



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년12월04일
 (11) 등록번호 10-1574203
 (24) 등록일자 2015년11월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G21G 4/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0137530

(22) 출원일자 2014년10월13일

심사청구일자 2014년10월13일

(56) 선행기술조사문헌

JP2002514740 A*

JP2001305299 A*

KR1020100090475 A

KR101068811 B1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국원자력연구원

대전광역시 유성구 대덕대로989번길 111(덕진동)

(72) 발명자

남성모

대전광역시 유성구 대덕대로925번길 78 (화암동)

한재민

대전광역시 서구 청사서로 11, 106동 1304호 (월평동, 무지개아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

황이남

전체 청구항 수 : 총 2 항

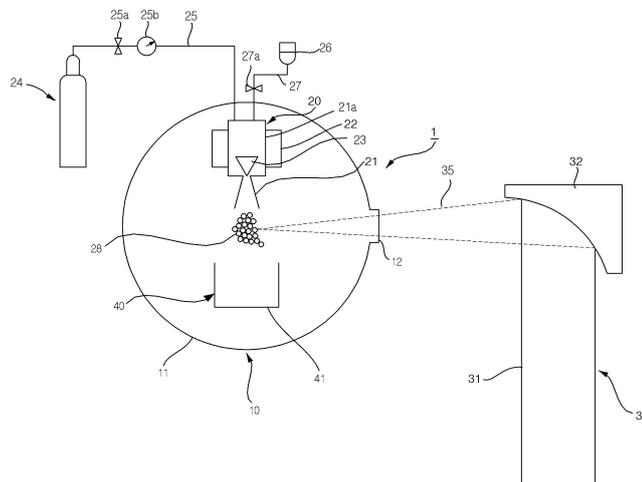
심사관 : 윤연숙

(54) 발명의 명칭 **중성자 발생 장치**

(57) 요약

본 발명은 중성자 발생 장치에 관한 것으로서, 마이크로노즐을 이용해 저온의 중수를 진공챔버 내에 고압으로 분사하여 외부 표면적이 매우 넓어 레이저빔의 흡수 효율이 우수한 중수분 입자를 발생시키고, 발생된 중수분 입자를 레이저빔의 조사 표적으로 사용하여 플라즈마 온도를 향상시켜 쿨롱폭발에 의해 발생하는 중수소 이온이 높은 에너지 분포를 가지도록 하여 중수소의 핵융합 반응 확률을 높여 중성자 발생량을 증가시킬 수 있고, 반응 후 잔류된 눈과 증기를 바닥의 저온냉각용기에 얼음 상태로 포집하여 제거할 수 있도록 하여 진공챔버 내의 진공도를 지속적으로 유지할 수 있도록 하여 소규모이면서 지속적이고 안정적으로 중성자를 발생시킬 수 있는 효과를 갖는다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

임창환

대전광역시 유성구 엑스포로 448, 303동 403호 (전민동, 엑스포아파트)

하성용

강원도 강릉시 교동광장로 138-12, 304동 504호 (교동, 교동주공3단지아파트)

김희진

대전광역시 유성구 배울2로 24, 309동 702호 (관평동, 중앙하이츠빌)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345164368

부처명 교육과학기술부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 원자력기술개발

연구과제명 고에너지밀도플라즈마에서의 핵반응 기반연구

기 여 율 1/1

주관기관 한국원자력연구원

연구기간 2011.12.15 ~ 2014.11.30

명세서

청구범위

청구항 1

진공챔버 내의 내부 진공도를 유지하는 진공 유지부;

상기 진공챔버 내에서 저온의 중수를 고압 분사하여 중수눈을 발생시키는 중수눈 발생부; 및

상기 진공챔버에 내에 발생된 중수눈 입자에 레이저빔을 집속하여 고온의 플라즈마를 발생시키고, 발생된 플라즈마 내에서 중수소간의 핵융합반응을 유도하여 중성자를 발생시키도록 하는 레이저빔 조사부;를 포함하고,

상기 중수눈 발생부는

고압 가스용기로부터 공급되는 고압 가스를 이용해 중수저장용기로부터 유입되는 중수를 마이크로노즐을 통해 상기 진공챔버 내에 고압 분사하도록 하는 마이크로노즐;

