



(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. G02F 1/1335 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년03월19일 10-0695186 2007년03월08일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호	10-2003-7004224	(65) 공개번호	10-2004-0019257
(22) 출원일자	2003년03월24일	(43) 공개일자	2004년03월05일
심사청구일자	2004년01월28일		
번역문 제출일자	2003년03월24일		
(86) 국제출원번호	PCT/US2001/029610	(87) 국제공개번호	WO 2002/29484
국제출원일자	2001년09월21일	국제공개일자	2002년04월11일

(81) 지정국

국내특허 : 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, 일본, 케냐, 키르기스스탄, 북한, 대한민국, 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, 싱가포르, 아랍에미리트, 안티구와바부다, 코스타리카, 도미니카, 알제리, 모로코, 탄자니아, 남아프리카, 벨리제, 모잠비크, 에쿠아도르, 필리핀, 콜롬비아, 크로아티아, 그라나다, 가나, 감비아, 인도네시아, 인도, 시에라리온, 세르비아 앤 몬테네그로, 짐바브웨,

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

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르기스스탄, 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, 적도 기니,

(30) 우선권주장                    09/676,138                    2000년09월29일                    미국(US)

(73) 특허권자                    록크웰 싸이언티픽 라이선싱, 엘엘씨  
미국 캘리포니아주 91358-0085 싸우전드 오우크스 엠씨 에이15 피.오.박스 1085 (카미노 도스 리오스 1049)

(72) 발명자                    원커부루스  
미국캘리포니아주93001벤츄라박스74스핀나커드라이브1363

   구닝윌리엄제이  
미국캘리포니아주91320뉴베리파크칼레발레비스타3924

(74) 대리인                      김태홍  
    신정건

심사관 : 정현진

전체 청구항 수 : 총 23 항

**(54) 고휘도 반투과형 액정 디스플레이 및 가변형 거울의 사용방법**

**(57) 요약**

본 발명에 따른 액정 디스플레이(LCD)는 부분 투과형 거울 대신에 가변형 거울을 사용한다. 상기 가변형 거울은 제어 가능한 반사 및 투과를 갖고 있어, 상기 LCD가 반사 모드에서 동작하는 경우 상기 가변형 거울은 광을 주로 반사시킬 수 있고, 상기 LCD가 투과 모드에서 동작하는 경우 백라이트로부터 광을 주로 투과시킬 수 있다.

**대표도**

도 2

**특허청구의 범위**

**청구항 1.**

액정 디스플레이(LCD)(100, 500, 900, 1100, 1200, 1500, 1700)로서,

액정 셀(102, 502, 902, 1502)과,

상기 액정 셀과 광학적으로 정렬되는 가변형 거울(104, 300, 700, 1300)로서, 제어 가능한 반사 모드 및 투과 모드를 갖고 있어, 반사 모드에서 상기 가변형 거울은 상기 액정 셀로부터 수신된 광을 상기 액정 셀을 통해 뒤로 주로 반사시키고, 투과 모드에서 상기 가변형 거울은 상기 액정 셀을 향해 광을 주로 투과시키는 가변형 거울과,

상기 가변형 거울의 반대측에 상기 액정 셀과 광학적으로 정렬되고 제1 직선 방향으로 제1 편광면을 갖고 있는 제1 선형 편광 부재(108, 508, 908, 1508)와,

상기 가변형 거울과 액정 셀 사이에 광학적으로 정렬되고, 상기 제1 편광면에 직교하는 제2 직선 방향으로 제2 편광면을 갖고 있는 제2 선형 편광 부재(110, 510, 910, 1510)

를 포함하고,

상기 가변형 거울은:

상기 제2 직선 방향의 선형 편광된(linearly polarized) 광을 제2 회전 방향의 원형 편광된(circularly polarized) 광으로 원형 편광시키고, 상기 제2 회전 방향의 원형 편광된 광을 상기 제2 직선 방향의 선형 편광된 광으로 선형 편광시키며, 무작위 편광된 광에 대해 실질상 투과적인 것인  $\lambda/4$  지연체와,

상기 액정 셀과 반대측에서 상기  $\lambda/4$  지연체와 광학적으로 정렬되고, 동작의 투과 상태와 반사 상태 사이에서 제어 가능하게 전환 가능하여 상기 반사 상태에서 상기 제2 회전 방향의 원형 편광된 광을 반사시키고 투과 상태에서 광을 투과시키는 것인 액정 반사체

를 포함하여, 상기 가변형 거울은 상기 액정 반사체가 반사 상태에 있는 경우 반사 모드에서 동작하고 상기 액정 반사체가 투과 상태에 있는 경우 투과 모드에서 동작하는 것인 액정 디스플레이(LCD)(100, 500, 900, 1100, 1200, 1500, 1700).

## 청구항 2.

액정 디스플레이(LCD)(100, 500, 900, 1100, 1200, 1500, 1700)로서,

액정 셀(102, 502, 902, 1502)과,

상기 액정 셀과 광학적으로 정렬되는 가변형 거울(104, 300, 700, 1300)로서, 제어 가능한 반사 모드 및 투과 모드를 갖고 있어, 반사 모드에서 상기 가변형 거울은 상기 액정 셀로부터 수신된 광을 상기 액정 셀을 통해 뒤로 주로 반사시키고, 투과 모드에서 상기 가변형 거울은 상기 액정 셀을 향해 광을 주로 투과시키는 가변형 거울과,

상기 가변형 거울의 반대측에 상기 액정 셀과 광학적으로 정렬되고 제1 직선 방향으로 제1 편광면을 갖고 있는 제1 선형 편광 부재(108, 508, 908, 1508)와,

상기 가변형 거울과 액정 셀 사이에 광학적으로 정렬되고, 상기 제1 편광면에 직교하는 제2 직선 방향으로 제2 편광면을 갖고 있는 제2 선형 편광 부재(110, 510, 910, 1510)

를 포함하고,

상기 가변형 거울은:

동작의  $0\lambda$  상태와  $\lambda/2$  상태 사이에서 제어 가능하게 전환 가능하여, 상기  $\lambda/2$  상태에서는 상기 제1 방향의 선형 편광된 광의 편광면을 회전시켜 상기 제2 방향의 선형 편광된 광으로 만들고 상기  $0\lambda$  상태에서는 광을 투과시키는 것인,  $0 \sim \lambda/2$  지연체와,

상기 액정 셀과 반대측에서 상기  $0 \sim \lambda/2$  지연체와 광학적으로 정렬되어, 상기 제2 방향의 선형 편광된 광을 반사시키고 상기 제1 방향의 선형 편광을 갖고 있는 광을 투과시키는 것인 반사성 편광자

를 포함하여, 상기 가변형 거울은 상기  $0 \sim \lambda/2$  지연체가  $0\lambda$  상태에 있는 경우 반사 모드로 동작하고 상기  $0 \sim \lambda/2$  지연체가  $\lambda/2$  상태에 있는 경우 투과 모드로 동작하는 것인 액정 디스플레이(LCD).

## 청구항 3.

삭제

## 청구항 4.

청구항 1 또는 2에 있어서, 상기 액정 셀과 반대측의 가변형 거울 쪽에 백라이트(106, 506, 906, 1506)를 더 포함하고, 이 백라이트는 방사 동작 상태와 비방사 동작 상태 사이에서 제어 가능하게 전환 가능하여 방사 동작 상태에서 상기 LCD에 백라이트를 제공하는 것인 액정 디스플레이(LCD).

## 청구항 5.

청구항 4에 있어서, 상기 가변형 거울의 반대측에 상기 액정 셀과 광학적으로 정렬되고 제1 직선 방향으로 제1 편광면을 갖고 있는 제1 선형 편광 부재(108, 508, 908, 1508)를 더 포함하는 액정 디스플레이(LCD).

## 청구항 6.

청구항 5에 있어서, 상기 가변형 거울과 액정 셀 사이에 광학적으로 정렬되고, 상기 제1 편광면에 직교하는 제2 직선 방향으로 제2 편광면을 갖고 있는 제2 선형 편광 부재(110, 510, 910, 1510)를 더 포함하는 액정 디스플레이(LCD).

#### 청구항 7.

청구항 6에 있어서, 상기 제1 편광 부재와 액정 셀 사이에 제1 A-플레이트와, 상기 제2 편광 부재와 액정 셀 사이에 제2 A-플레이트를 더 포함하는 액정 디스플레이(LCD).

#### 청구항 8.

청구항 7에 있어서, 상기 액정 셀과 광학적으로 정렬되어 확산된 LCD 출력 이미지를 만들어 내는 광 확산 부재를 더 포함하는 액정 디스플레이(LCD).

#### 청구항 9.

청구항 8에 있어서, 상기 광 확산 부재는 상기 가변형 거울과 일체형이어서, 광은 상기 가변형 거울에 의해 반사되거나 그 거울을 통해 투과될 때 확산되는 것인 액정 디스플레이(LCD).

#### 청구항 10.

청구항 4에 있어서, 상기 가변형 거울을 반사 모드와 투과 모드 사이에서 전환시키는 제1 제어 시스템(118, 305, 705, 1306)과, 상기 백라이트를 방사 동작 상태와 비방사 동작 상태 사이에서 전환시키는 제2 제어 시스템(120, 520, 920, 1520)을 더 포함하는 액정 디스플레이(LCD).

#### 청구항 11.

청구항 10에 있어서, 상기 제1 및 제2 제어 시스템은 연계하여 동작하여, 상기 백라이트가 방사 상태에 있을 때, 상기 가변형 거울은 투과 모드에서 동작하고, 상기 백라이트가 비방사 상태에 있을 때, 상기 가변형 거울은 반사 모드에서 동작하는 것인 액정 디스플레이(LCD).

#### 청구항 12.

청구항 11에 있어서, 상기 제1 및 제2 제어 시스템은 주변광의 레벨에 자동적으로 응답하여, 낮은 레벨의 주변광에서 상기 백라이트는 방사 상태에서 동작하고 가변형 거울은 투과 모드에서 동작하며, 높은 레벨의 주변광에서 상기 백라이트는 비방사 상태에서 동작하고 가변형 거울은 반사 모드에서 동작하는 것인 액정 디스플레이(LCD).

#### 청구항 13.

청구항 12에 있어서, 상기 제1 및 제2 제어 시스템은 수동으로 제어 가능한 것으로 설정되거나 주변광에 응답하도록 설정될 수 있는 것인 액정 디스플레이(LCD).

#### 청구항 14.

청구항 4에 있어서, 상기 가변형 거울은 액정 셀로부터 받은 광을 상기 액정 셀을 통해 뒤로 부분적으로 반사시키고, 상기 백라이트로부터 받은 광을 액정 셀을 향해 부분적으로 투과시키는 적어도 하나의 중간 모드에서 더 동작 가능하며,

상기 백라이트는 상기 LCD를 부분적으로 조사(照射)하는 적어도 하나의 중간 동작 상태에서 더 동작 가능한 것인 액정 디스플레이(LCD).

### 청구항 15.

청구항 1 또는 2에 있어서, 상기 가변형 거울은 가역성 전기 화학적 거울(REM)인 것인 액정 디스플레이(LCD).

