

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2016년 9월 15일 (15.09.2016)



(10) 국제공개번호
WO 2016/143943 A1

- (51) 국제특허분류:
A61B 5/055 (2006.01) G01R 33/58 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2015/004323
- (22) 국제출원일: 2015년 4월 29일 (29.04.2015)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2015-0034696 2015년 3월 12일 (12.03.2015) KR
10-2015-0059911 2015년 4월 28일 (28.04.2015) KR
- (71) 출원인: 재단법인 아산사회복지재단 (THE ASAN FOUNDATION) [KR/KR]; 138-736 서울시 송파구 올림픽로 43길 88 (풍납동), Seoul (KR).
- (72) 발명자: 서대건 (SEO, Dae Keon); 136-818 서울시 성북구 돌곶이로 18길 23-16 (석관동), Seoul (KR). 이정현 (LEE, Jeong Hyun); 143-751 서울시 광진구 아차산로 552 극동아파트 3-702, Seoul (KR). 최관우 (CHOI, Kwan-Woo); 465-160 경기도 하남시 미사강변한강로 110, 908동 603호 (선동, 미사강변도시 9단지아파트),

Gyeonggi-do (KR). 이호범 (LEE, Ho-Beom); 138-795 서울시 송파구 올림픽로 399 진주아파트, 13동 708호 (신천동), Seoul (KR).

(74) 대리인: 특허법인 충정 (HWANG MOK PARK IP GROUP); 135-933 서울시 강남구 테헤란로 14길 16, 8층 (역삼동, 라인빌딩), Seoul (KR).

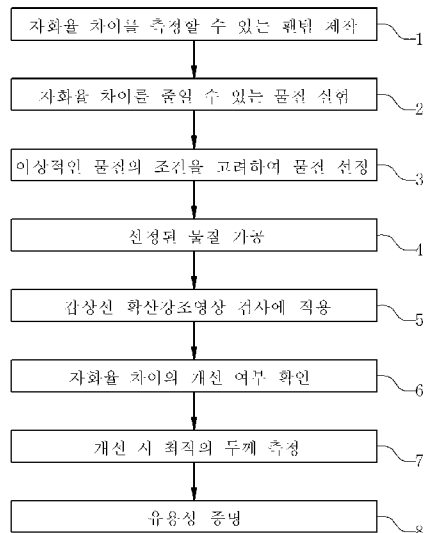
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: MAGNETIC RESONANCE SUSCEPTIBILITY DIFFERENCE COMPENSATION FILTER AND METHOD FOR COMPENSATING FOR MAGNETIC SUSCEPTIBILITY DIFFERENCE USING SAME

(54) 발명의 명칭 : 자기공명 자화율 차이 보상필터 및 이를 이용한 자화율 차이 보상방법



- 1 ... Manufacture phantom capable of measuring magnetic susceptibility difference
- 2 ... Test material capable of reducing magnetic susceptibility difference
- 3 ... Select material considering conditions for ideal material
- 4 ... Process selected material
- 5 ... Apply to thyroid diffusion-weighted imaging test
- 6 ... Check improvement in magnetic susceptibility difference
- 7 ... Measure optimal thickness at the time of improvement
- 8 ... Verify usefulness

(57) Abstract: The present invention relates to a magnetic resonance susceptibility difference compensation filter and a method for compensating for a magnetic susceptibility difference using the same. When a silicone pad having a silicone base with an added anti-curing agent is applied to a thyroid diffusion-weighted imaging test on a subject of invention, the improvement in the magnetic susceptibility difference and the optimal thickness at the time of the improvement were investigated through the changes in the distortion and error rate. As a result, with respect to the error rates in left and right lobes of the thyroid of the subject of invention before and after the application of the silicone pad, the error rates in both of the left and right lobes were smaller after the application of the silicone pad rather than before the application of the silicone pad, and with respect to the optimal thicknesses of the left and right lobes of the thyroid according to the thickness change of the silicone pad, the one-way analysis of variance results showed that the thickness of the silicone pad was not statistically significant in either of the left or right lobes when 2 cm or greater, and thus it can be seen that the optimal thickness is 2 cm. In conclusion, as shown in the present invention, the compensation of the curve portion of the human body, which is in contact with air, using the silicone pad can reduce the magnetic susceptibility difference between the tissue and the air without affecting the contrast of the magnetic resonance signal, thereby obtaining images having high diagnostic values and reduced image distortion at the time of thyroid diffusion-weighted imaging.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

규칙 4.17에 의한 선언서:

- 신규성을 해치지 아니하는 개시 또는 신규성 상실의 예외에 관한 선언 (규칙 4.17(v))

공개:

- 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

본 발명은 자기공명 자화율 차이 보상필터 및 이를 이용한 자화율 차이 보상방법에 관한 것으로서, 실리콘 베이스에 경화방지제를 첨가한 실리콘 패드를 발명 대상자에게 갑상선 확산강조영상 검사에 적용 시, 튜틀림과 오차율 변화를 통해 자화율 차이의 개선여부와 개선 시 최적의 두께를 알아본 결과, 실리콘 패드 적용 전·후에 따른 발명대상자의 갑상선 좌엽과 우엽의 오차율은 좌엽과 우엽 모두 실리콘 패드 적용 후가 적용 전에 비해 오차율이 적었고, 실리콘 패드의 두께변화에 따른 갑상선 좌엽과 우엽의 최적두께는 일원배치분산분석 결과, 실리콘 패드의 두께가 2cm 이상부터 좌엽과 우엽 모두 통계적으로 유의하지 않아 2cm 가 최적 두께임을 알 수 있었다. 결론적으로 본 발명처럼 실리콘 패드를 이용하여 공기와 맞닿은 인체의 굴곡진 부분을 보상하면 자기공명 신호의 대조도에 영향을 주지 않으면서 조직과 공기 간 자화율 차이를 줄일 수 있어, 갑상선의 확산강조영상 검사 시 영상의 튜틀림이 감소한 진단적 가치가 높은 영상을 획득할 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 자기공명 자화율 차이 보상필터 및 이를 이용한 자화율 차이 보상방법

기술분야

- [1] 본 발명은 자기공명 자화율 차이 보상필터 및 이를 이용한 자화율 차이 보상방법에 관한 것으로서, 상세히는 MR 영상에서 균일도를 유지하는 것이 매우 중요하나, 자장의 세기가 높아질수록 상대적으로 인체에 수소밀도가 낮은 해부학적 부위에서는 영상의 균일도가 낮은 것을 개선하기 위해, 인체조직 밀도와 유사하면서 미약한 신호를 내는 규소원료를 합성한 규소 수지성분 또는 상기 규소 수지성분에 형상변경이 가능하도록 경화방지제를 첨가한 실리콘 패드로 된 자기공명 자화율 차이 보상필터 및 이를 이용한 자화율 차이 보상방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 갑상선 암을 포함한 갑상선 질환 등을 진단하는 영상검사방법에는 초음파(ultrasonography) 검사와 전산화 단층촬영(computed tomography, CT) 검사 그리고 자기공명영상(magnetic resonance imaging, MRI) 검사가 있다.
- [3] 상기 갑상선 질환의 검사방법을 포함한 대부분은 검사방법이 간단한 초음파 검사를 이용하여 검사를 시행하고 있으나, 초음파 검사는 양성과 악성 병변의 구분이 어렵고, 공간해상도가 떨어지며, 림프절의 검사를 통한 전이 여부의 진단에 어려움이 있다. 초음파 검사에 비해 전산화 단층촬영 검사는 공간해상도가 우수하고 석회화(calcification) 검출이 용이하나, 이 역시 낮은 대조도로 인한 전이 여부를 판별하기 어렵다는 점과, 방사선을 이용한 침습적인 검사라는 한계점이 있다. 반면 자기공명영상 검사의 경우 대조도가 우수하고, 공간해상도가 뛰어나 갑상선 질환의 병기(staging) 결정과 림프절(lymph node)의 전이 여부 판단에 유용한 정보를 획득할 수 있어 검사의 중요성이 점차 증가하고 있다.
- [4] 자기공명영상을 이용한 갑상선 검사에는 스핀에코(spin echo, SE)를 이용한 고식적인 T1, T2 강조영상(weighted image, WI) 검사와, 에코평면영상(echo planar imaging, EPI) 펄스 열을 이용한 확산강조영상(diffusion weighted imaging, DWI) 검사가 있다. T1, T2 강조영상은 종양주변의 낮은 신호강도가 있는 불연속적인 캡슐의 모양과 불균일한 신호, 불규칙한 모양 등 정확한 형태학적 특성을 제공하지만 갑상선의 기능적인 상태를 평가하지 못하며, 양성 및 악성 병변의 감별에 한계가 있다. 이에 반해 확산강조영상은 기능적 평가가 가능하며, 확산계수 값의 차이에 따른 겉보기 확산계수(apparent diffusion coefficient, ADC) 영상을 이용하여 양성과 악성 병변을 구별하는데 유용하다.
- [5] 그러나 확산강조영상은 인공물(artifact)에 대해서는 매우 민감한 펄스 열로

주자기장의 비균일성(inhomogeneity)에 따른 기하학적 왜곡, 탈위상에 따른 손실, T2* 감쇠에 따른 낮은 분해능 등 여러 가지 문제점이 나타난다. 그 중 가장 큰 문제점은 주자기장의 비균일성에 따른 기하학적 왜곡인데, 공간상의 자기장이 비균일한 주요 원인은 주자기장 자체의 비균일성과 영상대상 조직 간에 자성, 즉 자화율 차이를 들 수 있다. 특히, 조직구성이 불균질한 경우 자화율 차이에 의해 영상의 뒤틀림 자화감수성 인공물이 많이 발생하는데, 두경부의 경우 치아와 뼈가 공기와 맞닿은 부분이 많아 영상의 뒤틀림이 더욱 심하며, 갑상선 또한, 피부 바로 아래 위치하여 공기와 인접해 있고, 그 주변으로 후두와 기관이 자리 잡고 있어 자화율 차이로 인한 스핀들의 위상 차가 더욱 증가하여 강한 영상의 뒤틀림이 많이 발생한다.

