



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년01월17일
(11) 등록번호 10-1939948
(24) 등록일자 2019년01월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01Q 9/04 (2018.01)

(52) CPC특허분류

H01Q 9/0428 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0069533

(22) 출원일자 2018년06월18일

심사청구일자 2018년06월18일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020110023618 A*

KR1020150141421 A*

KR1020130006628 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

홍익대학교 산학협력단

서울특별시 마포구 와우산로 94 (상수동)

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)

(72) 발명자

이정해

서울특별시 용산구 이촌로 181, 103동 502호(이촌동, 한강대우아파트)

이범선

경기도 용인시 기흥구 신촌로47번길 11, 307동 1602호(보정동, 신촌마을 포스홈타운2단지)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김연권

전체 청구항 수 : 총 11 항

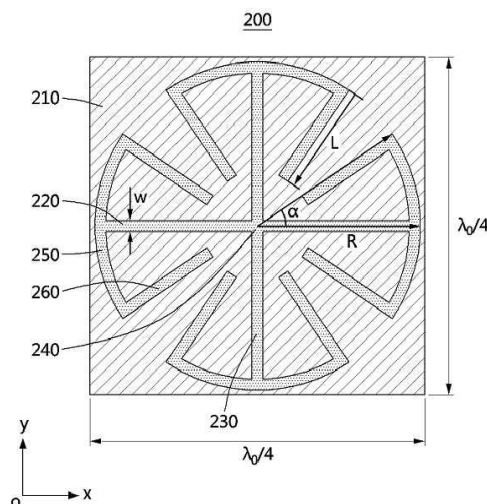
심사관 : 변종길

(54) 발명의 명칭 원형편과 특성이 개선된 소형 예루살렘 십자형 패치 안테나

(57) 요약

본 발명은 투과배열안테나의 투과표면을 구성하는 단위구조로 설계된 예루살렘 십자형 패치 안테나에 관한 것으로, 일실시예에 따른 소형 예루살렘 십자형 패치 안테나는 기관, 및 단위셀을 형성하여 상기 기관상에 배치되는 패치를 포함하고, 상기 패치는, 일정 폭을 갖는 직선의 형태로서, 중심점에서 서로 직교하는 형태로 교차 배치된 서로 다른 두 개의 중심 방사체, 상기 중심 방사체의 일 끝단에서 서로 반대하는 두 방향으로 일정 길이만큼 연장 배치되는 제1 스테브, 및 상기 제1 스테브의 일 측면에서 상기 중심점으로 향하는 방향으로 배치되는 제2 스테브를 포함할 수 있다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

호양 티비에

서울특별시 마포구 와우산로 94, R동 메타물질 전자
소자 연구센터(상수동, 홍익대학교)

이창현

인천광역시 서구 가정로 387, 110동 702호(신현동,
신현이편한세상하늘채)

지상욱

인천광역시 서구 청라라임로 131, 262동 1205호(연
희동, 중흥에스클래스)

이선규

경기도 과주시 가람로116번길 40, 505동 702호(와
동동, 가람마을5단지)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711070404

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 대학ICT연구센터육성지원사업

연구과제명 ITRC LOS/NLOS 환경에서 3차원 선택적 공간 무선전력전송

기 여 율 1/2

주관기관 경희대학교 산학협력단

연구기간 2016.06.01 ~ 2019.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2015R1A6A1A03031833

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 대학중점연구소지원사업

연구과제명 메타물질 융합 핵심요소기술 연구

기 여 율 1/2

주관기관 홍익대학교 산학협력단

연구기간 2015.09.01 ~ 2024.08.31

명세서

청구범위

청구항 1

기관; 및

단위셀을 형성하여 상기 기관상에 배치되는 패치

를 포함하고,

상기 패치는,

일정 폭을 갖는 직선의 형태로서, 중심점에서 서로 직교하는 형태로 교차 배치된 서로 다른 두 개의 중심 방사체;

상기 중심 방사체의 일 끝단에서 서로 반대하는 두 방향으로 일정 길이만큼 연장 배치되는 제1 스테브; 및

상기 제1 스테브의 일 측면에서 상기 중심점으로 향하는 방향으로 배치되는 제2 스테브

를 포함하고,

상기 제1 스테브는 상기 중심점으로부터 동일한 거리에 위치하도록 가상의 원주(circumference) 상에서 휘어진 것을 특징으로 하며,

상기 제2 스테브는,

서로 다른 두 개의 스테브가 상기 제1 스테브의 양 끝단에서 상기 중심점을 향하는 방향으로, 상기 중심 방사체를 기준으로 좌우 대칭된 한 쌍의 형태로써, 총 8개가 배치되는 것을 특징으로 하는 소형 예루살렘 십자형 패치 안테나.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제2 스테브의 길이에 기초하여 투과성 표면의 각 투과계수의 위상 변화가 조절되는 것을 특징으로 하는 소형 예루살렘 십자형 패치 안테나.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 기관과 상기 기관상에 배치되는 패치를 포함하는 레이어가 복수 개 배열되는 것을 특징으로 하는 소형 예루살렘 십자형 패치 안테나.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 레이어는 4개가 일정한 간격으로 수평하게 배열되는 것을 특징으로 하는 소형 예루살렘 십자형 패치 안테나.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 4개가 수평으로 배열된 레이어는,

-1 dB 전송을 위한 360도 전송 위상 범위 전체를 커버하는 것을 특징으로 하는 소형 예루살렘 십자형 패치 안테나.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 4개가 수평으로 배열된 레이어는,

1/4파장 거리를 이격하여 z축 방향으로 배열되는 것을 특징으로 하는 소형 예루살렘 십자형 패치 안테나.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 패치는,

상기 형성되는 단위셀의 투과성 메타 표면으로 입사된 원 편광파에 의해 동작하는 것을 특징으로 하는 소형 예루살렘 십자형 패치 안테나.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 중심 방사체, 상기 제1 스테브, 및 상기 제2 스테브 중에서 적어도 하나의 모양이나 상대적인 위치는 등가 모델에서 산출되는 전체의 어드미턴스에 기초하여 결정되는 소형 예루살렘 십자형 패치 안테나.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 전체의 어드미턴스는 상기 등가 모델로부터 측정되는 전파(Full Wave) 시뮬레이터의 S-파라미터 시뮬레이션 결과에 따라 최적화하여 결정되는 소형 예루살렘 십자형 패치 안테나.

