

공간 다이버시티를 이용한 WLL 중계기용 적층형 평판 안테나 설계 및 제작

준회원 한 봉 희*, 정회원 노 광 현**, 박 노 준***, 강 영 진***

Design and Fabrication of Aperture-Coupled Microstrip Patch Antenna for WLL Repeater Using Space Diversity

Bong-hee Han* Associate Member,
Kwang-hyun Noh**, Nho-jun Park***, Young-jin Kang*** *Regular Members*

요 약

본 논문에서는 WLL 대역(RX: 2.3~2.33GHz, TX:2.37~2.4GHz)에서 동작하는 dual port 구조의 중계기용 개구 결합 마이크로스트립 패치 안테나를 설계 및 제작하였다. 급전면과 패치면 사이에는 비유전율이 4.7인 FR-4 에폭시 기판을 사용하였고 대역폭 향상과 이득 특성을 고려하여 개구 결합 구조 방식을 이용하였다. 그리고 각각의 layer에는 air gap을 두어 대역폭을 확장하였고 패치 상단에는 보호체로써 radome을 두었다. 1 포트는 송·수신용이고 2 포트는 수신용인 안테나는 각각 T-junction과 $\lambda/4$ 정합기를 이용하여 1×2 배열 안테나로 설계하였다. 기능적 측면에서 독립인 2개의 안테나는 공간 다이버시티를 이용하면서 동일 평면상에 존재하도록 하기 위해 안테나 사이에 슬랏을 두고 패치면과 90° 단일 급전함으로써 두 포트간에 -40dB 이하의 우수한 격리도를 얻었다. 또한 슬랏을 패치와 안테나 사이에 배치함으로써 반사손실을 감소시키는 결과를 얻었다.

ABSTRACT

In this paper, An aperture-coupled microstrip patch antenna operating at WLL frequency range(Rx : 2.3~2.33Ghz, Tx : 2.37~2.4Ghz) for WLL repeater is designed and fabricated. FR-4 epoxy substrate with 4.7 relative permittivity is inserted between feed-line and patch plane. Aperture-coupled structure is employed for consideration of bandwidth improvement and gain's characteristics. Air gap is arranged at each layer for bandwidth extension and radome is used as a protector in the upper patch. In this paper, both 1 port and 2 port are designed as 1×2 array antenna which uses T-junction and $\lambda/4$ transformer. Here, 1 port is used as transmitting/receiving antenna and 2 port is used as receiving antenna. Functionally independent two antennas using space diversity arrange slots between two antennas in order to be placed at the same place. As a result, we obtained a excellent isolation below -40dB and return loss is reduced by means of slots arrangement between patch and antenna.

1. 서 론

최근 이동 통신의 급속한 발달과 더불어 많은 사용자에게 다양한 서비스를 제공하기 위한 노력이 수행 중에 있으며 현재 이러한 연구 활동은 지속적

으로 증가하고 있다. 특히 무선 기술의 발전으로 무선 가입자망(Wireless Local Loop: WLL) 기술도 급속히 발전되었는데 WLL은 W-CDMA 시스템을 적용하여 기존의 전화선을 무선으로 대체시키는 기술로써 이에 사용되는 안테나는 건물 옥상과 같은 높은 곳에 설치하게 되어 가시경로가 확보된다. 또

* 선우 커뮤니케이션(h13552@hanmail.net), ** 썬 웨이브텍, *** 원광대학교 전자공학과(yjkang@wonkwang.ac.kr)

논문번호 : 010269-1005, 접수일자 : 2001년 10월 5일

※ 본 연구는 2001년도 원광대학교 교내 연구비에 의해 연구가 수행되었습니다.

한 다중경로 페이딩(multi-path fading) 경감을 위한 다이버시티 기술을 포함한다^[1]. 이러한 이동 통신의 조건들을 만족하는 서비스를 제공하기 위해서는 이에 적합한 안테나의 개발이 필수적이다.

기존에 사용된 안테나는 야기 안테나, 헬리컬 안테나, 다이폴 어레이 안테나 또는 복잡한 구조를 가지는 이중급전의 마이크로스트립 안테나를 사용하였지만 본 논문에서는 단일급전 방식을 채택하였고 개구 결합 마이크로스트립 패치 안테나를 이용하였다^[2]. 개구 결합 마이크로스트립 패치 안테나는 방사 소자를 급전선으로부터 이격시킬 수 있어서 불필요한 방사를 줄일 수 있고 임피던스 정합 회로나 MMIC 기술로 응용이 용이하며 다양한 대역폭 확장방법과 주파수 대역의 이동성 등의 장점을 가지고 있다.

따라서 본 논문에서는 개구 결합 급전 구조를 갖으며 WLL 주파수 대역(2.3GHz~2.4GHz)을 만족하고 공간 다이버시티를 이용한 중계기용 적층형 평판 안테나를 구현하였다. 또한 외부 환경으로부터의 보호와 안테나의 이득을 높이기 위해 레이돔(radome)이 패치 위에 올려지는 점을 고려해서^[3] 실제와 동일한 조건으로 시뮬레이션 한 후 제작하였다.

