(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[5]
H01F 19/00

(45) 공고일자 1991년09월09일
(11) 공고번호 특1991-0006877

(21) 출원번호	특1986-0007900	(65) 공개번호	특1987-0003522
(22) 출원일자	1986년09월22일	(43) 공개일자	1987년04월18일

(71) 출원인 제너럴 일렉트릭 캄파니 샘슨 헬프코트
미합중국, 뉴욕 12305, 쉐넥터디, 리버로드 1

(72) 발명자 이반겔로스 트리폰 라스카리스
미합중국, 뉴욕 12309, 쉐넥터디, 랜달로드 918
마다부쉬 벤카타크리쉬나마 챠를
미합중국, 뉴욕 12027, 번트 힐스, 욜란다 드라이브 7

(74) 대리인 이병호, 최달용

심사관 : 임평섭 (책자공보 제2454호)

(54) 저항성 자기공진 영상화 마그네트

요약

내용 없음.

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

저항성 자기공진 영상화 마그네트

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명에 따른 전기적으로 여기된 철요크 저항성 마그네트의 동일크기의 도면.

제2도는 제1도의 마그네트에 대한 단면도.

제3도는 제1도의 라인 III-III을 따라 취한 부분 단면도.

제4도는 마그네트 코일의 연부 냉각에 사용되는 디스크형 패드에 의해 둘러싸여진 나선형 냉가튜브를 나타낸 제3도의 분해 부분품 배열도.

제5도는 본 발명에 따른 전기적으로 여기된 공기 코아 자기공진 마그네트의 동일크기의 도면.

제6도는 제5도의 단면도.

제7도는 제5도의 라인 VI-VI을 따라 취한 부분 단면도.

제8도는 본 발명의 마그네트와 사용하기에 적합한 물 냉각 제어 시스템의 개요도.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

13 : 원통형 철요크 자기공진 마그네트 17, 17 : 원통형 외부코일
19, 19, 21, 21 : 원통형 내부코일 22, 23 : 비자화 보빈
24 : 무선주파/경도 코일 어셈블리 25 : 보정 코일 어셈블리
69, 71 : 비자화 원통형 스페이서 73 : 스플리트키
75 : 철요크 85, 87 : 볼트
93, 93 : 리플스프링

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 영상화와 같은 전몸체 자기공진 연구에 유용한 콤팩트 저항성 마그네트에 관한 것이다.

자기공진 영상화에 전기적으로 여기된 저항성 마그네트의 사용은 냉동체와 초전도 와이어의 사용을 요구하는 초전도 마그네트에 비할 때 저렴한 가격, 작은 크기 및 쉬운 제조등의 장점을 갖는다. 그러나, 저항성 마그네트는 동작동안 외부전원으로부터 연속적으로 에너지화 되어야만 하는 낮은 필드강도 소자이며, 동작 동안 큰 양의 열을 제거하기 위해 외부적인 냉각을 필요로 한다.

전몸체 자기공진 영상화용의 전기적 여기저항성 마그네트는 0.3 내지 0.4 테슬라(Tesla)의 필드강도와 0.8 내지 1.0m 직경의 정량내경에서는 매력적이지 못한데, 이는, 전력 소비에 따라 지나친 전체 중량 및 전력소비가 요구된 자장강도의 자승으로 증가되기 때문이다. 0.8m보다 큰 정량내경은 전형적으로 어셈블리 동안 마그네트 구멍내로 무선 주파수/경도 코일 어셈블리를 미끄럼시키는데 필요하다.

본 발명의 제1목적은 감소된 마그네트 중량과 전력 소비를 갖는 0.3 내지 0.4 테슬라의 전몸체 자기공진 저향성 마그네트을 제공하는 것이며, 본 발명의 제2목적은 50 내지 100kw를 사용하며 전중량 7톤 이하인 0.3 내지 0.4 테슬라의 전몸체 자기공진 저항성 마그네트를 제공하는 것이다.

본 발명의 제1양상에서, 원통형 무선주파/경도 코일 어셈블리를 갖는 저향성 마그네트가 제공된다. 제1, 제2원통형 주 코일은 무선 주파수/경도 코일 어셈블리를 갖는 무선 주파수/경도 코일 어셈블리의 임의의 측상에 동축으로 위치되며, 제1, 제2주 코일은 마그네트 구멍을 규정하는 동일한 내부직경을 갖는다. 원통형 보정코일 어셈블리는 무선 주파수/경도 코일 어셈블리를 둘러싼다. 제1, 제2주코일을 원통형 보정 어셈블리에 고정시키기 위한 수단이 제공된다. 무선 주파수/경도 코일 어셈블리는 제1, 제2주 코일 어셈블리용 측지지부를 제공한다. 제3원통형 주 코일은 보정코일을 둘러싼다.