청구항 12

일정 폭을 갖는 직선의 형태로서, 중심점에서 서로 직교하는 형태로 교차 배치된 서로 다른 두 개의 중심 방사체를 기판 상에 배치하는 단계;

상기 중심 방사체의 일 끝단에서 서로 반대하는 두 방향으로 일정 길이만큼 연장 되도록 제1 스테브를 배치하되, 상기 중심점으로부터 동일한 거리에 위치하도록 원주(circumference)의 형태로 휘어서 배치하는 단계; 및

상기 제1 스테브의 일 측면에서 상기 중심점으로 향하는 방향으로 연장 되도록 제2 스테브를 배치하는 단계

를 포함하고,

상기 제1 스테브를 배치하는 단계는,

상기 중심점으로부터 동일한 거리에 위치하도록 가상의 원주(circumference) 상에서 휘어지도록 상기 제1 스테브를 배치하는 단계

를 포함하고,

상기 제2 스테브를 배치하는 단계는,

서로 다른 두 개의 스테브가 상기 제1 스테브의 양 끝단에서 상기 중심점을 향하는 방향으로, 상기 중심 방사체를 기준으로 좌우 대칭된 한 쌍의 형태로써, 총 8개가 상기 중심점을 향하도록 배치하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 소형 예루살렘 십자형 패치 안테나의 제조 방법.

청구항 13

삭제

청구항 14

제12항에 있어서,

제2 스테브를 배치하는 단계는,

투과성 표면의 각 투과계수의 위상 변화가 조절되도록 상기 제2 스테브의 길이를 조절하는 단계를 더 포함하는 소형 예루살렘 십자형 패치 안테나의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 투과배열안테나의 투과표면을 구성하는 단위구조로 설계된 예루살렘 십자형 패치 안테나에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 무선통신에서 통신의 목적을 달성하기 위해 공간에 효율적으로 전파를 방사하거나, 또는 전파에 의해 효율적으로 기전력을 유지시키기 위해 공중에 가설한 도선을 안테나로 정의한다.

[0003] 송신용 안테나나 수신용 안테나도 그 기본원리는 같으나, 사용하는 주파수(파장)에 따라 모양이 여러 가지로 달라질 수 있다. 안테나를 효율적으로 작동시키기 위해서는 안테나를 사용하는 주파수에 공진시킬 필요가 있다. 수직형 안테나는 동축 안테나 또는 슬리브(sleeve) 안테나라고도 하는데 그 길이를 사용하는 파장의 1/4 또는 1/2로 하면 공진하지만, 실제로는 안테나가 너무 길어지므로 코일이나 콘덴서를 사용해서 공진시키고 있다. 단파나 초단파에서는 파장이 짧으므로 1/2파장의 안테나를 쓰고 있다. 동축 안테나는 택시무선이나 기타 초단파를 사용하는 통신장치의 송수신 안테나로서 많이 사용된다.

[0004] 일반적으로, 평면 전파가 전계의 진동 방향으로 치우친 안테나에 의해서 생기는 파를 편파라고 한다. 편파 중에서도 전계의 진동 방향이 일정한 파를 직선 편파(평면 편파)라고 하며, 전계가 진동하고 있는 면을 편파면이라고 한다. 또한, 편파면이 다른 두 직선 편파를 합성하면 일반적으로 타원 편파가 되며, 특히 위상이 $\pi/2$ 다르고 진폭이 같으며 서로 직각인 두 직선 편파일 때에는 원형 편파가 된다.

[0005] 도 1은 기존 예루살렘 십자 형태 패치 안테나(100)이다.

[0006] 십자 형태 패치(100)는 십자형으로 도선이 교차하는 형태이고, 도선의 각 끝 단에서 d의 길이만큼의 스테브가 배치된다.

[0007] 도 1의 십자 형태 패치 안테나(100)는 두 개의 대역차단 필터 특성 사이에 대역 통과 필터 응답을 갖는 wire mesh model의 수정된 버전으로서, 원형 편파의 특성을 갖는다.

[0008] 원형 편파는 시간과 거리와 같이 편파 면이 수평, 수직, 수평으로 나선형의 모습으로 변화하면서 전해지는 편파 종류 중의 하나이다. 또한, 투과 배열 안테나 설계 시, 원형편파 동작, 높은 투과도, 360도의 전체 위상 변화가 가능한 단위 구조의 설계는 안테나의 효율 개선을 위해 필수적이다.

[0009] 투과 배열 안테나 설계 시, 안테나의 효율을 개선하기 위해 투과 표면에 배열되는 단위구조의 설계가 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제0835994호 "소형화가 가능한 3차원 구조의 원형편파 폴디드마이크로스트립 안테나"

(특허문헌 0002) 한국공개특허 제2018-0012159호 "원형편파 안테나"

