



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년07월10일
(11) 등록번호 10-2831663
(24) 등록일자 2025년07월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05H 7/00 (2006.01) H05H 5/03 (2025.01)
(52) CPC특허분류
H05H 7/001 (2013.01)
H05H 5/03 (2025.01)
(21) 출원번호 10-2023-0112314
(22) 출원일자 2023년08월25일
심사청구일자 2023년08월25일
(65) 공개번호 10-2025-0030826
(43) 공개일자 2025년03월05일
(56) 선행기술조사문헌
US20060062342 A1*
W01996036868 A1*
KR102314086 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국원자력연구원
대전광역시 유성구 대덕대로989번길 111(덕진동)
(72) 발명자
조원제
경상북도 경주시 안강읍 구부랑길 73, 우방타운
102동 202호
김초룡
부산광역시 금정구 수림로72번길 160, 대보 드림
채 301호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인태평양

전체 청구항 수 : 총 6 항

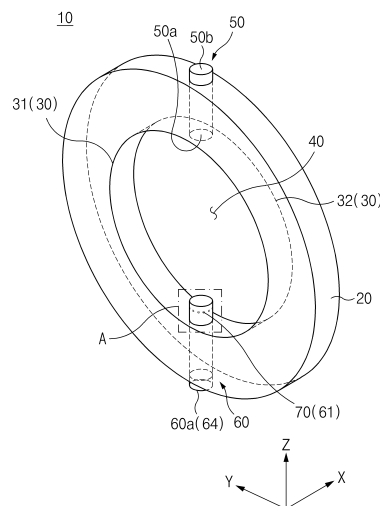
심사관 : 이민형

(54) 발명의 명칭 빔창 냉각 장치

(57) 요약

본 개시의 실시예에 따른 빔창 냉각 장치는, 전후단에 나뉘어 각각 한 쌍의 빔창이 결합되고, 한 쌍의 빔창에 의해 형성되는, 가스가 유동하기 위한 투과공간을 포함하는 빔창 프레임과, 배기공을 통해 투과공간의 가스가 토출되도록 빔창 프레임을 전후방향에 직교하는 일 방향인 가스통과 방향을 따라 관통하는 배기 튜브 및 투과공간으로 가스가 유입되도록 빔창 프레임을 가스통과 방향을 따라 관통하고, 투과공간에서 둘레를 따라 복수의 분출공이 형성된 노즐을 포함하는 유입 튜브를 포함할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

H05H 2242/10 (2013.01)

(72) 발명자

정명환

대구광역시 북구 복현로 130, 복현3차서한이다음
103동 205호

김유미

경상북도 경주시 강변로 540, e편한세상아파트 10
7동 1806호

정광일

경상북도 경주시 건천읍 미래로 181

장혜민

전라남도 순천시 조례1길 60, 남양휴튼 106동 707
호

박준규

울산광역시 남구 삼산로125번길 33, 달동월드메르
디앙 103동 702호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711191035
과제번호	2021M2E7A1079041
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	방사성동위원소산업육성및고도화기술지원사업(R&D)
연구과제명	고에너지 양성자가속기 기반 동위원소 생산 기반 구축
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한국원자력연구원
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

전후단에 각각 나뉘어 한 쌍의 빔창이 결합되고, 상기 한 쌍의 빔창에 의해 형성되는, 가스가 유동하기 위한 투과공간을 포함하는 빔창 프레임;

배기공을 통해 상기 투과공간의 가스가 토출되도록 상기 빔창 프레임을 전후방향에 직교하는 일 방향인 가스통과 방향을 따라 관통하는 배기 튜브; 및

상기 투과공간으로 가스가 유입되도록 상기 빔창 프레임을 상기 가스통과 방향을 따라 관통하고, 상기 투과공간에서 둘레를 따라 복수의 분출공이 형성된 노즐을 포함하는 유입 튜브를 포함하고,

상기 노즐은,

상기 가스통과 방향에서 바라봤을 때 가스의 상기 가스통과 방향으로의 유동을 폐쇄하도록 상기 투과공간에 배치되는 폐쇄부; 및

상기 빔창 프레임의 내주면으로부터 상기 투과공간을 향해 돌출되며 상기 폐쇄부와 수직인 방향을 향하고 상기 복수의 분출공이 형성되는 사이드부; 를 포함하는 빔창 냉각 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 복수의 분출공은 상기 가스통과 방향으로 바라봤을 때 상기 가스통과 방향의 중심에 대하여 등각을 이루도록 형성되는 빔창 냉각 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 유입 튜브는 상기 노즐의 상기 가스통과 방향에 대한 반대측에 위치하는 유입공을 더 포함하고,

상기 가스를 운반시키도록 상기 유입공을 통해 상기 유입 튜브 내측으로 삽입되는 가이드 튜브; 를 더 포함하는 빔창 냉각 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 배기 튜브는 상기 가스통과 방향에 대하여 상기 투과공간의 일측에 배치되고,

상기 유입 튜브는 상기 가스통과 방향에 대하여 상기 투과공간의 타측에 배치되는 빔창 냉각 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 유입 튜브는 상기 가스통과 방향을 중심축으로 하며 중공을 갖는 원기둥 형상으로 형성되는 빔창 냉각 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 빔창 프레임은 상기 전후방향으로 바라봤을 때 환형으로 형성되는 빔창 냉각 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 빔창을 냉각시킬 수 있는 빔창 냉각 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 가속기는 소립자 실험에서 양성자와 전자 등을 가속시켜 해당 입자가 깨진 상태를 분석하거나 이를 토대로 새로운 원소를 만들어내는 장치이다. 가속기 중 양성자 가속기는 양성자를 가속시키는 장치이다.

