



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0123449
(43) 공개일자 2014년10월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 5/055 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0043758

(22) 출원일자 2014년04월11일

심사청구일자 없음

(30) 우선권주장

10 2013 206 570.1 2013년04월12일 독일(DE)

(71) 출원인

지멘스 악티엔게젤샤프트

독일 뮌헨 80333 비텔스파허프라췌 2

(72) 발명자

아돌프, 홀거

독일 90513 치른도르프 아이벤슈트라췌 29

벤네르, 토마스

독일 91052 에를랑엔 페트라-켈리-베크 11

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김미희, 이시용, 정현주

전체 청구항 수 : 총 11 항

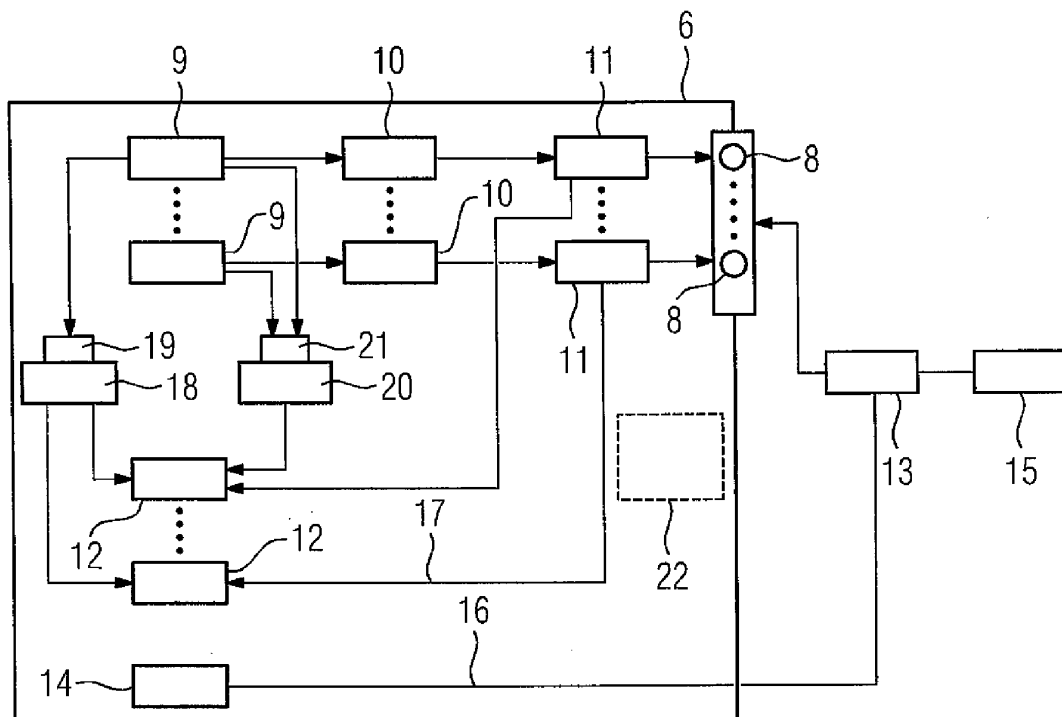
(54) 발명의 명칭 복수의 코일 엘리먼트들을 독립적으로 작동시키도록 설계된, 자기 공명 디바이스의 송신 디바이스를 동작시키기 위한 방법, 그리고 송신 디바이스

(57) 요약

복수의 코일 엘리먼트들을 독립적으로 작동시키도록 설계된, 자기 공명 디바이스의 송신 디바이스를 동작시키기 위한 방법, 그리고 송신 디바이스

자기 공명 디바이스(1)의 송신 디바이스(6)를 동작시키기 위한 방법으로서, 상기 송신 디바이스는 상이한 송신 (뒷면에 계속)

대표도 - 도2



경로들에 걸쳐 무선주파수 코일(3)의 복수의 코일 엘리먼트들(4)을 독립적으로 작동시키도록 설계되고, 여기서 상이한 위상들을 갖는 상기 코일 엘리먼트들(4)을 작동시키기 위하여, 기준 평면(7)에서의 위상 차이들, 특히 상기 코일 엘리먼트들(4)에 대한 플러그-인 위치들(8)에서의 위상 차이들이 고려되고, 여기서 한 번 수행될 제1 교정 측정에서, 각각의 송신 경로에 대해, 전송된 무선주파수 신호의 제1 위상이 상기 기준 평면(7)으로부터 이격된 상기 송신 디바이스(6)에 영구적으로 설치된 내부 측정 디바이스에 의해 측정되고, 교정 측정을 위해, 상기 전송된 무선주파수 신호의 제2 위상이 상기 기준 평면(7), 특히 상기 플러그-인 위치(8)에 연결될 제2의 외부 측정 디바이스에 의해 측정되며, 여기서 상기 제1 위상 및 상기 제2 위상 중 적어도 하나가 상기 코일 엘리먼트들(4)의 위상이 정확한 작동시 그리고/또는 상기 내부 측정 디바이스를 이용하여 추가의 측정들을 정정하기 위해 고려되는,

자기 공명 디바이스(1)의 송신 디바이스(6)를 동작시키기 위한 방법.

(72) 발명자

파우츠, 한스-페터

독일 91301 포르히하임 누쓰바움슈트라쎄 39

폰티어스, 요르그 올리히

독일 91077 네운키르헨 아. 브란트 레르헨베크 1

검브레히트, 레네

독일 91074 헤르초게나우라흐 인 데르 뢰테 1

특허청구의 범위

청구항 1

자기 공명 디바이스(1)의 송신 디바이스(6)를 동작시키기 위한 방법으로서,

상기 송신 디바이스는 상이한 송신 경로들에 걸쳐 무선주파수 코일(3)의 복수의 코일 엘리먼트들(4)을 독립적으로 작동시키도록 설계되고, 여기서 상이한 위상들을 갖는 상기 코일 엘리먼트들(4)을 작동시키기 위하여, 기준 평면(7)에서의 위상 차이들, 특히 상기 코일 엘리먼트들(4)에 대한 플러그-인 위치들(8)에서의 위상 차이들이 고려되고,

한 번 수행될 제1 교정 측정에서, 각각의 송신 경로에 대해, 전송된 무선주파수 신호의 제1 위상이 상기 기준 평면(7)으로부터 이격된 상기 송신 디바이스(6)에 영구적으로 설치된 내부 측정 디바이스에 의해 측정되고, 교정 측정을 위해, 상기 전송된 무선주파수 신호의 제2 위상이 상기 기준 평면(7), 특히 상기 플러그-인 위치(8)에 연결될 제2의 외부 측정 디바이스에 의해 측정되며, 여기서 상기 제1 위상 및 상기 제2 위상 중 적어도 하나가 상기 코일 엘리먼트들(4)의 위상이 정확한 작동시 그리고/또는 상기 내부 측정 디바이스를 이용하여 추가의 측정들을 정정하기 위해 고려되는,

자기 공명 디바이스(1)의 송신 디바이스(6)를 동작시키기 위한 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

각각의 송신 경로에 대해, 정정 값이 상기 제1 위상과 상기 제2 위상 사이의 차이로부터 결정되고, 상기 기준 평면(7)에서의 현재 위상을 결정하기 위하여 상기 내부 측정 디바이스를 이용하여 다음(following)의 측정들로부터 차감되거나, 그리고/또는 작동 위상을 결정하기 위해 상기 제2 위상이 타겟 위상으로부터 차감되고, 상기 작동 위상을 이용하여, 상기 기준 평면(7)에서 상기 타겟 위상을 획득하기 위하여 무선주파수 신호가 생성되는,

자기 공명 디바이스(1)의 송신 디바이스(6)를 동작시키기 위한 방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

각각의 경우 ADC(analog-to-digital)를 갖는 수신기(12, 14)에 연결되는 하나의 지향성 커플러(11, 13)가 내부 및 외부 측정 디바이스로서 사용되는,

자기 공명 디바이스(1)의 송신 디바이스(6)를 동작시키기 위한 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 외부 측정 디바이스와 연관되고 특히 상기 송신 디바이스(6)에 영구적으로 설치되는 상기 수신기(14)는 상기 외부 측정 디바이스에 대해 독점적으로 사용되는,

자기 공명 디바이스(1)의 송신 디바이스(6)를 동작시키기 위한 방법.

