(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년08월03일
(11) 등록번호 10-1541236
(24) 등록일자 2015년07월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01P 7/08 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0028565
(22) 출원일자 2014년03월11일
심사청구일자 2014년03월11일
(56) 선행기술조사문헌
US20130285659 A1*
Reinmut K. Hoffmann, 『Handbook of Microwave Integrated Circuits』, Artech House, ISBN 0-89006-163-7, 1987년, 페이지 92-93.*
US7560927 B2
KR1020100066275 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌
기술이전 희망 : **기술양도**

(73) 특허권자
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93
(72) 발명자
유형석
울산광역시 남구 신복로22번길 28, 705호 (무거동, 현대프리빌)
(74) 대리인
김종선, 이형석

전체 청구항 수 : 총 9 항 심사관 : 김상철

(54) 발명의 명칭 **무선 주파수 공진기 및 이를 포함하는 자기 공명 영상 장치**

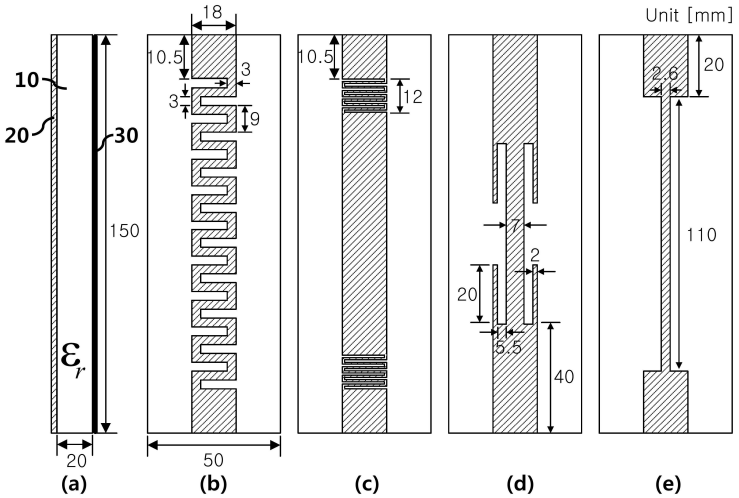
(57) 요 약

본 발명은 무선 주파수 공진기 및 이를 포함하는 자기 공명 영상 장치에 관한 것이다.

본 발명에 따른 자기 공명 영상 장치용 무선 주파수 공진기는 마이크로스트립 기판과, 상기 마이크스트립 기판의 일면에 형성되어 있으며, RF 신호를 공진시켜 생성되는 자기장의 세기를 증강시키는 공진용 도전 패턴부 및 상기 마이크로스트립 기판의 타면에 형성된 접지 도전판을 포함하여 구성된다.

본 발명에 따르면, 강한 자기장을 생성할 수 있는 자기 공명 영상 장치용 무선 주파수 공진기가 제공되는 효과가 있다.

대 표 도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 SMBA-C0141733
부처명 중소기업청
연구관리전문기관 한국산학연협회
연구사업명 산학연협력기술개발
연구과제명 자기공명영상장치에서의 고성능 고효율 멀티채널 안테나 개발
기 여 율 1/1
주관기관 울산대학교산학협력단
연구기간 2013.11.01 ~ 2014.10.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

마이크로스트립(microstrip) 기판;

상기 마이크로스트립 기판의 일면에 형성되어 있으며, RF 신호를 공진시켜 생성되는 자기장의 세기를 증강시키는 공진용 도전 패턴부; 및

상기 마이크로스트립 기판의 타면에 형성된 접지 도전판을 포함하며,

상기 공진용 도전 패턴부는 급전 영역 및 종단 영역 근처에 동일한 형상을 갖는 2개의 미앤더 라인이 형성된 이중 미앤더 라인 구조를 갖는 것을 특징으로 하는, 자기 공명 영상 장치용 무선 주파수 공진기.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 미앤더 라인의 폭이 1㎜인 경우, 상기 미앤더 라인의 길이는 12㎜인 것을 특징으로 하는, 자기 공명 영상 장치용 무선 주파수 공진기.

청구항 6

마이크로스트립(microstrip) 기판;

상기 마이크로스트립 기판의 일면에 형성되어 있으며, RF 신호를 공진시켜 생성되는 자기장의 세기를 증강시키는 공진용 도전 패턴부; 및

상기 마이크로스트립 기판의 타면에 형성된 접지 도전판을 포함하며,

상기 공진용 도전 패턴부는 4 암(arm) SIR(Stepped Impedance Resonator) 구조를 갖는 것을 특징으로 하는, 자기 공명 영상 장치용 무선 주파수 공진기.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 4 암 SIR 구조를 갖는 공진용 도전 패턴부는

양단으로부터 연장 형성된 2개의 제1 라인부;

상기 2개의 제1 라인부 사이에 형성되어 있으며 상기 제1 라인부의 폭보다 좁은 폭을 갖는 제2 라인부; 및

상기 제2 라인부와 평행하게 상기 제1 라인부로부터 연장 형성된 4개의 팔 형상 패턴을 갖는 제3 라인부로 이루어진 것을 특징으로 하는, 자기 공명 영상 장치용 무선 주파수 공진기.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 2개의 제1 라인부의 길이는 각각 40㎜인 것을 특징으로 하는, 자기 공명 영상 장치용 무선 주파수 공진기.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제2 라인부의 폭이 7㎜인 경우, 상기 제2 라인부의 길이는 70㎜인 것을 특징으로 하는, 자기 공명 영상 장치용 무선 주파수 공진기.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제3 라인부를 구성하는 4개의 팔 형상 패턴의 폭은 2㎜이고, 길이는 20㎜인 것을 특징으로 하는, 자기 공명 영상 장치용 무선 주파수 공진기.

