



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0142157
(43) 공개일자 2014년12월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/055 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0065235
(22) 출원일자 2014년05월29일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
10 2013 210 237.2 2013년06월03일 독일(DE)

(71) 출원인
지멘스 액티엔게젤샤프트
독일 뮌헨 80333 비텔스파허프라쓰 2
(72) 발명자
데우드니, 앤드류
독일 91077 네운키르첸 엠 브랜드 우텐레우테르
스트라세 3비
드롭니츠키, 마티아스
독일 91080 스파르도르프 에이첸베그 11
라데벡, 랄프
독일 91052 에를랑겐 그라제르 스트라세 2
(74) 대리인
양영준, 백만기, 정은진

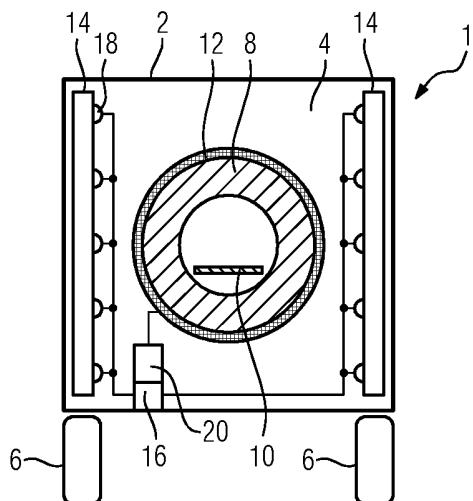
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 이동식 자기 공명 단층 촬영 시스템을 조작하기 위한 방법

(57) 요약

자장을 생성하는 자석들(8) 및/또는 코일들과 자석들(8) 및/또는 코일들을 둘러싸는 차폐물(14)을 구비하는 이동식 자기 공명 단층 촬영 시스템(1)을 조작하기 위한 방법이 기술적으로 간단한 수단을 사용하는 동시에 특히 작은 공간 요구를 갖고서 검사 동안 최적의 이미지 품질을 가능하게 하도록 의도된다. 이러한 목적을 위해, 온도 측정 시스템(16)에 의해 차폐물(14) 상의 복수의 포인트에서 온도가 측정되고, 온도 측정 시스템(16)의 측정된 데이터가 보상 시스템(20)으로 전송되고, 자장의 균일성에 대한 온도차들의 영향들이 보상 시스템(20)에 의해 보상된다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

자장을 생성하는 자석들(8) 및/또는 코일들과 상기 자석들(8) 및/또는 코일들을 둘러싸는 차폐물(14)을 구비하는 이동식 자기 공명 단층 촬영 시스템(1)을 조작하기 위한 방법으로서,

온도 측정 시스템(16)에 의해 상기 차폐물(14) 상의 복수의 포인트에서 온도가 측정되고, 상기 온도 측정 시스템(16)의 측정된 데이터가 보상 시스템(20)으로 전송되고, 상기 자장의 균일성에 대한 온도차들의 영향들이 상기 보상 시스템(20)에 의해 보상되는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 보상 시스템(20)의 복수의 가열 및/또는 냉각 요소(22)에 의해 온도차들이 등화되는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

최고 측정 온도가 상기 보상 시스템(20)에서 결정되고, 상기 온도는 모든 포인트들에서 상기 최고 측정 온도가 되는 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 보상 시스템(20)의 다수의 보조 코일(12)이 상기 측정된 온도들에 기초하는 전류를 이용하여 급전되는 방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 자기 공명 단층 촬영 시스템(1)의 송신 코일에 대한 주파수 생성기의 주파수가 상기 측정된 온도들에 기초하여 변경되는 방법.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 방법에 의해 상기 자기 공명 단층 촬영 시스템(1)이 측정의 수행 동안 조작되는 방법.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항의 방법에 의해 조작되는 이동식 자기 공명 단층 촬영 시스템(1).

청구항 8

자장을 생성하는 자석들(8) 및/또는 코일들과 상기 자석들(8) 및/또는 코일들을 둘러싸는 차폐물(14)을 구비하는 이동식 자기 공명 단층 촬영 시스템(1)으로서,

상기 차폐물(14) 상의 복수의 포인트에 배열된 온도 측정 센서들(18)을 구비하는 온도 측정 시스템(16), 및 측정 데이터 입력측에서 상기 온도 측정 시스템(16)에 접속된 보상 시스템(20)
을 포함하고,

상기 보상 시스템(20)은 상기 자장의 균일성에 대한 온도차들의 영향들을 보상하도록 설계되는 이동식 자기 공명 단층 촬영 시스템(1).

