

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2014-0104098 (43) 공개일자 2014년08월28일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) <i>H01Q 7/00</i> (2006.01) <i>H01Q 1/38</i> (2006.01) (21) 출원번호 10-2013-0017786 (22) 출원일자 2013년02월20일 심사청구일자 2014년02월20일		(71) 출원인 인천대학교 산학협력단 인천광역시 연수구 아카데미로 119, 11호 12 (송도동) (72) 발명자 강승택 인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동) 양인규 인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동) (74) 대리인 특허법인충정

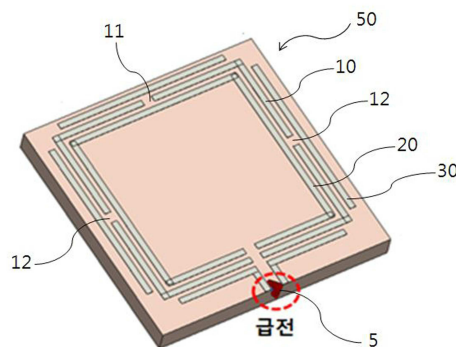
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 집적도 증가와 간섭 저감을 위한, 메타물질 0차 공진형 자기장 분포를 갖는 소형 구간 결합형 루프 안테나와 그의 다중 배치 구조

(57) 요약

본 발명은 방사체 개별 요소의 성능이 우수한 MNG 0차 공진 안테나를 제공하고, 이를 다중 배치 시, 인접요소간의 간섭이 최소화 가능한 0.25파장보다 작으면서도 MIMO 시스템의 용량 및 최대 전송속도를 만족할 수 있는 소형 안테나에 관한 것으로, 본 발명에 따른 MNG 0차 공진 안테나는 루프 안테나의 일부 구간에서 오른손 전송 특성만을 포함하는 RH스트립을 형성하고, 상기 RH스트립의 내부 및 외부에는 상기 RH스트립과 일정한 간격을 두고 평행 결합되는 내부평행결합선로 및 외부평행결합선로를 포함하는 것을 기술적 특징으로 하며, 이를 통해 방사체 요소 간 간섭이 최소화되고 원래의 개별 방사특성을 최대한 확보할 수 있으며, 나아가 시스템 용량 및 최대속도를 향상시키는 MIMO 통신용 안테나를 제공할 수 있는 기술적 효과를 기대할 수 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2012-0116

부처명 방송통신위원회

연구사업명 안테나 노드 그룹 평 기반 무간섭 적응빔 집속기술 개발

연구과제명 Metamaterial을 활용한 전기장 안테나와 자기장 안테나의 소형화 및 집적구조 개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국과학기술원

연구기간 2012.05.01 ~ 2013.01.31

특허청구의 범위

청구항 1

루프 안테나의 적어도 일 지점 이상에 갭을 형성하여, 오른손 전송 특성만을 포함하는 RH스트립을 형성하고, 상기 RH스트립의 내부 및 외부에는 상기 RH스트립과 일정한 간격을 두고 평행 결합되는 내부평행결합선로 및 외부평행결합선로를 포함하며, 상기 루프 안테나의 중심축에서 강화된 자기장 벡터를 발생시키는 것을 특징으로 하는 MNG 0차 공진 안테나.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 RH스트립은,
일측에 급전부가 형성된 루프스트립을 반으로 분리하는 제1개방부 및 반으로 개방된 각 루프스트립을 반으로 분리하는 제2개방부를 포함하고,
상기 제1개방부 및 제2개방부는 상기 내부평행결합선로 및 상기 외부평행선로와의 갭 결합으로 직렬 커패시턴스를 생성하는 것을 특징으로 하는 MNG 0차 공진 안테나.

청구항 3

제2항에 있어서,
상기 내부평행선로는,
상기 RH스트립의 내주변에 일정한 간격을 두고 배치되며, 하나의 루프 선로로 형성되는 것을 특징으로 하는 MNG 0차 공진 안테나.

청구항 4

제3항에 있어서,
상기 외부평행선로는,
상기 RH스트립의 외주변에 일정한 간격을 두고 배치되며, 상기 제1개방부 및 제2개방부와 중첩되도록 일정한 길이의 선로로 형성되는 것을 특징으로 하는 MNG 0차 공진 안테나.

청구항 5

제4항에 있어서,
상기 내부평행선로 및 상기 외부평행선로의 선폭과 상기 RH스트립과의 갭으로 직렬 커패시턴스를 조절하는 것을 특징으로 하는 MNG 0차 공진 안테나.

청구항 6

제4항에 있어서,
상기 내부평행선로, 상기 RH스트립 및 상기 외부평행선로의 모든 구간의 길이로 RH공진용 직렬 인덕턴스 및 병

렬 커패시턴스를 조절하는 것을 특징으로 하는 MNG 0차 공진 안테나.

청구항 7

루프 안테나의 적어도 일지점 이상을 개방시켜, RH스트립을 형성하고, 상기 RH스트립의 내부 및 외부에 각각 내부평행결합선로 및 외부평행결합선로가 겹 결합하여, 상기 루프 안테나의 중심축에서 강화된 자기장 벡터를 발생시키는 MNG 구조의 단위안테나를 적어도 둘 이상 포함하여,

$\lambda/2$ 사이즈의 평면 플랫폼 상에 수직으로 배치되되, 상기 단위안테나는 서로 대칭되도록 배치되는 것을 특징으로 하는 다중 배치 구조의 0차 공진 소형 안테나.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 단위안테나는,

$\lambda/2$ 사이즈의 평면 플랫폼의 중앙에 사각 형태로 수직 배치되고, 각 모서리의 일측에 각각 수직 배치되며,

각 단위안테나의 방사면은 외곽방향을 향하여 배치되는 것을 특징으로 하는 다중 배치 구조의 0차 공진 소형 안테나.

