(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0060937
(43) 공개일자 2020년06월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 33/38 (2006.01) *A61B 5/055* (2006.01)
G01R 33/381 (2006.01) *G01R 33/385* (2006.01)
G01R 33/3875 (2006.01) *H01F 6/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01R 33/3802 (2013.01)
A61B 5/055 (2018.08)
(21) 출원번호 10-2018-0146135
(22) 출원일자 2018년11월23일
심사청구일자 2019년11월25일

(71) 출원인
가천대학교 산학협력단
경기도 성남시 수정구 성남대로 1342 (복정동)
(의료)길의료재단
인천광역시 남동구 남동대로774번길 21 (구월동)
(72) 발명자
정준영
인천광역시 서구 크리스탈로74번길 26, 453동 4802호(경서동, 청라더샵레이크파크)
류연철
경기도 수원시 영통구 태장로71번길 19, 209동104호(망포동, 망포마을동수원엘지빌리지)
김경남
인천광역시 남동구 에코중앙로 96, 905동 2103호(논현동, 에코메트로9단지한화꿈에그린아파트)
(74) 대리인
이은철, 이수찬

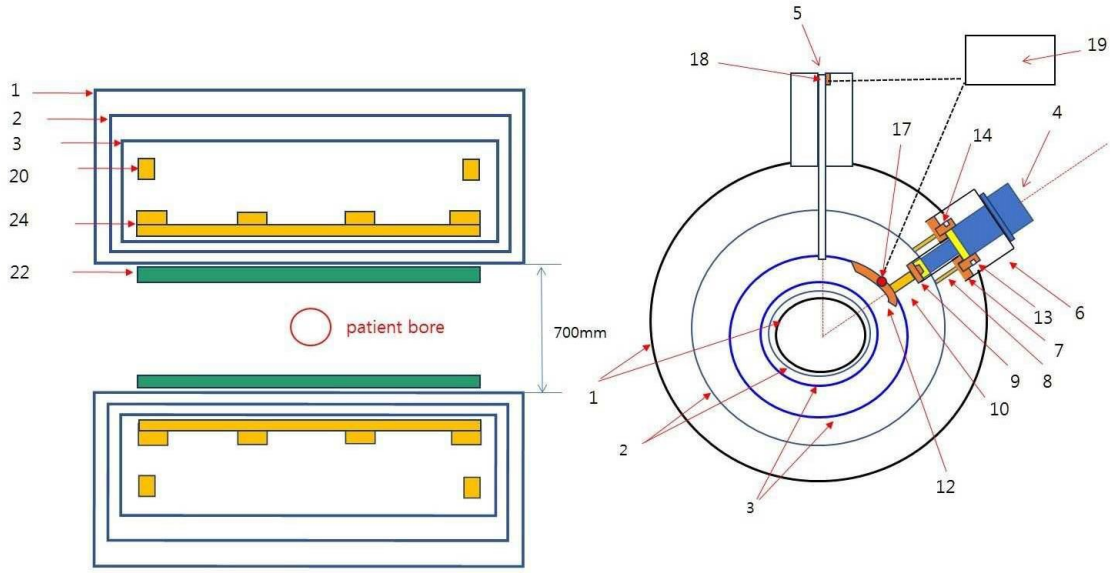
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 **의료용 초전도 자석**

(57) 요 약

본 발명은 머리와 상부 목의 자기공명 영상에 특화된 콘팩트한 구조를 갖는 의료용 초전도 자석에 관한 것으로, 환자가 위치하게 되는 일정 반경의 보어와; 상기 보어 내에 균일 자기장을 발생시키기 위한 연속적으로 권취된 솔레노이드 코일로 이루어진 보상형 솔레노이드 코일과; 상기 보어 내에서 경사 자계를 발생시키는 대칭형 경사자계 코일을 포함하여 보상형 솔레노이드 코일과 경사자계 코일과의 상호작용을 최소화할 수 있다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
G01R 33/381 (2013.01)
G01R 33/385 (2013.01)
G01R 33/3875 (2013.01)
H01F 6/00 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 HI14C1135
부처명 보건복지부
연구관리전문기관 한국보건산업진흥원
연구사업명 연구중심병원 R&DB
연구과제명 대사성질환 혁신 신약개발 및 뇌질환 진단기술 선진화를 위한 개방형 연구 비즈니스 플랫폼 구축
기 여 율 1/1
주관기관 가천대 길병원
연구기간 2014.10.01 ~ 2023.03.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

환자가 위치하게 되는 일정 반경의 보어와;

상기 보어 내에 균일 자기장을 발생시키기 위한 연속적으로 권취된 솔레노이드 코일로 이루어진 보상형 솔레노이드 코일과;

상기 보어 내에서 경사 자계를 발생시키는 대칭형 경사자계 코일을 포함하여 보상형 솔레노이드 코일과 경사자계 코일과의 상호작용을 최소화할 수 있는 의료용 초전도 자석.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 머리와 상부 목의 자기공명 영상에 특화된 콘팩트한 구조를 갖는 의료용 초전도 자석에 관한 것으로, 상세하게는 능동 차폐형 초전도 마그넷과 대칭형 경사자계 코일로 구성되어 340㎜ DSV의 FOV(Field Of View)를 제공할 수 있는 의료용 초전도 자석에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 종래에 800㎜ 이상의 상온 보어(bore)를 갖는 전신용 7T MRI 시스템에 대칭형 경사 자계 코일을 조합한 시스템을 사용(Siemens사: 7T, 830㎜ 보어 MRI)하거나 대체용으로서 680㎜ 보어를 갖는 마그넷에 비대칭 경사자계 코일을 적용하고 있다(Agilent사: 7T, 680㎜ 보어 MRI).