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 보상 시스템(20)은 복수의 가열 및/또는 냉각 요소(22)를 포함하는 자기 공명 단층 촬영 시스템(1).

청구항 10

제8항 또는 제9항에 있어서,

상기 보상 시스템(20)은 최고 측정 온도를 결정하고, 모든 포인트들에서 온도가 상기 최고 측정 온도가 되게 하도록 설계되는 이동식 자기 공명 단층 촬영 시스템(1).

청구항 11

제8항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 보상 시스템(20)은 상기 보상 시스템(20)에 의해 전류를 인가받을 수 있는 다수의 보조 코일(12)을 포함하는 이동식 자기 공명 단층 촬영 시스템(1).

청구항 12

제8항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,

송신 코일에 대한 주파수 생성기를 포함하고, 상기 주파수 생성기는 데이터 입력 측에서 상기 보상 시스템(20)에 접속되는 이동식 자기 공명 단층 촬영 시스템(1).

청구항 13

제8항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 자기 공명 단층 촬영 시스템(1)은 측정의 수행 동안 상기 자장의 균일성에 대한 온도차들의 영향들을 보상하도록 설계되는 이동식 자기 공명 단층 촬영 시스템(1).

청구항 14

제7항 내지 제13항 중 어느 한 항의 자기 공명 단층 촬영 시스템(1)을 구비하는 모터형 차량 또는 모터형 차량 트레일러(2).

명세서**기술 분야**

[0001] 본 발명은 자장을 생성하는 자석들 및/또는 코일들과 자석들 및 코일들을 둘러싸는 차폐물을 포함하는 이동식 자기 공명 단층 촬영 시스템을 조작하기 위한 방법에 관한 것이다. 본 발명은 상기 유형의 이동식 자기 공명 단층 촬영 시스템과 더 관련된다.

배경 기술

[0002] 자기 공명 단층 촬영(MRT)은 기관들의 그리고 많은 병리학적 기관 변화들의 평가를 가능하게 하는 사람(또는 동물)의 몸의 단면 이미지들(슬라이스들)의 생성을 가능하게 한다. MRT는 자기 공명 단층 촬영(MRT) 시스템에서 생성되는 매우 강한 자장들에 의존하는 것은 물론, 몸 안의 특정 원자 핵들(주로 수소 핵들/양성자들)을 공명시켜 수신기 회로 내에 전기 신호를 유도하는 무선 주파수 범위의 교대 자장들에 의존한다.

[0003] MRT 시스템들은 통상적으로 고정 설비로서 설치된다. 그러나, 예를 들어 각각의 배치 위치로 이동될 수 있는 헤비-듀티 모터형 트랙터 차량들의 트레일러들 상에 이동식 MRT 시스템들을 설치하는 것도 가능하다. 그러한 이동식 MRT 시스템들은 철로 구성되는 표유 자장 차폐물을 필요로 한다. 트레일러들 내의 축소된 공간 조건들로 인해, 차폐물은 구조 관련 제약들 때문에 수직 벽들 내에 통상적으로 약 30 m^2 의 영역에 걸쳐 이차원으로 펼쳐지며, MRT 시스템의 자석들에 더 가깝고, 고정 설치의 경우보다 외부로부터 덜 격리된다.

[0004] 이동식 MRT 시스템들은 통상적으로 옥외에 설치되므로, 변하는 기상 조건들은 공간적으로 그리고 시간적으로 광

범위하게 변하는 양의 열이 철 차폐물 내로 유입되게 한다. 철의 온도의 변화는 철의 자화율의 변화, 결과적으로 자화의 변화를 유발한다. 이것은 MRT 시스템의 정적 자장의 균일성을 방해한다. 더구나, 차폐 철은 그의 가열의 결과로서 팽창하며, 이는 또한 정적 자장의 균일성에 영향을 준다. 결과적으로, MRT 검사 동안 주파수가 시프트되고, 이미지 품질이 제한된다.