청구항 9

루프 안테나의 적어도 일지점 이상을 개방시켜, RH스트립을 형성하고, 상기 RH스트립의 내부 및 외부에 각각 내부평행결합선로 및 외부평행결합선로가 겹 결합하여, 상기 루프 안테나의 중심축에서 강화된 자기장 벡터를 발생시키는 MNG 구조의 단위안테나를 적어도 둘 이상 포함하여,

$\lambda/2$ 사이즈의 평면 플랫폼 상에 수평으로 배치되되, 상기 단위안테나는 서로 대칭되도록 배치되는 것을 특징으로 하는 다중 배치 구조의 0차 공진 소형 안테나.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 단위안테나는

$\lambda/2$ 사이즈의 평면 플랫폼의 중앙에 수평으로 배치되고, 상부 및 하부 양측에 각각 수평으로 배치되는 것을 특징으로 하는 다중 배치 구조의 0차 공진 소형 안테나.

명세서

기술분야

[0001]

본 발명은 MIMO와 소형 기지국 시스템 개발에 적합한 새로운 소형 메타재질구조 안테나와 그를 이용한 다중 배치 구조의 소형 안테나에 관한 것으로, 더 상세하게는 방사체 개별 요소의 성능이 우수한 MNG 0차 공진 안테나를 제공하고, 이를 다중 배치 시, 인접요소간의 간섭이 최소화 가능한 0.25파장보다 작으면서도 MIMO 시스템의 용량 및 최대 전송속도를 만족할 수 있는 소형 안테나에 관한 것이다.

배경기술

[0002]

차세대 이동통신에서는 현재 서비스되고 있는 4G 시스템이 요구하는 전송 용량보다 더욱 높은 전송 용량을 요구함에 따라서, 대용량의 무선 자원 요구에 따라 WLAN, 펌토셀(Femto-cell) 등의 소형셀이 등장하고 있으며, 이러

한 소형셀을 모두 유선 광케이블로 연결하는 데는 한계가 있으므로 Massive MIMO와 고용량의 무선 백홀 구성이 필요하게 되었다.

- [0003] 이에 따라, 거점노드와 분산노드 그룹이 무선으로 연결된 고용량 백홀망을 구성하여 시간축과 주파수축을 넘어 공간적 이득을 극대화하기 위해 적응빔 형성 및 편파 다중화/다이버시티 안테나 또는 요소 방사체가 필요하다.
- [0004] 실제 다이버시티와 다중화 이득을 얻기 위해서는 적어도 1/2파장 정도의 거리에서 최소 2개 이상의 안테나가 집적되어야 하는데 대한민국 등록특허 공보 제10-0981025호(2010. 09. 01)에 기재된 바와 같이, 종래 반파장 공진 계열인 다이폴-모노폴-슬롯 방사체와 1*파장 공진 계열인 루프 안테나를 미앤더링하거나 칩 소자로 장하하는 방법으로는 1/2파장 안에 두 개 이상의 안테나들을 장착하기 힘든 문제점이 있다.
- [0005] 왜냐하면, 종래의 소형화 기법에 의한 안테나 방사체들은 크기 때문에 두 개 이상 다중 배치를 할 경우 요소 간 간섭이 생기고 간섭계수가 $|S_{21}| > -8\text{dB}$ 가 되어 안테나 원래의 성능이 사라져 버리기 때문이다.
- [0006] 이를 해결하기 위해 다중 배치된 요소 간의 간섭을 줄이면서 개별 요소의 원래 성능을 최대한 유지하기 위해 0.25파장 이하에서 방사가 일어나는 비주기형 메타재질구조 0차 공진 전기장을 구조상에서 발생시켜야만 한다.
- [0007] 한편, 반파장*반파장 면적의 MIMO용 평면 platform에 다수 개의 안테나들을 다중 배치하는 기술에 있어서, 종래 루프 안테나를 적용하는 방법은 한파장 공진특성에 기반을 두고 있어, 안테나의 크기가 크다는 단점과 고주파의 한파장 공진 시 표면전류의 극성이 바뀌어 단면의 중심축에서는 자기장 분포가 최소가 되는 문제점이 있다.
- [0008] 이러한 문제점을 해소하고자 초고주파에서 루프에 동일한 표면전류를 발생시키기 위해 칩 커패시터와 같은 국부 소자를 설치하는 방법이 제시되었지만 이러한 종래 기술은 안테나의 소형화 및 안테나의 다중 배치에 제약이 따르는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 공보 10-0981025B1, 2010. 09. 01, 3쪽 내지 4쪽.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은 상기와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것으로, 본 발명에 따른 MNG 0차 공진 안테나의 목적은, RH스트립의 내부 및 외부에 일정한 간격을 두고 내부평행결합선로 및 외부평행결합선로가 평행 결합되도록 하여, 0차 공진 자기장을 형성하는 MNG 구조의 안테나를 제공하는데 있다.
- [0011] 다른 목적은, 루프스트립에 개방부를 형성하고, 개방부와 인접한 내부평행결합선로 및 외부평행결합선로의 구조를 통해 직렬 커패시턴스를 발생시키고, 이를 통해 중심축에서 강화된 자기장 벡터를 발생시키는데 있다.
- [0012] 본 발명에 따른 다중 배치 구조의 MNG 0차 공진 안테나는 RH스트립과 일정한 간격을 두고 평행 결합되는 내부평행결합선로 및 외부평행결합선로로 구성된 MNG 구조의 단위안테나를 $\lambda/2$ 사이즈의 평면 플랫폼 상에 수직 또는 수평으로 배치하여, 방사체간의 간섭 계수를 낮춘 MIMO 통신에 적합한 안테나 구조를 제공하는데 기술적 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명에 따른 MNG 0차 공진 안테나는 루프 안테나의 일부 구간에서 오른손 전송 특성만을 포함하는 RH스트립을 형성하고, 상기 RH스트립의 내부 및 외부에는 상기 RH스트립과 일정한 간격을 두고 평행 결합되는 내부평행결합선로 및 외부평행결합선로를 포함하는 것을 특징으로 한다.