[0003] 양성자 가속기는 양성자 빔이 조사되는 빔창을 포함할 수 있다. 빔창은 고에너지로 구비되는 양성자 빔이 조사되기 때문에 빔창의 표면의 온도가 상승하는 등 빔창이 가열되어 파손되는 것을 방지하기 위해 빔창의 표면의 온도를 낮추기 위한 냉각 장치가 필요할 수 있다.

[0004] 빔창의 냉각 장치 중 빔창의 표면에 공기 분사를 이용한 공랭식 냉각 방식이 사용될 수 있는데, 공랭식 냉각 방식은 양성자 빔에 영향을 최소화하기 위해 원자량이 상대적으로 작은 헬륨 가스를 이용할 수 있다.

[0005] 한편, 빔창의 면 조사 방식의 양성자 빔 조사의 경우에는 빔창 표면에 대한 빔 조사가 이루어짐에 따라 빔창 표면의 특정 부분만 냉각하게 되어 빔창 표면의 가열부위와 냉각부위가 공존하게 되어 빔창이 파손되는 문제가 발생할 수 있다. 이에 따라 빔창 표면의 특정부위가 아닌 빔창 표면 전체에 대한 냉각할 수 있는 빔창 냉각 장치의 필요성이 증대되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 개시에서 해결하고자 하는 과제는 보다 넓은 면적의 빔창 표면을 냉각시킬 수 있는 빔창 냉각 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 개시의 실시예에 따른 빔창 냉각 장치는, 전후단에 나뉘어 각각 한 쌍의 빔창이 결합되고, 상기 한 쌍의 빔창에 의해 형성되는, 가스가 유동하기 위한 투과공간을 포함하는 빔창 프레임과, 배기공을 통해 상기 투과공간의 가스가 토출되도록 상기 빔창 프레임을 전후방향에 직교하는 일 방향인 가스통과 방향을 따라 관통하는 배기 튜브 및 상기 투과공간으로 가스가 유입되도록 상기 빔창 프레임을 상기 가스통과 방향을 따라 관통하고, 상기 투과공간에서 둘레를 따라 복수의 분출공이 형성된 노즐을 포함하는 유입 튜브를 포함한다.

[0008] 상기 노즐은 상기 가스통과 방향에서 바라봤을 때 가스의 상기 가스통과 방향을 폐쇄하는 폐쇄부를 포함할 수 있다.

[0009] 상기 노즐은 상기 가스통과 방향에 직교하는 방향으로 바라보도록 형성되고 상기 복수의 분출공이 형성되는 사이드부를 포함할 수 있다.

[0010] 상기 복수의 분출공은 상기 가스통과 방향으로 바라봤을 때 상기 가스통과 방향의 중심에 대하여 등각을 이루도록 형성될 수 있다.

[0011] 상기 유입 튜브는 상기 노즐의 상기 가스통과 방향에 대한 반대측에 위치하는 유입공을 더 포함하고, 본 개시의 실시예에 따른 빔창 냉각 장치는 상기 가스를 운반시키도록 상기 유입공을 통해 상기 유입 튜브 내측으로 삽입되는 가이드 튜브를 더 포함할 수 있다.

[0012] 상기 배기 튜브는 상기 가스통과 방향에 대하여 상기 투과공간의 일측에 배치되고, 상기 유입 튜브는 상기 가스통과 방향에 대하여 상기 투과공간의 타측에 배치될 수 있다.

[0013] 상기 유입 튜브는 상기 가스통과 방향을 중심축으로 하며 중공을 갖는 원기둥 형상으로 형성될 수 있다.

[0014] 상기 빔창 프레임은 상기 전후방향으로 바라봤을 때 환형으로 형성될 수 있다.

발명의 효과

[0015] 본 개시의 실시예에 의하면, 보다 넓은 면적의 빔창 표면을 냉각시킬 수 있으므로, 빔창 표면에 대한 피로가 상대적으로 줄어들어 빔창이 파손되는 것을 방지할 수 있다.

[0016] 본 개시의 실시예에 의하면, 투과공간에 냉각 가스가 머무르는 시간이 상대적으로 길어 빔창을 냉각시키기 위한 냉매 가스의 양이 줄어들어 냉각 효율이 향상될 수 있다.

[0017] 본 개시의 실시예에 의하면, 빔창 냉각 장치의 효율성이 향상되어 장시간 양성자빔이 빔창에 조사되더라도 안전성이 확보될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 개시의 실시예에 따른 양성자 가속기의 빔창에 양성자 빔이 조사되는 모습의 개략도이다.

도 2는 본 개시의 실시예에 따른 빔창 냉각 장치의 사시도이다.

