(180)은 자외선을 발생하는 플라즈마 방전램프(182)로 이루어지며, 자외선은 후방 반사기(184)를 통해 지나가 활성영역(186)(즉, 형광체)을 여자한다. 그러면, 방출된 빛은 전방 반사기(188)와 기판(190)을 통해 디스플레이의 밖으로 나간다.

<150> RMD 개념은 또한 투명한 직시 평면패널 디스플레이를 제조하는데 사용될 수도 있다. 이러한 디스플레이는 디스플레이에서 사용되는 마이크로캐버티의 특정한 공진 파장을 제외하고 시각적으로 투명하다. 색색도 및 전체 색의 디스플레이 모두 가능하다. 예를 들면, 전체 색 디스플레이를 만들기 위하여, 사람들은 적, 녹, 청에 국제 CIE 색표준으로 규정된 3 가지의 완전하게 포화된 색과 부합하는 3 개의 파장을 선택할 수 있다.

<151> 투명성은 좁은 파장의 대역폭, 통상적으로 1 나노미터 또는 그 미만내에, 높은 효율의 반사경과 같은 기능만을 하는, 반사기를 사용하는 공진 마이크로캐버티를 제조함으로써 생성된다. 이 영역의 외부에서, 반사기는 100% 에 가깝게 전달되고 따라서, RMD 는 눈으로 보아 투명하게 나타난다. 위와 같은 협대역 반사기는 유전체 반사경을 이용하는 다중 캐버티구조를 사용하여 최선으로 제조된다.

<152> 제 20 도에 도시한 예시실시예에 있어서, 평면패널 디스플레이는 전계에 의해 여자된 픽셀크기의 RMD 의 어레이(500)로 구성된다. 2개의 투명전극(504, 514)는 각각의 마이크로캐버티(506)의 양면에 연결되어야만 하고 인듐 틴 옥사이드(ITO)를 사용하여 최선으로 제조된다. 마이크로캐버티(506)는 반사경(508, 512) 사이에 활성층(510)을 포함한다. 투명 디스플레이를 제조하는 것 이외에, 동일한 반사기구조가 높은 콘트라스트(contrast) 디스플레이를 제조하는데 사용될 수 있다. 이 실시예에서, 후방은 다른 불투명층(도시하지 않음) 또는 ITO 층(514)을 불투명 컨덕터층으로 대체함으로써 제조된다. 외부의 대기광은 디스플레이를 통해 전달되고 나서 후부층에 의해 흡수된다. 전방으로 부터의 반사는 공진파장의 외부에 반사기의 높은 전달특성때문에 최소화된다. 위와 같은 디스플레이는 100 또는 그 이상과 거의 비슷한 매우 높은 콘트라스트 비율을 가지도록 제조될 수 있다. 이러한 직시 디스플레이는 3 개의 여자소오스중 어느 하나를 사용할 수 있다.

<153> 유기물질의 사용은 플라스틱과 같은 유연성물질의 외부에 RMD 의 구성을 허용한다.

<154> 공진 마이크로캐버티 디스플레이는 레이저광을 사용하여 또한 여자될 수 있다. 레이저광은 작극방출 공정을 가져오며 높은 정도의 공간적 및/또는 일시적 위상결합에 의해 자연적으로 방출된 빛과는 다르다. 레이저광은 형광체에 의해 흡수되는 파장을 가지도록 선택되어야 한다. 캐버티 구조는 레이저파장을 통과시키도록 설계되어야만 한다. 제 21 도에 도시한 일실시예에 있어서, 레이저(412)는 음극선 관에서의 전자빔과 유사한 방식으로 발광 스크린(401)을 지나 수평으로 또는 수직으로 주사된다. 빔(410) 조정은 전형적으로 반사경 및 음향 광학변조기를 회전시킴으로써 성취된다. 레이저로 연속적인 정보를 판독하는 능력은 본 기술분야에서 이미 공지되어있다. 발광 스크린(401)은 기판(402)과, 반사경(404, 408) 및 활성층(406)을 포함하는 마이크로캐버티(403)으로 이루어진다.

<155> RMD 는 빛을 흡수하기 위하여 역구성으로 또한 사용될 수도 있으며 전기신호를 발생한다. 위의

디스플레이에서 입증된 증진된 빛의 방출을 산출하는 물리적특성은 증진된 흡수를 발생한다. 빛에너지는 전기에너지로 변환되어야만 한다.

<156> 증진된 흡수성을 사용하는 공진 마이크로캐버티의 다른 분야는 사진술분야이다. 이 분야에 있어서, 필름은 활성층이 감광성물질을 포함하는 공진 마이크로캐버티로 이루어진다. 그 결과, 이 필름은 3원색에 부합하는 일정한 파장에서만 흡수된다. 흡수량이 정확하게 제어될 있기때문에, 필름은 매우 정확하게 색을 다시 만들 수 있다. 마이크로캐버티내에 감광성물질에서 전기신호를 유도함으로써 정보를 또한 기록할 수 있다. 일반적인 설계는 충전지가 연결된 검출기를 이이용하는 디지탈 카메라와 유사하다.

<157> 방출특성에 영향을 주는 RMD 의 독특한 성질을 메모리 저장장치에서 또한 사용할 수 있다. 앞서 설명한 바와 같이, 공진 마이크로캐버티에 있는 광학물질의 제한은 감쇠율에 영향을 미친다. 캐버티가 공진시 광학물질의 전이에너지를 가지고 있는지 아닌지의 여부에 따라, 수명이 줄어들기도 하고 늘어나기도 한다. 따라서, 물질의 수명을 현저하게 늘이고 정보를 저장하기 위하여 이러한 효과를 사용하는 것이 가능하다.

<158> 공진 마이크로캐버티로서 정보를 저장하기 위한 다른 가능한 방식은 홀연소(hole burning)를 기본으로 한다. 정보저장을 위한 이러한 공정 및 응용은 이미 공지되어있다. 공진 마이크로캐버티에 물질을 넣음으로써, 사람들은 더욱 효과적인 홀연소 공정을 만들기 위하여 앞서 공지한 늘어난 수명효과는 물론 증진된 흡수를 사용할 수 있다.

<159> RMD 는 광밸브의 설계에 또한 사용될 수 있다. 이것은 2 개의 RMD 를 필요로 한다. 형광체가 없는 한 RMD 가 형광체가 있는 RMD 의 상부에서 성장되기도 한다. 제 1 RMD 는 제 2 RMD 에서 방출한 빛의 강도를 변조한다. 변조기는 제1 RMD 를 공진주파수로 동조함으로써 동작하고 또는 그 공진주파수에서 떨어진 RMD 를 동조한다. 제 1 RMD 를 동조하는 공정(전자광학 또는 피에조-전기 효과를 사용하는)은 제 1 RMD 에 전압을 인가함으로써 성취된다. 이 변조기는 또한 빛을 완전하게 키거나 빛을 완전하게 차단함으로써 스위치와 같이 사용될 수도 있다. 기판(422)의 변조된 RMD(421)를 제 22도에 도시하였다. 이러한 구성에 있어서, 반사경(424, 428)사이에 활성층(426)이 있는 RMD(421)는 전압(V)을 반사경층(424, 428)에 인가함으로써 변조된다. 이러한 변조는 전자광학이나 또는 피에조-전기 효과를 사용하여 성취될 수 있다.

<160> 예를 들어, 전자광학 또는 피에조-전기 효과를 사용하는 캐버티 공진을 동조하는 능력은 RMD 가 다양한 통신모드에서 활용될 수 있도록 한다. 공진 마이크로캐버티는 빛을 방출하여 주파수 범위와 우각 이상의 빛을 수신하도록 설계된다. 이러한 주파수와 우각은 전기신호를 인가함으로써 변형될 수 있다. 따라서, RMD 는 정보를 전송하고 수신하는데 사용될 수 있다. 군용장비에서 사용하는 아군 또는 적군인식기도 가능한 사용예이다.

<161> 플라즈마 디스플레이 패널(Plasma Display Panal)에서 RMD 를 사용하는 것은 형광램프를 제조하는데 또한 사용될 수 있다. 일반적인 형광램프와 비교하여, RMD 램프는 아주 효과적인 매우 증진된 형광의 장점을 가진다. 단일 RMD 램프는 일정한 파장의 빛을 방출한다. 이것은 스테이지-램프와 같은 분야에서 유용하다. 공통 스테이지 램프는 UV, 가시광선 및 적외부 이상으로 방출하여, 일정파장(색)을 선택한다. 이러한 필터-공정은 대부분의 빛이 램프를 빠져나가도록 허용하지 않기때문에 램프를 매우 쓸모없게 만든다. 반대로, RMD는 일정파장의 빛만을 생성하여 필터를 필요없게 만든다. 따라서, 효율이 더욱 높아진다. R, G, B 장치의 조합은 백색광원을 결과로 가져온다.

