

Measurement of Spatial coherence function and Directional coherence function of Propagating Laser Beam by using Wigner Distribution Function

Chang-Hyuck Lee, Yoonshik Kang, Jaewoo Noh*

Physics Department, Inha University
naduala@naver.com

The spatial coherence and propagation property of laser beam propagating through several optical components were studied experimentally by using the measurement of Wigner distribution function. It is shown experimentally that the Wigner function measurement yields total degree of coherence, beam quality parameter, and the near and the far field information of the propagating beam. More complete characterization of the laser beam was achieved by applying the Schmidt mode decomposition to the Wigner distribution function, spatial coherence function and directional coherence function. Fine details of coherence property are understood by the characteristics of the contributing eigenmodes

위그너 분포 함수 측정을 통하여 진행하는 laser beam의 상관함수와 진행 특성들을 연구하였다. 위그너 분포 함수는 진행하는 laser beam의 total degree of coherence, beam quality parameter, 그리고 근접장 및 원거리장의 정보들을 보여준다. 위그너 분포 함수를 이용하여 공간상관 함수와 방향상관 함수를 구할 수 있으며, 이를 Schmidt mode decomposition을 이용하여 분석하면 laser beam의 보다 여러가지 특성들을 분석 할 수 있다. 이렇게 분석된 eigenmode들은 진행하는 laser beam의 보다 정확한 coherence 특성을 이해하게 해준다.

Laser beam은 광학시스템의 광원으로 널리 쓰이고 있으며, 이때 laser의 coherence는 응용에 있어 중요한 특성의 하나이다. Laser beam의 coherence와 beam quality parameter는 광학 소자를 진행하면서 변하게 된다. 이렇게 변하는 laser beam의 특성을 측정하는 방법의 하나로 Wigner distribution function(WDF)이 사용되고 있으며, 이를 푸리에변환하여 Spatial coherence function(SCF)와 Directional coherence function(DCF)를 구할 수 있다. 변환된 SCF와 DCF는 근접장과 원거리장의 정보를 분석할 수 있는 유용한 도구가 된다.

실험적으로 WDF를 측정하는 방법은 여러 가지가 있으나 우리는 Sagnac간섭계를 이용하여 직접 WDF를 측정하였다.[1] 측정된 WDF를 위치와 방향에 대하여 각각 푸리에변환 하여 SCF와 DCF를 구하여 laser beam의 근접장 및 원거리장의 정보들을 분석하였다. 또한 SCF와 DCF를 Schmidt mode decomposition을 이용하여 eigenmode들의 조합으로 분석함으로써 기본 광학 소자들에 의한 변화를 분석할 수 있었다.

우리는 기본적인 광학 소자인 단일 슬릿, 이중슬릿, defuse 그리고 multy mode fiber를 통과하면서 변화되는 광학적 특성 total degree of coherence, beam quality, 그리고 근접 및 원거리장의 정보들을 실험을 통하여 측정하였다.

Beam quality의 경우는 광학 소자를 통과하는 동안 많은 변화를 하였으나 total degree of coherence의 경우는 거의 변하지 않는 것을 측정 하였다. 이 때 측정된 두 성질은 beam quality parameter의 경우는 진행하는 beam의 발산 혹은 수렴하는 특성을 알 수 있으며 total degree of coherence는 coherence의 변화에 대한 특성을 알 수 있다.

그리고 WDF를 schmidt mode decomposition을 통하여 분석해보면 동일한 eigenmode로 구성되어 있는데 단지 구성비가 다르다는 것을 측정하였다. 이는 보다 정확한 coherence에 대한 정보를 분석할 수 있는 도구가 된다. 또한 WDF의 푸리에변환을 통한 SCF와 DCF는 각각 광학적 근접장 정보와 원거리장 정보를 분석할 수 있는 도구가 된다.

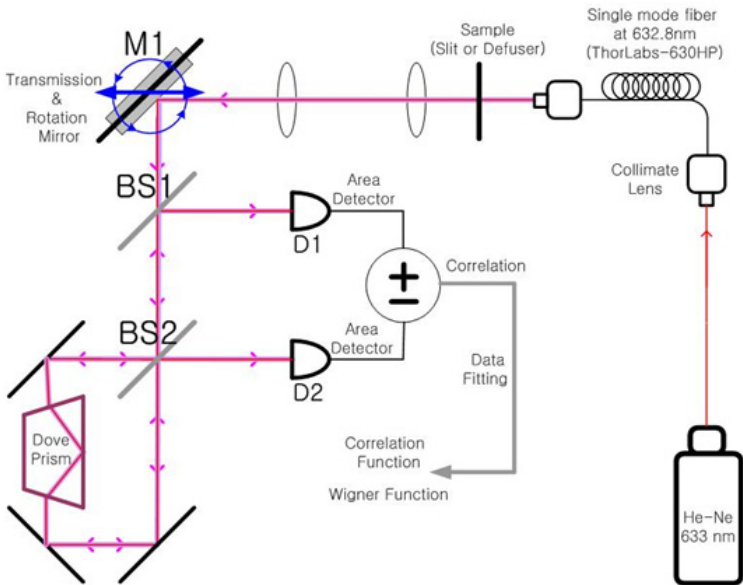


Figure 1. Experimental set-up for the Wigner distribution function measurement.

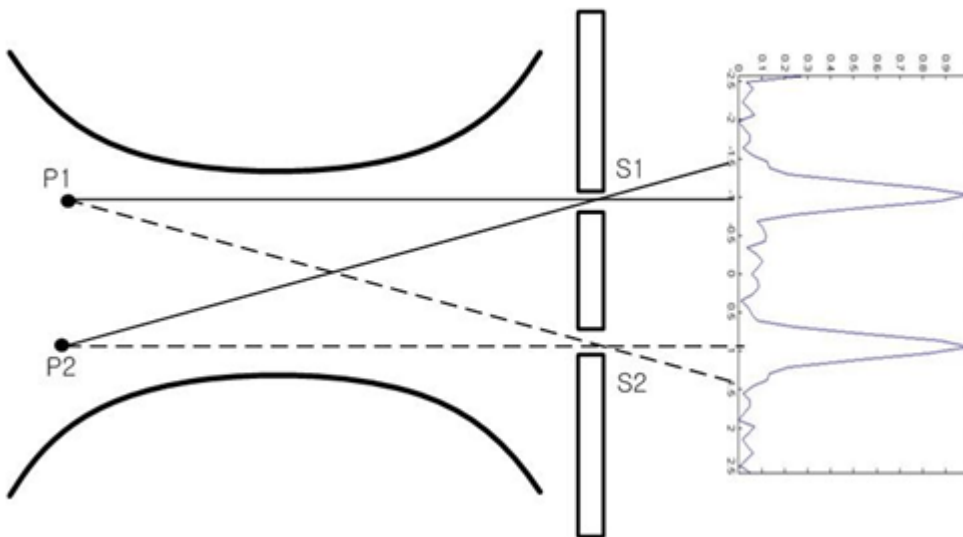


Figure 2. Explanation of the directional coherence for the double slit case

ACKNOWLEDGEMENT

This work is supported by Korean Research Foundation. (KRF-2006-312-C00551)

REREFENCES

[1] C. H. Lee, Y. Kang, and J. Noh, *J. Opt. Soc. Kor.* **2007**, *11*, 71.