

이중파장 광섬유 브래그 격자센서(FBG)를 이용한 고해상도 광대역 측정

Mumtaz Ali*, 신서용*, 정태경*, 이상현[†], 김은[†], 주관식[†]
 *명지대학교 공과대학 통신공학과, [†]명지대학교 자연과학대학 물리학과
 sshin@mju.ac.kr

초 록

이 논문에서는 기존의 FBG 광센서와는 달리 이중파장 구조를 갖는 FBG 센서를 제안하여 기존의 FBG 센서가 측정할 수 있는 범위를 획기적으로 증대시킬 것을 보이고자 한다. 고해상도의 광범위한 지역 측정은 두 가지의 광대역 광원을 이용하는 매트릭스 구조의 FBG를 이용해 구성하였으며, 두 광원을 사용하는 통합시스템은 도파로 열격자(AWG)로 구성되어 있다.

인의 동시측정을 수행하기 위한 이중파장을 사용한 FBG 센서의 매트릭스 구조를 나타내었다. 이 FBG 센서는 1550 nm, 1310 nm 2개의 파장 대에 반사된 신호에 대한 정보를 제공한다. 센서의 파장을 따로 쓴다면 센서의 개수가 $2n$ 개가 되지만 매트릭스 구조를 사용하면 센서의 개수는 n^2 개로 활용될 수 있다. 이 매트릭스 배열은 광대역 소스의 제한된 대역폭을 활용해 광범위한 지역을 고분해능으로 동시측정을 가능하게 한다.

I. 서 론

광섬유 브래그 격자(FBG)는 실리카 광섬유 안에 격자를 새겨 넣은 단순한 구조⁽¹⁾로 광섬유 센서의 장점을 모두 가지고 있으며 온도, 스트레인, 압력 등의 정적인 영역과 동적인 영역 모두 측정하는데 우수한 센서이다⁽²⁾⁽³⁾.

특히 FBG 광섬유 센서는 가혹한 환경에서도 환경의 영향을 받지 않고 적용될 수 있어 가스와 디젤 엔진, 풍력 발전기, 파이프라인 공정, 원자로 건물의 Health Monitoring, 비행기 날개의 결함(crack)등⁽⁴⁾에 적용될 수 있다. 이런 가혹한 환경의 광범위한 지역을 고해상도로 동시에 측정하기 위해서는 보다 많은 개수의 FBG 센서를 장착할 필요가 있다. 기존의 방법에 의한 FBG 센서 시스템에서는 장착 가능한 센서의 개수가 사용하는 광대역 광원의 대역폭에 의해 제한을 받는다.

이 논문에서는 기존 방식의 한계를 극복하기 위해 FBG센서의 격자구조를 변경함으로써 기존 방식에서 채용 가능한 n개의 FBG 센서를 n^2 개로 대폭 증가시키는 새로운 방법을 소개하고자 한다.

II. FBG 매트릭스 구조

그림 1에서는 광범위한 지역의 온도와 스트레

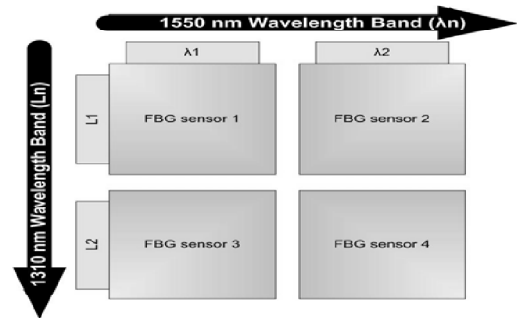


Fig. 1. 이중파장 FBG 센서를 이용한 매트릭스 형태의 파장분포 (λ_n 과 L_n 은 각각 1550nm 와 1310nm 파장대역을 의미함.)

III. 이중파장 검출의 원리

그림 2는 이중파장 FBG 센서의 개념도로 하나의 FBG 센서에는 그림과 같이 3가지 영역으로 나누어져 있다. FBG 센서 part 1, 2 부분의 지름 차이를 이용해 온도 변화와 스트레인을 동시에 측정할 수 있으며 part 2, 3 부분의 파장 차이를 이용한 매트릭스 구조를 사용해 센서의 개수가 많아짐에 따라 필요한 광대역 주파수의 한계도 극복할 수 있다⁽⁵⁾.

