



- (51) 국제특허분류:
G01V 5/00 (2006.01) G01N 23/083 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/003822
- (22) 국제출원일: 2012년 5월 16일 (16.05.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2011-0056327 2011년 6월 10일 (10.06.2011) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 한국 원자력연구원 (KOREA ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE) [KR/KR]; 대전 유성구 대덕대로 989 번길 111 번지, 305-353 Daejeon (KR).
- (72) 발명자: 곁
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 장규하 (JANG, Kyu Ha) [KR/KR]; 서울 구로구 신도림동 367 신도림 우성 아파트 302 동 1206 호, 152-887 Seoul (KR). 이병철 (LEE, Byung Cheol) [KR/KR]; 대전 유성구 대덕대로 1045 번지 한국원자력연구원 기숙사 331 호, 305-353 Daejeon (KR). 리용귀 (LI, Yong Gui) [CN/KR]; 대전 유성구 대덕대로 1045 번지 한국원자력연구원 내, 305-353 Daejeon (KR). 이상현 (LEE, Sang Hyun) [KR/KR]; 대전 유성구 대덕대로 1045 번지 한국원자력연구원 기

숙사 420 호, 305-353 Daejeon (KR). 김병남 (KIM, Byung Nam) [KR/KR]; 대구 서구 평리 4 동 동서 3 차 아파트 가동 305 호, 703-014 Daegu (KR). 강희영 (KANG, Hee Yung) [KR/KR]; 대전 유성구 원신흥동 어울림 하트 아파트 1202 동 1803 호, 305-315 Daejeon (KR).

(74) 대리인: 특허법인 무한 (MUHANN PATENT & LAW FIRM); 서울시 강남구 논현동 51-8 명림빌딩 2,5,6 층, 135-814 Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

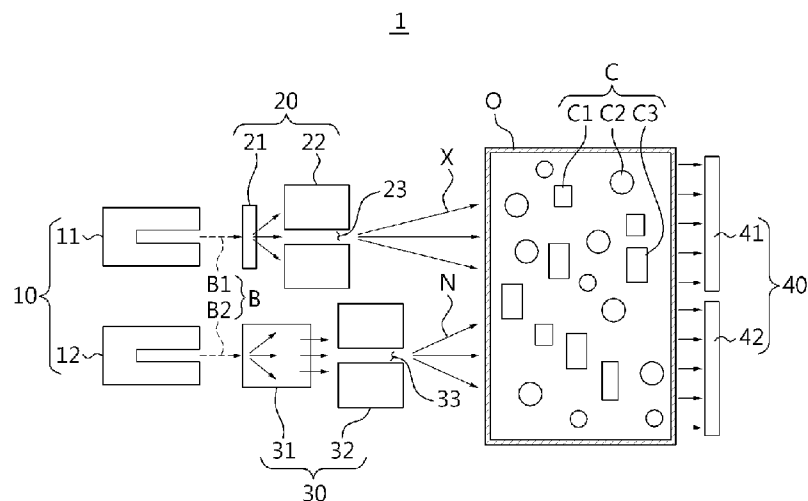
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: SECURITY CHECKING SYSTEM USING X-RAYS AND NEUTRONS

(54) 발명의 명칭: X-ray와 중성자를 동시에 사용하는 화물검색장치

[Fig. 1]



(57) Abstract: Provided is a security checking system. The security checking system includes: an electron beam acceleration unit for accelerating electron beams having at least one energy intensity; an X-ray guide unit converting the electron beams accelerated by the electron beam acceleration unit into X-rays to guide the converted X-rays into an object; a neutron guide unit; and a detection unit detecting the X-rays and neutrons passing through the object. Thus, nuclear materials within the object may be detected, and also, maintenance/repair costs may be inexpensive to improve economic feasibility.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 공개:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, —
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를
별도 공개함 (규칙 48.2(g))

개시된 본 발명에 의한 화물검색장치는, 적어도 하나 이상의 에너지 크기를 가지는 전자빔을 가속시키는 전자빔 가속 유닛, 전자빔 가속유닛으로부터 가속된 전자빔을 엑스레이로 변환시켜 대상체로 안내하는 엑스레이 안내유닛, 전자빔 가속유닛으로부터 가속된 전자빔을 중성자로 변환시켜 대상체로 안내하는 중성자 안내유닛 및, 대상체를 통과한 엑스레이 및 중성자를 검출하는 검출유닛을 포함한다. 이러한 구성에 의해, 대상체 내부의 핵물질을 검색할 수 있음과 아울러, 유지/보수 비용이 저렴하여 경제성을 향상시킬 수 있게 된다.