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

제4항 또는 제5항에 따른 자기 공명 영상 장치용 무선 주파수 공진기를 포함하는 자기 공명 영상 장치.

청구항 17

제6항 내지 제10항 중 어느 한 항에 따른 자기 공명 영상 장치용 무선 주파수 공진기를 포함하는 자기 공명 영상 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 무선 주파수 공진기 및 이를 포함하는 자기 공명 영상 장치에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명은 RF 신호를 공진시켜 생성되는 자기장의 세기를 효율적으로 증강시킬 수 있는 자기 공명 영상 장치용의 무선 주파수 공진기 및 이를 포함하는 자기 공명 영상 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 자기공명영상(MRI: magnetic resonance image)법은 효능이 뛰어나면서도 인체에 부담을 주지 않는 첨단의 비파괴, 비 방사능적 검사법으로서, 현재 뇌, 척추질환, 뼈, 관절질환, 심혈관, 흉부 질환, 선천성 심장 질환, 심근

경색증 등의 진단에 널리 이용되고 있다. 이러한 MRI는 인체에 정 자기장(static magnetic field)을 인가하면, 세포 구성분자에 포함된 수소 원자핵은 정자기장의 세기에 비례하는 공진 주파수를 가지며 이 주파수의 전자파를 잘 흡수하거나 방출하게 되는 원리를 이용한다.

[0003] MRI 장치는 이러한 원리를 이용하여 인체 내부를 검사하는 장비이다. 이러한 MRI 장치는 강한 정 자기장을 측정 부위에 인가한 상태에서, 공진 주파수에 해당하는 전파를 펄스 형태로 인체에 조사하여 수소 원자핵들을 높은 에너지 상태로 여기시킨다. 여기된 수소 원자핵들을 다시 낮은 에너지 상태로 돌아오면서 가지고 있던 에너지의 대부분을 자기장 형태로 외부에 방출한다. 이와 같이 방출된 자기장이 MR(magnetic resonance) 신호이다.

[0004] 수소원자핵이 자기장을 방출하는 동안 위치에 따라 세기가 다른 자기장, 예를 들어 기준점에서부터 한쪽 방향으로 거리에 비례하여 세기가 증가하는 경사자기장(gradient field)을 추가로 인가하면, 각 위치의 수소 원자핵에서 방출되는 자기장의 주파수는 정 자기장에 의해 결정되는 중심주파수에 대해 위치에 비례하는 편차를 가진다.

[0005] 따라서 이 MR 신호를 검출기 혹은 수신 안테나로 받아 신호 처리하면 수소 원자핵의 밀도 분포를 나타내는 영상을 얻을 수 있다.

[0006] 한편, 7T(Tesla) 이상의 고자기장 자기공명영상(Magnetic Resonance Imaging)시스템은 우수한 신호 대 잡음비 및 해상도를 가지고 있으며, 현대 의학에서 임상 진단과 분석을 위한 중요한 도구로 사용되기 위하여 현재 많은 연구가 이루어지고 있다. 그러나 고자기장 자기공명영상시스템에서는 RF 공진기에서 발생하는 자기장($B1^+$)의 불균일성으로 인하여 임상 진단 및 분석을 위한 영상을 획득하기가 힘들다. 다채널(multi-channel) 코일을 이용하여 자기장의 불균일성 문제를 극복할 방법에 대해서도 연구가 이루어지고 있으나, 만족할 만한 성과는 나오지 않은 상황이며 특히, 임상용인 3T 자기공명영상시스템에서 적용 가능한 RF 공진기에 대해서는 알려진 바 없다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국 공개특허공보 제10-2010-0058894호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 강한 자기장을 생성할 수 있는 자기 공명 영상 장치용 무선 주파수 공진기를 제공하는 것을 기술적 과제로 한다.

[0009] 또한 본 발명은 무선 주파수 공진기를 이용하여 고성능의 무선 주파수 코일 및 높은 품질의 영상을 생성할 수 있는 자기 공명 영상 장치를 제공하는 것을 기술적 과제로 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 이러한 기술적 과제를 해결하기 위한 본 발명에 따른 자기 공명 영상 장치용 무선 주파수 공진기는 마이크로스트립(microstrip) 기판과, 상기 마이크스트립 기판의 일면에 형성되어 있으며, RF 신호를 공진시켜 생성되는 자기장의 세기를 증강시키는 공진용 도전 패턴부 및 상기 마이크로스트립 기판의 타면에 형성된 접지 도전판을 포함하여 구성된다.

[0011] 본 발명에 따른 자기 공명 영상 장치용 무선 주파수 공진기에 있어서, 상기 공진용 도전 패턴부는 하나의 미앤더 라인(meander line)이 형성된 단일 미앤더 라인 구조를 갖는 것을 특징으로 한다.

[0012] 본 발명에 따른 자기 공명 영상 장치용 무선 주파수 공진기에 있어서, 상기 미앤더 라인의 폭이 3㎜인 경우, 상기 미앤더 라인의 길이는 129㎜인 것을 특징으로 한다.