<162> 일반적으로, 어떠한 광원이라도 공진 마이크로캐버티 디스플레이로 대체될 수 있다. 예를 들면, 백열광은 일반적으로 자동차 후미등 및 교통신호등에 필요한 색의 빛을 발생하기 위하여 여과된다. 공진 마이크로캐버티는 아주 효과가 좋은 단일색 및 방향성의 광원을 가지는 이러한 현재의 광원을 대체할 수 있다. 여자는 이미 논의되었던 수단중 어느 것이라도 사용할 수 있다.

<163> 비방출 디스플레이에 있어서, 광원과 영상 발생표면은 분리되어있다. 영상은 일반적으로 광원에 의해 발생되는 빛을 변조하는 광밸브를 사용하여 형성된다. 일반적인 광밸브 디스플레이는 하나 또는 그 이상의 액정 및 편광 프리즘의 조합을 사용하여 액정 디스플레이(LCD)라 불리우는 것을 형성한다. 광밸브는 반사 및 전송모두에 사용되며 투사 및 직시분야에서도 사용될 수 있는 것으로 알려진다. 픽셀크기는 광변조기에 의해서만 결정된다.

<164> 각 분야에 있어서, 충분히 밝은 광원이 필요하다. 때때로 디스플레이는 또한 완전한 색의 가능성을 필요로 한다. 현재 평면패널 분야의 경우, 발광램프는 역광으로 사용되어 LCD 패널에 의해 변조되는 백색광을 생성한다. 전체 색의 평면패널 디스플레이를 제조하기 위하여, 색 필터가 각 픽셀에 삽입되어 3원색을 발생한다.

<165> RMD 는 위와 같은 평면패널 디스플레이 분야에 합체될 수 있으며 광원을 형성한다. 단색 디스플레이의 경우, 변조기는 하나의 큰 면적의 공진 마이크로캐버티에 부착된다. 마이크로캐버티는 3개의 여자수단중 어느 한 수단에 의해 여자될 수 있다. 전체 색은 스트라이프를 교대로 하여 구성된 마이크로캐버티의 어레이에 의해 최선으로 발생되고, 각각의 스트라이프영역은 하나의 색을 발생하도록 설계된 하나의 연속적인 공진 마이크로캐버티를 형성하도록 구성된다.

<166> 투사장치의 경우, 아크램프는 백색광원을 발생하는데 사용되고 색은 통상적으로 백색광의 3원색 구성부품을 분리하기 위하여 이색필터를 사용함으로써 발생된다. 그 대신에, 3 색은 3개의 독립적인 공진 마이크로캐버티에 의해 발생될 수 있으며, 또는 마이크로캐버티의 어레이를 발생함으로써 발생될 수 있다.

<167> 그 밖에, LCD변조기는 초기에 편광되어지는 입력광을 필요로 하고 입력에 위치된 편광기를 사용한다. 편광된 빛을 발생하기 위하여 공진 마이크로캐버티를 설계함으로써 이러한 편광기를 제거하는 것이 가능하다. 이것은 여러 가지 방식으로 성취될 수 있다. 예를 들면, 반사경사이에 영역은 캐버티가 빛의 편광에 따라 서로 다른 주파수로 공진되어지는 방식으로 복굴절물질(bircfringment material)을 사용하여 제조될 수 있다. 캐버티는 단지 하나의 편광된 빛의 구성부품이 소정의 주파수로 공진하도록 설계된다.

<168> 광 변조기에서 사용되는 빛을 발생하기 위하여 공진 마이크로캐버티를 사용하는 주요장점은 증가

된 광출력 효율이다. RMD 광원은 높은 휘도레벨을 발생할 것이고 높은 방향성이다. 후자는 입력광이 일정 범위의 우각내에 포함되어야만 하기 때문에 LCD 분야에 특히 유용하다. 그 밖에, 색 필터 및 이색빔 스플리터(dichroic splitter)의 제거는 전체적인 처리량을 증가할 것이다. 처리의 다른 장점은 평면패널 분야에 특히 유용한 RMDd 의 밀집특성이다.

<169> 제 23 도는 예시된 예시실시예로서, 단색도 평면패널 디스플레이(270)를 도시한 것이다. 이러한 예에 있어서, 공진 마이크로캐버티(275)는 AC 전력의 소오스(284)에 의해 여자된 플라즈마 방전(282)에 의해 발생된 UV 광에 의해 여자된다. 마이크로캐버티(275)를 통해 누수되는 치명적인 UV 는 기판(274)에 의해 흡수되고 기판(286)을 차단하는 다른 UV 는 플라즈마 방전(282)의 다른 쪽에서 또한 사용된다. 광밸브는 LCD(272)를 사용하여 빛을 변조한다. LCD(272)는 다수의 모드로 어드레스될 수 있으며 이러한 규정은 공진 마이크로캐버티를 사용하여 영향을 받지 않는다. 마이크로캐버티에 대한 핵심적인 설계 고려사항은 빛의 발산, 광편광, 휘도 및 공진 파장을 포함한다.

<170> 본 발명은 예시실시예로서 주어진 것이며, 본 발명에 어떠한 제한점을 부과하려는 것은 아니다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

발광 디스플레이에 있어서, 상기 디스플레이는 활성 영역을 구비한 박막 공진 마이크로캐버티로 이루어지고, 형광체를 가지는 상기 활성 영역은 빛을 방출하기 위하여 상기 디스플레이 내부에 배치되는 것을 특징으로 하는 발광 디스플레이.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 마이크로캐버티는:

a. 단단한 기판과;

b. 상기 기판 상에 배치된 전방 반사 영역과;

c. 상기 전방 반사 영역 상에 배치된 상기 활성 영역 및;

d. 상기 활성 영역 상에 배치된 후방 반사 영역을 구비하고, 상기 전방 반사 영역과 후방 반사 영역 중의 적어도 한 영역은 부분적으로 반사적이고, 그럼으로써 상기 활성 영역의 여기에 의해 생성된 빛은 상기 전방 반사 영역과 후방 반사 영역사이에서 정재파를 형성하고, 상기 적어도 하나의 부분적 반사 영역을 통하여 방출되는 것은 특징으로 하는 발광 디스플레이.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 기판은 투명한 물질로 이루어지는 것을 특징으로 하는 발광 디스플레이.

청구항 4

제 2 항에 있어서, 상기 기판은 크리스탈인 것을 특징으로 하는 발광 디스플레이.

청구항 5

제 2 항에 있어서, 상기 기판은 비결정질인 것을 특징으로 하는 발광 디스플레이.

청구항 6

제 2 항에 있어서, 상기 전방 반사 영역과 후방 반사 영역은 유전체 반사기들인 것을 특징으로 하는 발광 디스플레이.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 상기 유전체 반사기들은 다수의 교대 평행층들을 포함하고, 이때 상기 평행층들은 비교적 낮은 굴절율을 가지는 물질로 구성된 층들과 비교적 높은 굴절율을 가지는 물질로 이루어진 층들이 번갈아 있는 것을 특징으로 하는 발광 디스플레이.

청구항 8

제 7 항에 있어서, 상기 비교적 낮은 굴절율을 가지는 물질은 플루오라이드 및 옥사이드로 구성된 그룹에서 선택된 물질로 이루어지는 것을 특징으로 하는 발광 디스플레이.

청구항 9

제 7 항에 있어서, 상기 비교적 높은 굴절율을 가지는 물질은 설파이드, 셀레나이드, 니트라이드 및 옥사이드로 구성된 그룹에서 선택된 물질로 이루어지는 것을 특징으로 하는 발광 디스플레이.

청구항 10

제 2 항에 있어서, 상기 전방 반사 영역은 금속 반사기인 것을 특징으로 하는 발광 디스플레이.

청구항 11

제 2 항에 있어서, 상기 후방 반사 영역은 금속 반사기인 것을 특징으로 하는 발광 디스플레이.

청구항 12

제 2 항에 있어서, 상기 활성 영역은 설파이드, 옥사이드, 실리케이트, 옥시설파이드 및 알루미네이트로부터 선택된 형광체를 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 디스플레이.

청구항 13

제 2 항에 있어서, 상기 활성 영역은 전이금속, 희토류 및 색중심을 가지는 물질로부터 선택된 활성제로 이루어지는 것을 특징으로 하는 발광 디스플레이.

청구항 14

제 2 항에 있어서, 상기 전방 반사 영역과 후방 반사 영역 간의 거리는 상기 디스플레이에 의해 방출되어질 선택된 빛의 파장에 정수를 곱하고, 이를 상기 활성 영역에서 사용된 물질의 선택된 빛의 파장에 대한 굴절율의 4배인 양으로 나눈 것과 같은 것을 특징으로 하는 발광 디스플레이.