명세서

발명의 명칭: X-ray와 중성자를 동시에 사용하는 화물검색장치

기술분야

- [1] 본 발명은 화물검색장치에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 일반적인 화물뿐만 아니라 핵물질까지도 검색함으로써 검색 성능을 향상시킬 수 있는 엑스레이와 중성자를 이용하는 화물검색장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 항만 및 공항과 같은 국제화물을 취급하는 시설에서는 안전을 이유로, 화물에 대한 보안검색이 강화되고 있는 추세이다. 특히, 근래에는 미국과 같은 선진국에서는 폭발물뿐만 아니라, 특별 핵물질(Special nuclear materials)에 대한 검색을 사전에 요구하고 있는 실정이다.
- [3] 이러한 폭발물과 핵물질의 검색은 X-ray에 의한 검색방법이 일반적이나, 검색에 대한 기술적인 한계를 가진다. 이에 따라, 화물에 포함된 핵물질 중 U-235 및 Pu-239를 검색하는 방법으로써, 중성자선원을 이용한 검색방법이 대두되고 있다.
- [4] 한편, 핵물질을 검색하기 위한 중성자선원으로 Cf-252 동위원소가 사용이 간단하다는 이유로, 주로 사용된다. 그러나, 상기 Cf-252 동위원소는 반감기가 2.8년 정도로 중성자발생율이 감쇄하는 속도가 빨라 8년 정도 사용하면 거의 1/10 이하로 중성자발생율이 떨어지는 단점을 가진다. 또한, 상기 Cf-252 동위원소는 보관과 이동시 특별히 제작된 용기를 사용해야만 하는 취급이 용이하지 않은 단점을 가진다. 이에 따라, 상기 Cf-252 동위원소를 이용한 핵물질 검색방법은 짧은 반감기로 인해 Cf-252 동위원소의 보충비용이 년도별로 증가되며, 중성자 발생기는 초기 장치의 구입비용이 고가임에 따라, 비경제적인 문제점을 가진다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [5] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 감안하여 안출된 것으로서, 일반 화물뿐만 아니라 핵물질에 대한 검색 성능 향상과 함께 경제성을 향상시킬 수 있는 엑스레이와 중성자를 이용하는 화물검색장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제 해결 수단

- [6] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 화물검색장치는, 적어도 하나 이상의 에너지 크기를 가지는 전자빔을 가속시키는 전자빔 가속유닛, 상기 전자빔 가속유닛으로부터 가속된 상기 전자빔을 엑스레이(X-ray)로 변환시켜 대상체로 안내하는 엑스레이 안내유닛, 상기 전자빔 가속유닛으로부터 가속된 상기 전자빔을 중성자로 변환시켜 상기 대상체로 안내하는 중성자 안내유닛 및,

상기 대상체를 통과한 상기 엑스레이 및 중성자를 검출하는 검출유닛을 포함한다.

[7]

[8] *일측에 의하면, 상기 엑스레이 안내유닛 및 중성자 안내유닛은 상기 전자빔 가속유닛과 마주하도록 상호 나란하게 배치된다.

[9] 일측에 의하면, 상기 전자빔 가속유닛은, 상기 엑스레이 안내유닛을 향해 적어도 하나 이상의 에너지 크기를 가지는 제1전자빔을 가속시키는 제1가속부 및, 상기 중성자 안내유닛을 향해 상기 제1전자빔의 에너지 크기와 다른 적어도 하나 이상의 에너지 크기를 가지는 제2전자빔을 가속시키는 제2가속부를 포함한다.