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 효율을 개선하기 위해 투과 표면에 배열되는 단위구조의 설계를 통해 투과 배열 안테나를 설계하는 것을 목적으로 한다.
- [0012] 본 발명은 패치의 형태를 원형으로 변경하여 원형편파 동작 특성을 개선하는 것을 목적으로 한다.
- [0013] 본 발명은 높은 투과도와 위상 변화 범위로 인해 반사손실을 줄이고 원하는 출력 위상을 얻는 것을 목적으로 한다.
- [0014] 본 발명은 소형화된 단위구조를 통해 출력 위상을 보다 연속적으로 형성 하는 것을 목적으로 한다.
- [0015] 본 발명은 다층 배열을 통한 투과 표면의 투과특성을 개선하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0016] 일실시예에 따른 소형 예루살렘 십자형 패치 안테나는 기관, 및 단위셀을 형성하여 상기 기관상에 배치되는 패치를 포함하고, 상기 패치는, 일정 폭을 갖는 직선의 형태로서, 중심점에서 서로 직교하는 형태로 교차 배치된 서로 다른 두 개의 중심 방사체, 상기 중심 방사체의 일 끝단에서 서로 반대하는 두 방향으로 일정 길이만큼 연장 배치되는 제1 스테브, 및 상기 제1 스테브의 일 측면에서 상기 중심점으로 향하는 방향으로 배치되는 제2 스테브를 포함할 수 있다.
- [0017] 일실시예에 따른 상기 제1 스테브는 상기 중심점으로부터 동일한 거리에 위치하도록 가상의 원주(circumference) 상에서 휘어진 것을 특징으로 한다.
- [0018] 일실시예에 따른 상기 제2 스테브는 2개씩 인접하는 형태로 총 8개가 상기 중심점을 향하도록 배치되는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 일실시예에 따른 소형 예루살렘 십자형 패치 안테나는 상기 제2 스테브의 길이에 기초하여 투과성 표면의 각 투과계수의 위상 변화가 조절되는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 일실시예에 따른 소형 예루살렘 십자형 패치 안테나는 상기 기관과 상기 기관상에 배치되는 패치를 포함하는 레이어가 복수 개 배열되는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 일실시예에 따른 상기 레이어는 4개가 일정한 간격으로 수평하게 배열되는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 일실시예에 따른 상기 4개가 수평으로 배열된 레이어는, -1 dB 전송을 위한 360도 전송 위상 범위 전체를 커버하는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 일실시예에 따른 상기 4개가 수평으로 배열된 레이어는, 1/4파장 거리를 이격하여 z축 방향으로 배열되는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 일실시예에 따른 상기 패치는, 상기 형성되는 단위셀의 투과성 메타 표면으로 입사된 원 편광파에 의해 동작하는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 일실시예에 따른 상기 중심 방사체, 상기 제1 스테브, 및 상기 제2 스테브 중에서 적어도 하나의 모양이나 상대적인 위치는 등가 모델에서 산출되는 전체의 어드미턴스에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0026] 일실시예에 따른 상기 전체의 어드미턴스는 상기 등가 모델로부터 측정되는 전파(Full Wave) 시뮬레이터의 S-파라미터 시뮬레이션 결과에 따라 최적화하여 결정될 수 있다.
- [0027] 일실시예에 따른 소형 예루살렘 십자형 패치 안테나의 제조 방법은 일정 폭을 갖는 직선의 형태로서, 중심점에서 서로 직교하는 형태로 교차 배치된 서로 다른 두 개의 중심 방사체를 기관 상에 배치하는 단계, 상기 중심 방사체의 일 끝단에서 서로 반대하는 두 방향으로 일정 길이만큼 연장 되도록 제1 스테브를 배치하되, 상기 중심점으로부터 동일한 거리에 위치하도록 원주(circumference)의 형태로 휘어서 배치하는 단계, 및 상기 제1 스테브의 일 측면에서 상기 중심점으로 향하는 방향으로 연장 되도록 제2 스테브를 배치하는 단계를 포함할 수 있

다.

- [0028] 일실시예에 따른 상기 제2 스테브를 배치하는 단계는, 상기 제2 스테브가 2개씩 인접하는 형태로 총 8개가 상기 중심점을 향하도록 배치하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0029] 일실시예에 따른 제2 스테브를 배치하는 단계는, 투과성 표면의 각 투과계수의 위상 변화가 조절되도록 상기 제2 스테브의 길이를 조절하는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0030] 일실시예에 따르면, 효율을 개선하기 위해 투과 표면에 배열되는 단위구조의 설계를 통해 투과 배열 안테나를 설계할 수 있다.
- [0031] 일실시예에 따르면, 패치의 형태를 원형으로 변경하여 원형편과 동작 특성을 개선할 수 있다.
- [0032] 일실시예에 따르면, 높은 투과도와 위상 변화 범위로 인해 반사손실을 줄이고 원하는 출력 위상을 얻을 수 있다.
- [0033] 일실시예에 따르면, 소형화된 단위구조를 통해 출력 위상을 보다 연속적으로 형성할 수 있다.
- [0034] 일실시예에 따르면, 다층 배열을 통한 투과 표면의 투과특성을 개선할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0035] 도 1은 기존 예루살렘 십자 형태 패치이다.
- 도 2는 일실시예에 따른 개선된 소형 예루살렘 십자형 패치 안테나이다.
- 도 3은 도 2의 단층 구조의 패치 안테나에 대한 등가회로이다.
- 도 4는 도 2의 단층 구조를 4층으로 누적하여 설계한 구조와 등가회로이다.
- 도 5는 제안하는 4층 구조의 주파수에 따른 투과계수 특성을 나타낸다.
- 도 6a 및 6b는 본 발명에서 제안하는 4층 구조의 구조(L)의 변화에 따른 투과계수 특성을 나타낸다.
- 도 7은 일실시예에 따른 개선된 소형 예루살렘 십자형 패치 안테나의 제조 방법을 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0036] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되지 않는다.
- [0037] 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시예들을 도면에 예시하고 본 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.
- [0038] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만, 예를 들어 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.
- [0039] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 표현들, 예를 들어 "~사이에"와 "바로~사이에" 또는 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.
- [0040] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의

