(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년10월14일
(11) 등록번호 10-1310825
(24) 등록일자 2013년09월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/055 (2006.01) *G06F 19/00* (2011.01)
(21) 출원번호 10-2012-0049780
(22) 출원일자 2012년05월10일
심사청구일자 2012년05월10일
(56) 선행기술조사문헌
JP2007510488 A
JP평성09238920 A

(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가 1
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
(72) 발명자
황진영
경기도 수원시 영통구 원천동 원천삼성아파트 3-208
박수형
서울특별시 성북구 안암동5가 고려대학교자연계캠퍼스 과학도서관 612
박재석
서울특별시 성북구 안암동5가 고려대학교 뇌공학과
(74) 대리인
리앤목특허법인

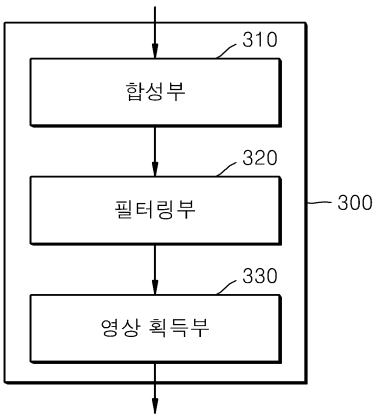
전체 청구항 수 : 총 20 항 심사관 : 나선희

(54) 발명의 명칭 **자기 공명 영상 생성 방법 및 그에 따른 자기 공명 영상 생성 장치**

(57) 요 약

복수개 코일의 코일 특성에 근거하여, 상기 복수개의 코일들 각각에서 획득한 복수개의 데이터들을 이용하여 합성 데이터를 생성하는 단계, 상기 합성 데이터를 보간하여 제1 보간 데이터를 생성하는 단계, 복수개의 주파수 대역들 별로, 상기 제1 보간 데이터를 필터링하여 복수개의 필터링 데이터들을 생성하는 단계, 및 상기 필터링 데이터들을 이용하여 상기 자기 공명 영상을 획득하는 단계를 포함하며, 엘리어싱 결함 및 노이즈를 감소시킬 수 있는 자기 공명 영상 생성 방법을 개시한다.

대 표 도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

복수개 코일을 포함하는 멀티 코일을 이용하여 자기 공명 영상을 생성하기 위한 방법에 있어서,

상기 복수개 코일의 코일 특성에 근거하여, 상기 복수개의 코일들 각각에서 획득한 복수개의 데이터들을 이용하여 합성 데이터를 생성하는 단계;

상기 합성 데이터를 보간하여 제1 보간 데이터를 생성하는 단계;

복수개의 주파수 대역들 별로, 상기 제1 보간 데이터를 필터링하여 복수개의 필터링 데이터들을 생성하는 단계; 및

상기 필터링 데이터들을 이용하여 상기 자기 공명 영상을 획득하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 공명 영상 생성 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 합성 데이터를 생성하는 단계는

상기 코일 특성에 근거하여, 상기 복수개의 코일에 대응되는 합성 코일을 생성하는 단계; 및

상기 복수개의 데이터들을 이용하여, 상기 합성 코일에 대응되는 상기 합성 데이터를 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 공명 영상 생성 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 합성 코일을 생성하는 단계는

상기 복수개의 코일의 코일 민감도 및 상기 복수개의 코일의 잡음 정보 중 적어도 하나를 획득하는 단계; 및

상기 코일 민감도 및 상기 잡음 정보 중 적어도 하나에 근거하여, 상기 복수개의 코일에 대응되는 상기 합성 코일을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 공명 영상 생성 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 필터링 데이터를 생성하는 단계는

상기 복수개의 주파수 대역들 중 적어도 하나의 주파수 대역에서, 상기 제1 보간 데이터를 차등적으로 필터링하여 상기 필터링 데이터들을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 공명 영상 생성 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 복수개의 주파수 대역은 저 주파수 대역 및 고 주파수 대역을 포함하며,

상기 필터링 데이터를 생성하는 단계는

상기 제1 보간 데이터를 로우 패스 필터링하여 상기 저 주파수 대역에 대응되는 상기 필터링 데이터를 생성하는 단계; 및

복수의 필터링 특성을 차등적으로 적용하여, 상기 제1 보간 데이터를 하이 패스 필터링하여 상기 고 주파수 대역에 대응되는 상기 필터링 데이터들을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 공명 영상 생성 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 자기 공명 영상을 획득하는 단계는

상기 복수개의 주파수 대역들 중 적어도 하나에 대응되는 적어도 하나의 상기 필터링 데이터를 보간하여 적어도

하나의 제2 보간 데이터를 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 공명 영상 생성 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 자기 공명 영상을 획득하는 단계는

상기 복수개의 필터링 데이터들 중 적어도 하나 및 상기 적어도 하나의 제2 보간 데이터를 가중 조합(weighted combination)하여, 상기 자기 공명 영상을 획득하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 공명 영상 생성 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 합성 데이터를 생성하는 단계는

상기 코일 특성에 근거해 상기 복수개의 코일의 신호대 잡음비를 조절하여 상기 합성 코일을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 공명 영상 생성 방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 코일 특성은

코일의 노이즈 맵 또는 잡음 분산 정보 중 적어도 하나 및 코일 민감도 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 공명 영상 생성 방법.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 제1 보간 데이터를 생성하는 단계는

상기 합성 데이터를 회선 보간(convolution interpolation)하여 상기 제1 보간 데이터를 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 공명 영상 생성 방법.

청구항 11

복수개 코일을 포함하는 멀티 코일을 이용하여 자기 공명 영상을 생성하기 위한 장치에 있어서,

상기 복수개 코일의 코일 특성에 근거하여, 상기 복수개의 코일들 각각에서 획득한 복수개의 데이터들 이용하여 합성 데이터를 생성하는 합성부;

상기 합성 데이터를 보간하여 제1 보간 데이터를 생성하고, 복수개의 주파수 대역들 별로 상기 제1 보간 데이터를 필터링하여 복수개의 필터링 데이터들을 생성하는 필터링 부; 및

상기 필터링 데이터들을 이용하여 상기 자기 공명 영상을 획득하는 영상 획득부를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 공명 영상 생성 장치.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 합성부는

상기 코일 특성에 근거하여 상기 복수개의 코일에 대응되는 합성 코일을 생성하는 코일 합성부; 및

상기 복수개의 데이터들을 이용하여 상기 합성 코일에 대응되는 상기 합성 데이터를 생성하는 합성 데이터 생성부를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 공명 영상 생성 장치.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 합성부는

상기 복수개의 코일의 코일 민감도 및 상기 복수개의 코일의 잡음 정보 중 적어도 하나를 획득하는 코일 특성 획득부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 공명 영상 생성 장치.

청구항 14

제12항에 있어서, 상기 코일 합성부는

상기 코일 특성에 근거해 상기 복수개의 코일의 신호대 잡음비를 조절하여 상기 합성 코일을 생성하는 것을 특징으로 하는 자기 공명 영상 생성 장치.

청구항 15

제11항에 있어서, 상기 필터링 부는

상기 합성 데이터를 보간하여 제1 보간 데이터를 생성하는 제1 보간부; 및

복수개의 주파수 대역들 별로 상기 제1 보간 데이터를 필터링하여 상기 복수개의 필터링 데이터들을 생성하는 필터 부를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 공명 영상 생성 장치.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 필터 부는

상기 복수개의 주파수 대역들 중 적어도 하나의 주파수 대역에서, 상기 제1 보간 데이터를 차등적으로 필터링하여 상기 필터링 데이터들을 생성하는 것을 특징으로 하는 자기 공명 영상 생성 장치.

청구항 17

제11항에 있어서, 상기 영상 획득부는

상기 복수개의 주파수 대역들 중 적어도 하나에 대응되는 적어도 하나의 상기 필터링 데이터를 보간하여 적어도 하나의 제2 보간 데이터를 생성하는 제2 보간부를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 공명 영상 생성 장치.

청구항 18

제11항에 있어서, 상기 필터링 부는

상기 제1 보간 데이터를 로우 패스 필터링하여 저 주파수 대역에 대응되는 상기 필터링 데이터를 생성하는 로우 패스 필터; 및

복수의 필터링 특성을 차등적으로 적용하여, 상기 제1 보간 데이터를 하이 패스 필터링하여 상기 고 주파수 대역에 대응되는 상기 필터링 데이터들을 생성하는 하이 패스 필터를 복수개 포함하는 하이 패스 필터부를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 공명 영상 생성 장치.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 영상 획득부는

상기 하이 패스 필터부에서 출력되는 복수개의 상기 필터링 데이터들을 보간하여 복수개의 제2 보간 데이터들을 생성하는 제2 보간부; 및

상기 로우 패스 필터에서 출력되는 상기 필터링 데이터 및 상기 복수개의 제2 보간 데이터들을 가중 조합(weighted combination)하여, 상기 자기 공명 영상을 획득하는 자기 공명 영상 획득부를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 공명 영상 생성 장치.

청구항 20

복수개의 코일을 포함하는 멀티 코일을 이용하여 자기 공명 영상을 생성하기 위한 방법에 있어서,

상기 복수개 코일의 코일 특성에 근거하여, 상기 복수개의 코일들 각각에서 획득한 복수개의 데이터들 합성하여 합성 데이터를 생성하는 단계;

상기 합성 데이터를 보간하여 제1 보간 데이터를 생성하는 단계; 및

상기 제1 보간 데이터에 대응되는 적어도 하나의 소정 데이터를 보간하여 적어도 하나의 제2 보간 데이터를 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 공명 영상 생성 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본원 발명은 자기 공명 영상 생성 방법 및 그에 따른 자기 공명 영상 생성 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 자기 공명 영상(MRI: magnetic resonance imaging) 촬영 장치는 자기장을 이용해 피사체를 촬영하는 장치로, 뼈는 물론 디스크, 관절, 신경 인대 등을 원하는 각도에서 입체적으로 보여주기 때문에 정확한 질병 진단을 위해서 널리 이용된다.