- [0014] 또한, 본 발명에 따른 MNG 0차 공진 안테나에 있어서, RH스트립은 일측에 급전부가 형성된 루프스트립을 반으로 분리하는 제1개방부 및 반으로 개방된 각 루프스트립을 반으로 분리하는 제2개방부를 포함하고, 상기 제1개방부 및 제2개방부는 상기 평행결합선로와의 겹 결합으로 직렬 커패시턴스를 생성하는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 본 발명에 따른 다중 배치구조의 MNG 0차 공진 안테나는 루프 안테나의 적어도 일지점 이상을 개방시켜, RH스트립을 형성하고, 상기 RH스트립의 내부 및 외부에 각각 내부평행결합선로 및 외부평행결합선로가 겹 결합하여, MNG 구조로 형성된 단위안테나를 적어도 둘 이상 포함하며, $\lambda/2$ 사이즈의 평면 플랫폼 상에 수직으로 배치되되, 상기 단위안테나는 서로 대칭되도록 배치되는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 또한, 본 발명에 따른 다중 배치구조의 MNG 0차 공진 안테나에 있어서, 단위안테나는 $\lambda/2$ 사이즈의 평면 플랫폼의 중앙에 사각 형태로 수직 배치되고, 각 모서리의 일측에 각각 수직 배치되며, 각 단위안테나의 방사면은 외곽방향을 향하여 배치되는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 본 발명에 따른 다중 배치구조의 MNG 0차 공진 안테나는 루프 안테나의 적어도 일지점 이상을 개방시켜, RH스트립을 형성하고, 상기 RH스트립의 내부 및 외부에 각각 내부평행결합선로 및 외부평행결합선로가 겹 결합하여, MNG 구조로 형성된 단위안테나를 적어도 둘 이상 포함하여, $\lambda/2$ 사이즈의 평면 플랫폼 상에 수평으로 배치되되, 상기 단위안테나는 서로 대칭되도록 배치되는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 또한, 본 발명에 따른 다중 배치구조의 MNG 0차 공진 안테나에 있어서, 단위안테나는 $\lambda/2$ 사이즈의 평면 플랫폼의 중앙에 수평으로 배치되고, 상부 및 하부 양측에 각각 수평으로 배치되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0019] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 MNG 0차 공진 안테나는 RH스트립의 내부 및 외부에 일정한 간격을 두고 내부평행결합선로 및 외부평행결합선로가 평행 결합된 MNG 구조의 안테나를 제공함으로써, 자기장의 강도가 높은 우수한 방사특성을 가진 메타재질 구조의 안테나를 제공할 수 있는 효과가 있다.
- [0020] 또한, 루프스트립에 개방부를 형성하고, 개방부와 인접한 내부평행결합선로 및 외부평행결합선로의 구조를 통해 직렬 커패시턴스를 발생시킴으로써, 평면형 기관으로 구현 가능한 효과가 있으며, 안테나 설계의 효율성과 재현성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0021] 본 발명에 따른 다중 배치 구조의 MNG 0차 공진 안테나는 RH스트립과 일정한 간격을 두고 평행 결합되는 내부평행결합선로 및 외부평행결합선로로 구성된 MNG 구조의 단위안테나를 $\lambda/2$ 사이즈의 평면 플랫폼 상에 수직 또는 수평으로 배치함으로써, 방사체 요소 간 간섭이 최소화되고 원래의 개별 방사특성을 최대한 확보할 수 있으며, 나아가 시스템 용량 및 최대속도를 향상시키는 MIMO 통신용 안테나를 제공할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 본 발명에 따른 MNG 0차 공진 안테나에 있어서, 직렬 커패시턴스의 구현하기 위한 안테나의 물리적 구조를 나타내는 실시예.
- 도 2는 본 발명에 따른 MNG 0차 공진 안테나 설계를 위한 MNG계열 전송선로의 등가회로를 나타내는 도면.
- 도 3은 일반적인 MNG 전송선로의 전형적인 분산도를 나타내는 도면.
- 도 4는 본 발명에 따른 MNG 0차 공진 안테나 설계를 위한 일반 루프 공진기를 MNG 계열로 바꾸기 위한 직렬C를 결합을 설명하기 위한 개념도.
- 도 5는 본 발명에 따른 MNG 0차 공진 안테나의 0차 공진 자기장 분포를 나타내는 도면.
- 도 6은 본 발명에 따른 MNG 0차 공진 안테나에 있어서, 표면전류분포를 나타내는 도면.