도 3은 도 2의 A 부분의 확대도이다.

도 4는 본 개시의 실시예에 따른 빔창 냉각 장치의 정면도이다.

도 5는 본 개시의 실시예에 따른 빔창 냉각 장치의 측면도이다.

도 6은 본 개시의 실시예에 따른 빔창 냉각 장치의 저면도이다.

도 7은 본 개시의 실시예에 따른 빔창 냉각 장치에 의해 투과공간에 수용되어 유동하는 냉각 가스의 흐름을 도시한 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하, 본 발명의 일부 실시예들을 예시적인 도면을 통해서 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명의 실시예를 설명함에 있어 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 실시예에 대한 이해를 방해한다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0020] 본 명세서에서 전후, 상하 방향은 설명의 편의를 위해서 지칭된 것으로, 서로에 대해 직교하는 방향일 수 있다. 본 명세서에서 전후방향과 가스통과 방향은 서로에 대해 직교하는 방향일 수 있다. 그러나 이러한 방향은 빔창 및 빔창 냉각 장치가 배치된 방향에 대해 상대적으로 결정되는 것이며, 가스통과 방향이라 하여 반드시 연직방향을 의미하지는 않을 수 있다.

[0021] 또한, 본 명세서에서 사용한 "제1", "제2" 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않으며, 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. "및/또는"이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

[0022] 도 1은 본 개시의 실시예에 따른 양성자 가속기의 빔창에 양성자 빔이 조사되는 모습의 개략도이다. 도 2는 본 개시의 실시예에 따른 빔창 냉각 장치의 사시도이다. 도 3은 도 2의 A 부분의 확대도이다.

[0023] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 양성자 가속기(1)는 양성자 등 소립자를 가속시키도록 마련되는 양성자 가속 장치(3)와, 양성자 가속 장치(3)가 수용되는 수용 공간(2a)을 형성하는 양성자 가속 프레임(2)을 포함할 수 있다.

[0024] 양성자 가속기(1)는, 양성자 가속 장치(3)에 의해 조사되는 양성자 빔이 조사되기 위해 마련되는 빔창(30)과 빔창(30)의 둘레를 둘러싸도록 마련되는 빔창 프레임(20)을 포함하는 빔창 냉각 장치(10)를 포함할 수 있다.

[0025] 수용 공간(2a)에 마련되는 양성자 가속 장치(3)는 전후방향(X방향)으로 양성자 가속 장치(3)의 일단에 초점이

맞춰진 형태로 양성자 빔을 조사할 수 있다. 양성자 가속 장치(3)의 전방(X방향)에는 양성자 빔이 투과되는 한 쌍의 빔창(30)과 빔창(30)에 결합되는 빔창 프레임(20)이 마련될 수 있다.

[0026] 빔창 냉각 장치(10)는 전후방향(X방향)으로 바라봤을 때, 중공을 갖는 환형 형상으로 연장되는 빔창 프레임(20)과, 내부에 투과공간(40)을 형성하도록 빔창 프레임(20)의 전후단에 각각 하나씩 결합되는 빔창(30)을 포함할 수 있다. 즉, 빔창 프레임(20)은 한 쌍의 빔창(30)이 전후단에 각각 하나씩 나뉘어 결합되어 형성되는, 냉각 가스가 유동하기 위한 투과공간을 포함할 수 있다.

[0027] 한 쌍의 빔창(30)은 빔창 프레임(20)의 후단에 결합되는 제1 빔창(31)과, 빔창 프레임(20)의 전단에 결합되는 제2 빔창(32)을 포함할 수 있다. 제1 빔창(31)과 제2 빔창(32) 사이에는 양성자 빔이 투과되기 위한 투과공간(40)이 마련될 수 있다.

[0028] 한 쌍의 빔창(30)은 원형 형상으로 마련되어 그 표면에 양성자 빔이 투과될 수 있고, 양성자 빔은 한 쌍의 빔창(30) 사이에 마련되는 투과공간(40)을 통해 투과될 수 있다.

[0029] 빔창(30)의 표면을 향해 양성자 빔이 조사되는 구조에 의하면, 양성자 빔이 고에너지로 구비되기 때문에 빔창(30)의 표면 온도가 상승할 수 있다. 이를 방지하도록 빔창 냉각 장치(10)가 필요할 수 있는데, 빔창 냉각 장치(10)는 냉각 가스를 투과공간(40)으로 유동시켜 빔창(30)의 표면의 온도가 상승하는 것을 방지할 수 있다. 이때, 냉각 가스는 양성자 빔에 영향을 최소화할 수 있도록 원자량이 상대적으로 작은 헬륨(He) 가스가 사용될 수 있다.

[0030] 한편, 빔창(30)의 표면적에 양성자 빔이 조사되면 빔창(30)의 특정 부분의 온도가 상승하고, 빔창(30)의 다른 특정 부분의 온도가 빔창 냉각 장치(10)의 냉각 가스에 의하여 냉각되어 빔창(30)이 피로로 인하여 파손될 수 있는 문제가 있을 수 있다. 빔창(30)이 파손되는 것을 방지하기 위해 본 개시의 실시예에 따른 빔창 냉각 장치(10)가 분출하는 냉각 가스는 투과공간(40)에 상대적으로 오랜 기간 동안 머무르게 할 수 있는 장치일 수 있다.