### 청구항 16.

액정 디스플레이(LCD)(100, 500, 900, 1100, 1200, 1500, 1700)로서,

액정 셀(102, 502, 902, 1502)과,

상기 액정 셀과 광학적으로 정렬되는 가변형 거울(104, 300, 700, 1300)로서, 제어 가능한 반사 모드 및 투과 모드를 갖고 있어, 반사 모드에서 상기 가변형 거울은 상기 액정 셀로부터 수신된 광을 상기 액정 셀을 통해 뒤로 주로 반사시키고, 투과 모드에서 상기 가변형 거울은 상기 액정 셀을 향해 광을 주로 투과시키는 가변형 거울과,

상기 액정 셀과 반대측의 가변형 거울 쪽에 있는 백라이트(106, 506, 906, 1506)로서, 동작의 방사(emissive) 상태와 비방사(non-emissive) 상태 사이에서 제어 가능하게 전환 가능하며, 방사 상태에서 상기 액정 디스플레이에 백라이트를 제공하는 백라이트

를 포함하고,

상기 가변형 거울은:

두 상태의 광학적 위상 지연이  $\lambda/2$ 만큼 차이가 나는 제1 동작 상태와 제2 동작 상태 사이에서 제어 가능하게 전환 가능한 가변형 지연체와,

상기 액정 셀과 반대측에 상기 지연체와 광학적으로 정렬되어, 상기 지연체가 제1 동작 상태에 있는 경우 상기 지연체로부터 받은 광을 반사시키고, 상기 지연체가 제2 동작 상태에 있는 경우 상기 지연체를 통해 광을 투과시키는 반사성 편광자

를 포함하는 것인 액정 디스플레이(LCD).

### 청구항 17.

청구항 15에 있어서, 상기 REM에는 확산 반사를 만들어 내는 매트(matte) 표면이 있는 것인 액정 디스플레이(LCD).

### 청구항 18.

청구항 2에 있어서, 상기  $0 \sim \lambda/2$  지연체는 네마틱형 액정 지연체인 것인 액정 디스플레이(LCD).

### 청구항 19.

청구항 2에 있어서, 상기 백라이트와 가변형 거울 사이에  $\lambda/4$  지연체를 더 포함하는 액정 디스플레이(LCD).

**청구항 20.**

청구항 2에 있어서, 상기 액정 셀과 광학적으로 정렬되어 확산된 LCD 출력 이미지를 만들어 내는 광 확산 부재를 더 포함하는 액정 디스플레이(LCD).

**청구항 21.**

삭제

**청구항 22.**

액정 디스플레이(LCD)(100, 500, 900, 1100, 1200, 1500, 1700)로서:

액정 셀(102, 502, 902, 1502)과,

상기 액정 셀과 광학적으로 정렬되는 가변형 거울(104, 300, 700, 1300)로서, 제어 가능한 반사 모드 및 투과 모드를 갖고 있어, 반사 모드에서 상기 가변형 거울은 상기 액정 셀로부터 수신된 광을 상기 액정 셀을 통해 뒤로 주로 반사시키고, 투과 모드에서 상기 가변형 거울은 상기 액정 셀을 향해 광을 주로 투과시키는 가변형 거울과,

상기 액정 셀과 반대측의 가변형 거울 쪽에 있는 백라이트(106, 506, 906, 1506)로서, 동작의 방사(emissive) 상태와 비방사(non-emissive) 상태 사이에서 제어 가능하게 전환 가능하여, 방사 상태에서 상기 액정 디스플레이에 백라이트를 제공하는 백라이트

를 포함하고,

상기 가변형 거울은:

두 상태 사이의 광학적 위상 지연이  $\lambda/2$  만큼 차이가 나는 제1 동작 상태와 제2 동작 상태 사이에서 제어 가능하게 전환 가능한 가변형 지연체와,

상기 액정 셀과 반대측에 상기 지연체와 광학적으로 정렬되어, 상기 제1 동작 상태에서 지연체로부터 받은 광을 반사시키고, 제2 동작 상태에서 상기 지연체를 통해 광을 투과시키는 콜레스테릭 반사체

를 포함하고, 상기 가변형 거울은 상기 가변형 지연체가 제1 동작 상태에 있을 때에는 반사 모드로 동작하고, 상기 가변형 지연체가 제2 동작 상태에 있을 때에는 투과 모드로 동작하며,

상기 가변형 지연체는 동작의  $-\lambda/4$  상태와  $+\lambda/4$  상태 간에 제어 가능하게 전환 가능한  $+/-\lambda/4$ (negative quarter-wave to positive quarterwave) 지연체이고,

상기  $+\lambda/4$  상태에서, 상기 가변형 지연체는 제2 직선 방향의 선형 편광된 광을 제2 회전 방향의 원형 편광된 광으로 변환시키고, 제2 회전 방향의 원형 편광된 광을 제2 직선 방향의 선형 편광된 광으로 변환시키며, 상기  $-\lambda/4$  상태에서, 상기 가변형 지연체는 제1 회전 방향의 원형 편광된 광을 제2 직선 방향의 선형 편광된 광으로 변환시키며,

상기 콜레스테릭 반사체는 제2 회전 방향의 원형 편광된 광을 반사시키고, 제1 회전 방향의 원형 편광을 갖고 있는 무작위 편광된 광의 성분을 투과시키게 되어, 상기 가변형 거울은 상기  $+/-\lambda/4$  지연체가  $+\lambda/4$  상태에 있는 경우 반사 모드에서 동작하고, 상기  $+/-\lambda/4$  지연체가  $-\lambda/4$  상태에 있는 경우 투과 모드에서 동작하는 것인 액정 디스플레이(LCD).

**청구항 23.**

청구항 22에 있어서, 상기  $\pm\lambda/4$  지연체는  $0\sim\lambda/2$  지연체와 광학적으로 정렬되는  $\lambda/4$  지연체를 포함하는 것인 액정 디스플레이(LCD).

**청구항 24.**

청구항 22에 있어서, 상기 콜레스테릭 반사체는 확산 반사 콜레스테릭 액정 폴리머 필름인 액정 디스플레이(LCD).

**청구항 25.**

청구항 22에 있어서, 상기  $\pm\lambda/4$  지연체는 강유전성 액정 지연체인 액정 디스플레이(LCD).

**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

청구항 44.

삭제

청구항 45.

삭제

청구항 46.

삭제

청구항 47.

삭제

청구항 48.

삭제

청구항 49.

삭제

청구항 50.

삭제

청구항 51.

삭제

청구항 52.

삭제

청구항 53.

삭제

청구항 54.

삭제

청구항 55.

삭제

청구항 56.

삭제

청구항 57.

삭제

청구항 58.

삭제

청구항 59.

삭제

청구항 60.

삭제

청구항 61.

삭제

청구항 62.

삭제

청구항 63.

삭제

청구항 64.

삭제

청구항 65.

삭제

청구항 66.

삭제

청구항 67.

삭제

청구항 68.

삭제

명세서

#### 기술분야

본 발명은 액정 디스플레이(LCD), 특히 배터리 사용량은 더 작고 콘트라스트(contrast)는 더 큰 반투과형(transflective) LCD에 관한 것이다.

#### 배경기술

종래의 반투과형 LCD에는 부분 반사성-부분 투과성 거울 부재(partially-reflective partially-transmissive mirror element)[반투과기(transflector)라고도 알려져 있다]가 구비되어 있는데, 이 부재는 뷰잉 스크린(viewing screen)으로부터 받은 주변광을 LCD를 통해 뒤로 반사시키고, 주변광이 낮은 경우 스위치 온되는 백라이트 방사(backlight emission)를 투과시킨다.

종래의 반투과형 LCD에서, 광의 이용은 비효율적인데, 왜냐하면 광이 부분 반사성-부분 투과성 거울에 의해 동시에 반사 및 투과되기 때문이다. 또한, 투과 및 반사는 고정된 값을 갖고 있다. 임의의 주어진 시간에서, 거울의 투과 및 반사의 합은 100%를 초과할 수 없기 때문에, 상기 부분 반사성-부분 투과성 거울은 반사기 및 투과기로서 동시에 동작하여 효율을 감소시킨다. 보통 이러한 거울은 반사율이 70% 내지 90%이고, 투과율은 10% 내지 30%이다.

이러한 비효율을 보상하기 위하여, 저 주변광에서 투과 모드에서 동작할 때 백라이트 방사를 증대시키기 위해 더 큰 배터리 전력을 사용하여야 한다. 마찬가지로, 고 주변광에서 반사 모드에서 동작하는 경우 콘트라스트는 소실된다.

### 발명의 상세한 설명

본 발명은 상기 부분 반사성-부분 투과성 거울을 가변형 거울(tunable mirror)로 대체함으로써 종래의 반투과형 LCD의 효율을 개선하는 시스템 및 방법을 제공한다. 가변형 거울은 투과 및 반사 정도를 제어 가능한 임의의 디바이스이다.

가변형 거울을 사용하는 이점은, 그 거울이 "반사" 모드와 "투과" 모드 사이에서 전환 가능하여 주변광이 큰 경우에는 광을 주로 반사시키고, 주변광이 작고 백라이팅이 필요한 경우에는 광을 주로 투과시킨다는 것이다. 이는 투과 모드에서 LCD를 동작시키는 경우 필요한 백라이팅의 양을 감소시켜 배터리의 수명을 절약하고, 반사 모드에서 동작하는 경우 콘트라스트와 휘도(밝기)(brightness)를 증가시킨다.

전기 화학적 가역형 거울(electrochemical reversible mirror, REM)이 본 발명에 사용하기에 적합한 가변형 거울 종류이다. 또한, 가변형 거울은 복수 개의 광학 부재로 구성될 수도 있는데, 이중 적어도 한 광학 부재는 전기적으로 전환 가능한 광학 성질을 갖고 있다.

상기 가변형 거울용으로 적당한 구조는 1/4 파장( $\lambda/4$ ) 지연체(retarder)가 구비된 콜레스테릭 액정 반사체(cholesteric liquid crystal reflector)를 포함한다. 이러한 조합에 있어서, 상기 액정 반사체는 반사 동작 상태와 투과 동작 상태 사이에서 전환 가능하여 상기 가변형 거울에 그 조절 가능한 특성을 부여한다.

상기 가변형 거울용으로 적당한 다른 구조는 제로 내지 반파장( $0 \sim \lambda/2$ ) 가변형 액정 지연체가 구비된 반사형 편광자(polarizer)를 포함한다. 이러한 지연체는  $\lambda/2$  동작 상태와  $0\lambda$  동작 상태 사이에서 전환 가능하여 상기 가변형 거울에 그 조절 가능한 특성을 부여한다.

상기 가변형 거울용으로 적당한 제3 구조는 네거티브 1/4 파장 내지 포지티브 1/4 파장( $+/-\lambda/4$ ) 가변형 액정 지연체가 구비된 콜레스테릭 반사체를 포함한다. 이러한 지연체는  $+\lambda/4$  동작 상태와  $-\lambda/4$  동작 상태 사이에서 전환 가능하여 상기 가변형 거울에 그 조절 가능한 특성을 부여한다.

상기 가변형 거울과 백라이트를 제어하는 데에는 여러 가지 가능한 방안이 있다. 예를 들면, 상기 가변형 거울과 백라이트를 서로 협력하는 방식으로 동작시켜, 상기 백라이트가 스위치 온되면 상기 거울은 투과 상태로 설정되는 거울 및 백라이트 제어 시스템이 채용될 수도 있다. 다른 가능한 방안은 상기 거울 및 백라이트 제어 시스템을 주변광의 레벨에 자동적으로 응답하도록 설정하는 것이다.