[10] 일측에 의하면, 상기 엑스레이 안내유닛은, 상기 전자빔을 엑스레이로 변환시키는 적어도 하나의 제1변환부와, 변환된 상기 엑스레이를 상기 대상체로 안내하는 적어도 하나의 제1콜리메이터부를 포함하며, 상기 중성자 안내유닛은, 상기 전자빔을 중성자로 변환시키는 적어도 하나의 제2변환부와, 변환된 상기 중성자를 상기 대상체로 안내하는 적어도 하나의 제2콜리메이터부를 포함하되, 상기 전자빔이 상기 중성자로 변환되어 진행되는 방향을 기준으로, 상기 제2변환부의 길이가 상기 제1변환부의 길이보다 길다.

[11] 일측에 의하면, 상기 제1 및 제2변환부는 텅스텐(Tungsten) 타겟을 포함한다.

[12] 일측에 의하면, 상기 검출유닛은 상기 엑스레이와 중성자를 각각 검출하는 제1 및 제2검출부를 포함한다.

[13] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 화물검색장치는, 적어도 하나 이상의 에너지 크기를 가지는 전자빔을 가속시키는 전자빔 가속유닛, 상기 전자빔 가속유닛으로부터 가속된 상기 전자빔을 엑스레이(X-ray) 및 중성자로 변환시켜 화물이 내장된 대상체로 안내하는 안내유닛 및, 상기 대상체를 통과한 상기 엑스레이 및 중성자를 검출하여, 상기 대상체 내부의 화물 및 핵물질을 검색하는 검출유닛을 포함한다.

[14] 일측에 의하면, 상기 안내유닛은 상기 엑스레이와 중성자를 각각 안내하는 엑스레이 안내유닛 및 중성자 안내유닛을 포함하되, 상기 엑스레이 안내유닛 및 중성자 안내유닛은 상기 전자빔 가속유닛과 마주하도록 상호 나란하게 배치되며, 상기 검출유닛은 상기 엑스레이와 중성자를 각각 검출하는 제1 및 제2검출부를 포함한다.

[15] 일측에 의하면, 상기 전자빔 가속유닛은 서로 다른 에너지 크기의 전자빔을 적어도 하나 가속시키는 복수의 가속부를 포함한다.

[16] 일측에 의하면, 상기 엑스레이 안내유닛은, 상기 전자빔을 엑스레이로 변환시키는 적어도 하나의 제1변환부와, 변환된 상기 엑스레이를 상기 대상체로 안내하는 적어도 하나의 제1콜리메이터부를 포함하며, 상기 중성자 안내유닛은, 상기 전자빔을 중성자로 변환시키는 적어도 하나의 제2변환부와, 변환된 상기 중성자를 상기 대상체로 안내하는 적어도 하나의 제2콜리메이터부를 포함하되,

상기 전자빔이 상기 중성자로 변환되어 진행되는 방향을 기준으로, 상기 제2변환부의 길이가 상기 제1변환부의 길이보다 길다.

발명의 효과

- [17] 본 발명에 의한 화물검색장치는, 첫째, 전자빔을 중성자로 변환시켜 대상체의 내용물을 검출할 수 있음에 따라, 엑스레이에 의한 일반 화물 검색뿐만 아니라 대상체 내부의 핵물질도 검색할 수 있게 된다. 그로 인해, 대상체의 검색 성능을 향상시킬 수 있게 된다.
- [18] 둘째, 기존 사용되었던 고가의 중성자선원이 아닌 유지/보수 비용이 저렴하며 초기 비용이 저렴한 중성자를 중성자로 변환시켜 핵물질을 검색함에 따라, 경제성을 향상시킬 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