본 논문에서는 공간 다이버시티를 위해 1 포트는 송·수신용, 2 포트는 수신용으로 두 개의 안테나를 주어진 단말기 보드위에 즉, 한정된 공간을 갖는 동일한 평면 위에 배치하는 것을 고려하였고 서로간의 영향을 최소화하기 위해 두 안테나간 격리도를 증가시켜야 하는데 이는 패치와 패치 사이, 안테나와 안테나 사이에 적절한 길이의 슬랏을 삽입함으로써 이를 해결하였다. 실제 안테나를 제작하여 측정한 결과는 시뮬레이션 결과와 유사하였으며 낮은 반사손실과 높은 격리도 특성, 방사 패턴에서 듀얼 빔 형태를 확인할 수 있었다.

안테나 특성 분석은 MoM(method of moment)을 이용하여 해석하였고 상용 Tool인 Ensemble 6.1 simulator를 사용하여 두 안테나의 격리도를 개선시켜 안정된 공간 다이버시티 특성을 갖도록 설계하였다.

II. 단일 패치 안테나 구조 및 설계

본 논문에서 그림 1과 같이 WLL의 대역폭을 만족시키기 위한 광대역 안테나 구현을 위해 사용한 안테나 구조이다.

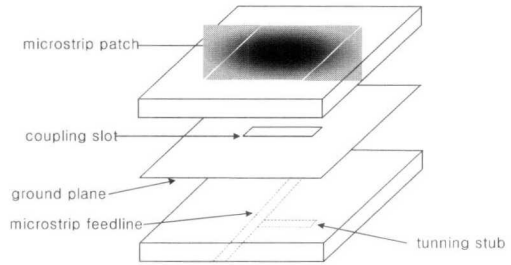


그림 1. 개구 결합 급전 마이크로스트립 패치 안테나의 구조

일반적으로 마이크로스트립 안테나의 특성을 결정해주는 파라미터들은 패치의 길이와 폭, 비유전율, 슬랏의 크기, 스텐브의 길이 등이 있는데 이들의 변화에 따라 안테나의 공진 주파수, 임피던스 대역폭, 결합정도가 달라지게 된다. 안테나의 공진 주파수를 결정하는 파라미터는 패치의 길이 L 에 의해 결정되며 패치의 폭 W 는 임피던스와 대역폭과 관련이 있다. 개구 결합을 이용한 급전 방식에서는 방사소자의 길이와 폭에 따라 공진 주파수가 달라지므로 이에 대한 정확한 설계가 필요하다. 먼저 사용 주파수 대역에서의 중심주파수를 가지고 안테나 방사소자의 폭 W 와 길이 L 를 구한다^[4].

패치와 급전선 사이의 슬랏은 결합되는 정도를 결정하는데 슬랏의 폭보다는 길이가 영향을 미친다. 본 논문에서는 푸리에(Fourier) 변환 영역에서 갤러킨(Galerkin)방법을 이용하여 구한 다음과 같은 근사식으로부터 슬랏의 길이를 결정하였다^[5].

$$3.8 \leq \epsilon_r \leq 9.8 \text{ 이고 } 0.0015 \leq \frac{W_s}{\lambda_0} \leq 0.075 \text{ 인 경우 :}$$

$$\frac{\lambda_s}{\lambda_0} = 0.9217 - 0.277 \ln \epsilon_r + 0.0322 (W_s/h) \tag{1}$$

$$\times \left[\frac{\epsilon_r}{0.435 + W_s/h} \right]^{\frac{1}{2}} - 0.01 [4.6 - \frac{3.65}{\epsilon_r^2 (9.06 - 100 W_s/\lambda_0) \sqrt{W_s/\lambda_0}}] \times \ln(h/\lambda_0)$$

$$Z_s = 73.6 - 2.15 \epsilon_r + (638.9 - 31.37 \epsilon_r) \times (W_s/\lambda_0)^{0.6} + (36.23 \sqrt{\epsilon_r^2 + 41} - 225) \times \tag{2}$$

$$\frac{W_s/h}{W_s/h + 0.876 \epsilon_r - 2} + 0.51 (\epsilon_r + 2.12) \times$$

$$(W_s/h) \ln(100h/\lambda_0) - \frac{0.753 \epsilon_r (h/\lambda_0)}{\sqrt{W_s/\lambda_0}}$$

여기서, λ_0 는 자유 공간에서 파장, h 는 유전체 두께, W_s 는 슬랏 폭, λ_s 는 슬랏의 관내 파장, ϵ_r 은

비유전율, Z_s 는 슬랏의 특성 임피던스이다.

그림 2에 안테나 구조를 나타내었다. 기판은 값이 저렴하고 손쉽게 구할 수 있는 FR-4 에폭시를 사용하였고 효율과 대역폭을 증가시키기 위하여 각 기판 사이에 급전선과 패치간의 상대적인 위치를 변화시키면서 임피던스 정합이 가능하도록 air gap(ϵ_{r1} , ϵ_{r3} , ϵ_{r5})을 두었다. 방사면 위에는 외부 환경에 대한 보호와 이득을 고려하여 비유전율이 3.2이고 두께가 2mm인 ABS 기판을 사용하여 레이돔을 구성하였다. 또한 급전면 아래에는 후방방사를 억제하기 위해 반사판을 두었으며 사용된 기판의 사양은 표 1에 나타내었다.

