

NRD 가이드를 이용한 장거리 무선통신용 밀리미터파 대역 송수신기 개발

정회원 박 성 현*, 김 수 환**, 종신회원 신 천 우***

Development of Millimeter wave Transmitter and Receiver for Long Distance Wireless Transmission Using NRD waveguide

Sung-Hyun Park*, Soo-Hwan Kim** *Regular Member*, Cheon-Woo Shin*** *Lifelong Member*

요 약

본 논문은 NRD 가이드를 이용하여 10km 이상의 장거리 무선통신이 가능한 밀리미터파 대역용 FM 송신기 및 수신기를 제작하였다. 40GHz 사용주파수의 반파장 크기의 간격을 가지는 상하도체판 사이에 PTFE 유전체선로상에 건발진기, FM 변조기 및 안테나로 구성된 FM 송신기를 제작하고, 동일한 간격을 가지는 상하도체판 사이에 국부발진용 건발진기, 밸런스믹서, 3dB 방향성결합기 및 안테나로 구성된 FM 수신기를 각각 제작하였다. 또한 제작된 FM 송신기 및 수신기를 이용하여 무선통신 영상전송시험을 실시하였다. 이때 전송거리 10km의 시험거리에서 영상신호를 송신측에서 보낸 후 수신측의 TV 수상기를 통해 선명한 영상을 실시간으로 재생할 수 있었다. 이에 개발된 40GHz 대역 FM 송신기 및 수신기는 CATV의 전송이나 광대역 전송이 필요한 무선통신 시스템으로 사용이 가능하며, 장거리 초고속통신망의 연결 장치로 사용될 수 있을 것이다.

Key Word : NRD guide, Transmitter, 40GHz band, FM modulation

ABSTRACT

In this paper, we fabricated long distance wireless communication transmitter and receiver over the 10km which used NRD technology. To make the transmitter and receiver of 40GHz band using the non radiative dielectric wave guide, transmitter was composed of gunn oscillator, FM modulator and antenna, receiver was composed of local gunn oscillator, balanced mixer, 3dB direction coupler and antenna. Also we executed a wireless communication image transmission examination to the transmitter and receiver. We receive the image information in real-time data transmission from receiver after we send the image signal in the wireless distance of the 10km. Therefore, the 40GHz band FM transmitter and receiver to be developed will be used widely for the transmission system CATV or broadband transmission system. This will be utilized also to the link device of a long distance high speed wireless communication network.

I. 서 론

오늘날 정보통신기술의 발전과 더불어 대용량 멀티미디어의 시대가 도래함으로 콘텐츠의 표현형태는

문자에서 그래픽으로 변하고 있으며, 점차 섬세하고 고해상도인 칼라동영상의 형태로 발전되어가고 있다. 이로 인하여 유무선통신망을 이용한 컴퓨터통신은 보다 고급화를 시켜나가기에 하는 막중한 부담을

* 경성대학교 공학기술연구소(shpark91@star.ks.ac.kr), **일본 NAIST 대학원 정보과학과(ksh_0707@hatmail.net),

*** 경성대학교 멀티미디어공학과(cwshin@star.ks.ac.kr)

논문번호 : KICS2005-02-059, 접수일자 : 2005년 2월 3일

안고 있으며, 기존 건물에 있는 지역의 유선망 공사는 막대한 비용이 들거나 공사자체가 불가능한 경우가 발생한다. 또한 도서지방 및 산간지역은 유선망 보다는 무선통신망을 이용한 초고속 광대역의 멀티미디어 통신이 절실해지고 있다.

그러나 초고속 광대역 멀티미디어 무선통신에 대한 사회적 수요가 커짐에 따라 기존의 무선통신망에서 사용되는 마이크로파(Microwave)대역의 주파수 자원은 점차 고갈되어가고 있으며, 넓은 대역의 정보신호를 수용하기가 어렵고, 데이터 전송율이 낮아지는 등의 한계점에 이르고 있다. 이로 인하여 마이크로파 대역을 대신하여 매우 넓은 전송대역폭을 제공할 수 있는 밀리미터파(Millimeter wave; 30GHz~300GHz) 대역에서 이용되는 무선통신기술 개발의 중요성이 증가하게 되었다.

일반적으로 집적화된 밀리미터파 대역의 시스템 구현을 위해서는 MMIC(Monolithic Microwave Integrated Circuit) 및 유전체 도파로 등이 이용되고 있다. 그러나 MMIC는 밀리미터파 영역에서 전도손실이 증가하고, 제작공정기술이 복잡하며 비용이 많이 든다. 또한 유전체 도파로를 이용한 방법은 직선선로구간에서의 전도손실은 작지만 곡선구간이나 불연속적인 부분에서 방사가 크게 일어나 손실이 발생하는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위해 1981년 요네야마(Yoneyama)에 의해 비방사유전체선로(Non Radiative Dielectric guide: NRD 가이드)가 제안되었으며, NRD 가이드는 선로의 직선구간 뿐만 아니라 선로의 곡선부분 및 불연속부분에서 발생하는 방사와 전송손실이 거의 없는 것으로 알려져 있다¹⁻⁶⁾.