### 실시예

본 발명은 종래의 반투과형 LCD에 사용되던 부분 반사성-부분 투과성 거울을 가변형 거울로 대체한다. 반투과형 LCD를 제조하는 데에는 여러 방식이 있다. 특정 형태의 LCD가 도면에 도시되어 있지만, 본 발명은 일반적으로, 부분 반사성-부분 투과성 거울을 가변형 거울로 대체할 수 있는 임의의 반투과형 LCD에 적용할 수 있다.

도 1 및 도 2는 각각, 반사 모드 및 투과 모드에서 동작하는 본 발명에 따른 LCD(100)를 나타내는 도면이다.

LCD(100)는 액정 셀(102), 이 셀 뒤에 가변형 거울(104), 이 거울(104) 뒤에 위치하는 백라이트(106), 상기 셀(102) 전방에 제1 편광자(108), 상기 셀(102)과 가변형 거울(104) 사이에 제2 편광자(110), 가변형 거울(104)용의 제어부(118), 백라이트(106)용의 제어부(120)를 포함하고 있다.

상기 액정 셀(102)은 슈퍼트위스티드 네마틱(Supertwisted Nematic, STN) 셀, 액티브 매트릭스 트위스티드-네마틱(TN) 셀 또는 패시브 TN 셀일 수 있다. 상기 액정 셀의 구조에는 통상, 한 쌍의 세그먼트형 전극(segmented electrodes) 사이에 개재된 액정층이 포함된다.

정규 백색 동작 모드(normally white mode of operation)에서, 상기 셀(102)은 ON(발광) 상태 또는 OFF 상태에 있을 수 있는데, OFF 상태에서 상기 셀의 전극에 걸쳐 전압이 인가되고, ON 상태에서 상기 셀에 걸쳐 전압은 인가되지 않는다. 상기 제1 및 제2 편광자(108, 110)는, 상기 셀이 ON 상태에 있는 경우, 한 편광자를 통해 들어가는 광이 그 셀을 통한 투과시에 회전되어 편광 방향이 대략 다른 편광자의 투과축과 평행하게 되고, 그 편광자를 통해 빠져나가도록 정향되어 있다. 상기 셀이 OFF 상태에 있는 경우, 한 편광자를 통해 들어오는 광은 상기 셀에 의해 회전되어, 편광 방향은 다른 편광자의 투과축과 대략 직교하게 되고, 따라서 광은 그 편광자에 의해 차단 또는 흡수된다. ON 상태에서 상기 셀이 광을 90°만큼 회전시키는 정규 백색 모드에서 동작하는 90°TN 셀의 예에서, 상기 편광자들은 상호 직교의 편광면을 갖고 있다.

STN 셀에서, 편광면은 직교하지 않을 수도 있다. 정규 흑색 모드(normally black mode)도 사용될 수 있는데, 이 모드에서 전압은 ON 상태에서 인가되고, OFF 상태에서는 어떠한 전압도 인가되지 않는다. 정규 흑색 모드에서 동작하는 90°TN 셀의 예에서, 편광자들은 평행하다(STN 셀에 대한 참조를 위해, T.J. Scheffer와 J. Nehring의 "슈퍼트위스티드 네마틱 LCD"(Society for Information Display Seminar Lecture Notes, Vol. 1, M-12, 2000년 5월 15일)과, 그 참조 문헌을 참고.)

가변형 거울(104)은 반사 모드와 투과 모드 사이에서 전환될 수 있어 각각 각각 광을 주로 반사 또는 투과시킨다. 가변형 거울에 대한 보다 상세한 예는 후술한다.

백라이트(106)는 방사 동작 상태와 비방사 동작 상태 사이에서 전환될 수 있어, 반대측으로부터 액정 셀로 들어가는 주변광이 너무 낮아 "시야 문턱값(viewability threshold)" 미만인 경우 그 방사 동작 상태에서 광을 방사한다. 적절한 백라이트 조립체의 몇몇 예를 오쿠마라(Okumara)의 미국 특허 번호 제6,008,871호에서 볼 수 있다. 또한, 반투과형 디스플레이용의 적당한 백라이트 제조업자는 듀렐사(Durel Corporation)와 엘테크사(Eltech)이다.

액정 셀(102), 가변형 거울(104), 편광자(108, 110)를 분리된 것으로서 도시하였지만, 이는 도시를 편리하게 하기 위한 것이다. 즉, 실제 이들 부재는 보통 보상 굴절 지수(compensatory indices of refraction)를 갖고 있는 접착제로 함께 접합된다. 이들 각 부재의 구조는 LCD 업계에서 잘 알려져 있다. 예컨대, 오쿠마라의 미국 특허 번호 제6,008,871호를 참조하면 된다. 그리고, (부분 투과성-부분 반사성 거울이 구비된) 이들 구성 부재를 구비하고 있는 반투과형 LCD 유닛은 세이코-엡손(Seiko-Epson), 옵트렉스(Optrex)와 같은 회사에서 판매하고 있다.

도시한 것 외에, 다른 광학 부재들은 도시하지 않았는데, 왜냐하면 이들 부재는 본 발명을 설명하는 데에 필요하지 않기 때문이다. 이들 부재로는 보상(지연) 필름이 있는데, 이 필름은 액정 셀(102)의 각 측부에 위치할 수 있고, STN 셀과 함께 사용된다. 이러한 부재는 잘 알려져 있다.

또한, 확산상(diffused image)을 만들기 위하여 광 확산 부재를 추가할 수도 있다. 이러한 광 확산 부재는 엠보스형 플라스틱판 또는 비드(bead)가 분산된 플라스틱 판으로 제조될 수 있다. 또한, 상기 부재들 중 임의의 부재에 인접하는 접착층 중 하나에 확산 비드(diffusing beads)를 혼합할 수 있다(오쿠마라 특허 참조). 또한, 확산된 표면을 얻기 위하여 매트 표면(matte surface)이 있는 가변형 거울을 만들 수도 있고, 몇몇 거울은 고유의 광 확산 퀄리티(diffusion quality)를 갖고 있어서, 가변형 거울과 관련하여 후술하는 바와 같이, 확산을 위한 추가의 광 확산 부재가 필요하지 않다.

더욱이, 종래의 반투과형 LCD에 있어서, 상기 백라이트는 투과 모드에서 동작하는 경우 상기 방사 상태로 전환된다. 본 발명에서, 상기 백라이트와 가변형 거울은 모두 제어할 필요가 있다. 이를 위해 몇가지 옵션이 있다. 상기 거울 및 백라이트용 제어부(118, 120)는 사용자에게 의해 수동으로 설정되거나 또는 주변광의 레벨에 자동으로 응답할 수 있다. 사용자에게는 수동 또는 자동의 주변광 응답 모드에서 상기 제어부를 셋팅하는 옵션이 주어질 수도 있다. 주변광에 자동으로 응답하는 시스템에서, 예컨대 낮은 주변광에서 상기 백라이트를 그 방사 상태로 전환시키고 상기 거울을 그 투과 모드로 셋팅하며,

높은 주변광에서, 상기 백라이트를 그 비방사 상태로 전환하고 상기 거울을 그 반사 모드로 셋팅하기 위하여 주변광 센서를 사용할 수 있다. 또한, 상기 두 제어부(118, 120)는 서로 독립적으로 또는 연계되어 동작할 수도 있다. 전위 공급원을 인가함으로써 두 제어부가 동작되는 경우에, 직렬 또는 병렬로 동작하는 두 제어 회로가 사용될 수 있다.

도 1은 주변광이 큰 반사 모드에서의 LCD(100)의 동작을 보여주며, 가변형 거울(104)은 상기 반사 모드에서 동작하도록 전환되어 있으며, 이는 빗금(128)으로 나타내었다. 또한, 백라이트(106)는 비방사 동작 상태(129)로 전환되어 있다. 설명의 목적을 위해, 액정 셀(102)은, 정규 백색 모드에서 동작하고 ON 상태에서 선형 편광된 광(linearly polarized light)의 편광면을 90°만큼 회전시키는 90°TN 셀이라고 가정한다. 또한, 설명의 목적을 위해, 편광자(108, 110)는 각각 수직 방향 및 수평 방향으로 상호 직교의 편광면을 갖고 있다. 이러한 가정이 STN 셀이나 정규 흑색 모드의 디스플레이의 경우와 같이 모든 디스플레이에 대해 참은 아닐 수 있지만, 이러한 가정은 설명을 단순화하기 위한 것이며, 본 발명을 TN 셀이나 백색 모드 디스플레이에 한정하는 것은 아니다.

먼저, 편광되지 않은 광 벡터(130)로 나타낸 무작위 편광된 주변광(randomly polarized ambient light)(126)은 제1 편광자(108)를 통과하는데, 상기 광은 편광된 광 벡터(132)로 나타낸 바와 같이 상기 편광자에서 선형 편광된다. 다음에, 상기 광은 액정 셀(102)을 통과하며, 이 셀에서 광은 회전되어 제2 편광자의 투과축에 대략 평행한 편광면을 가지며, 이는 지면의 평면으로부터 나오는 광 벡터를 나타내는 도트(134)로 나타내었다. 다음에, 광은 제2 편광자(110)를 통과하고, 그 선형 편광(136)을 유지하며, 가변형 거울(128)에 의해 주로 반사된다. 다음에, 상기 반사된 광은 계속되는 편광(138, 140, 142, 144)을 갖고 역경로를 따라가 LCD 출력(145)으로서 나타난다. [상기 셀(102)이 OFF 상태에 있는 경우, 제1 편광자(108)를 통해 들어가는 광은 상기 셀(102)을 통과하고, 상기 셀에서 대략 제2 편광자의 투과축과 직교하는 편광면을 갖도록 회전되고, 차단된다.]

도 2는 투과 모드에서의 LCD(100)의 동작을 나타내는데, 가변형 거울(104)은 투과 모드로 동작하도록 전환되어 있고, 이는 빗금이 없는 것(200)으로 나타내었다. 또한, 백라이트(106)는 방사 동작 상태(204)로 전환되어 있다. 도 1의 설명에서와 같이, 액정 셀(102)은 다시 선형 편광된 광의 편광면을 90°회전시키는 것으로 가정한다. 먼저, 무작위 편광된 백라이트 방사(202)(편광되지 않은 광 벡터(206)로 나타냄)가 가변형 거울(104)을 통해 주로 투과된다. 그 결과 얻어진 편광되지 않은 광(벡터(208)로 나타냄)은 제2 편광자(110)를 통해 진행하여 선형 편광된다(210). 다음에, 그 편광은 액정 셀(102)에 의해, 대략 제1 편광자(108)의 투과축에 평행한 선형 편광(212)으로 회전된다. 마지막으로, 상기 광은 선형 편광(214)을 가진 제1 편광자(108)를 빠져나가 LCD 출력(216)으로서 방사된다. (액정 셀(102)이 OFF 상태에 있는 경우, 상기 셀(102)을 빠져나가는 광은 제1 편광자(108)의 투과축에 직교하는 편광 방향을 갖고 있으며, 차단된다.)

### 가변형 거울

본 발명의 목적을 위하여, 가변형 거울은 제어 가능한 투과 및 반사를 갖고 있는 임의의 디바이스로서 규정된다. 이는 불연속 상태 또는 연속 상태 사이에서 전환될 수 있는 투과/반사를 포함한다. 전자-광학 디바이스(electro-optic device)는 전기 신호로 광학적 성질이 변화하는 디바이스이다. 본 발명은 반투과형 LCD용의 가변형 거울로서 작용하는 임의의 전자-광학 디바이스 또는 다른 디바이스를 사용하려 한다.