[0031] 빔창 냉각 장치(10)는 투과공간(40)의 가스가 배기공(50a)을 통해 토출되도록 빔창 프레임(20)을 전후방향(X방향)에 직교하는 가스통과 방향(Z방향)을 따라 관통하는 배기 튜브(50)와, 투과공간(40)으로 냉각 가스가 유입되도록 빔창 프레임(20)을 전후방향(X방향)에 직교하는 가스통과 방향(Z방향)을 따라 관통하는 유입 튜브(60)를 포함할 수 있다.

[0032] 배기 튜브(50)는 투과공간(40)의 상측(Z방향)에 배치될 수 있고, 유입 튜브(60)는 투과공간(40)의 하측(-Z방향)에 배치될 수 있다. 다만 이에 제한되는 것은 아니며, 유입 튜브(60)와 배기 튜브(50)가 투과공간(40)의 각각 일측과 타측에 배치되면 족하다. 배기 튜브(50)와 유입 튜브(60)는 가스통과 방향(Z방향)을 중심축으로 하며 중공을 갖는 원기둥 형상으로 형성될 수 있다.

[0033] 배기 튜브(50)는 투과공간(40)의 냉각 가스가 배기되기 위해 배기 튜브(50)의 일단부에 마련되는 배기공(50a)과, 배기공(50a)을 통해 배기 튜브(50) 내부를 유동하는 냉각 가스가 토출되기 위해 배기 튜브(50)의 타단부에 마련되는 토출공(50b)을 포함할 수 있다.

[0034] 유입 튜브(60)는 냉각 가스가 유입 튜브(60) 내부로 유입되기 위해 유입 튜브(60)의 일단부(64)에 마련되는 유입공(60a)과 냉각 가스가 투과공간(40)으로 분출되기 위해 유입 튜브(60)의 타단부에 마련되는 노즐(61)을 포함할 수 있다.

[0035] 노즐(61)은 투과공간(40) 내에서 냉각 가스가 분출되도록 형성되는 복수의 분출공(70)을 포함할 수 있다. 냉각 가스는 복수의 분출공(70)을 통해 투과공간(40)으로 분출될 수 있다.

[0036] 냉각 가스는 유입공(60a)을 통해 유입 튜브(60) 내로 유입되어 분출공(70)을 통해 투과공간(40)으로 분출될 수 있고, 배기공(50a)을 통해 배기 튜브(50) 내로 배기되어 토출공(50b)을 통해 토출될 수 있다. 냉각 가스가 분출공(70)에 의해 투과공간(40)으로 분출되어 배기공(50a)으로 유동하는 동안 투과공간(40)의 전후방향에 마련되는 제1 빔창(31)과 제2 빔창(32)의 표면을 냉각시킬 수 있다.

[0037] 보다 상세하게는, 노즐(61)은 빔창 프레임(20)의 내주면(21)으로부터 가스통과 방향(Z방향)으로 돌출될 수 있다. 노즐(61)은 가스통과 방향(Z방향)에서 바라봤을 때 냉각가스의 가스통과 방향(Z방향)으로의 분출을 방지하도록 가스통과 방향(Z방향)을 폐쇄하는 폐쇄부(62)와, 폐쇄부(62)의 둘레를 따라 연장되는 사이드부(63)를 포함할 수 있다.

[0038] 폐쇄부(62)는 원기둥 형상으로 형성되는 유입 튜브(60)의 중심축(60c)에 직교하는 일면을 포함할 수 있다. 유입

튜브(60)의 중심축(60c)은 가스통과 방향(Z방향)으로 연장되는 축일 수 있다. 사이드부(63)는 노즐(61)의 중심축(60c)에 직교하는 방향으로의 360도로 바라보도록 형성될 수 있다. 사이드부(63)는 원기둥 형상으로 마련되는 유입 튜브(60)의 중심축(60c)에 직교하는 방향으로의 360도로 연장되는 옆면을 포함할 수 있다.

[0039] 사이드부(63)에는 노즐(61)의 중심축(60c)에 직교하는 방향으로의 360도를 따라 배열되는 복수의 분출공(70)이 형성될 수 있다. 복수의 분출공(70)은 가스통과 방향(Z방향)으로 바라봤을 때 가스통과 방향(Z방향)의 중심에 대하여 등각으로 이루도록 형성될 수 있다. 일례로, 복수의 분출공(70) 중 인접한 한 쌍의 분출공(70)은 가스통과 방향(Z방향)에 대하여 30도의 각도로 이격되어 총 12개로 구비될 수 있다.

[0040] 복수의 분출공(70)이 폐쇄부(62)가 아닌 사이드부(63)에 형성되므로, 냉각 가스는 투과공간(40) 내에서 가스통과 방향(Z방향)으로 분출되는 것이 아니라 가스통과 방향(Z방향)에 직교하는 방향으로 분출될 수 있다.