[0003] 자기 공명 영상 장치는 자기 공명(MR: magnetic resonance) 신호를 획득하고, 획득된 신호를 영상으로 재구성하여 출력한다. 자기 공명 영상 장치는 RF 코일들, 영구자석 및 그래디언트 코일 등을 이용하여 자기 공명 신호를 획득한다. 자기 공명 신호가 획득될 때, RF 코일들의 접합 부위 등에서 미측정 신호가 발생할 수 있으며, 이러한 미측정 신호로 인하여 최종 자기 공명 영상을 재구성할 경우 결함과 노이즈가 발생할 수 있다. 또한, RF 코일들에서 획득된 K 공간 데이터가 자기 공명 영상으로 복원되는 과정에서, K 공간 데이터에 존재하던 노이즈가 증폭되어 나타날 수 있다.

[0004] 그에 따라서, 전술한 결함과 노이즈가 제거된 자기 공명 영상을 최종적으로 출력하기 위해서, 획득된 자기 공명 신호를 캘리브레이션(calibration) 등의 영상 처리를 수행하여 보정하여야한다.

[0005] 획득된 자기 공명 신호를 처리하는 자기 공명 영상 방법으로는 이미지에 기반한 센스(SENSE:Sensitivity Encoding) 기법, 및 K 공간(K-space)에 기반한 그라파(GRAPPA, Generalized Auto-calibrating Partially Parallel Acquisition) 기법 등이 있다.

[0006] 센스(SENSE)와 같은 이미지 기반의 영상 방법은 이미지 공간에서 셀프 캘리브레이션(self calibration)을 통해 개별 코일에 대응되는 이미지를 분리하여 코일 민감도(coil sensitivity) 정보를 연산한다. 여기서 개별 코일 이미지는 나이퀴스트 샘플링된 K 공간의 중앙부 데이터를 역 푸리에 변환(Inverse Fourier transform)을 수행함으로써 얻어진다. 그리고, 코일 민감도 정보를 이용하여 자기 공명 영상을 재구성함에 있어서, 코일 민감도의 역행렬은 픽셀별로 수행되기 때문에 이미지에 기반한 셀프 캘리브레이션은 매우 정확한 코일 민감도 정보를 필요로 하게 된다.

[0007] 따라서, K 공간 데이터의 중앙부에서 많은 수의 캘리브레이션 신호가 필요하고 이미지를 구성하는 데 걸리는 시간이 길어질 수밖에 없다. 또한, 이미지되는 피사체보다 시야각(FOV: Field Of View)이 더 작은 경우에는 이미지에 기반한 셀프 캘리브레이션은 이미지 재구성 시 잔존 엘리어싱 결함(residual aliasing artifacts)이 많이 나타내기도 한다.

[0008] 또한, 그라파(GRAPPA)와 같은 K 공간 기반의 영상 방법은 셀프 캘리브레이션을 통해 캘리브레이션 신호와 인접하는 측정된 소스 신호 사이의 공간 상호작용 값(spatial correlations 또는 convolution kernels)을 계산한다. 그라파 기법은 센스와 달리 높은 코일 민감도 정보를 필요로 하지 않고 시야각을 재구성함에 있어서도 제한이 없다. 그러나, 영상 신호의 데이터가 노이즈에 의해 훼손되거나 공간 상호작용 값이 변화하는 경우에는 재구성된 이미지에 잔존 엘리어싱 결함 및 증폭된 노이즈들이 발생하는 문제가 있다.

[0009] 따라서, 자기 공명 영상을 획득하는데 있어서, 영상 신호의 데이터가 노이즈에 의해 훼손되는 경우, 엘리어싱 결함 및 노이즈를 감소시킬 수 있는 자기 공명 영상 생성 방법 및 그에 따른 자기 공명 영상 생성 장치를 제공할 필요가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본원 발명은 엘리어싱 결함 및 노이즈를 감소시킬 수 있는 자기 공명 영상 생성 방법 및 그에 따른 자기 공명 영상 생성 장치의 제공을 목적으로 한다.

[0011] 구체적으로, 본원 발명은 복원 및 획득되는 자기 공명 영상의 정확도는 유지하면서, 잔존 엘리어싱 결함 및 노이즈를 감소시킬 수 있는 자기 공명 영상 생성 방법 및 그에 따른 자기 공명 영상 생성 장치의 제공을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 공명 영상 생성 방법은 복수개 코일을 포함하는 멀티 코일을 이용하여 자기 공명 영상을 생성하기 위한 방법에 있어서, 상기 복수개 코일의 코일 특성에 근거하여, 상기 복수개의 코일들 각각에서 획득한 복수개의 데이터들을 이용하여 합성 데이터를 생성하는 단계, 상기 합성 데이터를 보간하여 제1 보간 데이터를 생성하는 단계, 복수개의 주파수 대역들 별로, 상기 제1 보간 데이터를 필터링하여 복수개의 필터링 데이터들을 생성하는 단계, 및 상기 필터링 데이터들을 이용하여 상기 자기 공명 영상을 획득하는 단계를 포함한다.

[0013] 또한, 상기 합성 데이터를 생성하는 단계는 상기 코일 특성에 근거하여, 상기 복수개의 코일에 대응되는 합성 코일을 생성하는 단계, 및 상기 복수개의 데이터들을 이용하여, 상기 합성 코일에 대응되는 상기 합성 데이터를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 합성 코일을 생성하는 단계는 상기 복수개의 코일의 코일 민감도 및 상기 복수개의 코일의 잡음 정보 중 적어도 하나를 획득하는 단계, 및 상기 코일 민감도 및 상기 잡음 정보 중 적어도 하나에 근거하여, 상기 복수개의 코일에 대응되는 상기 합성 코일을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 필터링 데이터를 생성하는 단계는 상기 복수개의 주파수 대역들 중 적어도 하나의 주파수 대역에서, 상기 제1 보간 데이터를 차등적으로 필터링하여 상기 필터링 데이터들을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 복수개의 주파수 대역은 저 주파수 대역 및 고 주파수 대역을 포함할 수 있다. 그리고, 상기 필터링 데이터를 생성하는 단계는 상기 제1 보간 데이터를 로우 패스 필터링하여 상기 저 주파수 대역에 대응되는 상기 필터링 데이터를 생성하는 단계, 및 복수의 필터링 특성을 차등적으로 적용하여, 상기 제1 보간 데이터를 하이 패스 필터링하여 상기 고 주파수 대역에 대응되는 상기 필터링 데이터들을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0017] 또한, 상기 자기 공명 영상을 획득하는 단계는 상기 복수개의 주파수 대역들 중 적어도 하나에 대응되는 적어도 하나의 상기 필터링 데이터를 보간하여 적어도 하나의 제2 보간 데이터를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0018] 또한, 상기 자기 공명 영상을 획득하는 단계는 상기 복수개의 필터링 데이터들 중 적어도 하나 및 상기 적어도 하나의 제2 보간 데이터를 가중 조합(weighted combination)하여, 상기 자기 공명 영상을 획득하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0019] 또한, 상기 합성 데이터를 생성하는 단계는 상기 코일 특성에 근거해 상기 복수개의 코일의 신호대 잡음비를 조절하여 상기 합성 코일을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0020] 또한, 상기 코일 특성은 코일의 노이즈 맵 또는 잡음 분산 정보 중 적어도 하나 및 코일 민감도 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0021] 또한, 상기 제1 보간 데이터를 생성하는 단계는 상기 합성 데이터를 회선 보간(convolution interpolation)하여 상기 제1 보간 데이터를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0022] 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 공명 영상 생성 장치는 복수개 코일을 포함하는 멀티 코일을 이용하여 자기 공명 영상을 생성하기 위한 장치에 있어서, 상기 복수개 코일의 코일 특성에 근거하여, 상기 복수개의 코일들 각각에서 획득한 복수개의 데이터들 이용하여 합성 데이터를 생성하는 합성부, 상기 합성 데이터를 보간하여 제1 보간 데이터를 생성하고, 복수개의 주파수 대역들 별로 상기 제1 보간 데이터를 필터링하여 복수개의 필터링 데이터들을 생성하는 필터링 부, 및 상기 필터링 데이터들을 이용하여 상기 자기 공명 영상을 획득하는 영상 획득부를 포함한다.

[0023] 또한, 상기 합성부는 상기 코일 특성에 근거하여 상기 복수개의 코일에 대응되는 합성 코일을 생성하는 코일 합성부, 및 상기 복수개의 데이터들을 이용하여 상기 합성 코일에 대응되는 상기 합성 데이터를 생성하는 합성 데이터 생성부를 포함할 수 있다.

[0024] 또한, 상기 합성부는 상기 복수개의 코일의 코일 민감도 및 상기 복수개의 코일의 잡음 정보 중 적어도 하나를 획득하는 코일 특성 획득부를 더 포함할 수 있다.

[0025] 또한, 상기 코일 합성부는 상기 코일 특성에 근거해 상기 복수개의 코일의 신호대 잡음비를 조절하여 상기 합성 코일을 생성할 수 있다.

[0026] 또한, 상기 필터링 부는 상기 합성 데이터를 보간하여 제1 보간 데이터를 생성하는 제1 보간부, 및 복수개의 주

파수 대역들 별로 상기 제1 보간 데이터를 필터링하여 상기 복수개의 필터링 데이터들을 생성하는 필터 부를 포함할 수 있다.

[0027] 또한, 상기 필터 부는 상기 복수개의 주파수 대역들 중 적어도 하나의 주파수 대역에서, 상기 제1 보간 데이터를 차등적으로 필터링하여 상기 필터링 데이터들을 생성할 수 있다.

[0028] 또한, 상기 영상 획득부는 상기 복수개의 주파수 대역들 중 적어도 하나에 대응되는 적어도 하나의 상기 필터링 데이터를 보간하여 적어도 하나의 제2 보간 데이터를 생성하는 제2 보간부를 포함할 수 있다.

[0029] 또한, 상기 필터링 부는 상기 제1 보간 데이터를 로우 패스 필터링하여 상기 저 주파수 대역에 대응되는 상기 필터링 데이터를 생성하는 로우 패스 필터, 및 복수의 필터링 특성을 차등적으로 적용하여, 상기 제1 보간 데이터를 하이 패스 필터링하여 상기 고 주파수 대역에 대응되는 상기 필터링 데이터들을 생성하는 하이 패스 필터를 복수개 포함하는 하이 패스 필터부를 포함할 수 있다.