텐치(Tench)의 미국 특허 번호 제5,923,456호는 제어 가능한 반사 모드 및 투과 모드를 갖고 있는 적당한 가역성 전기 화학적 거울(REM)을 개시하고 있다. 상기 REM은 가역적 극성 및 조정 가능한 전위를 갖고 있는 전위 공급원을 가하여 제어할 수 있다. 상기 REM은 반사 모드와 투과 모드 사이에서 전환하는 데에 약 1초가 걸린다. 또한, 상기 REM은 확산 반사(diffused reflectance)를 만들어 내는 매트 표면을 갖고 있을 수도 있다. 상기 REM은 광 흡수로 인해 최대 60%의 투과율을 달성할 수 있고, 따라서 제한된 효율을 갖고 있다.

또한, 가변형 거울은 복수 개의 광학 부재를 조합하여 구성할 수도 있는데, 상기 적어도 하나의 광 부재는 전환 가능한 광학적 성질을 갖고 있는 전자-광학 디바이스이다. 도 3 내지 도 17은 이러한 가변형 거울 및 본 발명에 따라 이러한 거울을 탑재한 LCD의 예를 나타낸다.

도 3 내지 도 6은 제1 가변형 거울 조립체(300), 이 가변형 거울 조립체(300)를 탑재한 LCD(500)를 나타낸다. 상기 가변형 거울(300)은 전환 가능한 콜레스테릭 액정 반사체(302)를 포함하고 있으며, 이 반사체에는 1/4 파장( $\lambda/4$ ) 지연체(304)와, 액정 반사체(302)용 제어부(305)가 구비되어 있다. 상기 액정 반사체(302)는 반사 동작 상태와 투과 동작 상태 사이에서 제어 가능하게 전환 가능하며, 반사 상태에서 특정 회전 방향의 원형 편광된 광(circularly polarized light)을 반사시키고, 투과 상태에서 광을 투과시킨다. 이러한 콜레스테릭 액정 디바이스는 Kent Displays and Advanced Display System (ADS)로부터 구입할 수 있다. 바람직하게는, 콜레스테릭 액정 반사체(302)는 단일의 어드레싱 픽셀(single addressing pixel)을 갖도록 주문 설계되어야 하는데, 이는 전체 LCD와 동일한 치수를 갖고 있다. 이러한 액정 반사체는 반사 상태에

서 확산 반사를 갖고 있어 광 확산 부재의 추가 없이 확산 상을 만들어 낸다. (대략 20 볼트 내지 80 볼트의) 전압이 반사체(302)에 인가되면(즉, 투과 상태에서), 그것은 호메오토프릭 상태(homeotropic state)로부터 변화하는데, 이 상태에서 광은 편광의 변화 없이 투과된다. [D.K. Yang, J.L. West, L.C. Chien 및 J.W. Doane의 "콜레스테릭 액정을 이용하는 디스플레이에서의 반사율 및 쌍안정성의 제어(control of Reflectivity and Bistability in Displays using Cholesteric Liquid Crystals)", J. Appl. Phys. 76, 1331 (1994) 참조].

$\lambda/4$  지연체(304)는 원형 편광 형태와 선형 편광 형태 사이에서 광을 변환하는 데에 사용되는 부재이다. 상기 지연체는 수평 또는 수직의 선형 편광된 광을 방향에 따라 우선회 원형 또는 좌선회 원형 편광된 광으로 변환시킨다. 역으로, 상기 지연체는 우선회 원형 편광 또는 좌선회 원형 편광된 광을 선형 편광된 광으로 변환시키고, 무작위 편광된 광에 대해 실질상 투과성이 있다. 이러한  $\lambda/4$  지연체는 복굴절 결정 또는 배향된 폴리머 필름일 수 있고, Fuji Film, Nitto Denko 및 Meadowlark Optics에서 제조하고 있다. (Polarization Manipulation with Retarders, Meadowlark Optics, Product Catalogue, 1999-2000 참조.) 또한, 상기 액정 반사체(302)와  $\lambda/4$  지연체(304)는, 반사 모드에서, 성기 반사체(302)가 지연체(304)로부터 받은 광을 반사하도록 서로에 대해 배향되어 있다. 또한, 도 3 내지 도 6에서, 액정 반사체(302)와  $\lambda/4$  지연체(304)는 분리되어 있는 것으로 도시되어 있지만, LCD의 구성 부품으로서 이들 부재는 보통 함께 접합되어 있다.

도 3은 반사 모드에서의 가변형 거울(300)의 동작을 나타내는데, 반사 모드에서 액정 반사체(302)는 반사 상태에 있다. 이 상태에서, 액정 반사체(302)는 특정의 한 회전 방향의 원형 편광된 광, 예컨대 원형 반사 벡터(306)로 나타낸 바와 같이 좌선회 원형 편광이 아닌 우선회 원형 편광을 반사시킬 수 있다.

먼저, 편광된 광 벡터(312)로 나타낸 바와 같이, 선형 편광된 광(308)(예컨대, 수평 방향)은  $\lambda/4$  지연체(304)에 의해 우선회 원형 편광으로 변환되는데, 이는 편광된 광 벡터(314)로 나타내었다. 다음에, 그 광은 액정 반사체(302)에 의해 반사되고 그 우선회 원형 편광(316)을 유지하며,  $\lambda/4$  지연체(304)를 통해 되돌아가는데, 상기 지연체는 우선회 원형 편광을 수평의 선형 편광(318)으로 다시 변환시킨다.

도 4는 투과 모드에서의 가변형 거울(300)의 동작을 나타내는데, 상기 모드에서 액정 반사체(302)는 투과 상태에 있다. 이 상태에서, 상기 액정 반사체는 반사 벡터가 없는 것(400)으로 도시한 바와 같이, 광을 투과시킨다. 편광되지 않은 광 벡터(404)로 나타낸 무작위 편광된 광(402)은 액정 반사체(302) 및  $\lambda/4$  지연체(304)를 통해 투과되고, 벡터(406, 408)로 나타낸 그 무작위 편광을 유지한다.

도 5 및 도 6은 가변형 거울(300)을 탑재한 LCD(500)의 동작을 나타낸다. LCD(500)의 구성 부재들은 가변형 거울 및 가변형 거울 제어부를 제외하고는, 본질적으로 이전의 도면에 도시한 것과 동일하다. 이들 부재는 가변형 거울(300)의  $\lambda/4$  지연체(304)의 전방에 위치한 액정 셀(502); 가변형 거울(300)의 액정 반사체(302) 뒤에 위치하고 방사 상태와 비방사 상태 사이에서 전환될 수 있는 백라이트(506); 상기 셀(502) 전방의 제1 편광자(508); 상기 셀(502)과  $\lambda/4$  지연체(304) 사이의 제2 편광자(510); 백라이트(506)용 제어부(520)이다. 다시, 설명을 위해, 상기 액정 셀(502)은, 정규 백색 모드에서 동작하며, ON 상태에서 선형 편광된 광의 편광면을  $90^\circ$ 회전시키는  $90^\circ$ TN 셀이라고 가정한다. 또한, 설명의 목적을 위해, 상기 제1 및 제2 편광자(508, 510)는 각각 수직 및 수평 방향으로 상호 직교하는 편광면을 갖고 있다.

도 5는 반사 모드에서 동작하는 LCD(500)를 나타내는데, 상기 모드에서, 액정 반사체(302)는 원형 반사 벡터(306)로 나타낸 바와 같이 반사 상태에 있고, 백라이트(506)는 비방사 상태(526)에 있다. 먼저, 무작위 편광된 주변광(526)(편광되지 않은 광 벡터(530)로 나타냄)은 제1 편광자(508)를 통과하는데, 이 편광자에서 편광된 광 벡터(532)로 나타낸 바와 같이 선형 편광된다. 다음에, 그 광은 액정 셀(502)을 통과하며, 이 셀에서 회전되어 편광된 광 벡터(534)로 나타낸 바와 같이, 대략 제2 편광자의 투과축에 평행한 편광면을 갖게 되고, 제2 편광자(510)를 통과하며 그 선형 편광(536)을 유지한다. 다음에, 상기 광은  $\lambda/4$  지연체(304)를 통과하는데, 이 지연체에서 그 광은 우선회 방향(538)으로 원형 편광된다. 다음에, 그 원형 편광된 광(538)은 액정 반사체(302)에 의해 반사되고, 연속하는 편광(540, 542, 544, 546, 548)을 갖고 역경로를 따라 이동하여 LCD 출력(550)으로서 나타난다. (액정 셀(502)이 OFF 상태에 있는 경우, 제1 편광자(508)를 통해 들어가는 광은 셀(502)을 통과하는데, 이 셀에서 상기 광은 회전되어 대략 제2 편광자(510)의 투과축과 직교하는 편광면을 갖게 되며, 차단된다.)

도 6은 투과 모드에서 동작하는 LCD(500)를 나타내는데, 상기 모드에서 액정 반사체는 반사 벡터가 없는 것(400)으로 나타낸 것처럼 투과 상태에 있고, 상기 백라이트는 방사 상태(600)에 있다. 먼저, 무작위 편광된 백라이트(602)(편광되지 않은 광 벡터(606)로 나타냄)는 액정 반사체(302)와  $\lambda/4$  지연체(304)를 통해 투과되고 편광되지 않은 광 벡터(607, 608)를 갖고 있다. 다음에, 그 광은 제2 편광자(510)를 통과하여 선형 편광된다(610). 다음에, 그 편광은 액정 셀(502)에 의해 제1

편광자(508)의 투과축에 평행한 대략 선형 편광(612)으로 회전된다. 마지막으로, 상기 광은 제1 편광자(508)를 통과하고 선형 편광(614)을 가지며 LCD 출력(616)으로서 나타난다. (액정 셀(502)이 OFF 상태에 있는 경우, 상기 셀(502)을 빠져나가는 광은 제1 편광자(508)의 투과축에 직교하는 편광 방향을 갖고 있으며, 차단된다.)

도 7 내지 도 12는 제2 가변형 거울 조립체(700)와 이 가변형 거울(700)을 합체한 LCD(900, 1100, 1200)를 나타낸다. 상기 가변형 거울(700)은 반사성 편광자(702), 제로 내지 반파장( $0 \sim \lambda/2$ )의 가변형 액정 지연체(704), 이 지연체(704)용의 제어부(705)를 포함하고 있다. 상기 반사성 편광자(702)는 일방향(예컨대, 수평 방향)의 선형 편광된 광을 반사시키고, 다른 방향(예컨대, 수직 방향)의 선형 편광된 광을 투과시킨다. 상업적으로 이용 가능한 반사성 편광자(Merck, 3M에서 공급)는 확산 반사보다는 경면 반사를 갖고 있다.

상기  $0 \sim \lambda/2$  지연체(704)는  $0\lambda$ 의 동작 상태와  $\lambda/2$ 의 동작 상태 사이에서 제어 가능하게 전환 가능하며,  $\lambda/2$  동작 상태에서 선형 편광된 광의 편광면을  $90^\circ$ 만큼 회전시키고,  $0\lambda$  동작 상태에서는 어떠한 변화도 없이 광을 투과시킨다. (Meadowlark Optics 참조) 이러한 지연체는 통상 네마틱형이고, 20 ms의 속도에서 (약 10V) 전압을 인가하여  $0\lambda$  상태로 전환 가능하며, 아날로그 모드로 작동한다.

