

# 환고리형 패치 안테나의 초광대역 설계

A UWB design of an Annular Ring Patch Antenna

최원규\*, 황희웅\*, 최 경\* · 강원대학교 전기전자정보통신공학부,  
최세하\*\* · 한국정보통신기능대학

\*WonKyu Choi, HeeYong Hwang, Kyung Choi, Dept. of Electrical & Computer Eng., Kangwon National University, 200-701 Kora,

\*\*Seha Choi, Korea Information & Communication Polytechnic College

## Abstract

*A micros-strip ring patch antenna with ultra wide band characteristics is presented. The proposed antenna is designed by a modified form of the annular ring patch antenna with modified microstrip feedline. The designed antenna gives 5.6GHz bandwidth with regular radiation pattern from 4.4GHz to 12.0GHz for -10dB return loss or VSWR of less than 2.0 in simulation, which is also excellently agreed with the measured data.*

**Keywords :** UWB antenna,  
Patch antenna,  
Annular Ring antenna

## I. 서 론

최근의 무선통신 시스템은 음성뿐만 아니라 영상까지 포함하는 대용량의 정보교환이 요구되면서 사용 주파수가 GHz 대역까지 높아가고 있으며 시스템의 크기는 소형화되어지고 있다.

또한, 단일 시스템에서 많은 수의 채널을 운용하기 위해 광대역의 주파수 영역을 동시에 사용할 수 있는 무선시스템을 요구하기에 이르렀다. 따라서, 광대역의 특성을 가지며 초고주파 회로와 집적화를 이루어 전체적인 통신 시스템의 크기를 소형화할 수 있는 안테나의 개발이 요구되고 있다.

현재 무선 장비가 급속도로 발전하면서 대량 생산이 용이하고 경량인 마이크로스트립 안테나에 대한 관심이 커져왔다. 마이크로스트립 안테나는 가격이 싸고 부피가 작고, 경량이며 평면배열이 용이하여 고속 이동체의 굴곡면에 부착하기 쉽다는 많은 이점이 있는 반면, 대역폭이 좁고 전력 용량이 제한된다는 점 등 해결해야 할 문제점들을 가지고 있다. 특히 마이크로스트립 안테나의 가장 큰 단점인 협대역의 특성을 개선하기 위해 많은 연구가 진행중에 있고, 여러 가지 방법들이 제시되어왔다.<sup>[1]</sup> 이들 방법 중 유전 상수가 작고 두께가 두꺼운 기판을 사용하거나<sup>[2]</sup> 기생 결합된 소자를 이용해 대역폭을 개선하는 방법<sup>[3]</sup> 등은 안테나의 크기가 커지는 문제점이 있다. 그래서 이러한 단일 방사 소자에 의한 협대역의 특성을 개선하

기 위해 비교적 넓은 광대역의 특성을 갖는 마이크로스트립 안테나로 적층형 구조에 관한 연구와 안테나의 급전구조를 변화시켜 임피던스 정합을 이루는 방법들이 제시되고 있다.<sup>[4]</sup>

또한 현재의 무선통신은 전파 자원측면에서도 현재의 3GHz 이하의 자원으로는 부족하기 때문에 미국 FCC(연방통신위원회)는 2002년 2월에 미래의 무선기술로 불리는 UWB(Ultra Wide Band)무선기술을 승인하였다. UWB무선기술은 약 3.1GHz~10.6GHz의 주파수 대역을 순환적으로 사용하기 때문에 기존에 사용 중인 주파수 대역과 간섭없이 공유하여 사용할 수 있는 이점을 가지고 있으며 수백MHz~수 GHz에 이르는 광대역 주파수 대역폭을 공유한다. 동작주파수가 초광대역(UWB)이 되는 경우, UWB용 안테나 소자가 요구되는데, 이 안테나는 넓은 주파수 범위에서 양호한 임피던스 정합 및 복사패턴을 유지하는 특성을 가져야 한다. 특히, 안테나의 입력단에서 케환손실(return loss)이 10dB보다 작아지도록 임피던스 정합을 시켜주어야 한다.<sup>[5]</sup>

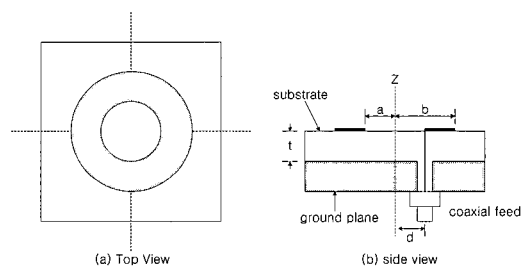
본 연구에서는 차세대 무선통신기술인 UWB대역내에서 사용할 수 있는 초광대역 안테나로써, 마이크로스트립 패치 형태의 Annular Ring 구조를 사용하여 소형이면서도 초광대역의 특성을 가진 안테나를 설계/제작하였다. 기존에 알려진 슬롯형태의 Annular Ring 구조가 아닌 패치형태의 Annular Ring 구조를 사용하여 대역폭을 확장시키는 방법에 관해 연구를 수행하였으며 제시한 패치형태의 Annular Ring 안테나는 급전부와의 비대칭 구조로 인해, 넓은 주파수대역에서 임피던스 정합을 이룰 수 있었다. 제안된 안테나는 Ansoft사의 3D simulator인 HFSS를 이용해 각 파라미터들을 최적화하여 설계하였고 제작된 안테나는

VSWR<2를 기준으로 약4.4GHz~10.5GHz 정도의 초광대역 특성을 얻었다.

## 2. Annular Ring Patch<sup>[7]</sup>

구형패치나 원형패치는 아마도 패치형태의 연구에 가장 널리 알려진 모양일 것이다. 하지만 Annular Ring Patch가 가지고 있는 몇 가지의 흥미로운 특징으로 인해 점점 관심이 모아지고 있다.

첫째, 주어진 주파수에서 가장 낮은 모드로 동작할 때 환형 링 패치가 원형 링 패치보다 실질적으로 더 작은 사이즈로 구현가능하며 배열의 경우에서도 소자들은 좀 더 밀집하게 위치함으로써 grating-lobe 문제를 줄일 수 있다. 둘째, 원형 링 안쪽에 다른 원형 패치 마이크로스트립 소자를 삽입함으로써 dual-band 안테나를 구현할 수도 있다. 세번째로, 내반경과 외반경의 비율에 의해서 모드를 제어할 수 있으며 마지막으로 비슷한 유전체 두께를 가진 다른 패치보다 임피던스 밴드폭이 몇배 더 크다. 환형 링 구조는 cavity model<sup>[8]</sup>을 사용함으로써 분석되어진다.