- [6] 영상의 뒤틀림은 형태 및 주변 위치와의 관계를 왜곡(distortion)시켜, 정확한 기능적 평가에 어려움을 주며 그로 인해 진단 및 치료에 지장을 초래한다. 그러나 이러한 문제점에도 불구하고 대부분의 병원에서는 근본적인 개선안 없이 검사를 시행하고 있는 실정이며, 발과 손 등 두께가 얇고 구조가 복잡한 부위의 자화율 차이에 의한 균등한 지방소거에만 국한되어 발명되고 있을 뿐, 갑상선 등과 같이 공기가 포함된 구조물의 뒤틀림 개선에 관한 모델 제시나 그에 관한 발명은 전무한 실정이다.
- [7] 한편, 자기공명영상에서의 주 자기장의 세기와 자화율 효과는 선형적으로 비례한다. 즉, 자장의 세기가 높아질수록 자화율에 의한 효과도 증가하고, 조직 간 경계면에서의 신호도 급격히 감소한다. 특히 높은 신호대 잡음비로 인해 최근 들어 매우 선호되고 있는 고자장 장비의 경우, 여러 미세한 구조물이 복합적으로 이루어진 갑상선 등의 영상화 시, 자화율 차이에 의한 영상의 왜곡이 다른 부위보다 심하게 나타나 큰 문제점으로 대두되고 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [8] 본 발명은 상기한 바와 같은 제반 문제점을 개선하기 위해 안출된 것으로서, 그 목적은 자기공명신호의 대조도에 영향을 주지 않는 물질을 이용하여, 공기와 맞닿은 굴곡진 인체 부위의 일부분을 보상하면서 근본적인 문제인 조직과 공기 간 자화율 차이를 줄임으로써, 인체의 확산강조영상 검사 시 영상의 뒤틀림 감소를 통해 진단적 가치가 높은 영상을 획득하고자 한 자기공명 자화율 차이 보상필터 및 이를 이용한 자화율 차이 보상방법을 제공함에 있다.

과제 해결 수단

- [9] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위해 본 발명의 자기공명 자화율 차이 보상필터는, 규소 수지성분의 실리콘 베이스로 구성된 실리콘 패드를 포함하며, 상기 실리콘 패드를 인체 부위에 적용하되, 상기 인체 외부 공간의 적어도 일부를 채워 인체 조직과 상기 인체 외부의 자화율 차이를 보상하도록 한 것을 특징으로 하고 있다.

- [10] 또 상기 실리콘 패드는 규소 수지성분의 실리콘 베이스에 경화방지제가 첨가되어 형상변형이 가능하도록 하는 것이 바람직하다.
- [11] 또 상기 실리콘 패드는 적용된 상기 인체 부위와의 사이 공간이 생기지 않도록 압박변형 또는 밀착 가능하도록 하는 것이 바람직하다.
- [12] 또 상기 실리콘 패드의 표면을 덮는 커버를 더 포함하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

- [13] 본 발명의 자기공명 자화율 차이 보상필터에 의하면, 실리콘 패드를 이용하여 공기와 맞닿은 굴곡진 부분을 보상하면 자기공명 신호의 대조도에 영향을 주지 않으면서 조직과 공기 간 자화율 차이를 줄일 수 있어, 갑상선 등의 인체의 확산강조영상 검사 시 영상의 뒤틀림이 감소한 진단적 가치가 높은 영상을 획득할 수 있는 효과가 있다.
- [14] 또 알레르기가 발생하지 않는 1회용 면 소재의 커버를 피부와 맞닿는 실리콘 패드에 적용함으로써, 검사 시 장시간 상기 실리콘 패드와 접촉해야 하는 환자의 부담을 줄여줄 수 있는 효과가 있다.
- [15] 또한 실리콘 패드의 형상을 자유롭게 변경시킬 수 있으므로 환자의 신체 각 부위에 정확하게 밀착되는 형상으로 미리 맞춤 제작하여 사용할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [16] 도 1은 본 발명을 위한 과제 해결 순서도
 - [17] 도 2은 본 발명에 따른 실리콘 패드의 예시도 (a) 평면 (b) 전면
 - [18] 도 3는 갑상선 MR 이미지를 위한 실리콘 패드의 적용 예시도
 - [19] 도 4은 다양한 두께의 실리콘 패드를 보여주는 예시도
 - [20] 도 5는 이미징 방법을 보여주는 영상 (a) T2 (b) b0 (c) b800 (d) ADC
 - [21] 도 6는 본 발명에 따른 자기공명 자화율 차이 보상필터의 실리콘 패드의 형상 예를 도시한 도면
 - [22] 도 7은 본 발명에 따른 자기공명 자화율 차이 보상필터의 실리콘 패드를 발 앞 부분에 적용하였을 때의 사용 예 도면
 - [23] 도 8은 본 발명에 따른 자기공명 자화율 차이 보상필터의 실리콘 패드를 무릎에 적용하였을 때의 사용 예 도면
 - [24] 도 9 내지 12은 본 발명에 따른 자기공명 자화율 차이 보상필터의 실리콘 패드를 손목, 팔꿈치, 발목 및 어깨에 적용하였을 때의 사용 예 도면
 - [25] 도 13 및 도 14는 본 발명에 따른 자기공명 자화율 차이 보상필터의 실리콘 패드를 목 부위에 적용하였을 때의 베개 형태 실리콘 패드와 그 사용 예 도면
- 발명의 실시를 위한 최선의 형태**
- [26] 이하, 본 발명에 따른 자기공명 자화율 차이 보상필터의 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조로 하여 상세히 설명한다. 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며,

단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위하여 제공되는 것이다.

[27]

[28] 본 발명의 본격적인 설명에 앞서 우선, 본 발명은 물질 선정부터 과학적 실험 및 이에 따른 결과를 도 1의 순서도를 통해 살펴보면 하기와 같다.

[29]

도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명을 위한 연구는 총 8개의 동작 프레임으로 분류되며, 분류된 프레임별 상세 동작을 살펴보면 하기와 같다(여기서, 각 상세 동작 별 대응하는 도면은 프레임별 상세 설명에 포함하여 그대로 인용하였음).

[30]

[31] **1.자화율 차이를 측정할 수 있는 팬텀 제작**

[32]

표 1에 도시된 인자 값을 기반으로 자화율 효과를 극대화하기 위해 자체 제작되어 자화율 차이를 측정 가능한 팬텀 제작을 수행한다.

[33]

표 1

[표1]

-자체 제작된 팬텀의 규격

원기둥	반경	높이	바닥 치수	측면 치수	부피
내부	50mm	100mm	78.50cm ²	314.0cm ²	785.0ml
외부	20mm	100mm	12.56cm ²	125.6cm ²	125.6ml

[34]

자체 제작한 팬텀의 구조는, 50×100mm²의 안쪽 직사각형과 70×100mm²의 바깥쪽 직사각형의 한 변을 회전축으로 하여 1회전 시킨 이중 원기둥(circular cylinder) 형태로 물질을 채울 수 있도록 밀면이 막혀있는 내부 원기둥과 외부 원기둥으로 되어있다.

[35]

2.자화율 차이를 줄일 수 있는 물질 실험

[36]

연구 물질 중 조직과 공기 간 자화율 차이를 줄일 수 있는 가장 효과가 큰 물질의 선정 실험은 갑상선의 상태와 같은 기준영상을 확보하기 위해, 내부의 아가로스 용질을 감싸고 있는 외부 원기둥에 아무것도 채우지 않은 상태로 T2 매핑(mapping)과 T2* 매핑, T1 매핑 영상을 획득한 다음 외부 원기둥에 각각의 연구 물질을 채워 넣어 동일 영상을 획득한다. 사용된 영상기법은 T2 매핑 영상의 경우 스핀에코 기법, T2* 매핑 영상의 경우 FLASH(Fast Low Angle Shot)기법, T1매핑 영상은 반전회복 (Inversion Recovery, IR) 고속 스핀에코 (Turbo Spin Echo, TSE) 기법이 사용되었다.

[37]

획득영상에서는 R2값을 직접 측정할 수 없기 때문에, Matlab(Ver.7.10, Mathworks, USA) 프로그램을 이용하여 R2' 값 후처리 영상을 생성한다.

[38]

이를 살펴보면, T2' 후처리 영상은, T2 매핑 영상 및 T2* 매핑 영상을 식

$$T2^* = T2 + T2' \text{ 및 } T2' = T2^* - T2$$

를 통해 생성하고, 외부 영향으로 인한 자화율 차이를 나타내는 R2' 후처리 영상은 상기 생성된 T2' 후처리 영상 및

T2 매핑 영상, T2* 매핑 영상의 값에 역수를 취하여

$$\frac{1}{T2^*} = \frac{1}{T2} + \frac{1}{T2'} \quad , \quad \frac{1}{T2'} = \frac{1}{T2^*} - \frac{1}{T2} \quad ,$$

$$\frac{1}{T2'} = R2', \quad \frac{1}{T2^*} = R2^*, \quad \frac{1}{T2} = R2 \quad , \quad R2' = R2^* - R2 \quad \text{를}$$

통해 생성한다.

- [39] 이와 같이 생성된 R2후처리 영상을 Image J를 이용하여 기설정된 동일한 크기의 관심 영역 내, 동일한 위치에서 각 영상의 단면 위치 변화에 따른 신호 강도를 측정하고, 자화율 차이를 비교평가 하였다.

[40] **3. 이상적인 물질의 조건을 고려하여 물질 선정**

- [41] 이러한 팬텀 제작 및 실험(1 및 2) 결과를 기반으로, 체적소에 영향을 주지 않는 범위에서 미약한 신호를 내는 물질 중 조직과 공기 간 자화율 차이를 줄일 수 있는 가장 효과가 큰 물질 중 공기 간 자화율 차이를 줄일 수 있는 가장 효과가 큰 물질 선정 시 가공성과 적용 시 편의성, 그리고 재사용성을 고려하였을 때 실리콘이 가장 우수하다는 판단 하에, 본 발명은 실리콘을 사용하여 진행한다.

