

## 테라헤르츠 펄스의 발생 및 그 응용

### Terahertz Pulse Generation and Its Applications

손 주혁

서울시립대학교 물리학과

joohiuk@uos.ac.kr

헤르츠가 최초로 무선통신의 가능성을 보인 이후 인류는 수 킬로헤르츠 (kHz)의 주파수를 이용하여 시작하여 메가헤르츠 (MHz) 대역에서 라디오, 텔레비전, 음성 통신 등의 엄청난 기술적 발전으로 문명에 기여해 왔다. 이 MHz 대역이 포화하기 시작하자 더 높은 주파수의 기술을 연구하여 개인 휴대통신, 위성통신 등에 기가헤르츠 (GHz) 대역을 활용하였다. 반면에 빛이라 불리는 매우 높은 주파수의 전자기파는 쾨트겐이 X-ray를 투시 촬영기에 이용한 이래 광통신 등이 발명되어 가시광선에서 적외선까지 더 낮은 주파수 쪽으로 발전·활용되어 왔다. 이러한 광파와 마이크로 전자기파 사이의 테라헤르츠 (THz) 주파수 대역 (또는 원적외선 영역 혹은 T-ray라 불림)은 많은 잠재적인 응용분야에도 불구하고 용이한 신호원의 부재로 기초적인 연구도 미비한 상태이다 (그림1 참조). 그러나 기존의 주파수 대역이 점점 더 혼잡하게 되고, THz 대역의 전자기파는 마이크로파와 광파의 장점이 되는 성질을 모두 지니고 있어 새로운 응용 분야를 개척할 수 있을 것이라는 가능성 때문에 전세계적으로 연구에 활기를 띄어가고 있다.

테라헤르츠 전자기파 (테라파) 연구에 기폭제 역할을 한 것이 펨토초 레이저 (femtosecond laser)를 이용한 테라파 펄스의 발생이다 [1]-[3]. 이 새로운 테라파 신호원은 발생이 비교적 용이하여 반도체 등의 고체뿐만 아니라 액체, 기체의 THz 주파수 영역에서의 물리적 성질을 연구하는데 이용되어 왔다. 또한 테라파가 대부분의 물질을 투과하는 성질을 이용하여 이미징 시스템에 응용하려고 하고 있다.

테라파는 그림 2에 나타낸 바와 같이 펨토초 레이저와 반도체 매질을 이용해 발생시킬 수 있다. 반도체 기판 위에 형성한 밀리미터파 (millimeter-wave) 마이크로스트립 안테나에 직류 전압을 인가한 후 레이저 펄스를 입사하면 electron-hole pair (EHP)가 형성되면서 순간적인 광전류  $J(t)$ 가 흐른다. 이 광전류가 시간에 따라 급격하게 변화하므로 전자기파가 자유공간으로 발산하게 되는데, 광전류의 시간 미분에 해당하는 펄스 파형을 갖는다. 발산 전자기파의 펄스폭은 수 백 펨토초 정도로 매우 짧아 수 THz에 이르는 주파수 성분이 존재한다.

본 논문에서는 이러한 테라파 발생의 원리에 대하여 설명하고, 이를 응용하여 연구한 GaAs와 Si의 transient velocity overshoot과 metal-oxide-semiconductor (MOS)의 inversion charge mobility 측정 결과에 대하여 발표한다. 또 테라파 펄스를 이용한 이미징 등을 비롯한 여러 응용 가능성에 대하여 논의한다.

#### 참고 문헌

- [1] D. H. Auston, K. P. Cheung, and P. R. Smith, "Picosecond photoconducting Hertzian dipoles," *Appl. Phys. Lett.*, vol. 45, pp. 284-286, 1984.
- [2] D. Grischkowsky, S. Keiding, M. van Exter, and Ch. Fattinger, "Far-infrared time-domain spectroscopy with terahertz beams of dielectrics and semiconductors," *J. Opt. Soc. Am. B*, vol. 7, 2006, 1990.
- [3] J.-H. Son, T. B. Norris, and J. F. Whitaker, "Terahertz electromagnetic pulses as probes for transient velocity overshoot in GaAs and Si," *J. Opt. Soc. Am. B*, vol. 11, pp. 2519-2527, Dec. 1994.