[0003] 도 1은 종래기술의 초전도 자석의 단면 구성도로서, 분할형 주 코일을 장착한 전신용 7T MRI 시스템을 보여준다. 이 시스템은 분할형 주 코일(discrete main coil)(21) 및 차폐코일(shielding coil)(20)으로 구성된다. 830㎜ 보어 내에 대칭형 경사자계 코일(symmetric gradient coil)(22)가 장착되어 머리와 상부 목의 영상촬영에 활용된다. 이 시스템은 머리와 목의 크기에 비교하여 상온 보어의 크기가 커서 비경제적인 단점이 있다. 또한, 이 시스템은 펄스 경사자계 코일과 코일들 사이에서 누설자속이 발생하는 분할형 주 코일 사이의 상호작용이 크기 때문에 시스템이 불안정한 단점이 있다. 도 1에서 도면부호 1은 진공 용기(vacuum vessel)이고, 도면부호 2는 복사열 차폐(radiation shield)이고, 도면부호 3은 헬륨 용기(helium vessel)이다.

[0004] 도 2는 종래기술의 분할형 주 코일과, 실드 코일의 사시 구성도를 보여주고 있다.

[0005] 도 3은 다른 종래기술의 초전도 자석의 단면 구성도로서, 7T, 680㎜ 보어를 갖는 MRI 시스템으로 비대칭 경사자계 코일(asymmetric gradient coil)(23)과 분할형 주 코일(21)로 구성되어 있다. 이 시스템은 비대칭 경사자계 코일의 제한된 FOV로 인하여 머리 부분만 영상촬영이 가능하다. 이 시스템은 제한된 FOV와 분할형 주 코일과 비대칭 경사자계 코일 사이의 강한 상호작용이 초래하는 시스템 불안정성의 단점이 있다.

[0006] 도 4는 종래기술의 극저온 냉동기가 적용된 초전도 자석의 단면 구성도로서, 헬륨 재응축형 MRI 마그넷 시스템에서 극저온 냉동기가 사용되는 일반적인 구조를 보여준다. 도 4에서 극저온 냉동기(4K cryo-cooler)(4)는 진공 용기(1)의 외주에 수직으로 장착되며, 진공 용기(1)의 내부에 복사열 차폐(2)와 헬륨 용기(3)가 위치한다. 극저온 냉동기(4)는 터렛(cryo-cooler turret)(6)에 조립되며 마그넷 저온용기와 동일한 진공 공간을 공유한다. 극저온 냉동기의 1단부(1st stage; 20K)(7)은 열전달 링크(thermal link)(8)을 통해 복사열 차폐(2)에 연결된다. 극저온 냉동기의 2단부(2nd stage; 4K)(9)는 구리봉(cooper rod)(10)을 통해 실린더형 헬륨재응축기(helium re-condenser; vessel type)(11)에 연결된다. 실린더형 헬륨재응축기(11)은 헬륨 용기(3)에 직결된다. 극저온 냉동기의 2단부(9)가 4.2K 부근에 도달하면 실린더형 헬륨재응축기(11)와 접촉하는 가스헬륨은 액화되어 헬륨 용기(3)의 내부로 떨어진다. 도면부호 5는 서비스 터렛(service turret)이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 미국 특허번호 제5210512호(특허일: 1993.05.11.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 콤팩트한 의료용 초전도 자석(7T)에 관한 것으로 7T 전신용 시스템이 가지고 있는 설치공간에 대한 제한과 7T 680㎜ 시스템의 제한된 영상 성능을 극복할 수 있는 의료용 초전도 자석을 제공하고자 하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 이러한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 의료용 초전도 자석은, 환자가 위치하게 되는 일정 반경의 보어와; 상기 보어 내에 균일 자기장을 발생시키기 위한 연속적으로 권취된 솔레노이드 코일로 이루어진 보상형 솔레노이드 코일과; 상기 보어 내에서 경사 자계를 발생시키는 대칭형 경사자계 코일을 포함하여 보상형 솔레노이드 코일과 경사자계 코일과의 상호작용을 최소화할 수 있다.

발명의 효과

[0010] 본 발명에 따른 의료용 초전도 자석은 보어 내에 균일 자기장을 발생시키기 위한 연속적으로 권취된 솔레노이드 코일로 이루어진 보상형 솔레노이드 코일과 보어 내에서 경사 자계를 발생시키는 대칭형 경사자계 코일을 포함하여 보상형 솔레노이드 코일과 경사자계 코일과의 상호작용을 최소화하여 초전도 자석의 사이즈를 콤팩트하게 구현하면서도 균일 자기장을 얻을 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1 내지 도 4는 종래기술에 따른 의료용 초전도 자석을 보여주는 도면,

도 5 내지 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 의료용 초전도 자석을 보여주는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 본 발명의 실시예에서 제시되는 특정한 구조 내지 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예를 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있다. 또한 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 아니 되며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경물, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0013] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 의료용 초전도 자석에 관한 것으로, 좌측은 종방향 단면 구성도이고, 우측은 횡방향 단면 구성도이다. 도 6은 도 5의 우측에 대한 종방향 단면 구성도를 보여주고 있다.

