

전기광학특성을 갖는 LiNbO₃와 GaAs물질을 이용한

전계 필드 프로브센서

Electric Field Probe Sensor Employing LiNbO₃ and GaAs Based on Electro-Optic Effect

경운환, 김건덕, 어윤성, 이상신

광운대학교 전자공학과

slee@kw.ac.kr

각종 전자기기에서 발생하는 전자기파는 전자회로의 특성을 왜곡시키고, 무선통신 및 인체에 영향을 끼치는 것으로 알려져 있다. 이러한 전자기파의 영향을 효과적으로 분석하기 위해서는 전계 필드센서가 필요하며, 이러한 센서는 안테나 근접장 패턴 분포 조사 등에도 응용될 수 있다. 기존에는 센서 내부에 집적된 안테나에 의해 송수신된 신호의 특성을 통하여 전자기파가 감지된다. 이 경우에 안테나의 금속 성분 등이 필드 자체의 분포를 왜곡시키는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위해서 금속이 아닌 전기광학효과를 갖는 물질을 이용하여 필드감지 센서가 구현되었다. 전기광학효과를 이용한 필드감지는 넓은 대역폭, 적은 침습성(invasiveness)과 고 분해능(spatial resolution) 등의 장점을 갖는다.⁽¹⁾

본 논문에서는 전기광학효과를 갖는 물질인 LiNbO₃ 및 GaAs팁(tip)을 이용한 전계필드 분포 측정용 프로브센서를 구현하였다. 제안된 전기광학효과를 이용한 근접필드 측정용 프로브센서 시스템과 구현된 센서모듈의 구조가 그림 1에 도시되어 있다. 특정 편광을 갖는 빔은 편광조절기와 써큘레이터(circulator)를 통하여 센서모듈에 전달되고, 센서모듈에 집적된 전기광학 물질로 만들어진 센서팁을 통해 진행한다. 이 때, 광의 진행방향으로 가해진 필드의 세기에 의해 전기광학 특성이 얻어진다. 즉, 측정 대상 전자소자에서 발생하는 전계필드가 센서팁에 가해지면 전기광학효과에 의해 물질의 굴절률이 변하게 되고, 여기에 진행되는 광의 위상이 변조된다. 이 변조된 빔은 반사필름에 의해 반사되어 광섬유로 다시 입사된 후, 위상변환기를 통해 빔의 편광상태 변화를 조사함으로써 필드세기를 예측할 수 있다. 또 이 광신호는 광검출기를 통해 전기신호로 변환되고, 최종적으로 광검출기에서 나온 전기신호를 스펙트럼 분석기를 이용하여 측정함으로써 필드분포를 구할 수 있다.

필터소자에서 발생하는 전계의 세기를 측정하여 얻은 센서의 전달특성은 그림 2에 나타나 있다. 측정 시, 필터소자에 1 GHz주파수 신호를 인가하였고, 프로브센서와 소자와의 거리는 3 μm 이다. 센서팁의 감도는 1 Hz당 측정 가능한 최소 전압으로 정의되며, 공진필터에서 발생하는 필드의 세기를 측정하여 얻어진다. 센싱 영역에서 특정 격자구조를 갖는 물질에 높은 전기광학효과를 갖도록 광 진행경로에서 특정 빔의 편광방향을 유지함으로써 필드세기를 측정하였다. 측정된 LiNbO₃와 GaAs 프로브센서의 감도는 각각 $8.573 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ 와 $3.766 \text{ } \mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ 였으며, 신호 대 잡음비는 각각 $\sim 50 \text{ dB}$ 와 $\sim 40 \text{ dB}$ 였다. 두 센서팁LiNbO₃ 및 GaAs가 집적된 프로브센서를 이용하여 필터소자로부터 측정된 센서의 응답특성은 그림 3과 같다. 즉, 제작된 두 프로브센서의 응답특성은 $\sim 1.2 \text{ GHz}$ 임을 확인하였다. 역시 LiNbO₃팁이 같은 실험조건에서 GaAs팁보다 신호 대 잡음비가 $\sim 10 \text{ dB}$ 우수하였다. 따라서 프로브센서를 이용하여 필터소

자의 선로사이의 필드분포를 효과적으로 측정할 수 있었다.

