



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0102974
(43) 공개일자 2014년08월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01Q 1/38 (2006.01) H01Q 13/08 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0016561
(22) 출원일자 2013년02월15일
심사청구일자 2013년02월15일

(71) 출원인
동서대학교산학협력단
부산 사상구 주례로 47, (주례동, 동서대학교)
(72) 발명자
이종익
부산광역시 남구 신선로 566, 309동2904호(용호동, GS하이츠자이)
여준호
경상북도 경산시 하양읍 대학로295길 26, 101동1202호(경산하양2차롯데낙천대)
(74) 대리인
특허법인 신태양

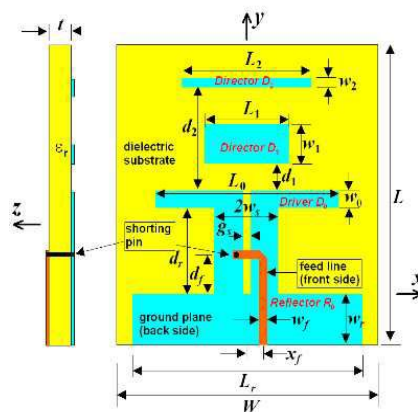
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 광대역 평면 준-야기 안테나

(57) 요약

본 발명은 이동통신 기지국용 또는 지상파 디지털 방송 수신용으로 사용되는 광대역 평면 준-야기(quasi-yagi) 안테나에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 유전체 기판과 상기 유전체 기판의 한 면에 위치하며, 중앙 부분이 일정 거리만큼 이격되어 있는 두 개의 도체 스트립으로 형성된 코플래너 스트립과 상기 코플래너 스트립으로 급전되는 다이폴과 상기 코플래너 스트립에 내장되며, 종단이 단락되어 코플래너 스트립으로 급전하는 마이크로 스트립 선로와 상기 다이폴의 상부에 다이폴의 공진주파수의 일정 파장만큼 떨어져 있는 직사각형의 도파기를 포함하는 광대역 평면 준-야기 안테나이다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

유전체 기관과

상기 유전체 기관의 한 면에 위치하며, 중앙 부분이 일정거리만큼 이격되어 있는 두 개의 도체 스트립으로 형성된 코플래너 스트립;과

상기 코플래너 스트립으로 급전되는 다이폴;과

상기 코플래너 스트립에 내장되며, 종단이 단락되어 코플래너 스트립으로 급전하는 마이크로 스트립 선로;와

상기 다이폴의 상부에 다이폴의 공진주파수의 일정 파장만큼 떨어져 있는 직사각형의 제1 도파기;를

포함하는 것을 특징으로 하는 광대역 평면 준-야기 안테나.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 다이폴의 하부에 위치하며, 상기 코플래너 스트립 및 상기 마이크로 스트립 선로와 연결되어 있는 접지면 반사기;를

더 포함하는 것을 특징으로 하는 광대역 평면 준-야기 안테나.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 제1 도파기 상부에 위치하며, 상기 제1 도파기의 길이보다 긴 제2 도파기;를

더 포함하는 것을 특징으로 하는 광대역 평면 준-야기 안테나.

청구항 4

제 2항에 있어서,

상기 다이폴과 상기 접지면 반사기는 서로 대향하는 방향의 면이 반 보우-타이형으로 구성된 것을 특징으로 하는

광대역 평면 준-야기 안테나.

청구항 5

제 1항 내지 제 4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 다이폴과 상기 코플래너 스트립의 임피던스 정합은 상기 마이크로 스트립 선로의 급전위치를 조절하여 얻는 것을 특징으로 하는

광대역 평면 준-야기 안테나.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 이동통신 기지국용 또는 지상파 디지털 방송 수신용으로 사용되는 광대역 평면 준-야기(quasi-yagi) 안테나에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 넓은 대역폭과 지향성을 갖고 있어서 RF 통신용 트랜시버 및 레이더 등에 이용되고 있는, 다이폴과 접지면 반사기 및 도파기로 구성되는 평면 준-야기(quasi-yagi) 안테나에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 지상파 디지털 TV(DTV)는 아날로그 TV에 비해 2배 이상의 뛰어난 품질의 선명한 화면을 제공하고 다양한 응용 서비스가 가능하여 최근 10년 동안 급속히 보급되었고, 2013년 현재 대한민국은 전국이 100% 디지털 방송으로 전환된 상태이다.

[0003] 현재 DTV 용으로 할당된 주파수 대역은 470~806 MHz로서 주파수 범위가 매우 넓어서, 수신용 안테나는 광대역 특성을 갖도록 설계하여야 한다.

[0004] 제1 문헌(C.A. Balanis, *Antenna theory: Analysis and design*, 3rd ed., Hoboken, NJ: Wiley, 2005.)에 의하면 광대역이면서 적절한 이득과 지향성을 갖는 안테나는 대수주기 안테나(LPA; Log periodic antenna)가 대표적이나 설계과정이 다소 복잡하고 고 이득 특성을 갖도록 배열 안테나를 구성하는 것이 용이하지 않다는 단점을 갖고 있다.

[0005] 제2 논문(N. Kaneda, W. R. Deal, Y. Qian, R. Waterhouse, and T. Itoh, "A broad-band quasi-Yagi antenna," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 50, no. 8, pp. 1158-1160, Aug. 2002.)에 의하면, 평면 기판 상에 프린트 기법으로 제작된 quasi-Yagi 안테나(QYA)는 접지면 가장자리를 반사기(reflector)로 사용하고 다이폴 투사기(driver)를 코플래너 스트립(coplanar strip; CPS)선로로 급전하며, 적절한 거리에 도파기(director)를 둬으로써 지향성을 얻을 수 있다.

[0006] QYA는 적절한 이득과 전후방비(front-to-back ratio; FBR)를 갖고 소형이며 비교적 넓은 대역폭을 갖고 있어 레이더, 방향탐지 안테나, RF송수신기용 안테나 등 다양한 분야에서 사용되고 있다.

[0007] 제 3논문(K.Han,Y.Park, and I.Park, " Broadband CPS-fed Yagi-Uda antenna," *Electron Lett.*, vol. 45, no. 24, pp.1207~1209, Nov.2009)에 의하면 급전선로인 마이크로 스트립(microstrip; MS)선로 혹은 코플래너 도파관(CPW)과 CPS선로를 테이퍼 선로(tapered line)에 의해 광대역 정합을 시키는 방법이 있으나 정합회로에 의해 급전선로의 길이가 증가되어야 하는 단점이 있다.

