



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0080927
(43) 공개일자 2015년07월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01Q 1/38 (2015.01) H01Q 1/24 (2006.01)
H01Q 5/10 (2014.01)
(21) 출원번호 10-2013-0120344
(22) 출원일자 2013년10월10일
심사청구일자 2013년10월10일

(71) 출원인
에이피위성통신주식회사
서울특별시 금천구 가산디지털2로 98, 롯데 2동
9층 (가산동, 아이티캐슬)
이은형
경기도 부천시 원미구 송내대로205번길 26 ,
2509동 102호(상동, 푸른마을 한라비발디)
(72) 발명자
이은형
경기도 부천시 원미구 송내대로205번길 26 ,
2509동 102호(상동, 푸른마을 한라비발디)
(74) 대리인
특허법인아주양현

전체 청구항 수 : 총 22 항

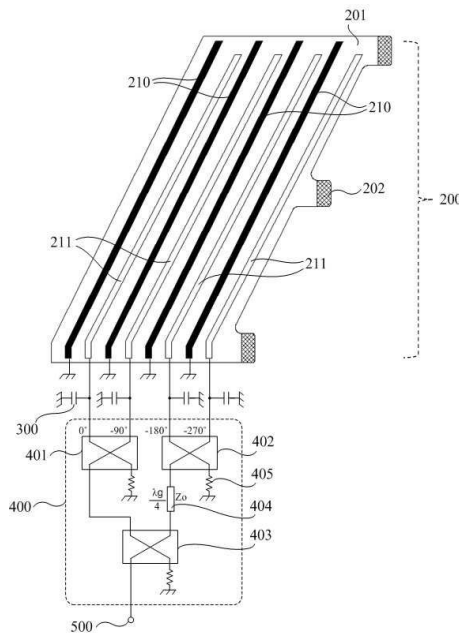
(54) 발명의 명칭 **쿼드리플러 헬릭스 안테나**

(57) 요약

1. 청구범위에 기재된 발명이 속한 기술분야
쿼드리플러 헬릭스 안테나의 이득보상 방법과 빔폭 제어에 관한 것임.
2. 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



안테나의 주파수 대역을 135.5MHz 이상의 광대역을 확보하고, 전체 주파수 대역에서 안테나의 이득 평탄도를 보상하는 쿼드리필러 헬릭스 안테나를 제공함.

3. 발명의 해결 방법의 요지

제1 방사소자는 그라운드와 전기적으로 연결하고, 제2 방사소자는 위상제어부의 0° 내지 -270° 의 포트에 전기적으로 연결하며, 제2 방사소자에 각각 이득 평탄도 보상회로를 병렬로 연결한다. 또한, 제2 방사소자의 θ_2 경사각을 조정하여 안테나의 빔폭이 넓은 쿼드리필러 헬릭스 안테나를 제공함.

4. 발명의 중요한 용도

위성통신 휴대 단말기에서 사용됨.

명세서

청구범위

청구항 1

광대역을 커버하는 쿼드리필러 헬릭스 안테나에 있어서,
유전체시트;

상기 유전체시트의 아랫면에 특정 각도로 연재되고, 각각 서로 다른 길이의 제1 방사소자; 및 제2 방사소자; 를 포함하는 방사소자부;

상기 제2 방사소자의 타 단과 전기적으로 연결되고, PCB의 윗면에 실장 되어 각각의 방사소자에 위상을 제어하는 위상제어부;

상기 유전체시트를 실린더형으로 감아서 형성시키기 위한 유전체파이프;

상기 유전체파이프와 상기 제2 방사소자의 타 단에 연결된 위상제어부 및 방사소자부를 수납하는 유전체케이스; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 쿼드리필러 헬릭스 안테나.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 유전체시트는,

유전율(ϵ_r)은 3.5이고, 0.04mm의 두께인 폴리이미드(Polyimide) 필름인 것을 특징으로 하는 쿼드리필러 헬릭스 안테나.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 제1 방사소자는,

길이가 0.618λ 인 동박(Copper)으로 구현되는 것을 특징으로 하는 쿼드리필러 헬릭스 안테나.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 제2 방사소자는,

길이가 0.583λ 인 동박(Copper)으로 구현되는 것을 특징으로 하는 쿼드리필러 헬릭스 안테나.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 방사소자부는,

폴리이미드(Polyimide) 필름인 상기 유전체시트에 동박(Copper)으로 구현되는 제1 방사소자 및 제2 방사소자를 연재하여 형성되는 것을 특징으로 하는 쿼드리필러 헬릭스 안테나.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 유전체시트는,

상기 방사소자부를 상기 유전체파이프에 감아서 형성시키기 위해 다수개의 접착테이프를 더 포함하는 것을 특징

으로 하는 쿼드리필러 헬릭스 안테나.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 유전체파이프는,

소정의 길이를 가지며, 외경은 12mm이고, 두께가 0.8mm이며, 유전율(ϵ_r)은 2.8 내지 3.0인 ABS(Acrylonitrile Butadiene Styrene copolymer)인 것을 특징으로 하는 쿼드리필러 헬릭스 안테나.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 유전체파이프의 길이는,

상기 유전체시트의 장변 길이와 같거나 좀더 긴 것을 특징으로 하는 쿼드리필러 헬릭스 안테나.

청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 유전체케이스는,

소정의 길이를 가지며, 기계적 강도와 굴곡 탄성이 뛰어나고, 유전율(ϵ_r)이 2.0 내지 2.3인 PP(PolyPropylene)인 것을 특징으로 하는 쿼드리필러 헬릭스 안테나.

청구항 10

제 1항 또는 9항에 있어서,

상기 유전체케이스는,

외경이 13.5mm이고, 두께가 0.6mm인 것을 특징으로 하는 쿼드리필러 헬릭스 안테나.

청구항 11

제 1항에 있어서,

상기 제1 방사소자 및 제2 방사소자는 각각 4개씩인 것을 특징으로 하는 쿼드리필러 헬릭스 안테나.

청구항 12

제 1항에 있어서,

상기 위상제어부는,

PCB의 윗면에 실장 되고, LTCC(Low Temperature Co-fired Ceramics) 구조인 것을 특징으로 하는 쿼드리필러 헬릭스 안테나.