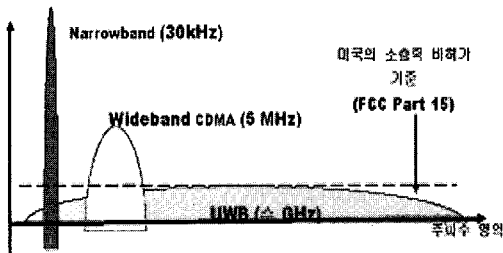


[그림 1] Annular ring 구조

## 2.1 UWB Antenna

기존의 narrow band 시스템 및 3G 셀룰러 기술로 설명되는 wide band 시스템과 구분하기 위해 중심 주파수의 25% 이상의 점유 대역폭을 차지하는 시스템 혹은 1.5GHz 이상의 점유 대역폭을 차지하는 무선 전송 기술 시스템을 UWB(Ultra Wide Band)라 정의하였다. 주파수 스펙트럼 상에서 [그림 2]과 같이 동일 출력을 갖는 시스템에 대해 살펴보면 UWB 시스템의 경우 매우 넓은 주파수 대역에 걸쳐 전력 스펙트럼 밀도가 존재하므로, 상대적으로 전력 스펙트럼 밀도가 낮고, 기존의 무선 통신 시스템에 간섭을 주지 않아 주파수 공유측면에서 매우 유리하다.

초광대역 안테나는 임피던스 변화가 주파수 변화에 거의 무관하여 일반광대역에 비해 더 넓은 초광대역 특성 및 복사패턴을 유지하는 특성을 가지고 있어야 한다. 특히, 안테나의 입력단에서 return loss가 10dB보다 작아지도록 임피던스 정합을 시켜주어야 한다.



[그림 2] UWB 시스템과 기존 무선시스템과의 비교

광대역 안테나의 경우 대역폭은 두 가지 방법으로 계산된다.  $f_U$ 와  $f_L$ 을 만족할 만한 성능이 얻어지는 동작주파수 범위의 상한값과 하

한값이라고 하자. 중심주파수는  $f_C$ 로 나타낸다. 그러면 중심주파수에 대한 대역폭  $B_p$ 는 식5.1과 같다.

$$B_p = \frac{f_U - f_L}{f_C} \times 100\% \quad (1)$$

대역폭은 또한 비율  $B_r$ 로 정의되며 식5.2와 같이 나타낸다.

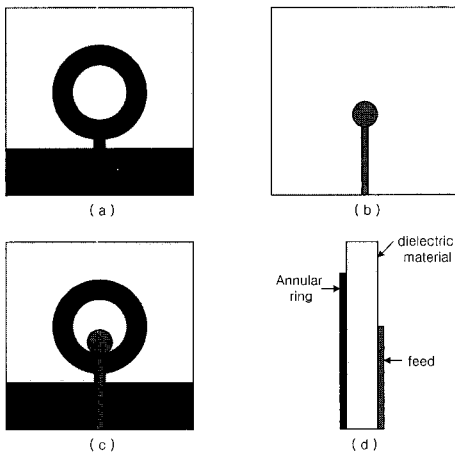
$$B_r = \frac{f_U}{f_L} \quad (2)$$

협대역 안테나들의 대역폭은 보통 식(1)을 사용해 백분율로 표현하는 반면에, 광대역 안테나들은 식(2)를 사용해 비율로 인용된다. 만약 안테나의 임피던스와 패턴이 약 한 옥타브 ( $f_U/f_L=2$ ) 또는 그 이상에 대해 크게 변하지 않는다면, 광대역안테나로 분류한다.

## 2.2 Microstrip Annular Ring Patch Antenna 구조

본 논문에서는 초광대역의 안테나 설계를 위하여 다중 공진을 일으키는 환형 링 구조를 사용하였으며 원하는 주파수 대역폭내에서 임피던스의 정합을 위하여 마이크로스트립 라인 형태의 급전구조를 변형하였다. 논문에서 제시한 변형된 Annular Ring구조를 [그림 3]에 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 윗면에는 Annular Ring구조가 위치하게 되고 아랫면에는 마이크로스트립 라인 형태의 급전구조가 위치하게 된다. 급전구조는  $50\Omega$  급전선 끝단에 원형패치를 놓은 구조로써 마이크로스트립 급전선의 종단에 있는 마이크로스트립 원형패치

가 실질적인 방사소자인 Annular Ring과의 전이를 통해 여러 모드에서 임피던스 정합을 이루는 동작 원리를 가지게 된다. 안테나의 설계 변수로는 링의 내경 반지름( $R_i$ )과 외경 반지름( $R_o$ ), 급전선 종단의 원형 패치 반지름( $R_p$ ), 링형 안테나와 접지면 사이의 연결부위의 폭( $W_r$ ), 그리고 annular ring 패치의 중점과 원형패치의 중점 사이의 거리( $Drp$ )가 있다. 이러한 구조를 선택함으로써 안테나 특성에 큰 영향을 주는 급전구조의 설계변수인  $Drp$ 의 자유도를 높일 수 있다.



[그림 3] 제시된 Annular Ring Patch 안테나의 구조도  
 (a) 윗면 (b) 아랫면  
 (c) 전체구조 (d) 옆면

여기서 사용된 유전체 기판은 테프론 기판으로서 유전율은  $\epsilon_r = 3.48$ 이고, 유전체의 두께는 0.762mm이다. 본 논문에서는 안테나의 설계 파라미터를 변화시켜가며 안테나의 특성변화를 살펴보고 각 파라미터를 최적화하였다. 최적화하기 위해서 Ansoft사의 3D simulator인 HFSS를 사용하여 시뮬레이션 결과를 비교하

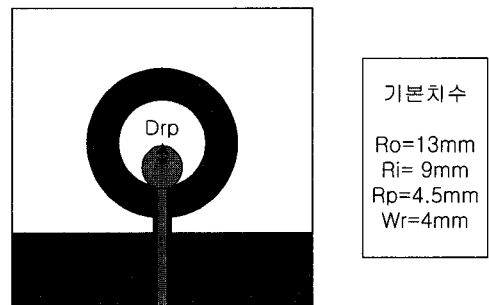
였으며, UWB대역내의 안테나를 설계시 대역폭은 반사손실(Return Loss)이 약 -10dB ( $VSWR < 2$ ) 에서 대역폭을 측정하게 된다.

