



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년07월01일
(11) 등록번호 10-1532827
(24) 등록일자 2015년06월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G21C 3/02 (2006.01) G21C 3/40 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0019145
(22) 출원일자 2013년02월22일
심사청구일자 2013년02월22일
(65) 공개번호 10-2014-0105205
(43) 공개일자 2014년09월01일
(56) 선행기술조사문헌
KR1019990080474 A*
KR1020110075770 A*
KR100279880 B1
JP2006226902 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국원자력연구원
대전광역시 유성구 대덕대로989번길 111(덕진동)
(72) 발명자
류호진
대전광역시 유성구 노은서로86번길 18 (노은동)
김창규
대전 유성구 배울2로 24, 310동 402호 (관평동, 중앙하이츠빌)
(74) 대리인
특허법인이름

전체 청구항 수 : 총 5 항

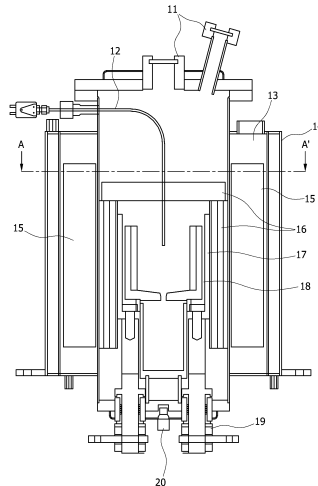
심사관 : 이용호

(54) 발명의 명칭 **전자기 교반 용해 원심분무 장치**

(57) 요약

본 발명은 전자기 교반 용해 원심분무 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 우라늄 합금 용해 시 냉각수가 통과하는 고주파 코일을 사용하지 않으면서도 고온에서 우라늄 용탕의 교반이 가능하게 하고자 용해 도가니 주변에 전자기 교반 수단을 설치하는 것을 특징으로 하는 전자기 교반 용해 원심분무 장치에 관한 것이다. 본 발명에 따른 광전자기 교반 용해 원심분무 장치에 따르면 우라늄 합금을 사용하는 용해 주조 장치 내부에 수냉식 코일을 사용하지 않아도 되므로 안전성을 획기적으로 향상시킬 수 있으며, 용탕의 효과적인 교반이 가능하여 미세조직과 조성이 균질한 주조 제품을 얻을 수 있다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

안현석

대전광역시 서구 둔산북로 160, 8동 1103호 (둔산동, 한마루아파트)

장세정

대전광역시 유성구 어은로 57, 126동 1102호 (어은동, 한빛아파트)

이윤상

대전광역시 유성구 배울2로 61, 1009동 502호 (관평동, 대덕테크노밸리10단지아파트)

김중헌

대전광역시 유성구 노은서로 124, 106동 404호 (노은동, 노은카운티스)

박종만

대전광역시 유성구 전민로 71, 105동 301호 (전민동, 삼성푸른아파트)

양재호

세종특별자치시 나리1로 15, 302동 508호 (한솔동, 첫마을아파트3단지)

김응수

대전광역시 유성구 엑스포로 501, 102동 1102호 (전민동, 청구나래아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 527470-12

부처명 교육과학기술부

연구관리전문기관 해당없음

연구사업명 창의연구사업

연구과제명 수출용 연구로 핵연료 원심분무분말 제조기술 고도화

기여율 1/1

주관기관 한국원자력연구원

연구기간 2012.01.01 ~ 2012.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

미세한 분말을 제조하기 위해 노즐이 부착된 내열 도가니와, 상기 내열 도가니를 감싸고 있는 그래파이트 인슐레이션과, 상기 도가니와 그래파이트 인슐레이션 사이에 배치되고 상기 도가니 내의 온도를 상승시키기 위한 발열체로 구성된 저항 가열로와, 상기 도가니에서 용해된 용탕을 회전하는 원반에 분무하는 원심분무수단을 포함하고,

상기 저항 가열로의 둘레면에 배치되고, 코일이 상기 저항 가열로의 길이 방향 또는 수평 방향으로 감긴 복수개의 전자석으로 구성되는 전자기 교반 수단;