청구항 13

급전 포트;

상기 급전 포트는, 위상제어부가 실장 되어 있는 PCB의 윗면과 아랫면에 각각 형성되며, 급전 커넥터를 포함하는 동축케이블과 전기적으로 연결되고,

안테나의 이득을 평탄하게 유지시키기 위하여 각각의 제2 방사소자에 형성된 이득보상회로; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 쿼드리필러 헬릭스 안테나.

청구항 14

제 13항에 있어서,

상기 급전 포트는,

PCB의 윗면과 아랫면에 각각 형성되고, 관통홀에 의해 서로 연결되는 것을 특징으로 하는 쿼드리필러 헬릭스 안테나.

청구항 15

제 13항에 있어서,

상기 이득보상회로는,

각각의 제2 방사소자와 그라운드 사이에 병렬로 형성되는 것을 특징으로 하는 쿼드리필러 헬릭스 안테나.

청구항 16

제 13항에 있어서,

상기 이득보상회로는,

PCB의 아랫면에 형성되는 것을 특징으로 하는 쿼드리필러 헬릭스 안테나.

청구항 17

제 13항에 있어서,

상기 이득보상회로는,

4개의 세라믹 콘덴서인 것을 특징으로 하는 쿼드리필러 헬릭스 안테나.

청구항 18

수평면상에서 소정의 피치 각으로 4개의 제1 방사소자에 적용되는 $\theta 1$ 경사각;

안테나의 3dB 빔폭 확장을 위해 수평면상에서 소정의 피치 각으로 4개의 제2 방사소자에 적용되는 $\theta 2$ 경사각; 을 포함하는 것을 특징으로 하는 쿼드리필러 헬릭스 안테나.

청구항 19

제 18항에 있어서,

상기 $\theta 1$ 경사각은,

낮은 주파수에서 동작하는 4개의 제1 방사소자에 적용되고, 그 각이 수평면상에서 63° 내지 63.1° 인 것을 특징으로 하는 쿼드리필러 헬릭스 안테나.

청구항 20

제 19항에 있어서,

상기 제1 방사소자는,

하단부가 PCB의 그라운드에 연결되는 것을 특징으로 하는 쿼드리필러 헬릭스 안테나.

청구항 21

제 18항에 있어서,

상기 $\theta 2$ 경사각은,

높은 주파수에서 동작하는 4개의 제2 방사소자에 적용되고, 그 각이 수평면상에서 62.3° 내지 62.5° 인 것을 특징으로 하는 쿼드리필러 헬릭스 안테나.

청구항 22

제 19항 또는 제 21항에 있어서,

상기 제1 방사소자 및 제2 방사소자는,

수평면상에서 형성되는 피치 각도가 서로 다른 경사각을 갖는 것을 특징으로 하는 쿼드리필러 헬릭스 안테나.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 휴대 단말기 안테나에 관한 것으로, 정지궤도 위성 또는 저궤도 위성일 수도 있는 인공위성과 통신을 위한 위성통신 휴대 단말기에 장착되는 쿼드리필러 헬릭스 안테나에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래의 쿼드리필러 헬릭스 안테나는 그라운드 평면이 없거나 혹은 해당 주파수 대역에서 파장의 10% 이하의 그라운드 평면을 가지더라도 동작하는 방사 구조이다.

[0003] 일반적으로, 쿼드리필러 안테나는 1575.42MHz에서 동작하는 GPS 수신용 안테나로 많이 사용되고 있다.

[0004] 도 11의 (a)와 (b)는 각각 종래 기술에 따른 4권선 방사소자를 도시한 구조도와 반사손실 특성을 도시한 그래프이다.

[0005] 도 11(a)을 참조하면, 안테나를 형성하는 4권선 방사소자부(200)는 평면상태로 전개되어 도시하고 있다. 방사소자(701)는 폴리이미드 등의 얇은 유전체시트(702) 위에 장변 방향으로 소정의 피치 각을 가지고 연재하며, 단변 방향으로 일정 간격을 유지하도록 서로 평행하게 배열된 도선으로 이루어지는 방사소자(701)로 구성된다. GPS 수신용 안테나는 방사소자(701)의 길이가 해당 주파수 대역의 $1\lambda/4$ 가 되도록 4권선 헬릭스 안테나 구조를 이루고 있으므로, 해당 주파수 대역의 1% 내지 2%인 매우 좁은 협대역 특성을 가지게 된다.

[0006] 도 11(b)을 참조하면, $\Delta 1$ 은 1.571GHz에서 -10.6dB 반사손실을 나타내고, $\Delta 2$ 는 1.588GHz에서 -11.0dB 반사손실을 나타낸다. 이와 같이 낮은 반사손실과 17MHz의 협대역 특성을 가지게 되는 것을 확인할 수 있다.

[0007] 예를 들면, 현재 사용되고 있는 정지궤도 위성통신용 휴대 단말기의 주파수 대역은 1.525GHz 내지 1.559GHz의 수신 주파수 대역과 1.6265GHz 내지 1.6605GHz의 송신 주파수 대역으로 각각 34MHz 대역을 사용하는데, 이와 같은 4권선 헬릭스 안테나는 두 개의 서로 다른 주파수 대역 또는 130MHz의 이상의 광대역 특성을 만족할 수 없기 때문에 이중공진 또는 광대역 안테나로는 적합하지 않다.

[0008] 도 12의 (a)와 (b)는 종래 기술에 따른 8권선 방사소자를 도시한 구조도와 반사손실 특성을 도시한 그래프이다.

[0009] 도 12(a)를 참조하면, 안테나를 형성하는 8권선 방사소자부(200)는 평면상태로 전개되어 도시하고 있다. 이와 같이 사용되는 주파수 대역이 넓을수록 즉, 수신용이 아닌 통신용 안테나에서는 이중공진 또는 광대역 특성이 요구되는데, 이러한 이중공진 또는 광대역 특성을 만족하기 위해서는, 낮은 주파수에서 공진하는 4개의 제1 방사소자(210)는 방사소자부(200)를 폴리카보네이트 등의 유전체파이프의 외측면에 감아서 형성시켰을 때 각각 90° 간격을 유지하도록 형성시키고, 제1 방사소자(210)보다 짧은 길이의 높은 주파수에서 공진하는 4개의 제2 방사소자(211)는 낮은 주파수에서 공진하는 제1 방사소자(210)보다 45° 뒤에 각각 형성시키는 8권선 헬릭스 안테나 구조가 바람직하다.