본 논문은 초고속 광대역 멀티미디어 무선전송을 위해서 100km이상의 장거리용 무선통신 시스템을 제안하였으며, NRD 가이드를 이용하여 밀리미터파 대역에서 사용되는 FM(Frequency Modulation) 송신기 및 수신기를 제작하였다. 여기에 이용되는 장거리 무선통신용 사용주파수는 국제적으로 방송용 주파수로 배당된 40GHz 대역을 이용하였고, 시험전송거리 10km의 무선구간에서 영상전송 시험을 실시하여 밀리미터파 무선통신의 장거리 통신가능성을 확인하였다.

II. 이론적 배경

2.1 비방사유전체선로(NRD guide)

본 논문에서 제안한 비방사유전체선로 (Non-

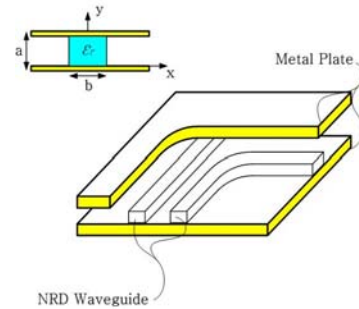


그림 1. 비방사유전체선로의 일반적인 구조
Fig. 1. General view of an NRD guide.

Radiative Dielectric Waveguide: NRD guide)는 그림 1과 같이 두 개의 평행 금속판과 그 사이에 샌드위치 형태로 삽입된 PTFE 재질의 유전체 선로로 구성된다. 유전체선로는 단면이 직사각형이며 높이 a , 폭 w , 비유전율 ϵ_r 을 갖는다.

일반적으로 사용주파수의 파장의 절반 길이가 평행 도체판의 간격보다 크면 파동이 소모되기 때문에 고전적평행판 전송선로를 통해서 파동이 전달되는 것은 불가능하게 된다. 따라서 식 (1)에서와 같이 NRD 가이드의 금속판 간의 간격은 자유공간 파장 λ_0 의 절반보다 작아야 한다. 도체판사이의 유전체선로는 국부적으로 파동의 전송조건을 변경시켜서 파동이 유전체선로 내부로 유도시키며, 공기가 충전된 영역에 이르러 소멸된다. 그러므로 적절한 대칭성을 갖는 모든 불연속들은 순수하게 리액턴스가 되며, 이러한 구조는 굴곡이나 불연속에서 기인하는 불필요한 간섭이나 방사를 강력하게 억제한다. 불연속에 의한 방사는 대부분 유전체선로가 갖는 중대한 문제점이므로 완전하게 방사를 제거할 수 있는 것이 NRD 가이드의 주요한 장점이다.

$$a \leq \lambda_0 / 2 \tag{1}$$

여기서, a 는 두 개의 평행판 사이의 간격이고, λ_0 는 자유공간에서의 파장이다.

또한 비방사유전체선로에서의 전송모드는 자체가 유전체의 공기와 경계면에 평행한 LSM 모드와 전계가 평행한 LSE모드로 구별되며, 두 개의 모드는 모두 비방사성으로 선로속에서 공존하게 된다. 그림 2는 NRD가이드 내에서의 공존하는 LSM01 모드와 LSE01모드를 나타낸 그림이다.

본 논문에서는 밀리미터파 대역에서 사용되는 FM 변조방식의 송신기 및 수신기를 NRD가이드를 이용하여 제작하기 위해 식 (2)와 (3)을 적용하여

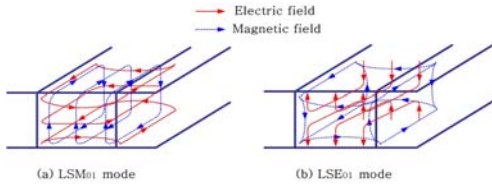


그림 2. NRD가이드 내에서의 공존하는 LSM01 모드와 LSE01모드
Fig. 2. Plot of the filed pattern in an NRD guide.

NRD가이드선로를 설계하였으며, NRD 전송선로상의 동작모드는 LSE01 모드보다 낮은 전송손실을 가지는 LSM01 모드를 적용하였다.

$$a/\lambda_g \cong 0.45 \quad (2)$$

$$\sqrt{\epsilon_r - 1} b/\lambda_g \cong 0.4 \sim 0.6 \quad (3)$$

여기서 ϵ_r 은 유전체선로의 비유전율, λ_g 는 관내 파장이다.

2.2 40GHz 대역의 전파특성

밀리미터파 대역의 자유공간전파 특성은 마이크로파 대역에서와 다르게 적용되어야 한다. 이는 10GHz 이상 대역에서는 대기의 흡수와 산란 현상이 증가하는데 대기흡수는 전파의 빔이 지나가는 고도와 매우 밀접한 관계가 있다. 따라서 밀리미터파의 자유공간 손실은 대기흡수에 의한 영향을 고려하여야 한다^[7-9].