### 2.3 설계 변수 선택

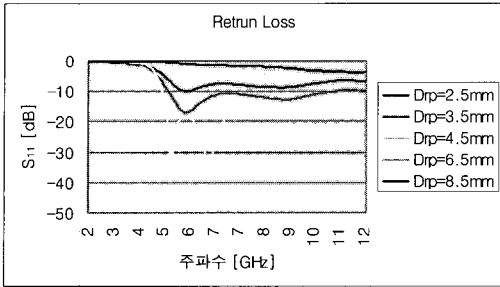
#### 1) $Drp$ 에 따른 설계 특성

우선 안테나의 중요한 설계 변수 중에 하나인  $Drp$ 에 따른 안테나의 특성변화를 살펴보기 위해서  $Drp$ 를 제외한 모든 변수들을 고정시킨 후,  $Drp$ 만을 변화시키면서 안테나의 특성을 살펴보았다. [그림 4]은 고정된 변수들과 변화된 변수  $Drp$ 의 값을 나타내었다.

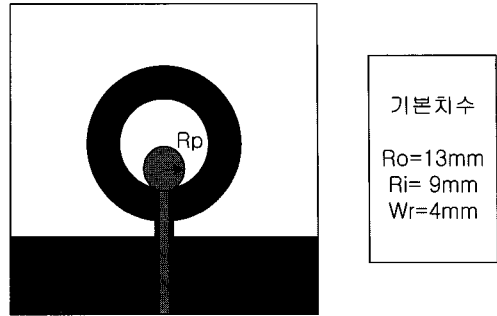
[그림 5]는  $Drp$ 를 변화시켰을때, 안테나의 반사손실(Return Loss)값을 나타낸 그래프이다. 그림에서 알 수 있듯이  $Drp$ 의 값이 어느 정도 값을 가질 때까지는 그 값이 증가할수록 안테나의 특성이 좋아지지만  $Drp$ 의 값이 특정 값을 넘어가게 되면 안테나의 성능은 급격히 나빠지게 된다는 것을 알 수 있다.  $Drp$ 의 변화에 따른 안테나의 특성 변화를 <표 1>에 정리하여 나타내었다. <표 1>을 보면 제안된 안테나의 최적화 값은 급전선 종단의 원형패치가 annular ring의 내경  $R_i$ 를 벗어나지 않는 범위 내에서의 최대값이다.



[그림 4] 변수  $Drp$ 의 변화



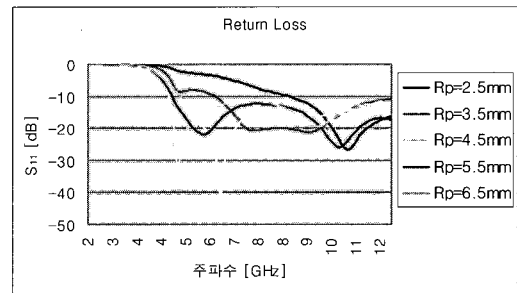
[그림 5] Drp에 따른 S<sub>11</sub>값 비교



[그림 6] 변수 Rp의 변화

<표 1> Drp에 따른 대역폭 변화

Ro (mm)	Ri (mm)	Rp (mm)	Drp (mm)	BW (GHz)	Br
13	9	4.5	2.5	-	-
13	9	4.5	3.5	4.8 ~ 12	2.5
13	9	4.5	4.5	4.6 ~ 12	2.6
13	9	4.5	6.5	-	-
13	9	4.5	8.5	-	-



[그림 7] Rp에 따른 S<sub>11</sub>값 비교

## 2) Rp에 따른 설계 특성

앞 절에서는 Annular ring의 중점과 급전선 종단 부분에 위치해 있는 원형패치의 중점 사이 거리에 따른 특성을 살펴봄으로써 원형패치가 광대역 안테나로 동작할 수 있게 하는 적합한 급전구조를 찾아보았다. 이번에는 원형패치의 급전구조에서 또 다른 변수인 원형패치의 반지름 Rp에 따른 설계 특성을 알아본다. 이번 경우도 다른 변수값들은 고정시키고, Rp값만을 바꿔가며 안테나의 특성을 살펴보았다.

[그림 7]은 급전구조의 종단에 위치한 원형패치의 크기를 변화시켜가며 시뮬레이션한 S<sub>11</sub>값이다.

[그림 7]서 보듯이 Rp의 값도 어느 일정한 크기까지 커질수록 안테나의 성능이 좋아지지만 특정크기를 벗어나게 되면 광대역에서의 임피던스 정합이 이루어지지 않아 안테나의 성능이 떨어지게 되는 것을 알 수 있다. [그림 7]에서 급전구조 종단의 원형패치 반지름 Rp는 4.5mm일때 VSWR<2인 -9.51dB 기준으로 가장 넓은 대역폭을 가지게 됨을 알 수 있다. <표 2>에 Rp의 따라 변하는 안테나의 특성을 정리하였다.

<표 2> Rp에 따른 대역폭 변화

Ro (mm)	Ri (mm)	Rp (mm)	Drp (mm)	BW (GHz)	Br
13	9	2.5	6.5	8.6 ~ 12	1.3
13	9	3.5	5.5	6.1 ~ 12	1.7
13	9	4.5	4.5	4.6 ~ 12	2.6
13	9	5.5	3.5	4.8 ~ 12	2.5
13	9	6.5	2.5	5.0 ~ 12	2.4

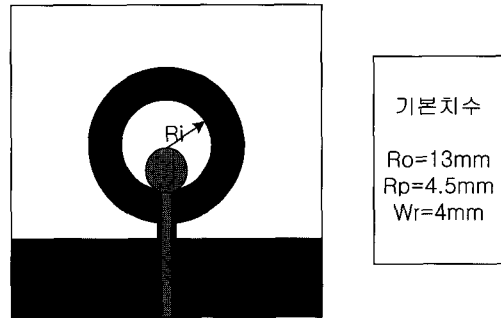
앞의 시뮬레이션 결과로 급전구조의 종단에 있는 원형패치의 급전위치와 원형패치의 크기를 최적화 할 수 있었다. 즉, Drp는 원형패치가 annular ring 패치 내경 안쪽을 벗어나지 않는 범위내에서의 최대값이고, 원형패치의 반지름 Rp=4.5일때 최대 임피던스 대역폭은 VSWR<2를 기준으로 Br=2.6 의 광대역 특성을 얻을 수 있었다.