[0008] 최근 별도의 밸런(balun) 회로 없이 CPW-to-CPS 변환구조에 의해 QYA를 급전한 연구결과가 보고된 바 있다.

[0009] 그러나 구조가 간단해지는 반면, 예상대로 복사패턴이 배열 축에 대해 비대칭적인 경향을 보이는 단점을 보였고, 대역폭은 44%, 이득은 3.4~7.4 dBi이었다.

[0010] MS와 CPS 사이의 광대역 밸런을 동일면 상에 구성하는 방법이 제안된 이후 다양한 급전방법을 이용한 X-밴드(8~12GHz)용 광대역 QYA 설계와 응용에 대한 많은 연구결과들이 발표되었으며, 최근에는 L-밴드(1~2GHz)용으로 설계한 결과도 보고되었다.

[0011] 다른 방법으로 MS와 CPS 사이의 밸런을 CPS상에 제작함으로써 기판 상에 밸런을 위한 별도의 공간을 필요로 하지 않고 광대역 정합특성을 얻을 수 있는 방법이 있다.

[0012] 이 경우 MS는 단락회로로 중단된 CPS를 가로질러 다이폴 투사기를 급전하며, 급전점으로부터 약 사분파장 길이에서 MS는 개방회로로 중단된다.

[0013] 제 4논문(R. L. Li, T. Wu, B. Pan, K. Lim, J. Laskar, and M. M. Tentzeris, "Equivalent-circuit analysis of a broadband printed dipole with adjusted integrated balun and an array for base station applications," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 57, no. 7, pp. 2180-2184, Jul. 2009.)에 의하면 MS로 급전되는 광대역 평면 다이폴 안테나에 대한 최근 연구에서 CPS 상의 급전점 위치를 조정하여 광대역 임피던스 정합을 구현한 연구가 보고된 바 있다.

[0014] QYA에 대한 연구결과(상기 제2 논문)에 의하면 광대역 정합특성(약 48%)을 얻으면 이득이 3~5 dBi로 낮아지고, 그와 반대로 이득을 2 dB(5~7 dBi)정도 높이려면 대역폭을 감소(약 17%)시켜야 하므로 광대역과 고이득을 동시에 만족하는 특성의 안테나는 구현이 어렵다.

- [0015] 이상 최근까지 연구된 광대역 QYA에 대한 결과들을 종합해 볼 때, 대역폭은 약 45% 정도로 비교적 광대역이나 대역 내 최소 이득이 3 dBi 정도로 비교적 작다는 단점을 갖고 있다.

선행기술문헌

비특허문헌

- [0016] (비특허문헌 0001) 제1문헌: C.A. Balanis, Antenna theory: Analysis and design, 3rd ed., Hoboken, NJ: Wiley, 2005.
- (비특허문헌 0002) 제2논문: N. Kaneda, W. R. Deal, Y. Qian, R. Waterhouse, and T. Itoh, "A broad-band quasi-Yagi antenna," IEEE Trans. Antennas Propagat., vol. 50, no. 8, pp. 1158-1160, Aug. 2002.
- (비특허문헌 0003) 제3논문: K. Han, Y. Park, and I. Park, " Broadband CPS-fed Yagi-Uda antenna," Electron Lett., vol. 45, no. 24, pp. 1207-209, Nov. 2009.
- (비특허문헌 0004) 제4논문: R. L. Li, T. Wu, B. Pan, K. Lim, J. Laskar, and M. M. Tentzeris, "Equivalent-circuit analysis of a broadband printed dipole with adjusted integrated balun and an array for base station applications," IEEE Trans. Antennas Propagat., vol. 57, no. 7, pp. 2180-2184, Jul. 2009.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0017] 본 발명은 상기한 바와 같은 종래기술의 제반 문제점을 해결하고자 안출된 것으로서, 보다 넓은 대역폭과 적절하고 고른 이득을 갖는 광대역 평면 준-야기(quasi-yagi) 안테나를 제공하는 것이다.
- [0018] 본 발명의 다른 목적은 이동통신 기지국용 또는 지상파 DTV 수신용 안테나를 3소자 QYA로 설계하고 소형화하는 광대역 평면 준-야기(quasi-yagi) 안테나를 제공하는 것이다.
- [0019] 본 발명의 또 다른 목적은 DTV용 대역(470~806 MHz)내에서 VSWR < 2인 광대역 특성(대역폭이 약 53% 이상 혹은 임피던스 대역폭비가 1.72 : 1 이상)을 만족하고, 대역내 이득이 최소 3.5 dBi 이상인 지향성 광대역 평면 준-야기(quasi-yagi) 안테나를 제공하는 것이다.
- [0020] 본 발명의 그 외의 목적은 평면 다이폴이 코플래너 스트립에 의해 급전되며, 코플래너 스트립에 내장되고 종단이 단락된 마이크로스트립으로 급전되어 밸런(Balun)을 위한 별도의 공간이 필요치 않는 광대역 평면 준-야기(quasi-yagi)안테나를 제공하는 것이다.
- [0021] 또한, 본 발명의 목적은 광대역 특성을 얻기 위해 각 소자의 폭, 길이, 소자 사이 간격 등을 조절하고 다이폴과 반사기를 반 보우-타이(half bow-tie) 형태로 변형하여 소형화하는 광대역 평면 준-야기(quasi-yagi) 안테나를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0022] 본 발명의 광대역 평면 준-야기(quasi-yagi) 안테나는 상기 목적을 달성하기 위하여 유전체 기판과 상기 유전체 기판의 한 면에 위치하며, 중앙 부분이 일정거리만큼 이격되어 있는 두 개의 도체 스트립으로 형성된 코플래너 스트립과 상기 코플래너 스트립으로 급전되는 다이폴과 상기 코플래너 스트립에 내장되며, 종단이 단락되어 코플래너 스트립으로 급전하는 마이크로 스트립 선로와 상기 다이폴의 상부에 다이폴의 공진주파수의 일정 파장만큼 떨어져 있는 직사각형의 제1 도파기를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 또한, 본 발명의 광대역 평면 준-야기(quasi-yagi) 안테나는 상기 다이폴의 하부에 위치하며, 상기 코플래너 스트립 및 상기 마이크로 스트립 선로와 연결되어 있는 접지면 반사기를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