도 7은 본 발명에 따른 MNG 0차 공진 안테나에 있어서, 0차 공진 주파수에서의 원거리 방사패턴을 나타내는 도면.

도 8 및 도 9는 본 발명에 따른 다중 배치 구조의 0차 공진 소형 안테나의 제1실시예 및 제2실시예를 나타내는 도면.

도 10은 본 발명에 따른 다중 배치 구조의 0차 공진 소형 안테나의 제1실시예에 있어서, 각 요소의 반사손실(S_{ii} , $i=1,2,\dots,8$) 성능과 근거리장 요소간 간섭량인 결합계수(S_{ij} , $i,j=1,2,\dots,8$, $i \neq j$) 성능을 나타내는 도면.

도 11은 본 발명에 따른 다중 배치 구조의 0차 공진 소형 안테나의 제1실시예에 있어서, 동일 주파수(본 발명의 실시예에서 0차 공진점인 2 GHz 근처)에서 각 요소들의 원거리 방사패턴을 나타내는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하, 본 발명에 따른 MNG 0차 공진 안테나 및 그를 이용한 다중 배치 구조의 소형 안테나를 실시하기 위한 구체적인 내용을 설명하면 다음과 같다.

[0024] 본 발명에 따른 MNG 0차 공진 안테나는 [도 1]에 도시된 바와 같이, 루프 안테나의 적어도 일 지점 이상에 꺾을 형성하여, 오른손 전송 특성만을 포함하는 RH스트립(10)을 형성하고, 상기 RH스트립(10)의 내부 및 외부에는 상기 RH스트립(10)과 일정한 간격을 두고 평행 결합되는 내부평행결합선로(20) 및 외부평행결합선로(30)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0025] 본 발명에 따른 상기 RH스트립(10)은 한파장 공진특성에 기반을 두고 있어, 크기가 크다는 단점과 고주파의 한파장 공진 시, 표면전류의 극성이 바뀌어 단면의 중심축에서는 자기장 분포가 최소가 되는 단점이 있는 종래 루프 안테나의 크기를 줄이면서 루프 중심축에서 자기장을 강화하기 위한 구조로 한파장 루프보다는 작은 루프로 RH공진 특성을 발생시키고, 루프 안테나의 일정구간에서 0차 공진에 필요한 직렬 커패시턴스를 발생시킬 수 있는 MNG 전송선로 구조이다.

[0026] 즉, [도 2]에 도시된 바와 같이, MNG 전송선로는 기본 전송선로에 직렬 커패시턴스를 삽입함으로써 구현이 가능하다.

수학식 1

$$Z = j\omega L_R + \frac{1}{j\omega C_L}, \quad Y = j\omega C_R$$

[0027]

수학식 2

$$\mu_{MNG} = \frac{Z}{j\omega} = L_R - \frac{1}{\omega^2 C_L}, \quad \epsilon_{MNG} = \frac{Y}{j\omega} = C_R$$

[0028]

수학식 3

$$\beta = \sqrt{Z \cdot Y} \quad , \quad Z_c = \sqrt{\frac{Z}{Y}}$$

[0029]

[0030]

[수학식 1] 내지 [수학식 3]에서 특정주파수 대역에서 양의 유전율과 음의 투자율 값 때문에 CRLH의 LH에 해당하는 저주파 대역(0차 공진 미만)에서 차단대역이 형성되며, 이때 MNG 전송선로는 0이 아닌 주파수에서 투자율이 영이 되므로 전파상수가 0이 되고 파장에 공진기 크기를 제한받지 않게 되거나 동일방향 전류나 전계를 갖는 조건을 갖추게 된다.

[0031]

[도 3]은 MNG 전송선로의 전형적인 분산도로, 본 발명에 따른 0차 공진 안테나는 직렬 인덕턴스(L , L_{series})와 병렬 커패시턴스(C_{shunt})로 구성되어 있는 기본 RH 공진기에 직렬 커패시턴스(C_{series})만을 추가하여 MNG 구조로 설계하도록 한다.

[0032]

MNG 전송선로가 음수공진이나 LH특성은 억제되고, 0차 공진부터 RH구조 공진을 하는 비선형 분산도를 가진다. 즉 MNG 전송선로 전체의 위상속도는 오른손 전송 영역과 0차 영역의 합에 의해 결정되는데, 만약 위상속도 β 값이 0의 값을 가지게 되면 0차 공진이 발생하게 되고, $\beta=0$ 인 경우 파장이 무한대와 같아지므로 전송선 및 공진기의 전체에 걸쳐 동일방향 전류나 그 루프 중심에 동위상 자기장을 가지게 된다.

[0033]

본 발명의 실시예에서는 2GHz에서 전파상수가 0이 되어 0차 특성이 발생하여, 0차 공진 주파수를 기점으로 높은 주파수에서는 오른손 특성이 나타나는 것을 확인할 수 있으며, 이러한 MNG 구조를 통해 물리적인 길이에 상관없이 같은 변화를 가지는 전계와 자계의 형성이 가능하도록 하는 것이다.