청구항 15

제 2 항에 있어서, 상기 전방 반사 영역과 후방 반사 영역 간의 거리는 상기 디스플레이에 의해 방출되어질 선택된 빛의 파장에 정수를 곱하고, 이를 상기 활성 영역에서 사용된 물질의 선택된 빛의 파장에 대한 굴절율의 2배인 양으로 나눈 것과 같은 것을 특징으로 하는 발광 디스플레이.

청구항 16

제 2 항에 있어서, 상기 디스플레이는 음극선 튜브의 시청 스크린 상에 배치되는 것을 특징으로 하는 발광 디스플레이.

청구항 17

제 2 항에 있어서, 상기 디스플레이는 상기 후방 반사 영역 상에 배치되고, 전자들을 전달하는 도전층을 추가적으로 구비하는 것을 특징으로 하는 발광 디스플레이.

청구항 18

제 1 항에 있어서, 상기 형광체는 전자들에 의해 여기되는 것을 특징으로 하는 발광 디스플레이.

청구항 19

제 17 항에 있어서, 상기 디스플레이는 상기 여기 전자들을 생성하는 음극선 튜브를 추가적으로 구비하는 것을 특징으로 하는 발광 디스플레이.

청구항 20

제 1 항에 있어서, 상기 형광체는 전계에 의해 여기되는 것을 특징으로 하는 발광 디스플레이.

청구항 21

제 1 항에 있어서, 상기 형광체는 빛에 의해 여기되는 것을 특징으로 하는 발광 디스플레이.

청구항 22

제 21 항에 있어서, 상기 전도층은 알루미늄으로 만들어지는 것을 특징으로 하는 발광 디스플레이.

청구항 23

제 1 항에 있어서, 상기 형광체는 제어된 여기-상태 감쇠 시간을 가지도록 선택되는 것을 특징으로 하는 발광 디스플레이.

청구항 24

단단한 기판 상에 공진 마이크로캐버티를 성장시키는 단계를 포함하고, 상기 마이크로캐버티는 그 내부에 형광체 활성 영역을 구비하는 것을 특징으로 하는 발광 디스플레이를 제조하는 방법.

청구항 25

제 24 항에 있어서, 상기 형광체는 형광체 감쇠 시간을 제어하도록 선택되는 것을 특징으로 하는 발광 디스플레이를 제조하는 방법.

청구항 26

제 24 항에 있어서, 상기 활성 영역은 상기 디스플레이로부터 방출된 빛의 색도를 제어하기 위해 선택된 폭을 구비하는 것을 특징으로 하는 발광 디스플레이를 제조하는 방법.

청구항 27

제 26 항에 있어서, 상기 활성 영역의 폭은 선택된 색도에 대응하는 빛의 1/4 파장의 정수와 동일하도록 선택되는 것을 특징으로 하는 발광 디스플레이를 제조하는 방법.

청구항 28

제 24 항에 있어서, 상기 활성 영역의 폭은 선택된 색도에 대응하는 빛의 1/2 파장의 정수와 동일하도록 선택되는 것을 특징으로 하는 발광 디스플레이를 제조하는 방법.

청구항 29

제 24 항에 있어서, 상기 마이크로캐버티는 상기 형광체의 자연 발광 공진내에 놓이는 공진 주파수를 구비하도록 선택된 폭을 구비하는 것을 특징으로 하는 발광 디스플레이를 제조하는 방법.

청구항 30

제 24 항에 있어서, 상기 기판은 상기 디스플레이의 열 전송 효율을 최대화시키도록 선택되는 것을 특징으로 하는 발광 디스플레이를 제조하는 방법.

청구항 31

제 24 항에 있어서, 상기 마이크로캐버티는 상기 디스플레이로부터 방출된 빛의 방향성을 제어하도록 되는 것을 특징으로 하는 발광 디스플레이를 제조하는 방법.

요약

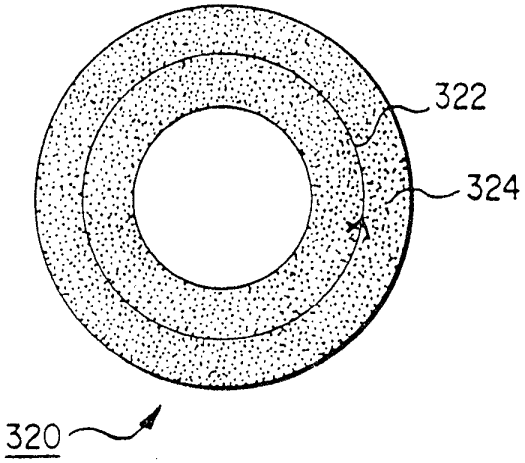
공진 마이크로캐버티 디스플레이(20)는 기판(25), 형광체 활성영역 및 전방 및 후방 반사기(30, 60)를 구비한 마이크로캐버티를 가진다. 전방 및 후방 반사기는 및 전송의 효율을 향상시키기 위하여 정재 전자기파나 또는 진행 전자기파를 발생하도록 일정한 간격을 두고 있다.