밀리미터파의 손실요인은 대기상태의 여러 가지 요인 즉, 강우, 수증기, 산소입자, 먼지, 안개 및 기타 장애물 등의 요인에 따라 전파 진행 중 에너지가 흡수되거나 산란되는 형태로 감쇠현상이 발생된다. 그러나 전송거리 사이에 장애물이 없고, 가시거리가 충분히 확보되는 공간에서는 대기 및 강우에 의한 감쇠요인만 고려한다. 그림 3은 사용주파수 대역에서 대기의 흡수와 산란에 의한 전파감쇠를 나타낸 것이고, 이에 따른 전파감쇠특성 계산식은 식 (4)에 나타내었다.

$$Attenuation(dB) = 92.45 + 20LOG(f) + 20LOG(d) + L_{ac} + L_r \quad (4)$$

여기서, f 는 사용주파수[GHz], d 는 전송거리[km], L_{ac} 는 대기감쇠량, L_r 는 강우감쇠량이다.

그림 4는 무선통신 전파감쇠특성식에 의해 사용주파수 40GHz 대역에서 전파거리에 대한 총전송손실을 나타낸 그래프이다. 그림 4에서 40GHz 대역

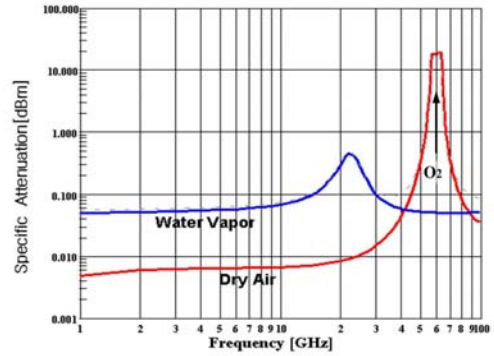


그림 3. 밀리미터파의 평균 대기 흡수
Fig. 3. Average atmospheric absorption of millimeter wave.

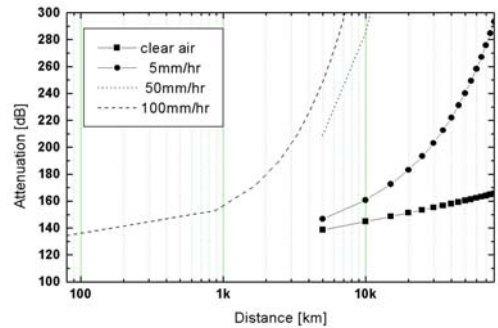


그림 4. 40GHz 대역에서 전파거리에 따른 총전송손실 그래프
Fig. 4. Attenuation versus wireless Transmission distance at 40GHz.

에서의 전파 감쇠현상의 주요인은 강우감쇠의 영향이 가장 큼을 알 수 있으며, 맑은 날씨에는 100km 이상의 장거리 전송이 가능함을 알 수 있다.

2.3 링크버짓

본 논문에서는 10km이상의 장거리 무선통신을 위해 링크버짓을 설계한 후 이를 40GHz 대역용 FM송신기 및 수신기에 적용하였다. 본 논문에서 제안한 FM 변조방식에서의 요구대역폭은 10MHz이며, 이때의 시스템의 잡음전력(N) 및 수신감도(P_{rx}) 등을 다음 식 (5), 식(6) 및 식 (7)의해 계산한 후 식 (8)에 의해 송신기에서의 요구송신출력을 계산하였다.

$$N = kTB \quad (5)$$

여기서, k 는 boltzmann 상수, T 는 주위온도 (290K), B 는 채널대역폭이다.

$$P_{RX} = NF + SNR \quad (6)$$

여기서, NF 는 수신시 잡음레벨, SNR 는 신호대 잡음비이다.

이때 신호 대 잡음비는 다음과 같은 식 (7)에 의해 산출할 수 있다.

$$SNR = (E_b/N_0) \times (R/B_T) \quad (7)$$

여기서, E_b 는 단위 비트당 요구되는 에너지, N_0 는 1Hz의 대역폭에 해당되는 열잡음, R 는 데이터전송률, B_T 는 요구 대역폭이다.

따라서 40GHz 대역용 송신기의 요구송신출력 (P_{TX})은 식 (8)과 같다.

$$P_{TX} = P_{RX} - G_{TX} - G_{RX} + T_L \quad (8)$$

여기서 P_{TX} 는 송신출력(dBm), P_{RX} 는 수신감도(dBm), G_{TX} 는 송신안테나 이득(dB), G_{RX} 는 수신안테나 이득(dB), T_L 은 총전송손실(dB)이다.

이에 본 논문에서 제안한 송신기의 출력은 13dBm이고, 사용한 송신안테나 및 수신안테나는 크기가 45cm이고 42.9dBi의 이득을 가지는 Q밴드용 안테나로 하였다. 이때 40GHz 대역용 FM 수신기의 수신감도는 약 -68.9dBm이다. 그림 5는 40GHz 대역에서 무선통신 링크버킷에 의한 전송거리를 나타낸 그래프이다. 그림 5에서 나타낸 바와 같이 수신감도 약 -68.9dBm에서 자유공간상의 유효통신거리가 100km 정도의 장거리 통신이 가능함을 알 수 있다. 따라서 이러한 시스템에서는 맑은 날씨에 상당히 먼거리까지 무선통신 전송거리를 확보할 수 있음을 알 수 있다.

