



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0117085
(43) 공개일자 2014년10월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01R 33/34 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0032007

(22) 출원일자 2013년03월26일

심사청구일자 2013년03월26일

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

울산대학교 산학협력단

울산광역시 남구 대학로 93

(72) 발명자

이주형

경기 과천시 별양로 85, 409동 1105호 (별양동, 주공아파트)

유형석

울산 남구 신선로 45, 103동 2002호 (야음동, 롯데캐슬1단지아파트)

(74) 대리인

특허법인세림

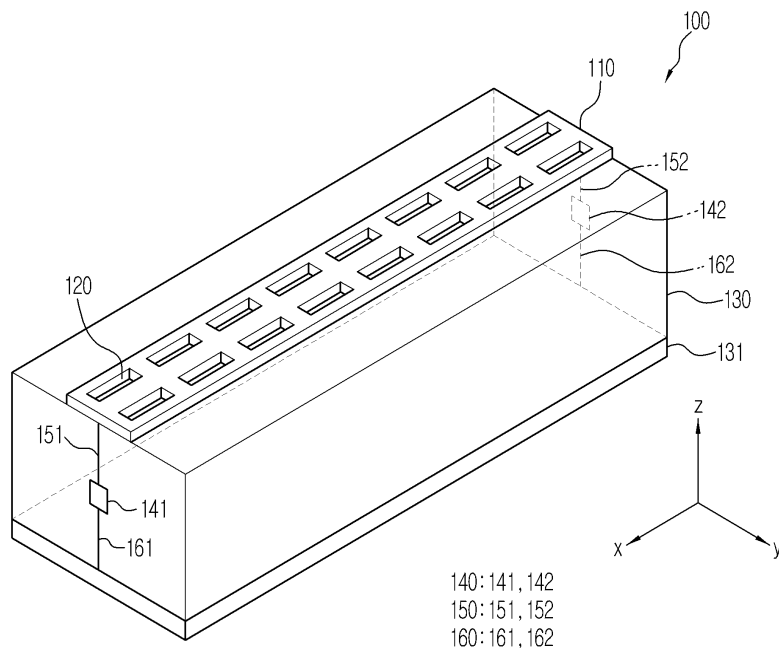
전체 청구항 수 : 총 24 항

(54) 발명의 명칭 무선 주파수 공진기, 무선 주파수 코일 및 자기 공명 영상 장치

(57) 요약

무선 주파수 공진기, 무선 주파수 코일 및 자기 공명 영상 장치에 있어서, 무선 주파수 공진기는 도전체가 일면에 부착된 유전체 및 상기 도전체와 대향하도록 상기 유전체의 다른 일면에 설치되고, 복수의 절개부가 복수의 열로 배치된 적어도 하나의 도체선로를 포함한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

도전체가 일면에 형성된 유전체; 및

상기 도전체와 대향하도록 상기 유전체의 다른 일면에 배치되고, 복수의 절개부가 복수의 열로 형성된 적어도 하나의 도체선로;

를 포함하는 무선 주파수 공진기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 도체 선로는, 상기 복수의 열의 각 열마다 복수의 절개부가 형성된 무선 주파수 공진기.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 각 열의 복수의 절개부는 주기적으로 배치된 무선 주파수 공진기.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 각 열의 복수의 절개부 중 적어도 하나의 절개부는 동일한 열의 다른 절개부와 상호 이격되어 배치되는 무선 주파수 공진기.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 복수의 열 중 각 열의 절개부는 다른 열의 절개부와 상호 이격되어 배치되는 무선 주파수 공진기.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 도체선로 및 상기 도전체와 전기적으로 연결된 적어도 하나의 커패시터;

를 더 포함하는 무선 주파수 공진기.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 커패시터는, 커패시턴스가 고정된 고정 커패시터 또는 커패시터가 가변되는 가변 커패시터인 무선 주파수 공진기.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 커패시터는, 상기 유전체의 외면에 형성되는 무선 주파수 공진기.

청구항 9

도전체가 일면에 부착된 적어도 하나의 유전체; 및

상기 도전체와 대향하도록 상기 적어도 하나의 유전체의 다른 일면에 설치되고, 복수의 절개부가 복수의 열로 배치된 적어도 하나의 도체선로;

를 포함하는 무선 주파수 코일.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 복수의 열의 각 열은 복수의 절개부를 포함하는 무선 주파수 코일.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 각 열의 복수의 절개부는 주기적으로 배치된 무선 주파수 코일.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 각 열의 복수의 절개부 중 적어도 하나의 절개부는 동일한 열의 다른 절개부와 상호 이격되어 배치되는 무선 주파수 코일.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 복수의 열 중 각 열의 절개부는 다른 열의 절개부와 상호 이격되어 배치되는 무선 주파수 코일.

청구항 14

제9항에 있어서,

상기 도체선로 및 상기 도전체와 전기적으로 연결된 적어도 하나의 커패시터;

를 더 포함하는 무선 주파수 코일.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 커패시터는, 커패시턴스가 고정된 고정 커패시터 또는 커패시터가 가변되는 가변 커패시터인 무선 주파수

코일.

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 커패시터는, 상기 유전체의 외면에 형성되는 무선 주파수 코일.

청구항 17

피사체에 대해 정자장(Static field)을 형성하는 정자장 코일부;

피사체에 대해 경사자장(gradient)을 형성하는 경사자장 코일부; 및

상기 정자장 및 경사자장이 형성된 피사체에 자기장을 인가하여 피사체 내에서 자기 공명 현상을 유도하고, 상기 자기 공명 현상에 따라 발생한 자기 공명 신호를 수신하는 무선 주파수 코일부;

를 포함하되,

상기 무선 주파수 코일부는, 도전체가 일면에 부착된 적어도 하나의 유전체 및 상기 도전체와 대향하도록 상기 적어도 하나의 유전체의 다른 일면에 설치되고, 복수의 절개부가 복수의 열로 배치된 적어도 하나의 도체선로를 포함하는 적어도 하나의 코일 소자를 포함하는 자기 공명 영상 장치.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 코일 소자는 각 열마다 복수의 절개부가 배치된 자기 공명 영상 장치.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 코일 소자의 상기 각 열의 복수의 절개부는 주기적으로 배치된 자기 공명 영상 장치.

청구항 20

제18항에 있어서,

상기 코일 소자의 상기 각 열의 복수의 절개부 중 적어도 하나의 절개부는 동일한 열의 다른 절개부와 상호 이격되어 배치되는 자기 공명 영상 장치.

청구항 21

제17항에 있어서,

상기 코일 소자의 상기 복수의 열 중 각 열의 절개부는 다른 열의 절개부와 상호 이격되어 배치되는 자기 공명 영상 장치.

청구항 22

제17항에 있어서,

상기 코일 소자는, 상기 도체선로 및 상기 도전체와 전기적으로 연결된 적어도 하나의 커패시터;
를 더 포함하는 자기 공명 영상 장치.

청구항 23

제22항에 있어서,

상기 커패시터는, 커패시턴스가 고정된 고정 커패시터 또는 커패시터가 가변되는 가변 커패시터인 자기 공명 영상 장치.

청구항 24

제22항에 있어서,

상기 커패시터는, 상기 유전체의 외면에 형성되는 자기 공명 영상 장치.

명세서

기술 분야

[0001] 무선 주파수 공진기, 무선 주파수 코일 및 자기 공명 영상 장치에 관련된 것이다.

배경 기술

[0002] 자기공명영상장치(MRI, Magnetic Resonance Imaging apparatus)는 자기 공명 현상을 통해 피사체의 내부 구조에 대한 정보를 수집하고, 수집된 정보를 이용하여 자기 공명 영상을 생성한 후, 생성된 자기 공명 영상을 사용자에게 시각적으로 표시할 수 있도록 하는 장치이다.

[0003] 자기 공명 영상 장치는, 핵 자기 공명(Nuclear Magnetic Resonance: NMR) 현상을 이용하여 피사체의 내부 단면을 촬영하도록 한다. 핵 자기 공명 현상은 소정의 자기장에 노출된 피사체의 원자핵이 일정한 주파수의 전자기파와 공명하는 현상을 말한다. 자기 공명 영상 장치는 원자핵에 핵 자기 공명 현상이 발생하는 경우 인접한 고주파 코일(무선 주파수 coil)에 유도되는 전압 신호를 수집하여 피사체 내부에 대한 영상을 획득하도록 할 수 있다.

[0004] 자기 공명 영상 장치는, 단면 촬영을 수행하고자 하는 피사체가 인체인 경우, 주로 수소 원자의 분포를 촬영하여 인체 내부에 대한 정보를 수집하여 영상화할 수도 있는데, 이는 인체 내에 수소 원자가 다량 있어 관측이 용이하기 때문이다.

[0005] 자기 공명 영상 장치는 피사체 내부의 상세한 영상을 얻을 수 있고, 또한 방사선 촬영 장치와 같은 방사선 피폭의 문제도 없기 때문에 생명 공학 연구용이나 의료 검진용으로 널리 사용되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 강한 자기장을 생성할 수 있는 무선 주파수 공진기를 제공하는 것을 하나의 목적으로 한다.