[42] **4. 선정된 물질 가공**

- [43] 본 발명에 사용된 실리콘은 인체 조직밀도와 유사하면서 미약한 신호를 내는 규소 원료를 합성한 규소 수지 성분으로, 형상변경을 통해 여러 번의 재사용이 가능하도록 실리콘을 기본물질로 하는 여러 가지 물질로 된 실리콘 베이스에 상온 경화방지제가 첨가되어 있으며, 주성분인 실리콘 베이스는 실리콘 중합체에 폴리디메틸실록산과 실리카 및 실리콘 오일이 혼합되어 있고, 경화방지제는 메틸 비닐 실리콘 검과 실리콘 오일이 혼합된 제품으로 밀도는 2.336g/cm³이다. 규소원료를 합성한 규소 성분으로 된 상기 실리콘 베이스와 메틸 비닐 실리콘 검 등을 포함하고 있는 경화방지제는 3:1~4:1의 부피비로 혼합하여 사용한다.

[44] **5. 갑상선 확산강조 영상 검사에 적용**

- [45] 실리콘을 이용한 자화율 차이의 개선 여부를 위한 본 발명의 방법은 피부 바로 아래 위치하여 공기와 인접해 있고, 주변에 후두와 기관이 자리 잡고 있어 뒤틀림이 많이 발생하는 갑상선을 대상으로, 가로 18.5cm 세로 7cm, 두께 2cm의 직사각형으로 실리콘 패드를 제작한 후, 갑상선 검사 시 실리콘 패드의 적용 전 · 후 확산강조영상과 T2 강조영상을 획득하여, T2 강조영상을 기준으로 한 확산강조영상의 뒤틀림과 오차율을 비교평가 하였다(도 2).

- [46] 사용된 실리콘의 양은 200g이었으며, 실리콘 패드의 적용 시 목의 굴곡진 부분을 완전히 보상할 수 있도록 실리콘을 적용하여, 목과 같은 상기 인체 외부 공간의 일부분을 채워 목 쪽의 인체 조직과 상기 목 쪽의 인체 외부의 자화율 차이를 보상하도록 가슴과 턱 사이 굴곡진 부분이 실리콘 보상으로 수평이

되도록 하였다(도 3).

- [47] 위 결과를 바탕으로 자화율 차이의 개선 시 실리콘의 최적의 두께를 알아보았다. 본 발명의 방법은 가로 18.5cm 세로 7cm의 직사각형에 1cm부터 5cm까지 1cm 간격으로 두께만 변화시켜 실리콘 패드를 제작한 후(도 4), 감상선 검사 시 실리콘 패드의 두께를 변화시켜가며 자화율 차이의 개선 여부를 위한 본 발명의 방법과 동일하게 확산강조영상과 T2 강조영상을 획득한 다음, T2 강조영상을 기준으로 한 확산강조영상의 두께에 따른 뒤틀림과 오차율 변화를 평가하였다.

[48] **6. 자화율 차이의 개선 여부 확인**

- [49] 사용된 실리콘의 양은 패드의 두께가 1cm일 경우 100g, 2cm일 경우 200g, 3cm일 경우 300g, 4cm일 경우 400g, 5cm일 경우 500g이었으며, 실리콘 패드의 적용 방법은 자화율 차이의 개선 여부를 위한 본 발명의 방법과 동일하게 하였다.
- [50] 영상의 뒤틀림은 자장의 불균일에 비교적 영향을 받지 않는 T2 강조영상의 감상선 좌엽과 우엽 면적을 기준으로, 확산강조영상 검사 시 각각 획득한 $b_0(b-값\ 0)$, $b\ 800(b-값\ 800)$, ADC 영상에서, 감상선의 좌엽과 우엽 면적을 측정하여 비교 분석하였다(도 5).

- [51] 상기 영상의 뒤틀림에 인한 오차율은 공지된 뒤틀림 계산식()에 근거하여 산출한 후 비교 분석하였다.

$$Distortion = \frac{|A-B|}{A} \times 100$$

[52] **7. 개선 시 최적의 두께 측정**

- [53] 실리콘 보정물의 두께 변화에 따른 연구 대상자의 감상선 좌엽과 우엽의 뒤틀림은 좌엽과 우엽 모두 실리콘 보정물의 두께가 증가할수록 뒤틀림이 감소하였다.

[54] **8. 유용성 증명**

- [55] 본 발명이 지향하는 이상적인 물질의 조건은 다음과 같다.

- [56] 첫째, 인체조직과 유사한 밀도를 가져 자기공명검사 시 자장과 RF펄스에 인체조직과 반응하는 방법 동일할 것. 둘째, 자기공명영상의 대조도에 영향을 주지 않을 것. 셋째, 환자에게 적용 시 위해성이 없을 것. 넷째, 환자에게 손쉽게 적용할 수 있을 것(편의성). 다섯째, 환자에 따른 맞춤 제작이 용이할 것(가공성). 여섯째, 환자에게 적용 시 불편함을 주지 않을 것. 일곱째, 환자에게 적용 후 재사용이 가능할 것(재 사용성). 여덟째, 충격이나 환경에 영향이 없고, 기계적으로 견고할 것. 아홉째, 가격이 저렴할 것의 조건을 만족해야 한다.

발명의 실시를 위한 형태

- [57] 이하, 도 1의 순서도를 수행한 결과를 기초로 하여 본 발명의 일 실시 예에 따른 자기공명 자화율 차이 보상필터 및 이를 이용한 자화율 차이 보상 방법에 대해서도 2 내지 14을 참조하여 자세히 살펴보기로 한다.

- [58] 도 1에 따른 인체등가물질 중 조직과 공기 간 자화율 차이를 줄일 수 있는 가장 효과가 큰 물질의 선정에 관한 실험 결과, 외부영향으로 인한 자화율 차이를 나타내는 R2' 값은 흑연(125.78 ± 17.32), 실리콘 분말(100.01 ± 42.57), 공기(29.16 ± 23.99), 밀가루(21.96 ± 19.07), 실리콘 패드(19.77 ± 16.49), 생리식염수(18.99 ± 17.85), 붕사(17.35 ± 15.26), 황(17.31 ± 15.26) 순으로 나타났다.
- [59] R2' 값이 작다는 것은 외부영향으로 인한 자화율 차이가 작다는 것으로 실험결과, 공기를 갑상선의 상태와 동일한 기준으로 봤을 때 흑연과 실리콘 분말은 기준보다 더 큰 자화율 차이를 나타내고, 밀가루, 실리콘 패드, 생리식염수, 붕사, 황 등은 기준보다 작은 자화율 차이를 나타내 위 물질을 이용할 경우 조직과 공기 간 자화율 차이를 줄일 수 있음을 의미한다.
- [60] 각각의 R2' 값 중 공기를 기준으로 한 R2' 값과 일치하지 않는 물질을 알아보기 위해 Duncan의 사후분석을 실시한 결과, 유의수준 0.05에 대한 4개의 그룹 간 차이가 존재하였다. 기준물질인 공기보다 큰 자화율 차이를 나타내는 흑연과 실리콘 분말이 속해 있는 3, 4 그룹을 제외한 그룹 1은 황, 붕사, 생리식염수, 실리콘 패드, 밀가루가 그룹 내 유의한 차이가 없어 동일한 자화율 차이를 나타내는 것을 알 수 있으나, 그룹 2는 생리식염수, 실리콘 패드, 밀가루가 기준상태인 공기와 그룹 내 차이가 없는 것으로 나타났다.
- [61] 단면을 세 부분으로 분할[위쪽(단면 1~7), 중간(단면 8~13), 아래쪽(단면 14~20)]하여 분석한 결과, 세 부분 모두 흑연, 실리콘 분말, 공기, 밀가루, 실리콘 패드, 생리식염수, 붕사, 황 순으로 전체 단면을 종합하여 분석하는 것과 동일하게 나타났다. 분할된 각각의 R2' 값 중 공기를 기준으로 한 R2' 값과 일치하지 않는 물질을 알아보기 위해 Duncan의 사후분석을 실시한 결과, 위쪽의 경우 유의수준 0.05에 대한 부 그룹이 4개의 그룹 간 차이가 존재하였으며, 중간과 아래쪽의 경우 3개의 그룹 간 차이가 존재하였다. 각각의 부 그룹을 살펴보면 위쪽의 경우 그룹 1과 그룹 2를 고려했을 때 붕사, 황, 실리콘 패드가 기준물질인 공기보다 자화율 차이가 적은 것을 알 수 있고, 중간의 경우 자장이 균질하여 흑연과 실리콘 분말을 제외한 모든 물질이 그룹 내 유의한 차이가 없음을 알 수 있으며, 아래쪽의 경우 붕사, 황, 실리콘 패드, 생리식염수가 기준물질인 공기보다 자화율 차이가 적은 것을 알 수 있다. 따라서 세 부분을 모두 고려했을 때 붕사, 황, 실리콘 패드가 기준물질인 공기보다 자화율 차이가 적어 유용한 것을 알 수 있다. 위 결과는 Bland-Atman plot으로도 알 수 있는데, 기준물질인 공기와 각각의 본 발명을 위한 물질들의 관계를 살펴보면, 세 부분 모두 흑연과 실리콘 분말의 경우 평균값이 음의 값을 가져 공기보다 자화율 차이를 크게 나타내는 것을 볼 수 있으며, 밀가루, 실리콘 패드, 생리식염수, 붕사, 황 등은 평균값이 양의 값을 가져 기준물질인 공기보다 자화율 차이를 적게 나타내는 것을 볼 수 있다. 또한 흑연과 실리콘 분말을 제외한 밀가루, 실리콘 패드, 생리식염수, 붕사, 황 등은 표준편차가 적어 자화율 차이를 극복하기 위해 물질을 적용할 경우 균일한 성능을 보임을 알 수 있다.

- [62] 인체 등가 물질 중 조직과 공기 간 자화율 차이를 줄일 수 있는 가장 효과가 큰 물질의 T1 값은 표 2과 같이 나타났다. 그 결과, 본 발명을 위한 각 물질 간 T1 값의 차이는 존재하나 통계적으로 유의하지 않아 본 발명을 위한 각 물질 간 T1 값의 차이가 있다고 할 수 없다. 따라서 본 발명을 위해 어떤 물질을 사용해도 그 물질로 인한 조직의 고유 T1 값은 변하지 않음을 알 수 있다.

