

원형 전자빔과 지파 하이브리드 모드의 상호연구

김원섭, 김종만
전남도립대학

A Study of Solid Electron Beam and Slow Wave Hybrid Mode Introduction

Won-Sop KIM, Jong-Man KIM
Jeonnam Provincial College

Abstract : The study is aimed at studying a weakly relativistic oversized BWO with a Bragg reflector entrance of SWS. The Bragg reflector reflects microwaves, while it is open for beam propagations. By changing the boundary condition at the beam entrance, the effect of the Bragg reflector on the BWO performance is examined.

Key Words : Solid Beam, Hybrid Mode, Bragg Reflector

1. 서론

대전력 마이크로파를 발생시키기 위하여 후진파발전기와 진행파관이 있다. 전자빔을 얻기위한 방법으로 외부에서 축방향으로 자계를 이용하여 체렌코프 상호작용과 지파 사이크로트론 상호작용에 의하여 발전이 일어난다. 지금까지는 원주형 전자빔 등 여러형태에 의하여 연구되고 왔으나 출력에 대하여 미흡한것이 많았다. 본 연구에서는 브릭스 반사에 의한 모드의 상호연구와 작용에 대하여 연구하였다. 이것은 전자빔의 3차원적인 전자빔의 해석을 하였으며 체렌코프 상호작용과 지파사이크로트론 상호작용이 일치하는점을 발견하여 주파수와의 관계를 분석하였다.

2. 본론

전자빔의 발생에 있어서 외부자계를 가해주면 원통형 전자빔은 관의 중앙에 작은 통로를 형성하게 된다. 그림 1에 전자빔 해석 모델을 나타냈다.

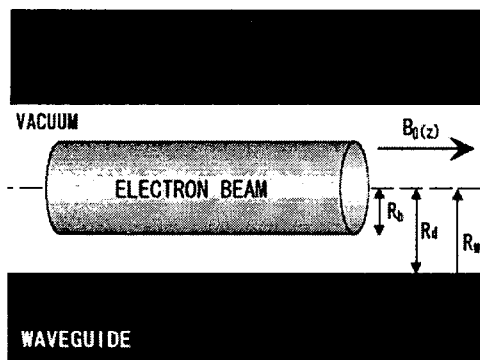


그림 1. 전자빔의 모델 형태

위 그림에서 보면 원통형 전자빔을 볼 수 있으며 진공 상태에서 외부자계에 의하여 만들어진것을 알 수 있다.

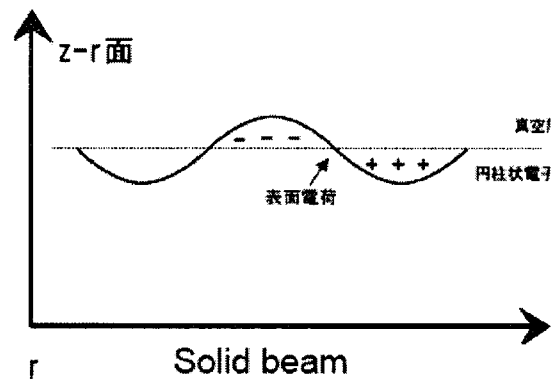


그림 2. 전자빔의 경계 조건

그림2는 진공상태에서 전자빔과 경계면에서의 표면 전하를 나타낸 것이다. 이것을 보면 전자빔의 경계면은 고정되어 있는것을 알 수 있다.

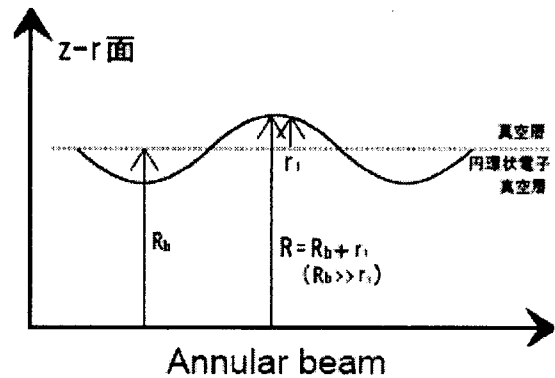


그림 3. 다른형태의 전자빔

그림3은 속이 비어있는 원형의 전자빔을 나타낸 것이다. 이것은 전자빔과 진공층의 경계를 표면 전하로서 존재하지 않으며 전자빔의 경계면이 변형하는것을 알 수 있다. 전자빔과 진공의 경계조건은 여러 가지 식으로 나타낼 수 있으며 유전율과 전계, 자계에 의하여 나타낼 수 있다. 그림 4에 경계조건을 나타냈다. 이것은 진공내에서 전계와 자계에 대한 형태를 나타냈다.

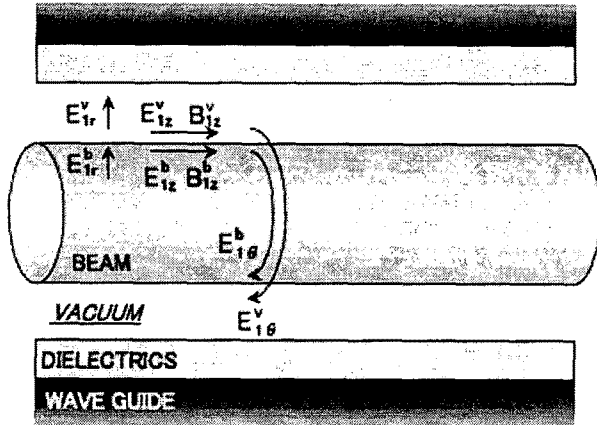


그림 4. 전자빔과 진공의 경계조건

이것을 플레밍의 오른손 법칙에 의하여 나타낼 수 있으며 전계가 받는 힘의 방향을 알 수 있다. 모드에 대하여 여러 가지 종합해 볼 때 시간적 성장률과 외부 자계의 의존성은 전자파와 전자빔은 모양에 따라 달라지는것을 나타내며 전자빔에서 보면 상대적으로 우측으로 회전하고 있는 모습을 볼 수 있다. 전자사이크로트론 운동은 우측으로 회전하기 때문에 전자빔의 운동 에너지와 전자파의 에너지 변환이 용이하다.

3. 결론

이상을 종합해 볼때 체렌코프 상호작용과 지파사이크로트론 상호작용 모두 원통형 전자빔의 경우가 강하게 일어나는 것을 알았다. 낮은 자계에서 축방향으로 대칭인 지파 사이크로트론 상호작용은 크게 발생했으나, 체렌코프 상호작용의 일부로서 동작하는 것을 알았다. 축대칭 모드에 대하여는 낮은 자계를 줄어주면 수직방향의 불안정한 산란이 일어나므로 지파사이크로트론 상호작용이 집중적으로 일어나는 것을 알았다.

참고 문헌

- [1] K. Ogura, R. Yoshida, K. Kpmiyma, M. Sakai, H. Yamazaki, IeeJ Trans. FM, 124, 456, 2004.
- [2] K. Ogura, Y. Miyazawa, H. Tanaka, Y. Kiuchi, S. Aoyama, A. Sugawara, Plasma and Fusion Research, 2, S1041, 2007.
- [3] K. Ogura, et al., J. Plasma Fusion Res. 6, 703, 2004.