



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0096588
(43) 공개일자 2022년07월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01Q 9/04 (2018.01) H01Q 1/24 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01Q 9/0407 (2013.01)
H01Q 1/243 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0189168
(22) 출원일자 2020년12월31일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
나준희
세종특별자치시 마은안1로 125 53호
김도원
대전광역시 유성구 노은로426번길 15 송림마을6단지아파트 603-202
(74) 대리인
이은철, 김재문

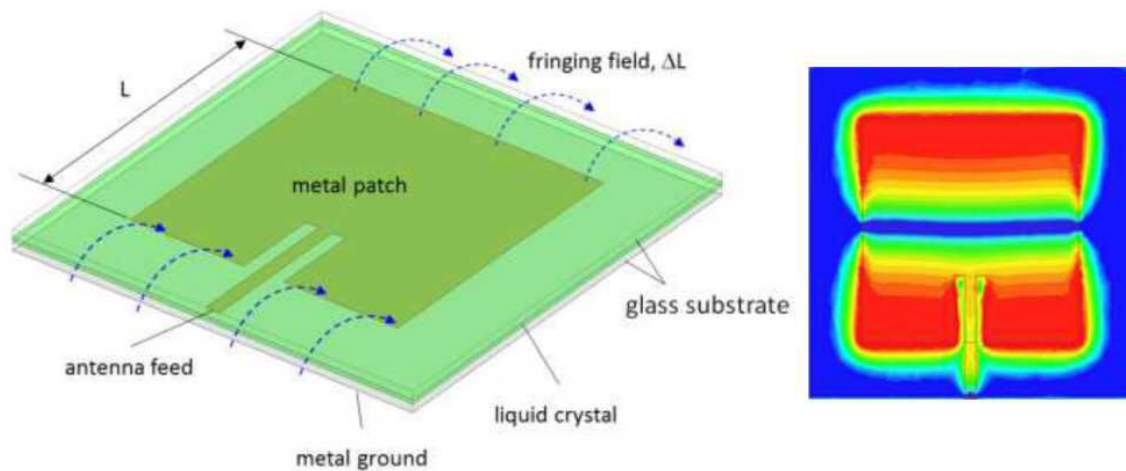
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 주파수 가변 액정형 평면 안테나 설계 시스템

(57) 요약

본 발명은 주파수 가변 액정형 평면 안테나 설계 시스템에 관한 것으로서, 액정의 유전율 이방성 특징을 활용한 주파수 가변용 패치 안테나의 설계를 위한 주파수 가변 액정형 평면 안테나 설계 시스템에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 주파수 가변 액정형 평면 안테나 설계 시스템에 의하면, 액정의 유전율 이방성 특징을 활용한 주파수 가변용 패치 안테나를 설계하여 고가의 액정을 최소량으로 사용하면서도 안테나의 주파수 변화율을 극대화시키는 효과가 있다. 또한, 동시에 액정의 배향력을 고려하여 패치 안테나의 방사특성을 추가적으로 향상시킬 수 있다. 응용분야에 따라 최적의 주파수 변화율과 안테나의 방사특성을 선택할 수 있도록 하는 효과가 있다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

패치 안테나 표면의 electric-field 분포를 고려하여, 주파수 변화량에 영향을 많이 미치는 액정의 위치 및 면적을 결정하는 액정소재 결정부;

