(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
G02F 1/135

(45) 공고일자 1996년02월16일
(11) 공고번호 특1996-0002382

(21) 출원번호	특1991-0015693	(65) 공개번호	특1992-0006792
(22) 출원일자	1991년09월09일	(43) 공개일자	1992년04월28일
(30) 우선권주장	580,394 1990년09월10일 미국(US)		
(71) 출원인 휴즈 에어크라프트 캄파니 원다 케이. 덴슨-로우
미합중국 캘리포니아 90045-0066 로스엔젤레스 휴즈 탈라스 7200

(72) 발명자 1996년02월16일
미합중국 캘리포니아 90025 로스앤젤레스 # 303 텍사스 애비뉴 12120
치웅-쎙 우
미합중국 캘리포니아 90007 로스엔젤레스 #3 웨스트 29 스트리트 1179
(74) 대리인 김창세, 김영, 장성구

심사관 : 강해성 (책자공보 제4338호)

(54) 액정 광 밸브, 그의 제공 및 동작방법과 투사 광 비임 제어방법

요약

내용 없음.

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

액정 광 밸브, 그의 제공 및 동작방법과 투사 광 비임 제어방법

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명의 따른 MOS 액정 광 밸브를 도시한 도면.

제2도는 액정층의 양단간에 인가된 전압의 함수로서 측정된 액정층의 반사 모드 투과율을 도시한 그래프.

제3도는 액정 광 밸브에서 정상 불굴절 모드로 동작하는 얇은 액정에 대해 시간의 함수로서 투사된 광비임의 세기를 도시한 그래프.

제4도는 액정 광 밸브에서 표면 복굴절 모드로 동작하는 두꺼운 액정에 대해 시간의 함수로서 투사된 광비임의 세기를 도시한 그래프.

제5도는 제4도에 도시된 액정 광 밸브와 동일한 두께의 액정을 갖는 테스트 셀의 투과된 광 비임의 세기를 도시한 그래프.

* 도면의 주요부분에 대한 설명

10 : 액정 광 밸브	12 : 능동 구조물
14 : 미러	16 : 액정층
18 : 광 밸브 기판 구조물	20 : 기입 비임
22a : 반사 투사 비임	22b : 입사 투사 비임
23 : 스페이서	24 : 유전층
26 : 반도체층	28 : 외부 전원
30 : 제1전극	32 : 덮개 유리

34 : 제2전극

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 액정 광 밸브(liquid crystal light valves)에 관한 것으로서, 특히, 신속한 응답 시간(a fast response time) 및 우수한 공간적 해상도(good spatial resolution)를 가진 광 밸브에 관한 것이다.

액정 광 밸브는 하나의 광 비임을 사용하여 다른 광 비임의 세기 및/또는 위상을 변조하는 장치이다. "기입(write-in)" 또는 입력 광 비임에 포함된 정보는 투사 또는 출력 광 비임의 대응하는 정보로 변환된다. 액정 광 밸브의 한가지 응용은, 기입 광 비임이 약한 세기를 가질때 투사 광 비임이 강한 세기를 갖도록 약한 비임내의 정보가 강한 비임내의 대응하는 정보로 변환되는 영상 증폭기(an imageamplifier) 또는 광 투사기(a light projector)이다. 다른 용융은, 투사 비임의 파장이 기입 비임의 파장과 다른 파장을 갖도록 하는 파장 변환기(a wavelength converter)이다. 또 다른 응용에서는, 기입 비임이 보통의 비간섭 광(ordinary incoherent light)이고 투사 비임이 레이저에 의해 생성된 간섭 광(coherent light)이 되도록, 비간섭 광 비임내의 정보가 간섭 형태의 동일한 정보로 변환시킨다(이 장치는, 간섭 비임의 정보를 비간섭 비임의 정보로 변환하는, 반대 형태로 동작할 수도 있다).

반사 및 투과 형태(reflective and transmissive types)를 포함하여 다양한 형태의 액정 광 밸브가 개발되어 왔다. 반사형 액정 광 밸브에서, 투사 비임은 외부의 광원으로부터 미러에 반사되어 진행된다. 액정 재료의 얇은 층, 전형적으로 약 2-4㎛ 두께의 층이 미러의 투사 비임측 면 상에 형성된다. 투사 비임은 미러에 도달하기 전에 한번 액정층을 통과하며 미러로부터 반사된 후 다시 한번 액정층을 통과하게 된다. 투사 비임은 기입 비임의 세기에 따라 액정의 투과율 또는 위상 관계를 국부적으로 변화시키므로써 변조된다. 예를들면, 특정 위치에서 기입 비임이 낮은 광 세기를 갖는 경우, 액정은 낮은 투과율을 갖게 되어 그다지 많지 않은 투사 비임이 반사되게 된다. 액정은 기입 비임의 세기의 변화가 투사 비임의 세기 및 위상에 대응하는 변화를 일으키도록 전반적으로 비례하는 식으로 동작하도록 만들어질 수도 있다.

액정 재료는, 일반적으로, 인가되는 전계 및 물리적 제한조건하에서 여러 방향으로 정렬하도록 만들어질 수 있는 연장된 분자(elongated molecules)로 형성된다. 디렉터(director)로 불리워지는, 분자가 가리키는 방향은 광비임에 대한 액정의 광학적 응답을 결정한다. 전형적인 액정 광 밸브에서, 액정층의 디렉터들은 제조 기법에 의해, 초기에는, 미러의 표면에 평행하게 놓이도록 배향된다. 그후, 전계를 인가하여, 디렉터들이 미러에 수직한 방향쪽으로 회전하게 할 수 있다.

