PF-009

Development of the impregnated dispenser cathode for thermionic emission electron gun

홍용준, 이성, 신진우, 소준호

국방과학연구소

전자빔의 운동에너지를 변화시켜 전자기장을 발생시키는 진공튜브 장치는 기본적으로 전자빔 발생부인 전자총을 핵심 구성부로 사용한다. 이러한 전자총을 이용하는 진공튜브로는 핵융합을 위해 플라즈마 가열용의 RF를 발생시키는 자이로트론 튜브와 방사광 가속기에서 전자를 가속시키는데 이용되는 클라이스트론 튜브 등이 있으며, 군사적으로는 레이더를 비롯하여 유도미상일에 들어가는 탐색기, 전투기에서 사용되는 송수신용 마이크로파 발생장치 등의 핵심부품인 진행파관 진공튜브 등이 있다. 이러한 응용분야에서는 기본적으로 고출력의 전자파를 필요로 하기 때문에 반도체를 이용한 장치로는 그 성능을 구현할 수 없다. 따라서 열음극을 사용하는 전자총을 기반으로 한 다양한 형태의 진공튜브 장치가 주로 이용되고 있다. 현재 고출력 마이크로파 진공튜브용 열음극 전자총은 대부분 외국에서 수입하고 있는데 그 이유는 전자총의 핵심 부품인 열음극 캐소드를 국내에서 개발하지 못하였기 때문이다. 하지만 본 연구에서는 텅스텐 기반의 함침형 열음극 캐소드를 국내에서 자체 개발하는데 성공하였다. 전통적으로 미국에서 개발해온 함침형 열음극 캐소드는 텅스텐 소결체에 기공을 학보하고 여기에 Ba을 중심으로 한 알칼리성 물질들을 일정비율로 혼합하여 함침한 것으로 일함수 2.1~2.3 eV 수준의 물성을 갖는다. 이에 따라 방출할 수 있는 전류의 양은 운용 온도 1000°C 정도에서 전류밀도로 대략 수 A/cm^2 수준이다. 본 연구에서 개발한 캐소드는 S-type으로 알려진 것으로 BaO : CaO : Al_2O_3 = 4 : 1 : 1 비율로 함침되었다. 고진공장치에서 전류측정 결과 1040°C에서 10.6 A/㎠의 전류밀도를 기록하였으며 이에 대하여 Richardson-Dushman equation으로 계산하였을 때, 약 1.9 eV의 일함수를 갖는 것을 알 수 있었다. 이는 현재 많은 응용분야에서 사용하고 있으며 함침형 캐소드에 Os이나 Ir 등의 물질을 코팅하여 일함수를 낮추고 전류밀도를 향상시킨 M-type 캐소드의 결과와 유사한 수준이다.

Keywords: 함침형, 열음극, 캐소드, 진공튜브

PF-010

CFD-ACE+를 이용한 Gas Flow Sputtering 공정 해석

주정훈

군산대학교 공과대학 신소재공학과 & 대학원 플라즈마 융합공학과

Hollow cathode discharge(중공 음극)는 음극 표면에서 발생되는 2차 전자를 이용하여 높은 밀도의 플라즈마를 만들 수 있는 장점이 있다. 전원으로 microwave, RF, DC, pulsed dc등을 사용할 수 있으며 박막의 증착, 식각 등에 응용 가능하다. 물리적 현상으로는 중공 음극 재료 표면 물질의 가열 및 이온 스퍼터링, 2차 전자의 가열, 자기장 인가 구조의 경우 전자 거동이 있다. PIC(particle-in-cell)방식의 모델링과 fluid model을 이용한 방법이 있는데 본 연구에서는 상용 fluid model software인 ESI사의 CFD-ACE+를 사용하여 모델링 하였다. 구동 주파수는 13.56 MHz의 상용 고주파 전원과 보다 낮은 1 MHz, 100 kHz의 수치모델을 이용하여 HF, MF, LF 영역에서의 동작 특성을 해석하였다. 1차적으로는 가스 유동의 특성을 2D, 3D로 조사하였고 플라즈마 거동은 2차원을 주로 진행하였으며 계산 시간이 오래 거리는 3차원 모델을 하나 만들어 그 특성을 조사하였다.

Keywords: CFD-ACE+, plasma, gas flow sputtering, numerical modeling