- [19] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 엑스레이와 중성자를 이용하는 화물검색장치를 개략적으로 도시한 도면,
- [20] 도 2는 일반적으로 중성자선원으로 기존에 사용되었던 Cf-252 동위원소와, 15MeV의 에너지 크기를 가지는 전자빔을 이용하여 발생된 중성자의 에너지 스펙트럼을 개략적으로 비교한 그래프, 그리고,
- [21] 도 3은 Cf-252 동위원소, 일반적인 중성자 발생기 및, 본 발명에 의한 전자빔을 이용하여 발생된 중성자를 이용한 화물검색장치의 경제성을 개략적으로 비교한 그래프이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [22] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참고하여 설명한다.
- [23]
- [24] 도 1을 참고하면, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 화물검색장치(1)는 전자빔 가속유닛(10), 엑스레이 안내유닛(20), 중성자 안내유닛(30) 및 검출유닛(40)을 포함한다.
- [25] 참고로, 본 발명에서 설명하는 화물검색장치(1)는 항만 및/또는 공항과 같이 국제 화물이 출입되는 시설에 설치되어, 발생된 엑스레이(X)와 중성자(N)를 이용해 화물에 대한 검색을 수행한다. 본 실시예에서는, 도 1의 도시와 같이, 상기 화물검색장치(1)가 컨테이너와 같은 소정 대상체(O) 내부의 화물 즉, 내용물(C)을 검색하는 것으로 예시한다. 이때, 도 1의 도시된 내용물(C) 중, C1은 금속물질, C2는 유기물질 및, C3는 핵물질인 것으로 도시 및 예시한다. 즉, 본 실시예에 의한 화물검색장치(1)는 일반적인 화물과 더불어 대상체(O) 내부의 핵물질(C3) 까지도 검색한다.
- [26]
- [27] 상기 전자빔 가속유닛(10)은 적어도 하나 이상의 에너지 크기를 가지는 전자빔(B)을 가속시킨다. 상기 전자빔 가속유닛(10)은 제1 및 제2가속부(11)(12)를 포함하여, 복수의 에너지 크기를 가지는 적어도 하나의 제1

및 제2전자빔(B1)(B2)을 가속시킨다. 구체적으로, 상기 제1가속부(11)는 엑스레이 안내유닛(20)을 향해 적어도 하나 이상의 에너지 크기를 가지는 제1전자빔(B1)을 가속시키며, 상기 제2가속부(12)는 중성자 안내유닛(30)을 향해 제1전자빔(B1)의 에너지 크기와 다른 적어도 하나 이상의 에너지 크기를 가지는 제2전자빔(B2)을 가속시킨다.

[28] 본 실시예에서는 상기 제1가속부(11)가 6MeV 및 9MeV 크기의 에너지를 가지는 제1전자빔(B1)을 순차적으로 상호 교번적으로 발생시켜 가속시키는 것으로 예시한다. 아울러, 제2가속부(12)는 15MeV 크기의 에너지를 가지는 제2전자빔(B2)을 가속시키는 것으로 예시한다. 그러나, 상기 제1 및 제2가속부(11)(12)에서 가속되는 제1 및 제2전자빔(B)의 에너지 크기 등은 다양하게 가변 가능함은 당연하다. 아울러, 상기 전자빔 가속유닛(10)이 단일 가속부로 구성되어, 서로 다른 에너지 크기를 가지는 복수의 전자빔(B)을 조건에 따라 다양하게 가속시키는 변형예도 가능하다.

[29] 상기 엑스레이 안내유닛(20)은 전자빔 가속유닛(10)으로부터 가속된 제1 및 제2전자빔(B1)(B2) 중 적어도 어느 하나를 엑스레이(X-ray)(X)로 변환시켜 대상체(O)로 안내한다. 본 실시예에서는 엑스레이 안내유닛(20)이 제1전자빔(B1)을 엑스레이(X)로 변환시키는 것으로 예시한다. 이러한 엑스레이 안내유닛(20)은 제1전자빔(B1)을 엑스레이(X)로 변환시키는 제1변환부(21)와, 변환된 엑스레이(X)를 대상체(O)로 안내하는 제1콜리메이터부(22)를 포함한다.

[30] 여기서, 상기 제1변환부(21)는 장수명 특성을 가지는 텅스텐(Tungsten)으로 형성되는 텅스텐 타켓을 포함한다. 이러한 텅스텐 타켓을 포함하는 제1변환부(21)는 플레이트 형상을 가지고, 전자빔 가속유닛(10) 중 제1가속부(11)와 마주하도록 배치된다.