[0005] 따라서, 종래 기술에서의 노력들은 트레일러로부터 기계적으로 그리고 열적으로 대부분 분리되는 철 차폐물의 설치를 실현하려는 시도와 관련되었다. 수 미터 톤의 통상적인 중량이 주어질 때, 이것은 문제가 되며, 절충에 의해서만 이루어질 수 있다. 이 때문에, 예를 들어 최저의 가능한 열 전달율을 갖는 합성 유기 발포 고무로 구성되는 패널의 형태로 추가적인 단열재가 통상적으로 트레일러의 외벽들 내에 제공되어 열 차폐물로서 작용한다. 그러나, 이 경우에, 이용 가능한 공간의 양을 고려해야 하며, 따라서, 사실상, 원하는 단열은 트레일러 내의 공간 요건은 물론, 트레일러의 허용 가능 외부 치수와도 충돌한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 따라서, 본 발명의 목적은 기술적으로 간단한 수단을 이용하면서도 특히 작은 공간 요구를 갖는 것과 동시에 검사 동안 최적의 이미지 품질을 가능하게 하는 전술한 유형의 이동식 자기 공명 단층 촬영 시스템을 조작하기 위한 방법 및 이동식 자기 공명 단층 촬영 시스템을 개시하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 방법과 관련하여, 이러한 목적은 본 발명에 따라 차폐물 상의 복수의 포인트에서 온도 측정 시스템에 의해 온도 측정을 수행하고, 온도 측정 시스템의 측정 데이터를 보상 시스템으로 전송하고, 자장의 균일성에 대한 온도차의 영향을 보상 시스템에 의해 보상함으로써 달성된다.

[0008] 자기 공명 단층 촬영 시스템과 관련하여, 이러한 목적은 자기 공명 단층 촬영 시스템이 차폐물 상의 복수의 포인트에 배열된 온도 측정 센서들을 갖는 온도 측정 시스템 및 측정 데이터 입력측에서 온도 측정 시스템에 접속되는 보상 시스템을 포함하고, 보상 시스템이 자장의 균일성에 대한 온도차의 영향을 보상하도록 설계됨으로써 달성된다.

[0009] 본 발명은 MRT 시스템 내의 정적 자장의 가능한 최대 균일성이 최적의 이미지 품질의 달성을 위해 보증되어야 한다는 고찰로부터 시작된다. 예를 들어 헤비 뉴터 트랙터 유닛의 트레일러 상에서 MRT 시스템의 이용 가능한 자유 공간을 프로세스에서 너무 심하게 제한하지 않기 위해, 이러한 경우에 외부로부터의 자기 차폐물의 완전한 열적 격리 및 기계적 격리를 달성하는 것이 불가능하며, 오히려 소정의 온도차가 불가피하게 제공되는 것이 허용되어야 한다. 따라서, 차폐물 내의 온도차에 의해 방해되는 자장의 균일성을 복원하기 위한 제1 단계에서, 온도 분포의 정확한 지식이 얻어져야 한다. 이러한 목적을 위해, 차폐물의 상이한 포인트들에 분포된 복수의, 바람직하게는 두자리 숫자의 온도 측정 센서를 포함하는 온도 측정 시스템이 제공된다. 여기서 측정되는 온도는 보상 시스템으로 전달되며, 여기서 이제 온도 변동들 및 이들의 자장의 균일성에 대한 영향들의 표적화된 보상을 가능하게 하는 온도 프로필이 생성될 수 있다.

[0010] 본 방법의 제1의 유리한 실시예에서, 온도차들은 보상 시스템의 복수의 가열 및/또는 냉각 요소에 의해 등화된다. 이러한 목적을 위해, 보상 시스템은 유리하게는 복수의 대응하는 가열 및/또는 냉각 요소를 포함한다. 이러한 예에서의 아이디어는 보상 시스템에서 결정된 프로필을 갖는 국지적 온도차들을 대응하는 가열 및/또는 냉각 요소들에 의해 정확하게 조정하여, 전체 차폐물에 걸쳐 균일한 온도 분포를 달성하는 것이다. 이러한 수단에 의해, 차폐물의 자화율 및 팽창이 균형화되며, 따라서 자장의 불균일성이 최소화된다.