[0041] 즉, 폐쇄부(62)는 유입공(60a)을 통해 유입 튜브(60) 내부로 유입되는 냉각 가스가 가스통과 방향(Z방향)으로 투과공간(40)을 향해 분출되는 것을 방지할 수 있고, 냉각 가스가 오로지 사이드부(63)에 형성되는 복수의 분출공(70)을 통해서만 분출될 수 있다.

[0042] 이러한 구조에 의하면, 냉각 가스는 투과공간(40) 내에서 가스통과 방향(Z방향)에 직교하는 360도 방향으로 분출되므로, 투과공간(40) 내에서 머무르는 시간이 증가할 수 있다. 이처럼 냉각 가스가 투과공간(40) 내에서 머무르는 시간이 증가하게 되면 빔창(30)의 표면에 냉각 가스가 접촉하는 면적이 보다 넓어질 수 있어 냉각 가스로 인한 빔창(30)의 냉각 면적은 보다 골고루 형성될 수 있다.

[0043] 따라서, 본 개시의 실시예에 따른 빔창 냉각 장치(10)에 의하면, 빔창(30)의 표면의 전반적인 영역이 골고루 냉각될 수 있으므로, 빔창(30)의 온도가 상승되는 영역과 온도가 냉각되는 영역이 공존하는 문제를 방지할 수 있어 빔창(30)이 피로에 의하여 파손되는 것을 방지할 수 있다. 또한, 빔창(30)에 접촉하여 투과공간(40) 내에서 머무르는 시간이 상대적으로 길게 구비되므로, 보다 적은 양의 냉각 가스를 이용하더라도 빔창(30)의 냉각 효과를 충분히 만족시킬 수 있어 냉각 효율이 향상될 수 있다.

[0044] 이하에서는 도 4 내지 도 6을 참조하여 보다 상세한 빔창 냉각 장치(10)의 구조에 대해서 서술하도록 한다.

[0045] 도 4는 본 개시의 실시예에 따른 빔창 냉각 장치의 정면도이다. 도 5는 본 개시의 실시예에 따른 빔창 냉각 장치의 측면도이다. 도 6은 본 개시의 실시예에 따른 빔창 냉각 장치의 저면도이다.

[0046] 도 4 내지 도 6을 참조하면, 빔창 냉각 장치(10)의 유입 튜브(60)는 가스통과 방향(Z방향)으로 빔창 프레임(20)의 하측을 관통할 수 있다. 유입 튜브(60)는 노즐(61)의 가스통과 방향(Z방향)에 대한 반대측에 위치하는 유입공(60a)을 포함하는 일단부(64)를 포함할 수 있다.

[0047] 빔창 냉각 장치(10)는 냉각 가스를 운반시키도록 유입공(60a)을 통해 유입 튜브(60) 내측으로 삽입되는 가이드 튜브(65)를 포함할 수 있다. 즉, 냉각 가스는 유입 튜브(60)의 직경(d)보다 작은 미세한 직경을 갖는 가이드 튜브(65)를 통해 유입 튜브(60) 내측으로 유입되어 복수의 분출공(70)에 인접하는 부분에서 가이드 튜브(65)로부터 토출될 수 있다. 가이드 튜브(65)에서 토출되는 냉각 가스는 복수의 분출공(70)을 통해 투과공간(40)으로 분출될 수 있다.

[0048] 일례로, 유입 튜브(60)의 유입공(60a)의 지름은 10 mm로 구비될 수 있다. 가이드 튜브(65)의 지름은 1 mm로 구비될 수 있다.

[0049] 빔창 프레임(20)은 가스통과 방향(Z방향)으로 투과공간(40)의 상측에 배치되는 배기 튜브(50)와 가스통과 방향(Z방향)으로 투과공간(40)의 하측에 배치되는 유입 튜브(60)에 결합될 수 있다.

[0050] 도 5에 도시된 바와 같이, 투과공간(40)은 전후단이 폐쇄되어 일정 부피를 갖는 공간일 수 있다. 보다 구체적으로, 전후방향(X방향)으로 바라봤을 때, 투과공간(40)은 반지름(20R)이 대략 50 mm로 구비되는 밀면을 갖는 원기둥 형상의 부피를 갖는 공간일 수 있다. 투과공간(40)의 둘레를 따라 연장되는 빔창 프레임(20)은 전후방향(X방향)으로 바라봤을 때, 빔창 프레임(20)의 외경과 빔창 프레임(20)의 내경의 차이(20L)는 대략 30 mm로 구비될 수 있다.

[0051] 배기 튜브(50)는 빔창 프레임(20)으로부터 상측으로 돌출될 수 있다. 빔창 프레임(20)으로부터 상측으로 배기 튜브(50)가 돌출되는 부분의 높이(50p)는 5 mm로 구비될 수 있다.

[0052] 배기 튜브(50)의 빔창 프레임(20)에 관통하는 부분의 높이(20L)는 빔창 프레임(20)의 외경과 내경의 차이(20L)만큼일 수 있다. 배기 튜브(50)의 빔창 프레임(20)으로부터 상측으로 돌출되는 부분의 높이(50p)는 5 mm로 구비

되어 배기 튜브(50)의 빔창 프레임(20)에 관통하는 부분의 높이(20L)인 30 mm보다 작게 마련될 수 있다.