[31] 상기 제1콜리메이터부(22)는 제1변환부(21)에서 변환되어 방출되는 엑스레이(X)의 방향을 조절하여 대상체(O)로 안내한다. 이때, 상기 제1콜리메이터부(22)에는 엑스레이(X)를 투과시켜 안내하기 위한, 엑스레이(X)가 통과하는 제1슬릿(Slit)(23)이 마련된다. 상기 제1슬릿(23)이 제1변환부(21)와 대상체(O) 사이에 상호 마주하도록 배치됨으로써, 슬릿(23)을 통과한 엑스레이(X)가 대상체(O)로 안내된다.

[32] 상기 중성자 안내유닛(30)은 전자빔 가속유닛(10)으로부터 가속된 제1 및 제2전자빔(B2) 중, 제2전자빔(B2)을 중성자(N)로 변환시켜 대상체(O)로 안내한다. 참고로, 본 실시예에서는 상술한 엑스레이 안내유닛(20)이 제1전자빔(B1)을 엑스레이(X)로 변환시키고, 중성자 안내유닛(30)이 제2전자빔(B2)을 중성자(N)로 변환시키는 것으로 예시하였으나, 꼭 이에 한정되지 않음은 당연하다. 즉, 상기 제1전자빔(B1)이 중성자(N)로 변환되고, 제2전자빔(B2)이 엑스레이(X)로 변환되는 것과 같은 변형 실시가 가능함은 당연하다.

[33] 상기 중성자 안내유닛(30)은 상술한 엑스레이 안내유닛(20)과 마찬가지로,

제2변환부(31)와 제2콜리메이터부(32)를 포함한다.

- [34] 상기 제2변환부(31)는 상기 제2전자빔(B2)을 중성자(N)로 변환시킨다. 이때, 상기 제2변환부(31)는 제1변환부(21)와 마찬가지로 텅스텐(Tungsten)으로 형성되는 텅스텐 타켓을 포함한다. 그러나, 상기 제2변환부(31)는 상기 제2전자빔(B2)이 중성자(N)로 변환되어 진행되는 방향을 기준으로, 제1변환부(21)의 길이보다 긴 형상을 가진다. 즉, 상기 제1변환부(21)는 플레이트(Plate) 형상을 가지는 반면에, 제2변환부(31)는 바(Bar) 형상을 가진다. 참고로, 상기 제2변환부(31)의 길이가 길수록 중성자(N) 발생율을 높일 수 있다.
- [35] 이렇게 제2전자빔(B2)이 제2변환부(31)로 입사되면, 일차로 고에너지의 감마선이 방출되며, 상기 감마선은 다시 2차로 광핵반응(photo neutron(γ , n) reaction)으로 중성자(N)를 방출한다. 이때, 상기 제2전자빔(B2)의 빔전류(beam current)가 1mA(6.26×10^{15} electrons/sec)일 경우, 15MeV의 에너지 크기를 가지는 제2전자빔(B2)이 텅스텐 타켓인 제2변환부(31)에 의한 중성자 발생율은 5×10^{12} neutrons/sec 정도이다.
- [36] 한편, 본 실시예에서는 제2변환부(31)가 단일개로 구성되어, 대상체(O) 내부에 핵물질(C3)의 유무를 검출하는 것으로 예시하였으나, 제2변환부(31)가 복수개로 구성되어 핵물질(C3)의 유무뿐만 아니라 대상체(O) 내부에서 핵물질(C3)의 배치 상태까지도 검출할 수 있는 변형에도 가능하다.
- [37] 상기 제2콜리메이터부(32)는 제1콜리메이터부(22)와 마찬가지로, 제2슬릿(33)을 구비하여 중성자(N)를 대상체(O)로 안내한다. 여기서, 상기 제2슬릿(33) 또한, 제1슬릿(23)과 마찬가지로 제2변환부(31)와 대상체(O)의 사이에서 상호 마주하도록 형성된다.
- [38] 한편, 상기와 같은 엑스레이 안내유닛(20) 및 중성자 안내유닛(30)은 전자빔 가속유닛(10) 및 대상체(O) 사이에 배치되되, 전자빔 가속유닛(10)과 마주하도록 상호 나란하게 배치됨이 좋다.
- [39] 상기 검출유닛(40)은 대상체(O)를 통과한 엑스레이(X) 및 중성자(N)를 검출한다. 이를 위해, 상기 검출유닛(40)은 엑스레이(X)와 중성자(N)를 각각 검출하는 제1 및 제2검출부(21)(31)를 포함하여, 엑스레이(X) 및 중성자(N)를 각각 검출한다.
- [40]
- [41] 상기와 같은 구성을 가지는 본 발명에 의한 화물검색장치(1)에 의한 대상체(O)의 내용물(C)을 검색하는 방법도 1을 참고하여 설명한다.
- [42] 도 1의 도시와 같이, 상기 전자빔 가속유닛(10)의 제1 및 제2가속부(11)(12)로부터 제1 및 제2전자빔(B1)(B2)이 각각 가속된다. 가속되는 제1 및 제2전자빔(B1)(B2)은 엑스레이 안내유닛(20) 및 중성자 안내유닛(30)의 제1 및 제2변환부(21)(31)로 각각 입사된다. 그로 인해, 상기 제1 및 제2전자빔(B1)(B2)은 각각 엑스레이(X)와 중성자(N)로 변환되어 각각 제1 및 제2콜리메이터부(22)(32)를 거쳐 대상체(O)로 안내된다.

