

VSAT용 위상고정 유전체 공진 발진기의 설계 및 구현

準會員 柳根官* 正會員 李斗漢* 正會員 洪義錫**

A Design and Construction of Phase-locked Dielectric Resonator Oscillator for VSAT

Keun Kwan Ryu*, Du Han Lee*, Ui Seok Hong** *Regular Members*

要約

본 논문에서는 위상 고정 루프 PLL(Phase Locked Loop)의 폐환 성질을 이용한 Ku-band(10.95-11.70 GHz)용 위상고정 유전체 공진 발진기를 설계 및 제작하였다. 직렬 케환형의 유전체 공진 발진기를 제작한 후, 발진기의 주파수를 전압 제어하기 위해 전압 가변 캐패시터로 작용하는 바랙터 다이오드를 사용하여 전압 제어 유전체 공진 발진기를 구현하였다. 이와 같이 제작된 전압제어 유전체 공진 발진기에 샘플링 위상비교기를 이용하여 위상고정 유전체 공진 발진기를 제작하였다.

위상고정 유전체 공진 발진기는 X-band 주파수 대역의 전압제어 유전체 공진 발진기 신호를 샘플링 위상 비교기를 이용하여 VHF 대역의 기준 신호에 위상고정시켜 높은 주파수 안정도를 얻는 것으로 유럽형 FSS(Fixed Satellite Service)를 위한 10.00 GHz를 구현하였다.

측정 결과 본 논문의 위상고정 유전체 공진 발진기는 전압제어 유전체 공진 발진기보다 높은 주파수 안정도를 보였으며, 10.00 GHz에서 출력전력 10 dBm 이상이었고 carrier로 부터 10 KHz 벗어난 점에서 -80 dBc/Hz의 위상 잡음을 얻었다.

Abstract

A PLDRO(Phase Locked Dielectric Resonator Oscillator) in Ku-band(10.95-11.70GHz) is designed with the concept of the feedback property of PLL(Phase Locked Loop). A series feedback type DRO is developed, and VCDRO(Voltage Controlled Dielectric Resonator Oscillator) using a varactor diode as a voltage-variable capacitor is implemented to tune oscillating frequency electrically. Then, PLDRO is designed by using a SPD(Sampling Phase Detector).

This PLDRO is phase-locked voltage controlled DRO to reference source(VHF band) by SPD at 10.00 GHz for European FSS(Fixed Satellite Service).

* 광운대학교 전자통신공학과
Dept. of Electronic Communication Eng., Kwang Woon University

** 광운대학교 전파공학과
Dept. of Radio Science and Eng., Kwang Woon University

論文番號 : 94163

接受日字 : 1994年 6月 18日

The PLDRO generates output power greater than 10 dBm at 10.00 GHz and has phase noise of -80 dBc/Hz at 10 KHz offset from carrier. This PLDRO achieves much better frequency stability than conventional VCDRO.

I. 서 론

마이크로웨이브 통신 시스템은 신호의 IF 변환이나 RF 변복조를 위한 기준 발진기를 필요로 하며 마이크로파 장치내의 국부 발진기는 직접위성방식(DBS: Direct Broadcasting Satellite) 수신부, 레이더, 위성통신용 중계기, 군용기기 등과 같은 모든 마이크로파 시스템에서 중요한 에너지 원으로 작용한다[1].

최근에는 Ku-band에서 통신위성을 이용하여 데이터 신호, 음성, 영상 등의 디지털 신호를 송수신하고 있다. 특히, 위상 변조 방식(PSK: Phase Shift Keying)을 사용하는 통신 시스템에서는 마이크로웨이브 장치내의 국부 발진기의 주파수 안정도 및 위상잡음 특성이 전체 시스템의 데이터 오류 특성에 중대한 영향을 끼치므로 온도 변화에 대한 주파수 안정도 및 위상 잡음 특성이 우수한 발진기가 필요로 하게 된다. 일반적으로 마이크로웨이브용 발진기는 능동소자와 주파수 결정 공진 회로로 구성된다. 능동소자로는 GaAs MESFET와 HEMT가 많이 이용되고 있고 수동소자로는 유전체 공진기가 있어 도파관에 비하여 부피가 작고 온도 변화에 따른 공진 주파수 변화가 매우 적을 뿐만아니라 가격이 저렴하여 안정화를 요구하는 MIC(Microwave Integrated Circuit) 발진기의 주파수 결정 소자로 직접 사용되고 있다. 그러나 일반적으로 유전체 공진기의 주파수 안정도는 수 ppm/°C이므로 데이터 신호의 송수신용으로는 부적합하다. 따라서 데이터 신호의 송수신을 위해서는 발진 주파수가 보다 안정화 시키고 위상 잡음을 줄여야 할 필요가 있다[2][3].

