

(52) CPC특허분류

H01Q 9/045 (2013.01)

H01Q 9/42 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

RF 신호를 급전 받아 방사하는 급전 방사체;

상기 급전 방사체와 임의의 거리로 이격되며 다수의 단위셀이 배열되는 셀 어레이를 포함하되,

상기 단위셀 중 적어도 일부에는 가변 리액티브 소자가 결합되며 상기 가변 리액티브 소자의 캐패시턴스 또는 인덕턴스를 조절하는 제어부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 반사형 셀 어레이 안테나.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 급전 방사체와 상기 셀 어레이 사이의 거리는 1.5λ 이하로 설정되는 것을 특징으로 하는 반사형 셀 어레이 안테나.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 가변 리액티브 소자는 버랙터 다이오드를 포함하며, 상기 제어부는 상기 버랙터 다이오드를 인가되는 전압을 조절하는 것을 특징으로 하는 반사형 셀 어레이 안테나.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 가변 리액티브 소자는 칩 캐패시터를 포함하는 것을 특징으로 하는 반사형 셀 어레이 안테나.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제어부는 상기 급전 방사체로부터 직접 방사되는 직접파와 상기 다수의 단위셀을 통해 반사되는 반사파들이 미리 정의된 특정 파면에서 보강 간섭이 이루어지도록 상기 다수의 단위셀의 반사 위상을 조절하는 것을 특징으로 하는 반사형 셀 어레이 안테나.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 셀 어레이의 (m,n) 에 위치한 단위셀들의 반사 위상은 다음의 수학적식과 같이 설정되는 것을 특징으로 하는 반사형 셀 어레이 안테나.

$$\begin{aligned}\phi_{AMC_{mn}} &= \phi_d + 2q\pi - \phi_{l_{mn}} - \phi_{r_{mn}} \\ &= \frac{2\pi f}{c}(l_{mn} + r_{mn} - d) + 2q\pi\end{aligned}$$

위 수식에서, f는 주파수, c는 전자파의 속도, l_{mn} 은 급전 방사체로부터 (m,n)에 위치한 단위셀까지의 거리, r_{mn} 은 (m,n)에 위치한 단위셀에서 상기 미리 정의된 특정 표면까지의 거리, d는 급전 방사체로부터 상기 미리 정의된 특정 표면까지의 거리, q는 임의의 정수를 의미함.

청구항 7

RF 신호를 급전 받아 방사하는 급전 방사체;

상기 급전 방사체와 임의의 거리로 이격되며 다수의 단위셀이 배열되는 셀 어레이를 포함하되,

상기 급전 방사체와 상기 셀 어레이 사이의 거리는 1.5λ 이하로 설정되며, 상기 다수의 단위셀 중 적어도 하나의 반사 위상을 조절하는 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 반사형 셀 어레이 안테나.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 반사 위상을 조절하는 수단은,

상기 다수의 단위셀 중 적어도 일부에 결합되는 가변 리액티브 소자 및 상기 가변 리액티브 소자의 캐패시턴스 또는 인덕턴스를 조절하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 반사형 셀 어레이 안테나.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 가변 리액티브 소자는 버랙터 다이오드를 포함하며, 상기 제어부는 상기 버랙터 다이오드로 인가되는 전압을 조절하는 것을 특징으로 하는 반사형 셀 어레이 안테나.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 제어부는 상기 급전 방사체로부터 직접 방사되는 직접파와 상기 다수의 단위셀을 통해 반사되는 반사파들이 미리 정의된 특정 표면에서 보강 간섭이 이루어지도록 상기 다수의 단위셀의 반사 위상을 조절하는 것을 특징으로 하는 반사형 셀 어레이 안테나.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 셀 어레이의 (m,n)에 위치한 단위셀들의 반사 위상은 다음의 수식과 같이 설정되는 것을 특징으로 하는 반사형 셀 어레이 안테나.

$$\begin{aligned}\phi_{AMC_{mn}} &= \phi_d + 2q\pi - \phi_{l_{mn}} - \phi_{r_{mn}} \\ &= \frac{2\pi f}{c}(l_{mn} + r_{mn} - d) + 2q\pi\end{aligned}$$

청구항 12

RF 신호를 급전 받아 방사하는 급전 방사체;

상기 급전 방사체와 임의의 거리로 이격되며 다수의 단위셀이 배열되는 셀 어레이를 포함하되,

상기 셀 어레이의 단위셀들 각각의 사이즈 및 형태는 상기 급전 방사체로부터 직접 방사되는 직접파와 상기 다수의 단위셀을 통해 반사되는 반사파들이 미리 정의된 특정 파면에서 보강 간섭이 이루어지는 반사 위상을 가지도록 설정되는 것을 특징으로 하는 반사형 셀 어레이 안테나.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 셀 어레이의 (m,n)에 위치한 단위셀들의 반사 위상은 다음의 수학적식과 같이 설정되는 것을 특징으로 하는 반사형 셀 어레이 안테나.

$$\begin{aligned}\phi_{AMC_{mn}} &= \phi_d + 2q\pi - \phi_{l_{mn}} - \phi_{r_{mn}} \\ &= \frac{2\pi f}{c}(l_{mn} + r_{mn} - d) + 2q\pi\end{aligned}$$

