



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년07월31일
(11) 등록번호 10-1424552
(24) 등록일자 2014년07월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 5/055 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0098186

(22) 출원일자 2012년09월05일

심사청구일자 2012년09월05일

(65) 공개번호 10-2014-0031637

(43) 공개일자 2014년03월13일

(56) 선행기술조사문헌

JP2005125117 A*

JP2008183397 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

삼성전자 주식회사

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

(72) 발명자

곽준석

경기 광주시 오포읍 신현로 65-14, 101동 801호
(현대모닝사이드1차아파트)

김성일

경기 수원시 영통구 영통로290번길 26, 833동
1804호 (영통동, 벽적골8단지아파트)

최승제

경기 수원시 영통구 영통로 498, 132동 1802호 (영통동, 황골마을주공1단지아파트)

(74) 대리인

특허법인세림

전체 청구항 수 : 총 16 항

심사관 : 김의태

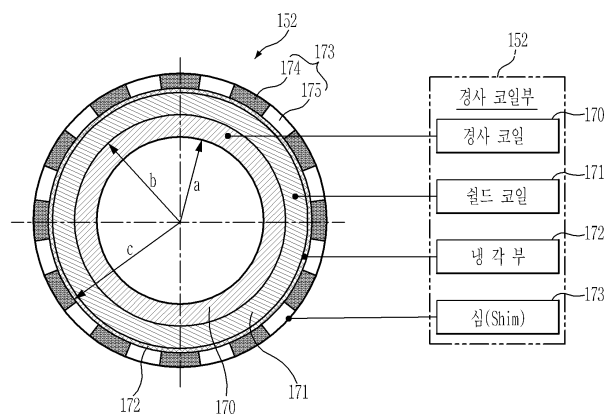
(54) 발명의 명칭 자기공명영상장치 및 그 제조방법

(57) 요약

경사 코일부 내부의 외곽 또는 내곽에 마련되는 심을 포함하는 자기공명영상장치 및 그 제조방법을 제공한다.

자기공명영상장치는 대상체에 정자장을 형성하는 정자장 코일부 및 정자장에 경사자장을 형성하는 경사 코일부를 포함하고, 경사 코일부는, 그 내부의 외곽에 마련되는 심(shim)을 포함한다.

대표도 - 도6



특허청구의 범위

청구항 1

대상체에 정자장을 형성하는 정자장 코일부; 및

상기 정자장에 경사자장을 형성하는 경사 코일부;를 포함하고,

상기 경사 코일부는,

상기 정자장에 경사자장을 형성하는 경사코일, 상기 경사 코일에 의해 상기 정자장 코일부에 유도되는 와전류의 영향을 보정하도록 상기 경사 코일의 외부에 마련되는 쉘드코일, 상기 쉘드코일의 외부에 마련되는 심(shim) 및 상기 심으로 전달되는 열에 의해 상기 심의 온도가 상승하는 것을 방지하기 위해 상기 쉘드코일과 상기 심 사이에 마련되는 냉각부를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기공명영상장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 심은,

상기 경사 코일부 내부의 외곽에 원주방향을 따라 서로 이격되게 마련되는 적어도 하나의 심 삽입부에 삽입되는 심 트레이; 및

상기 심 트레이에 수용되는 적어도 하나의 철판;을 포함하는 자기공명영상장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 심 삽입부 사이의 간격 중 적어도 하나는 나머지 간격과 다른 것을 특징으로 하는 자기공명영상장치.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 심 삽입부 중 적어도 하나는 상기 경사 코일부의 중심축과 수직하는 단면의 원주방향 길이가 상기 심 삽입부에 삽입되는 심 트레이의 단면의 원주방향 길이보다 긴 것을 특징으로 하는 자기공명영상장치.

청구항 8

대상체에 정자장을 형성하는 정자장 코일부; 및

상기 정자장에 경사자장을 형성하는 경사 코일부;를 포함하고,

상기 정자장에 경사자장을 형성하는 경사코일, 상기 경사 코일에 의해 상기 정자장 코일부에 유도되는 와전류의 영향을 보정하도록 상기 경사 코일의 외부에 마련되는 쉘드코일, 상기 경사코일의 내측에 마련되는 심(shim) 및 상기 심으로 전달되는 열에 의해 상기 심의 온도가 상승하는 것을 방지하기 위해 상기 경사코일과 상기 심 사이에 마련되는 냉각부를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기공명영상장치.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 심은,

상기 경사 코일부 내부의 내곽에 원주방향을 따라 서로 이격되게 마련되는 적어도 하나의 심 삽입부에 삽입되는 심 트레이; 및

상기 심 트레이에 수용되는 적어도 하나의 철판;을 포함하는 자기공명영상장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 심 삽입부 사이의 간격 중 적어도 하나는 나머지 간격과 다른 것을 특징으로 하는 자기공명영상장치.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 심 삽입부 중 적어도 하나는 상기 경사 코일부의 중심축과 수직하는 단면의 원주방향 길이가 상기 심 삽입부에 삽입되는 심 트레이의 단면의 원주방향 길이보다 긴 것을 특징으로 하는 자기공명영상장치.

청구항 15

정자장 코일부를 제조하고;

경사 코일부 내부의 외곽에 심을 설치하여 경사 코일부를 제조하고;

상기 경사 코일부를 상기 정자장 코일부의 내측에 배치하는 것을 포함하고,

상기 경사 코일부를 제조하는 것은,

경사 코일을 형성하고;

상기 경사 코일의 외부에 쉘드 코일을 형성하고;

쉘드코일의 외부에 냉각부를 형성하고;

상기 냉각부의 외부에 심을 형성하는 것;을 포함하는 자기공명영상장치의 제조방법.

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

제15항에 있어서,

상기 심을 형성하는 것은,
상기 쉘드 코일의 외부에 원주방향을 따라 서로 이격되게 심 삽입부를 형성하고;
상기 심 삽입부에 심을 삽입하는 것;을 포함하는 자기공명영상장치의 제조방법.

청구항 19

제18항에 있어서,
상기 심 삽입부를 형성하는 것은,
상기 심 삽입부 사이의 간격 중 적어도 하나가 나머지 간격과 다르도록 심 삽입부를 형성하는 것을 포함하는 자기공명영상장치의 제조방법.

청구항 20

제18항에 있어서,
상기 심 삽입부를 형성하는 것은,
상기 경사 코일부의 중심축과 수직하는 심 삽입부 단면의 원주방향 길이를 상기 심 삽입부에 삽입되는 심 트레이의 단면의 원주방향 길이보다 길게 형성하는 것을 포함하는 자기공명영상장치의 제조방법.

청구항 21

정자장 코일부를 제조하고;
경사 코일부 내부의 내곽에 심을 설치하여 경사 코일부를 제조하고;
상기 경사 코일부를 상기 정자장 코일부의 내측에 배치하는 것을 포함하고,
상기 경사 코일부를 제조하는 것은,
경사 코일을 형성하고;
상기 경사 코일의 외부에 쉘드 코일을 형성하고;
경사 코일의 내측에 냉각부를 형성하고;
상기 냉각부의 내측에 심을 형성하는 것;을 포함하는 자기공명영상장치의 제조방법.

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

제21항에 있어서,
상기 심을 형성하는 것은,
상기 경사 코일의 내측에 원주방향을 따라 서로 이격되게 심 삽입부를 형성하고;
상기 심 삽입부에 심을 삽입하는 것;을 포함하는 자기공명영상장치의 제조방법.

청구항 25

제24항에 있어서,
상기 심 삽입부를 형성하는 것은,
상기 심 삽입부 사이의 간격 중 적어도 하나가 나머지 간격과 다르도록 심 삽입부를 형성하는 것을 포함하는 자

자기공명영상장치의 제조방법.

청구항 26

제24항에 있어서,

상기 심 삽입부를 형성하는 것은,

상기 경사 코일부의 중심축과 수직하는 심 삽입부 단면의 원주방향 길이를 상기 심 삽입부에 삽입되는 심 트레이의 단면의 원주방향 길이보다 길게 형성하는 것을 포함하는 자기공명영상장치의 제조방법.

명세서

기술 분야

[0001] 자기 공명 영상을 이용하여 각종 질병을 진단하기 위해 사용되는 자기공명영상장치 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 의료용 영상 장치는 환자의 정보를 획득하여 영상을 제공하는 장치이다. 의료용 영상 장치는 X선 장치, 초음파 진단 장치, 컴퓨터 단층 촬영 장치, 자기공명영상장치 등이 있다.

[0003] 이 중에서 자기공명영상장치는 영상 촬영 조건이 상대적으로 자유롭고, 연부 조직에서의 우수한 대조도와 다양한 진단 정보 영상을 제공해주기 때문에 의료용 영상을 이용한 진단 분야에서 중요한 위치를 차지하고 있다.

[0004] 자기 공명 영상(Magnetic Resonance Imaging, MRI)는 인체에 해가 없는 자장과 비전리 방사선인 RF를 이용하여 체내의 수소 원자핵에 핵자기 공명 현상을 일으켜 원자핵의 밀도 및 물리화학적 특성을 영상화한 것이다.

[0005] 구체적으로, 자기공명영상장치는 원자핵에 일정한 자기장을 가한 상태에서 일정한 주파수와 에너지를 공급하여 원자핵으로부터 방출된 에너지를 신호로 변환하여 인체 내부를 진단하는 영상 진단 장치이다.

[0006] 원자핵을 구성하는 양성자는 스스로가 스핀 각운동량과 자기 쌍극자를 갖기 때문에 자기장을 가해주면 자기장의 방향으로 정렬되고, 자기장의 방향을 중심으로 원자핵이 세차운동을 한다. 이러한 세차운동에 의해 핵자기 공명 현상을 통한 인체의 영상을 획득할 수 있다.

[0007] 한편, 자기공명영상장치는 대상체에 형성되는 정자장에 경사자장을 형성하여 대상체의 영상을 획득하는데, 대상체에 균일한 정자장이 형성되어야 하므로 정자장 코일부에 의해 형성되는 정자장의 균일성을 위해 심(shim)이 마련된다.

[0008] 심은 정자장에 경사자장을 형성하는 경사 코일부 내부에 마련되거나 정자장 코일부의 내측면에 마련될 수 있다.

[0009] 한편, 수동적 심(passive shim)의 경우, 철편(iron token)과 철편이 수용되는 트레이(tray)로 구성된다. 대상체에 형성된 정자장에 경사자장을 형성하기 위해 경사 코일부에 전류가 인가되면 경사 코일부의 저항에 의해 열이 발생하게 된다.

[0010] 이러한 경사 코일부의 발열은 심 철편의 온도 상승으로 이어질 수 있고, 철편의 온도가 올라가면 정자장의 균일성이 저하되는 문제가 발생할 수 있다.

[0011] 따라서 심 철편의 온도 상승을 방지할 수 있는 기술의 개발이 요구되고 있다.

발명의 내용

[0012] 본 발명의 일 측면은 경사 코일부 내부의 외곽에 마련되는 심을 포함하는 자기공명영상장치 및 그 제조방법을 제공한다.

[0013] 또한, 본 발명의 일 측면은 경사 코일부 내부의 내곽에 마련되는 심을 포함하는 자기공명영상장치 및 그 제조방법을 제공한다.