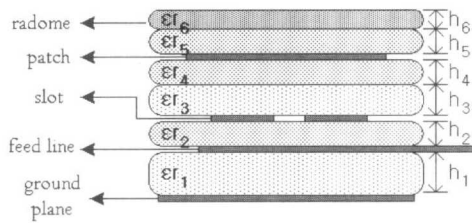


그림 2. 제안된 안테나의 구조

표 1. 사용된 기판 (단위:mm)

	relative permittivity	height
ϵ_{r6}	3.2	2.0
ϵ_{r5}	1.0006	3.0
ϵ_{r4}	4.7	1.6
ϵ_{r3}	1.0006	4.0
ϵ_{r2}	4.7	1.6
ϵ_{r1}	1.0006	6.0

단일 패치 안테나 설계 파라미터들을 가지고 여러 변수의 변화에 따른 시뮬레이션 결과를 고찰하였다.

그림 3은 슬랏의 길이를 12mm~24mm까지 2mm간격으로 시뮬레이션 한 결과이며 길이 변화에 따른 입력임피던스의 주파수 특성을 보여 주고 있다. 슬랏의 길이가 점점 길어질수록 대역폭과 반사손실 특성이 좋아지게 되나 일정 범위보다 길게 될 경우 대역폭은 증가하는 반면에 반사손실 특성이 나빠지게 된다. 따라서 슬랏의 길이는 공진 주파수에 영향을 미치는 중요한 설계 파라미터임을 알 수 있다. 슬랏 폭의 변화는 공진 주파수에는 큰 영향을 미치지 않지만 슬랏 폭의 변화에 따른 결합도의 양이 변하게 되므로 결합도가 가장 좋은 값을 선택해야 한다. 이때 슬랏의 위치는 패치의 중앙에 두었으

며 패치의 폭과 길이는 47.4×43.4mm, 스테르브의 폭과 길이는 3.4×9.42mm, 스테르브 위치는 급전선으로부터 17.64mm 떨어진 지점이고 슬랏 폭은 1.2mm, 급전선 폭은 2.9mm로 하였다. 일반적으로 슬랏의 폭과 길이는 각각 $0.01 \sim 0.02\lambda_s$ 와 $0.1 \sim 0.2\lambda_s$ 범위에서 결정되는데^[6] 본 연구에서 슬랏의 폭과 길이는 이 범위를 넘지 않도록 하였다.

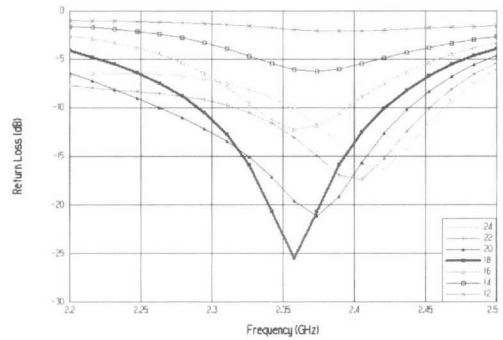


그림 3. 단일 패치 안테나의 반사손실 특성: 레이돔이 없는 경우(슬랏 길이를 12mm~24mm까지 변화)

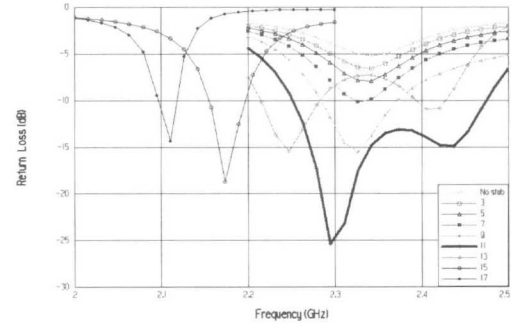


그림 4. 단일 패치 안테나의 반사손실 특성: 레이돔이 없는 경우(스테르브가 없는 것부터 3mm~17mm까지 변화)

슬랏의 폭과 길이를 결정한 다음 급전선 끝단에 위치한 개방 스테르브를 달았는데 이는 임피던스의 허수 성분을 스테르브를 통해 보상함으로써 대역폭 개선 효과를 얻기 위함이다.^[2] 그림 4는 개방 스테르브 길이 변화에 의한 시뮬레이션 결과이다. 스테르브가 없는 것부터 3mm~17mm까지 2mm간격으로 시뮬레이션 하였다. 이때 설계 파라미터는 패치의 경우 전과 동일하며 슬랏 폭과 길이는 1.2×18 mm, 스테르브 위치는 급전선으로부터 16mm 떨어진 지점이고 스테르브 폭은 3.4mm, 급전선 폭은 2.6mm로 하였다. 스테르브 길이가 길어질수록 반사손실이 감소함을 볼 수 있는데 그림에서 보는 것처럼 스테르브의 길이가 11mm인 경우 반사손실과 임피던스 특성이

우수함을 알 수 있다.

