Wire Grid Polarizer 의 형상변수가 편광성능에 미치는 영향

Effect of the Shape Parameter in Wire Grid Polarizer Concerning Polarization Performance

*김승기 [1], 김병욱 [1], #강신일 [2]

*S. Kim[1], B. Kim[1], #S. Kang(snlkang@yonsei.ac.kr)[2]

[1]연세대학교 대학원 기계공학과, [2]연세대학교 기계공학부

Key words : Wire grid polarizer, Subwavelength grating, Reflective polarizer

1. 서론

Liquid Crystral Display(L C D)는 Liquid Crystal(LC)에서 빛을 컨트롤 하기 위해 한쪽으로 편광된 빛을 사용하기 때문에 편광판으로 인한 손실이 크다. 또한 LCD 는 적층구조의 사용으로 광 효율이 떨어지므로, 충분한 성능을 발휘하기 위해서는 많은 수의 광원이 요구된다. 이는 제조 단가의 상승을 야기 시키므로 LCD 에서의 광 효율 향상은 커다란 이슈이다. LCD 에서의 주요 휘도향상 기술로는 백라이트 유닛과 패널사이에 반사형 편광 타입 휘도 향상 소자를 추가하여 휘도를 향상시킨다. Wire Grid Polarizer(WGP)는 LCD 에서 사용하는 대표적인 반사형 편광소자 중 하나이다. WGP 는 투명한 기판위에 주기적으로 전도성 와이어가 형성되어 있으며 와이어의 길이 방향과 평행한 방향의 편광성분(TE 편광)은 반사시키며 길이방향에 수직인 편광성분(TM 편광)은 선택적으로 투과시키는 성질이 있다. WGP 에서 편광성능이 좋을 수록 더 많은 빛을 재이용할 수 있기 때문에 뛰어난 성능을 가지는 WGP 의 설계가 요구된다.[1,2]

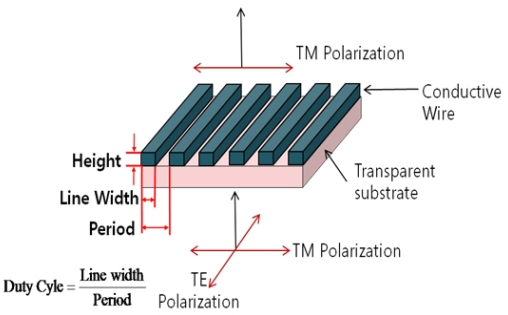

Fig. 1 Definition of the shape parameter of the WGP

2. WGP 의 형상변수의 정의 및 편광 성능을 나타내는 인자

WGP 의 일반적인 형태는 투명기판에 단면이 직사각형 형태를 띄는 전도성 와이어 그래이팅이 길이 방향으로 길쭉하게 배열된다. 본 연구에서는 WGP 의 그래이팅 형상을 Fig. 1 과 같이 정의 하였다. 편광성능을 나타내는 요소로는 LCD 의 편광판을 통과 후 패널에서 이용 가능한 광량을 나타내는 TM 성분의 투과율과 편광판에서 무편광된 빛을 얼마만큼의 편광 성분으로 걸러 줄 수 있는지를 나타내는 Extinction Ratio 가 있다. Extinction Ratio 는 TM 편광과 TE 편광의 비로 나타낸다. 편광소자의 성능을 향상 시키기 위해서 사용 편광성분의 투과율을 올리고 Extinction Ratio 를 동시에 증가 시켜야 한다.

3. 형상변수 변화에 따른 편광성능 변화

위에서 언급된 WGP 의 형상 변수에 대해 두가지 변수를 고정하고 한가지 형상 변수만 변화를 줬을때 그 형상 변수의 변화에 따른 편광 성능을 시뮬레이션을 통해 확인해 보았다. 이때 각 형상 변수의 고정 값은 Period 가 150 nm, Height 가 150 nm, Duty Cycle 이 0.5 다. 전도성 와이어 물질은 알루미늄을 이용하였다.

Fig. 2 는 Period 변화에 따른 WGP 의 편광성능을 나타낸 시뮬레이션 결과이다. TM 편광된 빛의 투과율은 Period 가 작아 질수록 증가하는 경향을 보인다. 상대적으로 짧은 파장인 450 nm 의 입사 파장 에서

Period 가 200 nm 까지는 80 % 이상의 투과율을 보이다가 200 nm 이상 부터는 급격히 투과율이 떨어지기 시작한다. 또한 Extinction Ratio 값은 Period 가 길어지면서 점점 작아진다.