- [0024] 게다가, 본 발명의 광대역 평면 준-야기(quasi-yagi) 안테나는 상기 제1 도파기 상부에 위치하며, 상기 제1 도파기의 길이보다 긴 제2 도파기를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 아울러, 본 발명의 광대역 평면 준-야기(quasi-yagi) 안테나는 상기 다이폴과 상기 접지면 반사기는 서로 대향하는 방향의 면이 반 보우-타이형으로 구성된 것을 특징으로 한다.
- [0026] 특히, 본 발명의 광대역 평면 준-야기(quasi-yagi) 안테나는 상기 다이폴과 상기 코플래너 스트립의 임피던스 정합은 상기 마이크로 스크립 선로의 급전위치를 조절하여 얻는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0027] 본 발명의 광대역 평면 준-야기(quasi-yagi) 안테나는 기존의 안테나에 비하여 보다 넓은 대역폭과 적절하고 고른 이득을 갖는 장점이 있다.
- [0028] 또한, 본 발명의 광대역 평면 준-야기(quasi-yagi) 안테나는 평면 다이폴이 코플래너 스트립에 의해 급전되며, 코플래너 스트립에 내장되고 종단이 단락된 마이크로스트립으로 급전되어 밸런(Balun)을 위한 별도의 공간이 필요치 않는 장점이 있다.
- [0029] 그 외에도 본 발명의 광대역 평면 준-야기(quasi-yagi) 안테나는 각 소자의 폭, 길이, 소자 사이 간격 등을 조절하고 다이폴과 반사기를 반 보우-타이(half bow-tie) 형태로 변형하여 소형화되었다.

도면의 간단한 설명

- [0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따르는 이동통신 기지국용 광대역 평면 준-야기(quasi-yagi)의 구조도.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따르는 이동통신 기지국용 광대역 평면 준-야기(quasi-yagi)의 4가지 안테나 구조도.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따르는 이동통신 기지국용 광대역 평면 준-야기(quasi-yagi)의 다이폴 투사기(D_0)의 반사계수 도면.
- 도 4는 근접도파기(D_1)의 영향을 나타낸 도면으로 (a)는 길이 L_1 (b)는 폭 w_1 을 달리하였을 때의 반사계수 도면.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따르는 이동통신 기지국용 광대역 평면 준-야기(quasi-yagi)의 안테나에서 반사기 R_0 와 도파기 D_2 의 영향을 나타낸 도면으로 (a)는 이득 (b)는 반사계수를 나타낸 도면.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따르는 지상파 디지털 방송 수신용 광대역 평면 준-야기(quasi-yagi)의 반 보우 타이형 구조도.
- 도 7는 본 발명의 일 실시예에 따르는 지상파 디지털 방송 수신용 광대역 평면 준-야기(quasi-yagi)의 4가지 안테나 구조도.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따르는 지상파 디지털 방송 수신용 광대역 평면 준-야기(quasi-yagi)의 다이폴 투사기 + 도파기 (' D_0+D_1 ')의 반사계수 도면.
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따르는 지상파 디지털 방송 수신용 광대역 평면 준-야기(quasi-yagi)의 다이폴 + 도파기 + 반사기 (' $D_0+D_1+R_0$ ') 경우의 반사계수 및 이득을 나타낸 도면.
- 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따르는 이동통신 기지국용 광대역 평면 준-야기(quasi-yagi)의 반 보우 타이형의 반사계수 및 이득을 나타낸 도면.
- (여기서, $h_0=40$, $L_0=220$, $h_r=50$ 및 $L_r=240$)

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0031] 이하 첨부된 도면과 함께 본 발명의 바람직한 실시예를 살펴보면 다음과 같은데, 본 발명을 설명함에 있어서 관

련된 공지기술 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략할 것이며, 도면의 순서에 관계없이 동일한 부품에 대하여는 동일 부호와 동일 용어를 사용될 것이며, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있으므로, 그 정의는 본 발명인 광대역 평면 준-야기(quasi-yagi) 안테나를 설명하는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

- [0032] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 이동통신 기지국용 광대역 평면 준-야기(quasi-yagi) 안테나의 구조도이다.
- [0033] 전면에는 MS이 구성되고, 접지면이 존재하는 후면에는 QYA와 이를 급전하는 CPS이 위치한다.
- [0034] 근접 기생소자 도파기(director) D_1 을 갖는 다이폴 투사기(driver) D_0 는 CPS으로 급전되며, 급전점 위치 d_f 를 조절하여 특성임피던스 50옴인 MS과 광대역 정합을 시킬 수 있다.
- [0035] QYA 급전을 위한 MS과 CPS 사이의 밸런을 CPS상에 구현하되, 마이크로 스트립종단을 단락시키는 방법으로 밸런을 구현한다.
- [0036] 도 2 (a)와 같이 QYA의 투사기를 다이폴 안테나 단독으로 구성하면 충분히 넓은 대역폭을 얻기 어려우므로 도 2(b)와 같이 근접영역(거리 d_1)에 기생소자 D_1 을 위치하여 고주파 대역의 특성을 개선한다.
- [0037] 부가적으로 접지면을 반사기(R_0)로 구성한 것은 도 2(c) 구조이고, 최종적으로 도파기 D_2 를 추가한 것은 도 2(d)의 구조이다.
- [0038] 먼저, 도 3에 투사기(D_0)만으로 구성된 다이폴 안테나를 급전선로와 정합시켰을 때의 반사계수 특성이 제시되어 있다.
- [0039] 각 파라미터 값들은 $W=L=90$, $d_f=36$, $L_r=2w_s=20$, $w_r=15$, $L_0=72$, $w_0=7.5$, $g_s=0.7$, $w_f=3$, $d_f=25$, $x_f=5$ 이고 단위는 mm이다.
- [0040] 다이폴을 급전하는 마이크로 스트립과 슬롯선로의 특성임피던스는 각각 50옴과 100옴 정도이고, 급전점의 위치(d_f)를 조절하여 다이폴과 급전선로의 임피던스정합을 얻을 수 있다.
- [0041] 반사계수가 $|S_{11}| < -10$ dB인 대역은 1.53-1.88 GHz (약 20.5%)이고 공진 주파수(1.68 GHz)에서 이득은 2.0 dBi 정도로 전형적인 다이폴의 이득(약 2.2 dBi)에 근접한다.
- [0042] 다이폴 안테나(D_0)만으로는 대역폭이 제한되므로, 본 발명에서는 적절한 크기의 도파기(D_1)를 급전 다이폴에 매우 근접한 영역($d_1=2-3$ mm)에 도파기를 부가시키는 방법으로 대역폭을 개선시킨다.
- [0043] 전형적인 QYA의 설계에 있어서 도파기와 투사기 간격(d_1)은 공진 주파수에서 0.1-0.2 파장 정도이나, 본 발명에서의 간격(d_1)은 다이폴의 공진 주파수(1.68 GHz)에서 약 0.01-0.02파장에 해당된다.
- [0044] 양호한 광대역 특성이 관찰되도록 간격 $d_1=2$ mm로 고정하였으며, 도파기의 폭(w_1)과 길이(L_1)를 조절하여 원하는 대역(1.75-2.7 GHz)에 적합한 광대역특성을 얻을 수 있다.
- [0045] 도 4(a)에서 도파기의 길이 L_1 을 증가시켰을 때 고주파 대역의 정합특성이 개선될 수 있고, 하한 차단 주파수가 점차 증가됨을 볼 수 있다.
- [0046] 이 때, $L_r=2w_s + g_s$ 로서 반사기 없이 투사기와 도파기만으로 구성된다.
- [0047] 도 4(b)에서 보는 바와 같이 폭 w_1 을 증가시켰을 때, 하한 차단 주파수는 약간 증가되고 $w_1 > 9$ 일 때 원하는 대역을 포함하는 광대역 정합특성을 얻을 수 있다.
- [0048] 광대역 특성을 갖도록 근접 도파기(D_1)의 폭과 길이를 $w_1=11$, $L_r=29$ 로 고정하면, -10 dB 대역은 1.59-2.95 GHz로서 요구되는 주파수 대역(1.75-2.7 GHz)을 포함하며 대역폭은 약 60%로서 기존 광대역 QYA에 비해 약 10% 이상 개선된 것이다.
- [0049] 이 때, 이득 특성은 도 5(a)[' D_0+D_1 '로 표기됨]에서 보는 바와 같이 주파수가 증가될수록 도파기 에 의해 배열 축 y방향으로 지향성이 개선되어 2.2 GHz 이상의 고주파 대역에서는 4 dBi 이상으로 유지되나 저주파 대역에서