기관 두께 측면에서도 액정 층의 두께가 주파수 변화율에 미치는 영향을 분석하는 분석부; 및

주파수 변화율을 극대화시킴과 동시에 안테나의 방사특성을 확보하기 위해 액정형 패치 안테나 설계 시 원하는 대역폭 및 주파수 변화율을 고려하여 배향막의 개수를 조절하여 설계하는 조절부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 주파수 가변 액정형 평면 안테나 설계 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 액정소재 결정부는 패치 안테나 표면의 electric-field 분포를 고려하여 액정소재를 안테나의 일부에만 적용하는 것을 특징으로 하는 주파수 가변 액정형 평면 안테나 설계 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 액정소재 결정부는 한층 이상의 액정층을 갖는 안테나 구조인 것을 특징으로 하는 주파수 가변 액정형 평면 안테나 설계 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 액정소재 결정부는 한층 이상의 전극층을 활용한 안테나 구조인 것을 특징으로 하는 주파수 가변 액정형 평면 안테나 설계 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 안테나 구조는 전극층의 모양이 수직, 수평, 매쉬 구조 형태를 갖는 안테나 구조인 것을 특징으로 하는 주파수 가변 액정형 평면 안테나 설계 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 주파수 가변 액정형 평면 안테나 설계 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 액정의 유전율 이방성 특성을 활용한 주파수 가변용 패치 안테나의 설계를 위한 주파수 가변 액정형 평면 안테나 설계 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 액정은 인가되는 전압에 의해 제어되는 액정분자의 분극이 움직임에 따라 유전율이 달라지는 특성을 가진다. 이러한 유전율 이방성을 가지는 액정을 초고주파 대역의 안테나 기관에 접목하여 주파수 가변용 안테나 및 빔 방향 조절용 어레이(array) 안테나 등에 대한 연구가 활발하다.

[0003] 종래, 공개특허 제10-2003-0095557호는 휴대용 단말기에 내장되는 안테나 구조를 개시하고 있다.

[0004] 최근 액정을 안테나의 기관으로 사용하여 주파수 가변용 패치 안테나를 설계하는 다양한 연구 결과들이 존재하

나, 액정 소재를 활용한 최적의 안테나 설계 기술에 대한 연구는 아직 부족한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 공개특허 제10-2003-0095557호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상술한 문제를 해결하고자 고안한 것으로, 액정의 유전율 이방성 특징을 활용한 주파수 가변용 패치 안테나의 설계를 위한 주파수 가변 액정형 평면 안테나 설계 시스템을 제공함에 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 측면에 따른 주파수 가변 액정형 평면 안테나 설계 시스템은 액정소재를 활용한 평면형 안테나 구조 및 이를 형성하는 기술로, 패치 안테나 표면의 electric-field 분포를 고려하여, 주파수 변화량에 영향을 많이 미치는 액정의 위치 및 면적을 결정하는 액정소재 결정부; 기관 두께 측면에서도 액정 층의 두께가 주파수 변화율에 미치는 영향을 분석하는 분석부; 및 주파수 변화율을 극대화시킴과 동시에 안테나의 방사특성을 확보하기 위해 액정형 패치 안테나 설계 시 원하는 대역폭 및 주파수 변화율을 고려하여 배향막의 개수를 조절하여 설계하는 조절부;를 포함한다.

[0008] 바람직하게 상기 액정소재 결정부는 패치 안테나 표면의 electric-field 분포를 고려하여 액정소재를 안테나의 일부에만 적용하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 바람직하게 상기 액정소재 결정부는 한층 이상의 액정층을 갖는 안테나 구조인 것을 특징으로 한다.

[0010] 바람직하게 상기 액정소재 결정부는 한층 이상의 전극층을 활용한 안테나 구조인 것을 특징으로 한다.

[0011] 더욱 바람직하게 상기 안테나 구조는 전극층의 모양이 수직, 수평, 매쉬 구조 형태를 갖는 안테나 구조인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 주파수 가변 액정형 평면 안테나 설계 시스템에 의하면, 액정의 유전율 이방성 특징을 활용한 주파수 가변용 패치 안테나를 설계하여 고가의 액정을 최소량으로 사용하면서도 안테나의 주파수 변화율을 극대화시키는 효과가 있다. 또한, 동시에 액정의 배향력을 고려하여 패치 안테나의 방사특성을 추가적으로 향상시킬 수 있다. 응용분야에 따라 최적의 주파수 변화율과 안테나의 방사특성을 선택할 수 있도록 하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 패치 안테나의 기본 구조 및 패치 표면에서의 electric-field 분포를 나타낸 도면이다.
 도 2는 전파 진행방향으로의 액정층 너비에 따른 주파수 변화율을 나타낸 도면이다.
 도 3은 전파진행과 수직인 방향으로의 액정 층 너비에 따른 주파수 변화율을 나타낸 도면이다.
 도 4는 전파진행방향으로의 액정층의 위치에 따른 주파수 변화율을 나타낸 도면이다.
 도 5는 전파진행과 수직인 방향으로의 액정층의 위치에 따른 주파수 변화율을 나타낸 도면이다.
 도 6은 액정층의 안테나 기관 내에서의 수직분포를 보여주는 도면이다.
 도 7은 액정 층의 기관 내 수직분포에 따른 주파수 변화율을 나타낸 도면이다.
 도 8은 배향력을 고려한 액정층 두께 증가 방법을 나타낸 도면이다.