도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

- [0041] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명에 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0043] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0044] 도 2는 일실시예에 따른 개선된 소형 예루살렘 십자형 패치 안테나(200)이다.
- [0045] 보다 구체적으로, 일실시예에 따른 개선된 소형 예루살렘 십자형 패치 안테나(200)는 효율을 개선하기 위해 투과 표면에 배열되는 단위구조로 설계될 수 있다. 이를 통해, 패치의 형태를 원형으로 변경하여 원형편과 동작 특성을 개선하고, 높은 투과도와 위상 변화 범위로 인해 반사손실을 줄여 원하는 출력 위상을 얻을 수 있다.
- [0046] 이를 위해, 예루살렘 십자형 패치 안테나(200)는 기관(210)과 단위셀을 형성하여 기관(210) 상에 배치되는 패치를 포함할 수 있다.
- [0047] 보다 구체적으로, 기관(210)은 일정한 두께를 갖는 유전체 기관이 사용될 수 있고, 예를 들면, 3.175 mm 두께와 Taconic TLY-5, $\epsilon_r = 2.2$, $\tan \delta = 0.0009$ 의 특성을 갖는 유전체 기관이 사용될 수 있다.
- [0048] 일실시예에 따른 패치는 중심 방사체(220, 230), 제1 스테르브(250), 및 제2 스테르브(260)를 포함할 수 있다.
- [0049] 먼저, 중심 방사체(220, 230)는 일정 폭(w)을 갖는 직선의 형태로서, 중심점(240)에서 서로 직교하는 형태로 교차 배치된 서로 다른 두 개가 하나의 쌍을 이룰 수 있다.
- [0050] 다음으로, 제1 스테르브(250)는 중심 방사체(220, 230)의 일 끝단에서 서로 반대하는 두 방향으로 일정 길이만큼 연장 배치될 수 있다. 일실시예에 따른 제1 스테르브(250)는 중심 방사체(220, 230) 중에서 적어도 하나와 직교하는 방향으로 연장 배치될 수 있다.
- [0051] 다른 일실시예에 따른 제1 스테르브(250)는 일 방향으로 휘어지는 형태로 배치될 수 있다. 예를 들어, 제1 스테르브(250)는 중심점(240)으로부터 동일한 거리에 위치하도록 가상의 원주(circumference) 상에서 휘어지는 형태로 배치될 수 있다.
- [0052] 다음으로, 제2 스테르브(260)는 제1 스테르브(250)의 일 측면에서 상기 중심점(240)으로 향하는 방향으로 배치될 수 있다. 일례로, 제2 스테르브(260)는 제1 스테르브(250)의 끝 단에서 중심점(240)으로 향하는 방향으로 배치될 수 있다. 특히, 제2 스테르브(260)는 2개씩 인접하는 형태로 총 8개가 중심점(240)을 향하도록 배치될 수 있다.
- [0053] 이를 통해, 예루살렘 십자형 패치 안테나(200)는 소형화된 단위구조를 통해 출력 위상을 보다 연속적으로 형성하고, 다층 배열을 통한 투과 표면의 투과특성을 개선할 수 있다.
- [0054] 도 2에서 보는 바와 같이, 중심 방사체(220, 230)는 길이가 $2R$ 이고, 중심 방사체(220, 230) 중에서 어느 하나와 제2 스테르브(240)가 이루는 최소 각은 α 로 표현될 수 있다. 또한, 제2 스테르브(260)의 길이는 L 로 표현될 수 있다.
- [0055] 결국, 본 발명에 따른 십자형 패치 안테나(200)는 투과 배열 안테나의 형태로서, 원형편과 동작, 높은 투과도, 360도의 전체 위상 변화가 가능한 단위 구조의 설계이다. 이러한 구조는, 종래 안테나의 효율 개선이 가능하며, 높은 투과특성과 360도의 위상 변화가 가능한 소형 단위 구조가 가능하다.
- [0056] 일실시예에 따른 십자형 패치 안테나(200)는 제2 스테르브(240)의 길이에 기초하여 투과성 표면의 각 투과계수의 위상 변화가 조절될 수 있다.
- [0057] 이는 이하 도 3을 통해 보다 구체적으로 설명한다.
- [0058] 도 3은 도 2의 단층 구조의 패치 안테나에 대한 등가회로(300)이다.

- [0059] 본 발명에서 제안하는 구조의 기본이 되는 형태의 기존 예루살렘 십자형 패치 안테나는 두 개의 대역차단 필터 특성 사이에 대역 통과 필터 응답을 갖는 wire mesh model의 수정된 버전에서 출발한다.
- [0060] 도 3의 등가회로(300)는 본 발명에서 제안하는 구조의 십자형 패치 안테나에 대한 것이다.
- [0061] 본 발명에서 제안하는 패치 요소는 기존의 예루살렘 십자 형상을 원형으로 변환하여 원형편과 동작 특성을 개선 하였으며, 도 2와 같이 8개의 엔드 로딩(end-loading) 형태의 제2 스테르브를 사용하여 크기를 소형화할 수 있다.
- [0062] 단층 유닛 셀의 특성은 등가회로(300)의 모델로 분석 할 수 있다.
- [0063] 먼저, 도 3의 등가회로(300) 모델을 사용하여 단위 셀의 특성을 직관적으로 이해할 수 있다. 커패시턴스 C1는 인접 교차점의 강한 결합에서 발생하고, 인덕턴스 L1는 R의 교차점 직선 부에서 발생할 수 있으며, 커패시턴스 C3 및 인덕턴스 L3은 각 수직 종단 캡에 의해 발행할 수 있다. 또한, L1C1과 L3C3의 직렬 공진회로는 f1에서의 낮은 공진과 f3에서의 높은 공진을 예측하는데 사용되고 C2는 주로 전송 대역 주파수 f2를 결정할 수 있다.
- [0064] 도 2를 참고하여 설명하면, 본 발명은 가상의 원주 모양의 끝 부분에서 중심점을 향하는 제2 스테르브가 인접한 제2 스테르브와 구조적으로 매우 가깝게 설계 되는데 이를 통해 크기의 소형화가 가능하다.
- [0065] 보다 구체적으로, 도 2에서 길이 L로 표시된 제2 스테르브는 인접한 제2 스테르브와 강한 커패시턴스가 생길 수 있고, 이는 도 3에서 C₂로 표현된다.
- [0066] 또한, 발생된 커패시턴스 C₂에 제1, 제2 스테르브 자체의 인덕턴스가 더해져 L3의 크기를 증가시킬 수 있다.
- [0067] 이렇게, 증가된 커패시턴스와 인덕턴스에 의해 구조의 소형화가 가능하다.
- [0068] 단층 단위 셀은 도 2에서 특정 L, R, w, p 및 α 값으로 설계될 수 있다. 또한, L1, C1, C2, L3, C3의 값은 수정 된 금속 예루살렘 십자가 패치와 관련되며, 회로의 전체 어드미턴스는 아래 [수학식 1]에 의한 방정식을 통해 산출될 수 있다.
- [0070] [수학식 1]
- $$Y_p = \frac{1}{j\omega L_1 + \frac{1}{j\omega C_1}} + \frac{1}{j\omega C_2} + \frac{1}{j\omega L_3 + \frac{1}{j\omega C_3}}$$
- [0071]
- [0073] 수학식 1에서 Y_p는 전반적인 어드미턴스이며, S-파라미터는 [수학식 2]와 같이 표현 될 수 있다.
- [0075] [수학식 2]
- $$S_{21} = S_{12} = \frac{2Y_0}{2Y_o + Y_p}$$
- [0076]
- [0078] 따라서, 중심 방사체, 상기 제1 스테르브, 및 상기 제2 스테르브 중에서 적어도 하나의 모양이나 상대적인 위치는 등가 모델에서 산출되는 전체의 어드미턴스에 기초하여 결정될 수 있다. 또한, 전체의 어드미턴스는 상기 등가 모델로부터 측정되는 전파(Full Wave) 시뮬레이터의 S-파라미터 시뮬레이션 결과에 따라 최적화하여 결정될 수 있다.
- [0079] 즉, L1, C1, C2, L3 및 C3의 예측 된 값은 전파(Full Wave) 시뮬레이터의 S-파라미터 시뮬레이션 결과에 따라 최적화하여 결정될 수 있다.
- [0080] 한편, 단층 설계로는 360도의 전체 위상 변화 범위를 얻을 수 없으므로 4층으로 설계하여 위상 범위를 확장할 수 있다.
- [0081] 도 4는 도 2의 단층 구조를 4층으로 누적하여 설계한 구조와 등가회로이다.
- [0082] 단층 구조를 4층으로 누적하여 설계하면, 높은 투과율을 갖으며 360도의 위상 변화를 줄 수 있다. 본 발명에서 제안된 구조를 사용하여 투과 배열 안테나를 설계하면 높은 투과도와 위상 변화 범위로 인해 반사손실을 줄이고 원하는 출력 위상을 얻을 수 있다. 또한 소형화된 단위구조를 사용하면 출력 위상을 보다 연속적으로 형성 할 수 있어 투과 배열 안테나의 효율이 개선된다.