- [63] 표 2

[표2]

-다양한 물질들의 T1 이완 시간

물질	T1(msec)	R1(sec ⁻¹)
흑연 분말	2689.78	0.37
실리콘 분말	2676.64	0.37
공기	2860.76	0.35
밀가루	2706.27	0.37
실리콘 패드	2722.76	0.37
생리식염수 용액	2866.62	0.35
붕사 분말	2806.48	0.36
황 분말	2806.51	0.36

- [64] 위 결과를 바탕으로 기준물질인 공기보다 자화율 차이가 적은 붕사, 황, 실리콘 패드를 대상으로 조직과 공기 간 자화율 차이를 줄일 수 있는 가장 효과가 큰 물질을 선정하기 위해, 본 발명이 지향하는 이상적인 물질의 조건을 고려하여 리커트(Likert) 5점 척도(1: 매우 부적합, 2: 부적합, 3: 보통, 4: 적합, 5: 매우 적합)로 산출하였다.

- [65] 표 3

[표3]

-이상적인 물질들의 리커트 척도 결과

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Total
흑연 분말	1	1	1	1	1	1	1	1	3	11
실리콘 분말	1	1	1	1	1	1	1	1	3	11
밀가루	4	5	5	1	1	1	1	1	4	23
실리콘 패드	5	3	5	4	5	4	4	4	3	37
생리식염수 용액	4	1	5	1	1	1	1	1	4	19
붕사 분말	5	5	1	1	1	1	1	1	3	19
황 분말	5	5	1	1	1	1	1	1	3	19

- [66] (1) MRI 스캐닝 동안에 신체와 함께 동일한 RF 펄스로 반응한다.
- [67] (2) MRI 이미지 신호에 영향이 없다.
- [68] (3) 환자에게 유해한 영향이 없다.
- [69] (4) 적용하기 쉽다(편의성)
- [70] (5) 자체 제작하기 쉽다
- [71] (6) 환자에게 불편을 주지 않는다.
- [72] (7) 재사용할 수 있다.
- [73] (8) 주변 환경에 의해 영향을 받지 않는다.
- [74] (9) 비용이 효율적이다.
- [75] 그 결과 실리콘 패드가 45점 만점 중 37점(82.22%)으로 모든 항목에서 매우 높게 나타나 본 발명을 위한 물질 중 실리콘 패드를 조직과 공기 간 자화율 차이를 줄일 수 있는 가장 효과가 큰 물질로 선정 하였다(표 3).
- [76] 도 1의 순서도에 의하여 가장 이상적인 물질로 선정된 실리콘 패드의 영상검사 적용 결과에 의하면, 실리콘 패드의 적용 전 · 후에 따른 발명대상자의 갑상선 좌엽과 우엽의 뒤틀림은 좌엽의 경우 실리콘 패드의 적용 후(b_0 : 184.58 ± 55.90 , b_{800} : 178.06 ± 56.29 , ADC: 182.64 ± 54.37)가 적용 전(b_0 : 154.49 ± 59.62 , b_{800} : 150.08 ± 59.36 , ADC: 152.31 ± 59.13)에 비해 영상의 뒤틀림이 적었고, 우엽의 경우도 좌엽과 마찬가지로 실리콘 패드의 적용 후(b_0 : 215.14 ± 61.13 , b_{800} : 212.99 ± 55.53 , ADC: 214.86 ± 58.34)가 적용 전(b_0 : 173.01 ± 60.10 , b_{800} : 167.48 ± 60.96 , ADC: 171.28 ± 63.44)에 비해 영상의 뒤틀림이 적었다(표 4).

[77] 표 4

[표4]

-이미지 왜곡과 비교하여 실리콘 패드의 적용과 함께 그리고 적용 없이 좌측과 우측 갑상선의 면적 측정(단위: mm²)

구분		전	후
좌엽	T2	212.29 ± 60.97	207.13 ± 56.70
좌엽	b_0	154.49 ± 59.62	184.58 ± 55.90
좌엽	b_{800}	150.08 ± 59.36	178.06 ± 56.29
좌엽	ADC	152.31 ± 59.13	182.64 ± 54.37
우엽	T2	248.51 ± 67.84	245.90 ± 62.56
우엽	b_0	173.01 ± 60.10	215.14 ± 61.13
우엽	b_{800}	167.48 ± 60.96	212.99 ± 55.53
우엽	ADC	171.28 ± 63.44	214.86 ± 58.34

- [78] 실리콘 패드의 적용 전 · 후에 따른 발명대상자의 갑상선 좌엽과 우엽의 오차율은 좌엽과 우엽 모두 실리콘 적용 후(10%대)가 적용 전(30%대)에 비해

오차율이 적었다(표 5).

[79] 표 5

[표5]

-실리콘 패드의 적용과 함께 그리고 적용 없이 좌측과 우측 갑상선의 차이(단위: %)

구분	전		후
좌엽	b0	28.73± 14.24	12.67± 10.32
좌엽	b800	31.01± 13.86	14.79± 10.63
좌엽	ADC	29.70± 14.56	12.21± 9.17
우엽	b0	30.84± 13.55	12.87± 9.49
우엽	b800	33.39± 13.71	13.96± 7.64
우엽	ADC	31.74± 15.32	13.78± 8.40

[80] 표 6

[표6]

-실리콘 패드의 적용과 함께 그리고 적용 없이 양쪽 좌측과 우측 갑상선의 일방향 ANOVA

구분		전			
구분		Squares의 합	평균 Square	F	sig
좌엽	그룹 간	81270.00	27090.00	7.582	.000
좌엽	그룹 내	414463.94	3572.96		
좌엽	전체	495733.94			
우엽	그룹 간	137082.37	45694.12	11.456	.000
우엽	그룹 내	462681.94	3988.64		
우엽	전체	599764.31			

[81] 표 7

[표7]

-실리콘 패드의 적용과 함께 그리고 적용 없이 양쪽 좌측과 우측 갑상선의
일방향 ANOVA

구분		전			
구분		Squares의 합	평균 Square	F	sig
좌엽	그룹 간	15151.68	5050.56	1.621	.188
좌엽	그룹 내	361481.75	3116.22		
좌엽	전체	376633.43			
우엽	그룹 간	22507.32	7502.44	2.122	.101
우엽	그룹 내	410046.65	3534.88		
우엽	전체	432553.97			

- [82] 뒤틀림 감소를 위한 실리콘 패드의 적용 전·후에 따른 갑상선 좌엽과 우엽의 일원배치 분산분석 결과 표 6 및 표 7과 같이 나타났다. 실리콘 패드를 적용하지 않았을 경우 갑상선의 좌엽과 우엽 모두 통계적으로 유의하여($p < 0.05$) 기준영상인 T2 강조영상과 적어도 면적이 일치하지 않는 하나 이상의 유의한 측정값이 포함되어 있음을 알 수 있으며, 실리콘 패드를 적용하였을 경우 좌엽과 우엽 모두 통계적으로 유의하지 않아($p > 0.05$) 기준영상인 T2 강조영상과 면적이 일치함을 알 수 있다.
- [83] 각 측정값 중 기준영상인 T2 강조영상과 일치하지 않는 영상을 알아보기 위해 Duncan의 사후분석을 실시한 결과, 실리콘 패드를 적용하지 않았을 경우 좌엽과 우엽 모두 유의수준 0.05에 대한 부 그룹이 2개의 그룹 간 차이가 존재하여 기준영상인 T2 강조영상과 확산강조영상의 면적이 차이가 있음을 알 수 있으며, 실리콘 패드를 적용하였을 경우 1개의 부 그룹만 존재하여 T2 강조영상과 확산강조영상의 면적이 차이가 없음을 알 수 있다(표 8).
- [84] 표 8

[표8]

-실리콘 패드의 적용과 함께 그리고 적용 없이 양쪽 좌측과 우측
갑상선의Post-hoc(Duncan) 비교

구분		전		후
구분		Subset for alpha = 0.05		
구분		1	2	1
좌엽	b800	150.08		178.06
좌엽	ADC	152.31		182.64
좌엽	b0	154.49		184.58
좌엽	T2		212.29	207.13
좌엽	Sig.	0.790	1.000	0.067
우엽	b800	167.48		212.99
우엽	ADC	171.28		214.86
우엽	b0	173.01		215.14
우엽	T2		248.51	245.90
우엽	Sig.	0.752	1.000	0.051

[85] 실리콘 패드의 두께 변화에 따른 발명대상자의 갑상선 좌엽과 우엽의 뒤틀림은 좌엽과 우엽 모두 실리콘 패드의 두께가 증가할수록 뒤틀림이 감소하였다(표 9 및 표 10)

[86] 표 9

[표9]

-실리콘 패드의 다양한 두께와 함께 좌측과 우측의 양쪽 갑상선의 면적 측정(단위: mm²)

구분		미적용	1cm	2cm
좌엽	T2	212.29± 60.97	211.12± 61.62	207.13± 56.70
	b0	154.49± 59.62	177.79± 61.78	184.58± 55.90
	b800	150.08± 59.36	172.86± 60.61	178.06± 56.29
	ADC	152.31± 59.13	177.79± 61.39	182.64± 54.37
우엽	T2	248.51± 67.84	248.66± 65.13	245.90± 62.56
	b0	173.01± 60.10	208.93± 66.11	215.14± 61.13
	b800	167.48± 60.96	200.50± 62.35	212.99± 55.53
	ADC	171.28± 63.44	207.94± 61.50	214.86± 58.34

[87] 표 10

[표10]

-실리콘 패드의 다양한 두께와 함께 좌측 및 우측의 양쪽 갑상선의 면적 측정(단위: mm²)

구분		3cm	4cm	5cm
좌엽	T2	208.81± 60.06	208.05± 56.49	207.59± 57.51
	b0	189.62± 60.73	191.86± 58.64	197.83± 60.29
	b800	184.14± 61.22	186.87± 59.31	190.59± 62.27
	ADC	188.49± 60.31	192.84± 56.93	198.32± 56.18
우엽	T2	248.53± 64.96	245.88± 61.58	246.12± 62.33
	b0	222.60± 69.86	229.34± 65.98	234.24± 70.77
	b800	216.36± 70.27	222.10± 66.84	226.09± 69.52
	ADC	222.76± 68.19	230.13± 63.14	236.39± 64.80

[88] 표 11

[표11]

-실리콘 패드의 두께와 함께 좌측 및 우측 갑상선의 차이(단위: %)