[0014]

[0015] 본 발명의 일 측면에 따른 자기공명영상장치는 대상체에 정자장을 형성하는 정자장 코일부; 및 상기 정자장에

경사자장을 형성하는 경사 코일부;를 포함하고, 상기 경사 코일부는, 그 내부의 외곽에 마련되는 심(shim)을 포함하는 것을 특징으로 한다.

- [0016] 또한, 상기 경사 코일부는, 상기 정자장에 경사자장을 형성하는 경사 코일; 및 상기 경사 코일에 의해 상기 정자장 코일부에 유도되는 와전류의 영향을 보정하도록 상기 경사 코일의 외부에 마련되는 쉘드 코일;을 포함할 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 심은 상기 경사 코일부 내부에서 상기 쉘드 코일 외부에 마련될 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 심으로 전달되는 열에 의해 상기 심의 온도가 상승하는 것을 방지하기 위해 상기 쉘드 코일과 상기 심 사이에 마련되는 냉각부를 포함할 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 심은, 상기 경사 코일부 내부의 외곽에 원주방향을 따라 서로 이격되게 마련되는 적어도 하나의 심 삽입부에 삽입되는 심 트레이; 및 상기 심 트레이에 수용되는 적어도 하나의 철판;을 포함할 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 심 삽입부 사이의 간격 중 적어도 하나는 나머지 간격과 다를 수 있다.
- [0021] 또한, 상기 심 삽입부 중 적어도 하나는 상기 경사 코일부의 중심축과 수직하는 단면의 원주방향 길이가 상기 심 삽입부에 삽입되는 심 트레이의 단면의 원주방향 길이보다 길 수 있다.
- [0022] 본 발명의 다른 측면에 따른 자기공명영상장치는 대상체에 정자장을 형성하는 정자장 코일부; 및 상기 정자장에 경사자장을 형성하는 경사 코일부;를 포함하고, 상기 경사 코일부는, 그 내부의 내곽에 마련되는 심(shim)을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 또한, 상기 경사 코일부는, 상기 정자장에 경사자장을 형성하는 경사 코일; 및 상기 경사 코일에 의해 상기 정자장 코일부에 유도되는 와전류의 영향을 보정하도록 상기 경사 코일의 외부에 마련되는 쉘드 코일;을 포함할 수 있다.
- [0024] 또한, 상기 심은 상기 경사 코일부 내부에서 상기 경사 코일의 내측에 마련될 수 있다.
- [0025] 또한, 상기 심으로 전달되는 열에 의해 상기 심의 온도가 상승하는 것을 방지하기 위해 상기 경사 코일과 상기 심 사이에 마련되는 냉각부를 포함할 수 있다.
- [0026] 또한, 상기 심은, 상기 경사 코일부 내부의 내곽에 원주방향을 따라 서로 이격되게 마련되는 적어도 하나의 심 삽입부에 삽입되는 심 트레이; 및 상기 심 트레이에 수용되는 적어도 하나의 철판;을 포함할 수 있다.
- [0027] 또한, 상기 심 삽입부 사이의 간격 중 적어도 하나는 나머지 간격과 다를 수 있다.
- [0028] 또한, 상기 심 삽입부 중 적어도 하나는 상기 경사 코일부의 중심축과 수직하는 단면의 원주방향 길이가 상기 심 삽입부에 삽입되는 심 트레이의 단면의 원주방향 길이보다 길 수 있다.
- [0029] 본 발명의 일 측면에 따른 자기공명영상장치의 제조방법은 정자장 코일부를 제조하고; 경사 코일부 내부의 외곽에 심을 설치하여 경사 코일부를 제조하고; 상기 경사 코일부를 상기 정자장 코일부의 내측에 배치하는 것을 포함한다.
- [0030] 또한, 상기 경사 코일부를 제조하는 것은, 경사 코일을 형성하고; 상기 경사 코일의 외부에 쉘드 코일을 형성하고; 상기 쉘드 코일의 외부에 상기 심을 형성하는 것;을 포함할 수 있다.
- [0031] 또한, 상기 쉘드 코일과 상기 심 사이에 냉각부를 형성하는 것을 더 포함할 수 있다.
- [0032] 또한, 상기 심을 형성하는 것은, 상기 쉘드 코일의 외부에 원주방향을 따라 서로 이격되게 심 삽입부를 형성하고; 상기 심 삽입부에 심을 삽입하는 것;을 포함할 수 있다.
- [0033] 또한, 상기 심 삽입부를 형성하는 것은, 상기 심 삽입부 사이의 간격 중 적어도 하나가 나머지 간격과 다르도록 심 삽입부를 형성하는 것을 포함할 수 있다.
- [0034] 또한, 상기 심 삽입부를 형성하는 것은, 상기 경사 코일부의 중심축과 수직하는 심 삽입부 단면의 원주방향 길이를 상기 심 삽입부에 삽입되는 심 트레이의 단면의 원주방향 길이보다 길게 형성하는 것을 포함할 수 있다.
- [0035] 본 발명의 다른 실시예에 따른 자기공명영상장치의 제조방법은 정자장 코일부를 제조하고; 경사 코일부 내부의 내곽에 심을 설치하여 경사 코일부를 제조하고; 상기 경사 코일부를 상기 정자장 코일부의 내측에 배치하는 것을 포함한다.

- [0036] 또한, 상기 경사 코일부를 제조하는 것은, 경사 코일을 형성하고; 상기 경사 코일의 외부에 쉘드 코일을 형성하고; 상기 경사 코일의 내측에 상기 심을 형성하는 것;을 포함할 수 있다.
- [0037] 또한, 상기 경사 코일과 상기 심 사이에 냉각부를 형성하는 것을 더 포함할 수 있다.
- [0038] 또한, 상기 심을 형성하는 것은, 상기 경사 코일의 내측에 원주방향을 따라 서로 이격되게 심 삽입부를 형성하고; 상기 심 삽입부에 심을 삽입하는 것;을 포함할 수 있다.
- [0039] 또한, 상기 심 삽입부를 형성하는 것은, 상기 심 삽입부 사이의 간격 중 적어도 하나가 나머지 간격과 다르도록 심 삽입부를 형성하는 것을 포함할 수 있다.
- [0040] 또한, 상기 심 삽입부를 형성하는 것은, 상기 경사 코일부의 중심축과 수직하는 심 삽입부 단면의 원주방향 길이를 상기 심 삽입부에 삽입되는 심 트레이의 단면의 원주방향 길이보다 길게 형성하는 것을 포함할 수 있다.
- [0041]
- [0042] 본 발명의 일 측면에 따르면, 심을 경사 코일부의 최외곽 또는 최내곽에 배치함으로써, 경사 코일부에서 생성된 열이 철판의 일면으로만 전달되므로, 철판을 냉각시키기 위한 냉각부를 하나만 설치하면 된다.
- [0043] 또한, 경사 코일부 내부에 냉각부를 하나만 설치하면 되므로 경사 코일부의 내곽과 외곽 사이의 폭이 보다 줄어들게 되고 이로 인해, 자기공명영상장치의 설계의 자유도가 향상된다.
- [0044] 또한, 심이 경사 코일부의 외곽 또는 내곽 중 어느 하나에 위치함으로써, 심이 경사 코일부의 내곽과 외곽의 사이에 위치할 때보다 로렌츠 힘에 의한 영향이 일 방향으로 제한되므로 구조적인 안정을 도모할 수 있다.
- [0045] 또한, 심이 경사 코일부의 내곽과 외곽 사이에 위치할 때는 경사 코일부의 구조적인 안정을 위해 심 트레이가 규칙적으로 배열되어야 했으나, 심이 경사 코일부의 외곽 또는 내곽 중 어느 하나에 위치함으로써, 경사 코일부의 안정을 위해 심 트레이가 규칙적으로 배열되지 않아도 되므로, 심 트레이 배치의 자유도가 증가하여 보다 정밀하게 정자장의 균일성을 이룰 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0046] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 자기공명영상장치의 제어 블록도이다.
- 도 2는 자기공명영상장치의 외관을 개략적으로 나타낸 도면이다.
- 도 3은 대상체가 놓여 있는 공간을 x , y , z 축으로 구분한 도면이다.
- 도 4는 자석 어셈블리의 구조와 경사 코일부의 구조를 나타낸 도면이다.
- 도 5는 경사 코일부를 구성하는 각 경사 코일과 각 경사 코일의 동작과 관련된 펄스 시퀀스를 도시한 도면이다.
- 도 6 내지 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 자기공명영상장치의 경사 코일부의 구조를 개념적으로 나타낸 단면도이다.
- 도 9 내지 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 경사 코일부의 구조를 개념적으로 나타낸 사시도이다.
- 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 경사 코일부의 심과 냉각부의 구조만 개념적으로 나타낸 사시도이다.
- 도 13 내지 도 15는 본 발명의 다른 실시예에 따른 자기공명영상장치의 경사 코일부의 구조를 개념적으로 나타낸 단면도이다.
- 도 16 내지 도 18은 본 발명의 다른 실시예에 따른 경사 코일부의 구조를 개념적으로 나타낸 사시도이다.
- 도 19는 본 발명의 다른 실시예에 따른 경사 코일부의 심과 냉각부의 구조만 개념적으로 나타낸 사시도이다.
- 도 20은 본 발명의 일 실시예에 따른 자기공명영상장치의 제조방법을 나타낸 순서도이다.
- 도 21은 본 발명의 다른 실시예에 따른 자기공명영상장치의 제조방법을 나타낸 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0047] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 상세히 설명한다.
- [0048] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 자기공명영상장치의 제어 블록도이다.

