



(19) 대한민국특허청(KR)
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년11월29일
 (11) 등록번호 10-1676763
 (24) 등록일자 2016년11월10일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02F 1/31 (2006.01) *G02F 1/29* (2006.01)
H04Q 11/00 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2011-7011688
- (22) 출원일자(국제) 2009년11월13일
 심사청구일자 2014년11월10일
- (85) 번역문제출일자 2011년05월23일
- (65) 공개번호 10-2011-0097780
- (43) 공개일자 2011년08월31일
- (86) 국제출원번호 PCT/GB2009/051536
- (87) 국제공개번호 WO 2010/055350
 국제공개일자 2010년05월20일
- (30) 우선권주장
 0820872.0 2008년11월14일 영국(GB)

(56) 선행기술조사문현

JP2007510957 A*
 JP2005522731 A*
 JP2007523359 A*
 JP11190832 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문현

전체 청구항 수 : 총 11 항

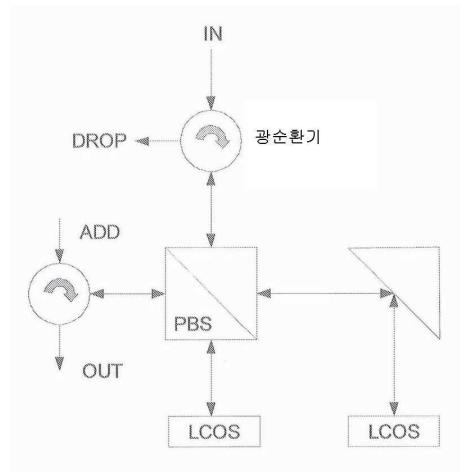
심사관 : 차건숙

(54) 발명의 명칭 광빔 조향

(57) 요 약

본 발명은 광빔 조향에 관한 것이다. 적어도 제 1 편광을 갖는 제 1 부와 제 2 편광을 갖는 제 2 부로 광빔을 분할하도록 배열되고, 상기 제 1 및 제 2 편광은 실질적으로 서로 수직인 분할기와, 상기 제 1 부를 수용하고 상기 제 1 편광에 실질적으로 수직 정렬된 배향기를 갖도록 배열된 제 1 액정 디바이스 영역과, 상기 제 2 부를 수용하고 상기 제 2 편광에 실질적으로 수직 정렬된 배향기를 갖도록 배열된 제 2 액정 디바이스 영역을 구비하는 광빔 조향기기가 기술되어 있다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

레드몬드 모라 미쉘

영국 캠브리지 캠브리지셔 씨비3 0엔더블유 24 손
튼 로드

무어 존 리처드

영국 캠브리지 캠브리지셔 씨비3 7에이제트 바튼
17 킹스 그로브

뉴전트 데이비드

영국 캠브리지 캠브리지셔 씨비3 7제트더블유 칼
테코드 하이필즈 6 도럴 딘

로버트슨 브라이언

영국 캠브리지 캠브리지셔 씨비3 0에프에이 9 제이
제이 톰슨 애비뉴 캠브리지 유니버시티 일렉트리컬
엔지니어링 내

명세서

청구범위

청구항 1

광빔 조향기기로서,

적어도 제1 편광을 갖는 제1 부와 제2 편광을 갖는 제2 부로 광빔을 분할하도록 배열된 분할기;

제1 부를 수용하고 제1 편광에 실질적으로 정렬된 디렉터 배향을 갖도록 배열되고, 제1 조정가능한(tunable) 위상 프로파일을 포함하는 제1 액정 디바이스 영역; 및

제2 부를 수용하고 제2 편광에 실질적으로 정렬된 디렉터 배향을 갖도록 배열되고, 제2 조정가능한 위상 프로파일을 포함하는 제2 액정 디바이스 영역을 포함하고,

상기 제1 및 제2 편광은 실질적으로 서로 수직이며,

상기 제1 및 제2 액정 디바이스 영역은 각각 네마티ック 액정을 포함하며,

상기 조향기기는, 제1 및 제2 액정 디바이스 영역의 평면으로부터 제1 및 제2 액정 디바이스 영역의 디렉터들을 회전시키도록 제1 및 제2 조정가능한 위상 프로파일에 전기장을 인가함으로써 제1 및 제2 조정가능한 위상 프로파일을 제어함에 의해 제1 및 제2 액정 디바이스 영역으로부터의 제1 차수 광의 반사의 각도를 편광-무의존적으로 제어하는 것을 허용하도록 배열되며,

상기 제1 부의 제1 편광에 의해 겪어지는 제1 조정가능한 위상 프로파일은 제2 부의 제2 편광에 의해 겪어지는 제2 조정가능한 위상 프로파일과 실질적으로 동일하고,

상기 제1 및 제2 부는 결합될 때 제1 차수 광의 반사의 각도에 해당하는 적어도 하나의 선택된 출력 포트를 향하게 조향되는 광빔 조향기기.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

제1 및 제2 액정 디바이스 영역은 단일 실리콘 액정 소자(liquid-crystal-on-silicon)에 집적되는 광빔 조향기기.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

적어도 하나의 광개구 광순환기(wide aperture optical circulator)를 더 포함하고, 상기 광순환기는 분할기로 광을 전송하고 분할기로부터 광을 수신하도록 배열되는 광빔 조향기기.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 따른 광빔 조향기기를 포함하는 광 추가 분기 다중화기(optical add drop multiplexer).

청구항 5

광빔 조향기기로서,

적어도 제1 편광을 갖는 제1 부와 제2 편광을 갖는 제2 부로 빔을 분할하도록 배열된 분할기;

제1 디렉터 배향 및 제1 부를 수용하도록 배열된 제1 표면 영역을 갖고, 제1 조정가능한 위상 프로파일을 포함하는 제1 액정 디바이스 영역; 및

제2 디렉터 배향 및 제2 부를 수용하도록 배열된 제2 표면 영역을 갖고, 제2 조정가능한 위상 프로파일을 포함하는 제2 액정 디바이스 영역을 포함하고,

상기 제1 및 제2 편광은 실질적으로 서로 수직이며,

상기 제1 액정 디바이스 영역은, 제1 부의 제1 편광이 제1 표면 영역에 입사할 때 제1 디렉터 배향에 대해 제1 각도에 있도록 배열되고,

상기 제2 액정 디바이스 영역은, 제2 부의 제2 편광이 제2 표면 영역에 입사할 때 제2 디렉터 배향에 대해 제2 각도에 있도록 배열되며,

상기 제1 및 제2 각도 중 하나는 실질적으로 +45도이며, 제1 및 제2 각도 중 다른 하나는 실질적으로 -45도이고,

상기 제1 및 제2 액정 디바이스 영역은 각각 네마티ック 액정을 포함하며,

상기 조향 기기는, 제1 및 제2 액정 디바이스 영역의 평면으로부터 제1 및 제2 액정 디바이스 영역의 디렉터를 회전시키도록 제1 및 제2 조정가능한 위상 프로파일에 전기장을 인가함으로써 제1 및 제2 조정가능한 위상 프로파일을 제어함에 의해 제1 및 제2 액정 디바이스 영역으로부터의 제1 차수 광의 반사의 각도를 편광-무의존적으로 제어하는 것을 허용하도록 배열되고,

상기 제1 부의 제1 편광에 의해 겪어지는 제1 조정가능한 위상 프로파일은 제2 부의 제2 편광에 의해 겪어지는 제2 조정가능한 위상 프로파일과 실질적으로 동일하며,

상기 제1 및 제2 부는 결합될 때 제1 차수 광의 반사의 각도에 해당하는 적어도 하나의 선택된 출력 포트를 향하게 조향되는 광빔 조향기기.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

제1 및 제2 디렉터 배향은 서로 실질적으로 정렬되는 광빔 조향기기.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

제1 및 제2 액정 디바이스 영역은 단일 실리콘 액정 소자에 집적되는 광빔 조향기기.