표 2. 최적화된 안테나 설계 제원

	width	length
patch	47mm	43.8
slot	1.2	18.0
stub	3.5	11.0

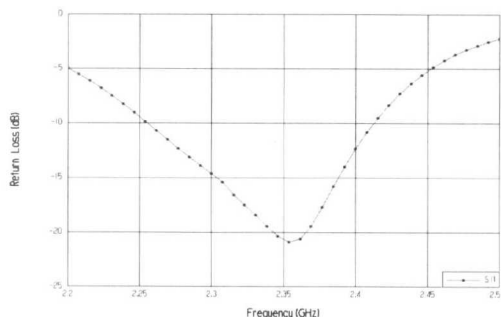
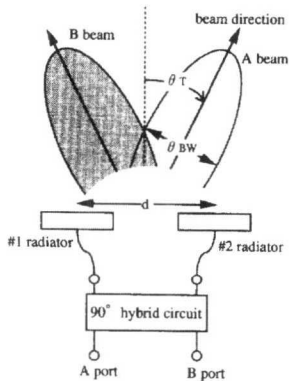


그림 5. 단일 패치 안테나 반사손실 특성

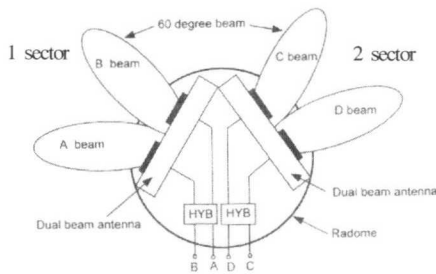
표 2는 레이더를 포함하여 최적화된 단일 패치 안테나의 설계 제원이고 그림 5는 반사손실 특성의 시뮬레이션 결과이다. 중심주파수 2.35GHz에서 최저치를 보이며 -10dB 이하 160MHz(2.255 ~ 2.415GHz)로 WLL의 주파수 대역을 만족하였다.

III. 공간 다이버시티를 위한 배열 안테나 설계

공간 다이버시티를 구현하기 위한 안테나 배열은 그림 6에 나타내었다. A, B 포트의 여기에 의해 A와 B에 듀얼 빔이 발생된다. 두 안테나가 반파장 정도의 거리를 두게 되면 두 개의 빔이 틸트(tilt) 되는데 θ_T 는 30° 가 되며 두 빔 사이의 중심각은 60° 가 된다. 본 논문에서는 급전선로에 위상차를 주어 빔 틸팅을 시도하였다. 이를 이용하여 섹터 시스템에 4개의 빔을 사용하고 1, 2섹터 방향에 2개

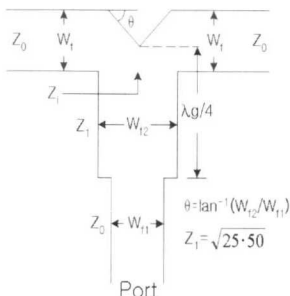


(a) 기본 원리

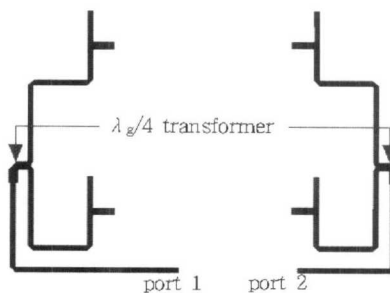


(b) 2섹터에 사용되는 4개의 빔

그림 6. 듀얼 빔 안테나



(a) $\lambda_g/4$ 변환기를 이용한 T-junction 전력 분배기



(b) 1x2 배열 급전

그림 7. 급전 구조

의 안테나가 놓이게 된다. 따라서 6섹터 시스템에서는 6개의 듀얼 빔 안테나를 배치하게 된다. 이것은 기존의 12개의 안테나를 사용하는 안테나에 비해 6개를 감소시키는 효과를 얻는다^[7-8].

배열 안테나로 확장시 T-junction 전력 분배기를 사용해서 두 개의 출력 포트에 동일한 크기로 전력을 분배하도록 설계하였으며^[4] 서로 다른 임피던스를 매칭 시키기 위해 $\lambda_g/4$ 정합 회로를 사용하여 임피던스 정합을 이루었고 식 (3)을 이용하여 Z_1 을 구하였다. Z_0 와 Z_1 정합 회로에 대한 마이크로스트립 라인의 폭은 각각 2.584mm, 4.369mm이다. 그림 7에 급전 구조를 나타내었다.

$$Z_1 = \sqrt{Z_i \cdot Z_0} \quad (3)$$

본 연구에서는 한정된 공간상에 공간 다이버시티를 위해 두 패치 사이의 상호결합을 억제하고 두 안테나사이의 거리를 최소화하기 위함으로 슬롯 A, B, C를 두었는데, 이것은 두 안테나에서 발생하는 방사에 대하여 전기적 역할을 하게 되고 듀얼 빔이 발생한다. 또한 E-plane과 H-plane의 슬롯은 안테나 방사시 표면파가 발생되는데 슬롯을 통해 표면파가 여기되어 접지면의 반사판에 의해 반사되어 불요방사를 억제하는 역할을 한다. 그림 8은 제안된 1×2 배열 안테나의 구조이다.

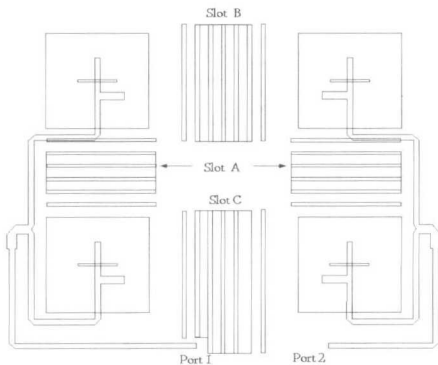


그림 8. 공간 다이버시티를 위해 제안된 안테나 구조

두 안테나에서 패치 사이의 상호결합을 최소화하기 위해 슬롯 A를 변화시켜가면서 두 패치간의 격리도를 시뮬레이션 하여 그림 9에 나타내었다. E-plane의 가는 슬롯을 6개부터 하나씩 두 패치의 중앙으로 줄여가면서 변화를 주었는데 슬롯의 수가 적을수록 반사손실 특성이 나빠지고 주파수 대역에서 벗어나는 특성을 볼 수 있다. 이때 슬롯 사이의

