



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0009622
(43) 공개일자 2016년01월26일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/00 (2006.01) A61B 5/05 (2006.01)
A61B 8/08 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
A61B 8/4209 (2013.01)
A61B 5/0515 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7034710
- (22) 출원일자(국제) 2014년05월06일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2015년12월04일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2014/059248
- (87) 국제공개번호 WO 2014/180854
국제공개일자 2014년11월13일
- (30) 우선권주장
13166681.0 2013년05월06일
유럽특허청(EPO)(EP)

- (71) 출원인
엔케이아이제이 엔지니어링 에이비
스웨덴 룬드 224 66 안드레아스 리텔리우스 베그 26
- (72) 발명자
신티오, 매그너스
스웨덴 에스-243 36 홀르 마모르베건 8
이버츠손, 마리
스웨덴 에스-225 72 룬드 오키스트라베건 3 디
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인 광장리앤코

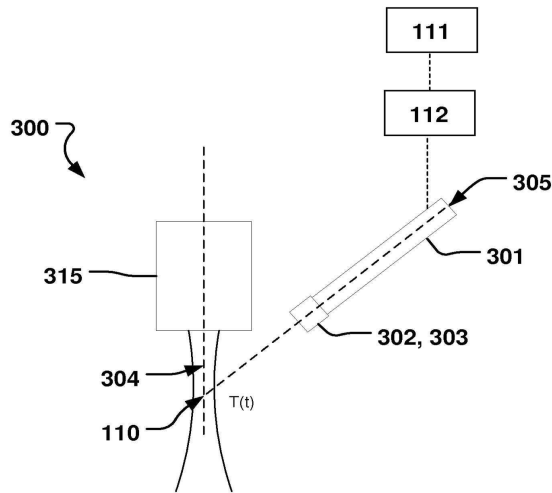
전체 청구항 수 : 총 26 항

(54) 발명의 명칭 **기자성 프로브 시스템 및 그 사용 방법**

(57) 요약

이동 가능한 프로브, 프로브 상에 배열된 자석, 및 초음파 탐촉자를 포함하는 기자성 영상 프로브 시스템이 개시되며, 자석은 프로브가 상기 초음파 탐촉자에 인접하는 기부 제1 위치를 가질 때 초음파 탐촉자 및 프로브의 말단에서 초음파 탐촉자의 영상 평면(304)에 시간 가변 자기장(T)을 발생하도록 배열된다.

대표도 - 도10



(52) CPC특허분류

A61B 8/4494 (2013.01)

A61B 8/481 (2013.01)

(72) 발명자

젠슨, 토마스

스웨덴 에스-224 66 룬드 안드레아스 리멜리우스
베그 26

페르손, 한스 더블류

스웨덴 에스-224 67 룬드 툴레햄스베건 117

올슨, 프레드릭

스웨덴 에스-244 32 케블링 오스트라 랭거탄 11

프레드릭손, 사라

스웨덴 에스-247 53 달비 요한 아케르만스 브이 2

명세서

청구범위

청구항 1

이동 가능한 프로브(301),

상기 프로브 상에 배열된 자석(302, 303),

초음파 탐촉자(ultrasound transducer)(315)를 포함하며,

상기 자석은, 상기 프로브가 상기 초음파 탐촉자에 인접하는 근위부(proximal) 제1 위치(305)를 가질 때, 상기 초음파 탐촉자 및 상기 프로브의 원위부에서(distally), 상기 초음파 탐촉자의 영상 평면(304)에 시간 가변 자기장(T)을 발생하도록 배열되는,

기자성 영상 프로브 시스템(magnetomotive imaging probe system)(300).

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 프로브는, 핸드헬드(handheld) 프로브와 같이, 상기 초음파 탐촉자에 대하여 이동 가능한,

기자성 영상 프로브 시스템.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 자석은 상기 프로브 상에 이동 가능하게 배열되고, 사용중에, 상기 자석은 상기 초음파 탐촉자에 대한 상기 자석의 이동에 응답하여 상기 시간 가변 자기장(T)을 발생하도록 배열되는,

기자성 영상 프로브 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 자석은 상기 영상 평면 내의 목표 위치(110)로부터 진동 이동(oscillating motion)으로 변위될 수 있는,

기자성 영상 프로브 시스템.

청구항 5

제3항에 있어서,

제어부(111) 및 모터(112)를 포함하며,

상기 모터는 상기 제어부 및 상기 자석에 연결되어 상기 자석의 상기 이동에 동력을 제공하고, 상기 제어부는 소정 패턴에 따라 상기 자석의 이동 속도(w_1 , w_2)를 변경하고 이에 따라 상기 시간 가변 자기장(T)의 주파수를 상기 목표 위치의 자성 나노입자의 주파수 임펄스 응답을 발생하기 위하여 소정 주파수 임펄스로서 변경하도록 적응되고, 및/또는

상기 제어부는 상기 자석의 일정한 이동 속도(w_1 , w_2)를 설정하도록 적응되는,

기자성 영상 프로브 시스템.

청구항 6

이동 가능한 프로브(301)와 초음파 탐촉자(315), 및 상기 프로브 상에 배열된 자석(302, 303)을 포함하는 프로브 시스템으로 기자성 영상화하는 방법(400)에 있어서,

상기 프로브를 상기 초음파 탐촉자에 인접한 기부 제1 위치(305)에 배치하는 단계(401),
상기 자석으로, 상기 초음파 탐촉자 및 상기 프로브의 말단에서, 상기 초음파 탐촉자의 영상 평면(104)에 시간 가변 자기장(T)을 발생시키는 단계(402),
상기 영상 평면 내에서 상기 초음파 탐촉자로 상기 시간 가변 자기장(T)에 응답하는 자성 나노입자의 움직임을 탐지하는 단계(403)를 포함하는,
기자성 영상화 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,
상기 시간 가변 자기장(T)을 발생시키는 단계는,
상기 자석을 상기 초음파 탐촉자에 대해 이동시키는 단계(404)를 포함하는,
기자성 영상화 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,
상기 자석을 이동시키는 단계는,
상기 자석을 상기 영상 평면 내의 목표 위치(110)로부터 진동 이동으로 변위시키는 단계(405)를 포함하는,
기자성 영상화 방법.

청구항 9

프로브 지지대(101), 및
상기 프로브 지지대 상에 배열된 자석(102, 103)을 포함하며,
상기 프로브 지지대는 초음파 탐촉자(115)에 연결되고 상기 초음파 탐촉자의 위치를 상기 자석에 대하여, 인접하게 고정하여, 사용중에, 상기 자석이 상기 초음파 탐촉자의 영상 평면(104)에서 시간 가변 자기장(T)을 발생하도록 배열되는,
기자성 영상 프로브 어셈블리(100).

청구항 10

제9항에 있어서,
상기 자석은 상기 프로브 지지대 상에 이동 가능하게 배열되고, 사용중에, 상기 자석은 상기 프로브 지지대 및 상기 초음파 탐촉자에 대한 상기 자석의 이동에 응답하여 상기 시간 가변 자기장(T)을 발생하도록 배열되는,
기자성 영상 프로브 어셈블리.

청구항 11

제9항 또는 제10항에 있어서,
상기 자석은 상기 지지대 상에 측방향(lateral direction)(118)으로 평행하게 연장되도록 배열되고, 상기 프로브 지지대는, 상기 영상 평면의 폭(119)이 상기 측방향으로 연장되고, 이에 따라 상기 자석이 상기 영상 평면의 상기 폭을 따라 연장되어 배열되도록, 상기 초음파 탐촉자(115)에 연결되고 그 위치를 고정하도록 적용되는,
기자성 영상 프로브 어셈블리.

청구항 12

제9항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 영상 프로브 어셈블리는 상기 자석에 인접하여 배열된 상기 초음파 탐촉자(115)를 포함하는,
기자성 영상 프로브 어셈블리.

청구항 13

제9항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 자석은 영구 자석인,
기자성 영상 프로브 어셈블리.

청구항 14

제10항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 자석은 상기 프로브 지지대 상에 회전 가능하게 및 상기 초음파 탐촉자에 인접하게 배열되고, 상기 프로브 지지대에 연결될 때, 상기 이동은 회전 이동인,
기자성 영상 프로브 어셈블리.

청구항 15

제9항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 자석은, 상기 프로브 지지대에 연결될 때, 각각 상기 프로브 지지대 상에 회전 가능하게 및 상기 초음파 탐촉자에 인접하게 배열되는 제1 및 제2 자석(102, 103)을 포함하는,
기자성 영상 프로브 어셈블리.

청구항 16

제15항에 있어서,
제1 및 제2 자석은 반대 방향으로 회전 가능한,
기자성 영상 프로브 어셈블리.

청구항 17

제15항에 있어서,
상기 프로브 지지대는, 상기 초음파 탐촉자의 상기 영상 평면이 상기 제1 및 제2 자석 사이의 축방향(105)을 따라 연장되도록 상기 초음파 탐촉자(115)에 연결되고 그 위치를 고정하도록 적응되는,
기자성 영상 프로브 어셈블리.

청구항 18

제17항에 있어서,
상기 제1 및 제2 자석은 각각 평면(108)을 따라 뻗어있으며(spanning) 분리된 제1 및 제2 회전축(106, 107)을 가지며, 상기 축방향은 상기 평면에 실질적으로 수직인,
기자성 영상 프로브 어셈블리.

청구항 19

제15항에 있어서,
상기 프로브 지지대는, 상기 프로브 지지대에 연결될 때 상기 초음파 탐촉자의 원위부(109)가 상기 제1 및 제2 자석 사이에 배열되도록 상기 초음파 탐촉자에 연결되고 그 위치를 고정하도록 적응된,
기자성 영상 프로브 어셈블리.

청구항 20

제13항에 있어서,

상기 영구 자석의 자극(N, S)은, 상기 이동시, 상기 영상 평면 내의 목표 위치(110)로부터 진동 이동으로 변위될 수 있는,

기자성 영상 프로브 어셈블리.

청구항 21

제16항 및 제20항에 있어서,

상기 제1 및 제2 자석의 상기 각각은 각각 축방향(118)으로 연장된 제1 및 제2 회전축을 갖고 각각 방사 방향(r)에서 상기 자석 각각의 반경을 따라 분리된 반대 자극(N, S)을 갖는 원통형 자석들을 포함하고, 이에 따라 상기 자석들의 회전이 상기 목표 위치에서 상기 자석 각각으로부터 상기 시간 가변 자기장을 생성하는,

기자성 영상 프로브 어셈블리.