는 목표로 하는 4.5 dBi에는 다소 큰 차이를 보인다.

- [0050] $L_r=W$ 의 반사기(R_0)를 부가[' $R_0+D_0+D_1$ '로 표기됨]하면 임피던스 정합특성에는 큰 변화가 없이 저주파 대역의 이득이 개선된다.
- [0051] 또한, 도파기 D_2 (단, $d_2=22.5$, $L_2=32$, $w_2=3.3$)를 추가로 부가[' $R_0+D_0+D_1+D_2$ '로 표기됨]하면 전 대역에 걸쳐 4.5 dBi 이상으로 이득이 유지되고, 임피던스 정합 특성도 -10 dB 대역이 1.55-2.77 GHz(56.5%)로서 원하는 대역을 포함하므로 목표로 하는 특성을 만족하도록 최적화되었다고 볼 수 있다.
- [0052] 따라서 반사기는 저주파 대역의 이득을 개선시키고, 도파기 D_2 는 전 주파수 대역의 이득을 향상시키는데, 저주파에서 고주파로 갈수록 개선량이 증가되는 것을 볼 수 있다.
- [0053] 최적화된 QYA의 대역이 1.55-2.77 GHz(약 56.5%)로 광대역이고, 대역 내에서 이득은 4.67-5.66 dBi로 기존 광대역 QYA[2]의 이득(3-5 dBi)에 비해 1.5 dB 이상 개선되었고 고른 이득분포를 보인다.
- [0054] 따라서 제작된 광대역 QYA는 다양한 이동통신(PCS, IMT200, LTE) 및 무선 서비스(WiBro, WLAN, Bluetooth, WiMAX)를 통합하는 소출력(실내)중계기용 안테나로 응용하기에 적합할 것으로 기대되며, 마이크로 스트립 급전 회로를 부가하여 광대역 고이득 배열 안테나로 용이하게 구성할 수 있어서 이동통신 기지국 안테나로 활용될 수 있다.
- [0055] 도 6은 지상파 디지털 방송 수신용 광대역 평면 준-야기(quasi-yagi)안테나로서, 다이폴과 반사기가 반 보우 타이형으로 구성된 구조도이다.
- [0056] 유전체 기판의 한 면에 코플래너 스트립으로 급전되는 다이폴(D_0), 접지면 반사기(R_0), 도파기(D_1)가 인쇄된다.
- [0057] 급전 마이크로스트립 선로는 코플래너 스트립에 내장되어 있어 밸런을 위한 별도의 공간을 줄일 수 있고, 종단은 단락되어 있다.
- [0058] 광대역 특성을 갖도록 도파기는 다이폴에 근접한 영역에 위치하고 안테나를 소형화하기 위해 다이폴과 반사기는 반 보우-타이형(혹은 V형)으로 구성된다.
- [0059] 지상파 DTV용 주파수 대역(470-806 MHz)의 동작에 적합하도록 대역 내에서 $VSWR < 2$ 및 이득 > 3.5 dBi 조건을 만족하는 안테나를 FR4 기판(비유전율 4.4, 두께 1.6 mm, 손실 탄젠트 0.025)에 설계한다.
- [0060] 단, DTV의 포트 임피던스인 75옴과 정합되도록 마이크로스트립 선로의 특성 임피던스는 75옴이 되게 한다($w_f=1.38$).
- [0061] 도 7은 제안된 구조의 안테나를 설계하는 과정을 제시한 것이며, 급전 마이크로스트립 선로는 도 6에 제시된 바와 같이 다른 면에 위치하고 있다.
- [0062] 도 7(a)는 코플래너 스트립에 연결된 다이폴(D_0)을 75옴 마이크로스트립 선로로 급전하는 것(편의상 ' D_0 ' 경우로 함)이고, 도 7(b)는 폭(도 6의 w_1)이 전형적인 도파기에 비해 넓은 직사각 패치형 도파기(D_1)를 다이폴에 매우 근접하는 영역에 둔 것('' D_0+D_1 ' 경우로 함)으로 광대역 정합특성과 고주파 대역에서 배열 축 방향(y 방향)으로의 이득개선을 얻을 수 있다.
- [0063] 도 7(c)는 접지면 반사기(R_0)를 다이폴로부터 적절한 거리에 부가한 것('' $D_0+D_1+R_0$ ' 경우로 함)으로서 원하는 주파수 대역 전체에서 고른 이득분포를 갖도록 이득개선을 얻을 수 있다.
- [0064] 도 7(d)는 다이폴과 반사기의 모양을 반 보우-타이 형으로 변형하여 안테나를 소형화한 것('' $D_0^{BT} + D_1 + R_0^{BT}$ ' 경우로 함)이다.
- [0065] 도 7(a) 구조의 평면 다이폴은 단락 종단된 코플래너 스트립 선로에 연결되어 있고, 코플래너 스트립은 75옴 특성 임피던스의 마이크로스트립 선로에 의해 급전된다.
- [0066] 급전선로와 다이폴 간의 임피던스 정합은 단락 종단된 마이크로스트립 선로의 급전위치 d_f 를 조절하여 얻을 수 있다.
- [0067] 다이폴의 길이(L_0)에 의해 공진 주파수가 결정되며, 도 7(b)의 ' D_0+D_1 ' 경우와 같이 근접 도파기를 부가하면 공

진 주파수가 약간 증가되므로 목표로 하는 DTV용 주파수 대역(470~806 MHz)의 하한 주파수(470 MHz) 보다 약간 낮은 공진 주파수를 갖는다.