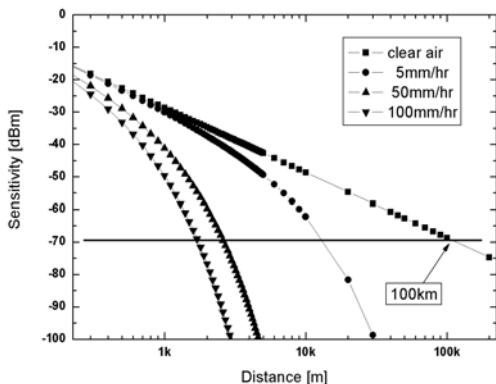


그림 5. 40GHz 대역에서 무선통신 링크버킷에 의한 전송거리
Fig. 5. Transmission distance by wireless link budget at 40GHz band.

따라서 본 논문에서는 설계된 링크버킷(Link Budget)을 근거로 NRD가이드를 이용하여 10km 이상의 장거리 무선 통신용 밀리미터파 FM 송신기 및 수신기를 제작하였다

III. 송신기 및 FM변조기 제작

3.1 설계 및 제작

본 논문에서는 제안한 40GHz 대역용 FM 송신기의 기본 블럭도를 그림 6에 나타내었다. 그림 6에서 나타낸 바와 같이 40GHz 대역용 FM 송신기는 두 개의 평행한 도체판 사이에 사용주파수 40GHz 대역의 파장에 비례하도록 비방사성유전체선로가 배치된다. 이때 평행한 도체판 사이의 간격은 사용주파수의 반파장 이하가 되도록 하였다. 그림 6에서 나타낸 바와 같이 건발진기(Gunn Oscillator)에서 발진된 반송신호(Carrier Signal)는 FM변조기(Modulator)에서 변조된 신호를 실어 안테나를 통해 외부로 전송된다.

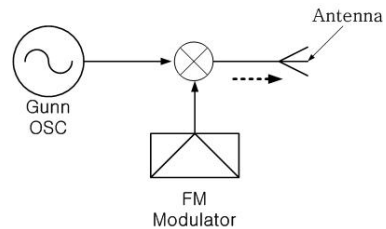


그림 6. FM 송신기의 블럭도
Fig. 6. Block Diagram of the FM Transmitter.

3.2 송신기 구조 및 특성

그림 7은 FM송신기에서 발진신호를 얻기 위한 건발진기 구조를 나타낸 것이다. 그림 7에서 나타낸 바와 같이 금속판 위에 건다이오드(Gunn Diode)를 마운트(Mount)에 장착하고 바이어스 전압을 인가하면 밀리미터파가 발진된다. 이때 발생한 발진신호를

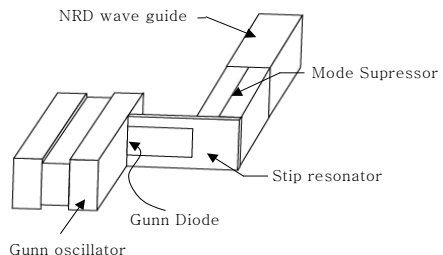


그림 7. 건발진기의 구조
Fig. 7. Structure of the Gunn Oscillator.

비방사유전체선로로 급전하기위해 스트립공진기(Strip Resonator)를 부착하며, 스트립 공진기의 금속박막의 길이변화(L)에 따라 공진주파수를 조정할 수 있게 된다.

본 논문에서는 40GHz 대역의 발진주파수를 얻기 위해 스트립공진기의 금속박막 길이변화(L)에 따른 건발진기의 주파수특성을 살펴보았다. 그림 8에서와 같이 스트립공진기의 금속박막 길이는 3.9mm로하였다.

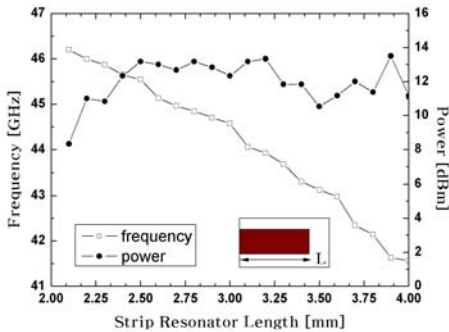


그림 8. 스트립공진기의 길이변화(L)에 따른 건발진기의 주파수특성
Fig. 8. Frequency Characteristic of Gunn Oscillator by Length of Strip Resonator.

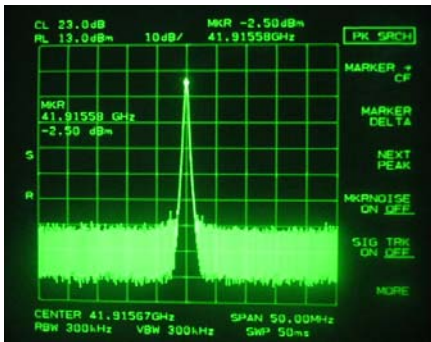


그림 9. 건발진기의 발진출력에 따른 스펙트럼 특성.
Fig. 9. Characteristics of Spectrum and Frequency by output power of Gunn oscillator.