상기 복수개의 전자석 중 일부 또는 전부에 전류를 보내고, 전류를 받은 전자석에서 자기장을 발생시켜 용탕의 교반 흐름을 유도하도록 하는 제어기;

상기 내열 도가니 상부의 중앙부와 측면부 각각에 설치된 뷰포트; 및

상기 그래파이트 인슐레이션 상부에 관통된 써모커플;을 포함하고,

상기 전자기 교반 수단은 상기 저항 가열로 둘레면에 위치하고, 상기 저항 가열로의 길이 방향으로 2개 내지 4개가 상하 배치되며,

상기 저항 가열로의 발열체는 탄화수소, 흑연, 몰리브덴 및 텅스텐 중 어느 하나로 이루어진 것을 특징으로 하는 전자기 교반 용해 원심분무 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 복수개의 전자석은 상기 제어기에서 전자석으로 보내는 전류의 방향을 조절하여 인접한 전자석의 자기장 인가 방향을 서로 다르게 배치하는 것을 특징으로 하는 전자기 교반 용해 원심분무 장치.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 복수개의 전자석은 상기 제어기에서 전자석으로 보내는 전류의 방향을 조절하여 인접한 전자석의 자기장 인가 방향을 서로 동일하게 배치하는 것을 특징으로 하는 전자기 교반 용해 원심분무 장치.

청구항 6

제 3 항에 있어서,

상기 전자기 교반 수단은 상기 제어기에서 전자석으로 보내는 전류의 방향을 조절하여 인접한 전자기 교반 수단의 자기장 인가 방향을 서로 다르게 하는 것을 특징으로 하는 전자기 교반 용해 원심분무 장치.

청구항 7

제 3 항에 있어서,

상기 전자기 교반 수단은 상기 제어기에서 전자식으로 보내는 전류의 방향을 조절하여 인접한 전자기 교반 수단의 자기장 인가 방향을 서로 동일하게 하는 것을 특징으로 하는 전자기 교반 용해 원심분무 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전자기 교반 용해 원심분무 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 우라늄 합금 용해 시 냉각수가 통과하는 고주파 코일을 사용하지 않으면서도 고온에서 우라늄 용탕의 교반이 가능하게 하고자 용해 도가니 주변에 전자기 교반 수단을 설치하는 것을 특징으로 하는 전자기 교반 용해 원심분무 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 연구로용 핵연료는 우라늄 합금 또는 화합물을 용해 주조한 후 파쇄하여 분말로 제조한 뒤 알루미늄 분말과 혼합하여 고온 성형 공정을 거쳐 제조되고 있다. 한국원자력연구원에서 개발한 우라늄 원심분무 기술(대한민국 등록특허공보 제10-0279880호)은 주조된 잉곳을 파쇄하는 대신 고온에서 용해된 우라늄 합금 또는 화합물 용탕을 회전하는 디스크 위에 부어주어 원심력에 의해 분말을 직접 형성하는 기술이다.

[0003] 원심분무 기술을 이용하면 생산 수율이 높고 시간이 단축되어 생산성이 높으며, 제조된 분말은 미세조직 및 순도가 우수하여 핵연료용 분말로서 많은 장점을 가지고 있다. 원심 분무에 사용되는 용해로는 수냉식 코일을 이용한 고주파 유도 용해로서 용해하려는 물질 자체에서 발생하는 열을 활용하고 고주파 유도에 의한 용탕의 교반 효과가 있어 조성이 균질한 분말의 생산에 유리하다.

[0004] 그러나 우라늄은 고온에서 물과 격렬하게 반응하므로, 수냉식 코일은 냉각수가 누출될 경우 사고로 이어질 수 있는 위험이 있다. 또한, 농축우라늄을 원료로 사용하기 때문에 임계 관리 측면에서도 비수냉식 가열장치를 사용하는 것이 바람직하다. 그러나 저항가열로와 같이 발열체를 사용하는 일반적인 비수냉식 가열장치는 용탕의 교반 효과를 줄 수 없기 때문에 균일한 미세조직과 조성을 얻기 힘든 단점이 있다. 따라서 비수냉식 가열장치를 사용하면서 용탕의 교반 효과를 줄 수 있는 용해 장치의 개발이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것으로, 본 발명은 다음과 같은 해결과제를 목적으로 한다.