[0010] 도 12(b)를 참조하면, 수신주파수 대역인 1.525GHz($\Delta 1$) 내지 1.559GHz($\Delta 2$)에서는 -16.0dB의 반사손실을 나타내고, 송신주파수 대역인 1.6265GHz($\Delta 3$) 내지 1.6605GHz($\Delta 4$)에서는 -15dB의 반사손실을 나타내고 있으므로, 전체적인 송수신 주파수 대역에서 정재파비(VSWR) 1.5 이하의 양호한 광대역 특성이 가능하다.

[0011] 도 13은 종래 기술의 또 다른 8권선 방사소자와 급전회로를 도시한 구조도이다.

[0012] 도 13을 참조하면, 안테나를 형성하는 8권선 방사소자부(200)는 평면상태로 전개되어 도시하고 있다. 제1 방사소자(210) 및 제2 방사소자(211)는 폴리이미드 등의 얇은 유전체시트(201) 위에 연재되며, 제1 방사소자(210)보다 짧은 길이인 제2 방사소자(211)의 아래쪽을 제1 방사소자(210)의 아래쪽에 연결시켜 동시 급전되도록 하고, 3개의 90° 하이브리드 커플러인 제1 위상제어기(401), 제2 위상제어기(402), 제3 위상제어기(403)와 1개의 $\lambda/4$ 전송선로(404)를 포함하는 위상제어부(400)의 0° 내지 -270°의 포트와 전기적으로 연결되고, 제3 위상제어기(403)의 입력포트에 급전 커넥터(200)를 설치하여 전력을 공급한다.

[0013] 이와 같은, 종래 기술의 8권선 방사소자부(200)와 위상제어부(400) 구조의 쿼드리필러 헬릭스 안테나는 공진 특

성의 광대역화는 확보할 수 있으나, 광대역이다 보니 요구하는 전체 주파수 대역에서 안테나의 이득(Gain) 평탄도를 유지할 수 없는 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 위성통신 휴대 단말기에 장착되는 쿼드러필러 헬릭스 안테나의 주파수 대역을 135.5MHz 이상의 광대역을 확보하고, 전체 주파수 대역에서 안테나의 이득 평탄도를 보상하는 위성통신 휴대 단말기용 쿼드러필러 헬릭스 안테나를 제공함에 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0015] 상기 기술적 과제를 해결하기 위한 본 발명은, 방사소자부의 1.6265GHz 내지 1.6605GHz에서 동작하는 4개의 제2 방사소자의 일 측이 위상제어부의 0° 내지 -270° 의 포트에 전기적으로 연결하고, 1.525GHz 내지 1.559GHz에서 동작하는 4개의 제1 방사소자의 일 측을 그라운드와 전기적으로 연결하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 상기 기술적 과제를 해결하기 위한 본 발명은, 방사소자부의 1.6265GHz 내지 1.6605GHz에서 동작하는 4개의 제2 방사소자의 일 측에 각각 이득 평탄도 보상회로를 병렬로 연결하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 상기 기술적 과제를 해결하기 위한 본 발명은, 안테나의 빔폭을 넓히기 위하여 방사소자부의 제1 방사소자보다 제2 방사소자의 θ 각도를 소정의 각도만큼 작게 하는 것이 더욱 바람직하다.

발명의 효과

[0018] 상기한 바와 같이 본 발명은, 위성통신 휴대 단말기의 일 측에 장착되는 쿼드러필러 헬릭스 안테나의 제1 방사소자를 그라운드에 연결하여 제2 방사소자 사이의 이격된 공간에서 발생하는 커플링 현상에 의한 전기적인 결합으로 표면전류가 제2 방사소자에서 제1 방사소자로 유도되어 제1 방사소자는 낮은 주파수 대역에서 동작하도록 하고, 제2 방사소자는 제1 방사소자보다 소정의 길이 만큼 짧게 하여 높은 주파수 대역에서 동작시켜 1.525GHz 내지 1.6605GHz의 135.5MHz 대역폭을 갖는 광대역을 커버 하는 효과가 있다.

[0019] 또한, 제2 방사소자에 이득 평탄도 보상회로를 병렬로 연결시켜 높은 주파수 대역에서 안테나의 이득이 떨어지는 것을 보상하여 135.5MHz의 전체 주파수 대역에서 안테나의 이득이 평탄하게 유지되도록 하는 효과가 있다.

[0020] 또한, 제1 방사소자보다 제2 방사소자의 θ 각도를 소정의 각도만큼 작게 하여 안테나의 빔폭을 넓혀 줌으로서, 결과적으로 위성통신 휴대 단말기의 사용환경을 향상시키는 장점을 갖는다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 유전체 케이스의 일부분을 분해한 분해 사시도.
- 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 8권선 방사소자와 이득보상회로를 포함하는 급전회로를 도시한 구조도.
- 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 안테나의 이득보상회로 유무에 따라 이득 특성의 변화를 비교하여 도시한 그래프.
- 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 안테나의 반사손실 특성을 도시한 그래프.
- 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 분해 사시도.
- 도 6의 (a)와 (b)는 본 발명의 일 실시 예에 따른 PCB의 윗면과 측면을 도시한 도면.
- 도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 PCB의 아랫면을 도시한 도면.
- 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 8권선 방사소자의 θ 각도를 도시한 구조도.
- 도 9는 본 발명의 일 실시 예에 따른 안테나의 3D 방사패턴 특성을 도시한 도면.
- 도 10은 본 발명의 일 실시 예에 따른 안테나의 2D 방사패턴 특성을 도시한 도면.
- 도 11의 (a)와 (b)는 종래 기술에 따른 4권선 방사소자를 도시한 구조도와 반사손실 특성을 도시한 그래프.
- 도 12의 (a)와 (b)는 종래 기술에 따른 8권선 방사소자를 도시한 구조도와 반사손실 특성을 도시한 그래프.