대표도

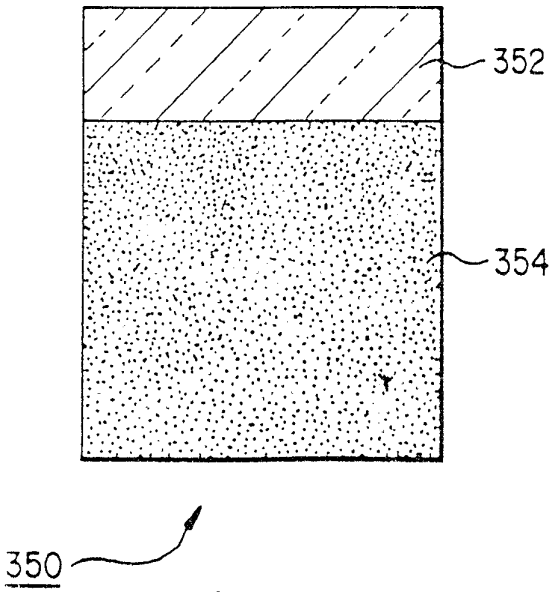
도1

도면

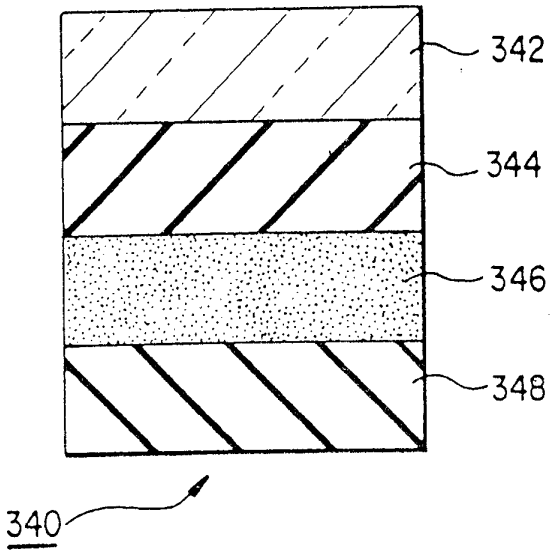
도면1



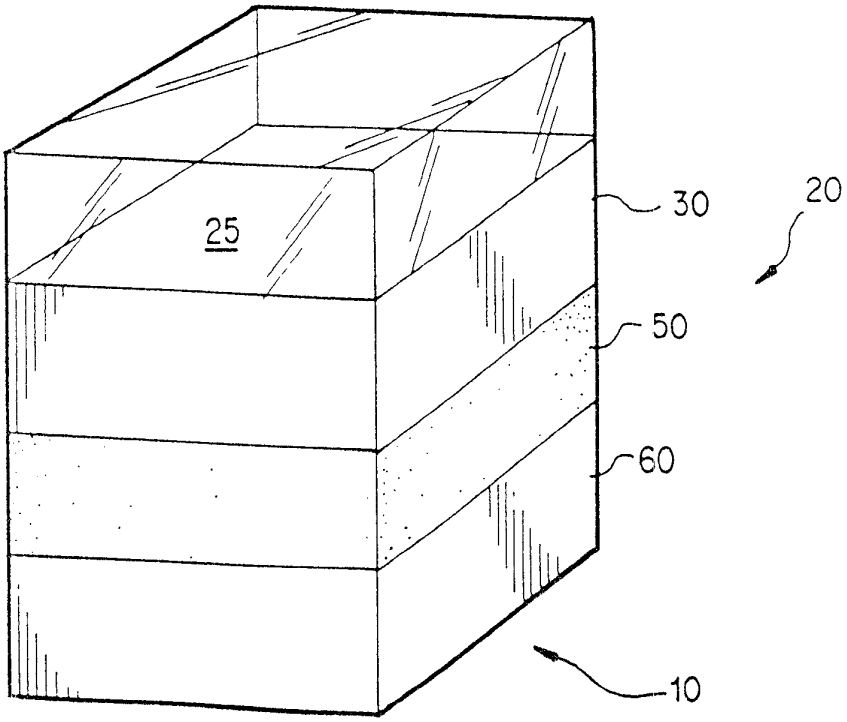
도면2



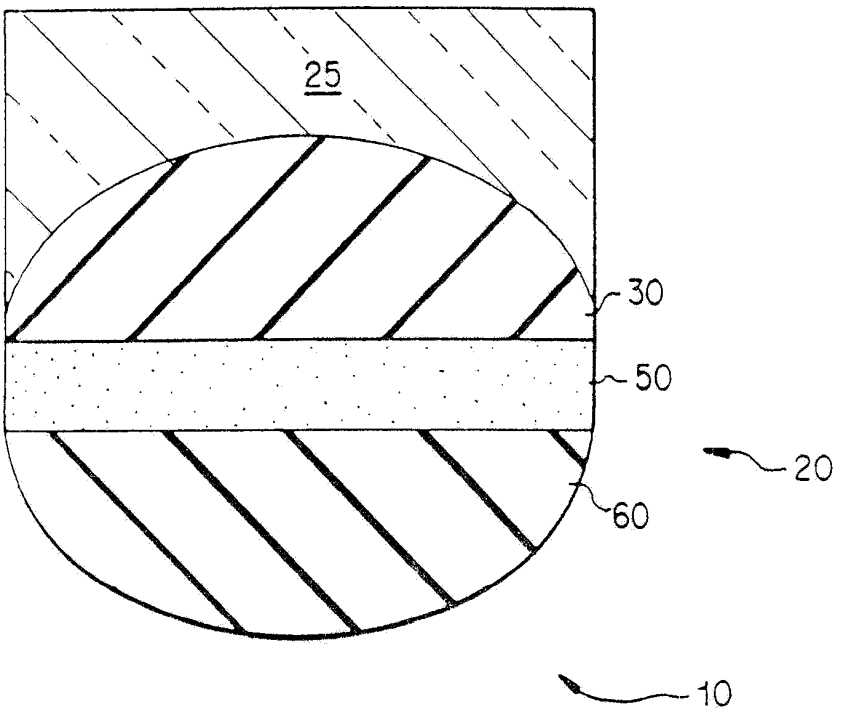
도면3



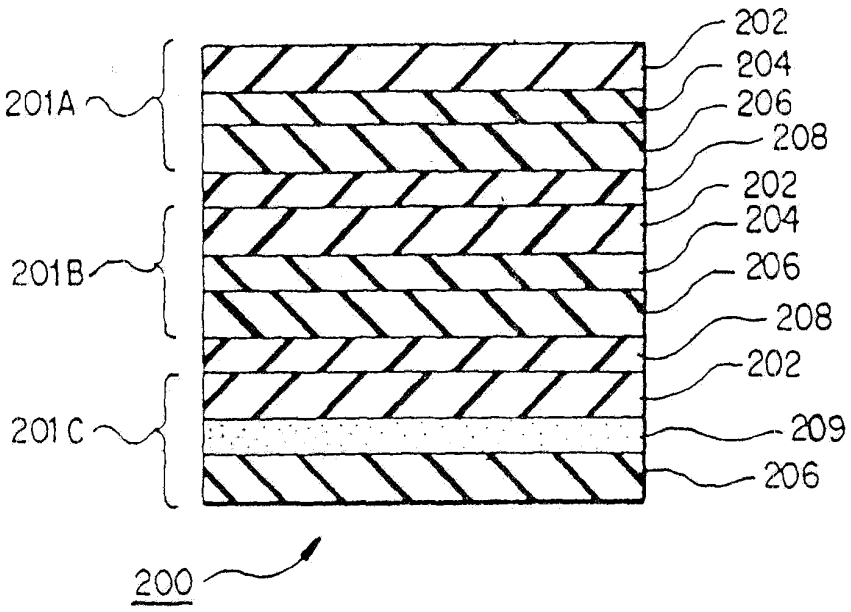
도면4



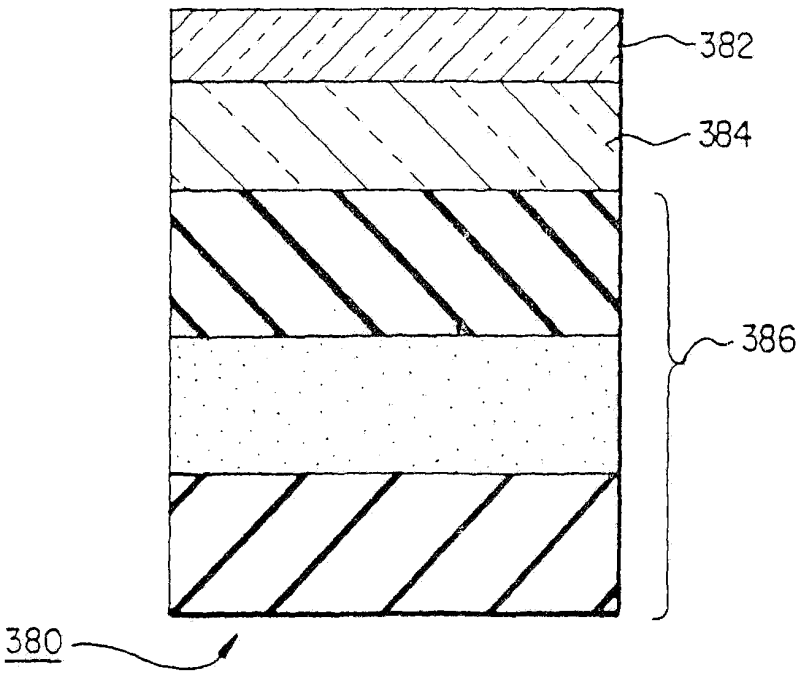
도면5