청구항 8

제 5 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

적어도 하나의 광개구 광순환기(wide aperture optical circulator)를 더 포함하고, 상기 광순환기는 분할기로 광을 전송하고 분할기로부터 광을 수신하도록 배열되는 광빔 조향기기.

청구항 9

광빔 조향방법으로서,

적어도 제1 편광을 갖는 제1 부와 제2 편광을 갖는 제2 부로 빔을 분할하는 단계;

제1 부의 제1 편광이 제1 표면 영역에 입사할 때 제1 디렉터 배향에 대해 제1 각도에 있도록 제1 부를 전송하는 단계; 및

제2 부의 제2 편광이 제2 표면 영역에 입사할 때 제2 디렉터 배향에 대해 제2 각도에 있도록 제2 부를 전송하는 단계를 포함하고,

상기 제1 및 제2 편광은 실질적으로 서로 수직이며,

제1 액정 디바이스 영역은 제1 디렉터 배향과 제1 표면 영역을 갖고, 제1 조정가능한 위상 프로파일을 포함하고,

제2 액정 디바이스 영역은 제2 디렉터 배향과 제2 표면 영역을 갖고, 제2 조정가능한 위상 프로파일을 포함하며,

상기 제1 및 제2 각도는 크기가 실질적으로 서로 동일하고,

상기 제1 및 제2 액정 디바이스 영역은 각각 네마티ック 액정을 포함하며,

상기 광빔 조향방법은, 제1 및 제2 액정 디바이스 영역의 평면으로부터 제1 및 제2 액정 디바이스 영역의 디렉터들을 회전시키도록 제1 및 제2 조정가능한 위상 프로파일에 전기장을 인가함으로써 제1 및 제2 조정가능한 위상 프로파일을 제어함에 의해 제1 및 제2 액정 디바이스 영역으로부터의 제1 차수 광의 반사의 각도를 편광-무의존적으로 제어하는 단계를 포함하며,

상기 제1 부의 제1 편광에 의해 겪어지는 제1 조정가능한 위상 프로파일은 제2 부의 제2 편광에 의해 겪어지는 제2 조정가능한 위상 프로파일과 실질적으로 동일하고,

상기 광빔 조향방법은, 제1 차수 광의 반사의 각도에 해당하는 적어도 하나의 선택된 출력 포트를 향하게 제어되는 광의 반사를 결합하고 조향하는 단계를 더 포함하는 광빔 조향방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

제1 및 제2 각도는 부호가 반대인 광빔 조향방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

제1 및 제2 각도 중 하나는 +45도이고, 제1 및 제2 각도 중 다른 하나는 -45도인 광빔 조향방법.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

발명의 설명**기술 분야**

[0001] 본 발명은 광빔 조향기기, 광빔 조향기기를 구비한 광분기결합 다중화기, 광빔 조향용 액정디바이스, 및 광빔 조향용 액정 디바이스 제조방법에 관한 것이다. 보다 상세하게, 본 발명은 편광 다이버시티(polarity diversity) 로드엠(Reconfigurable OPTICAL ADD-DROP Multiplexer, ROADM)에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전기통신 시스템에서, 장치의 입력부에 들어가는 광은 임의의 가능한 편광상태를 가질 수 있으며 이는 시간 가변적일 수 있다. 이런 광이 장치를 통해 라우팅되면, 외부 포트에서 나타난 광은 입력 편광상태에 의존하지 않는 진폭을 갖는 것이 바람직하다.

[0003] 변조된 신호에 따라 동작하도록 하기 위해, 디바이스 또는 시스템은 바람직하게는 편광을 '우선한다'. 즉, 다른 편광의 빔 경로가 다른 편광의 빔들 간에 상대 편광의 교란없이 동작하도록 매칭된다. 예컨대, 편광에 둔감한 위상변조는 조향 또는 라우팅 출력빔의 강도가 실질적으로 입력빔의 편광상태에 영향받지 않는 것을 보장할 수 있다. 보다 상세하게, 편광에 둔감한 위상변조는 알려진 최소 및/또는 시간 독립적인 삽입 손실(insertion loss)을 제공할 수 있다.

[0004] 광학 디바이스 또는 시스템은 액정(LC)을 사용할 수 있다. 네마틱 또는 강유전성 LC 상태를 나타내는 재료에서 액정 문자는 일반적으로 로드형이다.

[0005] 임의 지점의 이웃에서 이런 LC 문자의 바람직한 배향 방향은 n 으로 표현될 수 있고(무차원 단위벡터), n 및 $-n$ 은 완전히 등가이다. 달리 말하면, LC 디바이스는 액정 재료에서 액정 문자의 바람직한 평균 배향을 나타내는 화살표로 간주될 수 있는 액정 검출기를 갖는다. 화살표의 양방향(180도 이격됨)은 등가이다.

[0006] 강유전성 액정(Sc*) 재료는 실리콘 액정(LCOS, liquid crystal on silicon) 디바이스의 평면에서 주로 스위치 한다. 전기장이 이런 디바이스에 인가되면, 검출기는 디바이스 평면에서 방향을 바꾼다. 2개의 반대 위치 중 하나가 검출기 콘 주위에서 잡히도록 스위치된 픽셀 어레이인 이진수 위상 레벨 0과 pi를 갖는 (소정 조건하의) 어레이를 만든다. 이런 이진수 위상 어레이인 제 1 차수(라우팅) 피크와 원치않는 고개 및 대칭 차수 모두를 포함하는 디바이스 출력면에서 회절 피크를 만들어 전력이 손실되고 전위가 누화된다. 이런 효과를 이용한 디바이스의 손실은 입력 편광상태에 의존하지 않는다. 즉, 편광에 둔감하지만 LC 충두께 및 스위칭 각도에 의존하게 된다.

[0007] LC는 반사층으로 코팅된 실리콘 기판상에 액정 재료를 갖는 실리콘 액정(LCOS) 디바이스에 제공될 수 있다. 이런 반사 기판에 적용된 LC는 광이 반사 또는 차단되도록 제어될 수 있다. 특히, LCOS는 LC로 덮여진 (예를 들면, 알루미늄을 포함하는) 반사코팅과 LC 위에 유리층을 갖는 실리콘 CMOS 칩을 구비할 수 있다.

[0008] 광빔 조향분야는 예컨대, 감소된 삽입 손실 및/또는 편광 무의존성과 같은 향상의 필요성을 계속 제공한다.

[0009] 본 발명의 이해를 위해, 하기의 개시물이 참조된다:

[0010] - "High information-content projection display based on reflective LC-on-silicon light valves", R.L. Melcher, M. Ohhata, K. Enami, J. SID 6/4 (1998) p.253-256).

[0011] - "Semiconductor manufacturing techniques for ferroelectric liquid crystal microdisplays", M. Handschy, Solid State Technology May 2000, 151-161.

[0012] - "The Silicon Backplane Design for an LCOS Polarization-Insensitive Phase Hologram SLM", Moore, J.R.; Collings, N.; Crossland et al.; IEEE Photonics Technology Letters, vol.20, Issue 1, Jan.1, 2008 Page(s):60 - 62.

[0013] - J. Ertel et al "Design and performance of a reconfigurable liquid crystal based optical add/drop multiplexer", JLT 24(4) (2006) pp. 1674-80.