[0013] 본 발명에 따른 자기 공명 영상 장치용 무선 주파수 공진기에 있어서, 상기 공진용 도전 패턴부는 2개의 미앤더 라인이 형성된 이중 미앤더 라인 구조를 갖는 것을 특징으로 한다.

[0014] 본 발명에 따른 자기 공명 영상 장치용 무선 주파수 공진기에 있어서, 상기 미앤더 라인의 폭이 1㎜인 경우, 상기 미앤더 라인의 길이는 12㎜인 것을 특징으로 한다.

[0015] 본 발명에 따른 자기 공명 영상 장치용 무선 주파수 공진기에 있어서, 상기 공진용 도전 패턴부는 4 암(arm) SIR(Stepped Impedance Resonator) 구조를 갖는 것을 특징으로 한다.

[0016] 본 발명에 따른 자기 공명 영상 장치용 무선 주파수 공진기에 있어서, 상기 4 암 SIR 구조를 갖는 공진용 도전 패턴부는 양단으로부터 연장 형성된 2개의 제1 라인부와, 상기 2개의 제1 라인부 사이에 형성되어 있으며 상기 제1 라인부의 폭보다 좁은 폭을 갖는 제2 라인부 및 상기 제2 라인부와 평행하게 상기 제1 라인부로부터 연장 형성된 4개의 팔 형상 패턴을 갖는 제3 라인부로 이루어진 것을 특징으로 한다.

[0017] 본 발명에 따른 자기 공명 영상 장치용 무선 주파수 공진기에 있어서, 상기 2개의 제1 라인부의 길이는 각각 40㎜인 것을 특징으로 한다.

[0018] 본 발명에 따른 자기 공명 영상 장치용 무선 주파수 공진기에 있어서, 상기 제2 라인부의 폭이 7㎜인 경우, 상기 제2 라인부의 길이는 70㎜인 것을 특징으로 한다.

[0019] 본 발명에 따른 자기 공명 영상 장치용 무선 주파수 공진기에 있어서, 상기 제3 라인부를 구성하는 4개의 팔 형상 패턴의 폭은 2㎜이고, 길이는 20㎜인 것을 특징으로 한다.

[0020] 본 발명에 따른 자기 공명 영상 장치용 무선 주파수 공진기에 있어서, 상기 공진용 도전 패턴부는 3단 SIR 구조를 갖는 것을 특징으로 한다.

[0021] 본 발명에 따른 자기 공명 영상 장치용 무선 주파수 공진기에 있어서, 상기 3단 SIR 구조를 갖는 공진용 도전 패턴부는 양단으로부터 연장 형성된 2개의 제4 라인부 및 상기 2개의 제4 라인부 사이에 형성되어 있으며 상기 제4 라인부의 폭보다 좁은 폭을 갖는 제5 라인부로 이루어진 것을 특징으로 한다.

[0022] 본 발명에 따른 자기 공명 영상 장치용 무선 주파수 공진기에 있어서, 상기 제5 라인부의 폭이 2.6㎜인 경우, 상기 제5 라인부의 길이는 110㎜인 것을 특징으로 한다.

[0023] 본 발명에 따른 자기 공명 영상 장치용 무선 주파수 공진기에 있어서, 상기 제4 라인부의 길이는 20㎜인 것을 특징으로 한다.

[0024] 본 발명에 따른 자기 공명 영상 장치용 무선 주파수 공진기에 있어서, 상기 공진용 도전 패턴부의 두께는 20㎜이고, 길이는 150㎜이고, 폭은 18㎜인 것을 특징으로 한다.

[0025] 본 발명에 따른 자기 공명 영상 장치용 무선 주파수 공진기에 있어서, 상기 공진용 도전 패턴부의 폭이 18㎜인 경우, 상기 공진용 도전 패턴부의 길이는 150㎜인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0026] 본 발명에 따르면, 강한 자기장을 생성할 수 있는 자기 공명 영상 장치용 무선 주파수 공진기가 제공되는 효과가 있다.

[0027] 또한, 본 발명에 따른 무선 주파수 공진기를 이용하여 고성능의 무선 주파수 코일 및 높은 품질의 영상을 생성할 수 있는 자기 공명 영상 장치가 제공되는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 본 발명의 실시 예들에 적용되는 마이크로스트립 전송 라인을 개념적으로 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시 예들에 따른 자기 공명 영상 장치용 무선 주파수 공진기의 측면도 및 평면도를 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 무선 주파수 공진기를 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 무선 주파수 공진기를 나타낸 도면이다.

도 5는 본 발명의 제3 실시 예에 따른 무선 주파수 공진기를 나타낸 도면이다.

도 6은 본 발명의 제4 실시 예에 따른 무선 주파수 공진기를 나타낸 도면이다.

도 7은 본 발명의 실시 예들에 따라, 투과된 RF 자기장 분포를 측정한 사진이다.

도 8은 본 발명의 실시 예들을 적용한 16 채널 코일에 의해 생성된 자기장 맵을 측정한 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 이하에서는 본 발명의 바람직한 실시 예들을 설명하기 전에, 본 발명에 적용되는 기본적인 원리에 대하여 설명한다.