청구항 22

제9항 내지 제21항 중 어느 한 항에 있어서,

제어부(111) 및 모터(112)를 포함하며, 상기 모터는 상기 제어부 및 상기 자석에 연결되어 상기 자석의 상기 이동에 동력을 제공하고, 상기 제어부는 소정 패턴에 따라 상기 자석의 이동 속도(w_1 , w_2)를 변경하고 이에 따라 상기 시간 가변 자기장(T)의 주파수를 상기 목표 위치의 자성 나노입자의 주파수 임펄스 응답을 발생하기 위하여 소정 주파수 임펄스로서 변경하도록 적응되고, 및/또는

상기 제어부는 상기 자석의 일정한 이동 속도(w_1 , w_2)를 설정하도록 적응되는,

기자성 영상 프로브 어셈블리.

청구항 23

초음파 탐촉자(115)에 연결되도록 적응된 프로브 지지대(101), 및 상기 프로브 지지대 상에 이동 가능하게 배열된 자석(102, 103)을 포함하는 프로브 어셈블리로 기자성 영상화하는 방법(200)에 있어서,

상기 프로브 지지대에 연결될 때 상기 초음파 탐촉자의 영상 평면(104)에서 시간 가변 자기장(T)을 발생하도록 상기 자석을 회전하는 단계(201),

상기 영상 평면 내에서 상기 초음파 탐촉자로 상기 시간 가변 자기장에 응답하는 자성 나노입자의 움직임을 탐지하는 단계(205)를 포함하는,

기자성 영상화 방법.

청구항 24

제23항에 있어서,

제1 및 제2 원통형 영구 자석을 회전시키는 단계(202)를 포함하고, 상기 자석은 각각 상기 영상 평면의 양측 상에서 반대 회전 방향으로, 방사 방향으로 상기 자석 각각의 직경을 따라 분리된 반대 자극(N, S)을 갖는,

기자성 영상화 방법.

청구항 25

제23항 또는 제24항에 있어서,

상기 자성 나노입자의 주파수 임펄스 응답을 발생하기 위하여 상기 시간 가변 자기장(T)의 주파수를 소정 주파수 임펄스로서 변경하도록 소정 패턴에 따라 제1 및 제2 원통형 영구 자석을 회전시키는 단계(203)를 포함하고, 및/또는

제1 및 제2 원통형 영구 자석을 일정한 회전 속도로 회전시키는 단계(204)를 포함하는,

기자성 영상화 방법.

청구항 26

자성 나노입자의 기자성 초음파 영상화를 위한 제9항 내지 제22항 중 어느 한 항의 기자성 영상 프로브 어셈블리의 용도.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 기자성 영상(magnetomotive imaging)의 분야에 관련된다. 더 구체적으로는 본 발명은 기자성 영상 프로브 시스템, 기자성 영상 프로브 어셈블리 및 이러한 영상 프로브 시스템 또는 어셈블리를 이용한 기자성 영상화 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 기자성 영상은 초음파 조영제(contrast agent)로 초상자성 산화철 나노입자를 사용하는 새로운 영상 기술이다. 이 영상 기술의 주요 개념은 시간가변 자기장(펄스 또는 사인파형)을 나노입자가 증착된 체적에 인가하는 것이다. 자기장은 입자의 움직임 및 이에 따라 주변 조직의 움직임을 유도한다. 시간가변 자기장을 생성하기 위해 사용된 Evertsson, M. et al, IEEE, Transactions on ultrasonic, ferroelectrics, and frequency control, vol. 60, no. 3, 1 March 2013, pages 481-491에 개시된 것과 같은 이전의 기술은, 도 1에 나타난 바와 같이, 원뿔 모양의 철 코어 주위의 코일로 이루어진 전자석을 채용하였다. 전류가 인가될 때, 자기장이 코어의 팁(tip)으로부터 형성된다. 입자에 작용하는 힘은 장의 세기와 장의 경사에 의존한다. 이러한 이전 기술의 문제점은 나노입자가 실린(nanoparticle-laden) 영역의 변위 진폭이 팁에 가까울수록 커지며, 따라서 결과적인 영상 데이터가 나노입자 농도에 대한 잘못된 정보를 주게 되는 점이다. 이는, 예를 들면, 나노 입자가 종양 또는 조직에 특정된 표적 조영제로 라벨링된 상황에서 나노입자가 수집된 재료 또는 조직의 특성에 대한 정확한 분석을 제공하는 데 있어서 필연적인 문제점을 가져온다. 따라서, 예를 들면, 조직 내의 암을 탐지하기 위하여 사용 가능한 정보에 결함이 있게 된다. 이에 따라 종래기술의 문제점은 이들 표적 나노입자를 탐지하는 것의 불충분한 정확성, 및 그 결과로 나노입자가 표적으로 하고 결합하는 재료의 탐지, 해결 및 분석하는 것의 불충분한 정확성을 포함한다.

[0003] 종래기술의 다른 문제점은 분석되는 조직이, 분석 장치, 예를 들면 열에 의해 영향을 받으며, 또한 조직의 완전한 분석을 수행할 가능성을 감소시킨다는 점이다.

[0004] Jia Congxian et al, Photons plus ultrasound: Imaging and sensing, 2011, Proc. of SPIE, vol. 7899, no. 1, 10 February 2011는 튜브 내의 자성 입자가 입자의 조작을 위한 자석을 포함하는 구조에 배치되고 초음파 장치가 구조 상부에 배치되는 기자성 광음향 영상화 방법을 개시하고 있다. 이에 따라 종래기술의 다른 문제점은 이러한 셋업이 초음파 탐촉자에 대하여 자석과 같은 다양한 구성요소를 배치함에 있어서의 제한 또는 한계로 인하여, 인체 또는 더 큰 동물 내의 응용을 위해서는 적합하지 않다는 점이다.

[0005] 종래기술의 문제점은, 구현하는 것이 모두 가능하다고 하더라도, 이에 따라 환자의 안전성이 줄어들고, 진단에 더 많은 시간과 비용이 소요되며, 환자 관리의 개별적인 치료에 대한 낮은 가능성으로 이어진다.

[0006] 따라서, 개선된 기자성 영상을 제공하기 위한 개선된 장치 또는 어셈블리, 및/또는 시스템, 및 방법이 유익할 것이다.

발명의 내용

[0007] 따라서, 본 발명의 구현예들은 첨부된 특허청구범위에 따라 기자성 영상 프로브 어셈블리 및 프로브 어셈블리를 이용한 기자성 영상화 방법을 제공함으로써 바람직하게는 위에서 확인된 바와 같은 종래기술의 결함, 불리함 또는 문제점의 하나 또는 그 이상을 단독으로 또는 임의의 조합으로 완화하거나, 경감하거나 제거하는 것을 추구한다.

[0008] 본 발명의 첫번째 양상에 따르면, 기자성 영상 프로브 시스템이 제공되며, 이는 이동 가능한 프로브, 프로브 상에 배열된 자석, 및 초음파 탐촉자(ultrasound transducer)를 포함하고, 자석은, 프로브가 초음파 탐촉자에 인접하는 근위부(proximal) 제1 위치를 가질 때, 초음파 탐촉자 및 상기 프로브의 원위부에서(distally), 초음파

탐촉자의 영상 평면(304)에 시간 가변 자기장(T)을 발생하도록 배열된다.

- [0009] 본 발명의 두번째 양상에 따르면, 프로브 시스템을 이용한 기자성 영상화 방법이 제공되며, 시스템은 이동 가능한 프로브, 초음파 탐촉자, 및 프로브 상에 배열된 자석을 포함한다. 방법은, 프로브를 초음파 탐촉자에 인접한 근위부 제1 위치에 배치하는 단계, 상기 자석으로, 초음파 탐촉자 및 상기 프로브의 원위부에서, 초음파 탐촉자의 영상 평면에 시간 가변 자기장(T)을 발생시키는 단계, 및 영상 평면 내에서 초음파 탐촉자로 상기 시간 가변 자기장(T)에 응답하는 상기 자성 나노입자의 움직임을 탐지하는 단계를 포함한다.
- [0010] 본 발명의 세번째 양상에 따르면, 기자성 영상 프로브 어셈블리가 제공되며, 이는 프로브 지지대 및 상기 프로브 지지대 상에 배열된 자석을 포함한다. 프로브 지지대는 초음파 탐촉자에 연결되고 초음파 탐촉자의 위치를 자석에 대하여, 인접하게 고정하여, 사용중에, 자석이 초음파 탐촉자의 영상 평면에서 시간 가변 자기장(T)을 발생하도록 적응된다.
- [0011] 본 발명의 네번째 양상에 따르면, 프로브 어셈블리를 이용한 기자성 영상화 방법이 제공되며, 프로브 지지대는 초음파 탐촉자에 연결되도록 적응되고 프로브 지지대 상에 이동 가능하게 배열된 자석을 가지며, 방법은, 프로브 지지대에 연결될 때 초음파 탐촉자의 영상 평면에서 시간 가변 자기장(T)을 발생시키도록 자석을 회전하는 단계, 및 영상 평면 내에서 초음파 탐촉자로 시간 가변 자기장에 응답하는 자성 나노입자의 움직임을 탐지하는 단계를 포함한다.
- [0012] 본 발명의 다른 양상에 따르면, 자성 나노입자의 기자성 초음파 영상화를 위한 본 발명의 첫번째 또는 세번째 양상에 따른 기자성 영상 프로브 어셈블리 또는 시스템의 용도가 제공된다.
- [0013] 본 발명의 추가 구현예는 종속항에서 정의되며, 여기에서 본 발명의 두번째 및 뒤이은 양상에 대한 특징이 필요한 변경을 가하여 첫번째 양상에 대해 존재한다.
- [0014] 본 발명의 일부 구현예는 재료 내의 나노입자의 농도를 분석하는 데 증가된 정확성을 제공한다.
- [0015] 본 발명의 일부 구현예는 기자성 영상에서 재료 특성을 분석하는 데 증가된 정확성을 제공한다.
- [0016] 본 발명의 일부 구현예는 분석되는 재료에 대해 더 적은 영향을 주는 영상을 제공한다.
- [0017] 본 발명의 일부 구현예는 초음파 영상 장비의 기자성 영상 장치로의 변환을 제공한다.
- [0018] 본 발명의 일부 구현예는 소형이며 사용이 용이한 기자성 영상 프로브 어셈블리 또는 시스템을 제공한다.
- [0019] 본 발명의 추가 구현예는 종속항에서 정의되며, 여기에서 본 발명의 두번째 및 뒤이은 양상에 대한 특징이 필요한 변경을 가하여 첫번째 양상에 대해 존재한다.
- [0020] 본 명세서에서 사용될 때 "포함하다/포함하는(comprises/comprising)"의 용어는 기술된 특징, 정수, 단계 또는 구성요소의 존재를 나타내기 위하여 사용된 것일 뿐 하나 또는 그 이상의 다른 특징, 정수, 단계, 구성요소 또는 그 그룹의 존재 또는 부가를 제외하고자 하는 것이 아님이 강조되어야 한다.

도면의 간단한 설명

[0021] 본 발명의 구현예의 이들 및 다른 양상, 특징 및 이점들은, 첨부된 도면을 참조하여 이루어진 이하의 본 발명의 구현예의 상세한 설명으로부터 명백하며 명료하게 될 것이다.