도 9는 액정층 두께 증가에 따른 주파수 변화율 및 ??10dB대역폭을 나타낸 도면이다.

도 10은 액정층 추가 삽입시 효율적인 전압인가를 위한 바이어스 라인 형성방법을 나타낸 도면이다.

도 11은 배향막 기관에 바이어스 라인 추가시 안테나 return loss의 변화를 나타낸 도면이다.

도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 주파수 가변 액정형 평면 안테나 설계 시스템의 구성을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 본 발명의 실시예에서 제시되는 특정한 구조 내지 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예를 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있다. 또한, 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 아니 되며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경물, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0015] 한편, 본 발명에서 제1 및/또는 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소들과 구별하는 목적으로만, 예컨대 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 벗어나지 않는 범위 내에서, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.
- [0016] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명한다. 본 발명의 실시예를 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 설명을 생략하였다.
- [0017] 본 발명에서는 변환특성은 우수하며, 평면형 안테나 제작에 용이하지만, 상대적으로 안정성 측면에서 주의가 필요한 액정 소재를 활용하면서 주파수 가변용 안테나의 성능을 극대화시키기 위한 설계 방법을 제안한다.
- [0018] 1) 패치 안테나 표면의 electric-field 분포를 고려하여, 주파수 변화량에 영향을 많이 미치는 액정의 위치 및 면적을 결정하고, 2) 기관 두께 측면에서도 액정 층의 두께가 주파수 변화율에 미치는 영향을 분석하여, 3) 주파수 변화율을 극대화시키고 동시에 안테나의 방사특성을 확보하기 위한 아이디어를 제안한다.
- [0019] 이 기술을 활용하면, 최소량의 액정을 사용한 주파수 가변용 패치 안테나의 성능을 최적화하기 위한 설계 방법을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.
- [0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 주파수 가변 액정형 평면 안테나 설계 시스템을 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0021] 1. 패치 안테나 표면의 electric-field 분포를 파악하여 액정의 위치, 면적 등을 변화시키면서 주파수 변화율을 분석하는 시뮬레이션을 수행한다.
- [0022] 도1은 패치 안테나의 기본구조를 나타내며, 특히 방사특성에 민감하게 영향을 주는 부분은 전파의 진행방향 상에서 fringing-field를 발생시키는 양 끝단 부분이다. 따라서 패치 안테나 밑면에 액정층을 주입하되 각각 direction1과 direction2로 면적을 넓혀가면서 액정의 유전율 이방성에 의한 패치 안테나의 동작 주파수 변화율을 분석하고(도2), 전파 진행의 수직인 방향으로 액정층의 면적을 넓혀가며 주파수 변화율을 확인한다(도3).
- [0023] 도2 내지 도5에 해당하는 시뮬레이션 결과를 통해, 패치 안테나의 주파수 변화율에 영향을 주는 액정의 위치는 앞서 도1에서 확인한 바와 같이 강한 electric-field가 분포하는 전파 진행 방향상의 양 끝단 근처임을 확인할 수 있다.
- [0024] 즉, 패치 안테나 중심부의 약 $\lambda_e/4 \times \lambda_e/2$ 가량의 면적에는 액정층을 주입하지 않아도 주파수 변화율에 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.
- [0025] 2. 패치 안테나 기관 내부에 수직방향으로 액정층이 분포하는 비율(두께)에 따른 주파수 변화율을 시뮬레이션을 통해 분석한다.
- [0026] 기관 내부에 삽입된 액정 층의 두께는 a, 액정 층의 위??아래로 존재하는 기관의 두께는 b로 설정한다(도6).
- [0027] 액정 층의 두께(a)를 30 μm , 60 μm , 100 μm , 200 μm , 300 μm 로 변화시키고 동시에 위??아래 기관의 두께를 각각 1000 μm 까지 증가시키면서 주파수 변화율을 확인한다(도7).
- [0028] 예상한 것과 같이 액정 층의 두께가 증가할수록 패치 안테나의 주파수 변화율이 증가한다. 이 때 주파수 변화율은 액정층의 절대적인 두께가 얇다고 하더라도, 일반 기관의 두께와 비교하여 액정 층이 차지하는 두께의 비율