[0030] 앞서 간략하게 설명하였지만, 7T 이상의 고자기장 자기공명영상(Magnetic Resonance Imaging)시스템에서는 RF 공진기에서 발생하는 자기장의 불균일성으로 인하여 임상 진단 및 분석을 위한 영상을 획득하기가 힘들다. 다채널(multi-channel) 코일을 이용하여 자기장의 불균일성 문제를 극복할 방법에 대해서도 연구가 이루어지고 있으나, 만족할 만한 성과는 나오지 않은 상황이며 특히, 임상용인 3T 자기공명영상시스템에서 적용 가능한 RF 공진기에 대해서는 알려진 바 없다.

[0031] 마이크로스트립을 이용한 RF 공진기가 인체 헤드(head) 코일 및 몸통(body) 코일을 위한 다채널 코일의 요소로서 사용되고 있으며, 각 RF 공진기의 전류 크기 및 위상을 독립적으로 조절함으로써 자기장의 불균일성을 완화시키기 위한 RF shimming을 효과적으로 적용 시킬 수 있다. 하지만 이러한 고해상도 자기공명영상시스템은 실제 임상에서는 적용되지 않고 있다.

[0032] 따라서 본 발명에서는 고해상도에서 사용되는 다채널 RF 코일을 임상용 자기공명영상시스템인 3T에서 사용가능한 마이크로스트립을 이용한 다양한 RF 공진기를 제안하였다.

[0033] 구형 팬텀(spherical phantom)에 투과되는 RF 자기장 세기를 서로 비교하였으며 병렬 영상(parallel imaging)을 위한 다채널 코일의 요소로서 적합한지 자기장 분포를 통하여 확인하여 그 성능을 파악하였다.

[0034] 도 1은 본 발명의 실시 예들에 적용되는 마이크로스트립 전송 라인을 개념적으로 나타낸 도면이다.

[0035] 도 1을 참조하면, 유전체는 teflon(ε_r=2.08, loss tan=0.004)을 사용하였으며, 유전체의 높이 및 길이는 각각 20 mm, 150 mm이며 마이크로스트립의 폭은 18 mm이다. 일반적인 마이크로스트립을 이용한 공진기는 λ/2 공진을 이용하며 두 개의 병렬 커패시터가 급전 및 종단부분에 연결된다. 이러한 병렬 커패시터는 RF 공진기의 전기적인 길이를 줄이기 위해서 사용되며, 라머(Larmor) 주파수(128 MHz, 3T)에 정합을 위해서도 사용된다.

[0036] 본 발명에서 주된 목적 중 하나는 유전 물질(인체)에 투과되는 RF 자기장의 크기를 증가 시키는 것이다. 자기공명영상시스템에서는 자기장의 세기($B1^+$)에 따라 영상 해상도가 달라지며, 자기장의 세기는 다음 수학식 1과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 1

[0037]
$$B_1^+ = \frac{(B_x + jB_y)}{2}$$

[0038] 수학식 1에서, $j = \sqrt{-1}$ 이며, Bx와 By는 RF 자기장의 x와 y방향의 복소 벡터를 의미한다. 투과되는 RF 자기장을 증가시키기 위해서 도 2와 같이 마이크로스트립의 선로에 다양한 구조를 구현함으로써 RF 자기장의 크기를 비교하였다. 본 발명의 4가지 실시 예에 따른 RF 공진기의 유전체 크기 및 마이크로스트립 선로의 폭은 동일하게 설정하였으며 정합을 위하여 급전 부분과 종단 부분에 병렬로 커패시터를 연결하였다.

[0039] 도 2는 본 발명의 실시 예들에 따른 자기 공명 영상 장치용 무선 주파수 공진기의 측면도 및 평면도를 나타낸 도면이다.

[0040] 도 2의 (a)는 본 발명의 일 실시 예에 따른 무선 주파수 공진기의 측면도이다.

[0041] 도 1 및 도 2의 (a)를 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 무선 주파수 공진기는 마이크로스트립(microstrip) 기판(10)과, 이 마이크스트립 기판(10)의 일면에 형성되어 있으며, RF 신호를 공진시켜 생성되는 자기장의 세기를 증강시키는 공진용 도전 패턴부(20) 및 마이크로스트립 기판(10)의 타면에 형성된 접지 도전판(30)을 포함하여 구성된다. 예를 들어, 마이크로스트립 기판(10)의 두께는 20㎜, 길이는 150㎜로 설정될 수 있고, 공진용 도전 패턴부(20)의 두께는 20㎜이고, 길이는 150㎜이고, 폭은 18㎜로 설정될 수 있다.

[0042] 도 2의 (b)는 공진용 도전 패턴부가 단일 미앤더 라인(meander line) 구조를 갖는 경우이고, 도 2의 (c)는 공진용 도전 패턴부가 이중 미앤더 라인 구조를 갖는 경우이고, 도 2의 (d)는 공진용 도전 패턴부가 4 암(arm) SIR(Stepped Impedance Resonator) 구조를 갖는 경우이고, 도 2의 (e)는 공진용 도전 패턴부가 3단 SIR 구조를 갖는 경우이다.

[0043] 이하에서는 각각의 패턴을 실시 예들로 구분하여 설명한다.

[0044] 도 3은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 무선 주파수 공진기를 나타내며, 공진용 도전 패턴부(21)가 단일 미앤더 라인(meander line) 구조를 갖는 경우이다.

[0045] 도 3을 추가적으로 참조하면, 본 발명의 제1 실시 예에 따른 무선 주파수 공진기를 구성하는 공진용 도전 패턴부(21)는 단일 미앤더 라인 구조를 갖는다.