그림 9는 건발진기의 발진출력에 따른 스펙트럼 특성 및 주파수특성을 나타낸 것이다. 건다이오드에 인가하는 바이어스 전압은 3.6V이며, 이때의 공진주파수는 약 41.9GHz였으며, 송신출력은 13dBm으로 나타났다.

3.3 FM 변조기

본 논문은 건발진기에서 발진된 반송신호에 변조신호를 얻기 위해 그림 10과 같은 Frequency Mo-

dulation 회로를 가지는 구조로 제작하였다. 그림 10에서와 같이 FM 변조회로는 바렉터다이오드마운트(Varactor Diode Mount)를 건발진기의 후방에 배치하여 VCO로서 동작하며 FM 변조신호를 얻는 방법을 택하였다.

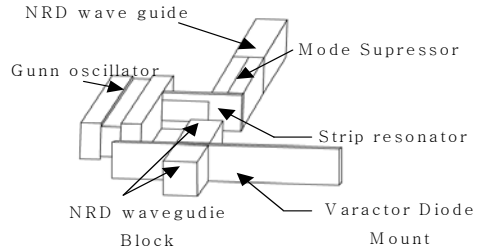


그림 10. FM 변조회로의 구조
Fig. 10. Structure of FM Modulation Circuits.

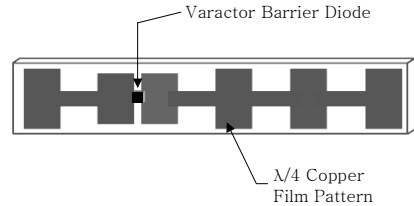


그림 11. 바렉터다이오드 마운트의 구조.
Fig. 11. Structure of Varactor Barrier Diode Mount.

또한 금속박막이 $\lambda/4$ 초크(choke)로 패터닝(Patterning)된 유전체 기판(Mount) 위에 바렉터다이오드(Varactor Diode)를 장착시킨 다이오드마운트 구조를 그림 11에 나타내었다. 그림 11에서와 같이 선로 단면에 바렉터다이오드를 이용하여 캐패시터를 변화시켜 주파수 변조를 걸게 된다. 이는 외부 회로에서 제어하는 신호에 따라 주파수 변화를 얻어내는 방법으로 주파수 공진점에 바렉터 다이오드를 부착하여, 이 다이오드에 역전압을 인가하여 전압을 가변시켜 주파수를 변화시키게 된다. 그림 10의 변조회로에서 바렉터다이오드의 용량변화에 따른 주파수 변화특성을 그림 12에 나타내었다. 인가 전압에 따라 바렉터다이오드의 용량변화가 생겨 주파수가 25MHz 정도 변화함을 알 수 있었다.

본 논문은 영상신호(Image Signal)를 입력신호로 FM 송신기에 넣었을 때의 변조신호를 측정하였다. 그림 13는 영상신호를 인가했을 때 변조스펙트럼을 나타낸 저것이다. 그림 13에서와 같이 공진주파수는 약 41.9GHz였으며, 이때의 변조폭은 약10MHz임을 알 수 있었다.

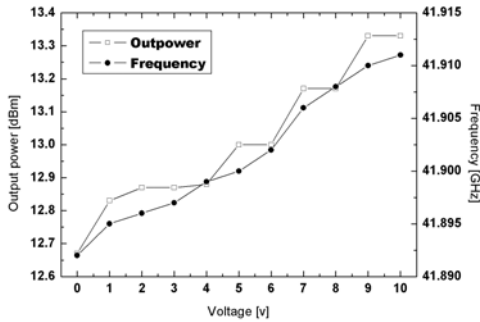


그림 12. 바랙터다이오드 용량변화에 따른 주파수변화특성
 Fig. 12. Frequency characteristic according to the capacity change of Varactor Barrier Diode.

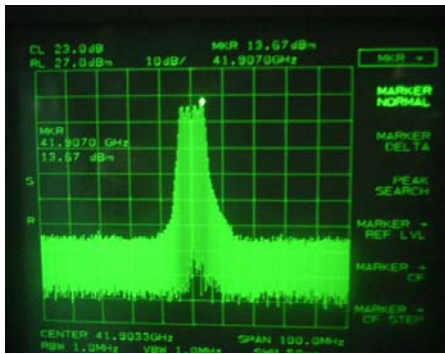


그림 13. 영상신호를 인가했을 때 변조 스펙트럼
 Fig. 13. Modulation Spectrum by Image Input Signal.

IV. FM 수신기 제작

4.1 설계 및 제작

본 논문에서는 제안한 40GHz 대역용 FM수신기의 기본 블록도를 그림 14에 나타내었다. 그림 14에서 나타낸 바와 같이 40GHz 대역용 FM수신기는 사용주파수의 반파장 이하의 간격인 두 개의 평행한 도체판 사이에 비방사성유전체선로가 배치된다. 그림 14에서 나타낸 바와 같이 FM송신기에서 송신된 신호는 수신기의 안테나로 입력되어 밸런스믹서(Balanced Mixer)로 전송되고, 수신기의 국부발진

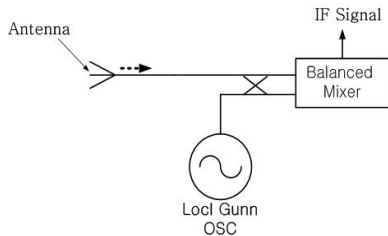


그림 14. FM수신기의 기본 블록도
 Fig. 14. Block Diagram of the FM Receiver.