간격은 4.5mm로 하였는데 이는 실험적 결과에 기인한 값이다. 가는 슬롯이 5개와 6개인 경우 격리도는 우수하지만 급전선 위에 슬롯이 놓이게 되고 슬롯에서 공진이 일어나게 되어 불필요한 결함을 하게 된다. 반면 가는 슬롯을 3개와 4개 두었을 때는 단일 구형 슬롯을 두었을 경우와 특성이 비슷하였는데 본 연구에서는 단일 구형 슬롯을 선정하였다.

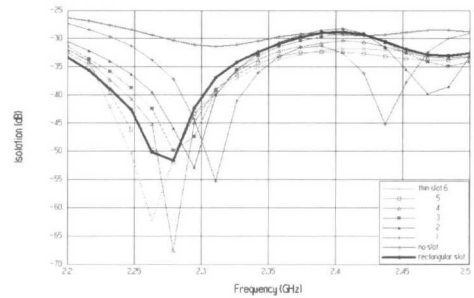


그림 9. 두 패치간 격리도

그림 10은 포트 1과 포트 2의 격리도를 향상시키기 위해 슬롯 B와 C의 개수를 변화시킨 시뮬레이션 결과이다. E-plane의 단일 구형 슬롯을 각각의 패치 사이 중앙에 고정시켜 놓고 H-plane의 두 안테나 중앙으로 가는 슬롯을 7개부터 두 개씩 줄여가면서 변화를 주었다. 이 때 슬롯 사이의 간격은 실험적인 결과에 의해 4mm로 하였다. 시뮬레이션 결과 반사손실 특성은 슬롯 수가 감소하면서 나빠지게 되며 주파수 대역을 벗어나게 된다. 본 연구에서는 가는 슬롯이 5개인 경우를 선정하였다.

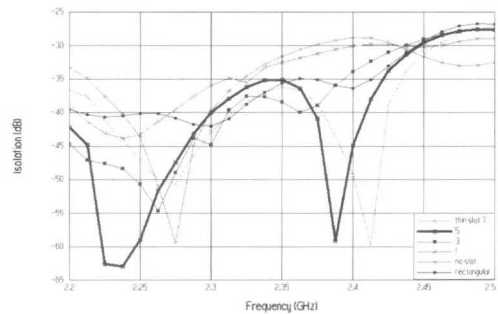
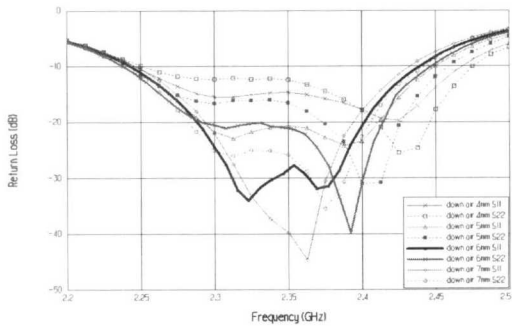


그림 10. 두 안테나 간 격리도

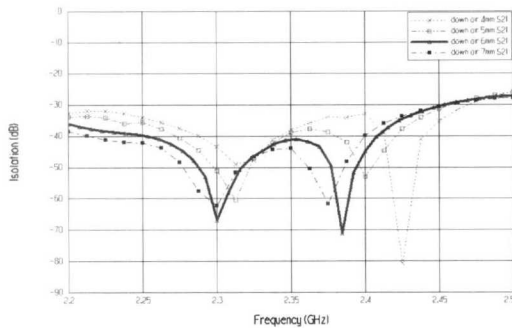
1 포트는 송·수신용, 2 포트는 수신용 안테나로 각각 1×2 배열한 후 패치 상단에 레이돔을 구성하고 air gap 변화에 따른 시뮬레이션 결과를 고찰하였다.

그림 11은 ϵ_{eff} 의 변화 결과이다. 하층기판의 air gap은 반사판과 거리를 두으로써 후방방사를 억제

시키는데 이것은 대역폭 특성과 관계가 있다. 후방 방사는 반사판과 거리가 멀수록 작아지는데 본 논문에서는 적층 안테나의 높이를 낮추기 위해 적절한 수준의 후방방사를 갖도록 설계하였다. ϵ_{r3} 의 air를 4mm로 고정시키고 ϵ_{r1} 의 air를 4~7mm까지 변화시켰다. 높이가 일정 수준보다 낮게되면 반사손실이 증가하고 공진 주파수를 벗어나는데 6mm와 7mm인 경우 값은 비슷하지만 7mm인 경우 본 연구에서의 목적인 반사손실 -20dB이하를 만족하지 못한다. 격리도는 6mm일 때 낮고 안정적인 특성을 갖게 된다.