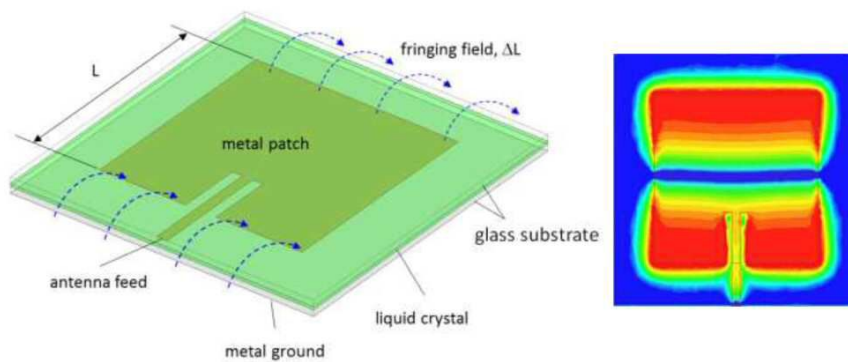
이 일정하면, 절댓값에 상관없이 동일한 주파수 변화율을 확보할 수 있음을 확인하였다.

- [0029] 3. 주파수 변화율을 극대화시킴과 동시에 안테나의 방사특성을 확보하기 위한 아이디어를 제안한다.
- [0030] 패치 안테나는 기관의 두께가 증가할수록 주파수 대역폭이 향상된다. 이 때 유전율 이방성을 갖게 하기 위한 배향력은 100 μ m 두께 이상에서는 급격히 약화되기 때문에, 실제 안테나 제작시 100 μ m 두께 이상의 액정 층은 사용이 불가하다.
- [0031] 수 GHz 대역에서 동작하는 패치 안테나는 보통 수백 μ m에 이르는 두께의 기관을 사용할 때 충분한 대역폭을 확보할 수 있다. 따라서 본 발명은 배향력을 유지하면서 안테나 기관의 두께를 증가시키기 위한 방법으로, 도8과 같이 100 μ m의 액정 층마다 배향막을 추가로 삽입하여 전체 기관의 두께를 향상시키는 방법을 제안한다. 이 경우, 도9에서 보는 것처럼 안테나 기관의 전체 두께가 증가하는 효과를 얻을 수 있으므로 패치안테나의 -10 dB 대역폭이 향상된다.
- [0032] 단, 앞서 분석한 바와 같이, 배향막으로 사용되는 기관이 추가로 삽입됨으로써 전체 기관의 두께 중 액정 층이 차지하는 두께 비율이 감소하기 때문에 안테나의 주파수 변화율이 감소하게 된다.
- [0033] 따라서 액정형 패치 안테나 설계 시 원하는 대역폭 및 주파수 변화율을 고려하여 배향막의 개수를 적절히 조절하여 설계할 수 있다.
- [0034] 또한, 배향 막을 추가로 삽입할 경우 전체 액정 층을 100 μ m 이상으로 두껍게 형성할 수 있다는 장점이 있으나, 단점으로는 유전율 이방성을 얻기 위해 요구되는 바이어스 전압 값이 증가하고 액정분자의 반응속도도 느려지게 된다. 이를 극복하기 위해 본 발명에서는 추가로 삽입하는 배향 막의 한 면, 혹은 양 면에 도10의 c와 같이 바이어스용 금속 패턴을 추가하는 아이디어를 제안한다. 이 때 중간층에 삽입된 바이어스용 금속 패턴이 패치 안테나의 성능에 또 다른 영향을 미치지 않는지 확인하기 위한 시뮬레이션을 수행한다. 도10의 a는 기본적인 패치 안테나, b는 전파 진행방향에 수직하게 바이어스 라인을 삽입한 경우, c는 전파 진행방향에 평행하게 바이어스 라인을 삽입한 경우이다. 전파의 진행방향에 수직인 바이어스 라인이 삽입된 경우에는 안테나의 주파수 특성이 달라지는 반면(도11 파란 곡선), 전파의 진행방향에 평행한 바이어스 라인을 삽입하면 안테나의 주파수 특성에 전혀 영향을 미치지 않음을 확인하였다(도11 붉은 곡선).