- [0014] - J.M. Roth et al., "Large-aperture wide field of view optical circulators", IEEE PTL 17(10) (2005) pp.2128-30.
- [0015] - US 6, 760, 149 "Compensation of Polarisation Dependent Loss", 8/7/02, Nortel Networks LTD
- [0016] - US 6, 807, 371 "Reconfigurable Add-Drop Multiplexer", 27/11/00, Nortel Networks LTD
- [0017] - US 2003/0161567 "Tunable Wavelength Multiplexer", 28/2/02, Engana PTY LTD
- [0018] - US 2003/0210727 "Narrowband Filter Method and Apparatus", 7/5/02, Engana PTY LTD
- [0019] - US 7,092,599 "Wavelength Manipulation System and Method", 12/11/03, Engana PTY LTD
- [0020] - US 2005/0100277 "Wavelength Manipulation System and Method", 12/11/03, Engana PTY LTD
- [0021] - US 2005/0276537 "Dual-Source Optical Wavelength Processor", 14/6/04, Engana PTY LTD
- [0022] - WO 2006/034533 "Wavelength Selective Reconfigurable Optical Cross-connect", 23/9/05, Engana PTY LTD
- [0023] - WO 2006/047834 "Optical Calibration System and Method", 8/11/04, Engana PTY LTD.
- [0024] - Dynamic digital holographic wavelength filtering; Parker, M.C. Cohen, A.D. Mears, RJ. ; Fujitsu Telecommun. Europe Ltd. Res., Colchester; Journal of Lightwave Technology, Publication Date: Jul 1998, Volume: 16, Issue 7, page(s): 1259-1270
- [0025] - Holographic optical switching: the "ROSES" demonstrator; Crossland, W.A., Manolis, I.G., Redmond, M.M. et al .; Journal of Lightwave Technology, 18 (12). pp. 1845-1854. ISSN 0733-8724
- [0026] - 100-GHz-resolution dynamic holographic channel management for WDM; Cohen, A.D.; Parker, M.C; Mears, RJ. IEEE Photonics Technology Letters, Volume 11, Issue 7, Jul 1999 Page(s):851 – 853
- [0027] - Design and performance of a versatile holographic liquid-crystal wavelength- selective optical switch; Fracasso, B.; de Bougrenet de la Tocnaye, J. L.; Razzak, M.; Uche, C; Journal of Lightwave Technology , Volume 21, Issue 10, Oct. 2003 Page(s): 2405 – 2411
- [0028] - A polymer-dispersed liquid crystal-based dynamic gain equalizer; Barge, M.; Battarel, D.; de la Tocnaye, J.L.B.; Journal of Lightwave Technology, Volume 23, Issue 8, Aug. 2005 Page(s): 2531 – 2541
- [0029] - Reconfigurable free-space optical cores for storage area networks Wilkinson, T.D.; Crossland, B.; Collings, N.; Fan Zhang; Fan, M.; IEEE Communications Magazine, Volume 43, Issue 3, March 2005 Page(s): 93 – 99
- [0030] - Dynamic WDM equalizer using opto-VLSI beam processing; S. Ahderom; M. Raisi; K.E. Alameh; K. Eshraghian; IEEE Photonics Technology Letters, Volume 15, Issue 11, Nov. 2003 Page(s):1603 – 1605
- [0031] - Dynamic holographic spectral equalization for WDM; M.C. Parker; A.D. Cohen; R.J. Mears; IEEE Photonics Technology Letters, Volume 9, Issue 4, April 1997 Page(s):529 – 531
- [0032] - US2002131702 "Combined multiplexer and demultiplexer for optical communication systems ", Morey William W; Chen Ray T; Fluisar Corporation.
- [0033] - US2004136071 "Diffractive optics assembly in an optical signal multiplexer/demultiplexer ", Morey William W; Deng Xuegong; Chen Ray T.
- [0034] - Reflective liquid crystal wavefront corrector used with tilt incidence; Zhaoliang Cao, Quanquan Mu, et al, Applied Optics, Vol. 47, Issue 11, pp. 1785-1789
- [0035] - Design and performance of a reconfigurable liquid-crystal-based optical add/drop multiplexer; Ertel, J.; Helbing, R.; Hoke, C; Landolt, O.; Nishimura, K.; Robrish, P.; Trutna, R.; Journal of Lightwave Technology; Volume 24, Issue 4, April 2006 Page(s): 1674 – 1680
- [0036] - Five-channel surface-normal wavelength-division demultiplexer using substrate- guided waves in conjunction with a polymer-based Littrow hologram, Maggie M. Li, Ray T Chen, Optics Letter, 1/4/95,

Vol. 20, No. 7, p.797

- [0037] - Large-aperture wide field of view optical circulators; Roth, J.M.; Bland, R.E.; Libby, S.I.; IEEE Photonics Technology Letters, Volume 17, Issue 10, Oct. 2005 page(s): 2128 - 2130

발명의 내용

해결하려는 과제

[0038] 본 발명에 따르면, 적어도 제 1 편광을 갖는 제 1 부와 제 2 편광을 갖는 제 2 부로 광빔을 분할하도록 배열되고, 상기 제 1 및 제 2 편광은 실질적으로 서로 수직인 분할기와, 상기 제 1 부를 수용하고 상기 제 1 편광에 실질적으로 수직 정렬된 디렉터 배향(director orientation)을 갖도록 배열된 제 1 액정 디바이스 영역과, 상기 제 2 부를 수용하고 상기 제 2 편광에 실질적으로 수직 정렬된 디렉터 배향을 갖도록 배열된 제 2 액정 디바이스 영역을 구비하는 광빔 조향기기가 제공된다.

과제의 해결手段

[0039] 제 1 및 제 2 액정 디바이스 영역은 하나의 실리콘 액정(liquid-crystal-on-silicon, LCOS) 소자에 접적될 수 있거나, 별개의 LCOS 디바이스내에 제공될 수 있다. 더욱이, 이들 영역들 중 하나는 네마틱 액정을 구비할 수 있다.

[0040] 디바이스/소자의 액정 디바이스 영역은 2 또는 3 이상의 접적영역으로 분할될 수 있고, 이웃 영역들은 서로 수직인 디렉터 배향을 갖는다. 보다 정확하게, 하나의 LCOS 디바이스/소자는 상기 디바이스/소자에 접적되는 복수의 LC 영역들을 구비할 수 있고, 복수의 영역은 제 1 및 제 2 LC 영역들과 적어도 하나의 다른 LC 영역을 구비하며, 각각의 영역은 상기 영역들 중 적어도 하나 영역에 인접하고, 인접한 영역들의 각 쌍의 영역은 서로 수직 디렉터 배향을 갖는다. 예컨대, 상기 영역은 교변하는 디렉터 배향 영역들의 한 줄로 또는 디렉터 배향이 바둑판과 유사한 식으로 교변하는 어레이로서 배열될 수 있다. 인접 영역들은 직접 인접해 있을 수 있다.

[0041] 광빔 조향기기는 적어도 하나의 광개구 광순환기(wide aperture optical circulator)를 더 구비할 수 있고, 상기 광순환기는 광이 상기 분할기로 전송되고 상기 분할기로부터 수신되게 한다.

[0042] 다른 태양으로, 상술한 광빔 조향기기를 구비하는 광분기결합 다중화기가 제공된다. 따라서, 상기 광빔 조향기기는 로드엠(Reconfigurable OPTICAL ADD-DROP Multiplexer, ROADM)과 같은 광분기결합 다중화기(OADM)내에서 실행될 수 있다. (본 명세서에서 OADM에 대한 임의의 기준은 ROADM을 포함한다). 예컨대, ROADM내에서 실행된 본 발명의 실시예의 각 LCOS는 전기 신호로 원격 제어될 수 있다. OADM은 본 발명의 복수의 수단들을 포함해 예컨대 40-80 포트를 갖도록 스케일될 수 있다.