이하 도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명할 것이다.

도면에 대해, 동일한 기준번호는 제1도 및 제2도에 대한 동일소자를 지시한다. 환자접근을 허용하기 위한 길이방향으로 연장된 구멍(15)을 갖는 원통형 철요크 자기공진 마그네트(13)가 도시된다. 제3도에 대해, 마그네트의 부분 단면도가 도시된다. 양호한 실시예내의 마그네트(13)는 마그네트의 구멍내에 일정한 자장을 제공하기 위해 6개 주 코일내의 전류에 의존한다. 6개 주 코일중의 2개는 각각 원통형 외부코일 (17a)(17b)이며, 나머지 4개 코일은 원통형 내부코일(19a) (19b) (21a) (21b)이다. 두 개의 외부코일(17a) (17b)은 원통형 알루미늄 쉘로 이루어지는 비자화 보빈(22) (23)상에 연속 구리시트를 상용하여 권취된다. 연속 구리시트는 마일라르(Mylar) 또는 캡톤 절연테이프로 구리시트를 감기전에 절연된다. 대안으로, 연속 구리시트는 폼바르(Formvar) 절연재료 층에 의해 절연될 수 있다. 두 개의 외부 코일은 무선 주파수/경도 코일 어셈블리(24)의 임의의 측상에 대칭으로 그리고 서로 동측으로 배치된다. 무선 주파수/경도 코일 어셈블리는 파이버 유리 쉘내에 봉입된다. 두 개의 외부코일(17a) (17b)가 내부직경의 구멍직경을 갖기 때문에, 외부코일의 중량은 감소된다.

동작시의 무선 주파수/경도 코일 어셈블리(24)는 6개의 주 코일에 의해 발생된 자장에 횡단하는 무선 주파수 유도자장을 발생한다. 무선 주파수 자장은 6개의 주 코일에 의해 발생된 자화의 여기를 제공한다. 무선 주파수 코일은 또한 자기공진 영상화에 필요한 결과 자유 유도성 감소 신호를 수신한다. 어셈블리의 경도 코일부는 영상화에 대한 영역을 선택하여 측정되어질 물체로부터 수신된 MR 신호의 위치를 인코드하기위해 선택성 여기에 사용되는 공간 선형 자장경도를 발행한다. 무선 주파수/경도 코일 어셈블리는 원통형 파이버 유리쉘로 이루어지는데, 상기 원통형 파이버유리쉘은 그내에 위치한 새들(Saddle)형 무선 주파 코일을 갖는다. 새들형 무선 주파코일은 파이버유리쉘로 모두 둘러싸인 경도 필드코일에 의해 둘러 싸인다. 외부 코일 및 무선 주파코일 어셈블리는 동일한 정량내경을 갖는다.

6개의 주 코일에 의해 제공된 마그네트 구멍내부의 필드의 균일성을 개선하는 보정 코일 어셈블리(25)는 무선 주파수/경도 코일 어셈블리(24)로 둘러싸인다. 보정 코일 어셈블리는 파이버 유리내에 끼워진 보정코일로 이루어진다. 보정 코일 어셈블리는 두 개의 외부코일(17a) (17b)용 축지지체를 제공한다. 4개의 내부코일 어셈블리 (19a) (19b) (21a) (21b)는 연속 구리시트를 사용하여 보정코일 주위에 직접 권취된다. 구리시트는 외부코일(17a) (17b)에 대해 상술된 바와 같이 절연될 수 있다. 6개의 주 코일은 상호 직렬로 전기적으로 접속된다.

6개의 주코일 각 연부에 인접하여 양호한 실시예에서 알루미늄인 높은 열 전도성의 비자화 재료 (27,29,31,33,35,37,39,41,43,45,47 및 49)의 디스크형 패드가 존재한다. 디스크형 패드쌍(50,27) (29,51) (64,31) (33,35) (37,39) (41,43) (45,66) (52,47) (49,53) 각각은 구경내에 각각 위치한 코일 (54,55,62,59,60,61,63,56,57)을 냉각시키기 위해 원형의 중앙에 위치한 원형 구경을 규정한다. 냉각코일은 냉각코일(54,55,56,57)을 형성하는 납작한 나선형의 직각튜빙으로 이루어진다. 직각 튜빙은 알루미늄, 구리 또는 스테인레스 스틸등과 같은 비자화의 높은 열전도성 재료로 제조된다. 제4도에 도시된 바와 같이, 나선의 외부직경내의 튜빙은 마그네트의 외부에 방사적으로 연장된다. 나선의 내부직경에서의 튜빙은 각 냉각 튜브 나선으로 하여금 일정한 입력온도 냉각유체를 공급하도록 허용하는 마그네트의 외부로 알루미늄패드내의 채널을 통해 방사방향으로 연장한다. 일정한 내부 온도의 물은 적당한 냉각체이다. 일정한 압축 콘테이너로부터 공급된 포화된 액체 프레온은 일정한 온도 냉각체로서 사용될 수 있다. 복귀 수증기는 물 또는 공기-냉각 압축기로 압축될 수 있다.