액정 광 밸브에서, 액정층은 미러의 일측 상에 형성된다. 미러의 타측상에는, 기입 비임의 국부적인 세기에 응답하여 액정에 인가되는 전계를 변조하는 기판 구조물(a substrate structure)이 제공된다. 이러한 광 밸브 기판으로서 많은 다른 형태가 개발되고 있으며, 이러한 구조물들중 하나인 MOS(metal-oxide-semiconductor) 포토기판(photosubstrate)은 본 발명에 특히 중요하다. 10여년에 걸쳐 알려져 온 이 MOS 광 기판 구조물은, 미러에 인접하는 전형적으로 실리콘 이산화물인 유전재료로 된 층과 이 유전 재료층과 접촉하는 전형적으로 실리콘인 고저항 반도체로 된 층을 포함한다. 액정층/미러/MOS 구조의 광판의 양단에 AC(교류(alternating current)) 바이어스 전압이 인가된다. 이 전압은, 입사하는 기입 비임에 의해 실리콘내에 유기된 전류와 함께, 액정을 활성화하여 투사 비임을 제어하게 되는 전압 변동을 일으킨다.

액정 광 밸브의 몇몇 주요 동작 파라메터로는, 공간적 해상도, 출력 변조 또는 콘트라스트 비(동적범위), 그레이 스케일 능력, 파두 왜곡 및 기입 비임 변화에 대한 응답시간을 들 수 있다. 액정층의 물리적 특성 때문에, 기존의 MOS 포토기판 액정 광 밸브에서는 이들 파라메터간의 절충이 필요하다. 즉, 얇은 액정으로 보다 신속한 응답시간을 얻기 위해서는 콘트라스트 비(동적범위)의 희생을 감수해야 한다.

따라서, 콘트라스트 비를 희생하지 않고 보다 신속한 응답 시간을 얻는 한편, 우수한 공간적 해상도 및 그레이 스케일 능력을 얻을 수 있는 개선된 MOS 포토기판 액정 광 밸브가 필요하였다. 본 발명은 이 같은 필요성을 충족시킴은 물론, 그에 관련하는 장점을 제공한다.

본 발명은, 높은 공간적 해상도, 콘트라스트 비 및 그레이 스케일 능력을 유지하면서 1msec 정도의 응답 시간을 얻을 수 있는 MOS 포토기판 액정 광 밸브를 제공한다. 이 장치의 구조는 몇가지 점에서 기존의 광 밸브와 유사하며, 특히, MOS 구조 자체에 있어서는 기존의 광 밸브와 유사하여, 장치의 제조하기 어려운 부분에 대해서 공지된 제조 기법들이 사용될 수 있다. 개선된 성능 특성을 얻기 위하여 구조물의 다른 부분이 변경될 수도 있다. 본 발명에 따른 접근 방법은 광 밸브의 성능을 개선하는 대부분의 다른 변형과도 호환가능하다.

본 발명에 따르면, 표면 복굴절 동작 모드에서 동작가능한 네마틱 액정층을 갖는 능동 구조물과, 이 액정층에 인접하여 입사하는 광을 액정을 통해 미러 수단에 대향하는 방향으로 반사하는 미러 수단과, 기입 광 비임에 반응하는 광 밸브 기판 구조물을 포함하되, 이 기판 구조물은 미러 수단에 인접하는 유전층 및 이 유전층에 인접하는 반도체부와, 능동 구조물의 양단에 음수 값과 양수 값 사이에서 변화하는 전기적 바이어스 전위를 인가하는 수단을 포함하며, 이 바이어스 전위의 RMS(root mean square) 전위는, 어떠한 기입 광 비임도 없을 때, 교차형 분석기(a crossed analyzer)에 의해 분석된 편광된 광에 대한 액정의 투과율이 최소가 되도록 하고, 액정의 두께와 인가된 바이어스 전위의 조합은 기입 광 비임의 불연속시에 액정의 시간 함수로서 투과율이 안정 상태(a steady state)로 접근하기에 앞서 언더슈트를 나타내도록 한다(여기서, "언더슈트"는 안정 상태 값 아래로의 감소 및 안정 상대 값으로의 복귀와, 또한, 안정 상태 값 아래로의 감소, 안정 상태값 조금 위로의 증가 및 다시 안정 상태 값으로의 복귀를 모두 포함한다).

본 발명의 MOS 액정 광 밸브 장치는 액정층, MOS광 밸브 기판 및 이 액정층으로부터 MOS 기판을 광학적으로 절연시키기 위한 증간 미러를 이용한다. 이 능동 구조물의 양단에는 신중하게 한정된 AC 전기적 바이어스 신호가 인가된다.

액정층은 표면 복굴적 모드로 동작된다. 이 동작 모드에서, 액정층의 광 투과 동작은 액정층의 표면 근처에 있는 액정 디렉터의 이동에 의해 정해지며, 액정층의 중앙에 있는 디렉터들은 장치의 능동 동작에 거의 영향을 미치지 않는다. 신속한 응답 시간은 물론, 양호한 동적 응답 범위, 양호한 공간적 해상도 및 양호한 그레이 스케일 능력을 얻을 수 있는 본 발명의 가장 실질적인 형태의 장치에서, 이러한 동작 모드는 액정층의 두께를 통상적인 액정 광 밸브의 액정층 두께보다 더 두껍게 하므로써 성취된다. 표면 복굴절 모드에서 동작하는 이 같이 더욱 두꺼운 액정층의 광학적 응답 시간은, 보다 얇은 액정층의 경우에서 처럼 두께의 자승에 역비례한다기 보다는 액정 두께에 둔감하게 된다.