[0053] 빔창 프레임(20)의 전후방향(X방향)으로 바라봤을 때의 두께(20w)는 15 mm로 구비될 수 있다. 한편, 배기 튜브(50)의 가스통과 방향(Z방향)으로의 반지름(50r)은 5.10 mm로 구비되어 빔창 프레임(20)의 두께(20w)보다 작게 마련될 수 있다. 배기공(50a)의 크기는 분출공(70)의 크기보다 크게 형성될 수 있다.

[0054] 또한, 배기 튜브(50)의 내직경은 가이드 튜브(65)의 내직경보다 크게 구비될 수 있다.

[0055] 유입 튜브(60)의 유입구(60a)의 가스통과 방향(Z방향)으로 바라봤을 때의 반지름(60r)은 5.50 mm로 구비되어 배기 튜브(50)의 반지름(50r)보다 크게 형성될 수 있다.

[0056] 유입 튜브(60)는 빔창 프레임(20)을 관통하여 노즐(61) 및 일단부(64) 모두 빔창 프레임(20)으로부터 돌출될 수 있다. 가스통과 방향(Z방향)으로 바라봤을 때, 노즐(61)의 폐쇄부(62)가 빔창 프레임(20)의 하단으로부터 이격되는 높이(60h)는 40 mm로 구비될 수 있고, 유입 튜브(60)의 빔창 프레임(20)의 하단으로부터 하측으로 돌출되는 부분의 높이(60p)는 5 mm로 구비될 수 있다. 즉, 유입 튜브(60)의 폐쇄부(62)는 유입공(60a)보다 빔창 프레임(20)의 하단으로부터 더 멀리 이격될 수 있다.

[0057] 도 7은 본 개시의 실시예에 따른 빔창 냉각 장치에 의해 투과공간에 수용되어 유동하는 냉각 가스의 흐름을 도시한 개략도이다.

[0058] 도 7을 참조하면, 본 개시의 실시예에 따른 빔창 냉각 장치에 의하면 냉각 가스가 가스통과 방향(Z방향)의 직교하는 방향으로 360도에 따라 배열되는 복수의 분출공(70)을 따라 투과공간(40)으로 분출되므로 냉각 가스가 투과공간(40) 내에서 배기공(50a)을 따라 가스통과 방향(Z방향)으로 일 방향만으로 유동하는 것이 아니라 투과공간(40)의 테두리를 따라 와류가 형성하면서 유동할 수 있다.

[0059] 즉, 본 개시의 실시예에 따른 빔창 냉각 장치(10)에 의하여 냉각 가스가 유입 튜브(60)에서 분출되어 곧바로 배기 튜브(50)로 배기되는 냉각 가스에 비하여 비교적 오랜 시간 동안 투과공간(40) 내에서 머무르면서 빔창(30)의 표면 온도를 냉각시키는 것을 확인할 수 있다.

[0060] 한편, 투과공간(40) 내의 냉각 가스는 배기 튜브(50)를 통해 배기되어 압축기(미도시) 또는 진공펌프(미도시)에 의해 압축 냉각되어 다시 유입 튜브(60)를 통해 투과공간(40) 내로 유입될 수 있다.

[0061] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

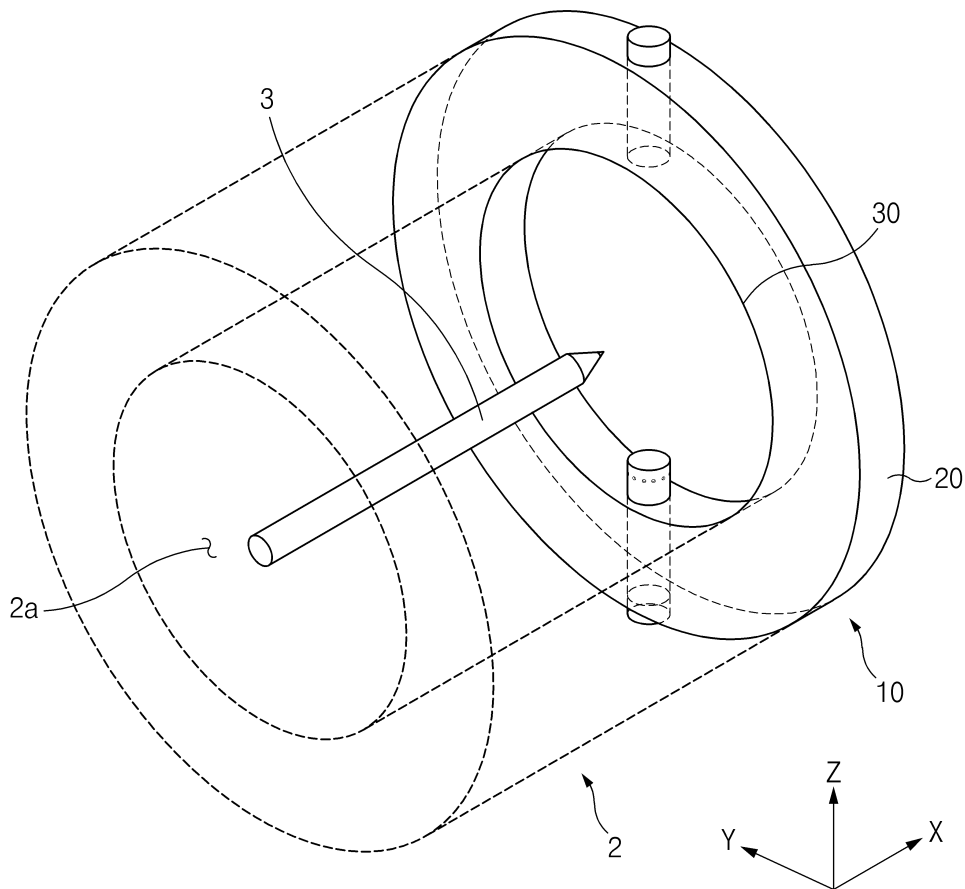
- [0062] 1: 양성자 가속기
2: 양성자 가속 프레임
2a: 수용 공간
3: 양성자 가속 장치
10: 빔창 냉각 장치
20: 빔창 프레임
21: 내주면
30: 빔창
31: 제1 빔창
32: 제2 빔창
40: 투과공간