- [0035] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 주파수 가변 액정형 평면 안테나 설계 시스템의 구성을 나타낸 도면이다. 도 12에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 측면에 따른 주파수 가변 액정형 평면 안테나 설계 시스템(10)은 액정 소재를 활용한 평면형 안테나 구조 및 이를 형성하는 기술로, 패치 안테나 표면의 electric-field 분포를 고려하여, 주파수 변화량에 영향을 많이 미치는 액정의 위치 및 면적을 결정하는 액정소재 결정부(100)와, 기관 두께 측면에서도 액정 층의 두께가 주파수 변화율에 미치는 영향을 분석하는 분석부(200) 및 주파수 변화율을 극대화시킴과 동시에 안테나의 방사특성을 확보하기 위해 액정형 패치 안테나 설계 시 원하는 대역폭 및 주파수 변화율을 고려하여 배향막의 개수를 조절하여 설계하는 조절부(300)를 포함한다.
- [0036] 액정소재 결정부는 패치 안테나 표면의 electric-field 분포를 고려하여 액정소재를 안테나의 일부에만 적용한다. 또한, 액정소재 결정부는 한층 이상의 액정층을 갖는 안테나 구조이고, 한층 이상의 전극층을 활용한 안테나 구조이다.
- [0037] 이러한 안테나 구조는 전극층의 모양이 수직, 수평, 매쉬 구조 형태를 갖는 안테나 구조이다.
- [0038] 본 발명의 일 실시예에 따른 주파수 가변 액정형 평면 안테나 설계 시스템에 의하면, 액정의 유전율 이방성 특징을 활용한 주파수 가변용 패치 안테나를 설계하여 고가의 액정을 최소량으로 사용하면서도 안테나의 주파수 변화율을 극대화시키는 효과가 있다. 또한, 동시에 액정의 배향력을 고려하여 패치 안테나의 방사특성을 추가적으로 향상시킬 수 있다. 응용분야에 따라 최적의 주파수 변화율과 안테나의 방사특성을 선택할 수 있도록 하는 효과가 있다.
- [0039] 또한 본 발명은 패치 안테나의 표면에서의 액정 분포 방법 및 기관 두께 측면에서 액정 층의 형성 방법을 다양한 시뮬레이션을 통하여 분석함으로써 액정형 패치 안테나의 구체적인 설계 방법을 제공할 수 있다. 이 기술을 활용하면, 고가의 액정을 불필요하게 사용하지 않고, 최소량의 액정을 사용하면서 주파수 변화율을 극대화한 경제적이고 효율적인 주파수 가변용 패치 안테나를 제작할 수 있을 것으로 기대한다.
- [0040] 응용분야로는 차량 및 가정용 위성 통신 및 이동통신을 위한 평면안테나가 필요한 분야, 기존 접시형 안테나를 대체하여 평면형 안테나가 필요한 분야 등이 있다.

