

Spectral interferometer를 이용한 색분산 측정방법

Chromatic dispersion measurement method with spectral interferometer

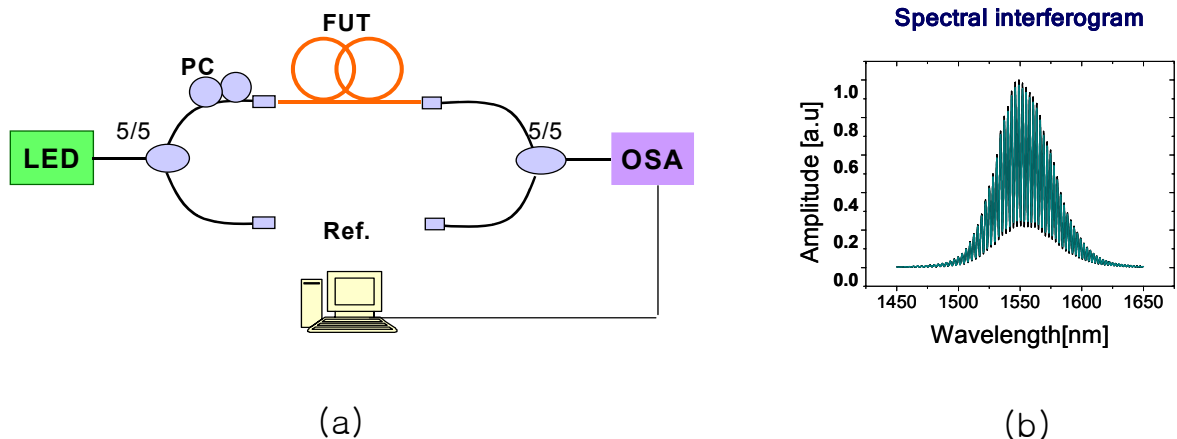
이지용, 이승락, 김덕영

3D 나노광이미징시스템연구단, 광주과학기술원 정보통신공학과

jylee@gist.ac.kr

We present a novel chromatic dispersion measurement method using a spectral domain interferometer for single mode optical fiber over a wide spectral range (200 nm). This technique is based on the Mach-Zehnder interferometer using a white light source and spectrometer. A phase was directly retrieved from a measured spectral interferogram to obtain relative group velocity, chromatic dispersion and dispersion slope. The measured results with the proposed method were compared with those obtained using a conventional measurement method. Those results have good agreement with each other. Our proposed method can simply, accurately, and quickly (< 500 ms) measure chromatic information for a short length of optical fiber as well as optical device

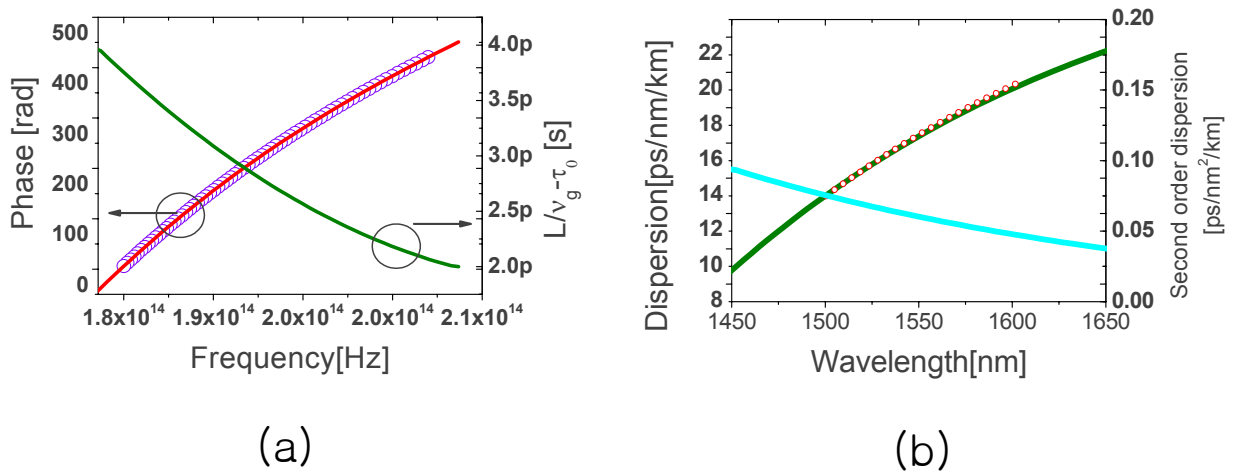
지금까지 spectral interferometry를 이용한 색분산 측정시, 색분산측정은 0차 간섭무늬(zeroth order fringe)를 포함한 영역에서만 이루어졌다.⁽¹⁻²⁾ 본 논문에서는 0차 간섭무늬의존성을 극복한 색분산측정방법을 소개한다. 먼저 색분산을 측정하기 위하여 광섬유형태의 간섭계를 구성하였다.⁽³⁾ 간섭계에서 계측부에서는 변조된 간섭무늬가 측정한다. 측정된 파장영역 간섭무늬의 인접한 두 최고 peak값의 위상차이는 2π 라는 간단한 원리를 이용하여 색분산값을 계산했다. 실험에 사용된 광원은 LED로 3-dB에서 50 nm 선폼를 가진다. 간섭계의 main body는 광섬유 커플러(50:50)로 구성하였다. 광검출기로는 Optical spectrum analyzer(OSA)를 사용하였다. 측정에 사용된 광섬유는 코닝사의 SMF-28로 그 길이는 55cm이다.