- [0068] 도 8에서 'D₀'로 표시된 것은 L₀=270 mm일 때 반사계수 특성이며, 파라미터 값들은 L=200, W=300, t=1.6, w_f=1.38, x_f=5, g_s=2, w_s=20, w₀=10, d_f=100이고 단위는 mm이다.
- [0069] 공진 주파수는 452 MHz이고 VSWR < 2 인 대역은 425~502 MHz로서 약 16.6%의 대역폭을 갖는 전형적인 다이폴 안테나의 특성을 보인다.
- [0070] 임피던스 정합이 관찰되는 급전점(d_f=100)이 다이폴에 근접한 것은 다이폴의 공진 임피던스와 급전선의 특성 임피던스(75옴)가 근접하기 때문이다.
- [0071] 다이폴의 길이(L₀)는 공진 주파수 452 MHz에서의 약 0.41λ₀(λ₀; 자유공간 파장)에 해당된다.
- [0072] 코플래너 스트립 선로의 특성 임피던스는 약 127옴이고 코플래너 스트립 사이의 슬롯의 길이(d₀+w₀=120)는 490 MHz에서의 0.25λ_g(λ_g; 코플래너 스트립 선로의 파장)에 근접한다.
- [0073] 다이폴만으로는 원하는 광대역 특성을 얻을 수 없으므로 도 7(b)와 같이 다이폴에 근접한 영역에 폭이 넓은 도파기(D₁)를 추가한다.
- [0074] 근접 도파기에 의해 안테나의 급전점 임피던스는 변화되며, 도파기의 위치(d₁), 폭(w₁), 길이(L₁) 등과 함께 급전위치(d_f)를 변화시켜 가면서 광대역 정합특성을 얻을 수 있다.
- [0075] 도 8에서 'D₀+D₁' 경우의 데이터는 폭 w₁=60, 길이 L₁=105인 도파기를 다이폴로부터 거리 d₁=4에 두었을 때 반사계수 특성이다.
- [0076] 다이폴만 있는 'D₀' 경우와 급전점의 위치가 동일한 d_f=100인 경우 대역이 444~555 MHz(대역폭 약 22.2%)로 넓어지고 정합특성이 개선되었으나 DTV용 주파수 대역 대부분(555~806 MHz)에서 정합특성이 보다 개선되어야 한다.
- [0077] 동일한 상태에서 급전위치를 감소시켰을 때, 급전점 d_f가 감소됨에 따라 고주파 대역의 정합특성이 점차 개선되었고, 도 8에서 보는 바와 같이, d_f=70일 때 VSWR < 2 를 만족하는 대역(446~890 MHz)이 원하는 대역(470~806 MHz)을 포함하고 대역폭(444 MHz)이 66.47%, 임피던스 대역폭 비(impedance bandwidth ratio)가 2 : 1에 근접하는 우수한 광대역 특성을 갖는 것을 관찰할 수 있다.
- [0078] 근접 도파기에 의해 안테나는 배열 축 방향(y 방향)으로의 지향성이 개선되어 d_f=70일 때 DTV용 대역 내에서 이득이 3.33~4.24 dBi 로서 3.3 dBi 이상으로 유지된다.
- [0079] 'D₀+D₁' 경우 대역 내 이득이 최소 3.3 dBi 이상으로 유지되나, 도 7(c)와 같이 반사기를 추가하면 이득이 향상되고 대역 내 고른 이득분포를 얻을 수 있다.
- [0080] 도 9는 폭 w_r=10, 길이 L_r=W=300인 반사기를 추가한 경우의 특성이며, 참고로 'D₀+D₁' 경우의 특성도 함께 제시하였다.
- [0081] 도 9에서 보는 바와 같이 반사기를 추가시킨 것이 'D₀+D₁' 경우에 비해 임피던스 특성에는 큰 영향을 미치지 않는다.
- [0082] 그러나 안테나 이득은 저주파 대역에서 0.5 dB 이상으로 적지 않게 개선되는 것을 볼 수 있다.
- [0083] 이 때, VSWR < 2 인 주파수 대역은 463~888 MHz로서 목표 대역을 포함하고 대역폭 62.9%의 우수한 광대역 특성을 보인다.
- [0084] DTV 대역 내 이득은 3.8 dBi 이상으로 유지(3.83~4.98 dBi)되고 이득 변화가 크지 않은 안정적인 이득분포를 보인다.
- [0085] 이상의 성능들을 감안할 때 안테나 파라미터들은 어느 정도 최적화 되었다고 볼 수 있고, 최적화된 파라미터 값

들은 표 1에 제시된 바와 같다.

표 1

[0086] 최적화된 안테나 파라미터들('D₀+D₁+R₀'의 경우)

파라미터	값(mm)	파라미터	값(mm)
L	200	w ₀	10
W	300	d ₀	110
t	1.6	d _f	100
W _f	1.4	W ₁	60
X _f	5	L ₁	105
g _s	2	d ₁	70
w _s	20	w _r	10
L ₀	270	L _r	300

[0087] 앞서 폭이 일정한 스트립으로 QYA의 소자를 구성한 도 7(c)의 구조로 안테나를 최적화하였을 때, 안테나의 전체 크기가 접지면 반사기의 폭(L_r=300)과 다이폴의 폭(L₀=270)에 의해 좌우되므로 안테나의 성능에 큰 영향을 주지 않는다면 소형화 하는 것이 바람직하다.

[0088] 소형화를 위해 본 발명에서 택한 방법은 도 6 혹은 도 7(d)와 같이 다이폴과 반사기를 반 보우-타이 형으로 변형하는 것이다.

[0089] 급전선에 접한 부분($x=\pm w_s/2$)에서 다이폴과 반사기의 폭은 $w_0=w_r=10$ 으로 변함이 없지만 끝부분에서는 각각 w_0+h_0 와 w_r+h_r 로 선형적으로 증가되는 구조이다.

[0090] 보우-타이 폭(h₀와h_r)을 증가시킴에 따라 도체 스트립 내부에서 전류의 경로가 연장되므로 안테나의 크기(L₀와L_r)를 줄일 수 있다.