구분		미적용	1cm	2cm
좌엽	b0	28.73± 14.24	16.54± 11.49	12.67± 10.32
	b800	31.01± 13.86	19.06± 11.73	14.79± 10.63
	ADC	29.70± 14.56	16.62± 11.15	12.21± 9.17
우엽	b0	30.84± 13.55	16.46± 12.31	12.87± 9.49
	b800	33.39± 13.71	19.77± 12.12	13.96± 7.64
	ADC	31.74± 15.32	16.72± 11.11	13.78± 8.40

[89] 표 12

[표12]

-실리콘 패드의 두께와 함께 좌측 및 우측 갑상선의 차이(단위: %)

구분		3cm	4cm	5cm
좌엽	b0	10.05± 9.58	9.25± 9.20	9.08± 7.42
	b800	12.91± 10.14	11.45± 9.91	10.45±1 0.22
	ADC	11.07± 8.69	9.16± 8.82	7.40± 6.98
우엽	b0	11.67± 9.42	8.73± 8.55	8.48± 6.71
	b800	14.26± 10.59	11.01± 9.64	10.15± 9.33
	ADC	11.66± 9.68	8.72± 7.37	8.24± 6.17

- [90] 실리콘 패드의 두께 변화에 따른 발명대상자의 갑상선 좌엽과 우엽의 오차율은 좌엽과 우엽 모두 실리콘 패드의 두께가 증가할수록 오차율이 감소하였다(표 11 및 12).
- [91] 실리콘 패드의 두께변화에 따른 갑상선 좌엽과 우엽의 일원배치 분산분석 결과, 실리콘 패드를 적용하지 않았을 경우 갑상선의 좌엽과 우엽 모두 유의하여($p<0.05$), 기준영상인 T2 강조영상과 적어도 면적이 일치하지 않는 하나 이상의 유의한 측정값이 포함되어 있음을 알 수 있으며, 실리콘 패드를 1cm 두께로 적용하였을 경우 좌엽은 유의하지 않지만($p>0.05$) 우엽은 유의하여($p<0.05$) 적어도 면적이 다른 하나의 값이 우엽에 존재함을 알 수 있다. 실리콘 패드의 두께가 2cm 이상부터는 좌엽과 우엽 모두 통계적으로 유의하지 않아($p>0.05$) T2 강조영상과 면적이 차이가 없음을 알 수 있다. 영상의 뒤틀림의 개선을 위한 최적 두께를 알아보기 위해 Duncan의 사후분석을 실시한 결과, 실리콘 패드를 적용하지 않았을 경우와 1 cm 적용하였을 경우, 갑상선의 좌엽과 우엽 모두 유의수준 0.05에 대한 부 그룹이 2개의 그룹 간 차이가 존재하여 기준영상인 T2 강조영상과 면적이 차이가 있음을 알 수 있으며, 실리콘 패드의 두께가 2cm 이상부터는 1개의 부 그룹만 존재하여 T2 강조영상과 면적이 차이가 없음을 알 수 있다.
- [92] 다음은 본 발명의 다른 실시예에 따라 실리콘 패드를 갑상선 부분 외에 발에 적용하여 실험한 결과를 설명한 것이다.
- [93] 지방 포화는 대개 조직 대조도와 병변 특성을 개선하기 위한 임상 이미지로 사용된다. 그러나, 균일한 지방 억제 획득은 대개 임상 근골격의 이미지화, 특히 손과 발의 이미지화 동안에 만나게 되는 복잡한 자기 환경 때문에 도전받고 있다.
- [94] 해부 형상과 다수의 조직-조직 및 조직-공기 계면의 존재에 의해 유도된 자기장 이질성은 하드웨어 자기장 보정과 함께하기 위한 보상을 어렵게 한다. 이전 연구는 균일한 지방 억제를 획득하기 위해 사용된 몇 가지 방법을 보고하였다.

MRI 검사에서 지방 억제를 개선하기 위한 기구가 제안되었으며, 예를 들어 무릎 MRI 검사에서의 퍼플루오로카본 액체 패드와 비교되는 쌀 패드 뿐만 아니라, 목과 머리 이미지화 동안의 화학-선택적 지방 포화에서 사용되는 아타풀자이트(attapulgit)를 함유하는 기구가 제안되었다.

- [95] 본 발명자들이 아는 한, MRI 발 이미지화 동안에 실리콘 패드를 이용하여 수행된 연구는 없었다. 게다가, 실리콘 패드는 상업적인 퍼플루오로카본 액체 또는 퍼플루오로-화합물로 채워진 기구보다 비용적으로 더 효율적이다. 그러므로, 본 발명의 다른 실시예의 목적은 발의 3T MRI 스캔 동안에 균일한 지방 억제를 위한 실리콘 패드의 유효성을 평가하는 것에 있다.
- [96] SNR과 CNR이 10mm²의 면적으로 4개의 ROIs에서 측정되었다. ROI 1과 2는 지방 억제가 불완전한 발가락 측면 뼈와 부드러운 조직으로부터 선택되었고, 반면에 ROI 3과 4는 지방 억제가 완전한 상대적으로 기부의 뼈와 부드러운 조직으로부터 선택되었다. ROIs는 다음과 같았다: (1) 첫 번째 지골 상의 ROI; (2) 첫 번째 지골 아래의 ROI; (3) 첫 번째 중족골 상의 ROI; 및 (4) 첫 번째 중족골 지골 조인트 아래의 ROI. SNR과 CNR은 다음의 방정식을 이용하여 계산되었다: $SNR = (\text{병변 SI} / \text{배경 SD}) \times 100$, $CNR = ((\text{병변 SI} - \text{주변 조직 SI}) / \text{배경 노이즈 SD}) \times 100$. 배경 신호는 0이 되는 것으로 추정되었고, ROI 3과 4는 ROI 1과 2에 대한 주변 조직으로서 측정되었다.
- [97] 4 개의 포인트 스케일에서, 3 명의 판독자들은 그룹 A 및 B에 대하여 이미지의 전체 품질(4, 매우 우수; 3, 우수; 2, 허용가능; 1, 나쁨), 첫 번째 지골의 균질성(4, 매우 우수하게 균질함; 3, 균질함; 2, 부분적으로 불균질함; 1, 불균질함), 중족골의 균질성(4, 매우 우수하게 균질함; 3, 균질함; 2, 부분적으로 불균질함; 1, 불균질함)에 등급을 매겼다. 3명의 방사선 기사로부터의 평균 등급은 3개의 카테고리로 계산되었다.
- [98] 그룹 B로부터 획득된 이미지는 첫 번째 지골(ROI 1)과 첫 번째 지골 아래의 부드러운 조직(ROI 2)의 불균질성을 개선하였으나, ROI 3과 4는 그룹 A와 비교하였을 때 이미지의 불균질성에서 개선을 보여주지 못하였다.
- [99] 그룹 A에서, ROI 1과 2에서의 모든 SNR 및 CNR 값은 그룹 B에서 획득된 것보다 현저하게 높았고, ROI 3과 4에서는 현저한 차이가 없었다.
- [100] 그룹 B에서 지방 억제의 전체 품질의 정성 점수는 그룹 A에서 보여지는 것보다 현저하게 높았다($P < 0.001$). 그룹 B에서 첫 번째 지골의 균질성은 또한 그룹 A에서의 것보다 현저하게 높았다($P < 0.001$). 반면에, 중족골의 균질성은 2개의 그룹에서 현저하게 상이하지 않았다.
- [101] 본 발명의 다른 실시예의 결과는, 실리콘 패드가 종래의 SPIR 이미지화에 대한 우수한 지방 억제를 제공하며, 3T MRI에서 지방 억제의 균일성을 개선하기 위한 능력과 관련이 있다는 것을 제시한다. 일반적인 정의에서, 높은 SNR가 실험의 결과로서 기대된다. 그러나, 본 발명의 다른 실시예에서 SNR은 불완전한 지방 포화의 결과로서 잔여 지방 신호의 정도를 의미하였다. 그룹 B에서, 지방 억제는

실리콘 패드로 인해 더욱 강해져서, 그룹 A에서보다 더 적은 지방 신호가 관찰되었다.

- [102] 이것은 SNR이 그룹 B의 ROI 1과 2에서 상당히 감소가 되었던 이유이다. 마찬가지로, 일반적인 정의에서, 높은 CNR이 또한 기대되나, 본 발명의 다른 실시예에서 CNR은 지방 억제이 완전하고 불완전한 ROIs 사이의 불균질성의 정도를 의미하였다. ROI 1과 2는 지방 억제가 불완전한 곳에서 선택되었다. ROI 3과 4는 지방 억제가 완전한 곳에서 선택되었다. 그룹 B에서, 지방 억제는 실리콘 패드로 인해 더욱 강해져서, ROI 1 및 2 상의 그룹 A에서보다 더 적은 지방 신호가 관찰되었다. CNR을 제공하는 공식에서, 분자는 주변 조직의 신호 강도를 뺀 병변의 신호 강도이다. 병변의 신호 강도는 그룹 B에서의 보다 우수한 지방 억제의 결과로서 더 작아졌다. 결과적으로, CNR은 ROI 1과 2에서 감소되었다.
- [103] 게다가, 실리콘 패드는 다른 화학제품과 화학반응을 일으키지 않는다. 또한, 독성물질을 포함하지 않는다. 알레르기 반응도 또한 일으키지 않는다. 그러므로 인체에 유해하지 않다. 실리콘 패드 세척이나 세정을 할 수 없지만, 상기 패드는 항진균제를 포함한다. 이것은 한국화학융합시험연구원에 의해 입증된 것이다. 실리콘 패드의 항균 활성 수준(R)은 다음의 세 가지 박테리아에 대해 5 초과이었다; 대장균, 황색포도알균, 살모넬라균. 2를 초과하는 항균 활성 수준(R)은 효과적인 것으로 고려되었다.
- [104] 실리콘 패드는 고자장 MRI 스캔을 이용한 빠른 이미지화에 대한 이점이 있고 더욱 활발한 지방 억제를 제공하는 데에 유용하므로, 발의 표면 가까이에 위치되는 자화율 인공물의 감소와 함께 고품질의 MRI 스캔을 가능케 한다. 본 발명의 다른 실시예는 실리콘 패드의 적용이 발에서의 지방 억제의 균질성을 개선하기 위한 효과적인 방법이 될 수 있음을 나타내었다.
- [105] 결론적으로, 실리콘 패드의 사용은 발의 3T MRI에서 균일한 지방 억제를 제공할 수 있고 이미지를 양적 및 질적으로 상당히 개선한다.
- [106] 이상과 같이 본 발명의 실시예의 설명에서는 인체의 일부분인 갑상선과 발의 자기공명 자화율 차이 보상에 관한 것을 설명하였으나, 상기 갑상선과 발 외에도 다양한 인체의 일부분에 본 발명의 실리콘 패드로 된 보상필터를 적용할 수 있을 것이다.
- [107] 이에 따라 다음과 같이 본 발명에 따른 자기공명 자화율 차이 보상필터의 실리콘 패드를 실제 인체에 여러 부위에 적용하였을 때의 실시예를 설명한 것이다.
- [108] 도 6는 본 발명에 따른 자기공명 자화율 차이 보상필터의 실리콘 패드의 형상 예를 도시한 도면이다.
- [109] 도 6에 도시한 바와 같이, 본 발명에 따른 자기공명 자화율 차이 보상필터의 실리콘 패드(10)는 자유롭게 형상을 변형시킬 수 있으므로 목 부위와 같은 굴곡부위에 적용하는 경우, 목의 앞 부분에 밀착되어 덮일 수 있도록 U 형태의 실리콘 패드(10a)와, 이에 더해 목의 뒷부분에 밀착되어 덮일 수 있도록