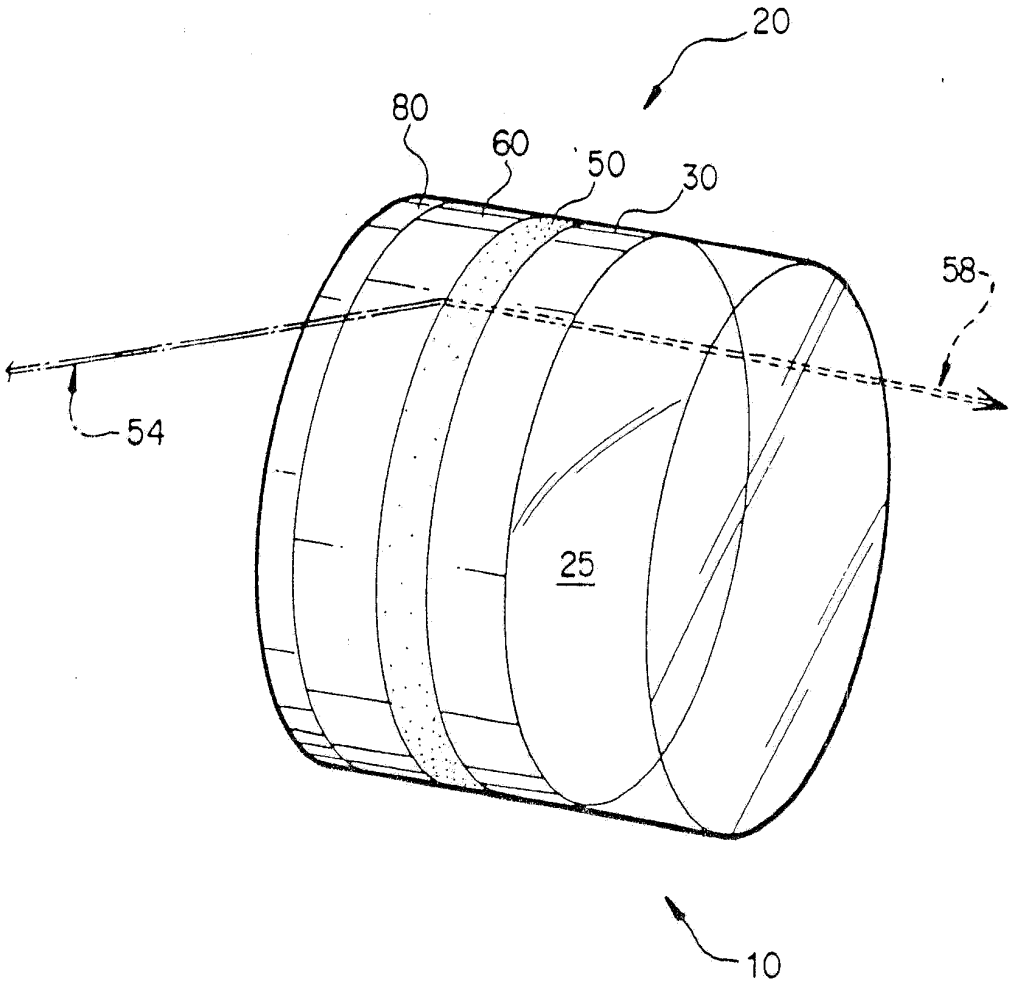
도면6


202
204
206
208
202
204
206
208
202
209
206
201A
201B
201C
200

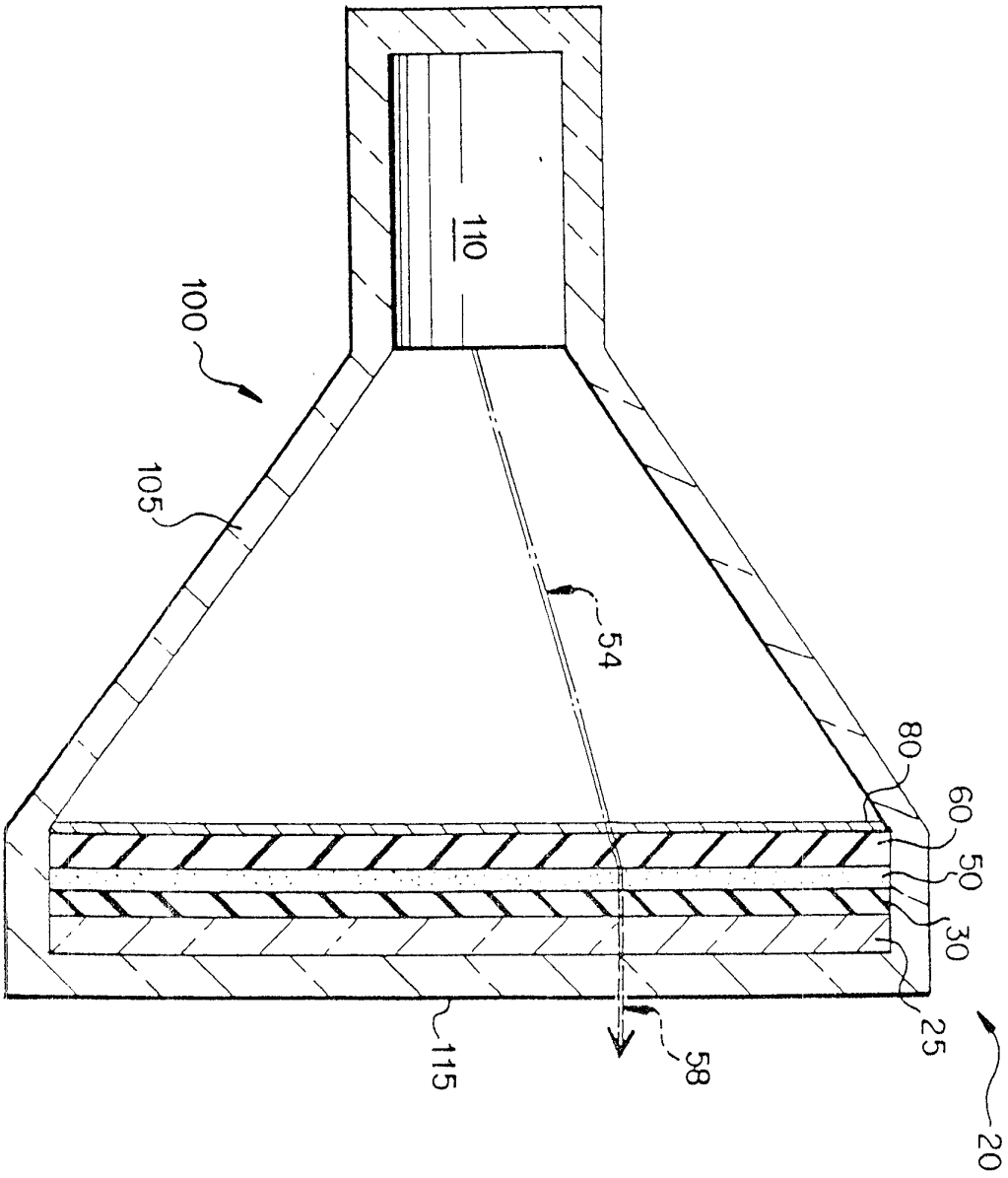
도면7


382
384
386
380

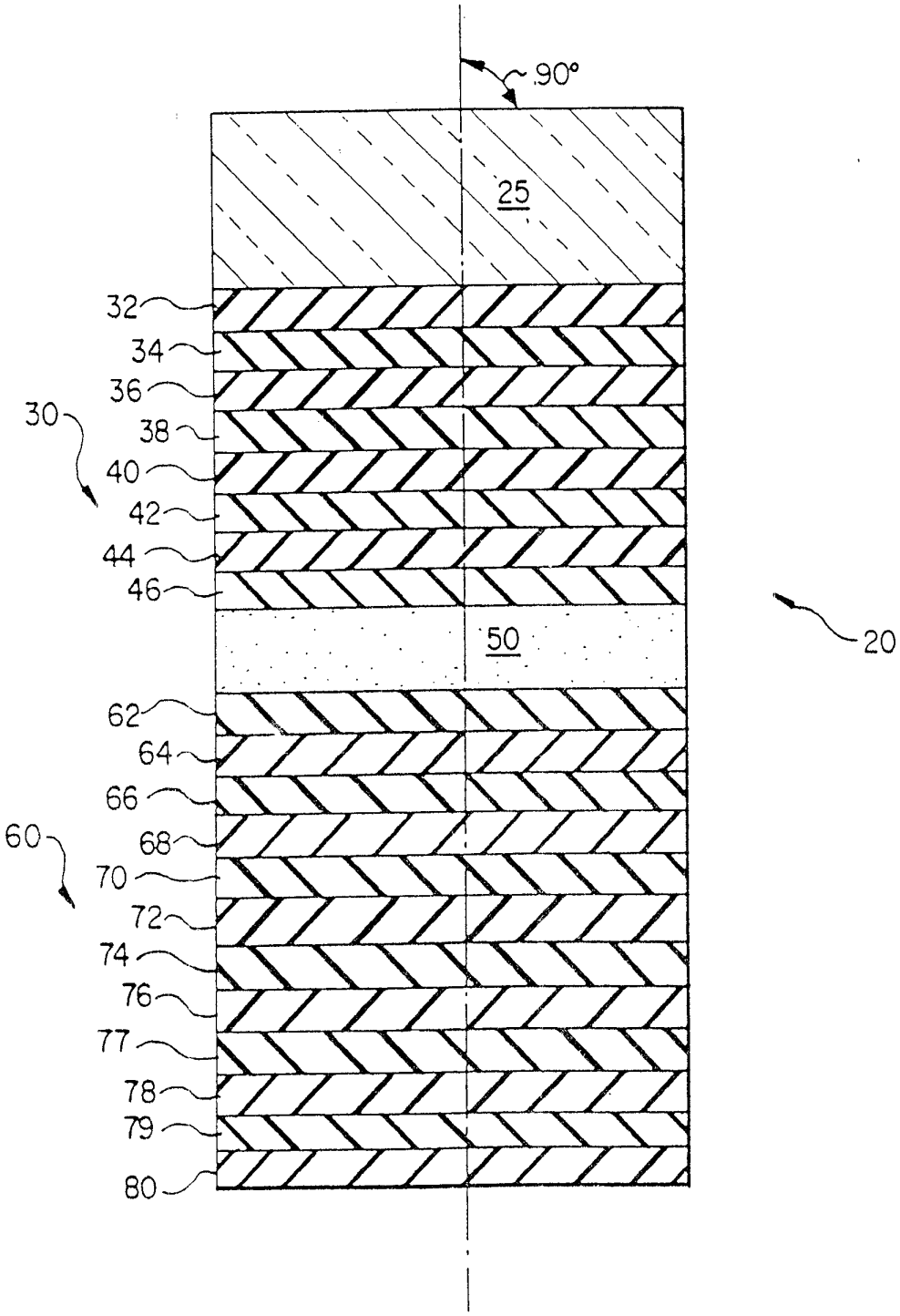
도면8



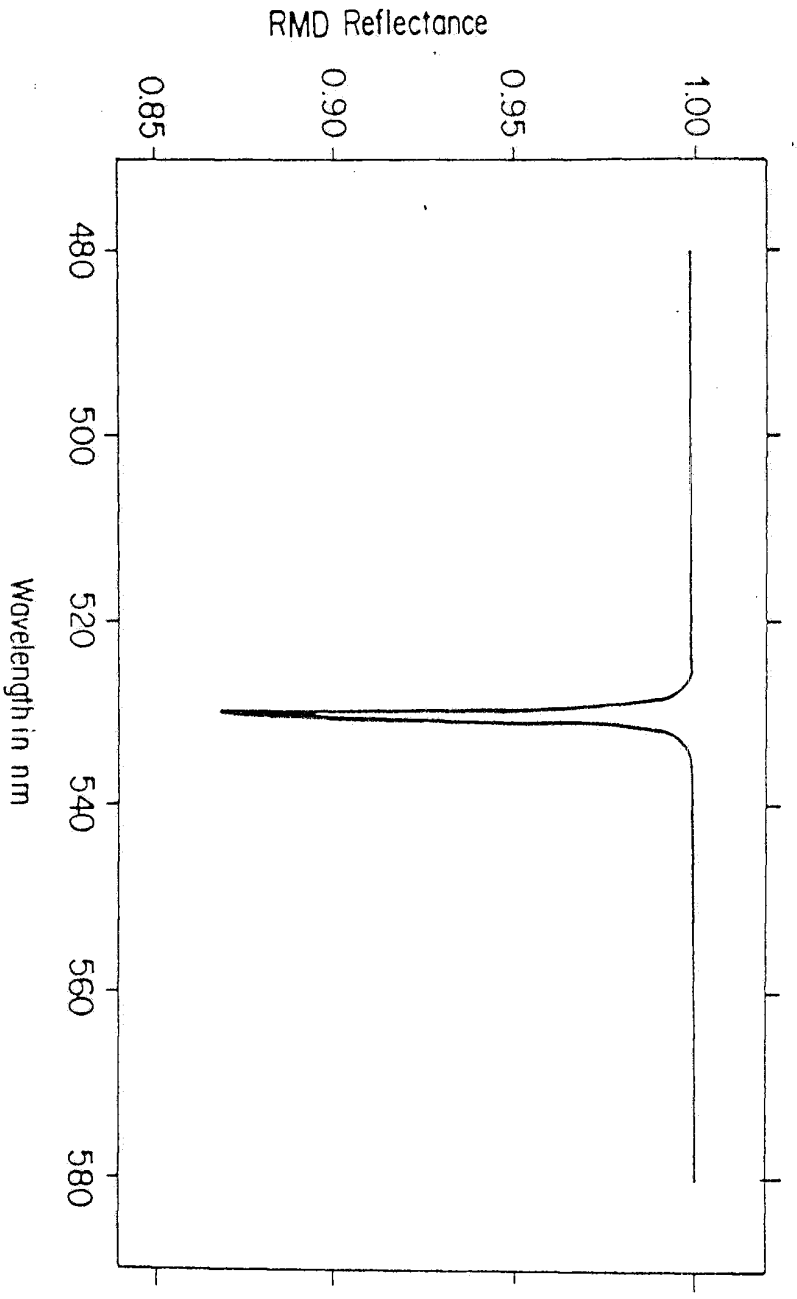
도면9



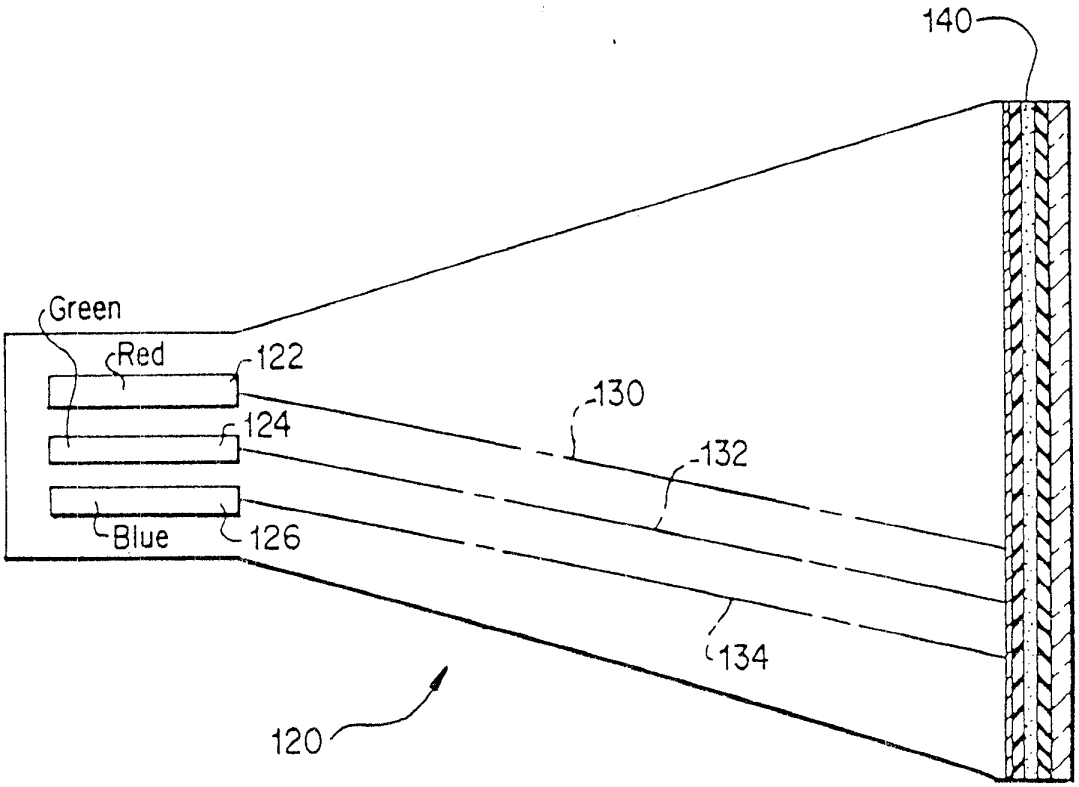
도면10


