

Schottky 다이오드를 이용한 Six-port용 L/Ku-band 광대역 Power detector 설계 제작

김영완
군산대학교 전자정보공학부

Design and Implementation of L/Ku-band Broadband Power Detector using Schottky Diode

Young-wan Kim
Kunsan National University, E-mail : ywkim@kunsan.ac.kr

요 약

본 논문에서는 직접 변환 방식인 six-port의 RF 출력 신호를 검파하고 요구 대역폭에서 입력 주파수 신호에 대한 진폭 및 위상차를 선형적으로 출력하는 광역 power detector를 설계 제작한다. Six-port 출력단에 접속되는 power detector는 높은 정합도를 갖고 반사파로 인한 Six-port 간 위상 불일치를 방지하고, 넓은 대역폭에서 낮은 VSWR을 유지하여야 하는 광역 특성을 갖는 power detector 설계가 필요하다. L-band의 강제 정합 회로와 Ku-band의 정합 회로 그리고 isolator와 정합 회로를 갖는 power detector 회로를 구성하여 요구하는 Six-port 형 power detector 성능을 평가한다.

ABSTRACT

The broadband power detector for direct-onversion Six-port output circuit was designed and implemented in this paper. The power detector should linearly operated to produce the linear amplitude and phase signal for input RF signal in required broadband. So, the power detector should be designed under conditions of matching circuit with low VSWR. The designed power detectors, which were implemented in L-band with 50 ohm matching and Ku-band with matching circuit and isolator, respectively, were evaluated in the performances.

키워드

DDS, Digital frequency synthesizer, Frequency hopping

I. 서 론

Six-port를 이용한 직접 변환방식에서는 요구 전송 신호 대역폭의 신호를 직접 검파하여 기저대역 신호를 재생하는 power detector회로를 필요로 한다. Six-port의 출력단 4-port 신호는 각각의 진폭과 위상 관계를 유지하여야 하며, 특히 PSK 계열의 신호 전송에는 위상 관계가 중요하다. Six-port 출력단에 접속되는 Power detector는 높은 정합도를 갖고 반사파로 인한 Six-port 간 위상 불일치를 방지하여야 한다. 또한 전송 대역 신호의 광역성에 따라 넓은 대역폭에서 낮은 VSWR을 유지하여야 하는 광역 특성을 갖는 Power detector 설계가 필요하다.

본 논문에서는 Schottky 다이오드를 사용하여 L/Ku-band의 광역 정합 특성을 갖는 power detector 회로를 설계하고 제작한다. 제작된 power detector 모듈의 성능을 측정하여 Six-port 회로의

직접 변환단 출력 검파기로 사용할 수 있음을 평가한다. 광역 정합을 위한 정합과 강제 정합 그리고 isolator를 사용한 설계 방법을 비교 분석하고 요구하는 직접 변환 구조의 적합성을 평가한다.

II. Power detector 설계

2-1 L-band

950~1450 MHz 직접 변환 수신을 위한 power detector는 광대역 특성 위한 강제 정합 회로를 갖는다. 출력 회로는 1.2 GHz 중심 주파수를 갖는 RF 단락회로 (short circuit) 및 800 MHz 차단 주파수를 갖는 저역 통과 필터로 구성된다.

Power detector에 입력되는 신호를 다음 식 (1)과 같이 표현하면,

$$f(x) = \sin(\omega t) \pm \cos(\omega t + \theta) \quad (1)$$

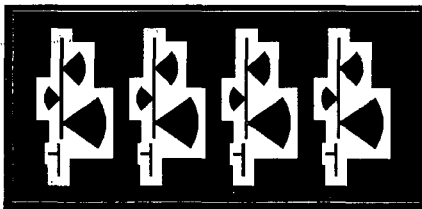
Schottky diode 출력 신호는 (2)과 같다.

$$D_{output} = f(x)^2 = \sin^2(\omega t) \pm 2\sin(\omega t)\cos(\omega t + \theta) + \cos^2(\omega t + \theta) \quad (2)$$

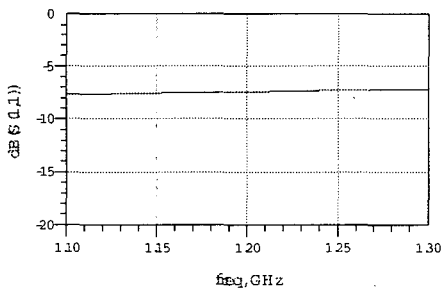
저역 통과 및 RF short 회로를 통과 한 신호는 다음식 (3) 팍 타이 기저 대역 신호로 출력된다.

$$S_{low-pass\ filter} = 1 \mp \sin(\theta) \quad (3)$$

그림 1은 L-band power detector layout 및 ADS 성능 실험 결과를 보여준다. 입력 단의 50 Ω 가제 정합에 의해 설계 전 주파수 영역에서 약 -8 dB의 return loss가 발생한다.