[0091] 도 10은 반사기(R₀)는 그대로 둔 채 다이폴만 반 보우-타이 형으로 변형한 경우(h₀=40, L₀=220, h_r=0, L_r=300)와 반사기도 반 보우-타이 형으로 변형한 경우(h₀=40, L₀=220, h_r=50, L_r=240)의 특성을 변형을 하지 않은 경우(h₀=h_r=0)의 결과와 함께 비교한 것이고 표 2에 결과가 요약되어 있다.

[0092] 도 10과 표 2의 결과에서 보는 바와 같이 반 보우-타이 형의 경우 안테나의 크기(L_r=240)가 변형하지 않은 경우의 크기(L_r=300)에 비해 20 % 감소되었음에도 불구하고 가장 넓은 대역폭과 안정된 이득분포를 갖는 우수한 성능을 보이는 것을 알 수 있다.

[0093] 임피던스 대역폭비가 약 2 : 1에 이르고 이득변화가 4.31 dBi 로부터 0.32 dB 이내인 고른 이득분포는 LPA에서나 구현할 수 있는 우수한 특성이고 QYA에 대한 대부분의 기존 연구결과들에서 구현하기 힘든 성능이었다.

표 2

[0094] 반 보우 타이 형의 QYA 성능 비교

no.	L ₀	h ₀	L _r	h _r	band*	gain**
1	270	0	300	0	463~888	3.83~4.98
2	220	40	300	0	472~862	3.98~4.66
3	220	40	240	50	437~860	3.99~4.62

[0095] * frequency band for VSWR < 2 : MHz

[0096] ** gain over DTV band (470806 MHz) : dBi

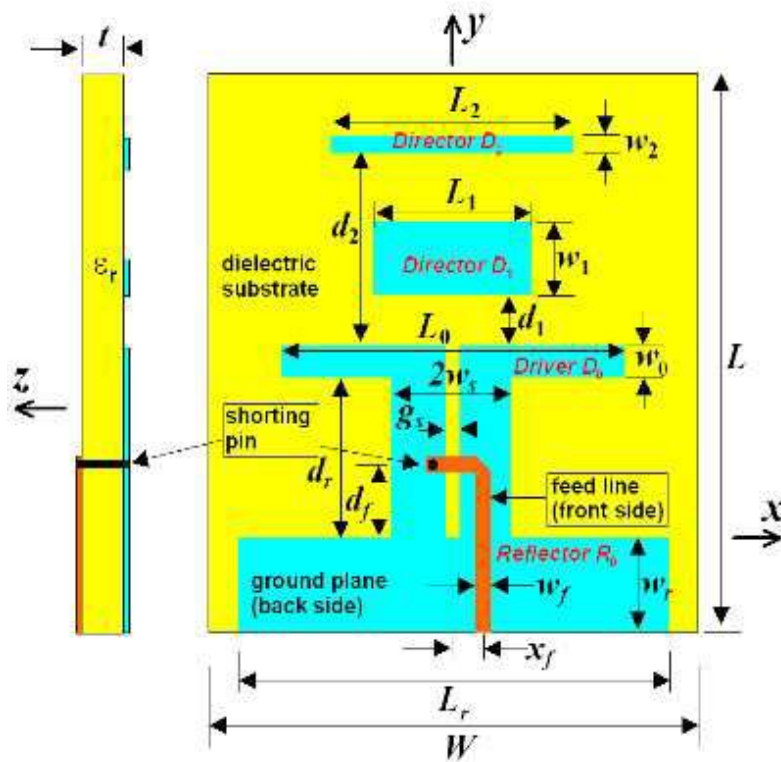
[0097] DTV용으로 최적화된 안테나를 FR4 기판 상에 제작하고 특성을 실험한 결과 VSWR < 2 인 대역은 450~848 MHz 이득은 4.1 dBi 이상, 전후방비는 10.4 dB 이상인 우수한 성능을 보였다.

[0098] 본 발명의 지상파 디지털방송 수신용 평면 준-야기(quasi-yagi) 안테나는 주파수 변환 설계가 용이하여 다양한 용도의 광대역 지향성 안테나로 응용될 수 있으며, 고 이득 배열 안테나의 요소 안테나로 사용되기에 유망하다.

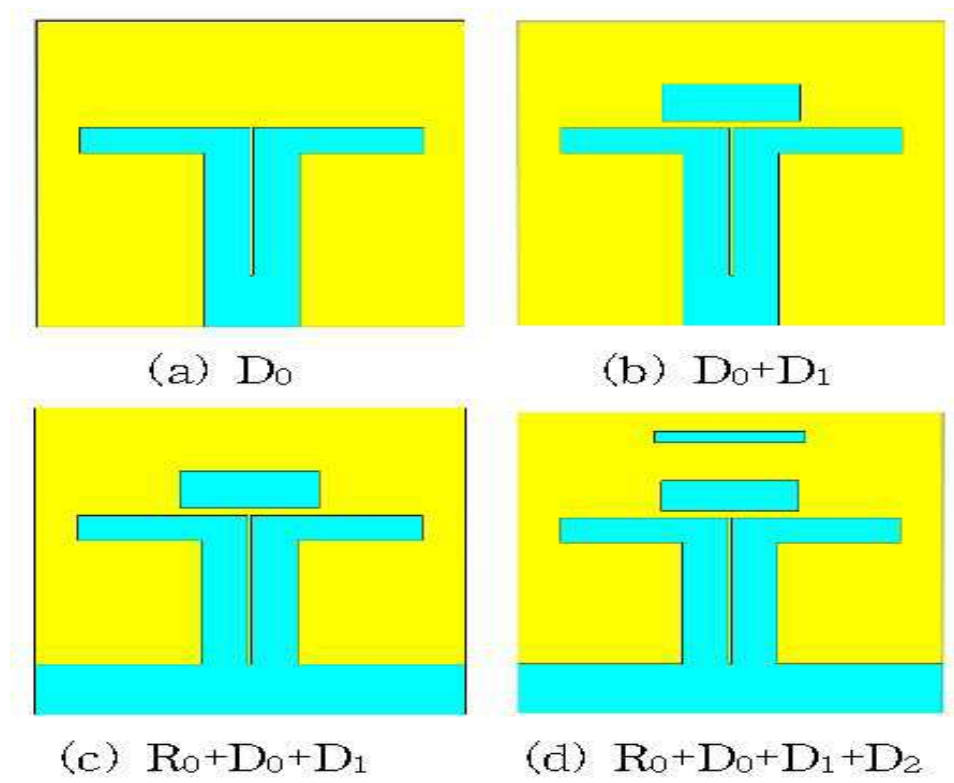
[0099] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하므로 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 한정되는 것은 아니다.

