

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2012년 11월 22일 (22.11.2012)



(10) 국제공개번호
WO 2012/157919 A2

- (51) 국제특허분류: 미분류
(21) 국제출원번호: PCT/KR2012/003747
(22) 국제출원일: 2012년 5월 14일 (14.05.2012)
(25) 출원언어: 한국어
(26) 공개언어: 한국어
(30) 우선권정보: 10-2011-0045241 2011년 5월 13일 (13.05.2011) KR
(71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): **성균관대학교 산학협력단 (RESEARCH & BUSINESS FOUNDATION SUNKYUNKWAN UNIVERSITY)** [KR/KR]; 경기도 수원시 장안구 천천동 300, 440-746 Gyeonggi-do (KR).
(72) 발명자: **김**
(75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): **채종서 (CHAI, Jong Seo)** [KR/KR]; 서울 노원구 중계본동 대림벽산아파트 101-1204, 139-958 Seoul (KR).

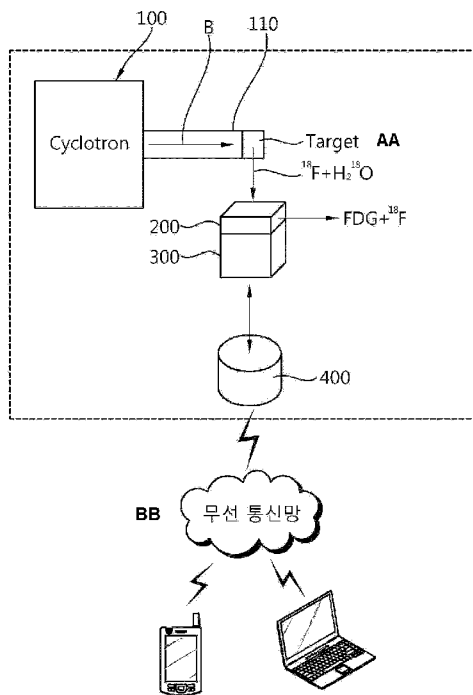
- (74) 대리인: **김삼용 (KIM, Sam Yong)**; 서울시 강남구 역삼동 735-10 삼흥역삼빌딩 2층 에센트허법률사무소, 135-080 Seoul (KR).
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, 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,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: APPARATUS FOR SYNTHESIS OF RADIOACTIVE COMPOUND

(54) 발명의 명칭 : 방사성 화합물 합성장치

[Fig. 1]



100 ... Cyclotron
AA ... Wireless communication network
BB ... Target

(57) Abstract: An apparatus that can determine the accurate location of a radioactive substance and whether there is a leak of a radioactive substance is necessary in an apparatus for synthesis of radioactive compounds. According to the present invention, which is to solve such technical problems, an apparatus for synthesis of radioactive compounds comprises: a synthesizing unit for synthesizing a radioactive compound for positron emission tomography by reacting a radioactive isotope and glucose; a frame, made of radiation-shielding material, having a plurality of concave grooves; and radiation sensors, disposed in the interior of the plurality of concave grooves, for sensing the radiation emitted by the synthesizing unit.

(57) 요약서: 방사성 화합물 합성장치에서 방사능 물질의 정확한 위치 또는 누설여부를 파악할 수 있는 장치가 필요하다. 이러한 과제를 해결하기 위한 본 발명에 따른 방사성 화합물 합성장치는, 방사성 동위원소와 글루코스를 반응시킴으로써 양성자 방출 단층촬영용 방사성 화합물을 합성하는 합성유닛과, 복수개의 오목홈이 형성된 방사능 차폐 재질의 프레임 및 상기 복수개의 오목홈 내부에 설치되어 상기 합성유닛으로부터 방출되는 방사능을 감지하는 방사선 센서를 포함한다.