[0034]

[도 4]는 본 발명에 따른 MNG 0차 공진 안테나의 설계에 있어서, 동일방향 전기전류 공진을 발생시키기 위해 루프에 직렬 C를 결합하는 MNG의 개념도로, (a)에 도시된 바와 같이, 루프 안테나는 RH구조로서 Balanced형식(+부분과 -부분이 붙어있는 안테나)로서, (b)에 도시된 바와 같이, 루프를 수직으로 반을 나누고 한 면을 가상의 접지면으로 가정하면 (c)에 도시된 바와 같이, 하나의 RH전송선이 된다. 이러한 기본 RH전송선에 직렬 커패시터만을 첨가하면, (d)에 도시된 바와 같이, MNG(Mu Negative 구조)를 설계할 수 있으며, 이러한 MNG는 음수공진이나 LH는 없고, 0차부터 RH공진을 하게 된다.

[0035]

본 발명에 있어서, 직렬 커패시턴스의 구현을 위해 [도 1]에 도시된 바와 같이, RH스트립(10)은 루프 안테나의 적어도 일 지점 이상에 갭이 형성된 형태이며, 본 발명의 실시예에서 상기 RH스트립(10)은 일측에 급전부가 형성된 루프스트립을 반으로 분리하는 제1개방부(11) 및 반으로 개방된 각 루프스트립을 반으로 분리하는 제2개방부(12)를 형성하여, 총 3지점에 갭이 형성되도록 하였다.

[0036]

또한, 상기 RH스트립(10)과 일정한 간격을 두고 평행 결합되는 내부평행결합선로(20) 및 외부평행결합선로(30)를 포함하며, 이를 통해 동일방향 전기전류에 의한 0차 공진 자기장 분포가 가능하도록 하였다.

[0037]

즉, 상기 제1개방부(11) 및 상기 제2개방부(12)가 위치한 내부평행결합선로(20) 및 외부평행결합선로(30)의 구간마다 평행결합선로의 선폭과 갭을 이용하여 직렬 커패시턴스를 얻고, 길이를 이용하여 급전부와 루프 전체에 필요한 RH공진용 직렬 인덕턴스와 병렬 커패시턴스를 얻을 수 있는 것이다.

[0038]

본 발명의 실시예에서, MNG 0차 공진 안테나의 크기는 20mm*20.5mm*1.58mm 로 일반 루프안테나에 비해 크기가 상당히 작게 구현이 가능하였다.

[0039]

[도 5]는 본 발명에 따른 MNG 0차 공진 안테나의 자기장 분포를 나타내는 도면으로, 안테나의 중심축에서 상당한 양의 자기장이 발생되는 것을 확인 할 수 있고 이를 통해 0차 공진이 일어나고 있음을 알 수 있다.

[0040]

[도 6]은 본 발명에 따른 MNG 0차 공진 안테나의 자기장 분포를 만드는 표면전류분포를 나타내는 도면으로, 안테나 도선을 따라 전 구간에서 같은 방향의 표면전류 흐름을 확인 할 수 있다.

[0041]

즉, 일반 루프안테나가 한파장으로 전류의 극성이 바뀌는 반면 본 발명에 따른 MNG 0차 공진 안테나는 전 구간

에서 같은 방향의 전류 흐름을 보이기 때문에 전송선 및 공진기의 전체에 걸쳐 동위상 자계를 가짐에 따라 물리적인 길이에 상관없이 같은 변화를 가지는 전계와 자계의 형성이 가능한 것이다.