위 수학적식에서, f는 주파수, c는 전자파의 속도, l_{mn} 은 급전 방사체로부터 (m,n)에 위치한 단위셀까지의 거리, r_{mn} 은 (m,n)에 위치한 단위셀에서 상기 미리 정의된 특정 파면까지의 거리, d는 급전 방사체로부터 상기 미리 정의된 특정 파면까지의 거리, q는 임의의 정수를 의미함.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 반사형 셀 어레이 안테나에 관한 것으로서, 그 구조를 소형화하여 저주파 대역에서 사용 가능한 반사형 셀 어레이 안테나에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반사형 셀 어레이 안테나는 RF 신호를 방사하는 급전 방사체와 셀 어레이로 이루어지는 안테나로서 높은 이득과 단순한 구조적 특징으로 인해 많은 분야에서 사용되고 있다.

[0003] 한편, 차세대 이동통신 서비스에서는 더욱 빠른 속도로 다양한 종류의 데이터 서비스 제공이 요구되고 있으며, 이를 수용하기 위한 방법 중 하나로 6GHz 이하의 대역을 더욱 적극적으로 사용하여 서비스를 제공하는 방법이 요구되고 있다.

[0004] 반사형 셀 어레이 안테나는 다양한 장점이 있는 안테나이지만, 급전 방사체와 셀 어레이가 동작 주파수의 파장 길이의 10배 정도로 이격되어야 하며, 셀 어레이와 급전 방사체와의 이격 거리는 동작 주파수가 낮을수록 증가

하기에 낮은 주파수 대역에서는 소형화된 구조로 반사형 셀 어레이 안테나가 구현될 수 없는 문제점이 있었다.

[0005] 반사형 셀 어레이 안테나의 구조를 소형화하기 위해 접힌 구조의 어레이 안테나 등이 제시되기는 하였으나, 이러한 구조로 저주파 대역의 안테나 크기를 소형화하는 데에는 한계가 있었다.

[0006] 이러한 이유로 기존의 반사형 셀 어레이 안테나는 주로 10 ~ 20 GHz 이상의 높은 주파수에서만 사용되었으며, 낮은 주파수 대역에서는 사이즈 문제로 인해 사용되지 못하는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 6GHz 이하의 주파수 대역에서 사용 가능한 소형화된 구조의 반사형 셀 어레이 안테나를 제안한다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기와 같은 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 일 실시예에 따르면, RF 신호를 급전 받아 방사하는 급전 방사체; 상기 급전 방사체와 임의의 거리로 이격되며 다수의 단위셀이 배열되는 셀 어레이를 포함하되, 상기 단위셀 중 적어도 일부에는 가변 리액티브 소자가 결합되며 상기 가변 리액티브 소자의 캐패시턴스 또는 인덕턴스를 조절하는 제어부를 더 포함하는 반사형 셀 어레이 안테나가 제공된다

[0009] 상기 급전 방사체와 상기 셀 어레이 사이의 거리는 1.5λ 이하로 설정된다.

[0010] 상기 가변 리액티브 소자는 버랙터 다이오드를 포함하며, 상기 제어부는 상기 버랙터 다이오드를 인가되는 전압을 조절한다.

[0011] 상기 가변 리액티브 소자는 칩 캐패시터를 포함한다.

[0012] 상기 제어부는 상기 급전 방사체로부터 직접 방사되는 직접파와 상기 다수의 단위셀을 통해 반사되는 반사파들이 미리 정의된 특정 파면에서 보강 간섭이 이루어지도록 상기 다수의 단위셀의 반사 위상을 조절한다.

[0013] 상기 셀 어레이의 (m,n)에 위치한 단위셀들의 반사 위상은 다음의 수학적식과 같이 설정된다.

$$\begin{aligned}\phi_{AMC_{mn}} &= \phi_d + 2q\pi - \phi_{l_{mn}} - \phi_{r_{mn}} \\ &= \frac{2\pi f}{c}(l_{mn} + r_{mn} - d) + 2q\pi,\end{aligned}$$

[0014]

[0015] 위 수학적식에서, f는 주파수, c는 전자파의 속도, l_{mn} 은 급전 방사체로부터 (m,n)에 위치한 단위셀까지의 거리, r_{mn} 은 (m,n)에 위치한 단위셀에서 상기 미리 정의된 특정 파면까지의 거리, d는 급전 방사체로부터 상기 미리 정의된 특정 파면까지의 거리, q는 임의의 정수를 의미함.

[0016] 본 발명의 다른 측면에 따르면, RF 신호를 급전 받아 방사하는 급전 방사체; 상기 급전 방사체와 임의의 거리로 이격되며 다수의 단위셀이 배열되는 셀 어레이를 포함하되, 상기 급전 방사체와 상기 셀 어레이 사이의 거리는 1.5λ 이하로 설정되며, 상기 다수의 단위셀 중 적어도 하나의 반사 위상을 조절하는 수단을 더 포함하는 반사형 셀 어레이 안테나가 제공된다.

