

고전압 펄스 시스템 '천둥'을 이용한 N₂, SF₆ 혼합기체에서의 전기·광학적 분석

변용성¹, 송기백¹, 홍영준¹, 이승희¹, 엄환섭¹, 최덕인¹, 류한용², 최은하¹

¹광운대학교, ²국방과학연구소

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 양극 충전 에서 음극으로 팽창하면서 전파하며, 또한 거의 동시에 음극표면에도 플라스마가 형성되어 음극에서 양극으로도 팽창하여 전파하게 된다. 이와 같은 펄스충전 고출력 갭 스위치 안에서 발생하는 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 현상을 전기, 광학적으로 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.

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. 전자온도는 SF₆ 혼합비율이 0~10%일 때 급격히 증가하여 이후에는 포화되는 경향을 보였고, 압력에 따라서는 큰 경향성을 보이지 않았다.

Keywords: 고전압 펄스, 고전압 스위치, 전자온도