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, **공개:**
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, 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))

명세서

발명의 명칭: 방사성 화합물 합성장치

기술분야

- [1] 본 발명은 방사성 화합물 합성장치에 관한 것으로서, 보다 자세하게는 PET에 사용될 수 있는 방사성 의약품의 합성장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 사이클로트론으로부터 십 수 MeV의 양성자 빔이 타겟(표적장치)인 $H_2^{18}O$ 에 조사되면 방사성 동위원소인 ^{18}F 이온이 생성된다. 생성된 ^{18}F 이온이 글루코스 분자의 2번 위치에 부착이 되면 FDG가 된다. FDG는 글루코스 유사체(glucose analog)(2- deoxy- 2- (^{18}F) fluoro-D-glucose)이다. FDG는 양성자 방출 단층촬영(PET)에 사용될 수 있다.
- [3] 종래 기술(한국등록특허 10-1001300)에 의하면 사이클로트론의 타겟으로부터 나오는 방사선을 차폐할 수 있도록 원거리에 설치된 장소 또는 핫셀 내부에서 FDG를 생산하고 있다. 일반적으로 사이클로트론의 타겟으로부터 핫셀까지의 거리는 수십 미터에 이른다. 또한, 직경 1 밀리미터 이내의 관로를 따라 ^{18}F 이 혼합된 $H_2^{18}O$ 을 이송하게 되며, 이송되는 $H_2^{18}O$ 은 1~2cc에 불과하다. 그리고, 관로의 연결부 또는 꺾이는 부분에서 ^{18}F 이 혼합된 $H_2^{18}O$ 이 유실되는 경우가 많이 발생하고 있다.
- [4] 1~2cc의 $H_2^{18}O$ 에는 약 2 Ci 이상의 높은 방사선이 검출되기 때문에 핫셀까지의 이송과정에서 방사능 물질 유출 및 환경 오염 문제가 제기되고 있다. ^{18}F 은 1.2 MeV의 높은 에너지를 방사하는 핵종이므로 매우 주의가 요구된다. ^{18}F 이 혼합된 $H_2^{18}O$ 을 먼 거리까지 이송해야 하고 유실의 위험이 컸기 때문에 높은 방사능을 가진 ^{18}F 을 생산해야만 한다. 그래서, 높은 방사능을 가진 ^{18}F 을 생산하기 위해서 1~2 시간 동안 양성자빔을 계속 조사해야만 하는 문제가 있다. 그러나, 종래 기술에 의하면 FDG생산과정에서 방사능 물질의 정확한 위치 또는 누설여부를 파악할 수가 없다는 문제가 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [5] 방사성 화합물 합성장치에서 방사능 물질의 정확한 위치 또는 누설여부를 파악할 수 있는 장치가 필요하다.
- [6] 본 발명의 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 당업자가 명확하게 이해할 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

- [7] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명에 따른 방사성 화합물 합성장치는, 방사성 동위원소와 글루코스를 반응시킴으로써 양성자 방출 단층촬영용 방사성

화합물을 합성하는 합성유닛; 복수개의 오목홈이 형성된 방사능 차폐 재질의 프레임; 및 상기 복수개의 오목홈 내부에 설치되어 상기 합성유닛으로부터 방출되는 방사능을 감지하는 방사선 센서;를 포함한다.

- [8] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명에 따른 방사성 화합물 합성장치는, 방사성 동위원소와 글루코스를 반응시킴으로써 양성자 방출 단층촬영용 방사성 화합물을 합성하는 합성유닛; 소정의 깊이를 가지는 복수개의 윈도우가 형성되도록 격자형태로 마련된 방사능 차폐 재질의 프레임; 및 상기 복수개의 윈도우 내부에 설치되어 상기 합성유닛으로부터 방출되는 방사능을 감지하는 방사선 센서;를 포함한다.
- [9] 또한, 상기 방사선 센서가 방사선을 감지한 결과를 디스플레이하는 디스플레이 유닛을 더 포함할 수 있다.
- [10] 또한, 상기 윈도우의 깊이는 상기 윈도우의 대각선 거리의 0.5배 이상 및 100배 이하일 수 있다.
- [11] 또한, 상기 프레임은 납으로 형성될 수 있다.
- [12] 또한, 상기 방사선 센서는 상기 합성유닛 내부의 방사성 동위원소 또는 방사성 화합물의 유로에 대응되는 윈도우에 설치될 수 있다.
- [13] 또한, 상기 프레임은 베이스 유닛에 설치되며, 상기 합성유닛은 상기 프레임과 접하도록 상기 베이스 유닛에 착탈 가능하게 설치될 수 있다.
- [14] 또한, 상기 합성유닛은 사이클로트론으로부터 조사되는 빔이 타겟에 충돌함에 따라 생성되는 방사성 동위원소를 공급받을 수 있도록 상기 타겟이 수용된 타겟챔버에 착탈 가능하게 결합될 수 있다.