종래의 MOS광 밸브에서 액정층의 두께는 약 2 내지 4㎛이다. 본 발명의 바람직한 MOS광 밸브 장치의 액정층 두께는 그 보다 더큰, 바람직하게는 약 8㎛ 이상으로서, 가장 바람직하게는 약 8 내지 12㎛이다.

두꺼운 액정층을 사용은, 액정층을 통해 판독되는 비임의 최소 투과율에 대하여 고 바이어스 전압을 사용할 수 있게 된다. 이 바이어스 전압은, 기입 신호가 정의 세기로부터 제로의 값으로 급격히 감소할 때에, 세기-시간 곡선에 언더슈트를 일으키는 전압으로 액정층을 바이어스시키도록 선택된다. 이러한 고 바이어스 전압은, 기입 비임 세기의 변화에 대한 광 밸브의 액정층 응답 시간을 예상할 수 없을 정도의 작은 값으로 감소시키는 중요한 효과를 나타낸다.

바람직한 바이어스 전압은, 통상, 어떠한 기입 빔의 세기도 존재하지 않는 액정내에서, 교차형 분석기로 측정되었을 때 편광된 광에 대한 최소 세기의 투과율을 생성할 수 있는 더욱 높은 바이어스 전압중 하나와 연관된다. 본 발명의 가장 바람직한 형태에서, 바이어스 전압은, 액정의 브레이크다운을 일으키지 않고 액정의 전압의 함수로서의 광 투과율 곡선에서 최소 값을 생성하는 V_P로서 알려진 최대 전압으로 액정을 바이어스시키도록 선택된다.

따라서, 본 발명의 접근방법은 콘트라스트 비 및 공간적 해상도를 손상시키지 않고 응답 시간을 감소시킬 수 있는, MOS 액정 광 밸브의 변형된 구조 및 동작 파라메터를 위해 제공된다. 본 발명의 다른 특징 및 장점은, 본 발명의 원리를 실시예로서 예시한 첨부 도면을 참조로 하여 다음의 바람직한 실시예의 더욱 상세한 설명으로부터 자명하게 될 것이다.

제1도에 MOS 액정 광 밸브(10)가 도시된다. 이 광 밸브는, 유전체 미러(14), 이 미러(14)의 일측상에 형성된 액정층(16) 및 미러(14)의 타측상에 형성된 MOS 광 밸브기판 구조물(18)을 포함하는 능동 구조물(12)을 갖는다. 종래의 경우 이따금 입력 비임으로도 또한 불리워졌던 기입 비임(20)은 MOS 광 밸브 기판 구조물(18)을 향해 진행된다. 또한, 종래의 경우 이따음 출력 또는 판독 비임으로도 불리워졌던 투사 비임(22)은 액정층(16)을 갖는 측면으로부터 미러(14)로 진행된다. 여기서 "광 비임"이란 용어는 가시광에 제한되지 않고, 자외선 및 적외선과 같은 비가시 광도 포함한다. 설명을 돕기 위하여, 투사 비임(22)은 편리하게, 입자 투사 비임(22a) 및 반사 투사 비임(22b)으로 설명된다. 이러한 광 밸브의 구조 및 특징은, 본 명세서에 참고로 인용되는 미합중국 특허 제4,239,348 호 및 제4,443,064 호에 충분히 개시되어 있다.

미러(14)은 입사 투사 비임(22a)이 MOS 광 밸브 기판구조물(18)을 광능동화시키는 것을 방지함으로써 입사 투사 비임이 기입 비임(20)과 상호 작용하는 것을 방지한다. 미러(14)은 종래에 잘 알려진 바와같이 Si/SiO_2의 다층 구조인 것이 바람직하다.

액정층(16)은 펜틸 시아노 비페닐, 헵틸 시아노 비페닐, 헵틸 옥시 시아노 비페닐 및 펜틸 시아노 트리페닐의 혼합물인 조성물을 갖는 E7과 같은 네마틱 액정 재료로 만들어진다. 액정 재료는, 미러 표면상에 SiO의 얇은 층을 제공하는 것과 가이 어떤 잘 알려진 기술을 사용하여, 액정 디렉터가 미러(14) 표면에 평행하도록 공급된다. 스페이서(23)는 액정층(16)의 두께를 한정한다.

MOS 기판(18)은 미러(14)과 접촉하는 유전 재료층(24)과 이 유전 재료층(24)의 다른 측면과 접촉하는 반도체 재료층(26)을 포함한다. 유전층(24)은 약 1500 내지 약 3000Å 두께의 실리콘 이산화물(SiO_2)인 것이 바람직하다. 반도체층(26)은 약 125㎛ 두께의 단결정, 고 저항 실리콘인 것이 바람직하다. 고 저항 실리콘층은 플로팅 영역 기법(floating zone technique)에 의해 성장된 단결정 실리콘의 웨이퍼들을 얇게 잘라서 간편하게 준비될 수 있다.