본 논문에서는 부성저항 특성을 갖는 발진기 이론을 적용하여 주파수 안정 소자인 유전체 공진기를 사용하여 유전체 공진 발진기를 설계 및 제작하고 바랙터 다이오드를 삽입하여 전압제어 유전체 공진 발진기를 제작하였다. 여기에 기준신호의 고조파 성분을 발생시켜 위상비교하는 샘플링 위상비교기와 루프 필터를 결합한 PLL방식을 도입하여 고안정 주파수 발생기인 위상 고정 유전체 공진 발진기를 설계 및 제작하였다. 이상

과 같이 제작된 위상고정 유전체 공진 발진기는 free running하는 유전체 공진 발진기보다 월등히 향상된 주파수 안정도 및 위상 잡음 특성을 가졌다.

II. 설계 및 제작

위상고정 유전체 공진 발진기를 구현하기 위해서는 우선적으로 마이크로웨이브 주파수 대역의 유전체 공진 발진기를 설계하는 것이다. 유전체 공진 발진기의 설계 후, 제어 전압에 의해 주파수 변화가 일어나도록 마이크로스트립 라인과 바랙터 다이오드를 이용하여 전압제어 유전체 공진 발진기를 설계한다. 전압제어 유전체 공진 발진기의 주파수 개환을 위해 결합기(coupler)를 설계하며 위상 비교를 위한 샘플링 위상비교기 회로에서는 최대 위상 비교 전압이 얻어지도록 한다. 루프 필터의 RC시정수 값을 결정하여 최종적으로 전압제어 유전체 공진 발진기의 신호가 기준신호에 위상 고정되도록 한다.

1. 전압제어 유전체 공진 발진기의 설계 및 제작

일반적으로 마이크로파 발진기를 설계하는 과정은 제조회사가 주는 S parameter로부터 Smith chart상에서 부성저항을 갖는 발진기의 설계로 시작된다. 본 논문에서도 이러한 이론을 적용하는 한편, CAD 프로그램 LINMIC+을 이용하여 device modeling을 통한 S parameter값을 구한 다음 유전체 공진 발진기를 설계 및 시뮬레이션하였고 최적화를 통하여 원하는 마이크로스트립 폭과 길이를 얻었다[1][4].

유전체 공진 발진기를 만드는데 사용한 소자들은 기본적으로 기관, 유전체 공진기, FET 등이 있다. 각 소자의 사양은 표 1과 같다. FET는 Mitsubishi사에서 개발되어 S-band에서 X-band까지 증폭기와 발진기 등에 사용되는 MGF 1302를 사용하였다.

먼저 회로구성이 간단하고 부하변동에 따른 발진 주

파수 변화 및 출력의 변화가 적은 직렬 레환형으로 발진기의 구조를 결정하였다. 그림 1은 본 논문에서 구현한 직렬레환형 유전체 공진 발진기의 구조이고 R, L, C 병렬공진회로는 DR의 증가모델이다.

그림 1에서 길이 l_1 과 l_2 만으로 이루어진 기본적인 발진기에 대하여 시뮬레이션하여 발진조건을 만족하는 길이 l_1 과 l_2 를 구하였다. 이때 스텝은 개방 스텝으로 설계하였으며 이때 허수부분이 "0"을 교차할 때 부정지향 특성이 나타나게 한다.

다음으로 위의 회로에 R, L, C 병렬공진회로와 길이 l_1 를 갖는 선로를 첨가하여 특성임피던스 Z_0 로 종단시켰다. 병렬공진회로는 대역저지필터이므로 원하는 주파수에서 신호를 FET로 되반사시켜야 한다. 이때 부정지향은 10.00 GHz를 중심으로 넓게 분포하도록 하여 실제 측정시 유전체 공진기의 위치를 변화시키면서 발진 주파수를 쉽게 찾을 수 있도록 하였다.

표 1. 유전체 공진 발진기의 제원
Table 1. Specification of the DRO

기판	Teflon	$\epsilon_r : 2.45$ 두께 : 0.7874 mm
유전체 공진기	Murata D055U 024	Dimension 직경:5.50mm 두께:2.44mm Temperature Coefficient (ppm/°C) : 2 Q-factor:6000 min $\epsilon_r : 37.7 \pm 0.5$