[0007] 또한 무선 주파수 공진기를 이용하여 고성능의 무선 주파수 코일 및 높은 품질의 영상을 생성할 수 있는 자기 공명 영상 장치를 제공하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0008] 상기와 같은 과제를 해결하기 위하여 무선 주파수 공진기, 무선 주파수 코일 및 상기 무선 주파수 공진기를 이용한 자기 공명 영상 장치를 제공한다.
- [0009] 무선 주파수 공진기는, 도전체가 일면에 형성된 유전체 및 상기 도전체와 대향하도록 상기 유전체의 다른 일면에 배치되고, 복수의 절개부가 복수의 열로 형성된 적어도 하나의 도체선로를 포함할 수 있다.
- [0010] 이 경우 복수의 열의 각 열은 복수의 절개부를 포함하고 있을 수 있다. 이때 상기 각 열의 복수의 절개부는 주기적으로 배치되어 있는 것도 가능하다. 또한 상기 각 열의 복수의 절개부 중 적어도 하나의 절개부는 동일한 열의 다른 절개부와 상호 이격되어 배치되도록 하는 것도 가능하다. 뿐만 아니라 상기 복수의 열 중 각 열의 절개부는 다른 열의 절개부와 상호 이격되어 배치되는 것도 가능하다.
- [0011] 한편 무선 주파수 공진기는 적어도 하나의 도체선로 및 상기 도전체와 전기적으로 연결된 적어도 하나의 커패시터를 더 포함할 수도 있다. 이 경우 커패시터는, 커패시턴스가 고정된 고정 커패시터 또는 커패시터가 가변되는 가변 커패시터일 수 있다. 이와 같은 커패시터는, 상기 유전체의 외면에 형성될 수도 있다.
- [0012] 무선 주파수 코일은, 도전체가 일면에 부착된 적어도 하나의 유전체 및 상기 도전체와 대향하도록 상기 적어도 하나의 유전체의 다른 일면에 설치되고, 복수의 절개부가 복수의 열로 배치된 적어도 하나의 도체선로를 포함하고 있을 수 있다.
- [0013] 이 경우 상기 복수의 열의 각 열은 복수의 절개부를 포함하고 있을 수 있다. 구체적으로는 상기 각 열의 복수의 절개부는 주기적으로 배치되어 있을 수도 있고, 상기 각 열의 복수의 절개부 중 적어도 하나의 절개부는 동일한 열의 다른 절개부와 상호 이격되어 배치될 수도 있다. 또한 상기 복수의 열 중 각 열의 절개부는 다른 열의 절개부와 상호 이격되어 배치될 수도 있다.
- [0014] 무선 주파수 코일은 도체선로 및 도전체와 전기적으로 연결된 적어도 하나의 커패시터를 더 포함할 수 있다. 이 경우 커패시터는, 커패시턴스가 고정된 고정 커패시터 또는 커패시터가 가변되는 가변 커패시터일 수도 있다. 한편 커패시터는, 상기 유전체의 외면에 형성되어 있을 수 있다.
- [0015] 자기 공명 영상 장치는, 피사체에 대해 정자장(Static field)을 형성하는 정자장 코일부, 피사체에 대해 경사자장(gradient)을 형성하는 경사자장 코일부 및 상기 정자장 및 경사자장이 형성된 피사체에 자기장을 인가하여 피사체 내에서 자기 공명 현상을 유도하고, 상기 자기 공명 현상에 따라 발생한 자기 공명 신호를 수신하는 무선 주파수 코일부를 포함할 수 있다. 구체적으로 무선 주파수 코일부는, 도전체가 일면에 부착된 적어도 하나의 유전체 및 상기 도전체와 대향하도록 상기 적어도 하나의 유전체의 다른 일면에 설치되고, 복수의 절개부가 복수의 열로 배치된 적어도 하나의 도체선로를 포함하는 적어도 하나의 코일 소자를 포함할 수 있다.
- [0016] 이때 코일 소자의 상기 복수의 열의 각 열은 복수의 절개부를 포함하고 있을 수 있다. 구체적으로는 코일 소자의 상기 각 열의 복수의 절개부는 주기적으로 배치될 수도 있고, 코일 소자의 상기 각 열의 복수의 절개부 중 적어도 하나의 절개부는 동일한 열의 다른 절개부와 상호 이격되어 배치될 수도 있으며, 상기 복수의 열 중 각 열의 절개부는 다른 열의 절개부와 상호 이격되어 배치될 수도 있다.
- [0017] 자기 공명 영상 장치의 코일 소자는, 도체선로 및 도전체와 전기적으로 연결된 적어도 하나의 커패시터를 더 포함할 수 있다. 이 경우 커패시터는, 커패시턴스가 고정된 고정 커패시터 또는 커패시터가 가변되는 가변 커패시터일 수 있다. 또한 커패시터는, 상기 유전체의 외면에 형성되어 있을 수 있다.

발명의 효과

- [0018] 상술한 바와 같이 무선 주파수 공진기에 의하면 강하고 균질한 자기장을 생성할 수 있게 되는 효과를 얻을 수 있다.
- [0019] 상술한 무선 주파수 공진기를 이용하면 고성능의 우수한 단일 채널 무선 주파수 코일의 제작이 가능해진다.
- [0020] 무선 주파수 코일을 이용하여 관심 영역에 자기장을 투사함에 있어서 무선 주파수 코일이 관심 영역에 자기장의 강도가 크면서도 균일한 자기장 분포를 형성할 수 있게 된다.
- [0021] 또한 무선 주파수 공진기 또는 무선 주파수 코일을 적용된 자기 공명 영상 장치에 의해 획득되는 영상의 품질이 개선될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022]

- 도 1은 무선 주파수 공진기의 일 실시예에 대한 사시도이다.
- 도 2는 도체선로의 일 실시예에 대한 평면도이다.
- 도 3은 도체선로에서 전류 흐름을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 도체선로상의 표면 전류 밀도를 도시한 그래프이다.
- 도 5는 도체선로상에 형성된 자기장을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 6 및 도 7는 도체선로의 다양한 일 실시예에 대한 평면도이다.
- 도 8은 도체선로의 또 다른 일 실시예에 대한 평면도이다.
- 도 9는 주파수 응답 특성 곡선에 대한 그래프이다.
- 도 10은 자기 공명 영상 장치의 일 실시예에 대한 구성도이다.
- 도 11은 자기 공명 영상 장치의 일 실시예에 대한 사시도이다.
- 도 12는 자기 공명 영상 장치의 일 실시예에 대한 상세 구성도이다.
- 도 13은 자기 공명 영상 장치의 다른 일 실시예에 대한 상세 구성도이다.
- 도 14는 무선 주파수 코일부의 일 실시예에 대한 도면이다.
- 도 15는 무선 주파수 코일부의 다른 일 실시예에 대한 도면이다.
- 도 16은 무선 주파수 코일부에 의한 목표 부위의 자기장 인가를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 17은 자기장의 크기를 비교한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023]

이하 도 1 내지 도 11을 참조하여 무선 주파수 공진기의 일 실시예에 대해서 설명할 것이다.

[0024]

도 1은 무선 주파수 공진기의 일 실시예에 대한 사시도이다.

[0025]

도 1에 도시된 바를 참조하면, 무선 주파수 공진기(100, radio frequency resonator)는 도체선로(110)와 유전체(130)를 포함하고 있을 수 있다.

[0026]

유전체(130)는 자기장이 인가될 때 전기 편극은 생성되나 전류는 흐르지 않는 물질을 의미한다. 유전체(130)에는 도 1에 도시된 바와 같이 도전체(131)와 적어도 하나의 도체선로(110)가 형성되어 있을 수 있다.

[0027]

일 실시예에 의하면 유전체(130)는 운모, 파라핀, 산화알루미늄, 각종 수지 등의 소재로 형성될 수 있다. 예를 들어 유전체(130)는 테프론(teflon, 비유전율:2.08) 등과 같은 불소 수지일 수도 있다.

[0028]

유전체(130)의 일 면에는 도전체(131)가 부착 등의 방법으로 형성되어 있을 수 있다. 도전체(130)는 전류가 흐를 수 있는 금속 소재로 형성되어 있을 수 있다. 이와 같은 도전체(130)는 도체선로(110)에 대해 접지(ground) 역할을 수행할 수 있다.

[0029]

유전체(130)의 다른 일 면에는 도 1에 도시된 바와 같이 도체선로(110)가 형성될 수 있다. 실시예에 따라서 도체선로(110)는 유전체(130)에 형성된 도전체(131)와 대향하도록 도전체(131)가 형성된 유전체(130)의 일 면과 반대편 일 면에 형성되어 있을 수 있다. 이 경우 도체선로(110)는 도 1에 도시된 바와 같이 육면체나 평판의 형상으로 형성되어 유전체(130)의 일 면에 부착되어 있을 수 있다. 물론 도체선로(110)는 육면체의 평판의 형태 뿐만 아니라 원통형의 형상이나 뿔의 모양을 구비하고 있을 수도 있다.

[0030]

도체선로(110)는 유전체(130)의 일 면에 부착되는 등의 방법으로 결합되어 유전체(130)상에 형성 되어있을 수도 있고, 또한 유전체(130)에 일부가 삽입되는 형태로 결합되어 있을 수도 있다.

[0031]

도체선로(110)는 소정의 입력단에서 소정의 출력단의 방향으로 전류가 흘러가면서 소정의 자기장을 생성하도록 한다. 이를 위해 도체선로(110)는 은(Ag), 구리(Cu), 알루미늄(Al) 등과 같은 고체 상태의 금속 재질로 이루어

져 있을 수도 있다. 물론 실시예에 따라서 통전 가능한 다양한 종류의 도체 역시 도체선로(110)로 이용될 수도 있을 것이다. 한편 일 실시예에 의하면 도체선로(110)는 복수의 절개부(120)가 형성되어 있을 수 있다.