[0014] 도 5의 좌측을 참고하면, 본 발명은 700㎜ 보어를 갖는 보상형 솔레노이드 주 코일(compensated solenoid main coil)(24)과 대칭 경사자계 코일(symmetric gradient coil)(22)로 구성되어 머리와 상부 목의 동시 촬영이 가능하다. 본 발명은 종래의 분할형 주 코일 대신에 보상형 솔레노이드 주 코일을 적용함으로써, 펄스 경사자계 코일과 마그넷 사이의 상호작용을 최소화하였다.

[0015] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 보상형 솔레노이드 주 코일의 사시 구성도이다.

[0016] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 냉동기가 적용된 의료용 초전도 자석에 관한 것으로, 좌측은 종방향 단면 구성도이고, 우측은 횡방향 단면 구성도이다.

[0017] 도 8을 참고하면, 본 실시예의 종래의 실린더형 헬륨재응축기(11) 대신에 판형의 헬륨재응축기(12)를 헬륨 용기(3) 내부에 부착한다. 판형의 헬륨재응축기(12)는 구리봉(10)을 통하여 4K 극저온 냉동기가 삽입되는 별도의 진공차폐된 극저온냉동기 터렛(6)에 연결된다. 본 발명에서 적용하는 방법으로 인해 가스헬륨 재응축을 위한 별도의 실린더형 헬륨재응축기의 제거가 가능하고, 극저온 냉동기(4)를 30도 각도로 마그넷 내부로 깊숙하게 삽입할 수 있게 된다. 비록 냉동기의 효율이 다소 저하되더라도 극저온 냉동기의 조립 각도를 더욱 낮추는 것도 가능하다. 이와 같은 조립방법으로 얻어지는 장점은 극저온 냉동기가 마그넷 바닥으로부터 적정한 높이에 위치하게 됨

으로써 유지보수 서비스와 교체가 쉬워진다.

[0018] 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 냉동기의 구성을 보여주는 도면이다.

[0019] 도 11을 참고하면, 4K 극저온냉동기(4)를 특별한 도구 없이도 극저온 냉동기 터렛(6)로부터 쉽게 꺼낼 수 있다. 극저온 냉동기(4)를 효율적으로 올바르게 운용하기 위해서는 극저온 냉동기의 1단부(20K)(7)과 2단부(4K)(9)가 마그넷의 복사열차폐와 좋은 열 접촉이 되어야 한다. 이와 같은 좋은 열 접촉은 도 11에 나타낸 특수 구리핑거(cooper fingers)(13)를 사용하여 구현되며, 이 구리핑거(13)는 블레이징 용접한 구리블럭(blazed cooper block)(15)과 접촉된다. 구리핑거를 압착하기 위하여 히터가 부착된 테플론링(teflon with heater)(14)가 사용된다. 테플론링(14)는 상온에서는 구리핑거(13)가 블레이징 용접한 구리블럭 (15)을 쥘 수 있는 아무런 압력을 가하지 않는다. 극저온 냉동기를 터렛(cryo-cooler turrent)(6)에 삽입하고 냉동기를 가동하면 테플론링이 냉각되어 수축 된다. 이 수축력으로 구리핑거(13)는 블레이징 용접한 구리블럭(15)와 좋은 열 접촉이 된다. 극저온 냉동기(4)를 터렛(6)로부터 꺼낼 필요가 있는 경우에는, 테플론링(14)이 확장되어 극저온 냉동기를 꺼낼 수 있어야 한다. 특수 히터가 테플론링에 부착되어 있다. 이 히터를 가동하면 테플론링이 확장되어 극저온 냉동기(4)를 터렛(6)으로부터 쉽게 꺼낼 수 있게 된다.

[0020] 본 발명의 초전도 자석에서는 2대의 1W 극저온 냉동기를 사용하여 액체헬륨의 증발이 없도록 할 수 있다. 그러나 마그넷 헬륨 용기는 공기유입을 방지하기 위해 상시 대기압 이상을 유지해야 하며, 이를 위해 헬륨 용기 내부에 장착된 판형의 헬륨재응축기에 특수 히터를 부착하고 히터회로에서 발생한 헬륨가스가 헬륨조의 압력을 증가시키도록 한다.

[0021] 도 10은 본 발명의 초전도 자석의 횡단면 구성도로서, 압력제어를 위한 구성을 보여주고 있다. 상대 압력계(pressure transducer)(18)가 마그넷 서비스 터렛(service turret)(5)에 연결된다. 압력계는 마그넷 서비스 터렛에 직접 부착되거나, 또는 튜브를 통해서 연결될 수 있다. 압력계로부터의 신호는 압력제어박스(pressure control box)(19)에서 처리되며, 마그넷 압력이 설정값(40mBar로 설정가능) 보다 낮아지면 히터(heater)(17)의 가동으로 가스 헬륨를 발생시켜 헬륨 용기의 내부 압력을 증가시킨다. 마그넷 압력이 설정된 상대 압력을 초과하면 히터가동을 멈춘다.

