

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁵
G01R 33/48

(45) 공고일자 1990년05월09일
(11) 공고번호 90-003170

(21) 출원번호	특1985-0008675	(65) 공개번호	특1986-0004367
(22) 출원일자	1985년11월20일	(43) 공개일자	1986년06월20일
(30) 우선권 주장	673691 1984년11월21일 미국(US)		
(71) 출원인	제너럴 일렉트릭 캄파니	샘슨 헬프고트	
	미합중국 뉴욕 12305 셰넥터디 리버로드 1		

(72) 발명자 노버트 조셉 펠크
미합중국 위스콘신 53213 와우와토사 마운틴 애비뉴 1641
(74) 대리인 이병호, 최달용

심사관 : 박충범 (특허공보 제1864호)

(54) NMR영상 형성장치 및 NMR형상의 오차 제거 방법

요약

내용 없음.

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

NMR영상 형성장치 및 NMR형상의 오차 제거 방법

[도면의 간단한 설명]

제 1 도는 본 발명에 따른 NMR시스템을 형성하는 블록 개략도.

제 2 도는 본 발명에 따른 영상 펄스 순차를 도시한 도면.

제 3 도는 본 발명에 따른 또 다른 영상 펄스 순차를 도시한 도면.

제 4 도는 본 발명에 따라 처리된 펄스 순차에 예를 도시한 도면.

제 5a 도는 베이스라인 오차 아티팩트가 영상의 수직 중앙에서 영향받지 않은 상태로 남아 있는 한편, 영상면의 가장자리로 변조된 NMR 영상을 도시한 도면.

제 5b 도는 베이스라인 아티팩트가 소정의 영상과는 거리가 먼 영상면(view) 필드의 연부로 변조된 반면에, 본 발명에 따라 정확한 위치로 복원된 NMR 영상을 개략적으로 도시한 도면.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

112 : 펄스 제어모듈 114 : 컴퓨터
120 : 주파수 합성기 124 : 변조기
134 : 위상 검출기

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 핵자기 공명(NMR)영상 형성장치 및 영상 형성방법에 관한 것으로 특히, 보다 베이스라인 오차 효과가 거의 감소된 NMR연구를 짧은 시간에 행하는데 유용한 NMR영상 형성장치 및 방법에 관한 것이다.

미국특허 제 3,781,650호에는 스핀 공명 스펙트로미터의 수신기에서 간섭을 감소시키는 방법이 기재되어 있다. 이 방법에 따르면, 한 위상각의 무선 주파수(RF) 여기 펄스의 제 1셋트와, 상기 제 1셋트의 위상과 180° 차이인 RF여기 펄스의 제 2셋트가 발생된다. 한펄스중의 한 셋트에 의해 발생된 자유 세차 붕괴 신호는 다른 셋트에 의해 발생된 자유 세차 붕괴 신호로부터 감소된다. 여기된 샘플로부터의 신호는 보강되는 한편, 간섭 신호는 상쇄된다.

이 방법은 NMR분석 스펙트로미터에 관한 상기 미국 특허에 기술되어 있으며, 따라서 인체 대상의 NMR영상 형성 연구의 경우와 같이, 주사 시간 감소 및 자장 경도 효과에 관한 것은 아니다. 주사 시

간 감소는 NMR의 의학적 응용의 경우 환자처리량을 증가시키고, 환자 움직임에 의해 발생한 아티팩트 등을 감소시키는데 중요하다. 자장 경도는 공간 정보를 NMR신호로 인코딩하여 영상 재구성을 가능하게 하는 영상 형성과 같은 NMR연구에 필요하다.

본 발명의 양수인에게 양도되었으며, 본원에 참고로 포함된 미국특허 제 4,443,760호는 NMR 스핀-에코우 신호를 발생하도록 사용되는 불완전한 180° RF시간 반전펄스에 의해 발생된 불요(spurious) 자유 의사 유도 붕괴(FID) 신호로부터 간섭을 제거하는 방법에 대해 기술 청구하고 있다. 이것이 성취되는 한 방법은 연속 여기 펄스를 서로에 대해 위상을 180° 변이시키고, 그 결과의 NMR 신호를 감산함으로써 불요(spurious) FID 신호를 제거한다. 이 방법은 또한 직류 전압 오프 셋트와 자장 경도에 관련된 잉여 효과와 같은 오차 성분을 제거하는데 효과적이다. 불요 FID신호, 직류 전압 오프셋 및 NMR신호를 검출하는데 사용되는 RF코일의 진동과 경도의 잉여 효과는 이하에서 집합적으로 "베이스라인 오차 성분"으로 부르기로 한다. 불요 FID 신호의 효과를 없애는 또 다른 방법은 연속 스핀-에코우-발생 180° RF펄스를 위상 변이 시키고 NMR신호를 가산시키는 것이다.

불요 FID 신호는 위상 변이되고 그리고 상쇄되며, 한편 원하는 신호는 보강된다. 베이스라인 오차 성분의 존재는 영상질을 매우 감소시키므로, 이들을 감소시키거나 또는 없앨 필요가 있다.

비록 상기 기술이 만족스럽게 실시될 수 있더라도, NMR영상 형성 용도에서 영상 펄스 순차가 90° RF펄스의 부호의 반전 상태로 반복되는, 미국특허 제 4,443,760호를 참조로 기술된 형태의 위상 교번 RF여기 형태의 적용에는 결점이 있다. 어떤 경우에는, 베이스라인 오차가 제거될 뿐만 아니라, 신호대 잡음비가 개선되므로 바람직할 수도 있다. 그러나 다른 시스템에서는, 특히 높은 자장(1.5테슬라)을 사용하는 시스템에서 신호대 잡음비가 개선될 필요가 없다. 이 경우에, 베이스 오차 성분의 영향은 증가된 데이터 수집 시간의 희생에 의해 감소된다.

데이터 수집 수단을 감소시키는 한편, 베이스라인 오차 성분을 효율적으로 감소시키는 다른 방법이 지. 에이치. 글로버 및 제이. 알. 맥폴의 미국특허출원 제 663,659호에 기재되어 있으며, 상기 출원으로 본 발명의 양수인과 동일한 양수인에게 양도되었다. 참고된 상기 특허출원의 방법을 이후에 좀 더 자세히 기술하기로 한다.

즉 이 방법에 따르면, 베이스라인 오차 성분이 주사 과정에서 급격히 변하지 않는다. 특히, 베이스라인 오차는 인가된 자장 경도에 대해 천천히 변하는 함수이다. 그래서, 전체 순차의 비교적 적은 부분을 중복시키는 것이 가능하며, 이 정보를 사용하여 베이스라인 오차 성분에 대한 값을 계산하는 것이 가능하다.