[0030] 또한, 상기 영상 획득부는 상기 하이 패스 필터부에서 출력되는 복수개의 상기 필터링 데이터들을 보간하여 복수개의 제2 보간 데이터들을 생성하는 제2 보간부, 및 상기 로우 패스 필터에서 출력되는 상기 필터링 데이터 및 상기 복수개의 제2 보간 데이터들을 가중 조합(weighted combination)하여, 상기 자기 공명 영상을 획득하는 자기 공명 영상 획득부를 포함할 수 있다.

[0031] 본 발명의 다른 실시예에 따른 자기 공명 영상 생성 방법은 복수개의 코일을 포함하는 멀티 코일을 이용하여 자기 공명 영상을 생성하기 위한 방법에 있어서, 상기 복수개 코일의 코일 특성에 근거하여, 상기 복수개의 코일들 각각에서 획득한 복수개의 데이터들 합성하여 합성 데이터를 생성하는 단계, 상기 합성 데이터를 보간하여 제1 보간 데이터를 생성하는 단계, 및 상기 제1 보간 데이터에 대응되는 적어도 하나의 소정 데이터를 보간하여 적어도 하나의 제2 보간 데이터를 생성하는 단계를 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0032] 도 1은 본 발명의 일 또는 다른 실시예에 따른 자기 공명 영상 생성 장치를 포함하는 자기 공명 영상 시스템을 나타내는 도면이다.

도 2는 도 1의 영상 촬영부를 상세히 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 공명 영상 생성 장치를 나타내는 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 공명 영상 생성 방법을 나타내는 도면이다.

도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 자기 공명 영상 생성 장치를 나타내는 도면이다.

도 6은 도 5의 필터 부(535)의 필터링 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 자기 공명 영상 생성 방법을 나타내는 도면이다.

도 8은 그라파 기법에 따라 획득된 자기 공명 영상을 나타내는 도면이다.

도 9는 본 발명의 일 또는 다른 실시예에 따른 자기 공명 영상 생성 방법 및 그에 따른 자기 공명 영상 생성 장치를 통하여 획득된 자기 공명 영상을 나타내는 도면이다.

도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 자기 공명 영상 생성 방법을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 일 또는 다른 실시예에 따른 자기 공명 영상 생성 방법 및 그에 따른 자기 공명 영상 생성 장치를 상세히 설명한다.

[0034] 도 1을 참조하면, 자기 공명 영상 시스템(100)은 영상 촬영부(110) 및 발명의 일 또는 다른 실시예에 따른 자기 공명 영상 생성 장치(120)를 포함한다.

[0035] 영상 촬영부(110)는 그래디언트 코일(미도시) 및 고주파 코일(RF coil: Radio Frequency coil)을 복수개 포함하는 멀티 코일(미도시)을 포함하며, 그래디언트 코일을 구동하여 조절되는 K 공간(K-space)에 맞춰, 멀티 코일들을 이용하여 촬영 객체를 촬영(capture)한 데이터들을 생성한다. 영상 촬영부(110)는 이하에서 도 2를 참조하여 상세히 설명한다. 영상 촬영부(110)에서 생성된 데이터는 K 공간 데이터가 될 수 있다. 여기서, K 공간 데이

터는 영상을 만들 수 있는 러 데이터(raw data)의 집합을 의미한다.

[0036] 자기 공명 영상 생성 장치(120)는 영상 촬영부(110)에서 전송되는 복수개의 데이터들을 수신한다. 여기서, 수신되는 복수개의 데이터들은 영상 촬영부(110)의 멀티 코일에 포함되는 복수개의 코일 각각에서 획득된 K 공간의 영상 정보들을 포함하는 이미지들이 될 수 있다.

[0037] 자기 공명 영상 생성 장치(120)는 수신된 복수개의 데이터들을 소정 영상 기법(imaging method)에 따라 영상 처리하여 자기 공명 영상을 생성한다. 여기서, 영상 기법은 미측정된 신호를 복원하고 잔존 엘리어싱 결함(residual aliasing artifacts) 및 노이즈를 제거하는 동작을 포함할 수 있다. 자기 공명 영상 생성 장치(120)의 영상 처리 동작은 이하에서 도 3을 참조하여 상세히 설명한다.

[0038] 도 2는 도 1의 영상 촬영부를 상세히 나타내는 도면이다. 도 2에 도시된 영상 촬영부(200)는 도 1의 영상 촬영부(110)에 대응된다. 따라서, 도 1에서와 중복되는 설명은 생략한다.

[0039] 도 2를 참조하면, 영상 촬영부(200)는 MRI 보어(MRI bore)(210) 및 제어부(230)를 포함한다.

[0040] MRI 보어(210)는 주 자석(main magnet), 2차 자기장(secondary magnetic field) 장치 및 환자 침대(patient bed)를 포함한다.

[0041] 주 자석(212)은 주 자장을 형성하는 자석으로 영구자석(permanent magnet), 또는 초전도 전자석(superconducting electromagnets) 등을 포함할 수 있으며, 원통형의 보어 자석(bore magnet) 형태를 가질 수 있다.

[0042] 2차 자기장 장치는 부 자장을 형성하기 위한 장치로, 그래디언트 코일(gradient coil)(214), 고주파 멀티 코일(216, 217, 218) 등을 포함할 수 있다.

[0043] 그래디언트 코일(214)은 x, y, z 방향으로의 경사 자장을 형성하며, 촬영 객체에서 촬영하고자 하는 단면인 FoV(Field of View)를 설정하는데 이용된다.

[0044] 고주파 멀티 코일(216, 217, 218)은 복수개의 코일(216, 217, 218)을 포함하며, 공명 현상을 유도해내는데 필요한 전자파(radio wave)를 전이시키기 위해 구동된다. 복수개의 코일(216, 217, 218)이 구동되어 발생하는 고주파 신호(RF signal)를 수신하여 K 공간 이미지를 생성한다.

[0045] 제어부(230)는 MRI 보어(210)에 포함되는 자석들을 구동시킨다. 그리고, 고주파 신호를 MRI 보어(210)로 출력하고, 출력된 고주파 신호에 대응하여 생성되는 고주파 신호를 수신한다. 그리고, 수신된 고주파 신호에 근거하여, 복수개의 코일(216, 217, 218)에 대응되는 복수개의 데이터들을 생성한다.

[0046] 구체적으로, 제어부(230)는 전송부(232) 및 수신부(234)를 포함할 수 있다. 전송부(232)는 고주파(RF) 신호를 생성하여 MRI 보어(210)로 출력한다. MRI 보어(210)는 고주파 전송부(232)에서 생성된 고주파 신호에 따라서 자기 공명(MR: Magnetic Resonance) 신호를 생성한다.

[0047] 수신부(234)는 MRI 보어(210)에서 생성되는 자기 공명 신호를 고주파 신호로써 수신한다. 그리고, 수신된 고주파 신호에 근거하여 러 데이터들을 생성한다. 여기서, 러 데이터는 전술한 K 공간의 데이터가 되며, 고주파 멀티 코일(216, 217, 218)이 n 개의 코일들을 포함할 경우, 수신부(234)는 n 개의 코일들에 대응하는 n 개의 데이터를 생성할 수 있다.

[0048] 수신부(234)에서 생성된 n 개의 데이터들은 자기 공명 영상 생성 장치(도 1의 120)로 전송되며, 최종적인 자기 공명 영상을 생성하는데 이용된다.

[0049] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 공명 영상 생성 장치를 나타내는 도면이다. 도 3의 자기 공명 영상 생성 장치(300)는 도 1의 자기 공명 영상 생성 장치(120)에 대응되므로, 도 1에서와 중복되는 설명은 생략한다.

[0050] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 공명 영상 생성 장치(300)는 합성부(310), 필터링 부(320) 및 영상 획득부(330)를 포함한다. 자기 공명 영상 생성 장치(300)는 복수개의 코일을 포함하는 멀티 코일에서 획득된 복수개의 데이터들을 수신하고, 수신된 복수개의 데이터를 이용하여 자기 공명 영상을 생성한다. 여기서, 자기 공명 영상 생성 장치(300)가 수신하는 복수개의 데이터는 전술한 K 공간에서 생성된 러 데이터가 될 수 있다.

[0051] 합성부(310)는 복수개 코일의 코일 특성에 근거하여, 복수개의 코일들 각각에서 획득한 복수개의 데이터들을 이용하여 합성 데이터를 생성한다. 여기서, 복수개 코일은 도 2에 도시된 멀티 코일에 포함되는 코일들(216, 217,

218)을 나타낸다.

[0052] 구체적으로, 코일 특성은, 코일에 의해 생성되는 K 공간 데이터의 품질 등에 영향을 주는 값이다. 예를 들어, 코일 특성은 코일의 민감도(coil sensitivity), 코일의 잡음 분산도 또는 코일의 노이즈 맵(noise map) 등을 포함할 수 있다. 또한, 복수개의 코일들 각각에서 획득한 복수개의 데이터들은 복수개의 코일들에서 각각 촬영된 K 공간 데이터들이 된다. 이하에서는, 멀티 코일이 n 개의 코일을 포함하는 경우 및 복수개의 데이터들이 n 개의 데이터들인 경우를 예를 들어 설명한다.

[0053] 예를 들어, 합성부(310)는 복수개의 코일들 각각에서 획득한 복수개의 데이터들을 조합(composite)하고, 복수개 코일의 코일 특성에 근거하여 조합한 데이터를 보정하여 합성 데이터를 생성할 수 있다. 즉, 부분 이미지에 대응되는 n 개의 데이터들을 조합 및 보정하여 전체 이미지에 대응되는 합성 데이터를 생성할 수 있다.

[0054] 또 다른 예로, 합성부(310)는 복수개 코일의 코일 특성에 근거하여, 복수개 코일에 대응되며 신호대 잡음비가 증가된 하나의 합성 코일을 가상으로 생성하고, 상기 합성 코일이 촬영(capture)한 합성 데이터를 생성할 수 있다.