도 1은 종래기술의 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 구현예에 따른 기자성 영상 프로브 어셈블리의 개략도이다.

도 3은 본 발명의 일 구현예에 따른 기자성 영상 프로브 어셈블리의 개략도이다.

도 4a-b는 본 발명의 일 구현예에 따른 기자성 영상 프로브 어셈블리의 개략도이다.

도 5a-f는 본 발명의 일 구현예에 따라 얻어진 결과의 개략도이다.

도 6은 본 발명의 일 구현예에 따라 얻어진 결과의 개략도이다.

도 7a-c는 종래기술에 따라 얻어진 결과의 개략도이다.

도 8a-c는 본 발명의 일 구현예에 따라 얻어진 결과의 개략도이다.

도 9는 본 발명의 일 구현예에 따른 방법을 도시하는 흐름도이다.

도 10은 본 발명의 일 구현예에 따른 기자성 영상 프로브의 개략도이다.

도 11은 본 발명의 일 구현예에 따른 방법을 도시하는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022]

첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 특정한 구현예가 설명될 것이다. 그러나, 본 발명은 많은 다른 형태로 구현될 수 있으며 여기에 나타난 구현예에 제한되는 것으로 해석되어서는 안된다. 오히려, 이들 구현예는 본 개시가 철저하고 완전해지도록 그리고 본 발명의 범위를 이 분야의 기술자에게 충분히 전달할 수 있도록 제공된 것이다. 첨부된 도면에 도시된 구현예의 상세한 설명에서 사용된 용어는 본 발명을 제한하고자 의도되지 않는다. 도면에서, 유사한 번호는 유사한 구성요소를 나타낸다.

[0023]

이하의 설명은 기자성 영상화를 위한 프로브 어셈블리에 응용되는 본 발명의 구현예에 초점을 맞춘 것이다. 그러나, 본 발명은 이러한 응용에 제한되지 않으며 많은 다른 분야 및 응용에 적용될 수 있음을 이해할 것이다.

[0024]

도 1은 본 발명의 배경기술에서 논의된 종래기술의 기자성 영상 셋업을 나타낸다.

[0025]

도 2는 본 발명의 일 구현예에 따른 기자성 영상 프로브 어셈블리(100)를 나타낸다. 프로브 어셈블리(100)는 프로브 지지대(101), 및 프로브 지지대(101) 상에 배열된 자석(102, 103)을 포함한다. 프로브 지지대(101)는 초음파 탐촉자(115)에 연결되고 초음파 탐촉자(115)의 위치를 자석(102, 103)에 대하여 및 이에 인접하여 고정하도록 적응된다. 초음파 탐촉자(115)는 체결 및 분리 연결, 즉, 해제 가능한 연결을 제공하는 "스냅-인(snapping-in)" 기능에 의하는 것 및/또는 프로브 지지대(101)를 초음파 탐촉자(115)에 연결하기 위하여 고정수단(116)을 사용하는 것과 같이 다양한 방법으로 프로브 지지대에 연결될 수 있다. 자석(102, 103)은 제2 고정수단(117, 117')에 의하여 프로브 지지대(101)에 연결될 수 있다. 자석(102, 103)은 따라서 프로브 지지대(101)를 통해 초음파 탐촉자(115)에 대해 고정될 수 있다. 프로브 지지대(101)는 다양한 초음파 탐촉자, 즉 초음파 프로브의 기하에 따르는 형태를 갖춤으로써 다양한 초음파 탐촉자(115)에 연결되도록 적응될 수 있다. 사용 중에, 즉 초음파 탐촉자(115)가 프로브 지지대(101)에 의해 고정될 때, 자석(102, 103)은 초음파 탐촉자(115)의 영상 평면(104)에서 시간 가변 자기장(T)을 발생하도록 배열된다. 자석(102, 103)에 인접하여 초음파 탐촉자(115)의 위치를 고정하도록 배열된 프로브 지지대(101)로 인하여, 자석(102, 103)과 탐촉자(115)가 프로브 지지대(101)를 통해 프로브 어셈블리(100) 내에 통합되어, 소형이며 다기능의 기자성 영상 프로브 어셈블리가 제공된다. 즉, 자석(102, 103)은, 프로브(100)가 영상화되는 대상에 대해 공간적으로 위치할 때마다 탐촉자의 영상 평면(104)의 동일한 위치에 시간 가변 자기장을 발생시킨다. 따라서 이전의 기술에서의 경우와 달리 초음파 탐촉자의 현재 위치로 자석을 반복적으로 재배치할 필요가 없이 인간 또는 큰 동물 조직의 영상화 및 분석이 가능하다. 실제로, 종래 기술의 가장 방해가 되는 단점은, 도 1에 나타난 것과 같이 대상 아래의 위치에서 고정되거나, 더 큰 대상의 재배치 및/또는 영상화를 허용하지 않는, 대상의 양쪽에 고정된 배치로 자석이 배열되는 훨씬 더 복잡한 기술에서, 자기장이 영상화될 대상의 다른 측으로부터 발산하도록 설계된다는 점이다. 이는 현재 제안된 설계를 인간이나 더 큰 동물에의 응용에는 부적합한 것으로 만든다. 또한, 이전의 해결책에서 영상화되는 대상의 충분한 부분을 커버하기 위하여 더 강한 장을 제공하여야 하는 것과 대조적으로, 탐촉자의 위치에서 국소화된 자기장을 제공하는 것만이 필요하므로 이전 설계의 더 크고 더 강력한 자석이 필요 없게 된다. 이는 영상화되는 대상과의 더 적은 간섭, 예를 들면 영상화 동안의 더 적은 가열 이슈를 허용한다. 상술한 이점들은 초음파 탐촉자(115)의 영상 평면(104)에서 시간 가변 자기장을 발생시키도록 배열된 임의의 유형의 자석에 의해 제공될 수 있다.

[0026]

자석은 프로브 지지대(101) 상에 이동 가능하게 배열될 수 있으며, 이에 따라, 사용 중에, 자석(102, 103)은 프로브 지지대(101) 및 초음파 탐촉자(115)에 대한 자석(102, 103)의 이동에 응답하여 시간 가변 자기장(T)을 발생하도록 배열될 수 있다. 자석(102, 103)은 이에 따라 프로브 지지대(101) 내에 고정된 초음파 탐촉자(115)에 대한 이러한 이동을 제공할 수 있도록, 프로브 지지대(101) 상에 이동 가능하게 연결될 수 있다. 자석(102, 103)의 이동으로 인하여, 초음파 탐촉자(115)의 영상 평면(104) 내의 목표 위치(110)에 시간 가변 자기장(T)이 제공된다. 영상 평면(104) 내의 목표 위치(110)에 위치한 자성 나노입자가 따라서 시간 가변 자기장(T) 내에서 변동(fluctuation)을 나타내고 그러므로 자기장(T)의 영향 하에서 진동하도록 힘이 가해진다. 영상 평면(104)의 축방향(105) 내의 시간 가변 자기장의 생성으로 인하여(또한 도 4b 참조), 검사 중인 대상을 스캔하기 위하여 프로브 어셈블리(101)가 사용될 때 나노입자의 변위 진폭은 초음파 탐촉자(115)에 의해 탐지될 수 있다. 따라서 전자석을 사용하지 않고 영상이 제공될 수 있다. 이에 따라 자석(102, 103)은 탐촉자(115)에 대해 이동함에 따

라, 영상 평면(104)에서 시간 가변 자기장을 생성한다. 이는 강한 자기장을 얻기 위하여 전자석을 이용하는 종래기술의 기자성 셋업에서와 같은 고전류를 인가할 필요가 없으므로 높은 민감도의 탐지를 제공한다. 그러므로, 전자석을 통해 고전류를 인가할 때의 경우와 같은 온도 증가의 문제도 없을 것이다. 이에 따라 프로브 어셈블리(101)는 분석 시료가 영상 프로브에 의해 덜 영향을 받고 더 정확한 분석이 수행되도록 허용한다. 그러므로, 자석(102, 103)은 영구자석일 수 있다.

[0027]

자석(102, 103)은, 도 2 및 도 4b에 나타난 바와 같이, 측방향(lateral direction)(118)에 평행하게 연장되도록 상기 지지대(101) 상에 배열될 수 있다. 측방향(118)은 영상 평면(104)의 축방향(axial direction)(105)에 수직이다. 프로브 지지대(102)는 영상 평면(104)의 폭(119)이 측방향(118)으로 연장되도록 초음파 탐촉자(115)에 연결되고 그 위치를 고정하도록 적용될 수 있다. 이에 따라 자석(102, 103)은, 도 2 및 도 4b에 나타난 바와 같이, 영상 평면(104)의 폭(119)을 따라 연장되도록 배열될 수 있다. 이는 영상화할 대상 아래에 전자석의 팁을 고정하는 것으로부터 생성되는 영상 평면의 측방향 내의 불균일한 자기장과, 이에 따라 팁으로부터의 장 경사상의 나노입자의 변위 진폭의 의존성으로 인하여 탐지되도록 준비된 나노입자의 실제 농도와 무관하게 측방향으로 팁으로부터 더 멀리 떨어진 것에 비해 팁의 위치에 가까울 때 더 큰 변위 진폭을 가져오는 이전의 문제를 제거한다. 이 상황은 도 7a-c에 도시되어 있으며, 도 1에 도시된 것과 같은 종래기술의 기자성 영상 셋업에 대한 조직 펄스 상의 4 Hz에서의 자기 솔레노이드 여기 전압, 30 Vpp 여기 전압을 사용한 초음파 및 기자성 영상이다. 도 4a에 도시된 바와 같이, 나노입자를 실은 인서트(nanoparticle-laden inserts)(401, 402, 403)의 윤곽이 탐지된 나노입자 농도의 매핑과 함께 도면 내에 도시된다. 인서트(401, 402, 403)에 대한 대응하는 기자성 영상(701, 702, 703) 내의 탐지된 농도의 표시를 위해서는 도 7c와 스케일(704)을 참조한다. 더 자세하게는, 맨 윗줄, 도 7a는 초음파 B 모드 영상이고, 가운데줄, 도 7b는 B 모드 영상을 가로지르는 나노입자의 변위량을 나타내는 색부호화된 영상이다. 가운데줄은 모든 주파수에서의 변위가 색부호화된 전체 이동을 보여준다. 각 화소의 색은 그 위치에서의 변위량을 나타내고 도면의 우측의 색 막대 스케일(704)에 따라 부호화되었다. 맨 아랫줄, 도 7c는 주파수 트랙 및 위상-식별 영상(frequency tracked and phase-discriminative imaging)을 표시한다. 즉 주파수 8Hz(자기장의 여기 주파수의 2배)로 발생하고, 나노입자를 실은 영역에서 중심 위상에 대한 위상차가 ± 1.15 라디안 이하일 때에만 변위가 색 부호화되었다. 나노입자의 농도는 인서트(401)에서 ml 당 0.5mg Fe_3O_4 , 인서트(402)에서 ml 당 0.3mg Fe_3O_4 , 및 인서트(403)에서 ml 당 0.4mg Fe_3O_4 이다.