발명의 효과

[0017] 본 발명의 실시예들에 따르면, 6GHz 이하의 주파수 대역에서 사용 가능하도록 소형화된 구조의 반사형 셀 어레이

이 안테나가 설계될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 반사형 셀 어레이 안테나의 구조를 도시한 개념도.
- 도 2 및 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 반사형 셀 어레이 안테나의 급전 방사체의 구조를 도시한 도면.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 반사형 셀 어레이 안테나의 동작 구조를 도시한 도면.
- 도 5는 기존의 반사형 셀 어레이 안테나에서의 해석 방법을 설명하기 위한 도면.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 반사형 셀 어레이 안테나에서 셀 어레이의 구조를 도시한 도면.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 반사형 셀 어레이 안테나에서 가변 용량성 소자의 결합 구조를 도시한 일례.
- 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 반사형 셀 어레이 안테나에서 가변 용량성 소자의 결합 구조를 도시한 일례.
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 반사 위상 조절 방법을 설명하기 위한 개념도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명을 설명하기로 한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 따라서 여기에서 설명하는 실시예로 한정되는 것은 아니다.
- [0020] 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0021] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 부재를 사이에 두고 "간접적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다.
- [0022] 또한 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 구비할 수 있다는 것을 의미한다.
- [0023] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 반사형 셀 어레이 안테나의 구조를 도시한 개념도이다.
- [0025] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 반사형 셀 어레이 안테나는 급전 방사체(10), 셀 어레이(20), 기판(30) 및 제어부(40)를 포함한다.
- [0026] 급전 방사체(10)는 급전 신호를 제공받아 RF 신호를 외부에 방사하거나 외부로부터 RF 신호를 수신하는 기능을 한다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 급전 방사체(10)는 전 방향성의 방사 패턴을 가지는 방사체가 사용될 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0027] 일례로, 다이폴 방사체, 모노폴 방사체와 같은 방사체가 급전 방사체(10)로 사용될 수 있을 것이다.
- [0028] 급전 방사체(10)가 방사하는 신호의 일부는 셀 어레이(20)로 향하게 되고, 셀 어레이(20)로 향한 신호는 셀 어레이(20)에서 반사된다. 따라서, 급전 방사체(10)에서 방사되는 신호는 직접 방사되는 직접파와 셀 어레이(20)로부터 반사되는 파로 구분될 수 있다.
- [0029] 급전 방사체(10)의 하부에는 셀 어레이(20)가 구비되며, 셀 어레이(20)는 기판(30)상에 형성된다. 셀 어레이(20)는 금속 재질의 다수의 단위 셀이 배열된 구조를 의미한다. 셀 어레이(20)를 구성하는 단위 셀들의 배열 구조는 다양하게 설정될 수 있으며, 배열 구조는 요구되는 방사 특성에 기초하여 정해질 수 있을 것이다. 단위 셀은 접지 및 급전과 연결되지 않는 무급전 상태일 수 있다.
- [0030] 일례로, 배열 구조는 다수의 단위 셀이 주기적으로 배열된 구조일 수도 있으며, 다수의 단위 셀이 비주기적으로 배열된 구조일 수도 있을 것이다. 단위 셀의 배열 구조뿐만 아니라 단위 셀의 형태 역시 전체적인 방사 패턴에 영향을 미칠 수 있는데, 단위 셀의 형태는 별도의 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