[0006] 첫째, 원심분무 장치와 같이 우라늄을 원료로 사용하는 용해 장치에서 수냉식 코일을 사용하지 않고 용탕의 교반 효과를 줄 수 있는 우라늄 용해 방법을 제공함을 목적으로 한다.

[0007] 둘째, 저항 발열체를 이용하여 우라늄 합금을 진공 또는 불활성 분위기에서 용해한 후, 전자기 교반장치를 이용하여 우라늄 합금 용탕을 교반하고, 교반된 용탕을 원심분무용 디스크에 부어 주어 분말을 제조하는 장치를 제공함을 목적으로 한다.

[0008] 본 발명의 해결과제는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 해결과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해되어 질 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 미세한 분말을 제조하기 위해, 노즐이 부착된 내열 도가니와, 상기 도가니 내의 온도를 상승시키는 저항 가열로와, 상기 도가니에서 용해된 용탕을 회전하는 원반에 분무하는 원심분무수단을 포함하고, 상기 저항 가열로의 둘레면에 배치되는 복수개의 전자석으로 구성되는 전자기 교반 수단; 및 상기 복수개의 전자석 중 일부 또는 전부에 전류를 보내고, 전류를 받은 전자석에서 자기장을 발생시켜 용탕의 교반 흐름을 유도하도록 하는 제어기;를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자기 교반 용해 원심분무 장치를 제공한다.
- [0010] 또한, 본 발명은 전자기 교반 기술을 활용하여 우라늄 합금 또는 화합물의 용탕을 전자기장에 의한 용탕 내부에 유도되는 힘으로 회전시켜 교반 효과를 주는 것을 특징으로 하는 전자기 교반 용해 원심분무 장치를 제공한다.
- [0011] 또한, 본 발명은 전자기장의 방향을 조절하여 용탕의 불규칙한 흐름을 유발시켜 교반 효과를 극대화 시키는 것을 특징으로 하는 전자기 교반 용해 원심분무 장치를 제공한다.

발명의 효과

- [0012] 본 발명에 따른 광전자기 교반 용해 원심분무 장치에 따르면 우라늄 합금을 사용하는 용해 주조 장치 내부에 수냉식 코일을 사용하지 않아도 되므로 안전성을 획기적으로 향상시킬 수 있으며, 용탕의 효과적인 교반이 가능하여 미세조직과 조성이 균질한 주조 제품을 얻을 수 있다.
- [0013] 또한, 전자기장의 방향을 조절하여 용탕의 효과적인 교반이 가능하여 종래의 유도 가열방식에 비해서 좋은 품질의 우라늄 미세분말을 얻을 수 있는 이점이 있다.
- [0014] 본 발명의 효과는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 효과들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해되어질 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0015] 도 1은 본 발명에 따른 전자기 교반 용해 원심분무 장치의 주요 구성부위를 나타내는 단면도이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 전자기 교반수단을 구비하는 도가니의 구성도이다.
- 도 3은 도2에 나타난 AA'의 단면도이다.
- 도 4는 본 발명에 따른 전자기 교반수단의 다른 실시예를 나타내고 있다.
- 도 5는 전자기 교반수단의 전자석의 자기장 인가 방향을 나타내기 위해서 코일이 감겨있는 방향을 보여주고 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