상기 마이크로노즐의 노즐몸체 외주면 상에 구비되어 상기 마이크로노즐을 통해 분사되는 중수를 냉각하도록 하는 노즐 냉각기; 및

상기 마이크로노즐의 노즐몸체 내부에 구비되어 상기 마이크로노즐을 통해 상기 진공챔버 내에 분사되어 만들지는 중수눈의 발생량을 조절하는 솔레노이드 밸브;를 포함하며,

상기 레이저빔 조사부는,

레이저빔을 펄스 형태로 발생시키는 레이저빔 발생기; 및

상기 레이저빔 발생기에서 발생된 레이저빔을 상기 진공챔버에 구비된 레이저 창을 통해 발생된 중수눈 입자에 레이저빔을 집속시키는 레이저 집속렌즈;를 포함하여 구성되는 중성자 발생 장치.

청구항 2

제1항에서,

상기 진공챔버 내에서 플라즈마를 발생시키고 남은 잔여 중수눈을 저온냉각용기를 이용해 고체 상태로 포집하도록 하는 중수눈 포집부;을 더 포함하는 중성자 발생 장치.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 중성자 발생 장치에 관한 것으로서, 좀더 상세하게는 레이저빔을 중수로 이루어진 눈에 집속하여 핵융합 원리를 이용해 중성자를 발생시키는 중성자 발생 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 주지된 바와 같이, 레이저빔을 이용한 중성자 발생 방법은 합성수지를 이용하는 방식, 관성핵반응 방식, 기체

클러스터 방식 등이 있다.

- [0003] 합성수지를 이용한 중성자 발생 방식은 중수소를 포함한 합성수지 고체 내에서 레이저의 전자기적 성질을 이용한 플라즈마의 가속을 통하여 발생된 중수소 이온이 주변의 중수소 이온과 핵반응을 통해 중성자를 발생시키도록 하는 것이다.
- [0004] 관성핵반응 중성자 발생 방식은 여러 개의 고에너지의 레이저를 중수소가 담긴 구형 표적의 외부에 균일하게 조사하여 표면에 생긴 플라즈마의 팽창압력에 의한 압축을 통해 관성핵반응을 일으켜 중성자를 발생시키도록 하는 것이다.
- [0005] 그리고, 중수소를 함유한 기체를 저온 상태에서 노즐을 통해 진공챔버에 방출하여 클러스터를 만들고 이에 레이저빔을 집속 흡수시켜 쿨롱폭발에 의한 중수소이온 가속을 통해 핵반응이 일으켜 중성자를 발생시키도록 하는 것이다.
- [0006] 그러나, 합성수지를 이용한 중성자 발생 방식은 부산물로 발생하는 탄소화합물이 진공챔버 내의 광학계를 오염시키고 진공장치의 기능을 저하시키는 부작용을 가지며, 관성핵반응 중성자 발생 방식은 레이저 시설이 거대화되어 지나친 비용의 투자가 필요하며, 그리고 기체 클러스터 중성자 발생 방식은 핵반응 후 잔류가스가 진공챔버 내부에서 확산되면서 진공도를 떨어뜨려 반복적인 핵반응을 불가능하게 되는 단점을 갖는다.
- [0007] 따라서 작은 규모이면서 지속적으로 작동하며 경제적으로도 유리한 새로운 효과적인 중성자 발생 장치에 관한 연구가 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제2010-0090475호(공개일자 2010년08월16일)
- (특허문헌 0002) 일본 공개특허공보 제2004-101219호호(공개일자 2004년04월02일)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 상기한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, 마이크로노즐을 이용해 저온의 중수부를 진공챔버 내에 고압으로 분사하여 눈을 발생시키고, 고출력의 레이저빔을 발생된 눈에 집속하여 고온의 플라즈마를 발생시켜 유도된 중수소간의 핵융합 반응을 통해 효과적으로 중성자를 발생시키도록 하여 소규모이면서도 장치의 안정성을 고려하여 장시간 연속적으로 작동이 가능하며 높은 발생 효율을 가진 중성자를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0010] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 중성자 발생 장치는, 진공챔버 내의 내부 진공도를 유지하는 진공 유지부; 상기 진공챔버 내에서 저온의 중수를 고압 분사하여 중수눈을 발생시키는 중수눈 발생부; 및 상기 진공챔버에 내에 발생된 중수눈 입자에 레이저빔을 집속하여 고온의 플라즈마를 발생시키고, 발생된 플라즈마 내에서 중수소간의 핵융합반응을 유도하여 중성자를 발생시키도록 하는 레이저빔 조사부;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0011] 여기서, 상기 진공챔버 내에서 플라즈마를 발생시키고 남은 잔여 중수눈을 저온냉각용기를 이용해 고체 상태로 포집하도록 하는 중수눈 포집부;을 더 포함하여 구성될 수 있다.
- [0012] 또한, 상기 중수눈 발생부는 고압 가스용기로부터 공급되는 고압 가스를 이용해 중수저장용기로부터 유입되는 중수를 마이크로노즐을 통해 상기 진공챔버 내에 고압 분사하도록 하는 마이크로노즐; 상기 마이크로노즐의 노즐몸체 외주면 상에 구비되어 상기 마이크로노즐을 통해 분사되는 중수를 냉각하도록 하는 노즐 냉각기; 및 상기 마이크로노즐의 노즐몸체 내부에 구비되어 상기 마이크로노즐을 통해 상기진공챔버 내에 분사되어 만들지는