90° RF펄스의 부호를 교번시키는 방법(즉, 본원에서 RF펄스의 위상을 180° 만큼 변화시키는 것을 표시하기 위해 사용되는)은 소수의 측정치에 대하여만 정확한 베이스라인 오차를 주기적으로 계산하는데 사용되며, 이들은 다른 NMR신호에서 오차를 보상하는데 사용될 수 있다. 이것은 베이스라인 오차 성분의 영향을 감소시키는 효과적인 방법이지만, 펄스 순차의 부분을 중복시킬 필요성으로 인해 데이터 수집 시간은(미국특허 제 4,443,760호에 기재된 방법에 비하여) 짧아진다. 하지만, 베이스라인 이 직접적으로 측정되지 않은 NMR신호에 대한 베이스라인 오차 추정치를 발생시키도록 사용되는 보간에 의해 약간의 오차가 유입될 수도 있다.

따라서, 본 발명의 주목적인 주사 순차의 중복 부분없이 NMR 영상에서 베이스 오차 성분 영향을 감소시켜 전체 데이터 수집 시간을 감소시키는 정확한 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

본 발명에 따르면, NMR영상 형성 기술에서 NMR신호 베이스라인 오차 성분의 영향을 제거하는 장치와 방법에 제공된다. 이 방법과 장치는 연구 대상의 최소한 1차원축을 따라 자장 경도펄스와 RF여기 펄스의 인가를 각각 포함하는 소정의 다수의 순차적으로 처리된 영상면을 포함한다. 자장 경도는 투사 재구성 방법에 사용된 바와 같이 특정한 방향을 따르는 투사에 NMR신호가 대응하도록 할 수 있으며, 또는 이것은 푸리에 변환 영상 형성 기술에 사용된 위상 인코딩 경도일 수도 있다. RF여기 펄스의 위상 인접 경도의 진폭이나 방향으로 구성된 측정치에 대하여 180° 만큼 위상 변이된다. RF여기 펄스로 인한 NMR신호도 관측되며 이들 신호중에서 교대로 하나는 연구 대상의 영상을 구성하기 전에 부정화(negate) 된다.

본 발명의 특징은 특히 첨부된 청구범위에 기술 되어 있다. 작동 방법 및 구조는 그의 특징 및 목적과 함께 첨부된 도면과 관련하여 기술한 다음 설명에서 가장 양호하게 이해될 수 있을 것이다.

제 1 도는 이하 기술된 본 발명의 양호한 실시예에 대한 NMR영상 시스템의 간략화된 블록 다이어그램이다. 그러나 청구된 본 발명은 어떠한 형태의 NMR장치에도 적용 가능함을 알 수 있다.

100으로 표시된 시스템은 블록(118)으로 표시된 경도 코일 조립체의 부분을 형성하는 경도 코일을 여기시키도록, 주 컴퓨터(114)의 제어하에서, 집합적으로 116으로 표시된 자장 경도 전원 공급부에 적절히 시간 조정된 펄스 신호 파형을 제공하는 펄스 제어모듈(112)을 포함한다. 상기 조립체는 상기 전원 공급부에 의해 에너지가 가해질때 카티션 좌표계에서 각각 X, Y 및 Z방향으로 향하는(Z방향으로의 자장의) Gx, Gy 및 Gz자장 경도를 발생하는 코일을 포함한다.

NMR영상 응용에서 Gx, Gy 및 Gz의 사용은 제 2, 3 도 및 4 도를 참조하여 다음에서 기술하기로 한다.

제 1 도에 계속하여, 상기 펄스 제어모듈은 선택 블록(122)으로 둘러싸인 부분인 RF송수신 시스템의 일부인 RF합성기 (120)에 활성화 펄스를 제공한다.

상기 펄스 제어모듈은 또한 RF주파수 합성기의 출력을 변조하는 변조기(124)에 변조신호를 공급한다. 변조된 RF신호는 RF전력 증폭기(128)와 송수신 스위치(130)를 통하여 RF코일 조립체(126)에 인가된다. RF신호는 조사중인 시료(도시되지 않음)에서 핵 스핀을 여기시키는데 사용된다. 여기된 핵 스핀으로부터의 NMR신호는 RF코일 조립체에 의해 픽업되며, 송수신 스위치를 통하여 RF전지 증폭기(132)에 인가되고, 구형(quadrature) 위상 검출기(134)에 인가된다. 검출된 신호는 A / D변환

기(136)에 디지털화되고, 다음 컴퓨터(114)에 인가되어, 예를 들어 샘플의 NMR영상 재구성하는 공지된 형태의 처리가 이루어진다.

상기의 논의를 위해 하나의 영상면(view)은, 동일위치 인코딩 경도로 구성된 한 세트의 NMR측정치로 정의한다. 따라서 이 영상면은 신호대 잡음비를 개선하기 위해 RF펄스의 부호가 교번되거나 또는 얻어진 측정치를 포함하거나, 측정치를 반복할 수도 있다. 주사 기간중에, 자장 경도값의 개별 세트는 공간 정보를 제공하는데 사용된다. 또한 상기 논의를 위해, 경도 진폭의 이웃값이 영상면을 얻는데 사용된 경우 영상면은 "인접"하게 된다. 인접 영상면은 시간적으로 계속 취득될 필요가 없다. 통상의 경우 하나의 영상면에 대한 성분 신호는 적당한 시간에 순차적으로 취득되지만 본원에서는 취득될 필요가 없다.

베이스라인 아티팩트를 감소시키는 본 발명은 투사 재구성 및 퓨리에 방법에 사용될 수 있고, 2차원 혹은 고차원 영상 형성에도 사용될 수도 있다. 우선 가장 통상적으로 사용되는 방법, 즉 2차원 퓨리에 변환 기술을 참조하여 상세히 기술하기로 한다.

제 2 도를 참고로 하면, 제 2 도는 2차원 퓨리에 변환(2DFT)으로 공지된 형태의 영상 형성 펄스 순차로 불리는 두 영상면을 도시하며, 이는 가끔 2차원 "스핀 워프(warp)"으로 불리며, 이에 대한 본 발명 개선점을 알 수 있을 것이다. 이 펄스 순차는 검사되는 샘플의 영상을 재구성하기 위해 공지의 방법으로 영상 형성 데이터를 얻는데 유용하다. 상기 펄스 순차는 이하 간략히 기술될 미국특허 제 4,443,376호에 기술된 바와 같이 위상이 교번된 위상 교번 RF여기 펄스를 사용한다. 이들 신호가 감산될 때 반전된 위상을 갖는 신호 성분은 위상 보강이 이루어지며, 반면 위상 반전되지 않은 베이스라인 오차 성분은 상쇄된다. 이것은 베이스라인 오차가 90° 펄스의 부호에 민감하지 않은 결과이다.