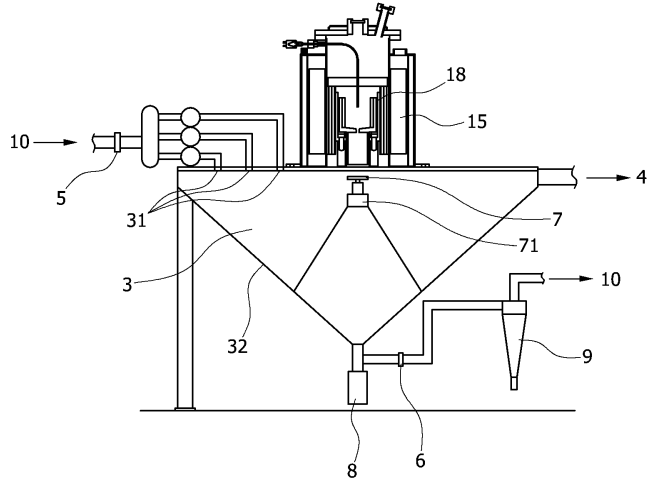
- [0016] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명에 의한 전자기 교반 용해 원심분무 장치의 바람직한 실시예들을 자세히 설명한다. 우선 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.
- [0017] 도 1은 본 발명에 따른 전자기 교반 용해 원심분무 장치의 주요 구성부위를 나타내는 단면도이다.
- [0018] 본 발명은 노즐이 부착된 도가니(18), 상기 도가니(18)내의 온도를 상승시키는 저항가열로, 챔버(3)내부에 적절한 진공도를 형성하는 진공펌프(4), 챔버(3)내로 가스(10)를 공급하는 가스공급밸브(5), 상기 가스공급밸브(5)에 의해 챔버(3)내로 공급된 가스를 챔버(3)외부로 배출하는 체크밸브(6), 상기 챔버(3)내에 설치되는 원반(7), 제조된 분말이 저장되는 회수용기(8) 및 미세한 분말이 수집되는 사이클론(9)으로 구성되어 있다.
- [0019] 상기 도가니(18)는 합금조성에 맞게 칭량된 우라늄 및 첨가 원료가 장입되는 곳으로, 하부에 노즐을 구비하고

원심분무 장치 상부에 설치되며, 내부에 출탕봉이 설치되어 있다.