- [0032] 유전체(130)의 외면에는 도체선로(110) 및 도전체(131)과 전기적으로 연결된 적어도 하나의 커패시터(140)가 설치되어 있을 수 있다. 커패시터(140)에 대해서는 후술하도록 한다.
- [0033] 이하 도체선로(110)에 대해 보다 구체적으로 설명하도록 한다.
- [0034] 일 실시예에 의하면 도체선로(110)에는 복수의 절개부(120)가 형성되어 있을 수 있다. 만약 도 1에 도시된 바와 같이 도체선로(110)가 직육면체의 형상으로 형성된 경우에는 복수의 절개부(120)는 도체선로(110)의 특정 면, 일례로 도 1의 상면에서부터 특정 면에 대항하는 다른 면, 일례로 도 1의 하면 방향까지 도체선로(110)를 관통하여 형성되어 있을 수 있다.
- [0035] 복수의 절개부(120)는 도 1에 도시된 바와 같이 도체선로(110)의 일부를 절개하는 등의 방법으로 도체선로(110) 상에 형성된다. 절개부(120)는 도체선로(110) 상의 빈 공간이기 때문에 도체선로(110)에 인가된 전류가 흐르지 않는다. 도면상 도시되지는 않았으나, 실시예에 따라서 절개부(120)에는 소정의 부도체가 삽입되어 있는 것도 가능하다. 부도체가 삽입된 경우라고 하더라도 절개부(120) 상에는 도체선로(110)에 인가된 전류가 흐르지 않을 것이다.
- [0036] 도 2는 도체선로의 일 실시예에 대한 평면도이다. 도 1 및 도 2에 도시된 바를 참조하면, 복수의 절개부(120)는 복수의 열, 일례로 제1열(121) 및 제2열(122)로 배치되어 있을 수 있다. 구체적으로 도 2에 도시된 바와 같이 복수의 절개부(120)는 두 개의 열(121, 122)로 배치되어 있을 수 있다. 물론 복수의 절개부(120)가 세 개나 네 개의 열로 배치되는 것도 가능하고, 또한 다섯 개 이상의 열로 배치되는 것도 가능할 것이다.
- [0037] 복수의 열 중 각각의 열(121, 122)은 적어도 하나의 절개부(121a 내지 121d, 122a 내지 122d)를 포함하고 있을 수 있다. 이 경우 각 열(121, 122)에 포함되는 절개부(121a 내지 121d, 122a 내지 122d)의 개수는 오직 하나일 수도 있고, 둘일 수도 있으며, 도 2에 도시된 바와 같이 네 개일 수도 있다. 각 열(121, 122)의 절개부(121a 내지 121d, 122a 내지 122d)의 개수는 설계자나 사용자 등의 편의에 따라서 임의로 결정될 수도 있고, 또한 도체선로(110)의 길이나 폭에 따라 결정될 수도 있을 것이다.
- [0038] 도체선로(110)에 배치된 복수의 열의 절개부(120)는, 다양한 형상을 구비할 수 있다.
- [0039] 일 실시예에 의하면 각각의 절개부(121a 내지 121d, 122a 내지 122d)는 모두 동일한 크기나 형태를 구비하고 있을 수 있다. 예를 들어 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이 각각의 절개부(120)는 모두 동일하게 직사각형의 형상을 구비하고 있을 수 있다. 물론 실시예에 따라서 각각의 절개부(120)가 정사각형이거나 마름모꼴의 형상을 구비하는 것도 가능할 것이다. 또한 절개부(120)의 형상이 삼각형인 것도 가능하며, 필요에 따라서 원형인 것도 가능할 것이다.
- [0040] 뿐만 아니라 다른 실시예에 의하면 복수의 절개부(120) 중 일부의 절개부의 형상과 다른 일부의 절개부의 형상이 서로 상이한 것도 가능하다. 이 경우 일부의 절개부(120) 각각은 서로 동일한 형상을 구비하고 있을 수 있다. 예를 들어 일부의 절개부(120)는 직사각형의 형상을 구비하고, 다른 일부의 절개부(120)는 정사각형의 형상을 구비하도록 하며, 또 다른 일부의 절개부(120)는 마름모꼴의 형상을 구비하도록 할 수도 있을 것이다. 실시예에 따라서 소정의 열의 절개부, 일례로 제1열(121)의 절개부(121a 내지 121d)는 직사각형의 형상을 구비하고, 제2열(122)의 절개부(122a 내지 122d)는 정사각형의 형상을 구비하는 것도 가능하다. 즉, 각 열마다 절개부(121a 내지 121d, 122a 내지 122d)의 형상이 상이한 것도 가능하다.
- [0041] 뿐만 아니라 제1열(121)의 특정 절개부, 일례로 제1a 절개부(121a)와 제1열(121)의 특정 절개부의 측면에 배치되는 제2열(122)의 절개부, 일례로 제2a 절개부(122a)는 서로 동일한 형상을 구비하도록 하고 동일한 열, 일례로 제1열(121)의 절개부(121a 내지 121d)는 서로 상이한 형상을 구비하도록 하는 것도 가능하다. 예를 들어 제1열(121)의 제1a 절개부(121a)와 제2열(122)의 제2a 절개부(122a)는 직사각형의 형상을 구비하고, 제1열(121)의 제1b 절개부(121b)와 제2열(122)의 제2b 절개부(122b)는 마름모꼴의 형상을 구비하고 있는 것도 가능하다. 물론 동일한 열, 일례로 제1열(121)의 절개부(121a 내지 121d) 중 일부의 절개부는 다른 일부의 절개부와 상이한 형상을 갖도록 하는 것도 가능할 것이다.
- [0042] 이와 같은 절개부(121a 내지 121d, 122a 내지 122d)의 형상은 설계자나 사용자가 요구하는 자기장의 강도 등에 따라 결정될 수도 있을 것이다.
- [0043] 도 2에 도시된 바와 각각의 절개부(121a 내지 121d, 122a 내지 122d)가 소정의 폭(w) 및 소정의 길이(l)의 직사

각형 형태로 형성된 경우, 동일한 열의 각 절개부의 폭(w)과 길이(l)는 서로 동일하게 형성될 수도 있고 상이하게 형성될 수도 있을 것이다. 일례로 제1열(121)의 제1a 절개부(121a)의 폭(w1)과 길이(l1)는 제1열(121)의 제1b 절개부(121b)의 폭(w2)과 길이(l2)와 동일할 수도 있고, 상이할 수도 있다. 또한 각 절개부(121a, 121b)의 폭(w1, w2)은 서로 동일하되 길이(l1, l2)는 서로 상이한 것도 가능하다. 물론 그 반대 역시 가능할 수도 있다.

[0044] 또한 상이한 열의 각 절개부의 폭(w)과 길이(l)가 서로 동일하도록 하고, 동일한 열의 각 절개부의 폭(w)과 길이(l)는 일부 동일하지 않도록 설계하는 것도 가능하다. 일례로 제1열(121)의 제1a 절개부(121a)의 폭(w1)과 길이(l1)는 제2열(122)의 제2a 절개부(122a)의 폭(w3)과 길이(l4)와 동일하도록 할 수도 있다. 이 경우 제1열(121)의 제1a 절개부(121a) 및 제2열(122)의 제2a 절개부(122a)의 폭(w1, w3)과 길이(l1, l3)는, 제1열(121)의 다른 절개부, 일례로 제1b 절개부(121b)의 폭(w2)과 길이(l2) 또는 제2b 절개부(122b)의 폭(w4)과 길이(l4)와 상이할 수도 있다.

[0045] 물론 모든 절개부(121a 내지 121d, 122a 내지 122d)의 폭(w)과 길이(l)가 서로 동일한 것도 가능할 것이다.

[0046] 한편 복수의 열의 절개부(120)는 다양한 형태로 도체선로(110)에 배치될 수 있다. 이 경우 복수의 열의 절개부(120)는 임의적으로 배치될 수도 있고, 소정의 패턴에 따라 배치될 수도 있다.

[0047] 일 실시예에 의하면 절개부(120)의 각각의 열, 예를 들어 제1열(121) 및 제2열(122)이 복수의 절개부(121a 내지 121d, 122a 내지 122d)를 포함하는 경우, 각각의 절개부(121a 내지 121d, 122a 내지 122d)는 소정의 간격으로 이격되어 배치되어 있을 수 있다.

[0048] 이 경우 각 열(121, 122)의 각각의 절개부(121a 내지 121d, 122a 내지 122d)는 상호 동일한 간격 또는 서로 상이한 간격으로 이격되어 있을 수 있다. 예를 들어 제1열(121) 또는 제2열(122)의 어느 하나의 절개부(121b 또는 122b)와 다른 하나의 절개부(121c 또는 122c) 사이의 거리(d1, d3)와 다른 하나의 절개부(121c 또는 122c)와 또 다른 하나의 절개부(121d 또는 122d) 사이의 거리(d2, d4)는 서로 동일할 수도 있고 상이할 수도 있다. 또한 어느 하나의 열, 일례로 제1열(121)의 어느 하나의 절개부(121c 또는 122c)와 다른 하나의 열, 일례로 제2열(122)의 어느 하나의 절개부(121d 또는 122d) 사이의 거리(d5, d6) 역시 서로 동일할 수도 있고 서로 상이할 수도 있다.

[0049] 한편 제1열(121) 및 제2열(122)이 복수의 절개부(121a 내지 121d, 122a 내지 122d)를 포함하는 경우, 제1열(121) 및/또는 제2열(122)의 복수의 절개부(121a 내지 121d, 122a 내지 122d)의 배치는 소정의 패턴을 따를 수도 있다. 다시 말해서 제1열(121)의 복수의 절개부(121a 내지 121d) 및/또는 제2열(122)의 복수의 절개부(122a 내지 122d)는 소정의 패턴으로 도체선로(110)상에 배치 형성되어 있을 수 있다. 구체적으로 예를 들어 제1열(121)의 복수의 절개부(121a 내지 121d) 및/또는 제2열(122)의 복수의 절개부(122a 내지 122d)는 주기적으로 배치되어 도체선로(110)상에 형성될 수 있다. 더욱 구체적으로는 제1열(121)의 복수의 절개부(121a 내지 121d) 및/또는 제2열(122)의 복수의 절개부(122a 내지 122d)는, 도체선로(110)의 길이 방향에 따라 소정 간격으로 주기적으로 배치되어 있을 수도 있다. 이 경우 각 열의 절개부(121a 내지 121d, 122a 내지 122d) 사이의 간격(d1 내지 d4)을 서로 동일하게 설정하여 복수의 절개부(121a 내지 121d, 122a 내지 122d)가 도체선로(110) 위에 주기적으로 배치되도록 할 수도 있을 것이다.

[0050] 절개부(121a 내지 121d, 122a 내지 122d)는 도체선로(110)의 가장자리 또는 모서리와 소정의 간격(d7 내지 d10)을 구비하도록 도체선로(110)상에 배치될 수 있다. 이 경우 소정의 간격(d7 내지 d10)은 각 절개부(121a 내지 121d, 122a 내지 122d)마다 서로 동일할 수도 있고, 또한 일부 상이할 수도 있을 것이다.

[0051] 도 3은 도체선로에서 전류 흐름을 설명하기 위한 도면이고, 도 4는 도체선로상의 표면 전류 밀도를 도시한 그래프이며, 도 5는 도체선로상에 형성된 자기장을 설명하기 위한 도면이다.

[0052] 도 3에는 직사각형 형상의 네 쌍의 절개부(121a 내지 121d, 122a 내지 122d)가 도체선로(110)상에 설치된 일 실시예에 있어서 전류의 흐름을 도시한 것이다. 도 3에 도시된 바와 같이 소정의 크기의 전류(I)가 입력단(153)을 통해 입력된 경우 절개부(121a 및 122a)로는 전류가 흐르지 않기 때문에, 전류는 제1a 절개부(121a) 및 제2a 절개부(122a) 사이로 또는 절개부(121a 또는 122a) 및 도체선로(110)의 가장자리 또는 모서리 사이로 분배(I11 내지 I13)되어 흐르게 된다. 즉, 전류(I)는 절개부(121a 및 122a) 사이로 집중된다. 이는 다른 절개부(121b 내지 121d, 122b 내지 122d)에서도 마찬가지이다. (I21 내지 I43)

[0053] 이 경우 도체선로(110)를 흐르는 전류의 밀도는 도 4에 도시된 바와 같다. 도 4는 자기공명영상장치에서 피사체(비유전율:58.1)를 촬영하는 경우의 무선 주파수 공진기(100)의 도체선로(110)의 표면 전류 밀도를 도시한 것이다. 도 4에 도시된 바를 참조하면 특히 절개부(120)의 열과 열 사이 및 절개부와 도체선로(100)의 가장자리 또

는 모서리 사이의 전류 밀도는, 절개부(120)가 형성되지 않은 경우, 일례로 도체선로(100)에 인가되는 시점에서 전류 밀도보다 더욱 증가함을 알 수 있다.