청구항 5

제 3 항 또는 제 4 항에 있어서,

상기 내부 측정 디바이스들에 대한 상기 수신기들(12)이 상기 무선주파수 코일(3)을 이용하여 자기 공명 신호들을 수신하기 위해 또한 사용되는,

자기 공명 디바이스(1)의 송신 디바이스(6)를 동작시키기 위한 방법.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 교정 측정의 일부로서, 특히 연결된 무선주파수 코일(3)의 경우, 명확하게 정의된 테스트 신호가 각각의 송신 경로 상에서 전송되고, 각각의 테스트 신호에 대해, 포워드 및 리턴 테스트 신호의 진폭 및 위상이 상기 내부 측정 디바이스에 의하여 측정되고 체크 값들로서 저장되며, 여기서 적어도 하나의 이후 시점에 동일한 구성을 이용한 체크 측정에서, 즉 특히 차례로 연결된 상기 무선주파수 코일(3)을 이용한 체크 측정에서, 각각의 송신 경로에 대해, 상기 테스트 신호가 다시 전송되고, 각각의 테스트 신호에 대해, 포워드 및 리턴 테스트 신호의 진폭 및 위상이 상기 내부 측정 디바이스에 의하여 측정되며, 여기서 송신 경로에 대한 상기 체크 값들의 불일치(discrepancy)의 경우, 케이블 결함이 설정 및 출력되는,

자기 공명 디바이스(1)의 송신 디바이스(6)를 동작시키기 위한 방법.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

각각의 경우 상기 송신 경로들 상에서 신호들을 생성하기 위해 하나의 변조기(9)가 사용되고 상기 내부 측정 디바이스들 각각이 하나의 또는 해당하는 수신기(12)를 갖고, 여기서 상기 제1 교정 측정 동안,

a) 수신기들(12) 전부의 위상들이 변조기들(9) 중 미리결정된 기준 변조기(9)의 위상과 비교되고, 불일치들이 수신기 기준 위상들로서 저장되거나, 그리고/또는

b) 상기 변조기들(9) 전부의 위상들이 상기 수신기들(12) 중 미리결정된 기준 수신기(12)의 위상과 비교되고, 불일치들이 변조기 기준 위상들로서 저장되며,

여기서 상기 송신 디바이스(6)의 재시동 이후 제2 교정 측정 동안,

a) 상기 수신기들(12) 전부의 위상들이 상기 미리결정된 기준 변조기(9)의 위상과 비교되고, 불일치들이 현재 수신기 위상들로서 저장되거나, 그리고/또는

b) 상기 변조기들(9) 전부의 위상들이 상기 미리결정된 기준 수신기(12)의 위상과 비교되고, 불일치들이 현재 변조기 위상들로서 저장되고,

그리고 여기서, 모든 각각의 제2 교정 측정 이후, 위상이 정확한 작동 및/또는 정정의 경우, 각각의 송신 경로에 대해 또한, 현재 수신기 위상과 수신기 기준 위상 사이 그리고 현재 변조기 위상과 변조기 기준 위상 사이의 차이들 중 적어도 하나가 고려되는데, 특히 상기 현재 수신기 위상과 상기 수신기 기준 위상 사이의 차이가 상기 제1 위상과 상기 제2 위상 사이의 차이로서 결정된 정정 값에 부가되거나, 그리고/또는 모든 각각의 제2 교정 측정 이후 작동 위상을 결정하기 위해 상기 현재 변조기 위상과 상기 변조기 기준 위상 사이의 차이가 타겟 위상으로부터 또한 차감되는,

자기 공명 디바이스(1)의 송신 디바이스(6)를 동작시키기 위한 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제2 교정 측정은 상기 송신 디바이스(6)가 재시동될 때마다 자동으로 수행되는,

자기 공명 디바이스(1)의 송신 디바이스(6)를 동작시키기 위한 방법.

청구항 9

제 7 항 또는 제 8 항에 있어서,

상기 수신기 기준 위상들과 상기 현재 수신기 위상들을 결정하기 위하여, 결정된 기준 변조기(9)의 비교 신호가 분할기(18)에 의하여 상기 수신기들(12) 사이에 분배되는,

자기 공명 디바이스(1)의 송신 디바이스(6)를 동작시키기 위한 방법.

청구항 10

제 7 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 변조기 기준 위상들과 상기 현재 변조기 위상들을 결정하기 위하여, 상기 변조기들(9)의 비교 신호가 결합기(20)를 통해 특정 기준 수신기(12)에 전달되는,

자기 공명 디바이스(1)의 송신 디바이스(6)를 동작시키기 위한 방법.

청구항 11

자기 공명 디바이스(1)를 위한 송신 디바이스(6)로서,

상기 송신 디바이스는 무선주파수 코일(3)의 복수의 코일 엘리먼트들(4)을 독립적으로 작동시키기 위해 설계되고, 상기 목적을 위해, 상기 송신 디바이스(6)는, 각각이 변조기(9)를 포함하는 복수의 송신 경로들, 증폭기 디바이스(10), 전송된 무선주파수 신호의 제1 위상을 측정하기 위해 상기 증폭기 디바이스(10)의 다운스트림에 연결된 내부 측정 디바이스, 그리고 상기 무선주파수 코일(3) - 전송된 무선주파수 신호의 제2 위상을 측정하기 위해 플러그-인 위치(8)에 연결될 수 있는 외부 측정 디바이스를 가짐 - 의 코일 엘리먼트(4)에 대해 기준 평면(7)으로서 간주되는 플러그-인 위치(8), 그리고 제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 따른 방법을 구현하도록 설계되는 제어 디바이스(22)를 포함하는,

자기 공명 디바이스(1)를 위한 송신 디바이스(6).

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 자기 공명 디바이스의 송신 디바이스를 동작시키기 위한 방법에 관한 것이고, 상기 송신 디바이스는 상이한 송신 경로들에 걸쳐 무선주파수 코일의 복수의 코일 엘리먼트들을 독립적으로 작동시키도록 설계되고, 여기서 상이한 위상들을 갖는 코일 엘리먼트들을 작동시키기 위하여, 기준 평면에서의 위상 차이들, 특히 코일 엘리먼트들에 대한 플러그-인 위치들에서의 위상 차이들이 고려된다. 부가하여, 본 발명은 자기 공명 디바이스를 위한 송신 디바이스에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 자기 공명 이미징에서, 송신 코일들, 즉 무선주파수 코일들이 서로 독립적으로 작동될 수 있는 상이한 코일 엘리먼트들을 포함하도록 송신 코일들, 즉 무선주파수 코일들을 구성하는 것이 제안되었다. 어느 자기장들이 어느 코일 엘리먼트에 의해 생성되는지가 알려진다면, 이미징 범위 내의 상이한 여기 패턴들, 예컨대 볼륨-선택적 여기들 등등이 따라서 생성될 수 있다. 이러한 목적을 위해, 그리고 또한 예컨대 반사들 등등의 결과로서 이미징 지들 내의 더 밝거나 또는 더 어두운 지점들을 보상하기 위하여, 송신 경로들에 의해 정의된 개별 채널들 사이의 정의된 위상 차이들이 간섭들을 구현하기 위하여 생성되는 것이 제공될 수 있다.

[0003] 그러한 멀티채널 무선주파수 송신 시스템들을 구현하기 위하여, 코일 엘리먼트들의 독립적인 작동을 허용하는 대응하는 송신 디바이스가 제안되었다. 이러한 경우, 전체 멀티채널 무선주파수 송신 시스템은 pTX 또는 Tx 어레이 시스템으로서 종종 지칭되는데, 여기서 "pTX"는 "동시 전송"을 의미한다.

[0004] 전체적으로, 레코딩될 대상(object) 내에서 핵 스핀을 여기시키기 위해 요구되는 B1 필드 및 대상의 SAR 로딩을 위해 결정적인 전기장의 분포는 그런 다음, 개별 채널들 또는 송신 위상들 사이의 위상 차이들 및 진폭비들을 변화시킴으로써 제어될 수 있다.

[0005] 위상 차이들의 명확한 정의를 위해, 송신 경로들 전부에 대한 기준 지점이 요구되고, 그러므로 전체적으로, 자기 공명 디바이스의 경우 개별 코일 엘리먼트들에 대한 플러그-인 위치들에 의해 일반적으로 제공되는 기준 평면이 요구된다. 이 시점에서, 그러한 무선주파수 코일들 및 코일 엘리먼트들의 제조업자들이 원칙적으로, 작동 시 고려되는 코일 엘리먼트들의 모델을 포함시키기 때문에, 코일 엘리먼트들까지의 상이한 케이블 길이들 및 코일 엘리먼트들의 상이한 특징들이 다른 방식으로 고려될 수 있음이 주의될 것이다.