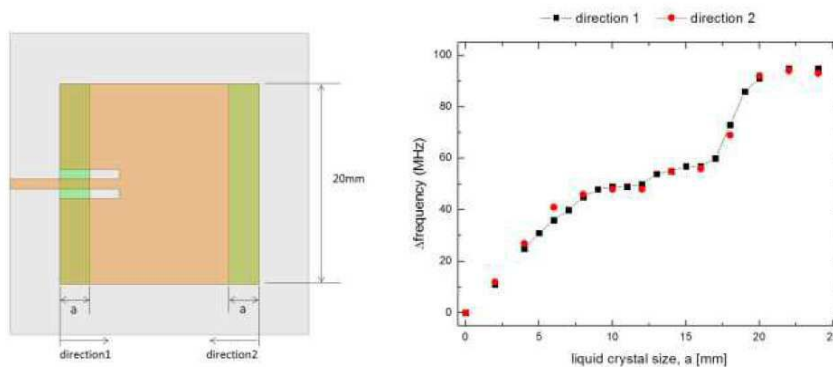
- [0041] 본 발명의 액정형 평면안테나를 활용할 경우 기존 접시형 안테나를 대체하거나, 상대적으로 범용성을 갖는 위성 안테나 개발이 가능하다. 컴팩한 디자인이 필요하거나, 이동이 용이한 안테나 분야에 활용성이 높고, 주파수 변환 및 빔포밍 변환이 가능한 평면형 안테나 제작이 가능하다.
- [0042] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 주파수 변화 및 빔포밍이 가능한 평면형 안테나 제작 가능하고, 기존 phase shift를 활용한 안테나 대비 1/10 이하 수준의 공정비용으로 우수한 변환특성을 갖는 안테나 제작 가능하다. 기존 안테나 대비 두께를 1/10, 1/100 수준으로 제작이 가능하여, 다양한 분야에 적용이 가능하다. 평면형 안테나 제작이 가능하여 자동차 및 가정용 범용 안테나로 제작이 가능하며, 투명 전극을 활용할 경우 창문 등에 적용이 가능한 투명 안테나 제작이 가능하다.
- [0043] 이상에서 설명한 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능함은 당업자에게 명백할 것이다.

도면

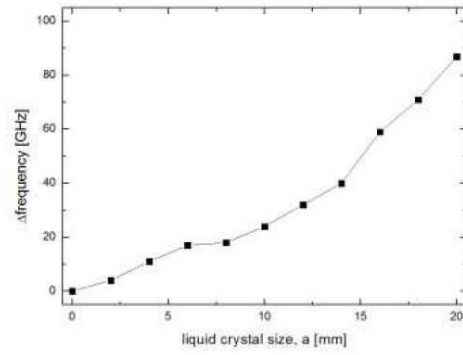
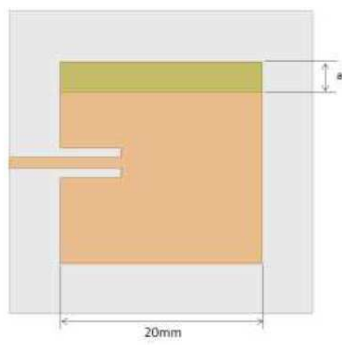
도면1



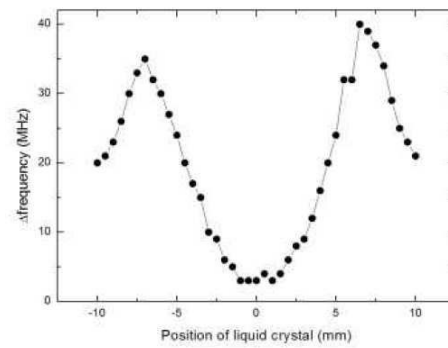
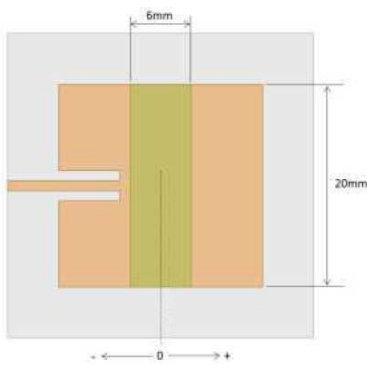
도면2