- 50: 배기 튜브
- 50a: 배기공
- 50b: 토출공
- 60: 유입 튜브
- 60a: 유입공
- 60c: 유입 튜브의 중심축
- 61: 노즐
- 62: 폐쇄부
- 63: 사이드부
- 65: 가이드 튜브
- 70: 분출공
- 64: 유입 튜브의 일단부

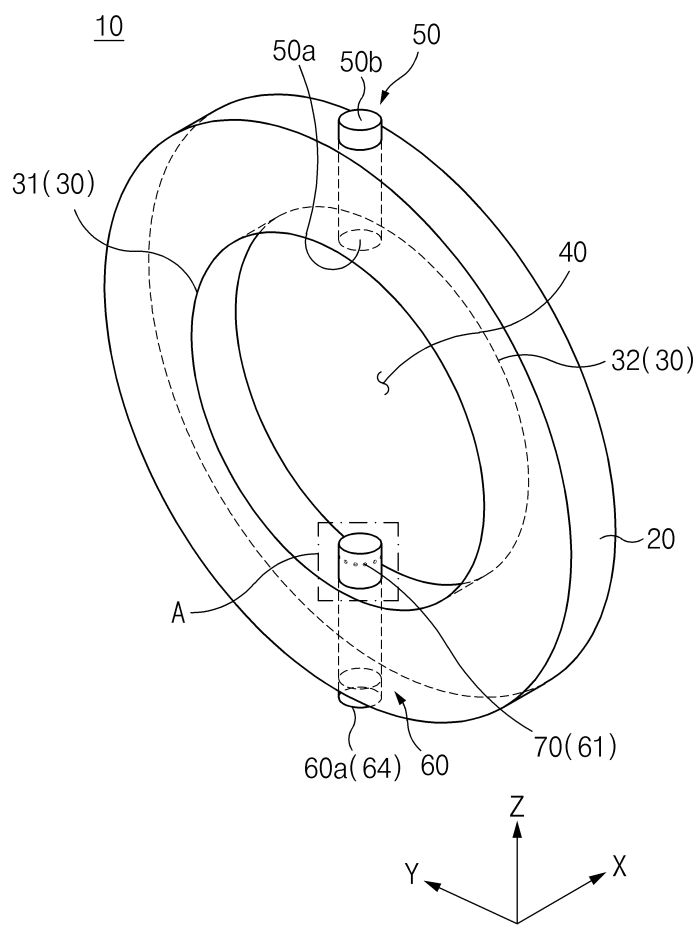
도면

도면1