[0046] 단일 미앤더 라인 구조는 급전 영역과 종단 영역 사이에 하나의 미앤더 라인이 형성되어 있는 구조이다. 미앤더 라인은 도 3에 개시되어 있는 바와 같이 신호 선로 길이를 확장하기 위해 구불구불한 형상을 갖도록 한 구조이다. 예를 들어, 미앤더 라인의 폭이 3㎜인 경우, 미앤더 라인의 길이는 129㎜로 설정될 수 있으며, 미앤더 라인은 공진용 도전 패턴부의 끝단으로부터 10.5㎜ 이격된 지점에서부터 형성될 수 있다.

[0047] 도 4는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 무선 주파수 공진기를 나타내며, 공진용 도전 패턴부(22)가 이중 미앤더 라인 구조를 갖는 경우이다.

[0048] 도 4를 추가적으로 참조하면, 본 발명의 제2 실시 예에 따른 무선 주파수 공진기를 구성하는 공진용 도전 패턴부(22)는 이중 미앤더 라인 구조를 갖는다.

[0049] 이중 미앤더 라인 구조는 공진용 도전 패턴부(22)의 양 끝단 근처 즉, 급전 영역과 종단 영역 근처에 동일한 형상을 갖는 2개의 미앤더 라인이 형성되어 있는 구조이다. 제1 실시 예와 비교하여 제2 실시 예에서의 미앤더 라인은 그 폭과 길이가 축소된 구조를 갖는다. 예를 들어, 미앤더 라인의 폭이 1㎜인 경우, 미앤더 라인의 길이는 12㎜로 설정될 수 있다. 2개의 미앤더 라인은 각각 공진용 도전 패턴부의 끝단으로부터 10.5㎜ 이격된 지점에서부터 형성될 수 있다.

[0050] 도 5는 본 발명의 제3 실시 예에 따른 무선 주파수 공진기를 나타내며, 공진용 도전 패턴부(23)가 4 암(arm) SIR(Stepped Impedance Resonator) 구조를 갖는 경우이다.

[0051] 도 5를 추가적으로 참조하면, 본 발명의 제3 실시 예에 따른 무선 주파수 공진기를 구성하는 공진용 도전 패턴부(23)는 4 암 SIR 구조를 갖는다.

[0052] 4 암 SIR 구조는 폭이 상대적으로 넓은 라인과, 이 넓은 라인 사이에 위치한 좁은 라인 및 넓은 라인에서 연장된 팔 형상의 라인을 갖는 구조이다.

[0053] 예를 들어, 4 암 SIR 구조를 갖는 공진용 도전 패턴부(23)는 제1 라인부(311, 312), 제2 라인부(320) 및 제3 라인부(331, 332, 333, 334)로 이루어질 수 있다.

[0054] 제1 라인부(311, 312)는 공진용 도전 패턴부의 양단으로부터 연장 형성된 2개의 라인으로서, 제2 라인부(320) 및 제3 라인부(331, 332, 333, 334)보다 상대적으로 넓은 폭을 갖는다.

[0055] 제2 라인부(320)는 2개의 제1 라인부(311, 312) 사이에 형성되어 있으며 제1 라인부(311, 312)보다 상대적으로 좁은 폭을 갖는다.

[0056] 제3 라인부(331, 332, 333, 334)는 제2 라인부(320)와 평행한 방향으로 제1 라인부(311, 312)로부터 연장 형성된 4개의 팔 형상 패턴을 갖는다. 제3 라인부(331, 332, 333, 334)는 제1 라인부(311, 312) 및 제2 라인부(320)와 비교하여 상대적으로 폭과 길이가 작다.

[0057] 예를 들어, 2개의 제1 라인부(311, 312)의 길이는 각각 40㎜이고, 제2 라인부(320)의 폭은 7㎜이고, 제2 라인부(320)의 길이는 70㎜이고, 제3 라인부(331, 332, 333, 334)를 구성하는 4개의 팔 형상 패턴의 폭은 2㎜이고, 그 길이는 20㎜이고, 제2 라인부(320)와 제3 라인부(331, 332, 333, 334) 사이의 간격은 5.5㎜로 설정될 수 있다.

[0058] 도 6은 본 발명의 제4 실시 예에 따른 무선 주파수 공진기를 나타내며, 공진용 도전 패턴부(24)가 3단 SIR 구조를 갖는 경우이다.

[0059] 도 6을 추가적으로 참조하면, 본 발명의 제4 실시 예에 따른 무선 주파수 공진기를 구성하는 공진용 도전 패턴부(24)는 3단 SIR 구조를 갖는다.

[0060] 3단 SIR 구조는 폭이 상대적으로 넓은 라인과, 이 넓은 라인 사이에 위치한 좁은 라인을 갖는 구조이다.

[0061] 예를 들어, 3단 SIR 구조를 갖는 공진용 도전 패턴부(24)는 제4 라인부(411, 412) 및 제5 라인부(420)로 이루어질 수 있다.

[0062] 제4 라인부(411, 412)는 공진용 도전 패턴부(24)의 양단으로부터 연장 형성된 2개의 라인으로서, 제5 라인부(420)와 비교하여 상대적으로 넓은 폭을 갖는다.

[0063] 제5 라인부(420)는 2개의 제4 라인부(411, 412) 사이에 형성되어 있으며, 제4 라인부(411, 412)와 비교하여 상대적으로 좁은 폭을 갖는다.