- [0049] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 자기공명영상장치는 자기장을 형성하고 원자핵에 대한 공명 현상을 발생시키는 자석 어셈블리(150)와, 자석 어셈블리(150)의 동작을 제어하는 제어부(120), 원자핵으로부터 발생하는 에코신호를 수신하여 자기 공명 영상을 생성하는 영상 처리부(160) 등을 포함한다.
- [0050] 자석 어셈블리(150)는 내부에 정자장(Static field)을 형성하는 정자장 코일부(151), 정자장에 경사자장(gradient field)을 형성하는 경사 코일부(152), 정자장 코일부(151)와 경사 코일부(152) 사이의 공간에 마련되는 전도체(157) 및 RF 펄스를 인가하여 원자핵을 여기시키고 원자핵으로부터 에코 신호를 수신하는 RF 코일부(153)를 포함한다.
- [0051] 제어부(120)는 정자장 코일부(151)가 형성하는 정자장의 세기 및 방향을 제어하는 정자장 제어부(121), 펄스 시퀀스를 설계하여 그에 따라 경사 코일부(152) 및 RF 코일부(153)를 제어하는 펄스 시퀀스 제어부(122)를 포함한다.
- [0052] 본 발명의 일 실시예에 따른 자기공명영상장치는 경사 코일부(152)에 경사 신호를 인가하는 경사 인가부(130) 및 RF 코일부(153)에 RF 신호를 인가하는 RF 인가부(140)를 구비하여 펄스 시퀀스 제어부(122)가 경사 인가부(130) 및 RF 인가부(140)를 제어함으로써 정자장에 형성되는 경사자장 및 원자핵에 가해지는 RF를 조절하도록 할 수 있다.
- [0053] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 자기공명영상장치는 사용자 조작부(110)를 구비하여 사용자로부터 자기공명영상장치(100)의 전반적인 동작에 관한 제어 명령을 입력받을 수 있고, 특히 사용자로부터 스캔 시퀀스에 관한 명령을 수신하여 이에 따라 펄스 시퀀스를 생성할 수 있다.
- [0054] 사용자 조작부(110)는 사용자가 시스템을 조작할 수 있도록 마련되는 조작 콘솔(111)과, 제어 상태를 표시하고 영상 처리부(160)에서 생성된 영상을 표시하여 사용자로 하여금 대상체(200)의 건강상태를 진단할 수 있도록 하는 디스플레이(112)를 포함할 수 있다.
- [0055]
- [0056] 도 2는 자기공명영상장치의 외관을 개략적으로 나타낸 도면이고, 도 3은 대상체가 놓여 있는 공간을 x, y, z 축으로 구분한 도면이다. 도 4는 자석 어셈블리의 구조와 경사 코일부의 구조를 나타낸 도면이고, 도 5는 경사 코일부를 구성하는 각 경사 코일과 각 경사 코일의 동작과 관련된 펄스 시퀀스를 도시한 도면이다.
- [0057] 이하 앞서 설명한 도 1을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 자기공명영상장치의 구체적인 동작에 대해 설명하도록 한다.
- [0058] 자석 어셈블리(150)는 내부 공간이 비어 있는 원통형의 형상을 하며 그 내부 공간을 캐비티(cavity)부라고 한다. 이송부는 그 위에 누워 있는 대상체(200)를 캐비티부로 이송시켜 자기 공명 신호를 얻을 수 있도록 한다.
- [0059] 자석 어셈블리(150)는 정자장 코일부(151), 경사 코일부(152), 및 RF 코일부(153)를 포함한다.
- [0060] 정자장 코일부(151)는 캐비티부의 둘레를 코일이 감고 있는 형태로 할 수 있고 정자장 코일부(151)에 전류가 인가되면 자석 어셈블리(150) 내부 즉, 캐비티부에 정자장이 형성된다.
- [0061] 정자장의 방향은 일반적으로 자석 어셈블리(150)의 동축과 평행하다.
- [0062] 캐비티부에 정자장이 형성되면 대상체(200)를 구성하는 원자 특히, 수소 원자의 원자핵은 정자장의 방향으로 정렬되며, 정자장의 방향을 중심으로 세차운동(precession)을 한다. 원자핵의 세차속도는 세차주파수로 나타낼 수 있으며 이를 Larmor 주파수라 부르고 아래의 [수학식 1]으로 표현할 수 있다.
- [0063]
- [0064] [수학식 1]
- [0065] $\omega = \gamma B_0$
- [0066]
- [0067] 여기서, ω 는 Larmor 주파수이고 γ 는 비례상수이며 B_0 는 외부 자기장의 세기이다. 비례상수는 원자핵의 종류마다 달라지며 외부 자기장의 세기의 단위는 테슬라(T) 또는 가우스(G)이고 세차주파수의 단위는 Hz이다.
- [0068] 예를 들어, 수소 양성자는 1T의 외부 자기장 속에서 42.58MHz의 세차주파수를 가지며, 인간의 몸을 구성하는 원

자 중 가장 큰 비율을 차지하는 것이 수소이므로 MRI에서는 주로 수소 양성자의 세차운동을 이용하여 자기 공명 신호를 얻는다.

- [0069] 경사 코일부(152)는 캐비티부에 형성된 정자장에 경사(gradient)를 발생시켜 경사자장(gradient magnetic field)를 형성한다.
- [0070] 도 3에 도시된 바와 같이, 대상체(200)의 머리부터 발까지의 상하방향과 평행하는 축, 즉 정자장의 방향과 평행하는 축을 z축으로, 대상체(200)의 좌우방향과 평행하는 축을 x축으로, 공간에서의 상하방향과 평행하는 축을 y축으로 결정할 수 있다.
- [0071] 3차원의 공간적인 정보를 얻기 위해서는 x, y, z 축 모두에 대한 경사자장이 요구된다. 이에 경사 코일부(152)는 세 쌍의 경사 코일을 포함한다.
- [0072] 도 4 및 도 5에 도시된 것처럼 z축 경사 코일(154)은 일반적으로 한 쌍의 링 타입의 코일로 구성되고, y축 경사 코일(155)은 대상체(200)의 위아래에 위치한다. x축 경사 코일(156)은 대상체(200)의 좌우측에 위치한다.
- [0073] 반대극성을 가진 직류전류가 두 개의 z축 경사 코일(154) 각각에서 반대 방향으로 흐르게 되면 z축 방향으로 자장의 변화가 발생하여 경사자장이 형성된다. 도 5에는 z축 경사 코일(154)의 동작 시 z축 경사자장이 형성되는 것이 펄스 시퀀스로 도시되어 있다.
- [0074] z축 방향으로 형성되는 경사자장의 기울기가 클수록 얇은 두께의 슬라이스를 선택할 수 있으므로, z축 경사 코일(154)은 슬라이스 선택에 사용된다.
- [0075] z축 경사 코일(154)에 의해 형성된 경사자장을 통해 슬라이스가 선택되면, 슬라이스를 구성하는 스핀들은 모두 동일한 주파수 및 동일한 위상을 가지므로 각 스핀을 구별할 수 없다.
- [0076] 이때 y축 경사 코일(155)에 의해 y축 방향으로 경사자장이 형성되면, 경사자장은 슬라이스의 행들이 서로 다른 위상을 갖도록 위상 시프트를 일으킨다.
- [0077] 즉, y축 경사자장이 형성되면 큰 경사자장이 걸린 행의 스핀들은 높은 주파수로 위상이 변하고 작은 경사자장이 걸린 행의 스핀들은 보다 낮은 주파수로 위상이 변한다. y축 경사자장이 사라지면 선택된 슬라이스의 각 행들을 위상 시프트가 일어나 서로 다른 위상을 갖게 되고, 이로 인해 행들을 구별할 수 있다. 이와 같이 y축 경사 코일(155)에 의해 생긴 경사자장은 위상 부호화(phase encoding)에 사용된다. 도 5에는 y축 경사 코일(155)의 동작 시 y축 경사자장이 형성되는 것이 펄스 시퀀스로 도시되어 있다.
- [0078] z축 경사 코일(154)에 의해 형성된 경사자장을 통해 슬라이스가 선택되고, y축 경사 코일(155)에 의해 형성된 경사자장을 통해 선택된 슬라이스를 구성하는 행들을 서로 다른 위상으로 구별한다. 그러나 행을 구성하는 각 스핀들은 모두 동일한 주파수 및 동일한 위상을 가지므로 구별할 수 없다.
- [0079] 이때 x축 경사 코일(156)에 의해 x축 방향으로 경사자장이 형성되면, 경사자장은 각 행을 구성하는 스핀들이 서로 다른 주파수를 갖도록 하여 각각의 스핀을 구별하도록 해준다. 이와 같이 x축 경사 코일(156)에 의해 생긴 경사자장은 주파수 부호화(frequency encoding)에 사용된다.
- [0080] 전술한 것처럼, z, y, x축 경사 코일에 의해 형성되는 경사자장은 슬라이스 선택, 위상 부호화, 주파수 부호화를 통해 각 스핀들의 공간 위치를 부호화(spatial encoding)한다.
- [0081] 경사 코일부(152)는 경사 인가부(130)와 접속되어 있고, 경사 인가부(130)는 펄스 시퀀스 제어부(122)로부터 전 송받은 제어신호에 따라 경사 코일부(152)에 구동 신호를 인가하여 경사자장을 발생시킨다. 경사 인가부(130)는 경사 코일부(152)를 구성하는 세 개의 경사 코일(154, 155, 156)에 대응하여 세 개의 구동회로를 구비할 수 있다.
- [0082]
- [0083] 앞서 설명한 바와 같이 외부 자기장에 의해 정렬된 원자핵들은 Larmor 주파수로 세차운동을 하며 여러 개의 원자핵의 자화(magnetization) 벡터합을 하나의 평균자화(net magnetization) M으로 나타낼 수 있다.
- [0084] 평균자화의 z축 성분은 측정이 불가능하고, M_{xy} 만이 검출될 수 있다. 따라서 자기 공명 신호를 얻기 위해서는 원자핵의 여기(excitation)시켜 평균자화가 XY 평면 위에 존재하게 해야 한다. 원자핵의 여기를 위해 원자핵의 Larmor 주파수로 tune된 RF 펄스를 정자장에 인가해야 한다.

- [0085] RF 코일부(153)는 RF 펄스를 송신하는 송신 코일 및 여기된 원자핵이 방출하는 전자파 즉, 자기 공명 신호를 수신하는 수신 코일을 포함한다.
- [0086] RF 코일부(153)는 RF 인가부(140)와 접속되어 있고, RF 인가부(140)는 펄스 시퀀스 제어부(122)로부터 전송받은 제어신호에 따라 RF 코일부(153)에 구동신호를 인가하여 RF 펄스를 송신한다.
- [0087] RF 인가부(140)는 고주파 출력 신호를 펄스형 신호로 변조하는 변조 회로 및 펄스형 신호를 증폭하는 RF 전력 증폭기를 포함할 수 있다.
- [0088] 또한, RF 코일부(153)는 영상 처리부(160)와 접속되어 있고, 영상 처리부(160)는 원자핵으로부터 발생하는 자기 공명신호에 관한 데이터를 수신하고, 이를 처리하여 자기공명영상을 생성한다는 데이터 수집부(161), 데이터 수집부(161)에서 수신한 데이터들을 처리하여 자기공명영상을 생성하는 데이터 처리부를 포함한다.
- [0089] 데이터 수집부(161)는 RF 코일부(153)의 수신 코일이 수신한 자기 공명 신호를 증폭하는 전치 증폭기(preampier), 전치 증폭기로부터의 자기 공명 신호를 전송받아 위상 검출하는 위상 검출기, 위상 검출에 의해 획득된 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 A/D 컨버터를 포함한다. 그리고 데이터 수집부(161)는 디지털 변환된 자기 공명 신호를 데이터 저장부(162)로 전송한다.
- [0090] 데이터 저장부(162)에는 2차원 푸리에 공간을 구성하는 데이터 공간이 형성되며 스캔 완료된 전체 데이터의 저장에 완료되면 데이터 처리부(163)는 2차원 푸리에 공간 내의 데이터를 2차원 역 푸리에 변환하여 대상체(200)에 대한 영상을 재구성한다. 재구성된 영상은 디스플레이(112)에 표시된다.
- [0091]
- [0092] 원자핵으로부터 자기 공명 신호를 얻기 위해 주로 사용되는 방법으로 스핀 에코 펄스 시퀀스가 있다. RF 코일부(153)에서 RF 펄스를 인가 할 때, 첫 번째 RF 펄스 인가 후 적당한 시간 간격 Δt 를 두고 RF 펄스를 한번 더 송신하면, 그로부터 Δt 시간이 경과하였을 때 원자핵들에 강한 횡자화가 나타나며 이로부터 자기 공명 신호를 얻을 수 있다. 이를 스핀 에코 펄스 시퀀스라 하고, 첫번째 RF 펄스 인가후 자기 공명 신호가 발생할 때까지 걸리는 시간을 TE(Time Echo)라 한다.
- [0093] 양성자가 얼마나 플립되었는지 여부는 플립되기 전에 위치하던 축으로부터 이동한 각으로 나타낼 수 있으며, 플립 정도에 따라 90도 RF 펄스, 180도 RF 펄스 등으로 나타낸다.
- [0094]
- [0095] 도 6 내지 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 자기공명영상장치의 경사 코일부(152)의 구조를 개념적으로 나타낸 단면도이고, 도 9 내지 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 경사 코일부(152)의 구조를 개념적으로 나타낸 사시도이다.
- [0096] 경사 코일부(152)는 캐비티부에 형성된 정자장에 경사(gradient)를 발생시켜 경사자장(gradient magnetic field)를 형성한다.
- [0097] 전술한 것처럼, 3차원의 공간적인 정보를 얻기 위해서는 x, y, z 축 모두에 대한 경사자장이 요구되는데, 이에 경사 코일부(152)는 세 쌍의 경사 코일을 포함한다.
- [0098] 도 4 및 도 5에 도시된 것처럼 z축 경사 코일(154)은 일반적으로 한 쌍의 링 타입의 코일로 구성되고, y축 경사 코일(155)은 대상체(200)의 위아래에 위치한다. x축 경사 코일(156)은 대상체(200)의 좌우측에 위치한다. 이하부터는 x, y, z축 경사 코일을 경사 코일(170)이라 통칭하여 설명한다.
- [0099] 경사 코일부(152)는 경사 코일(170)의 외부에 마련되는 쉴드 코일(171)을 포함한다.
- [0100] 도면에 도시된 것처럼 쉴드 코일(171)은 경사 코일(170)의 외부에 마련되므로 쉴드 코일(171)의 설치 반경은 경사 코일(170)의 설치 반경보다 크다.
- [0101] 경사 코일(170)에 강한 펄스의 전류가 인가되면, 경사 코일(170)을 둘러싸고 있는 정자장 코일부에 경사 자장의 발생을 억제하는 방향으로 와전류가 흐르게 된다.
- [0102] 정자장 코일부에 와전류가 유도되면 경사 자장의 직선성이 시간축 방향으로 나빠진다. 슬라이스 선택 경사 자장에 와전류가 있을 경우 슬라이스 형상(slice profile)이 나빠져 영상의 신호 대 잡음비가 나빠진다.
- [0103] 주파수 부호화 경사 자장에 와전류가 있을 경우에는 주파수 부호화 방향으로 k 공간에서 불균등 표본화를 하게