### 3) Ri에 따른 설계 특성

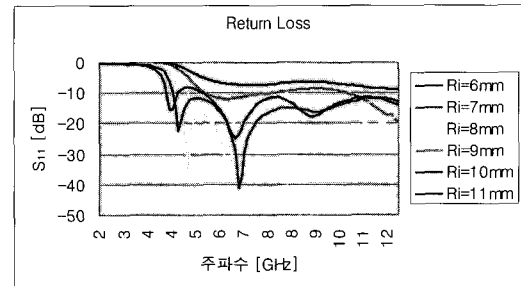
마이크로스트립 annular ring 패치 안테나에서 아랫면의 급전구조와 여기를 일으켜 방사 패턴에 영향을 줄 수 있는 변수인 annular ring 패치 두께에 따른 안테나의 특성을 알아보겠다. 우선 annular ring의 두께를 변화시키는 방법에는 내경 Ri를 변화시키거나 외경 Ro를 변화시키는 두가지 방법이 있을 수 있다. 우선 내경 Ri를 변화시켜 annular ring의 두께 변화에 따른 안테나의 특성을 알아보겠다.

여기서는 앞 절에서 살펴본 광대역 안테나에 적합한 급전구조로 Drp값은 annular ring 패치의 내경 안쪽을 벗어나지 않는 최대값 범위에 위치시키며, 가장 넓은 대역폭을 얻었던 원형패치의 반지름 크기 Ri=4.5mm인 파라미

터를 적용하였다. [그림 9]에서는 원형링의 내경 Ri의 변화에 따른 안테나의 반사손실(return loss)값을 나타내었다.



[그림 8] 변수 Ri의 변화



[그림 9] Ri에 따른 S<sub>11</sub> 값 비교

[그림 9] 서 알 수 있듯이 annular ring 패치 안테나의 내경 Ri 값에 따른 특성은 Ri=9mm인 곳에서 가장 안정적으로 방사를 일으킨다.

Ri=9mm (annular ring 두께가 4mm)이상 인 값에서는 원형 링 패치의 최저차 공진 주파수는 낮아지고 대역폭이 점점 넓어짐을 알 수 있지만 의 특성이 나빠지게 된다. 표3에 annular ring 패치의 내경 Ri에 따른 안테나의 반사손실값을 나타내었다.

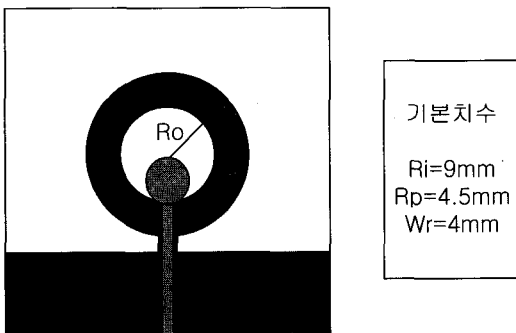
<표 3> Ri에 따른 특성 변화

Ro (mm)	Ri (mm)	A.R.P.W (mm)	1차 공진점 (GHz, dB)	2차 공진점 (GHz, dB)	BW (GHz)
13	6	7	-	-	-
13	7	6	6.1, -11.9	-	5.5~7.7
13	8	5	6.1, -21.8	11.1, -20.6	4.9~12
13	9	4	4.9, -34.9	6.2, -36.4	4.6~12
13	10	3	4.6, -22.4	6.6, -40.9	4.4~12
13	11	2	4.3, -15.6	6.5, -24.6	-

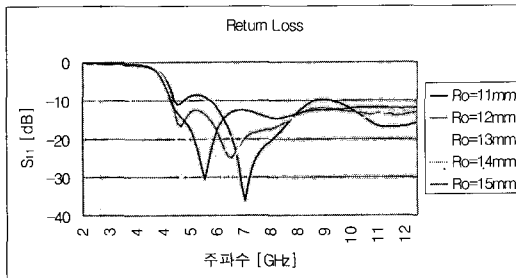
\*Annular Ring Patch Width (A.R.P.W) = Ro - Ri

4) Ro에 따른 설계 특성

마이크로스트립 annular ring patch 안테나의 패치 두께에 따른 안테나 특성을 알아보기 위한 다른 한 방법으로 원형 링 패치의 외경 Ro를 변화시키면서 안테나의 특성을 살펴보았다.



[그림 10] 변수 Ro의 변화



[그림 11] Ro에 따른 S<sub>11</sub>값 비교

[그림 5. 11]은 외경 Ro의 크기를 변화시켜 annular ring 패치의 두께를 변화시켰을때의 시뮬레이션 결과이다. 위의 결과를 <표 4>에 정리하여 나타내었다. <표 4>에 나타나듯이 외경의 변화에 따라서 1차 공진주파수에는 변화가 없고 2차 공진주파수만 변하게 된다.

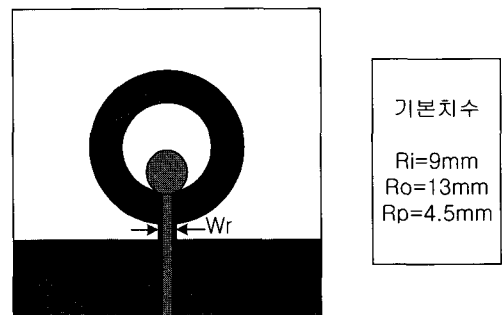
<표 4> Ro에 따른 특성 변화

Ro (mm)	Ri (mm)	A.R.P.W (mm)	1차 공진점 (GHz, dB)	2차 공진점 (GHz, dB)	BW (GHz)
11	9	2	4.8, -11.0	6.8, -36.0	-
12	9	3	4.9, -16.7	6.4, -24.8	4.7~12
13	9	4	4.9, -34.9	6.2, -35.9	4.6~12
14	9	5	4.9, -30.5	6.0, -26.2	4.6~12
15	9	6	5.63, -30.4	7.7, -14.6	4.6~12