종래의 펄스 순차에서 상기와 같은 것이 이루어지는 방법은 예를 들어 128, 256, 또는 512위상 인코딩 영상면을 실제로 포함하는 펄스 순차의 2개 위상 인코딩 영상면 A 및 B를 도시하는 제 2 도와 관련하여 기술하기로 한다.

제 2 도의 화상면 A를 참조로 하면, 간격(1)에는 정극성 Gz자장 경도 펄스의 존재하에 인가된 선택적 90° RF여기 펄스가(수평축을 따라) 도시되어 있다.

제 1 도의 펄스 제어모듈(112)은 주파수 합성기와 변조기에 필요한 제어 신호를 공급하여 결과적인 여기펄스가 샘플의 예정된 범위에서만 핵 스핀을 여기시키는 보정 위상과 주파수가 되게 한다. 통상적으로, 여기 펄스는(simx) / X함수에 의해 진폭 변조된다. 합성기의 주파수는 공지의 라머 방정식에 따른 영상화될 NMR 종류와 인가된 자장의 세기에 따라 다르다. 펄스 제어모듈은 이 경우에 Gz 경도 펄스를 발생시키기 위해 경도 공급원에 활성화 신호를 인가한다.

제 2 도를 계속하여 참조하면 Gx, Gy 및 Gz 경도 펄스는 간격(2)에서 동시에 인가된다. 간격(2)에서

의 Gz경도는, 간격(2)동안 경도 파형의 시간 적분이 간격(1) 동안 경도의 시간 적분의 $-\frac{1}{2}$ 과 대략 같도록 선택된 리페이징(rephasing) 펄스이다. 부극성 Gz펄스의 기능은 간격(1)에서 여기된 핵 스핀을 리페이징 하는 것이다. Gy경도 펄스는 경도의 방향에서 공간정보를 인코딩하기 위하여 각영상면 A, B, ..., 등의 각각에서 다른 진폭을 갖도록 선택된 위상 인코딩 펄스이다. 다른 Gy경도 진폭의 수는 픽셀 소자의 수와 동일하게 선택되며, 재구성된 영상은 Y축 방향이다. 전형적으로 128, 256 또는 512의 다른 경도 진폭이 선택된다.

간격(2)에 Gx경도 펄스는 간격(4)에서 스핀 -에코우 신호 $S_1(t)$ 의 발생 시간을 지연시키도록 예정된 크기만큼 여기된 핵 스핀을 디페이즈(dephase) 시키는데 필요한 디페이징 펄스이다. 스핀 에코우는 간격(3)에서 비 선택성 180° RF펄스의 인가에 의해 발생된다. 공지된 바와 같이 180° RF펄스는 스핀 -에코우 신호를 발생시키기 위해 스핀 디페이징의 방향을 반전시키는 시간 -반전 펄스이다. 스핀 -에코우 신호는 선행 Gx 경도 펄스가 존재하는 간격(4)에서 샘플되어 상기 경도 방향으로 공간 정보를 인코딩한다.

정밀한 시간 -반전 펄스는 발생시키기 어렵다.

실제적으로, 불완전한 펄스는 관심있는 샘플 영역을 통하여 핵 스핀의 방향을 정확히 180° 반전시키지 못한다. 이 지역의 어느 부분에서, 핵 스핀은 180° 보다 적게 또는 더 크게 회전이 되어, 소정의 스핀 -에코우 신호를 따라 불가피하게 검출되는 불요 자유 유도 붕괴(FID) NMR신호의 원인이 되는 횡 자화 성분을 발생한다. 다른 베이스라인 오차 성분과 함께 불요 NMR신호는 바람직하지 못한 영상 아티팩트를 발생시킬 수 있다.

제 2 도의 펄스 순차에서, 베이스라인 오차 성분은 영상면 A에서 추가적인 NMR실험을 사용하여 제거될 수 있다. 상기 제 2실험은 영상면 A의 간격(1)에서의 RF여기 펄스가 영상면 A의 간격(1)의 여기 펄스에 대해 위상이 180° 만큼 다르게(-부호로 표시되는) 선택되어 간격(8)에서의 결과적인 스핀-에코우 신호 $S_1'(t)$ 는 간격(4)에서 스핀 -에코우 신호 $S_1(t)$ 와 180° 위상차가 생기게 되는 점을 제외하고는 첫번째 것과 거의 동일하다. 하지만, 간격(7)에서의 180° 위상차가 생기게 되는 점을 제외하고는 첫번째 것과 거의 동일하다. 하지만, 간격(7)에서의 180° RF펄스로 인하여 간격(8)에서 발생하는 불요 FID신호의 위상은 간격(3)에서의 FID신호에 대하여 동일하게 유지된다. 이 방법에서, 신호 $S_1(t)$ 및 $S_1'(t)$ 가 감산되는 경우, 신호 $S_1'(t)$ 에서 반전된(부극성) 부호를 갖는 신호의 성분만이 유지된다. 베이스라인 오차 성분은 마찬가지로 방법으로 상쇄된다.

베이스라인 오차 성분을 상쇄하는 동작은 다음의 방정식으로 요약될 수 있다.

$$S_1(t) = S(t) + B(t) \quad (1)$$

$$S_1'(t) = -S(t) + B(t) \quad (2)$$

여기서, $S_1(t)$ 및 $S_1'(t)$ 는 간격(4) 및 (8)에서 스핀 -에코우 신호를 나타내며, $S_1(t)$ 는 NMR 신호의 원하는 성분이며, $B(t)$ 는 베이스라인 오차 성분이다. 신호 $S_1(t)$ 및 $S_1'(t)$ 가 처리되는 통상의 방법은 다음과 같다.

$$S_1(t) = 1/2 [S_1(t) - S_1'(t)] \quad (3)$$

상기는 베이스라인 오차 성분 $B(t)$ 를 제거한다. 방정식(3)에 표시된 작동은 두 신호의 평균으로 인해 신호대 잡음비에서 2 정도의 개선을 제공한다.

영상면 A를 참조하여 기재된 과정은 영상면 B에 대해서도 반복되며, 위상 엔코딩 G_y 경도의 모든 진폭에 대하여도 반복된다.

베이스 라인 오차 성분을 제거하기 위해 제 2 도에 도시된 펄스 순차의 사용은 최소 수가 2라는 것을 반드시 의미한다. 그러나, 하이 -필드 영상 시스템에서, 고유의 신호대 잡음비는 유용한 영상을 발생시키는데 두개의 평균이 필요하지 않을 만큼 충분히 컸다. 이것은 신호대 잡음비에서 2의 이점을 필요하지 않는 상황에서 데이터 수집 시간이 불요하게 배가 된다는 것을 의미한다.