마그네트의 내부내의 균일자장을 이루기 위해, 내부코일(21a) (21b)은 알루미늄과 같이 비자화 재료로부터 제조된 비자화 원통형 스페이서(69) (71)상에 권취된다. 슬플리트키(73)는 스페이서(69) (71)를 분리하며, 보정코일내 외주홈내에 위치된다. 슬플리트키는 보정키에 대해 내부코일의 위치를 고정시킨다. 제1도를 참조하면, 철 요크(75)는 마그네트 구멍에 접근하기 위해 길이방향의 단부에서 구경을 남기는 마그네트 코일을 둘러싼다. 철 요크는 플레이트(79)에 의해 함께 결합된 슬플리트 원통형쉘 (77)로 이루어진다. 쉘(77)은 쉘의 내부표면상에 외주홈(78)을 규정한다. 알루미늄 패드(37)

(39)의 방사단부는 홈(78)내로 연장한다. 쉘(77)은 내부코일 (19a,19b,21a,21b)을 둘러싼다. 쉘(77)보다 더 작은 직경도 갖는 스플리트 원통형 쉘 (81a)(81b)쌍은 각각 외부코일(17a) (17b)을 둘러싼다. 쉘(81a) (81b)은 쉘(77)의 임의의 속상에 대칭으로 그리고 서로 동축으로 위치된다. 스플리트 단부링(83a) (83b)쌍은 원주 방향으로 이간된 길이방향 연장 볼트(85)에 의해 쉘(77)에 고정된다. 단부링(83a) (83b)내의 중심구경 및 원통형 쉘(81a) (81b)의 내부직경은 동일하다. 볼트(87)는 단부링(83a) (83b)내의 구경을 통해 원통형 쉘(81a) (81b)내로 길이방향으로 연장된다. 단부링(89a) (89b)은 코일(17a) (17b)의 구멍과 원통형 쉘(22) (23)의 구멍과 동축인 중앙 구경을 규정한다. 단부링(89a) (89b)은 단부링(89a) (89b)을 통해 길이방향으로 연장되는 원주방향으로 이간된 블롯(91)에 의해 원통형 쉘(81a) (81b)에 각각 고정된다. 철 요크에 가능한 가장 높은 필드증가를 얻기 위해, 단부링(89a) (89b)은 정량구멍의 직경인 유용한 최소직경을 가져야만 한다.

볼트(85)에 의해 고정될때의 스플리트 단부링(83a) (83b)은 패드 (31,33,35,37,39,41,43)와 내부코일의 연부 사이의 양호한 접촉을 보장하는 디스크형 리플 스프링(93a) (93b)을 통한 축방향 압축힘을 제공한다. 단부링(89a) (89b)은 원주방향으로 배열된 블롯(95)에 의해 원통형 쉘에 고정되는데, 상기 블롯은 단부링(89a) (89b)을 통해 길이 방향으로 쉘(81a)(81b)내로 연장된다. 디스크형 리플 스프링(97a)(97b)은 각각 단부링(89a)과 냉각코일 지지체(50) 사이에 그리고 단부링(89b)과 냉각패드 지지체(53)사이에 위치된다. 리플 스프링(97a)(97b)은 패드(27,29)(47,49)에 대한 외부코일(17a) (17b)의 축방향 압축을 제공하여 코일연부로부터 패드에 그리고 냉각코일에 양호한 열 전도를 보장한다. 열 도전 윤활유(grease)가 열 전달을 더욱 개선시키기 위해 코일연부의 인터페이스와 패드 사이에 사용된다.

제2도에 대해, 철 요크를 형성하는 원통형 쉘(77,81a,81b)의 한측내의 갭은 냉각코일 각각으로 하여금 냉각 액체소스의 일정한 온도원의 접속되도록 하여 상기 온도원에 액체를 되돌아 오도록 한다. 철 요크는 마그네트와 요크 어셈블리의 중량을 펼쳐지게 하느 크래들(99)상에 지지된다.