[0064] 예를 들어, 제5 라인부(420)의 폭이 2.6mm인 경우, 제5 라인부(420)의 110mm이고, 제4 라인부(411, 412)의 길이는 20mm로 설정될 수 있다.

[0065] 이하에서는 본 발명의 실시 예들을 적용한 실험 결과에 대하여 설명한다.

[0066] 도 7은 본 발명의 실시 예들에 따라, 투과된 RF 자기장 분포를 측정한 사진이다.

[0067] 도 7을 참조하면, 유한 차분 시간 기법(finite difference time-domain method)에 기초하여, SEMCAD가 구형 팬텀에서의 자기장 세기를 측정하기 위해 사용되었다. 구형 팬텀은 인체 머리를 유사하게 모델링하기 위한 것으로서, ε_r = 58.1, σ = 0.539(S/m), radius = 100mm이다.

[0068] 본 실시 예들에 따른 4가지 RF 공진기는 라머 주파수(128MHz, 3Tesla)에서 우수한 주파수 응답을 보였다. 주파수 응답은 최대 약 -20dB임을 알 수 있었다. 도 7에 개시된 바와 같이, 동일한 입력 전력에서, 제3 실시 예에 따른 무선 주파수 공진기 즉, 공진용 도전 패턴부(23)가 4 암 SIR 구조를 갖는 경우, 다른 실시 예들과 비교하여 상대적으로 고주파 자기장의 투과 분포가 높다는 것을 알 수 있었다. 다음 표 1은 투과 깊이에 따른 RF 자기장 세기를 나타낸다.

표 1

[0069]

Position Resonator	22 mm	40 mm	67 mm	86 mm	105 mm
제1 실시예(Meander line)	3.492	1.523	0.611	0.382	0.260
제2 실시예(Resonator with two meander lines)	3.425	1.454	0.574	0.358	0.243
제3 실시예(SIR with four arms)	5.069	1.991	0.755	0.465	0.314
제4 실시예(SIR)	4.813	1.880	0.715	0.440	0.298

[0070] 표 1을 참조하면, 팬텀의 중심(105mm)에서, 4개의 RF 공진기들의 투과 RF 자기장 세기들은 각각 0.260, 0.243, 0.314, 0.298(A/m)이다. 제3 실시 예에 따른 RF 공진기는 다른 실시 예들과 비교하여 상대적으로 투과 RF 자기장의 세기가 가장 크다. 4가지 RF 공진기의 입력 전력은 1와트로 정규화되었다.

[0071] 도 8은 본 발명의 실시 예들을 적용한 16 채널 코일에 의해 생성된 자기장 맵을 측정한 사진이다.

[0072] 각각의 RF 공진기에서 22.5도의 위상각으로 회전시키면서 중첩 원리(superposition principle)를 이용함으로써, 16 채널 페이즈드(phased) RF 공진기의 자기장 세기 맵이 팬텀에서 계산되었다. 다음 표 2에 16 채널 코일에 대한 자기장 세기 피크값의 합(SUM), 평균(AVG.) 및 표준편차(STD.)가 개시되어 있다.

표 2

[0073]

Values Resonator	SUM	AVG.	STD.
제1 실시예(Meander line)	40.222	0.0976	0.5487
제2 실시예(Resonator with two meander lines)	39.192	0.0951	0.6143

제3 실시예(SIR with four arms)	50.747	0.1231	0.6923
제4 실시예(SIR)	48.354	0.1173	0.6596

[0074] 표 2를 참조하면, 팬텀 중심의 관심 영역에서, 다른 16 채널 코일과 비교하여 제3 실시 예에 따른 4 암 SIR 구조를 갖는 공진용 도전 패턴부(24)를 적용한 RF 공진기를 이용한 16 채널 코일이 보다 균일한 자기장 세기 분포를 제공하는 것을 알 수 있다. 일반적으로, 개선된 코일은 대상체에서 보다 높고 균일한 자기장을 가지며, 결과적으로, 보다 낮은 표준편차와 보다 높은 평균값을 갖는다.

[0075] 이상에서 상세히 설명한 바와 같이 본 발명에 따르면, 강한 자기장을 생성할 수 있는 자기 공명 영상 장치용 무선 주파수 공진기가 제공되는 효과가 있다.

[0076] 또한, 본 발명에 따른 무선 주파수 공진기를 이용하여 고성능의 무선 주파수 코일 및 높은 품질의 영상을 생성할 수 있는 자기 공명 영상 장치가 제공되는 효과가 있다.

[0077] 3T 자기공명영상시스템은 인체 영상 획득과 진단 분야의 표준 기술이 되었다. 그러나 7T 이상의 고자기장 자기공명영상시스템에 비하여, 3T 자기공명영상시스템은 신호 대 잡음비가 좋지 않다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명에서는 4가지 구조의 RF 공진기를 제안하였으며, 4 개의 팔을 가지는 스텝 임피던스 공진기의 경우 구형 팬텀의 중심에서 투과되는 RF 자기장의 크기가 가장 센 것을 확인하였으며, 이를 바탕으로 16채널 헤드 코일을 구성하였다.

[0078] 이상에서 본 발명에 대한 기술사상을 첨부된 도면과 함께 서술하였지만 이는 본 발명의 바람직한 실시 예를 예시적으로 설명한 것이지 본 발명을 한정하는 것은 아니다. 또한, 이 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 누구나 본 발명의 기술사상의 범주를 이탈하지 않는 범위 내에서 다양한 변형 및 모방이 가능함은 명백한 사실이다.