(a) 반사 손실

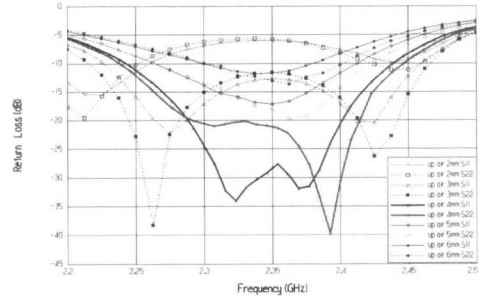


(b) 두 안테나간 격리도

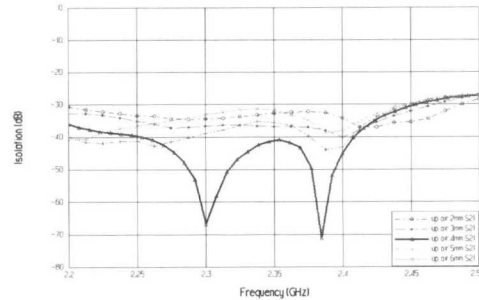
그림 11. air gap 변화에 따른 시뮬레이션 결과

그림 12는 패치와 슬롯 사이의 ϵ_{r3} 의 변화에 따른 시뮬레이션 결과이다. 하층 기판위의 air gap을 6mm로 고정시키고 ϵ_{r3} 를 2~6mm까지 변화시킨 반사손실 특성이다. air gap이 점점 증가하면서 공진 주파수를 중심으로 뚝 떨어지는 모습을 보이다가 일정 수준을 넘으면 다시 반사손실이 증가하면서 넓어지는 곡선을 보인다.

본 연구에서는 두 포트간의 격리도를 고려하여 air gap을 4mm로 하였다.



(a) 반사 손실



(b) 두 안테나간 격리도

그림 12. air gap 변화에 따른 시뮬레이션 결과 : 패치와 슬롯 사이

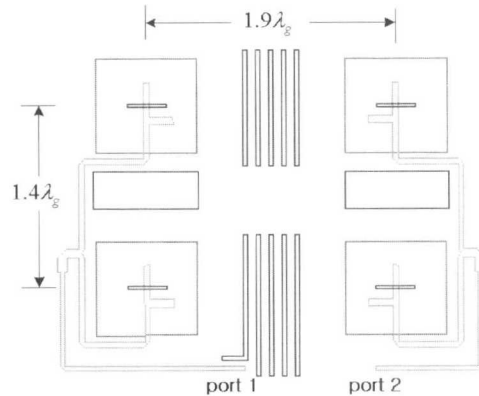


그림 13. 격리도 향상을 위해 최적화된 안테나 구조

표 3. 격리도 향상을 위해 설계된 슬롯 파라미터(단위:mm)

	width	length
slot A	48.5	17.4
slot B	2.0	54.0
slot C	2.0	66.0

그림 13과 표 3은 격리도를 향상시키기 위해 최적화된 안테나 구조와 슬롯 파라미터이다. 중계기용 공간 다이버시티를 위해서는 서로 다른 신호의 패

이딩 경감을 위해 3과장의 거리를 두게 되는데^[7], 주어진 모듈 사이즈(210×170mm)에 패치 중심을 기준으로 $1.4 \lambda_g$, 두 안테나 중심을 기준으로 $1.9 \lambda_g$ 의 간격을 두었다. 이러한 간격은 E-plane과 H-plane의 슬랏을 적절히 배치하여 거리를 좁혔다.

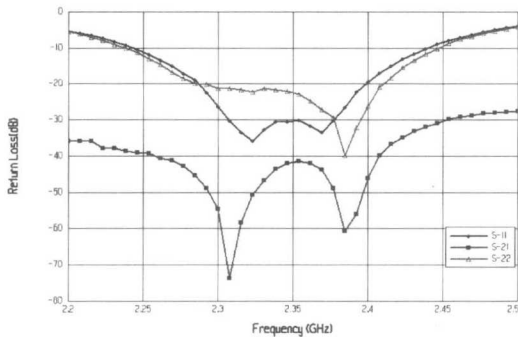
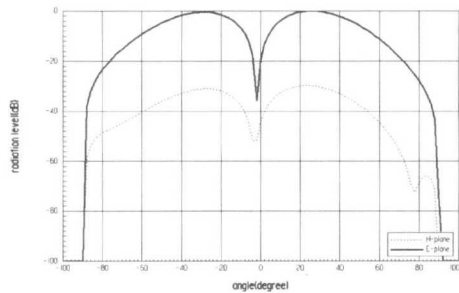
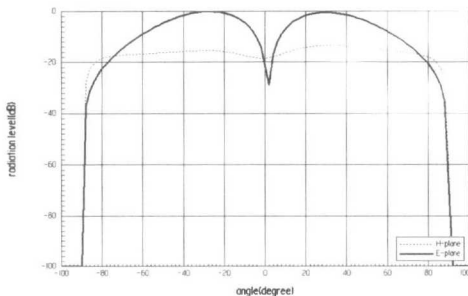


그림 14. 배열 안테나의 반사 손실 및 포트간 격리도 특성: 시뮬레이션

그림 14는 최종적으로 레이 아웃된 1×2 배열 안테나의 시뮬레이션 결과이다. -20dB이하의 반사손실을 기준으로 S_{11} , S_{22} 는 각각 2.285~2.4GHz로 4.92%이고, 2.285~2.41GHz로 5.34%를 얻었다. 격리도는 WLL 대역에서 -42dB이하로 나타나 두 안테나가 서로 독립적으로 동작하고 있음을 알 수 있다.