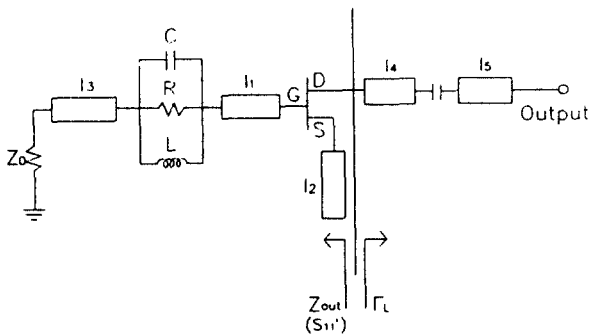


그림 1. 직렬레환형 유전체 공진 발진기의 구조
Fig. 1. Configuration for series feedback DRO

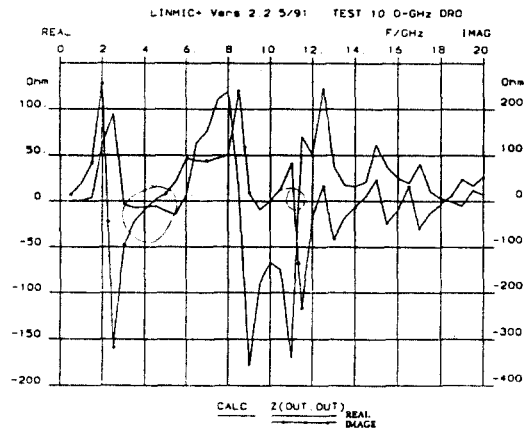


그림 2. 유전체 공진 발진기의 발진조건
Fig. 2. Oscillation condition of the DRO

그리고 드레인단에서 동조소자를 바라본 반사계수가 가장 크도록 정합선로 l_4 , l_5 를 구하였다. 그림 2와 그림 3에서 유전체 공진 발진기의 시뮬레이션 결과를 나타내었다. 그림 2에서 허수부분이 "0"을 교차하는 부분은 많이 존재하나 발진조건을 만족하는 부분은 10.00 GHz와 4.00 GHz 부근이며 그림 3과 같이 10.00 GHz에서 발진 가능성이 높다.

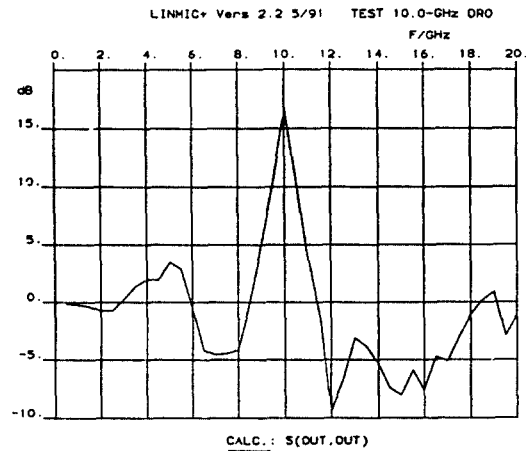


그림 3. 유전체 공진 발진기의 발진 가능성
Fig. 3. Oscillation possibility of the DRO

유전체 공진기의 주파수 동조에는 크게 두가지 방법으로 구현할 수 있다. 즉, 기계적 동조와 전기적 동조가 그것이다. 전기적 동조는 여러 방법이 있으나 바랙터 다이오드를 이용하는 것이 보통이다. 이는 바이어스

전압을 인가해 바랙터 다이오드의 캐패시턴스를 변화시켜주므로써 유전체 공진기와 결합된 마이크로스트립 선로의 실효파장이 변화하게 되어 주파수를 동조하게 된다 [5][6].

PLL에 이용할 전압제어 발진기는 그 발진 주파수가 제어 전압에 대해 선형적으로 변화하는 것이 가장 중요하다. 뿐만 아니라 위상 안정도가 좋아야 하며 이득 계수 K_V 가 크고 주파수 조정이 용이해야 하며 저가 (low cost)이어야 한다.

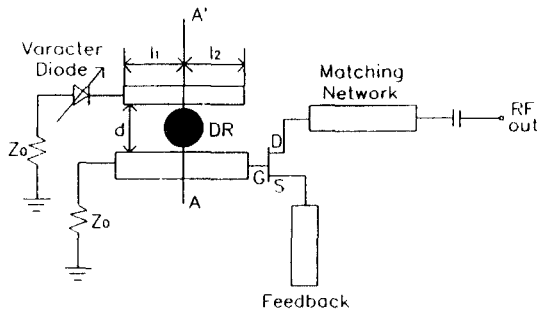


그림 4. 전압제어 유전체 공진 발진기의 구조
Fig. 4. Configuration of the VCDRO

그림 4는 전압제어 유전체 공진 발진기의 회로를 나타낸다. 이미 언급했듯이 기본적인 유전체 공진 발진기에 마이크로스트립 라인과 바랙터 다이오드를 삽입하여 전압제어 주파수 변화부를 실체하였다. 바랙터 다이오드는 부하의 영향을 줄이기 위해서 Q factor가 매우 큰 것을 사용하여야 하며 전압에 대한 주파수 변동이 선형이도록 하기 위해 Diode Gamma가 큰 마이크로웨이브용 튜닝 바랙터 다이오드(Tuning Varactor Diode)를 사용하여야 한다. 본 논문에서는 위의 조건을 만족시켜 주는 Alpha사의 DVG 6084를 사용하였다. 그림 4에서 유전체 공진기는 두 개의 마이크로스트립 라인과 동시에 자기적 결합을 일으킨다. 이는 대역 통과 필터의 역할을 하며 길이 l_1 , l_2 는 $\lambda/4$ 를 유지하여 AA'면에서 최대 자체 결합을 갖도록 하였고 공진 주파수의 선형적 가변을 위해 그림과 같이 바랙터 다이오드를 삽입하였다. 또한 두 선로의 간격 d는 공진 주파수의 선형적 변화에 영향을 끼치며 유전체 공진기와 마이크로스트립 라인 사이의 자기적 결합 계수에도 큰 영향을 끼