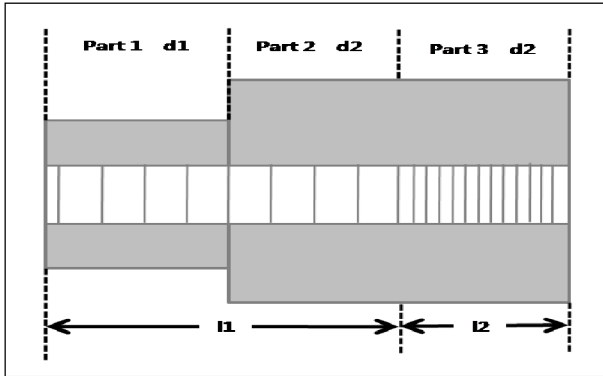


Fig 2. 이중파장 FBG 센서의 구조도

IV. 내부 신호 기술

그림 3은 FBG 센서를 이용해 독립적으로 광범위한 지역의 측정을 위한 측정을 위한 통합시스템의 구성도를 보여준다. 이 시스템의 주요 하부조직들에는 광대역의 광원(1550 nm, 1310 nm), 광학 순환기/연결장치, 그리고 도파로 열격자(AWG)로 구성되었다.

V. 모의실험 데이터와 결과

우리가 요구하는 결과를 얻기 위해, OptisimTM을 사용해 그림 3에서 본 것과 같은 시스템을 만들었으며 RSoft Photonics CAD Suite 프로그램을 사용해 네 개의 이중파장 FBG를 만들어 모의실험을 수행하였다.

그림 4는 20°C의 온도에서 센서에 아무런 변화가 일어나지 않은 상태에서 1550nm 대역의 FBG 센서의 반사 파장을 실선으로 나타냈으며 두 번째 센서에 온도와 스트레인이 동시에 변화했을 때의 결과를 점선으로 나타냈다. 온도에 의한 영향은 상쇄되고 서로 다른 굵기의 클래딩에 의한 스트레인의 서로 다른 변화가 결과에 나타나 있다. 이를 통해 본 논문에서 제안하는 시스템이 고해상도 광대역 측정과 더불어 온도와 스트레인의 동시 측정도 가능함을 알 수 있다.

VI. 결 론

결론적으로, 이 논문에서는 고분해능(정확한 지점의 측정)과, 온도 및 스트레인의 동시측정을 위해 광대역 광원의 한계를 극복하는 새로운

FBG 센서구조를 제안하고 이의 동작을 모의실험을 통해 입증하였다.

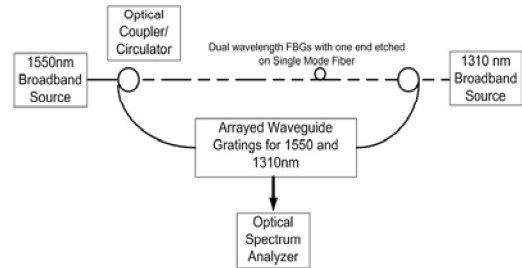


Fig 3. 터널에 적용된 이중파장 통합 시스템의 구성도

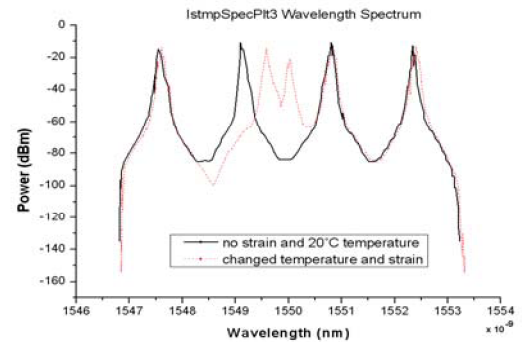


Fig 4. 1550 nm 대역의 FBG 센서 반사 파장 모의실험 결과

감사의 글

본 연구는 과학기술부의 재원으로 논문집필시 한국과학재단에서 지원하는 연구비에 의해 수행되었습니다. (No.M20809005636-08130900-63610).

참고문헌

1. A. D. Kersey et al., IEEE JLT, V15, 8, pp. 1442-1463, 1997.
2. Z. Ciming et al., SPIE, ICO20, 6027 II, 2006.
3. K. O. Hill et al., JLT, V15, pp. 1263-1276, 1997.
4. V. P. Wnuk et al., SPIE, 5758-6, 2005.
5. Z. Ciming et al., SPIE, V6595, 2006.