도 13은 종래 기술의 또 다른 8권선 방사소자와 급전회로를 도시한 구조도 이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 쿼드리필러 헬릭스 안테나에 대하여 상세히 설명한다.
- [0023] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 유전체 케이스의 일부분을 분해한 분해 사시도이다.
- [0024] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 쿼드리필러 헬릭스 안테나는 제1 방사소자(210) 및 제2 방사소자(211), 유전체시트(201), 유전체파이프(110), LTCC(Low Temperature Co-fired Ceramics) 구조의 위상제어부(400), PCB(410), 급전 커넥터(500)가 연결된 동축케이블(501) 및 이를 수납하는 유전체케이스(100) 등으로 구성된다.
- [0025] 본 발명에 따른 유전체파이프(110)의 외경은 12mm이고, 두께가 0.8mm인 ABS(Acrylonitrile-Butadiene-Styrene copolymer)이며, 유전율(ϵ_r)은 2.8~3.0이다.
- [0026] 제1 방사소자(210) 및 제2 방사소자(211)는 폴리이미드 등의 얇은 유전체시트(201) 위에 연재되며, 폴리카보네이트(또는 ABS) 등의 유전체파이프(110)의 외측면에 감아서 형성시킨다. 낮은 주파수 대역인 1.525GHz 내지 1.559GHz에서 공진하는 소정의 길이를 갖는 4개의 제1 방사소자(210)는 각각 90° 각도를 유지하도록 형성시키고, 높은 주파수 대역인 1.6265GHz 내지 1.6605GHz에서 공진하는 소정의 길이를 갖는 제2 방사소자(211)는 제1 방사소자(210)보다 더욱 짧은 길이를 가지며, 제1 방사소자(210)보다 45° 뒤에 각각 형성시키는 8권선 헬릭스 안테나 구조를 이루고 있다. 여기서, 제1 방사소자(210) 및 제2 방사소자(211)는 본 발명의 일 실시 예에 따라 유전체시트(201)의 내측면인 유전체파이프(110)와의 사이에 위치하고 있으나, 도면상 이해를 돕기 위하여 유전체시트(201)의 위에 연재된 것으로 보일 뿐임을 유의하여야 한다.
- [0027] 제1 방사소자(210) 및 제2 방사소자(211)의 하단부인 소정의 위치에 위상제어부(400)가 실장 되어 있는 PCB(410)가 설치되고, 4개의 제2 방사소자(211)의 하단부는 위상제어부(400)의 4개 포트와 PCB(410)를 통하여 전기적으로 각각 연결된다. 또한, 4개의 제1 방사소자(211)의 하단부는 PCB(410)의 그라운드에 연결되고, 위상제어부(400)의 입력포트는 급전 커넥터(500)를 포함하는 동축케이블(510)과 PCB(410)를 관통하는 관통홀(403b)에 의해 전기적으로 연결된다.
- [0028] 유전체케이스(100)는 외경이 13.5mm이고, 두께가 0.6mm인 PP(PolyPropylene)이며, 유전율(ϵ_r)은 2.0~2.3으로서, 제1 및 제2 방사소자(210, 211)를 포함하는 유전체파이프(110)를 수납한다.
- [0029] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 8권선 방사소자와 이득보상회로를 포함하는 급전회로를 도시한 구조도이다.
- [0030] 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 쿼드리필러 헬릭스 안테나는 제1 및 제2 방사소자(210, 211), 와 유전체시트(201)를 포함하는 방사소자부(200), 안테나의 이득 평탄도 보상을 위한 이득보상회로(300), LTCC(Low Temperature Co-fired Ceramics) 구조의 위상제어부(400), 및 급전 커넥터(500) 등으로 구성된다.
- [0031] 본 발명의 유전체시트(201)는 폴리이미드(Polyimide) 필름으로 난연성 및 기계적 강도가 높고, 치수 안정성이 좋으며, 절연성과 내마모성이 우수하다. 폴리이미드 필름인 유전체시트(201)의 유전율(ϵ_r)은 3.5이고, 0.04mm의 두께를 가지며, 유전체시트(201)의 아랫면에 형성되어 있는 8개의 제1 및 제2 방사소자(210, 211)는 0.018mm 두께를 가지는 동박(Copper)으로 형성되어 있다.
- [0032] 방사소자부(200)는 유전체시트(201)와 제1 및 제2 방사소자(210, 211)를 포함하고, 방사소자부(200)를 유전체파이프(110)의 외측면에 감아서 형성시킨 후 고정하기 위해 다수개의 접착테이프(202)로 구성된다.
- [0033] 4개의 제1 방사소자(210)는 하단부가 각각 그라운드와 전기적으로 연결되고, 각 제1 방사소자(210) 사이의 간격은 외경이 12mm인 유전체파이프(110)에 방사소자부(200)를 감아서 형성시켰을 때 그 각도가 90°를 유지하도록 동일한 간격으로 배치하며, 1.525GHz 내지 1.559GHz에서 동작하도록 소정의 길이를 갖는다.
- [0034] LTCC 구조의 위상제어부(400)는 3개의 90° 하이브리드 커플러인 제1 위상제어기(401), 제2 위상제어기(402) 및 제3 위상제어기(403)와 90° 위상을 갖는 1개의 $\lambda/4$ 전송선로(404), 50Ω 임피던스 종단기(405)를 포함하고, 각 위상제어기의 포트는 전기적으로 서로 연결되어 있다. 급전 커넥터(500)는 제3 위상제어기(403)의 입력포트에 연결된다.
- [0035] 4개의 제2 방사소자(211)는 하단부가 위상제어부(400)의 0° 내지 -270°의 포트와 각각 전기적으로 연결되고,

각 제2 방사소자(211) 사이의 간격은 외경이 12mm인 유전체파이프(110)에 방사소자부(200)를 감아서 형성시켰을 때 그 각도가 90°를 유지하도록 동일한 간격으로 배치하며, 제1 방사소자(210)보다 45° 뒤에 배치한다. 제2 방사소자(211)는 1.6265GHz 내지 1.6605GHz에서 동작하도록 소정의 길이를 갖는다.

[0036] 그라운드에 전기적으로 연결된 제1 방사소자(210)는 제2 방사소자(211) 사이의 이격된 공간에서 발생하는 커플링 현상에 의한 전기적인 결합으로 표면전류가 제2 방사소자(211)에서 제1 방사소자(210)로 유도되어 제1 방사소자(210)는 낮은 주파수 대역인 1.525GHz 내지 1.559GHz에서 동작하게 되고, 제2 방사소자(211)는 제1 방사소자(210)보다 소정의 길이 만큼 짧기 때문에 높은 주파수 대역인 1.6265GHz 내지 1.6605GHz에서 동작하므로, 결과적으로 1.525GHz 내지 1.6605GHz의 135.5MHz 대역폭을 갖는 광대역을 커버하게 된다. 광대역을 커버하는 본 발명의 반사손실 특성에 대해서는 도 3a를 참조하여 설명한다.