[0055] 필터링 부(320)는 합성 데이터를 보간(interpolation)하여 제1 보간 데이터를 생성하고, 복수개의 주파수 대역들 별로 제1 보간 데이터를 필터링하여 복수개의 필터링 데이터들을 생성한다. 여기서, 필터링 부(320)는 합성 데이터를 회선 보간(convolution interpolation)하여 제1 보간 데이터를 생성할 수 있다.

[0056] 영상 획득부(330)는 필터링 부(320)에서 생성된 필터링 데이터들을 이용하여 자기 공명 영상을 획득한다.

[0057] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 공명 영상 생성 방법을 나타내는 도면이다.

[0058] 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 공명 영상 생성 방법(400)은 도 1 내지 도 3을 참조하여 설명한 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 공명 영상 생성 장치(120, 300)의 상세 동작 구성과 동일한 구성상 특징을 포함한다. 따라서, 도 1 내지 도 3과 중복되는 설명은 생략한다. 이하에서는, 도 3에서 도시한 자기 공명 영상 생성 장치(300)를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 공명 영상 생성 방법(400)을 설명한다.

[0059] 도 4를 참조하면, 자기 공명 영상 생성 방법(400)은 복수개의 코일을 포함하는 멀티 코일을 이용하여 자기 공명 영상을 생성하기 위한 방법이다.

[0060] 자기 공명 영상 생성 방법(400)은 복수개 코일의 코일 특성에 근거하여, 복수개의 코일들 각각에서 획득한 복수개의 데이터들을 이용하여 합성 데이터를 생성한다(410 단계). 410 단계는 합성부(310)에서 수행될 있다.

[0061] 410 단계에서 생성된 합성 데이터를 보간하여 제1 보간 데이터를 생성한다(420 단계). 420 단계는 합성부(310)에서 수행될 있다.

[0062] 복수개의 주파수 대역들 별로 제1 보간 데이터를 필터링하여 복수개의 필터링 데이터들을 생성한다(430 단계). 430 단계는 필터링 부(320)에서 수행될 있다.

[0063] 430 단계에서 생성된 필터링 데이터들을 이용하여 자기 공명 영상을 획득한다(440 단계). 440 단계는 영상 획득부(330)에서 수행될 수 있다.

[0064] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 자기 공명 영상 생성 장치를 나타내는 도면이다. 본 발명의 다른 실시예에 따른 자기 공명 영상 생성 장치(500)는 도 3에서 도시한 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 공명 영상 생성 장치(300)에 대응된다. 구체적으로, 도 5의 합성부(510), 필터링 부(530) 및 영상 획득부(550)는 각각 도 3의 데이터 합성부(310), 필터링 부(320) 및 영상 획득부(330)에 대응된다. 따라서, 도 3에서와 중복되는 설명은 생략한다.

[0065] 도 5를 참조하면, 합성부(510)는 코일 합성부(513) 및 합성 데이터 생성부(514)를 포함할 수 있다. 또한, 합성부(510)는 코일 특성 획득부(511) 및 데이터 수신부(512) 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.

[0066] 또한, 필터링 부(530)는 제1 보간부(531) 및 필터 부(535)를 포함할 수 있으며, 필터 부(535)는 적어도 하나의 로우 패스 필터(537) 및 하이 패스 필터 부(540)를 더 포함할 수 있다. 도 5에서는 필터링 부(530)가 하나의 로우 패스 필터(537)를 포함하는 경우를 예로 들어 도시하였다.

[0067] 또한, 영상 획득부(550)는 제2 보간부(551) 및 자기 공명 영상 획득부(570)를 포함할 수 있다.

[0068] 코일 특성 획득부(511)는 코일 특성에 대한 정보를 영상 촬영부(110)로부터 수신할 수 있으며, 또는 영상 촬영

부(110)에 포함되는 멀티 코일(216, 217, 218)의 코일 특성을 자체적으로 측정할 수 있다.

[0069] 예를 들어, 코일 특성 획득부(511)는 멀티 코일에 포함되는 복수개의 코일들 각각의 코일 민감도 및 코일의 잡음 정보 중 적어도 하나를 포함하는 코일 특성에 대한 정보를 수신 또는 측정할 수 있다. 여기서, 코일의 잡음 정보는 코일의 노이즈 맵, 코일의 잡음 분포 정보 등이 될 수 있다.

[0070] 데이터 수신부(512)는 멀티 코일에 포함되는 n 개의 코일들 각각에서 촬영된 n 개의 데이터들을 영상 촬영부(110)로부터 수신할 수 있다. 또는, 데이터 수신부(512)는 복수개의 코일 각각에 대응되는 고주파 신호들만을 수신할 수도 있다. 이 경우, 데이터 수신부(512)는 수신된 고주파 신호를 K 공간에서 가변 밀도 샘플링하여 데이터를 획득한다. 예를 들어, 소정 코일에 대응되는 K 공간에서, K 공간의 중심부에는 나이퀴스트 샘플링(Nyquist sampling)을 통하여 데이터를 획득하고 K 공간의 주변부에는 언더 샘플링(under sampling)을 통하여 데이터를 획득하여, 일 코일에 대응되는 일 데이터를 생성할 수 있다.

[0071] 여기서, 소정 데이터는 K 공간에 분포하는 영상 신호들로 구성될 수 있다. 또한, K 공간은 일 축이 주파수 엔코딩(frequency encoding) 정보를 포함하며 일 축에 직교하는 다른 축이 위상 엔코딩(phase encoding) 정보를 포함하는 공간을 나타낸다.

[0072] 즉, 데이터 수신부(512)는 전술한 바와 같이, n개의 코일들에 대응되는 n 개의 K 공간의 데이터들을 외부의 영상 촬영부(110, 200)에서 수신할 수 도 있고, n 개의 코일들 각각에 대응되는 고조파 신호들을 수신받고, 수신된 고조파 신호에 근거하여 n 개의 K 공간의 데이터들을 자체적으로 생성할 수 도 있다.

[0073] 코일 합성부(513)는 코일 특성 획득부(511)에서 출력되는 코일 특성에 대한 정보에 근거하여, n 개의 코일에 대응되는 합성 코일을 생성한다. 여기서, 합성 코일은 가상의 코일이 되며, n 개의 코일들을 하나로 결합(combination)한 코일의 개념이다.

[0074] 구체적으로, 코일 합성부(513)는 코일 특성에 대한 정보에 근거하여, n 개의 코일의 신호대 잡음비(SNR: Signal to Noise Ratio)를 조절하여 합성 코일을 생성한다. 예를 들어, 코일 합성부(513)는 코일 특성에 대한 정보로 n 개의 코일들 각각의 노이즈 맵을 수신하고, 노이즈 맵에 근거하여 n 개의 코일들 각각에서 촬영된 n 개의 데이터들에서 노이즈가 존재하는 부분이 제거되도록 코일의 민감도 또는 잡음 관련 특성 값을 조절한다. 그리고, 조절된 n 개의 코일들을 결합하여 하나의 합성 코일을 생성 수 있다.

[0075] 구체적으로, 코일 합성부(513)는 멀티 코일(216, 217, 218)에서 촬영 시 발생하는 잡음(noise)이 최소화되도록, 합성 코일을 생성한다.

[0076] 합성 데이터 생성부(514)는 n 개의 코일에서 촬영된 n 개의 데이터들을 이용하여, 코일 합성부(513)에 대응되는 합성 데이터를 생성한다. 구체적으로, n 개의 데이터들에서 잡음 특성을 개선하고, 잡음 특성이 개선된 n 개의 데이터들을 조합하여 K 공간의 합성 데이터(K-space composite data)를 생성할 수 있다.

[0077] n 개의 코일들을 단순 조합하여 하나의 코일을 만들 경우, 위상 상쇄(phase cancellation)가 발생하여 영상에 구멍(hole)이 발생할 수 있다. 전술한 바와 같이, 코일 특성에 대한 정보인 코일 민감도 및 코일의 잡음 정보 중 적어도 하나에 근거하여 코일의 잡음 특성을 조절하여 합성 코일을 생성하면, n 개의 데이터를 결합하는 경우 발생할 수 있는 위상 상쇄(phase cancellation) 및 구멍(hole)의 발생을 방지할 수 있다.

[0078] 제1 보간부(531)는 합성 데이터 생성부(514)에서 생성된 합성 데이터를 보간하여 제1 보간 데이터를 생성한다. 여기서, 보간(interpolation)은 합성 데이터를 셀프 캘리브레이션(self calibration)하여 수행될 수 있다. 구체적으로, 회선 보간(convolution interpolation) 기법을 이용하여 수행될 수 있다. 그에 따라서, 영상 촬영 시 손실된 영상 정보 및 미측정된 영상 정보가 복원된 제1 보간 데이터가 생성된다.

[0079] 필터 부(535)는 복수개의 주파수 대역들 별로 제1 보간 데이터를 필터링하여 복수개의 필터링 데이터들을 생성한다.

[0080] 구체적으로, 복수개의 주파수 대역은 저 주파수 대역 및 고 주파수 대역을 포함할 수 있다.

[0081] 구체적으로, 필터 부(535)는 복수개의 주파수 대역들 중 적어도 하나의 주파수 대역에서, 제1 보간 데이터를 차등적으로 필터링하여 필터링 데이터들을 생성한다.

[0082] 구체적으로, 필터 부(535)에 포함되는 하이 패스 필터 부(540)는 고 주파수 대역에서, 복수개인 m 개의 하이 패스 필터들(541, 542, 543)을 이용하여 제1 보간 데이터를 차등적으로 필터링할 수 있다. 그에 따라서, 하이 패스 필터 부(540)는 고 주파수 대역에 해당하는 m 개의 필터링 데이터들을 출력할 수 있다.

[0083] 구체적으로, m 개의 하이 패스 필터들(541, 542, 543)들 각각은 서로 다른 필터링 정도를 가지는 필터들로, 서로 다른 필터링 특성 또는 출력 특성을 갖는다. 그에 따라서, m 개의 하이 패스 필터들은 제1 보간 데이터를 각각 필터링하여 서로 다른 m 개의 필터링 데이터들을 생성할 수 있다.

[0084] 로우 패스 필터(537)는 제1 보간 데이터를 로우 패스 필터링(low pass filtering)하여 저 주파수 대역에 해당하는 필터링 데이터를 출력한다.