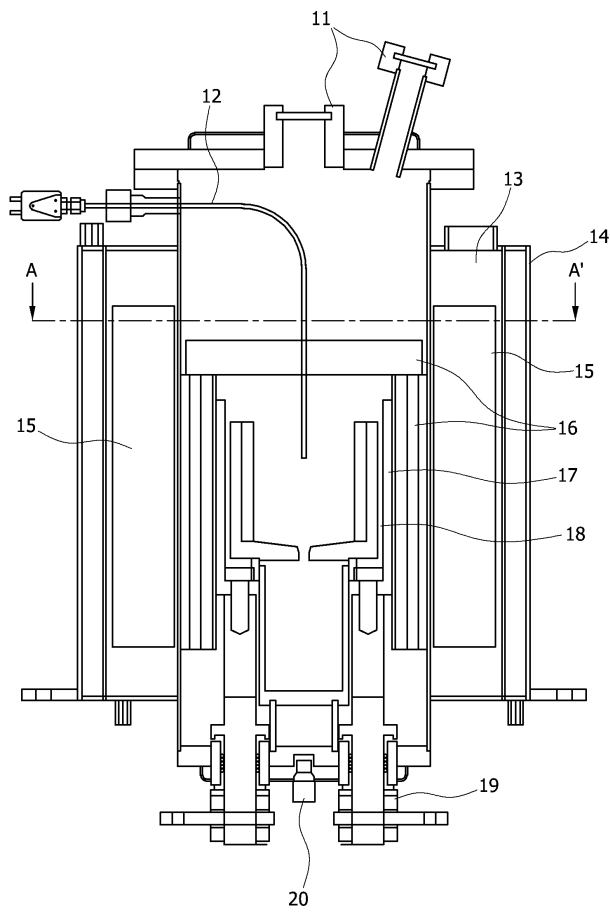
- [0020] 상기 저항가열로는 도가니(18)에 설치되는 것으로, 용해온도 보다 약 200℃ 이상 용탕을 과열(superheating)시킨다.
- [0021] 상기 진공펌프(4)는 챔버(3)내부가 10⁻³ torr 이상의 적절한 진공도를 형성하도록 하는 것으로, 챔버(3) 일측과 연결되어 설치된다.
- [0022] 상기 원반(7)은 노즐의 하부에 노즐과 동일 중심선을 구비하고, 챔버(3)내에 설치되는 것으로, 전기모터(71)에 의해 작동되어 노즐을 통해 챔버(3)내로 토출되는 합금용탕을 미세한 핵연료입자로 형성한다. 즉, 상기 노즐을 통해 토출되는 합금용탕은 전기모터(71)의 작동에 의한 원반(7)의 원심력에 의해 미세한 핵연료 입자로 형성되어 챔버(3)벽까지 비행하게 된다.
- [0023] 상기 가스공급밸브(5)는 챔버(3)상부와 연결·설치되는 것으로, 챔버내로 불활성 아르곤 또는 헬륨 냉각가스(10)를 공급하여 원반(7)의 회전력에 의해 형성된 미세한 핵연료입자를 급속 응고시킨다. 이때 상기 가스공급밸브(5)에 의해 챔버내로 유입되는 불활성 아르곤 또는 헬륨 냉각가스(10)는 챔버(3)내 상부에 설치되는 가스노즐(31)에 의해 챔버(3)내로 분사된다.
- [0024] 상기 회수용기(8)는 챔버(3)내에서 형성된 구형의 핵연료분말을 수집하는 것으로, 챔버(3)하단부에 설치되어 챔버(3)의 경사진 벽면(32)을 따라 흘러내리는 구형의 핵연료 분말을 수집한다.
- [0025] 상기 사이클론(9)은 냉각가스(10)에 의해 급속응고된 핵연료분말중 회수용기(8)에 수집되지 않은 아주 미세한 분말을 수집하는 것으로, 챔버(3)와 회수용기(8)사이에 연결되어 설치된다.
- [0026] 상기 체크밸브(6)는 가스공급밸브(5)에 의해 챔버(3)내로 유입된 가스(10)의 압력이 일정 압력 이상일 경우, 유입된 가스(10)를 챔버(3)외부로 배출하는 것으로, 챔버(3)와 사이클론(9)사이에 설치되어 있다.
- [0027] 도 2는 본 발명에 따른 전자기 교반수단을 구비하는 도가니의 구성도이다.
- [0028] 우라늄 합금 또는 화합물을 용해하기 위한 도가니(18)로서는 그래파이트, 지르코니아, 이트리아 등의 도가니가 주로 사용되며, 그래파이트 도가니를 사용하는 경우 지르코니아, 이트리아 등의 세라믹 코팅을 적용하여 흑연과 우라늄의 반응을 억제한다.
- [0029] 도가니(18)는 그래파이트 인슐레이션(16)에 의해서 둘러 쌓여 있으며, 금속연료의 용해시 열손실을 막기 위한 것으로 도가니의 상부와 둘레를 감싸는 형태로 되어 있다. 상기 둘레를 감싸는 그래파이트 인슐레이션(16)과 도가니(18)사이에는 저항가열로(17)가 배치되며, 저항가열로(17)의 하부에는 상기 저항가열로(17)에 전기를 공급해주는 전극(19)이 배치된다. 저항가열로(17)는 수냉식 코일을 사용하지 않고 우라늄 합금 또는 화합물을 가열할 수 있도록 제시된 것이며, 탄화규소, 흑연, 몰리브덴, 텅스텐 등 다양한 발열체를 사용할 수 있다.
- [0030] 도가니(18)의 상부에는 도가니의 상태, 용탕의 교반 상태 및 온도를 확인하기 위한 뷰포트(11)가 중앙부와 측면부에 각각 하나씩 위치한다. 또한, 용탕의 온도를 세팅하고 확인하기 위해서 써모커플(12)이 상부에 존재하는 그래파이트 인슐레이션(16)을 관통하여 도가니(18)의 내부까지 위치한다.
- [0031] 도가니(18)의 외부에는 전자기 교반 수단(15)이 배치되는데, 상기 전자기 교반 수단(15)은 오일(13)에 의해서 잠겨져 있으며, 도가니(18)의 둘레방향으로 전자석이 2개 내지 10개 정도 설치되어 있다. 상기 전자석은 코일이 감겨지는 방향에 의해서 자기장 인가 방향을 조절할 수 있으며, 코일에 흐르게 하는 전류의 방향을 조절하여 자기장 인가 방향을 조절할 수 있다. 코일에 흐르는 전류의 방향 및 전류의 개폐를 조절하기 위한 제어기(미도시)를 더 구비할 수도 있다.
- [0032] 전자기 교반 수단(15)의 외측에는 코일에서 발생하는 열을 식혀주기 위해서 냉각수 흐름부(14)를 구비하고 있으며, 도가니(18)의 하부에는 원반(7)에 용탕을 공급해주기 위한 노즐(20)이 구비되어 있다.
- [0033] 도 3은 도2에 나타난 AA'의 단면도로, 중앙부에는 써모커플(12)이 배치되어 있으며, 도가니의 둘레를 전자기 교반 수단(15)이 감싸고 있는 형상이다. 본 실시예에서는 전자기 교반 수단(15)이 4개가 배치되어 있는 예이나, 전자기 교반 수단(15)의 수는 용탕의 교반을 위해서 3개 내지 10개까지 배치할 수도 있다. 바람직하게는 전자기 교반 수단(15)을 짝수개로 배치하는 것이 용탕의 흐름을 제어하는 것이 보다 유리하다.
- [0034] 전자기 교반 수단(15)의 외측 둘레에는 냉각수 흐름부(14)가 배치되어 전자기 교반 수단(15)에서 발생하는 열을 식혀준다.

