

나노공정기반 광소자 기술개발 현황

정명영*(부산대학교 나노과학기술학부)

주제어 : 광결정 소자, 광증폭 소자, 양자점 레이저 다이오드, 실리콘 나노 광소자, 나노 임프린트

유전율이 서로 다른 물질을 나노 크기로 주기적으로 배열하여 광자 띠틈격(Photonic bandgap)을 이루게 하는 광결정(Photonic crystal)에 인위적인 결함을 부가하여 광파워 분배 및 Mux/Demux 등 광회로 기능 수행을 할 수 있도록 집적화한 광도파로 소자가 미래형 정보통신사회를 위한 초고집적화, 초고속화, 저전력 및 신기능 등의 특성을 위하여 요구된다. 이러한 나노 광결정 소자는 다양한 방법으로 제작이 시도되고 있는데, 나노 임프린트 기술은 실장밀도가 높으며, 수십 나노급의 패턴이 주기적으로 배열된 구조물의 성형에 큰 장점이 있어서 본 연구에서 다루어졌다. 나노 임프린트 기술은 고분자 수지를 이용하므로 기존의 광결정 소자 연구에 사용된 높은 굴절률 차이의 소재와는 다른, 낮은 굴절률에서의 구현 가능성에 대한 타당성 검증은 독자적으로 수행하여 그 결과를 제시하고자 한다. 설계 결과 낮은 굴절률 차에서도 광자 띠틈격이 존재함을 확인하였으며, (Fig. 1) 이를 기반으로 나노 임프린트 공정에 의하여 광결정이 제조됨을 제시하였다. (Fig. 2) 또한, 단순한 도파로의 구현 결과를 이용하여 양자점 소자 및 정보 저장 소자의 제작에 적용 가능성을 고찰할 것이다.

광인터넷의 폭발적 수요와 더불어 대용량 광신호 처리의 핵심 기능으로 광대역폭을 가진 광증폭소자의 필요성이 크게 대두되고 있으며 광 이득층에 나노 기술을 접목하므로써 기존의 광소자로 구현이 불가능한 수백 나노미터의 넓은 대역폭을 가지는 고성능 광증폭소자에 대해서도 고찰할 것이다. 현재의 평면도파로형 광증폭기의 문제점인 도핑 재료의 농도 증가를 위한 해결 방안을 나노 기술을 이용하여 접근하고 있는 현황에 대해서 소개할 것이다. 나노 복합재료 기술을 이용하여 도핑 농도를 증가 시킴으로써 단일 집적형 광소자의 구현 가능성을 제시할 것이다.

막대한 성장이 이루어질 것으로 예상되는 차세대 광통신 및 신호처리 핵심 부품인 나노입자 실리콘 기반의 광전소자와 초고집적회로를 결합하는 광전복합 시스템-온-칩(SoC) 기술에 대해서도 소개할 것이다. 나노 크기의 Dot을 형성하여 직접 천이형 구조의 양자 우물 구조를 이용하여 광전집적 회로를 구현할 수 있는 개념을 제시하고자 한다.

테라비트 정보전송은 채널 속도의 증가, 채널 간격의 축소 및 전송 대역의 확장을 통해서 이루어 질 수 있다. 40Gbps급의 고속 광원은 현재는 메트로 망에서 사용되지만, 향후에는 액세스 망의 핵심 부품이 될 것으로 예상되므로 나노 기술을 이용한 40Gbps 광원인 고속 양자점 레이저 다이오드의 기술 현황도 나노 기술의 응용 관점에서 소개할 것이다. 현재까지의 국내 개발 현황을 고찰함으로써, 나노 기술이 IT에 접목되어 이루어지는 기술적인 진보를 소개할 것이다.

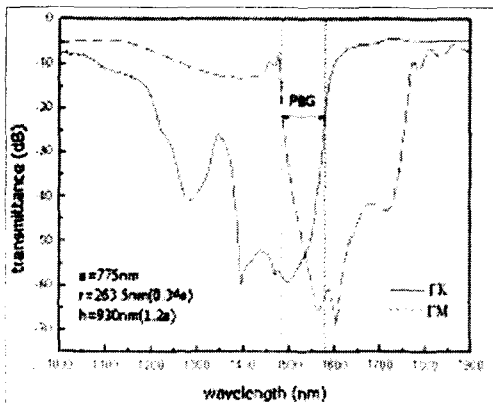


Fig. 1 Simulated transmission spectra for the TE-like mode.

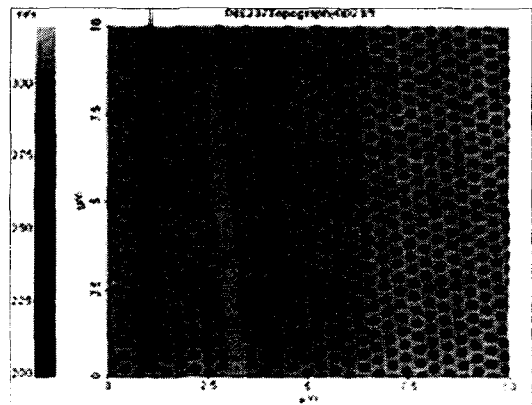


Fig. 2 Photonic crystal waveguide fabricated by nano imprint