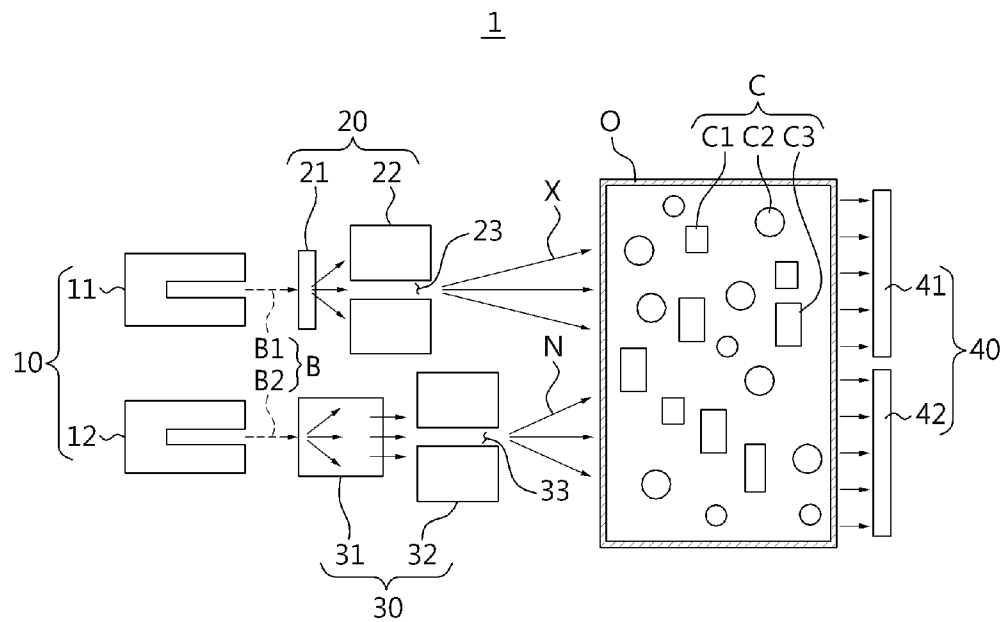
- [43] 상기 대상체(O)를 통과한 엑스레이(X) 및 중성자(N)는 검출유닛(40)의 제1 및 제2검출부(21)(31)를 통해 각각 검출된다. 그로 인해, 상기 대상체(O)를 통과한 엑스레이(X)에 의해 금속물(C1) 및/또는 유기물(C2)가 검출됨과 아울러, 핵물질(C3)도 함께 검출된다.
- [44]
- [45] 한편, 일반적으로 중성자선원으로 기존에 사용되었던 Cf-252 동위원소와, 15MeV의 에너지 크기를 가지는 전자빔(B2)을 이용하여 발생된 중성자(N)의 에너지 스펙트럼 비교가 도 2에 도시된다. 도 2의 도시와 같이, 15MeV 에너지 크기의 전자빔(B2)에서 나오는 중성자 스펙트럼이 Cf-252 동위원소로부터 발생된 스펙트럼과 유사함을 확인할 수 있다. 이에 따라, 상기 전자빔 가속유닛(10)으로부터 발생된 전자빔(B)을 이용하여 중성자(N)를 발생시킬 경우, 기존의 Cf-252 동위원소와 유사한 핵물질 검색 성능을 기대할 수 있다. 참고로, 상기 전자빔(B)을 이용해 발생된 중성자(N)의 평균에너지는 대략 2MeV이다.
- [46] 또한, 상기 대상체(O)의 내용물(C) 검색에 사용될 수 있는 Cf-252 동위원소, 일반적인 중성자 발생기 및, 전자빔(B)을 이용하여 발생된 중성자(N)로 인한 검색방법의 경제성을 비교한 그래프가 도 3에 도시된다. 도 3의 그래프는 중성자발생율을 $N=1.0 \times 10^8 \text{ n/sec}$ 으로 유지시키는 조건에서 라이프-타임(Life-time) 누적비용을 비교하여 분석하였다. 상기 Cf-252 동위원소의 경우, 반감기가 2.8년으로 주기적으로 새로운 선원을 보충해야 함에 따라, 년도별로 비용이 계속적으로 상승된다. 상기 일반적인 중성자 발생기의 경우는 초기 구입비용이 다소 고가이며, 지속적으로 가스를 충전해야 함으로써, 비용적으로 불리하다. 그러나, 본 발명에 의한 전자빔(B)을 이용하여 발생된 중성자(N)의 경우에는 상술한 Cf-252 동위원소 및 일반적인 중성자 발생기보다 낮은 비용으로 오랜 시간 사용될 수 있다.
- [47] 상술한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만 해당 기술분야의 숙련된 당업자라면 하기의 청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