또한, 상기 반사성 편광자(702)와 지연체(704)는 도 7 내지 도 12에 도시한 바와 같이, 반사 모드에서, 상기 반사성 편광자(702)가 지연체(704)로부터 받은 광을 반사하도록 서로에 대하여 배향되어 있다. 또한, 도 7 내지 도 12에서, 상기 반사성 편광자(702)와 지연체(704)는 분리된 것으로 도시되어 있지만, LCD의 구성 부품으로서, 이들 부재는 보통 함께 접합되어 있다. 또한, 확산 반사가 바람직한 LCD에서, 이러한 종류의 가변형 거울이 구비된 추가의 광 확산 부재가 추가될 수도 있다. 이러한 경우에, 편광을 스크램블하지 않는 홀로그래픽 확산기를 사용하는 것이 바람직하다.

도 7은 반사 모드에서의 가변형 거울(700)의 동작을 나타내는데, 상기 모드에서  $0 \sim \lambda/2$  지연체(704)는  $0\lambda$  상태(708)에 있다. 가장 단순한 경우에, 편광된 광 벡터(712)로 나타낸 바와 같이 수평의 선형 편광(719)을 갖고 있는 광은 지연체(704)를 통해 투과되고, 반사성 편광자(702)에 의해 반사되어 지연체(704)를 통과하는데, 연속되는 편광(714, 716, 718)을 갖고 있다. 들어가는 광이 수직의 선형 편광 성분 및 수평의 선형 편광 성분을 갖도록 하는 것도 가능하다. 이러한 경우에, 여전히 수평의 선형 편광을 갖고 있는 성분만이 뒤로 반사될 것이다.

도 8은 투과 모드에서의 가변형 거울(700)의 동작을 나타내는데, 상기 모드에서 지연체(704)는  $\lambda/2$  상태(800)에 있다. 먼저, 편광되지 않은 광 벡터(804)로 나타낸 바와 같이, 무작위 편광된 광(802)은 반사성 편광자(702)를 통해 투과되는데, 편광된 광 벡터(806)로 나타낸 바와 같이 수직 성분만이 투과된다. 그 후, 상기 광은 상기 지연체를 통과하며, 그 지연체에서 그 편광은 편광된 광 벡터(808)로 나타낸 바와 같이  $90^\circ$  회전된다.

도 9 및 도 10은 가변형 거울(700)을 합체한 LCD(900)의 동작을 나타낸다. LCD(900)의 부재들은 가변형 거울 및 이 가변형 거울 제어부를 제외하고는 이전의 도면에 나타낸 것과 본질상 동일하다. 이들 부재는 가변형 거울(700)의  $0 \sim \lambda/2$  지연체(704) 전방에 위치한 액정 셀(902); 가변형 거울(700)의 반사성 편광자(702) 뒤에 위치하고 방사 동작 상태와 비방사 동작 상태 사이에서 전환될 수 있는 백라이트(906), 상기 셀(902) 전방의 제1 편광자(908), 상기 셀(902)과 지연체(704) 사이의 제2 편광자(910), 백라이트(906)용 제어부(920)이다. 다시, 상기 액정 셀(902)은 정규 백색 모드에서 동작하고, ON 상태에서 선형 편광된 광의 편광면을  $90^\circ$ 만큼 회전시키는  $90^\circ$  TN 셀이라고 가정한다. 또한, 설명을 위해, 제1 및 제2 편광자(908, 910)는 각각 수직 및 수평 방향으로 상호 직교하는 편광면을 갖고 있다.

도 9는 반사 모드에서 동작하는 LCD(900)를 나타내는데, 상기 모드에서 지연체(704)는  $0\lambda$  상태(708)에 있고, 백라이트(906)는 비방사 상태(926)에 있다. 먼저, 무작위 편광된 주변광(928)(편광되지 않은 광 벡터(930)로 나타냄)은 제1 편광자(908)를 통과하는데, 이 편광자에서 상기 광은 편광된 광 벡터(932)로 나타낸 바와 같이 선형 편광된다. 다음에, 상기 광은 액정 셀(902)을 통과하는데, 이 셀에서 광은 편광된 광 벡터(934)로 나타낸 바와 같이, 제2 편광자(910)의 투과축에 대략 평행한 편광면을 갖도록 회전되고, 제2 편광자(910)를 통과하며, 그 선형 편광(936)을 유지한다. 다음에, 상기 광은  $0 \sim \lambda/2$  지연체(704)를 통해 투과되고 그 선형 편광(938)을 유지하며, 반사성 편광자(702)에 의해 뒤로 반사된다. 다음에, 그 광은 연속되는 편광(940, 942, 944, 946, 948)을 가진 채 역경로를 따라 이동하여 LCD 출력(950)으로서 나타난다. (액정 셀(902)이 OFF 상태에 있는 경우, 제1 편광자(908)를 통해 들어가는 광은 상기 셀(902)을 통과하는데, 이 셀에서 그 광은 제2 편광자(910)의 투과축에 대략 직교하는 편광면을 갖도록 회전되고, 차단된다.)

도 10은 투과 모드에서 동작하는 LCD(900)를 나타내는데, 상기 모드에서  $0 \sim \lambda/2$  지연체(704)는  $\lambda/2$  상태(800)에 있고, 백라이트(906)는 방사 상태(1000)에 있다. 먼저, 무작위 편광된 백라이트 방사(1002)(편광되지 않은 광 벡터(1004)로 나타냄)는 반사성 편광자(702)를 통해 투과되는데, 상기 편광자에서 편광된 광 벡터(1006)로 나타낸 바와 같이, 수직 성분만이 투과된다. 그 후에, 상기 광은 상기 지연체(704)를 통과하는데, 이 지연체에서 그 편광은 편광된 광 벡터(1008)로 나타

낸 바와 같이 90°회전된다. 다음에, 상기 광은 제2 편광자(910)를 통과하며 그 선형 편광(1010)을 유지한다. 다음에, 그 편광은 액정 셀(902)에 의해 제1 편광자(908)의 투과축에 평행한 대략 선형 편광(1012)으로 회전된다. 마지막으로, 상기 광은 선형 편광(1014)을 가진 채 제1 편광자(908)를 통과하여 LCD 출력(1016)으로서 나타난다. (상기 액정 셀(902)이 OFF 상태에 있는 경우, 상기 셀(902)을 빠져 나가는 광은 제1 편광자(908)의 투과축에 직교하는 편광 방향을 갖고 있으며, 차단된다.)

도 11은 LCD(900)와 유사한 LCD(1100)를 나타내는데,  $\lambda/4$  지연체(1102)가 백라이트(906)와 반사성 편광자(702) 사이에 배치되어 있다. 당업계에 공지된 바와 같이,  $\lambda/4$  지연체(1102)를 백라이트(906)와 반사성 편광자(702) 사이에 배치하면 디스플레이의 밝기를 개선할 수 있다. 이것은 투과 모드에서 반사성 편광자(702)에 의해 투과되지 않은, 수평 방향으로 편광된 광이  $\lambda/4$  지연체(1102)를 통해 뒤로 반사되기 때문이다. 다음에, 그 광은 우선회 방향으로 원형 편광되고, 좌선회 원형 편광된 광으로서 상기 지연체를 통해 뒤로 반사된다. 다음에, 그 광은 수직의 선형 편광을 가진 채 지연체(1102)를 통과하여 나타나고, 반사성 편광자(702)를 통과한다. (테이버(Taber)의 미국 특허 번호 제5,731,886호를 참조.)

제2 편광자(910) 없이 LCD(900)를 조립하는 것도 가능하다. 이것은, 상기 반사성 편광자(702)가 상기 액정 셀에 의해 회전되지 않은 광을 필터링함으로써 제2 편광자(910)의 기능을 수행하기 때문이다. 도 12는 이러한 LCD 조립체(1200)를 나타낸다.

도 13 내지 도 17은 제3 가변형 거울 조립체(1300)와, 이 거울(1300)을 탑재한 LCD(1500, 1700)를 나타낸다. 상기 가변형 거울(1300)은 콜레스테릭 반사체(1302), 네거티브 1/4 파장 내지 포지티브 1/4 파장(+/-  $\lambda/4$ ) 액정 지연체(1304), 이 +/-  $\lambda/4$  지연체용 제어부(1306)를 포함하고 있다.

상기 콜레스테릭 반사체(1302)는 하나의 회전 방향의 편광을 갖고 있는 원형 편광된 광을 반사시키고, 반대 회전 방향의 원형 편광된 광을 투과시킨다. 상기 콜레스테릭 반사체(1302)는 광을 확산시키는 확산 반사형 콜레스테릭 액정 폴리머 필름일 수 있다. 이러한 반사체는 Wacker-Chemie, R. Maurer, F.H. Kreuzer, J. Stohrer의 "칼라 패턴을 갖고 있는 콜레스테릭 반사체(Cholesteric Reflectors with a Color Pattern)"(SID 94 Digest, p. 399 (1994))에 기재된 프로세스에 따라 제조될 수 있다.

상기 +/- $\lambda/4$  지연체는 원형 편광 형태와 선형 편광 형태 사이에서 광을 변환시킨다는 점에서 상기  $\lambda/4$  지연체와 유사하게 기능한다. 그러나, 상기 +/-  $\lambda/4$  지연체(1304)는 - $\lambda/4$  동작 상태와 + $\lambda/4$  동작 상태 사이에서 제어 가능하게 전환 가능한데, 상기 두 상태 사이에서의 광학적 위상 지연(optical phase delay)은 반파장( $\lambda/2$ )만큼 다르다. + $\lambda/4$  상태에서, 상기 지연체(1304)는 수평 또는 수직의 선형 편광된 광을 각각 우선회 또는 좌선회 원형 편광된 광으로 변환시킨다. 역으로, 상기 지연체는 우선회 또는 좌선회 원형 편광된 광을 각각 수평 또는 수직의 선형 편광된 광으로 변환시킨다. - $\lambda/4$  상태에서, 상기 지연체(1304)는 수평 또는 수직의 선형 편광된 광을 각각 좌선회 또는 우선회 원형 편광된 광으로 변환시키고, 역으로 우선회 또는 좌선회 원형 편광된 광을 각각 수직 또는 수평의 선형 편광된 광으로 변환시킨다. 이러한 지연체는 네마틱형 또는 강유전성(ferroelectric)형일 수 있다. 네마틱형은  $\lambda/4$  지연체를 0~ $\lambda/2$  파 지연체와 조합하여 만들 수 있다. 적당한 가변형 지연체를 구성하는 다른 방법들이 있을 수 있다. 본 발명은 두 상태 사이에서  $\lambda/2$  만큼 상이한 광학적 상 지연으로, 두 상태 사이에서 제어 가능하게 전환될 수 있는 임의의 적당한 지연체를 사용하려 한다.

또한, 콜레스테릭 반사체(1303)와 지연체(1304)는, 반사 모드에서, 도 13 내지 도 17에 도시한 바와 같이 콜레스테릭 반사체(1302)가 지연체(1304)로부터 받은 광을 반사시키도록 서로에 대해 배향되어 있다. 또한, 도 13 내지 도 17에서, 콜레스테릭 반사체(1302)와 +/- $\lambda/4$  지연체(1304)는 분리된 것으로 도시되어 있지만, LCD의 구성 부품으로서, 이들 부재는 보통 함께 접합되어 있다.