- [0031] 셀 어레이(20)는 기관(30)상에 형성되며, 기관(30)은 유전체 재질로 이루어진다.
- [0032] 한편, 도시되어 있지는 않으나, 기관(30)의 하부에는 접지와 전기적으로 연결되는 접지면이 결합될 수 있다.
- [0033] 급전 방사체(10)와 셀 어레이(20)는 임의의 거리만큼 이격되며, 종래 기술에서 설명한 바와 같이 일반적인 반사형 셀 어레이 안테나는 동작 주파수의 파장 길이의 약 10배 정도의 거리만큼 이격된다.
- [0034] 이와 같이 파장 길이의 10배 정도로 급전 방사체(10)를 이격시키는 것은 셀 어레이(20)에서의 반사되는 파에 대해 원거리장(Far Field)에 기초하여 해석하기 때문이다.
- [0035] 근거리장(Near Field)에 기초하여 반사되는 파를 해석하게 될 경우 그 해석이 매우 복잡해지며 이로 인해 근거리장에 기초한 셀 어레이의 구조를 설계하기 매우 어려운 문제점이 있었다.
- [0036] 따라서, 종래의 반사형 셀 어레이 안테나는 급전 방사체(10)와 셀 어레이(20) 사이의 이격 거리로 인해 큰 사이즈를 가질 수 밖에 없었으며, 파장 길이가 큰 저주파 대역에서는 사실상 사용되기 어려운 문제점이 있었다.
- [0037] 본 발명에서는 근거리장에 의해 셀 어레이 구조를 해석하지 않으면서 급전 방사체(10)와 셀 어레이(20)의 거리를 줄일 수 있는 구조의 반사형 셀 어레이를 제안한다.
- [0038] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 급전 방사체(10)와 셀 어레이(20) 사이의 이격 거리는 1.5λ 이하의 거리로 설정된다. 여기서, λ 는 안테나의 동작 주파수에 상응하는 파장 길이를 의미한다. 본 발명에서는 이와 같이 셀 어레이(20)와 급전 방사체(10) 사이의 거리를 현저히 줄인 상태에서 적절한 이득이 나올 수 있는 셀 어레이(20) 및 제어부(40)를 제안한다.
- [0039] 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 제어부(40)는 셀 어레이에서 반사되는 반사파의 반사 위상을 조절하기 위한 제어 동작을 수행한다. 제어부(40)에서 이루어지는 상세한 제어 동작은 별도의 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0040] 도 2 및 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 반사형 셀 어레이 안테나의 급전 방사체의 구조를 도시한 도면으로서, 도 2는 기관을 중심으로 급전 방사체의 상부면을 도시한 도면이고, 도 3은 기관을 중심으로 급전 방사체의 하부면을 도시한 도면이다.
- [0041] 도 2 및 도 3을 참조하면, 기관(200)의 상부에는 RF 신호의 방사를 수행하는 방사체(210)가 형성되며, 기관(200)의 하부에는 방사체(210)에 급전 신호를 제공하기 위한 급전 구조체(220)가 형성된다.
- [0042] 도 2를 참조하면, 방사체(210)는 제1 엘리먼트(211) 및 제2 엘리먼트(212)를 포함하는 다이폴 방사체이다. 물론, 다이폴 방사체는 본 발명의 급전 방사체의 일례에 불과하며 다양한 종류의 방사체가 사용될 수 있을 것이다. 다이폴 방사체는 전방향성의 방사 패턴을 가진다.
- [0043] 다이폴 방사체의 제1 엘리먼트(211)는 급전 신호를 제공받으며, 제2 엘리먼트(212)는 접지와 전기적으로 연결된다. 제1 엘리먼트(211)는 급전 구조체(220)와 연결되어 급전 신호를 제공받는다.
- [0044] 일례로, 제1 엘리먼트(211)는 급전 구조체(220)와 비아홀을 통해 연결되어 급전 신호를 제공받을 수 있다.
- [0045] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 반사형 셀 어레이 안테나의 동작 구조를 도시한 도면이다.
- [0046] 도 4를 참조하면, 급전 방사체(10)로부터 방사되는 방사 신호는 외부로 직접 방사되는 직접파(131)를 포함한다. 또한, 방사 신호는 셀 어레이(20)로부터 반사되는 반사파(130)를 포함한다.
- [0047] 결국, 반사형 셀 어레이 안테나는 직접파(131)와 반사파(130)가 함께 방사 신호를 구성하게 되며, 직접파(131)와 반사파(130)가 어떻게 중첩되는지에 따라 전체적인 방사 패턴이 결정되는 것이다.
- [0048] 반사파(130)의 빔 방향 및 위상은 셀 어레이(20)의 구조에 따라 달라지며, 본 발명에서는 제어부(40)를 통해 반사파(130)의 반사 위상을 조절하여 급전 방사체(10)와 셀 어레이(20)이 간격이 근접할 경우에도 적절한 이득이 확보될 수 있는 반사형 셀 어레이 안테나를 제공한다.
- [0049] 도 5는 기존의 반사형 셀 어레이 안테나에서의 해석 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0050] 도 5를 참조하면, 급전 방사체(10)와 셀 어레이를 구성하는 단위 셀간의 관계는 원거리장에 기초하여 해석되며 안테나의 가역적 특성을 이용하여 TE 모드 또는 TM 모드의 원거리 영역에서 입사파를 해석하게 된다.