제3도에 대해, 철 요크 마그네트는 용접과 같은 방법에 의해 알루미늄 보빈(22)의 일단부에서의 외부 부분에 디스크형 냉각코일 지지체(51)의 중앙 구경의 외주부를 접속시키므로써 제조된다. 유사하게, 디스크형 냉각코일 지지체(52)는 보빈(23)의 일단부의 외부 부분에 접속된다. 무선 주파수/경도 코일 어셈블리(24)는 보정코일(25)내부에 중앙적으로 위치된다. 디스크형 냉각코일 지지체(51) (52)는 코일 지지체를 통해 보정코일 어셈블리내로 연장되는 볼트(도시되지 않음)을 사용하여 보정 코일 어셈블리(25)에 원주방향으로 접속된다. 스플리트키(73)는 보정코일내 외주홈(78)내에 위치된다. 비자화 원통형 스페이서(69) (71)는 보정코일 어셈블리를 둘러싸며 스플리트키(73)의 임의의 축상에 위치된다. 원통형 패드(37) (39)는 스플리트키(73)의 임의의 축상에 위치하며, 원통형 스페이서상에 나선형 냉각코일(60)은 포함된다. 패드(35) (41)는 보정코일 어셈블리 주위를 둘러싸며, 각각 스페이서(69) (71)에 인접하여 위치된다. 패드(33)는 보정코일 어셈블리(25)를 둘러싸며 패드(35)와 함께 냉각코일(59)을 둘러싼다. 패드(43)는 보정코일(73)을 둘러싸며, 냉각코일(61)을 둘러싼다. 내부코일(19a) (19b)은 보정코일 조립체 상에 직접 권취된다. 외부코일(17a) (17b)은 보빈(22) (23)상에 권취된다. 내부코일(21a) (21b)은 보정코일 어셈블리(25)를 둘러싸는 스페이서(69) (71)상에 권취된다. 패드(31) (45)는 내부코일(19a) (19b) 각각의 단부에 인접하여 위치된다. 냉각코일 지지체(64)는 냉각코일(62)을 둘러싸며, 코일(19a)에 인접하여 위치된다. 유사하게, 냉각코일 지지체(66)는 냉각코일(63)을 둘러싸며, 내부 주 코일(19b)의 단부에 인접하여 위치된다.

패드(27) (49)는 각각 외부코일(17a) (17b)에 인접하여 위치된다. 냉각코일 (54) (57)을 포함하여 냉각코일 지지체(50) (57)는 패드(27) (49)에 인접하여 위치된다.

패드(37) (39)는 다른 패드가 연장되는 것보다 더욱 방사방향으로 연장된다. 패드(37) (39)는 쉘(77)의 내부내 원형홈(78)내에 정합된다. 쉘(77)의 절반부는 내부코일을 둘러싸며, 쉘 절반부의 연부에 용접된 플레이트(79)에 의해 함께 결합된다. 리플 스프링(93a) (93b)는 각각 냉각코일 지지체(64) (66)에 인접하여 위치된다. 스플리트 단부링(83a) (83b)은 볼트(85)에 의해 쉘(77)에
볼트되며, 리플 스프링을 압축시키기 위해 이용된다. 유사하게, 스플리트 원통형 쉘(81b)은 길이방향으로 연장된 볼트에 의해 쉘(83b)에 고정된다. 쉘(81a) (81b)은 외부코일을 둘러싸는 쉘(77)의 임의의 측상에 대칭으로 위치된다. 길이 방향으로 연장된 볼트(87)는 스플리트 단부링(83a) (83b)에 각각 쉘(81a) (81b)을 고정시키다. 리플 스프링(95a) (95b)은 코일 지지체(50) (53)에 인접하여 위치하고, 단부링(89a) (89b)에 의해 압축된다. 단부링(89a) (89b)은 단부링을 원통형 쉘(81a) (81b)에 유지시키는 길이방향으로 연장된 볼트(95)에 의해 위치유지된다.

제5도 및 제6도에 대해, 환자 접근을 허용하도록 길이방향으로 연장되는 구멍(115)을 갖는 공기코아 저항성 마그네트 실시예가 도시된다. 제7도에 대해, 마그네트의 부분 단면도가 도시된다. 양호한 실시예의 마그네트(113)는 마그네트의 구멍에 일정한 필드를 제공하기 위해 6개의 주 코일내의 전류에 의존한다. 6개의 주 코일 중의 두 개(117a) (117b)는 원통형 외부코일이며, 나머지 4개 코일은 원통형 내부코일 (119a,119b,121a,121b)이다. 두 개의 외부코일(117a) (117b)은 연속 구리시트를 사용하여 언급된 바와 같이 절연될 수 있는 원통형 비자화 보빈(122)(123)상의 철요크 실시예에서처럼 각각 권취된다. 두 개의 외부코일은 무선 주파수/경도 코일 어셈블리(124)의 임의의 측상에 대칭으로 그리고 중량을 감소시키는 더 작은 직경의 코일을 제공하도록 상호 동측으로 배열된다. 4개의 내부코일 각각은 외부코일과 관련하여 언급된 바와 같이 절연되는 연속 구리시트를 사용하는 보정 코일 어셈블리(125)상에 직접 권취된다.