상기 특허출원에서 기술되고 청구된 베이스라인 오차 감소방법은 좀더 자세히 고찰하는 것이 도움이 된다. 이 방법에 따르면, 방정식(1) 및 (2)에 의해 표시된 $S_1(t)$ 및 $S_1'(t)$ 가 감산 대신에 가산되는 경우, 원하는 NMR신호보다는 베이스라인 오차 신호 $B(t)$ 가 회복될 수 있다. 즉,

$$B(t) = 1/2 [S_1(t) + S_1'(t)] \quad (4)$$

방정식(4)을 사용하여 결정된 베이스라인 신호가 위상 -엔코딩 경도 G_y 와 무관한 경우, 예를 들어 제 2도에서의 영상면 A에서 얻어진 신호 $S_1(t)$ 및 $S_1'(t)$ 를 한번 사용하여 결정될 수 있다. 다음 상기 베이스라인 신호는 다음 화상에서 위상 -엔코딩 경도의 각 진폭에 대응하는 모든 스핀 -에코우 신호에서의 베이스라인 오차를 보상하는데 사용될 수 있다.

그러나, G_y 가 진폭의 범위에 들어갈때 $B(t)$ 에서 충분한 변화가 있으며, $B(t)$ 의 한 값은 모든 영상면으로 이루어진 전체 데이터 셋트와 구간이 정확히 일치하지 않는다는 것으로 판단되었다. 새로운 베이스라인 오차 $B(t)$ 가 주기적으로, 예를 들어 위상 -엔코딩 경도 G_y 의 4'번째 혹은 8'번째($N_b = 4$ or 8) 진폭마다 결정되는 경우, $B(t)$ 신호는 베이스라인 오차에 대해 적절한 보상을 제공하도록 위상 -엔코딩 경도 G_y 에 기인하는 변화를 따르는 것으로 판명되었다.

그래서, 일반적으로 이 방법에 따르면, 모든 N_b 영상면이 시작될때마다, 예를 들어($N_b / 2$) 번째 영상면마다 위상 교번이 여기 펄스를 사용하여 위상 -인코딩 G_y 경도를 중복시킬 필요가 있다. 방정식(4)을 사용하여 계산된 베이스라인 신호 $B(t)$ 는 주어진 영상면에 가장 가까운 신호를 보상하는데 사용될 수 있다. 새로운 $B(t)$ 신호는 모든 N_b 영상면에 사용될 수도 있다.

상기의 방법을 사용하는 바람직한 영상 펄스 순차는 제 3 도를 참조하여 다음에서 기술하기로 한다.

제 3 도는 제 2 도의 영상면과 유사한 2DFT펄스 순차의 4영상면을 도시한다. 이 실시예에서, N_b 는 (설명의 용이를 위해) 30이 되도록 선택되었다.

제 1위상 교번 RF여기 펄스는 제 3 도의 간격(5)에서 발생하여, 신호 $S_1(t)$ 와 180° 위상차가 있는 스핀 -에코우 신호 $S_1'(t)$ 를 발생한다. 다음 위상 교번 RF펄스는 3개의 영상면마다 발생하며, 영상면(4)의 간격(21)에서 다음 것이 발생한다. 예를 들어, N_b 가 8로 선택되면, 제 1 위상 교번 여기 펄스는 영상면(4)에서 발생하며 그리고 다음 것은 화상(12), (20), ... 등등인 8영상면마다 발생한다.

제 3 도를 다시 참조하면, 동일한 G_y 경도 진폭에서 얻어진 신호 $S_1(t)$ 및 $S_1'(t)$ 가 방정식(3)에서와 같이 사용되어 영상면(1)에서 베이스라인 오차를 보상한다. 또한, $S_1(t)$ 및 $S_1'(t)$ 는 방정식(4)에 이용되어 베이스라인 신호 $B_1(t)$ 를 계산할 수 있다.

$B_1(t)$ 신호는 영상면(1)에서 신호 $S_1(t)$ 에 가장 가까운 신호 $S_2(t)$ (영상면 (2)에서)에서의 오차를 보상하는데 사용된다. 따라서, 보정된 신호는 관찰된 신호 $S_2(t)$ 로부터 $B_1(t)$ 를 감산하여 얻어진다. 이와 마찬가지로, 동일한 G_y 경도 진폭에서 얻어지며 간격(20, 24)에서 생기는 신호 $S_4(t)$ 및 $S_4'(t)$ 는 영상면(4)에서 에러를 보상하며, 새로운 베이스라인 오차 신호 $B_4(t)$ 를 계산하는데 사용된다. 신호 $B_4(t)$ 는 간격(16)에서 신호 $S_3(t)$ 와 도시되지 않은 신호 $S_5(t)$ 에서 베이스라인 오차 성분을 보상하는데 사용된다.

어떤 경우에는, $B_1(t)$ 및 $B_4(t)$ 를 사용하는 보간된 베이스라인 오차 값 $B'(t)$ 을 계산하기

위해(선형) 보간법을 사용하는 것이 유리할 수 있다. 그리고 보간된 $B'(t)$ 은 신호 $S_2(t)$ 및 $S_3(t)$ 에서 베이스 오차 성분을 보상하는데 사용될 수 있다. 마찬가지로의 보간값이 다른 베이스라인 오차 $B_i(t)$, $i = 7, 10, \dots$ 로부터 계산될 수 있다.

상기 방법을 사용하면 제 2 도의 펄스 순차에 대해 $(1 + 1/N_b) / 2$ 정도의 주사 시간이 감소된다. 따라서, $N_b = 4$ 및 8인 경우에 대해 시간의 감소는 각각 5/ 8와 9/ 16정도가 된다. 한편 주사 시간에서 이러한 감소가 상당히 개선되는 한편, 베이스라인 오차 성분으로 인한 영상 아티팩트를 제거하거나 감소시키는 새로운 방법이 본 발명에 따라서 제안된다. 본 발명의 방법을 사용하면, 다음의 장점이 얻어진다. 최소 주사 시간은 (제 2 도의 펄스 순차 주사시간에 비하여), 반감되며 영상면의 펄드가 주사 시간의 증가없이 2배로 될 수 있으며, 위상 -엔코딩 방향에서의 해상도가 주사 시간이 증가없

이 2배로 될 수 있다.

본 발명에 따라 베이스라인 오차 성분의 영향을 제거하거나 감소시키는 방법은 제 4 도의 펄스 순차를 참고로 하여 설명하기로 한다. 이 펄스 순차는 제 3 도의 것과 실제로 동일하며, 단일 RF 여기 펄스가 각 영상면에 대해 사용되며 90° RF 여기 펄스의 위상이 펄스 순차의 연속 인접 영상면에서 180° 반전되는 것만 다르다. 따라서, 제 4도에서, 홀수번째 영상면(예를 들어 1, 3, ... 27)은 $+90^\circ$ RF펄스를 사용하며, 짝수 영상면(2, 4, ... 128)은 -90° RF여기 펄스를 사용한다. 위상 교번된 여기 펄스로부터 발생한 연속적인 스핀 -에코우 신호는 서로에 대해 위상이 반전된 것이다. 이 방법에서, 위상 -엔코딩 경도의 각 진폭에 대해 하나의 측정값만이 만들어지므로 데이터 수집 시간은 상당히 짧아진다.