도면

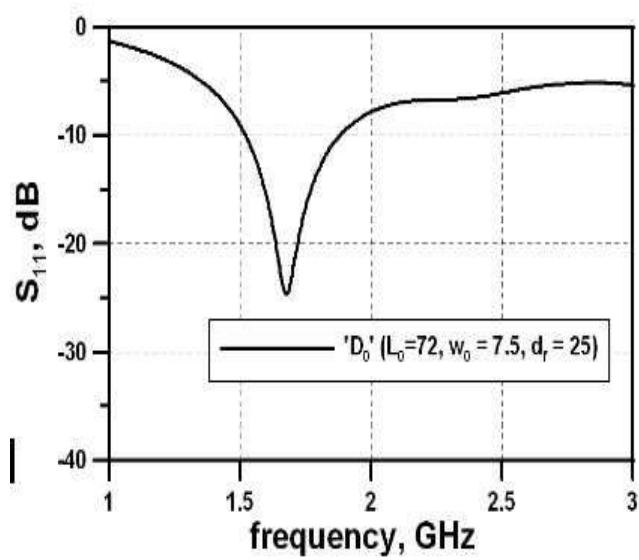
도면1



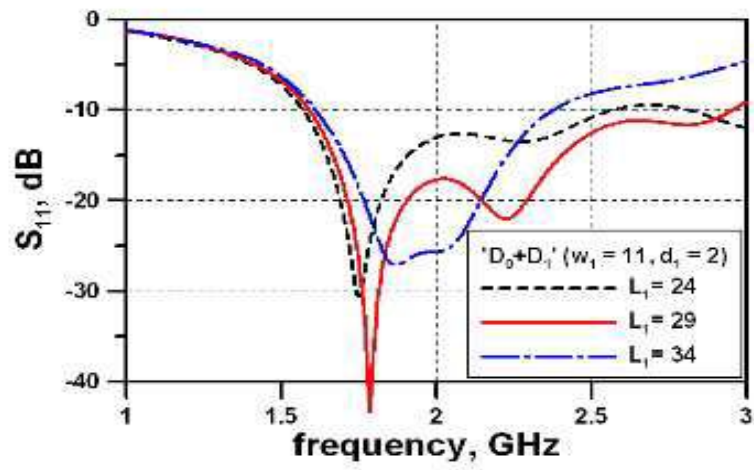
도면2



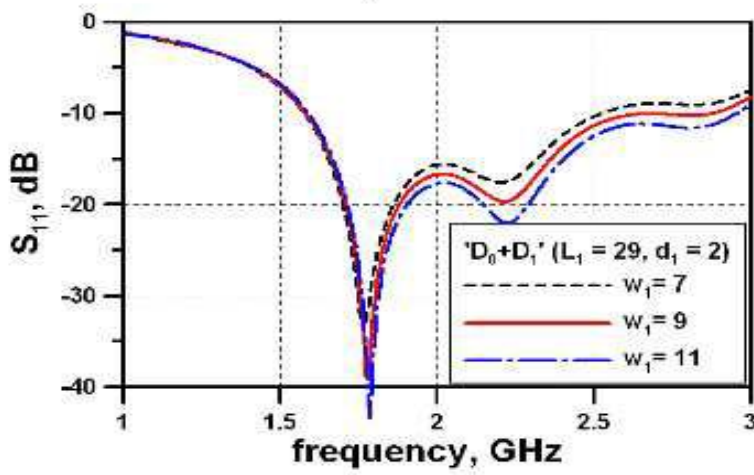
도면3



도면4

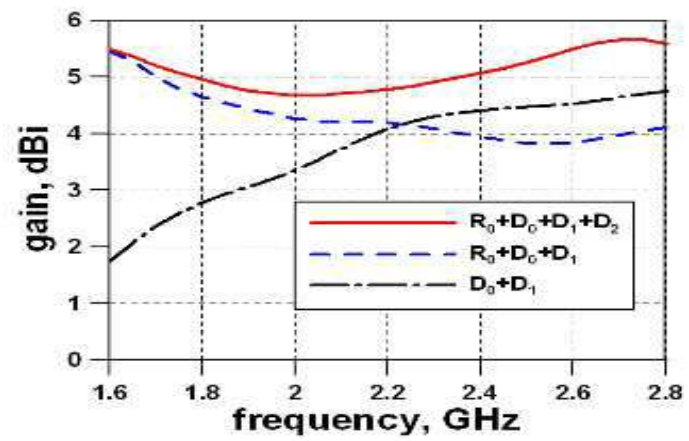


(a)

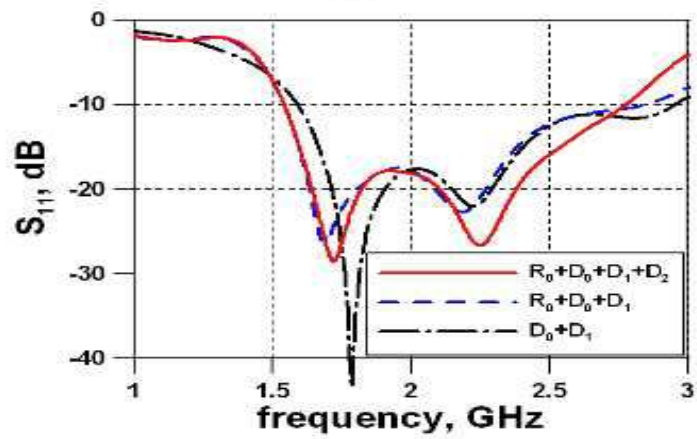


(b)

도면5

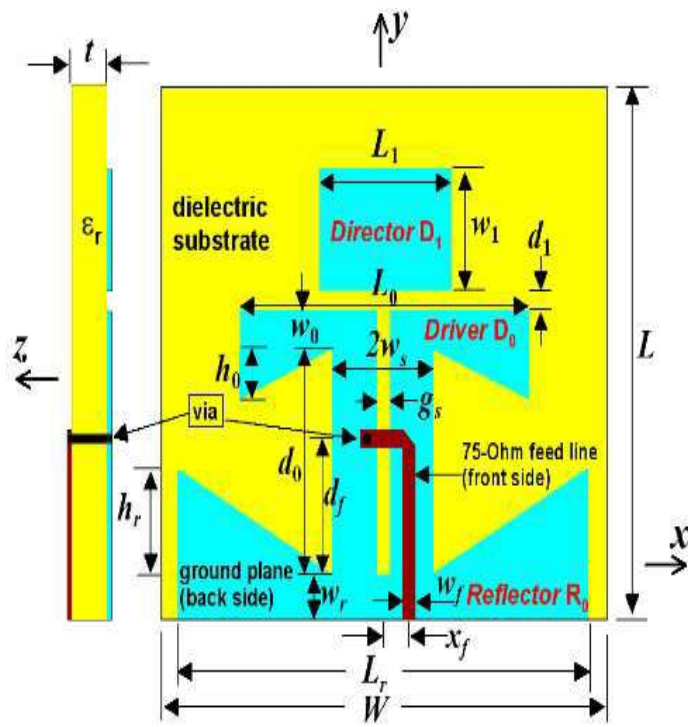


(a)