(a) 슬랏 B, C가 없는 경우



(b) 슬랏 B, C가 있는 경우

그림 15. 1×2 배열 안테나 방사패턴(2.35GHz): 시뮬레이션

그림 15는 중심 주파수 2.35GHz에서 포트 1과 포트 2가 동시 급전될 때의 방사패턴이다. 슬랏 B, C에 상관없이 두 방향으로 빔패턴이 형성되었으며 급전선로의 위상차로 인해 빔 방향이 30° 틸트되었다. 단 그림 15(b)에서 슬랏 B, C가 있는 경우 두 안테나의 격리도가 -40dB이하로 나타났다. E-plane의 -3dB 빔폭은 포트 1인 경우 29° 이고 포트 2인 경우 30°이며 H-plane의 -3dB 빔폭은 두 포트 모두 42°를 나타내고 있다. 이득은 각각 9dBi 이상을 나타내어 비교적 양호하다.

IV. 제작 및 측정 결과

그림 16은 한정된 공간 내에서 주어진 모듈에 맞춰 실제 제작된 안테나의 모습이며 기판 사이의 air gap은 같은 높이의 플라스틱 나사를 이용하여 고정시켰다. 그림 17은 포트 1과 포트 2를 네트워크 분석기(E8358A)를 이용하여 각각 측정된 반사손실과 격리도 특성을 나타낸다. 포트 1과 2는 2.3GHz에서 -24.87dB와 -20.748dB, 2.4GHz에서 -30.69dB와 -26.327dB로 측정되어 -20dB이하를 만족하였고 격리도 또한 거의 -40dB 이하를 보였다.

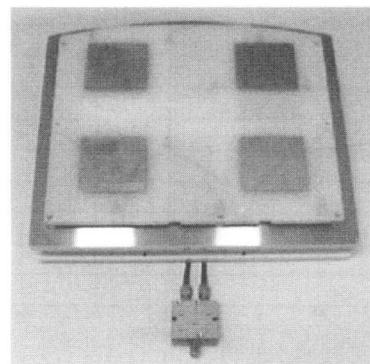
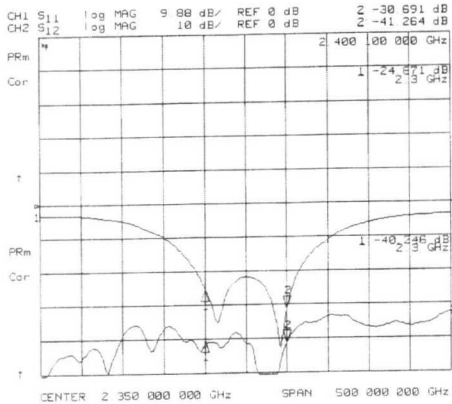


그림 16. 제작된 안테나

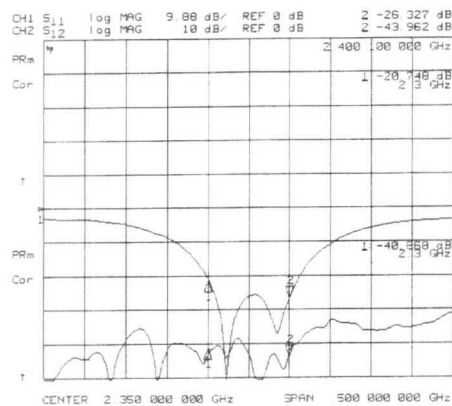
그림 18은 각 포트간 이득을 측정된 결과이며 포트 1은 최고치가 9.18dBi, 포트 2는 8.82dBi로 중계기용 안테나로써 충분한 이득을 갖는다.

그림 18은 two way divider를 이용하여 무반향실에서 혼(horn) 안테나(SGA-50)를 이용하여 방사패턴을 측정된 결과로서 시뮬레이션 결과와 잘 일치함을 확인 할 수 있다. E-plane 패턴 중간의 널(null)점은 두 안테나 사이에 삽입한 slot B와 C에 의한 전기벽으로 생성되었고 빔 패턴이 좌·우로 약간 tilt된 것을 볼 수 있는데 이는 두 안테나의 거

리에 의한 것이 아니라 포트 1과 포트 2의 급전선 길이를 달리하여 발생하는 위상차이에 기인한다. 틸트 각은 그림 6에서 언급한것과 같이 30°를 나타내고 듀얼 빔을 갖는다. 전후방비는 각각 20dB 이하로 비교적 양호함을 알 수 있다.



(a) S₁₁



(b) S₂₂

그림 17. 각 포트간 반사손실 격리도 특성

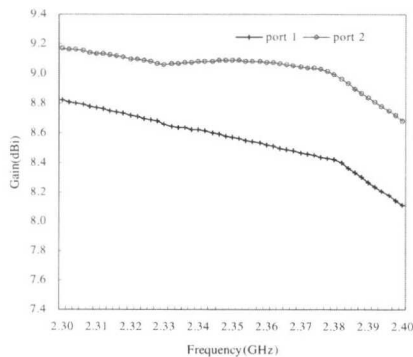
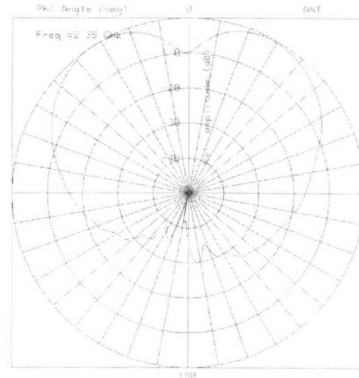
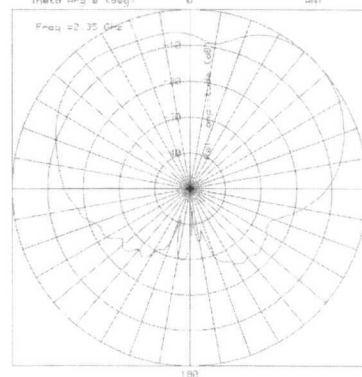


