

[IV~3]

Sub-Torr 압력의 중성기체속을 전파하는 상대론적 전자빔의 수송효율 측정

고재준, 최명철, 최은하
광운대학교 전자물리과

I. 서 론

금속 도파관내에서 공간전하 한계전류(space charge limiting current) 이상의 상대론적 전자빔(300keV, 1~3kA)의 진행이 가능하려면 전자빔의 선두 부분이 도파관내의 중성기체와 충돌을 일으켜 공간전하 중성화(space charge neutralization) 현상이 발생되어 1)공간전하 한계전류의 증가 2)전자빔에서 반지름방향의 힘 평형 등의 두 조건이 만족 되어야만 한다. 일반적으로 위 두조건이 만족되는 영역, 즉 전자빔의 전파 영역 sub-Torr에 있다고 알려져 있다. 본 연구에서는 이러한 sub-Torr 영역에서 전자빔이 진행할 때 전자빔의 수송효율이 전파 영역의 압력 변화에 의하여 어떻게 영향받는지 조사하였다.

II. 실험 방법

도파관내의 중성기체 압력변인에 따른 전자빔의 수송효율 변화를 측정하기 위한 전체 시스템은 크게 세부분으로 구성되어 있다. 첫 번째로는 균일한 전자빔을 발생시키는 부분으로 Luce 형태의 이극관에 고전압 펄스가 가해져 상대론적 전자빔이 발생되며 이 부분은 일정한 압력(40mTorr)으로 유지된다. 두 번째 부분은 전자빔이 진행되는 전파 영역으로 직경 10cm의 금속 도파관이며 내부에 중성기체(air) 환경을 10~900mTorr의 압력으로 조절하였다. 세 번째 부분은 도달된 전자빔을 측정하는 영역으로 진공으로 유지되며 Faraday cup이 설치되어있다. 그리고 각 영역은 12 μ m의 알루미늄 포일에 의하여 분리되어 차등적으로 압력이 유지되도록 하였다. 전자빔 수송효율의 측정은 전자빔 전파영역으로 입력되는 전류와 그 영역에서 출력되는 전류를 각각 시간에 대하여 적분하고 그 비를 구하여 얻어졌다. 기준 입력 전류는 전자빔 전파영역을 진공시킨다음에 전파영역 초입 부분에 faraday cup을 위치시켜 미리 측정하였다.

III. 결 론

sub-Torr 영역에서 전자빔이 진행할 때 전자빔의 수송이 어떤 효율을 갖는지 sub-Torr의 각 압력별로 조사하였다. 전자빔의 수송효율은 도파관의 압력이 170mTorr 부근일 때 최대치를 나타내었으며 이 보다 낮은 압력이나 높은 압력에서는 효율이 급격히 감소 하였다. 낮은 압력에서 수송효율의 저하는 공간전하 중성화율이 전자빔 전파를 위한 한계치 보다 낮아서 그 결과 전자빔의 불안정성을 초래하였기 때문이며 그리고 높은 압력에서는 저항성 호스불안정이 발생되었기 때문인 것으로 관측 되었다.