[0006] 일반적으로, 멀티채널 무선주파수 송신 시스템들을 위한 송신 디바이스들은 가장 먼저, 각각의 송신 경로에서, 로우-레벨 신호로서 원하는 무선주파수 신호들을 생성하는 변조기를 갖고, 이때 각각의 경우 하나의 무선주파수 증폭기가 상기 변조기의 다운스트림에 연결되고, 상기 무선주파수 증폭기는 무선주파수 신호를 원하는 진폭으로 증폭시킨다. 이러한 방식으로 증폭된 신호는 코일의 플러그-인 위치로 전달된다. 특히 자기 공명 이미징 상황

에서, 정확한 작동을 위해, 기준 평면에서 정확한 원하는 타겟 위상 차이들을 획득하기 위하여 정확한 입력 위상 차이들이 변조기들에서 이미 셋팅되는 것이 이제 극히 적절하고; 부가하여, 정확한 위상 차이들이 존재하는 지에 대하여 측정에 의한 신뢰성 있는 체크가 가능해야 한다. 그러나, 이러한 경우 몇몇의 문제점들이 존재한다.

[0007] 특히 안전성을 증가시키기 위해 자기 공명에서 환자들에게 적용될 때 바람직한, 무선주파수 멀티채널 송신 시스템들에 대한 아래의 인자(factor)들이 존재한다:

[0008] 1) 개별 송신 경로들의 작동은, 송신 경로의 기준 평면의 채널들 사이에 정의된 위상 차이가 존재하는 방식으로 이루어질 필요가 있다. 오직 그러한 위상이 정확한 작동의 결과로서, 송신 어레이, 즉 독립적으로 작동 가능한 코일 엘리먼트들을 갖는 무선주파수 코일에 의하여, 미리결정된 간섭 패턴들을 생성하는 것이 가능하다. 이러한 경우, 첫째로, 개별 송신 경로들의 상이한 변조기들이 반드시 서로 같은 위상의 무선주파수 신호들을 생성하는 것은 아니라는 문제점이 존재한다. 또한, 상기 문제점이 발생하여 이로써 시스템이 재시동될 때 변조기들 사이의 위상 차이들이 변할 수 있고, 여기서 변조기들의 동기화가 가능하지만, 기술적으로 극히 복잡하다. 기준 평면에 기초한, 송신 경로들 사이의 추가의 위상 시프트들이 상이한 케이블 길이들 또는 케이블 특징들로부터 그리고 무선주파수 증폭기 디바이스들의 변동(variation)들로부터 야기될 수 있다.

[0009] 2) 각각의 송신 경로에 대해 전송된 무선주파수 신호들(펄스들)은 송신 경로의 기준 평면에 관련하여 위상을 정확하게 검출되도록 의도된다. 이는, 예컨대, 송신 시스템 내의 컴포넌트의 기능 불량의 경우 예컨대 환자로의 과도하게 높은 로컬 또는 글로벌 SAR 진입 등등을 방지하는 연결해제를 수행할 수 있기 위하여, 전송된 펄스들의 실시간 모니터링에 대하여 바람직하다.

[0010] 이러한 경우, 역시, 다양한 문제점들이 알려져 있다. 무선주파수 검출기들, 즉 예컨대 DICO(directional coupler:지향성 커플러)들을 포함할 수 있는 측정 디바이스들이 기준 평면 — 상기 기준 평면에 대해, 위상들이 측정되도록 의도됨 — 에 직접 배열될 수 없다. 이는, 특히 자기 공명 애플리케이션에 대하여 문제점인데, 그 이유는 지향성 커플러들이 코일에 대한 플러그-인 위치에서 통합될 수 없지만, 보통 자기 공명 디바이스의 환자 영역 외부에 배열될 필요가 있고, 여기서 플러그-인 위치와 지향성 커플러 사이에 매우 긴 케이블이 제공되기 때문이다. 부가하여, 지향성 커플러와 수신기 사이에 다른 케이블이 보통 제공되고, 상기 수신기는 보통 복조기와 ADC(analog-to-digital converter)를 갖는다. 불량하게 교정된 지향성 커플러에 부가하여, 지향성 커플러와 수신기 사이의 케이블들 및 수신기 자체가 또한, 송신 경로마다 상이한 위상 시프트들을 초래할 수 있는 것으로 보인다. 마지막으로, 수신기들의 재시동시, 변조기들과 유사하게, 갑작스런 위상 변화들이 야기될 수 있고, 상기는, 입력 신호가 동일할 때 두 개의 임의적인 송신 경로들 사이의 검출된 위상 차이가 변함을 의미한다. 이러한 경우, 역시, 수신기들의 동기화를 강제하는 것을 생각할 수 있지만, 이는 차례로, 설계 및 비용 면에서 고도의 복잡성을 수반한다.

[0011] 3) 마지막으로, 개별 채널들의 송신 경로에서, 특히 측정 디바이스와 코일 엘리먼트 자체 사이의 섹션에서 결함들, 예컨대 케이블 파손(breakage)들을 검출하는 것이 바람직하다. 그 이유는, 무선주파수 멀티채널 송신 시스템들에서, 코일 엘리먼트 또는 채널의 패일(failure)이 펄드의 관련 변화들을 야기할 수 있기 때문이다. 여기서, 측정 디바이스들(무선주파수 검출기들)과 코일 엘리먼트 사이의 케이블 구역이 중대한데, 그 이유는 이 지점에서의 파손이, 차례로 특히 지향성 커플러를 포함할 수 있는 측정 디바이스에서의 신호 감쇠를 간접적으로 야기하기 때문이다.

발명의 내용

[0012] 그러므로, 본 발명은, 단순한 방식으로, 위상이 정확한 송신과 위상 차이들의 체크를 가능케 하는, 송신 디바이스를 동작시키기 위한 방법 및 송신 디바이스를 특징하는 목적에 기초한다.

[0013] 이러한 목적을 달성하기 위하여, 처음에 언급된 타입의 방법에서, 본 발명은, 교정 측정을 위해, 한 번 수행될 제1 교정 측정에서, 각각의 송신 경로에 대해, 전송된 무선주파수 신호의 제1 위상이 기준 평면으로부터 이격된 송신 디바이스에 영구적으로 설치된 내부 측정 디바이스에 의해 측정되고 상기 전송된 무선주파수 신호의 제2 위상이 기준 평면, 특히 플러그-인 위치에 연결된 제2의 외부 측정 디바이스에 의해 측정되는 것 — 여기서, 제1 위상 및 제2 위상 중 적어도 하나가 코일 엘리먼트들의 위상이 정확한 작동시 그리고/또는 내부 측정 디바이스를 이용하여 추가의 측정들을 정정하기 위해 고려됨 — 을 제공한다.

[0014] 본 발명의 상황에서, 측정 디바이스가 기준 평면, 즉 특히 코일 엘리먼트들에 대한 플러그-인 위치에 포지셔닝되는 것이 가능하지 않더라도, 송신 디바이스가 자신의 종래의 동작 모드로 있을 때, 전용의 고정된 수신기와

연관되는 부가의 외부 측정 디바이스가 사용되는, 송신 디바이스에 대한 교정 측정 동안, 기준 평면에서의 측정 디바이스의 어레인지먼트가 완전히 가능하다는 것이 식별되었다. 상기 송신 디바이스가 송신 경로 및 그에 따라 상기 송신 디바이스가 연결되는 플러그-인 위치와 관계없이 동일한 응답을 갖기 때문에, 상기 송신 디바이스는 변하지 않는 기준을 제공하고, 송신 경로들 전부가 상기 변하지 않는 기준과 비교될 수 있다. 그러므로, 본 발명에 따른 제1 교정 측정의 측정 프로시저는, 첫째로, 외부 측정 디바이스가 측정이 수행되도록 의도되는 송신 경로에 연결되도록 이루어진다. 그런 다음, 특히 미리결정된 무선주파수 신호(테스트 펄스)가 송신 경로에서 생성되고, 내부 측정 디바이스 및 외부 측정 디바이스 둘 다에 의해 위상 측정이 수행되며, 그러므로 제1 위상과 제2 위상이 측정된다. 송신 경로에 대한 제1 위상 및 제2 위상은 저장되고, 각각의 송신 경로에 대해 튜플(tuple)들이 존재할 때까지, 다음 차례의 송신 경로가 측정된다. 제1 위상과 제2 위상 사이의 차이는, 내부 측정 디바이스에서 측정된 위상이 일반적으로 기준 평면에서의 위상으로부터 얼마나 벗어나는지, 즉 이미지들 캐이블 길이들 등등을 표시한다.