기(LO)에서 발진된 국부발진신호(LO Signal)가 3dB 방향성결합기에서 전력이 배분되어 입력된 전송신호와 함께 밸런스믹서로 보내지며 이를 통해 IF신호가 나오도록 하는 구조이다.

4.2 수신기 구조 및 특성

4.2.1 국부발진기

본 논문에서는 FM수신기의 국부발진용(Local Oscillator) 건발진기는 송신부 건발진기의 발진소자와 동일한 구조로 제작하였으며, 건다이오드를 마운트에 장착하고 스트립공진기에 의해 공진된 국부발진주파수는 송신주파수와 약 1.2GHz의 이격을 두고 발진주파수를 얻어내도록 하였다. 이러한 국부발진용 건발진기의 신호는 70°밴드(Bend)의 비방사유전체 선로를 통해 전달되어 3dB 방향성 결합기에 의해 배분된 신호와 혼합된다. 그림 15는 국부발진용 건발진기의 출력 스펙트럼을 나타낸 것이다. 그림 15에서와 같이 국부발진주파수는 약 43GHz였다.



그림 15. 국부발진용 건발진기 특성
 Fig. 15. Spectrum of Gunn oscillator for Local Oscillator.

4.2.2 3dB 방향성 결합기

그림 16은 FM수신부 회로에 사용되는 3dB 방향성결합기의 구조를 나타낸 것이다. 그림 16에서와 같이 3dB 방향성결합기(3dB Directional Coupler)는 국부발진기에서 전송된 발진신호를 배분하고, 배분한 신호는 안테나에서 입력된 신호와 함께 밸런스믹서로 보내지게 한다. 그림 16에서 나타낸 원안은 비방사유전체선로간의 결합간격(Coupler Gap)을 나타낸 것이며, 결합간격의 크기에 따라 배분되는 전력량은 달라진다.

또한 그림 17은 밴드 곡률이 180°인 밴드로 이루어진 3dB 방향성 결합기의 결합간격에 따른 전력량의 관계를 나타내었다. 그림 17에서와 같이 3dB 방향성결합기의 간격이 증가함에 따라 결합지점(Coupling Point)의 주파수가 낮아지는 것을 알 수 있다.

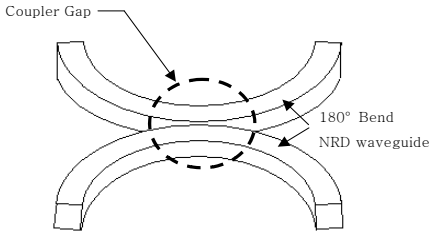


그림 16. 3dB 방향성결합기의 구조
Fig. 16. Structure of 3dB Directional Coupler.

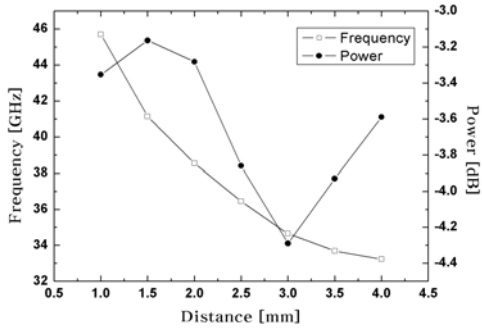


그림 17. 180°밴드 3dB 방향성결합기의 결합간격에 따른 전력량의 관계
Fig. 17. Simulation of Power Characteristics by Coupler Gap in 180° bend 3dB Directional Coupler.

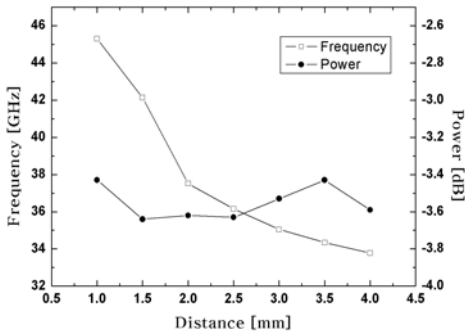


그림 18. 70°밴드 3dB 방향성 결합기의 결합간격에 따른 전력량의 관계
Fig. 18. Power characteristics by coupler gap in 70° bend 3dB directional coupler.

그림 18은 곡률이 70°밴드로 이루어진 3dB 방향성 결합기의 결합간격에 따른 전력량의 관계를 측정 한 것이다. 그림 18에서와 같이 결합간격이 증가함에 따라 결합지점의 주파수가 낮아지는 것을 볼 수 있다.

따라서 본 논문에서는 3dB 방향성결합기의 결합간격이 1.4mm일 때, 국부발진주파수 43GHz 대역에서 전력손실이 적고, 전달특성이 우수함을 확인할 수 있었다.