[0011] 이 경우, 유리하게 보상 시스템에서 최고 측정 온도가 결정되며, 이 온도는 모든 포인트들에서의 최고 측정 온도가 된다. 따라서, 보상 시스템은 이를 위해 유리하게 설계된다. 온도를 차폐물 상에서 측정되는 최고 온도로 조절하는 것은 냉각이 필요하지 않고, 냉각 요소를 필요 없게 할 수 있는 장점을 제공한다. 대신, 비교적 저가의 그리고 기술적으로 구현하기가 더 쉬운 가열 요소들, 예를 들어 간단한 가열 포일들 또는 편평한 가열 요소들만이 필요하다.

[0012] 본 방법의 제2의 대안적인 또는 추가적인 유리한 실시예에서, 보상 시스템의 다수의 보조 코일이 측정된 온도에 기초하는 전류로 급전된다. 이러한 목적을 위해, 보상 시스템은 유리하게는 보상 시스템에 의해 전류를 인가받을 수 있는 대응하는 수의 보조 코일을 포함한다. 온도 변화를 자체의 등화 대신에 또는 그에 더하여, 동일한

유형의 실시예에 의해, 심(shim) 코일로도 지칭되는 대응하는 보조 코일들을 직접 이용하여 자장의 균일성을 복원하는 것이 가능하다. 심 코일들은 예를 들어 표유 자장 또는 구조적 허용 한계를 보상하는 목적을 위해 MRT 시스템들 내에 이미 종종 존재한다. 그러나, 상기 코일들에 작용하는 전류들은 보상 시스템에서 자장 자체의 복잡한 측정에 기초하여 설정되는 것이 아니라, 이러한 경우에는 특히 온도들의 공간 분포가 자장의 불균일성의 공간 분포와 직접 상관된다는 사실이 이용된다. 따라서, 전류들은 측정된 온도 분포에 기초하여 직접 설정되며, 이는 불균일성을 보상하는 기술적으로 간단하고 빠르고 효과적인 가능성을 가능하게 한다.

[0013] 본 방법의 다른 유리한 실시예에서, 자기 공명 단층 촬영 시스템의 송신 코일에 대한 주파수 생성기의 주파수는 측정된 온도들에 기초하여 변경된다. 이러한 목적을 위해, 자기 공명 단층 촬영 시스템은 유리하게는 송신 코일에 대한 주파수 생성기를 포함하며, 주파수 생성기는 데이터 입력측에서 보상 시스템에 접속된다. 자장의 불균일성이 전술한 방법에 의해 보상될 수 있지만, 차폐물 내의 온도를 변경하거나 심 코일들의 추가적인 자장을 오버레이하는 것과 같은 수행되는 조치들은 (현재 균일한) 자장 전체의 자장 강도의 시프트를 유발할 수 있다. 그러한 시프트는 검사물의 핵 스픬들의 라모(Larmor) 주파수의 변화를 수반하며, 이는 송신 코일의 다른 주파수들이 핵 스픬 여기를 위해 필요하다는 것을 의미한다. 측정된 온도 시프트들이 주파수 생성기로 직접 전달되는 경우, 그러한 시프트는 여기 주파수들의 조정에 의해 직접 보상될 수 있다.

[0014] 측정이 수행되는 동안, 자기 공명 단층 촬영 시스템은 전술한 방법에 따라 유리하게 동작하는데, 즉 MRT 시스템은 측정의 수행 동안 자장의 균일성에 대한 온도차의 영향을 보상하도록 유리하게 설계된다. 즉, 차폐물의 대응하는 온도 조정 및/또는 심 코일들에 대한 전류들의 조정에 기초하는 보상이 측정 동안 연속적으로 수행된다. 이것은 예를 들어 구름 커버의 제거 등의 결과로서의 입사 태양 복사선의 자연적인 변화들로 인해 검사 동안 발생하는 온도 변화들이 연속적으로 보상되는 것을 가능하게 하여, 이미지 품질을 더 최적화한다.

[0015] 이동식 자기 공명 단층 촬영 시스템은 전술한 방법에 의해 유리하게 조작된다.