참조 부호(28)로 표시된 외부의 교류 전압은 능동 구조물(12) 양단간에 인가된다. 액정층(16)과 반도체층(26)의 양 표면간에 전압을 제공하기 위해 각각의 전극이 제공된다. 액정층(16)과 접촉하는 제1전극(30)은 투명하며, 덮게 유리(32)상에 400Å 두께를 갖는 인듐-주석-산화물(ITO)의 투명 도전재료를 디포지트한후, 그 덮개 유리를 스페이서(23)에 조립하여 전극(30)을 액정층(16)과 접촉시키므로써 형성되는 것이 바람직하다. 제2전극(34)은, 반도체층(26)의 하부 표면내로 붕소화 같은 P형 도우펀트를 사용하여 얇은 도전층을 이온 주입시켜 형성하는 것이 바람직하다. 또한 제2전극(34)은 다른 ITO층일 수 있다.

액정은 평행 배열된 액정 구성으로 동작된다. MOS 기판은 주기적인 바이어스 전압(28)에 의해 생성되는 주기적인 공핍 위상 및 축적 위상으로 동작한다. 양의 바이어스 전압 값을 갖는 공핍(능동)위상에서, p형 실리콘 포토기판의 경우, 고 저항 실리콘은 완전히 공핍되고, 기입 비임(20)에 의해 발생된 전자/정공의 쌍들이 전계에 의해 흘러 이동하므로써 액정을 활성화시키는 신호 전류를 생성하게 된다. 그 다음 전압이, 다음 사이클의 양의 전압을 위해 반도체 준비하는 음의 리프레쉬 위상(a negative refresh phase)으로 역전된다. 공핍 영역에 존재하는 전계는, 전하를 분리시키지 않도록 하므로써 입력 영상의 공간적 해상도를 보존하면서, 신호 전하를 액정층(16)으로 전달하도록 동작한다. 초점맞춤 그리드와 같은 변형이 선택적으로 제공될 수 있다. MOS 액정 광 밸브(10)의 동작은 공

지되어 있으며, 미합중국 특허 제4,239,348 호 및 제4,443,064 호와 Efron et al., "The Silicon Liquid-Crystal Light Valve", j. Appl. Physics, Vol. 57(4), pages 1356-1368(February 1985)와 같은 출판물에 더욱 상세히 설명되어 있다.

본 발명의 바람직한 접근방법에 따르면, 액정 광 밸브는, 표면 복굴절 모드로 동작하는 네마틱 액정층과, 이 액정층에 인접하여 액정을 통해 자신을 향해 진행된 입사 광을 반사하기 위한 미러 수단과, 이 미러 수단에 인접하는 유전층 및 이 유전층에 인접하고 입사 기입광 비임에 응답하여 전류의 흐름을 생성하는 반도체층을 포함하는 광 밸브 기판 구조물을 포함하는 능동 구조물과 ; 능동 구조물의 양단에, 양의 전압과 음의 전압 사이에서 변화하고 기입 광 비임이 없을 경우에 액정을 파괴하지 않고 액정의 세기-전압 곡선에서 최소의 세기를 생성하는 최고 전압인 RMS 바이어스 전압을 갖는 교류 전위를 인가하는 수단을 포함한다.

또한 다른 실시예에 따르면, 액정 광 밸브는, 액정이 V_P로 바이어스 되었을 때 표면 복굴절 모드를 나타내는 네마틱 액정층과, 이 액정층에 인접하여 액정을 통해 자신을 향해 진행되는 입사 광을 반사하는 미러 수단과, 미러 수단에 인접하는 유전층 및 이 유전층에 인접하는 반도체층을 포함하는 광 밸브 기판 구조물을 포함하는 능동 구조물과 ; 이 능동 구조물의 양단에, 양의 값과 음의 값 사이에서 변화하고 어떠한 광도 광 밸브 기판 구조물에 입사되지 않을 경우에 액정을 V_P로 바이어스시키기에 충분한 RMS 전압을 갖는 교류 전위를 인가하는 수단을 포함한다.

가장 바람직한 형태의 광 밸브에서, 액정층(16)의 두께는 하이브리드 전계 효과 모드(hybric field effect mode)로 동작하는 MOS 광 밸브의 액정층의 통상적인 두께보다 더 두껍게 만들어진다. 종래의 접근방법에서는, 응답 시간이 두께의 제곱에 역비례한다는 이론 때문에, 스위칭시 빠른 응답 시간을 성취하기 위하여 액정층을 가능한한 얇게 만들어야 했다. 그러나, 액정층의 두께가 감소되면. 밝은 레벨과 어두운 레벨 사이에서 이용가능한 콘트라스트("콘트라스트 비"라 함)가 또한 감소된다. 따라서, 종래의 MOS 액정 광 밸브의 설계자들은 특정용도에 따라 최적의 작은 액정 두께, 전형적으로 약 2-4㎛로 설계하였다.

이미 알려진 바와같이, 액정층은 개선된 테스트 셀의 응답시간은 표면 복굴절 모드로 동작될 수 있다. 이에 관하여는 1989년 1월 응용 물리학 저널 제65권 제2번 527면 내지 532면에 "전이 네마틱 효과를 이용한 고속 액정 변조기(High Speed Liquid-Crystal Modulators Using Transient Nematic Effect)"라는 제목으로 개재된 우 앤드 우(Wu and Wu)의 논문을 참조하시요. 이 모드에서는, 액정층의 표면 근처의 액정 부분만이 인가되는 전압 변화에 능동적으로 응답하며, 액정층의 중앙 부분은 본질적으로 정적인 상태를 유지하여 전압 변화에 대하여 응답하지 않는다.