90°
25
32
34
36
30
38
40
42
44
46
50
20
62
64
66
60
68
70
72
74
76
77
78
79
80

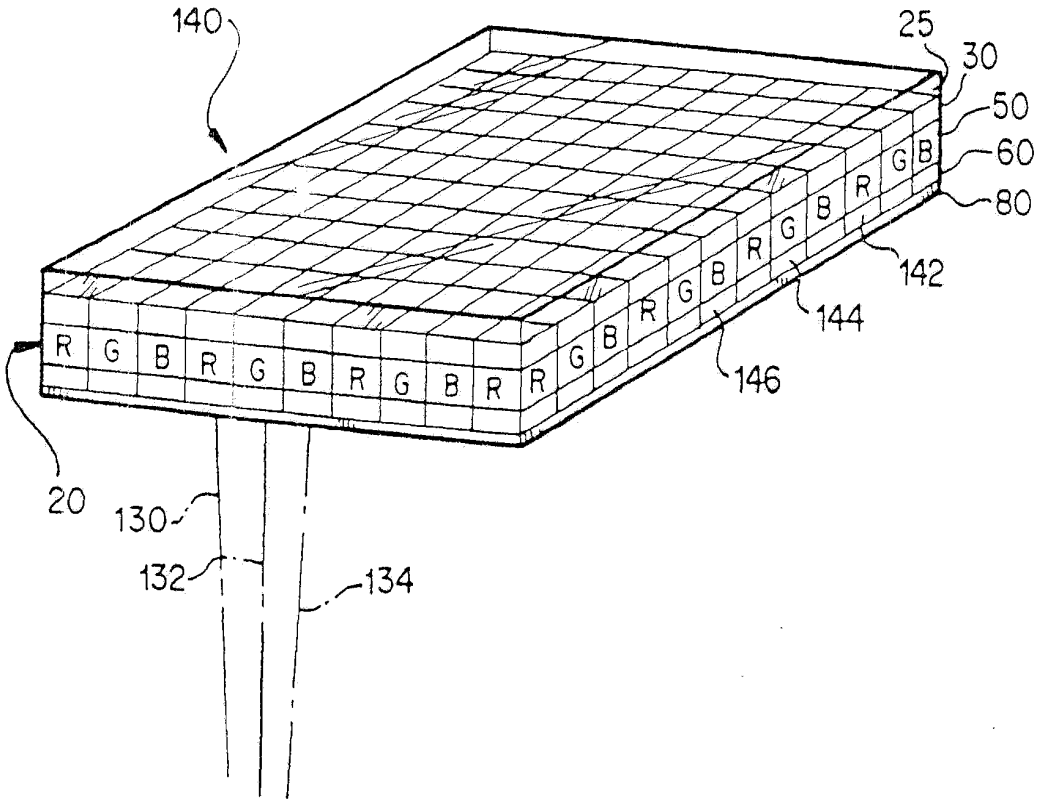
도면11


RMD Reflectance
0.85
0.90
0.95
1.00
480
500
520
540
560
580
Wavelength in nm

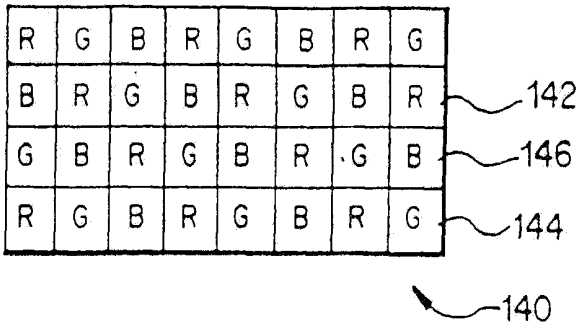
도면12


140
Green
Red
122
130
124
132
Blue
126
134
120