[0043] 본 발명의 제 2 태양에 따르면, 제 1 액정 영역과, 제 2 액정 영역을 구비하고, 상기 제 1 및 제 2 액정 영역은 실질적으로 서로 수직 배향기 배향을 갖는 광빔 조향용 액정 디바이스가 제공된다.

[0044] 이런 디바이스는 특히 빔이 서로 수직 편광으로 분할되는, 예컨대, OADM 또는 시각적 디스플레이 장비에서처럼 광빔 조향과 같은 다양한 애플리케이션에서 편광 무의존적 광빔 처리를 편의상 수행하는 소자를 제공할 수 있다.

[0045] 디바이스의 제 1 및 제 2 영역은 하나의 LCOS에 접적되거나 별개의 각 LCOS 디바이스내에 제공될 수 있다. 더욱이, 이들 영역들 중 하나 또는 모두가 네마틱 액정을 구비할 수 있다.

[0046] 디바이스의 제 1 및 제 2 액정영역 중 적어도 하나는 LCOS상에 재료층을 구비할 수 있고, 상기 층은 디렉터 배향을 결정하기 위한 것이다. 적절한 재료는 실리콘 산화물, 예컨대, SiO₂일 수 있다.

[0047] 복수의 상술한 디바이스들은 어레이로 구현될 수 있다. 달리 말하면, 제 1 및 제 2 액정영역을 각각 갖는 디바이스의 매트릭스 또는 어레이가 하나의 광빔 조향기기내에 제공될 수 있다.

[0048] 본 발명의 제 3 태양에 따르면, 제 1 디렉터 배향을 갖는 제 1 영역과 제 2 디렉터 배향을 갖는 제 2 영역을 갖는 광빔 조향용 액정 디바이스 제조방법으로서, 상기 제 1 디렉터 배향을 갖도록 상기 디바이스의 제 1 액정 영역을 처리하는 단계와, 상기 제 2 디렉터 배향을 갖도록 상기 디바이스의 제 2 액정 영역을 처리하는 단계를 포함하고, 상기 제 1 배향은 상기 디바이스의 제 2 영역의 상기 제 2 디렉터 배향에 실질적으로 서로 수직인 광빔 조향용 액정 디바이스 제조방법이 제공된다.

- [0049] 상기 방법은 상기 제 2 디렉터 배향을 갖도록 상기 디바이스의 제 2 액정영역을 처리하는 제 2 단계를 더 구비할 수 있다. 이 제 2 단계가 필요한지 아닌지는 본래의 LC가 알고 있는 디렉터 배향인지 아닌지에 달릴 수 있다.
- [0050] 상기 제 1 및 제 2 단계 중 하나 또는 모두는 재료층(예컨대, 상술한 바와 같이 SiO_x 또는 SiO₂)의 증착, 러빙(rubbing), 또는 광배향 중 적어도 하나일 수 있다. 예컨대, 증착 후에 러빙 또는 광배향이 잇따를 수 있다. 보다 상세하게, 증착은 기화, 프린팅 또는 스판코팅을 포함할 수 있고, 재료층은 LCOS의 반사코팅의 상단에 증착될 수 있다.
- [0051] 본 발명의 제 4 태양에 따르면, 적어도 제 1 편광을 갖는 제 1 부와 제 2 편광을 갖는 제 2 부로 광빔을 분할하도록 배열되고, 상기 제 1 및 제 2 편광은 실질적으로 서로 수직인 분할기와; 제 1 디렉터 배향과 상기 제 1 부를 수용하도록 배열된 제 1 표면영역을 갖는 제 1 액정 디바이스 영역과; 제 2 디렉터 배향과 상기 제 2 부를 수용하도록 배열된 제 2 표면영역을 갖는 제 2 액정 디바이스 영역을 구비하고, 상기 제 1 액정 디바이스 영역은 상기 제 1 부의 편광이 상기 제 1 표면영역에 입사시 상기 제 1 디렉터 배향에 대해 제 1 각도이도록 배열되고, 상기 제 2 액정 디바이스 영역은 상기 제 2 부의 편광이 상기 제 2 표면영역에 입사시 상기 제 2 디렉터 배향에 대해 제 2 각도이도록 배열되며, 상기 제 1 및 제 2 각도 중 하나는 실질적으로 +45도이고 상기 각도 중 다른 하나는 실질적으로 -45도인 광빔 조향기기가 제공된다.
- [0052] 따라서, 예컨대, 빔은 단일 디렉터 배향을 갖는 하나의 LCOS에 평행하게 입사되는 2개의 서로 수직한 부분들로 분할될 수 있다. 디렉터 배향에 평행하고 디바이스 면에 수직한 면은 이들 부들이 LCOS에 입사할 때 서로 수직한 빔 부에 의해 정의된 실질적으로 90도 각도로 분할할 수 있다. 2개 입사빔 중 어느 하나가 겪는 유효 굴절률은 빔의 (편광상태에 의해 결정되는) 전기장 벡터의 상대 배향 및 디바이스내 정렬된 LC 재료의 광굴절률에 따른다. LCOS 디바이스의 면으로 디렉터의 투사는 제 1 입사빔부의 편광으로부터 +45도일 수 있고, LCOS 디바이스의 면으로 디렉터의 투사는 제 2 입사빔부의 편광으로부터 -45도일 수 있다.
- [0053] 따라서, 실시예는 제 1 및 제 2 각 중 하나가 실질적으로 +45도이고, 상기 각 중 다른 하나는 실질적으로 -45도이도록 배열될 수 있다. 또한, 각도는 크기가 같은 것이 이점적인 반면, 이 크기는 이런 각도가 삽입 손실을 최소로 할 수 있더라도 정확히 45도이어야 할 필요는 없다.
- [0054] 제 4 태양에 따른 기기의 제 1 및 제 2 액정영역 배향은 네마틱 액정을 구비할 수 있다. 따라서, LC 디바이스의 면 밖으로 스위칭과 같은 네마틱 LC의 특징은 아날로그 위상 제어 및 저하된 삽입 손실을 허용하도록 이용될 수 있다.
- [0055] 더욱이, 이들 영역의 제 1 및 제 2 디렉터 배향이 실질적으로 서로 정렬될 수 있다. 이는 특히, 예컨대, 제 1 및 제 2 액정영역이 하나의 LCOS에 접적되는 경우이다.
- [0056] 제 4 태양의 기기는 분할기로 광을 전송하고 분할기로부터 광을 수신하도록 배열된 적어도 하나의 광개구 광순환기를 더 구비할 수 있다. 이는 기기가 파장분할다중화기(WDM) 시스템에서 복수의 (예컨대, 80) 파장 포트에 해당하는 고밀도의 광빔 조향 요소들을 갖는 스케일 디바이스에 사용되는 경우 특히 이점적일 수 있다.
- [0057] 본 발명의 제 5 태양에 따르면, 적어도 제 1 편광을 갖는 제 1 부와 제 2 편광을 갖는 제 2 부로 광빔을 분할하는 단계와, 상기 제 1 부의 편광이 제 1 표면영역에 입사시 제 1 디렉터 배향에 대해 제 1 각도이도록 상기 제 1 부를 전송하는 단계와, 상기 제 2 부의 편광이 제 2 표면영역에 입사시 제 2 디렉터 배향에 대해 제 2 각도이도록 상기 제 2 부를 전송하는 단계를 포함하고, 상기 제 1 및 제 2 편광은 실질적으로 서로 수직이며, 제 1 액정 디바이스 영역은 상기 제 1 디렉터 배향과 상기 제 1 표면영역을 갖고, 제 2 액정 디바이스 영역은 상기 제 2 디렉터 배향과 상기 제 2 표면영역을 가지며, 상기 제 1 및 제 2 각도는 실질적으로 크기가 서로 같은 광빔 조향방법이 제공된다.
- [0058] 제 5 태양에서, 제 1 및 제 2 각도는 부호가 반대일 수 있다. 보다 구체적으로, 제 1 및 제 2 각도 중 하나는 실질적으로 +45도일 수 있는 반면, 다른 각도는 실질적으로 -45이다.
- [0059] 다른 태양에 따르면, 본 발명은 상술한 기기와 디바이스 각각에 해당하는 방법, 상술한 방법에 따라 만들어진 기기, 및 상기 기기 또는 디바이스를 구비하거나 상기 방법을 이용해 실행되는 시스템을 제공한다.
- [0060] 바람직한 실시예들은 하기의 특허청구범위에 정의되어 있다.