[0054] 분배된 전류(I11 내지 I13)는 각각의 절개부, 즉 제1b 절개부(121b) 내지 제1d 절개부(121d) 및 제2b 절개부(122b) 내지 제2d 절개부(122d) 사이 또는 각각의 절개부(121b 내지 122d)와 도체선로(110)의 가장자리 또는 모서리를 지나서 최종적으로 출력단(154)까지 흘러간다.

[0055] 이 경우 전류(I21 내지 I23)가 어느 하나의 절개부, 일례로 제1b 절개부(121b) 및 어느 하나의 절개부의 다음 절개부, 일례로 제1c 절개부(121c) 사이를 통과하는 동안, 어느 하나의 절개부 및 다음 절개부 사이는 소정의 간격, 일례로 도 2의 d1 내지 d4의 길이로 이격되어 있기 때문에 각각의 전류(I21 내지 I23) 사이에 발생할 수도 있는 소정의 위상차가 보정될 수 있다. 다시 말해서 동일한 열(121, 122)의 각 절개부(121a 내지 121d, 122a 내지 122d) 사이의 간격에 의하여 전류의 위상차의 발생을 방지할 수도 있게 된다.

[0056] 전류가 각 절개부(121a 내지 121d 및 122a 내지 122d) 사이 또는 각 절개부(121a 내지 121d 및 122a 내지 122d)와 도체선로(110)의 가장자리 또는 모서리 사이를 흐르는 동안, 흐르는 전류(I11 내지 I43)에 상응하는 자기장을 형성한다. 상술한 바와 같이 도체선로(110)에 복수의 절개부(120)가 형성되어 있는 경우 전류(I)는 각 절개부(121a 내지 121d 및 122a 내지 122d) 사이 등으로 집중하여 흐르게 되어 도체선로(110)에 흐르는 전류(I)의 밀도가 증가하므로 절개부(120)가 형성되지 않은 경우보다 상대적으로 더욱 강한 자기장이 생성될 수 있게 된다.

[0057] 한편 무선 주파수 공진기(100)가 고주파 대역에서 이용되는 경우, 각 절개부(122a 내지 121d, 122a 내지 122d) 사이의 간격(d1 내지 d6)이나 각 절개부(122a 내지 121d, 122a 내지 122d)와 도체선로(110)의 가장자리 또는 모서리 사이의 간격(d7 내지 d10)에 따라 전류, 전압이나 위상이 변화할 수 있다. 왜냐하면 고주파는 파장이 짧기 때문에 무선 주파수 공진기(100)에 형성된 도체선로(110)의 길이나 폭, 형상 등에 따라 영향을 쉽게 받기 때문이다. 따라서 무선 주파수 공진기(100)에 있어서 도체선로(100)의 각 절개부(122a 내지 121d, 122a 내지 122d) 사이의 간격(d1 내지 d6)이나 각 절개부(122a 내지 121d, 122a 내지 122d)와 도체선로(110)의 가장자리 또는 모서리 사이의 간격(d7 내지 d10)을 상이하게 설계하면, 상이한 크기 또는 방향의 자기장을 생성하는 다양한 종류의 무선 주파수 공진기(100)를 제작할 수 있게 된다.

[0058] 도 6 내지 도 8은 도체선로의 다양한 일 실시예를 도시한 도면이다.

[0059] 일 실시예에 의하면 도 6에 도시된 바와 같이 도체선로(110)는 서로 평행하게 배치되어 형성된 두 개의 절개부(120a, 120b)를 포함하고 있을 수 있다. 다시 말해서 두 개의 절개부(120a, 120b)가 두 개의 열로 도체선로(100)에 배치되어 있을 수 있다.

[0060] 이 경우 제1a 도전체(151)와 연결된 도체선로(110)의 일 말단(153)에서 전류(I)가 도입된다. 도입된 전류(I)는 도체선로(110)의 일 가장자리 및 어느 하나의 절개부(120a) 사이, 양 절개부(120a, 120b) 사이 및 도체선로(110)의 다른 일 가장자리 및 다른 하나의 절개부(120b) 사이로 집중되어 통과하게 된다.(I11 내지 I13) 그리고 도체선로(110)의 제2a 도전체(152)와 연결된 다른 말단(154)을 통해 방출된다. 전류(I)가 도체선로(110)의 각 절개부(120a, 120b) 및 각 절개부(120a, 120b)와 도체선로의 가장 자리 사이를 통과하는 동안 흐르는 전류(I11, I13)에 상응하는 자기장이 형성된다. 상술한 바와 같이 도체선로(110)에 두 개의 절개부(120a, 120b)가 형성되어 있는 경우 전류(I)가 두 개의 절개부(120a, 120b) 사이 등으로 집중하여 흐르므로 전류의 밀도(I)가 증가하여 절개부(120a, 120b)가 형성되지 않은 경우보다 상대적으로 더욱 강한 자기장이 생성될 수 있게 된다.

[0061] 또한 다른 일 실시예에 의하면 도 7에 도시된 바와 같이 도체선로(110)는 두 열로 배치되어 형성된 복수 개의 절개부(121a 내지 121d, 122a 내지 122d)를 포함하고 있을 수 있는데, 보다 상세하게는 이 경우 두 열(121, 122) 중 제1열(121)의 절개부(121a 내지 121d)는 다른 제2열(122)의 절개부(122a 내지 122d)와 서로 엇갈리게 배치되어 있을 수도 있다.

[0062] 뿐만 아니라 또 다른 일 실시예에 의하면 도 8에 도시된 바와 같이 도체선로(110)는 원형의 형상을 구비하고 있을 수도 있다. 이 경우 복수의 절개부(120)는 도체선로(110)상에 적어도 두 개의 열로 배치되어 있을 수 있다. 한편 도체선로(110)가 원형의 형상으로 형성된 경우, 유전체(130) 및 도전체(131) 역시 도 8에 도시된 바와 같이 동일하게 원통 형상을 구비하고 있을 수 있다. 유전체(130)의 측면에는 적어도 하나의 커패시터(141)가 배치되며 커패시터(141)는 제1a 도전체(151) 및 제1b 도전체(161)를 통해서 도체선로(110) 및 도전체(131)와 연결될 수 있다.

- [0063] 다시 도 1을 참조하면, 무선 주파수 공진기(100)는 적어도 하나의 커패시터(140)를 더 포함할 수도 있다.
- [0064] 커패시터(140)는 도 1에 도시된 바와 같이 유전체(130)의 외면에 설치될 수 있다. 물론 커패시터(140)가 유전체(130)의 내부에 매립되는 것도 가능하다.
- [0065] 커패시터(140)는 유전체(130)의 일 면에 설치된 도체선로(110)와 전기적으로 연결될 수 있다. 도체선로(110)와 전기적 연결을 위해서 커패시터, 일례로 제1 커패시터(141)와 도체선로(110) 사이에는 제1a 도전체(151)가 더 설치되어 있을 수 있다. 이 경우 제1a 도전체(151)는 예를 들어 알루미늄, 구리나 철과 같은 금속 재료의 케이 블일 수도 있다. 제1a 도전체(151)는 상술한 도체선로(110)와 동일한 재료로 형성되어 있을 수도 있다.
- [0066] 한편 커패시터(140), 일례로 제1 커패시터(141)는 도체선로(110)와 대향하여 유전체(130)의 다른 일 면에 설 치 된 도전체(131)와 전기적으로 연결될 수 있다. 이 경우 커패시터(140)와 도전체(131)는 커패시터(140)와 도전체 (131) 각각과 연결된 제1b 도전체(161)를 통해 전기적으로 연결되어 있을 수 있다.
- [0067] 일 실시예에 의하면 무선 주파수 공진기(100)는 도 1에 도시된 바와 같이 복수의 커패시터(141, 142)를 포함하 고 있을 수 있다. 각각의 복수의 커패시터(141, 142)는 제1a 도전체(151) 및 제1b 도전체(161)나 제2a 도전체 (152) 및 제2b 도전체(162)를 통해 도체선로(110) 및 도전체(131)과 전기적으로 연결되어 있을 수 있다.
- [0068] 무선 주파수 공진기(100)가 반파장 공진을 이용하는 경우, 파장에 비해서 무선 주파수 공진기(100)가 더 작을 수 있다. 이 경우 커패시터(140)는 무선 주파수 공진기(100)의 공진을 조절한다. 뿐만 아니라 커패시터(140)는 무선 주파수 공진기(100)의 임피던스 정합에 이용될 수도 있다. 예를 들어 무선 주파수 공진기(100)가 자기 공 명 영상 장치의 무선 주파수 코일로 이용되는 경우에 있어서 무선 주파수 공진기(100)가 소정의 임피던스로 정 합되면 외부 반사 없이 모든 신호를 수신함으로써 신호의 손실을 최소화할 수 있기 때문이다.
- [0069] 일 실시예에 의하면 커패시터(140)는 커패시턴스가 고정된 고정 커패시터일 수도 있고, 또한 커패시터가 가변되 는 가변 커패시터일 수도 있다.
- [0070] 또한 일 실시예에 의하면 복수의 커패시터(140)는 도 1에 도시된 바와 같이 도체선로(100)의 양 말단에 병렬로 연결되어 있을 수도 있다.
- [0071] 도 9는 주파수 응답 특성 곡선에 대한 그래프이다.
- [0072] 도 9의 그래프는 절개부(120)가 형성된 도체선로(110)를 포함하는 무선 주파수 공진기(100)의 주파수 특성 곡선 을 도시한 그래프로, x축은 주파수를, y축은 반사 손실(S11)을 나타낸다. 이와 같은 그래프는 무선 주파수 공진 기(100)가 자기 공명 영상 장치의 무선 주파수 코일로 이용된 경우, 비율전율:58.1이고 무선 주파수 공진기 (100)와 10nm 정도의 거리로 떨어져 있는 피사체를 촬영할 때의 주파수 특성을 표현한 것이다. 도 9에 도시된 바를 참조하면 복수의 커패시터(141, 142)를 이용하여 공진 주파수가 조절될 수 있음을 알 수 있다.
- [0073] 이하 도 10 내지 도 17을 참조하여 자기 공명 영상 장치의 일 실시예에 대해서 설명할 것이다.
- [0074] 도 10은 자기 공명 영상 장치의 일 실시예에 대한 구성도이다.
- [0075] 도 10에 도시된 바와 같이 자기 공명 영상 장치는 데이터 수집부(200), 제어부(300), 증폭기(400), A/D 컨버터 (analog/digital converter, 410), 영상처리부(420), 디스플레이부(d) 및 입력부(i)를 포함하고 있을 수 있다.
- [0076] 데이터 수집부(200)는 피사체(ob)의 목표 부위로부터 자기 공명 신호를 수집하도록 할 수 있다. 이 경우 데이터 수집부(200)에서 수집되는 자기 공명 신호는 아날로그 신호일 수 있다. 수집된 자기 공명 신호를 기초로 자기 공명 영상이 생성된다.
- [0077] 증폭기(400)는 수집된 자기 공명 신호를 증폭한다. 증폭된 자기 공명 신호는 A/D 컨버터(400)로 전달된다.
- [0078] A/D 컨버터(330)는 증폭된 아날로그의 자기 공명 신호를 디지털 신호로 변환하도록 하여 영상처리부(420)가 자 기 공명 신호를 용이하고 정밀하게 처리할 수 있도록 할 수 있다. 디지털 변환된 신호는 영상처리부(420)로 전 달된다.
- [0079] 영상처리부(420)는 디지털 변환된 자기 공명 신호로부터 자기 공명 영상을 생성하도록 할 수 있다. 구체적으로 영상처리부(420)는 디지털 변환된 자기 공명 신호로부터 케이 공간(k-space)을 생성하고, 생성된 케이 공간을