[0015] 그러므로, 본 발명의 특정 구성에서, 각각의 송신 경로에 대해, 정정 값이 제1 위상과 제2 위상 사이의 차이로부터 결정되고, 기준 평면에서의 현재 위상을 결정하기 위하여 내부 측정 디바이스를 이용하여 다음(following)의 측정치들(또는 픽업된 측정된 값들)로부터 차감되는 것이 제공될 수 있다. 그러므로, 이는, 기준 평면에서의 위상을 결정하고 그러므로 항상 기준 평면에서의 정확한 위상 차이들을 결정하는 것을 가능하게 한다.

[0016] 그러나, 부가하여, 각각의 채널(송신 경로)에 대해 동일한 외부 측정 디바이스는 기준 평면에서의 위상들 매칭 가능성을 제공하는데, 그 이유는 각각의 송신 경로에서, 무선주파수 신호가 동일한 작동 위상으로 생성되고 그러므로 제2 위상들이 송신 경로들에서의 차이들로 인해 기준 평면에서 전개되는 차이들을 표시하기 때문이다.

[0017] 그러므로, 본 발명의 유리한 구성에서, 구체적으로, 작동 위상을 결정하기 위해 제2 위상이 타겟 위상으로부터 차감되는 것이 제공될 수 있고, 상기 작동 위상을 이용하여, 기준 평면에서 타겟 위상을 획득하기 위하여 무선주파수 신호가 생성된다. 그러므로, 이는, 특정 간섭들을 획득하기 위하여 기준 평면에서의 타겟 위상들이 알려져 있다면, 대응하는 타겟 위상들을 획득하기 위하여 변조기가 어떻게 작동될 필요가 있는지를 제2 위상이 표시함을 의미한다. 이 시점에서, 궁극적으로, 명확한 "0 위상"이 일반적으로 정의되지 않기 때문에 기준 평면에서 위상 차이들이 존재한다는 관찰이 다시 한 번 이루어질 것이다. 그러므로, 타겟 위상들은 보통 궁극적으로, 기준 송신 경로, 예컨대 제1 송신 경로에 대하여 결정된다. 그럼에도 불구하고, 제2 위상들을 고려하여, 기준 평면에서의 원하는 위상 차이가 그런 다음 항상 야기된다.

[0018] 이 시점에서, 적어도, 내부 측정 디바이스들의 변조기들 또는 수신기들을 동기화시키기 위하여 복잡한 전자장치들이 제공되지 않을 때, 전체 송신 경로들의 측정 동안, 송신 디바이스의 시스템의 재시동은, 아래에서 더욱 상세히 논의될 변조기들 및 수신기들의 위상의 갑작스런 변화들을 방지하기 위하여 제외되어야 한다는 관찰이 다시 한 번 이루어질 것이다.

[0019] 외부 측정 디바이스의 연결 외에도, 본 발명에 따른 방법의 단계들 전부가 물론 자동으로 수행될 수 있다. 예컨대, 사용자는, 외부 측정 디바이스가 연결될 필요가 있는 플러그-인 위치에 대한 정보를 제공받음으로써, 제1 교정 측정을 안내받을 수 있고, 여기서 외부 측정 디바이스가 연결된 사용자는 이를 확인할 수 있다. 그런 다음, 측정들은 자동으로 수행되고, 그 결과, 다음 차례의 송신 경로에 대한 새로운 명령이 출력된다. 또한, 편의상, 이상적인 코일 엘리먼트를 시뮬레이션하는 더미 부하, 예컨대 50Ω 터미네이션이 외부 측정 디바이스의 다운스트림에 연결될 수 있고, 교정을 위해 사용되는 무선주파수 신호의 반사된 컴포넌트들이 방지될 수 있음이 주의되어야 한다.

[0020] 그러므로, 전체적으로, 본 발명은 교정, 모니터링 및 작동 방법을 제안하고, 상기 방법을 이용하여, 멀티채널 무선주파수 송신 시스템에서 무선주파수 펄스들/무선주파수 신호들의 위상이 정확한 송신 및 검출이 가능해진다. 이는, 자기 공명 디바이스들에서 무선주파수 멀티채널 송신 시스템들의 제어에 대해 그리고 환자에서 생성된 로컬 SAR을 모니터링하기에 특정한 중요성을 갖는다. 설명된 프로시저는 사용되는 무선주파수 코일 또는 사용되는 코일 엘리먼트들과 무관하다. 설명된 프로시저는 임의의 원하는 개수의 송신 경로들에 대해 구현될 수 있다. 부가하여, 설명된 프로시저는 쉽게 그리고 적은 비용으로 구현될 수 있다.

[0021] 본 발명의 추가의 유리한 구성에서, 각각의 경우 ADC를 갖는 수신기에 연결되는 하나의 지향성 커플러가 내부 및 외부 측정 디바이스로서 사용되는 것이 제공될 수 있다. ADC에 부가하여, 수신기가 또한 복조기를 수용할 수 있다. 그런 다음, 수신기를 통해 픽업된 측정된 값들, 구체적으로 위상들은 디지털 신호들로서 송신 디바이스의 제어 디바이스에 전달되고, 상기 제어 디바이스는 설명되는 바와 같이 상기 신호들을 대응하게 평가 및 재사용한다. 무선주파수 신호들의 위상들(그리고 아마도 부가하여 진폭들)에 대한 그러한 측정 디바이스들은 중

래 기술에서 이미 잘 알려져 있고, 본 명세서에서 더 이상 상세히 예시될 필요가 없다.

[0022] 본 발명의 편리한 구성에서, 외부 측정 디바이스와 연관되고 특히 송신 디바이스에 영구적으로 설치되는 수신기는 상기 외부 측정 디바이스에 대해 독점적으로 사용될 수 있다. 외부 측정 디바이스가 가능한 한 독점적이고 각각의 송신 채널에 대해 동일하도록 하기 위하여, 외부 측정 디바이스에 대해 특수 수신기가 사용되고, 상기 수신기는 상기 외부 측정 디바이스와 영구적으로 연관되고 송신 디바이스에 또한 영구적으로 설치될 수 있으며, 그 결과 측정 결과들이 송신 디바이스의 제어 디바이스에 직접 전달될 수 있고 수동으로 연결될 컴포넌트들이 감소될 수 있다.

[0023] 본 발명의 일 변형에서, 내부 측정 디바이스들의 수신기들이 상기 내부 측정 디바이스들과만 영구적으로 연관될 수 있는 동시에, 내부 측정 디바이스들에 대한 수신기들이 또한 무선주파수 코일을 이용하여 자기 공명 신호들을 수신하기 위해 사용되는 것이 또한 가능하다. 그런 다음, 원칙적으로 종래 기술로부터 알려져 있는 바와 같이, 수신 경로가 각각의 송신 경로에 대해 구현되는 것이 또한 가능하고, 여기서 스위칭 수단을 통해 송신과 수신 사이에 스위치오버가 수행될 수 있다. 그런 다음, 전송된 신호들은 평상시대로 지향성 커플러를 통과하고, 수신시 수신 신호들이 스위칭 매트릭스를 통과하고 수신기들에 전달된다.