- [0042] [도 7]은 본 발명에 따른 MNG 0차 공진 안테나에 있어서, 0차 공진 주파수에서의 방사패턴으로, 0차 공진의 특성인 전방향성 패턴을 보여주며 이득은 0 dB 이상, 효율은 70 % 이상인 것을 확인할 수 있다.
- [0043] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 MNG 0차 공진 안테나를 적용 시, 루프스트립에 개방부를 형성하고, 개방부와 인접한 내부평행결합선로 및 외부평행결합선로의 구조를 통해 직렬 커패시턴스를 발생시킴으로써, 평면형 기관으로 구현 가능한 효과가 있으며, 이를 통해, 자기장의 강도가 높은 우수한 방사특성을 가진 메타재질 구조의 안테나를 제공할 수 있는 효과를 누릴 수 있는 것이다.
- [0044] 또한, 본 발명에 따른 MNG 0차 공진 안테나를 단위안테나로 이용하여, 0.5과장*0.5과장 면적에 다중 배치가 가능하며, 이러한 다중 배치 구조의 안테나는 요소 간 간섭이 최소화되고 원래의 개별 방사특성을 최대한 지키기 위해 간격과 방향을 조절하는 것이 바람직하다.
- [0045] [도 8]은 본 발명에 따른 다중 배치 구조의 0차 공진 소형 안테나의 제1실시예를 나타내는 도면으로, 본 발명에 따른 상기 단위안테나(50)는 일반 루프안테나에 갭을 만들고 내부와 외부에 선로들을 추가하여 직렬 커패시턴스가 추가된 MNG 구조인 것을 특징으로 한다.
- [0046] 본 발명의 실시예에서는 $\lambda/2$ 사이즈인 75mm*75mm의 평면 플랫폼(100)에 설치되는 상기 단위안테나(50)는 20mm*20.5mm*1.58mm의 작은 방사구조 크기로 구현하였으며, 상기 평면 플랫폼(100)의 중앙에 사각 형태로 수직 배치되고, 각 모서리의 일측에 각각 수직 배치되며, 상기 단위안테나(50)의 방사면은 외곽방향을 향하여 배치하여, 총 8개의 단위안테나(50)를 배치하였다.
- [0047] 본 발명에 실시예에서 배치된 상기 단위안테나(50)는 모두 대칭으로 설계되었으며, 편파분리를 위해서 인접한 단위안테나(50)들 간의 방사면 방향을 달리하였으며, 0차 공진모드가 2 GHz 근처에서 발생하도록 하였다.
- [0048] 또한, 본 발명에 따른 다중 배치 구조의 0차 공진 소형 안테나는 [도 9]에도시된 제2실시예와 같이, 평면 플랫폼(100)의 중앙에 하나의 단위안테나가 수평으로 배치하고, 상부 및 하부 양측에 각각 단위안테나(50)를 수평으로 배치하는 등 다양한 통신대역에 맞추어 상기 소형 안테나를 설계할 수 있으며, 이를 통해 MIMO/기지국/중계기 안테나 시스템에 적용할 수 있는 것이다.
- [0049] [도 10]은 본 발명에 따른 다중 배치 구조의 0차 공진 소형 안테나의 제1실시예에 있어서, 각 단위안테나 요소들의 각각의 반사손실(S_{ii} , $i=1,2,\dots,8$)성능과 근거리장 요소 간 간섭량인 결합계수(S_{ij} , $i,j=1,2,\dots,8$, $i \neq j$) 성능을 나타내는 도면으로, 8개의 단위안테나 모두 반사손실이 -20 dB 이하이고, 요소 간 간섭 또한 -10dB 이하로 Massive MIMO 안테나로 적합한 성능을 보여줌을 확인할 수 있다.
- [0050] 또한, [도 11]은 본 발명에 따른 다중 배치 구조의 0차 공진 소형 안테나의 제1실시예에 있어서, 단위안테나들의 원거리 방사패턴을 나타내는 도면으로, 동일 주파수(본 발명의 실시예에서 0차 공진점인 2 GHz 근처)에서 적합한 성능을 확인할 수 있다.
- [0051] 또한, 본 발명의 실시예에서, 상기 단위안테나는 모두 대칭으로 설계되었기 때문에 외곽의 단위안테나 중 하나와 중앙의 단위안테나 중 하나의 결과만을 확인하였으며, 모두 하나의 주파수에서 공진하도록 최적화 되었고, 이득은 1 dB 이상, 효율은 50% 이상임을 확인할 수 있다.
- [0052] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 다중 배치 구조의 MNG 0차 공진 안테나를 적용 시, MNG 구조의 단위안테나를 $\lambda/2$ 사이즈의 평면 플랫폼 상에 수직 또는 수평으로 배치함으로써, 방사체 요소 간 간섭이 최소화되고 원래의 개별 방사특성을 최대한 확보할 수 있는 효과를 누릴 수 있으며, 나아가 시스템 용량 및 최대속도를 향상시키는 MIMO 통신용 안테나를 제공할 수 있는 효과를 누릴 수 있다.
- [0053] 이상 본 발명의 실시예로 설명하였으나 본 발명의 기술적 사상이 상기 실시예로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범주에서 다양한 MNG 0차 공진 안테나 및 그를 이용한 다중 배치 구조의 소형

안테나로 구현할 수 있다.

부호의 설명

[0054]

5 : 급전부

10 : RH스트립

11 : 제1개방부

12 : 제2개방부

20 : 내부평행결합선로

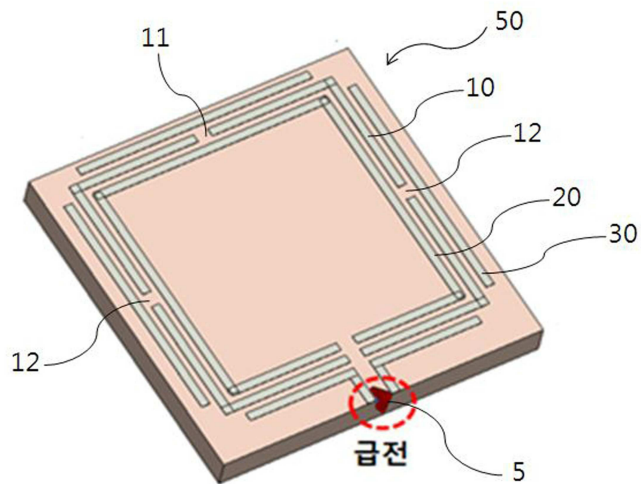
30 : 외부평행결합선로

50 : 단위안테나(MNG 0차 공진 안테나)