푸리에 변환하여 자기 공명 영상을 생성하도록 할 수 있다.

- [0080] 디스플레이부(d)는 생성된 자기 공명 영상을 사용자에게 표시하도록 한다.
- [0081] 제어부(300)는 자기 공명 영상 장치의 전반적인 동작을 제어하도록 한다.
- [0082] 입력부(i)는 자기 공명 영상 장치의 제어를 위한 각종 지시나 명령을 사용자로부터 수용하고 수용된 각종 지시나 명령을 전기적 신호로 변환하여 제어부(300) 등으로 전달하도록 한다. 제어부(300)는 입력부(i)를 통해 입력된 사용자의 각종 지시나 명령에 따라 자기 공명 영상 장치의 동작을 제어하여 사용자에게 의도에 따라 자기 공명 영상 장치가 동작하도록 할 수 있다.
- [0083] 이하 자기 공명 영상 장치에 대해 더욱 상세하게 설명하도록 한다. 도 11은 자기 공명 영상 장치의 일 실시예에 대한 사시도이고, 도 12 및 도 13은 자기 공명 영상 장치의 여러 일 실시예에 대한 상세 구성도이다.
- [0084] 도입된 피사체(ob)를 촬영하는 자기 공명 영상 장치의 본체는, 도 11에 도시된 바와 같이, 비어 있는 공간, 즉 캐비티(cavity)가 중심부에 형성된 원통형의 형상을 구비할 수 있다. 피사체(ob), 예를 들어 인체는 소정의 이송 수단, 예를 들어 이송 테이블 위에 거치되어 이송됨으로써 캐비티 내부로 도입된다.
- [0085] 데이터 수집부(200)는 캐비티 내부에 위치하는 피사체(ob)가 소정의 자기장에 노출되도록 하여 피사체(ob) 내부에 핵 자기 공명 현상을 유도하도록 하고, 핵 자기 공명 현상에 따라 발생한 자기 공명 신호를 수집함으로써, 피사체(ob)의 단면에 대한 원 데이터(raw data)를 획득한다. 원 데이터는 자기 공명 영상의 기초가 되는 가공 전 데이터를 의미한다.
- [0086] 핵 자기 공명 현상에 대해 보다 구체적으로 설명하도록 한다. 피사체(ob) 내부의 수소(H), 인(P), 나트륨(Na)이나 각종 탄소 동위 원소(C)와 같은 원소의 원자핵은 일정한 스핀(spin)을 가지고 있다. 이와 같은 원자핵은 외부 자기장에 노출되면 자화(magnetization)하게 되는데, 이 경우 원자핵의 스핀은 자기장 방향으로 정렬되고 아울러 자기장에 의하여 받은 토크(torque)에 의해 중심축과 소정의 각도를 이루면서 소정의 주파수, 즉 라머(Larmor) 주파수로 빠르게 회전하는 세차 운동(precession)을 하게 된다. 라머 주파수는 외부 자기장의 세기 및 원자핵의 종류에 따라 달라질 수 있다.
- [0087] 원자핵의 스핀이 상술한 바와 같이 세차 운동을 할 때, 상술한 라머 주파수와 동일하거나 유사한 주파수의 무선 주파수 펄스(RF pulse)가 인가되거나, 또는 무선 주파수 펄스에 반응하는 자기장이 원자핵에 인가되면 원자핵의 자화 벡터는 자기장에 공명하여 정자장과 직교하는 방향을 향하게 된다. 이 때 자화 벡터는 인접해 있는 무선 주파수 코일부(230, RF 코일부)에 소정의 신호, 즉 프리 인덕션 디케이(FID, free induction decay)를 유도하게 된다. 이를 핵 자기 공명 현상이라고 한다. 데이터 수집부(200)는 이와 같은 핵 자기 공명 현상에 따른 소정의 신호를 수집하여 원 데이터를 획득하도록 한다.
- [0088] 구체적으로 핵 자기 공명 현상을 이용하여 자기 공명 신호를 얻기 위하여 데이터 수집부(200)는 도 12 및 도 13에 도시된 바와 같이 복수의 코일부, 즉 정자장 코일부(210), 경사자장코일부(220) 및 무선 주파수 코일부(230)를 포함할 수 있다. 각각의 코일부(200)는 도 14에 도시된 바와 같이 보어에 형성되어 있을 수 있다.
- [0089] 정자장 코일부(210)는 피사체(ob), 일례로 인체 내에 분포해 있는 원소 중 자기 공명 현상을 일으키는 원소, 예를 들어 수소, 인, 나트륨 등의 원자핵을 자화시키기 위한 정자장(static magnetic field)을 생성한다. 정자장 코일부(411)에서 생성되는 정자장은 일반적으로 자기 공명 영상 장치의 보어의 동축(도 11의 z축)과 평행하도록 생성된다. 일례로 피사체(ob)가 인체인 경우 정자장은 인체의 두부에서부터 족부 방향으로 향하도록 형성된다. 상술한 라머 주파수는 이와 같이 피사체(ob)에 형성되는 정자장의 세기에 비례한다.
- [0090] 정자장 코일부(210)는 실시예에 따라서 1.5T(Tesla)나 3T의 정자장을 생성할 수도 있고, 또한 7T 이상의 초고자기장(ultra high field)을 생성할 수도 있다.
- [0091] 정자장 코일부(210)는 실시예에 따라 영구 자석, 상전도 자석 또는 초전도 자석을 이용하여 정자장을 생성할 수 있다.
- [0092] 경사 코일부(220)는 캐비티 내부의 피사체(ob)에 공간적으로 선형적인 경사 자기장(gradient field, Gx, Gy, Gz)을 생성하여 자기장의 균등성에 변화를 야기한다. 이에 따라 경사 코일(211 내지 213)은, 정자장 코일부(210)에 의해 생성된 정자장에 따라 원자핵의 자화 벡터가 횡 평면상에서 회전하는 경우, 회전하는 자화 벡터의 회전 주파수나 위상을 공간적으로 제어하여 자기 공명 신호가 공간 주파수 영역, 즉 케이 공간으로 표현될 수

있도록 한다. 보다 상세하게는 경사 코일부(220)는 z축 경사 코일, y축 경사 코일 및 x축 경사 코일을 포함할 수 있다. z축 경사 코일(211)은 단면(슬라이스, slice)의 선택에 사용되는 단면 선택을 위한 z축 방향의 단면 선택 경사 자장(slice-select gradient, Gz)을 생성하도록 하고, y축 경사 코일(212)은 위상 부호화를 위해 단면의 행들이 서로 다른 위상을 갖도록 위상 시프트를 일으키는 y축 방향의 위상 부호화 경사 자장(phase-encoding gradient)을 생성하도록 하며, x축 경사 코일(213)은 각 행을 구성하는 스핀들이 서로 다른 주파수를 구비하도록 하여 각각의 스핀을 구별하도록 해주는 x축 방향의 주파수 부호화 경사자장(frequency-encoding gradient, Gx)을 생성하도록 한다.

[0093] 정자장 코일부(210) 및 경사자장코일부(220)에 의해 피사체(ob)가 정자장 및 경사 자장에 노출되면, 무선 주파수 코일부(230)는 정자장에 의해 생성된 자화 벡터를 횡 평면상에서 평면과 수평으로 회전하도록 하기 위한 고주파 자기장을 피사체(ob)에 인가한다. 무선 주파수 코일부(230)에 라머 주파수 대역의 고주파 전류가 인가되면, 무선 주파수 코일부(230)의 고주파 코일(230a)은 인가된 고주파 전류에 따라서 코일 주변을 라머 주파수로 회전하는 자기장을 생성한다. 이때 회전하는 자기장과 피사체(ob) 내부의 목표 부위의 자화 벡터가 서로 공명하면 목표 부위의 자화 벡터가 횡 평면과 수평으로 기울어져 라머 주파수로 회전하게 된다. 이때 자화 벡터의 회전에 따라 무선 주파수 코일부(230)의 고주파 코일에 기전력이 유도된다. 유도된 기전력 신호를 기초로 라머 주파수의 정현파를 복조하면 기저 대역의 자기 공명 신호를 얻는다. 이에 따라 피사체(ob) 내부 또는 외부의 목표 부위에 대한 자기 공명 신호가 획득된다.

[0094] 무선 주파수 코일부(230)의 일 실시예에 의하면 도 12에 도시된 바와 같이 무선 주파수 코일부(230)는 적어도 하나의 송수신 겸용 무선 주파수 코일(230a)을 포함하고 있을 수 있다. 송수신 겸용 무선 주파수 코일(230a)은 회전 자기장의 생성 및 자기 공명 신호의 수신을 위하여 회전 자기장을 생성하고 아울러 자기 공명 신호를 수신하는 두 기능을 모두 수행할 수 있는 코일이다.

