

# KAERI 소형 자유전자레이저용 원적외선 전송 라인 개발 및 빔 전송 특성 분석 Development of Far-Infrared Transport Line for the KAERI Compact Free-Electron Laser

차혁진, 정영욱, Grigori M. Kazakevitch, 이병철, 조성오, 차병현, 박승한\*  
한국원자력연구소 양자광학기술개발팀, \*연세대학교 물리학과  
ex-hjcha@kaeri.re.kr

한국원자력연구소는 마이크로트론 (microtron)으로 구동되는 소형 원적외선 자유전자레이저를 개발하였다<sup>(1)</sup>. 전자빔의 에너지는 6~8 MeV이며, 전류는 약 40 mA, 펄스폭은 5  $\mu$ s이다. 발생된 레이저 빔의 파장은 100~200  $\mu$ m이고, 펄스폭은 약 3~4  $\mu$ s이며, 침투출력은 약 1 kW이다. 본 연구에서 개발된 undulator<sup>(2)</sup>의 주기는 25 mm, 주기수는 80이다. 자기장의 세기는 인가하는 전류치 (1.0~1.6 kA)에 따라서 4.5~6.8 kG까지 조절이 가능하다. 이때 6.5 MeV의 고정된 전자빔 에너지에 대해서 자기장 세기의 조절로만 100~150  $\mu$ m의 넓은 파장가변 영역을 얻을 수 있었다.

개발된 소형 원적외선 자유전자레이저는 발전기 최적화 및 관련 시스템 구축을 통하여 응용 연구를 준비하고 있다. Undulator를 통과한 전자빔이 dump에서 모아질 때 발생하는 높은 에너지의 방사광은 원적외선용 계측기에서 잡신호로 측정이 된다. 정밀한 응용 실험을 위해서는 방사광이 차폐된 공간까지 원적외선을 전달하여야 한다. 본 연구에서는, 레이저 발전기에서 차폐된 실험실까지 원적외선을 보내는 약 10 m 길이의 광학계를 포함한 전송 라인을 설계, 제작하였다. 100~200  $\mu$ m 파장 영역의 원적외선은 공기 중에서 흡수에 의한 손실이 심각하므로, 전체 광학계를 진공 중에 설치하였다. 진공 압력에 의한 반사 거울의 기계적인 불안정성을 최소화하는 구조로 설계하였다. 렌즈와 투과창의 재료는 결정 형태의 수정(quartz)이며, 원적외선에서 1매당 약 50%의 투과율을 가진다. He-Ne 레이저와 aperture를 이용한 정렬계를 사용하여 원적외선 레이저의 광축을 1 mrad의 정밀도로 조정할 수 있게 하였다.

본 연구에서는 원적외선 전송 라인을 통과한 레이저 빔의 분광 특성을 측정하기 위하여 #2000의 니켈 메쉬를 반사면으로 사용한 Fabry-Perot 분광기를 사용하였다. 사용된 분광기의 분해능은 100~200  $\mu$ m의 파장 영역에서 약 1000~2000이며, contrast가 150~1000이다. 개발된 원적외선 전송 라인을 통과한 레이저 빔의 공간 분포와 분광 특성을 측정, 분석하였다. 전송 라인을 통과한 레이저 빔의 공간 분포 크기는 약 40 mm (FWHM)이다. He-Ne 레이저에 의한 정렬과 비교하여 0.5 mrad 이하의 정밀도를 가짐을 확인하였다.

개발된 원적외선 자유전자레이저는 실험실 규모의 시스템으로 분자 가스 분광 연구, 고체 물성 연구, 테라헤르츠 소자 개발, FIR 영상 등에 활용할 계획이다.

[참고 문헌]

1. Young Uk Jeong, et al., "First Lasing of the KAERI Compact Far-Infrared Free-Electron Laser Driven by a Magnetron-Based Microtron", Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A (2001), accepted for publication
2. Young Uk Jeong, et al., "Short-period equipotential-bus electromagnetic undulator for a far infrared free-electron laser", Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 407, 396-400 (1998)

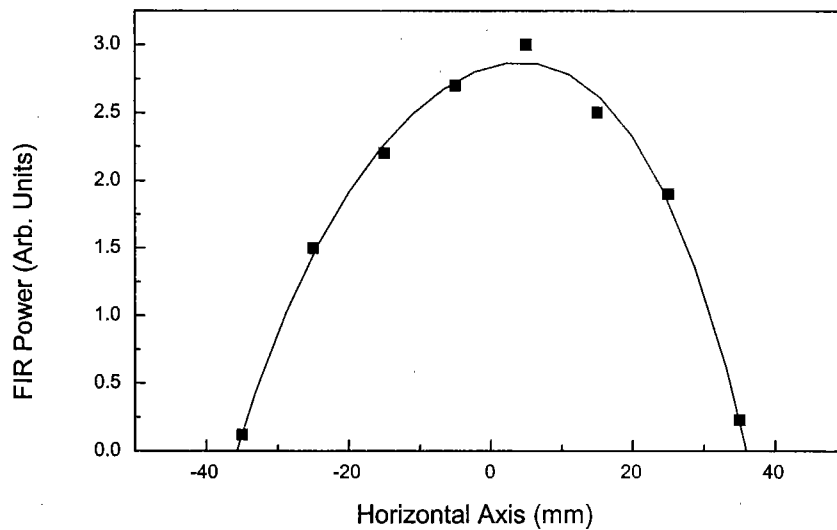


그림 1. 전송된 원적외선 자유전자레이저 발진 출력의 공간 분포

T  
D