발명의 효과

- [15] 본 발명에 의하면 방사능 물질의 정확한 위치를 실시간으로 모니터링할 수 있는 효과가 있다.
- [16] 본 발명의 기술적 효과는 이상에서 언급한 효과로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 효과들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [17] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 방사성 화합물 합성장치의 개략적인 구성도이다.
- [18] 도 2는 타겟으로부터 생성된 ^{18}F 이 FDG생성모듈에 반입되는 과정을 간략하게 나타낸 부분 단면도이다.
- [19] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 방사성 화합물 합성장치의 FDG생성모듈과 베이스 유닛을 도시한 사시도이다.
- [20] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 방사성 화합물 합성장치의 분해 사시도이다.
- [21] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 FDG생성모듈의 제1모듈의 평면도이다.
- [22] 도 6은 도 4의 A부분을 확대한 확대 사시도이다.

[23] 도 7은 방사선 검출 유닛의 동작을 설명하기 위한 방사선 검출 유닛의 부분 단면도이다.

[24] 도 8은 방사선 검출 유닛의 동작을 설명하기 위한 방사선 검출 유닛의 평면도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[25] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 실시예는 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 도면에서의 요소의 형상 등은 보다 명확한 설명을 위하여 과장되게 표현된 부분이 있을 수 있으며, 도면상에서 동일 부호로 표시된 요소는 동일 요소를 의미한다.

[26] FDG는 양성자 방출 단층촬영에 이용될 수 있다. 양성자 방출 단층촬영용 동위원소로는 ^{18}F , ^{11}C , ^{15}O 그리고 ^{13}N 등이 있다. 이하에서는 ^{18}F 를 대상으로 하는 실시예를 기술하였다. 그러나, 반드시 이에 한정되지는 않으며 다른 양성자 방출 단층촬영용 동위원소를 적용하는 방사능 물질 합성모듈의 경우에도 적용이 가능하다.

[27] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 방사성 화합물 합성장치의 개략적인 구성도이다.

[28] 사이클로트론(100)에 의하여 가속된 양성자 빔(B)이 유도관을 통과하여 타겟(표적장치)에 조사된다. 타겟에는 H_2^{18}O 이 채워져 있고, 양성자 빔(B)이 타겟에 충돌하여 ^{18}F 이 생성된다.

[29] ^{18}F 이 혼합된 H_2^{18}O 이 별도의 중간 운반체에 의하지 않고 직접적으로 FDG합성모듈(200)로 반입되며, FDG합성모듈(200) 내부에서 여러 단계의 화학반응을 거쳐서 FDG가 생성된다. 이와 관련하여, 종래에는 ^{18}F 이 혼합된 H_2^{18}O 을 가늘고 긴 관로를 거쳐서 합성장치로 운반하거나 별도의 용기에 저장하여 사람이 직접 운반할 수 밖에 없는 구성이었다. 그러나, 본 발명에 따르면 ^{18}F 이 혼합된 H_2^{18}O 을 생성하는 사이클로트론(100)과 FDG합성모듈(200)이 일체로 된다.

[30] 이에 따라, 약 100~200mCi의 비교적 약한 방사능을 가지도록 ^{18}F 이 혼합된 H_2^{18}O 을 생산해도 되기 때문에 방사선 피폭의 위험성이 감소되는 효과가 있다. 또한, 그 만큼 양성자빔을 조사(irradiation)하는 시간을 줄일 수 있으므로 생산성이 향상되는 효과가 있다.