[0095] 무선 주파수 코일부(230)의 다른 일 실시예에 의하면 도 13에 도시된 바와 같이 무선 주파수 코일부(230)는 송신 코일(230b) 및 수신 코일(230c)을 포함하고 있을 수 있다. 송신 코일(230b)은 인가되는 전류에 따라 피사체(ob)에 무선 주파수 펄스를 인가하거나 회전 자기장을 생성하도록 한다. 수신 코일(230c)은 인가된 무선 주파수 펄스나 자기장에 따라 유도된 프리 인덕션 디케이를 이용하여 자기 공명 신호를 수신하도록 한다.

[0096] 무선 주파수 코일부(230)의 코일, 일례로 송수신 겸용 무선 주파수 코일(230a), 송신 코일(230b) 또는 수신 코일(230c)은 실시예에 따라서 단일 위상 코일일 수도 있고, 표면 코일 또는 면적 코일과 같은 헬름홀츠(Helmholtz) 코일 또는 솔레노이드 코일일 수도 있으며, 단일 혹은 위상 배열 코일일 수도 있다.

[0097] 또한 무선 주파수 코일부(230)의 코일(230a 내지 230c)는, 실시예에 따라서, 본체 코일일 수도 있고, 머리 코일일 수도 있으며, 표면 수신 코일(surface coil)일 수도 있다.

[0098] 도 14는 무선 주파수 코일부에 이용되는 코일의 일 실시예에 대한 도면이다.

[0099] 도 14에 도시된 바와 같이 무선 주파수 코일부(230)는 원통 형상으로 배치된 복수의 코일 소자(231 내지 234)를 포함하고 있을 수 있다.

[0100] 이 경우 무선 주파수 코일부(230)의 적어도 하나의 코일 소자(예를 들어 234)는, 적어도 하나의 도체선로(234a), 적어도 하나의 도체선로(234a)가 부착 등의 방법으로 일면에 설치되는 유전체(234b), 유전체의 다른 일면에 형성되는 도전체(234c)를 포함할 수 있다. 여기서 실시예에 따라서 도체선로(234a) 및 도전체(234c)는 서로 대향하도록 유전체(234b)에 설치될 수 있다.

[0101] 또한 적어도 하나의 도체선로(234a)상에는 복수의 절개부(slot, 234d)가 형성되어 있을 수 있고, 복수의 절개부(234d)는 도 1 및 도 14에 도시된 바와 같이 복수의 열로 도체선로(234a)상에 배치되어 있을 수 있다.

[0102] 도체선로(234a)는 도 14에 도시된 것처럼 평면관의 형상을 구비할 수도 있으나 도 1을 참조하여 설명한 바와 같이 다양한 형상을 구비하는 것도 가능하다. 또한 도체선로(234a)에 배치된 복수의 절개부(234d)는 서로 동일한 크기 및 형태를 구비할 수도 있고, 서로 상이한 크기 및 형태를 구비할 수도 있으며, 일부의 절개부(234d)의 형상과 다른 일부의 절개부의 형상이 서로 상이한 것도 가능할 것이다. 또한 각각의 절개부(234d)의 배치 형태 역시 다양할 수 있다. 일례로 각각의 절개부(234d)는 소정의 주기에 따라 도체선로(234a)상에 배치 및 형성되는 것도 가능하다.

[0103] 도 15는 무선 주파수 코일부에 이용되는 코일의 다른 일 실시예에 대한 도면이다.

[0104] 도 15에 도시된 바와 같이 무선 주파수 코일부(230)는 복수의 코일 소자(231)와 복수의 코일 소자(231)를 지지

하는 지지대(235)를 포함하고 있을 수 있다.

[0105] 이 경우 복수의 코일 소자 중 적어도 하나의 코일 소자(231)는, 상술한 바와 같이 적어도 하나의 도체선로(234a), 적어도 하나의 도체선로(234a)가 부착 등의 방법으로 일면에 설치되는 유전체(234b), 적어도 하나의 도체선로(234a)와 대향하도록 유전체의 다른 일면에 형성되는 도전체(234c)를 포함하고 있을 수 있다.

[0106] 적어도 하나의 도체선로(234a)상에는 복수의 절개부(234d)가 형성되어 있을 수 있으며 복수의 절개부(234d)는 도 1 및 도 15에 도시된 바와 같이 복수의 열로 도체선로(234a)상에 배치되어 있을 수 있다.

[0107] 도 16은 무선 주파수 코일부에 의한 목표 부위의 자기장 인가를 설명하기 위한 도면이다.

[0108] 도 14 및 도 15에 도시된 바와 같은 무선 주파수 코일부(230)는, 피사체(ob)의 목표 부위(관심 영역)에 도 16에 도시된 바와 같이 소정의 자기장, 일례로 B1 자기장을 형성하도록 한다. 무선 주파수 코일부(230)의 각각의 코일 소자(231 내지 234)는 유전체(231b)에 형성된 도전선로(231a)에 전류가 인가되면 소정의 자기장을 생성하게 되고, 인접한 피사체(ob)의 목표 부위는 소정의 자기장, 일례로 B1 자기장에 노출된다. 상술한 바와 같이 피사체(ob)의 원자핵은 자기 공명 영상 장치 내에서 정자장생성부(210)에 의해 생성된 자기장, 일례로 B0 자기장에 노출되어 자화되면서 세차 운동을 하게 되는데, 소정의 자기장, 일례로 B1 자기장에 더 노출됨으로써 도전선로(231a)에 다시 소정의 자기 공명 신호를 유도하게 된다. 이에 따라 무선 주파수 코일부(230)는 자기 공명 신호를 수집할 수 있게 된다.

[0109] 도 17은 자기장의 크기를 비교한 그래프이다.

[0110] 도 17에는 피사체(비유전율:58.1)의 중심에서 무선 주파수 코일부(230)의 코일 소자(231 내지 234)의 축 방향을 따라 투과되는 자기장의 크기가 그래프의 형태로 표현되어 있다. 여기서 곡선 (A)는 절개부(도 14의 234d 또는 도 15의 231d)가 형성된 도체선로(도 14의 234a 또는 도 15의 231a)를 포함하는 코일 소자(231 내지 234)에 의해 생성된 자기장의 크기를 표현한 것이고, 곡선 (B)는 절개부(도 14의 234d 또는 도 15의 231d)가 부재하는 도체선로를 포함하는 코일 소자에 의해 생성된 자기장의 크기를 표현한 것이다. 도 17에 도시된 바와 같이 절개부(도 14의 234d 또는 도 15의 231d)가 형성된 도체선로(도 14의 234a 또는 도 15의 231a)를 포함하는 코일 소자(231 내지 234)는 절개부(도 14의 234d 또는 도 15의 231d)가 부재하는 도체선로를 포함하는 코일 소자보다 더 강한 자기장을 생성함을 알 수 있다. 이상적인 상황에서 이와 같은 크기의 차이는 절개부(도 14의 234d 또는 도 15의 231d)의 형태나 크기, 배열 형태나 배치 위치에 따라 상이할 수 있다. 도 17에 도시된 바와 같은 경우에는 절개부(도 14의 234d 또는 도 15의 231d)가 형성된 도체선로(도 14의 234a 또는 도 15의 231a)를 포함하는 코일 소자(231 내지 234)는 약 68% 정도 자기장이 더 강하게 생성하고 있음을 알 수 있다.

[0111] 다시 도 12 및 도 13을 참조하면 무선 주파수 코일부(230)에 수집된 자기 공명 신호는 영상처리부(420)로 전달되고, 영상처리부는 자기 공명 신호를 기초로 자기 공명 영상을 생성하도록 한다. 물론 도 10에 도시된 바와 같이 영상처리부(420)로 전달되기 전에 증폭기(400) 및 A/D 컨버터(410)에 의해 증폭 및 디지털 변환이 더 수행될 수도 있다. 생성된 자기 공명 영상은 자기 공명 영상 장치에 설치되거나 또는 자기 공명 영상 장치와 연결된 별도의 워크스테이션(w)에 설치된 디스플레이부(d)로 전달되어 사용자에게 표시된다.

[0112] 도 10 및 도 12에 도시된 바와 같이 자기 공명 영상 장치는 제어부(300)를 포함하고 있을 수 있다. 제어부(300)는 일 실시예에 의하면 데이터 수집부(200)의 동작을 제어하기 위한 각종 제어 신호를 생성할 수 있다. 보다 상세하게는 제어부(300)는 정자장 코일부(210)를 제어하기 위한 정자장 제어부(310), 경사 코일부(220)를 제어하기 위한 경사 자장 제어부(320) 및 무선 주파수 코일부(230)를 제어하기 위한 무선 주파수 코일 제어부(330, RF 코일 제어부)를 포함하고 있을 수 있다.

[0113] 정자장 제어부(310) 및 경사 자장 제어부(320)는, 자기 공명 영상 장치에 설치되거나 또는 자기 공명 영상 장치와 연결된 외부의 워크 스테이션(w) 등의 입력부(i)를 통해 입력된 사용자의 지시나 명령이나 또는 자기 공명 영상 장치의 저장부(미도시) 등에 별도로 미리 저장된 설정 등에 따라서 소정의 제어 신호를 생성하도록 할 수 있다. 그리고 생성된 소정의 제어 신호는 정자장 코일 인가부(311) 및 경사 코일 인가부(321)로 전달될 수 있다. 정자장 코일 인가부(311) 및 경사 코일 인가부(321)는 정자장 코일 인가부(311) 및 경사 코일 인가부(321)로부터 소정의 제어 신호를 전달받고, 전달받은 소정의 제어 신호에 따라서 정자장 코일부(210) 및 경사 코일부(220)에 소정의 전류를 인가하여 정자장 코일부(210) 및 경사 코일부(220)가 대상체(ob)에 정자장 및 경

사자장을 생성하도록 제어한다.

[0114] 마찬가지로 무선 주파수 코일 제어부(330) 역시 입력부(i)를 통해 입력된 사용자의 지시나 명령 또는 별도로 미리 저장된 설정 등에 따라서 소정의 제어 신호를 생성한 후, 생성된 소정의 제어 신호를 무선 주파수 코일 인가부(331)로 전달하도록 할 수 있다. 무선 주파수 코일 인가부(331)는 전달받은 제어 신호에 따라서 무선 주파수 코일부(230)에 소정의 전류를 공급함으로써, 무선 주파수 코일부(230)가 피사체(ob)에 소정 주파수의 전자기파 또는 소정 주파수의 전자기파에 대응하는 자기장, 일례로 B1 자기장을 인가하도록 한다.