발명의 효과

[0061] 본 발명의 내용에 포함됨.

도면의 간단한 설명

- [0062] 본 발명의 더 나은 이해와 어떻게 동일함이 달성될 수 있는지를 나타내기 위해 예로써 첨부도면을 참조한다:
- 도 1은 2개의 LCOS 접근을 이용한 제 1 실시예를 도시한 것이다.
 - 도 2는 하나의 LCOS 접근을 이용한 제 2 실시예를 도시한 것이다.
 - 도 3은 하나의 LCOS가 수직 방향 배향의 2개 영역으로 분할된 제 3 실시예를 도시한 것이다.
 - 도 4는 하나의 LCOS가 전체적으로 동일 방향 배향을 갖는 제 4 실시예를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0063] 본 명세서에 기술된 실시예는 광빔 조향에 적합하다. 이런 조향은 예컨대 광분기결합 다중화기에서와 같이 선택적 파장 스위칭을 포함할 수 있다.
- [0064] 본 발명의 임의의 실시예의 어떤 실행에서 임의의 광빔의 편광은 뾰앙카레 구면(Poincare Sphere) 상의 임의 지점에 있을 수 있고, 예컨대, 선형 또는 원형일 수 있다.
- [0065] 후술된 실시예들 중 어느 하나로, 입력광은 편광빔분할기(PBS)를 2개의 서로 수직 성분들로 분할될 수 있고, 그런 후 상기 광은 스위칭이 성분에 수행될 때까지 공간에서 분리된 경로를 취한다. 달리 말하면, 성분은 스위칭 전에 재결합될 수 없다. 일반적으로, 입력 편광상태가 무엇이든지 간에, 2개의 수직 선평광 상태로 항상 나타낼 수 있기 때문에, 이런 식으로 2개의 성분들로 입사광을 분리함으로써 이론적 손실이 전혀 없음을 의미할 수 있다. 입사빔의 편광이 변하면, 이는 간단히 2개의 입사빔간에 다른 비율로 광을 결합할 수 있다. 즉, 하나의 빔 손실은 다른 빔의 이득이다. 양 빔이 (위상변조가 빔을 출력 포트로 보낼 수 있는) 동일한 위상 변조를 보이면, 디바이스는 편광 무의존적일 수 있다. 따라서, 본 명세서에 기술된 실시예들 중 어느 하나는 편광 무의존 위상 변조 방법을 제공할 수 있다.
- [0066] 본 발명의 실시예에서, 편광 무의존성(polarisation insensitivity)은 다음에 의해 항상될 수 있다:
- (a) 동일 디바이스의 2개의 다른 영역내에 또는 두 디바이스들 간에 (편광방향이라기보다는) 방향을 회전시켜 양 광빔이 동일한 굴절률 프로파일을 만난다. 따라서, LCOS는 실질적으로 수직방향 배향의 2개 영역으로 분할될 수 있다. 이는 SiO_x(예컨대, SiO₂)와 같은 재료층을 증착함으로써 달성될 수 있고, 상기 증착 후에 예컨대 러빙(rubbing) 또는 광배향 기술이 잇따를 수 있다. 증착은 기호, 프린팅, 또는 스판코팅을 포함할 수 있다. 재료층은 LCOS 반사코팅의 상단에 증착될 수 있다.
- (b) 편광상태가 디렉터에 대해 (예컨대, 실질적으로 45도; 상기 각도는 부호가 반대일 수 있음) 동일한 0이 아닌 각도를 형성하도록 2개의 구성부품들이 배향되어 있다. 예컨대, 2개의 영역으로 분할되나 전체적으로 동일한 디렉터 배향을 갖는 LCOS가 제공된다. 2개 영역들은 하나의 LCOS 또는 별개의 각 LCOS내에 제공될 수 있다. 2개 입력 편광상태의 방향은 실질적으로 45도 각도로 디렉터의 일측에 입사하도록 고정될 수 있다.
- [0069] 단일 LCOS 접근은 스케일 디바이스, 예컨대 40-80 포트를 갖는, 가령, OADM에서 비용을 줄일 수 있다.
- [0070] 더 많은 위상레벨들이 이용가능한 경우 원치않는 질서, 손실 및 누화가 줄어들 수 있다. 그러나, 이는 디바이스 면에서 스위치하는 LC 재료를 이용해서는 달성하기가 어렵다. 디렉터가 디바이스에 기울어진 경우 다른 위상레벨들이 가능하다. 이런 경우, 편광 무의존 위상변조가 보장될 수 없고 편광 무의존성 동작을 보장하기 위해 단계들이 취해질 필요가 있을 수 있다. 한가지 아이디어는 1/4 파장 플레이트를 도입하는 것일 수 있다. 특히 이 점적으로, 본 명세서에 기술된 실시예들 중 어느 하나에 따른 본 발명은 네마틱 액정을 사용한다.
- [0071] 네마틱 액정(LC) 재료는 LC 디바이스의 평면 밖으로 스위치될 수 있다. 따라서, 이런 네마틱 LC의 디렉터가 빔의 편광으로 정렬되지 않을 경우, 상기 빔은 LC($n \perp$)의 통상적인 굴절률을 겪는다. 이는 예컨대 위상 프로파일이 디바이스에 기록되게 할 수 있다.
- [0072] 그러나, 네마틱 LC는 일반적으로 선택적 비등방성(대개 단축)이므로, 입사광선의 전기장 벡터가 겪는 굴절률은 광축에 대해 전기장 벡터 배향에 따라 수 있다. 이런 경우, LC 디바이스는 편광 무의존적이 아니다. 따라서, 편광 무의존성을 보장하는 방법을 이용하는 것이 바람직할 수 있다. 입사빔의 편광상태는 모두가 동일한 굴절률을

격도록 (바람직하게는 최대 위상깊이를 보장하기 위해 $n \parallel$) (' \parallel '은 디렉터에 평행임을 나타냄) 제어될 수 있다.

[0073] 본 발명의 제 1 실시예는 2개의 LCOS 접근 방법, 예컨대, LCOS 영역을 각각 갖는 2개 디바이스들 간에 디렉터를 회전시켜 양 광빔이 상기 (a)에서와 동일한 굴절률 프로파일을 겪게 하는 접근 방법을 이용한다. 이런 실시예가 도 1에 도시되어 있다.

[0074] 제 1 실시예(또는 본 발명의 임의의 다른 실시예)의 LC 영역 중 어느 하나 또는 모두에서 디렉터 회전은 중착 (예컨대, 기화)에 의해 달성될 수 있고, 그 후 러빙 정렬 및/또는 광배향이 잇따를 수 있다. 이를 기술 중 어느 하나는 제조를 쉽게할 수 있다. 특히, 중착은 기화, 프린팅 또는 스판코팅을 포함할 수 있다.