[0016] 모터형 차량 또는 모터형 차량 트레일러는 전술한 유형의 자기 공명 단층 촬영 시스템을 유리하게 구비한다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 의해 달성되는 장점들은 구체적으로 이동식 MRT 시스템에서의 이미지 품질이 온도 조절 또는 적절한 쇼밍(shimming)에 의한 MRT 시스템 내의 자장의 불균일성의 보상의 결과로서 현저하게 향상된다는 것이다. 차폐물의 열팽창 또는 자화율의 변화로 인해 자장에 영향을 주는 영향력들이 억제된다. 시스템은 비교적 저가인데, 그 이유는 단지 온도 센서들, 적절한 경우에는 평면 가열 요소들 및 감지 전자 장치들이 필요하고, 시스템의 나머지 양태들은 소프트웨어에서 실현될 수 있기 때문이다.

도면의 간단한 설명

[0018] 본 발명의 실시예들은 도면을 참조하여 더 상세히 설명된다. 도면에서:

도 1은 온도의 함수로서 작동되는 보조 코일들을 갖는 트랙터-트레일러 유닛의 트레일러 내의 이동식 자기 공명 단층 촬영 시스템의 일부를 통한 단면도를 개략적으로 나타낸다.

도 2는 온도의 함수로서 작동되는 가열 요소들을 갖는 트랙터-트레일러 유닛의 트레일러 내의 이동식 자기 공명 단층 촬영 시스템의 일부를 통한 단면도를 개략적으로 나타낸다.

모든 도면들에서 동일한 요소들은 동일한 참조 번호들로 표시된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 도 1은 이동식 자기 공명 단층 촬영 시스템(1)의 일부를 통한 단면도를 개략적으로 나타내며, 그의 상세만이 도시된다. 이동식 MRT 시스템(1)은 모터형 트랙터 차량의 트레일러(2) 상에 설치된다. 본질적으로 박스 형상인 화물칸(4) 및 훨들(6)이 도 1의 단면도에 도시된다. 예시의 명료화를 위해, 검사와 관련된 MRT 시스템(1)의 요소들 중에서, 실린더 동체 형상의 자석(8) 및 자석(8) 내에 배열된 환자 지지 표면(10)만이 도시된다. 송신 및 수신 코일들 및 평가 유닛과 같은 다른 요소들은 도시되지 않는다.

[0020] 자석(8)은 비교적 강한 균일한 자장 B0을 생성하는 데 사용된다. 상기 자장 내에서, 원자 핵들의 이전에 축퇴된 에너지 레벨들이 분리되고, $\Delta E = g B_0$ (자연 단위)의 에너지 캡을 보인다. 상기 에너지 캡은 라모 주파수로도 지칭되는 주파수에 대응한다. MRT 측정의 원리가 아래에 간단히 설명된다.