- [0051] 이와 같은 해석 방식에 의해 셀 어레이가 설계되기 때문에 기존의 반사형 셀 어레이 안테나에서의 셀 어레이는 대부분 주기적 구조를 가지고 셀 어레이의 형태 역시 균일한 구조를 가지는 것이 일반적이었다.
- [0052] 그러나, 주기적이고 균일한 구조의 셀 어레이로는 급전 방사체(10)가 한 파장 이내로 인접하여 위치할 경우 적절한 이득의 방사 패턴을 확보할 수 없는 문제점이 있었다.
- [0053] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 반사형 셀 어레이 안테나에서 셀 어레이의 구조를 도시한 도면이다.
- [0054] 도 6을 참조하면, 다수의 단위 셀이 기판(30)상에 배열되며, 단위 셀(600, 601, 602)은 다양한 형태를 가지고 있다. 단위 셀(600, 601, 602)이 다양한 형태를 가지므로 단위 셀의 배열 구조는 비주기적이다.
- [0055] 급전 방사체(10)는 기판(30)상에 배열된 다양한 형태의 단위 셀(600, 601, 602)에 RF 신호를 방사한다. 이때, 급전 방사체(10)는 원하는 빔 방향에 상응하는 각도로 신호를 방사하며, 앞서 설명한 바와 같이 직접 방사되는 직접파와 단위 셀들로부터 반사되는 반사파가 함께 방사 신호를 형성하게 된다.
- [0056] 급전 방사체(10)가 소정 각도로 신호를 방사하기 때문에 방사 신호는 소정 각도를 가진 파면을 형성하게 된다.
- [0057] 도 6에서, 단위 셀들이 다양한 형태를 가지는 것은 원하는 반사 위상 특성을 확보하기 위해서이다. 그러나, 단위 셀의 형태 변화만으로 원하는 반사 위상 특성을 확보할 수 없는 경우가 있으며 또한 가공 오차에 의해 의도한 반사 위상 특성이 확보되지 않을 수도 있다.
- [0058] 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 단위 셀에 가변 리액티브 소자를 결합하고, 제어부(40)에서 가변 리액티브 소자의 캐패시턴스를 변화시켜 각 단위 셀에서의 반사 위상 특성을 제어한다. 여기서, 가변 리액티브 소자는 소자의 캐패시턴스 또는 인덕턴스를 가변시킬 수 있는 소자를 의미한다.
- [0059] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 반사형 셀 어레이 안테나에서 가변 리액티브 소자의 결합 구조를 도시한 일례이다.
- [0060] 도 7을 참조하면, 가변 리액티브 소자(700)가 두개의 특정 단위셀들을 서로 연결하도록 결합된다. 즉, 단위셀들과 가변 리액티브 소자(700)가 직렬로 결합되는 구조이다.
- [0061] 여기서, 가변 리액티브 소자(700)는 버랙터 다이오드, 가변 컵 캐패시터, 가변 컵 인덕터를 포함할 수 있다.
- [0062] 일례로, 버랙터 다이오드가 가변 리액티브 소자로 사용될 경우, 제어부(40)는 버랙터 다이오드로 인가되는 전압을 조절하여 버랙터 다이오드의 캐패시턴스를 조절할 수 있을 것이다.
- [0063] 도 7과 같이 제어가 이루어질 때 단위셀들 중 적어도 일부는 기판(30) 하부에 형성되는 접지면과 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0064] 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 반사형 셀 어레이 안테나에서 가변 리액티브 소자의 결합 구조를 도시한 일례이다.
- [0065] 도 8을 참조하면, 가변 리액티브 소자(800)가 각 단위 셀마다 연결되는 구조를 가진다. 가변 리액티브 소자(800)의 일단은 단위 셀과 연결되고 타단은 접지면과 연결되는 구조를 가질 수 있다. 즉, 도 8에 도시된 예에서 가변 리액티브 소자(800)는 병렬로 연결되는 구조를 가진다. 이 경우 단위셀의 적어도 일부가 접지면과 연결될 수도 있을 것이다.
- [0066] 도 7 및 도 8에 도시된 바와 같이, 가변 리액티브 소자는 단위셀에 직렬 또는 병렬로 연결될 수 있으며, 제어부(40)는 가변 리액티브 소자의 캐패시턴스 또는 인덕턴스를 조절하여 궁극적으로 반사 위상을 조절한다.
- [0067] 이하에서는 급전 방사체가 한 파장의 거리 이내로 셀 어레이에 근접하더라도 적절한 이득을 확보할 수 있는 셀 어레이에서의 반사 위상 조절 방법에 대해 설명한다.
- [0068] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 반사 위상 조절 방법을 설명하기 위한 개념도이다.
- [0069] 도 9를 참조하면, 급전 방사체(10)는 소정의 방향을 가진 직접파(d)를 방사한다. 또한, 급전 방사체(10)는 셀 어레이를 향해서도 RF 신호를 방사하며 셀 어레이를 통해 반사되는 반사파(r_{m1} , r_{m2} , r_{mn} , r_{mN})가 형성된다.
- [0070] 본 발명은 급전 방사체(10)로부터 방사되는 직접파(d)와 셀 어레이의 단위셀로부터 반사되는 반사파(r_{m1} , r_{m2} , r_{mn} , r_{mN})가 동일 위상을 가져 직접파와 반사파간 서로 보강 간섭이 이루어지도록 각 단위셀의 반사 위상을 조절한다.

[0071] 직접파(d) 및 반사파(r_{m1} , r_{m2} , r_{mn} , r_{mN})로 인해 특정 파면(900)이 정의될 수 있으며, 바람직하게는 파면(900)에서 직접파(d)와 반사파(r_{m1} , r_{m2} , r_{mn} , r_{mN})가 동일 위상을 가져 보강 간섭이 이루어지도록 반사 위상이 조절된다.

[0072] 급전 방사체로부터 방사되어 셀 어레이에서 (m,n)에 위치한 단위셀에 도달할 때까지의 위상 지연 $f_{r_{mn}}$ 은 다음의 수학적 식 1과 같이 표현된다.

수학적 식 1

$$f_{r_{mn}} = -br_{mn} = -\frac{2pf}{c}r_{mn}$$

[0074] 위 수학적 식 2에서 r_{mn} 은 (m,n)에 위치한 단위셀에서 파면까지의 거리를 의미한다.

[0075] 도 9를 참조하면, y 방향으로 서로 인접한 단위 셀(예를 들어, n, n-1 번째 단위 셀)간의 거리 차이는 $r_{mn} - r_{m(n-1)} = (n-1)p_y \sin \theta$ 인 관계가 있으므로 다음의 수학적 식 3과 같은 관계가 성립한다. 여기서 θ 는 셀 어레이와 수직인 면과 직접파가 이루는 각도를 의미한다.