중수논의 발생량을 조절하는 솔레이노 밸브;를 포함하여 구성될 수 있다.

[0013] 또한, 상기 레이저빔 조사부는 레이저빔을 펄스 형태로 발생시키는 레이저빔 발생기; 및 상기 레이저빔 발생기에서 발생된 레이저빔을 상기 진공챔버에 구비된 레이저 창을 통해 발생된 중수논 입자에 레이저빔을 집속시키는 레이저 집속렌즈;를 포함하여 구성될 수 있다.

발명의 효과

[0014] 상기한 본 발명의 중성자 발생 장치에 따르면, 마이크로노즐을 이용해 저온의 중수를 진공챔버 내에 고압으로 분사하여 외부 표면적이 매우 넓어 레이저빔의 흡수 효율이 우수한 중수논 입자를 발생시키고, 발생된 중수논 입자를 레이저빔의 조사 표적으로 사용하여 플라즈마 온도를 향상시켜 쿨롱폭발에 의해 발생하는 중수소 이온이 높은 에너지 분포를 가지도록 하여 중수소의 핵융합 반응 확률을 높여 중성자 발생량을 증가시킬 수 있고, 반응 후 잔류된 눈과 증기를 바닥의 저온냉각용기에 얼음 상태로 포집하여 제거할 수 있도록 하여 진공챔버 내의 진공도를 지속적으로 유지할 수 있도록 하여 소규모이면서 지속적이고 안정적으로 중성자를 발생시킬 수 있는 효과를 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 중성자 발생 장치를 도시한 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 붙였다.

[0017] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 중성자 발생 장치를 도시한 개략도이다.

[0018] 도 1을 참조하여 설명하면, 본 실시예의 중성자 발생 장치(1)는 진공 유지부(10), 중수논 발생부(20), 레이저빔 조사부(30) 및 중수논 포집부(40)를 포함하도록 구성된다.

[0019] 진공 유지부(10)는 중수논(28)을 생성함과 아울러 중수논에 레이저빔(35)을 조사하여 중성자를 발생시킬 수 있도록 진공챔버(11) 내부에 기설정된 내부 진공도를 유지할 수 있게도록 구성된다.

[0020] 중수논 발생부(20)는 상기 진공챔버(11) 내에서 저온의 중수를 고압 분사하여 중수논(28)을 발생시킬 수 있도록 마이크로노즐(21), 노즐 냉각기(22) 및 솔레이노 밸브(23)를 포함하여 구성된다.

[0021] 마이크로노즐(21)은 진공챔버(11) 내부의 상측에 구비되어 고압가스용기(24)로부터 공급되는 고압 가스를 이용해 중수저장용기(26)로부터 유입되는 중수를 마이크로노즐(21)을 통해 상기 진공챔버(11) 내에 고압 분사하도록 한다.

