

## 초고주파미소띠유전체공진자발진기설계의 한가지 방법

김설희, 리순남

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《주파수관리를 과학적으로 하여야 합니다. 주파수는 국가의 중요한 자원이며 주파수 관리를 과학화하여야 무선통신과 방송의 효과성을 높일수 있습니다.》

초고주파3극소자의 산란행렬( $S$ 행렬)에 기초한 설계방법[1]은 설계가 간단한 우점이 있지만 회로요소의 산란행렬이 미소띠선로의 기하학적치수에 의하여 결정되는것으로 하여 설계정확도가 낮은 결함이 있다.

론문에서는 등가회로모형에 기초하여 초고주파미소띠유전체공진자발진기(DRO)설계의 한가지 방법을 제안하고 모의실험을 통하여 그 효과성을 검증하였다.

### 1. 미소띠유전체공진자발진기의 설계

일반적인 경우 FET의 산란정수는 공통원천극  $S$ -정수이다. 그러나 발진기는 보통 구조설계가 쉽고 최대의 출력을 얻을수 있는 공통배출극회로를 리용하기때문에 공통원천극  $S$ -정수를 공통배출극  $S$ -정수로 변환하여야 한다.[2]

우선 다음의 식을 리용하여 공통원천극  $Y$ -정수(전도도정수)를 계산한다.

$$Y_s = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} \\ y_{21} & y_{22} \end{bmatrix} = \frac{1}{1 + s_{11} + s_{22} + \Delta s} \begin{bmatrix} 1 - s_{11} + s_{22} - \Delta s & -2s_2 \\ -2s_{21} & 1 + s_{11} - s_{22} - \Delta s \end{bmatrix}$$

여기서  $\Delta s = s_{11}s_{22} - s_{12}s_{21}$  이다.

다음 미정전도도행렬원리에 따라 매 행과 매 렬의 원소들을 합한 값을 령으로 하여 미정전도도행렬  $Y_0$ 을 계산한다.

$$Y_0 = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & y_{13} \\ y_{21} & y_{22} & y_{23} \\ y_{31} & y_{32} & y_{33} \end{bmatrix}$$

이때 미정전도도행렬의 성질에 의하여

$$\sum_{i=1}^3 y_{i1} = \sum_{i=1}^3 y_{i2} = \sum_{i=1}^3 y_{i3} = 0, \quad \sum_{j=1}^3 y_{1j} = \sum_{j=1}^3 y_{2j} = \sum_{j=1}^3 y_{3j} = 0$$

이므로

$$Y_0 = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & -y_{11} - y_{12} \\ y_{21} & y_{22} & -y_{21} - y_{22} \\ -y_{11} - y_{21} & -y_{12} - y_{22} & y_{11} + y_{12} + y_{21} + y_{22} \end{bmatrix}$$

로 된다.

만일 마당효과3극소자의 배출극을 접지시키면 미정전도도행렬  $Y_0$ 의 제2행과 2렬이

없어진 다음과 같은 공통배출극의  $Y_D$  행렬이 얻어진다.

$$Y_D = \begin{bmatrix} y_{11} & -y_{11} - y_{12} \\ -y_{11} - y_{21} & y_{11} + y_{12} + y_{21} + y_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_{11D} & y_{12D} \\ y_{21D} & y_{22D} \end{bmatrix}$$

이때  $[s] \leftrightarrow [Y]$  변환식에 따라 공통배출극  $S$ -행렬을 구할수 있다.

$$S = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} \\ s_{21} & s_{22} \end{bmatrix} = \frac{1}{1 + y_{11D} + y_{12D} + \Delta y_D} \begin{bmatrix} 1 - y_{11D} + y_{22D} - \Delta y_D & -2y_{12D} \\ -2y_{21D} & 1 + y_{11D} + y_{22D} - \Delta y_D \end{bmatrix}$$

여기서

$$\Delta y_D = y_{11D}y_{22D} - y_{12D}y_{21D}$$

이다.