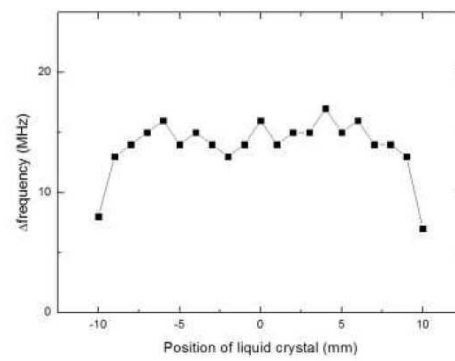
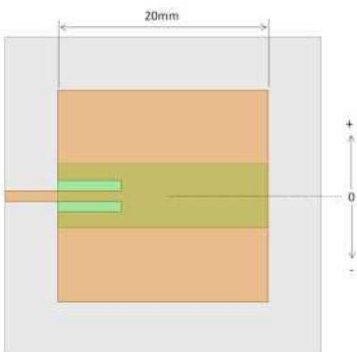
도면3



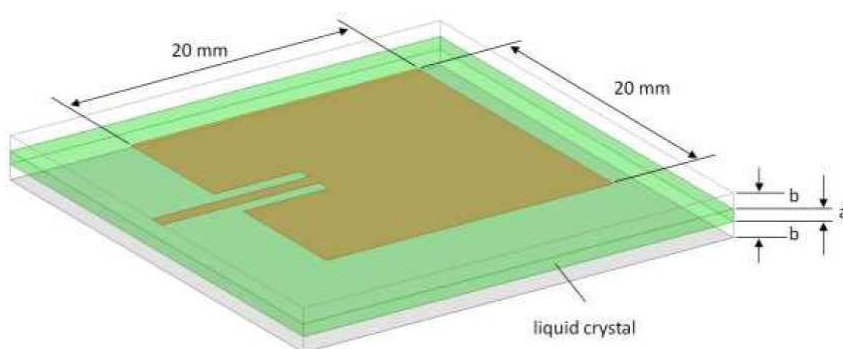
도면4



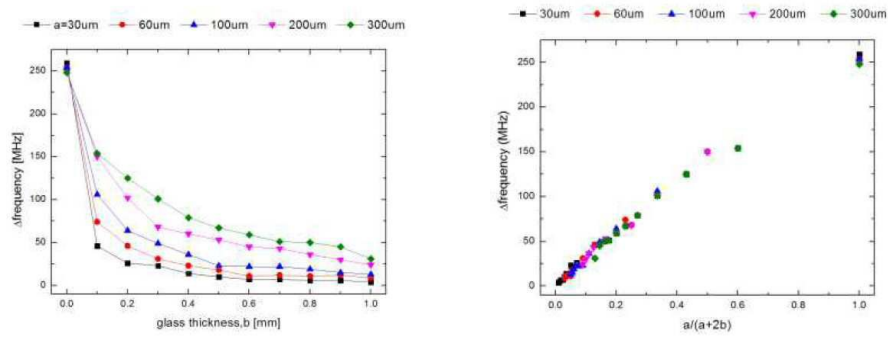
도면5