친다. 전압에 대한 공진 주파수가 선형적이어야만 주위 온도에 대한 변화에도 전압제어 유전체 공진 발진기가 기준 신호를 추적할 수 있다. 선로간의 간격 d를 줄일수록 최대한의 자체적 결합을 얻어 주파수 동조 범위를 넓게 얻을 수 있지만 유전체 공진기의 Q값 손실의 원인이 될 수 있으며 d를 늘릴수록 전압제어 유전체 공진 발진기의 주파수 동조 범위가 작아지므로 위상 고정 유전체 발진기에 사용하기에 충분치 못한 수 있다. 따라서 선로의 간격 d를 여러가지로 달리하여 제어 전압에 대한 공진 주파수를 측정하므로써 바랙터 다이오드와 유전체 공진기 사이에 알맞은 자기적 결합이 이루어지도록 조정하였다. 본 논문에서는 직경이 5.50 mm인 유전체 공진기를 사용하였고 선로간의 간격 d는 5.6 mm를 선체적으로 얻었다. 전압에 대한 주파수 변화는 제어 전압이 5V를 중심으로 0 ~ 10V 변할때 중심 주파수에서 15 MHz 변화로써 제작하였다.

2. 위상 고정 유전체 공진 발진기의 설계 및 제작

위상 고정 유전체 공진 발진기는 기본적인 동작원리가 PLL과 유사한 일종의 주파수 레귤레이션으로서, 기준 신호의 위상과 유전체 공진 발진기의 출력 신호 위상을 동기시키는 회로이다. 유전체 공진 발진기의 발진 주파수를 안정화시키기 위한 위상 고정 유전체 공진 발진기는 다음과 같은 4가지 요소로 구성되며 본 논문에서 제작된 시스템 구성도는 그림 5과 같다[7][8][9].

- Reference Oscillator
- Sampling phase Detector
- Loop Filter
- Voltage Controlled DRO

기준신호는 TCXO(Temperature Compensation Crystal Oscillator)와 같은 높은 주파수 안정도와 우수한 위상잡음 특성을 갖아야 한다. 본 논문에서는 100 MHz의 수정 발진기를 사용하였고, 그 출력 신호가 작아 샘플링 위상비교기에 직접 사용할 수가 없으므로 VHF 대역의 증폭기를 2단으로 구현하여 17 dBm 이상의 출력을 얻었다. 뿐만 아니라 ferrite core를 이용하여 balun을 제작하였으며, 이것을 unbalanced하고 높은 임피던스를 갖는 수정발진기 부분과 balanced하고 낮은 임피던스를 갖는 샘플링 위상 비교기 부분을 연결하기 위한 임피던스 정합회로이다. 반면, 전압제어 유전체 공진 발진기의 출력단에 10 dB 방향성 결합기를 연결하여 전압제어 유전체 공진 발진기의 신호중 일부분을

분리해 내어 샘플링 위상비교기에 연결하였다. -10 dB 방향성 결합기는 LINMIC+을 이용하여 시뮬레이션하였다.

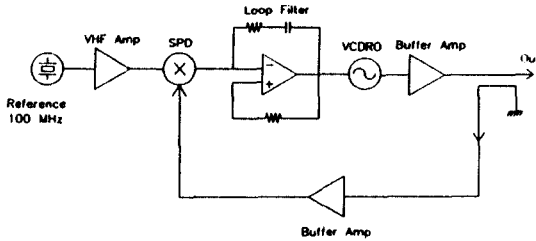


그림 5. 위상고정 유전체 공진발전기의 시스템 구성도
Fig. 5. Block diagram of the PLLDRO

샘플링 위상 비교기에는 -10 dB 방향성 결합기에서 얻은 마이크로웨이브의 출력 신호와 balun으로 연결된 기준 신호가 입력된다. 샘플링 위상비교기의 내부에는 고조파를 발생하는 SRD(Step Recovery Diode)가 있어 100 MHz 기준 신호의 100번째 고조파 성분과 전압제어 유전체 공진 발전기에서 발생한 마이크로웨이브 신호가 샘플링 위상비교기에 인가되어 위상비교하게 된다. 본 논문에서는 위상비교기로서 부품화 되어 있는 Alpha사의 SPD 3472-018을 사용하였다. 샘플링 위상비교기는 마이크로웨이브 입력과 기준 신호가 동시에 존재하는 경우에만 두 신호의 위상차인 IF출력 전압이 얻어진다. 전압제어 유전체 공진 발전기가 기준신호에 위상고정되었을 때 일정한 DC 전압을 출력하다가 위상고정이 풀렸을 때 두 신호간의 위상차에 대한 error전압이 출력된다. 이 error전압은 루프 필터에서 RC 시정수에 의해 필터링된 후, 전압제어 유전체 공진 발전기의 바랙터 다이오드에 연결된다. 루프 필터에서는 OP Amp 부궤환 단자의 RC 시정수가 위상고정 유전체 공진 발전기의 위상 잡음이 최소화 되도록 실험적으로 결정하였으며 전압제어 유전체 공진 발전기의 주파수 변화가 5V를 중심으로 변화하도록 하였다.