본 발명의 이 방법은 위상 교번 RF여기 펄스의 순서가 상술한 것과는 달리 반전된 펄스 순차로도 유리하게 실시될 수 있다. 그래서 홀수번째 영상면은 -90° RF펄스를 사용하고, 짝수 영상면은 $+90^\circ$ 펄스를 사용한다.

일반적인 경우, 시간 펄스 순차는 Gy경도 진폭이 연속적인 영상면에서 단조롭게 증가하도록 처리될 필요가 없다. 어떤 경우에는(예로써, 동작 유도 아티팩트의 감소 혹은 제거에서), Gy경도 진폭의 시간 순차를 임의적 또는 의사 임의적으로 선택하는 것이 바람직하다. 진폭이 단조롭게 증가하는 펄스 순차에서 선택된 진폭이 홀수 또는 짝수 영상면에 대응하느냐에 따라 $+90^\circ$ 또는 190° RF여기 펄스가 사용된다. 이 방법에서, 재구성 처리전에, 측정된 NMR신호가 Gy경도 진폭의 증가 순서로 재배열될 때, NMR신호중 인접한 신호는 반대 위상의 여기 펄스에 의해 얻어진 것에 대응한다.

어떤 영상면에서 위상 -엔코딩 경도 펄스의 진폭을 반복하지 않고 인접 영상면에 대한 RF여기 펄스의 위상을 교번시키는 효과는 위상 -엔코딩 방향에서 나이키스트 주파수까지 소정의 영상을 변조시키는 것이다. 하지만, 베이스라인 오차 성분으로 인한 아티팩트는 RF여기 펄스의 위상 반전에 의해 영향받지 않기 때문에 영상의 중심에서 변하지 않고 그대로 남아 있게 된다.

영상면의 필드의 연부까지의 소정의 영상 데이터의 변조는 종래의 NMR 해상도의 영상을 도시한 제 5a 도에 도시되어 있다. 소정의 영상 데이터가 위상 -엔코딩 방향으로 나이키스트 주파수에서 변조되므로, 영상은 영상면의 주사 필드의 반만큼 위로 이동된다. 상측 영상의 반은 영상면의 필드의 하부와 같다. 베이스라인 오차 아티팩트는 영상면의 필드의 수직 중심에 남아 있게 된다.

영상을 표시하기 전에, 데이터는 재구성되어야 하며, 영상은 영상면의 필드의 중심으로 복귀해야 한다. 이것은 영상 픽셀의 재배열에 의해 이루어진다. 좀더 양호한 실시예에는 -90° RF여기 펄스를 사용하며 만들어진 측정치를 재구성하기 전에 부정화하는 것이다. 이것이 완료되면, 영상은 제 5b도에 도시된 바와같이 영상면의 필드에서 정확한 위치로 회복된다. 측정치를 부정화하는 단계는 영상을 정확한 위치로 회복시킬 뿐만 아니라 나이키스트 주파수에서 베이스라인 오차 아티팩트를 변조하며 그러한 결과로 영상면의 필드의 1/ 2만큼 영상면의 필드의 연부로 상향 이동된다. 만약 크기 재구성이 사용되는 경우, $+90^\circ$ RF펄스로 얻어진 영상이나 -90° RF펄스로 얻어진 영상중의 하나는 부정화될 수 있다. 대상물 크기와 베이스라인 아티팩트의 공간 폭의 합이 주사 필드보다 작은 경우, 원하는 영상과 아티팩트가 분리된다. 베이스라인 오차 성분이 위상 -엔코딩 방향에서 좁은 주파수 대역을 가지므로, 실제 베이스라인 오차 아티팩트는 영상에서 분리되며, 제 5b도의 라인(500)(502)에 도시된 바와 같이 영상의 상하에서 가는 선으로 보인다. 이러한 나머지 아티팩트도 거슬리는 경우, 영상면의 주사 필드는 표시된 필드보다 약간 더 크게 만들어질 수 있으므로 아티팩트는 보이지 않는다(영상면의 표시된 필드 또는 공간 해상도에서 단지 적은 변화만이 있을 뿐이다).

상술한 것으로부터 알 수 있듯이, 평균화가 사용되지 않는 경우, 본 발명은 제 2 도를 참고로 하여 기술된 방법에 비하여 주사 시간에서 인수 2정도 만큼의 감소를 제공한다. 그러나 평균화가 사용되지 않기 때문에, 제 4도의 펄스 순차로 얻어진 영상은 동일한 해상도를 갖지만, 제 2도의 잡음 레벨은 제 2도의 레벨보다 2만큼 더 높다. 본 발명으로 실현된 시간 감소는 제 2 도의 펄스 순차에 대한 데이터 수집 시간을 증가시키없이 위상 -엔코딩 방향으로 영상의 해상도를 증가시키는데 사용된다. 이것은 위상 -엔코딩 영상면의 수를 배가시켜(예를 들어 128에서 256으로), 그리고 최대 위상 -엔코딩 경도 진폭을 배가시켜 얻어진다.

결과적인 영상은 위상 -엔코딩 방향으로의 증가된 해상도를 얻지만, 해상도 개선으로 인해 제 2 도의 펄스순차로 얻어진 영상의 잡음 레벨의 2배 정도의 레벨을 갖는다. 주사 시간 감소와 해상도 증가는 시간 또는 선명도중 어느 하나를 우선으로 하여 신호대 잡음비를 무시하는 것이 바람직할 때 유용하다. 본 발명의 방법으로 실현된 시간 감소는, 예를 들면 제 2 도 또는 제 4 도의 128영상면 순차에 의해 얻어진 것에 비해 영상면의 필드를 증가시키는데 사용될 수 있다. 이것은 위상 -엔코딩 경도의 최대 진폭이 변하지 않도록 유지하는 한편 영상면의 수를 256으로 배가하여 성취될 수 있다.

이 방법에서, 영상면의 필드는 배가될 수 있으며, 반면에 주사 시간, 잡음 레벨 및 해상도는 128영상면이 사용된 제 2 도의 펄스 순차에 의해 얻어진 것과 동일하다. 표시된 필드가 실제 주사된 필드보다 적게되는 경우, 영상면의 필드 연부에서 나타나는 아티팩트는 보이지 않게 되므로 영상면의 필드의 증가는 유용하다.