수학적 식 3

$$\phi_{r_{mn}} = -\frac{2\pi f}{c}(n-1)p_y \sin \theta$$

[0077] 셀 어레이에서 (m,n)에 위치한 단위셀의 반사계수의 위상을 $f_{cell,mn}$ 라 하면, 최종적으로 급전안테나에서 방사된 전자파가 단위셀에 의해 반사되어 원하는 파면에 이르기까지의 전체 위상지연은 다음의 수학적 식 4와 같이 표현될 수 있다.

수학적 식 4

$$\phi_{AMC_{mn}} + \phi_{l_{mn}} + \phi_{r_{mn}}$$

[0079] 위 수학적 식 4에서, $\phi_{AMC_{mn}}$ 는 급전 방사체(10)로부터 단위 셀까지의 거리로 인한 위상 지연을 의미한다.

[0080] 정의된 특정 파면에서 직접파와 단위셀들로부터의 반사파가 보강 간섭이 이루어지도록 하는 관계는 다음의 수학적 식 5와 같다.

수학식 5

$$\phi_{AMC_{mn}} + \phi_{l_{mn}} + \phi_{r_{mn}} = \phi_d + 2\pi q, \quad q = \dots, -1, 0, 1, \dots$$

[0081]

[0082] 정의된 특정 파면에서 반사파들과 직접파가 보강 간섭이 이루어지기 위한 각 단위셀에서의 반사 위상은 다음의 수학식 5와 같이 정의될 수 있다.

수학식 6

$$\begin{aligned} \phi_{AMC_{mn}} &= \phi_d + 2q\pi - \phi_{l_{mn}} - \phi_{r_{mn}} \\ &= \frac{2\pi f}{c}(l_{mn} + r_{mn} - d) + 2q\pi \end{aligned}$$

[0083]

[0084] 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 각 단위셀의 반사 위상을 다음의 수학식 5와 같이 조절하여 급전 방사체와 셀 어레이간의 거리가 한파장 거리 이내로 줄어들더라도 양호한 이득을 제공할 수 있게 된다.

[0085] 앞서 설명한 바와 같이 반사 위상의 조절은 단위셀의 사이즈 및 형태를 조절하거나 단위셀과 연결된 가변 리액티브 소자의 캐패시턴스 또는 인덕턴스를 조절함으로써 수행될 수 있다.

[0086] 위에서 설명한 반사 위상 조절은 셀 어레이를 이루는 단위셀들의 형태 및 사이즈를 변경함으로써 이루어질 수도 있을 것이다. 예를 들어 도 6에 도시된 셀 어레이 구조에서 셀 어레이를 구성하는 각 단위셀의 형태 및 사이즈를 변경하여 수학식 5와 같이 반사 위상이 조절되도록 안테나가 설계될 수도 있을 것이다.

[0087] 진술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

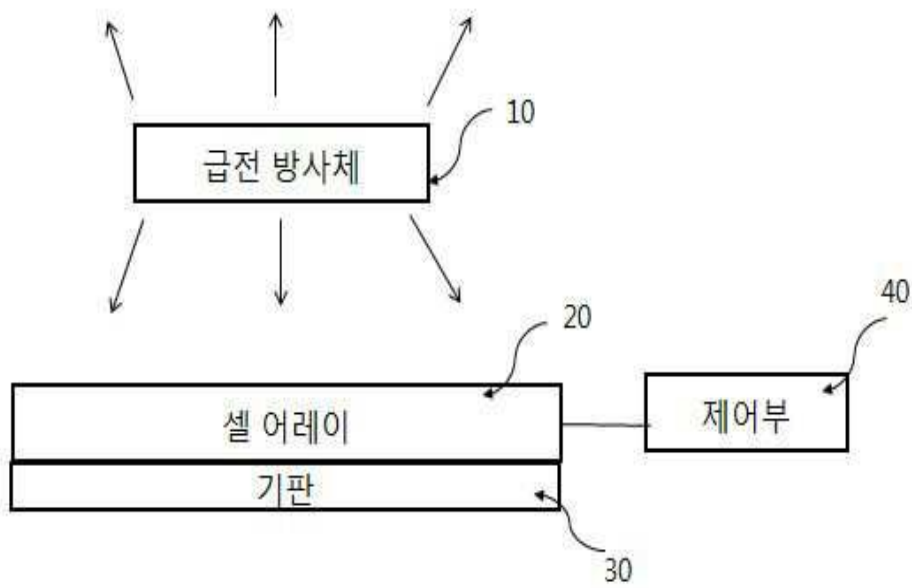
[0088] 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