- [0021] 실제 측정은 소위 스픈 에코 시퀀스의 원리에 따라 실행된다. 이와 관련하여, "시퀀스"(또한, "펄스 시퀀스")는 사전 결정된 순서로 매초 여러 번 스위치 온 및 오프되는 특정 주파수 또는 강도의 무선 주파수 펄스들과 기울기 자장들의 조합이다. 처음에 매칭 라모 주파수의 무선 주파수 펄스, 소위 90도 여기 펄스가 존재한다. 상기 펄스에 의해 자화는 외부 자장에 대해 직각으로 90도 편향된다. 이것은 오리지널 축 주위를 선회하기 시작한다(세차 운동).
- [0022] 그 안에서 발생하는 무선 주파수 신호가 몸 밖에서 측정될 수 있다. 이것은 기하급수적으로 감소하는데, 그 이유는 양성자 스픈들이 "박자"가 틀리게 되어("탈위상화"되어) 서로 점점 더 파괴적으로 오버레이되기 때문이다. 신호의 63%가 감쇠된 시간을 완화 시간(스핀-스핀 완화)이라고 한다. 이러한 시간은 수소의 화학적 환경에 의존하며, 이것은 조직 타입마다 상이하다. 예를 들어, 일반적으로 종양 조직은 정상적인 근육 조직보다 더 긴 시간을 갖는다. 이 때문에, 가중된 측정은 종양을 그의 환경보다 밝게 표시한다.
- [0023] 측정된 신호들이 개별 볼륨 요소들(복셀들)에 할당되는 것을 가능하게 하기 위하여, 선형으로 위치에 의존하는 자장들(기울기 자장들)에 의해 공간 인코딩이 생성된다. 이 경우, 특정 입자에 대해 라모 주파수는 자속 밀도에 의존한다는 사실이 이용된다(입자의 각운동량의 방향에 수직인 자장 성분이 강할수록, 라모 주파수가 높아짐): 기울기가 여기 동안 적용되고, 몸의 단일 슬라이스만이 매칭 라모 주파수를 갖는 것을, 즉 상기 슬라이스의 스픈들만이 편향되는 것(슬라이스 선택 기울기)을 보증한다. 제1 기울기에 대해 직각인 제2 기울기가 여기 직후에 스위치 온되며, 스픈들의 세차 운동이 각각의 이미지 행에서 상이한 위상 위치(위상 인코딩 기울기)를 갖게 하는 방식으로 스픈들의 제어된 탈위상화를 유발한다. 2개의 다른 기울기에 대해 직각인 제3 기울기가 측정 동안 스위칭되며, 이것은 각각의 이미지 열의 스픈들이 상이한 세차 운동 속도를 갖는 것을, 즉 상이한 라모 주파수(판독 기울기, 주파수 인코딩 기울기)를 전송하는 것을 보증한다. 따라서, 3개의 기울기 모두가 함께 3개의 공간 평면에서의 신호의 인코딩에 영향을 미친다.
- [0024] 설명되는 측정 방법은 국지적으로 존재하는 자장 강도의 정밀한 지식이 공간 인코딩을 위해 필요하다는 것을 명확하게 한다. 추가적인 기울기 자장들은 기본 자장 B0에 비해 상대적으로 약하므로, 이것은 우선적으로 자장 B0의 최대 가능 균일성을 필요로 한다. 이러한 목적을 위해, 철로 이루어진 평면 차폐물들(14)이 도 1에 따른 이동식 MRT 시스템(1) 내의 트레일러(2)의 벽들 상에 초기에 배열되어, 트레일러(2)의 외부 공간 내의 자석의 잔여 표유 자장이 약 0.5 mT의 크기를 초과하는 것을 방지한다.
- [0025] 차폐되지 않은 잔여 표유 자장들에 대한 보상은 시밍으로 알려진 기술에 의해 달성된다. 이와 함께, 자석(8)을 둘러싸는 단일 보조 코일(12)만이 도 1의 실시예에 도시되는, 십 코일이라고도 하는 보조 코일들(12)이 MRT 시스템(1)의 영역 내의 상이한 위치들에 배열된다. 보조 코일(12)은 다른 곳에, 예를 들어 MRT 시스템(1)의 기울기 코일 내에 배열될 수도 있다.
- [0026] 시밍을 위한 보조 코일들(12)은 그들의 자장들이 샘플 내에서 간단한 구면 조화 함수들에 의해 기술될 수 있도록 구성되는데, 그 이유는 샘플로부터 공간적으로 먼 데에 원인이 있는 간접 자장들이 샘플 내에서 또한 (대략적으로) 그러한 저차 구면 조화 함수들의 형태를 갖기 때문이다. 표적 방식으로 보조 코일들(12)에 전류를 인가하는 것은 자석(8)의 자장을 오버레이하고 균일화하는 교정 자장들을 생성한다.
- [0027] 그러나, 이동식 MRT 시스템들(1)에서, 이것은 구체적으로 차폐물(14)의 가열 및 냉각에서의 차이들이 기상 조건들에 따라 발생한다는 추가적인 문제를 유발한다. 차폐물(14)을 열적으로 격리하는 것은 제한된 범위에서만 가능한데, 그 이유는 화물칸(4)에서 이용 가능한 공간이 도로 교통 규정들에 따른 트레일러(2)의 허용 가능 외부 치수들로 인해 제한되기 때문이다. 이 때문에, 도 1에 따른 MRT 시스템(1)은 상기 온도 차이들의 능동적 보상을 위해 설계된다.
- [0028] 이러한 목적을 위해, 도 1에 따른 MRT 시스템(1)은 복수의 접속된 온도 센서(18)를 포함하는 온도 측정 시스템(16)을 구비한다. 이러한 배열에서, 온도 센서들(18)은 차폐물(14)을 따라 분포되며, 도 1에서는 단면도로 인해 (단지 예로서) 10개의 온도 센서(18)가 보인다. 합계하여, 트레일러(2)의 바닥 및 천장을 포함하여 약 50개의 온도 센서(18)가 분포된다. 이것은 정확한 삼차원 온도 분포가 결정되는 것을 가능하게 한다.
- [0029] 온도 분포는 보상 시스템(20)에 의해 결정되고 평가된다. 보상 장치(20)는 또한 전류를 이용하여 보조 코일들(12)의 작동을 제어한다. 이 경우, 온도의 국지적 분포가 그에 대응하는 자장의 불균일성과 직접 상관된다는 사실이 이용된다. 따라서, 예를 들어, 온도 기울기가 주어진 공간 방향에 존재하는 경우, 동일한 공간 방향에 자장 강도 기울기도 존재할 것이다.
- [0030] 보조 코일들(12)은 구면 조화 함수들에 따르는 분포를 갖는 자장들을 생성하므로, 보상 장치는 기본 벡터들을