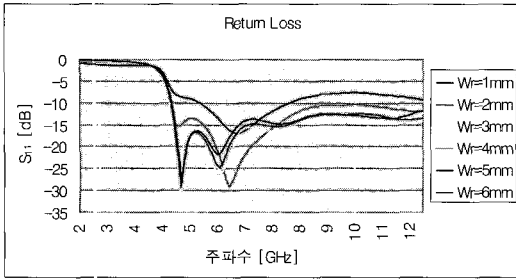
\*Annular Ring Patch Width (A.R.P.W) = Ro - Ri

5) Wr에 따른 설계 특성

본 논문에서 제안된 annular ring 패치 안테나는 마이크로스트립 형태의 급전구조를 가지기 위해서 구조자체를 변형시켰다. 우선 마이크로스트립형태의 급전구조에서 원형패치까지의 원활한 급전을 위해 GDN와 annular ring 패치사이에 폭 Wr인 연결부위를 만들게 되었다. [그림 5. 12]에 폭 Wr의 변화에 따른 안테나의 특성 변화를 나타내었다.



[그림 12] 변수 Wr의 변화

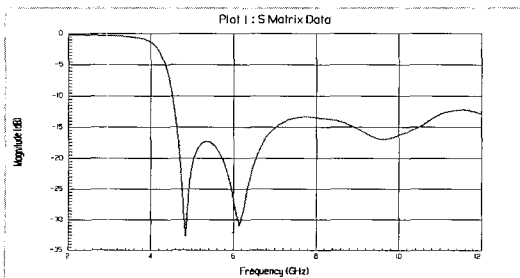


[그림 13]  $W_r$ 에 따른  $S_{11}$ 값 비교

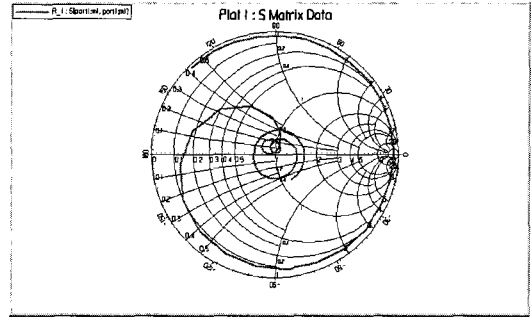
[그림 13]의 결과를 보면 annular ring과 접지면 사이의 연결부분에 변수인 폭  $W_r$ 이 2mm 일때부터 넓은 주파수 대역에서 임피던스 정합을 잘 이루게 되어 대역폭이 넓어지기 시작함을 알 수 있다.  $W_r$ 이 2mm 일때부터 6mm 일때까지의 공진 주파수는 거의 같고 반사계수의 값만 변하게 된다. 따라서  $W_r$ 값은 2mm 이상만 되면 광대역의 주파수 대역폭을 얻을 수 있게 되지만 여기서는  $S_{11}$ 값을 고려하여  $W_r=4mm$ 를 최적의 파라미터로 정하였다.

6) 최적화 파라미터에 의해 설계된 안테나의 특성

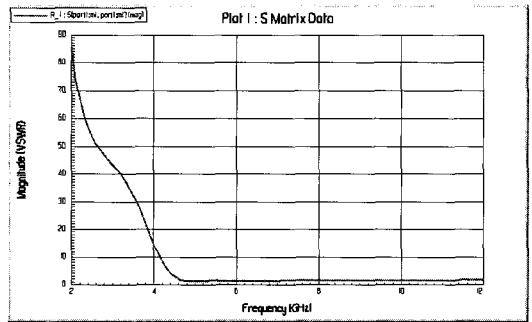
앞절에서는 안테나의 각 파라미터들을 하나씩 변화시켜가며 변수파라미터의 최적화를 수행하였다. 시뮬레이션을 통해 최적화된 안테나의  $S_{11}$ 값을 [그림 14]에 나타내었고, [그림 15]에는 스미스차트와 VSWR을 나타내었다.



[그림 14] 반사계수(Return Loss)



(a) 스미스차트



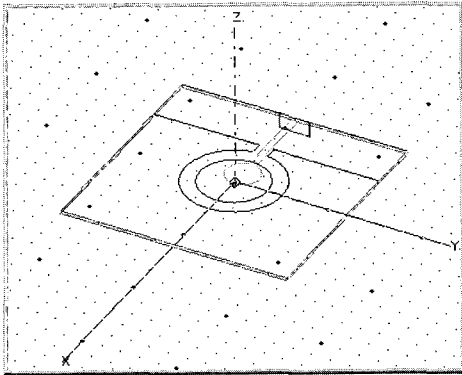
(b) VSWR

[그림 15] 설계된 안테나의 Smith Chart 와 VSWR

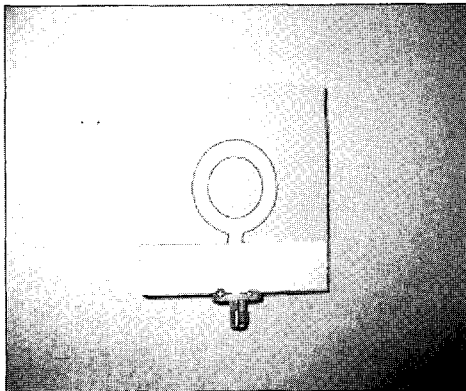
3. Microstrip Annular Ring Patch Antenna 제작

앞절에서는 UWB대역내에 사용할 수 있는 광대역 안테나로 마이크로스트립 annular ring 패치 안테나를 설계하였다. 설계 파라미터는 시뮬레이션을 통해 최적화 하였으며 각 파라미터의 최적화된 값은  $R_o=13mm$ ,  $R_i=9mm$ ,  $R_p=4.5mm$ ,  $W_r=4mm$ 였다. 아래의 [그림 16]은 시뮬레이션 모델을 나타내었고 [그림 17]은 실제 제작된 모델을 나타내었다.