[0022] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 초전도 자석에서 극저온 냉동기의 터렛과 마그넷 서비스 터렛을 각도를 갖고 구성되는 종단면 구성도를 보여주고 있다.

[0023] 도 8과 도 9에 각각 나타낸 바와 같이 4K 극저온 냉동기의 터렛과 마그넷 서비스 터렛을 각도를 가지고 기울여서 조립하면, 7T 마그넷 시스템의 전체 길이가 최소화되고 천정 높이가 3000㎜ 이내인 룸에도 설치할 수 있도록 최적화 가능하다. 본 발명에서 적용하는 콤팩트한 7T 마그넷 제작 방법을 통해 마그넷의 길이를 2200㎜ 이하로 줄일 수 있으며 중량을 22톤 이하로 낮춤으로써 설치가 쉬워진다.

[0024] 이상에서 설명한 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능함은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명백할 것이다.

부호의 설명

[0025] 1 : 진공 용기　2 : 복사열 차폐

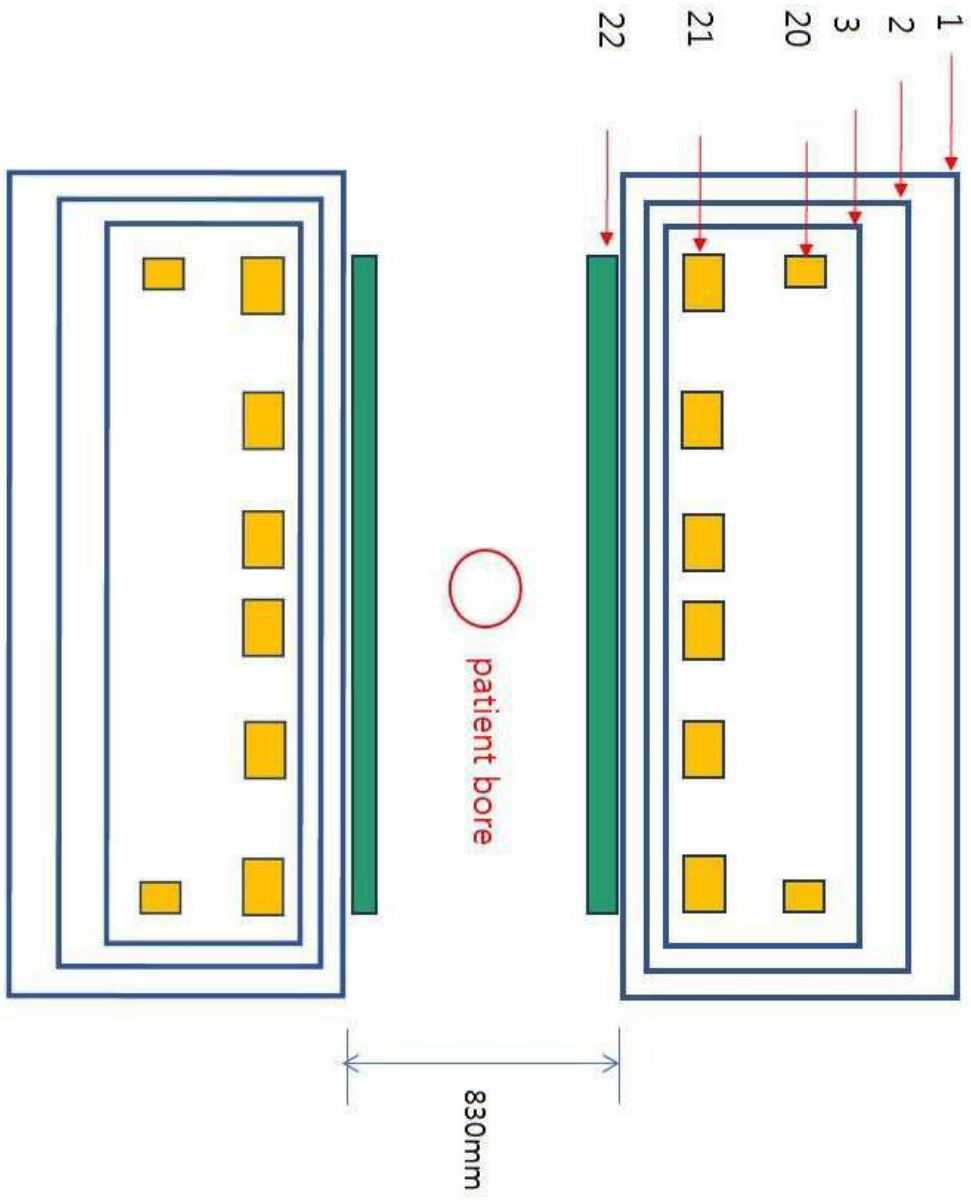
3 : 헬륨 용기　4 : 극저온 냉동기

9 : 대칭 경사자계 코일

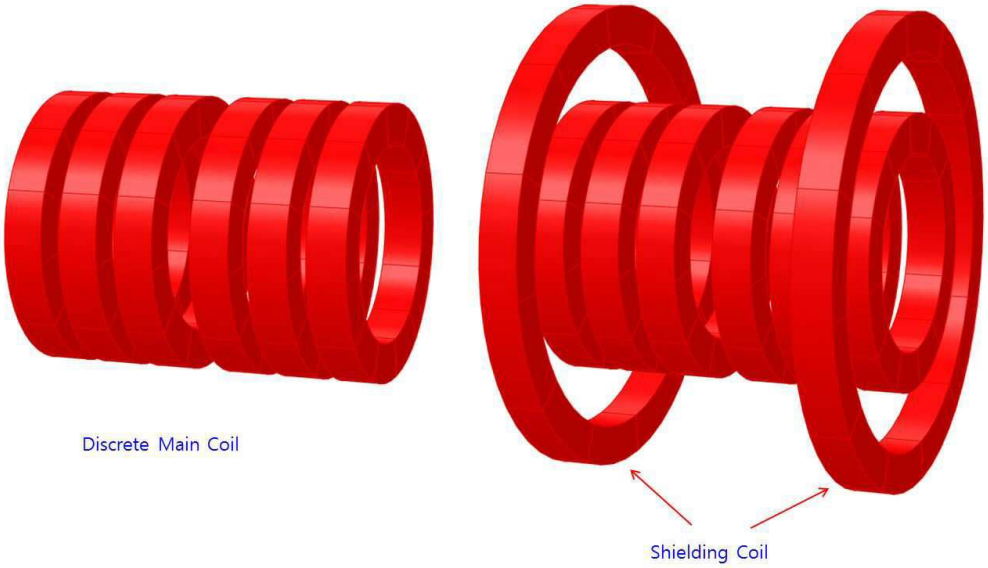
24 : 보상형 솔레노이드 주 코일

도면