[0022] 한편, 고압가스용기(24)와 마이크로노즐(21)의 노즐몸체(21a)를 연결하는 가스공급배관(25) 상에는 고압가스용기(24)로부터 노즐몸체(21a)로 공급되는 가스의 압력을 조절하기 위한 압력조절기(25b)와 가스 공급량을 조절하기 위한 가스밸브(25a)가 더 구비될 수 있으며, 중수저장용기(26)와 마이크로노즐(21)의 노즐몸체(21a)를 연결하는 중수공급배관(27) 상에는 중수저장용기(26)로부터 노즐몸체(21a)로 공급되는 중수의 공급량을 조절하기 위한 중수밸브(27a)가 더 구비될 수 있다.

[0023] 노즐 냉각기(22)는 상기 마이크로노즐(21)의 노즐몸체(21a) 외주면 상에 구비되어 상기 마이크로노즐(21)을 통해 분사되는 중수를 냉각하도록 한다.

[0024] 그리고, 솔레이노 밸브(23)는 상기 마이크로노즐(21)의 노즐몸체(21a) 내부에 구비되어, 상기 마이크로노즐(21)을 통해 상기 진공챔버(11) 내에 분사되어 저온 중수의 분사량을 조절해 결국 진공챔버(11) 내에 만들어지는 중수논(28)의 발생량을 조절할 수 있도록 한다.