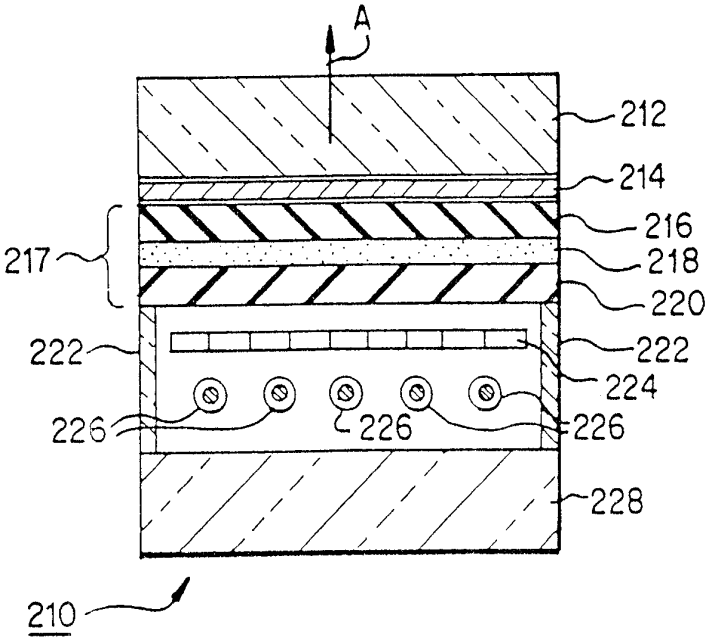
도면13a


140
25
30
50
60
80
142
144
146
R G B R G B R G B R
20
130
132
134

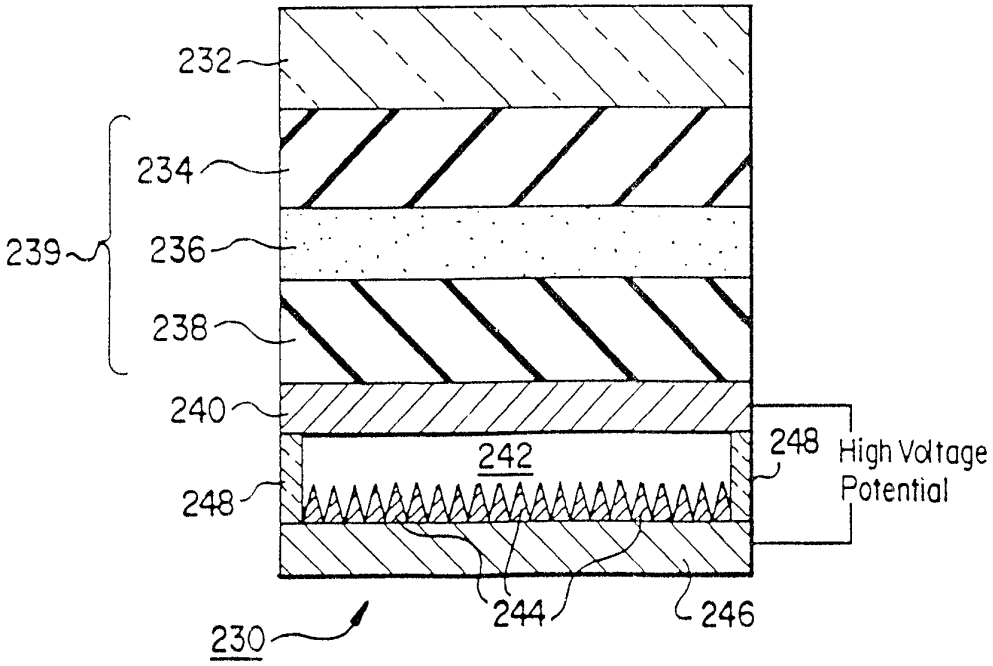
도면13b



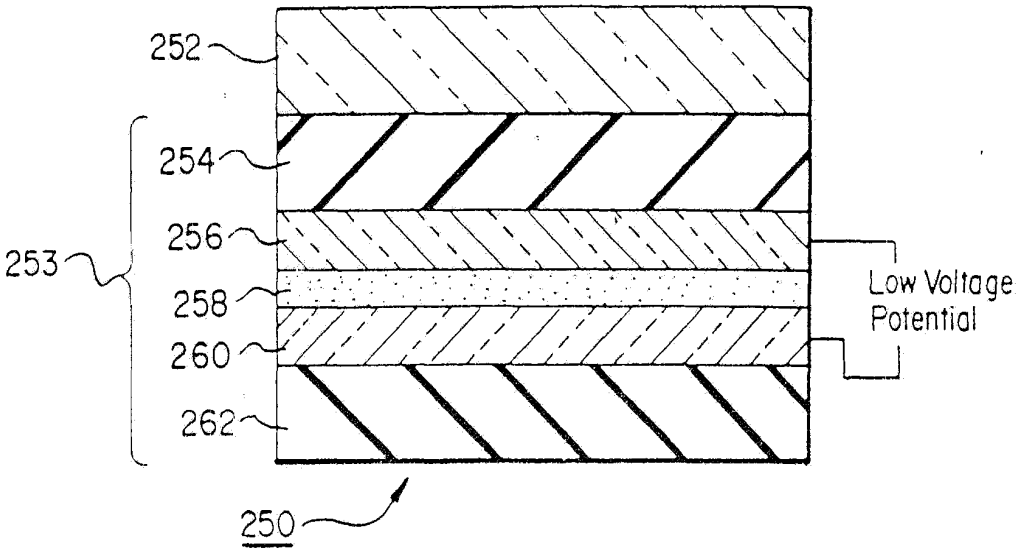
도면14



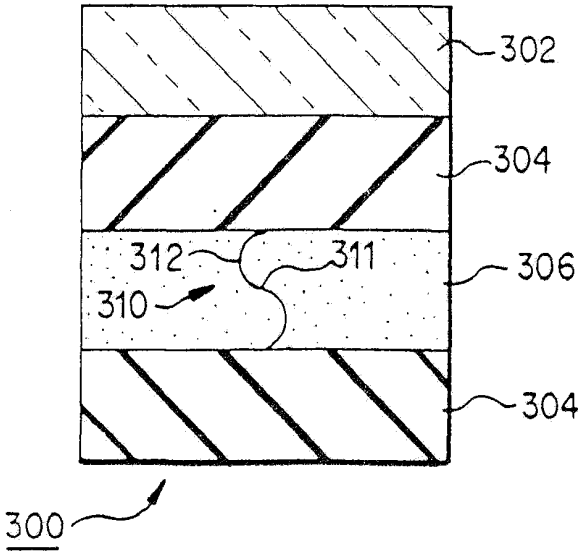
도면15



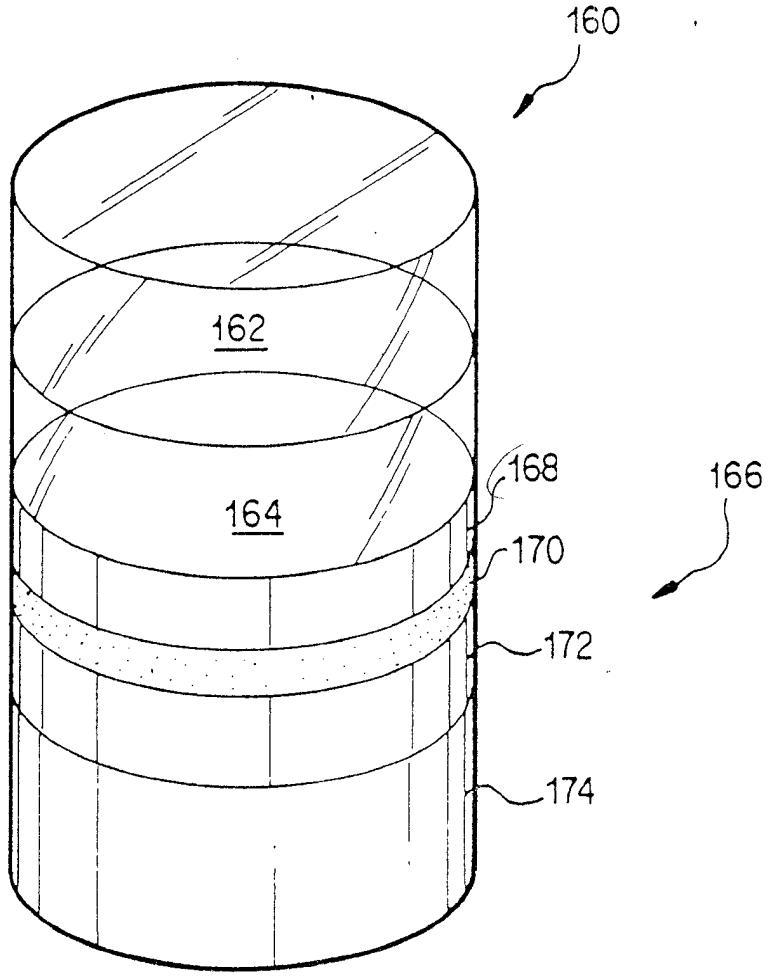
도면16