[0085] 로우 패스 필터(537) 및 하이 패스 필터부(540)에 포함되는 m 개의 하이 패스 필터들(541, 542, 543)의 필터링 동작은 이하에서 도 6을 참조하여 상세히 설명한다.

[0086] 도 6은 도 5의 필터 부(535)의 필터링 동작을 설명하기 위한 도면이다.

[0087] 도 6에 도시된 그래프에 있어서, x 축은 주파수를 나타내며, y 축은 필터링된 신호의 진폭(filtered amplitude) 값을 나타낸다. y 축에 도시된 필터링된 진폭(filtered amplitude) 값에 있어서, 원 신호의 진폭이 100% 유지되어 필터링 된 경우를 1 값으로 나타내고, 원 신호의 진폭이 0% 유지되어 필터링 된 경우를 0 값으로 나타낸다. 또한, 도 7에서는, 하이 패스 필터부(540)에 m=3 개의 하이 패스 필터들(541, 542, 543)이 포함되는 경우를 예로 들어 도시하였다. 따라서, 이하에서는 제 m 하이 패스 필터(543)는 제3 하이 패스 필터(543)인 경우를 예로 들어 설명한다.

[0088] 도 6을 참조하면, 610 곡선은 로우 패스 필터(537)의 필터 특성 곡선을 나타내고, 620 곡선은 제1 하이 패스 필터(541)의 필터 특성 곡선을 나타낸다. 그리고, 630 곡선은 제2 하이 패스 필터(542)의 필터 특성 곡선을 나타내며, 640 곡선은 제3 하이 패스 필터(543)의 필터 특성 곡선을 나타낸다.

[0089] 일예로서, 로우 패스 필터(537)에서 출력되는 신호값은 이하의 [수학식 1]에 의하여 산출될 수 있으며, 하이 패스 필터(541, 542, 543)에서 출력되는 신호값은 이하의 [수학식 2]에 의하여 산출될 수 있다.

[0090] [수학식 1]

[0091] $$LPF = \left[1 + exp\left\{\left(\sqrt{k_x^2 + k_y^2} - c\right)/w\right\}\right]^{-1} - \left[1 + exp\left\{\left(\sqrt{k_x^2 + k_y^2} + c\right)/w\right\}\right]^{-1}$$

[0092] [수학식 2]

[0093] $$HPF = 1 - \left[1 + exp\left\{\left(\sqrt{k_x^2 + k_y^2} - c\right)/w\right\}\right]^{-1} + \left[1 + exp\left\{\left(\sqrt{k_x^2 + k_y^2} + c\right)/w\right\}\right]^{-1}$$

[0094] 여기서, Kx는 K 공간 데이터의 x 축 좌표의 신호값을 나타내고, Ky는 K 공간 데이터의 y축 좌표의 신호값을 나타낸다. 그리고, c 는 필터의 컷 오프 주파수(cutoff frequency)를 조절하는 계수 값이고, w 는 필터 특성 곡선의 천이 구간에서의 기울기(smoothness of transition period)를 조절하는 계수 값이다. 그리고, [수학식 1]의 'LPF' 는 로우 패스 필터(537)에서 필터링되어 출력되는 신호 값이고, [수학식 2]의 'HPF' 는 하이 패스 필터(541, 542, 543)에서 필터링되어 출력되는 신호 값이다.

[0095] 도 7 및 [수학식 1]을 참조하면, 로우 패스 필터(537)는 저 주파수 대역의 신호 성분을 통과시켜 출력하며, 고 주파수 대역의 신호를 차단시킨다.

[0096] 도 7 및 [수학식 2]를 참조하면, 하이 패스 필터(541, 542, 543)는 저 주파수 대역의 신호를 차단시키고, 고 주파수 대역의 신호를 통과시켜 출력한다. 하이 패스 필터(541, 542, 543)에 있어서, 저 주파수 대역에서의 신호를 차단하는 정도는 하이 패스 필터(541, 542, 543)에 적용되는 c 및 w 값에 따라서 달라질 있다.

[0097] 따라서, 각각의 하이 패스 필터들(541, 542, 543)의 필터 특성을 조절하는 계수들(예를 들어, c 값 및 w 값)을 조절하여, 제1 보간 데이터를 차등적으로 필터링할 수 있다.

[0098] 또한, 각각의 하이 패스 필터(541, 542, 543)에 적용되는 계수 c 및 w 값은 제2 보간부(551)에서 출력되는 신호들의 정확도 또는 보간 정도, 또는 자기 공명 영상 획득부(570)에서 생성되는 자기 공명 영상의 화질 등에 따라서 실험적으로 최적화 될 수 있다.

[0099] 또한, 로우 패스 필터(537)가 필터링하는 저 주파수 대역의 범위는 도 6에 도시된 로우 패스 필터의 특성 곡선(610)에서 나타나는 필터링 대역인 f3 내지 f4 의 주파수 값, 또는 f1 내지 f2의 주파수 값에 따라서 달라질 수

있다. 또한, 하이 패스 필터(541, 542, 543) 필터링하는 고 주파수 대역의 범위는 도 6에 도시된 하이 패스 필터의 특성 곡선(620, 630, 640)에서 나타내는 필터링 대역인 f5 이상이 되는 주파수 대역 또는 f6 이상이 되는 주파수 대역으로 결정될 수 있다.

[0100] 제2 보간부(551)는 복수개의 주파수 대역들 중 적어도 하나에 대응되는 적어도 하나의 필터링 데이터를 보간하여 적어도 하나의 제2 보간 데이터를 생성한다. 구체적으로, 제2 보간부(551)는 하이 패스 필터부(540)에서 출력되는 고 주파수 대역에 해당하는 m 개의 필터링 데이터들을 보간(interpolation)하여 m 개의 제2 보간 데이터들(562, 563, 564)을 생성한다. 여기서, 보간은 제1 보간부(531)에서와 같이 회선 보간(convolution interpolation) 기법을 이용하여 수행될 수 있다.

[0101] 자기 공명 영상 획득부(570)는 로우 패스 필터(537)에서 출력되는 저 주파수 대역에 대응되는 필터링 데이터(561) 및 복수개의 제2 보간 데이터들(562, 563, 564)을 이용하여 자기 공명 영상을 획득할 수 있다. 구체적으로, 자기 공명 영상 획득부(570)는 로우 패스 필터(537)에서 출력되는 저 주파수 대역에 대응되는 필터링 데이터(561) 및 복수개의 제2 보간 데이터들(562, 563, 564)을 가중 조합(weighted combination)하여, 자기 공명 영상을 획득할 수 있다.

[0102] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 자기 공명 영상 생성 방법을 나타내는 도면이다.

[0103] 또한, 도 7의 710, 720, 730 및 740 단계 각각은 도 4의 410, 420, 430 및 440 단계에 대응된다. 따라서, 도 4에서와 중복되는 설명은 생략한다. 또한, 도 7에 도시된 자기 공명 영상 생성 방법(700)은 도 5를 참조하여 설명한 본 발명의 다른 실시예에 따른 자기 공명 영상 생성 장치(500)의 상세 동작 구성과 동일한 구성상 특징을 포함한다. 따라서, 도 5와 중복되는 설명은 생략한다. 이하에서는, 도 5에서 도시한 자기 공명 영상 생성 장치(500)를 참조하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른 자기 공명 영상 생성 방법(700)을 설명한다.

[0104] 자기 공명 영상 생성 방법(700)은 코일 특성 정보를 획득한다(711 단계). 구체적으로, 멀티 코일에 포함되는 n 개의 코일이 코일 민감도 및 n 개의 코일의 잡음 정보 중 적어도 하나를 획득할 수 있다. 또한, 코일 특성 정보는 외부적으로 수신될 수 있으며, 자체적으로 측정될 수 도 있다. 711 단계의 동작은 코일 특성 획득부(511)에서 수행될 수 있다.

[0105] 또한, 멀티 코일에 포함되는 n 개의 코일들에 대응되는 n 개의 K 공간의 데이터들을 수신 또는 생성할 수 있다(714 단계). n 개의 데이터들 각각은, x 축에 주파수 엔코딩(frequency encoding) 정보를 포함하며, y 축에 위상 엔코딩(phase encoding) 정보를 포함할 수 있다. 도 7에서는 맨 앞에 도시된 데이터(712)가 제1 코일에서 획득된 K 공간의 데이터이며, 맨 뒤에 도시된 데이터(713)가 제 n 코일에서 획득된 K 공간의 데이터인 경우를 예로 들어 도시하였다. 714 동작은 데이터 수신부(512)에서 수행될 수 있다.

[0106] 711 단계에서 획득된 코일 특성 정보에 근거하여, n 개의 코일에 대응되는 합성 코일을 생성한다(715 단계). 구체적으로, 711 단계에서 획득된 상기 코일 민감도 및 노이즈 맵 등을 포함하는 잡음 정보 중 적어도 하나에 근거하여, n 개의 코일에 대응되는 합성 코일을 생성할 수 있다. 715 단계의 동작은 코일 합성부(513)에서 수행될 수 있다.

[0107] n 개의 코일 각각에서 획득된 n 개의 데이터들을 이용하여, 합성 코일에 대응되는 합성 데이터(717)를 생성한다(716 단계). 716 단계의 동작은 합성 데이터 생성부(514)에서 수행될 수 있다.

[0108] 716 단계에서 생성된 합성 데이터를 보간하여 제1 보간 데이터를 생성한다(720 단계). 720 단계는 제1 보간부(531)에서 수행될 수 있다.

[0109] 그리고, 복수개의 주파수 대역들 별로 제1 보간 데이터를 필터링하여 복수개의 필터링 데이터들을 생성한다. 구체적으로, 복수개의 주파수 대역은 저 주파수 대역 및 고 주파수 대역을 포함할 수 있다.

[0110] 구체적으로, 제1 보간 데이터를 로우 패스 필터링하여 저 주파수 대역에 대응되는 필터링 데이터(736)를 생성한다(731 단계). 그리고, 복수의 필터링 특성을 차등적으로 적용하여, 제1 보간 데이터를 하이 패스 필터링하여 고 주파수 대역에 대응되는 필터링 데이터들을 생성한다(732 단계). 731 단계 및 732 단계의 동작은 각각 로우 패스 필터(537) 및 하이 패스 필터부(540)에서 수행될 수 있다.