본 발명에 있어서, 액정층(16)은 표면 복굴절 모드에서 동작된다. 교차형 편광기와 분석기하에서 양호한 콘트라스트 비와 더불어 이러한 모드를 성취하려면, 액정층(16)은 전형적으로 적어도 약 8㎛이고, 바람직하게는 약 10㎛로 충분히 두꺼워야 한다. 액정의 바람직한 두께 범위는 8 내지 약 12㎛이다. 두께가 8㎛ 보다 작게되면, 만족스러울 정도의 양호한 콘트라스트 비와 함께 기입 광세기 변화시키는데 필요한 신속한 응답 시간을 얻을 수 없게 된다. 또한, 두께가 12㎛ 보다 크게 되면, 응답 시간은 두께가 증가함에 따라 서서히 감소하여, 기입 비임에 대한 감도가 떨어지게 된다. 이들 값은 액정의 형태, 광파장 및 다른 파라메터에 따라 다소 변화할 수도 있다. 특정 요건에 대해 만족스러운 동작이 일어나는 두께는 이후에 계속해서 설명되는 방식으로 결정된다.

제2도는 표면 복굴절 모드에서 액정층의 투과된 광 세기 I_{tr}를 액정층의 양단에 인가되는 바이어스 전압 V의 RMS의 함수로서 나타낸 그래프를 도시한 것이다. 그래프에서, RMS바이어스 전압의 함수로서 세기 변화의 주기적인 패턴이 존재하며, 세기 I에서 일련의 최소치가 증가하는 전압 V_1-V_2,…V_{P-1},V_P에서 나타난다. 최대 전압 V_P 이상에서는 전압이 증가하여도, 세기 I의 최소치가 어 이상 나타나지 않으며, 어떤점에서 이 구조물은 액정 브레이크다운에 의해 손상된다.

광 밸브(10)가 동작될 때, 액정층(16)에 인가되는 유효 전압은 인가되는 주기적인 전기적 바이어스 전압과, 기입 비임(20)에 응답하여 기판(18)내에서 발생된 전자/정공 쌍들로 인해 유기된 전압의 합이 된다. 이 주기적 전압은 양의 바이어스 전압(즉, 구조물(18)내의 전자들이 액정층(16)을 향해 이동하게 하는 전압)과 음의 바이어스 전압 사이에서 변하며, 앞서 설명된 RMS 값을 갖는다. 기입 비임 세기로 제로인 경우, 교차형 분석기를 통과하는 반사 비임과 함께 편광된 투사 광을 사용하여 측정된, 투사되는 비임의 세기를 결정하는 광 밸브의 액정의 투과 비임 세기도, 또한, 양호한 콘트라스트 비를 얻기 위해 가능한 제로에 가깝게 해야 한다. 따라서, 바이어스 전압은 최소의 투과 세기 I_{tr}를 생성하는 전압 군 V_1,V_2,…V_{P-1},V_P로부터 선택된다.

본 발명자들은, 광 밸브의 응답 시간이 선택된 바이어스 전압의 레벨에 따라 현저하게 변화한다는 사실을 관찰하였다. 제3도 및 제4도는, 액정이 RMS 전압 V_P로 바이어스되고 기입 광 비임(20)이 시간 t_o에서 일정한 세기로부터 제로의 세기로 급격히 감소된 경우에 반사된 투사 공 비임(22b)의 세기 I_{tr}의 변화를 도시한 것이다. 이러한 현상은 바이어스 전압과, 기입 비임에 의해 유기되는 전압의 합으로부터 제2도에 도시된 바이어스 전압만으로의 급격한 전압 감소에 대응한다. 제2도는 투사 비임의 투과된 세기가 결과적으로 감소될 것으로 예상됨을 나타내고, 제3도 및 제4도는 그 같은 감소가 얼마나 발리 일어나는가를 나타낸다.

제3도는 정상적인 복굴절 모드에서 동작하는 2 내지 4㎛ 두께의 얇은 액정에 대한 결과이고, 제4도는 표면 복굴절 모드에서 동작하는 8 내지 12㎛ 두께의 두꺼운 액정에 대한 결과이다. 이 두 액정 두께에 대한 중요한 차이점은, 얇은 액정에 대한 V_P의 값이 광 밸브내의 두꺼운 액정에 대한 값보다 작다는 것이다.

제3도의 보다 낮은 V_P를 갖는 보다 얇은 액정의 경우, 응답 시간 t_r은 전형적으로 약 10msec 보다 크다. 이 응답 시간은 MOS 액정 광 밸브의 몇몇 응용과 대부분의 광 정보 처리 동작에 대하여는 허용

할 수 없을 정도로 길다.

제4도의 보다 큰 V_P를 갖는 보다 두꺼운 액정의 경우 두가지의 중요한 특징이 관찰되었다. 첫째, 시간의 함수로서의 세기에서, 세기가 최소값으로 급격히 감소하고 다시 잠깐 증가한후 안정 상태인 최소값이 되는 언더슈트(undershoot) 또는 "바운드(bounce)" 효과가 발생된다. 둘째, 응답 시간 t_r이 제3도의 상황과 비교했을 때 약 1msec정도로 현저히 감소되었다. 이 감소된 응답 시간은, 예를들면, 광학 정보 처리기와 같이 보다 긴 응답 시간이 허용될 수 없는 많은 광 밸브계 장치의 동작을 허용가능하게 한다.