6개의 주코일에 인접하여 양호한 실시예에서 알루미늄인 높은 열전도성 비자화 제도
(127,129,131,133,135,137,139,141,143,145,147,149)의 디스크형 패드가 존재한다. 디스크형 패드 (150,127) (129,151) (164,131) (133,135) (137,139) (141,143) (145,166) (152,143) (149,153)쌍 각각은 구경내에 위치한 코일 (154,155,162,159,160,161,163,156,157)을 냉각시키기 위한 중앙 원형 구경을 규정한다. 냉각 코일은 철 요크 마그네트내에 사용되는 형태의 편평한 나선으로 이루어진다. 나선형 냉각코일의 내부직경에서의 튜빙은 마그네트의 외부를 향해 방사적으로 알루미늄 패드내의 채널을 통해 연장된다.

디스코형 패드(151,152)는 용접에 의해 각각 보빈(122,123)에 고정된다. 디스크형 패드(151,152)는 보정 코일 어셈블리가 외부코일(17a) (17b)에 측 지지체를 제공하도록 디스크를 통해 보정 코일 어셈블리내로 연장되는 볼트(도시되지 않음)에 의해 보정 코일 어셈블리(125)에 고정된다.

내부코일의 연부에 대한 패드의 축방향 압축은 내부코일의 축방향 단부상의 비자화 디스크 (188a,188b)주위에 원주 방향으로 위치한 조정 볼트(186)에 의해 이루어진다. 축방향 압축은 양호한 열 전달을 보장하며 코일이동을 제한한다. 조정볼트(196)은 외부코일의 조정 가능한 축방향 압축을 제공한다. 열 도전 윤활유는 열 전달을 더욱 개선시키기 위해 코일연부의 인터페이스와 패드 사이에 사용될 수 있다. 보정 코일의 계단형 외부 및 키(173)는 디스크형 패드(135,141,137)의 위치 조정을 보장하며, 그에 의해 보정 코일에 대한 내부코일의 위치조정이 보장된다. 디스크형 알루미늄 패드 (164,131,133,135,137,139,141,143,145,166,188)와 디스크(188a,188b)는 냉각 패드의 외주부 및 디스크(188)가 연장되는 횡단홈을 갖는 길이방향으로 연장된 아치형 세그먼트(190)에 의해 위치 유지된다. 아치형 세그먼트의 길이방향 단부는 아치형 세그먼트를 통해 지나며 단부 플레이트내로 방사방향으로 연장되는 볼트(194)에 의해 단부 플레이트(192a) (192b)에 고정된다. 단부 플레이트(192a) (192b)는 보빈의 단부(122)(123) 주위에 접합된 중앙 구경을 갖는다. 원주방향으로 배열된 볼트 (196)는 단부플레이트(192a)(192b)를 통해 길이 방향으로 연장되며, 패드(1270 (149)에 대한 축방향 힘을 작용시키므로써 외부코일상에 축방향 압축력을 작용한다. 내부 및 외부코일의 축방향 압축은 패드와 코일연부 사이에 양호한 열접촉을 보장하며, 마그네트 동작동안 코일이동을 제한한다.

일정한 입구온도의 물이 제8도에 도시된 형태의 제어 시스템으로부터 얻어질 수 있다. 본 발명의 저항성 마그네트의 보정코일 및 내부 주코일이 동일 냉각 시스템을 공유한다. 20 내지 25℃에서의 수원이 교환기를 가열시키기 위해 펌프(201)에 의해 펌프되며, 이때 출구 온도는 궤환 시스템을 사용하여 교환기를 가열시키기 위해 유입된 스팀양을 변화시키므로써 30℃로 조정된다. 궤환 시스템은 모터(209)에 의해 밸브(205) 위치를 제어하는 센서(207)에 의해 측정된 열교환 출구 온도에 응답하여 밸브(205)의 위치를 제어한다. 30° 의 물은 저항성 마그네트(211)의 나선형 냉각 코일 각각에 유입되며, 방출될때는 거의 40℃로 가열된다. 마그네트에 대한 냉각수의 잘 조정된 일정한 입구온도는 양호한 차원의 그리고 마그네트에 의해 발생된 필드의 양호한 온도안정도를 보장하기 위해 중요하다.

두 개의 외부코일 및 4개의 내부코일로 이루어진 6개의 코일 주 마그네트 설계되며, 도시된다. 3,4,5의 코일 마그네트 설계는 RF/경도 코일 어셈블리의 임의의 측상에 대칭적으로 배열된 외부코일과 동일한 구성을 가지며 동일한 정량 내경을 갖는 반면 적은 필드 균일성을 갖는다.