[0111] 도 7에 있어서, 736, 737, 738 및 739 데이터는 각각 도 5에 도시된 561, 562, 563 및 564 데이터에 동일 대응된다.

[0112] 그리고, 복수개의 주파수 대역들 중 적어도 하나에 대응되는 적어도 하나의 필터링 데이터를 보간하여 적어도

하나의 제2 보간 데이터를 생성한다(733 단계). 구체적으로, 고 주파수 대역에 대응되며, 732 단계에서 출력되는 필터링 데이터들을 보간하여, 제2 보간 데이터들(737, 738, 739)을 생성할 수 있다. 733 단계의 동작은 제2 보간부(551)에서 수행될 수 있다.

[0113] 복수개의 필터링 데이터들 중 적어도 하나(736) 및 상기 적어도 하나의 제2 보간 데이터(737, 738, 739)를 이용하여, 자기 공명 영상(742)을 획득한다(741 단계). 구체적으로, 필터 부(535)에서 출력되는 데이터들(735)을 가중 조합(weighted combination)하여, 상기 자기 공명 영상(742)을 획득한다. 741 단계는 자기 공명 영상 획득부(570)에서 수행될 수 있다.

[0114] 도 8은 그라파 기법에 따라 획득된 자기 공명 영상을 나타내는 도면이다. 도 8의 (a) 및 (b)는 인체의 뇌를 촬영한 영상이고, 도 8의 (c)는 소정 사물을 촬영한 영상이다.

[0115] 도 8의 (a)를 참조하면, 종래의 그라파(GRAPPA) 기법에 따라서 멀티 코일 데이터들을 이용하여 자기 공명 영상 생성한 경우, 획득된 자기 공명 영상(810)을 나타낸다. 도 8의 (b)는 자기 공명 영상(810)의 일 부분(815)을 확대한 영상이다. 도 8의(b)에 도시된 자기 공명 영상(820)은 자기 공명 영상(815)에 동일 대응된다.

[0116] 도 8의 (b)를 참조하면, 그라파(GRAPPA) 기법에 따라서 생성된 자기 공명 영상(820)에는 노이즈 및 엘리어싱 결함(aliasing artifacts)(830)이 존재한다.

[0117] 또한, 도 8의 (c)를 참조하면, 그라파(GRAPPA) 기법에 따라서 생성된 자기 공명 영상(820)에는 노이즈 및 엘리어싱 결함(aliasing artifacts)(845)이 존재한다.

[0118] 도 9는 본 발명의 일 또는 다른 실시예에 따른 자기 공명 영상 생성 방법 및 그에 따른 자기 공명 영상 생성 장치를 통하여 획득된 자기 공명 영상을 나타내는 도면이다.

[0119] 도 9의 (a) 및 (b)는 인체의 뇌를 촬영한 영상이고, 도 9의 (c)는 소정 사물을 촬영한 영상이다.

[0120] 도 9의 (a)를 참조하면, 본 발명의 일 또는 다른 실시예에 따른 자기 공명 영상 생성 방법 및 그에 따른 자기 공명 영상 생성 장치를 통하여 획득된 자기 공명 영상(910)이 도시된다. 도 9의 (b)는 자기 공명 영상(910)의 일 부분(915)을 확대하여 도시한 도면이다.

[0121] 도 9의 (b)를 참조하면, 자기 공명 영상(920)의 930 부분과 도 8의 (b)의 노이즈 및 엘리어싱 결함이 존재하는 부분(830)을 비교하면, 자기 공명 영상(920)에는 노이즈 및 엘리어싱 결함이 거의 존재하지 않는다. 또한, 도 9의 (c)를 참조하면, 자기 공명 영상(940)의 945 부분과 도 8의 (c)의 노이즈 및 엘리어싱 결함이 존재하는 부분(845)을 비교하면, 자기 공명 영상(940)에는 노이즈 및 엘리어싱 결함이 거의 존재하지 않는다.

[0122] 도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 자기 공명 영상 생성 방법을 나타내는 도면이다. 본 발명의 다른 실시예에 따른 자기 공명 영상 생성 방법(1000)은 복수개의 코일을 포함하는 고주파 멀티 코일을 이용하여 자기 공명 영상을 획득하기 위한 방법이다.

[0123] 도 10을 참조하면, 자기 공명 영상 생성 방법(1000)은 복수개의 코일의 코일 특성에 근거하여, 복수개의 코일들 각각에서 획득한 복수개의 데이터들 합성하여 합성 데이터를 생성한다(1010 단계). 1010 단계는 도 4의 410 단계 또는 도 7의 710 단계와 동일 대응되므로, 상세 설명은 생략한다.

[0124] 1010 단계에서 생성된 합성 데이터를 보간(interpolation)하여 제1 보간 데이터를 생성한다(1020 단계). 1020 단계의 동작은 제1 보간부(531)에서 수행될 수 있다. 또한, 1020 단계는 도 도 4의 420 단계 및 도 7의 720 단계와 동일 대응되므로, 상세한 설명은 생략한다.

[0125] 그리고, 1020 단계에서 생성된 상기 제1 보간 데이터에 대응되는 적어도 하나의 소정 데이터를 보간하여 적어도 하나의 제2 보간 데이터를 생성한다(1030 단계). 1030 단계의 동작은 제2 보간부(551)에서 수행될 수 있다. 또한, 1030 단계는 도 7에서 설명한 733 단계와 동일 대응되므로, 상세한 설명은 생략한다.

[0126] 전술한 바와 같이, 본 발명의 일 또는 실시예에 따른 자기 공명 영상 생성 방법 및 그에 따른 자기 공명 영상 생성 장치는 코일 특성 정보에 근거하여 합성 코일 및 합성 데이터를 생성한다. 그에 따라서, 멀티 코일에 대응되는 K 공간 데이터들을 결합할 때 발생할 수 있는 위상 상쇄 및 구멍(hole)의 발생을 방지할 수 있다.

[0127] 또한, 본 발명의 일 또는 실시예에 따른 자기 공명 영상 생성 방법 및 그에 따른 자기 공명 영상 생성 장치는 K 공간 데이터들에 대응되는 합성 데이터를 복수개의 주파수 대역들 별로 필터링 및 보간한다. 그리고, 복수개의 주파수 대역들 각각에서 처리된 데이터들을 이용하여 자기 공명 영상을 획득함으로써, 자기 공명 영상을 복원하

는 과정에서 발생하는 노이즈 및 엘리어싱 결함을 감소시킬 수 있다. 그에 따라서, 자기 공명 영상을 더욱 정확하게 복원해 낼 수 있다.

[0128] 이상의 설명은 본 발명의 일 실시예에 불과할 뿐, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진자는 본 발명의 본질적 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 범위는 전술한 실시예에 한정되지 않고 특허 청구 범위에 기재된 내용과 동등한 범위내에 있는 다양한 실시 형태가 포함되도록 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0129] 110, 200: 영상 촬영부