일자형으로 된 실리콘 패드(10b)의 2개로 각각 별개로 구성한 것이다. 즉 상기 실리콘 패드(10)는 U 형태의 실리콘 패드(10a)와 일자형의 실리콘 패드(10b)를 각각 별개로 구성하여 목 부위의 앞뒤에 적용한 것이다. 여기서 상기 일자형의 실리콘 패드(10b)는 목 부위에 외에도 일자 형태이기 때문에 가슴 부위에도 밀착하여 적용할 수 있을 것이다. 이와 같이 상기 실리콘 패드(10b)는 목 부위와 같은 인체의 부위에 맞는 형상으로 자유롭게 변형할 수 있고, 인체의 부위에 밀착하여 덮었을 때 형상을 변형할 수 있으므로 압박하여 상기 인체의 부위와 사이 공간이 생기지 않도록 하는 것이 바람직하다.

[110] 도 7은 본 발명에 따른 자기공명 자화율 차이 보상필터의 실리콘 패드를 발 앞 부분에 적용하였을 때의 사용 예 도면이다.

[111] 도 7에 도시한 바와 같이, 본 발명에 따른 자기공명 자화율 차이 보상필터의 실리콘 패드(10)로 발 앞 부분을 감싸는 형태로 적용하여 사용하고 있다. 이와 같이 발 앞 부분을 감싸는 형태로 적용하는 경우 발 앞 부분과 실리콘 패드 사이의 공간이 생겨 자화율 차이 보상에 영향을 줄 수 있으므로, 사이 공간이 생기지 않도록 상기 실리콘 패드(10)를 감싸 조여줌으로써 발 앞 부분에 밀착될 수 있도록 하는 밴드(20)를 사용하는 것이 바람직하다.

[112] 도 8은 본 발명에 따른 자기공명 자화율 차이 보상필터의 실리콘 패드를 무릎에 적용하였을 때의 사용 예 도면이다.

[113] 도 8에 도시한 바와 같이, 본 발명에 따른 자기공명 자화율 차이 보상필터의 실리콘 패드(10)는 무릎의 뒤쪽과 같은 굴곡 부위에 적용하고자 할 때에는, 상기 무릎 뒤의 비어있는 공간에 상기 패드(10)를 채워 넣을 수 있도록 비스듬한 경사판의 형태로 구성하되, 무릎 뒤에 상기 실리콘 패드(10)를 밀착시킨 상태에서 무릎을 받쳐 지지할 수 있도록 하는 받침대(30)의 내부에 실리콘 패드(10)가 삽입되어 위치되도록 하는 것이 바람직하다.

[114] 도 8 내지 12은 본 발명에 따른 자기공명 자화율 차이 보상필터의 실리콘 패드를 손목, 팔꿈치, 발목 및 어깨에 적용하였을 때의 사용 예 도면이다.

[115] 도 8 내지 12에 도시한 바와 같이, 본 발명에 따른 실리콘 패드(10)는 자유롭게 형상을 변경시킬 수 있으므로 손목, 팔꿈치, 발목 및 어깨 등에 밀착하여 감싸는 보호대의 형태로 만들어 사용할 수 있다.

[116] 도 13 및 도 14은 본 발명에 따른 자기공명 자화율 차이 보상필터의 실리콘 패드를 목 부위에 적용하였을 때의 베개 형태 실리콘 패드와 그 사용 예 도면이다.

[117] 도 13 및 도 14에 도시한 바와 같이, 본 발명에 따른 자기공명 자화율 차이 보상필터의 실리콘 패드(10)를 목 부위의 뒤쪽에 적용하는 경우, 상기한 형태와는 다르게 목 부위를 편안하게 받칠 수 있도록 베개 형태로 구성할 수 있다. 이와 같이 베개 형태로 실리콘 패드(10)를 구성하는 경우 목의 뒤쪽과 뒷머리 부분을 편안하게 받칠 수 있도록, 상면의 받치는 부분에 돌출부(40)와 홈부(50)가 이어져 형성된 베개 형태로 구성하는 것이 바람직하다.

[118] 상기한 바와 같이 다양한 형태로 구성하여 사용하는 실리콘 패드(10)는 그 자체를 인체의 피부에 1시간 가량 접촉시켜 사용하고 있어 알레르기과 같이 불필요한 피부 트러블을 일으킬 수 있는 소지가 있으므로, 알레르기 반응이 없으면 소재의 커버를 덮어 사용하는 것이 바람직하다. 상기 커버는 세탁에 의해 수회의 재사용이 가능하도록 할 수 있고, 위생상의 필요에 의해서 1회용으로 사용할 수도 있다.

[119] 이상과 같이 본 발명에 따른 자기공명 자화율 차이 보상필터 및 이를 이용한 자화율 차이 보상방법에 대해서 예시한 도면을 참조로 하여 설명하였으나, 본 명세서에 개시된 실시예와 도면에 의해 본 발명이 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술사상의 범위 내에서 당업자에 의해 다양한 변형이 이루어질 수 있음은 물론이다.

산업상 이용가능성

[120] 본 발명의 실리콘 패드를 이용하여 공기와 맞닿은 굴곡진 부분을 보상하면 자기공명 신호의 대조도에 영향을 주지 않으면서 조직과 공기 간 자화율 차이를 줄일 수 있어, 갑상선 등의 인체의 확산강조영상 검사 시 영상의 뒤틀림이 감소한 진단적 가치가 높은 영상을 획득할 수 있는 자기공명 자화율 차이 보상필터로 유용하게 활용할 수 있다.

[121] 또 알레르기가 발생하지 않는 1회용 면 소재의 커버를 피부와 맞닿는 실리콘 패드에 적용함으로써, 검사 시 장시간 상기 실리콘 패드와 접촉해야 하는 환자의 부담을 줄여줄 수 있는 자기공명 자화율 차이 보상필터로 유용하게 활용할 수 있다.

[122] 또한 실리콘 패드의 형상을 자유롭게 변경시킬 수 있으므로 환자의 신체 각 부위에 정확하게 밀착되는 형상으로 미리 맞춤 제작하여 사용할 수 있는 자기공명 자화율 차이 보상필터로 유용하게 활용할 수 있다.

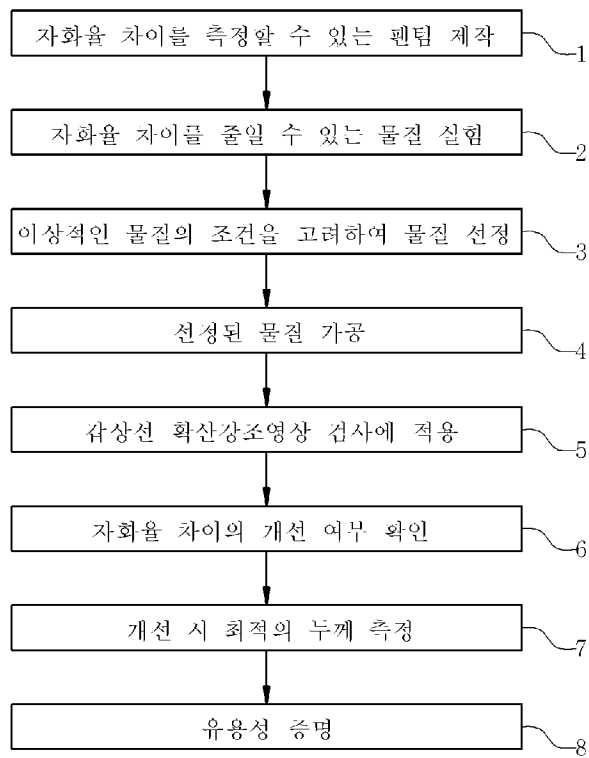
청구범위

- [청구항 1] 규소 수지성분의 실리콘 베이스로 구성된 실리콘 패드를 포함하며, 상기 실리콘 베이스를 인체 부위에 적용하되, 상기 인체 외부 공간의 적어도 일부를 채워 인체 조직과 상기 인체 외부의 자화율 차이를 보상하도록 한 것을 특징으로 하는 자기공명 자화율 차이 보상필터.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 실리콘 패드는 규소 수지성분의 실리콘 베이스에 경화방지제가 첨가되어 형상변형이 가능한 것을 특징으로 하는 자기공명 자화율 차이 보상필터.
- [청구항 3] 제1항에 있어서, 상기 실리콘 패드는 적용된 상기 인체 부위와의 사이 공간이 생기지 않도록 압박변형 또는 밀착 가능하도록 하는 것을 특징으로 하는 자기공명 자화율 차이 보상필터.
- [청구항 4] 제1항에 있어서, 상기 실리콘 패드의 표면을 덮는 커버를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 자기공명 자화율 차이 보상필터.
- [청구항 5] 제1항에 있어서, 상기 실리콘 패드는 젤(gel)의 형태로 구성함을 특징으로 하는 자기공명 자화율 차이 보상필터.
- [청구항 6] 제2항에 있어서, 상기 실리콘 베이스는 실리콘 중합체에 폴리디메틸실록산, 실리카 및 실리콘 오일이 첨가된 혼합물이고, 상기 경화방지제는 메틸 비닐 실리콘 겜과 실리콘 오일의 혼합물인 것을 특징으로 하는 자기공명 자화율 차이 보상필터.
- [청구항 7] 제1항에 있어서, 상기 실리콘 패드는 상기 인체의 곡면 부위를 덮는 U 형태 패드 또는 상기 인체의 평면 부위를 덮는 일자형태 패드로 구성되며, 상기 U 형태 패드 및 상기 일자 형태 패드는 단독으로 또는 함께 사용되는 것을 특징으로 하는 자기공명 자화율 차이 보상필터.
- [청구항 8] 제1항에 있어서, 상기 인체의 굴곡을 보상하고 인체와 실리콘 패드 사이의 비어있는 공간이 생기지 않도록 상기 인체를 덮고 있는 상기 실리콘 패드를 둘러싸 조이는 밴드를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 자기공명 자화율 차이 보상필터.
- [청구항 9] 제1항에 있어서, 상기 실리콘 패드는 상기 인체의 굴곡으로 비어있는 공간을 채워 넣는 형태로 구성하되, 상기 인체의 적용 부위를 받치면서 상기 실리콘 패드를