도면

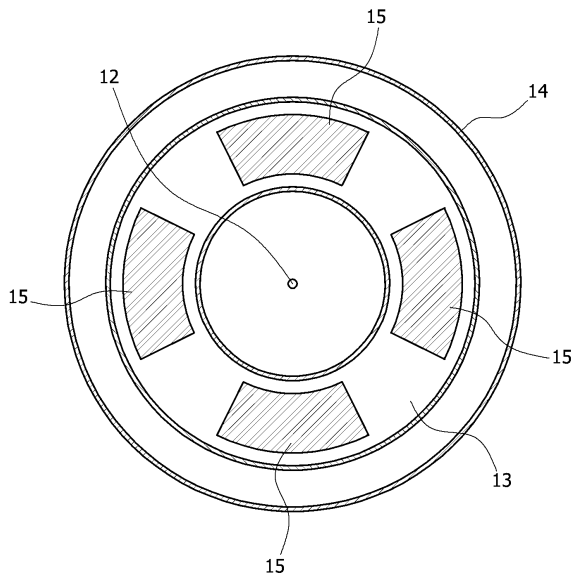
도면1



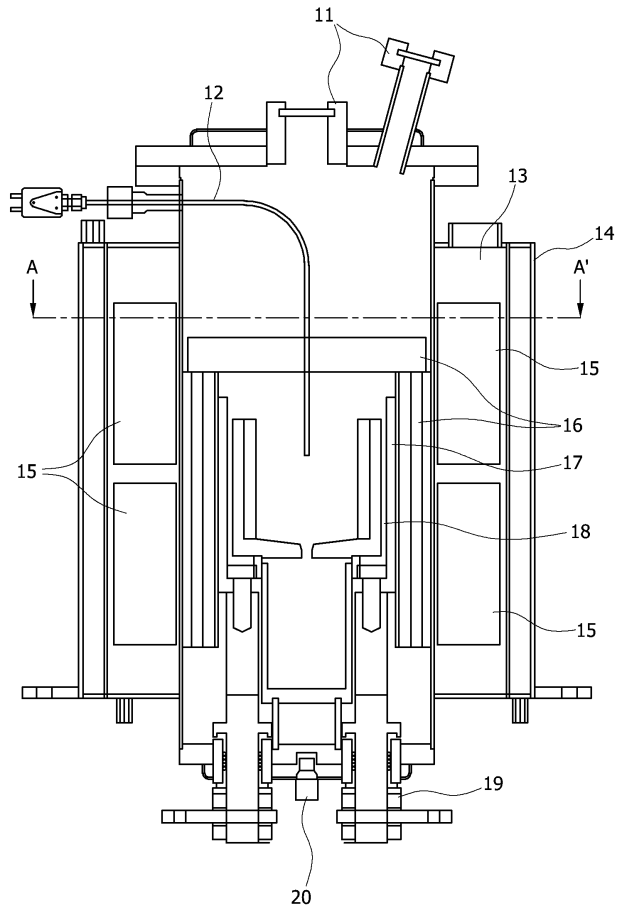
도면2



도면3



도면4



도면5