도 13은 반사 모드에서의 가변형 거울(1300)의 동작을 나타내는데, 상기 모드에서 지연체(1304)는 + $\lambda/4$  상태(1308)에 있어 수평의 선형 편광된 광을 우선회 회전 방향의 원형 편광된 광으로 변환시킨다. 또한, 상기 콜레스테릭 반사체는 우선회 원형 편광된 광을 반사시키고 좌선회 원형 편광된 광을 투과시킨다. 가장 단순한 경우에 있어서, 편광된 광 벡터(1314)로 나타낸 바와 같이 수평의 선형 편광(1312)을 갖고 있는 광은 지연체(1304)를 통해 투과되어 편광된 광 벡터(1316)로 나타낸 바와 같이 우선회 원형 편광된 광으로 변환된다. 다음에, 상기 광은 콜레스테릭 반사체(1302)에 의해 반사되고 그 편광(1318)을 유지하며, 지연체(1304)를 통해 그 원래의 수평 편광(1320)으로 뒤쪽으로 선형 편광된다. 또한, 들어가는 광이 수평 편광 및 수직 편광 모두를 갖도록 할 수도 있다. 이러한 경우에, 수평 선형 편광을 갖고 있는 성분만이 우선회 원형 편광으로 변환되고 뒤로 반사된다.

도 14는 투과 모드에서의 가변형 거울(1300)의 동작을 나타내는데, 상기 모드에서 +/- $\lambda/4$  지연체(1304)는 - $\lambda/4$  상태(1400)에 있다. 먼저, 편광되지 않은 광 벡터(1404)로 나타낸 바와 같이, 무작위 편광된 광(1402)은 콜레스테릭 반사체

(1302)를 통해 투과되는데, 상기 반사체에서 편광된 광 벡터(1406)로 나타낸 바와 같이 좌선회 원형 편광된 성분만이 투과된다. 그 후에, 상기 광은 지연체(1304)를 통과하고, 이 지연체에서 그 광은 수평의 선형 편광(1408)으로 선형 편광된다.

도 15 및 도 16은 가변형 거울(1300)을 탑재한 LCD(1500)의 동작을 나타낸다. LCD(1500)의 부재는 가변형 거울 및 가변형 거울 제어부를 제외하고는 본질적으로, 이전의 도면에 나타낸 것과 동일하다. 이들 부재는 가변형 거울(1300)의  $+/-\lambda/4$  지연체(1504)의 전방에 위치한 액정 셀(1502); 가변형 거울(1300)의 콜레스테릭 반사체(1302) 뒤쪽에 위치하고 방사 상태와 비방사 상태 사이에서 전환될 수 있는 백라이트(1506); 상기 셀(1502)의 전방에 위치한 제1 편광자(1508); 상기 셀(1502)과  $+/-\lambda/4$  지연체(1304) 사이에 있는 제2 편광자(1510); 백라이트(1506)용 제어부(1520)이다. 다시, 상기 액정 셀(1502)은 정규 백색 모드에서 동작하고 ON 상태에서 선형 편광된 광의 편광면을 90°만큼 회전시키는 90°TN 셀이라고 가정한다. 또한, 설명의 목적을 위하여, 상기 제1 및 제2 편광자(1508, 1510)는 각각 수직 방향 및 수평 방향으로, 상호 직교의 편광면(1522, 1524)을 갖고 있다.

도 15는 반사 모드에서 동작하는 LCD(1500)를 나타내는데, 상기 모드에서  $+/-\lambda/4$  지연체(1304)는  $+\lambda/4$  상태(1308)에 있고, 백라이트(1506)는 비방사 상태(1526)에 있다. 먼저, 편광되지 않은 광 벡터(1530)로 나타낸, 무작위 편광된 주변광(1528)은 제1 편광자(1508)를 통해 나아가고, 편광된 광 벡터(1532)로 나타낸 바와 같이 선형 편광된다. 다음에, 그 광은 액정 셀(1502)을 통과하는데, 상기 셀에서 그 광은 편광된 광 벡터(1534)로 나타낸 바와 같이 제2 편광자의 투과축에 대략 평행한 편광면을 갖도록 회전된 다음에, 제2 편광자(1510)를 통과하고, 선형 편광(1536)을 유지한다. 다음에, 그 광은 상기 지연체(1304)를 통해 투과되고, 편광 벡터(1538)로 나타낸 바와 같이 우선회 방향으로 원형 편광된다. 그 후, 상기 광은 콜레스테릭 반사체(1302)에 의해 뒤로 반사된다. 다음에, 그 광은 연속하는 편광(1540, 1542, 1544, 1546, 1548)을 갖고 역경로를 따라 이동하여 LCD 출력(1550)으로서 나타난다. (상기 액정 셀이 OFF 상태에 있는 경우, 제1 편광자(1508)를 통해 들어가는 광은 상기 셀(1502)을 통해 진행하는데, 그 셀에서 상기 광은 제2 편광자(1510)의 투과축에 대략 직교하는 편광면을 갖도록 회전되며, 차단된다.)

도 16은 반사 모드에서 동작하는 LCD(1500)를 나타내는데, 상기 모드에서 지연체(1304)는  $-\lambda/4$  상태(1400)에 있고, 백라이트(1506)는 방사 상태(1600)에 있다. 먼저, 편광되지 않은 광 벡터(1604)로 나타낸, 무작위 편광된 백라이트 방출(1602)은 반사성 편광자(1302)를 통해 투과되는데, 상기 편광자에서 편광된 광 벡터(1606)로 나타낸 바와 같이 좌선회 원형 편광된 성분만이 투과된다. 그 후, 상기 광은 지연체(1304)를 통과하는데, 이 지연체에서 상기 광은 수평의 선형 편광(1608)으로 선형 편광된다. 다음에, 상기 광은 제2 편광자(1510)를 통과하며, 그 선형 편광(1610)을 유지한다. 다음에, 그 편광은 액정 셀(1502)에 의해 제1 편광자(1508)의 투과축에 대략 평행한 선형 편광(1612)으로 회전된다. 마지막으로, 상기 광은 선형 편광(1614)을 가진 채 제1 편광자(1508)를 통과하여, LCD 출력(1616)으로서 나타난다. (상기 셀이 OFF 상태에 있는 경우, 상기 액정 셀(1502)을 빠져 나가는 광은 제1 편광자(1508)의 투과축과 직교하는 편광 방향을 갖고 있고, 차단된다.)

당업계에 공지되어 있는 바와 같이, (테이버의 미국 특허 번호 제5,731,886호 참조) 콜레스테릭 반사체(1302)로부터 반사된 우선회 원형 편광은 백라이트 표면으로부터 반사시 180°위상 변화를 겪게 되어 그 우선회 원형 편광은 좌선회 원형 편광으로 변화됨으로써 디스플레이의 밝기를 개선한다.

제2 편광자(1510) 없이 LCD(1500)를 조립하는 것도 가능하다. 이것은 콜레스테릭 반사체(1302)가 상기 액정 셀에 의해 회전되지 않은 광을 필터링함으로써 제2 편광자(1510)의 기능을 수행하기 때문이다. 도 17은 이러한 LCD 조립체(1700)를 나타낸다.

상기한 반사 모드 및 투과 모드 외에, 상기 LCD 및 가변형 거울은 선택적으로, 중간의 동작 모드를 포함할 수도 있는데, 이러한 중간 동작 모드에서 상기 가변형 거울과 백라이트는 중간 상태에서 동작된다.

전술한 실시 형태 중 어느 한 가지 실시 형태에 따른 가변형 거울을 구비한 LCD는 GPS(Global Positioning Satellite) 수신기 유닛, 랩탑 유닛 및 노트북 유닛을 비롯한 컴퓨터, PDA(Personal Digital Assistant), 계산기, 개인용 일정관리기(personal calendars), 셀룰러폰, 시계(watches and clocks), 자동차, 항공기, 보트 디스플레이 등을 비롯한 (그러나, 이에 제한되는 것은 아니다) 여러 종류의 동작 시스템에 탑재될 수도 있다.

본 발명을 구현하는 세 가지 동작 시스템의 예를 도 18a 내지 도 18c에 나타낸다. 도 18a는 본 발명에 따른 LCD(1802)가 구비된 셀룰러폰(1800)이다. 도 18b는 본 발명에 따른 LCD(1806)가 구비된 시계(1804)이고, 도 18c는 키패드부(1812)

에 부착된 본 발명에 따른 LCD 스크린(1810)이 구비된 랩탑(1808)이다. 셀룰러폰, 시계 및 랩탑은 배터리로 동작될 수 있기 때문에, 본 발명에 따른 LCD를 사용하는 것은 배터리 수명을 절약하고, 디스플레이의 콘트라스트와 밝기를 증대시키므로 바람직하다.

### 도면의 간단한 설명

도 1은 반사 모드에서 동작하는 본 발명 LCD에 따른 LCD의 개략도이다.

도 2는 투과 모드에서 동작하는 도 1의 LCD의 개략도이다.

도 3은 액정 반사체와  $\lambda/4$  지연체를 포함하고, 반사 모드에서 동작하는 가변형 거울의 개략도이다.

도 4는 투과 모드에서 동작하는 도 3의 가변형 거울의 개략도이다.

도 5는 반사 모드에서 동작하는 도 3의 가변형 거울이 구비된 LCD의 개략도이다.

도 6은 투과 모드에서 동작하는 도 5의 LCD의 개략도이다.

도 7은  $0 \sim \lambda/2$  가변형 액정 지연체가 구비된 반사형 편광자를 포함하고, 반사 모드에서 동작하는 가변형 거울의 개략도이다.

도 8은 투과 모드에서 동작하는 도 7의 가변형 거울의 개략도이다.

도 9는 반사 모드에서 동작하는 도 7의 가변형 거울이 구비된 LCD의 개략도이다.

도 10은 투과 모드에서 동작하는 도 9의 LCD의 개략도이다.

도 11은  $\lambda/4$  지연체를 포함하는 도 7의 가변형 거울이 구비된 LCD용의 다른 구조의 개략도이다.

도 12는 도 8의 가변형 거울이 구비된 LCD용의 다른 구조를 나타내는 개략도이다.

도 13은  $\pm \lambda/4$  가변형 액정 지연체가 구비된 콜레스테릭 반사체를 포함하고 반사 모드에서 동작하는 가변형 거울의 개략도이다.

도 14는 투과 모드에서 동작하는 도 13의 가변형 거울의 개략도이다.

도 15는 반사 모드에서 동작하는 가변형 거울이 구비된 LCD의 개략도이다.

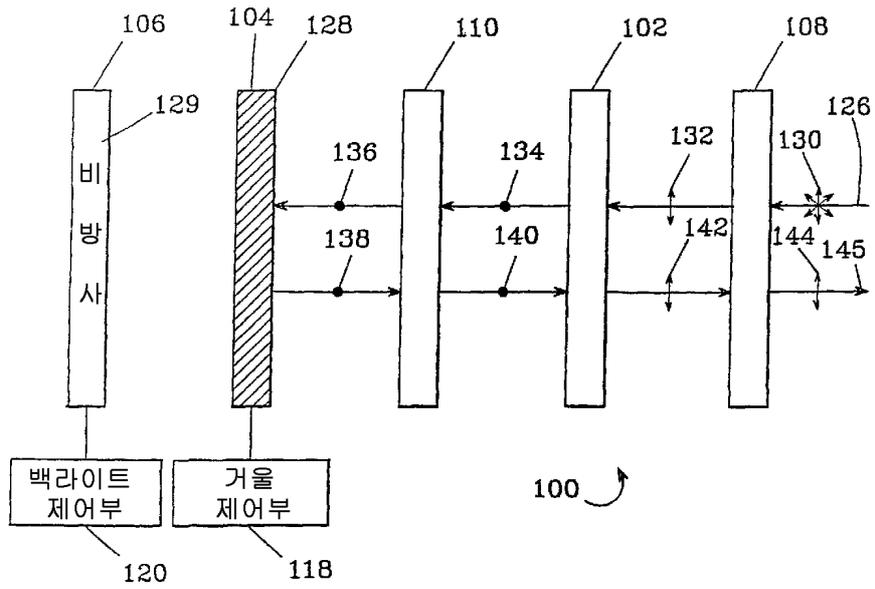
도 16은 투과 모드에서 동작하는 도 15의 LCD의 개략도이다.