[0028]

특히 도 7c로부터, 이러한 종래기술의 셋업에서 인서트(401, 402, 403)의 이동은 전자기 팁이 위치한 영상의 중심을 향해 이동하는 것을 명확히 알 수 있다. 따라서 가장 많이 움직이는 인서트는, 대응하는 기자성 영상(702)에서 알 수 있는 바와 같이, 실제로는 가장 낮은 나노 입자 농도(0.3 mg Fe_3O_4 /ml)를 갖는 가운데의 것, 즉 인서트(402)이다. 앞서 언급한 바와 같이, 이는 전자석의 팁에 가장 가까운 인서트, 이 경우에는 인서트(402)에서, 인서트(401 및 403)에 비해 그에 작용하는 더 큰 힘을 갖는 불균일한 자기장에 기인한 것이다. 따라서 이러한 종래 기술의 셋업으로는, 측정된 나노입자의 변위 진폭을, 표적 재료의 정확하고 완전한 분석을 수행하기 위해 결정적일 수 있는, 나노입자 농도와 같은 나노입자의 특성에 연관시키는 것이 가능하지 않다.

[0029]

도 8a-c는 본 발명에 따른 기자성 영상 프로브 어셈블리(101)를 사용하여 획득한 대응하는 기자성 영상을 도시한다. 측방향(118) 내의 영상 평면(104)의 폭(119)을 따라 연장되도록 프로브 지지대상에 배열된 자석(102, 103)에 의해 생성된 측방향으로 균일한 자기장으로 인하여, 측방향(105)을 따라 영상 평면(104)에 평행한 나노입자의 움직임만이 있다. 그러므로, 나노입자의 변위는 측방향(118) 내의 농도에 대한 정확한 표현을 제공할 수 있으며, 이제 도 8c의 대응하는 기자성 영상 내의 대상(801)으로 그려진 왼쪽 인서트(401)가 가장 높은 나노입자 농도(0.5mg Fe_3O_4 /ml)를 가지며, 오른쪽 인서트(403/803)가 두번째로 높은 농도(0.4mg Fe_3O_4 /ml)를 갖고, 가운데의 인서트가 가장 낮은 농도(0.3mg Fe_3O_4 /ml)를 갖는 것으로 정확히 나타낸다. 그러므로, 기자성 영상 프로브 어셈블리(100)를 사용하면 배경 물질 내의 인서트의 측방향 위치와 독립적으로 나노입자의 움직임은 나노입자 농도가 증가함에 따라 증가한다. 초음파 탐촉자(115)는 원위부(distal) 가장자리(120), 즉 탐촉자 면을 가질 수 있다. 프로브 지지대(101)는 원위부 가장자리(120)가 자석(102, 103) 및 측방향(118)에 실질적으로 평행하게 및/또는 평면(108)에 실질적으로 평행하게 배열되도록 초음파 탐촉자를 고정할 수 있다.

[0030]

위에서 기술된 이점은 측방향(118)에 평행하고, 영상 평면(104)의 폭을 따라 연장되며, 초음파 탐촉자(115)의 영상 평면(104)에서 시간 가변 자기장을 발생하도록 배열된 임의의 유형의 자석에 의해 제공될 수 있다. 도 2-4의 실시예에서, 자석(102, 103)은 프로브 지지대(101) 상에 이동 가능하게 배열되고 프로브 지지대(101) 및 초음파 탐촉자(115)에 대한 자석의 이동에 응답하여 측방향으로 균일한 시간 가변 자기장(T)을 발생하도록 배열된다.

- [0031] 기자성 프로브 어셈블리(100)의 셋업은 도 4에 도시되며, 프로브 어셈블리(100)의 목표 영상화 위치(110)에 대해 조직 팬텀(404) 내에 배치된 다른 나노입자 농도를 갖는 원통형 인서트(401, 402, 403)를 보여준다.
- [0032] 고정 수단(116)은 초음파 탐촉자(115)를 자석(102, 103)으로부터 다른 거리에서 프로브 지지대(101)에 연결하도록 허용하게 배열될 수 있다. 거리는 여기 신호를 최적화하기 위하여 축방향(105)을 따라 변할 수 있다. 나노입자의 변위는 자석(102, 103)과 인서트(401, 402, 403) 사이의 거리에 의존한다. 도 5a-f는 인서트의 다양한 농도와 자석과 인서트 사이의 두 개의 다른 거리에 대해 나노입자의 변위 진폭 대 주파수를 도시한다. 삼각형은 샘플에 가까운, 자석(102, 103)을 갖는 프로브 어셈블리(100)로부터의 측정 값을 나타내고, 사각형은 동일한 셋업이지만 자석(102, 103)이 인서트로부터 3 mm 더 떨어진 것을 나타내며, 원은 종래기술 전자기 코일 셋업을 나타낸다. 각 기호는 세 단면의 평균값이며 표준편차가 에러 바(error bars)로 표시된다. 도 5a-f로부터 프로브 어셈블리(100)가 종래기술의 전자기 코일 셋업에 비해 더 큰 변위를 유도하는 것을 알 수 있다. 자석(102, 103)이 팬텀/인서트와 가까울 때(삼각형), 가장 큰 변위가 얻어진다. 본 발명에 따른 프로브 어셈블리(100)를 이용하여 증가된 나노입자의 변위 진폭이 도 6에서 또한 나타나는데, 도 6은 프로브 어셈블리(100)(사각형) 및 종래기술의 전자기 코일 셋업(원)에 대해 축(601) 상의 측정된 변위 진폭 대 축(602) 상의 나노입자 농도를 나타낸다. 따라서 프로브 어셈블리(100)는, 예를 들면, 낮은 나노입자 농도를 이용하여 샘플의 영상화 및 분석을 개선하는, 더 나은 신호 대 배경 비를 갖는 탐지를 제공한다. 도 6으로부터, 종래기술의 셋업의 축방향으로 불균일한 자기장이 나노입자 농도에 대한 변위 진폭의 비선형 의존성을 일으키는 것을 다시 알 수 있는데, 여기에서는 0.3mg Fe₃O₄/ml 의 농도를 갖는 인서트(402)가 가장 큰 변위를 가진다. 이는, 도 6(사각형)에 나타난 바와 같이 본 영상화 프로브 어셈블리(100)를 이용해 획득한 더 선형의 의존성(the more linear dependence)과 대조된다.
- [0033] 상기 개시에 따른 프로브 지지대(101) 상의 자석(102, 103)의 배열은 또한 변위 진폭 상에서 영상 평면(104)의 축방향(105) 내에서 축방향 좌표의 영향을 줄인다. 그러므로, 영상 평면(104)의 이 방향에서 또한 변위 진폭의 더 정확한 탐지가 가능하다.
- [0034] 영상 프로브 어셈블리(100)는 상기 자석(102, 103)에 인접하여 배열된 초음파 탐촉자(115)를 포함할 수 있다. 상기한 발명의 특징은, 프로브 어셈블리(100)가 기존의 초음파 탐촉자/프로브에 "스냅-온(snap-on)" 액세서리로 기능하거나, 프로브 어셈블리(100)의 일부로서 프로브 지지대(101)에 고정 장착되는 초음파 탐촉자/프로브를 갖거나 관계없이 상기한 이점을 제공하는 점이 인식되어야 한다. 각 경우에, 프로브 지지대(101)는 자석(102, 103)에 대해 초음파 탐촉자(115)의 위치를 고정하도록 제공하여, 프로브 지지대(101) 상에 이동 가능하게 장착될 수 있으며 이에 따라 초음파 탐촉자(115)의 영상 평면(104)에서 시간 가변 자기장을 생성하도록 한다. 대안적으로 또는 부가적으로 프로브 지지대(101)는 영상 평면(104)의 폭을 따라 자석(102, 103)이 연장되도록 자석(102, 103)에 대해 초음파 탐촉자(115)의 위치를 고정하도록 제공한다.
- [0035] 자석(102, 103)은 프로브 지지대(101)에 연결될 때 프로브 지지대(101) 상에 회전 가능하게 배열되며 초음파 탐촉자(115)에 인접한다. 따라서 이동은 회전 이동일 수 있다. 자석(102, 103)을 회전함으로써, 목표 위치(110)에서의 자기장이 변한다. 영구 자석(102, 103)의 자극, N 및 S는 이에 따라 자석(102, 103)의 이동에 의하여 영상 평면(104)의 목표 위치(110)로부터 시간에 따라 변위될 수 있으며, 이에 따라 자기장(T) 내의 변동(fluctuation)을 일으킨다. 변위는 상기의 회전 이동 또는 목표 위치(110)에서 시간에 따른 자기장(T)의 진동을 제공할 수 있는 임의의 다른 이동에 의해 제공될 수 있다. 그러므로, 영구 자석(102, 103)의 자극(N, S)은 상기 이동에 따라 영상 평면(104) 내에서 목표 위치(110)로부터 진동 이동으로 변위될 수 있다.
- [0036] 도 2에 도시된 바와 같이, 자석(102, 103)은 제1(102) 및 제2 자석(103)을 포함할 수 있고, 각각의 자석은 프로브 지지대(101)에 연결될 때, 초음파 탐촉자(115)에 인접하고 프로브 지지대(101) 상에 회전 가능하게 배열된다. 제1(101) 및 제2(102) 자석을 갖는 것이 개선된 축방향으로 균일한 시간 가변 자기장(T)을 제공할 수 있다. 제1(102) 및 제2(103) 자석은 도 2의 화살표(w₁, w₂)에 의해 도시된 바와 같이, 반대 방향으로 회전할 수 있다. 대안으로서, 제1(102) 및 제2(103) 자석 각각이 도 2에 도시된 것과 반대 방향으로 회전할 수 있으며, 즉, 이러한 경우에도 제1(102) 및 제2(103) 자석은 여전히 서로 반대 방향으로 회전한다. 도시된 바와 같이, 각 영구 자석의 극은 영상 평면(104)을 따라 자기장 경사를 생성하도록 동일 극이 서로 마주보고 회전하도록 배열된다. 예를 들면, 자석(102, 103)의 N극이 도 2에 나타난 상황에서는 잠시 마주보고 있다. 자석(102, 103)의 이어지는 회전은, S극이 서로 향하게 배치할 것이며, 회전 동안 목표 위치(110)에서의 자기장은 자성 입자를 움직이는 변동을 겪을 것이다. 이러한 변동이 다른 수의 자석을 서로에 대해 이동 또는 진동 및 다양한 방향으로의 진동으로부터 발생할 수도 있음을 생각할 수 있을 것이다. 도 2에 도시된 배열의 대칭성은 영상 평면(104) 내의