[0037] 또한, 4개의 제2 방사소자(211) 각각에 이득보상회로(300)가 병렬로 연결된다.

[0038] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 안테나의 이득보상회로 유무에 따라 이득 특성의 변화를 비교하여 도시한 그래프이다.

[0039] 도 3을 참조하면, 가로좌표는 1.45GHz 내지 1.75GHz의 주파수를 나타내고, 세로좌표는 안테나의 방사 이득을 나타낸다. 또한, 각각의 주파수 포인트는 수신주파수 대역인 1.525GHz($\Delta 1$) 내지 1.559GHz($\Delta 2$)와 송신주파수 대역인 1.6265GHz($\Delta 3$) 내지 1.6605GHz($\Delta 4$)를 가리킨다.

[0040] 제1 곡선(320)은 본 발명의 이득보상회로(300)가 구비되지 않은 조건에서 안테나의 방사 이득 특성을 나타내고, 제2 곡선(310)은 본 발명의 이득보상회로(300)가 구비된 조건에서 안테나의 방사 이득 특성을 나타내고 있다.

[0041] 이득보상회로(300)가 구비되지 않은 조건의 제1 곡선(320)은 1.525GHz($\Delta 1$)에서 안테나의 방사 이득이 낮게 나오는 것을 알 수 있으며, 1.6265GHz($\Delta 3$) 이전의 인접한 주파수에서부터 1.6265GHz($\Delta 3$) 내지 1.6605GHz($\Delta 4$)로 주파수가 올라갈수록 점진적으로 안테나의 방사 이득이 현저히 떨어지고 있는 것을 확인할 수 있다.

[0042] 이와 같이, 현저히 떨어진 안테나의 방사 이득을 보상하고, 안테나의 방사 이득 평탄도 유지를 위하여 본 발명은 이득보상회로(300)를 형성시켰으며, 이득보상회로(300)가 형성된 제2 곡선(310)은 1.525GHz($\Delta 1$)에서 안테나의 방사 이득이 보상되어 높게 나오는 것을 알 수 있고, 1.6265GHz($\Delta 3$) 내지 1.6605GHz($\Delta 4$) 또한 안테나의 방사 이득이 보상되어 현저히 높아졌음을 확인할 수 있다.

[0043] 안테나의 방사 이득을 보상시킨 요인으로는, 약 1.5GHz 이하의 방사 이득을 제어함으로써 인하여 1.525GHz($\Delta 1$)와 1.6265GHz($\Delta 3$) 내지 1.6605GHz($\Delta 4$)의 안테나 방사 이득을 높여주는 효과를 얻을 수 있다.

[0044] 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 안테나의 반사손실 특성을 도시한 그래프이다.

[0045] 도 4를 참조하면, 수신주파수 대역인 1.525GHz($\Delta 1$) 내지 1.559GHz($\Delta 2$)에서는 -29.1dB와 -26.0dB의 반사손실을 나타내고, 송신주파수 대역인 1.6265GHz($\Delta 3$) 내지 1.6605GHz($\Delta 4$)에서는 -29.9dB와 -23.7dB의 반사손실을 나타내고 있는 것을 확인할 수 있으므로, 전체적인 송수신 주파수 대역에서 -23dB 이상의 반사손실에 의한 정제파비(VSWR) 1.2 이하의 양호한 광대역 특성을 커버할 수 있다.

[0046] 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 분해 사시도이다.

[0047] 도 5를 참조하면, 본 발명에 따른 쿼드러플러 헬릭스 안테나는 제1 방사소자(210) 및 제2 방사소자(211), 유전체시트(201), 유전체파이프(110), LTCC(Low Temperature Co-fired Ceramics) 구조의 위상제어부(400), PCB(410), 급전 커넥터(500)가 연결된 동축케이블(501) 등으로 구성된다.

[0048] 본 발명에 따른 유전체파이프(110)의 외경은 12mm이고, 두께가 0.8mm인 ABS(Acrylonitrile-Butadiene-Styrene copolymer)이며, 유전율(ϵ_r)은 2.8~3.0이다.

[0049] 제1 방사소자(210) 및 제2 방사소자(211)는 폴리이미드 등의 얇은 유전체시트(201) 위에 연재되며, 폴리카보네이트(또는 ABS) 등의 유전체파이프(110)의 외측면에 감아서 형성시킨다. 낮은 주파수 대역인 1.525GHz 내지 1.559GHz에서 공진하는 소정의 길이를 갖는 4개의 제1 방사소자(210)는 각각 90° 각도를 유지하도록 형성시키고, 높은 주파수 대역인 1.6265GHz 내지 1.6605GHz에서 공진하는 소정의 길이를 갖는 제2 방사소자(211)는 제1 방사소자(210)보다 더욱 짧은 길이를 가지며, 제1 방사소자(210)보다 45° 뒤에 각각 형성시키는 8권선 헬릭스 안테나 구조를 이루고 있다. 여기서, 제1 방사소자(210) 및 제2 방사소자(211)는 본 발명의 일 실시 예에 따라 유전체시트(201)의 내측면인 유전체파이프(110)와의 사이에 위치하고 있으나, 도면상 이해를 돕기 위하여 유전체시트

(201)의 위에 연재된 것으로 보일 뿐임을 유의하여야 한다.