[31] 또한, 화합물의 운반시간이 절약되기 때문에 방사성 화합물 합성시간도 약 15분 이내로 줄일 수 있는 효과가 있다. 이에 따라, 방사성 화합물 합성 과정에서 발생할 수 있는 다양한 상황에 대하여 신속한 대처가 가능하게 되는 효과가 있다.

- [32] 베이스 유닛(300)은 FDG합성모듈(200)과 결합될 수 있으며, FDG합성모듈(200)을 소정의 온도로 가열하거나 냉각할 수 있다.
- [33] 제어 유닛(400)은 베이스 유닛(300)을 제어할 수 있다. 또한, FDG합성모듈(200)에 설치된 밸브 등을 제어할 수도 있다.
- [34] 제어 유닛(400)은 무선통신망을 통하여 원격으로 무선단말기(스마트폰, 태블릿 PC, 랩탑 PC)로부터 제어될 수 있다.
- [35] 도 2는 타겟으로부터 생성된 ^{18}F 이 FDG합성모듈에 반입되는 과정을 간략하게 나타낸 부분 단면도이다.
- [36] 양성자 빔(B)은 유도관(110) 내부를 통하여 타겟챔버(124)에 수용된 타겟에 조사되어 ^{18}F 이 생성된다. 본 실시예에서 타겟은 H_2^{18}O 일 수 있다. 호일블럭(123)의 양면에는 제1호일(121)과 제2호일(122)이 설치된다. 타겟챔버(124)의 일측에는 냉각을 위한 냉각챔버(125)가 설치된다.
- [37] 가스유입유로(126)를 통하여 불활성 가스인 헬륨(He)이 투입되어 ^{18}F 이 혼합된 H_2^{18}O 을 반출유로(127)를 통하여 밀어낸다. 그리고, 반출유로(127)에 직접 연결된 FDG합성모듈(200) 내부로 ^{18}F 이 혼합된 H_2^{18}O 이 반입된다. 반출유로(127)의 단부로부터 FDG합성모듈(200)까지의 거리는 불과 수 밀리미터 또는 수 센티미터에 불과하다. 경우에 따라, 반출유로(127)의 단부와 FDG합성모듈(200) 사이에 연결관로를 설치하더라도 이격 거리는 1미터 미만일 수 있다.
- [38] 종래기술에 의하면, 방사성 화합물 합성장치에 별도의 압축공기 펌프 등이 필요하다. 그러나, 본 발명에 따르면, 가스유입유로(126)에 연결되는 헬륨 공급장치(미도시) 하나만으로도 화합물의 합성 및 운반에 있어서 충분하다. 즉, 압축 헬륨가스 봄베와 연결된 합성장치의 마이크로 가스 유량 조절기를 이용하여 가스압력을 조절함으로써 화합물의 유량을 조절할 수 있다. 이에 따라, 대용량의 시린지 펌프를 부착할 필요가 없어 합성장치의 소형화가 가능하게 되는 효과가 있다.
- [39] 타겟챔버(124)의 주위에 붕소를 포함한 플라스틱체를 설치하여 고에너지 중성자빔을 차폐할 수 있다. 이에 따라, H_2^{18}O 과 반응하게 되는 중성자를 최소화하고 H_2^{18}O 과 양성자 사이의 핵반응 확률을 높일 수 있다.
- [40] FDG합성모듈(200)의 제1홀(221a)(도 5 참조)은 반출유로(127)의 단부에 탈착이 가능하게 설치되며, 결합되는 경우에는 수밀성을 유지할 수 있는 다양한 결합구조가 적용될 수 있다. FDG합성모듈(200)은 가로, 세로, 높이가 각각 20 센티미터 이하이며, 본 실시예에서는 가로 13 센티미터, 세로 11 센티미터로 제작되었다.
- [41] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 방사성 화합물 합성장치의 FDG합성모듈과 베이스 유닛을 도시한 사시도이다.
- [42] 도 3에서 보듯이, FDG합성모듈(200)은 베이스 유닛(300)의 베이스(310)에 탈착가능하게 결합될 수 있다. 온도조절유닛(320)은 FDG합성모듈(200)의 반응챔버(229,239)를 외부에서 가열하거나 냉각할 수 있다. FDG합성모듈(200)의

반응챔버(229,239) 부분은 다른 부분보다 두께가 얇게 형성되어서 온도조절유닛(320)에 의한 가열 또는 냉각의 효과가 직접적으로 반응챔버(229,239) 내부로 미칠 수 있다. 또는 FDG합성모듈(200)의 하면에는 온도조절유닛(320)과 접하는 위치에 오목부가 형성되고, 온도조절유닛(320)은 상기 오목부에 삽입되도록 구성될 수 있다.