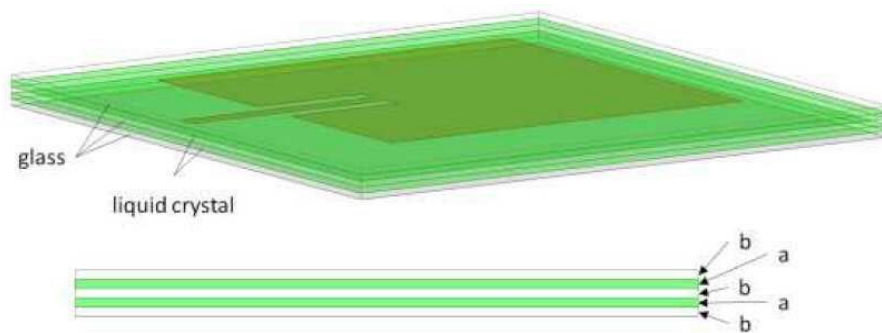
도면6



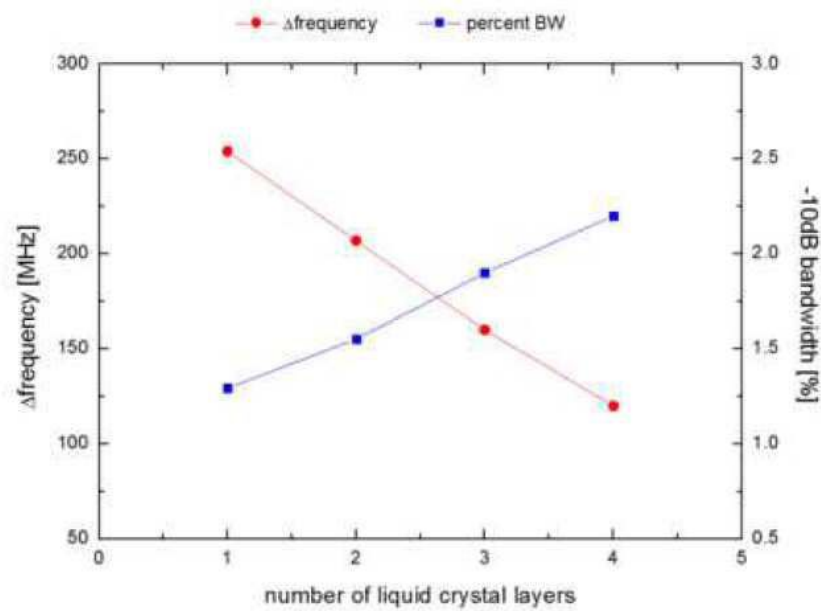
도면7



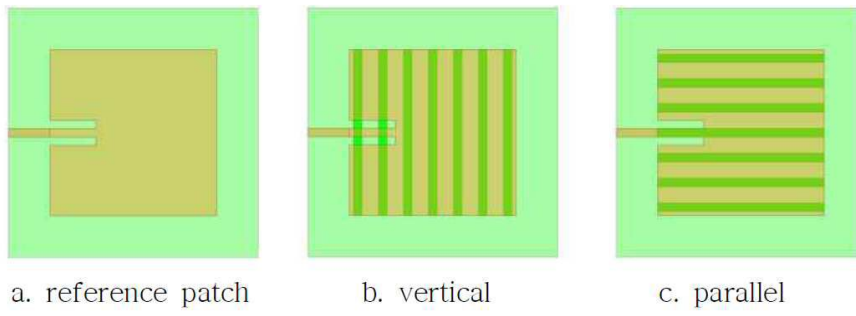
도면8



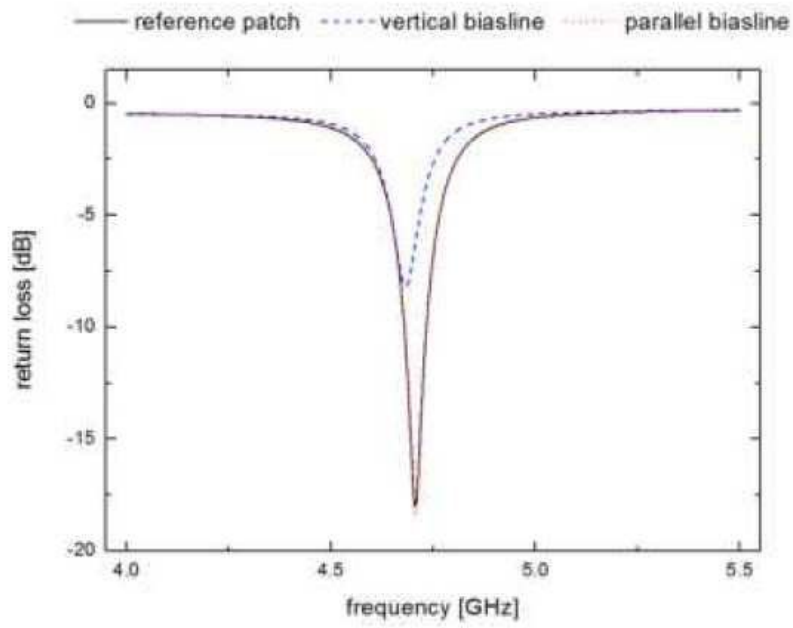
도면9



도면10



도면11



도면12