전압제어 유전체 공진 발전기와 샘플링 위상비교기 사이에 완충 증폭기를 삽입하여 일정한 전력을 샘플링 위상비교기에 공급하여 위상비교기 이득을 일정하게

유지하였다. 또한, 출력단쪽에 완충 증폭기를 연결하여 출력 전력을 일정하게 유지시켜 주었다. 이 두개의 완충 증폭기에 이용한 GaAs FET 소자는 AVANTEK사의 ATF-13736으로서 2-16 GHz 주파수 대역에서 저잡음 증폭기로 사용되며 입력과 출력 정합회로는 마이크로스트립 라인으로 유전율 2.45인 테프론(teflon) 기판 위에 구현하였다.

기구는 aluminum으로 제작하였으며 전체 크기를 줄이기 위해서 기구의 윗면, 아랫면의 양쪽면을 사용하였다. 한 쪽에는 수정 발전기, VHF 대역의 증폭기, 샘플링 위상비교기 및 루프 필터의 RF 부분을 구성하였고 반대편에는 전압제어 유전체 공진 발전기와 2개의 완충 증폭기, 방향성 결합기의 마이크로웨이브 부분을 구성하였다.

III. 측정 결과 및 고찰

1. 전압 제어 유전체 공진 발전기의 측정 및 고찰

이상과 같이 설계하고 최적화시킨 10.00 GHz 전압제어 유전체 공진 발전기 및 위상고정 유전체 공진 발전기를 사진 분석 방법에 의하여 테프론 기판 위에 제작하였다. 다음의 그림 6은 제작된 전압제어 유전체 공진 발전기 및 위상고정 유전체 공진 발전기의 Spectrum 측정을 위한 시스템 구성도이다.

제작된 전압제어 유전체 공진 발전기는 주파수 제어 전압 +5V를 중심으로 0 ~ +10V 변화할 때 그 발전 주파가 10.00 GHz를 중심으로 약 ±5MHz 변화하였다. 그림 7은 주파수 제어 전압이 0 ~ +10V 변화할 때 발전 주파수의 변화를 보여준다.

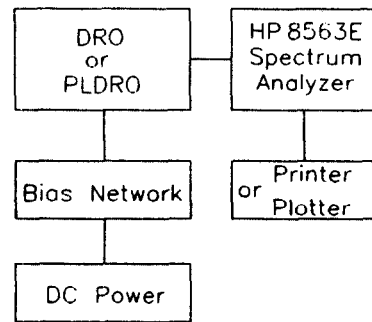


그림 6. 스펙트럼 측정 구성도
Fig. 6. Measurement diagram of spectrum

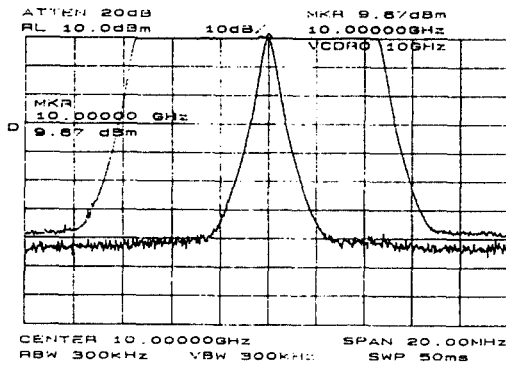


그림 7. 전압제어 유전체 공진발진기의 튠된 스펙트럼
Fig. 7. Tuned spectrum of the VCDRO

그림 8은 주파수 제어전압을 0 ~ 10V 변화시켰을 때의 주파수 변화와 출력 변화를 그래프상으로 나타낸 것이다. 발진 주파수의 변화는 평균 1 MHz/V의 기울기를 나타낸다. 주파수 제어 전압의 상부분에서 기울기가 약간 낮아지고 있으나 중심부분(5 ~ 4 V) 내에서는 우수한 선형 특성을 보이고 있어 위상고정 유전체 공진 발진기에 이용할 수 있음을 알 수 있다.