청구범위

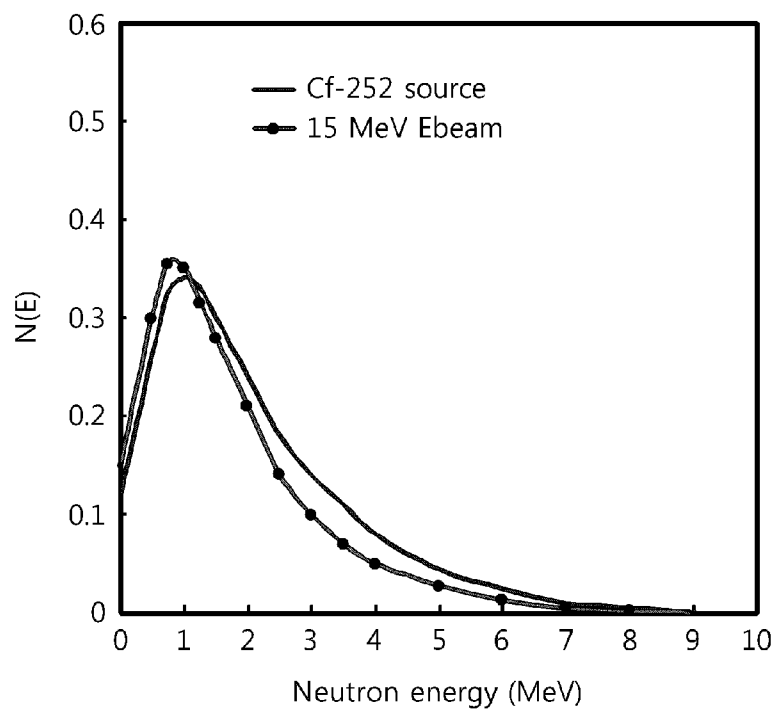
- [청구항 1] 적어도 하나 이상의 에너지 크기를 가지는 전자빔을 가속시키는 전자빔 가속유닛;
상기 전자빔 가속유닛으로부터 가속된 상기 전자빔을 엑스레이(X-ray)로 변환시켜 화물이 내장된 대상체로 안내하는 엑스레이 안내유닛;
상기 전자빔 가속유닛으로부터 가속된 상기 전자빔을 중성자로 변환시켜 상기 대상체로 안내하는 중성자 안내유닛; 및
상기 대상체를 통과한 상기 엑스레이 및 중성자를 검출하는 검출유닛;
을 포함하는 화물검색장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 엑스레이 안내유닛 및 중성자 안내유닛은 상기 전자빔 가속유닛과 마주하도록 상호 나란하게 배치되는 화물검색장치.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 전자빔 가속유닛은,
상기 엑스레이 안내유닛을 향해 적어도 하나 이상의 에너지 크기를 가지는 제1전자빔을 가속시키는 제1가속부; 및
상기 중성자 안내유닛을 향해 상기 제1전자빔의 에너지 크기와 다른 적어도 하나 이상의 에너지 크기를 가지는 제2전자빔을 가속시키는 제2가속부;
를 포함하는 화물검색장치.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 엑스레이 안내유닛은, 상기 전자빔을 엑스레이로 변환시키는 적어도 하나의 제1변환부와, 변환된 상기 엑스레이를 상기 대상체로 안내하는 적어도 하나의 제1콜리메이터부를 포함하며,
상기 중성자 안내유닛은, 상기 전자빔을 중성자로 변환시키는 적어도 하나의 제2변환부와, 변환된 상기 중성자를 상기 대상체로 안내하는 적어도 하나의 제2콜리메이터부를 포함하되,
상기 전자빔이 상기 중성자로 변환되어 진행되는 방향을 기준으로, 상기 제2변환부의 길이가 상기 제1변환부의 길이보다 긴 화물검색장치.
- [청구항 5] 제4항에 있어서,
상기 제1 및 제2변환부는 텅스텐(Tungsten) 타겟을 포함하는 화물검색장치.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,
상기 검출유닛은 상기 엑스레이와 중성자를 각각 검출하는 제1 및