120, 300, 500: 자기 공명 영상 생성 장치

210: 보어

212: 주 자석

214: 그래디언트 코일

230: 제어부

232: 전송부

234: 수신부

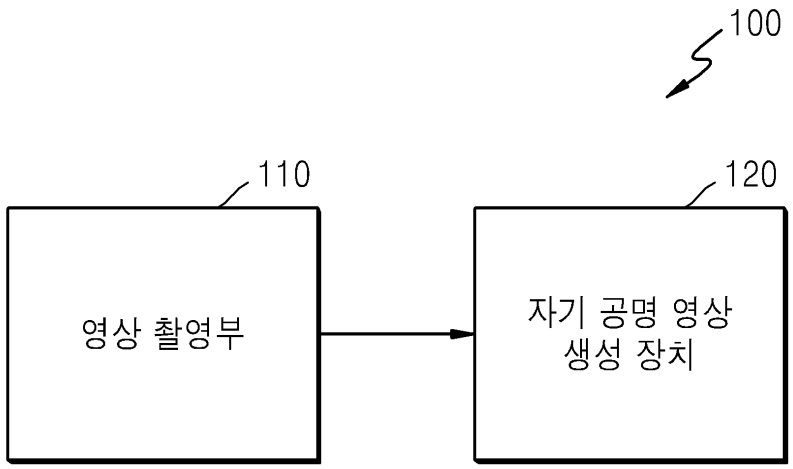
310: 합성부

320: 필터링 부

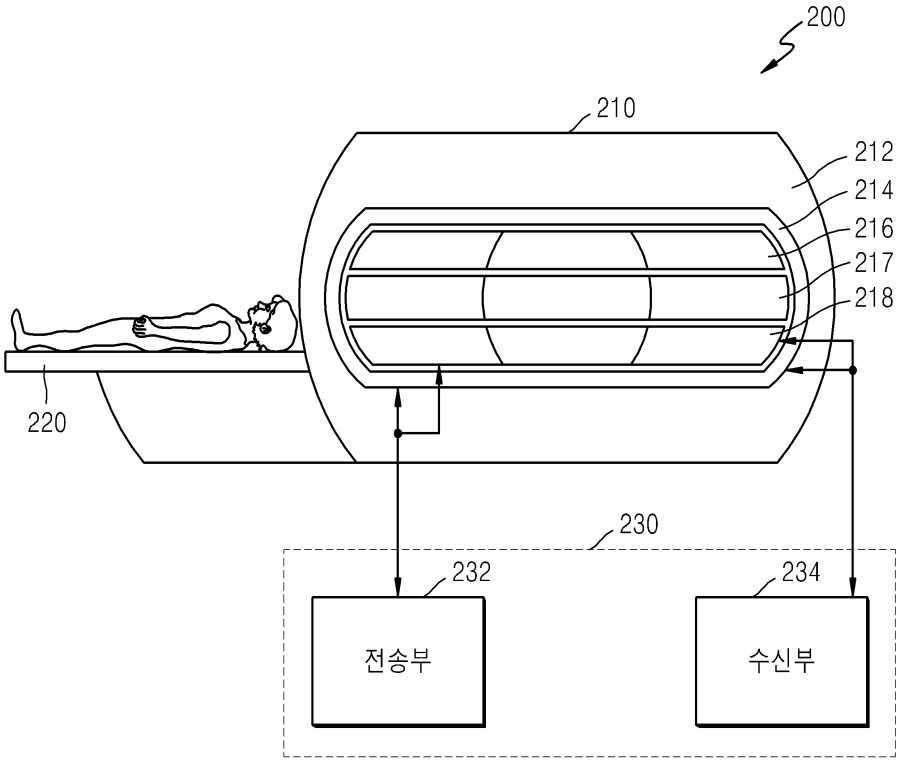
330: 영상 획득부

도면

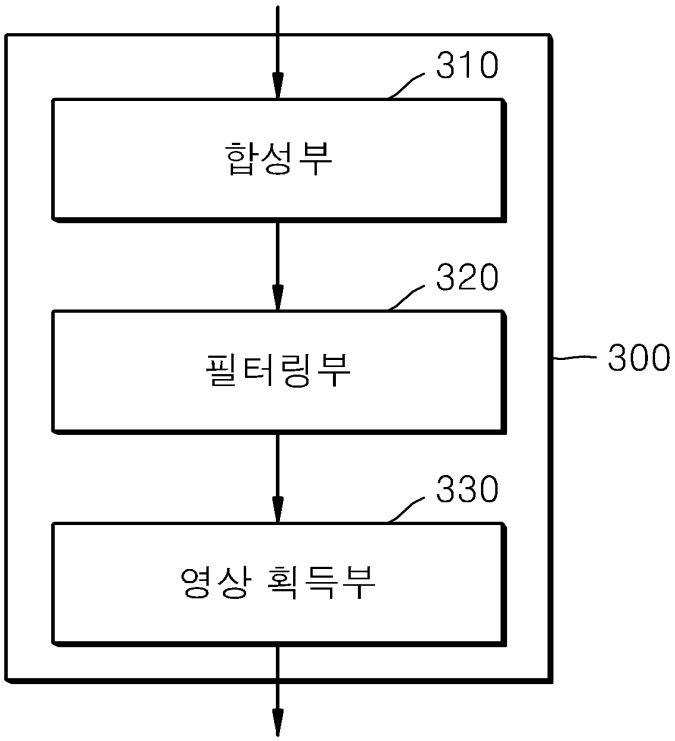
도면1



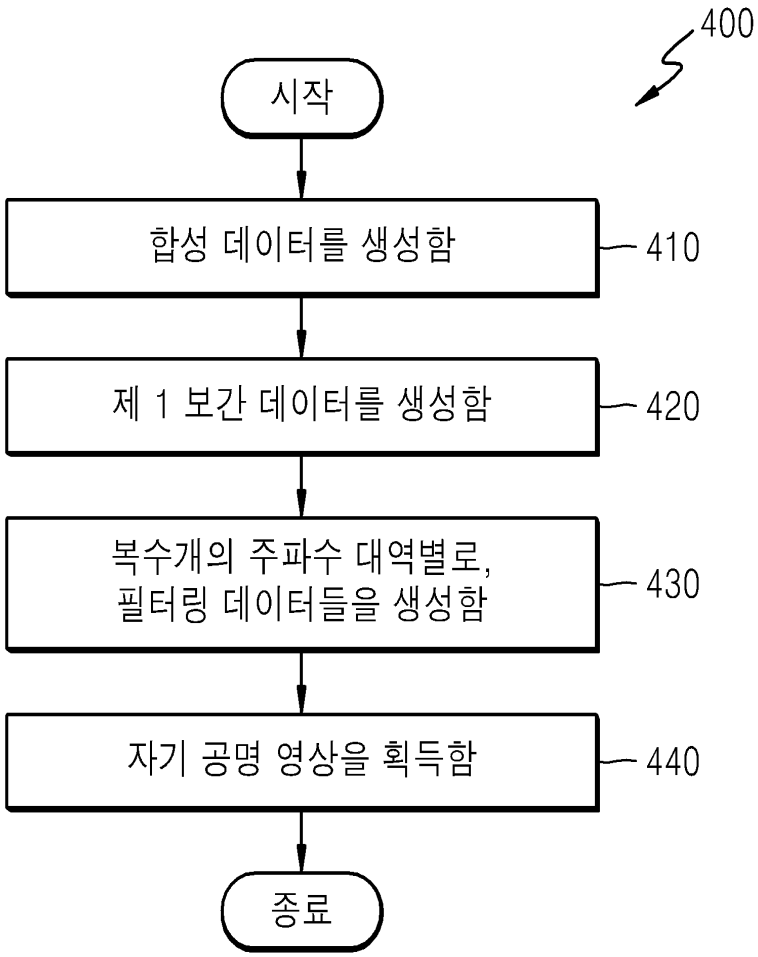
도면2


200
210
212
214
216
217
218
220
230
232
234
전송부
수신부

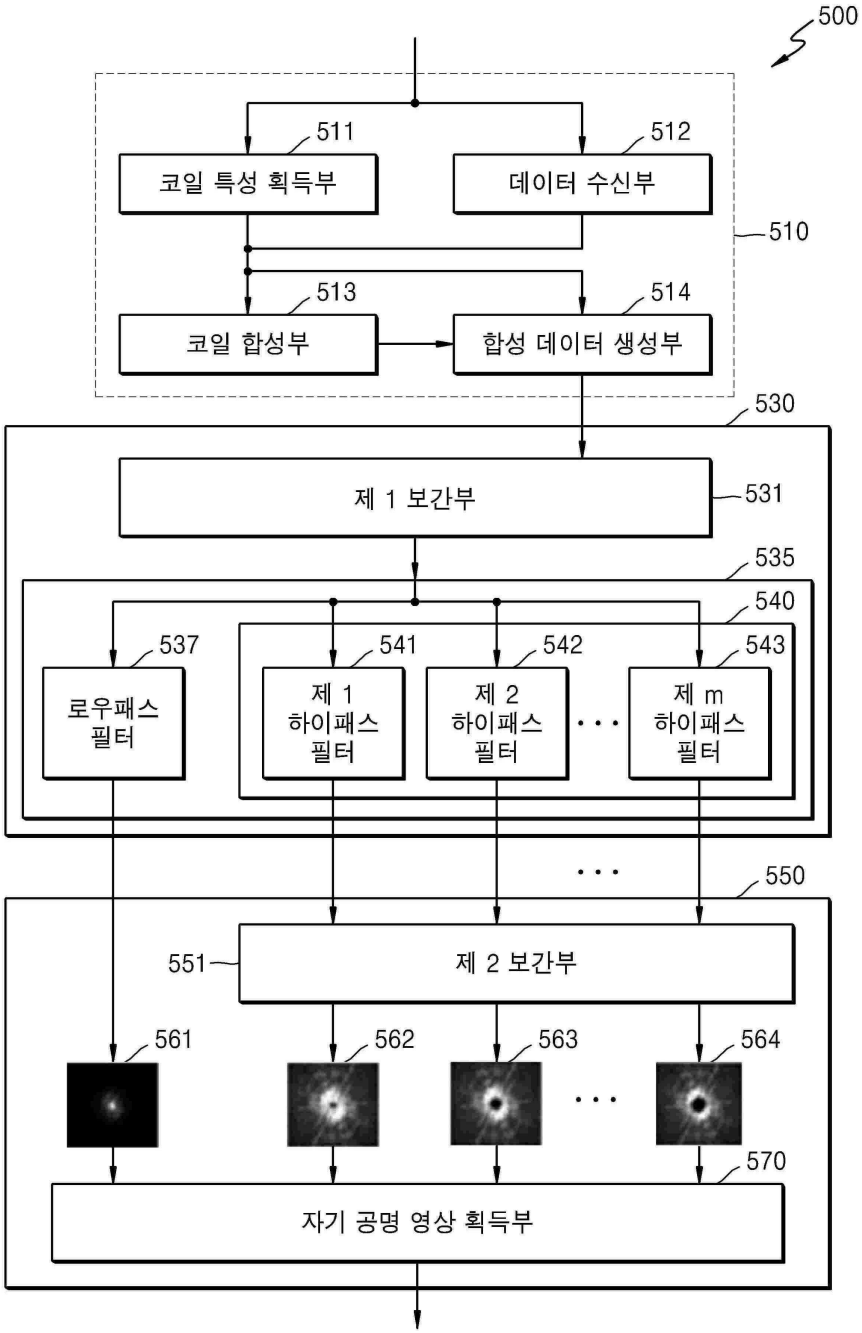
도면3


310
합성부
320
필터링부
300
330
영상 획득부

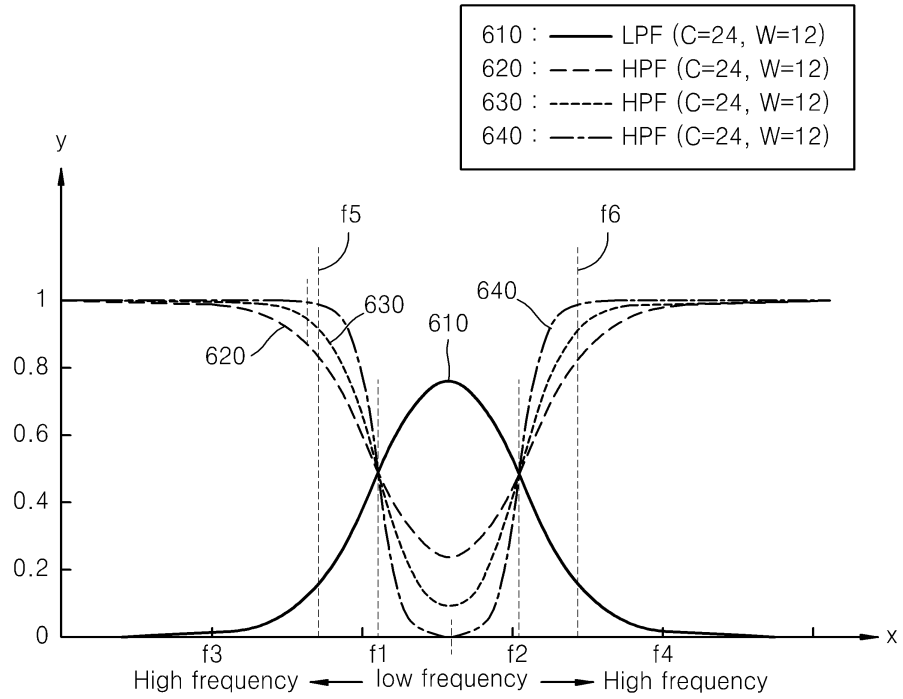
도면4


400
시작
합성 데이터를 생성함
410
제 1 보간 데이터를 생성함
420
복수개의 주파수 대역별로,
필터링 데이터들을 생성함
430
자기 공명 영상을 획득함
440
종료