부호의 설명

[0079] 10: 마이크로스트립 기판

20: 공진용 도전 패턴부

30: 접지 도전판

21, 22, 23, 24: 공진용 도전 패턴부

311, 312: 제1 라인부

320: 제2 라인부

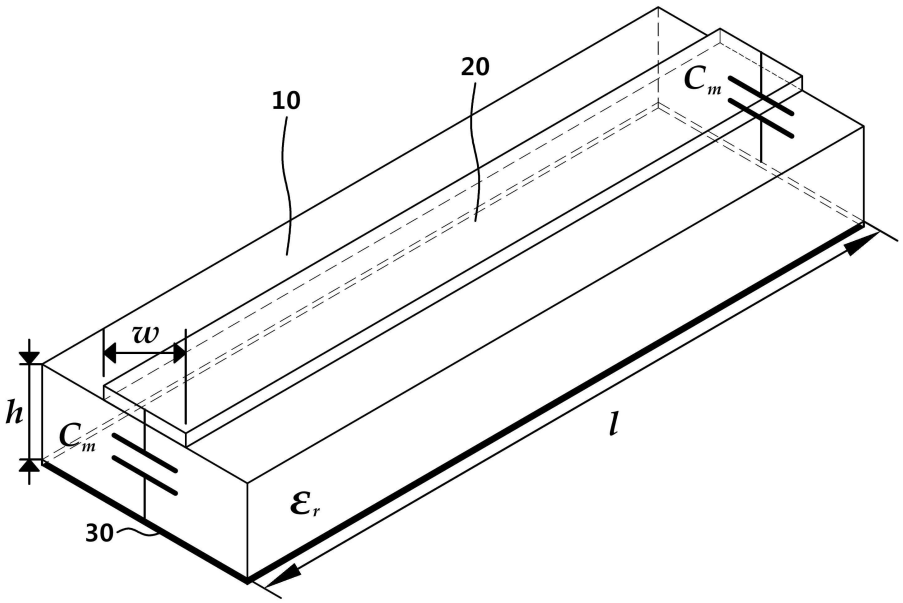
331, 332, 333, 334: 제3 라인부

411, 412: 제4 라인부

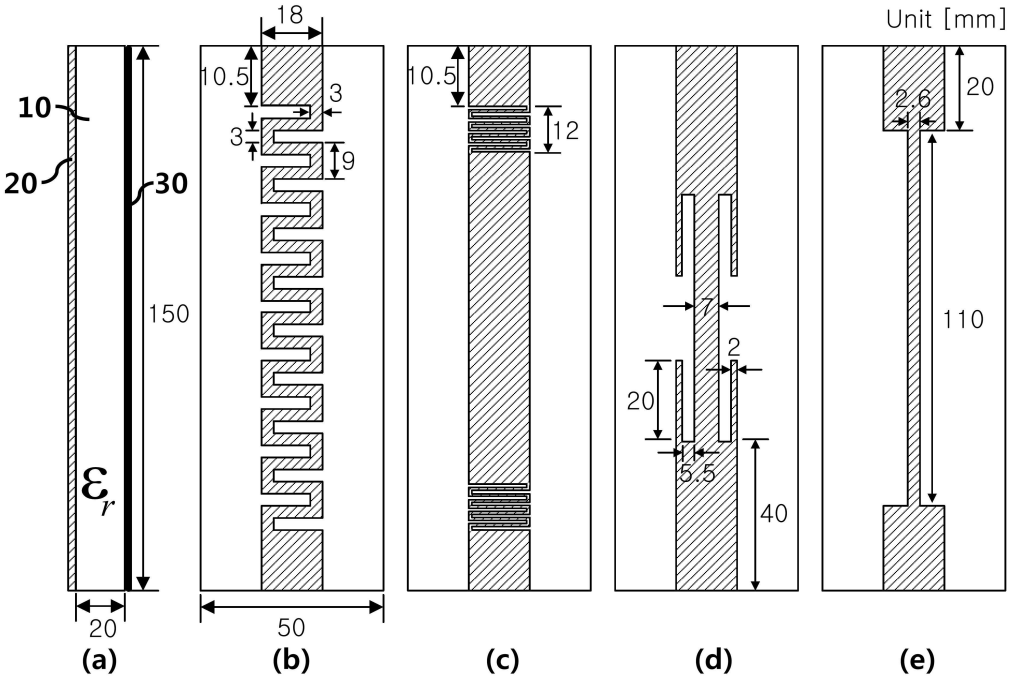
420: 제5 라인부

도면

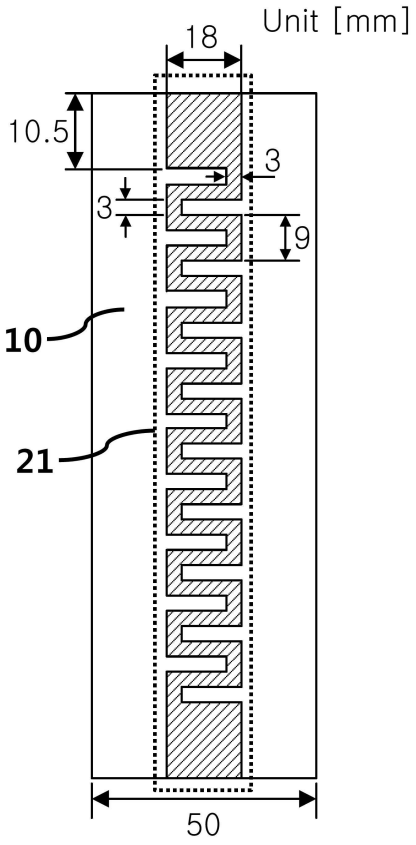
도면1


10
20
C_m
w
h
C_m
l
ε_r
30

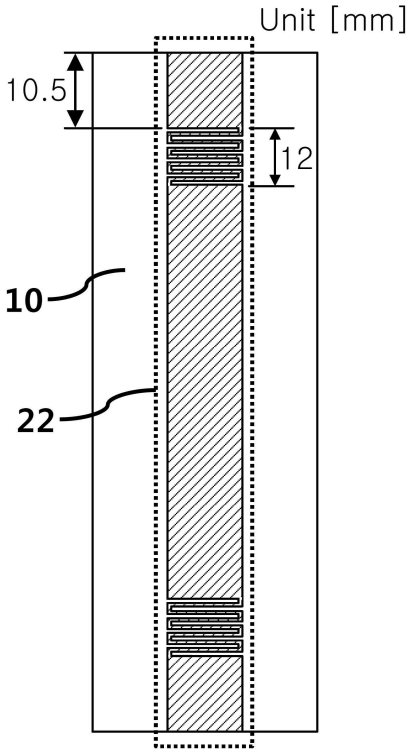