- 제2검출부를 포함하는 화물검색장치.
- [청구항 7] 적어도 하나 이상의 에너지 크기를 가지는 전자빔을 가속시키는 전자빔 가속유닛;
상기 전자빔 가속유닛으로부터 가속된 상기 전자빔을 엑스레이(X-ray) 및 중성자로 변환시켜 화물이 내장된 대상체로 안내하는 안내유닛; 및
상기 대상체를 통과한 상기 엑스레이 및 중성자를 검출하여, 상기 대상체 내부의 화물 및 핵물질을 검색하는 검출유닛;
을 포함하는 화물검색장치.
- [청구항 8] 제7항에 있어서,
상기 안내유닛은 상기 엑스레이와 중성자를 각각 안내하는 엑스레이 안내유닛 및 중성자 안내유닛을 포함하되, 상기 엑스레이 안내유닛 및 중성자 안내유닛은 상기 전자빔 가속유닛과 마주하도록 상호 나란하게 배치되며,
상기 검출유닛은 상기 엑스레이와 중성자를 각각 검출하는 제1 및 제2검출부를 포함하는 화물검색장치.
- [청구항 9] 제7항에 있어서,
상기 전자빔 가속유닛은 서로 다른 에너지 크기의 전자빔을 적어도 하나 가속시키는 복수의 가속부를 포함하는 화물검색장치.
- [청구항 10] 제8항에 있어서,
상기 엑스레이 안내유닛은, 상기 전자빔을 엑스레이로 변환시키는 적어도 하나의 제1변환부와, 변환된 상기 엑스레이를 상기 대상체로 안내하는 적어도 하나의 제1콜리메이터부를 포함하며,
상기 중성자 안내유닛은, 상기 전자빔을 중성자로 변환시키는 적어도 하나의 제2변환부와, 변환된 상기 중성자를 상기 대상체로 안내하는 적어도 하나의 제2콜리메이터부를 포함하되,
상기 전자빔이 상기 중성자로 변환되어 진행되는 방향을 기준으로, 상기 제2변환부의 길이가 상기 제1변환부의 길이보다 긴 화물검색장치.

[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]