[0024] 상기 방법의 특히 바람직한 실시예는, 제1 교정 측정의 일부로서, 특히 연결된 무선주파수 코일의 경우, 명확하게 정의된 테스트 신호가 각각의 송신 경로 상에서 전송되고, 각각의 테스트 신호에 대해, 포워드 및 리턴 테스트 신호의 진폭 및 위상이 내부 측정 디바이스에 의하여 측정되고 체크 값들로서 저장되며, 여기서 적어도 하나의 이후 시점에 동일한 구성을 이용한 체크 측정에서, 즉 특히 차례로 연결된 무선주파수 코일을 이용한 체크 측정에서, 각각의 송신 경로에 대해, 테스트 신호가 다시 전송되고, 각각의 테스트 신호에 대해, 포워드 및 리턴 테스트 신호의 진폭 및 위상이 내부 측정 디바이스에 의하여 측정되며, 여기서 송신 경로에 대한 체크 값들의 불일치(discrepancy)의 경우, 케이블 결함이 설정 및 출력되는 것을 제공한다. 이러한 방식으로, 본 발명에 따른 상기 방법을 이용하여, 예컨대 내부 측정 디바이스들과 코일 엘리먼트들 사이의 케이블 파손들을 식별하는 것이 또한 가능하고, 상기 이유로, 제1 교정 측정의 상황에서, 부가하여 기준 측정이 수행된다. 이러한 경우, 미리정의된 테스트 신호가 각각의 채널, 즉 각각의 송신 경로 상에서 순서대로 전송된다. 송신 경로의 포워드 및 리턴 파의 위상 및 진폭은 검출 및 저장된다(이 목적을 위해, 두 개의 수신기들이 내부 측정 디바이스의 각각의 지향성 커플러에 연결될 수 있고, 그 결과 포워드 및 리턴 파들이 검출될 수 있다). 따라서 설명된 기준 측정은 연결된 무선주파수 코일을 이용하여 이루어질 수 있지만, 오픈 송신 케이블 터미네이션을 이용하여 또한 이루어질 수 있다. 트리거, 예컨대 송신 디바이스의 재시동에 응답하여, 체크 측정이 완전히 자동으로 수행될 수 있고, 상기 목적을 위해, 제1 교정 측정의 상황에서 기준 측정과 유사하게, 미리정의된 테스트 신호가 송신 경로들 전부를 통해 순서대로 출력된다. 진폭 및 위상이 다시 측정되고, 여기서 파손들 등등의 결과로서 특히 위상이 케이블 길이 변화들에 매우 민감한 반응을 갖는다는 것이 나타났다. 내부 측정 디바이스, 특히 지향성 커플러와 코일 엘리먼트 사이의 송신 경로가 손상되면, 리턴 파의 진폭 및 위상이 변한다. 증폭 디바이스와 지향성 커플러 사이의 케이블이 손상되면, 심지어 포워드 파의 진폭 및 위상이 변화된다. 그러므로, 기준 측정 동안 픽업된 체크 값들과 위상 및/또는 진폭의 비교의 결과로서, 케이블 결함이 존재하는지 그리고 어디에 케이블 결함이 존재하는지를 설정하는 것이 가능하다. 여기서, 측정 어레인지먼트가 기준 측정과 동일한 것이 중요하고, 그러므로 차례로 동일한 무선주파수 코일이 연결될 수 있거나 또는 차례로 오픈 케이블 엔드들(언플러그드 코일)이 존재한다. 체크 측정(비교 측정)의 자동 트리거링이 관계되는 한, 물론 코일이 송신 디바이스에 연결되는지 그리고 어느 코일이 송신 디바이스에 연결되는지를 검출하는 것이 또한 가능하다는 것이 주의되어야 하고, 상기 송신 디바이스는 종래 기술로부터 잘 알려져 있다. 송신 경로들의 오픈 엔드들을 이용한 동작이 존재한다면, 무선주파수 코일들의 연결 이전에 송신 디바이스의 시동 직후에 체크 측정을 구현하는 것이 편리할 수 있다. 첫째로, 위상 및 진폭의 이들 측정들 동안 위에서 설명된 바와 같이 이미 정정들이 제1 위상 및 제2 위상에 기초하여 물론 사용되었다는 사실이 또한 참조된다. 부가하여, 연결된 무선주파수 코일을 이용한 동작이 존재할 때, 코일 부하가 기준 측정과 동일할 필요가 있고, 상기 기준 측정이 자기 공명 디바이스들의 경우 부하가 없는 코일에 의해 보장될 수 있다는 사실이 참조된다.

[0025] 이미 언급된 바와 같이, 송신 디바이스의 재시동 동안, 내부 측정 디바이스들의 변조기들 및 수신기들의 상이한 위상들이 발생할 수 있다. 이는, 구현하기가 어려운 극히 복잡한 동기화 디바이스에 의해 상쇄될 수 있고, 여기서 그러한 동기화 디바이스의 제공의 경우 제1 교정 측정의 결과들이 변하지 않은 채로 지속적으로 재사용될 수 있다. 그러나, 이는 덜 바람직한데, 그 이유는 상당한 복잡성이 동반되기 때문이다. 또한, 송신 디바이스의 각각의 재시동 이후에 제1 교정 측정을 다시 구현할 필요가 있는 것은 덜 바람직한데, 그 이유는 매번 이것이 각각의 송신 경로에 대해 외부 측정 디바이스의 연결을 요구할 것이기 때문이다.

- [0026] 이들 문제점들을 해결하기 위하여, 본 발명의 극히 유리한 개선은, 각각의 경우 송신 경로들 상에서 신호들을 생성하기 위해 하나의 변조기가 사용되고 내부 측정 디바이스들 각각이 하나의 또는 해당하는 수신기를 가짐을 제안하고, 여기서 제1 교정 측정 동안,
- [0027] a) 수신기들 전부의 위상들이 변조기들 중 미리결정된 기준 변조기의 위상과 비교되고, 불일치들이 수신기 기준 위상들로서 저장되거나, 그리고/또는
- [0028] b) 변조기들 전부의 위상들이 미리결정된 기준 수신기의 위상과 비교되고, 불일치들이 변조기 기준 위상들로서 저장되며,
- [0029] 여기서 송신 디바이스의 재시동 이후 제2 교정 측정 동안,
- [0030] a) 수신기들 전부의 위상들이 변조기들 중 미리결정된 기준 변조기의 위상과 비교되고, 불일치들이 현재 수신기 위상들로서 저장되거나, 그리고/또는
- [0031] b) 변조기들 전부의 위상들이 미리결정된 기준 수신기의 위상과 비교되고, 불일치들이 현재 변조기 위상들로서 저장되고,
- [0032] 그리고 여기서, 모든 각각의 제2 교정 측정 이후, 위상이 정확한 작동 및/또는 정정의 경우, 각각의 송신 경로에 대해 또한, 현재 수신기 위상과 수신기 기준 위상 사이 그리고 현재 변조기 위상과 변조기 기준 위상 사이의 차이들 중 적어도 하나가 고려되는데, 특히 현재 수신기 위상과 수신기 기준 위상 사이의 차이가 제1 위상과 제2 위상 사이의 차이로서 결정된 정정 값에 부가되거나 그리고/또는 작동 위상을 결정하기 위해 현재 변조기 위상과 변조기 기준 위상 사이의 차이가 타겟 위상으로부터 또한 차감된다.
- [0033] 본 발명은, 제1 교정 측정 동안 기준 값들이 픽업되었을 때 송신 디바이스가 재시동될 때마다 자동으로 이루어지는 제2 교정 측정에 의하여 송신 디바이스의 재시동시 변조기들 또는 수신기들의 위상의 갑작스런 변화들을 부가하여 고려하는 것을 이러한 방식으로 가능하게 하고; 그리고 그러므로 변조기들 및/또는 수신기들 — 상기 변조기들 및/또는 수신기들에 대해, 제1 위상 및 제2 위상이 픽업되었을 — 의 상대 위상들이 알려진다. 그러므로, 이제, 극히 복잡한 동기화 디바이스가 요구되지 않고, 아마도 발생한 추가의 시프트의 지식을 이용하여 정정 또는 작동 동작들을 적절하게 수정하는 것이 가능하다. 본 명세서에서, 변조기들의 위상 차이들을 설정하기 위하여 비교로서 각각의 경우 고정된 수신기를 사용하고, 수신기들의 위상 차이들을 설정하기 위하여 비교를 위해 각각의 경우 고정된 변조기를 사용하는 것이 제안된다. 따라서, 변조기 기준 위상과 현재 변조기 위상 또는 수신기 기준 위상과 현재 수신기 위상의 비교를 가능케 하는 고정된 기준이 제공된다. 그러므로, 궁극적으로, 송신 디바이스의 모든 각각의 재시동 이후, 한 번 수행될 "튠-업" 측정으로서 또한 지칭될 수 있는 제1 교정 측정의 단계 a) 및 단계 b)가, 따라서 현재 위상들을 결정하기 위하여 반복될 것이다.
- [0034] 이러한 경우, 이미 예시된 바와 같이, 송신 디바이스가 재시동될 때마다 제2 교정 측정이 자동으로 수행되는 것이 편리하고, 여기서 송신 디바이스 내의 대응하는 "측정 경로들"에 대해 적절한 스위칭 수단이 물론 제공될 수 있음이 주의되고, 상기 스위칭 수단은 또한, 측정을 가능케 하기 위하여 송신 디바이스의 제어 디바이스에 의해 자동으로 작동될 수 있다.
- [0035] 수신기 기준 위상들과 현재 수신기 위상들을 결정하기 위하여, 결정된 기준 변조기의 비교 신호가 분할기에 의하여 수신기들 사이에 분배되는 것이 편리하다. 유사하게, 변조기 기준 위상들과 현재 변조기 위상들을 결정하기 위하여, 변조기들의 비교 신호가 결합기를 통해 특정 기준 수신기에 전달되는 것이 편리하다. 그런 다음, 이미 표시된 바와 같이, 어떠한 수동 상호작용도 없이 자동화된 방식으로 제2 교정 측정을 구현할 수 있기 위하여, 부가하여 적절한 스위칭 수단이 대응하는 경로들에 제공된다.
- [0036] 상기 방법에 부가하여, 본 발명은 또한 자기 공명 디바이스를 위한 송신 디바이스에 관한 것이고, 상기 송신 디바이스는 무선주파수 코일의 복수의 코일 엘리먼트들을 독립적으로 작동시키기 위해 설계되고, 상기 목적을 위해, 송신 디바이스는, 각각이 변조기를 포함하는 복수의 송신 경로들, 증폭기 디바이스, 전송된 무선주파수 신호의 제1 위상을 측정하기 위해 상기 증폭기 디바이스의 다운스트림에 연결된 내부 측정 디바이스, 그리고 기준 코일 — 전송된 무선주파수 신호의 제2 위상을 측정하기 위해 플러그-인 위치에 연결될 수 있는 외부 측정 디바이스를 가짐 — 의 코일 엘리먼트에 대해 기준 평면으로서 간주되는 플러그-인 위치, 그리고 본 발명에 따른 방법을 구현하도록 설계되는 제어 디바이스를 포함한다. 본 발명에 따른 상기 방법에 대한 진술들 전부는 본 발명에 따른 송신 디바이스에 비슷하게 전달될 수 있고, 그 결과 설명된 장점들이 또한, 본 발명에 따른 이러한 송신 디바이스를 이용하여 획득될 수 있다. 특히, 설명된 설계 구성들, 예컨대 결합기 및/또는 분할기의 사용