- [0050] 제1 방사소자(210) 및 제2 방사소자(211)의 하단부인 소정의 위치에 위상제어부(400)가 실장 되어 있는 PCB(410)가 설치되고, 4개의 제2 방사소자(211)의 하단부는 위상제어부(400)의 4개 포트와 PCB(410)를 통하여 전기적으로 각각 연결된다. 또한, 4개의 제1 방사소자(211)의 하단부는 PCB(410)의 그라운드에 연결되고, 위상 제어부(400)의 입력포트는 급전 커넥터(500)를 포함하는 동축케이블(510)과 PCB(410)를 관통하는 관통홀(403b)에 의해 전기적으로 연결된다.
- [0051] 도 6의 (a)와 (b)는 본 발명의 일 실시 예에 따른 PCB의 윗면과 측면을 도시한 도면이다.
- [0052] 도 6(a), (b)를 참조하면, 지름이 12mm이고, 두께가 0.8mm인 PCB(410)의 동박(Copper)(411) 위에 위상제어부(400)가 실장 되고, 위상제어부(400)의 0°, -90°, -180°, -270°는 PCB(410)의 제1, 제2, 제3, 제4 포트(401a, 401b, 402a, 402b)에 각각 전기적으로 연결되며, 각각 포트에 분산된 고주파 신호들은 진폭이 같고 90°의 위상차를 가진다. 또한, 위상제어부(400)의 급전 포트(403a)는 관통홀(403b)을 통하여 PCB(410)의 아랫면에 형성되어 있는 급전 포트(403a)와 전기적으로 연결되고, 이득보상회로(300)는 PCB(410)의 아랫면에 실장 된다.
- [0053] 도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 PCB의 아랫면을 도시한 도면이다.
- [0054] 도 7을 참조하면, 도면상에 보이는 PCB(410)의 동박(Copper)(411) 위에 4개의 이득보상회로(300)가 각각 실장되며, 각각의 이득보상회로(300)의 한쪽은 위상제어부(400)의 0°, -90°, -180°, -270°에 연결되어 있는 제1, 제2, 제3, 제4 포트(401a, 401b, 402a, 402b)에 각각 전기적으로 연결되고, 이득보상회로(300)의 다른 한쪽은 그라운드 동박(Copper)(411)에 연결된다. 또한, 위상제어부(400)의 급전 포트(403a)는 관통홀(403b)을 통하여 PCB(410)의 윗면에 형성되어 있는 급전 포트(403a)와 전기적으로 연결된다.
- [0055] 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 8권선 방사소자의 θ 각도를 도시한 구조도이다.
- [0056] 도 8을 참조하면, 4개의 제1 방사소자(210)는 수평면상에서 θ_1 의 경사각을 가진다. 또한, 4개의 제2 방사소자(211)는 수평면상에서 θ_2 의 경사각을 가진다. 여기서 θ_1 과 θ_2 의 경사각은 제1 안테나소자(410)와 제2 안테나소자(411)가 서로 교차하지 않도록 형성시킨다.
- [0057] θ_2 의 경사각은 제1 방사소자(210)를 기준으로 제2 방사소자(211) 사이의 이격된 공간에서 발생하는 커플링 현상에 의한 전기적인 결합으로 표면전류가 유도되어 공진 주파수에 영향을 미친다. 또한, θ_2 의 경사각에 의해 X-Z 축과 Y-Z 축의 E-패턴의 3dB 빔폭이 조정된다.
- [0058] 도 9는 본 발명의 일 실시 예에 따른 안테나의 3D 방사패턴 특성을 도시한 도면이다.
- [0059] 도 9를 참조하면, 이와 같이 본 발명에 따른 쿼드리필러 헬릭스 안테나의 측정된 방사패턴은 반구 형태의 전방향성 특성을 갖는다.
- [0060] 도 10은 본 발명의 일 실시 예에 따른 안테나의 2D 방사패턴 특성을 도시한 도면이다.
- [0061] 도 10을 참조하면, 도 8a의 3D 방사패턴 중 Y-Z 축인 E-패턴의 절단면을 나타낸다. 측정된 방사패턴은 반구 형태의 방사 특성을 보이고, 3dB 빔폭이 105° 이상의 반전력 빔폭을 가진다.
- [0062] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시 예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진자는 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시 예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이는 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