[0075] 도 1에 또한 도시된 바와 같이, 파장 분할은 스위치 이전에 수행될 수 있다. 입력광은 수직 편광상태의 2개 빔으로 분할될 수 있다. 각 빔은 자신의 LCOS 디바이스로 보내진다. LCOS 디바이스는 실질적으로 서로 수직정렬 방향을 갖는다. LCOS내 광의 편광 배향상태와 정렬방향은 실질적으로 각 LCOS에 평행하도록 선택되므로 양 빔은 실질적으로 디스플레이되는 위상변조패턴의 충분한 깊이를 '겪게 된다'. 양 편광이 실질적으로 동일한 위상 프로파일을 겪으면, 디바이스는 편광 무의존적일 수 있다.

[0076] 입력빔이 수직 편광상태의 2개 빔으로 분할되지 않으면, 디바이스내 정수의 1/4 파장 플레이트(일반적으로, 복 굴절 결정)를 이용하는 것이 반사시 입력빔의 편광상태를 회전시키는데 필요할 수 있다. 이는 모든 편광상태가 동일한 순 굴절률 프로파일과 이에 따라 디바이스 통과시 위상지연에 직면하는 것을 보장하는데 필요할 수 있다. 이런 플레이트는 디바이스 응답시간 또는 해상도에 제한을 야기할 수 있다. 따라서, 제 1 실시예는 편광 무의존성을 보장하기 위해 1/4 파장 플레이트를 이용하지 않고도 LC층에 가해질 수 있는 이용가능한 전기장을 증가시킬 수 있다. 이런 플레이트는 디바이스 응답시간 또는 해상도에 제한을 또한 야기할 수 있다.

[0077] 특히, (예컨대, 실리콘 CMOS 핵심, LC 및 유리를 포함한) LCOS 구조내 1/4 파장 플레이트의 삽입은 상기 플레이트가 핵심 위에 직접 제공되는 것이 필요할 수 있다. 이는 LC로의 전압을 저하시키는 플레이트 양단에 전압강하 및/또는 전기장 확산과 같은 부작용을 가질 수 있다.

[0078] 도 1과 같은 실시예는 광개구 광순환기(wide aperture optical circulator)를 더 이용할 수 있다. 본 발명의 실시예의 임의의 PBS에 대한 손실이 방지될 수 있기 때문에, 복수의 채널로부터 파장들이 분할되는 광개구 광순환기가 이점적일 수 있다.

[0079] 적절한 순환기는 엠. 로스 등(M. Roth et al.)의 논문 "Large-aperture wide field of view optical circulators", M. Roth et al., IEEE PTL 17(10) (2005) pp.2128-30에 기술된 것일 수 있다. 상기 논문의 초록에 따르면, $1.55\mu\text{m}$ 의 큰 개구 방향성 빔 분리를 위한 자유공간 광순환기가 기술되어 있다. 디바이스는 무자성 패러데이 회전자(magnetless Faraday rotator)와 폴리머의 진정한 0차수 파장 플레이트를 이용해 100 W/cm^2 까지 고출력을 처리하는 11mm 간극 개구와 $\pm 10^\circ$ 시계(視界)를 가능하게 한다. 본 발명의 실시예에 사용될 수 있는 광개구 광순환기의 보다 더 완전한 설명을 위해 상기 논문 전체를 참조하라.

[0080] 상기 실시예는 2개의 LC 영역을 갖도록 처리된 단일의 LCOS를 이용해 동일하게 구현될 수 있다. 마찬가지로, 도 2 내지 도 4에 도시된 바와 같이 본 발명의 다른 실시예에서, 단일 또는 다수의 LCOS 접근이 이용될 수 있다.

[0081] 예컨대, 도 2에 도시된 바와 같은 제 2 실시예는 단일 LCOS 접근을 이용한다. 이 경우, LCOS는 수직 디렉터 배향을 갖는 2개 영역으로 분할될 수 있거나, LCOS가 전체적으로 같은 배향을 가질 수 있지만 2개 입사 편광상태의 배향들이, 예컨대, 각각이 동일한 0이 아닌 각도(가령, 45° 각도)로 디렉터의 일측에 입사하도록 회전된다.

[0082] 도 1 및 도 2는 (2개 LCOS 디바이스 또는 수직 배열된 LC 디렉터들을 갖는 2개의 별개의 영역들을 갖는 단일의 LCOS 디바이스 중 어느 하나로서) 수직으로 배열된 LC 디렉터를 갖는 액정 디바이스를 이용한 편광 무의존성 빔 조향 시스템을 구현하는 2가지 가능한 방법을 나타내고 있다. 수직 배열된 LC 디렉터를 이용하는 아이디어는 일반적으로 블레이즈 위상 프로파일에 대해 본 명세서에 후술되어 있듯이 블레이즈 그레이팅(blazed gratings)과 같은 위상변조를 이용한 임의의 액정 디바이스에 적용될 수 있다.

[0083] 도 3에 도시된 바와 같은 제 3 실시예에서, 수직 편광은 다른 영역, 예컨대, 단일 LCOS 디바이스의 절반으로 보내진다. 상기 디바이스는 영역의 LC 디렉터들에 대해 실질적으로 서로 수직 정렬을 갖도록 처리되었다.

[0084] 예컨대, 입력광의 위상은 아래와 같은 식으로 도 3의 실시예에 의해 변경될 수 있다.

(1) 입력 광섬유 포트는 이미지 광학기를 통해 광을 지향시켜 평면 위상 프론트를 형성한다.

(2) 이 위상 프론트는 편광 빔분할기를 통해 서로 수직 편광상태의 2개 빔으로 양분된다.