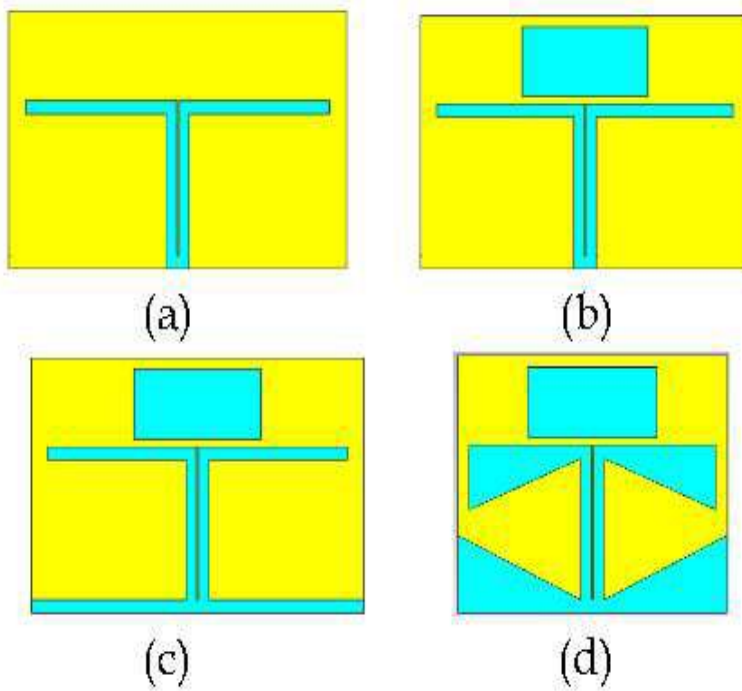


(b)

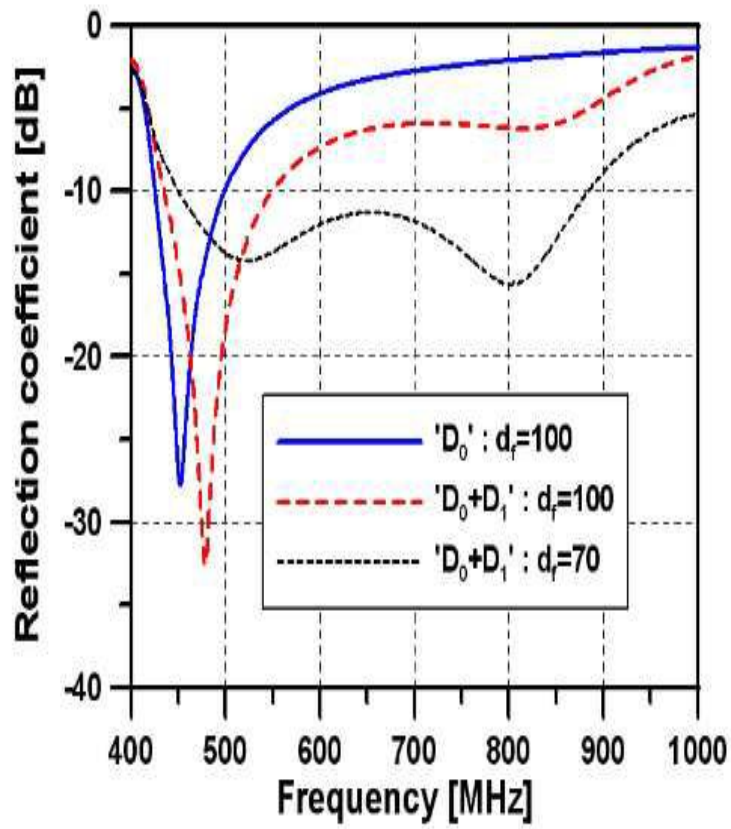
도면6



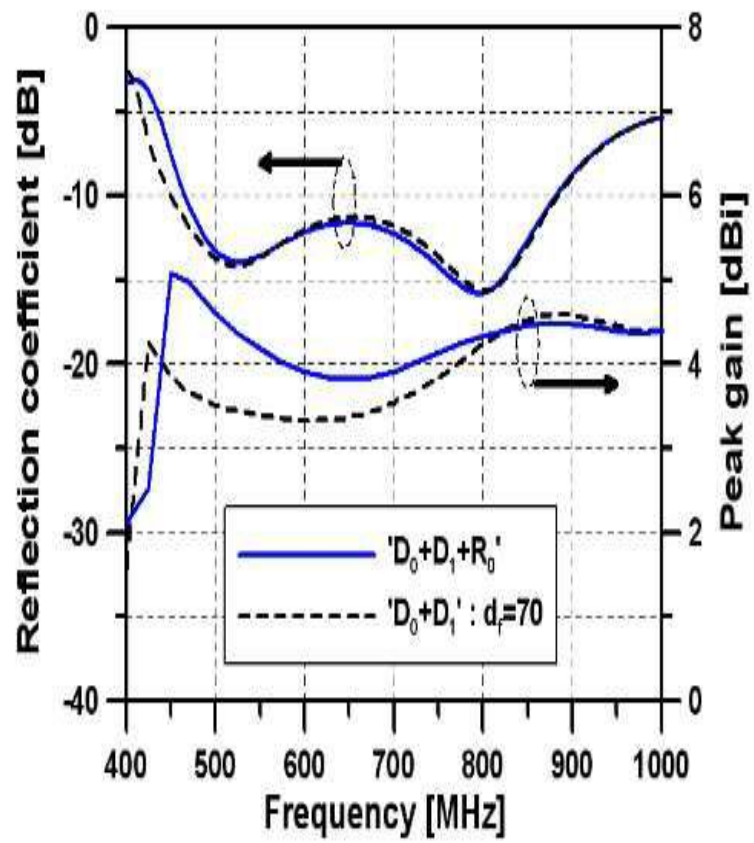
도면7



도면8



도면9



도면10

