

초고주파원통형공진기의 주파수측정에 대한 연구

백은철, 리학명

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《우리는 현대과학기술과 인민경제발전의 현실적요구에 맞게 자동화공학과 전자공학을 빨리 발전시켜 최단기간내에 그 수준을 세계적인 수준으로 끌어올려야 합니다.》

(《김정일전집》 제19권 240페이지)

측정의 자동화, 컴퓨터화를 실현하는데서 측정기구에 적합한 실험모형을 만드는것은 중요한 문제로 나서고있다.

선행연구들[1, 2]에서는 장치에 적합한 실험모형을 만들어 측정에 리용하고있다.

본문에서는 원통형공진파장계에서 한가지 형태의 실험모형을 제기하고 실험을 진행하고 그 효과성을 검증하였다.

1. 원통형공진파장계의 실험모형

원통형공진파장계의 고유주파수계산식은 다음과 같다.

$$f_0 = \frac{v}{2\pi} \sqrt{\left(\frac{\mu_{n_i}}{a}\right)^2 + \left(\frac{m\pi}{h}\right)^2} \quad (1)$$

여기서 a 는 공진통의 반경(m), h 는 공진통의 길이(m), v 는 전파속도(m/s), m 은 파수번호이다. 그리고 μ_{n_i} 는 n 차베셀함수의 i 번째 뿌리로서 표 1에 제시하였다.

식 (1)로부터 주어진 파장계의 실험모형을 다음과 같이 표시할 수 있다.

표 1. n 차베셀함수의
 i 번째 뿌리

n	i	
	1	2
0	2.832	7.016
1	1.841	5.332
2	3.504	6.705

$$\hat{f}_0 = C_0 \sqrt{C_1 + (C_2/h)^2} \text{ (MHz)} \quad (2)$$

여기서 h 는 공진통의 길이(mm), C_0, C_1, C_2 는 주어진 주파수계의 실험결수로서 실험을 통하여 구하여야 한다.

이를 위해서 실험모형을 $\hat{f}_0 = \varphi(k)$, 실험자료와 모형의 차를

$$e_k = f_{0k} - \hat{f}_{0k}$$

라고 하면 측정오차의 최소두제곱편차값은 다음과 같다.

$$F = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (f_{0k} - \hat{f}_{0k})^2}{n}} \quad (3)$$

식 (2)와 (3)으로부터 실험적방법으로 모형의 결수를 구할수 있다. 즉 최소두제곱편차 F 가 최소로 되는 C_0, C_1, C_2 를 구할수 있다.

2. 실험적고찰

그림과 같은 원통형공진파장계 QHV22211을 가지고 실험을 진행하였다.

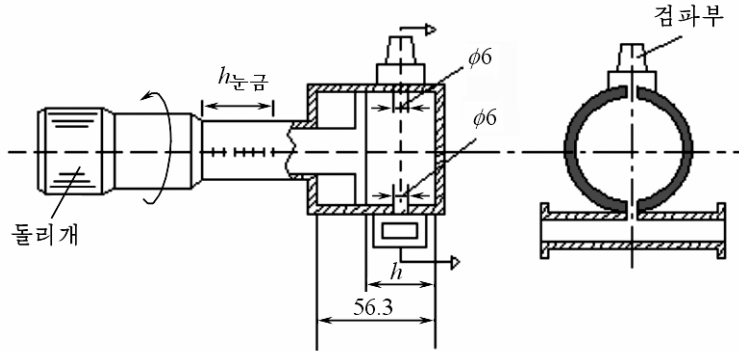


그림. 원통형공진파장계의 구조

우선 그림으로부터 공진통의 길이 h 를 구하면

$$h = h_{\text{눈금}} + h_0 \quad (4)$$

으로 된다. 여기서 h_0 은 $h_{\text{눈금}}$ 값이 0일 때의 공진통의 높이로서 그림과 같은 구조에서 $h_0=19.3\text{mm}$ 이다.

다음 식 (1), (4)를 리용하여 최소두제곱편차 F 를 구하면 표 2와 같다.

m	n_i	μ_{n_i}	F/MHz
1	01	2.832	1 410.472
2	11	1.841	2 659.989

표 2에서 보는바와 같이 최소두제곱편차 F 는 대단히 크다. 그것은 공진주파수에 영향을 줄수 있는 여러가지 구조적인 정수값들을 정확히 고려하지 못한것과 관련된다.

다음 식 (2), (3), (4)를 리용하여 실험모형의 결수 C_0 , C_1 , C_2 와 최소두제곱편차를 얻으면 표 3과 같다.

C_0	C_1	C_2	F/MHz
300	580.830	0.498 3	0.880

표 3에서 보는바와 같이 오차평가함수에 의하여 계산된 최소두제곱편차 F 는 식 (1)을 리용했을 때보다 식 (2)를 리용하였을 때 훨씬 작다.

맺 는 말

원통형공진파장계의 실험모형의 결수 C_0 , C_1 , C_2 를 결정할수 있는 방법을 확립하고 그것을 리용하여 QHV22211형 파장계의 실험식들을 얻고 측정의 컴퓨터화를 실현하여 초고주파실험에 효과적으로 리용할수 있게 하였다.

참 고 문 헌

- [1] 리순남; 무선전자공학, 120~150, 김일성종합대학출판사, 주체103(2014).
- [2] 蓮見 敏之, 計測技術, 1, 120, 2001.

주체108(2019)년 5월 5일 원고접수

A Study on the Frequency Measurement of the Microwave Cylindrical Resonator

Paek Un Chol, Ri Hak Myong

We established the method of experiment model coefficients C_0 , C_1 , C_2 determination in cylindrical resonance wavelength meter, and by utilizing it, we made empirical formulas on the wavelength QHV22211, realized computerization of measurement, and used to microwave experiment efficiently.

Key words: microwave, cylindrical resonator, wavelength meter