목표 위치(110)에서 최적의 시간 가변 자기장(T)을 제공할 수 있다. 이에 따라, 목표 위치(110)의 대상에 대한 영상화 및 분석이 정확하게 수행될 수 있으며, 또한 상술한 바와 같이 자기장(T) 내의 원하지 않는 축방향 경사로부터의 영향이 없다

[0037] 프로브 지지대(101)는, 도 2에 나타난 바와 같이, 제1(102) 및 제2(103) 자석 사이의 축방향(105)을 따라 초음파 탐촉자(115)의 영상 평면(104)이 연장되도록 초음파 탐촉자(115)에 연결되고 그 위치를 고정하도록 적용될 수 있다. 제1(102) 및 제2(103) 자석은 이에 따라 영상 평면(104)의 양측에 배치되어 균일한 시간 가변 자기장(T)을 제공한다. 제1 자석(102)과 영상 평면(104) 사이의 거리는 제2 자석(103)과 영상 평면(104) 사이의 거리와 동일할 수 있다. 제1(102) 및 제2(103) 자석은 각각 평면(108)을 따라 뻗어 있으며 분리된 제1 및 제2 회전축(106, 107)을 갖는다. 축방향(105)은 평면(108) 및/또는 회전축(106, 107)에 실질적으로 수직일 수 있으며, 축방향(118)에 실질적으로 평행할 수 있다. 이는 또한 최소량의 원하지 않는 경사를 갖는 시간 가변 자기장(T)을 제공할 수 있다. 나노입자는 초음파 영상 평면(104)의 축방향(105)을 따라 연장된 진폭으로 변위될 것이다. 따라서 자석(102, 103)의 회전축(106, 107)은, 자석(102, 103)이 회전축(106, 107)을 따라 일정한 단면 치수를 갖는다면, 각 자석(102, 103)으로부터 초음파 탐촉자(115)의 원위부(109)까지의 거리가 동일하도록, 평면(108) 내에서 연장될 수 있다. 이는 영상 평면(104)의 폭(119)을 따라 동일한 특성을 갖는 시간 가변 자기장(T)을 제공하며, 여기에서 폭은 회전축(106, 107)과 동일한 방향으로 연장된다. 프로브 지지대(101)에 고정될 때, 자석(102, 103)과 초음파 탐촉자(115)의 상대 위치는 특정한 영상 애플리케이션에 따른 맞춤화를 제공하기 위하여 변경될 수 있으며, 따라서 이러한 다양한 애플리케이션에 대해 최적화된다. 그러므로 회전축(106, 107)에 의해 정의되는 평면(108)과 초음파 탐촉자(115) 사이의 각을 변경하고, 자석(102, 103) 사이의 거리를 변경하는 것을 생각할 수 있을 것이다.

[0038] 또한, 정확한 탐지 신호를 제공하기 위하여, 프로브 지지대(101)에 연결될 때, 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 초음파 탐촉자의 원위부(109)가 제1(102) 및 제2(103) 자석 사이에 배열되도록 프로브 지지대(101)가 초음파 탐촉자(115)에 연결되고 그 위치를 고정하도록 적용될 수 있다. 원위부(109, 120), 즉 탐촉자 면과 평면(108) 사이의 거리는 예를 들면 프로브 지지대(101) 내의 높이 가변 고정 수단(116)을 따라 초음파 탐촉자(115)를 낮추거나 높임에 의하여 변경될 수 있다. 초음파 탐촉자(115)는 따라서 자석(102, 103)에 의해 생성되는 자기장(T) 내의 다른 수직 위치에 배치될 수 있다. 상기한 바와 같이, 자기장(T)의 임의의 위치에 탐촉자(115) 및 영상 평면(104)을 배치하기 위한 추가적인 상대적인 조정이 가능할 수 있다.

[0039] 위에서 논의한 바와 같이, 제1(102) 및 제2(103) 자석은 실질적으로 영상 평면(104)의 폭(119)을 따라 연장될 수 있다. 따라서 자기장은 영상 평면(104)의 전체 폭을 따라 균일할 수 있어 영상화 능력을 개선한다.

[0040] 도 2에 도시된 바와 같이, 제1(102) 및 제2(103) 자석의 각각은 각각 축방향(118)으로 연장된 제1 및 제2 회전축(106, 107)과 방사 방향(r)으로 각 자석의 반경을 따라 분리된 반대되는 자극(N, S)을 갖는 원통형 자석(102, 103)을 포함할 수 있으며, 이에 따라 자석(102, 103)의 회전이, 목표 위치(110)에서 각 자석(102, 103)으로부터 시간 가변 자기장(T)을 생성한다. 다른 모양의 자석(102, 103)이 동일한 효과를 제공할 수 있음을 생각할 수 있을 것이다

[0041] 기자성 영상 프로브 어셈블리(100)는 제어부(111) 및 모터(112)를 포함할 수 있다. 모터(112)는 제어부(111) 및 자석(102, 103)에 연결되어, 자석(102, 103)의 이동에 동력을 제공한다. 제어부(112)는 소정 패턴에 따라 자석(102, 103)의 이동 속도(w_1 , w_2)를 변화시키고, 이에 따라 목표 위치(110)에서 자성 나노입자의 주파수 임펄스 응답을 발생하도록 소정 주파수 임펄스로 시간 가변 자기장(T)의 주파수를 변경하도록 적용된다. 이는 나노입자로부터 점성 및 밀도와 같은 재료 특성을 나타낼 수 있는 임펄스 응답을 결정하도록 제공한다. 그러므로 나노입자는 자기 임펄스에 의해 변위될 수 있고, 탁월(dominant) 주파수, 최대 진폭 및 제동(damping) 속도가 재료 밀도, 탄성 및 점성을 나타낼 수 있는 것과 같이, 재료 특성이 시간에 따라 변위가 변하는 방법에 영향을 준다

[0042] 제어부(112)는 임의의 최대 속도까지 속도를 선형으로 증가시키고 이후에 속도를 감소시키는 것과 같이 자석(102, 103)의 이동 속도(w_1 , w_2)를 변경하여 주파수 전체에 걸쳐 지나가면서 나노입자의 결과적인 변위 진폭을 탐지하도록 적용될 수 있다. 제어부(112)는 이에 따라, 이러한 소정 패턴에 따라 자석(102, 103)의 이동 속도(w_1 , w_2)를 변경하여 주파수 임펄스 응답의 탐지를 제공하도록 적용될 수 있다. 제어부는 자석(102, 103)의 일정한 이동 속도(w_1 , w_2)를 설정하도록 적용될 수 있다. 제어부(112)는 따라서 자석(102, 103)의 N 및 S극 사이의 변하는 자기력이 보상되어 일정한 회전 속도를 제공하도록 각 자석(102, 103)의 모멘텀을 변경하는 자기력 보상 제어 신호를 사용할 수 있다. 그렇지 않으면, 극 사이의 자기력으로 인하여 제1 자석(102)의 자기 S극이 제2 자

석(103)의 자기 N극을 고정시키는 경향을 가지므로 각속도는 일정하게 유지되지 않을 수 있다. 자석의 회전 중에 N극에 대한 S극의 위치에 따라 자기력이 변하므로, 따라서 이는 제어부(111)에 의해 보상될 수 있다.

[0043] 제어부(112)는 또한 정확한 주파수에서 초음파 탐지를 제공하고 또한 초음파 영상에 대한 올바른 위상에서 탐지를 허용하도록 자석(102, 103)의 이동 속도(w_1 , w_2) 또는 주파수를 초음파 영상에 동기화하도록 적응될 수 있다

[0044] 초음파 탐촉자(115)는 또한 초음파 장비와 관련된 필요한 제어 및 분석을 제공하는 초음파 제어부(114)를 갖는다.

[0045] 도 3은 초음파 탐촉자(115)와 모터(112)에 연결된 자석(102, 103)을 보여주는 프로브 어셈블리(100)의 실시예의 개략도이다. 프로브 지지대(101)는 명쾌한 설명을 위해 생략되었다. 도 4는 프로브 어셈블리(100)의 다른 실시예의 개략도로서, 프로브 지지대(101) 내에 고정된 자석(102, 103) 및 초음파 탐촉자(115)를 보여주며, 이는 또한 프로브 어셈블리의 케이싱(casing)으로서 기능하여 영상화되는 임의의 대상을 프로브 어셈블리(100)의 내부로부터 분리한다. 즉, 자석이 대상과의 간섭을 회피하기 위하여 케이싱 내에 있게 된다.

[0046] 도 9는 프로브 어셈블리(100)를 이용한 기자성 영상화 방법(200)의 흐름도를 도시하며, 프로브 어셈블리(100)는 프로브 지지대(101) 상에 이동 가능하게 배열된 자석(102, 103) 및 초음파 탐촉자(115)에 연결되도록 적응된 프로브 지지대(101)를 포함한다. 방법(200)은 프로브 지지대(101)에 연결될 때 초음파 탐촉자(115)의 영상 평면(104)에서 시간 가변 자기장(T)을 발생하기 위하여 자석(102, 103)을 회전시키는 단계(201)를 포함한다. 방법은 영상 평면(104) 내에서 초음파 탐촉자(115)로 시간 가변 자기장에 응답하는 자성 나노입자의 움직임을 탐지하는 단계(205)를 더 포함한다. 상술한 바와 같이, 이는 나노입자 농도의 정확한 결정과 조사되는 재료의 더 개선된 분석을 제공한다.

[0047] 방법(200)은 각각 방사 방향(r)으로 각 자석의 직경을 따라 분리된 반대되는 자극(N, S)을 갖는 제1(102) 및 제2(103) 원통형 영구 자석을 영상 평면의 양측 상에서 반대되는 회전 방향으로 회전시키는 단계(202)를 포함할 수 있다.

[0048] 방법(200)은 자성 나노입자의 주파수 임펄스 응답을 발생하기 위하여 소정 주파수 임펄스로서 상기 시간 가변 자기장(T)의 주파수를 변경시키도록 소정 패턴에 따라 제1(102) 및 제2(103) 원통형 영구 자석을 회전시키는 단계(203)를 포함할 수 있다. 분석되는 대상의 재료의 특성이 따라서 결정될 수 있다. 소정 패턴은 이어서 나노입자로부터의 응답을 탐지하기 위하여, 예를 들면, 임의의 수 또는 분수의 초 또는 분(fractions of seconds or minutes)과 같은 시간 구간 동안, 임의의 회전수, 또는 절반의 회전과 같은 회전 분수(fractions of turns)로 자석을 회전시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0049] 방법은 대안적으로 또는 부가적으로 제1(102) 및 제2(103) 원통형 영구 자석을 일정한 회전 속도로 회전시키는 단계(204)를 포함할 수 있다.