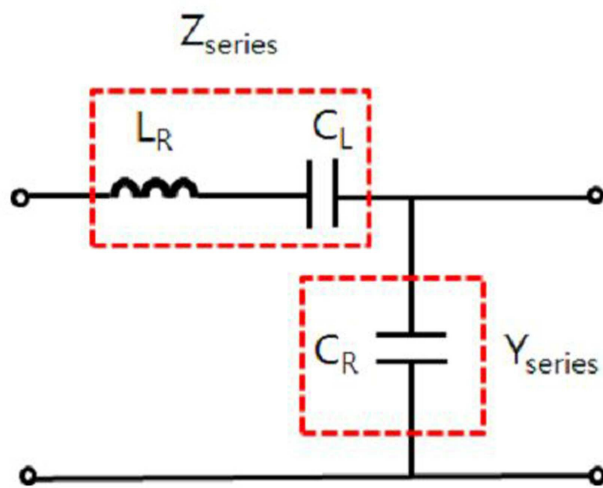
100 : 다중 배치 구조의 MNG 0차 공진 안테나

도면

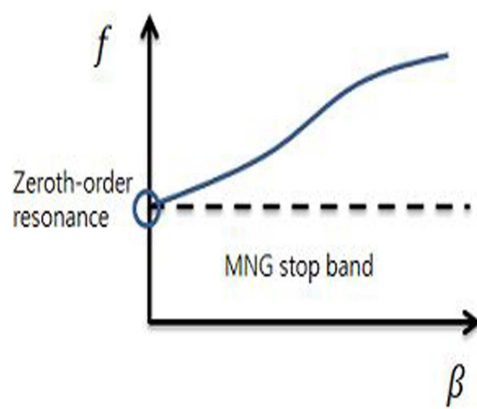
도면1



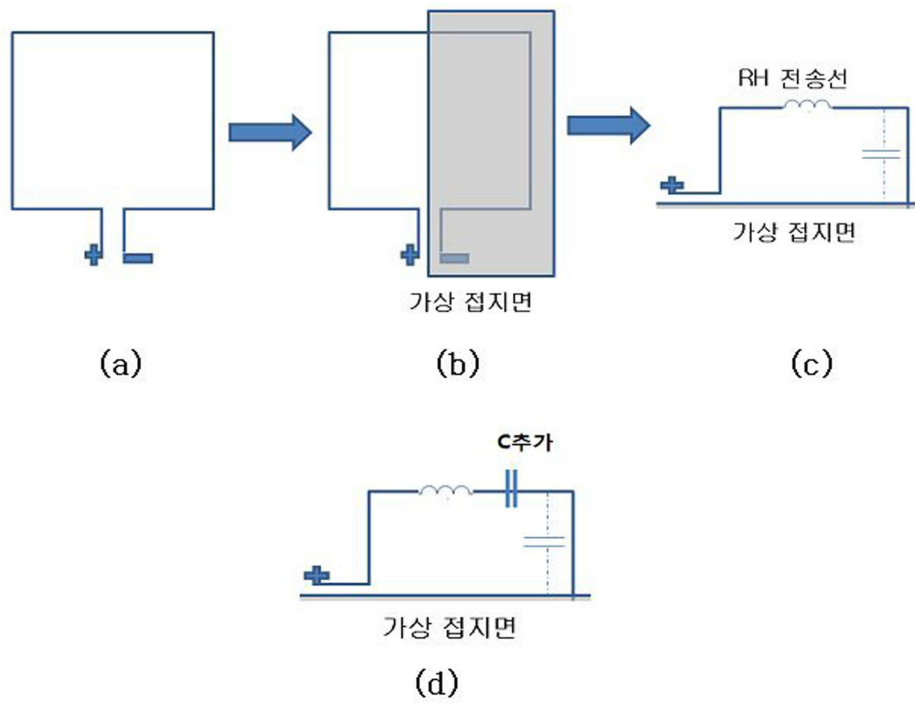
도면2



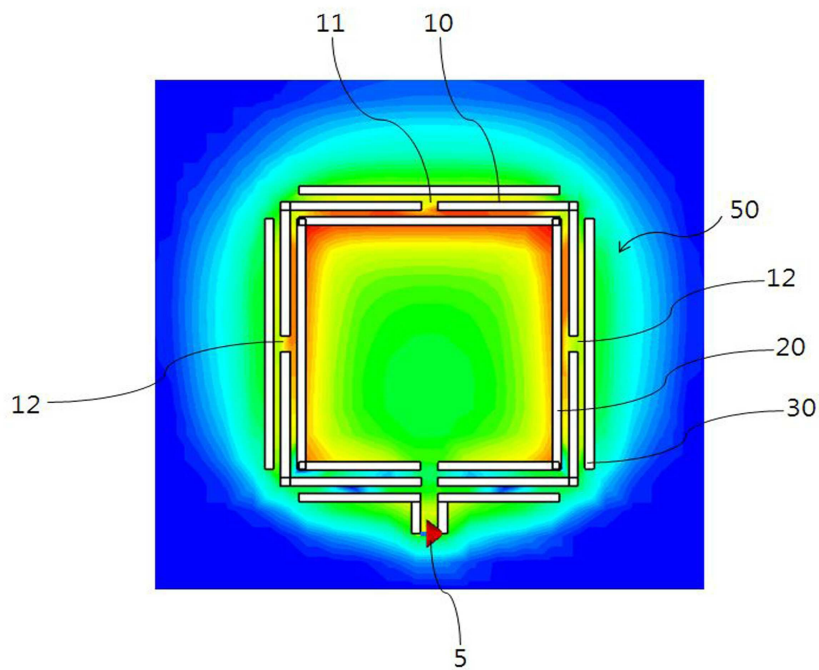
도면3