한편 유전체공진자 DR는 선로우에서 병렬공진회로에 대응되는데  $L, C, R$  값은 DR의 우량도  $Q$ 에 의해 결정될뿐아니라 미소띠와의 결합도 및 결합거리에 의하여 결정된다.

우리는 매 주파수에서 각이한 거리에서의  $s_{11}$ 을 측정한 다음 컴퓨터로 서로 다른 거리에서의  $L, C, R$  값을 계산하였다. 이때 매개  $L, C, R$  값에는 1개의 최적인 결합거리가 대응된다.

설계한 발진기등가회로는 그림 1과 같다.

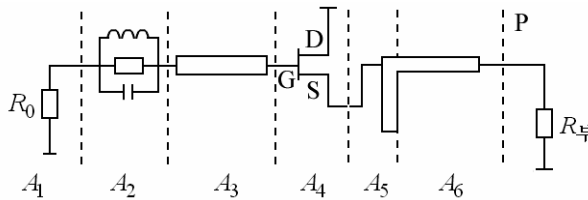


그림 1. 발진기등가회로

그림 1에서 보는바와 같이 전체 회로는 6개 요소들의  $A$ 행렬들의 종속연결로 이루어져있다. 이중에서  $A_1, A_2, A_4$ 는 알고있는 량이며  $A_3, A_5, A_6$ 은 설계하려는 미소띠선로이다. 식이 만족되도록 최적결합거리를 선택한 다음 매 미소띠선로의 특성저항과 길이를 계산한다.

회로의 발진조건은 출구단어께  $P$ 쪽에서 왼쪽을 들여다본 반사계수( $s_{11}$ )의 절대값이 1보다 크고 위상이 0일 때이다. 즉

$$\left. \begin{array}{l} |s_{11}| > 1 \\ \angle s_{11} = 0 \end{array} \right\}$$

이다.

## 2. 모의실험 및 결과분석

제작하려는 DRO는 위상잡음이 작고 출구출력이 커야 하므로 우리는 동작주파수가 높고 위상잡음성능도 좋은 GaAs마당소자 NE72218을 선정하였다.

CST모의프로그램으로 미소띠유전체공진자발진기모의실험을 하였으며 그 결과는 그

림 2와 같다.

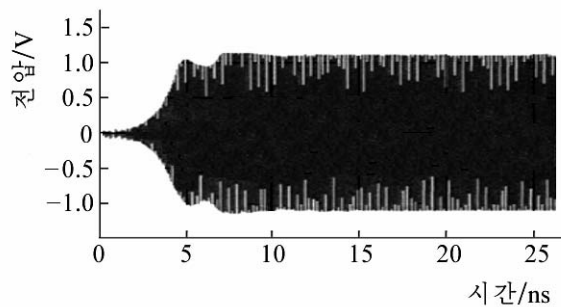


그림 2. 모의결과곡선

모의결과로부터 파도과정이 5ns정도로써 매우 짧으며 출구전압진폭은 1V로서 비교적 안정한 초고주파신호가 얻어진다는것을 알수 있다. 이때 5~10ns구간은 전원의 요동에 의하여 생기는 파도과정이라고 볼수 있다.

## 맺 는 말

전도도행렬에 기초하여 공통배출극회로 DRO를 설계하고 모의실험을 통하여 발진기의 성능을 검증하였다.

## 참 고 문 헌

- [1] D, Balandes et al.; IEEE Trans. Microw. Theory Tech., 60, 2, 393, 2012.
- [2] E. Öjefors et al.; IEEE Trans. Microw. Theory Tech., 60, 5, 1397, 2012.

주체107(2018)년 8월 5일 원고접수

## A Method for the Design of a Microwave Microstrip Dielectrical Resonator Oscillator

*Kim Sol Hui, RI Sun Nam*

Based on the matrix of conductivity we designed a common drain DRO and through the simulation verified a performance of dielectrical resonator oscillator.

Key words: matrix of conductivity, common drain