본 발명의 가장 바람직한 실시예에서, MOS 반도체 광 밸브의 액정층은 제4도에 도시된 바와같이 향상된 표면 복굴절 모드 동작을 성취할 수 있는 정도로 충분히 두껍게 만들어진다. 이 두께는 현재까지 테스트된 장치에 대해 적어도 약 8㎛이며, 가장 바람직하게는 약 10㎛ 이다. 인가된 RMS 바이어스 전압은 전압대 I_{tr}의 곡선(제2도의 곡선)에서 최소 세기가 나타나는 최대 전압 V_P으로 선택된다.

일반적으로 적용가능한 V_P의 수치 값은, 액정의 형태, 투수 광의 파장 및 다른 파라메타에 따라 좌우되므로 정해질 수 없다. 그럼에도 불구하고, 구조 파라메터와 바이어스 전압을 선택하기 위한 방법이 다음과 같이 확실하게 말할 수 있다. 즉, 1) 실제로 사용되어야 하는 형태의 네마틱 액정 /MOS 광 밸브를 구성한다. 2) 액정을 표면 복굴절 모드에서 동작기키면서 제3도 및 제4도와 관련하여 설명된 형태의 통제된 일련의 조정 테스트를 수행하여, 소정 범위의 액정 두께에 대하여 인가된 바이어스 전압 V_P의 함수로서 투사된 비임 응답 시간을 결정한다. 3) 특정 응용에 대하여, 이러한 조정 관계로부터 요구되는 응답 시간에 대응하는 V_P^*를 판정한다. 4) V_P가 V_P^* 이상이 되는, 전형적으로, 약 8 내지 12㎛의 충분한 두께의 액정을 선택한다.

V_P에 이르기까지 일련의 다른 바이어스 전압 $V_1, V_2, \cdots$(단, V_P는 제외)이 또한 허용가능한 감소된 응답 시간을 제공케 할 수 있다. 이들 허용가능하 바이어스 전압은 전술한 방법으로 결정될 수 있다. 그러나, 현재까지의 연구에서, V_P에 대응하는응답 시간은 그보다 낮은 일련의 바이어스 전압들에 대응하는 응답 시간들보다 훨씬 더 짧은 것으로 관찰되었다. 예를들면, 일련의 테스트에서, V_P에 대한 응답시간은 1msec였고, V_{P-1}에 대한 응답 시간은 13msec 였고, V_{P-2}에 대한 응답 시간은 19msec 였다. 이러한 특정 상황 및 응용의 경우, 바이어스의 전압 V_P만이 유력한 후보로서 생각될 수 있다.

따라서, 사전선택된 값보다 작은 기입 비임의 변화에 대한 응답 시간을 갖는 액정 광 밸브를 제공하고 동작시키는 본 발명에 따른 방법은, 액정이 V_P로 바이어스 되었을때 표면 복굴절 모드를 나타내는 네마틱 액정층으로서, 이 네마틱 액정층은 V_P가 사전선택된 응답시간에 대응하는 전압인 V_P^*이상이 되도록 선택된 네마틱 액정층, 이 액정층에 인접하여 액정을 통해 자신을 향해 진행되는 투사된 광 비임을 반사하는 미러 수단 및, 이 미러 수단에 인접하는 유전층 및 이 유전층에 인접하는 반도체층을 포함하는 광 밸브 기판 구조물을 포함하는 능동 구조물을 제공하는 단계와; 이 능동 구조물 양단간에, 양의 값과 음의 값 사이에서 변화하며 광 밸브 기판 구조물상으로 어떠한 광도 입사되지 않을 때 액정을 V_P로 바이어스 시키기에 충분한 RMS 전압을 갖는 교류 전위를 인가하는 단계를 포함한다.

이와 같이 구성된 MOS 액정 광 밸부는, 앞서 설명된 종래의 MOS 액정 광 밸브와 비교되었을 때, 예상할 수 없을 정도의 짧은 응답 시간을 가지며, 감소된 액정의 두께가 감소된 액정 시간으로 이끈 것으로 생각된다. 이에 관하여는 앞서 언급된 응용 물리학 저널 제57(4)권, 1363면의 Efron et al 등의 논문을 참조하시요.

이와 같은 광활성화된 MOS 액정 광 밸브의 짧은 응답 시간은 물론, 표면 복굴절 모드에서 광활성화되지 않은 액정을 사용하는 테스트 셀에 대한 종래의 동작으로부터 예측되지 않는다. 제5도는, 제4도의 광 밸브와 동일한 두께의 액정으로 동작하는 테스트 셀에 대한 시간이 함수로서의 광 세기의 그래프를 도시한 것이다. 테스트 셀은 대향하는 도전성 투명 피막을 갖는 두 장의 유리와 그 유리 사이에 소정 두께의 액정으로 형성된다. 제5도에 도시된 동작을 행하는 테스트 셀은 광으로 활성화되지 않았으며, 제4도의 광 밸브는 광 활성화되었다. 제5도의 테스트 셀의 응답 시간 t_r은 약 5msec로서, 제4도에 도시된 광활성화된 광 밸브의 응답 시간의 약 5배 정도이다. 광 밸브의 응답시간은 테스트 셀의 응답 시간에 비해 예상할 수 없을 정도로 짧았다.