(a)



(b)

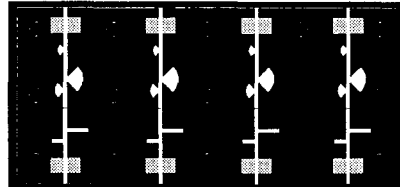
그림 1. L-band power detector layout(a) 및 성능(b)

2-2 Ku-band

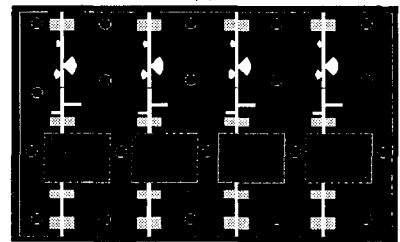
Ku-band power detector는 11.85 GHz 중심 주파수와 500 MHz 대역폭을 갖는다. 고 주파수 영역의 입력 정합을 위하여 2단 정합 회로를 사용하며, six-port 출력단과의 정합을 위하여 power detector 입력 단에 isolator를 사용한 정합 회로를 구현한다. 또한 11.85 GHz RF 단락 회로와 9.5 GHz 차단 주파수를 갖는 저역 통과 필터를 갖는 출력 회로를 구성한다. 그림 2는 입력 정합 회로를 갖는 power detector와 isolator와 정합회로를 갖는 power detector 회로를 보여준다.

정합 회로를 갖는 power detector는 약 -8 db

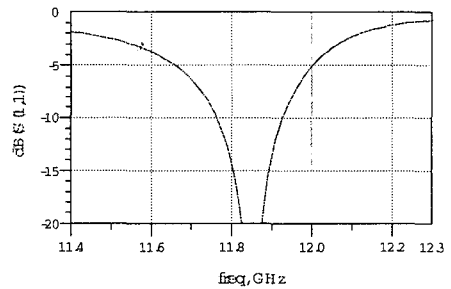
return loss 기준 300 MHz 대역폭을 가지며, isolator는 약 -20 dB return loss 설계할 경우의 return loss를 보여준다.



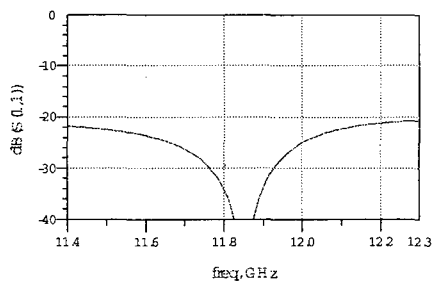
(a)



(b)



(c)

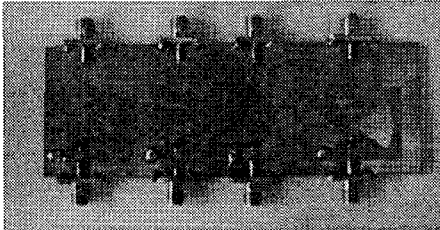


(d)

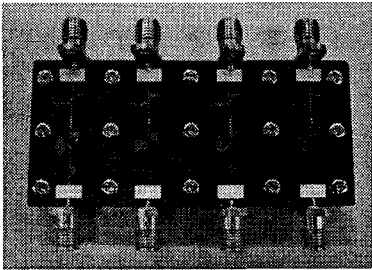
그림 2 정합 회로를 갖는 Ku-band power detector layout (a)와 isolator와 정합회로를 갖는 power detector layout 그리고 각 회로의 성능 : (c) 정합회로 및 (d) isolator와 정합회로.

III. 제작 및 실험

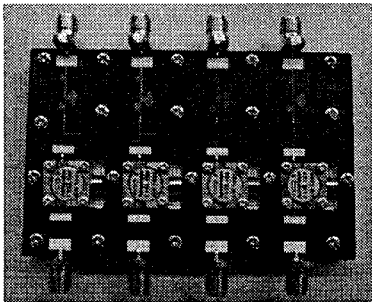
Power detector는 유전율 10, 2.2 그리고 50 mil, 10 mil 기판을 사용하여 제작하였다. 그림 3은 제작된 L-band 및 Ku-band의 power detector 를 보여준다..설계된 power detector의 측정 성능은 그림 4와 그림 5와 같다.



