

# 가변 협대역 투과 필터를 이용한 광섬유 격자 센서 시스템

The optical fiber grating sensor system using tunable narrow bandpass filter demodulator

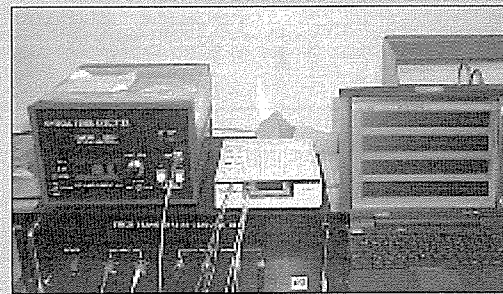
구현덕, 송석호, 김필수 / 한양대학교 물리학과  
강성철, 이상배, 최상삼 / 한국과학기술연구원 광기술연구센터

본 논문에서는 파장 가변 협대역 투과 필터를 광섬유 격자 센서의 복조기로 이용하여 정적, 동적 센서 시스템을 구성한 실험에 관하여 기술하였다. 본 실험을 통해 제작한 센서 시스템은 서로 다른 반사파장을 갖는 광섬유 브래그 격자 4개를 직렬로 연결하여 측정할 수 있는 장치이다. 본 연구에서 구성한 1채널 센서 시스템의 기본 원리는 협대역 투과 필터의 파장에 따른 광투과도가 다른 점을 이용하여 광섬유 격자의 파장의 변화를 광섬유의 변화로 복조하여 신호처리를 하였다. 본 시스템은 광스펙트럼 측정기(optical spectrum analyzer)로 측정하기 어려운 작은 파장의 변화를 고속으로 쉽게 측정할 수 있으며, 광검지기 신호를 컴퓨터로 입력하여 처리하기 쉬운 장점이 있다. 또한 광 커플러와 다수의 광투과 필터를 이용할 경우 다채널 광신호를 동시에 고속으로 측정할 수 있으며 각각의 신호를 컴퓨터 상에서 서로 연관시킬 수 있다. 본 실험에서 사용한 광투과 필터의 중심파장의 가변대역은 1530~1560nm이고, 3dB 대역폭은 1.2nm이다. 사용된 선형 구간은 0.4nm로서 광섬유 격자의 스트레인에 따른 파장 변화율  $1.224\text{pm}/\mu\text{strain}$ 을 고려할 때, 약  $327\mu\text{strain}$ 에 해당한다. EDFA로부터의 광원은 PZT 스트레처에 장착된 광섬유 격자에 의해 협대역 반사광으로 변화되며, 동적 스트레인을 인가하기 위한 PZT 스트레처의 인가 전압에 대한 광섬유 격자의 파장 변화율은  $22\text{pm}/\text{V}$  이었다.

진폭이 각각 다른 3Hz의 동적 스트레인을 인가하였을 때, 광검출기에서 출력신호를 얻었다. 인가된 전압의 진폭 2, 5, 10, 14V에 해당하는 스트레인은 각각 36, 90, 180,  $252\mu\text{strain}$ 이며, 진폭의 변화에 따른 광검출기의 출력이 매우 안정적으로 실시간 측정되었다. 위와 같은 개념으로 센서 시스템을 제작하였다. 4개의 직렬 광섬유 격자 센서 어레이의 신호를 동시에 실시간으로 처리하여 광검출기의 신호를 아날로그-디지털 변환기를 통하여(National instruments 사의 labview 소프트웨어) 노트북 PC에 나타나도록 하는 4-채널 광섬유 격자 센서 시스템을 제작하였다. 이 시스템의 주파수 측정 범위는 2.5kHz 이상이며, 스트레인 측정범위는 최대  $330\mu\text{strain}$ 이다. 이 시스템의 분해능은  $5\mu\text{strain}$  내외이다. 외팔보의 고정점으로부터 차례로 5cm 간격으로 부착된 중심 파장이 다른 광섬유 격자들로부터의 신호를 채널 1(1542nm), 채널 2(1547nm), 채널 3(1552nm), 채널 4(1557nm)으로 측정하였다. 이 실험에서는 2.5kHz의 신호까지 측정하였으나 이는 전적으로 광섬유 격자의 동적 스트레인을 인가를 위한 PZT 스트레처에 의해 제한 받은 결과이다. 그러므로, 본 센서 시스템의 실제 주파수 측정범위는 이보다 크며, 궁극적으로 광검출기의 응답 속도에 의해 결정된다. 실험 결과 스트레인 센서의 가변 협대역 투과 필터의 전체 사용 영역은 선형적이지 않은 구간을 보상하여 전체 필터 영역인 약

1200 strain에 해당한다. 이 센서 시스템으로 콘크리트 시험보에 하중을 70kN까지 증가시키면서 시험보에 인가되는 스트레인의 값을 측정하였다. 실험결과 70kN 내에서 중심축은 하중의 영향을 받지 않았으며, 70kN 이상의 하중이 가해졌을 경우, 시험보에 균열이 발생하였으며, 이때 중심축은 시험보의 윗 쪽으로 이동함을 측정하였다.

[그림1] FBG sensor system



[그림2] Concrete specimen