[0083] 단층 구조의 패치 안테나(410)는 z축을 향하여 h의 높이로 복수 개의 레이어 형태로 배열될 수 있다. 이때, 각 레이어는 일정한 간격(h)으로 배열될 수 있다. 이렇게 배열된 패치 안테나들은 -1 dB 전송을 위한 360도 전송 위상 범위 전체를 커버할 수 있다. 일례로, 일정한 간격(h)은 각 단층 구조의 패치 안테나(410)의 파장과 연관될 수 있다. 예를 들어, 4개가 수평으로 배열된 레이어는 1/4파장 거리를 이격하여 z축 방향으로 배열될 수 있다.

[0084] 즉, 4층 구조는 1/4파장의 거리를 두고 z축 방향으로 배치함으로써 설계가 가능하다. 도 4는 설계된 4층 구조와 그 등가회로를 나타내며, 이때 패치는 4 개의 동일한 3.175 mm 두께의 유전체 기판(Taconic TLY-5, $\epsilon_r = 2.2$, $\tan \delta = 0.0009$)에 설계될 수 있다.

[0085] 각 층에 설계된 단위 구조는 0.25 파장의 소형화된 크기를 갖는다. 4층 구조는 단층 단위 구조의 등가회로를 이용하여 다음의 [수학식 3]과 같이 ABCD 파라미터를 이용하여 해석 할 수 있다.

[0087] [수학식 3]

$$\begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ Y_p & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos(\beta h) & jZ_0 \sin(\beta h) \\ \frac{jZ_0 \sin(\beta h)}{Z_0} & \cos(\beta h) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ Y_p & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos(\beta h) & jZ_0 \sin(\beta h) \\ \frac{jZ_0 \sin(\beta h)}{Z_0} & \cos(\beta h) \end{pmatrix} \\ \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ Y_p & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos(\beta h) & jZ_0 \sin(\beta h) \\ \frac{jZ_0 \sin(\beta h)}{Z_0} & \cos(\beta h) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ Y_p & 1 \end{pmatrix}.$$

[0088]

[0090] 한편, 단일 층의 ABCD는 등가 회로 모델로부터 얻어진다. 전송 계수는 다음의 [수학식 4]로부터 얻을 수 있다.

[0092] [수학식 4]

$$\begin{pmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{B/Z_0 - CZ_0}{2A + B/Z_0 + CZ_0} & \frac{2}{2A + B/Z_0 + CZ_0} \\ \frac{2}{2A + B/Z_0 + CZ_0} & \frac{B/Z_0 - CZ_0}{2A + B/Z_0 + CZ_0} \end{pmatrix}$$

[0093]

[0095] 도 5는 제안하는 4층 구조의 주파수에 따른 투과계수 특성의 그래프(500)를 나타낸다.

[0096] 도 5는 4층 유닛 셀의 투과 계수의 크기 및 위상을 주파수의 함수로써 보여준다. 도 5에 표현된 4 층 메타 표면은 5.3GHz ~ 7.8GHz의 주파수 범위에서 -1dB 투과 특성과 360° 위상 변화가 가능하다.

[0097] 도 6a 및 6b는 본 발명에서 제안하는 4층 구조의 구조(L)의 변화에 따른 투과계수 특성을 나타낸다.

[0098] 보다 구체적으로, 도 6a는 4층 구조에 대한 주파수 대비 위상을 나타내는 그래프(610)를 나타낸다. 그래프(610)에서는 전파 시뮬레이션(Full Wave Simulation)의 결과값, 등가 회로 모델링(equivalent circuit modeling)의 결과값, 회수 접촉(retrieval approach)의 결과값을 표현한다.

[0099] 한편, 도 6b는 제2 스테르브의 길이 별 4 층 단위 구조의 전송 위상과 $|S_{21}|^2$ 의 관계에 대한 그래프(620)를 나타낸다.

[0100] 그래프(620)에서 보는 바와 같이, 제2 스테르브의 길이가 1.25mm, 5.25mm의 주변에서 전송 위상이 급변하는 것을 확인할 수 있다.

[0101] 도 5 내지 도 6b에서 보는 바와 같이, 1/4파장 거리를 이격하여 z축 방향으로 배열되는 소형 예루살렘 십자형 패치 안테나는 형성되는 단위셀의 투과성 메타 표면으로 입사된 원 편광파에 의해 동작할 수 있다.