- [0087] (3) 상기 빔은 LCOS 디바이스의 다른 영역들로 보내진다. LCOS 디바이스는 균일하게 정렬된 네마틱 LC 재료를 포함한다.
- [0088] (4) LCOS 디바이스는 동일한 치수의 2개 다른 영역들로 양분된다. 이 2개 영역에 도입된 정렬 처리는 LC 디렉터가 서로 수직임을 보장하도록 작동한다. 즉, 영역(1)의 디렉터는 영역(2)의 디렉터에 수직이다. 이는 예컨대 적절한 마스킹과 함께 기화 SiOx(예컨대, SiO₂)를 이용해 달성될 수 있다.
- [0089] (5) LCOS에 입사한 2개 빔의 편광상태는 서로 수직이고 LCOS 디바이스의 적절한 절반부에 보내져 각각이 동일한 위상 프로파일을 겪을 수 있다(도 2 참조). 이런 식으로, 양 빔은 어드레스 전기장의 작용하에서 회전 LC 디렉터의 전체 전위 위상변조 깊이를 겪을 수 있다.
- [0090] (6) 양 편광이 동일한 위상 프로파일을 겪으면, 디바이스는 편광 무의존적일 수 있다.
- [0091] (7) LCOS 위상 프로파일은 가장 간단하게는 회절격자 형태를 또는 가장 복잡하게는 홀로그래픽 어레이의 형태를 취한다. 이 위상 프로파일은 광을 선택된 출력포트로 조향시키는데 사용되거나, 하나 이상의 출력포트들 사이에 광을 분할시키는데 사용된다.
- [0092] (8) LCOS 디바이스는 위상 프로파일을 이용해 적절한 출력포트로 광을 편향시킨다.
- [0093] (9) 그 때, 빔은 2개 편광상태가 재결합되는 출력포트에 도달한다.
- [0094] 도 4에 도시된 바와 같은 제 4 실시예에서, 광은 2개의 실질적으로 서로 수직한 편광상태(P1,P2)로 분할될 수 있고 이들 상태는 가령 상기 (b)에 기술된 바와 같이 실질적으로 45도의 각도로 재료를 입사하도록 정렬될 수 있다. 2개 성분의 편광상태는 액정 디렉터에 대해 (부호가 반대이나) 동일한 각도로 놓여있다면, 각 전기장 벡터는 동일한 전위 위상변조 깊이를 겪을 수 있다. 특히, 2개의 서로 수직 입사 편광상태들 모두에 대해, 이 기술은 입사면으로 디렉터의 투사에 평행한 전기장 벡터의 성분만이 실제 위상 프로파일을 겪게 할 수 있다. 이런 실시예는, 예컨대, 3dB의 고정 손실 페널티를 가질 수 있다.
- [0095] 따라서, 제 4 실시예에서, 2개 빔의 편광상태는 이점적으로 서로 수직이며 액정 디렉터에 대해 실질적으로 45도의 각도로 놓여 있고, 상기 각도는 서로 부호가 반대이다. 이런 실시예는 디바이스가 편광 무의존성이게 할 수 있다.
- [0096] 제 4 실시예에서, 분할기는 적어도 제 1 편광을 갖는 제 1 부와 제 2 편광을 갖는 제 2 부로 빔을 분할시킬 수 있으며, 제 1 및 제 2 편광은 서로 수직이다. 제 1 디렉터 배향을 갖는 제 1 액정 디바이스 영역은 제 1 부를 수용할 수 있고, 마찬가지로, 제 2 디렉터 배향을 갖는 제 2 액정 디바이스 영역은 제 2 부를 수용할 수 있다. 특히, 제 1 및 제 2 디렉터 배향은 실질적으로 정렬될 수 있다. 더욱이, 제 1 편광은 상기 디렉터 배향에 대해 실질적으로 정렬된 면에 제 1 각도로 있을 수 있고, 제 2 편광은 상기 면에 제 2 각도로 있을 수 있다. 이런 경우, 제 1 및 제 2 각도는 실질적으로 같고 부호가 반대이다. 예컨대, 각도 중 하나는 실질적으로 +45도이고 다른 하나는 -45도이다.
- [0097] 따라서, 상기 제 1 및 제 2 디렉터 배향에 실질적으로 정렬된 면은 제 1 및 제 2 빔 부에 의해 정의된 내포각을 양분해 각각의 이들 부분에 부호가 반대이긴 하지만 동일한 각도로 확장될 수 있다.
- [0098] 특히, 입력광의 위상은 하기의 방식으로 도 4에 도시된 제 4 실시예에 의해 변형될 수 있다:
- [0099] (1) 입력 광섬유 포트는 이미지 광학기를 통해 광을 지향시켜 평면 위상 프론트를 형성한다.
- [0100] (2) 이 위상 프론트는 편광 빔분할기를 통해 서로 수직 편광상태의 2개 빔으로 양분된다.
- [0101] (3) 상기 빔은 LCOS 디바이스의 다른 영역들로 보내진다. LCOS 디바이스는 전체적으로 하나의 디렉터 배향과 함께 균일하게 정렬된 네마틱 LC 재료를 포함한다. LCOS 디바이스는 동일한 동일한 치수의 2개 다른 영역들로 양분된다.
- [0102] (4) LCOS 디바이스내 액정 디렉터의 배향과 편광빔 분할기로부터 나온 2개의 수직한 편광상태의 배향은 서로에 대해 고정되어 있어 양 편광상태의 전기장 벡터가 광학축에 대해 같은 각도, 즉, 45도를 이루게 한다.
- [0103] (5) 이런 식으로, 양 빔은 어드레스 전기장의 작용하에서 회전 LC 디렉터의 동일한 유효 굴절률과 동일한 위상변조 깊이를 겪는다.
- [0104] (6) 양 편광이 동일한 위상 프로파일을 '겪기' 때문에, 디바이스는 디바이스는 편광 무의존적일 수 있다.(그러

나, 이 기술은 후술된 바와 같이 고정된 3dB 손실 페널티를 갖는다)

[0105] (7) LCOS 위상 프로파일은 가장 간단하게는 회절격자 형태를 또는 가장 복잡하게는 홀로그래픽 어레이의 형태를 취한다. 이 위상 프로파일은 광을 선택된 출력포트로 조향시키는데 사용되거나, 하나 이상의 출력포트들 사이에 광을 분할시키는데 사용된다.

[0106] (8) 그 때, 빔은 2개 편광상태가 재결합되는 출력포트에 도달한다.

[0107] 제 1 실시예에 관하여 상술한 바와 같이, 제 2 내지 제 4 실시예도 마찬가지로 편광 무의존성을 보장하기 위해 1/4 파장 플레이트가 필요치 않을 수 있고 따라서, 네마틱 디바이스의 속도 및 해상도가 최적으로 유지될 수 있다. 단지 하나의 LCOS가 사용되는 경우, 2개의 LCOS 접근에 비해 비용이 줄어들 수 있다. 더욱이, 광손실도 낮아질 수 있다.

[0108] 또한 마찬가지로, 제 2 내지 제 4 실시예에서, 제조를 더 쉽게 하기 위해 러빙 정렬, 증착 및/또는 광배향이 사용될 수 있다.

[0109] 본 발명의 어떤 실시예의 임의의 남아 있는 손실 페널티는 증폭기의 사용으로 보상될 수 있다. 대안으로, 임의의 광손실은 파장을 빼고, 다른 용도로 신호를 감시하는데 사용될 수 있다.

[0110] 본 명세서에 기술된 실시예들 중 어느 하나에서 편광의 우선을 더 향상하기 위해, 분할된 빔 중 하나 또는 모두의 경로에 더 많은 소자들 중 하나가 추가될 수 있고, 상기 소자들은 경로 길이가 광학적으로 매칭되는 것을 보장하는 적절한 형태(예컨대, 직사각형)를 갖는다.

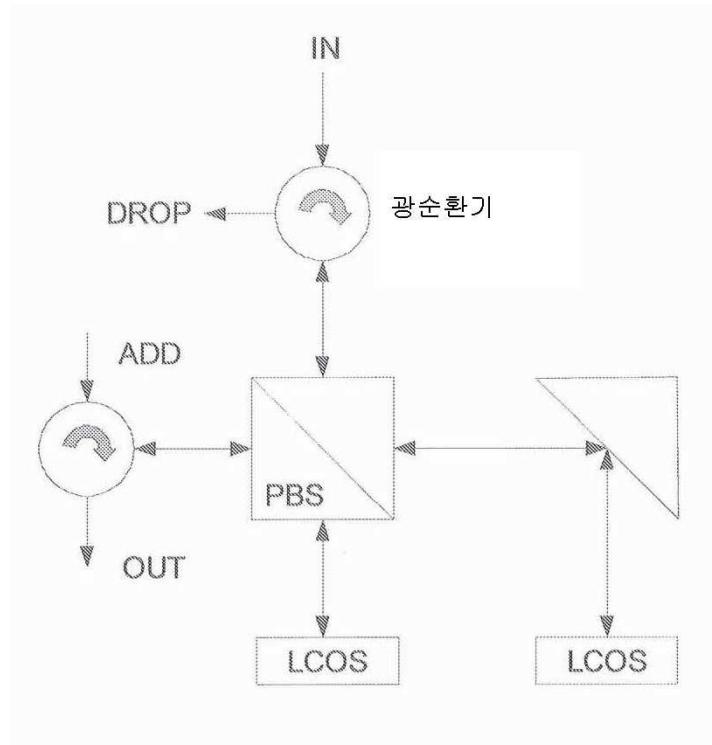
[0111] 더욱이, 상술한 실시예들 중 어느 하나에서, 빔분할기(예컨대, PBS) 및 LCOS 소자(들) 사이에 물리적 이격이 전혀 없을 수 있다.

[0112] 상술한 실시예들 중 어느 하나는 로드엠(Reconfigurable OPTICAL ADD-DROP Multiplexer, ROADM)과 같은 광분기 결합 다중화기(OADM)내에서 실행될 수 있다. 이런 OADM은 각각의 복수의 입출력 포트, 예컨대, 40, 60 또는 80에서 본 발명의 실시예를 구현하도록 스케일될 수 있다.