나타내는 구면 조화 함수들의 시스템에 대해 온도 분포 행렬의 고유값 분석을 수행한다. 이어서, 결정된 고유값은 각각의 경우에 관련 구면 조화 함수에 대응하는 보조 코일(12)에 제공될 전류의 강도의 척도로서 사용된다. 결과적으로 불균일성이 보상된다.

[0031] 이 경우, 보상은 또한 측정 동안 연속적으로 수행될 수 있다. 따라서, 측정 동안에 예를 들어 강해지는 헛빛으로 인해 온도가 변하는 경우, 자석(8)의 심은 끊임없이 수정하여 조정될 수 있다.

[0032] 보상 시스템(20)은 MRT 시스템(1)의 송신 코일에 대한 주파수 생성기(더 상세히 도시되지 않음)에 더 접속된다. 보상 시스템(20)은 자석(8)의 자장 B0의 균일성을 복원할 수 있지만, 그럼에도 자장 강도 B0의 값의 변화가 발생할 수 있다. 따라서, 보조 코일들(12)에 대한 심 전류들에 있어서 보상 시스템(20)에 의해 유발되는 변화들 및 측정된 온도 편차들을 이용하여, B0 값의 교정을 결정하고, 변경된 라모 주파수에 본질적으로 적절히 대응해야 하는 검사 주파수를 조정한다. 상기 조정은 이 경우에 여하튼 존재하는 비-온도-감지 주파수 조정에 더하여 수행될 수 있다.

[0033] 도 2는 대안 실시예를 나타내며, 이는 도 1과의 그의 차이들과 관련해서만 설명된다. 이 경우, 보상 시스템(20)은 보조 코일(12)에 대한 심 전류들을 제어하지 않는다. 대신, 보상 시스템(20)은 평면 가열 요소들 또는 가열 포일들로서 구현되고 온도 센서들(18)에 적절히 할당되는 복수의 가열 요소(22)를 구비한다.

[0034] 도 2에 따른 실시예에서, 보상 시스템(20)은 모든 온도 센서들(18)에 걸쳐 최고 측정 온도를 결정한다. 이어서, 가열 요소들(22)은 모든 온도 센서들(18)에서의 온도가 동일 값이 되게 하는 전류로 선택적으로 작동된다. 따라서, 이 경우, 온도 분포 자체가 균일화된다. 도 1의 실시예와 유사하게, 이 경우에 검사 주파수는 또한 변경된 B0 값으로 조정된다.

부호의 설명

[0035] 1: 자기 공명 단층 촬영 시스템

2: 트레일러

4: 화물칸

6: 휠들

8: 자석

10: 환자 지지 표면

12: 보조 코일

14: 차폐물

16: 온도 측정 시스템

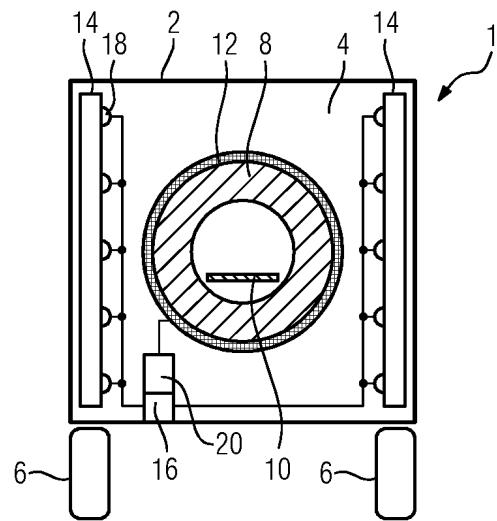
18: 온도 센서

20: 보상 시스템

22: 가열 요소

도면

도면1



도면2