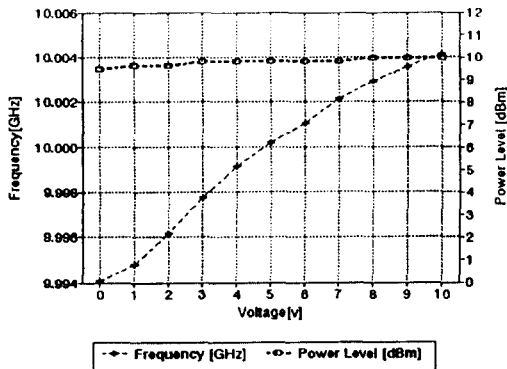


그림 8. 튠링 전압에 대한 출력 전력과 주파수 응답
Fig. 8. Output power and frequency responses vs. tuning voltage

2. 위상고정 유전체 공진 발진기의 측정 및 고찰

그림 9는 위상고정 유전체 공진 발진기 시스템의 측정장치를 본 것이다.

그림 10은 위상고정 유전체 공진 발진기의 Span 100 MHz에서 측정된 것이다. 위상고정 유전체 공진 발진기의 출력 신호의 전력은 10.83 dBm으로 우수한 성능을 나타내고 있다.

그림 11와 그림 12는 전압제어 유전체 공진 발진기와 위상고정 유전체 공진 발진기의 100 KHz span시 출력 스펙트럼을 각각 비교하였다. 그림에서 알 수 있듯이 주파수 안정도가 매우 나쁜 전압제어 유전체 공진 발진기는 100 MHz 수정발진기에 위상고정된 위상고정 유전체 공진 발진기에서 중심 주파수가 깨끗한 스펙트럼을 나타내고 있다.

그림 13은 span 5 KHz일때 위상고정 유전체 공진 발진기를 ADVANTEST사의 MS 2702A로 측정된 것이다. 여기에서도 마찬가지로 주파수 안정도가 중심 주파수에서 매우 우수하며 발진 주파수 역시 10.00 GHz임을 보여준다.

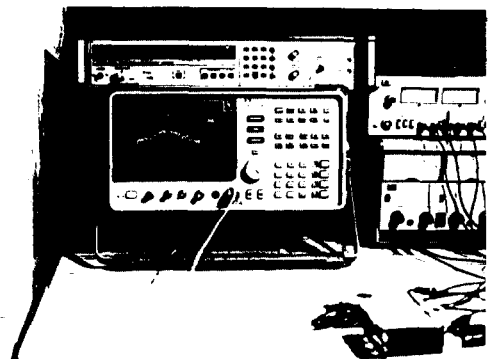


그림 9. 위상고정 유전체 공진 발진기의 측정장치
Fig. 9. Measurement instrument of the PLDRO

그림 14는 위상고정 유전체 공진 발진기의 고조파를 측정된 것이다. 기본 주파수와 2차 고조파와의 -34.50 dBc의 양호한 성능을 보이고 있으며 이 특성은 완충 증폭기의 정합회로 및 바이어스의 조성으로 향상 가능하다. 또한, 스퓨리어스 특성은 (60) dBc 이하로, 역시 양호한 성능을 보이고 있다. 이 특성은 수정 발진기 신호가 샘플링 위상비교기 내의 SRD내에서 채택되면서 무수히 많은 고조파를 만들어 내기 때문에 나쁠 수가 있는데 이것은 100 MHz의 VHF대역의 증폭기와 샘플링 위상비교기 회로부를 기구적으로 완전히 차폐하고 장원에 대한 필터링을 하면 보완할 수 있을 것이다. 표 1의 (marker) 부분은 10.00 GHz를 표시하는 것이며 그림

에서 보듯이 9.98 GHz로 표시되는 것은 기기상의 분해능때문이다.

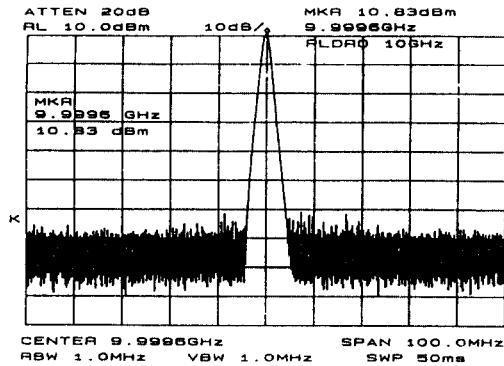


그림 10. 위상고정 유전체 공진 발전기의 주파수 응답 (Span=100 MHz)

Fig. 10. Frequency response of the PLDRO (Span=100 MHz)

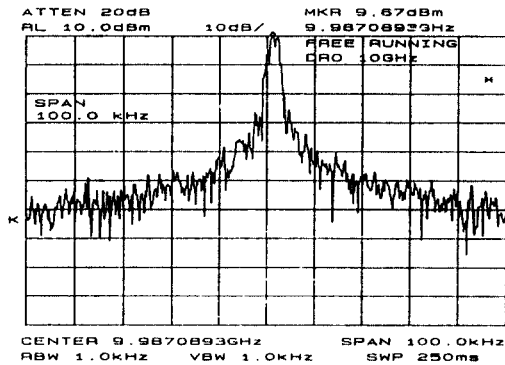


그림 11. 전압제어 유전체 공진 발전기의 주파수 응답 (Span=100 kHz)