도면2


Unit [mm]
18
10.5
3
3
9
10
20
30
150
ε_r
20
50
10.5
12
7
2
20
5.5
40
2.6
20
110
(a)
(b)
(c)
(d)
(e)

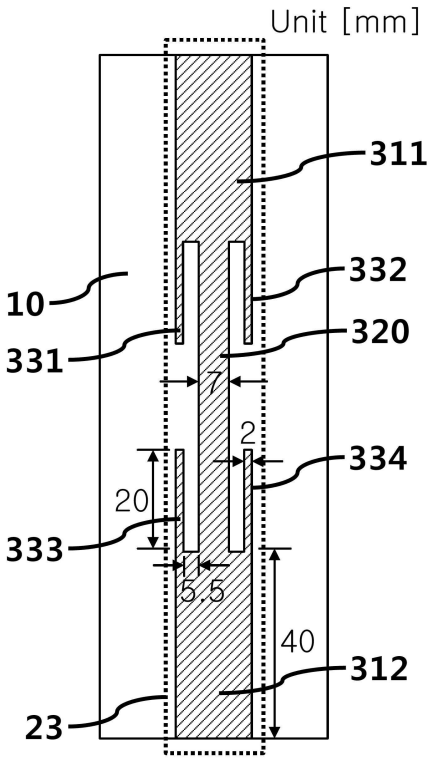
도면3



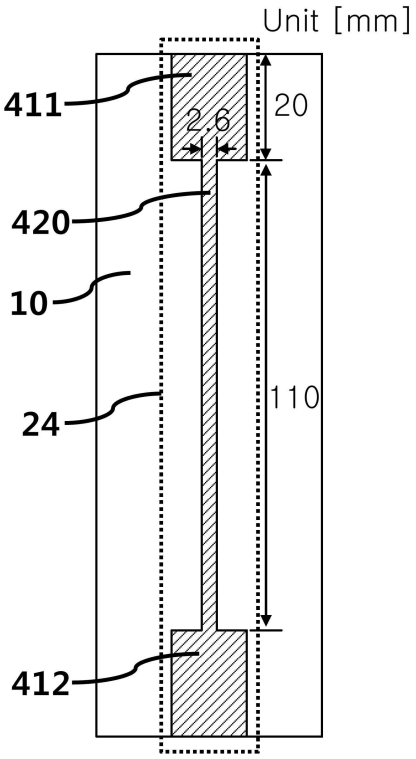
도면4



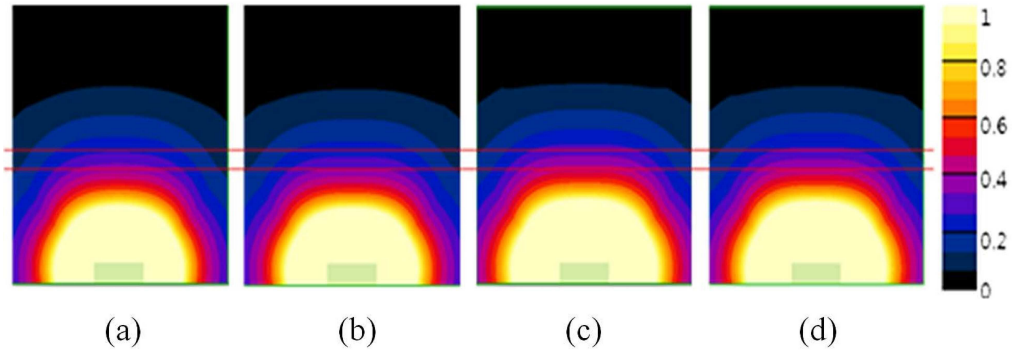
도면5


Unit [mm]
311
10
332
331
320
7
2
334
20
333
5.5
40
312
23

도면6


Unit [mm]
411
2.6
20
420
10
110
24
412

도면7



도면8