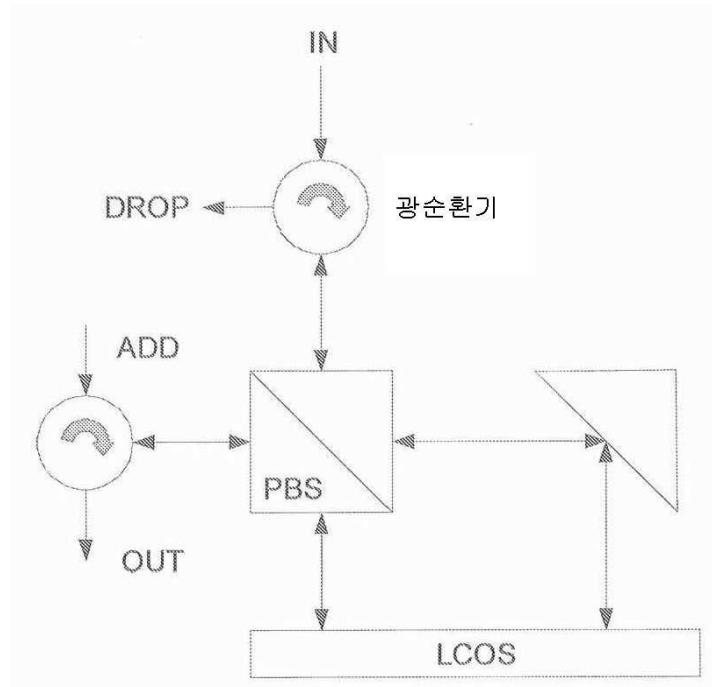
[0113] 다른 많은 유효한 대안들이 당업자에 발생할 수 있는 것은 전혀 의심의 여지가 없다. 본 발명은 상술한 실시예에 국한되지 않으며 기술사상과 첨부된 특허청구범위에 있는 당업자에 명백한 변형들을 포함하는 것이 이해된다.

도면

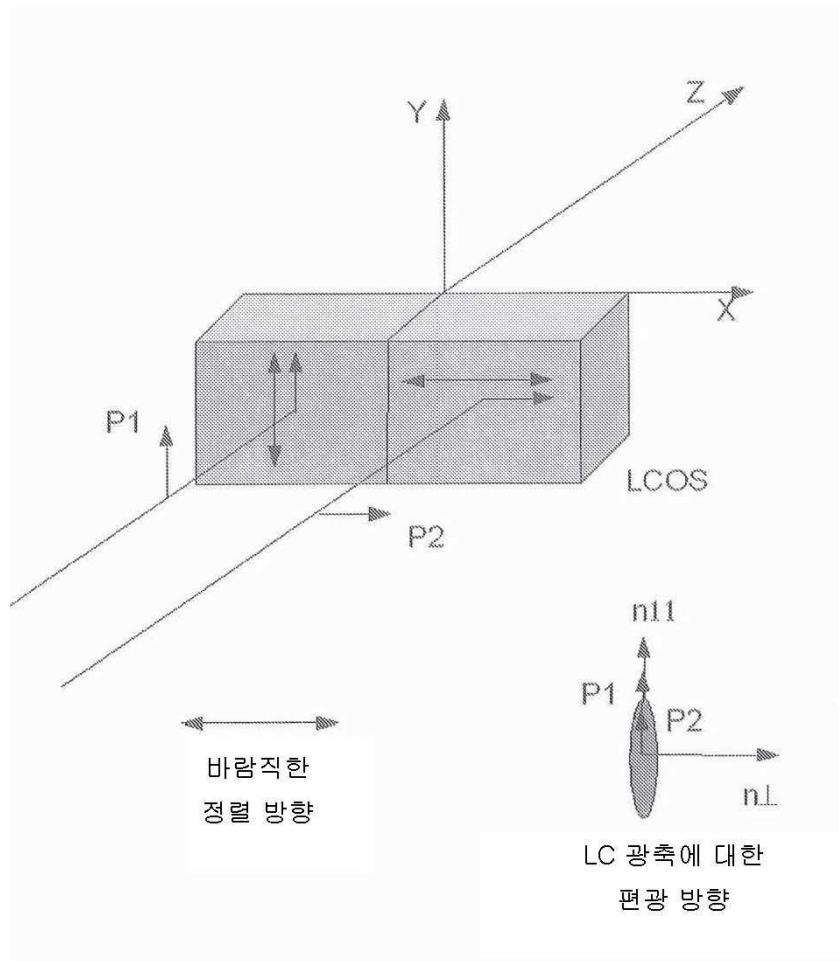
도면1



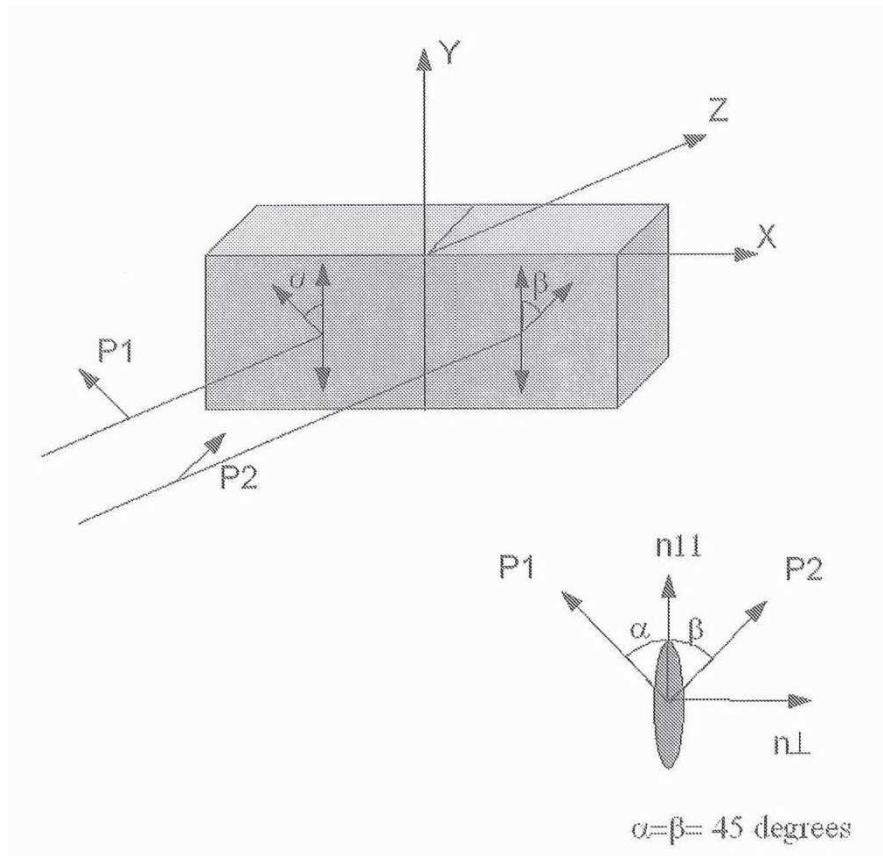
도면2



도면3



도면4



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 9

【변경전】

상기 제2 액정 디바이스 영역은 제2 디렉터 배향과 제2 표면 영역을 갖고

【변경후】

제2 액정 디바이스 영역은 제2 디렉터 배향과 제2 표면 영역을 갖고

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 9

【변경전】

상기 제1 액정 디바이스 영역은 제1 디렉터 배향과 제1 표면 영역을 갖고

【변경후】

제1 액정 디바이스 영역은 제1 디렉터 배향과 제1 표면 영역을 갖고