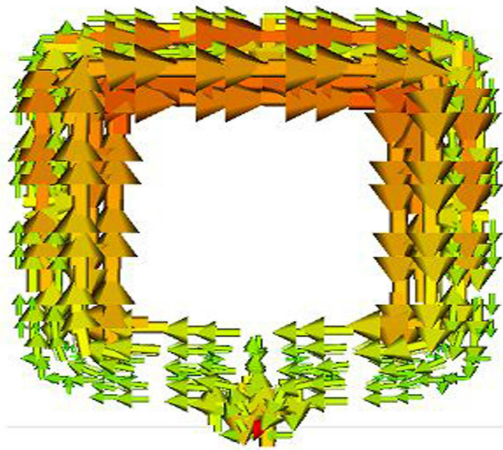
도면4



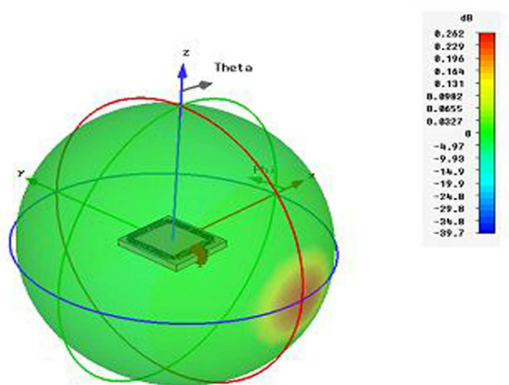
도면5



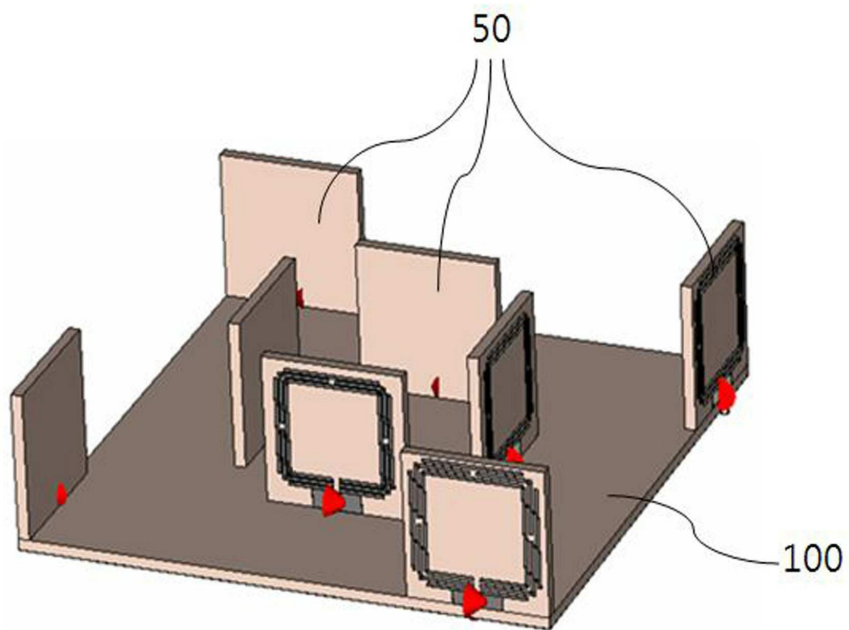
도면6



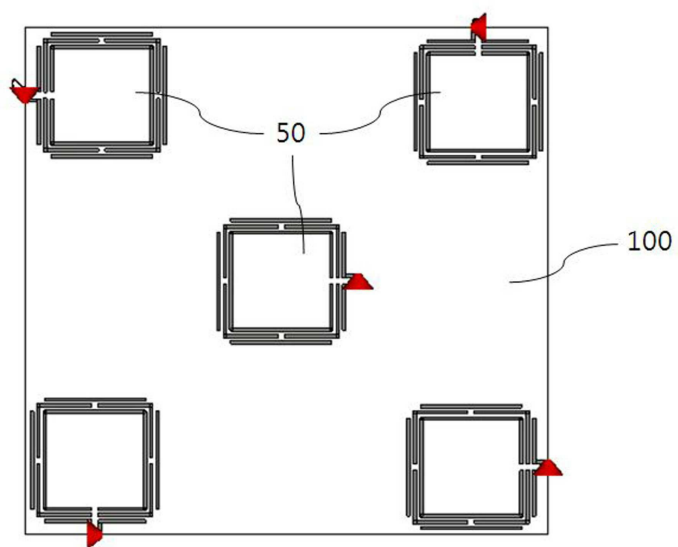
도면7



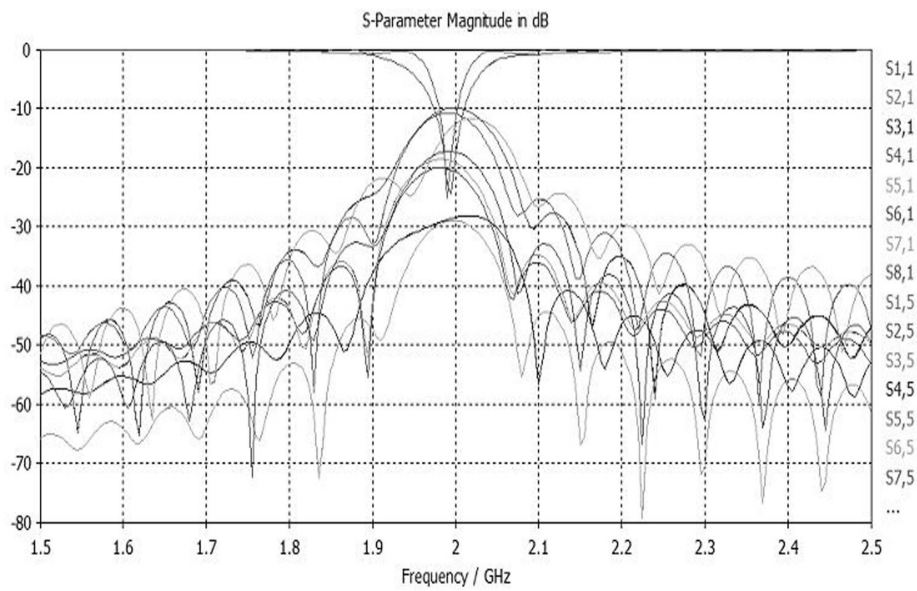
도면8



도면9



도면10



도면11