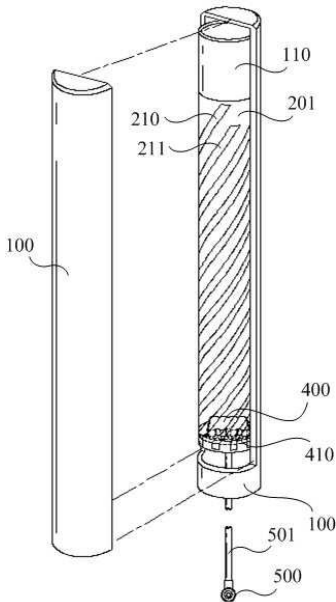
부호의 설명

- [0063] 110: 유전체파이프
- 201: 유전체시트
- 210: 제1 방사소자
- 211: 제2 방사소자
- 300: 이득보상회로

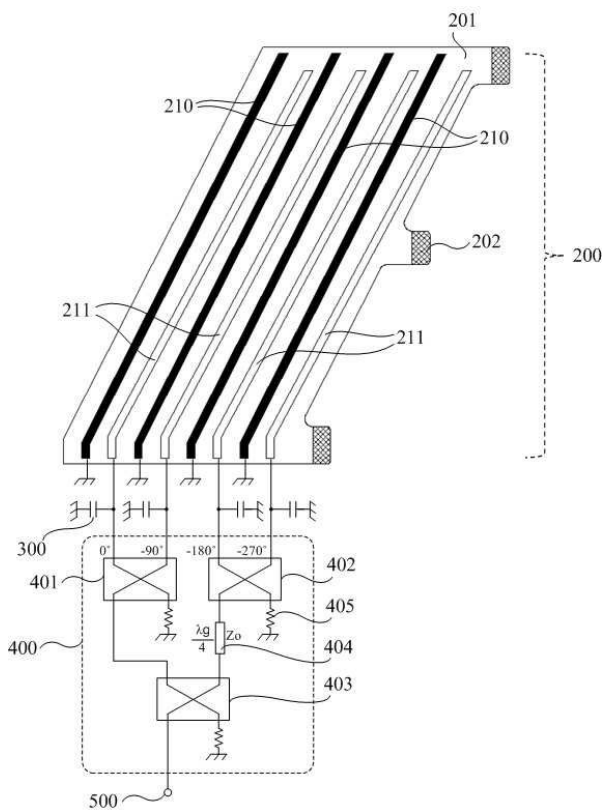
400: 위상제어부

도면

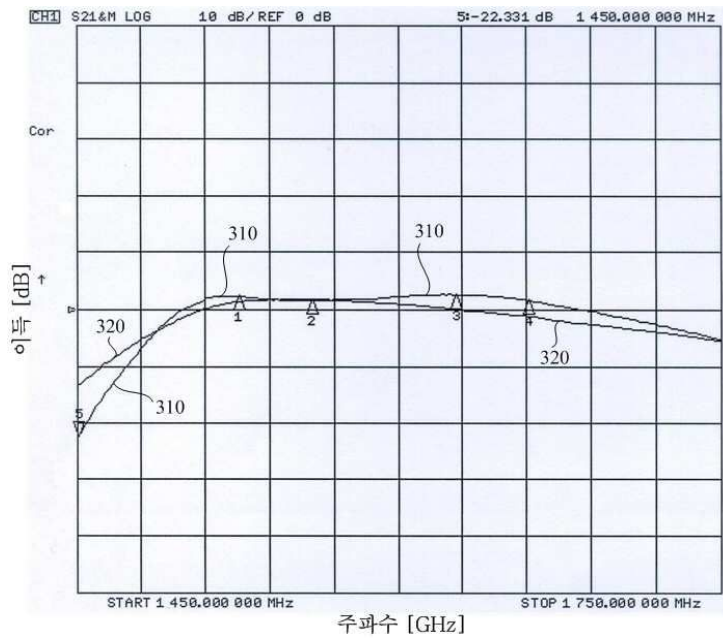
도면1



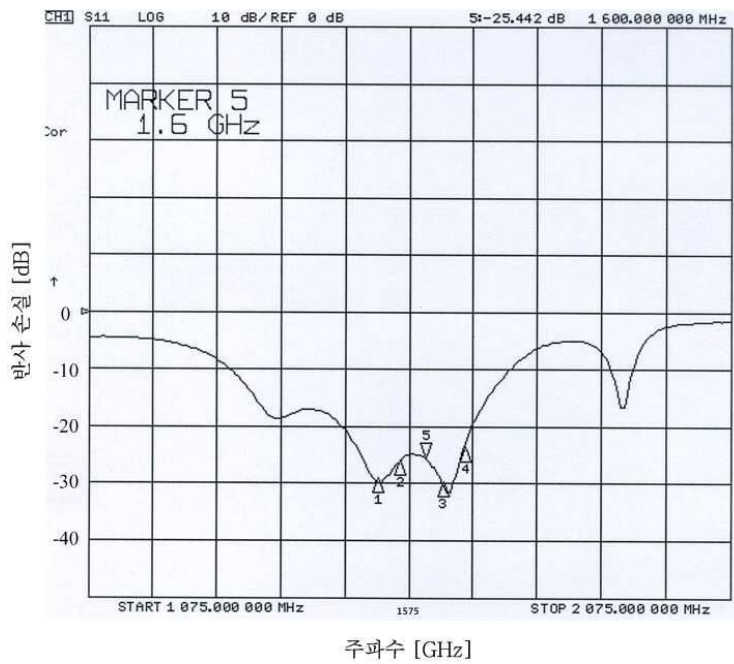
도면2



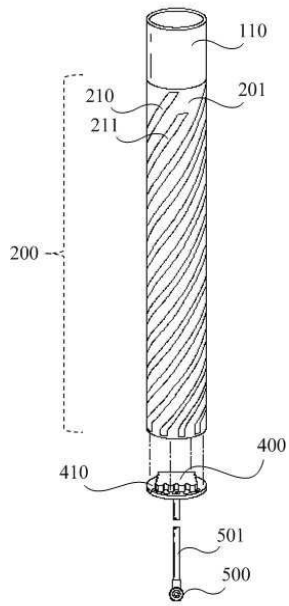
도면3



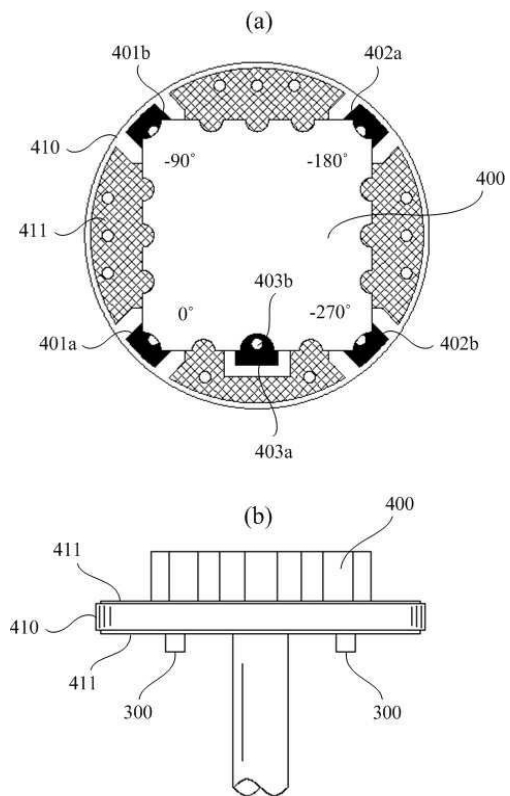