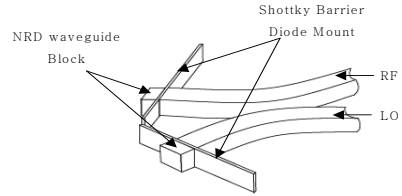


그림 19. 밸런스믹서의 구조
Fig. 19. Structure of Balanced Mixer.

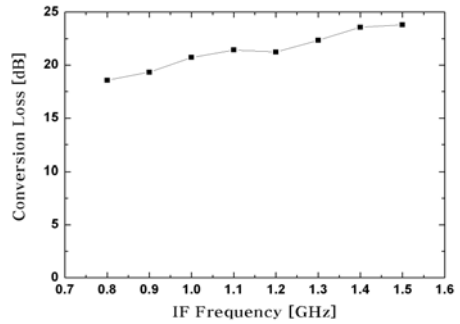


그림 20. 밸런스믹서를 사용하여 수신되는 중간주파수에 따른 변환손실
Fig. 20. Conversion Loss versus IF Received by Means of the Balanced Mixer.

4.2.3 밸런스 믹서(Balanced Mixer)

본 논문에서 FM 수신기의 밸런스믹서는 두 개의 쇼트키다이오드(Shottky Barrier Diode) 및 다이오드마운트(Diode Mount)와 비방사성유전체선로 칩(chip)으로 구성되어 있으며, 그림 19에 나타내었다. 그림 19의 쇼트키배리어다이오드마운트(Shottky Barrier Diode Mount)의 구조는 그림 11에서의 바렛타다이오드마운트의 구조와 동일하다.

이러한 밸런스믹서는 국부발진신호와 안테나를 통해 입력된 신호를 혼합하여 중간주파수(IF)를 얻어내도록 한다. 그림 20은 밸런스믹서를 사용하여 수신되는 중간주파수에 따른 변환손실(Conversion Loss)을 나타낸 것이다. 그림 20에서와 같이 0.8GHz~1.5GHz대역에서 평균 21dB의 변환손실을 얻을 수 있었다. 이때 중간주파수 IF는 1.2GHz를 사용하였다.

V. 실험 및 결과

5.1 개발된 FM 송신기 및 수신기

본 논문에서 개발한 FM 송신기 및 수신기의 실물사진이 그림 21에 나타내었다. 그림 21에서와 같이 실제 제작된 그림 (a)의 송신기 및 그림 (b)의 수신기의 크기는 일반 PCS전화와 비교해도 상당히 소형임을 알 수 있다.



(a)



(b)

그림 21. 개발된 FM송신기 및 수신기의 실물사진(a) FM송신기 (b) FM수신기

Fig. 21. Photograph of FM Transmitter and Receiver. (a)FM Transmitter (b) FM Receiver

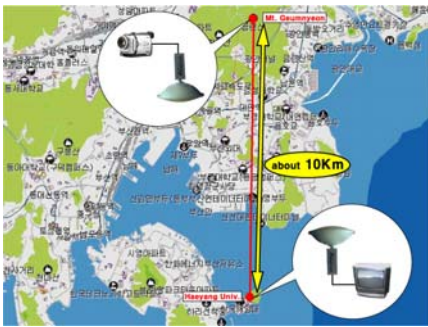


그림 22. 무선통신실험을 위한 시험사이트
Fig. 22. Site for Wireless Transmission Test.

5.2 영상전송시험

본 논문에서 제작된 40GHz 대역용 FM 송신기 및 수신기의 전송특성을 실험하기 위해 장거리에서 보내온 영상신호를 FM수신기를 통하여 실시간으로 재생하는 실험을 실시하였다. 실제 장거리무선통신 시험을 위한 시험사이트로써 내륙지역과 섬지역간의 전송거리가 약 10km가 되는 지점을 선택하여 실시하였으며 그림 22에 시험사이트 지도를 도시하였다. 그림 22에서와 같이 영상신호를 보내는 측의 FM송신기에 디지털 캡코드를 부착하고 인근지역을 촬영한 영상정보를 변조하여 전송하도록 하였다. 이때 FM 송신기의 출력단에 부착된 안테나는 이득이 42.9dBi이고 크기가 45cm였다.

그림 23은 40GHz 밀리미터파 대역용 FM 수신기의 영상전송 특성을 확인하기 위해 10Km의 수신지



그림 23. 10km 수신지점의 FM수신기 설치사진
Fig. 23. Photograph of Wireless Transmission test in 10km Receive Site.



그림 24. 수신된 영상
Fig. 24. Photograph of Received Image.

점의 FM 수신기 설치 사진이다. 그림 23에서와 같이 FM수신기의 입력단에 부착된 안테나는 송신기와 동일한 이득과 크기를 가지는 안테나를 사용하였다.

5.3 시험결과

본 논문은 송신지점에서 전송한 영상신호를 10km 거리의 수신지점에서 확인하기 위해 FM수신기의 IF의 출력에 증폭단과 검파단을 추가하여 영상신호를 검출하였다. 이에 FM 수신기에 수신된 영상정보를 TV모니터로 출력하여 확인하였다. 그림 24는 FM수신기에서 수신된 영상신호를 TV모니터를 통해 재생하는 사진이다. 그림 24에서와 같이 10km의 무선거리에서 수신된 산정상의 영상화면이 선명하게 재생되는 것을 볼 수 있다.