베이스라인 아티팩트는 상당한 량의 에너지를 가질 수도 있다. 공간 평활화(smoothing)가 이 경우의 푸리에 변환에 사용되는 경우, 베이스라인 아티팩트의 공간 범위는 과도하게 커질 수 있다. 이 문제는 베이스라인 오차의 개략적인 추정치가 -90° RF영상면 부정화와 푸리에 변환전에 모두 영상면으로부터 감산되는 경우 상당히 감소될 수 있다. 상기 베이스라인 추정치는, 교번 RF 여기 상태를 갖지만 그러나 같은 위상 인코딩 진폭을 갖는 하나 또는 몇개의 측정치를 얻어서 발생될 수 있으며, 다음 방정식(4)을 사용하여 베이스라인 오차를 결정한다. 한 실시예에서, 상기 문제를 피하기 위해서는 3개 측정치 쌍이면 충분하며, 단지 주사 시간에서 약간의 증가만을 초래한다는 사실이 밝혀졌다. 더구나, 개략적인 추정치로도 충분하므로 각 주사에 대한 베이스라인 추정치를 얻을 필요가 없다.

본 발명의 바람직한 실시예는 2DFT 펄스 순차를 참조하여 앞에서 기술하였지만 이 분야의 기술에 속

련된 사람은 본발명이 상기 순차의 3차원 실시예로 실시될 수 있음을 알 수 있을 것이다. 이 경우에, 가변 진폭 Gz 위상 -엔코딩 경도 펄스는 Z -축 방향으로 공간 영상 정보를 인코딩하기 위해 제 4도의 간격 2, 6, 10, 14, 등등)동안 인가된다. 3차원 스핀 위드 펄스 순차는 본 발명인의 양수인에게 양도된 미국특허 제 4,431,968호에 기재되어 있으며 변경 기술로 본원에 포함되어 있다. 3차원 수행 처리에서, 보다 양호한 결과로 모든 방향에서 교번될 수 있지만, 위상 -엔코딩 방향중의 하나에서만 인접 영상면에 있는 RF여기 펄스의 부호를 교번시킬 필요가 있다.

본 발명의 영상 형성 순차의 플리에 변환 형태 이외의 다른 것으로 실시될 수 있음을 알 수 있다.

이러한 순차의 예는 다각도 투사 재구성 기술의 2 및 3차원 처리가 있다. 이러한 순차에서 NMR투사 데이터는 관심의 샘플 영역에서 다수의 각도(즉, 2차원 처리에서 최소한 180도 원호내의)로부터 얻어진다. 이 영상은 각방향에 대하여 얻어진 선적분 투사 데이터를 여파하고 후면 투사하여 재구성될 수 있다. 본 발명의 방법은 인접 각도 투사가 인접 영상면으로서 처리되는 경우, 상기 순차에 직접 이용될 수 있다. 인접 투사는 반대 부호의 베이스라인 아티팩트를 가지므로 또, 베이스라인 오차가 경도 방향에 따라서만 서서히 변하므로, 베이스라인 아티팩트는 상쇄된다. 경도 방향에 따라 신호 베이스라인에서의 변화가 매우 느린 경우, 또한 충분한 영상면이 사용된다면(영상에서의 픽셀의 수 보다 더 크거나 비슷한), 인접 영상면에서 여기 펄스의 부호를 변환할 필요가 없으며, 예를 들어 2 또는 4개의 영상면마다 더 느린 변화로도 충분하다.

본 발명은 펄스 순차로 수행될 수 있으며, NMR 데이터가 상술한 바와 같이 스핀 -에코우 신호보다는 자유 -유도 붕괴 신호의 샘플링에 의해 얻어지는 펄스 순차로도 실시될 수 있다. 이 경우에서, 위상 교번 여기 신호는 베이스라인 오차 성분을 없앨 목적으로 스핀 에코우 신호로서 처리되는 위상 교번 FID 신호를 유발한다. FID 신호와 관련된 베이스라인 오차는 A/D 변환기 오프셋과 위상 검출기의 다른 부정밀성으로 인한 것일 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

소정의 복수의 영상면을 포함하고, 상기 영상면의 각각은 연구 대상의 최소한 1차원 축을 따라 위상 -엔코딩 자장 경도 펄스와 RF여기 펄스가 인가되며, 상기 경도 펄스가 각 영상면에서 서로 다른 진폭을 갖도록 NMR영상 형성 기술에서 NMR신호의 베이스라인 오차 성분의 영향을 제거하는 방법으로, 상기 방법은 : 최소한 한 방향에서 경도 진폭의 인접한 값으로 얻어진 영상면에서 RF여기 펄스의 위상을 180° 만큼 교번시키는 단계와, 상기 위상 교번된 RF펄스의 인가에 의해 발생된 NMR신호를 관측하는 단계와, 연구 대상의 영상을 구성하는 단계로 이루어진 NMR영상의 오차 제거 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 연구 대상의 영상을 구성하기 전에 관찰된 NMR 신호에서 번갈아 하나씩 부정화하는 단계를 포함하는 NMR영상의 오차 제거 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 위상-엔코딩 경도 펄스의 진폭이 영상면의 시간 순차에서 단조롭게 증가하도록 선택된 NMR영상의 오차 제거 방법.

청구항 4

제 1 또는 제 2 항에 있어서, 홀수번째 영상면이 +90° RF여기 펄스를 포함하며, 한편 짝수번째 영상면이 -90° RF펄스를 포함하는 NMR영상의 오차 제거 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 부정화 단계는 -90° RF펄스로 인한 NMR신호를 부정화 하는 단계를 포함하는 NMR영상의 오차 제거 방법.

청구항 6

제 4 항에 있어서, 상기 부정화 단계는 +90° RF펄스로 인한 NMR신호를 부정화 하는 단계를 포함하는 NMR영상의 오차 제거 방법.

청구항 7

제 2 항에 있어서 홀수번째 영상면은 -90° RF여기 펄스를 포함하는 한편, 짝수번째 영상면은 +90° RF펄스를 포함하는 NMR영상의 오차 제거 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서, 상기 부정화 단계는 -90° RF펄스로 인한 NMR신호를 부정화 하는 단계를 포함하는 NMR영상의 오차 제거 방법.

청구항 9

제 7 항에 있어서, 상기 부정화 단계는 +90° RF펄스로 인한 NMR신호를 부정화 하는 단계를 포함하는 NMR영상의 오차 제거 방법.

청구항 10

제 1 또는 2 항에 있어서, 위상 -엔코딩 경도 펄스 진폭의 시간 순차는 비단조성이 되도록 선택되며, 각 영상면에서의 여기 펄스의 위상은 상기 NRM신호가 위상 -엔코딩 자장 경도의 단조 증가 진폭에 따라 재배열될때 재배열된 신호중 인접한 신호는, 서로에 대하여 180° 위상이 다른 RF여기 펄스로 인해 존재하도록 선택되는 NMR영상의 오차 제거 방법.

