

전달행렬법을 이용한 압전다층박막에서의 표면탄성과 전파거동 분석

(The Analysis of the Propagation of SAW in the piezoelectric
multi-layered thin films using transfer matrix method)

충남대학교 재료공학과 권오남 임영언

서론

Rayleigh(1887)에 의해서 표면탄성파(surface acoustic wave)의 존재가 제안된 이래, SAW는 응용물리와 공학의 흥미로운 새로운 분야로 기반을 형성하였고, 비파괴 평가, 지진학, 전자시스템에서 신호처리등의 다양한 학문분야로 확장되고 있다. 이 분야는 종종 SAW학문으로서 언급되는데, 지난 10여년 동안에 신호처리의 중대한 영향과 레이더, 통신등에서 중요한 응용과 더불어 엄청나게 발전해왔다.

압전체에서, 표면탄성파의 전파는 넓은 분야의 다양한 소자개발 가능성 때문에 오래동안 흥미를 끌어들였다. 최근에 다층구조에 있어서 SAW를 활용한 high-performance electroacoustic과 acousto-optic devices가 제안되고, communication, optical computing, 그리고 signal processing의 분야에서 다양한 응용을 위하여 개발되고 있다. 따라서 다층구조에서 SAW전파특성의 엄밀한 지식이 긴급히 요구된다.

이론 및 수학적 전개

압전층에서 SAW전파의 검토를 위한 전달행렬법(transfer matrix method)을 전달행렬법의 수학적 체계화로 자세히 유도되었고, 자유표면에서 open- and short-circuit boundary condition를 짜넣는 단순화된 방법이 표현되었다. 이 방법으로 SAW의 속도와 $Al_xGa_{1-x}As/GaAs$ 의 다층구조에서 fields분포, 그리고 $ZnO/GaAs/Al_xGa_xAs$ 에서 속도분포곡선(velocity dispersion curves)를 계산하였다.

결과

포텐셜곡선에 있어서, (i) GaAs기판위에 0.5λ -thick AlGaAs는 표면에서 AlGaAs의 곡선에서 출발하여 GaAs의 곡선에 접근한다는 것을 알 수 있다. (ii) GaAs기판위에 0.25λ -thick GaAs/ 0.25λ -thick AlGaAs는 GaAs의 곡선에서 출발하여 AlGaAs의 곡선에 접근하였다가, 그리고 결국 GaAs에 접근한다. (iii) GaAs기판위에 $(0.01\lambda$ -thick GaAs/ 0.01λ -thick AlGaAs)₂₅은 GaAs와 AlGaAs의 곡선 중간에 위치한다. 게다가 모든 포텐셜곡선들은 그림에서 보여주듯이 short-circuit조건에 대하여 표면에서 0이다.

SAW velocity는 임계값 이하에서 ZnO필름의 h/λ 값에 대하여 증가하고, 그러나 그 이상의 값에 대해서는 h/λ 값에 대하여 감소한다. 반면에 electromechanical coupling constants는 ZnO필름의 h/λ 값의 증가와 함께 일관적으로 증가한다.