VI. 결론

본 논문은 NRD 가이드를 이용하여 10km이상의 장거리 무선통신을 위한 밀리미터파 대역 FM송신기 및 수신기를 다음과 같이 제작하였다. 사용주파수의 반파장 이하의 간격을 가진 상하도체판 사이에 PTFE 재질의 유전체선로상에 40GHz 대역용 FM송신기 및 수신기를 제작하였고, 이때 FM송신기는 건발진기, FM변조기 및 안테나로 구성하고, FM수신부는 국부발진용 건발진기, 밸런스믹서, 3dB 방

향성결합기 및 안테나로 각각 구성하였다.

제작된 FM송신기 및 수신기의 수신감도는 -68.9dBm이며, 자유공간상의 유효통신거리는 약 100km까지 가능함을 알 수 있었다. 또한 장거리 무선통신실험을 위해 10km의 시험무선거리에서 영상신호를 송신측에서 수신측으로 보낸 후 FM수신기를 통해 실시간 영상정보를 확인하였으며, 해상도가 선명한 화면을 재생할 수 있었다.

따라서 개발된 NRD 가이드를 이용한 40GHz 대역 FM송신기 및 수신기는 무선통신으로 CATV의 전송이나 광대역 전송이 필요한 시스템으로 사용이 가능하며, 장거리 초고속통신망의 연결장치로 사용될 수 있을 것이다. 또한 강우가 적은 도서지방, 산간지역 및 사막지대에서 유효한 장거리 통신이 가능하며, 국제적으로 방송용 주파수 대역에 부합하기 때문에 상업적 이용이 가능함을 알 수 있다.

참 고 문 헌

[1] T. Yoneyama and S. Nishida "Non-radiative dielectric waveguide for millimeter-wave integrated circuits", *IEEE Trans. Microwave Theory & Tech., MTT-29*, 11. pp.1188-1192. Nov. 1981

[2] T. Yoneyama, M. Ya,aguchi and S. Nishida "Bends in nonradiative dielectric waveguides", *IEEE Trans. Microwave Theory & Tech., MTT-30*, 12. pp.2146-2150. Dec. 1982

[3] T. Yoneyama, N. Tozawa and S. Nishida "Coupling characteristics of nonradiative dielectric wave guide", *IEEE Trans. Microwave Theory & Tech., MTT-31*, 8. pp.648-645. Aug. 1983

[4] T. Yoneyama, H. Tamaki and S. Nishida "Analysis and measurements of nonradiative dielectric waveguide bend", *IEEE Trans. Microwave Theory & Tech., MTT-34*, 8. pp.876-882. Aug. 1986

[5] R. Kuroki, M. Sugioka and T. Yoneyama. "Millimeter-wave communication system by using NRD guide", *The 3rd RIEC international symposium NTAMMW.*, pp.35-40. Dec. 14-15. 1998

[6] Cheon Woo. Shin. "Development of 60GHz millimeter wave wide bandwidth receiver", *Telecommunications Review* Vol. 9, No. 5. pp.855-863, 9~10. 1999

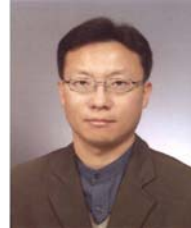
[7] Jim Zyren, Al Petrick, "Tutorial on Basic Link Budget Analysis", *Intersil Application Note, abstract prism, AN9801.1* p1-8, June 1998.

[8] W.J. Vogel, E.K. Smith, "Propagation Considerations in Land Mobile Satellite Transmissions," *Microwave Journal*, Oct. 1985, pp. 111-122.

[9] B.S. Perlman, "Millimeter-Wave Technology," *A Tutorial given at the FCC*, Sept. 6, 1995.

박 성 현 (Sung-Hyun Park)

정회원



2001년 2월 부경대학교 전자공학과 박사졸업
 2001년 3월~2004년 4월 엔알디테크(주) 기술연구소 선임연구원 역임
 2004년 6월~현재 경성대학교 전자전기메카트로닉스공학과 겸임교수

2005년 5월~현재 경성대학교 공학기술연구소 전임연구원

<관심분야> 초고주파통신소자 및 재료, 반도체센서

김 수 환 (Soo-Hwan Kim)

정회원



2004년 2월 경성대학교 경영학부 학부졸업
 2004년 5월~2004년 9월 일본 NAIST 대학원 연구생
 2005년 2월~2005년 3월 필립스 캠퍼스(네덜란드) System on chip 연수
 2005년 2월~현재 일본 NAIST

대학원 정보과학과 석사과정
 <관심분야> 이동통신시스템, 디지털통신설계

신 천 우 (Cheon-Woo Shin)

중신회원



1996년 3월 일본 오사카대학 기초공학부 시스템공학과 박사 졸업
 1999년 2월 동명정보대학교 부설 센서기술 연구소 소장역임
 2005년 8월 엔알디테크(주) CTO 역임
 1999년 3월~현재 경성대학교 멀티미디어공학과 교수

<관심분야> 초고주파통신시스템, RF회로설계, 멀티미디어시스템