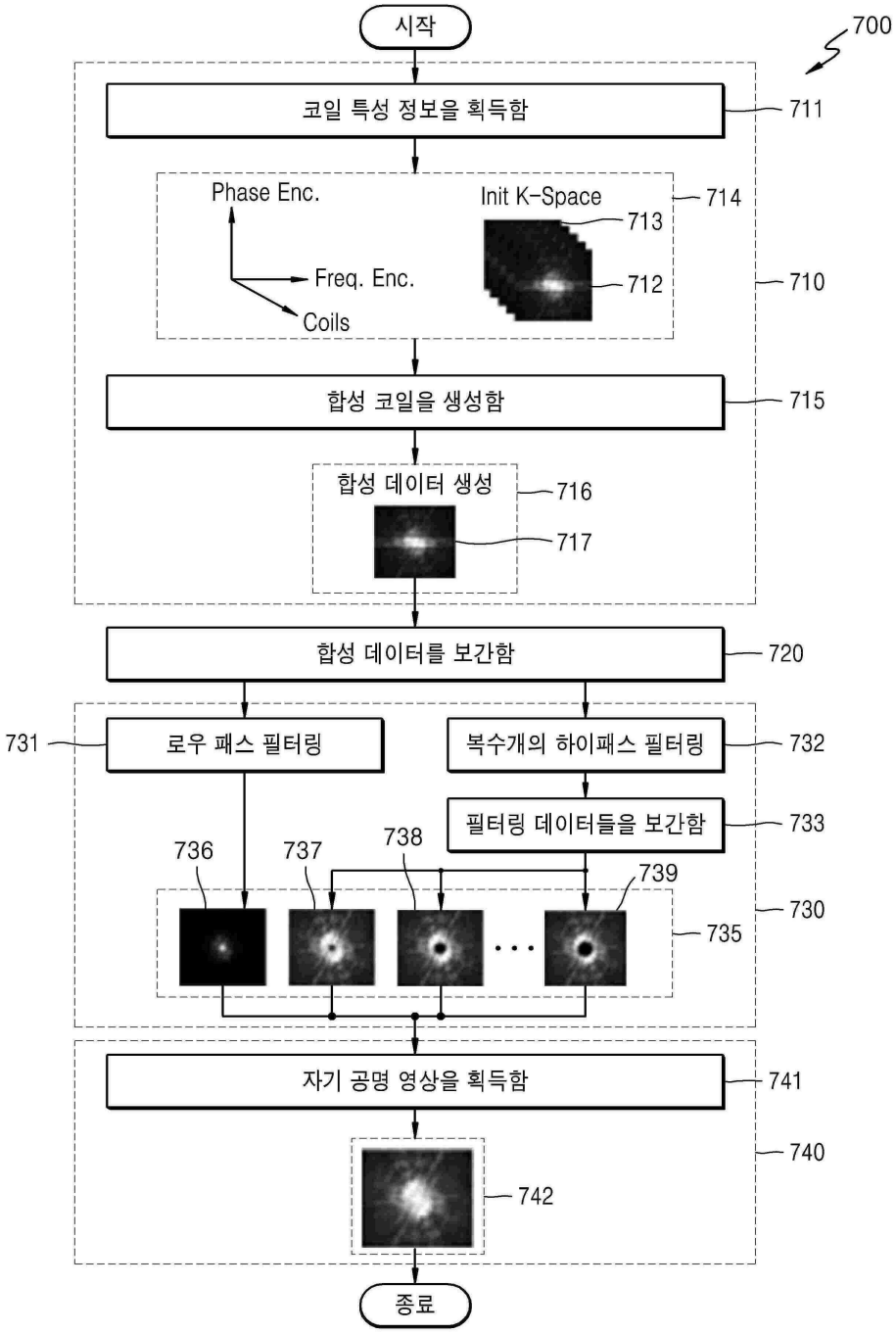
도면5


500
511
512
코일 특성 획득부
데이터 수신부
510
513
514
코일 합성부
합성 데이터 생성부
530
제 1 보간부
531
535
540
537
541
542
543
로우패스 필터
제 1 하이패스 필터
제 2 하이패스 필터
제 m 하이패스 필터
550
551
제 2 보간부
561
562
563
564
570
자기 공명 영상 획득부

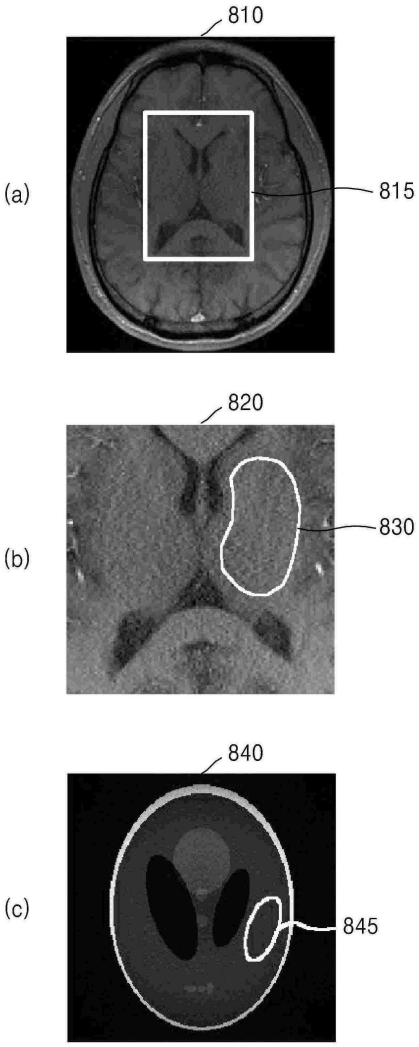
도면6


610 : LPF (C=24, W=12)
620 : HPF (C=24, W=12)
630 : HPF (C=24, W=12)
640 : HPF (C=24, W=12)
y
x
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
f5
f6
630
640
610
620
f3
f1
f2
f4
High frequency
low frequency
High frequency

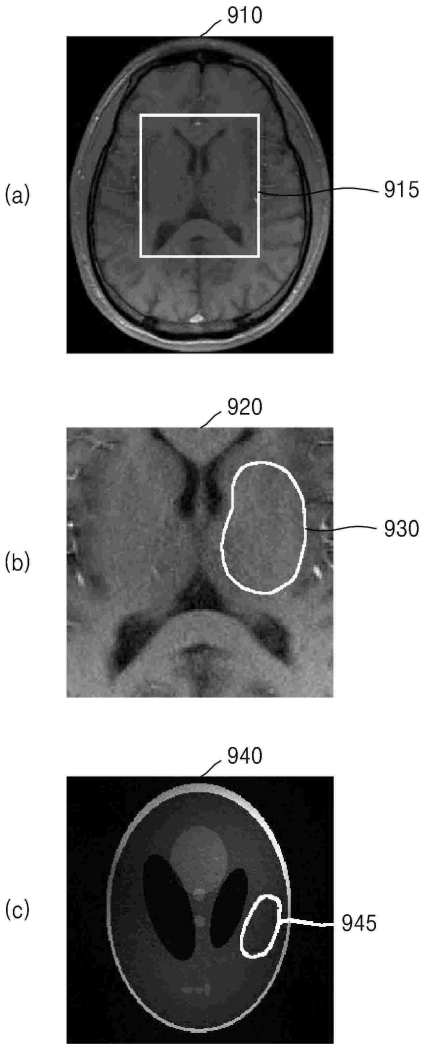
도면7


시작
700
코일 특성 정보을 획득함
711
Phase Enc.
Freq. Enc.
Coils
Init K-Space
713
712
714
710
합성 코일을 생성함
715
합성 데이터 생성
716
717
합성 데이터를 보간함
720
731
로우 패스 필터링
복수개의 하이패스 필터링
732
필터링 데이터들을 보간함
733
736
737
738
739
735
730
자기 공명 영상을 획득함
741
740
742
종료

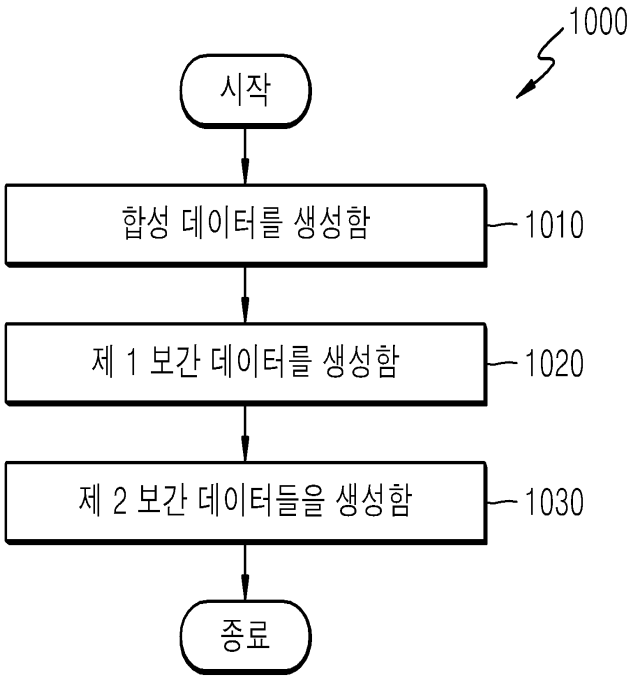
도면8



도면9



도면10



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1의 6째줄

【변경전】

상기 복수개의 주파수 대역들

【변경후】

복수개의 주파수 대역들

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 18의 2째줄

【변경전】

상기 저 주파수 대역

【변경후】

저 주파수 대역

【직권보정 3】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 11의 5째줄

【변경전】

상기 복수개의 주파수 대역들

【변경후】

복수개의 주파수 대역들