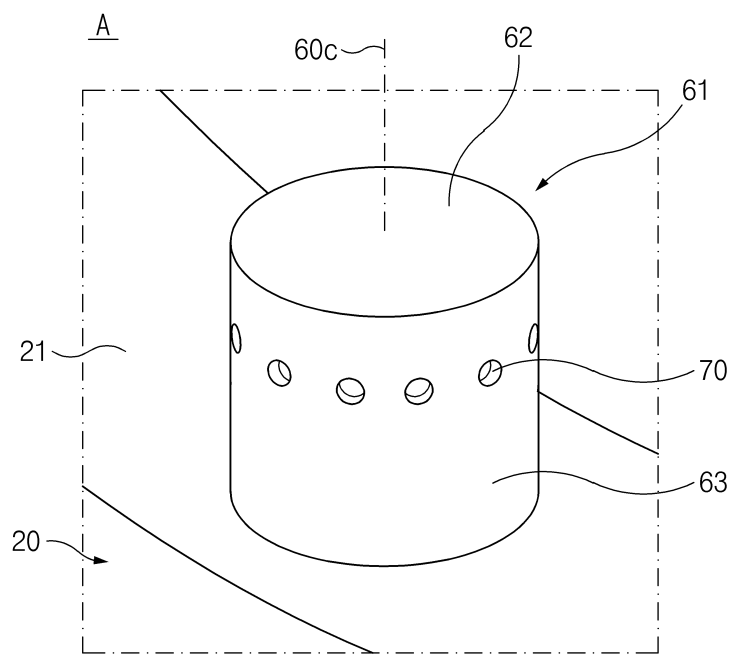
1



도면2

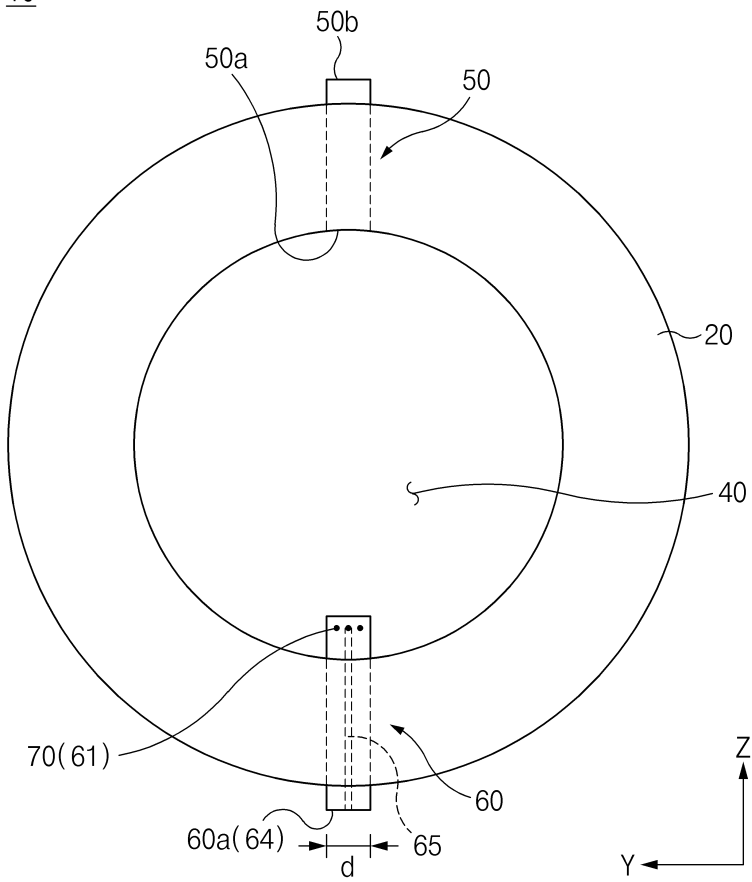


도면3



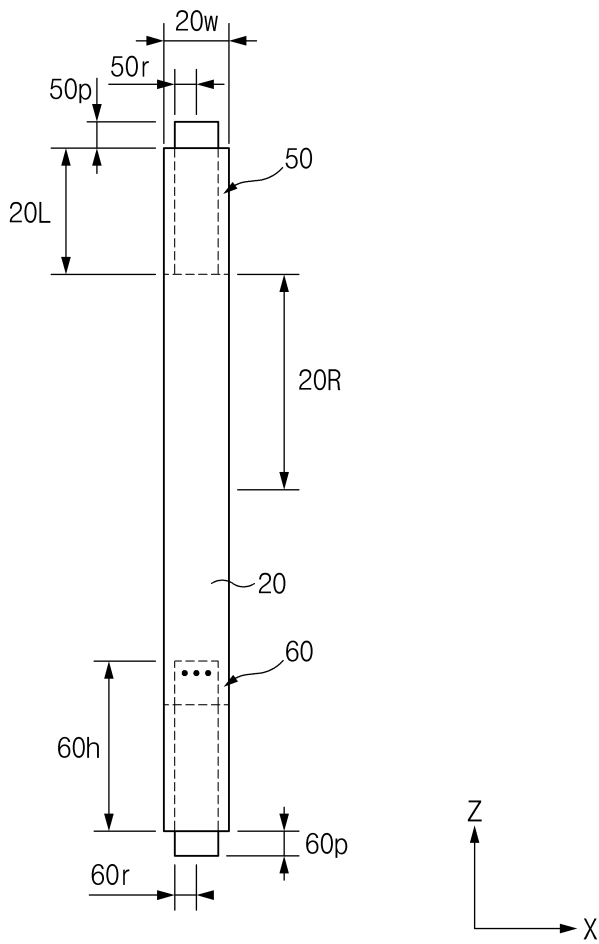
도면4

10

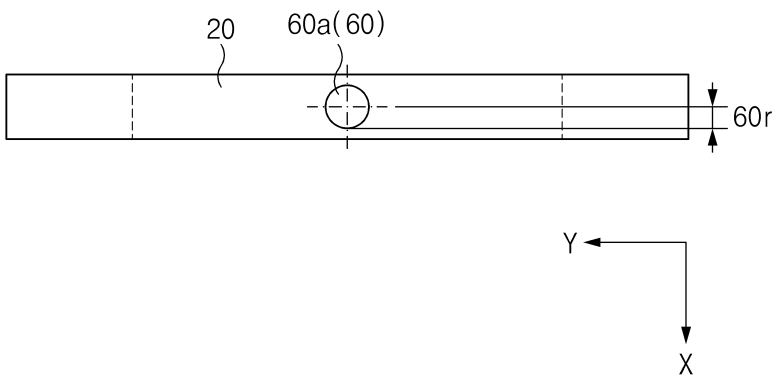


도면5

10



도면6



도면7