- [43] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 방사성 화합물 합성장치의 분해 사시도이다.
- [44] 도 4에서 보듯이, 베이스(310)의 상면에는 방사선 검출 유닛(330)이 설치될 수 있다. 방사선 검출 유닛(330)에는 온도조절유닛(320)이 상부로 노출될 수 있도록 관통홀(331)이 형성될 수 있다.
- [45] 방사선 검출 유닛(330) 상면에는 FDG합성모듈(200)이 탈착 가능하게 설치될 수 있다.
- [46] FDG합성모듈(200)은 하부커버(210), 제1모듈(220), 제2모듈(230), 상부커버(240), 제1필터(251), 제1~7밸브(261~267)를 포함한다.
- [47] 하부커버(210)에는 온도조절유닛(320)이 제1모듈(220)의 반응챔버(229,239) 하면에 직접 접촉할 수 있도록 관통홀(211)이 형성될 수 있다.
- [48] 제1모듈(220)에는 ^{18}F 이 혼합된 H_2^{18}O 및 기타 FDG생성에 필요한 시료가 흐를 수 있는 유로가 형성되어 있으며, 밸브가 설치될 수 있는 삽입홈이 형성되어 있다. 즉, 유로는 방사성 화합물 합성에 필요한 물질의 이동통로이다.
- [49] 제2모듈(230)의 하면은 오목홈이 없는 수평면으로 형성될 수도 있고, 제1모듈(220)에 형성된 유로에 대응되는 형태로 오목홈이 형성될 수도 있다. 제2모듈(230)에는 제1~7밸브(261~267)(열 용융 밸브)가 설치되도록 제1~7밸브 설치홈(231~237)이 형성될 수 있다. 제1모듈(220)과 제2모듈(230)은 테플론 소재로 형성되거나, 또는 알루미늄 프레임에 테플론을 코팅함으로써 형성될 수 있다.
- [50] 상부커버(240)에는 제1필터(251)가 설치되도록 제1필터설치홈(248a,248b), 제1~7밸브(261~267)가 설치되도록 제1~7밸브 설치홈(241~247)이 형성될 수 있다.
- [51] 제1~7밸브(261~267)(열 용융 밸브)는 제어유닛(400)에 의하여 전자적으로 제어되는 전자식 밸브일 수 있다.
- [52] 다른 실시예로서, 제1~7밸브는 내부에 열에 약한 수지 재질의 충진부와, 충진부를 둘러싸거나 충진부 내부에 삽입된 히터코일을 포함하도록 마련될 수 있다. 이에 따라, 차단형 밸브로 형성하고자 하는 경우에는 히터코일에 전류가 흐르면 충진부가 녹아내리면서 유로를 차단하는 차단밸브로 기능을 수행할 수 있다. 반면, 개방형 밸브로 형성하고자 하는 경우에는 전류가 인가되기 전에는 충진부가 유로를 폐쇄하고 있으며, 전류가 히터코일에 인가되면 충진부가 녹아내리면서 유로를 개방시키도록 마련될 수 있다.
- [53] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 FDG생성모듈의 제1모듈의 평면도이다.
- [54] 도 5에서 보듯이, ^{18}F 이 혼합된 H_2^{18}O 이 투입되도록 일측면에 제1홀(221a)이

형성된다. ^{18}F 이 혼합된 H_2^{18}O 는 대략 1 밀리리터가 대략 10~15초 동안 제1홀(221a) 내부로 유입될 수 있다. ^{18}F 이 혼합된 H_2^{18}O 은 제1모듈(220)에 형성된 제1 유로(222a)의 끝단까지 흐른 다음에 제2모듈(230)에 형성된 제1홀(238a)(도 4 참조)을 통하여 제1필터(251)로 진입하게 된다.