[0102] 또한, 상기 중심 방사체, 상기 제1 스테르브, 및 상기 제2 스테르브 중에서 적어도 하나의 모양이나 상대적인 위치는 등가 모델에서 산출되는 전체의 어드미턴스에 기초하여 결정될 수 있다. 또한, 상기 전체의 어드미턴스는 상기 등가 모델로부터 측정되는 전파(Full Wave) 시뮬레이터의 S-파라미터 시뮬레이션 결과에 따라 최적화하여 결정될 수 있다.

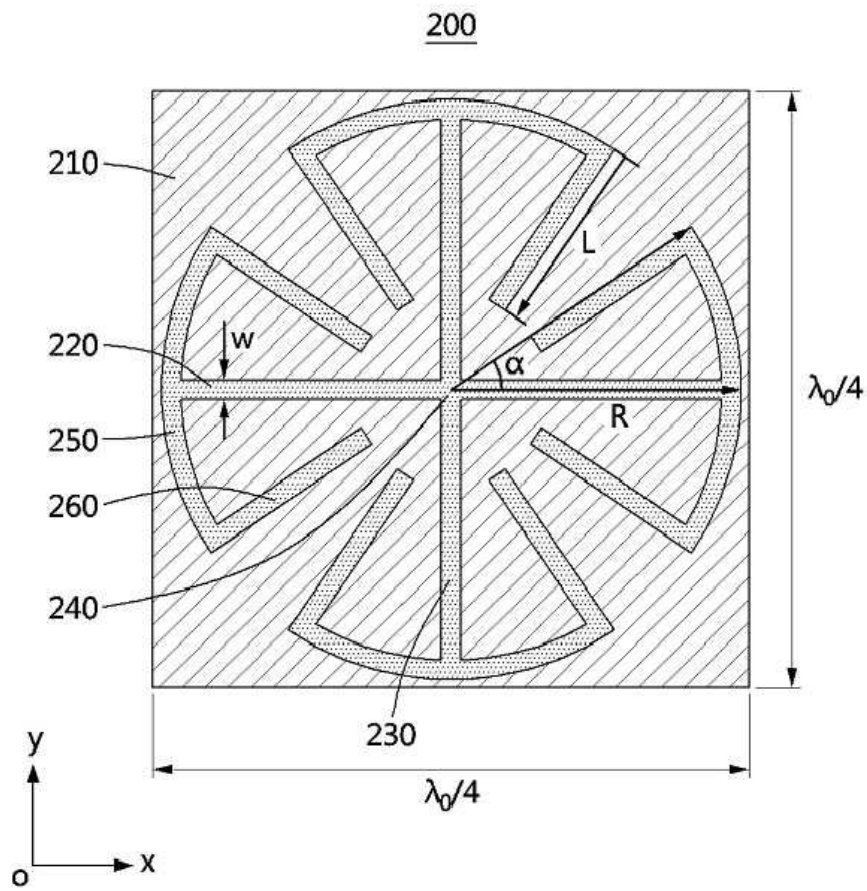
[0103] 도 7은 일실시예에 따른 개선된 소형 예루살렘 십자형 패치 안테나의 제조 방법을 설명하는 도면이다.

[0104] 일실시예에 따른 개선된 소형 예루살렘 십자형 패치 안테나의 제조 방법은 먼저, 서로 다른 두 개의 중심 방사

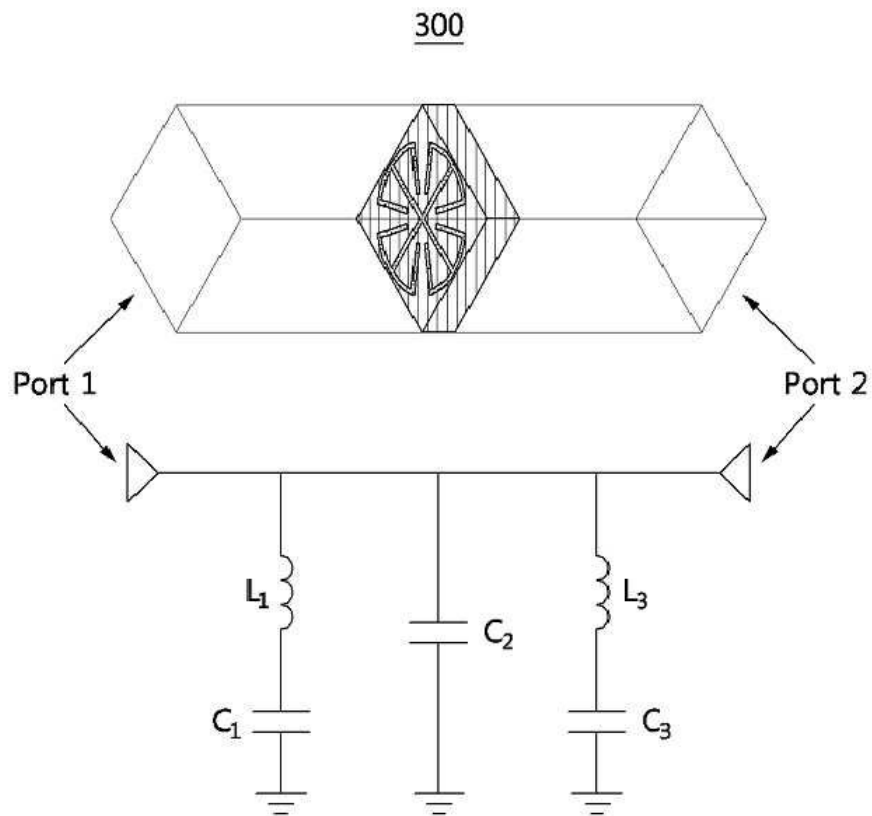
체를 기판 상에 배치할 수 있다(단계 710).