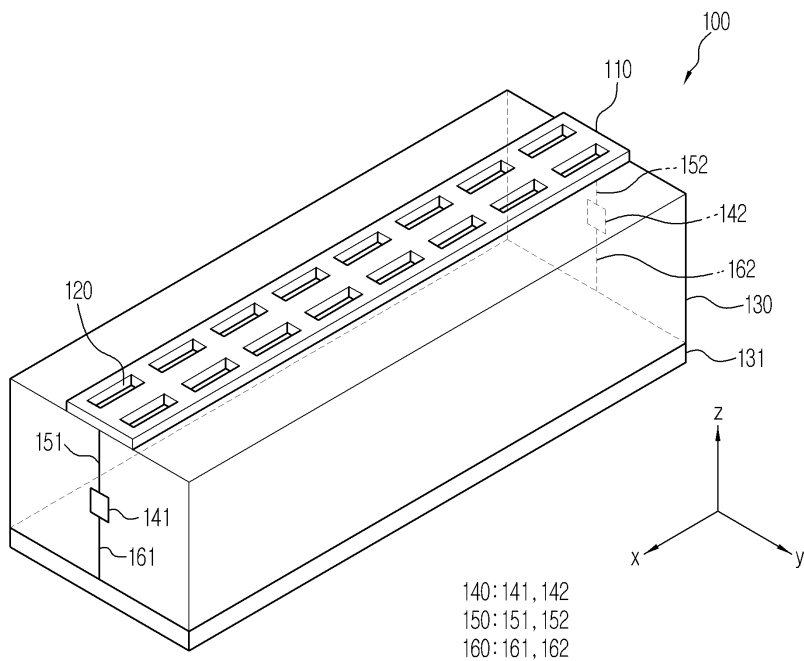
[0115] 이에 따라 자기 공명 영상 장치는 피사체(ob)를 정자장 및 경사자장에 노출시키고, 정자장 및 경사장이 노출된 피사체로부터 자기 공명 신호를 수신할 수 있게 된다.

부호의 설명

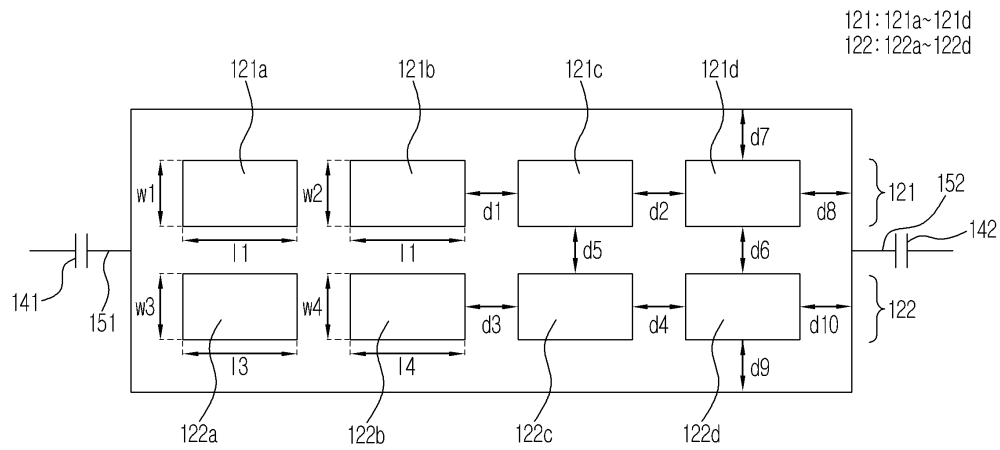
[0116]	100 : 무선 주파수 공진기	110 : 도체선로
	120 : 절개부	130 : 유전체
	131 : 도전체	140 : 커패시터
	200 : 데이터 수집부	210 : 정자장생성부
	220 : 경사자장생성부	230 : 무선 주파수 코일부
	300 : 제어부	400 : 증폭기
	410 : A/D 컨버터	420 : 영상처리부