- [55] 제1필터(251)는 ^{18}F 은 고정하는 반면, H_2^{18}O 는 통과시킨다. 제1필터(251)로서 AG1-X8 또는 음이온 교환수지 카트리지가 사용될 수 있다.
- [56] 다른 실시예로서, 제1필터는 제2모듈에 일체로 삽입설치될 수도 있다.
- [57] ^{18}F 이 필터링된 H_2^{18}O 는 제2모듈(230)의 제2홀(238b) 내부로 반입되고, 제1모듈(220)에 형성된 제3유로(222c)로 흐르게 된다. 제3유로(222c)로 흘러들어간 H_2^{18}O 는 제1밸브설치홈(223a)에 삽입된 제1밸브(261)를 관통하여 제4유로(222d)로 흐르게 되며 제3홀(221c)을 통하여 외부로 배출될 수 있다.
- [58] 나아가, 제어유닛(400)은 제1밸브(261)를 제어하여 닫힘상태(close)로 전환되도록 함에 따라 제3유로(222c)와 제4유로(222d)는 서로 차단된다. 이어서, 제어유닛(400)은 제2밸브(262)를 제어하여 열림상태(open)로 전환되도록 함에 따라 제3유로(222c)와 제5유로(222e)가 서로 연결되도록 한다.
- [59] ^{18}F 이 필터링된 H_2^{18}O 이 배출되고 나면, 제2홀(221b)을 통하여 제2유로(222b)로 TBAHCO₃(50~100 마이크로 리터)와 MeOH(약 700 마이크로 리터)가 유입되도록 한다. 이에 따라, 제1필터(251)에 고정되었던 ^{18}F 은 TBAHCO₃ 및 MeOH와 함께 제3유로(222c)로 흘러나가게 된다.
- [60] 제1밸브(261)는 차단된 상태이며, 제2밸브(262)는 개방상태이므로 ^{18}F 은 TBAHCO₃ 및 MeOH와 함께 제5유로(222e)를 흘러서 반응챔버(229,239)에 도달하게 된다. 그리고, 제어유닛(400)은 제3밸브(263)를 제어하여 닫힘상태(close)로 전환되도록 함에 따라 제5유로(222e)와 반응챔버(229,239)는 서로 차단된다.
- [61] 나아가, 제어유닛(400)은 온도조절유닛(320)을 제어하여 반응챔버(229,239)가 섭씨 90도에 이르도록 함으로써 잔존하는 미량의 H_2^{18}O 를 증발시킨다.
- [62] 다음으로, mannosetriflate와 acetonitril(700 마이크로 리터)를 약 5~10초간 제4홀(221d)을 통하여 제7유로(222g)로 유입시킨다. mannosetriflate와 acetonitril가 반응챔버(229,239)에 도달하게 되면, 제어유닛(400)은 온도조절유닛(320)을 제어하여 반응챔버(229,239)가 섭씨 70~80도에 이르도록 가열한다. 나아가, 제어유닛(400)은 제5밸브(265)를 제어하여 닫힘상태(close)로 전환되도록 함에 따라 제7유로(222g)와 반응챔버(229,239)는 서로 차단된다.
- [63] 다음으로, 제어유닛(400)은 온도조절유닛(320)을 제어하여 반응챔버(229,239)가 상온에 도달하도록 냉각한다.
- [64] 다음으로 HCl(700 마이크로리터)를 제5홀(221e)을 통하여 제6유로(222f)로 유입시킨다. HCl이 반응챔버(229,239)에 도달하면 제어유닛(400)은 온도조절유닛(320)을 제어하여 반응챔버(229,239)가 70~80도에 도달하도록 가열한 다음에 다시 냉각한다.