[0089] 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

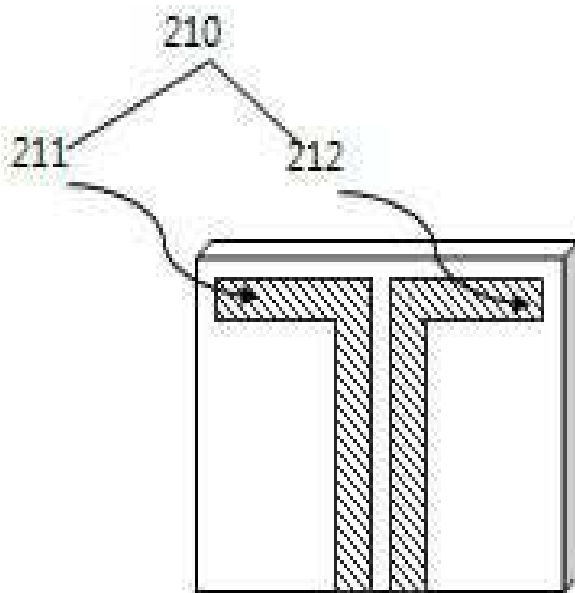
[0090] 본 발명의 범위는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

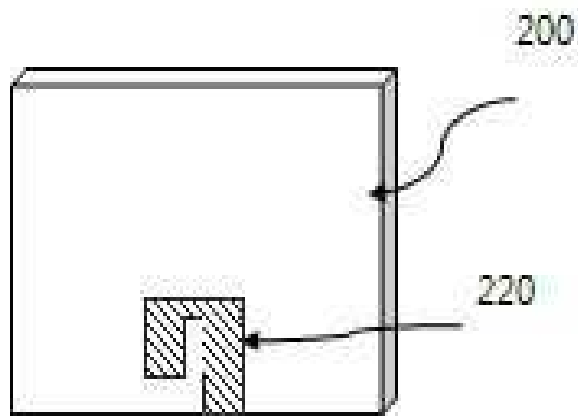
도면1



