P1-P003

고전압 펄스 시스템 '천둥'을 이용한 N2, SF6 및 혼합기체에서의 전기 방전 현상 연구

변용성, 송기백, 홍영준, 한용규, 엄환섭, 최은하

광운대학교 전자물리학과 대전입자빔 및 플라즈마 연구실

수 Tera Watt급의 가속기 및 펄스파워 시스템은 다수의 스위치를 사용하고 있으며, 이와 같은 가속기 및 시스템의 성능은 기체방전 스위치의 성능에 직접적으로 관련되어 있다. 일반적으로 이와 같은 기체방전, 액체방전 고출력 스위치는 다목적으로 많은 연구와 개발에 응용되고 있다. 예를 들어 천둥 펄스전자빔 발생장치는 12개의 Marx gap 및 3개의 100 kV 펄스충전 전기트리거 gap을 가지고 있다. 기체 방전 또는 액체 방전 펄스 충전 갭 스위치의 음극에 펄스 고전압이 인가되면 이로 인하여 음극에서 전자빔이 발생한다. 내부에는 전자빔이 양극과 충돌하는 순간 양극표면에 플라스마가 형성된다. 이와 같은 플라스마 sheath는 축 방향 이극관 안에서 양극충전 에서 음극으로 팽창하면서 전파하며, 또한 거의 동시에 음극표면에도 플라스마가 형성되어 음극에서 양극으로도 팽창하여 전파하게 된다. 이와 같은 펄스충전 고출력 갭 스위치 안에서 발생되는 방전 플라스마의 특성에 관한 갭 breakdown 과정에 대한 특성연구를 한다. 고출력 스위치의 특성 조건으로는 방전전압, 방전시간, jitter 등이 있다.

본 연구에서는 최대전압 600 KV, 최대전류 88 KA, 펄스 폭 60 ns의 특성을 가지는 고전압 펄스 시스템 '천둥'을 이용하여 방전 챔버에 고전압 펄스를 인가하고 N2와 SF6 혼합기체 종류와 압력에 따른 방전 현상을 연구하였다. 전극은 구리텅스텐 합금재질의 표준전극을 사용하였고, 전극 간격은 20 mm로 고정하였다. 방전 챔버 압력을 100 torr에서 4 기압까지 변화시켜가며 실험을 진행하였고, N2에 대한 SF6의 혼합비율을 0%～100%까지 변화시키며 실험을 진행하였다. 방전 챔버에는 C-dot probe와 B-dot probe를 설치하여 전압과 전류를 측정하였고, C-dot probe와 B-dot probe는 각각 Northstar사의 10000:1 고전압 probe와 rogowiski coil을 이용하여 시준 하였다.

실험결과 방전전압은 압력이 증가함에 따라 증가하다가 2 기압 이상에서는 완만히 증가하는 경향을 보였고, SF6 혼합비율은 0～10%까지 급격히 증가하고, 그 이상의 혼합비율에서는 완만히 증가하였다. 방전개시시간은 혼합기체 압력에 따라 증가하며 1기압 이상에서는 급격히 증가하였다. SF6 혼합비율에 따라서는 1 기압 조건까지는 큰 차이가 없었으나 2 기압부터는 급격히 증가하였다. 안정성을 나타내는 jitter는 SF6 100%일 때 가장 컸으나 혼합기체의 변화에 따른 큰 차이는 없었다.