- [0025] 따라서, 상기한 중수준 발생부(20)는 중수저장용기(26)로부터 중수공급배관(27) 상의 중수밸브(27a)를 통해 공급량이 조절되어 노즐몸체(21a)로 공급된 중수를 가스 압력 용기로부터 가스공급배관(25)상의 가스밸브(25a)와 압력조절기(25b)를 통해 압력 조절되어 공급된 고압 가스로 가압시킴과 아울러 노즐 냉각기(22)를 통해 빙점에 근접하는 온도로 냉각시킨 상태로 솔레노이드밸브(23)에 의해 단속되는 마이크로노즐(21)의 분사공을 통해 마이크로 입자 형태로 진공챔버(11) 내에 분사하여, 진공챔버(11) 내에 분사된 저온 중수가 단열 팽창되며 냉각되어 중수준(28)으로 바뀌게 된다.
- [0026] 레이저빔 조사부(30)는 상기 진공챔버(11)에 내에 발생된 중수준(28) 입자에 레이저빔(35)을 집속하여 중성자를 발생시키도록 레이저빔 발생기(31) 및 레이저빔 집속렌즈(32)를 포함하도록 구성된다.
- [0027] 여기서, 레이저빔 발생기(31)는 펄스 형태로 레이저빔(35)을 발생시키도록 구성되고, 레이저빔 집속렌즈(32)는 레이저빔 발생기(31)를 통해 발생된 펄스 형태의 레이저빔(35)을 진공챔버(11)에 구비된 레이저창(12)을 통해 진공챔버(11) 내에 발생된 중수준(28) 입자에 집속시켜, 집속된 레이저빔(35)에 의해 이온화된 중수준(28) 입자들의 쿨롱폭발이 이루어지면서 가속된 중수소 이온들이 서로 충돌하여 핵융합 반응을 유도하여 중성자를 발생시키도록 한다.
- [0028] 중수준(28) 포집수는 진공챔버(11) 내부 하측에 구비되어 저온냉각용기(41)를 포함하도록 구성되어, 저온냉각용기(41)를 이용해 레이저빔에 의해 플라스마로 바뀌지 않고 떨어지는 중수준(28)을 저온냉각용기(41)에 담아 포집하되 증발하지 않고 고체상태를 유지하여 진공챔버(11) 내부의 진공도를 유지할 수 있도록 한다.
- [0029] 전술한 중성자 발생 장치(1)를 통해 중수로 이루어진 중수준(28)에 레이저빔을 집속하여 중성자를 발생시키는 과정을 방법을 좀더 상세하게 설명하면 다음과 같다.
- [0030] 핵융합에 의한 중성자 발생은 핵반응에 가담하는 원자핵의 운동에너지 분포에 따라 변화하는 핵융합 반응도에 의존한다. 중수소 간의 핵융합 반응도는 중수소 원자핵이 1MeV의 에너지에 도달하기 전까지는 지속적으로 증가하므로 쿨롱폭발에 의한 최대 에너지(<100KeV)를 고려할 때 가능한 한 높은 중수소 원자핵의 에너지를 얻는 것이 중성자 생산에 유리하다.
- [0031] 빙점에 근접한 온도로 저온 냉각된 중수를 마이크로노즐(21)을 통하여 진공챔버(11) 내부에 분사하면 중수의 마이크로 입자들이 발생하고 분사시 순간적으로 단열 팽창에 의하여 냉각이 일어나 중수의 상태가 액상에서 고상으로 바뀌면서 중수준(28)이 만들어진다.
- [0032] 중수준(28) 입자는 구형인 물방울에 비하여 표면이 불규칙하게 구성되고 따라서 그 표면적이 상당히 증가하게 된다.
- [0033] 강한 레이저빔이 입자에 흡수되는 효율은 그 표면적에 비례하고 따라서 중수준(28) 입자에 흡수되는 레이저 에너지가 증가함에 따라 중수준(28) 입자 내부의 플라스마 온도도 따라서 상승하게 된다. 이때 상대적으로 운동성이 우수한 전자들이 먼저 중수준(28) 입자 내부에서 탈출하고 그 뒤 남아 있는 중수소와 산소 이온들이 서로간의 전기적 반발력(쿨롱힘)으로 밀어내며 사방으로 분산된다(쿨롱폭발). 특히 전자가 6개인 산소의 이온화도가 높아 질수록 효과적으로 전하밀도가 증가하고 따라서 반발력(쿨롱힘)이 증가한다.
- [0034] 중수준(28) 입자의 경우에는 레이저 에너지의 흡수가 우수하여 산소의 이온화도가 현저하게 증가하고 따라서 중수준(28) 입자의 쿨롱폭발시에 보다 높은 에너지의 중수소 이온을 얻게 되고 그 결과 중성자 발생 효율이 증가하게 된다.
- [0035] 중수는 온도 0도 이하에서는 고체 상태를 유지하며 진공 상태에서 승화에 의하여 증발하는 확률이 매우 낮아 진공챔버(11) 내에서 일단 영하의 상태로 저온으로 유지가 되면 챔버 내부의 진공 상태를 저해하지 않는다.
- [0036] 마이크로노즐(21)을 통하여 분사된 중수는 방향성을 가지므로 마이크로노즐(21)의 하단에 중수의 분산 방향을 고려하여 저온냉각용기(41)를 설치하면 분사된 중수를 대부분 회수할 수 있게 된다.
- [0037] 저온냉각용기(41)는 내부에 액체 질소 냉매를 이용하여 간단히 초저온 상태로 유지할 수 있으며 분사된 중수를 효과적으로 진공챔버(11) 내부에서 격리할 수 있게 하여, 진공챔버(11)의 진공 상태를 양호하게 유지하고 지속적으로 중성자 발생 장치(1)를 구동할 수 있도록 한다.
- [0038] 이상을 통해 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니고 특허청구범위와 발명의 상세한 설명 및 첨부한 도면의 범위 안에서 여러 가지로 변형 또는 변경하여 실시하는 것이 가능하고 이 또한 본 발명의 범위에 속하는 것은 당연하다.

부호의 설명

[0039]

- | | |
|--------------|---------------|
| 1: 중성자 발생 장치 | 10: 진공 유지부 |
| 11: 진공챔버 | 12: 레이저창 |
| 20: 중수눈 발생부 | 21: 마이크로노즐 |
| 21a: 노즐몸체 | 22: 노즐 냉각기 |
| 23: 솔레노이드밸브 | 24: 고압가스용기 |
| 25: 가스공급배관 | 25a: 가스밸브 |
| 25b: 압력조절기 | 26: 중수저장용기 |
| 27: 중수공급배관 | 27a: 중수밸브 |
| 28: 중수눈 | 30: 레이저빔 조사부 |
| 31: 레이저빔 발생기 | 32: 레이저빔 집속렌즈 |
| 35: 레이저빔 | 40: 중수눈 포집부 |
| 41: 저온냉각용기 | |

도면

도면1