- [0105] 예를 들면, 서로 다른 두 개의 중심 방사체는 일정 폭을 갖는 직선의 형태로 구현될 수 있다. 또한, 서로 다른 두 개의 중심 방사체는 중심점에서 서로 직교하는 형태로 교차 배치될 수 있다.
- [0106] 다음으로, 일실시예에 따른 개선된 소형 예루살렘 십자형 패치 안테나의 제조 방법은 중심 방사체의 끝 단에서 일정 길이만큼 연장 되도록 제1 스테르브를 배치할 수 있다(단계 720).
- [0107] 구체적으로, 일실시예에 따른 개선된 소형 예루살렘 십자형 패치 안테나의 제조 방법은 중심 방사체의 일 끝단에서 서로 반대하는 두 방향으로 일정 길이만큼 연장 되도록 제1 스테르브를 배치할 수 있다. 이때, 제1 스테르브는 중심점으로부터 동일한 거리에 위치하도록 원주(circumference)의 형태로 휘어서 배치될 수 있다.
- [0108] 일실시예에 따른 개선된 소형 예루살렘 십자형 패치 안테나의 제조 방법은 제1 스테르브의 일 측면에서 중심점으로 향하는 방향으로 연장 되도록 제2 스테르브를 배치할 수 있다(단계 730). 특히, 제1 스테르브의 끝단에서 시작하여 제2 스테르브를 연장 배치할 수 있다.
- [0109] 결국 본 발명을 이용하면, 효율을 개선하기 위해 투과 표면에 배열되는 단위구조의 설계를 통해 투과 배열 안테나를 설계할 수 있고, 패치의 형태를 원형으로 변경하여 원형편파 동작 특성을 개선할 수 있다.
- [0110] 또한, 높은 투과도와 위상 변화 범위로 인해 반사손실을 줄이고 원하는 출력 위상을 얻을 수 있고, 소형화된 단위구조를 통해 출력 위상을 보다 연속적으로 형성할 수 있다. 뿐만 아니라, 다층 배열을 통한 투과 표면의 투과특성을 개선할 수 있다.
- [0112] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [0113] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