본 발명의 MOS 액정 광 밸브에 따르면, 양호한 공간적 해상도 및 콘트라스트 비는 물론, 예상할 수 없을 정도로 감소된 응답 시간을 얻을 수 있다. 이들 특징을 도시하기 위해, 제1도의 것과 유사한 MOS 액정 광 밸브가 구성되었다. 액정층은 10㎛ 두께의 상용 네마틱 액정 E7으로 하였다. 능동 구조물의 양단에 인가되는 바이어스 전압은 115㎲ 동안 +30V의 최대 전압을 갖고 85msec 동안 -13V의 최소 전압을 갖는 비대칭펄스로서, 5㎑의 주파수로 인가된다. 기입 광은 발광다이오드에 의해 생성되는 660㎚의 피이크 파장을 갖는 적색 광비임으로 하였다. 일련의 실험에서, 투사 비임은 485㎚, 600㎚ 및 666㎚의 파장으로 변화되었다. 이때, 응답 시간은 제각기 1.0msec, 3.0msec 및 6.4msec로 측정되었다. 이들 응답 시간의 유지하기 위해, 바이어스 전압은 V_P가 파장에 따라 변화하기 때문에, V_P의 RMS 값으로 유지되도록 변화되어야 한다. 전술한 바와같이 결정되는 V_P 전압은 파장이 485㎚일때 약 5.3V, 660㎚일때 4.4V, 그리고, 666㎚일때 3.8V였다. 이러한 식으로 동작시켰을때, 광 밸브의 한계 공간적 해상도는 30라인 쌍/㎚이었고, 콘트라스트 비는 485㎚ 파장의 투사 비임의 경우에 23:1 이었다.

이상 본 발명의 특정 실시예가 예시를 목적으로 상세히 설명되었으나, 본 발명의 사상 및 범주를 벗어나지 않는 범위내에서 각종 변형이 이루어질 수도 있으며, 본 발명은 첨부된 특허 청구 범위에 의

해 제한된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

액정이 V_P로 바이어스 되었을때 표면 복굴절 모드에서 동작가능한 적어도 약 8㎛의 두께를 갖는 네마틱 액정층과, 상기 액정층에 인접하여, 상기 액정을 통해 자신을 향해 진행되는 입사광은 반사하는 미러 수단과, 상기 미러 수단의 상기 액정층의 반대쪽에 형성된 MOS 광 밸브 기판 구조물을 구비한 능동 구조물과 ; 상기 능동 구조물의 양단간에, 양의 값 과 음의값 사이에서 변화하고 상기 광 밸브 기판 구조물상으로 어떠한 광도 입사하지 않을 경우에 상기 액정을 그의 V_P로 바이어스시키기에 충분한 RMS 전압을 갖는 교류 전위를 인가하는 수단을 포함하는 액정 광 밸브.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 액정은, 상기 액정층에 대한 V_P의 값이 요구되는 응답 시간에 대응하는 사전 설정된 전압인 V_P^* 이상으로 충분히 두꺼운 액정 광 밸브.

청구항 3

능동 구조물로서, 표면 복굴절 모드에서 동작가능한 네마틱 액정층, 상기 액정층에 인접하여 상기 액정을 통하애 자신을 향해 진행되는 입사 광을 반사하는 미러 수단 및, 상기 미러 수단에 인접하는 유전층과 상기 유전층에 인접하는 반도체층을 포함하고 기입 광 비임에 반응하는 광 밸브 기판 구조물을 구비하는 능동 구조물과 ; 상기 능동 구조물 양단에, 양의 값과 음의 값 사이에서 변화하며 어떠한 기입 광 비임도 없을 경우에 편광된 광에 대한 상기 액정의 투과율이 최소로 되게 하는 RMS 전위를 갖는 전기적 바이어스 전위를 인가하는 수단을 포함하되, 상기 액정의 두께와 상기 인가되는 바이어스 전위의 조합은, 상기 불연속 기입 광 비임에 대한 상기 액정의 시간 함수로서의 투과율 곡선이 안정 상태로 접근하기 전에 언더슈크를 나타내도록 선택되는 액정 광 밸브.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 액정층은 적어도 약 8㎛의 두께인 액정 광 밸브.

청구항 5

제3항에 있어서, 상기 유전층은 실리콘 산화물이고, 상기 반도체층은 실리콘인 액정 광 밸브.

청구항 6

표면 복굴절 모드에서 동작하는 네마틱 액정층, 상기 액정층에 인접하여, 상기 액정을 통해 자신을 향해 진행되는 입사 광을 반사하는 미러 수단, 상기 미러 수단에 인접하는 유전층과 상기 유전층에 인접하고 입사 기입 광 비임에 응답하여 전류를 생성하는 반도체층을 포함하는 광 밸브 기판 구조물을 구비하는 능동 구조물과 ; 상기 능동 구조물 양단에, 양의 값과 음의 값 사이에서 변화하고 기입 광 비임이 없을 경우 액정의 바이어스다운을 일으키지 않고, 상기 액정의 세기-저압 곡선에서 최소 세기를 생성하는 최고 전압인 RMS 바이어스 전압을 갖는 교류 전위를 인가하는 수단을 포함하는 액정 광 밸브.

청구항 7

액정이 V_P로 바이어스되었을때 표면 복굴절 모드에서 동작가능한 네마틱 액정층, 상기 액정층에 인접하여 상기 액정을 통해 자신을 향해 진행되는 입사 광을 반사하는 미러 수단 및, 상기 미러 수단에 인접하는 유전층과 상기 유전층에 인접하는 반도체층을 포함하는 광 밸브 기판 구조물을 구비하는 능동 구조물을 제공하는 단계와 ; 상기 능동 구조물의 양단에, 양의 값과 음의 값 사이에서 변화하며 상기 광 밸브 기판 구조물상으로 어떠한 광도 입사하지 않을 경우에 상기 액정을 V_P로 바이어스시키기에 충분한 RMS 전압을 갖는 교류 전위를 인가하는 단계를 포함하는 액정 광 밸브 제공 및 동작방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 기판 구조물을 향해 기입 광 비임을 진행시키는 단계를 더 포함하고, 상기 액정층은 적어도 약 8㎛의 두께인 액정 광 밸브 제공 및 동작방법.