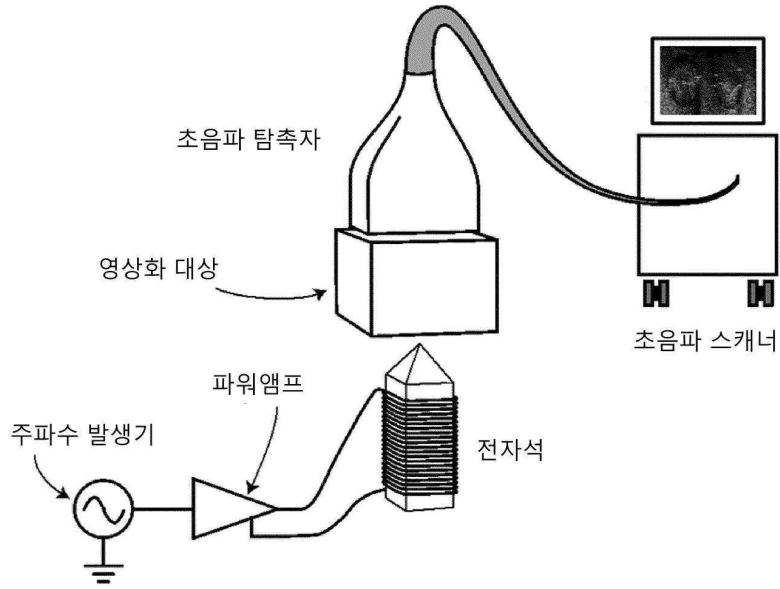
[0050] 상기 개시에 따른 기자성 영상 프로브 어셈블리(100)는 자성 나노입자의 기자성 초음파 영상을 위해 사용될 수 있다.

[0051] 도 10은 본 발명의 기자성 영상 프로브 시스템(300)을 도시한다. 시스템(300)은 이동 가능한 프로브(301), 프로브 상에 배열된 자석(302, 303), 및 초음파 탐촉자(315)를 포함한다. 자석(302, 303)은, 프로브(301)가 초음파 탐촉자(315)에 인접한 근위부(proximal) 제1 위치(305)를 가질 때, 초음파 탐촉자(315) 및 프로브(301)의 원위부에서(distally), 초음파 탐촉자(315)의 영상 평면(304)에 시간 가변 자기장(T)을 발생하도록 배열된다. 프로브가 이동 가능하므로 이는 초음파 탐촉자(315)에 대해 다양한 위치에 자유롭게 배치될 수 있으며, 이는 영상 평면(304) 내의 다른 영역을 조사(probing)하는 것, 즉 영상 평면(304) 내의 다양한 영역 및 다른 방향으로 자성 입자를 변위하는 것을 허용한다. 이는 관심 영역 내의 탐지를 용이하게 하고 최적화하며, 따라서 정확성과 목표 영역 내의 재료 특성의 추출을 개선한다. 또한, 초음파 탐촉자(315)가 또한 분석되는 대상에 대해 다양한 위치로 이동될 수 있으므로, 시스템(300)은, 예를 들면, 수술 동안 복잡한 해부구조의 조직 영역을 규정하고자 할 때, 개선된 유연성을 제공한다. 프로브(301)를 초음파 탐촉자에 인접한 근위부 위치(305)에 가지며, 초음파 탐촉자 및 프로브(301)의 원위부에서 시간 가변 자기장(T)을 발생하도록 배열하여, 상기한 복잡한 해부구조 또는 다수의 목표 위치 및 관심 영역에서의 다수의 개입을 수반하는 과정과 같이, 대상 및/또는 관심 영역에 대한 빈번한 재배치가 요구될 때를 위하여, 개선된 영상 및 조직의 특징 규정(characterization)이 제공된다. 따라서 프로브(301) 및 초음파 탐촉자(315)의 양자가 모두, 분석되는 대상의 근위부에 가깝게, 및 분석되는 대상의 크기에 대한 제한 없이 이에 대하여 이동 가능하게 배치될 수 있다.

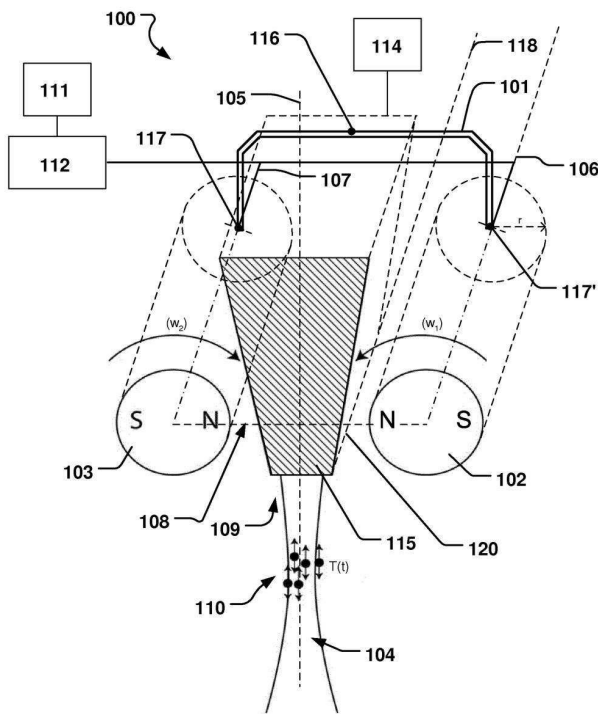
- [0052] 프로브(301)는 따라서 초음파 탐촉자(315)에 대해 이동 가능할 수 있으며, 프로브는 핸드헬드(handheld) 프로브(301)일 수 있다.
- [0053] 자석(302, 303)은, 프로브(301) 상에 이동 가능하게 배열될 수 있으며, 이에 따라 사용 중에, 자석(302, 303)이 초음파 탐촉자(315)에 대한 자석의 이동에 응답하여 상기 시간 가변 자기장(T)을 발생하도록 배열된다. 따라서, 자석(302, 303)은 영구 자석일 수 있으며, 도 2 내지 9와 관련된 구현예에 대해 설명된 것과 같은 이전에 언급된 이점을 갖는다. 자석은, 도 2에서 제1 및 제2 자석(102, 103)을 참조하여 설명된 것과 같은, 제1 자석(302) 및 제2 자석(303)을 포함할 수 있다. 이와 선택적으로, 프로브(301) 내에 이동 가능하게 배열된 단일 자석이 사용될 수도 있다. 일반적으로, 자석(302, 303)은 도 2 내지 9와 관련된 구현예에 대해 기술된 바와 같은 임의의 배열을 가질 수 있으며, 상술한 바와 같이 자석(302, 303)이 이동 가능한 프로브(301) 상에 배열됨에 의하여 초음파 탐촉자(315)에 대해 재배치될 수 있는 도 10의 시스템(300) 내의 추가된 특징을 가질 수 있다.
- [0054] 자석(302, 303)은 영상 평면(304) 내의 목표 위치(110)로부터 진동 이동(oscillating motion)으로 변위될 수 있다. 이는 목표 위치(110)에서 분석되는 대상의 개선된 영상화 및/또는 특징 규정(characterization)을 제공할 수 있다. 이는 또한 소형이며 용이하게 사용할 수 있는 프로브(301)를 제공할 수 있다. 대안적으로 또는 부가적으로, 자석(302, 303)은, 도 2와 관련하여 설명한 바와 같이, 프로브(301)에 대한 회전 이동(rotating motion)을 가질 수 있다.
- [0055] 대안으로, 자석(302, 303)은 전자석일 수 있다.
- [0056] 시스템(300)은 프로브(301)에 연결된 모터(112) 및 제어부(111)를 포함할 수 있다. 모터는 제어부 및 자석(302, 303)에 연결되어 자석의 이동에 동력을 제공하고, 여기에서 제어부는 소정 패턴에 따라 자석(302, 303)의 이동 속도(w_1 , w_2)를 변경하도록 적응되어, 이에 따라 이전에 설명된 바와 같이, 목표 위치(110)에서 자성 나노입자의 주파수 임펄스 응답을 발생하기 위하여 소정 주파수 임펄스로서 상기 시간 가변 자기장(T)의 주파수를 변경한다. 대안적으로 또는 부가적으로, 제어부는 자석(302, 303)의 일정한 이동 속도(w_1 , w_2)를 설정하도록 적응될 수 있다.
- [0057] 도 11은 이동 가능한 프로브(301) 및 초음파 탐촉자(315), 및 프로브 상에 배열된 자석(302, 303)을 포함하는 프로브 시스템(300)을 이용한 기자성 영상화 방법(400)을 도시한다. 방법(400)은 초음파 탐촉자에 인접한 근위부 제1 위치(305)에 프로브를 배치하는 단계(401), 자석으로 초음파 탐촉자 및 프로브의 원위부에서 초음파 탐촉자의 영상 평면(104)에 시간 가변 자기장(T)을 발생시키는 단계(402), 및 상기 영상 평면 내에서 초음파 탐촉자로 시간 가변 자기장에 응답하는 자성 나노입자의 움직임을 탐지하는 단계(403)를 포함한다.
- [0058] 시간 가변 자기장(T)을 발생시키는 단계는 초음파 탐촉자(315)에 대해 자석(302, 303)을 이동하는 단계(404)를 포함할 수 있다. 자석(302, 303)을 이동하는 단계는 영상 평면(304) 내의 목표 위치(110)로부터 진동 이동으로 자석(302, 303)을 변위하는 단계(405)를 포함할 수 있다.
- [0059] 이 분야의 기술자에게 이해될 수 있는 바와 같이, 본 발명은 장치(device), 시스템, 또는 방법으로 구현될 수 있다.
- [0060] 본 발명이 특정한 구현예를 참조하여 자세히 설명되었다. 그러나, 상술한 것 외에 다른 구현예가 본 발명의 범위 내에서 동일하게 가능하다. 상술한 것 외의 다른 방법의 단계가 본 발명의 범위 내에서 제공될 수 있다. 본 발명의 다른 특징 및 단계가 기술된 것 외의 다른 조합으로 결합될 수 있다. 본 발명의 범위는 오직 첨부된 특허청구범위에 의해서만 제한된다.
- [0061] 더 일반적으로, 이 분야의 기술자는 여기에서 기술된 모든 파라미터, 치수, 재료 및 구성이 예시적인 것이며 실제 파라미터, 치수, 재료, 및/또는 구성은 본 발명의 가르침이 사용되는 특정한 응용 또는 응용들에 의존하는 것임을 쉽게 이해할 것이다.