도 17은 도 13의 가변형 거울이 구비된 LCD용의 다른 구조를 나타내는 개략도이다.

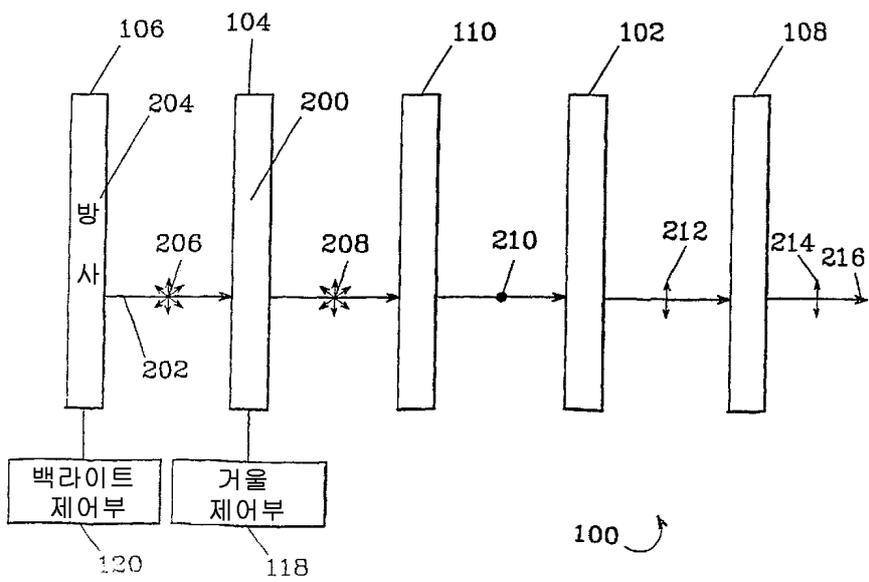
도 18a 내지 도 18c는 본 발명의 전자 장치의 외관을 나타내는 사시도로서, 도 18a는 셀룰러폰을, 도 18b는 시계를 도 18c는 랩탑 컴퓨터를 나타낸다.