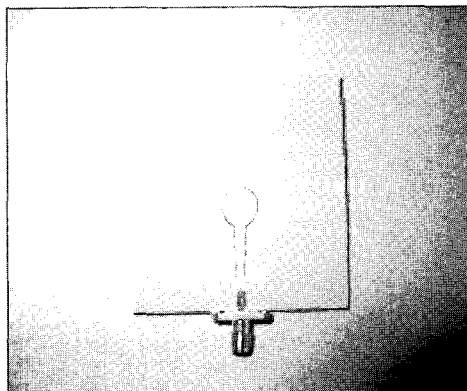




[그림 16] 시뮬레이션 모델



(a) 윗면



(b) 아랫면

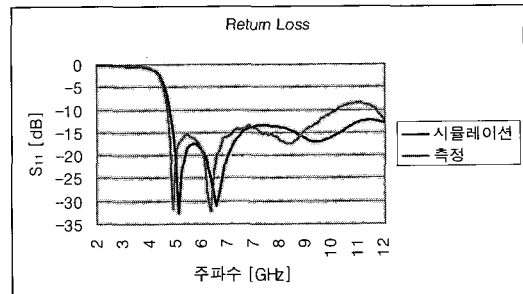
[그림 17] 제작된 안테나

[그림 17]에서처럼 제안된 안테나는 마이크

로스트립 급전형태를 가지고 있으며 유전체의 윗면과 아랫면에 도체 패턴이 인쇄되어진 간단한 구조이다. 안테나의 전체 크기는  $60 \times 60 \times 0.762\text{mm}$  이다.

### 3.1. 반사손실(Return Loss) 측정

시뮬레이션 모델과 실제 제작된 모델의 값을 [그림 18]에서 비교하였다. 시뮬레이션에서의 반사손실값은  $VSWR < 2$ 인  $-10\text{dB}$ 기준으로  $4.6\text{GHz}$ 부터  $12\text{GHz}$ 까지의 굉장히 넓은 주파수 대역폭을 얻었다. 하지만 실제 제작하여 측정 한 안테나에서는  $4.4\text{GHz}$ 부터  $10.5\text{GHz}$ 까지의 대역폭을 얻을 수 있었다. Ansoft사의 3D Simulator인 HFSS 상에서 설계된 모델과 실제 제작된 모델이 주파수 대역폭에서는 약간의 차이가 있지만 공진주파수나 전체적인 패턴에서는 대체로 비슷한 형태임을 알 수 있다.



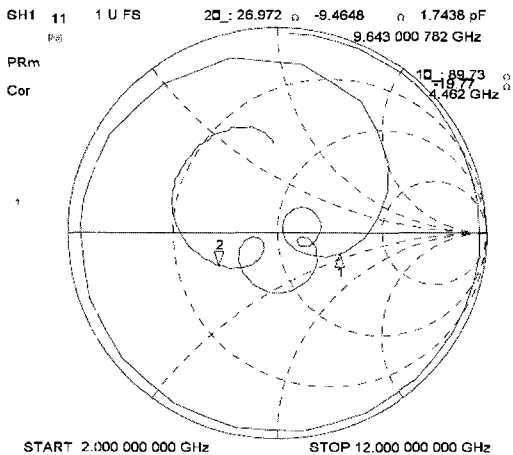
[그림 18] 시뮬레이션 모델과 제작된 모델의  $S_{11}$  값 비교

### 3.2. Smith Chart 와 VSWR

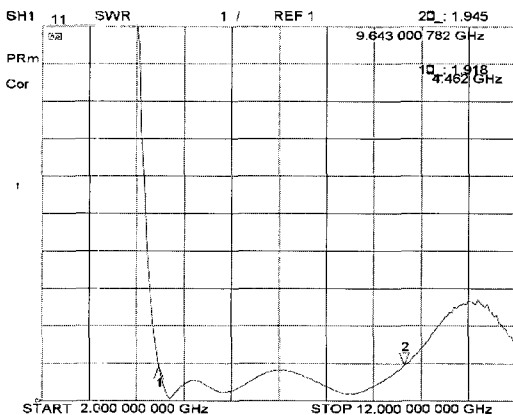
[그림 19]에는 실제 제작 측정된 안테나의 스미스차트를 나타내었다. 스미스차트에 보이는바와 같이 안테나의 임피던스는  $50\Omega$ 에 대체적으로 정합이 잘 되어 있음을 알 수 있다.

### 3.3. Radiation Pattern

[그림 5. 20]에 실제 제작된 안테나와 시뮬레이션과의 방사패턴을 각 주파수별로 비교하였다. 본논문에서는 방사패턴측정시 HP 8753 D Network analyzer를 사용했기 때문에 측정장비의 최대측정주파수인 6GHz까지만 측정할 수 있었다. 실제 측정가능한 주파수 범위내에서의 측정값은 시뮬레이션 값과 거의 유사한 패턴을 가지고 있음을 알 수 있다.

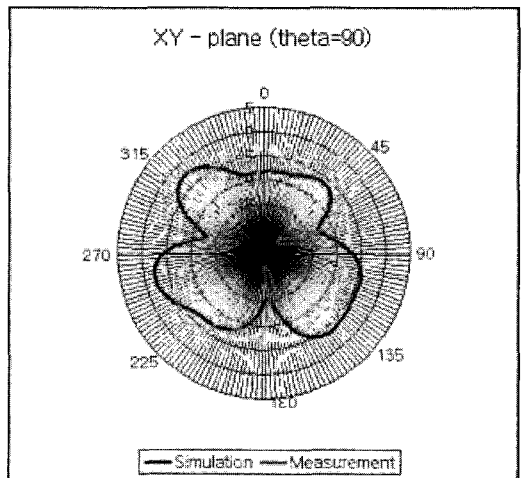
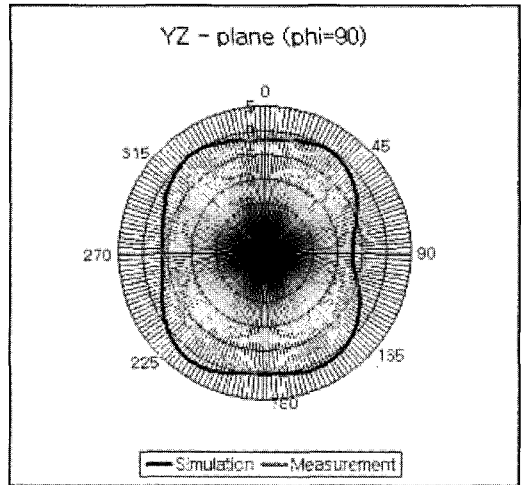
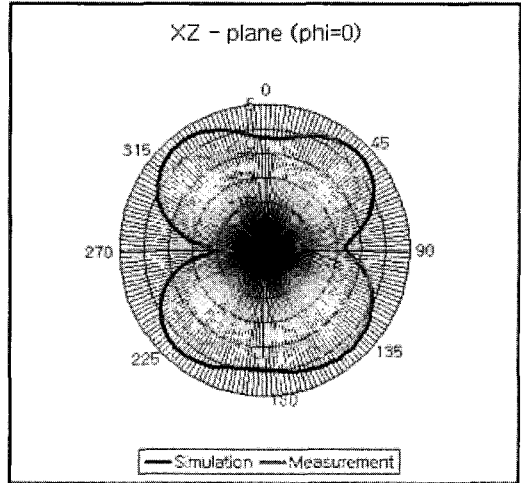


