

공명초음파분광법을 활용한 광컨넥터용 결합소자의 결합 평가

김성훈*, 이길성(조선대학교 대학원), 양인영(조선대학교)

주제어 : 비파괴결합평가, Resonant ultrasound spectroscopy, 미소크랙, 공진주파수, 유한요소해석법

- 요약 -

RUS(공명초음파분광법)는 비파괴 검사법의 하나로서 공명 주파수와 주파수 응답을 매우 정확하게 측정할 수 있으며, 탄성학적인 성질과 이방성을 결정하는데 이용가능하다. Paul Heyliger와 Hassel Ledbetter는 steel block의 표면 크랙과 복합적층물의 내부 손상을 검출하는데 RUS를 사용하였으며, Jay G. Saxton은 RUS를 이용하여 chops, cracks, voids등을 검출하므로써 RUS의 비파괴 검사기능으로서의 가능성을 찾았다. 현재 광섬유 응용 제품에 많이 이용되고 있는 광컨넥터는 초정밀 가공을 필요로 하는 중요한 부품으로서 optical fiber, ferrule, ball lense로 구성되어진다. Ceramic Ferrule은 빛이 광컨넥터로 들어 갈때의 삽입 손실을 줄이기 위하여 결합이 없어야 하며, micro-ball lens는 빛의 초점을 섬유로 모이게끔 하는 것으로서 섬유들의 연결에 이상적인 부품인 fiber/laser coupling 이나 collimation용으로 사용되므로 그 형상에 오차가 없는 정밀성을 갖춰야 한다. 따라서 본 연구에서는 세라믹제 페룰의 표면 크랙과 마이크로 볼렌즈의 형상 오차에 대한 두 종류의 결합을 검출하는데 있어서 RUS (resonant ultrasound spectroscopy)를 사용하였다. 세라믹제 페룰은 길이 10mm, 직경 25mm의 원기둥이다. 크랙 페룰은 5 μ m에서 25 μ m의 크랙길이를 가지고 있으며 양품 페룰은 5 μ m이하의 크랙 혹은 전혀 크랙을 갖지 않는다. 마이크로 볼렌즈는 BK-7 glass로 만들어진 직경이 2mm인 원구형으로 가공된 볼렌즈의 가공 편차는 2 μ m이하이며, 가공되지 않은 시험편과의 공진 주파수를 측정하여 비교함으로써 볼렌즈의 가공오차에 따른 공진주파수의 연관관계 및 페룰의 크랙여부에 따른 공진주파수의 비파괴 평가를 수행하였다. 그림 1은 FEM에 의해서 해석되어진 공진주파수의 이론값에 대한 측정되어진 양품 페룰과 크랙 페룰의 resonant spectra를 보여주고 있으며, 크랙 길이에 따라서 주파수 대역이 달라짐을 볼 수 있다. 그림 2는 가공 전 볼렌즈와 가공 후의 볼렌즈의 가공 편차에 따른 resonant spectra를 나타낸 것이며, 1.4MHZ~2.0MHZ 사이에서 검출되어진 두 시편의 공진 모드를 나타냈다.

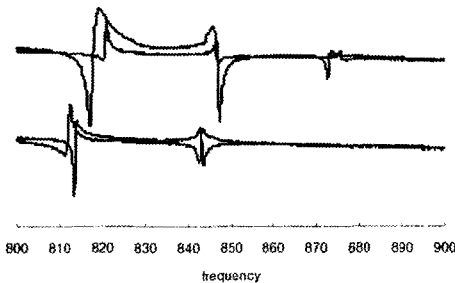


Fig. 1. The relationship between amplitude and frequency

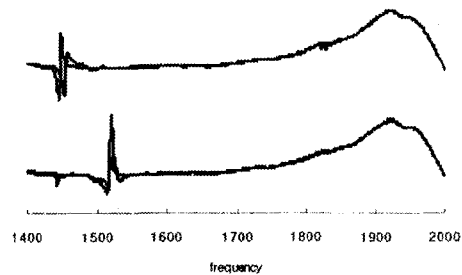


Fig. 2. The polished ball lens show increase number of resonance peak when the differences two types of specimens are compared