

테이퍼형 지파 도파관의 분산관계 연구

김종만, 김원섭

남도대학 컴퓨터응용전기과

A Study of Dispersion Relation for Tapertype Slow Wave Structure

Jeong-man Kim, Won-sop Kim

Namdo Provincial College Dept. of Electricity Applied Computer

Abstract : 고주파 전자계에서 플라즈마 가열을 하기 위하여 긴 파장의 펄스를 발생시키는 것이 중요한 데 마이크로파의 발진을 안정시키기 위하여 테이퍼형 지파 도파관을 설계하여 분산관계를 연구하였다.

Key Words : 고주파 전자계, 플라즈마 가열, 테이퍼형 도파관, 분산관계

1. 서 론

플라즈마 가열을 하는 것은 매우 어려운 데 그 이유는 고주파 전자파를 이용할 때 플라즈마와 강한 상호 작용에 의해서 전자파가 플라즈마의 중심부까지 도달할 수 없기 때문이다. 중심부까지 도달하기 위하여 위상을 제어한 대 출력의 마이크로파 에너지가 필요하다. 그러나 지금까지 여러가지 방법을 사용하였지만 만족할 만한 결과를 얻을 수가 없었다. 따라서 우리는 대출력, 고효율이 얻어지는 것으로서 후진파 발진기를 연구하였다.

지금까지 연구된 후진파 발진기는 펄스 폭이 100[ns]이하로 짧아서 마이크로파 발진을 일으키기가 쉽지 않아서 긴 펄스가 필요하여, 본 연구에서는 도파관의 형상을 변화시켜 테이퍼 형으로 하였고 길이를 짧게 하여 안정된 발진이 일어나도록 설계하여 분산 관계를 연구하였다. 이렇게 함으로서 마이크로파의 발진이 안정적으로 연속적으로 일어나 플라즈마 가열에 많은 활용을 할 수 있을 것으로 기대된다. 본 논문은 제 2장에 본론, 제 3장에 결론을 기술하였다.

2. 본 론

2.1 테이퍼형 지파 도파관 이론

현재까지 평평한 면의 원형관을 이용한 연구가 활발히 진행되고 있는데 후진파 발진기는 빔의 불안정성을 이용하여 발진을 일으키지만 개선해

야 할 필요성이 많다. 먼저 직선형 원형관을 이용했을 때 단일 모드에서 발진이 안정적으로 일어나 출력이 일어나기 위해서는 빔의 불안정성 때문에 쉽지가 않다. 단일 모드에서 발진을 안정하게 출력 전력을 얻기 위해서는 도파관의 길이를 가능한 한 짧게 해야 되는데 너무 길이가 짧으면 효율이 떨어지고 발진 능력이 저하되어 발진이 일어나지 않게 되는 경우가 생긴다. 이런 어려움을 극복하고 효율을 높이는 방법으로 마이크로파의 전계강도를 크게 하면 된다. 직선형 도파관의 전계강도는 공간적으로 성장률이 정해지는데 전계강도가 포화상태에 따른 거리와 도파관의 길이가 짧으면 상대적으로 발진효율이 떨어진다. 따라서 마이크로파의 성장에 따른 빔 에너지가 감소한다.

2.2 분산관계의 연구

그림1에 파수가 다른 직선형의 발진효율을 나타내었다. 이것은 길이가 변화 하는 것에 따라 평균 반경과 주파수, 효율의 정도를 알 수 있다.

그림2에는 분산관계에 대한 계산 결과이다. 이것은 주기의 크기와 진폭평균반경의 크기를 표시하여 곡선의 변화를 알 수 있었다.