청구항 11

제 2 항에 있어서, 홀수번째 재배열된 신호는 $+90^\circ$ RF펄스로 인해 존재하며, 짝수번째 재배열된 신호는 -90° RF펄스로 인해 존재하는 NMR영상의 오차 제거 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서, 상기 부정화 단계는 -90° RF펄스로 인한 NMR신호를 부정화 하는 단계를 포함하는 NMR영상의 오차 제거 방법.

청구항 13

제 11 항에 있어서, 상기 부정화 단계는 $+90^\circ$ RF펄스로 인한 NMR신호를 부정화 하는 단계를 포함하는 NMR영상의 오차 제거 방법.

청구항 14

제 2 항에 있어서, 홀수번째 재배열된 신호는 -90° RF펄스로 인해 존재하며, 짝수번째 재배열된 신호는 -90° RF펄스로 인해 존재하는 NMR영상의 오차 제거 방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서, 상기 부정화 단계가 -90° RF펄스에 기인하는 NMR신호를 부정화 하는 단계를 포함하는 NMR영상의 오차 제거 방법.

청구항 16

제 14 항에 있어서, 상기 부정화 단계는 $+90^\circ$ RF펄스로 인한 NMR신호를 부정화 하는 단계를 포함하는 NMR영상의 오차 제거 방법.

청구항 17

순차적으로 실행된 소정의 복수의 영상면을 포함하며, 각 영상면은 RF여기 펄스와 자장 경도 펄스의 인가를 포함하고, 상기 경도 펄스는 각 영상면에서 서로 다른 방향으로 향하도록 선택된 NMR영상 형성 기술에서 NMR 신호의 베이스라인 오차 성분의 영향을 제거하는 방법으로서, 상기 방법은 : 영상면의 약 절반을 포함하는 제 1셋트와 나머지 영상면을 포함하는 제 2셋트로 영상면을 분리하는 단계와; 상기 제 1셋트의 영상면에 대해서는 $+90^\circ$ RF여기 펄스를 이용하고 제 2셋트의 영상면에 대해서는 -90° RF여기 펄스를 사용하는 단계와; 상기 RF여기 펄스의 인가로부터 얻어진 NMR신호를 관찰하는 단계와; 연구 대상의 영상을 재구성하기 전에 제 1셋트의 영상면으로부터 관측된 NMR신호를 부정화하는 단계로 이루어진 NMR영상의 오차 제거 방법.

청구항 18

제 17 항에 있어서, 경도 펄스의 방향이 영상면의 시간 순차에서 단조롭게 변하도록 선택된 NMR영상의 오차 제거 방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서, 홀수번째 영상면은 $+90^\circ$ RF여기 펄스를 포함하며, 짝수번째 영상면은 -90° RF펄스를 포함하는 NMR영상의 오차 제거 방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서, 상기 부정화 단계는 -90° RF펄스로 인한 NMR신호를 부정화 하는 단계를 포함하는 NMR영상의 오차 제거 방법.

청구항 21

제 19 항에 있어서 상기 부정화 단계는 $+90^\circ$ RF펄스로 인한 NMR신호를 부정화 하는 단계를 포함하는 NMR영상의 오차 제거 방법.

청구항 22

제 18 항에 있어서, 홀수번째 영상면은 -90° RF여기 펄스를 포함하며, 짝수번째 화상이 $+90^\circ$ RF펄스를 포함하는 NMR영상의 오차 제거 방법.

청구항 23

제 22 항에 있어서, 상기 부정화 단계는 -90° RF펄스로 인한 NMR신호를 부정화 하는 단계를 포함하는 NMR영상의 오차 제거 방법.

청구항 24

제 22 항에 있어서, 상기 부정화 단계는 $+90^\circ$ RF펄스로 인한 NMR신호를 부정화 하는 단계를 포함하는 NMR영상의 오차 제거 방법.

청구항 25

제 17 항에 있어서, 자장 경도 펄스의 방향이 비단조 형태로 변하도록 선택되며, 각 영상면에서의 여기 펄스의 위상은, 상기 NMR 신호가 자장 경도의 방향이 단조롭게 변함에 따라 재배열될 때 재배열된 신호중 인접 신호는 서로에 대해 180° 위상이 다른 RF여기 펄스로 인해 존재 하도록 선택되는 NMR영상의 오차 제거 장치.

청구항 26

소정 복수의 영상면을 포함하고, 상기 영상면의 각각은 연구 대상의 최소한 1차원 축을 따라 위상 - 인코딩 자장 경도 펄스와 RF 여기 펄스의 인가를 포함하며, 상기 경도 펄스가 각 영상면에서 서로 다른 진폭을 갖도록 선택된 NMR영상 형성 기술에서 NMR 신호의 베이스라인 오차 성분의 영향을 제거 하는 장치로서, 상기 장치는 : 최소한 한 방향에서 경도 진폭의 인접한 값으로 얻어진 영상면에서 RF여기 펄스의 위상을 180° 만큼 교번시키는 수단과, 상기 위상 교번된 RF 펄스의 인가에 의해 발생 된 NMR 신호를 관측하는 수단과, 연구 대상의 영상을 구성하는 수단으로 이루어진 NMR영상의 오차 제거 장치.

청구항 27

제 26 항에 있어서, 연구 대상의 영상을 구성하기 전에 관찰된 NMR 신호에서 번갈아 하나씩 부정화 하는 수단을 포함하는 NMR영상의 오차 제거 장치.

청구항 28

제 26 또는 27 항에 있어서, 상기 위상 -인코딩 경도 펄스의 진폭이 영상면의 시간 순차에서 단조롭게 증가하도록 선택된 NMR영상의 오차 제거 장치.

청구항 29

제 27 항에 있어서, 홀수번째 영상면이 $+90^\circ$ RF여기 펄스를 포함하며, 한편 짝수번째 영상면이 -90° RF펄스를 포함하는 NMR영상의 오차 제거 장치.

청구항 30

제 29 항에 있어서, 상기 부정화 수단은 -90° RF펄스로 인한 NMR신호를 부정화 하는 수단을 포함하는 NMR영상의 오차 제거 장치.

청구항 31

제 27 항에 있어서, 상기 부정화 수단은 $+90^\circ$ RF펄스로 인한 NMR신호를 부정화 하는 수단을 포함하는 NMR영상의 오차 제거 장치.

청구항 32

제 27항에 있어서, 홀수번째 영상면은 -90° RF여기 펄스를 포함하는 한편, 짝수번째 영상면은 $+90^\circ$ RF펄스를 포함하는 NMR영상의 오차 제거 방법.

청구항 33

제 32 항에 있어서, 상기 부정화 수단은 -90° RF펄스로 인한 NMR신호를 부정화 하는 수단을 포함하는 NMR영상의 오차 제거 장치.

청구항 34

제 32 항에 있어서, 상기 부정화 수단은 $+90^\circ$ RF펄스로 인한 NMR신호를 부정화 하는 수단을 포함하는 NMR영상의 오차 제거 장치.