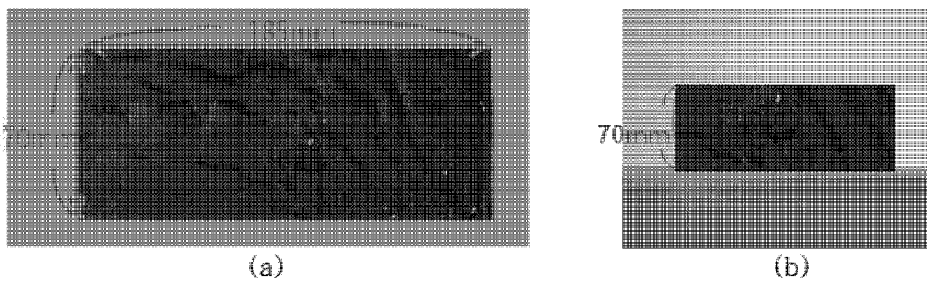
내부에 위치시키는 받침대를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 자기공명 자화율 차이 보상필터.

- [청구항 10] 제1항에 있어서,
상기 실리콘 패드는 상기 인체의 적용 부위를 감싸며 밀착하는 보호대의 형태로 구성된 것을 특징으로 하는 자기공명 자화율 차이 보상필터.
- [청구항 11] 제1항에 있어서,
상기 실리콘 패드는 목 부위를 받치면서 머리부위가 삽입되는 돌출부와 홈부가 이어져 형성되는 베개 형태로 구성된 것을 특징으로 하는 자기공명 자화율 차이 보상필터.
- [청구항 12] 인체 조직과 상기 인체 외부의 자화율 차이를 보상하기 위한 필터를 상기 인체의 적어도 일부위에 착용시키되, 상기 필터는 규소 수지성분의 실리콘 베이스로 구성된 실리콘 패드를 포함하는 단계; 및 자기장을 인가하여 자기공명영상을 획득하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 공명 자화율 차이 보상 방법.
- [청구항 13] 제12항에 있어서,
상기 실리콘 패드는 경화방지제가 첨가되어 형상변형이 가능한 것을 특징으로 하는 자기공명 자화율 차이 보상 방법.
- [청구항 14] 제12항에 있어서,
상기 실리콘 패드는 적용된 상기 인체 부위와의 사이 공간이 생기지 않도록 압박변형 또는 밀착 가능하도록 하는 것을 특징으로 하는 자기공명 자화율 차이 보상 방법.
- [청구항 15] 제12항에 있어서,
상기 실리콘 패드의 표면을 덮는 커버를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 자기공명 자화율 차이 보상 방법.

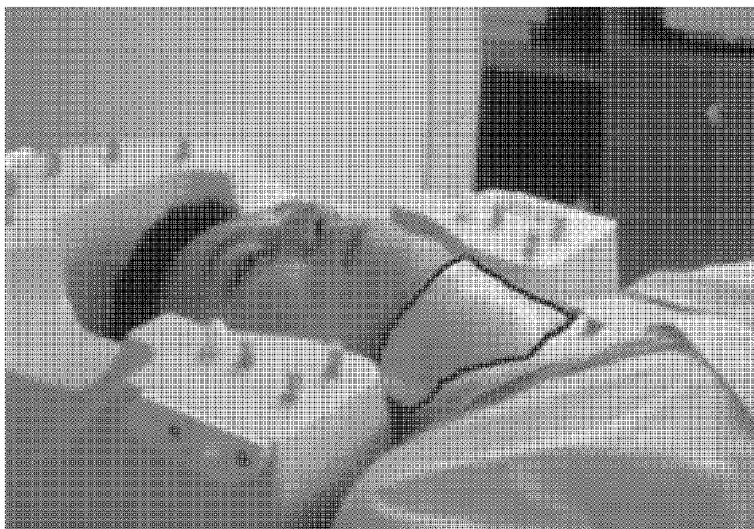
[도1]



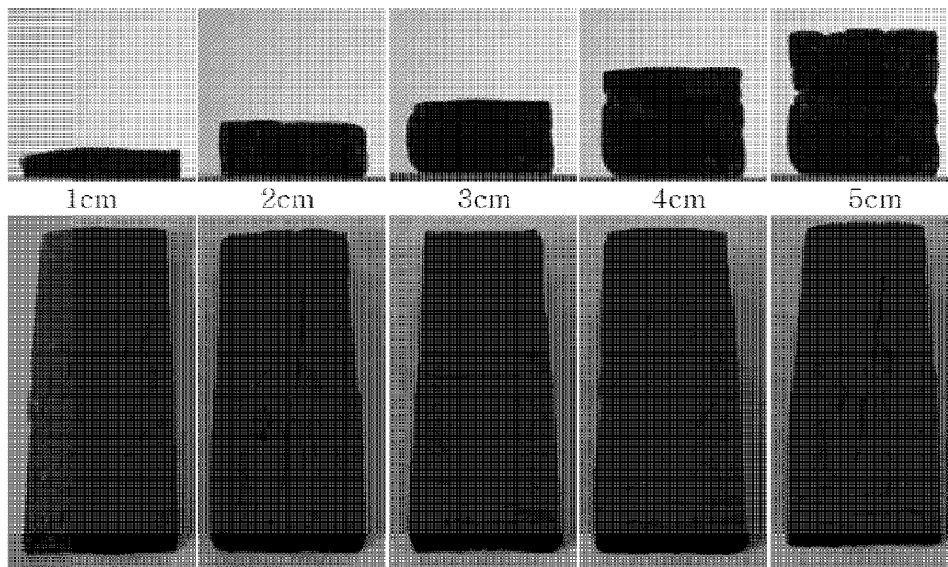
[도2]



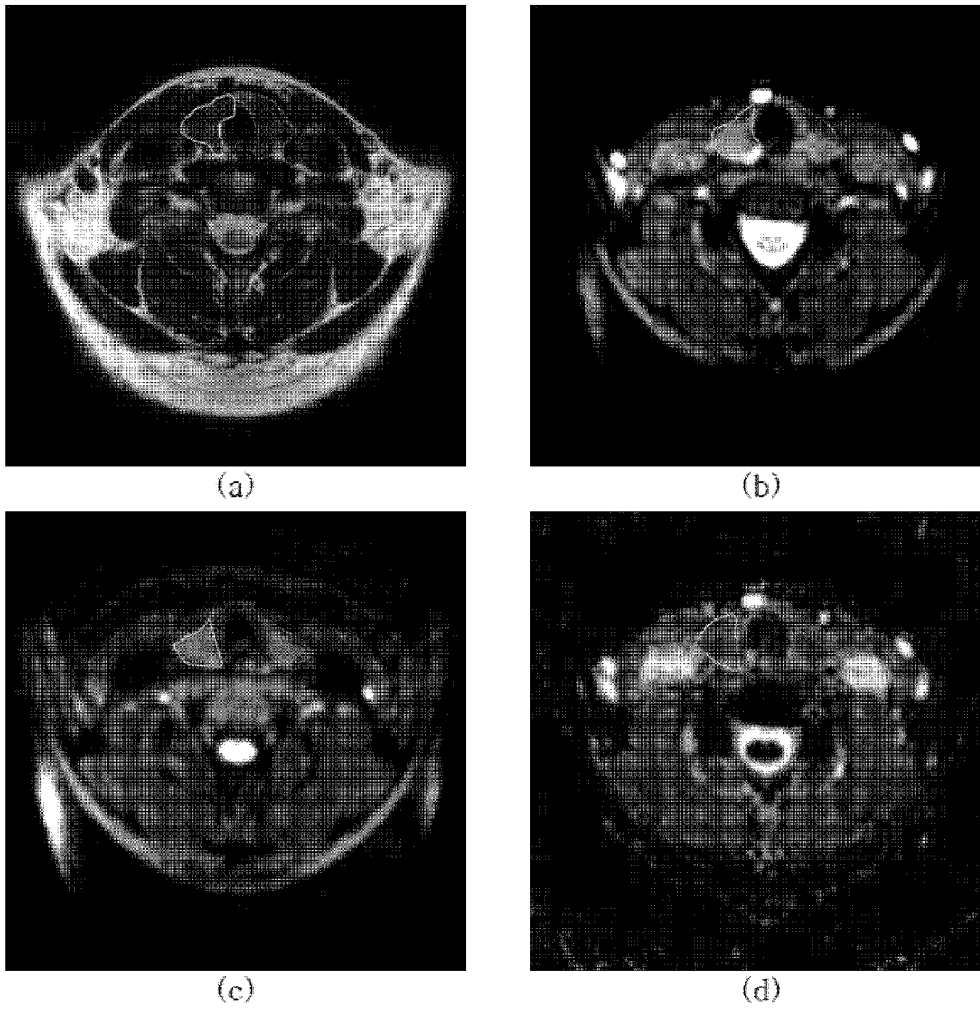
[도3]