도면

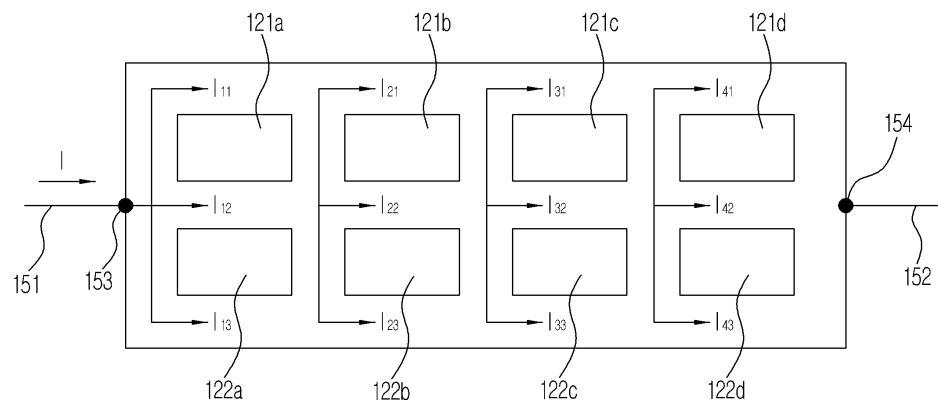
도면1



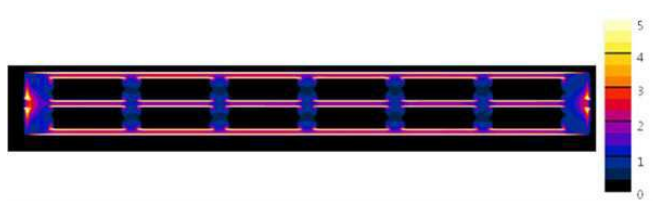
도면2



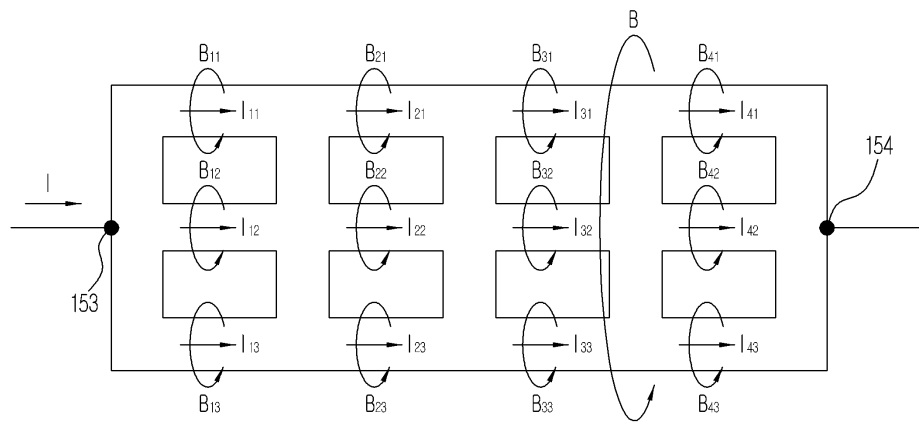
도면3



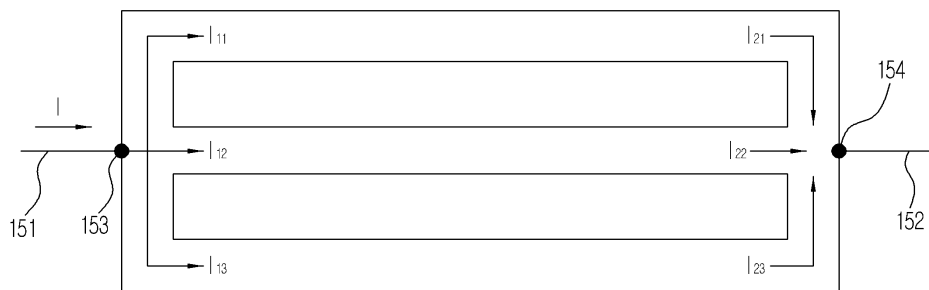
도면4



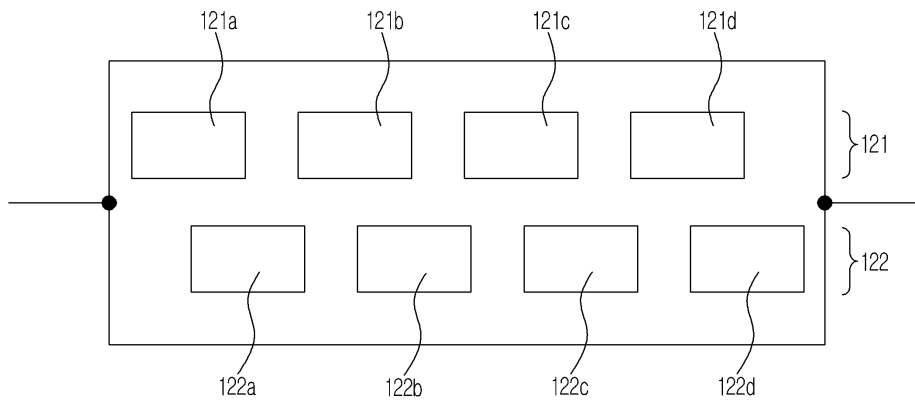
도면5



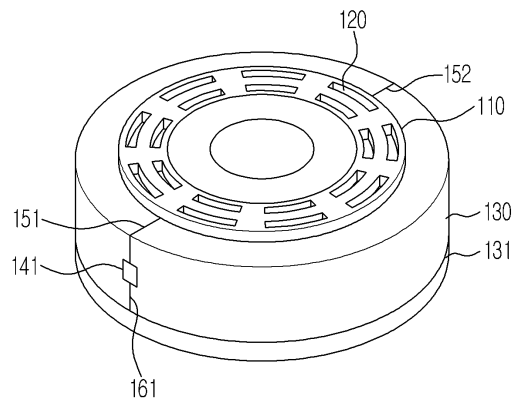
도면6



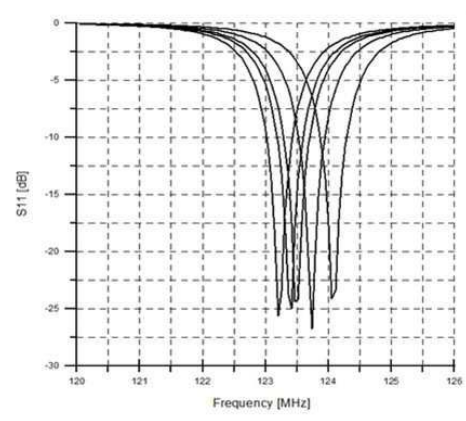
도면7



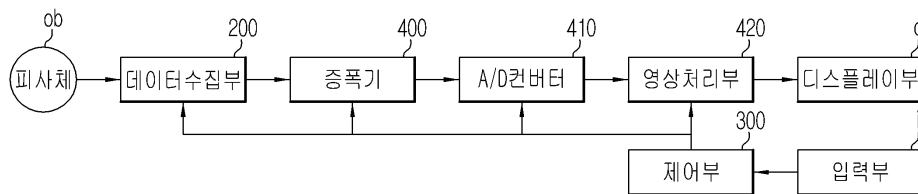
도면8



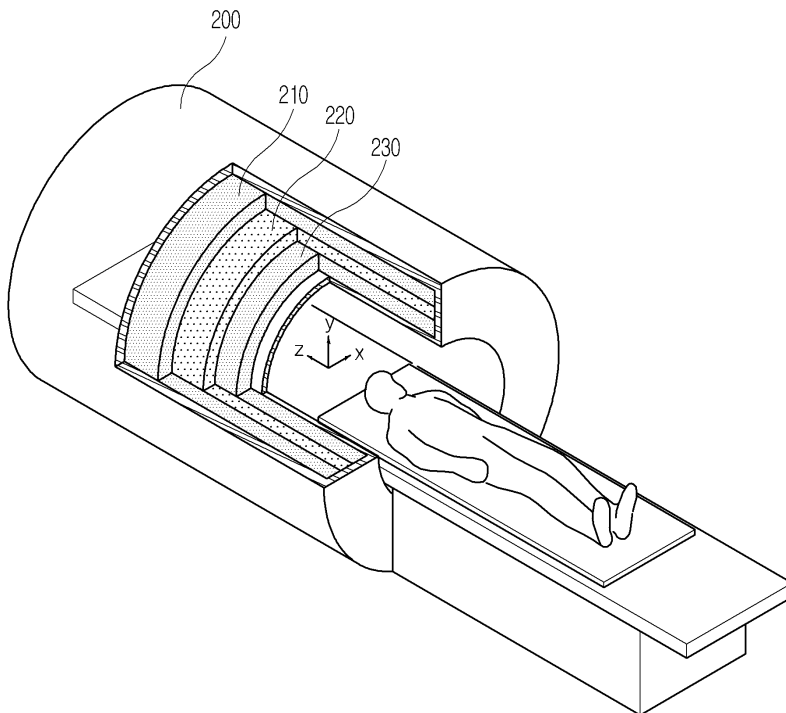
도면9



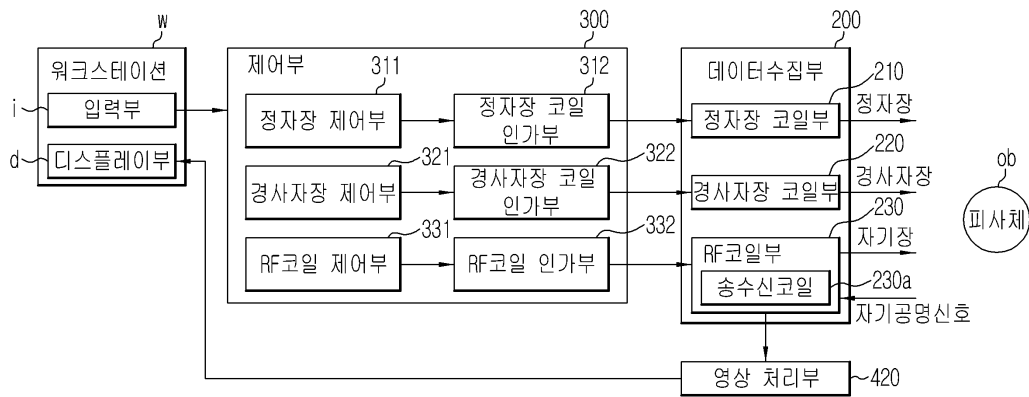
도면10



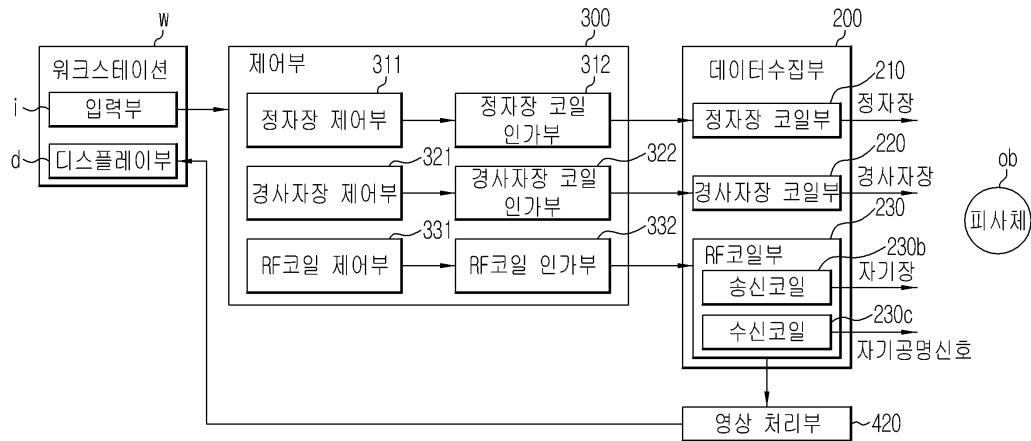
도면11



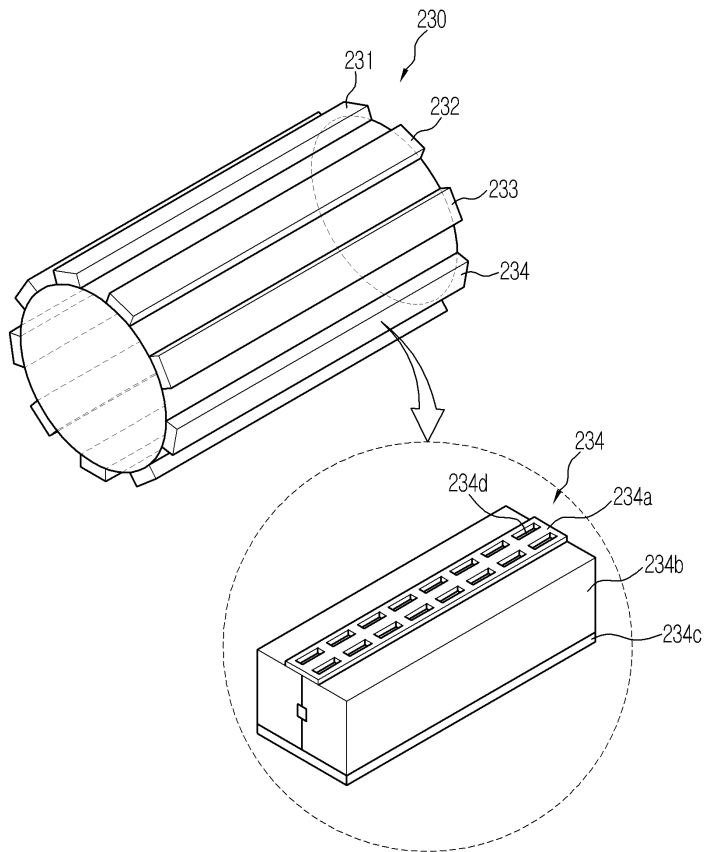
도면12



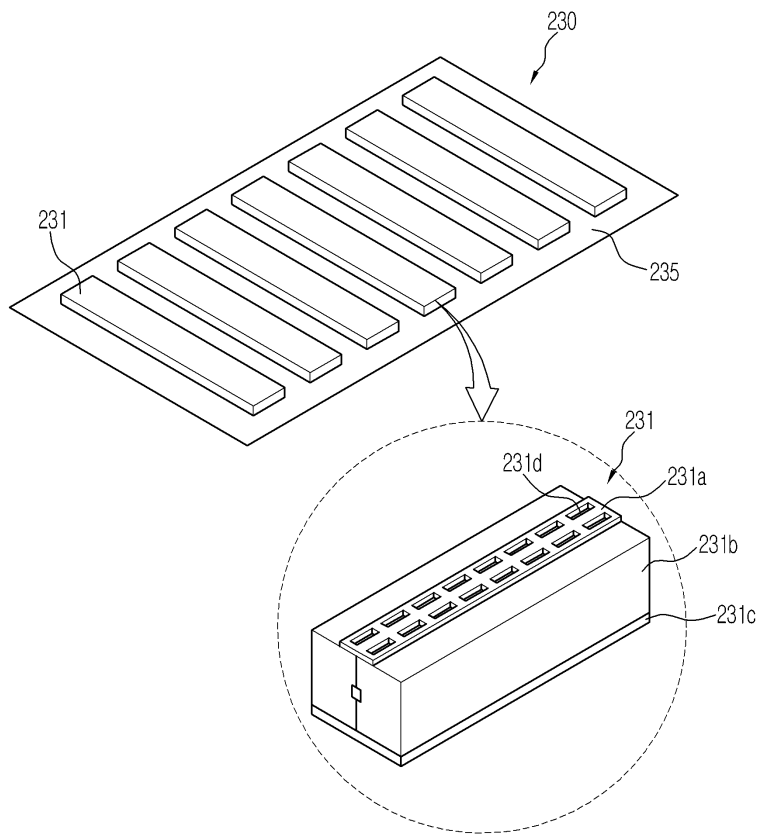
도면13



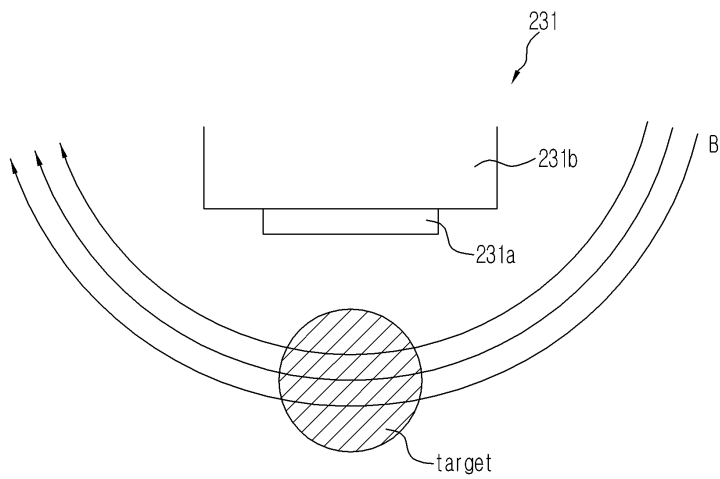
도면14



도면15



도면16



도면17