도면

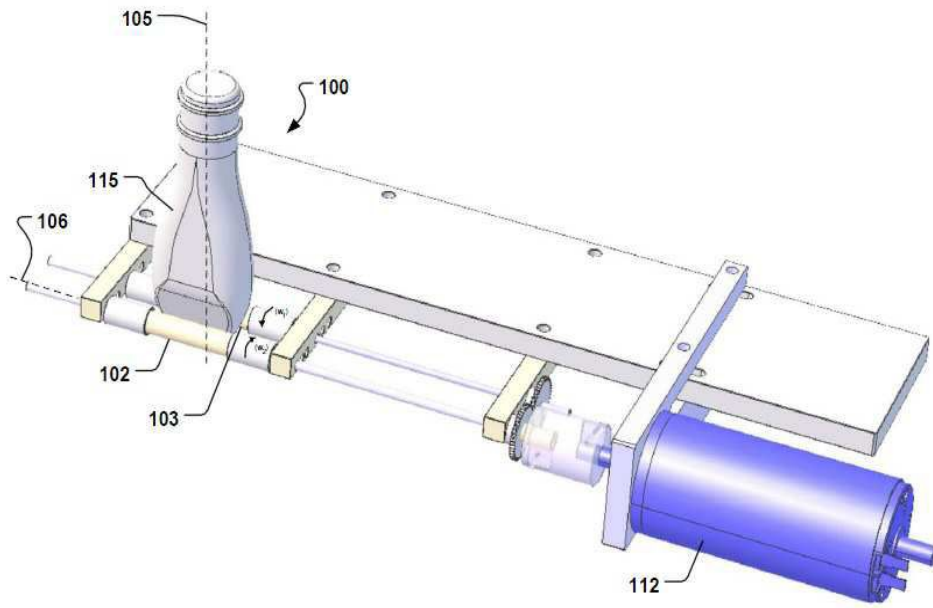
도면1



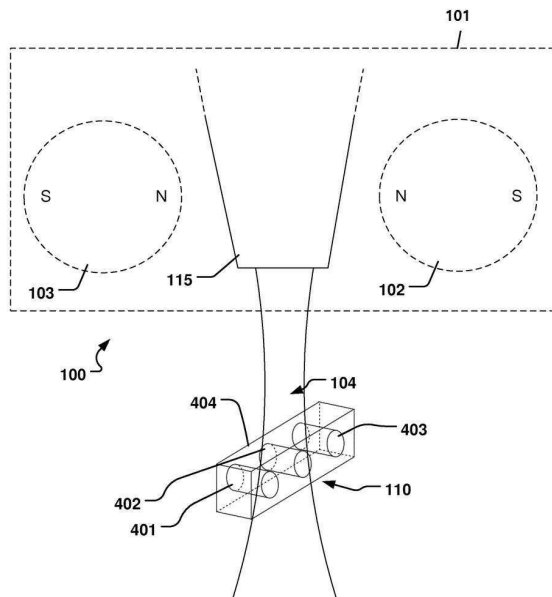
도면2



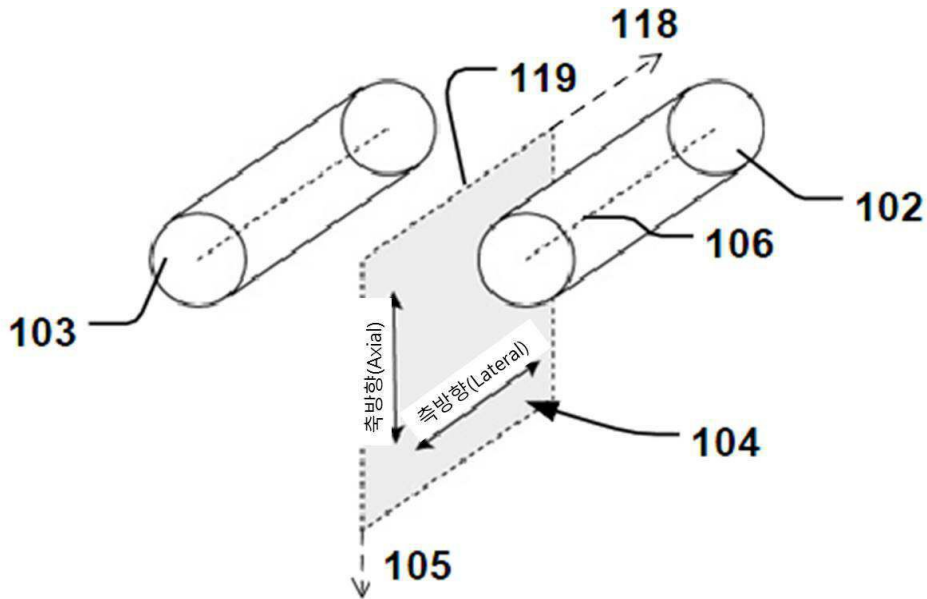
도면3



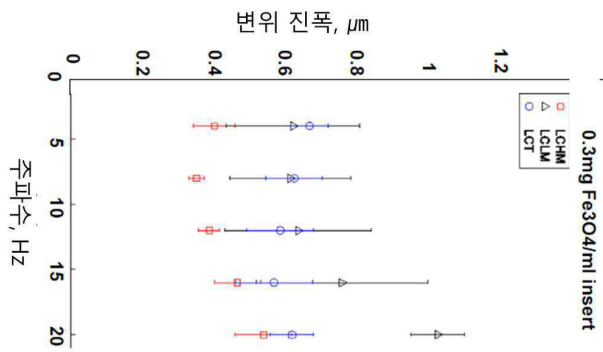
도면4a



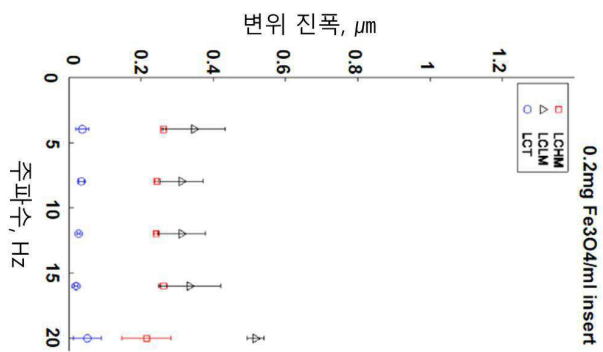
도면4b



도면5a



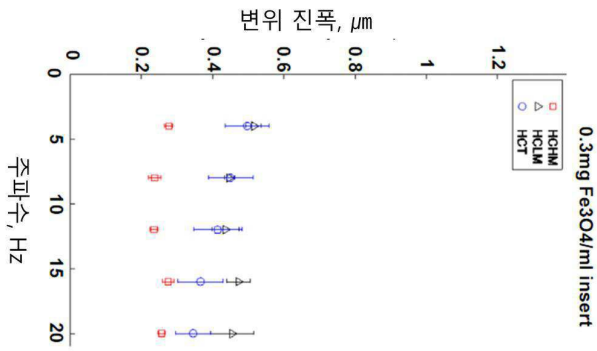
도면5b



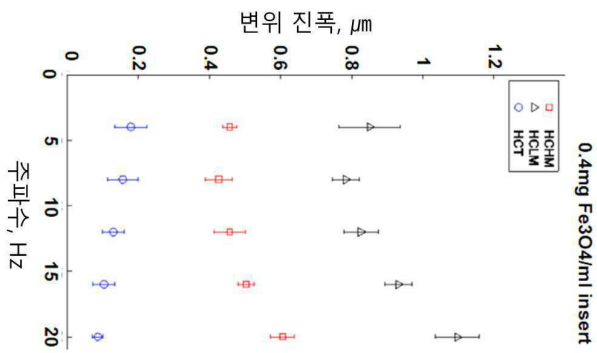
도면5c



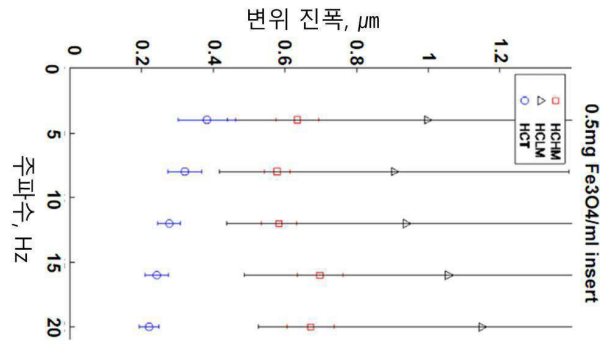
도면5d



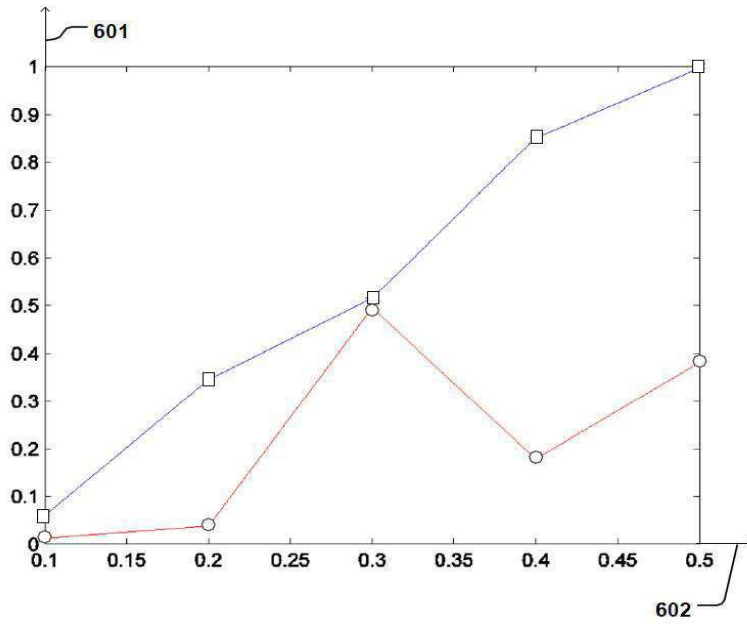
도면5e



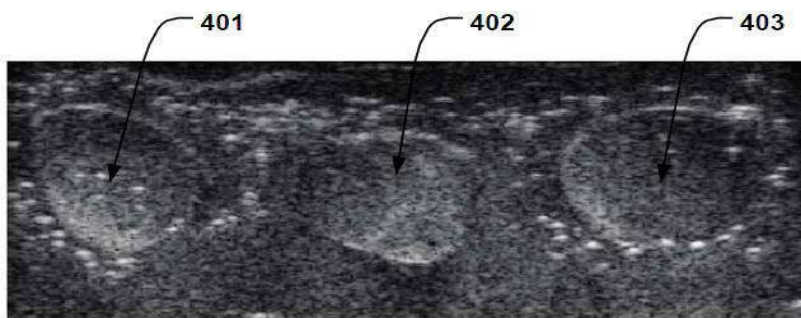
도면5f



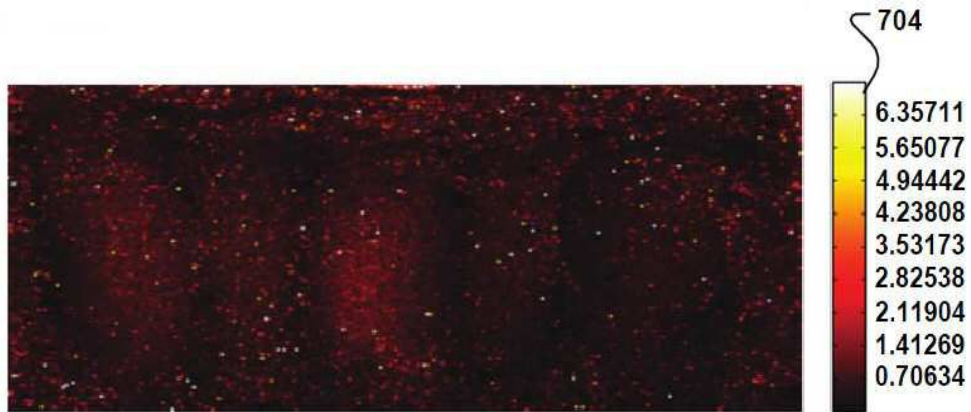
도면6



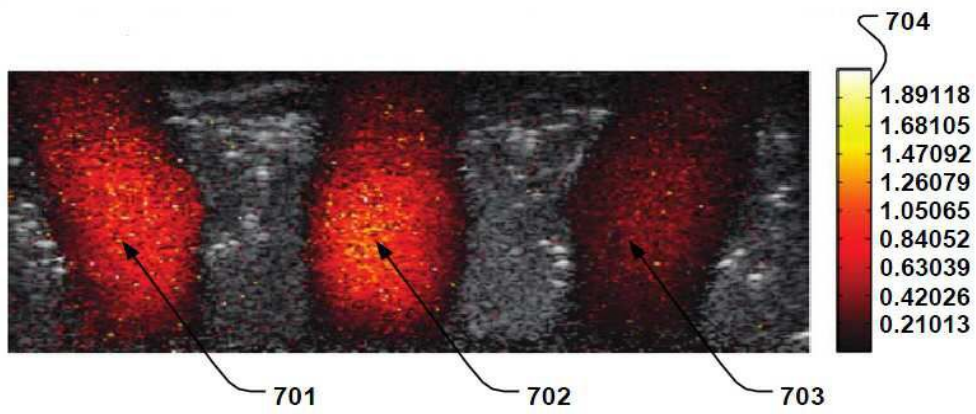
도면7a



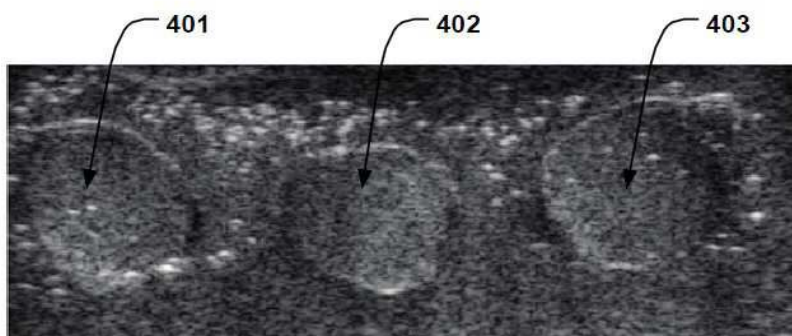
도면7b



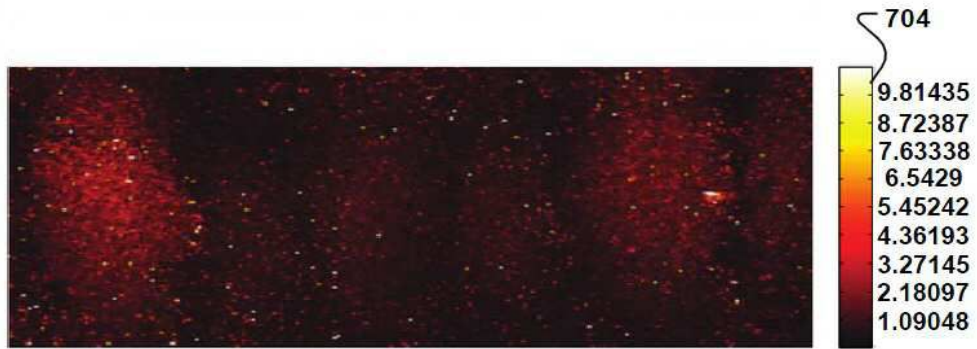
도면7c



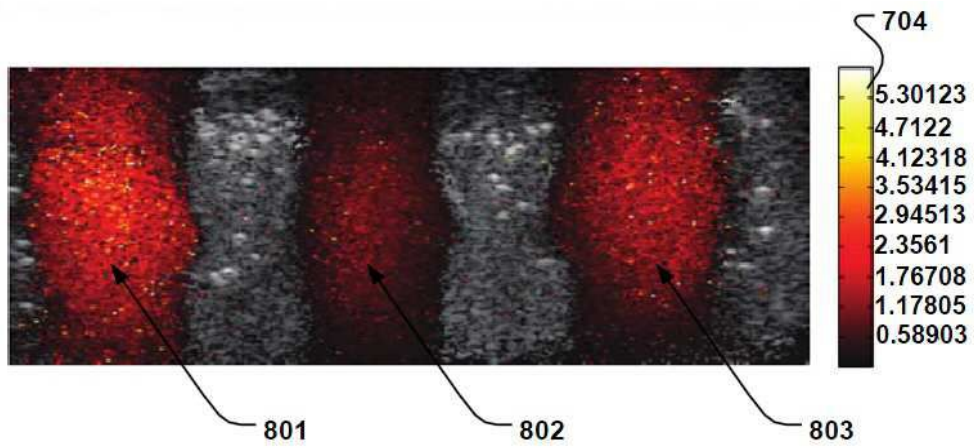
도면8a



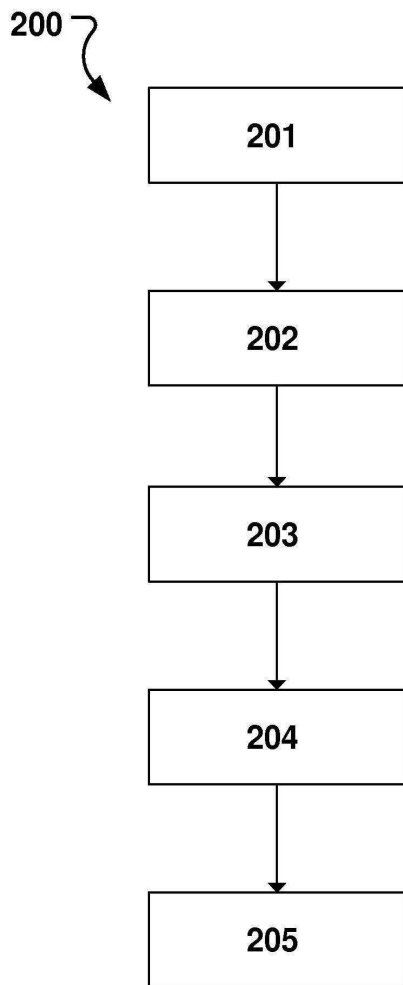