도면4



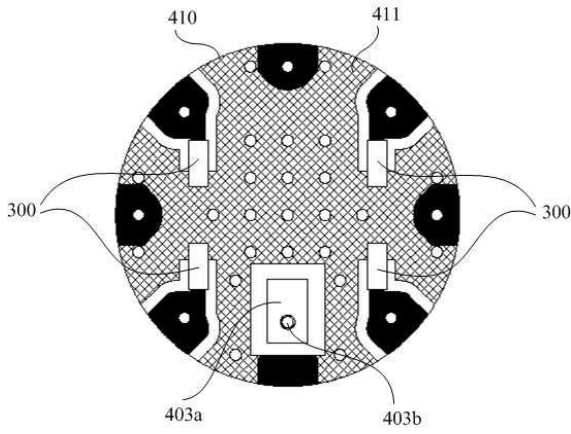
도면5



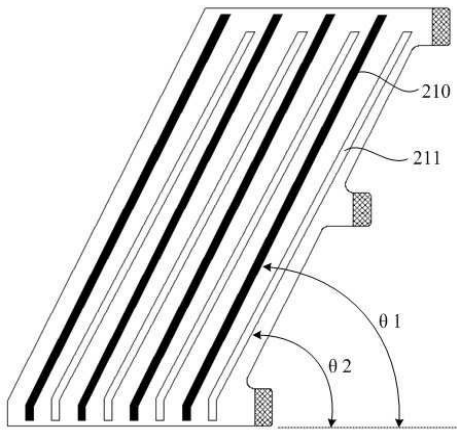
도면6



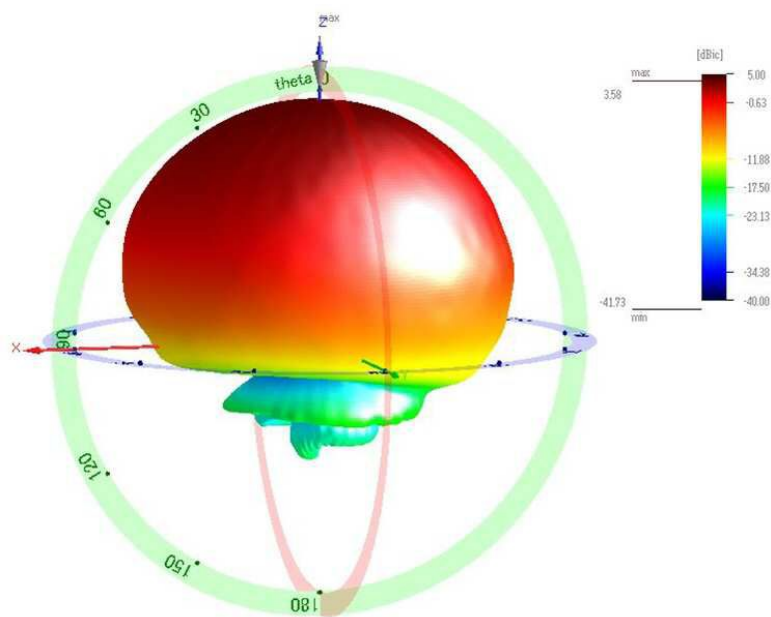
도면7



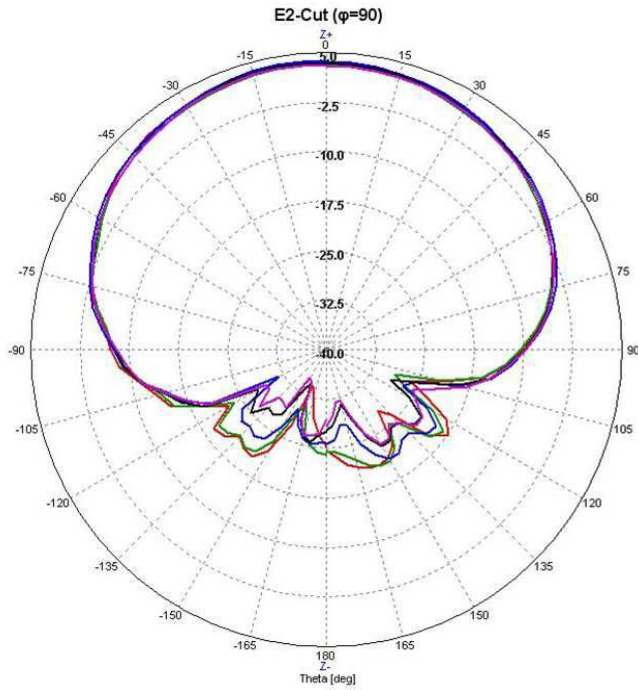
도면8



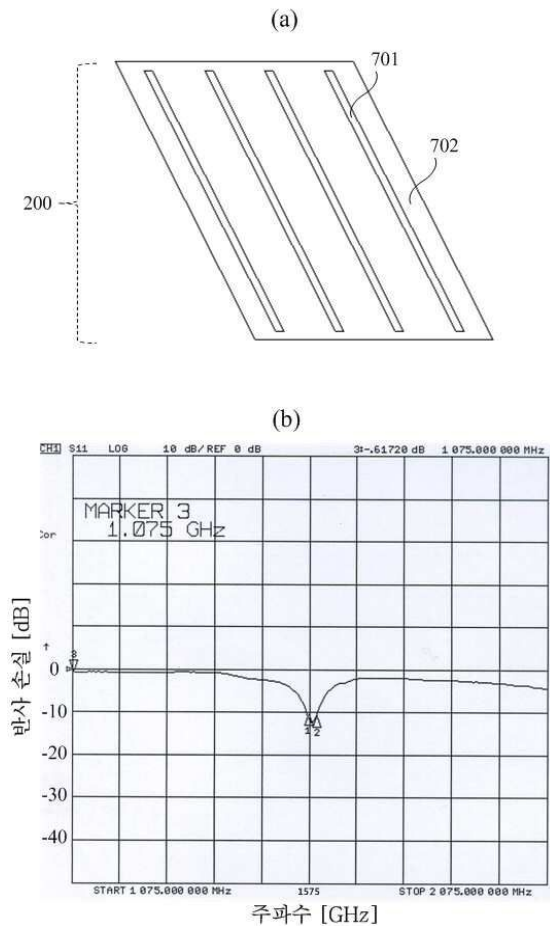
도면9



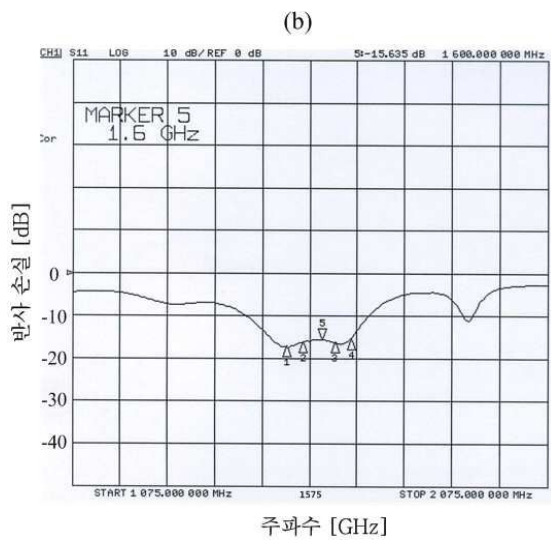
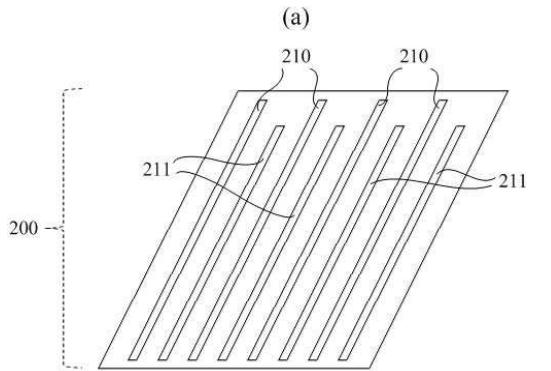
도면10



도면11



도면12



도면13