그림 18. 이득 특성



(a) E-plane ($\psi=0^\circ$): 2.35GHz



(b) H-plane ($\psi=90^\circ$): 2.35GHz

그림 19. 1x2 배열 안테나 방사패턴: 측정값

V. 결론

본 논문에서는 WLL 중계기용 적층형 평판 안테나로 사용하기 위해 개구 결합 급전 구조의 마이크로 스트립 안테나를 설계 및 제작하였다. 임피던스 매칭을 위해 급전선에 스테브를 달았고 광대역 특성을 구현하기 위해 air gap을 이용하였으며 air gap은 플라스틱 나사를 이용하여 각 기판에 연결하였다. 외부 환경을 고려하여 레이돔을 안테나 상단에 두었으며 T-junction 전력 분배기를 이용하여 1x2 배열하였다. 시뮬레이션 및 측정 결과는 잘 일치하였으며 반사 손실 특성은 WLL 주파수 대역 (Rx: 2.3~2.33GHz, Tx: 2.37~2.4GHz)을 모두 만족하는 반사손실 -20dB 이하의 광대역 특성을 보였다. 충분한 이득과 공간 다이버시티의 특성을 갖기 위해서 주어진 보드위, 동일 평면상에 두 개의 안테나를 1 포트는 송·수신용, 2 포트는 수신용으로 배치하였고 두 포트간 격리도를 개선시키기 위해

E-plane과 H-plane에 슬랏을 두었고 크기와 위치를 변화 시켜 최적의 안테나를 설계하였다. 그 결과 공간 다이버시티를 위한 듀얼 빔 패턴과 빔틸팅을 확인하였고 -40dB 이하의 높은 격리도를 구현하였다. 본 논문에서 제안한 안테나를 공간 다이버시티를 이용한 중계기용 안테나로 사용할 경우 안테나 설치시 공간 문제와 경제적인 측면에서 매우 실용적인 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

[1] T. Westman, K. Rikkinen, T. Ojanpera, "DCS 1800based wireless local loop (WLL)," IEEE VTC., Mobile Technology for the Human Race., 46th , vol. 1, pp. 311-315, 1996.

[2] D. M. Pozar, "A reciprocity method of analysis for printed slot and slot coupled microstrip antenna," *IEEE Trans., AP*, vol. 34, no. 12, pp. 1439-1446, 1986.

[3] J. F. Zurcher, F. E. Gardiol, *Broadband Patch Antennas*, Artech House, pp. 46, 1995.

[4] R. Garg, P. Bhartia, et al., *Microstrip Antenna Design Handbook*, Artech House, 2000.

[5] R. Janaswamy, D. H. Schaubert, "Characteristic Impedance of a wide slotline on low permittivity substrates," *IEEE Trans. MTT.*, vol. 34, No. 8, pp. 900-902, Aug., 1986.

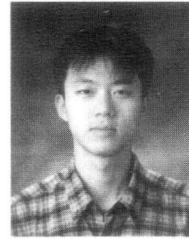
[6] P. L. Sullivan, D. H. Schaubert, "Analysis of an aperture-coupled microstrip antenna," *IEEE Trans. AP.*, vol. 34, no. 8, pp. 977-984, Aug., 1986.

[7] K. Fujimoto, J. R. James, *Mobile Antenna Systems Handbook*, 2th, Artech House., 2001.

[8] Y. Yamada, M. Kijima, "A slender two beam base station antenna for mobile radio," *IEEE AP Society Int. Symp.* vol. 1, pp. 352-355, Jun. 1994.

한 봉 희(Bong-Hee Han)

정회원

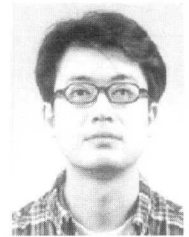


2000년 2월 : 원광대학교 전자공학과 졸업
 2000년 3월~2002년 2월: 원광대학교 전자공학과 석사
 2002년 1월~현재: 선우 커뮤니케이션 연구원

<주관심 분야> 안테나 설계 및 RF 회로

노 광 현(Kwang-Hyun Noh)

정회원



1995년 2월: 원광대학교 전자공학과 졸업
 1997년 2월: 원광대학교 전자공학과 석사
 1997년 3월~현재: 원광대학교 전자공학과 박사과정
 1999년12월~현재: Sun-Wave Tech. 선임연구원

<주관심 분야> 안테나 설계 및 RF 회로

박 노 준(Noh-Jun Park)

정회원



1993년 2월: 원광대학교 전자공학과 졸업
 1995년 2월: 원광대학교 전자공학과 석사
 1995년 3월 ~ 현재: 원광대학교 전자공학과 박사과정

<주관심 분야> 안테나 설계 및 전자파 수치해석

강 영 진(Young-Jin kang)

정회원

한국통신학회 논문집 제 22권 8호 참조