(a) 측정된 Smith Chart

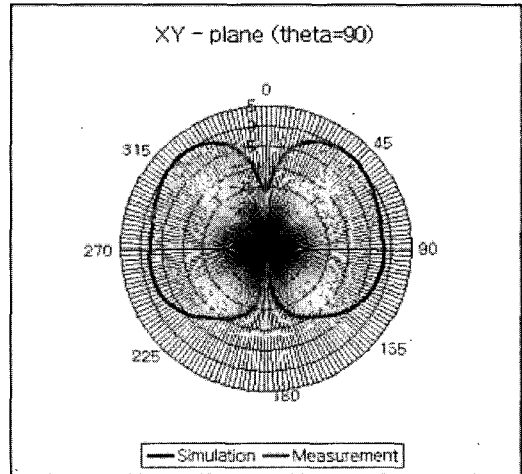
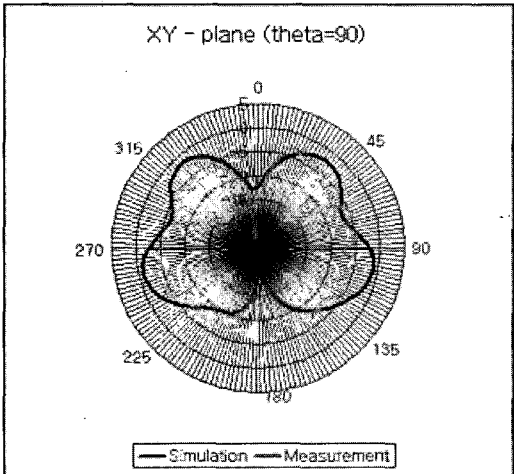
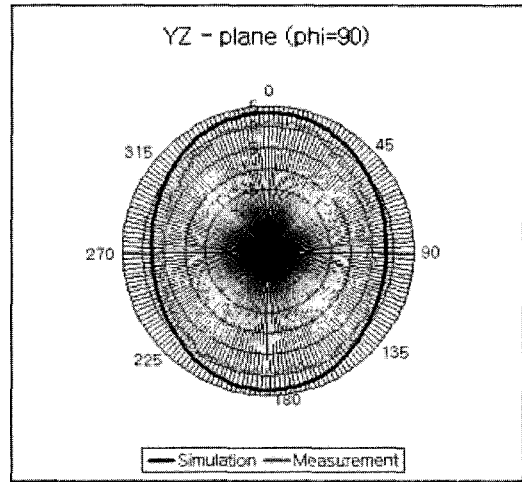
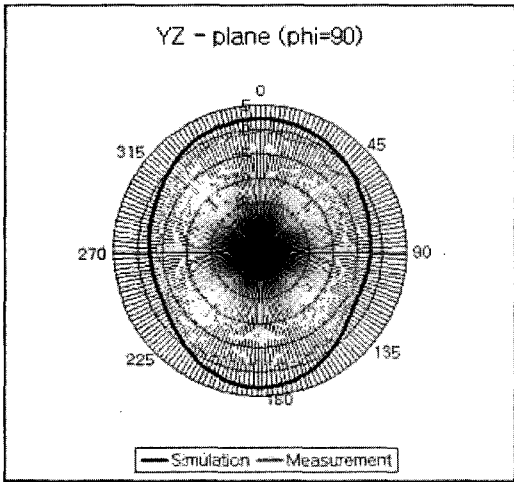
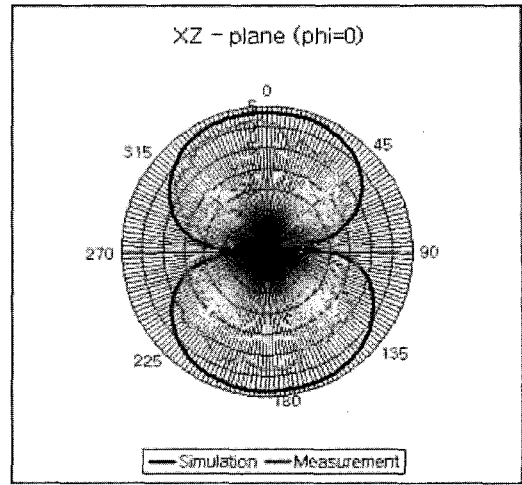
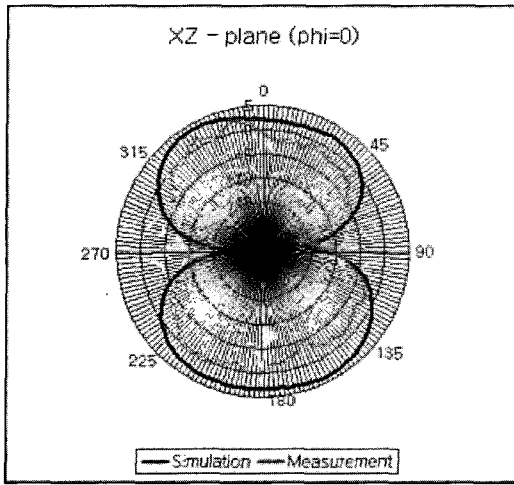


(b) VSWR

[그림 19] 측정된 Smith chart와 VSWR



[그림 20-a] 4.5GHz에서의 방사패턴 비교



[그림 20-b] 5GHz에서의 방사패턴 비교

[그림 20-c] 6GHz에서의 방사패턴 비교

## 4. 결 론

본 연구에서는 초광대역(Ultra-Wide Band) 안테나를 설계하였다. UWB안테나로 제시된 구조는 급전구조가 변형된 마이크로스트립 Annular Ring Patch 안테나이다. 급전구조로는 마이크로스트립 형태의 급전선 종단 부분에 원형의 패치를 위치시킴으로써 방사소자인 annular ring과의 전이를 통하여 여러 모드에서 임피던스 정합을 이루게 하였다.