Fig. 11. Frequency response of VCDRO (Span=100 kHz)

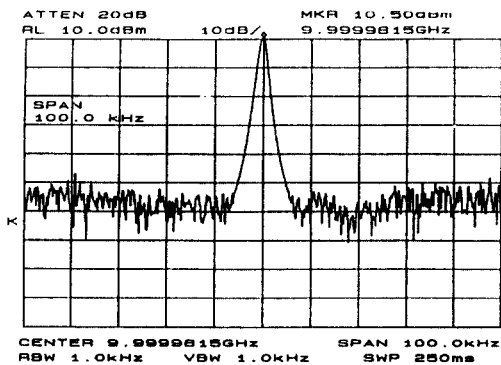


그림 12. 위상고정 유전체 공진 발전기의 주파수 응답 (Span=100 kHz)

Fig. 12. Frequency response of the PLDRO (Span=100 kHz)

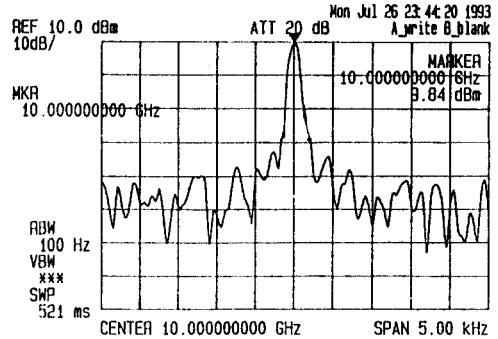


그림 13. 위상고정 유전체 공진 발전기의 주파수 응답 Span 5 kHz (ADVANTEST MS2702A)

Fig. 13. Frequency response of the PLDRO Span 5 kHz (ADVANTEST MS2702A)

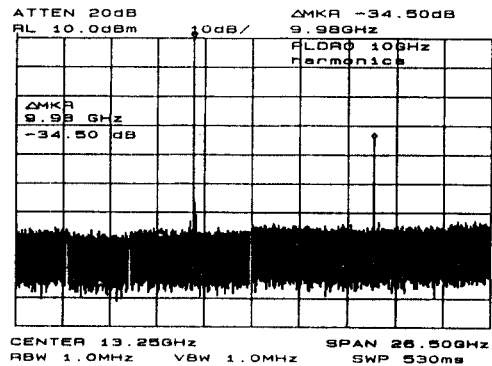


그림 14. 위상고정 유전체 공진 발전기의 고조파와 스퓨리어스 특성

Fig. 14. Harmonic and spurious characteristics of the PLDRO

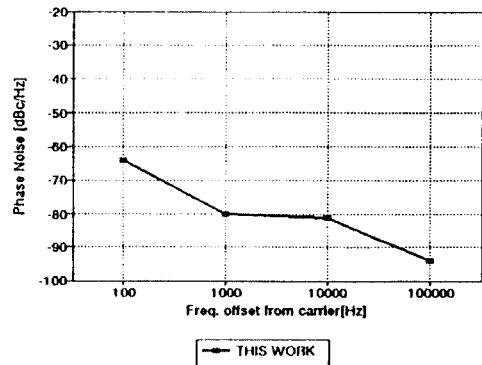


그림 15. 위상고정 유전체 공진 발전기의 위상 잡음 특성

Fig. 15. Phase noise characteristic of the PLDRO

그림 15는 스펙트럼 분석기로 측정된 위상고정 유전체 공진 발진기의 위상 잡음을 그래프상으로 나타낸 것이다.

다음은 본 논문에서 설계 및 제작된 위상고정 유전체 공진 발진기의 최종 성능규격으로 표 2와 같다.

표 2. 제작된 위상고정 유전체 공진 발진기의 성능
Table 2. Performance specification of the implemented PLDRO

Frequency Band	Ku band (10.95 ~ 11.70 GHz)
Local Frequency	10.00 GHz
Output	> 10 dBm
Phase Noise	< -65 dBc/Hz (at 100 Hz) < -75 dBc/Hz (at 1 Hz) < -80 dBc/Hz (at 10 Hz)
Harmonics	< -30 dBc
Spurious	< -60 dBc
Reference Oscillator	100 MHz Crystal Oscillator
Locking 방식	SPD 이용

IV. 결 론

본 논문에서는 낮은 위상잡음 특성을 가지면서 매우 안정한 주파수 발진기를 설계 및 제작하였다. 이를 위하여 유전체 공진 발진기에 샘플링 위상 비교기를 첨부하여 위상고정 유전체 공진 발진기를 설계, 제작하는데 주요 목표를 두었다. 위상고정 유전체 공진 발진기 시스템을 구현하기 위하여 각각 부분회로(sub circuit)로 전압제어 유전체 공진 발진기, 완충 증폭기, 방향성 결합기, 샘플링 위상비교기의 주변회로와 능동 지역통과 필터(Active Low Pass Filter), VHF 대역의 증폭기, ferrite balun 등을 개별적으로 설계 및 측정 후 집적시켰다. 각각 회로의 설계 및 실상에 있어서 상용 M/W용 CAD인 Jansen Microwave사의 LINMIC+을 사용하였다.