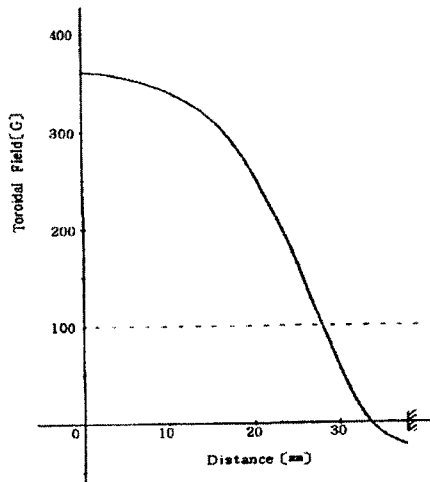


그림1. 직선형 도파관의 분석

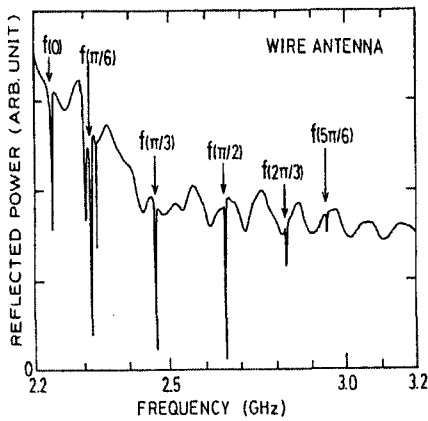


그림2. 분산관계에 대한 계산결과

그림3에는 분산관계의 변화를 표시하였다. 반경을 작게 하면 분산곡선이 주파수가 큰 쪽으로 변하여 반대로 크게 하면 낮은 방향으로 이동하는 것을 알 수 있어 계산결과와 비교할 수 있었다.

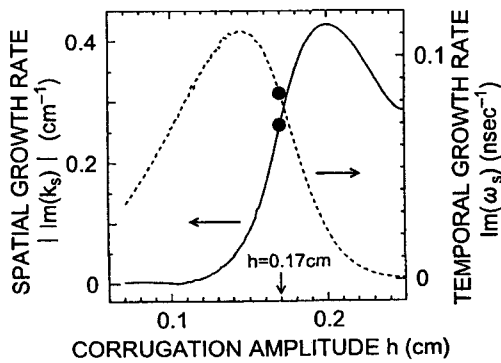


그림3 분산관계의 변화

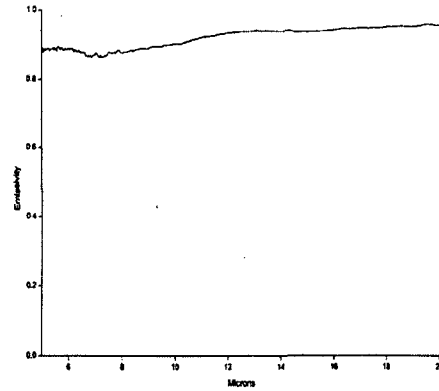


그림4. 지파도파관의 공동수 비교

그림4는 지파도파관의 공동수에 대한 원형과 삼각형의 분산관계를 나타냈다. 원형은 2공동수, 삼각형은 3공동수, 사각형은 4공동수이며 위 그림을 볼 때 2공동수 이상에서 공진점이 증가되었다.

3. 결론

테이퍼형 지파 도파관을 설계, 제작에 있어 분산관계를 분석하여 보면 공동수의 크기에 따라 발진효율에 따른 공진점이 증가하는 것을 알 수 있으며, 모드 변화를 알 수 있어 직선형보다 테이퍼형이 효율 증대를 가져오는 것을 분산관계를 통하여 알 수 있었다.

참고 문헌

- [1] W.S.Kim, J.S.Hwang, J.N.Kim, Y.M.Kim, "A Study on the Formation of Reserved Field configuration stability with Radio Rotating Field, Proceeding of the 36th KIEE Conference 2005
- [2] V.L.Granatstein and P.L.Colestock, "Wave Heating and Current Drive in Plasmas," Gordon and Breach, New York, 2002.
- [3] J.N.Benford, and J.A.Swagle, "High Power Microwave, Boston: Artech, 2001.