되므로 영상의 분해능이 나빠지고, 경계 부분에 줄무늬(ringing)발생과 해상도 저하 현상인 영상흐림(blur)이 발생한다. 와전류의 영향은 영상 기법에 따라 다르게 나타나며, 경사 자장 에코 영상과 고속영상에서 더욱 크게 나타난다.

- [0104] 쉴드 코일(171)은 이러한 와전류로 인한 문제를 해결하기 위해 경사 코일(170)의 외부에 설치된다. 경사 코일(170)의 외부로 나가는 경사 자장의 세기를 상쇄시켜 와전류의 양을 감소시키기 위해 경사 코일(170)에 인가되는 전류의 방향과 반대 방향의 전류가 쉴드 코일(171)에 인가된다.
- [0105] 본 발명의 일 실시예에 따른 자기공명영상장치는 정자장 코일부에 의해 형성되는 정자장이 균일하게 형성되도록 경사 코일부(152)의 내부에 마련되는 심(shim)(173)을 포함한다.
- [0106] 도 6에 도시된 것처럼, 심(173)은 경사 코일부(152) 내부에서 최외곽에 마련된다. 즉, 심(173)의 설치 반경은 쉴드 코일(171)의 설치 반경보다 크다. 심의 종류에는 능동 심과 수동 심이 있는데, 본 발명의 일 실시예는 수동 심을 일 예로 하여 설명한다.
- [0107] 심(173)은 정자장의 균일화를 위한 철편(iron token)과 철편이 수용되는 심 트레이(shim tray)(174)로 구성된다. 심 트레이(174)는 원통형태인 경사 코일부(152)의 z축 방향 길이와 대응되는 길이를 갖고, 트레이(174) 내부 공간은 다수의 철편이 수용될 수 있도록, 철편의 크기에 맞게 다수의 공간으로 구획될 수 있다.
- [0108] 심 트레이(174)는 경사 코일부(152)의 원주방향을 따라 이격되게 마련된 심 삽입부(176)에 삽입되어 설치된다.
- [0109] 심(173)이 정자장이 균일하게 형성되도록 하는 기본적인 원리는 당해 기술분야에 널리 알려진 것이므로 구체적인 설명은 생략한다.
- [0110]
- [0111] 경사 코일(170)이나 쉴드 코일(171)에 전류가 인가되면, 코일의 저항으로 인해 열이 발생하게 되고, 이렇게 발생한 열은 심 철편의 온도 상승을 유발한다.
- [0112] 철편의 온도 변화는 정자장의 균일성을 변화시키는 요인이 되므로, 철편의 온도가 상승하지 않도록 철편으로 전달되는 열을 냉각시켜 줄 냉각부(172)가 필요하다.
- [0113] 일반적으로 심(173)이 경사 코일부(152) 내부에 설치될 때, 전술한 경사 코일(170)과 쉴드 코일(171)의 사이에 설치된다. 심(173)이 이와 같이 설치되면, 경사 코일(170)과 쉴드 코일(171)에서 발생하는 열이 양 방향에서 심(173)으로 전달되기 때문에, 경사 코일(170) 쪽과 쉴드 코일(171) 쪽에 각각 하나 씩 냉각부(172)가 설치되어야 한다.
- [0114] 이와 같이 냉각부(172)가 두 개가 설치되면, 경사 코일부(152) 단면의 두께가 증가하게 되고, 이는 설계의 자유도를 제약하게 된다.
- [0115] 심 트레이(174) 사이의 공간은 에폭시와 같은 수지로 채워지는데, 수지는 경사 코일(170)과 쉴드 코일(171) 사이를 지탱하는 기둥같은 역할을 하게 된다. 그러나, 경사 코일(170)과 쉴드 코일(171)에서의 전류의 흐름에 따라 로렌츠 힘이 심 트레이(174) 사이의 공간을 채우고 있는 수지에 다방면으로 작용하여 구조적인 불안정이 발생할 수 있다.
- [0116] 즉, 심(173)이 경사 코일(170)과 쉴드 코일(171) 사이에 설치되면, 경사 코일부(152) 단면의 두께가 두꺼워지고, 구조적인 불안정이 야기될 수 있다.
- [0117] 이에 본 발명의 일 실시예에 따른 자기공명영상장치의 경사 코일부(152)는, 그 내부의 최외곽에 심(173)을 설치하여 전술한 문제들을 해결하고자 한다.
- [0118] 심(173)이 경사 코일부(152) 내부에서 최외곽에 설치되면, 심(173)으로 전달되는 열은 자연스럽게 심 철편의 일 방향으로만 전달되게 된다. 즉, 철편으로 열이 전달되는 방향이 원통의 중심에서 외부 방향으로 한정된다.
- [0119] 열이 일 방향으로만 전달되므로, 냉각부(172)는 쉴드 코일(171)과 심(173) 사이에 하나만 설치되면 된다.
- [0120] 도 6에는 쉴드 코일(171)과 심(173) 사이에 냉각부(172)가 설치된 것이 도시되어 있다. 냉각부(172)는 공지된 다양한 냉각방식을 채용할 수 있고 그 방식에 제한이 없다.
- [0121] 심(173)을 경사 코일부(152) 내부의 최외곽에 설치함으로써 하나의 냉각부(172)만 설치하면 되므로 경사 코일부(152) 단면의 두께가 냉각부(172)가 두 개일 때보다 줄어들게 된다.

- [0122] 줄어든 두께 만큼 경사 코일부(152) 제작의 자유도나 자기공명영상장치 설계 및 제작의 자유도가 증가할 수 있다.
- [0123] 또한, 심(173)이 경사 코일부(152) 내부의 최외곽에 설치됨에 따라, 경사 코일(170)과 쉘드 코일(171)의 사이에 설치될 때보다 로렌츠 힘에 의한 영향이 일 방향으로 제한되므로 보다 구조적으로 안정적일 수 있다.
- [0124] 또한, 심(173)이 경사 코일(170)과 쉘드 코일(171) 사이에 설치될 때는 경사 코일부(152)의 구조적인 안정을 위해 심 트레이(174)가 삽입되는 심 삽입부(176)가 일정한 간격을 두고 규칙적으로 배열되어야 했다. 전술한 것처럼 심 삽입부(176) 사이의 수지가 경사 코일(170)과 쉘드 코일(171) 사이를 지탱하는 기둥 역할을 하기 때문에 규칙적으로 심 삽입부(176)가 형성되어야 경사 코일부(152)가 보다 구조적으로 안정화 될 수 있기 때문이다.
- [0125] 그러나, 본 발명의 일 실시예처럼, 심(173)이 경사 코일부(152) 내부의 최외곽에 설치되면, 구조적인 안정을 위해 심 삽입부(176)가 규칙적으로 배열될 필요가 없다. 따라서 도 7에 도시된 것처럼, 심 삽입부(176)가 규칙적인 배열에서 벗어나 보다 자유롭게 불규칙적으로 배열될 수 있다.
- [0126] 심(173)이 규칙적으로 설치되어야 하는 제약에서 벗어나 심(173) 사이 간격(175)의 설계를 자유롭게 할 수 있게 되면, 정자장의 균일성을 보다 세밀한 수준에서 조절할 수 있게 된다.
- [0127] 같은 맥락에서, 도 8에는 다른 변형 실시예가 도시되어 있다.
- [0128] 도 8을 참조하면, 심 삽입부(176)의 너비(d)가 심 삽입부(176)에 삽입되는 심 트레이(174)의 너비(e)보다 넓게 설계되어 심 트레이(174)가 심 삽입부(176)에 삽입된 상태에서 너비 방향으로 이동할 수 있다.
- [0129] 정자장을 심 트레이(174) 내부에 수용되는 철판의 개수나 철판의 배열을 통해 균일화할 수 있을 뿐만 아니라, 더 나아가 심 트레이(174) 자체를 원주방향으로 어느 정도 이동할 수 있게 하여 보다 세밀한 수준에서 정자장의 균일성을 달성할 수 있는 것이다.
- [0130] 도 9는 도 6에 도시된 경사 코일부(152)를 입체적으로 나타낸 사시도이고, 도 10은 경사 코일부(152) 내부를 도 6과는 다른 측면에서 보여 주는 사시도이다. 또한, 도 11은 경사 코일부(152)의 각 구성이 다른 배경을 가지는 원통 구조로 설치되어 있음을 강조하여 나타낸 사시도이다.
- [0131] 도 10 및 도 11을 참조하면, 경사 코일부(152)는 경사 코일부(152)의 최내곽에 설치 반경 a의 위치에 설치된 경사 코일(170), 경사 코일(170)의 설치 반경보다 큰 설치 반경 b의 위치에 설치된 쉘드 코일(171) 및 쉘드 코일(171)의 설치 반경보다 큰 설치 반경 c의 위치에 설치된 심(173)으로 구성된다. 그리고, 쉘드 코일(171)과 심(173) 사이에 심 철판의 온도 상승을 방지하기 위한 하나의 냉각부(172)가 설치된다.
- [0132] 도 12는 경사 코일부(152)의 다른 구성은 도시하지 않고, 심(173)과 냉각부(172)만 도시한 사시도이다.
- [0133] 도 12를 참조하면, 심(173)의 내면에 냉각부(172)가 설치된 것을 확인할 수 있다. 심(173)이 경사 코일부(152) 내부의 최외곽에 설치됨으로써, 경사 코일(170) 및 쉘드 코일(171)에서 발생한 열의 전달 방향이 중심부에서 외곽으로의 한 방향으로 한정되므로 심(173)의 내곽에 하나의 냉각부(172)만 설치하면 된다.
- [0134] 도 12에 도시한 심(173)은 전술한 도 6 내지 도 8의 심(173)의 배열 구조를 모두 포함하고 있다. 즉, 심(173)의 일부는 규칙적인 간격(175)으로 배열되어 있고, 다른 일부는 불규칙적인 간격(175)으로 배열되어 있으며, 또 다른 일부는 심 삽입부(176)의 너비가 심 트레이(174)의 너비보다 크게 제작된 것을 도시하고 있다.
- [0135] 도 12의 확대도 중 심(173)이 규칙적으로 배열된 부분의 확대도에 나타난 것처럼, 심(173)은 심 삽입부(176)에 삽입되는 서랍 형태의 심 트레이(174)와, 심 트레이(174)의 내부에 수용되는 철판(미도시)으로 구성된다. 심 트레이(174)에 수용되는 철판의 개수나 배치는 정자장의 균일화를 위해 산출된 결과에 따라 결정된다.
- [0136] 또 다른 확대도는 심 트레이(174)의 너비보다 심 삽입부(176)의 너비가 큰 영역을 확대하여 나타내고 있다. 전술한 것처럼, 심 삽입부(176)의 너비(d)가 심 삽입부(176)에 삽입되는 심 트레이(174)의 너비(e)보다 크게 설계 되면, 심 트레이(174)가 심 삽입부(176)에 삽입된 상태에서 너비 방향으로 이동할 수 있다. 따라서, 정자장을 심 트레이(174) 내부에 수용되는 철판의 개수나 철판의 배열을 통해 균일화할 수 있을 뿐만 아니라, 더 나아가 심 트레이(174) 자체를 원주방향으로 어느 정도 이동할 수 있게 하여 보다 세밀한 수준에서 정자장의 균일성을 달성할 수 있다.
- [0137]
- [0138] 도 13 내지 도 15는 본 발명의 다른 실시예에 따른 자기공명영상장치의 경사 코일부(152)의 구조를 개념적으로

