

Broadband metamaterial absorber using resistive layers

Y. J. Kim¹, Y. J. Yoo¹, J. S. Hwang¹, H. M. Son¹, J. Y. Rhee², K. W. Kim³, and Y. P. Lee¹

¹Department of Physics, Hanyang University, Seoul, Korea,

²Sungkyunkwan University, Suwon, Korea, ³Sunmoon University, Asan, Korea

The electromagnetic (EM) properties of media, such as propagation, focusing and scattering, strongly rely on the electric permittivity and the magnetic permeability of media. Recently, artificially-created metamaterials (MMs) composed of periodically-arranged unit cells with tailored electric permittivity and magnetic permeability have drawn wide interest due to their capability of adjusting the EM response. MM absorbers using the conventional sandwich structures usually have very high absorption at a certain frequency, and the absorption properties of MMs can be adjusted simply by changing the geometrical parameters of unit cell. In this work, we suggested an incident-angle-independent broadband perfect absorber based on resistive layers. We analyze the absorption mechanism based on the impedance matching with the free space and the distribution of surface currents at specific frequencies. From the simulation, the absorption was expected to be higher than 96% in 1.4-6.0 GHz. The corresponding experimental absorption was found to be higher than 96% in 1.4-4.0 GHz, and the absorption turned out to be slightly lower than 96% in 4.0-6.0 GHz owing to the irregularity in the thickness of resistive layers. This work was supported by the ICT R&D program of MSIP/IITP, Korea (13-911-01-101).

Keywords: Absorption, Metamaterial, Broadband, Perfect absorption, Microwave applications

붕화금속 나노입자 합성을 위한 RF 열플라즈마 시스템의 전산해석

오정환¹, 최수석¹

¹제주대학교 에너지공학과

붕소의 높은 용점과 비점으로 인하여 일반적인 합성법으로는 제조가 어려운 붕화금속 나노물질을 효과적으로 합성하기 위하여 열플라즈마의 특성을 전산해석 하였다. RF (Radio Frequency, 고주파) 열플라즈마 발생기는 일반적인 직류 열플라즈마 발생기와 비교해 볼 때, 전극 침식에 의한 수명 문제나 불순물의 오염 없이 고온의 열플라즈마를 안정적으로 발생시킬 수 있기 때문에 고순도의 나노입자 합성공정에 좋은 조건을 가지고 있다. 그러나 열플라즈마의 고온 부분은 10,000 K 이상의 높은 온도를 가지고 있기 때문에 직접적인 측정으로는 나노입자 합성에 최적의 조건을 찾기가 어렵고, 전산해석을 통하여 여러 변수들에 대한 열플라즈마의 특성을 분석하여야 한다. 해석조건으로 RF 플라즈마의 입력전력은 25 kW로 고정하고 발생기 직경 20~35 mm, 유도코일 감은 수 4~6 회, 첫 번째 코일로 부터 분말 주입구까지의 길이 10~30 mm, 방전 기체 유량 30~70 L/min에 대한 변수들에 대하여 붕화금속 나노입자 합성에 최적의 조건을 가진 RF 플라즈마의 온도 및 속도분포를 파악하였다. 전산모사 결과 RF 열플라즈마 발생기의 직경 25 mm, 분말주입구 까지의 길이 10 mm, 유도코일 감은 수 6 회, 방전 기체 유량 50 L/min 일 때, 고온영역이 중심부에 넓게 분포하여 붕화금속 나노입자를 합성하는데 최적의 조건이라 파악되었다. 방전 기체 유량 증가에 따라 고온영역의 중심부 분포를 넓게 할 수 있었으나 유량이 증가할수록 플라즈마 속도가 증가하여 붕소를 기화시키기 위한 가열시간이 짧아지므로 방전기체 유량을 조절하여 적절한 속도를 가진 플라즈마를 발생시켜야 한다. 그리고 코일의 감은 수가 증가할수록 10,000 K 이상 고온영역이 출구 쪽으로 확장되어 붕화금속 나노입자를 합성하는데 좋은 조건이 형성되었다. 본 전산해석 결과를 바탕으로 붕화금속 나노입자를 합성하는 RF 플라즈마 발생장치의 설계 및 운전조건을 적용하여 실험과의 비교연구를 통해 붕화금속 나노입자의 합성공정을 최적화 시킬 수 있다.

Keywords: 붕화금속 나노입자, 전산해석, RF 플라즈마