은, 본 발명에 따른 송신 디바이스에 어떠한 문제점들도 없이 전달될 수 있다. 송신 디바이스는, 복수의 독립적으로 작동가능한 코일 엘리먼트들을 포함하는 무선주파수 코일을 갖는 무선주파수 멀티채널 송신 시스템을 갖는 자기 공명 디바이스의 일부일 수 있다. 상기 제어 디바이스는, 제1 교정 측정을 위해, 사용자에게 의해 수행될 필요가 있는 동작들, 예컨대 외부 측정 디바이스의 연결/리어레이션먼트와 관련하여 사용자를 제1 교정 측정으로 안내하도록 설계될 수 있고, 상기 목적을 위해, 예컨대 적절한 출력 수단이 제공될 수 있거나, 또는 외부 측정 디바이스 등등의 연결 이후 사용자가 활성화시킬 수 있는 적절한 스위치들이 제공될 수 있다. 상기 방법 그리고 또한 구현될 필요가 있을 수 있는 제2 교정 측정의 측정 단계들 전부는 자동으로 트리거링되고 시동되고 수행된다.

[0037] 이 시점에서, 케이블 파손들 또는 다른 케이블 손상의 검출에 대하여, 기준 측정과 체크 측정, 즉 부하를 이용한 측정 한 번과 부하가 없는 측정 한 번의 심지어 두 개의 인스턴스들을 구현하는 것을 또한 생각할 수 있고, 그 결과 두 개의 비교 가능성들이 존재한다는 관찰이 이루어질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0038] 본 발명의 추가의 장점들 및 세부사항들이 아래에 설명되는 예시적 실시예들로부터 그리고 도면으로부터 야기된다.

도 1은 본 발명에 따른 송신 디바이스를 포함하는 자기 공명 디바이스의 기본적인 스케치를 도시한다.

도 2는 본 발명에 따른 송신 디바이스를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0039] 도 1은 자기 공명 디바이스(1)의 기본적인 스케치를 도시하고, 상기 자기 공명 디바이스(1)는, 명확성의 이유로 본 명세서에서 더욱 상세히 예시되지 않지만, 종래 기술에서 통상적인 컴포넌트들, 예컨대 초전도체 메인 자석을 포함하는 메인 자석 유닛 - 상기 메인 자석 유닛은 환자 영역을 정의하고, 상기 환자 영역 안으로 환자 침상이 삽입될 수 있음 - 을 포함한다. 부가하여, 일반적으로 구배 코일 어레이먼트가 환자 영역을 둘러싸며 제공된다.

[0040] 핵 스핀들을 여기시키기 위한 무선주파수 신호들이 자기 공명 디바이스(1) 내의 무선주파수 멀티채널 송신 시스템(2)에 의해 생성되고, 상기 무선주파수 멀티채널 송신 시스템은 다수의 독립적으로 작동 가능한 코일 엘리먼트들(4)을 포함하는 무선주파수 코일(3), 예컨대 바디 코일을 포함한다. 따라서, 개별 코일 엘리먼트들(4)에 의해 생성된 자기장들 - 상기 자기장들은 종종, 소위 B1 맵들로서 측정 및 저장됨 - 의 지식을 이용하여, 임의의 원하는 여기들을 생성하는 것이 가능하고, 이는 또한, 코일 엘리먼트들(4)이 상이한 위상들로 작동되고 그 결과 예컨대 특정 구역들에서 의도적 간섭을 야기하는 위상 차이가 형성됨을 의미할 수 있다. 코일 엘리먼트들(4) 및 그들의 케이블들(5)의 위상 응답이 원칙적으로 이미 알려져 있고 모델의 형태로 코일 엘리먼트들(4)의 제조업자에 의해 일반적으로 공급되기 때문에, 이는, 코일 엘리먼트들(4)을 통해 전송될 무선주파수 신호들을 제공하는 송신 디바이스(6)에 대해 반드시 그러한 것은 아니다. 위상이 정확한 작동과 정확한 위상 차이들의 체크를 허용하기 위하여, 기준 평면(7)에서의 위상 차이들 - 이러한 경우, 상기 기준 평면(7)은 송신 디바이스(6)의 플러그-인 위치들(8)에 의해 정의됨 - 이 알려질 필요가 있다. 본 발명은, 송신 디바이스(6)의 종래 동작 동안, 송신 동안 그리고 전송된 무선주파수 신호들의 체크 측정 동안 그리고 교정 정보의 사용 동안 가능한 위상 차이들에 대한 송신 디바이스(6)의 교정을 다룬다.

[0041] 이 목적을 위해, 첫째로, 도 2를 참조하여 송신 디바이스(6)의 구조가 더욱 상세히 예시될 것이다. 도 2는, 상이한 컴포넌트들의 원칙 동작 관계들을 도시하지만 정확한 회로도를 재생하지 않는 기본적인 스케치이고, 그러나 이의 특정 구현이 어떠한 문제점들도 없이 기술분야의 당업자에 대해 가능하다.

[0042] 송신 디바이스(6)에서, 원칙적으로 알려진 바와 같이, 각각의 채널, 즉 각각의 코일 엘리먼트(4)에 대해 송신 경로가 제공되고, 상기 송신 경로에서, 첫째로, 무선주파수 신호가 변조기(9)에 의해 로우-레벨 신호로서 생성된다. 로우-레벨 신호는 무선주파수 증폭기 디바이스(10)에 전달되고, 그곳에서 원하는 진폭으로 증폭된다. 그런 다음, 따라서 증폭된 무선주파수 신호는 플러그-인 위치(8)에 전달될 수 있다. 이러한 경우, 컴포넌트들은 일반적으로 n개 송신 경로들 각각에 대해 도시되는 것이 아니라, 명확성의 이유로, 제1 송신 경로(i=1) 및 마지막 송신 경로(i=n)에 대해서만 도시되며, 여기서 다른 컴포넌트들은 대응하는 도트들에 의해 표시된다.