나타낸 단면도이고, 도 16 내지 도 18은 본 발명의 다른 실시예에 따른 경사 코일부(152)의 구조를 개념적으로 나타낸 사시도이다.

- [0139] 경사 코일부(152)는 캐비티부에 형성된 정자장에 경사(gradient)를 발생시켜 경사자장(gradient magnetic field)를 형성한다.
- [0140] 전술한 것처럼, 3차원의 공간적인 정보를 얻기 위해서는 x, y, z 축 모두에 대한 경사자장이 요구되는데, 이에 경사 코일부(152)는 세 쌍의 경사 코일을 포함한다.
- [0141] 경사 코일부(152)는 경사 코일(170)의 외부에 마련되는 쉴드 코일(171)을 포함한다.
- [0142] 도면에 도시된 것처럼 쉴드 코일(171)은 경사 코일(170)의 외부에 마련되므로 쉴드 코일(171)의 설치 반경은 경사 코일(170)의 설치 반경보다 크다.
- [0143] 경사 코일(170)에 강한 펄스의 전류가 인가되면, 경사 코일(170)을 둘러싸고 있는 정자장 코일부에 경사 자장의 발생을 억제하는 방향으로 와전류가 흐르게 되고, 와전류는 전술한 문제들을 유발한다.
- [0144] 쉴드 코일(171)은 이러한 와전류로 인한 문제를 해결하기 위해 경사 코일(170)의 외부에 설치된다. 경사 코일(170)의 외부로 나가는 경사 자장의 세기를 상쇄시켜 와전류의 양을 감소시키기 위해 경사 코일(170)에 인가되는 전류의 방향과 반대 방향의 전류가 쉴드 코일(171)에 인가된다.
- [0145] 본 발명의 다른 실시예에 따른 자기공명영상장치는 정자장 코일부에 의해 형성되는 정자장이 균일하게 형성되도록 경사 코일부(152)의 내부에 마련되는 shim(173)을 포함한다.
- [0146] 도 13에 도시된 것처럼, shim(173)은 경사 코일부(152) 내부에서 최내곽에 마련된다. 즉, shim(173)의 설치 반경은 경사 코일(170)의 설치 반경보다 작다. shim의 종류에는 능동 shim과 수동 shim이 있는데, 본 발명의 다른 실시예는 수동 shim을 일 예로 하여 설명한다.
- [0147] shim(173)은 정자장의 균일화를 위한 철편(iron token)과 철편이 수용되는 shim 트레이(shim tray)(174)로 구성된다. shim 트레이(174)는 원통형태인 경사 코일부(152)의 z축 방향 길이와 대응되는 길이를 갖고, 트레이(174) 내부 공간은 다수의 철편이 수용될 수 있도록, 철편의 크기에 맞게 다수의 공간으로 구획될 수 있다.
- [0148] shim 트레이(174)는 경사 코일부(152)의 원주방향을 따라 이격되게 마련된 shim 삽입부(176)에 삽입되어 설치된다.
- [0149] shim(173)이 정자장이 균일하게 형성되도록 하는 기본적인 원리는 당해 기술분야에 널리 알려진 것이므로 구체적인 설명은 생략한다.
- [0150]
- [0151] 경사 코일(170)이나 쉴드 코일(171)에 전류가 인가되면, 코일의 저항으로 인해 열이 발생하게 되고, 이렇게 발생한 열은 shim 철편의 온도 상승을 유발한다.
- [0152] 철편의 온도 변화는 정자장의 균일성을 변화시키는 요인이 되므로, 철편의 온도가 상승하지 않도록 철편으로 전달되는 열을 냉각시켜 줄 냉각부(172)가 필요하다.
- [0153] 일반적으로 shim(173)이 경사 코일부(152) 내부에 설치될 때, 전술한 경사 코일(170)과 쉴드 코일(171)의 사이에 설치된다. shim(173)이 이와 같이 설치되면, 경사 코일(170)과 쉴드 코일(171)에서 발생하는 열이 양 방향에서 shim(173)으로 전달되기 때문에, 경사 코일(170) 쪽과 쉴드 코일(171) 쪽에 각각 하나 씩 냉각부(172)가 설치되어야 한다.
- [0154] 이와 같이 냉각부(172)가 두 개가 설치되면, 경사 코일부(152) 단면의 두께가 증가하게 되고, 이는 설계의 자유도를 제약하게 된다.
- [0155] shim 트레이(174) 사이의 공간은 에폭시와 같은 수지로 채워지는데, 수지는 경사 코일(170)과 쉴드 코일(171) 사이를 지탱하는 기둥같은 역할을 하게 된다. 그러나, 경사 코일(170)과 쉴드 코일(171)에서의 전류의 흐름에 따라 로렌츠 힘이 shim 트레이(174) 사이의 공간을 채우고 있는 수지에 다방면으로 작용하여 구조적인 불안정이 발생할 수 있다.
- [0156] 즉, shim(173)이 경사 코일(170)과 쉴드 코일(171) 사이에 설치되면, 경사 코일부(152) 단면의 두께가 두꺼워지고, 구조적인 불안정이 야기될 수 있다.
- [0157] 이에 본 발명의 다른 실시예에 따른 자기공명영상장치의 경사 코일부(152)는, 그 내부의 최내곽에 shim(173)을 설

치하여 전술한 문제들을 해결하고자 한다.

- [0158] 앞서 설명한 본 발명의 일 실시예에서는 동일한 문제를 해결하기 위해 심(173)을 경사 코일부(152) 내부의 최외곽에 설치하였으나, 본 실시예는 심(173)을 최내곽에 설치한다는 점에서 차이가 있다.
- [0159] 심(173)이 경사 코일부(152) 내부에서 최내곽에 설치되면, 심(173)으로 전달되는 열은 자연스럽게 심 철판의 일 방향으로만 전달되게 된다. 즉, 철판으로 열이 전달되는 방향이 원통의 중심을 향하는 방향으로 한정된다.
- [0160] 열이 일 방향으로만 전달되므로, 냉각부(172)는 경사 코일(170)과 심(173) 사이에 하나만 설치되면 된다.
- [0161] 도 13에는 경사 코일(170)과 심(173) 사이에 냉각부(172)가 설치된 것이 도시되어 있다. 냉각부(172)는 공지된 다양한 냉각방식을 채용할 수 있고 그 방식에 제한이 없다.
- [0162] 심(173)을 경사 코일부(152) 내부의 최내곽에 설치함으로써 하나의 냉각부(172)만 설치하면 되므로 경사 코일부(152) 단면의 두께가 냉각부(172)가 두 개일 때보다 줄어들게 된다.
- [0163] 줄어든 두께 만큼 경사 코일부(152) 제작의 자유도나 자기공명영상장치 설계 및 제작의 자유도가 증가할 수 있다.
- [0164] 또한, 심(173)이 경사 코일부(152) 내부의 최내곽에 설치됨에 따라, 경사 코일(170)과 쉘드 코일(171)의 사이에 설치될 때보다 로렌츠 힘에 의한 영향이 일 방향으로 제한되므로 보다 구조적으로 안정적일 수 있다.
- [0165] 또한, 심(173)이 경사 코일(170)과 쉘드 코일(171) 사이에 설치될 때는 경사 코일부(152)의 구조적인 안정을 위해 심 트레이(174)가 삽입되는 심 삽입부(176)가 일정한 간격을 두고 규칙적으로 배열되어야 했다. 전술한 것처럼 심 삽입부(176) 사이의 수지가 경사 코일(170)과 쉘드 코일(171) 사이를 지탱하는 기둥 역할을 하기 때문에 규칙적으로 심 삽입부(176)가 형성되어야 경사 코일부(152)가 보다 구조적으로 안정화 될 수 있기 때문이다.
- [0166] 그러나, 본 발명의 다른 실시예처럼, 심(173)이 경사 코일(170)부(152) 내부의 최내곽에 설치되면, 구조적인 안정을 위해 심 삽입부(176)가 규칙적으로 배열될 필요가 없다. 따라서 도 14에 도시된 것처럼, 심 삽입부(176)가 규칙적인 배열에서 벗어나 보다 자유롭게 불규칙적으로 배열될 수 있다.
- [0167] 심(173)이 규칙적으로 설치되어야 하는 제약에서 벗어나 심(173) 사이 간격(175)의 설계를 자유롭게 할 수 있게 되면, 정자장의 균일성을 보다 세밀한 수준에서 조절할 수 있게 된다.
- [0168] 같은 맥락에서, 도 15에는 다른 변형 실시예가 도시되어 있다.
- [0169] 도 15를 참조하면, 심 삽입부(176)의 너비(d)가 심 삽입부(176)에 삽입되는 심 트레이(174)의 너비(e)보다 넓게 설계되어 심 트레이(174)가 심 삽입부(176)에 삽입된 상태에서 원주 방향으로 이동할 수 있다.
- [0170] 심 트레이(174) 내부에 수용되는 철판의 개수나 철판의 배열을 통해 정자장을 균일화할 수 있을 뿐만 아니라, 더 나아가 심 트레이(174) 자체를 원주방향으로 어느 정도 이동할 수 있게 하여 보다 세밀한 수준에서 정자장의 균일성을 달성할 수 있는 것이다.
- [0171] 도 16은 도 13에 도시된 경사 코일(170)부(152)를 입체적으로 나타낸 사시도이고, 도 17은 경사 코일(170)부(152) 내부를 도 13과는 다른 측면에서 보여 주는 사시도이다. 또한, 도 18은 경사 코일(170)부(152)의 각 구성이 다른 반경을 가지는 원통 구조로 설치되어 있음을 강조하여 나타낸 사시도이다.
- [0172] 도 16 및 도 17을 참조하면, 경사 코일(170)부(152)는 경사 코일(170)부(152)의 최내곽에 설치 반경 f의 위치에 설치된 심(173), 심(173)의 설치 반경보다 큰 설치 반경 g의 위치에 설치된 경사 코일(170) 및 경사 코일(170)의 설치 반경보다 큰 설치 반경 h의 위치에 설치된 쉘드 코일(171)로 구성된다. 그리고, 심(173)과 경사 코일(170) 사이에 심 철판의 온도 상승을 방지하기 위한 하나의 냉각부(172)가 설치된다.
- [0173] 도 19는 경사 코일부(152)의 다른 구성은 도시하지 않고, 심(173)과 냉각부(172)만 도시한 사시도이다.
- [0174] 도 19를 참조하면, 심(173)의 외면에 냉각부(172)가 설치된 것을 확인할 수 있다. 심(173)이 경사 코일부(152) 내부의 최내곽에 설치됨으로써, 경사 코일(170) 및 쉘드 코일(171)에서 발생한 열의 전달 방향이 중심부를 향하는 방향으로 한정되므로 심(173)의 외곽에 하나의 냉각부(172)만 설치하면 된다.
- [0175] 도 19에 도시한 심(173)은 전술한 도 13 내지 도 15의 심(173)의 배열 구조를 모두 포함하고 있다. 즉, 심(173)의 일부는 규칙적인 간격(175)으로 배열되어 있고, 다른 일부는 불규칙적인 간격(175)으로 배열되어 있으며, 또 다른 일부는 심 삽입부(176)의 너비가 심 트레이(174)의 너비보다 크게 제작된 것을 도시하고 있다.