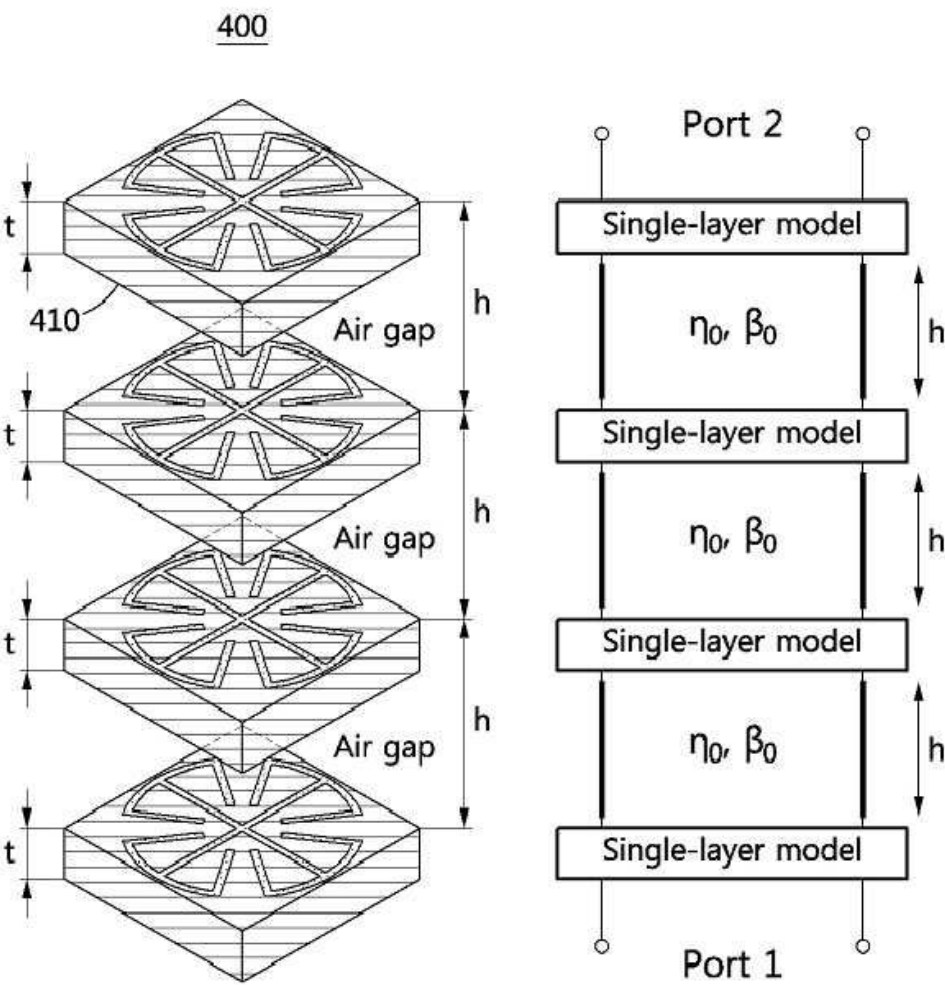
도면2



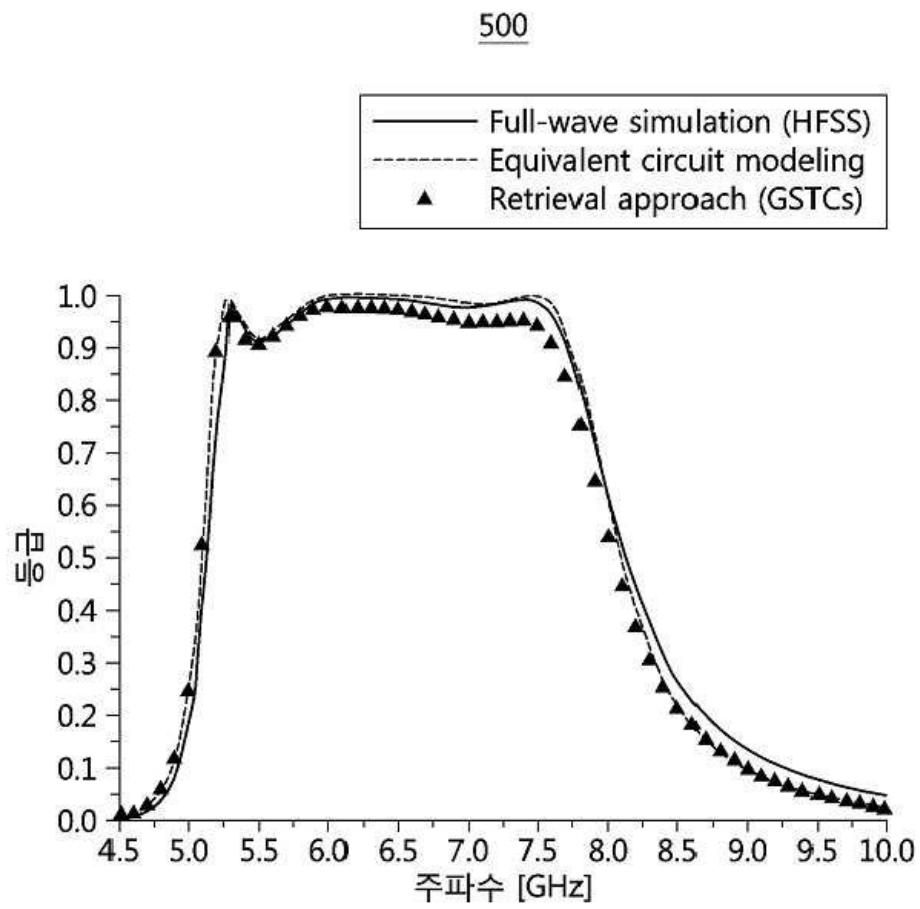
도면3



도면4

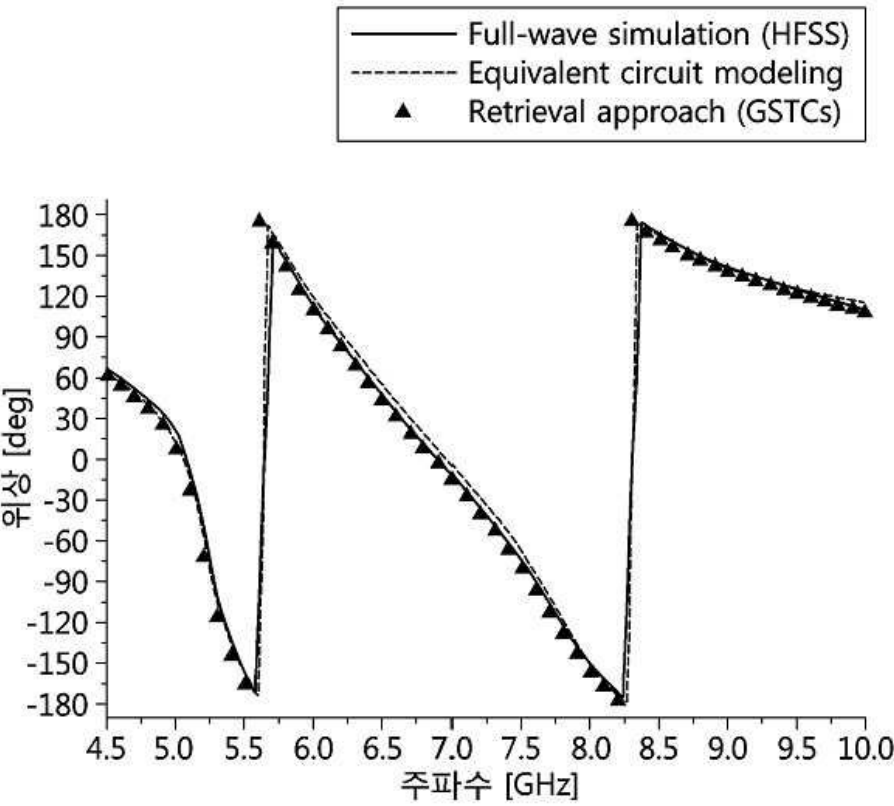


도면5

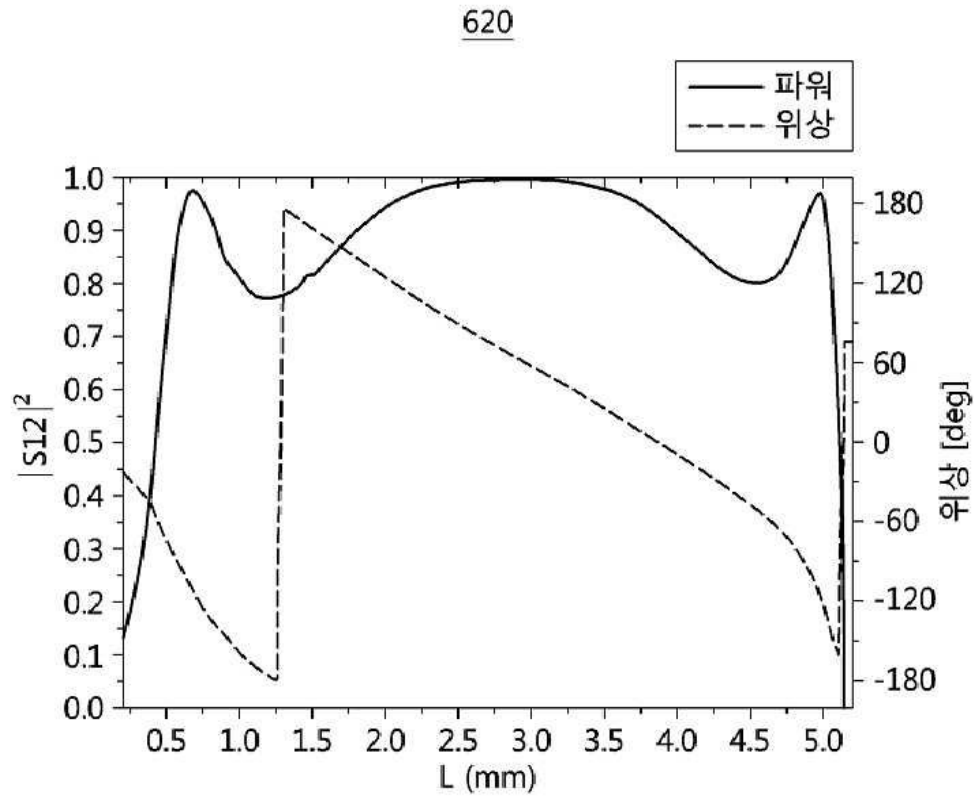


도면6a

610



도면6b



도면7