[0043] 공간적 및 전자기장 조건들로 인해, 일반적으로, 자기 공명 디바이스(1)에서, 무선주파수 신호의 위상 및 진폭

을 픽업하는 내부 측정 디바이스를 바로 플러그-인 위치(8), 즉 기준 평면(7)에 배열하는 것은 가능하지 않다. 그러므로, 내부 측정 디바이스와 플러그-인 위치(8) 사이의 케이블 길이가 존재하고, 상기 케이블 길이는 송신 채널마다 상이할 수 있으며, 부가하여, 내부 측정 디바이스들 자체들 사이에 차이들이 존재할 수 있다. 이러한 경우, 증폭기 디바이스(10)의 다운스트림에 연결된 내부 측정 디바이스들은 각각의 경우 지향성 커플러(11) 및 수신기(12)에 의해 구현되고, 여기서 수신기(12)는 복조기와 ADC를 포함한다.

[0044] 송신 디바이스(6)의 동작은 제어 디바이스(22)를 통해 제어되고, 상기 제어 디바이스(22)는 또한 본 발명에 따른 방법을 구현한다.

[0045] 본 발명에 따른 방법은, n개 코일 엘리먼트들(4)을 포함하는 무선주파수 코일(3)에서 무선주파수 펄스들(무선주파수 신호들)의 위상이 정확한 송신 및 검출을 허용하는 송신 디바이스(6)의 동작을 가능케 하고, 상기 목적을 위해, 교정 측정들의 시리즈가 수행된다. 이들 교정 측정들은 단지 한 번 수행될 필요가 있는 제1 교정 측정(튜닝)과 송신 디바이스(6)가 재시동될 때마다 수행될 필요가 있는 제2 교정 측정들로 나누어질 수 있고, 상기 제2 교정 측정들은 아래에서 더욱 상세히 전체적으로 예시될 것이다.

[0046] 송신 디바이스(6)가 최초로 연결될 때, 송신 디바이스(6)의 컴포넌트들 사이의 와이어링 이후, 다음의 측정들이 한 번 수행된다. 여기서, 최초로, 변조기들(9)과 수신기들(12)의 위상의 갑작스런 변화들을 방지하기 위하여, 측정들의 완료 이전에, 송신 디바이스(6)의 시스템 재시동이 수행되지 않음이 주의되어야 한다.

[0047] 차례로 지향성 커플러(13)와 이러한 경우 송신 디바이스(6)에 영구적으로 설치되는 수신기(14)를 갖는 외부 측정 디바이스가 처음에 수행되는 제1 교정 측정의 제1 하위측정(submeasurement)을 위해 사용된다. 지향성 커플러(13)를 갖는 컴포넌트는 플러그-인 위치들(8)에 직접 연결될 수 있고, 그 결과 위상은 기준 평면(7)에서 실제로 측정될 수 있다. 이러한 경우, 이상적인 코일을 정의하는 50Ω 터미네이션(15)("터미 부하")이 사용된다. 50Ω 터미네이션(15)이 외부 측정 디바이스를 통해 가능한데, 그 이유는 50Ω 터미네이션(15)이 플러그-인 위치들(8) 전부에 성공적으로 연결되어, 기준 평면(7)에서 송신 경로들 전부에 대한 위상들이 측정될 수 있기 때문이다. 측정들이 항상 동일한 외부 측정 디바이스를 이용하여 수행되기 때문에, 위상들은 비교가능하고, 여기서 변조기들(9)은 물론 동일한 위상으로, 즉 각각의 측정에 대해 미리결정된 무선주파수 신호(테스트 펄스)로 작동된다.

[0048] 측정 프로시저는 다음과 같다: 외부 지향성 커플러가 i-번째 송신 경로의 플러그-인 위치(8)에 연결된다. 그런 다음, 미리결정된 무선주파수 신호가 전송되고, 위상 α_i 이 수신기(14)를 통해, 그러므로 신호 경로(16)를 통해 외부 지향성 커플러(13)에서 측정된다. 위상 α_i 은 아래에서 제2 위상으로서 지칭될 것이다. 제2 위상들 α_i 은 저장되고, 정정된 작동 위상 $\phi_{c,i}$ 을 계산하기 위하여 이후에 사용될 수 있고, 상기 정정된 작동 위상 $\phi_{c,i}$ 을 이용하여, 기준 평면(7)에서 타겟 위상 $\phi_{z,i}$ 을 획득하기 위하여 i-번째 변조기(9)가 작동될 필요가 있으며, 상기 타겟 위상은 원하는 위상 차이들로부터 야기된다. 이는, 타겟 위상들 $\phi_{t,i}$ 이 알려질 때, 여전히 시스템 재시동이 수행되지 않는 한 제어 디바이스(22)가 각각의 송신 경로 i에 대해 작동 위상을 첫번째로 계산할 수 있음을 의미하며, 상기 내용은 다음과 같이 아래에서 논의될 것이다

[0049]
$$\phi_{c,i} = \phi_{t,i} - \alpha_i$$

[0050] 그러나, 제1 하위측정에서, 테스트 펄스로서 또한 지칭될 수 있는 미리결정된 무선주파수 신호에 대해 내부 측정 디바이스의 내부 지향성 커플러(11)에서 제1 위상 β_i 이 또한 측정된다. 제1 위상과 제2 위상이 n개 송신 채널들 전부에 대해 측정된다. 이러한 경우, 사용자 지원은 제어 디바이스(22)에 의한 출력 수단의 작동에 의해 구현될 수 있고, 상기 제어 디바이스(22)는, 예컨대 외부 측정 디바이스, 즉 지향성 커플러(13)를 특정 플러그-인 위치에 연결시키고 그런 다음 측정 준비를 표시하기 위하여 동작 엘리먼트를 작동시키기 위해 명령을 제공할 수 있다.

[0051] 제1 위상과 제2 위상이 알려진다면, 지향성 커플러들(10)에서의 추가의 측정들(적어도 시스템 재시동까지)이 또한, 위상이 기준 평면(7)에서 획득되는 방식으로 변환될 수 있다. i-번째 지향성 커플러(11)에서 측정된 위상이 $\psi_{m,i}$ 로 표기된다면, 다음과 같이, 연관된 플러그-인 위치(8)에서 위상 $\psi_{s,i}$ 을 획득하기 위하여 제어 디바이스(22)에 의해 정정이 이루어질 필요가 있다:

[0052]
$$\psi_{s,i} = \alpha_i - (\beta_i - \psi_{m,i}) = \psi_{m,i} - (\beta_i - \alpha_i)$$