- [0176] 도 19의 확대도 중 심(173)이 규칙적으로 배열된 부분의 확대도에 나타난 것처럼, 심(173)은 심 삽입부(176)에 삽입되는 서랍 형태의 심 트레이(174)와, 심 트레이(174)의 내부에 수용되는 철판(미도시)으로 구성된다. 심 트레이(174)에 수용되는 철판의 개수나 배치는 정자장의 균일화를 위해 산출된 결과에 따라 결정된다.
- [0177] 또 다른 확대도는 심 트레이(174)의 너비보다 심 삽입부(176)의 너비가 큰 영역을 확대하여 나타내고 있다. 전술한 것처럼, 심 삽입부(176)의 너비(d)가 심 삽입부(176)에 삽입되는 심 트레이(174)의 너비(e)보다 크게 설계 되면, 심 트레이(174)가 심 삽입부(176)에 삽입된 상태에서 너비 방향으로 이동할 수 있다. 따라서, 정자장을 심 트레이(174) 내부에 수용되는 철판의 개수나 철판의 배열을 통해 균일화할 수 있을 뿐만 아니라, 더 나아가 심 트레이(174) 자체를 원주방향으로 어느 정도 이동할 수 있게 하여 보다 세밀한 수준에서 정자장의 균일성을 달성할 수 있다.
- [0178]
- [0179] 도 20은 자기공명영상장치의 제조방법을 나타낸 순서도이다.
- [0180] 도 20을 참조하면, 우선 정자장 코일부를 제조하고(500), 경사 코일부(152)를 제조하여(600), 경사 코일부(152)를 정자장 코일부 내측에 배치(700)하여 자기공명영상장치를 제조한다.
- [0181] 정자장 코일부를 제조하는 것과, 원통 형상의 정자장 코일부 내측에 경사 코일부(152)를 배치하는 것은 당해 기술분야에서 공지된 다양한 방법을 이용하여 수행될 수 있으므로 구체적인 설명은 생략한다.
- [0182] 도 21은 도 20의 경사 코일부(152) 제조하는 본 발명의 일 실시예를 보다 구체적으로 나타낸 순서도이다.
- [0183] 이하, 경사 코일부(152)를 제조하는 방법을 도 21을 참조하여 구체적으로 설명한다.
- [0184] 우선, 정자장에 경사 자장을 형성하는 경사 코일(170)을 형성하고(610), 경사 코일(170)의 외부에 쉘드 코일(171)을 형성한다(620).
- [0185] 대상체에 대한 3차원의 공간적인 정보를 얻기 위해서는 x, y, z 축 모두에 대한 경사자장이 요구되는데, 이에 경사 코일부(152)는 세 쌍의 경사 코일을 포함한다.
- [0186] 도 4 및 도 5에 도시된 것처럼 z축 경사 코일(154)은 일반적으로 한 쌍의 링 타입의 코일로 구성되고, y축 경사 코일(155)은 대상체(200)의 위아래에 위치한다. x축 경사 코일(156)은 대상체(200)의 좌우측에 위치한다. 이와 같은 구조의 세축 경사 코일을 제조한다.
- [0187] 경사 코일(170)의 설치반경보다 큰 설치반경을 가지는 쉘드 코일(171)을 경사 코일(170)의 외부에 설치한다.
- [0188] 경사 코일(170)에 강한 펄스의 전류가 인가되면, 경사 코일(170)을 둘러싸고 있는 정자장 코일부에 경사 자장의 발생을 억제하는 방향으로 와전류가 흐르게 되는데 이러한 와전류는 전술한 것처럼 영상의 질을 저하시키는 요인으로 작용한다.
- [0189] 쉘드 코일(171)은 이러한 와전류로 인한 문제를 해결하기 위해 경사 코일(170)의 외부에 설치된다. 즉, 경사 코일(170)의 외부로 나가는 경사 자장의 세기를 상쇄시켜 와전류의 양을 감소시키기 위해 경사 코일(170)에 인가되는 전류의 방향과 반대 방향의 전류가 쉘드 코일(171)에 인가된다.
- [0190]
- [0191] 쉘드 코일(171)이 형성되면, 쉘드 코일(171)의 외부에 냉각부(172)를 형성하고(630), 냉각부(172)의 외부에 심(173)을 형성한다(640).
- [0192] 쉘드 코일(171)의 외부에 심(173)을 형성하기 위해, 쉘드 코일(171)의 외부에 원주방향을 따라 서로 이격되게 심 삽입부(176)를 형성하고, 상기 심 삽입부(176)에 심(173)을 삽입한다.
- [0193] 심 삽입부(176)는 도 6에 도시된 것처럼, 그 사이의 간격(175)이 동일한 간격(175)을 갖도록 규칙적으로 형성되거나, 도 7에 도시된 것처럼, 규칙적인 배열에서 벗어나 보다 자유롭게 불규칙적으로 형성될 수 있다.
- [0194] 심(173)이 규칙적으로 설치되어야 하는 제약에서 벗어나 심(173) 사이 간격(175)의 설계를 자유롭게 할 수 있게 되면, 정자장의 균일성을 보다 세밀한 수준에서 조절할 수 있게 된다.
- [0195] 또는 같은 맥락에서, 도 8에 도시된 것처럼, 심 트레이(174)가 심 삽입부(176)에 삽입된 상태에서 너비 방향으로 이동할 수 있도록, 심 삽입부(176)의 너비(d)가 심 삽입부(176)에 삽입되는 심 트레이(174)의 너비(e)보다

크게 형성될 수 있다.

- [0196] 심 삽입부(176)의 너비(d)를 심 트레이(174)의 너비(e)보다 크게 형성함으로써, 심 트레이(174) 내부에 수용되는 철편의 개수나 철편의 배열을 통해 정자장을 균일화하는 것에서 더 나아가 심 트레이(174) 자체를 원주방향으로 이동시켜 보다 세밀한 수준에서 정자장의 균일성을 달성할 수 있다.
- [0197] 냉각부(172)는 도 12에 도시된 것처럼, 심(173)의 내면에 즉, 쉘드 코일(171)과 심(173) 사이에 설치된다. 심(173)이 경사 코일부(152) 내부의 최외곽에 설치됨으로써, 경사 코일(170) 및 쉘드 코일(171)에서 발생한 열의 전달 방향이 중심부에서 외곽으로의 한 방향으로 한정되므로 심(173)의 내측에 하나의 냉각부(172)만 설치하면 된다.
- [0198]
- [0199] 도 22는 도 20의 경사 코일부(152) 제조하는 본 발명의 다른 실시예를 보다 구체적으로 나타낸 순서도이다.
- [0200] 도 22를 참조하면, 우선, 정자장에 경사 자장을 형성하는 경사 코일(170)을 형성하고(650), 경사 코일(170)의 외부에 쉘드 코일(171)을 형성한다(660).
- [0201] 대상체에 대한 3차원의 공간적인 정보를 얻기 위해서는 x, y, z 축 모두에 대한 경사자장이 요구되는데, 이에 경사 코일부(152)는 세 쌍의 경사 코일을 포함한다.
- [0202] 도 4 및 도 5에 도시된 것처럼 z축 경사 코일(154)은 일반적으로 한 쌍의 링 타입의 코일로 구성되고, y축 경사 코일(155)은 대상체(200)의 위아래에 위치한다. x축 경사 코일(156)은 대상체(200)의 좌우측에 위치한다. 이와 같은 구조의 세축 경사 코일을 제조한다.
- [0203] 경사 코일(170)의 설치반경보다 큰 설치반경을 가지는 쉘드 코일(171)을 경사 코일(170)의 외부에 설치한다.
- [0204] 경사 코일(170)에 강한 펄스의 전류가 인가되면, 경사 코일(170)을 둘러싸고 있는 정자장 코일부에 경사 자장의 발생을 억제하는 방향으로 와전류가 흐르게 되는데 이러한 와전류는 전술한 것처럼 영상의 질을 저하시키는 요인으로 작용한다.
- [0205] 쉘드 코일(171)은 이러한 와전류로 인한 문제를 해결하기 위해 경사 코일(170)의 외부에 설치된다. 즉, 경사 코일(170)의 외부로 나가는 경사 자장의 세기를 상쇄시켜 와전류의 양을 감소시키기 위해 경사 코일(170)에 인가되는 전류의 방향과 반대 방향의 전류가 쉘드 코일(171)에 인가된다.
- [0206]
- [0207] 경사 코일(170)과 쉘드 코일(171)이 형성되면, 경사 코일(170)의 내측에 냉각부(172)를 형성하고(670), 냉각부(172)의 내측에 심(173)을 형성한다(680).
- [0208] 경사 코일(170)의 내측에 심(173)을 형성하기 위해, 경사 코일(170)의 내측에 원주방향을 따라 서로 이격되게 심 삽입부(176)를 형성하고, 상기 심 삽입부(176)에 심(173)을 삽입한다.
- [0209] 심 삽입부(176)는 도 13에 도시된 것처럼, 그 사이의 간격(175)이 동일한 간격(175)을 갖도록 규칙적으로 형성되거나, 도 14에 도시된 것처럼, 규칙적인배열에서 벗어나 보다 자유롭게 불규칙적으로 형성될 수 있다.
- [0210] 심(173)이 규칙적으로 설치되어야 하는 제약에서 벗어나 심(173) 사이 간격(175)의 설계를 자유롭게 할 수 있게 되면, 정자장의 균일성을 보다 세밀한 수준에서 조절할 수 있게 된다.
- [0211] 또는 같은 맥락에서, 도 15에 도시된 것처럼, 심 트레이(174)가 심 삽입부(176)에 삽입된 상태에서 너비 방향으로 이동할 수 있도록, 심 삽입부(176)의 너비(d)가 심 삽입부(176)에 삽입되는 심 트레이(174)의 너비(e)보다 크게 형성될 수 있다.
- [0212] 심 삽입부(176)의 너비(d)를 심 트레이(174)의 너비(e)보다 크게 형성함으로써, 심 트레이(174) 내부에 수용되는 철편의 개수나 철편의 배열을 통해 정자장을 균일화하는 것에서 더 나아가 심 트레이(174) 자체를 원주방향으로 이동시켜 보다 세밀한 수준에서 정자장의 균일성을 달성할 수 있다.
- [0213] 냉각부(172)는 도 19에 도시된 것처럼, 심(173)의 외부에 즉, 경사 코일(170)과 심(173) 사이에 설치된다. 심(173)이 경사 코일부(152) 내부의 최내곽에 설치됨으로써, 경사 코일(170) 및 쉘드 코일(171)에서 발생한 열의 전달 방향이 원통의 중심부를 향하는 방향으로 한정되므로 심(173)의 외부에 하나의 냉각부(172)만 설치하면 된다.

