

광자 준결정 제작을 위한 다중 노광 나노구 리소그래피 연구

A study of multiple-exposure nanosphere lithography for photonic quasi-crystals

fabrication

여종빈, 이현용[†]
Jong-Bin Yeo, Hyun-Yong Lee[†]
전남대학교
Chonnam National University

Abstract : Photonic quasi-crystals(PQCs) have been fabricated by a multiple-exposure nanosphere lithography (MENSL) method using the self-assembled nanospheres as lens-mask patterns. The multiple-exposing source is collimated laser beam and rotation, tilting system. The arrays of the PQCs exhibited variable lattice structures and shape the control of rotating angle (θ), tilting angle (γ) and the exposure conditions. The used nanosphere size is upto the 1 μm . Images of prepared 2D PQCs were observed by SEM. We believe that the MENSL method is a suitable useful tool to realize the PQCs arrays of large area.

Key Words : photonic quasi-crystals, Self assembled nanosphere, multiple exposure, lens-mask pattern

1. 서 론

광자결정(photonic crystals, PCs) 기술은 서로 다른 유전율을 갖는 유전체를 공간 혹은 회전 대칭성을 갖도록 제작하여 특정 주파수 대역에서 광의 전파가 금지되는 광자 밴드갭(photonic band gaps, PBGs)을 만들어 주는 인위적인 유전체 구조로써 정의된다. 이러한 PCs 내부에서의 빛의 도파 원리는 PBGs 영역에 의한 빛의 구속 메커니즘을 따르기 때문에 기존의 내부 전 반사를 이용한 광도파 특성보다 우수한 특성을 보인다. 따라서 평판 광 도파 회로(planar light circuit, PLC) 이나 LED(light emitting diode) 등과 같은 능동, 수동 광 소자에 응용성이 매우 크며 현재 활발한 연구가 진행중에 있다. 특히 광자 준결정(photonic quasi-crystals, PQCs)은 우수한 회전 대칭성을 갖는 PCs의 한 분야로써 낮은 굴절률 차이의 구조에서도 큰 PBGs 영역을 형성할 수 있는 소자로서 기초 연구가 진행 중인 분야이다.

기존의 P(Q)Cs 제작 기술은 전자빔 리소그래피 (electron beam lithography, EBL)나 집속 이온빔 리소그래피 (focused ion beam lithography, FIBL) 등의 공정을 이용하여 패터닝 하는 방법이다. 상기 방법들은 기판에 많은 데미지를 주거나 대면적에 주기 구조를 형성하는데 공정 시간이 오래 걸리고 공정 비용이 높다는 단점이 있다. 따라서 P(Q)Cs를 효율적으로 일괄 패터닝할 수 있는 대체 공정이 필요하며, 그중 하나가 나노구를 이용한 나노구 리소그래피(nanosphere lithography, NSL) 방법이다. 본 연구에서는 나노구 리소그래피를 다중 노광법에 응용하여 PQCs를 제작하는 공정 확립에 대한 연구를 진행하였다. 또한 다양한 쌍-광자결정을 제작하는 공정을 연구하였다.

2. 결과 및 토의

본 실험에서 사용된 나노구의 제작은 유화중합법(emulsion polymerization)을 사용하였다. 기판은 아세톤, 트리클로로에틸렌, 이소프로필알콜, 초순수 순으로 세척한 p-Si (100) 웨이퍼를 사용하였다. 사용된 폴리머 레지스트는 DMI-150을 사용하였으며, PGMEA로 희석시켜 스펀-코팅 방법으로 성막한 후 80°에서 60초 동안 건조시켜 주었다. 코팅된 폴리머 레지스트를 친수성으로 표면처리후 제작된 나노구를 자가 정렬시켜 주었다. 노광은 회전과 뒤틀림의 변화를 줄 수 있는 다중-노광 레이저 홀로그래픽 시스템을 개조하여 사용하였고 광원으로는 442 nm 파장의 He-Cd 레이저를 사용하였다. 노광은 회전각과 뒤틀림각의 제어 를 통하여 패턴의 형태 주기등을 조절하였다.

노광후 TMAH를 이용하여 현상한 후 SEM을 이용하여 표면 및 측면의 형상을 관찰하였다.

참고 문헌

- [1] E. Yablonovitch, Phys. Rev. Lett., Vol. 58, No. 20, p. 2059, 1987.
- [2] J. B. Yeo, S. D. Yun, and H. Y. Lee, J. Appl. Phys., Bol. 102, p. 084502, 2007.
- [3] J. B. Yeo, S. D. Yun, N. H. Kim, and H. Y. Lee, J. Vac. Sci. Tech., B, Vol. 27, No. 4, p. 1886, 2009.
- [4] 여종빈, 양희영, 이현용, 전기전자재료학회논문지, 22권, 1호, p. 61, 2009.
- [5] 여종빈, 윤상돈, 이현용, 전기전자재료학회논문지, 20권, 8호, p. 726, 2007.
- [6] 윤상돈, 여종빈, 이현용, 전기전자재료학회논문지, 21권, 9호, p. 829, 2008.

[†] 교신저자) 이현용, e-mail: hyleee@chonnam.ac.kr, Tel:062)530-0803
주소: 광주광역시 북구 용봉동 300 전남대학교 공대5A-328