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 액정층은 약 8내지 약 12㎛의 두께인 액정 광 밸브 제공 및 동작방법.

청구항 10

제7항에 있어서, 상기 액정층의 두께는, 상기 V_P 값이 사전선택된 응답 시간에 대응하는 전압인 V_P^* 이상이 되도록 선택되는 액정 광 밸브 제공 및 동작방법.

청구항 11

표면 복굴절 모드에서 동작가능한 네마틱 액정층, 상기 액정층에 인접하여 상기 액정을 통해 자신을 향해 진행되는 입사광을 반사하는 미러 수단, 상기 미러 수단에 인접하는 유전층 및 상기 유전층에

인접하는 반도체층을 포함하고 기입 광 비임에 반응하는 광 밸브 기판 구조물을 포함하는 능동 구조물을 갖는 액정 광 밸브를 제공하는 단계와; 상기 능동 구조물의 양단에, 양의 값과 음의 값 사이에서 변화하며, 어떠한 기입 광 비임도 없을때에 교차형 분석기에 의해 분석된 편광된 광에 대한 상기 액정의 최소 투과를 일으키는 RMS 전위인 전기적 바이어스 전위를 인가하는 단계로서, 상기 액정의 두께와 상기 인가되는 전위의 조합은, 불연속 기입 광 비임에 대한 액정의 시간의 함수로서 나타내어진 투과 곡선이 정상 상태로 접근하기 전에 언더슈트를 나타내도록 선택되는 상기 단계와 ; 상기 기입 비임이 변화하는 동안, 투사 비임을 상기 능동 구조물의 액정측을 향해 진행시키는 단계를 포함하는 투사 광 비임 제어방법.

청구항 12

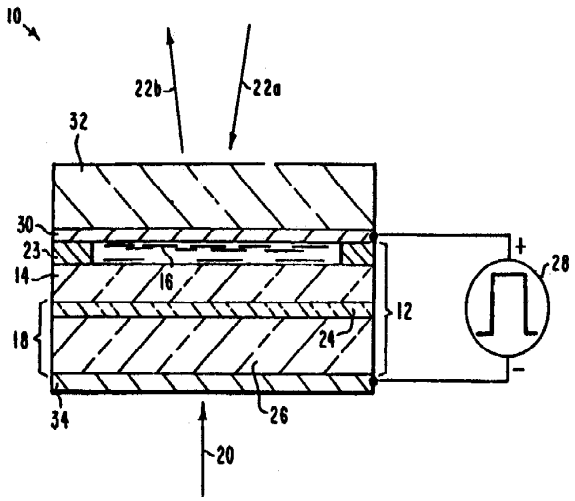
제11항에 있어서, 상기 바이어스 전압의 상기 RMS 전위는 상기 액정의 상기 V_P인 투사 광 비임 제어방법.

청구항 13

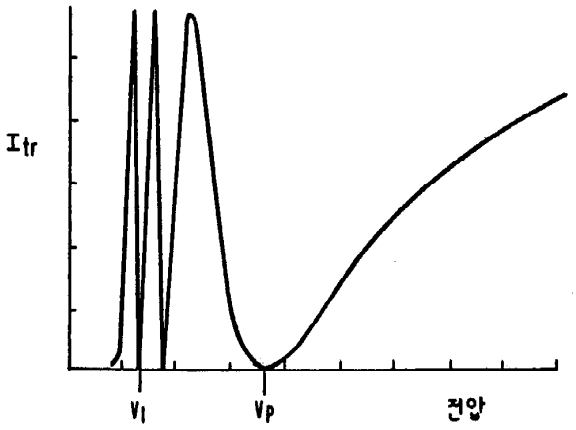
제11항에 있어서, 상기 액정의 두께는 약 8내지 약 12㎛인 투사 광 비임 제어방법.

도면

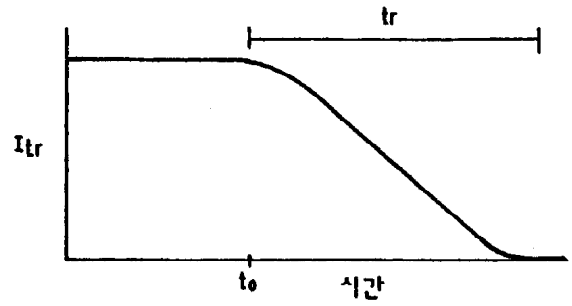
도면1



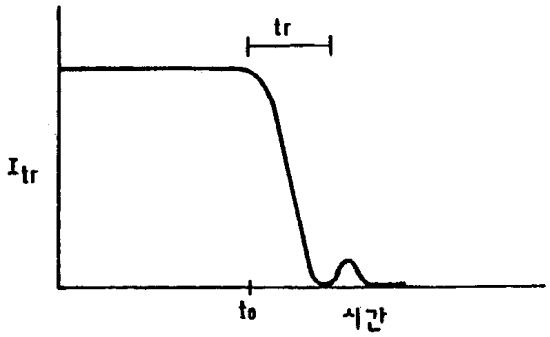
도면2



도면3



도면4



도면5