(a)



(b)



(c)

그림 3. 설계된 power detector, (a) L-band, (b) 정합회로를 갖는 Ku-band 그리고 (c) isolator와 정합 회로를 갖는 Ku-band

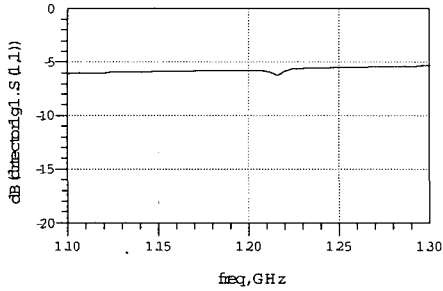
그림 4와 5로부터 측정 성능은 시뮬레이션 결과의 일치하나, 중심 주파수가 1.22 그리고 12 GHz로 이동한 것으로 나타나며, isolator의 return loss는 약 -14 dB return loss로 측정 되었다. 또한, 입력 주파수대 출력 신호 응답 특성에 의하면 500 MHz 이상의 대역폭에서 신호를 검파하는 특성을 보여준다.

IV. 결론

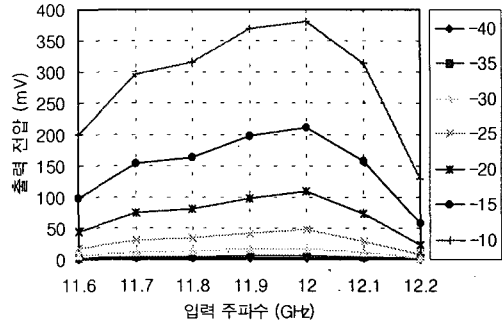
본 논문에서는 Six-port의 RF 출력 신호를 검파하고 진폭 및 위상 신호를 선형적으로 출력하는 광역 power detector회로를 설계하고 제작 측정하였다. 강제 정합을 갖는 L-band 그리고 LC 정합 회로를 갖는 Ku-band power detector 및 광대역 정합을 위한isolator를 사용한 Ku-band power detector를 구성하였다. 설계 제작된 power detector 특성은 설계 값과 거의 일치하였으며, 날-port 출력 신호 검파를 위한 power detector로서의 활용성을 평가하였다.

References

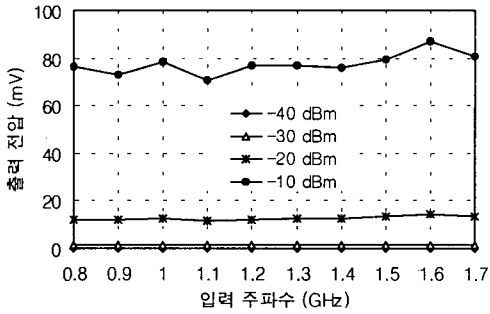
- [1] Agilent, HSCH-9161 GaAs Schottky diode Specifications, Agilent, 2005
- [2] Behzad Razavi, *RF Microelectronics*, Prentice-Hall. 2000
- [3] B. Razavi, □□Design Considerations for Direct- Conversion Receiver,□□IEEE Trans. on Circuits and Systems II, vol. 44, no. 6, June 1997.



(a)

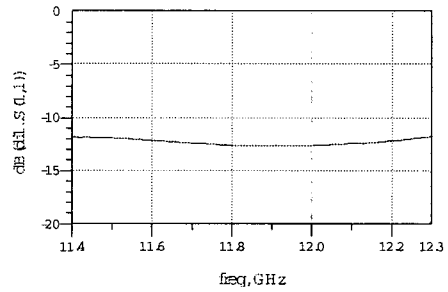


(b)

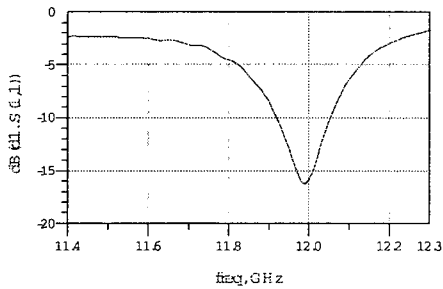


(b)

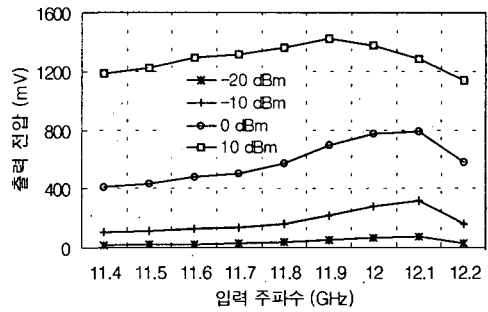
그림 4. L-band power detector 측정 성능



(c)



(a)



(d)

그림 5. Ku-band power detector 측정 성능, (a) (b) : 정합회로를 갖는 PD, (c)(d) : isolator를 갖는 PD