청구항 35

제 26 또는 27 항에 있어서, 위상 -인코딩 경도 펄스 진폭의 시간 순차는 비 단조성이 되도록 선택되며, 각 영상면에서의 여기 펄스의 위상은 상기 NMR 신호가 위상 -인코딩 자장 경도의 단조 증가 진폭에 따라 재배열될 때 재배열된 신호중 인접한 신호는, 서로에 대하여 180° 위상이 다른 RF여기 펄스로 인해 존재하도록 선택되는 NMR영상의 오차 제거 장치.

청구항 36

제 27항에 있어서, 홀수번째 재배열된 신호는 $+90^\circ$ RF펄스로 인해 존재하며, 짝수번째 재배열된 신호는 -90° RF펄스로 인해 존재하는 NMR영상의 오차 제거 장치.

청구항 37

제 36항에 있어서, 상기 부정화 수단은 -90° RF펄스로 인한 NMR신호를 부정화 하는 수단을 포함하는 NMR영상의 오차 제거 장치.

청구항 38

제 36 항에 있어서, 상기 부정화 수단은 $+90^\circ$ RF펄스로 인한 NMR신호를 부정화 하는 수단을 포함하는 NMR영상의 오차 제거 장치.

청구항 39

제 27 항에 있어서, 홀수번째 재배열된 신호는 $+90^\circ$ RF펄스로 인해 존재하며, 짝수번째 재배열된 신호는 -90° RF펄스로 인해 존재하는 NMR영상의 오차 제거 장치.

청구항 40

제 39 항에 있어서, 상기 부정화 수단은 -90° RF펄스로 인한 NMR신호를 부정화 하는 수단을 포함하는 NMR영상의 오차 제거 장치.

청구항 41

제 39 항에 있어서, 상기 부정화 수단은 $+90^\circ$ RF펄스로 인한 NMR신호를 부정화 하는 수단을 포함하는 NMR영상의 오차 제거 장치.

청구항 42

순차적으로 실행된 소정의 복수의 영상면을 포함하며, 각 영상면은 RF여기 펄스와 자장 경도 펄스의 인가를 포함하고, 상기 경도 펄스는 각 영상면에서 서로 다른 방향으로 향하도록 선택된 NMR영상 형성 기술에서 NMR 신호의 베이스라인 오차 성분의 영향을 제거하는 장치로서, 상기 장치는 : 영상면의 약 절반을 포함하는 제 1셋트와 나머지 영상면을 포함하는 제 2셋트로 영상면을 분리하는 수단과; 상기 제 1셋트의 영상면에 대해서는 $+90^\circ$ RF여기 펄스를 이용하고 제 2 셋트의 영상면에 대해서는 -90° RF여기 펄스를 사용하는 수단와; 상기 RF여기 펄스의 인가로부터 얻어진 NMR신호를 관찰하는 수단과; 연구 대상의 영상을 재구성 하기 전에 제 1셋트의 영상면으로부터 관측된 NMR신호를 부정화하는 수단을 이루어진 NMR영상의 오차 제거 장치.

청구항 43

제 42 항에 있어서, 경도 펄스의 방향이 영상면의 시간 순차에서 단조롭게 변하도록 선택된 NMR영상 오차 제거 장치.

청구항 44

제 43항에 있어서, 홀수번째 재영상면은 $+90^\circ$ RF여기 펄스를 포함하며, 짝수번째 영상면은 -90° RF펄스를 포함하는 NMR영상의 오차 제거 장치.

청구항 45

제 44 항에 있어서, 상기 부정화 수단은 -90° RF펄스로 인한 NMR신호를 부정화 하는 수단을 포함하는 NMR영상의 오차 제거 장치.

청구항 46

제 44 항에 있어서, 상기 부정화 수단은 $+90^\circ$ RF펄스로 인한 NMR신호를 부정화 하는 수단을 포함하는 NMR영상의 오차 제거 장치.

청구항 47

제 43항에 있어서, 홀수번째 영상면은 $+90^\circ$ RF여기 펄스를 포함하며, 짝수번째 화상이 -90° RF펄스를 포함하는 NMR영상의 오차 제거 장치.

청구항 48

제 47항에 있어서, 상기 부정화 수단은 -90° RF펄스로 인한 NMR신호를 부정화 하는 수단을 포함하는 NMR영상의 오차 제거 장치.

청구항 49

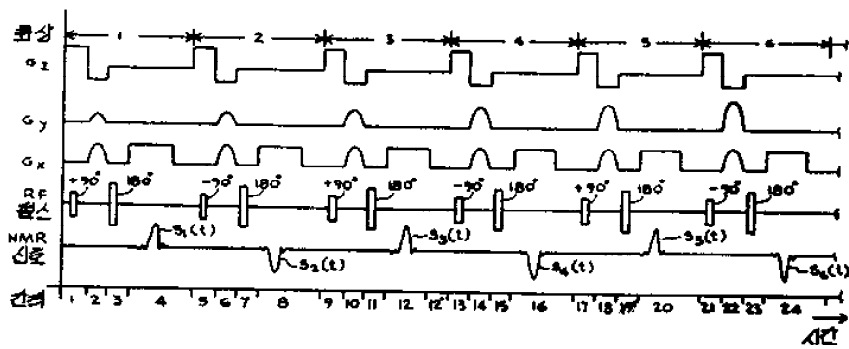
제 47 항에 있어서, 상기 부정화 수단은 $+90^\circ$ RF펄스로 인한 NMR신호를 부정화 하는 수단을 포함하는 NMR영상의 오차 제거 장치.

청구항 50

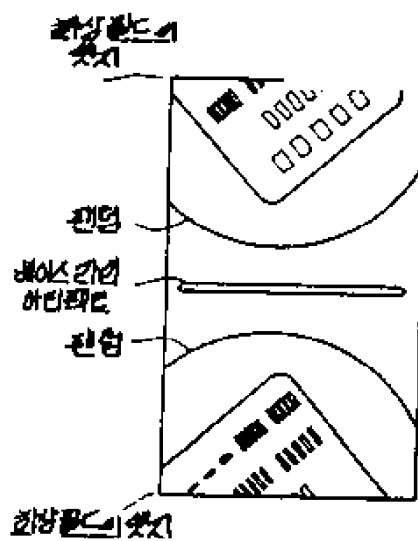
제 42 항에 있어서, 자장 경도 펄스의 방향이 비단조 형태로 변화도록 선택되며, 각 영상면에서의 여기 펄스의 위상은, 상기 NMR신호가 자장 경도의 방향이 단조롭게 변함에 따라 재배열될때 재배열된 신호중 인접 신호는 서로에 대해 180° 위상이 다른 RF 여기 펄스로 인해 존재하도록 선택된 NMR영상의 오차 제거 장치.

도면

도면4



도면5A



도면5B