본 논문에서 구현한 위상고정 유전체 공진 발진기는 설정 주파수 10.00 GHz에서 출력 10 dBm 이상, 데이터 전송시 오율특성에 영향을 미치는 위상 잡음은 10 KHz에서 -80 dBc이하를 얻었다. 또한 고조파 특성은

-30 dBc 이하, 스퓨리어스 잡음특성은 -60 dBc 이하의 우수한 특성을 나타내었으며 이러한 특성은 종전의 free running 유전체 공진 발진기로서는 불가능한 것이다.

위상고정 유전체 공진 발진기(LNB(Low Noise Block), VSAT용 지상단발기용 발진기, point to point 무선중계장치의 고안성 발진기 등)는 이동통신 지구국 등에 응용할 수 있으며, 전압제어 유전체 공진 발진기 부분의 발진 주파수만 바꾸어 향후 부궁화용 FSS 수신기용으로 이용될 수 있겠다.

참 고 문 헌

- [1] Inder Bahl and Parakash Bharia, Microwave Solid State Circuit Design, John Wiley & Son, New York, 1988.
- [2] Gamma Microwave Inc., "Ruggedized Phase Locked Oscillator for Military Application," Microwave Journal, pp.197-199, June, 1988.
- [3] Gamma Microwave Inc., "18 to 23 GHz Phase Locked Oscillator," Microwave Journal, pp.182-183, January, 1988.
- [4] Stephen A. Maas, "Nonlinear Microwave Circuits," Artech House, 1988.
- [5] A. P. S. Khanna, "Understand DRO Design Methods and Operation," Microwave & RF, pp.120-124, April, 1992.
- [6] Cheh Ming Liu and Chen Y. Ho, "on the design of a voltage tuned Push Push Dielectric Resonator Oscillator," Microwave Journal, pp.165-174, June, 1990.
- [7] Dan. H. Wolaver, Phase-Locked Loop Circuit Design, Prentice Hall, 1991.
- [8] Floyd M. Gardner, Phaselock Techniques, Jhon Wiley & Sons, 1979.
- [9] James Bao yen Tsui, Microwave Receivers and Related Components, Peninsula Publishing, 1985.

본 연구는 1991년 8월부터 1993년 7월까지 상공자원부에서 시행한 공업기반기술사업으로 추진되었다.



柳根官(Keun Kwan Ryo) 송희원
 1939年 2月 16日生
 1962年 2月 : 光云大學校 電子通
 信工學科(卒業
 學士)
 1994年 2月 : 光云大學校 大學院
 電子通信工學科
 卒業(學碩士)
 1994年 3月 ~ 現在 : 光云大學校
 大學院 電子通信
 工學科 博士課程
 在學中

* 主要研究분야 : MIC 및 MMIC 회로 설계, 이동 및
 위성통신



李斗漢(Du Han Lee) 송희원
 1963年 6月 5日生
 1988年 2月 : 光云大學校 電子通
 信工學科卒業(工
 學士)
 1990年 2月 : 光云大學校 大學院
 電子通信工學科
 卒業(學碩士)
 1991年 3月 ~ 現在 : 光云大學校
 大學院 電子通信
 工學科 博士課程
 在學中

* 主要研究분야 : MIC 및 MMIC 회로 설계, ANTENNA
 & WAVE PROPAGATION 이동 및
 위성통신

洪義錫(U Seok Hong) 송희원
 1946年 1月 16日生
 1968年 2月 : 光云大學校 電子通
 信工學科 卒業(工
 學士)
 1973年 9月 : 延世大學校 大學院
 電氣工學科 卒業
 (學碩士)
 1982年 11月 : 獨逸 Aachen U.
 大 電子工學科
 卒業(學博士)

1973年 9月 ~ 1976年 5月 : 光云大學校 應用電子工學科
 學生講師
 1976年 10月 ~ 1982年 12月 : 獨逸 Aachen U.大 超高周
 波 研究所 研究員
 1983年 1月 ~ 1986年 2月 : 光云大學校 電子通信工學科
 副教授
 1986年 2月 ~ 1987年 2月 : 美國 University of
 Texas(Austin) 客員教授
 1987年 3月 ~ 1992年 2月 : 光云大學校 電子通信工學科
 教授
 1989年 1月 ~ 1991年 12月 : 對韓電子 工學會 編輯委員
 1984年 3月 ~ 現在 : 韓國通信學會 資格理事
 1991年 1月 ~ 現在 : 韓國電磁波技術學會 評議員
 1992年 3月 ~ 現在 : 光云大學校 電波工學科 教授

* 主要研究분야 : MIC 및 MMIC 회로 설계, ANTENNA
 & WAVE PROPAGATION 이동 및
 위성통신