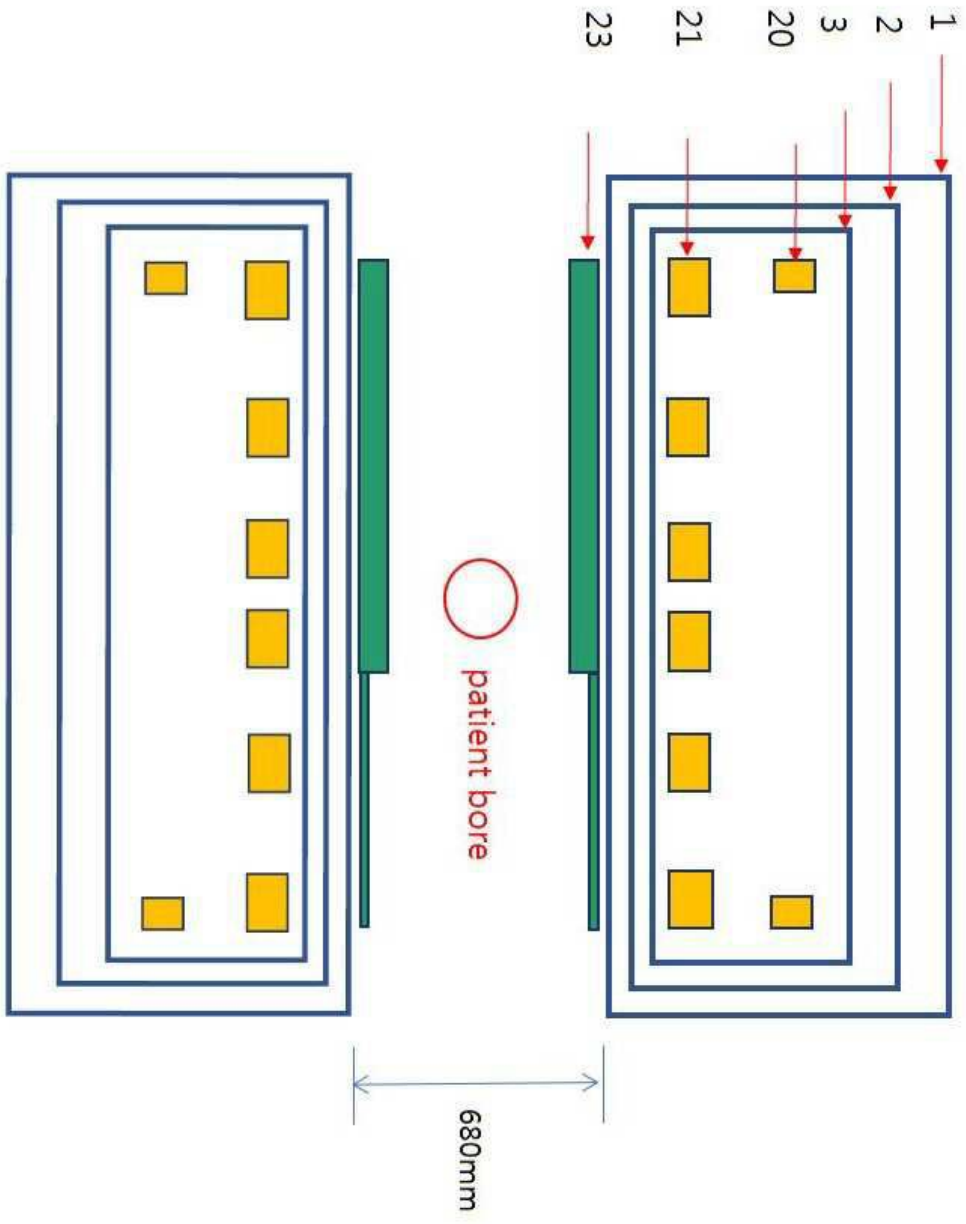
도면1



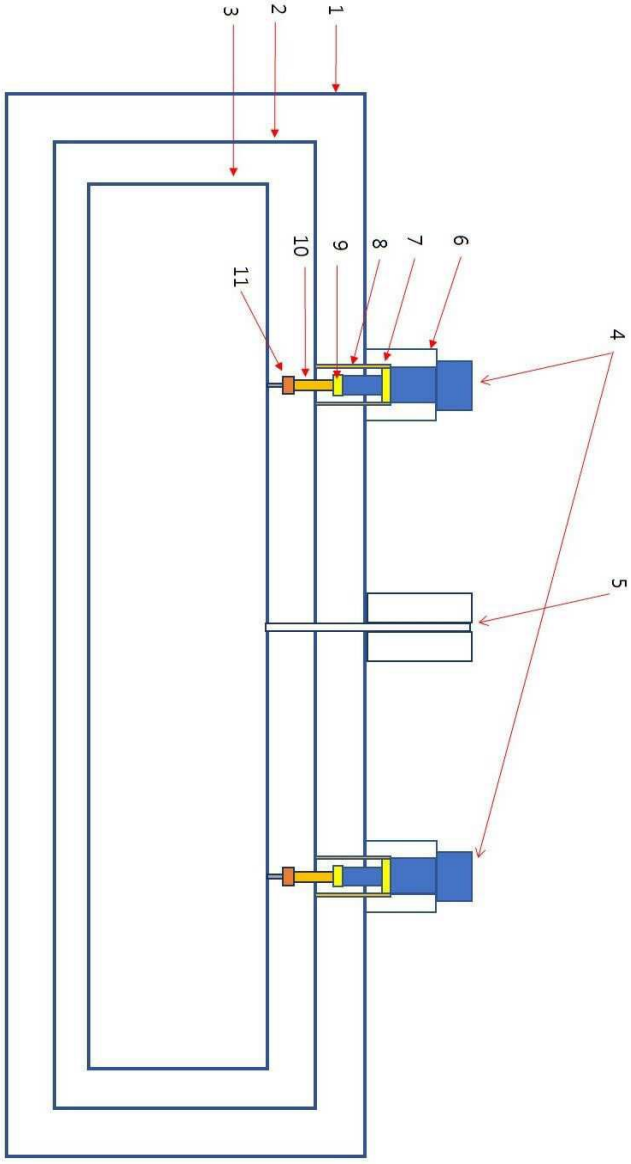
도면2



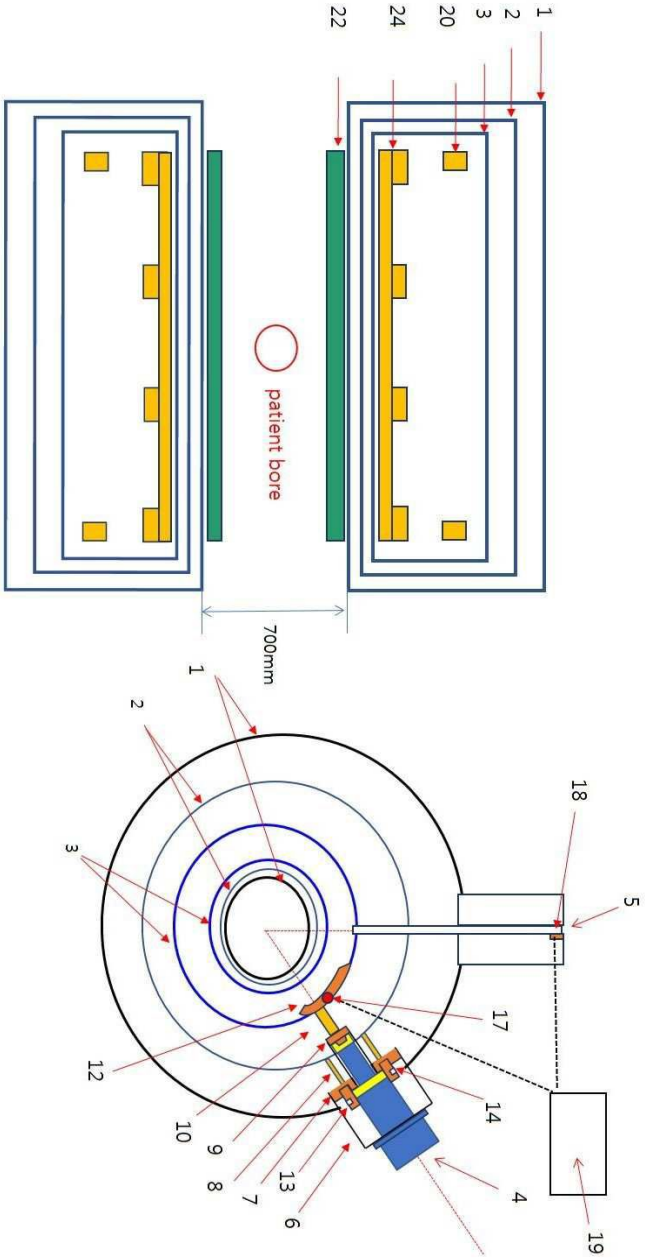
도면3



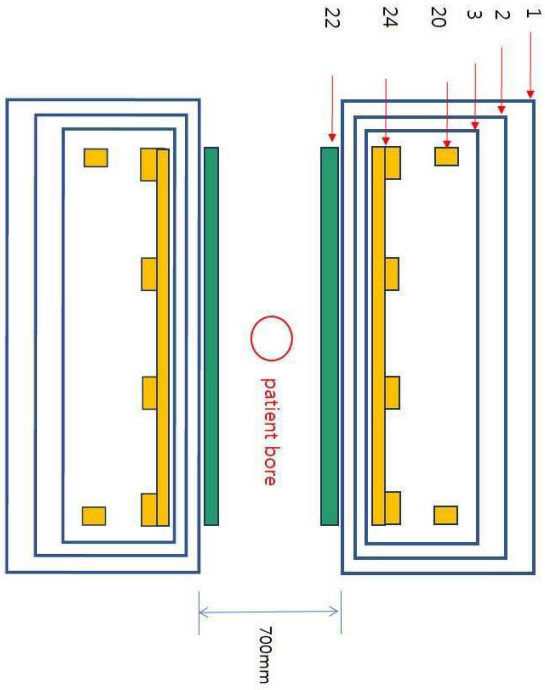
도면4



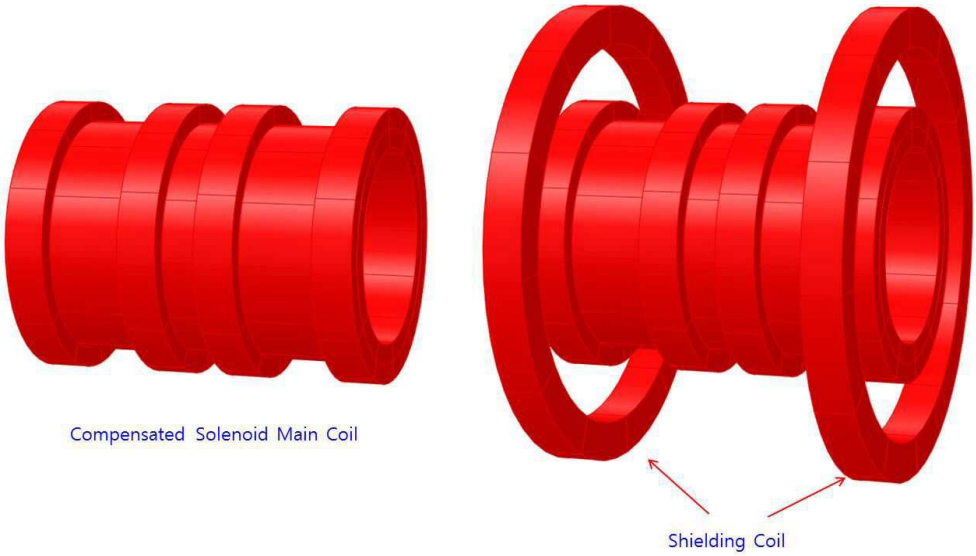
도면5