252
254
253
256
258
260
262
250
Low Voltage
Potential

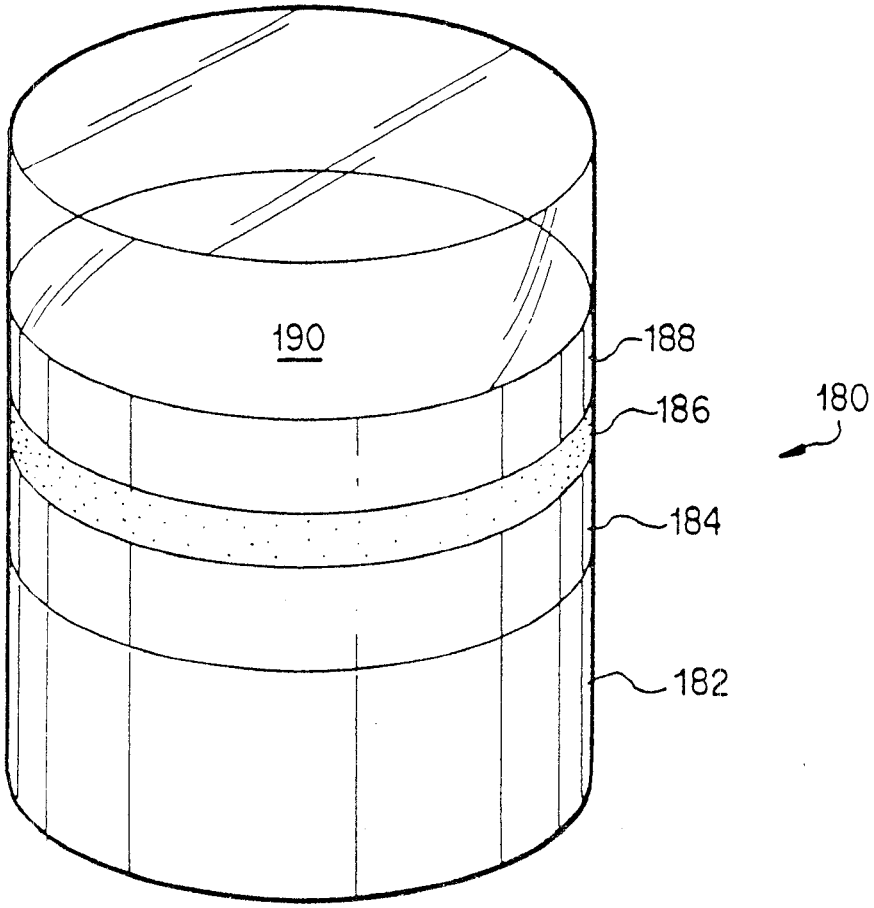
도면17


302
304
312
311
310
306
304
300

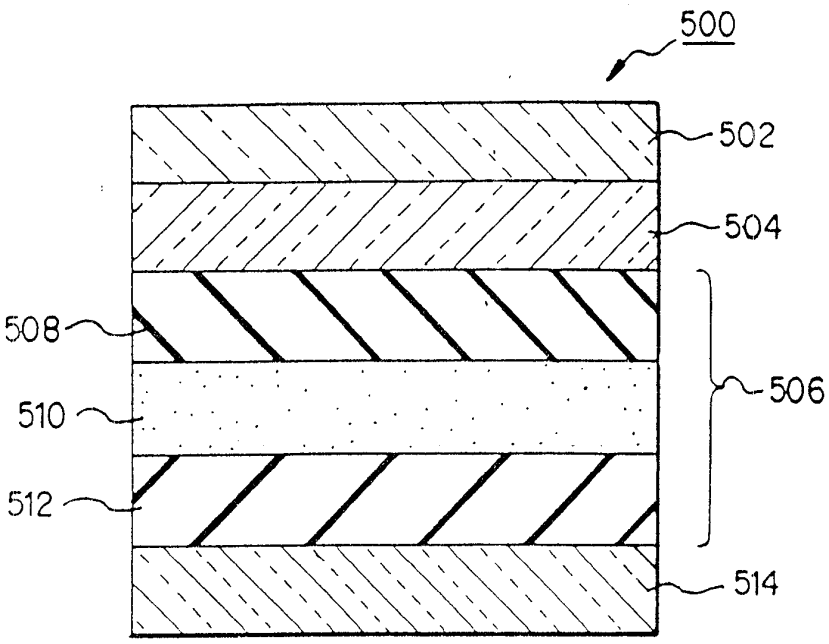
도면18



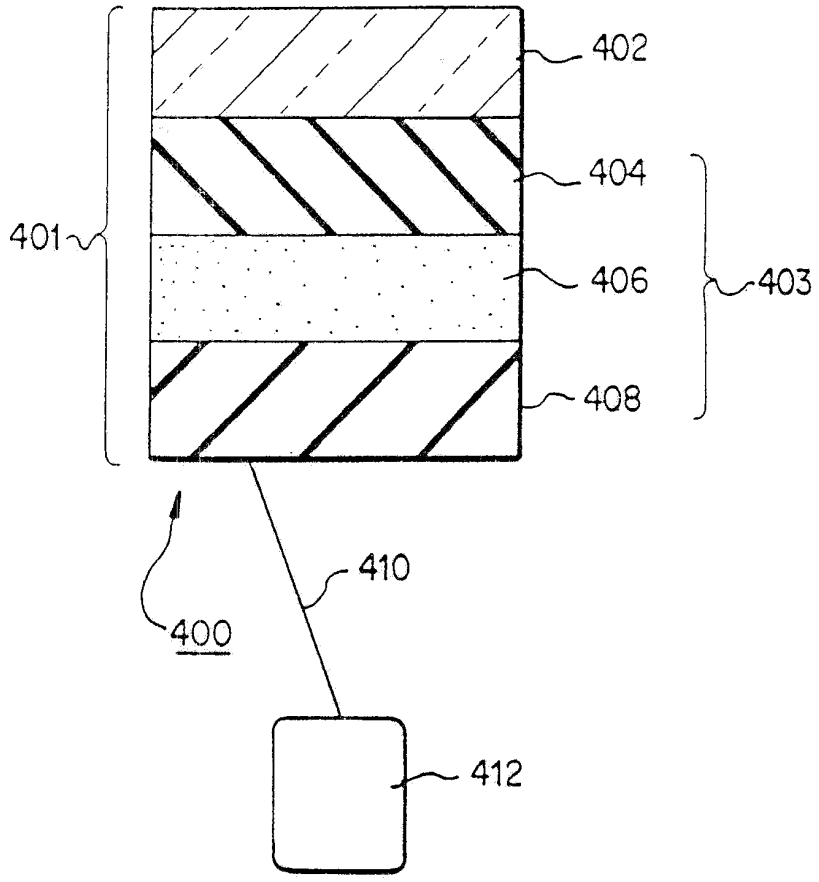
도면19



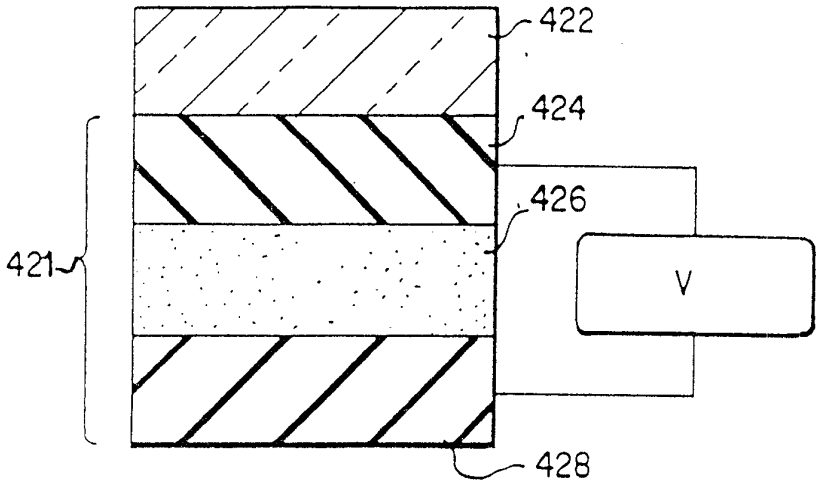
도면20



도면21



도면22



도면23