- [0053] 그러므로, 값 $(\beta_i - \alpha_i)$ 이 정정 값이고, 상기 정정 값은 제어 디바이스(22)에 마찬가지로 저장된다.
- [0054] 그러나, 본 발명에 따른 동작 방법은 또한, 추가의 효과들, 즉 첫째로 상이한 변조기들(9)과 상이한 수신기들(12) 사이의 위상 관계들이 더 이상 송신 디바이스(6)의 재시동 이후 제1 교정 측정의 경우에서와 동일할 필요가 없다는 사실뿐만 아니라, 둘째로 케이블 파손들의 가능성도 고려하고, 그 결과 제1 교정 측정의 상황에서 추가의 하위측정들이 수행된다. 그러므로, 일단 제1 위상 β_i 이 신호 경로(17)에 걸쳐 측정되었고 제2 위상 α_i 이 신호 경로(16)에 걸쳐 측정되었다면, 외부 측정 디바이스는 코일 플러그-인 위치들(8)로부터 다시 제거되고 수신기들(12) 전부의 위상들이, 제2 하위측정으로, 항상 동일한 변조기(9)로부터의 균일한 기준 신호와 비교되며, 여기서 불일치들은 수신기 기준 위상들 γ_i 로서 저장된다. 이러한 목적을 위해, 송신 디바이스(6)는 분할기(18)를 갖고, 상기 분할기(18)는 제어 디바이스(22)에 의한 제2 하위측정의 목적을 위해 대응하는 스위칭 수단(19)을 통해 연결될 수 있다. 분할기(18)는 고정된, 미리결정된 기준 변조기(9)의 신호를 수신기들(12) 사이에 분배하고, 그 결과 γ_i 의 결정이 이루어질 수 있다. 수신기 기준 위상들 γ_i 이 저장된다.
- [0055] 제3 하위측정에서, 변조기들(9) 전부의 위상들이 이제, 고정된, 미리결정된 기준 수신기(12)의 위상과 비교되고, 여기서 불일치들은 변조기 기준 위상들 δ_i 로서 저장된다. 이러한 목적을 위해, 마찬가지로 제어 디바이스(22)에 의해 작동가능한 연관된 대응하는 스위칭 수단(21)을 갖는 결합기(20)가 사용된다. 그런 다음, 실제 측정이 기준 수신기(12)에서 이루어진다. 송신 디바이스(6)의 재시동 및 제2 교정 측정 이후, 개별 변조기들(9) 또는 수신기들(12)의 위상의 갑작스런 변화들을 설정할 수 있기 위하여, 저장된 값들 γ_i 및 δ_i 이 이후 사용된다.
- [0056] 마지막으로, 제4 하위측정이 또한 이루어지고, 상기 제4 하위측정은 내부 측정 디바이스에 의해, 즉 지향성 커플러들(11)에서 수행된다. 이러한 경우, 위에서-설명된 정정 값 $(\beta_i - \alpha_i)$ 이 이미 사용된다. 이후의 시점에서, 케이블 파손들 또는 다른 케이블 손상을 설정할 수 있기 위하여, 명확하게 정의된 테스트 신호가 각각의 송신 경로 상에서 전송되고, 여기서 플러그-인 위치(8)에 따른 명확하게 정의된 부하 상황이 그러나, 상기 플러그-인 위치(8)가 오픈 엔드이든지 또는 무선주파수 코일(3)의 이미 연결된 코일 엘리먼트들(4)이든지, 또한 제공된다. 이러한 테스트 신호에 대해, 포워드 및 리턴 테스트 신호의 진폭 및 위상이 내부 측정 디바이스에 의하여 측정되고, 여기서 대응하게, 수신기들(12)은 포워드 및 리턴 파들에 대한 디바이스들을 나타낸다. 포워드 및 리턴 테스트 신호의 진폭들 및 위상들은 각각의 송신 경로에 대한 체크 값들로서 저장된다.
- [0057] 따라서, 제1 교정 측정은 튜-업 동안 완료되고, 송신 디바이스(6)의 동작은 재개될 수 있으며, 여기서 위의 두 개의 공식에 따라, 기준 평면(7)에 관련된 작동 위상들 및 정정된 측정 값들이 획득된다.
- [0058] 송신 디바이스(6)의 재시동 이후 제2 교정 측정이 수행된다. 그 이유는, 재시동 이후, 변조기들(9)의 위상들 δ_i 및 수신기들(12)의 위상들 γ_i 이 변할 수 있기 때문이다. 그러므로, 제2 교정 측정에서, 제1 교정 측정의 제2 하위측정 및 제3 하위측정이 자동으로, 즉 운영 요원의 개입이 요구되지 않고 반복되고, 그 결과 값들 δ_i^* 및 γ_i^* 이 야기된다. 측정들의 자동화된 구현은 작동가능한 또는 프로그램가능한 스위칭 수단(19, 21)의 사용에 의해 생성된다. 또한, 그러한 스위칭 수단은 물론, 신호 경로(17)에 대해 또한 제공될 수 있다.
- [0059] 현재 수신기 위상들 γ_i^* 및 현재 변조기 위상들 δ_i^* 이 첫째로 알려진다면, 변조기들(9) 및 수신기들(12)에서 존재할 수 있는 위상의 갑작스런 변화들이 또한 고려될 수 있고, 정확한 작동 위상 $\phi_{c,i}$ 에 대해 다음이 야기된다:
- [0060]
$$\phi_{c,i} = \phi_{t,i} - \alpha_i - (\delta_i^* - \delta_i).$$
- [0061] 대응하게, 기준 평면(7)에서의 위상들이 지향성 커플러들(11)에서의 위상들로부터 결정될 수 있도록 하는 공식이 다음과 같이 업데이트된다:
- [0062]
$$\Psi_{s,i} = \Psi_{m,i} - (\beta_i - \alpha_i) - (\gamma_i^* - \gamma_i).$$
- [0063] 부가하여, 송신 디바이스(6)의 재시동 이후, 시스템(2)은 파손된 송신 케이블들에 대해 테스트되고, 여기서 제1 교정 측정의 제4 하위측정에서와 동일한 상황들을 생성하면서, 즉 튜-업 측정과 유사하게, 체크 측정에서의 명

확하게 정의된 테스트 신호가 송신 경로들 전부 상에서 순서대로 전송된다. 송신 경로들 전부에 대한 정정들의 적용 이후 포워드 및 리턴 테스트 신호의 위상들 및 진폭들이 다시 측정되고, 체크 값들과 비교된다. 증폭기 디바이스(10)와 지향성 커플러(11) 사이에 케이블 파손 또는 케이블 손상이 존재한다면, 포워드 파의 진폭 및 위상이 변화되고, 지향성 커플러(11)와 오픈 엔드의 경우 코일 플러그-인 위치(8) 또는 연결된 무선주파수 코일(3)의 경우 코일 엘리먼트(4) 사이에 케이블 파손 또는 케이블 손상이 존재한다면, 리턴 파의 진폭 및 위상이 변화되며, 여기서 케이블 길이 변화들이 위상으로부터 특히 쉽게 식별가능하다는 일반적 관찰이 이루어져야 한다. 결함이 설정된다면, 송신 디바이스(6) 및 그에 따라 전체 무선주파수 멀티채널 송신 시스템(2)의 동작이 중단된다.

[0064] 종래 기술로부터 원칙적으로 알려지는 검출 장치들에 의하여 무선주파수 코일(3)이 플러그-인 위치들에 연결되는지 그리고/또는 어느 무선주파수 코일(3)이 플러그-인 위치들에 연결되는지를 설정하는 것이 쉽게 가능하다는 사실이 참조된다. 또한, 체크 값들에 관련되는 두 개의 교정 측정들의 하위측정들을 상이한 부하 또는 연결 상태들에 대해 복수 번 구현하는 것을 또한 생각할 수 있다. 따라서, 예컨대, 플러그-인 위치로부터 코일 엘리먼트(4)까지의 케이블에 문제점이 존재하는지 또는 송신 디바이스(6) 내에 문제점이 존재하는지를 구별하는 것이 가능하다.

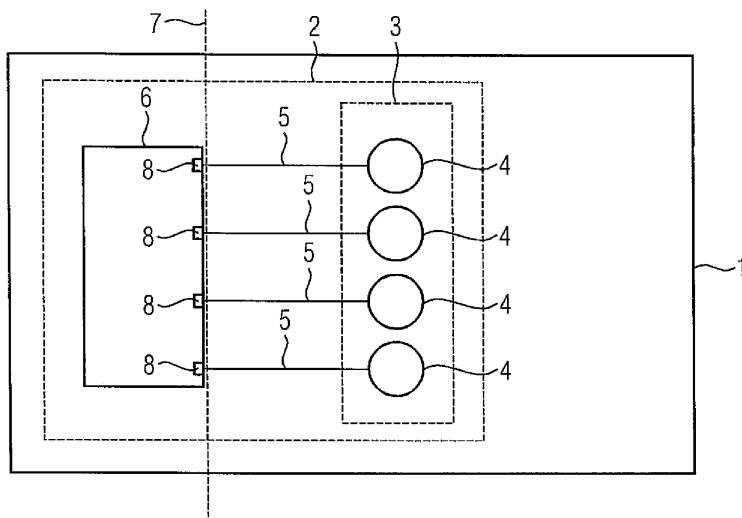
[0065] 본 발명이 바람직한 예시적 실시예에 의해 상세히 예시 및 설명되었지만, 본 발명은 기재된 예들에 의해 제약되지 않으며, 이로부터, 본 발명의 보호 범위로부터 벗어남 없이 기술분야의 당업자에 의해 다른 변형들이 도출될 수 있다.

부호의 설명

[0066]	1	자기 공명 디바이스
	2	무선주파수 멀티채널 송신 시스템
	3	무선주파수 코일
	4	코일 엘리먼트
	5	케이블
	6	송신 디바이스
	7	기준 평면
	8	플러그-인 위치
	9	변조기
	10	증폭기 디바이스
	11	지향성 커플러
	12	수신기
	13	지향성 커플러
	14	수신기
	15	터미네이션
	16	신호 경로
	17	신호 경로
	18	분할기
	19	스위칭 수단
	20	결합기
	21	스위칭 수단
	22	제어 디바이스

도면

도면1



도면2