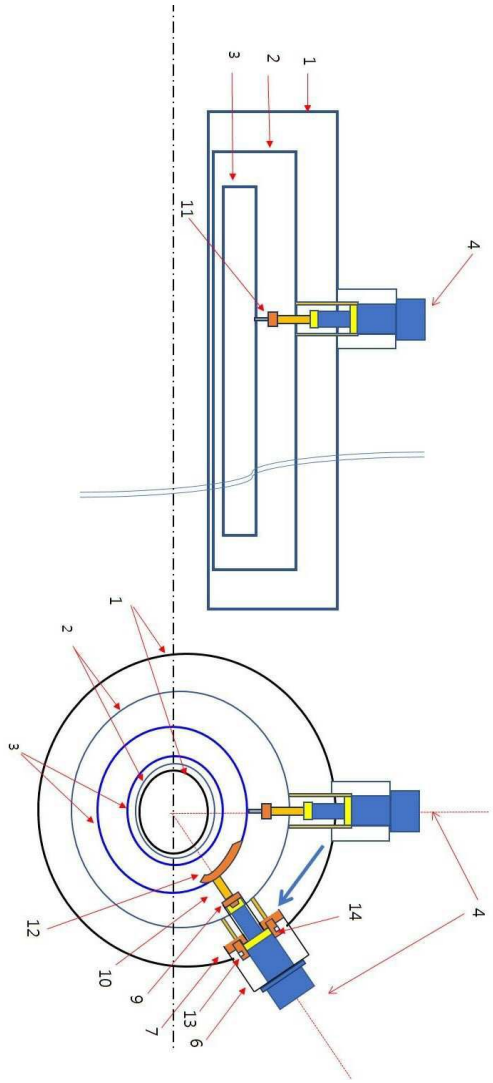
도면6


22
24
20
3
2
1
patient bore
700mm

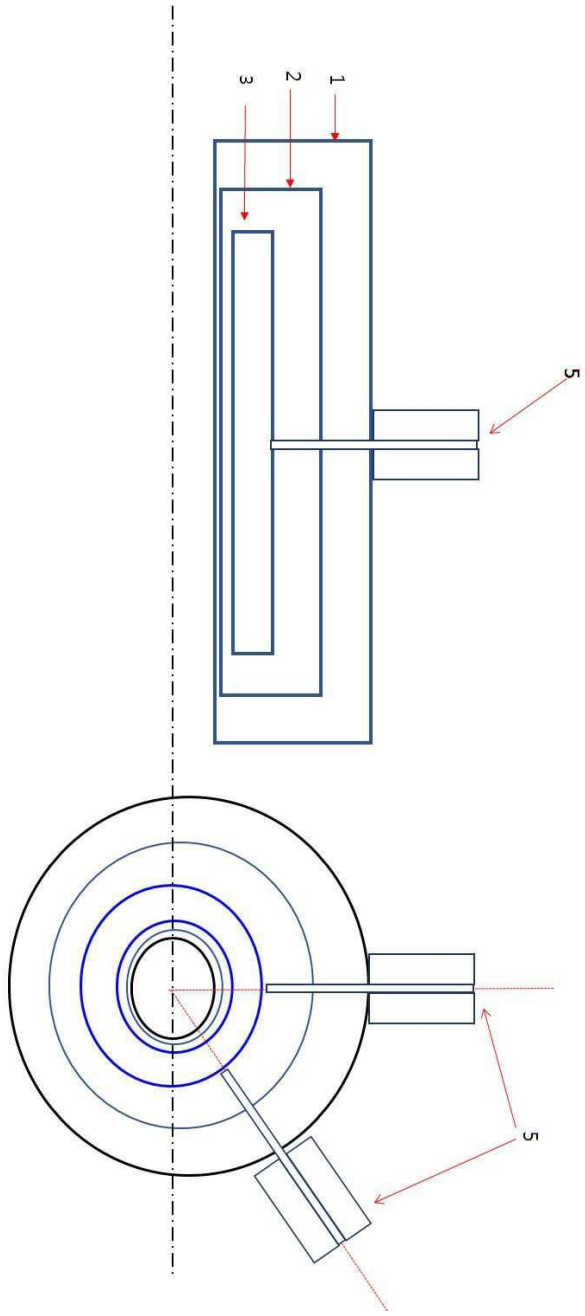
도면7


Compensated Solenoid Main Coil
Shielding Coil

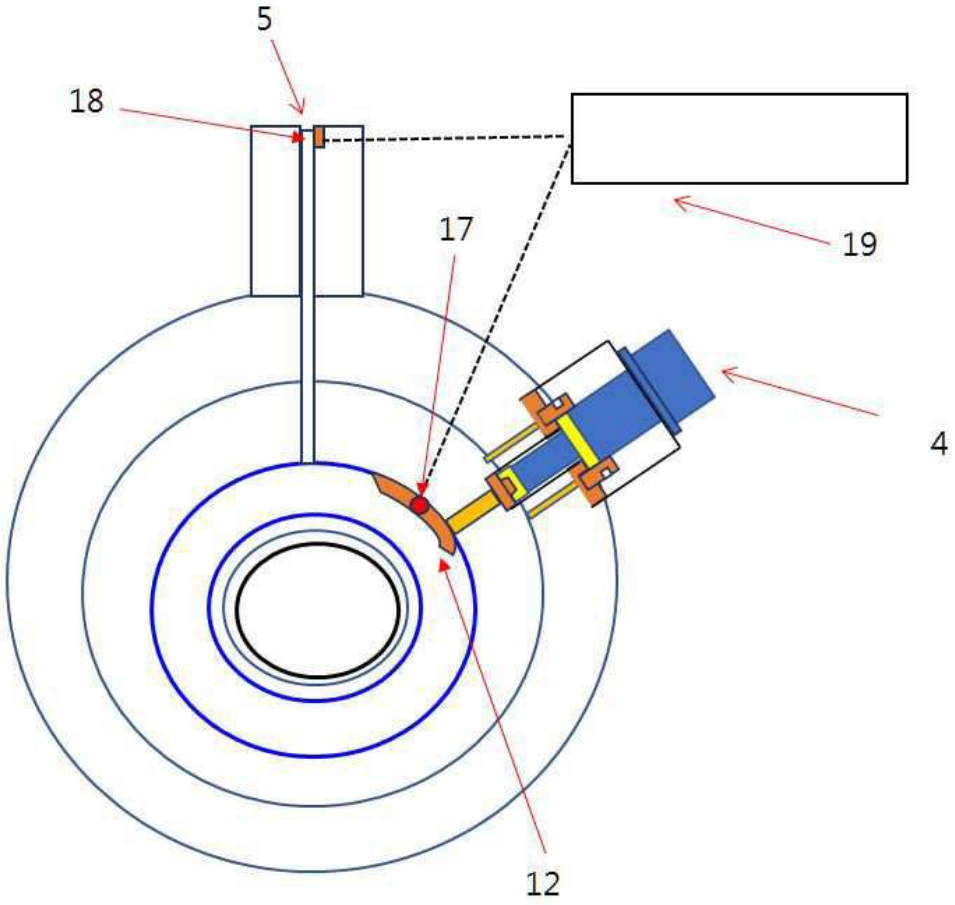
도면8



도면9



도면10



도면11