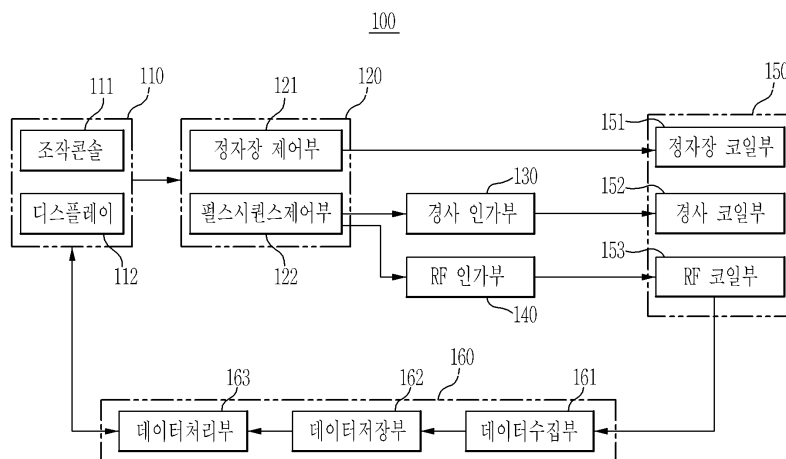
부호의 설명

[0214]

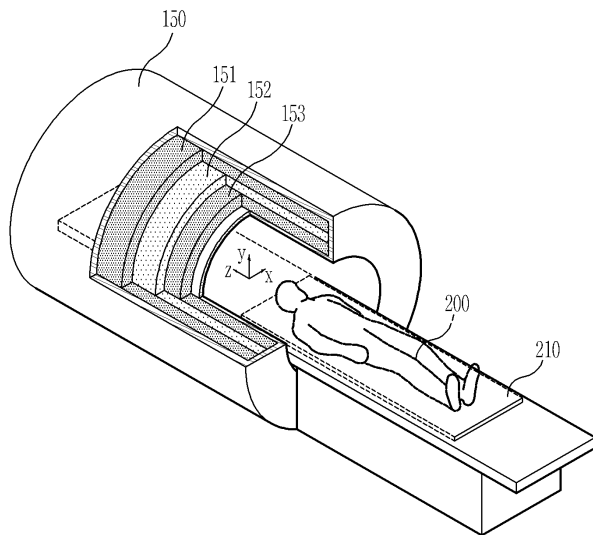
- 110 : 사용자 조작부
- 120 : 제어부
- 121 : 정자장 제어부
- 122 : 펄스 시퀀스 제어부
- 150 : 자석 어셈블리
- 151 : 정자장 코일부
- 152 : 경사 코일부
- 153 : RF 코일부
- 160 : 영상 처리부
- 161 : 데이터 수집부
- 162 : 데이터 저장부
- 163 : 데이터 처리부
- 170 : 경사 코일
- 171 : 셸드 코일
- 172 : 냉각부
- 173 : 심(shim)