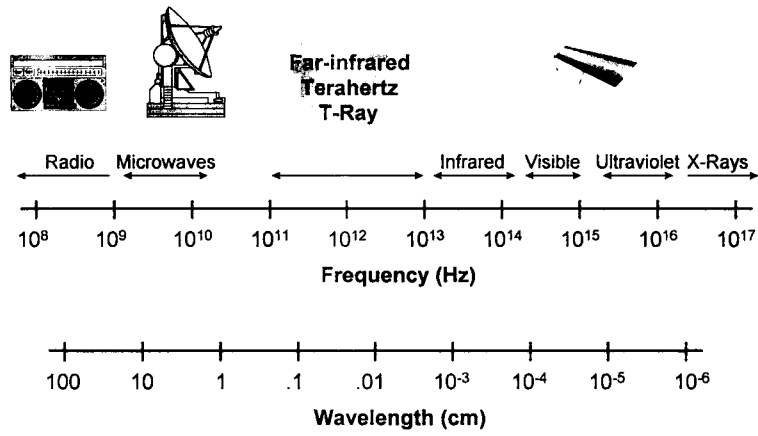


그림 1. 전자기파의 스펙트럼

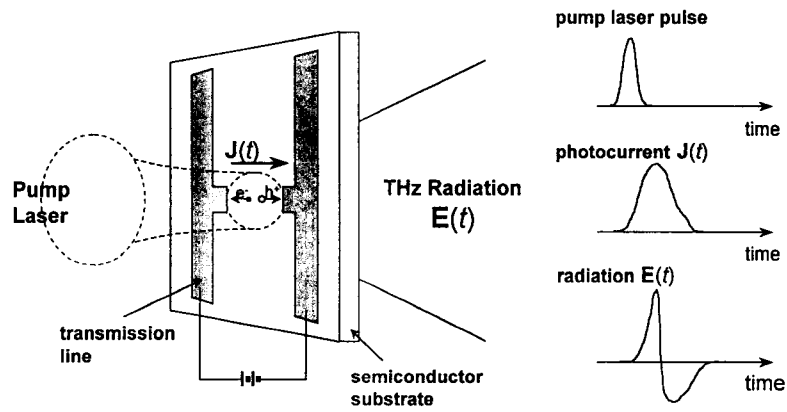


그림 2. 테라헤르츠 전자기파 펄스 발생 개념도

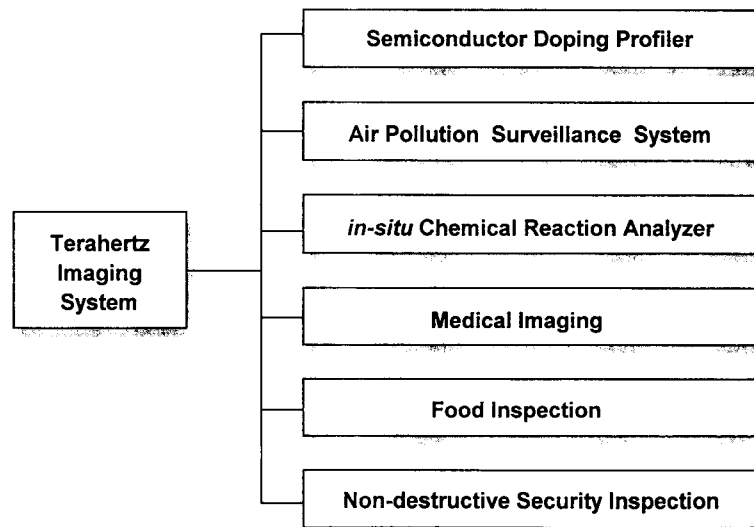


그림 3. 테라파의 응용 분야