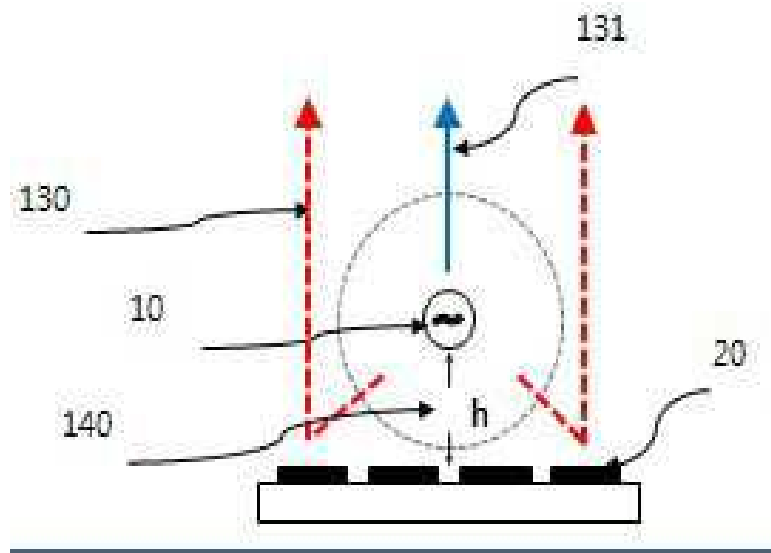
도면2



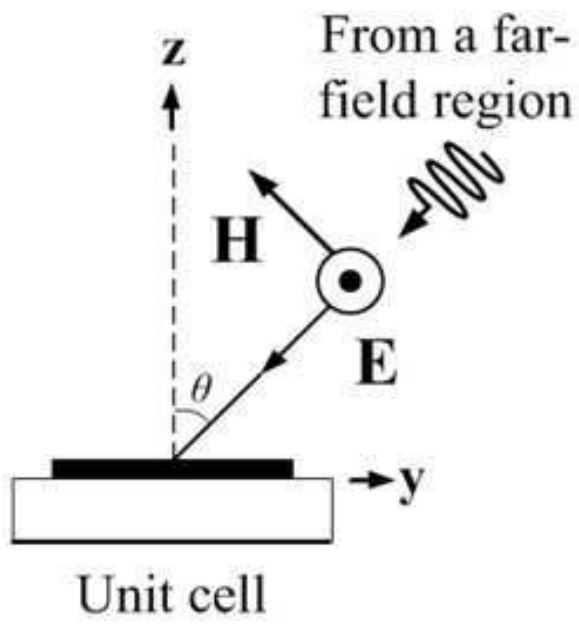
도면3



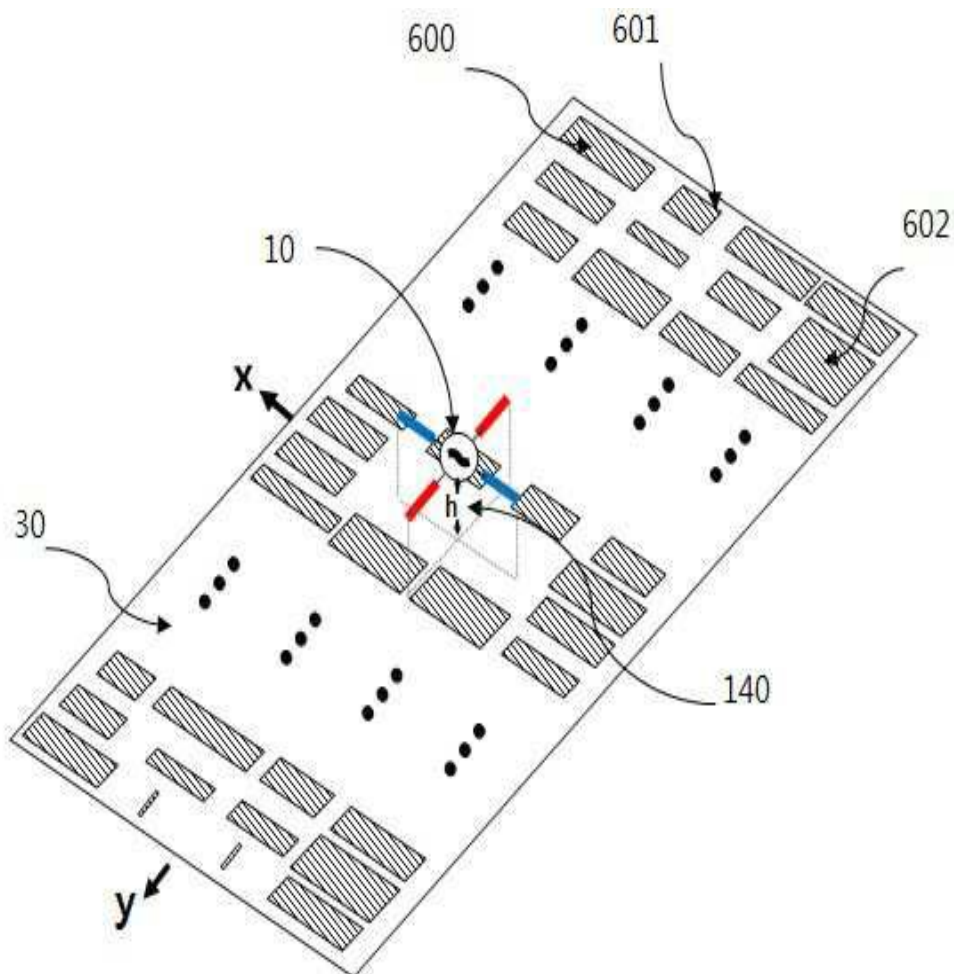
도면4



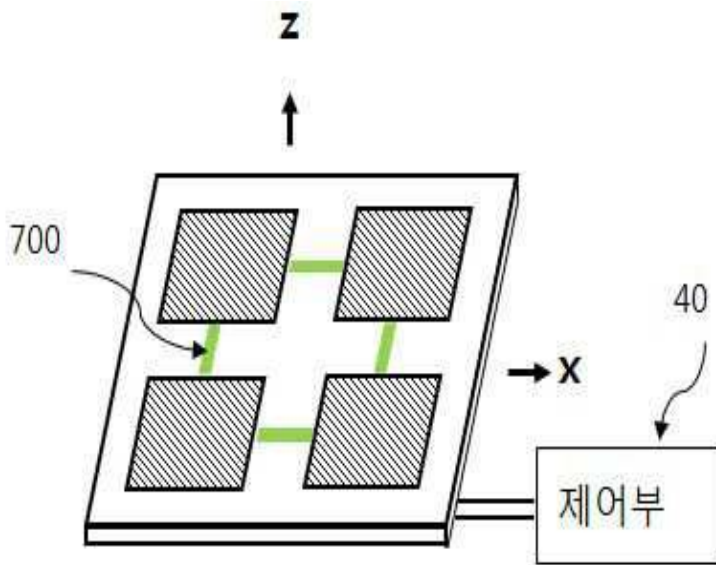
도면5



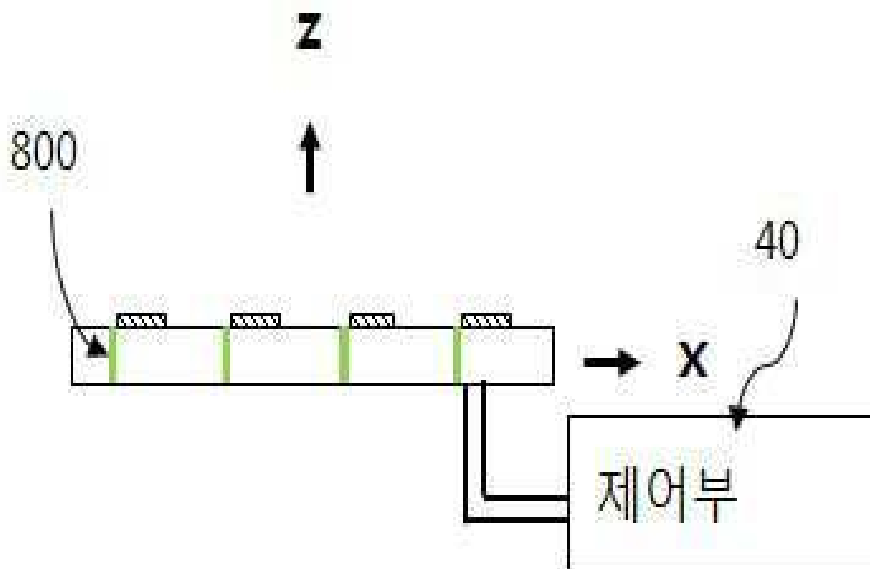
도면6



도면7



도면8



도면9