UWB 안테나에서는 대역폭을  $VSWR < 2$  기준으로 측정하게 되는데 우선 Ansoft사의 3D simulator인 HFSS를 이용하여 급전구조의 파라미터와 annular ring구조의 파라미터값을 각각 최적화 하였다. 우선 중요한 설계 변수인 급전구조에서의 파라미터  $D_{rp}$ 와  $R_p$ 의 값을 변화시키면서 안테나의 특성변화를 살펴 급전 패치의 위치와 크기를 최적화 하였고, annular ring patch의 두께를 변화시키는 변수로서는  $R_o$ 와  $R_i$ 를 변화시키면서 그 특성을 살펴보았다. 또한 환형 링 패치까지의 원활한 급전을 위해서 변수  $W_r$ 도 폭을 변화시켜가며 광대역 특성에 맞도록 최적화된 안테나 구조를 설계하였다. 급전구조 변수인  $D_{rp}$ 와  $R_p$ 는 각각 독립 변수로서 동일한 annular ring patch 두께에 대해서  $D_{rp}$ 가 일정한 값까지 증가할수록 안테나의 대역폭이 증가함을 알 수 있고 원형패치의 크기도 일정 크기에서 가장 좋은 특성을 얻었다. 이러한 변수로 급전구조 종단의 원형패치는 환형 링의 내경을 벗어나지 않는 범위의 최대값에서 광대역 특성을 보였다. 최적화된 안테나의 변수가  $D_{rp}=4.5\text{mm}$ ,  $R_p=4.5\text{mm}$ ,  $R_o=13\text{mm}$ ,  $R_i=9\text{mm}$ ,  $W_r=4\text{mm}$ 일때 시뮬레이션상에서는 4.6GHz ~ 12GHz( $Br=2.6$ )인 초광대역의 특성을 보였다. 유전율 3.48에 유전체

두께 0.762mm인 테프론 기판을 사용하여 실제 제작한 안테나는 4.4GHz~10.5GHz ( $Br=2.38$ )의 대역폭으로 시뮬레이션과 약간의 차이는 있었지만 전체적인 패턴은 유사하게 나타났다.

그러므로 제시된 Annular Ring Microstrip Patch Antenna는 방사소자인 Annular Ring과 급전구조 종단에 위치한 원형패치간의 비동심을 이용하여 주기적인 임피던스 정합을 이룸으로써 소형이면서 초광대역의 특성을 갖는 것을 알 수 있다.

## 감사의 글

본 논문은 강원대학교 BK21 사업단과 강원대학교 ITRC에서 부분적으로 지원을 받았으며, 이에 감사 드립니다.

## 참고 문헌

- [1] S. H .David, "A survey of broadband microstrip patch antenna," Microwave J, pp. 60-84, Sept, 1996.
- [2] E. Chang. S. A. Long, and W. F. Richards, "An experimental investigation of electrically thick rectangular microstrip antennas," IEEE Trans. Antenna Propagat., vol. AP-34, pp. 767-773, June, 1986.
- [3] P. B. Katehi, N. G. Alexopoulos, and I. Y. Hsia, "A bandwidth enhancement method for microstrip antennas," IEEE Trans. Antenna Propagat., vol. AP-35, pp. 5-12, Jan., 1987.
- [4] A. Axelrod, M. Kisliuk, and J. Maoz,

- "Broadband microstrip-fed slot radiator,"  
Microwave J., pp. 81-94, June, 1989.
- [5] Jin Au Kong, Yan Zhang, Robert T. Shin,  
Fernando L. Teixeira and Y. Eric Yang,  
Wide-band Antenna Element in Electro-  
magnetic Wave Theory and Applications,  
RLE Progress Report 143.
- [6] RF Design House., "<http://www.rfdh.com>"
- [7] J. R. James , P. S. Hall, "Handbook of  
Microstrip Antennas", pp.169-214
- [8] W. C. Chew, "A Broad Band Annular Ring  
Microstrip Antenna," IEEE Trans.  
Antennas propagat., vol. AP-30, no.6, pp.  
1197-1200, Nov.1982.
- [9] WU, Y. S., and ROSENBAUM, G. J.:  
'Mode chart for microstrip ring resonators',  
IEEE Trans., 1973. MTT-21, pp. 487-489
- [10] SCHNEIDER, M. V.: 'Microstrip lines for  
microwave intergrated circuits', Bell  
Syst.Tech. J., 1969, 48, pp.1421-1444
- [11] LEE, K. F., and DAHELE, J. S.; 'Theory  
and experiment on the annular-ring  
microstrip antenna', Ann. des Telecomm.,  
1985, 40, pp. 508-515

저자 소개



황희용

- 서울대(생물 교육 학사)
- 서울대(전자 공학 학사)
- 서강대(전자 공학-석사)
- 서강대(전자 공학-박사)
- (주)아모텍 연구소장
- 현 강원대학교 전기전자정보통신공학부 조교수

<관심분야> RF ,Microwave,Milimeter wave분야의 부품 및 시스템



최 경

- 서울대학교 전기공학과 (학사)
- 서울대학교 전기공학과 (석사)
- 서울대학교 전기공학과 (박사)
- 현재 강원대학교 전기전자정보통신공학부 교수

<관심분야> 마이크로웨이브, 초고주파, 무선통신, 마이크로프로세서, 전자기학, 바이오일렉트로닉스



최세하(Choi Se-Ha)

- 1975년 명지대학교 전자공학과(공학사)
- 1989년 연세대학교 산업대학원 전자공학과(공학석사)
- 1999년 청주대학교 대학원 전자공학과(공학박사)

1971년~2002년 정보통신부 정보통신정책국  
 1999년~2000년 동양공업전문대학 정보통신학과 겸임 교수  
 2000년~2002년 강원대학교 전기전자통신학부 겸임 교수  
 2003년~현재 한국정보통신기능대학 이동통신설비학과 교수  
 관심분야 : 정보통신기술정책, 전파통신 등

최원규

- 강원대학교 전자공학과 석사과정