제1도, 제2도, 제3도 및 제4도에 도시된 자기 요크 실시예는 25%만큼 주코일의 중앙필드를 향상시킨다. 결과적으로, 철 요크없이 0.25 테슬라의 중앙필드를 발생하는 6개의 코일 주코일 설계는 요크가 어떠한 부가적인 전력소비도 없이 부가될 때 약 0.30 테슬라로 상승될 수 있다. 필드증가는 철이 구리보다 3배정도 값이 싸기 때문에, 동일한 필드강도 및 전력소비를 갖는 공기-코아 마그네트에 비해 더욱 값싸고 효율적인 마그네트를 초래하게 된다. 철 코아 및 공기 코아는 구리를 사용하지 않는 철 코아 설계와 유사한 전체 중량을 갖는다. 마그네트 요크는 또한 완전한 자장차폐로서 작용한다. 가장 가능한 구멍 필드는 외부코일 및 요구단부 플레이트가 최소내부 직경을 가질때만 최소의 구리, 철 중량 및 전력 손실에 따라 얻어지게 된다.

도면에 도시된 형태의 철 요크 설계 및 공기 코아 설계를 비교할 때, 각각은 0.3 테슬라의 필드강도, 60㎝의 정량 내경을 가지며, 6개의 주코일 및 철 요크 마그네트는 7,000파운드의 구리 및 5,600파운드의 철로 이루어진 전체12600파운드의 중량을 갖게 된다. 공기 코아 마그네트의 중량은 12,670파운드이다. 각 실시예는 56kw의 전력손실을 갖는다.

자기요크가 마그네트 설계에 합체될 때, 각 코일의 암페어틴과 위치는 관심의 영상화 체적내의 가장 가능한 필드 균일성을 생산하기 위해 주어진 요크 기하학의 존재하에서 최적화되어야만 한다. 아래의 표 1 및 표 2는 제3도 및 제7도에 각각 도시된 형태의 철 코아 및 공기코아 마그네트에 대한 다른 코일 디멘죤을 나타낸다.

[표 1]

철요크 마그네트

코일	17a 및 17b	19a 및 19b	21a 및 21b
내경	30.53cm	43.60cm	43.74cm
외경	40.52cm	53.59cm	53.61cm
코일폭	27.00cm	27.00cm	13.5cm
구멍의 중심으로부터 축방향으로 코일중심라인까지의 거리	61.99cm	59.14cm	8.17cm
구리시트 두께	.040in.	.040in.	.080in.
감기수	96	96	48
전류	827A	827A	827A

[표 2]

공기코아 마그네트

코일	117a 및 117b	119a 및 119b	121a 및 121b
내경	30.88cm	45.13cm	45.94cm
외경	42.65cm	62.21cm	60.96cm
코일폭	30.00cm	30.00cm	15.91cm
구멍의 중심으로부터 축방향으로 코일중심라인까지의 거리	64.29cm	23.18cm	3.58cm
감기수	115	164	73
전류	685A	685A	685A

마그네트의 최소 구멍직경에서 주코일을 위치시키므로써 본 발명은 감소된 마그네트 중량 및 전력 소비 및 개선된 필드 균일성을 허용한다. 두 개의 외부코일 및 보정코일은 무선 주파/경도 코일 어셈블리가 위치되는 공동을 발생시킨다. 상술된 내용은 0.3 내지 0.4 테슬라의 강도 및 전체 7톤 이하의 무게를 갖는 전몸체 자기공진 연구에 사용하기에 적합한 저항성 마그네트를 언급한다.

본 발명이 몇 개의 양호한 실시예와 관련하여 언급되었지만, 본 기술분야에 숙련된 사람들에 의해, 형태 및 세부 사상에서의 여러 가지 변형이 본 발명의 영역을 벗어나지 않는 한도에서 이루어질 수 있다는 점이 이해될 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

원통형 무선주파/경도 코일 어셈브릴와; 상기 무선주파수/경도 코일 어셈블리의 임의의 측상에 동측으로 위치된 제1, 제2원통형 주코일과; 여기에서 상기 제1, 제2주코일 및 상기 무선주파/경도 코일 어셈블리 모두는 마그네트 구멍을 규정하는 동일한 내경을 가지며, 상기 무선주파/경도 코일 어셈블리를 둘러싸는 원통형 보정코일 어셈블리와; 상기 제1, 제2주코일에 축지지체를 제공하는 원통형 보정코일 어셈블리에 상기 제1, 제2원통형 주코일을 고정시키는 수단과; 상기 보정코일을 둘러싸는 제3원통형 주코일 등으로 이루어진 것을 특징으로 하는 저항성 자기공진 영상화 마그네트.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 원통형 쉘의 단부 부분을 둘러싸는 주코일 및 두 개의 단부 플레이트를 에워싸는 원통형 쉘로 이루어지는 플럭스 도전재료 요크를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 저항성 자기공지 영상화 마그네트.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 주코일 각각은 코일을 형성하는 도전재료의 연속 절연시트로 이루어진 것을 특징으로 하는 저항성 자기공진 영상화 마그네트.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제1, 제2원통형 주코일을 고정하는 상기 수단이, 편평한 나선의 직각 냉각코일을 둘러싸는 열 도전 비자화 재료의 디스크형 패드로 이루어지며, 상기 디스크형 패드가 상기 제1, 제2 주코일의 연부와 상기 무선주파/경도코일 사이에 위치하며, 상기 디스크형 패드가 상기 제1, 제2주코일 및 상기 보정코일 어셈블리중의 하나에 고정되는 것을 특징으로 하는 저항성 자기공진 영상화 마그네트.