[그림1] (a) 제안된 간섭계에 의해 형성된 파장영역에서의 간섭무늬(spectral interferogram) (b) OSA에서 측정된 간섭무늬

본 실험에서는 측정의 정확도를 높이기 위하여 간섭무늬 측정시간을 0.5초 이내로 측정을 하였다. PC(polarization controller)는 간섭무늬 측정시 두 광경로 사이의 polarization state를 조절하여 간섭무늬의

선예도를 향상시키기 위하여 사용하였다. 그림1(a)은 제안된 간섭계이다. 그림1. (b)는 OSA에서 측정된 간섭무늬이다. 측정된 간섭무늬는 많은 주기적인 peak을 가진다. 그림1.(b)에서 인접한 주기적인 양의 첨두치 사이의 위상값은 2π 이다. 그림1.(b)의 간섭무늬 전 구간의 양의 첨두치의 값을 획득하고 획득된 각각의 첨두치에 x 값에 대응하는 상대적인 위상 y 값으로 2π 를 증분시켰다. 그림2(a)는 측정된 interferogram으로부터 추출된 위상값 및 위상값을 1차미분한 상대적인 group delay를 나타낸다. 원형서클은 주파수영역에서 상대위상값은 3차 polynomial fitting한 값이다. 그림2(b)는 계산된 색분산값과 2차 색분산값을 보여준다. 또한 원형서클라인은 상용화된 색분산측정기(Agilent 86038)를 이용하여 측정된 색분산값으로 제시된 측정방법으로 실험한 측정결과와 매우 정확한 값을 가진다.



[그림2] (a) 간섭무늬로부터 추출된 위상값 및 상대적인 위상지연분포 (b) 측정된 색분산 값 및 2차 색분산값

본 논문에서는 광섬유 및 광디바이스들 (optical devices) 의 색분산 및 2차 색분산값을 측정할 수 있는 간단한 방법을 제시하였다. 이 측정기술은 spectral interferometry 측정기술을 이용한 방법으로 o차 간섭무늬의존성을 극복하였다. OSA에서 획득된 파장성분 간섭무늬로부터 상대적인 위상값을 얻었으며, 추출된 위상값으로부터 단일모드광섬유의 색분산 값과 분산기울기를 계산하였다. 이 측정방법은 간단하며, 빠르게, 색분산 및 분산기울기를 얻을 수 있다.

Acknowledgment

This work was supported by Creative Research Initiatives (3D Nano Optical Imaging Systems Research Group) of MOST/KOSEF.

참고문헌

1. D. Hammer, A. Welch, G. Noojin, R. Thomas, D. Stolarski, and B. Rockwell, "Spectrally resolved white-light interferometry for measurement of ocular dispersion," J. Opt. Soc. Am. A 16, 2092-2102 (1999).
2. V. N. Kumer and D. N. Rao, "Using interference in the frequency domain for precise determination of thickness and refractive indices of normal dispersive material," J. Opt. Soc. Am. B 12, 1559-1563 (1995).
3. Ji Yong Lee and Dug Young Kim "Versatile chromatic dispersion measurement of a single mode fiber using spectral white light interferometry" Optics Express, Vol. 14, Issue 24, pp. 11608-11615