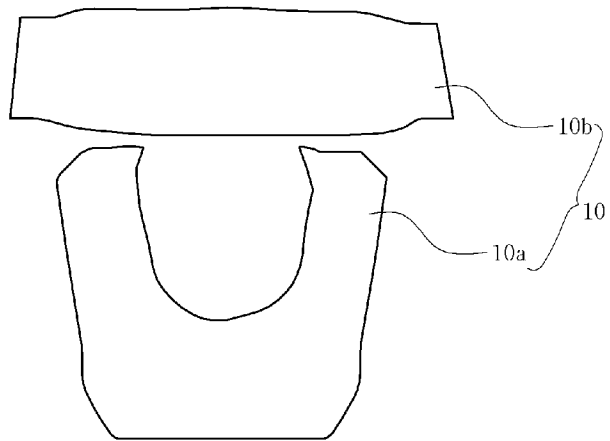
[도4]



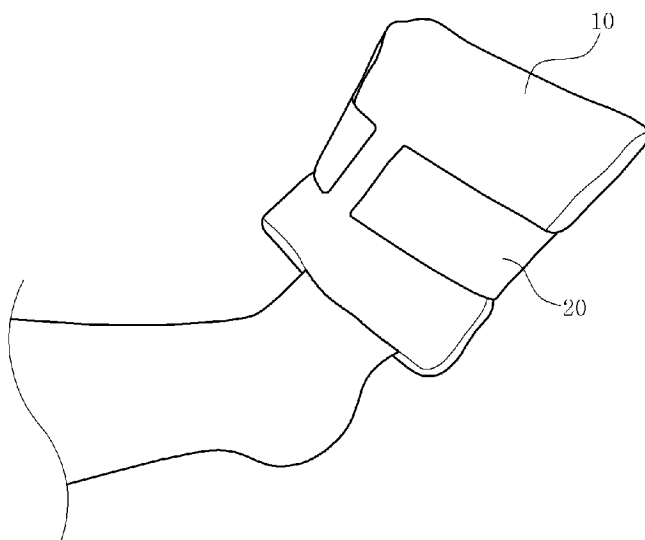
[도5]



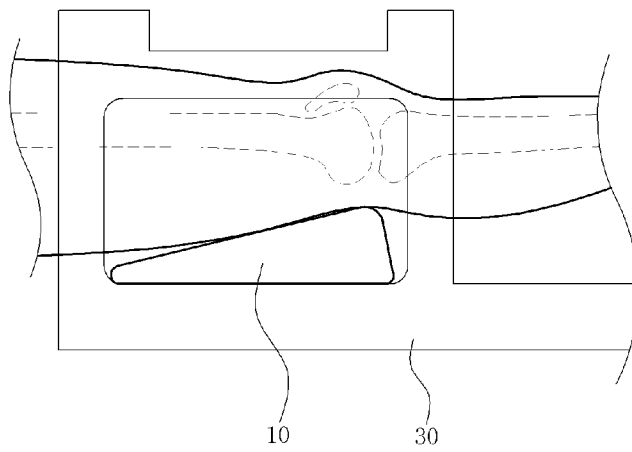
[도6]



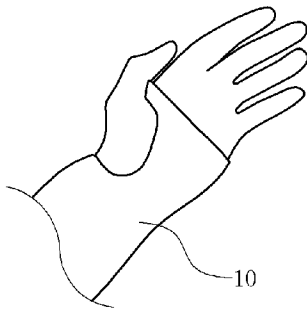
[도7]



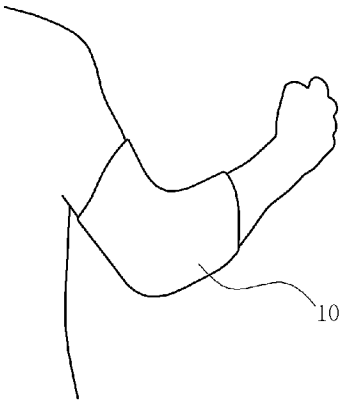
[도8]



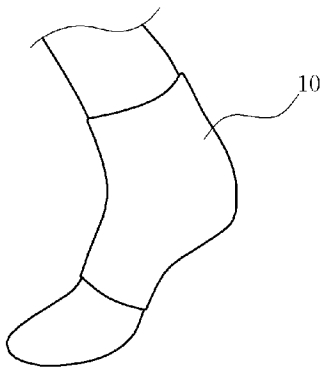
[도9]



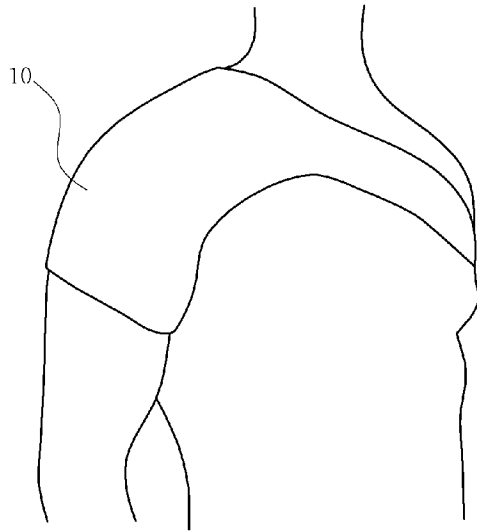
[도10]



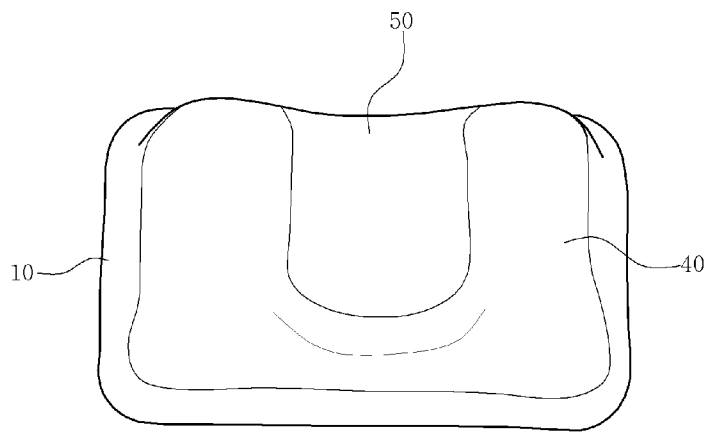
[도11]



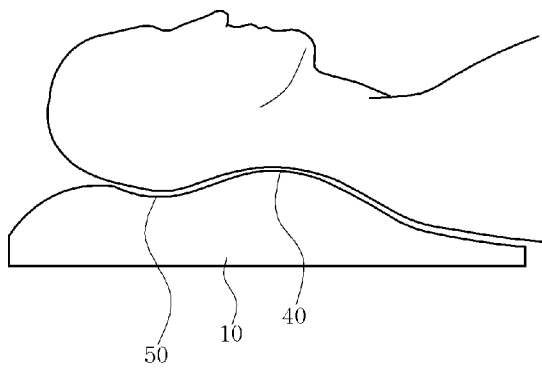
[도12]



[도13]



[도14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2015/004323**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****A61B 5/055(2006.01)i, G01R 33/58(2006.01)i**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B 5/055; G01D 18/00; A61N 1/22; G01R 33/28; G01R 33/34; A61N 2/02; G01R 33/58

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: magnetic resonance, MRI, magnetic susceptibility, silicon, silicon, pad, filter, compensation

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2009-045217 A (TOSHIBA CORP. et al.) 05 March 2009 See abstract, paragraphs [0011]-[0024], [0032]-[0035] and figures 1-10.	1-15
A	WO 2008-114195 A2 (KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.) 25 September 2008 See abstract, claims 1-7 and figure 2.	1-15
A	KR 10-2011-0035377 A (CHUNGWOO MEDICAL CO., LTD.) 06 April 2011 See abstract and claims 5, 6.	1-15
A	US 8186880 B1 (ARNOLD, Ben A.) 29 May 2012 See abstract, column 7, line 42-column 11, line 17 and figures 1-6C.	1-15
A	JP 2013-022065 A (TOSHIBA CORP. et al.) 04 February 2013 See abstract, paragraphs [0008]-[0038] and figures 2-7.	1-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 DECEMBER 2015 (10.12.2015)

Date of mailing of the international search report

10 DECEMBER 2015 (10.12.2015)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2015/004323

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 2009-045217 A	05/03/2009	NONE	
WO 2008-114195 A2		WO 2008-114195 A3	20/11/2008
KR 10-2011-0035377 A	06/04/2011	NONE	
US 8186880 B1	29/05/2012	NONE	
JP 2013-022065 A	04/02/2013	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

A61B 5/055(2006.01)i, G01R 33/58(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

A61B 5/055; G01D 18/00; A61N 1/22; G01R 33/28; G01R 33/34; A61N 2/02; G01R 33/58

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 자기공명, MRI, 자화율, 실리콘, 규소, 패드, 필터, 보상

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	JP 2009-045217 A (TOSHIBA CORP. 등) 2009.03.05 요약, 문단번호 [0011]-[0024],[0032]-[0035] 및 도면 1-10 참조.	1-15
A	WO 2008-114195 A2 (KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.) 2008.09.25 요약, 청구항 1-7 및 도면 2 참조.	1-15
A	KR 10-2011-0035377 A (주식회사 청우메디칼) 2011.04.06 요약 및 청구항 5,6 참조.	1-15
A	US 8186880 B1 (BEN A. ARNOLD) 2012.05.29 요약, 컬럼 7, 라인 42-컬럼 11, 라인 17 및 도면 1-6C 참조.	1-15
A	JP 2013-022065 A (TOSHIBA CORP. 등) 2013.02.04 요약, 문단번호 [0008]-[0038] 및 도면 2-7 참조.	1-15

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2015년 12월 10일 (10.12.2015)

국제조사보고서 발송일

2015년 12월 10일 (10.12.2015)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

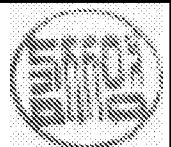
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관

김자영

전화번호 +82-42-481-8131



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2009-045217 A	2009/03/05	없음	
WO 2008-114195 A2		WO 2008-114195 A3	2008/11/20
KR 10-2011-0035377 A	2011/04/06	없음	
US 8186880 B1	2012/05/29	없음	
JP 2013-022065 A	2013/02/04	없음	