청구항 5

제4항에 있어서, 주권선 각각의 나머지 연부에 인접한 열도전 비자화 재료의 디스크형 패드를 더 구비하며, 상기 패드가 편평한 나선의 직각 냉각코일을 둘러싸는 것을 특징으로 하는 저항성 자기공진 영상화 마그네트.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 제1, 제2원통형 주코일이 상기 무선주파/경도코일 어셈블리와 동일한 내경을 갖는 비도전성 보빈상에 직접 권취된 코일로 이루어지며, 상기 제1, 제2주코일을 고정시키기 위한 상기 수단이 상기 보정코일 어셈블리의 임의의 측상에 상기 보빈을 고정시키는 것을 특징으로 하는 저항성 자기공진 영상화 마그네트.

청구항 7

원통형 무선주파/경도코일 어셈블리와; 두 개의 비자화 보빈과 각 보빈상에 권취된 도전성 재료의 연속 절연시트로 이루어진 제1, 제2원통형 외부 주코일과; 여기에서 제1, 제2외부 주코일이 상기 무선주파/경도코일 어셈블리의 임의의 측상에 동축으로 위치되며, 상기 두 개의 보빈 및 상기 무선주파/경도코일 어셈블리는 원통형 마그네트 구멍을 규정하는 동일한 내부직경을 가지며, 상기 무선주파/경도코일 어셈블리를 둘러싸는 원통형 보정코일 어셈블리와; 상기 보정코일 어셈블리에 상기 두 개의 보빈을 고정시키는 수단과; 여기에서 상기 보정코일 어셈블리는 상기 두 개의 보빈에 측지지체를 제공하며, 상기 보정코일 어셈블리 주위에 권취된 도전성 재료의 연속절연시트로 이루어진 다수의 내부 주코일로 이루어진 것을 특징으로하는 저항성 자기공진 영상화 마그네트.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 내부 및 외부 주코일을 둘러싸는 원통형 쉘과 상기 원통형 쉘의 단부 부분을

둘러싸는 단부 플레이트를 포함하는 플럭스 도전재료인 요크를 더 구비하며, 상기 단부 플레이트 각각은 마그네트 구멍과 동일한 직경을 갖는 중앙구경을 규정하며, 서로 동축방향으로 위치하는 것을 특징으로 하는 저항성 자기공진 영상화 마그네트.

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 두 개의 보빈을 고정시키기 위한 상기 수단이 편평한 나선이 직각 냉각코일을 둘러싸는 열 전도 비-자화 재료의 디스크형 패드로 이루어지며, 디스크형 패드는 상기 보빈의 연부와 상기 무선주파/경도코일 사이에 위치되며, 상기 디스크형 패드가 상기 보빈 및 상기 보정코일 어셈블리에 고정되는 것을 특징으로 하는 저항성 자기공진 영상화 마그네트.

청구항 10

제9항에 있어서, 내부 및 외부 주권선 각각의 나머지 연부에 인접한 비-자화 재료의 디스크형 패드를 더 구비하며, 상기 패드가 편평한 나선의 직각 냉각 코일을 둘러싸는 것을 특징으로 하는 저항성 자기공진 영상화 마그네트.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 내부 및 외부코일을 축방향으로 압축시키기 위한 수단을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 저항성 자기공진 영상화 마그네트.

