

## GHz 대응 저손실 세라믹-폴리머 콤포지트 소재 및 RF 부품 기술 개발

이우성<sup>†</sup>전자부품연구원  
(wslee@keti.re.kr<sup>†</sup>)

세라믹 폴리머 콤포지트 소재는 세라믹의 우수한 유전 특성과 폴리머의 가공 특성을 결합하여 새로운 소재의 구현이 가능하다.

본 연구에서는 초소형 필터 및 안테나 부품을 구현하기 위해서 적층이 가능한 저손실 기반의 고유전율 특성의 소재를 개발하였다.

matrix 소재로서 내열성을 부가하기 위해서 저손실 폴리머 소재의 개질에 대한 연구를 수행하였으며, 유전율을 증가시키기 위해서 TiO<sub>2</sub>, SrTiO<sub>3</sub> 등의 무기 소재의 분산에 대한 연구를 수행하였다. 선정된 조성의 소재는 테입 캐스팅을 통해 필름 형태로 구현되었으며, PCB 공정을 통해 패턴 형성을 하기 위한 연구를 수행하였다.

이를 활용하여 임베디드 인덕터, 캐패시터를 구현하였고 3-10GHz 대역의 UWB (Ultra Wide Band)용 필터, 안테나 및 모듈을 구현하였다.

**Keywords:** 콤포지트, 저손실소재, 적층, 세라믹-폴리머, 안테나, 필터

## 저열팽창성 Fe-29%Ni-17%Co 합금의 열간 가공성 및 고온변형거동에 미치는 합금원소(Mn, Mo, B) 첨가의 영향

이기안<sup>†</sup>, 김문철<sup>\*</sup>안동대학교 신소재공학부; \*포항산업과학연구원 비철제련연구단  
(keeahn@andong.ac.kr<sup>†</sup>)

저열팽창성 Fe-29%Ni-17%Co(wt.%) 합금(일명코바)은 극저온에서 435°C까지 열팽창이 거의 일어나지 않는 인바(Invar) 특성을 나타내며, 유리와 비슷한 열팽창 거동을 보여 전자산업의 발달과 더불어 밀봉접착산업, 정밀기기산업, 진공튜브산업, 전자 통신산업 등에서 폭 넓게 응용되고 있다. Fe-Ni-Co 저열팽창성합금은 용도에 따라 선재, 박판, 봉재 등의 형태로 사용되며, 중간 공정으로 열간 단조, 열간 압출, 열간 압연 등의 열간 가공 공정을 필수적으로 거치게 된다. 본 연구에서는 코바 합금의 고온 변형 거동에 미치는 Mn, Mo, B의 합금 원소 첨가 영향에 대하여 알아보려고 하였다. 먼저, Mn을 첨가함에 따라서 일반적으로 고온 연성이 증가함을 알 수 있었고, 이는 Mn 첨가에 따라서 코바에서 생성되는 황화물의 형태가 FeS에서 MnS로 바뀌며 입계 취성 파괴 형태에서연성 입계 파괴 및 입내 파괴가 조장되는 것에 기인함을 알 수 있었다. 이와 함께 Mo 첨가가 코바 합금의 고온 산화 및 열간 가공성에 미치는 영향을 조사한 결과, 무산화 가공으로 고온 인장을 수행한 경우 Mo를 첨가하지 않은 합금이 Mo 첨가 합금에 비하여 높은 열간 가공성을 나타내었으나, 가열조조건과 유사하게 산화시킨 시편은 오히려 Mo를 첨가한 합금의 열간 가공성이 더 우수한 것으로 밝혀졌다. 시편 표면 관찰 결과 내부 산화층의 깊이만큼 입계를 따라 미세 균열들이 생성되는 것을 발견하였으며 Mo 첨가에 따라 나타나는 내부 산화의 억제 효과를 열간 가공성의 향상과 연관시켜 설명할 수 있었다. 또한 기본 코바 합금에 B 함량에 따른 열간 가공성을 조사한 결과, 기본적으로 B를 첨가함에 따라서 현저히 향상된 열간 가공성을 확인할 수 있었으며, 30 ppm B 첨가 시 가장 높은 열간 가공성을 나타냄을 알 수 있었다. 변형 후 미세조직 관찰을 통하여 B 첨가 시 변형된 부위를 중심으로 미세한 재결정립이 나타남을 알 수 있었고, 이러한 미세 재결정립의 생성이 결정립계에서의 공공의 이동과 균열의 생성을 억제시킬 수 있음을 유추할 수 있었다.

**Keywords:** Hot Ductility, High Temperature Deformation Behavior, Fe-29%Ni-17%Co, Mn, Mo, B