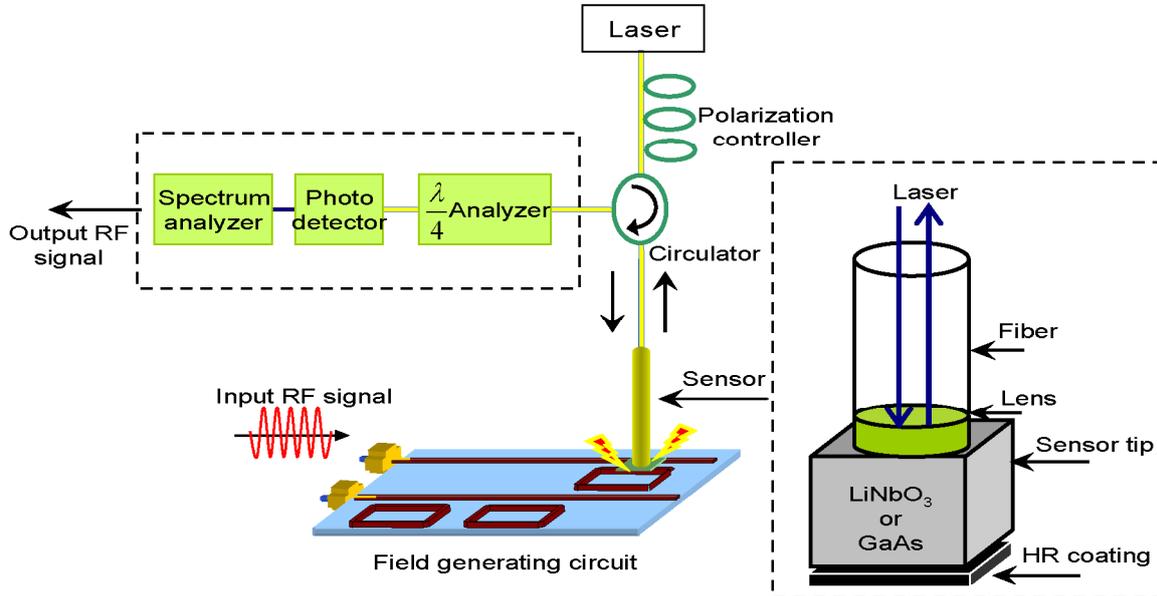


그림 1. 필드 프로브센서 시스템 및 모듈구조.

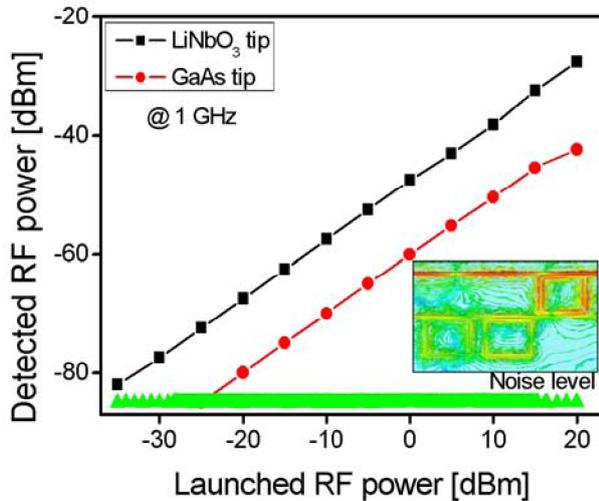


그림 2. 제작된 센서의 전달특성 신호.

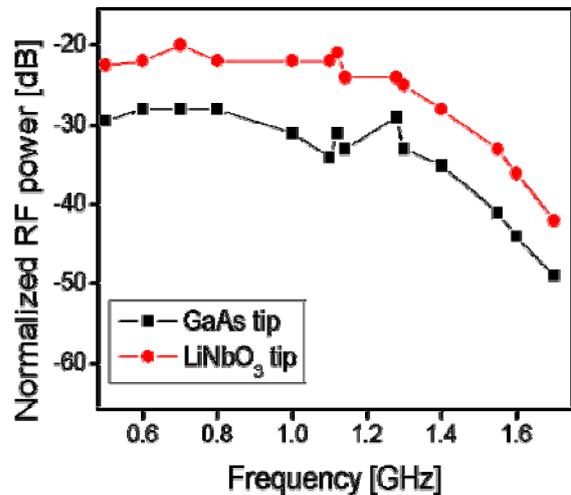


그림 3. 센서의 응답특성.

감사의 글

본 논문은 2007년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (KRF-2007-D00195-I01041).

참고문헌

1. S. Wakana, T. Ohara, M. Abe, E. Yamazaki, M. Kishi, and M. Tsuchiya, "Fiber-edge electrooptic/magneto optic probe for spectral-domain analysis of electromagnetic field," IEEE Trans. Microwave Theory Tech., vol. 48, no. 12, pp. 2611-2616, 2000.