청구항 12

원통형 무선주파/경도코일 어셈블리와; 상기 무선주파/경도코일 어셈블리의 임의의 축상에 동축으로 위치된 제1, 제2원통형 주코일과; 여기에서 상기 제1, 제2주코일 및 상기 무선주파/경도코일 어셈블리 모두는 마그네트 구멍을 규정하는 동일한 내경을 가지며, 상기 무선주파/경도코일 어셈블리를 둘러싸는 원통형 보정코일 어셈블리와; 상기 제1, 제2주코일에 측 지지체를 제공하는 원통형 보정코일 어셈블리에 상기 제1, 제2원통형 주코일을 고정시키는 수단과; 상기 보정코일을 둘러싸는 제3원통형 주코일과; 상기 내부 및 외부 주코일을 둘러싸는 원통형 쉘과 상기 원통형 쉘의 단부 부분을 둘러싸는 단부 플레이트를 포함하는 플럭스 도전재료인 요크등으로 이루어지며, 상기 단부 플레이트 각각은 마그네트 구멍과 동일한 직경을 갖는 중앙 구경을 규정하며, 서로 동축 방향으로 위치하는 것을 특징으로 하는 저항성 자기공진 영상화 마그네트.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 주코일 각각이 코일을 형성하는 도전재료의 연속 절연시트로 이루어진 것을 특징으로 하는 저항성 자기공진 영상화 마그네트.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 제1, 제2원통형 주코일을 고정하는 상기 수단이, 편평한 나선의 직각 냉각코일을 둘러싸는 열 도전 비자화 재료의 디스크형 패드로 이루어지며, 상기 디스크형 패드가 상기 제1, 제2주코일의 연부와 상기 무선주파/경도코일 사이에 위치하며, 상기 디스크형 패드가 상기 제1, 제2주코일 및 상기 보정코일 어셈블리중의 하나에 고정되는 것을 특징으로 하는 저항성 자기공진 영상화 마그네트.

청구항 15

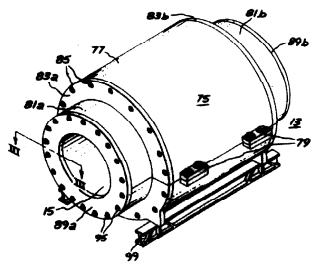
제14항에 있어서, 주권선 각각의 나머지 연부에 인접한 열도전 비자화 재료의 디스크형 패드를 더 구비하며, 상기 패드가 편평한 나선의 직각 냉각 코일을 둘러싸는 것을 특징으로 하는 저항성 자기공진 영상화 마그네트.

청구항 16

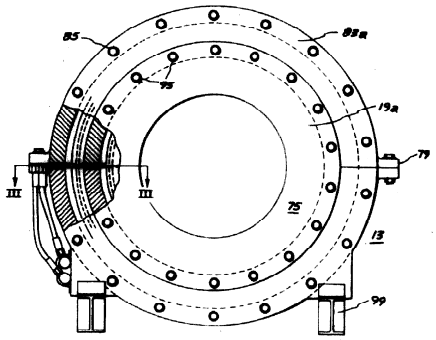
제15항에 있어서, 플럭스 도전재료인 요크의 단부 플레이트에 의해 압축된 제1, 제2주코일 및 제3코일의 외측 디스크형 냉각패드에 인접하여 위치되며, 권선의 연부와 디스크형 냉각패드 사이에 축방향 압축을 제공하는 평면의 디스크형 리플 스프링을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 저항성 자기공진 영상화 마그네트.

도면

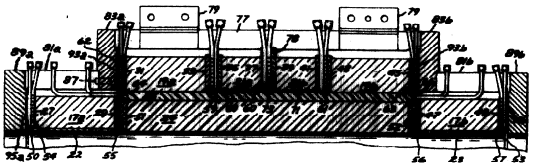
도면1



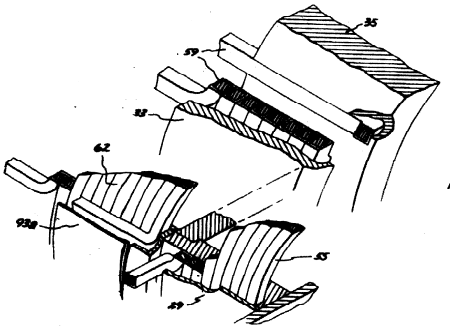
도면2



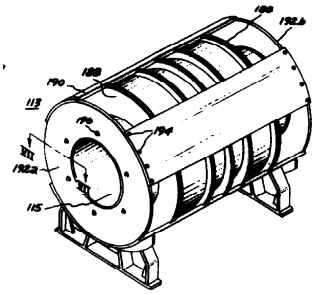
도면3



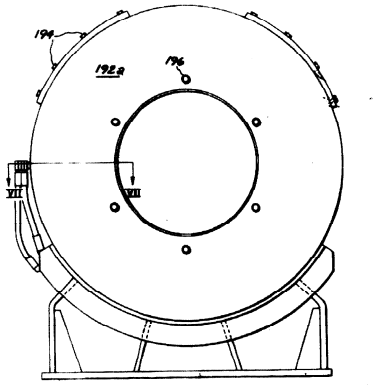
도면4



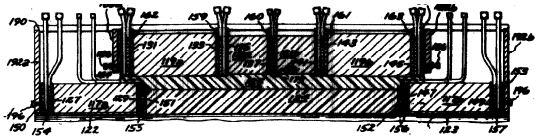
도면5



도면6



도면7



도면8