### 도면

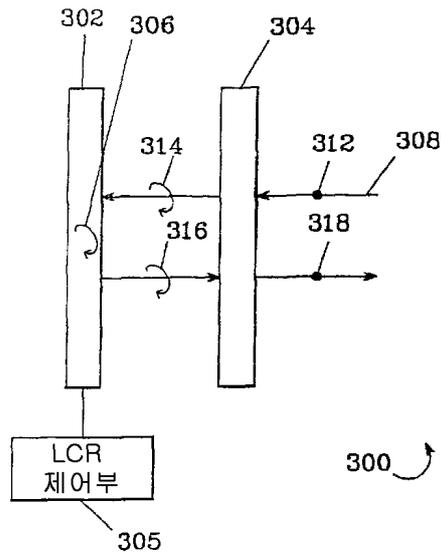
도면1



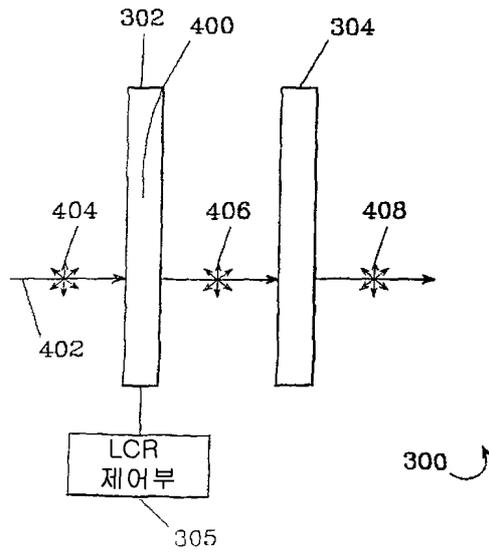
도면2



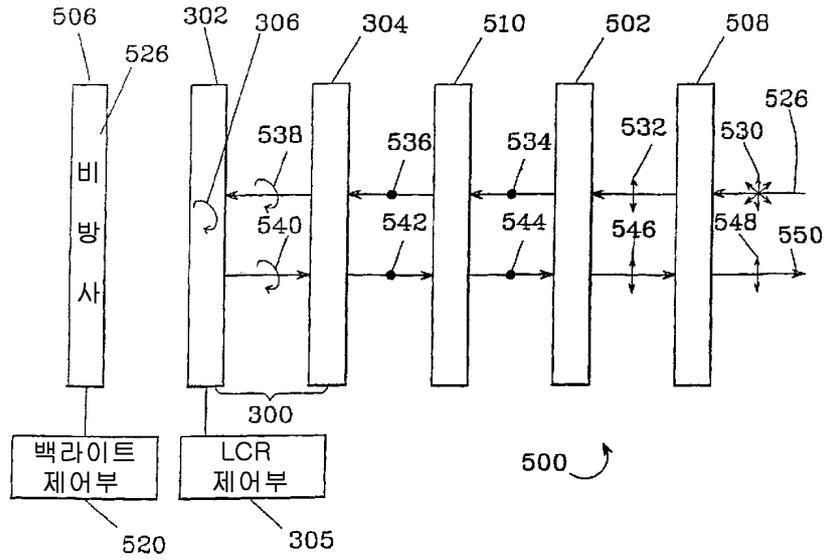
도면3



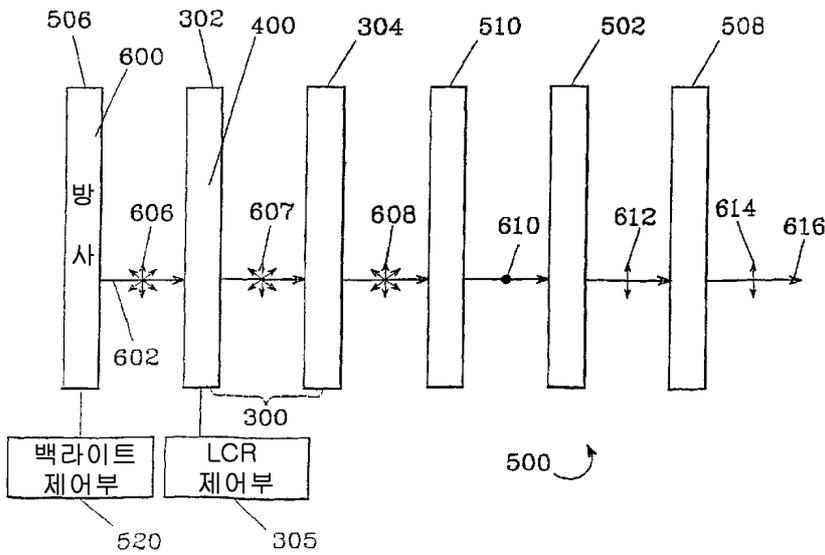
도면4



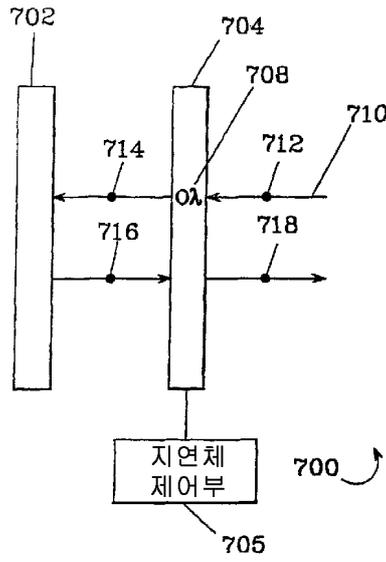
도면5



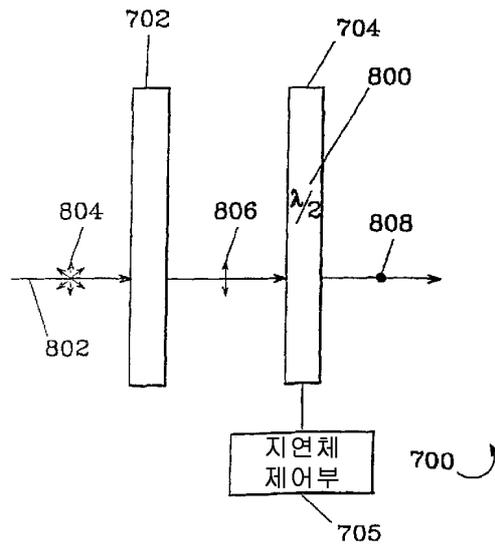
도면6



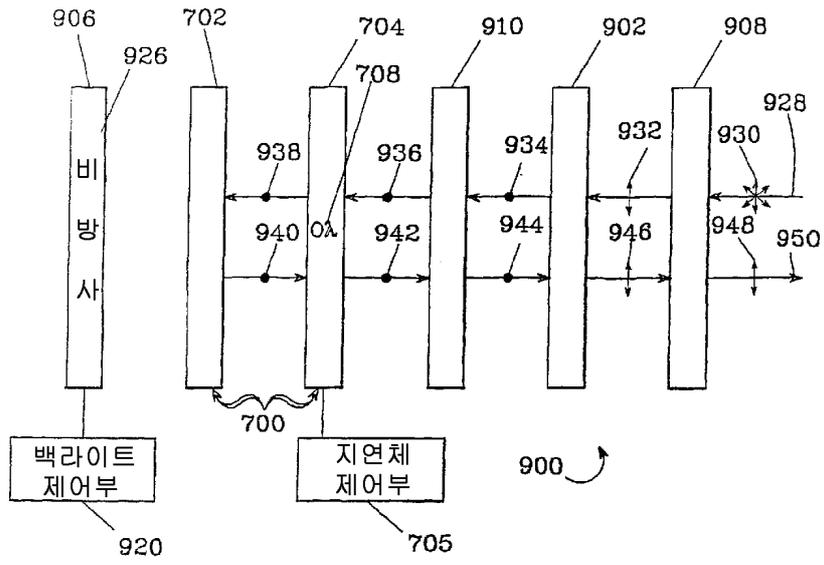
도면7



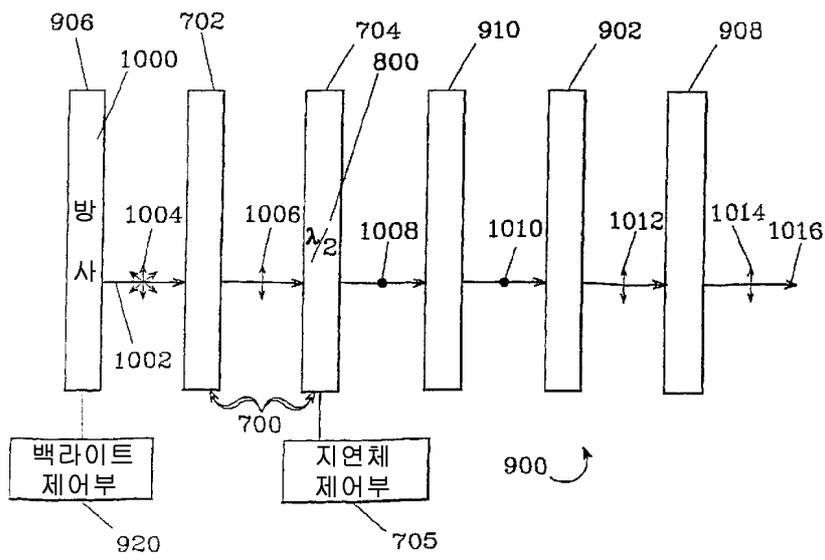
도면8



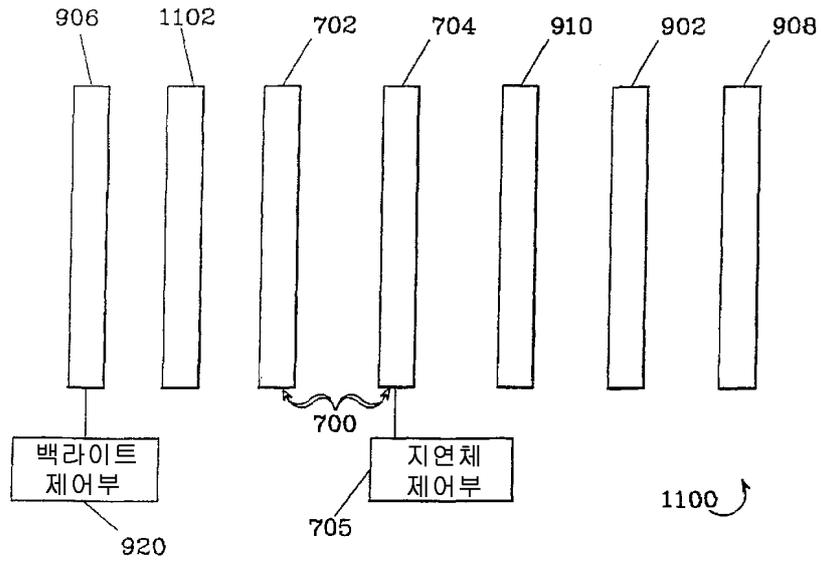
도면9



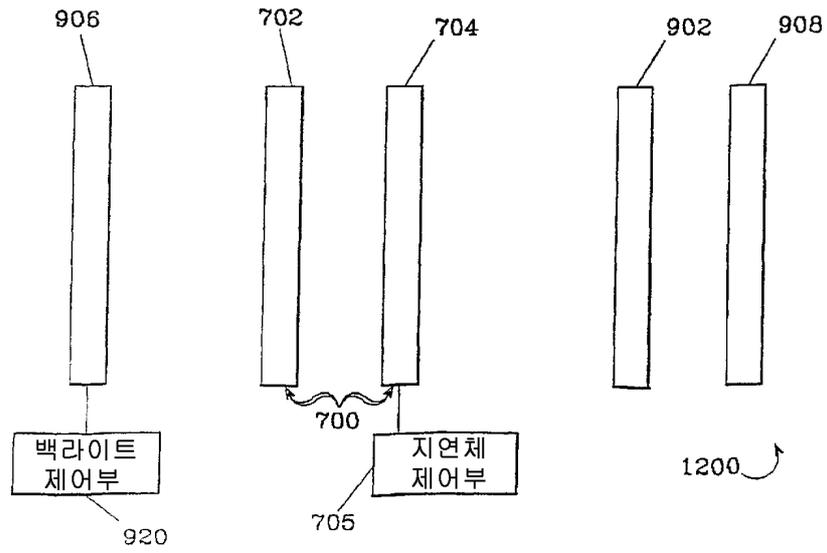
도면10



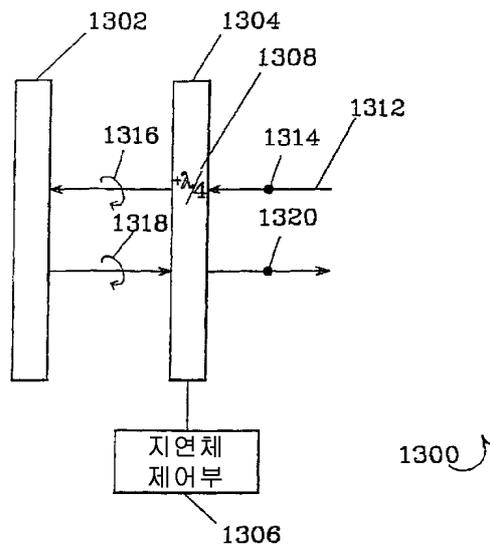
도면11



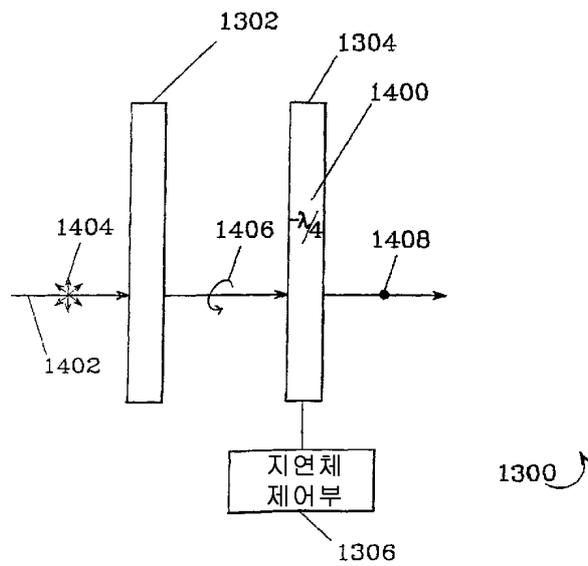
도면12



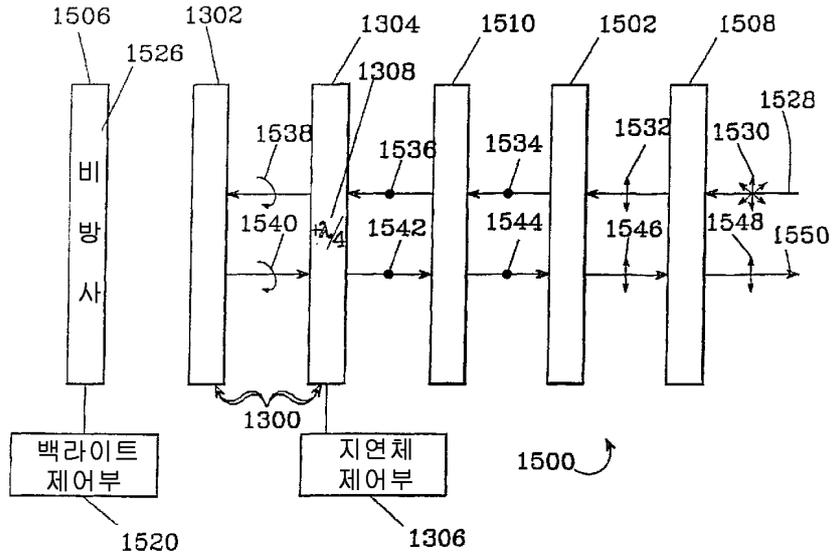
도면13



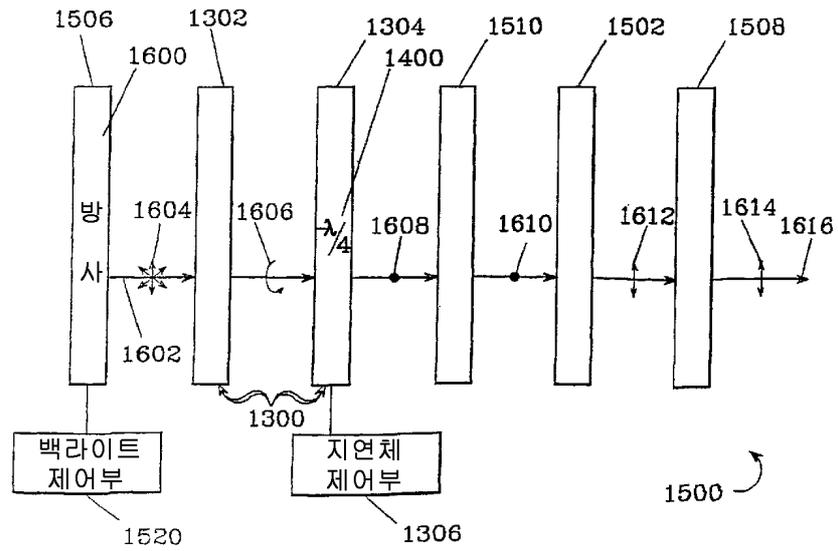
도면14



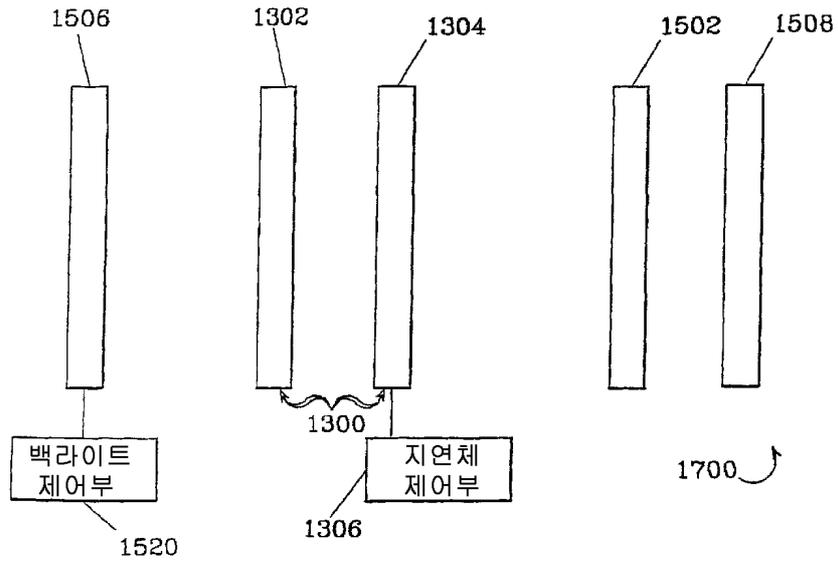
도면15



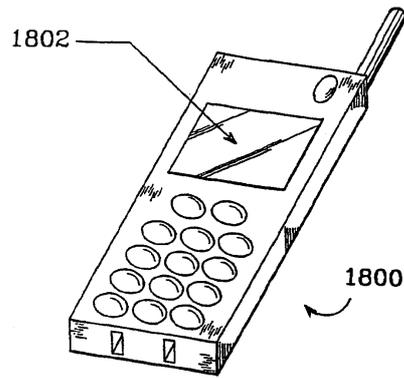
도면16



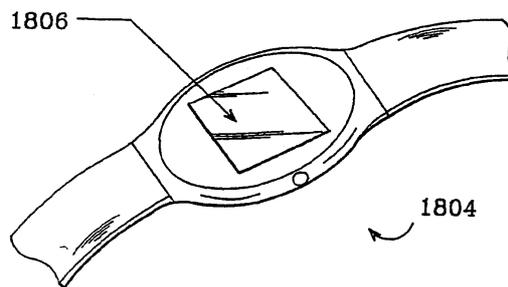
도면17



도면18a



도면18b



도면18c

