

금속선을 전파하는 THz 전자기파의 field 분포

THz field distribution on single metal wire

지영빈, 이의수, 장진석, 전태인

한국해양대학교 전기전자공학부

jeon@hhu.ac.kr

THz 전자기파는 물질에 따라 투과성과 반사성의 성질을 가지며 최근 들어 많은 연구가 이루어졌다. 특히 금속형 도파로를 이용한 THz 펄스의 전송은 THz의 통신뿐만 아니라 THz spectroscopy 분야로의 발전 가능성을 보여준다. 본 연구는 구리선의 표면을 전파한 THz의 특성에 관해 연구 결과를 소개 하고자 한다. 최근 들어 금속선을 따라 전파되는 THz pulse는 (Sommerfeld wave) 아주 작은 group velocity dispersion (GVD) 과 아주 작은 감쇄를 가지고 있음이 밝혀졌다.^(1,2) THz에 대한 waveguide는 표면에 THz field가 집중되어 있고 전도성 물질의 내부의 THz field 분포는 아주 미비 하여 guiding 특성이 우수하지 못한 특성을 가지고 있다.^(3,4) THz에 대한 구리선의 흡수율과 군속도 분산은 매우 미비 하여 먼 거리를 전송할 수 있지만 금속선의 guiding 특성이 매우 나빠 금속선을 bending 하였을 때 많은 양의 THz energy는 손실된다. 이는 금속의 skin depth가 아주 작아 금속 내부를 통하여 guiding 되는 THz가 아주 미비함을 의미 한다. 이러한 금속선을 전파한 THz pulse는 금속선의 끝 부분에서 공기 중으로 coupling 되어 THz plasmon과 같이 전파된다.

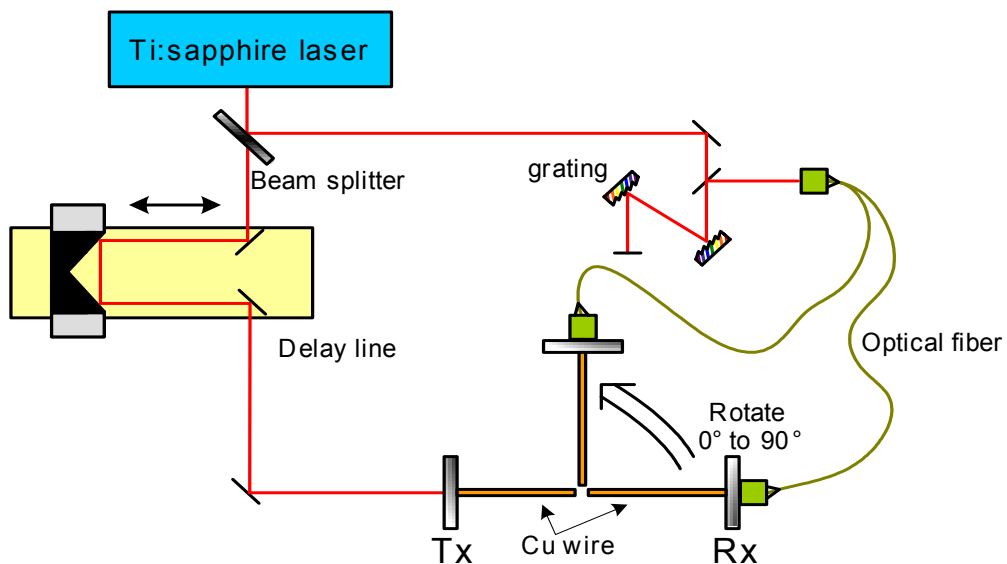


그림 1. 실험 장치도

본 연구에서는 기존의 THz pulse를 발생시키고 검출하기 위한 방법과 달리 silicon on sapphire (SOS) chip에서 발생된 THz pulse를 그림 1과 같이 직접 구리선에 coupling 하였다. 그림 1은 구리선의 끝 부분에서 나오는 THz의 field 분포를 측정하기 위한 장치도이다. 수신단을 0° 에서 90° 까지 회전시켜 구리선의 끝 부분에서 나오는 THz field의 분포를 측정하였다. 이를 위해 광섬유를 receiver chip에 고정시켜 수신단을 회전하는 동안 laser beam이 linear 하도록 유지하였다. 그림 2는 직선(0°)일 때의 THz pulse를 normalize하여 직각(90°)일 때까지 측정한 값이다. 대부분의 THz file는 구리선의 연장부분에 집중되어 있고 각도가 증가할수록 급격히 감소됨을 알 수 있다. 즉 공기 중을 전송하여 2개이상의 금속선으로 결합할 때 결합각도가 15° 이상 되면 반 이상의 THz 신호가 감쇄됨을 알 수 있다. 본 연구 결과를 통하여 얻어진 결과는 금속선을 이용한 coupler 제작에 중요한 기초 자료를 제공할 것으로 기대된다.

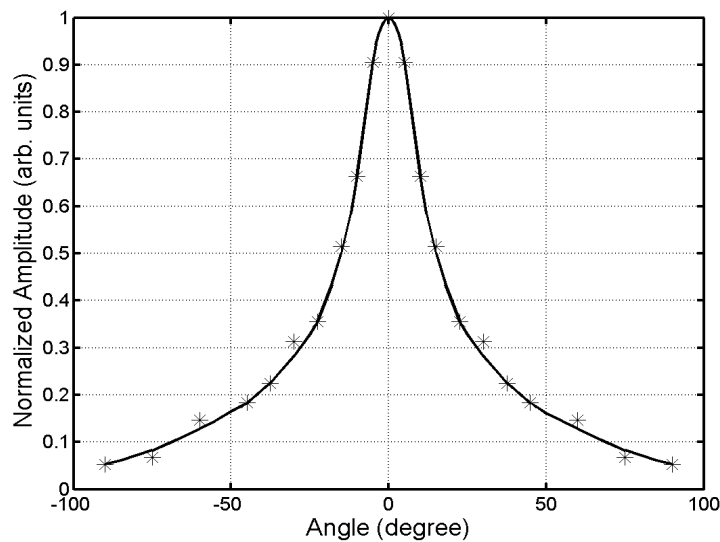


그림2. 각도에 따른 THz pulse의 field 분포.

본 연구는 정보통신부의 IT 기초기술연구지원사업(정보통신연구진흥원)으로 수행한 연구결과물입니다.

참고문헌

1. T.-I. Jeon, J. Zhang and D. Grischkowsky, "THz Sommerfeld wave propagation on a single metal wire", Appl. Phys. Lett. 86, 161904, (2005)
2. K. Wang and D. Mittleman, "Metal wires for terahertz wave guiding", Nature (London) 432, 379 (2004).
3. Y. B. Ji, E. S. Lee, J. S. Jang, T.-I. Jeon, M. H. Kwak and K. Y. Kang, "Guidance properties of metal wire waveguide by terahertz pulse propagation", J. Kor. Phys. Soc. 50, 1238 (2007)
4. 전태인, 지영빈 "구리선 도파로를 이용한 THz 전자기파의 결합 특성", 한국광학회지, 17, 290, (2006).