도면

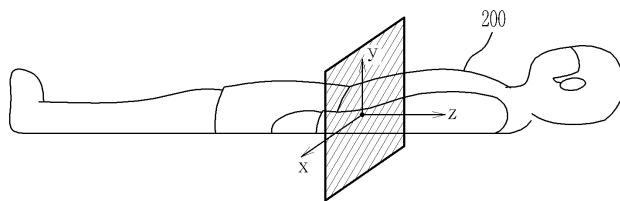
도면1



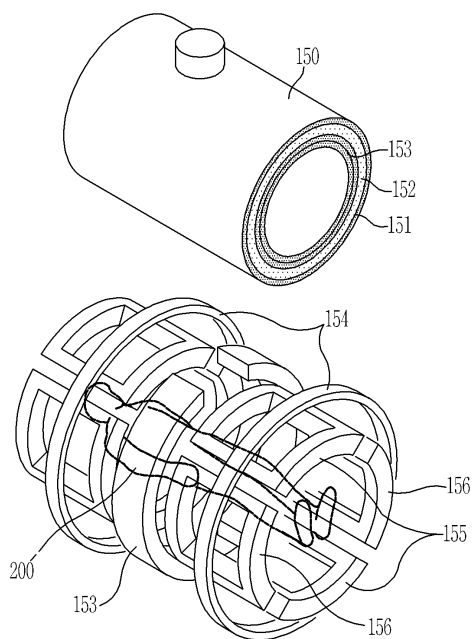
도면2



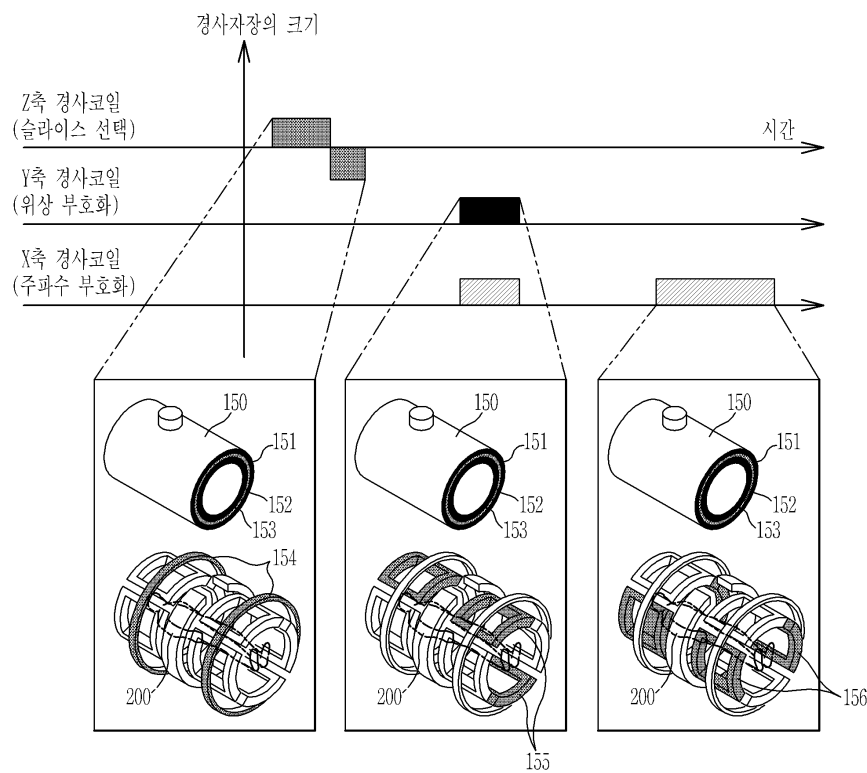
도면3



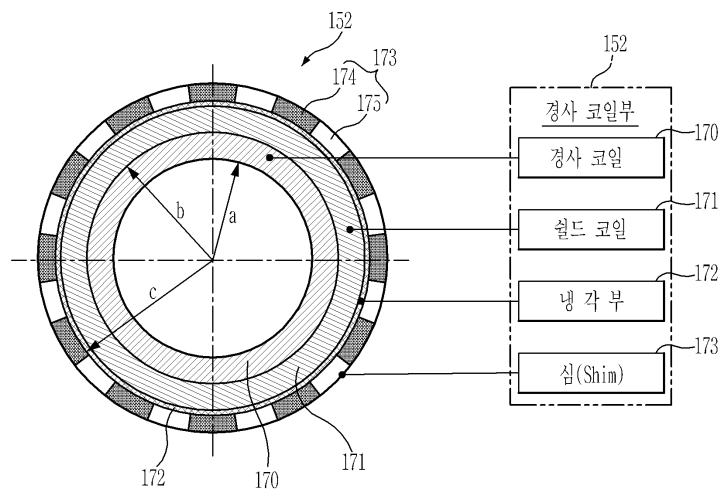
도면4



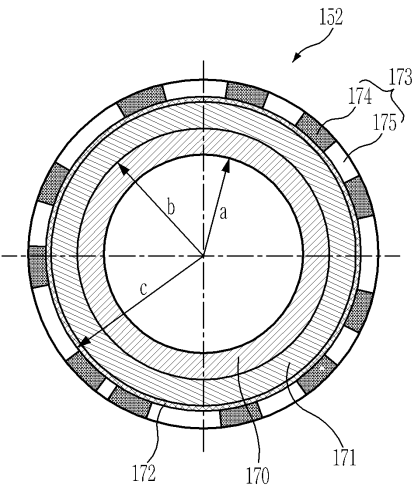
도면5



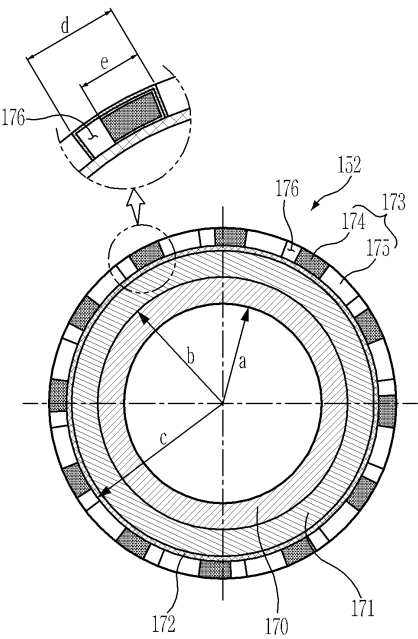
도면6



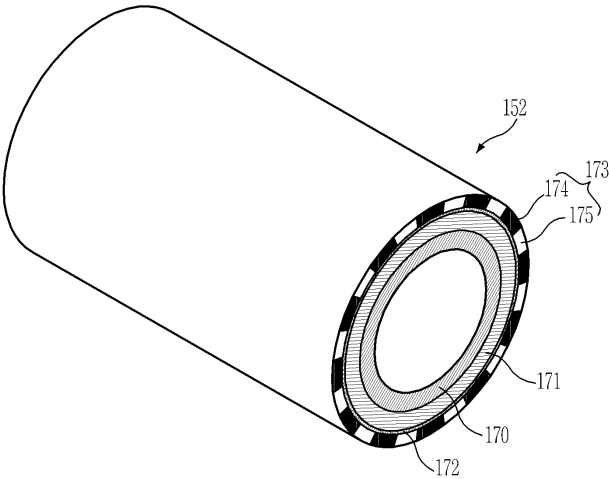
도면7



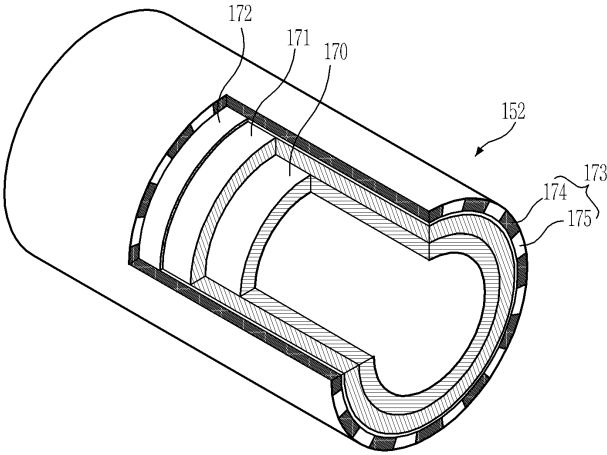
도면8



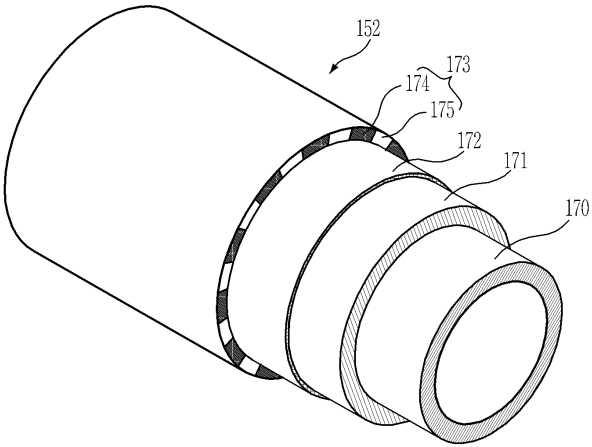
도면9



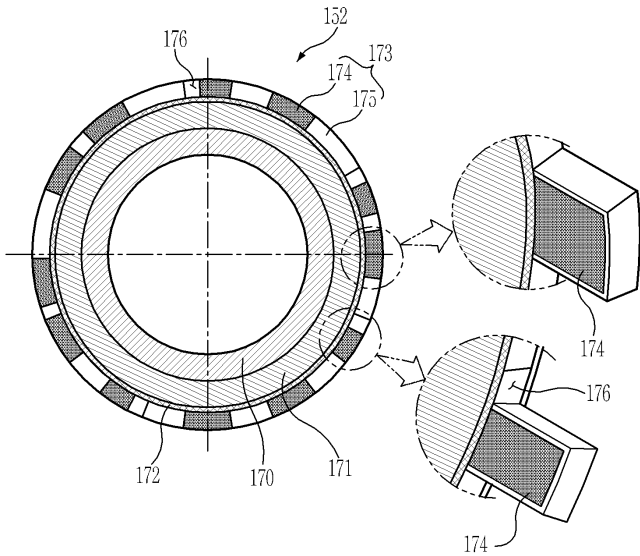
도면10



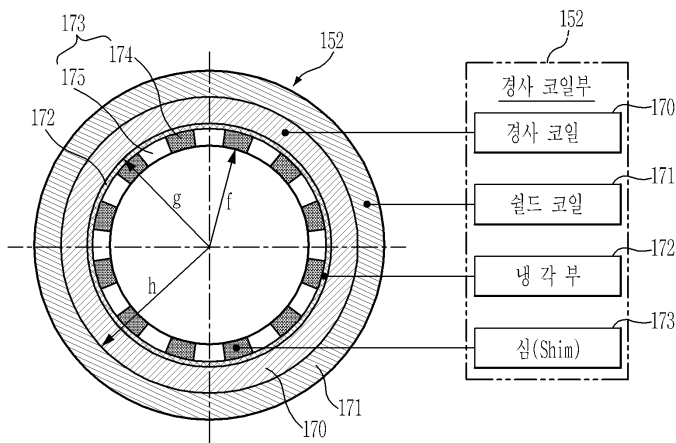
도면11



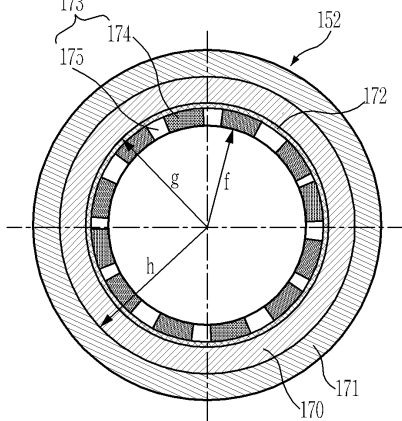
도면12



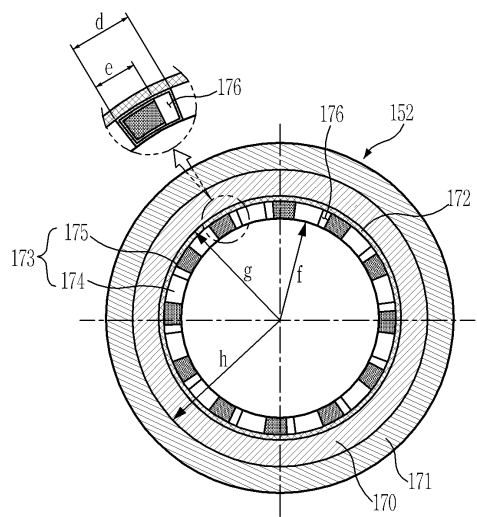
도면13



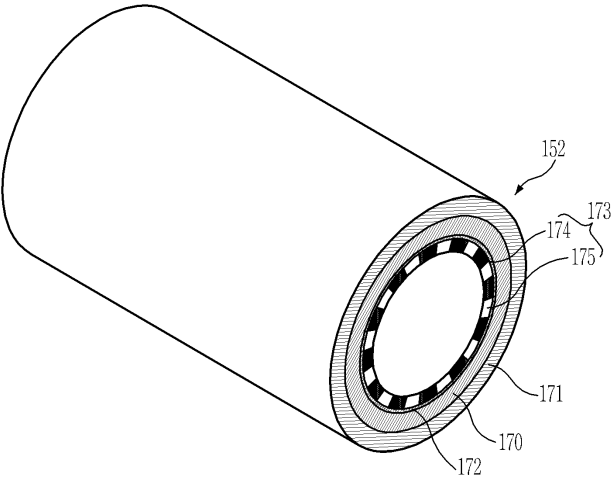
도면14



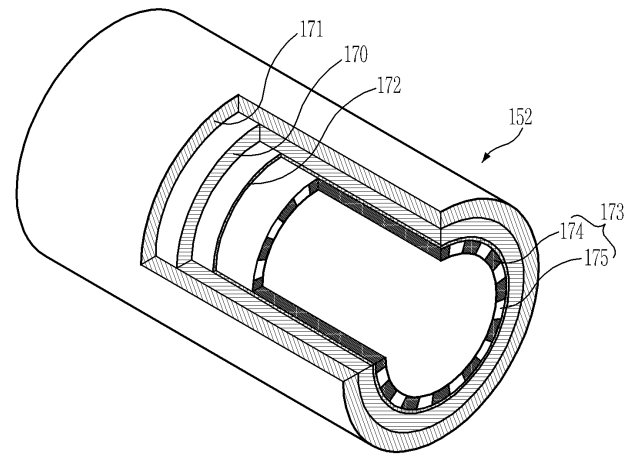
도면15



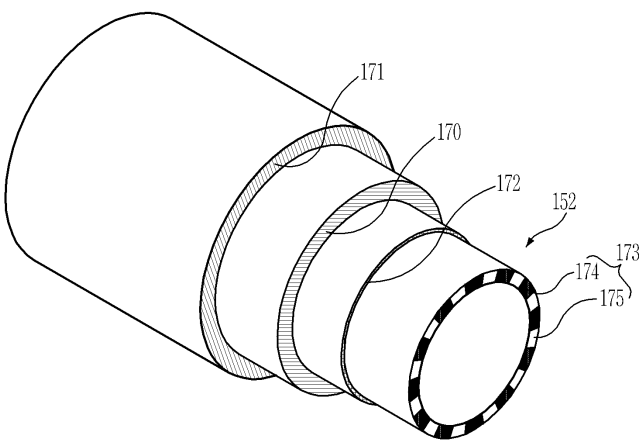
도면16



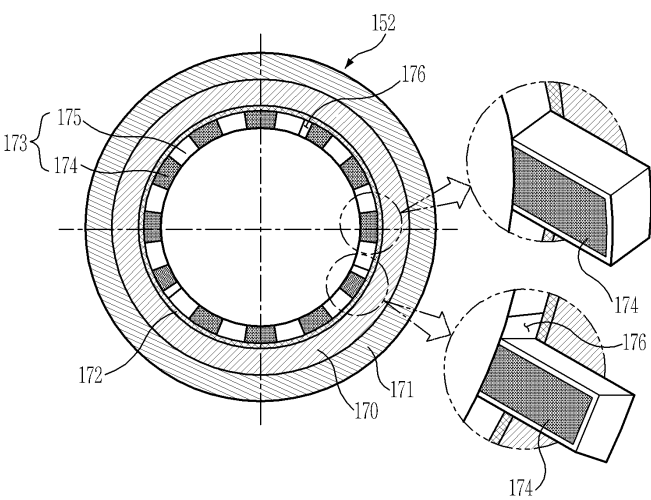
도면17



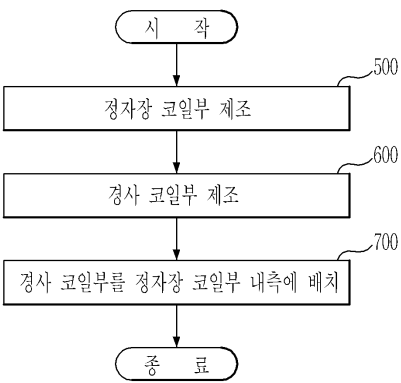
도면18



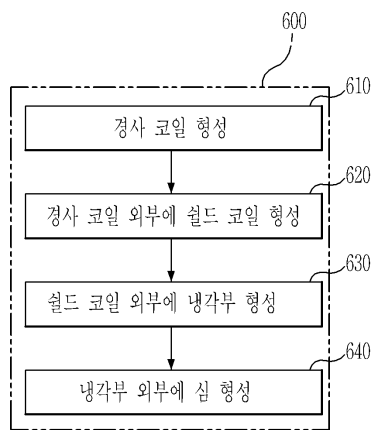
도면19



도면20



도면21



도면22