Fig. 3 은 Height 변화에 따른 WGP 의 편광성능 시뮬레이션 결과이다. Height 의 변화에 따라 파장별 TM 투과율은 일관된 경향을 보이기 보다는 oscillation 한다. 짧은 파장에서는 긴 파장보다 oscillation 진폭이 더 크게 나타 남을 확인했다. Extinction Ratio 는 Height 가 커지면서 더 높은 값이 나타났다. 또한 긴 파장을 가질수록 Extintion Ratio 값이 크다.

Fig. 4 는 Duty Cycle 변화에 따른 WGP 의 편광성능 시뮬레이션 결과이다. Duty Cycle 은 커질수록 TM 편광의 투과율은 줄어든다. 짧은 파장 일수록 TM 편광의 투과율이 더 낮다. Duty Cycle 을 증가 시켰을때 Extinction Ratio 값은 증가한다. 또한 긴 파장 일수록 같은 조건에서의 Extinction Ratio 값이 높다.

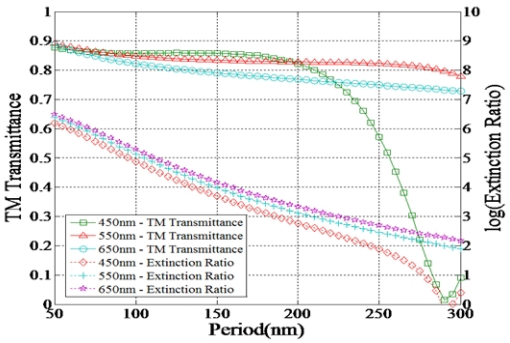

Fig. 2 Simulated result of the WGP Performance varying Period

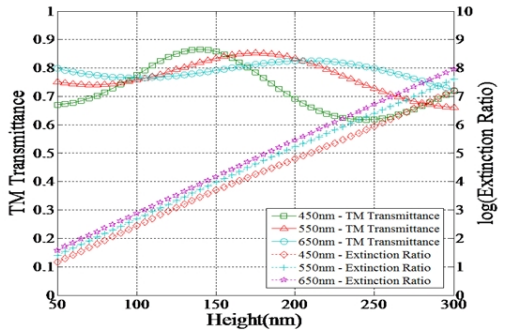

Fig. 3 Simulated result of the WGP Performance varying Height

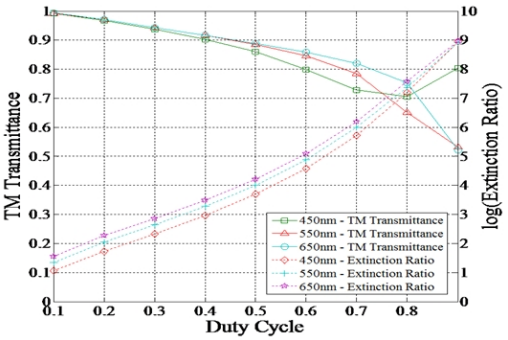

Fig. 4 Simulated result of the WGP Performance varying Duty Cycle

4. 결론

WGP 의 형상변수가 각각 TM 투과율과 Extinction Ratio 에 미치는 영향을 시뮬레이션을 통해 알아 보았다. TM 투과율에 가장 민감하게 반응하는 변수는 Period 로 짧은 파장에서 일정 Period 이상이 되면 급격하게 TM 투과율이 떨어진다. TM 투과율의 경우 작은 Period 와 Duty Cycle 를 가지는 것이 유리하다. 그러나 너무 작은 Duty Cycle 은 충분한 Extinction Ratio 값을 구현하지 못해 결과적으로 좋은 성능을 내는 WGP 를 구현할 수 없다. 또한 Height 는 높을수록 Extinction Ratio 값이 높으므로 적절한 투과율이 나오는 한계 안에서 높은 Height 를 취해야 한다.

후기

본 연구는 과학기술부가 주관하는 21 세기 프론티어 연구 개발 사업의 일환인 나노메카트로닉스 기술 개발 사업단의 연구비 지원(2010k000189)에 의해 수행 되었습니다.

참고문헌

1. J. J. Wang, F. Walters, X. Liu, P. Sciortino, and X. Deng, “High-performance, large area, deep ultraviolet to infrared polarizers based on 40nm line/78nm space nanowire grids” Applied Physics Letters, **90**, 061104, 2007.
2. S. Ahn, K. Lee, J. Kim, S. Kim, S. Lee, J. Park, P. Yoon, “Fabrication of subwavelength aluminum wire grating using nanoimprint lithography and reactive ion etching” Microelectronic Engineering **78-79**, 314-318, 2005.