도면8b



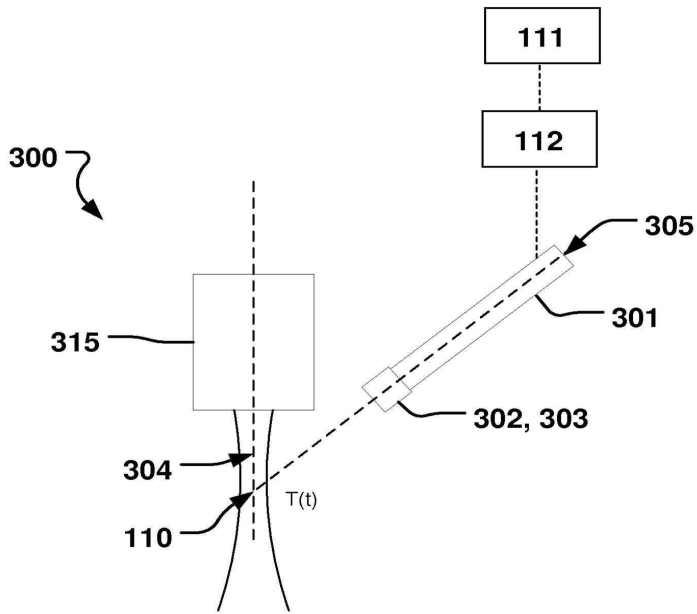
도면8c



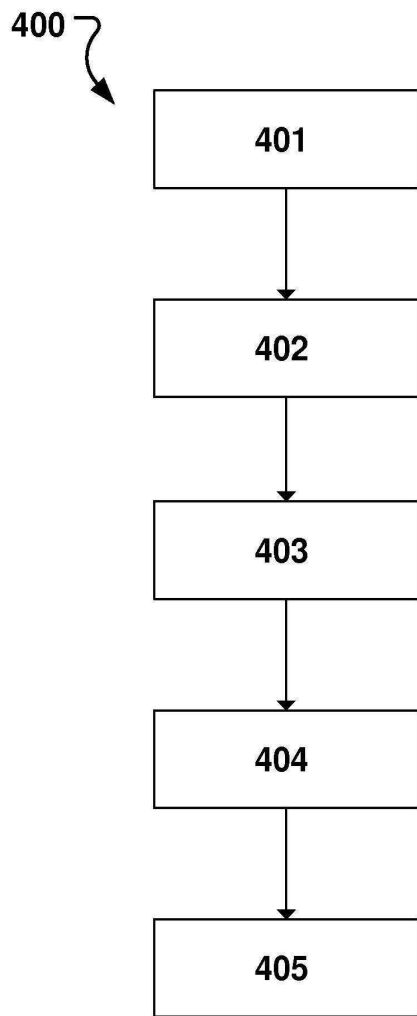
도면9



도면10



도면11



专利名称(译)	标题：可重复的探针系统及其使用方法		
公开(公告)号	KR1020160009622A	公开(公告)日	2016-01-26
申请号	KR1020157034710	申请日	2014-05-06
申请(专利权)人(译)	这孩子是我这个工程基础知识		
当前申请(专利权)人(译)	这孩子是我这个工程基础知识		
[标]发明人	CINTHIO MAGNUS EVERTSSON MARIA JANSSON TOMAS PERSSON HANS W OLSSON FREDRIK 올슨프레드릭 FREDRIKSSON SARAH 프레드릭손사라		
发明人	신티오,매그너스 이버츠손,마리 잔슨,토마스 페르손,한스더블류 올슨,프레드릭 프레드릭손,사라		
IPC分类号	A61B8/00 A61B5/05 A61B8/08		
CPC分类号	A61B5/0515 A61B8/4209 A61B8/481 A61B8/4455 A61B8/4483 A61B8/54		
优先权	2013166681 2013-05-06 EP		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

公开了一种静磁成像探头系统，其包括可移动探头，排列在探头上的磁体和超声探头，其中当探头具有邻近超声探头的基座第一位置时，磁体位于超声探头和探头的远端。被布置成在超声探头的图像平面（304）中产生时变磁场（T）。奥森，弗雷德里克