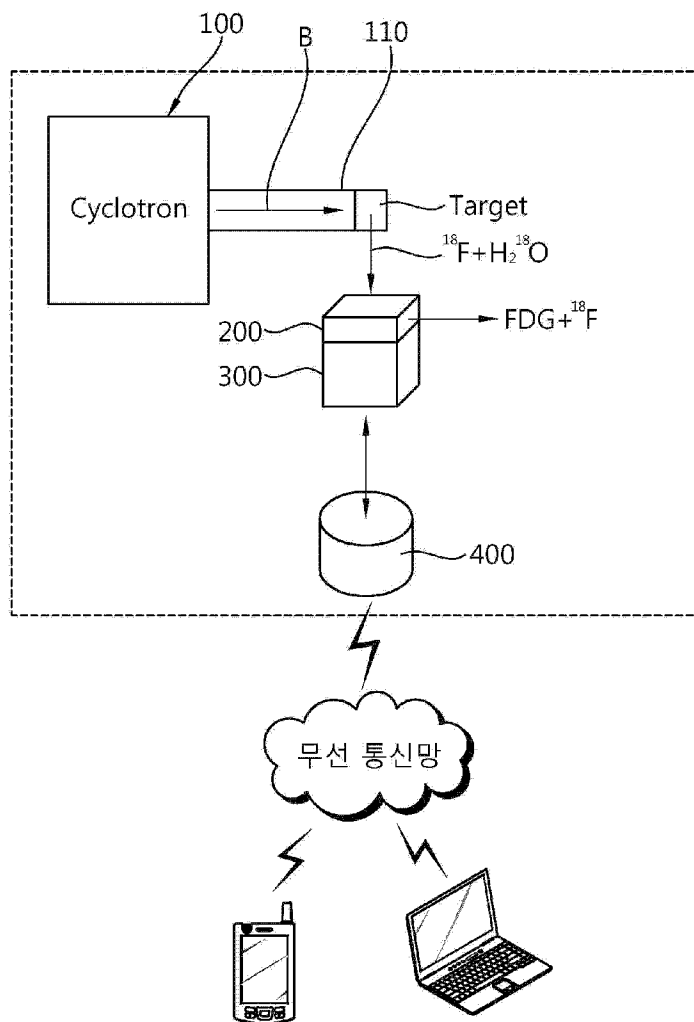
- [65] 나아가, 제어유닛(400)은 제4밸브(264)를 제어하여 닫힘상태(close)로 전환되도록 함에 따라 제6유로(222f)와 반응챔버(229,239)는 서로 차단된다.
- [66] 다음으로, 제어유닛(400)은 제7밸브(267)를 제어하여 개방상태로 전환되도록 함에 따라 제9유로(222i)와 반응챔버(229,239)가 서로 개방된다.
- [67] 다음으로, 질소 가스를 제6홀(221f)을 통하여 제8유로(222h)로 유입시킴으로써 반응챔버(229,239) 내부에 위치하는 반응물질이 개방상태로 전환된 제7밸브(267)를 통과하여 제7홀(221g)로 반출된다.
- [68] 제7홀(221g)로 반출된 반응물질은 $\text{KHCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 가 담긴 바이알로 이송되어 중성화과정을 거치게 된다. 그리고, alumina cartridge를 통과하도록 하여 잔존하는 ^{18}F 이 필터링된 FDG는 식염수가 담긴 바이알로 이송된다.
- [69] 도 6은 도 4의 A부분을 확대한 확대 사시도이다.
- [70] 도 6에서 보듯이, 방사선 검출 유닛(330)(프레임)에는 다수의 센서설치홈(331)(오목홈, 원도우)이 형성되어 있다. 그리고, 센서설치홈(331) 내부에는 방사선 센서(332)가 설치될 수 있다. 방사선 검출 유닛(330)은 방사선 차폐 성능을 가진 납(Pb)으로 형성될 수 있다. 한편, 방사선 센서가 방사선을 감지한 결과를 디스플레이할 수 있는 디스플레이 유닛이 포함될 수 있다.
- [71] 도 7은 방사선 검출 유닛의 동작을 설명하기 위한 방사선 검출 유닛의 부분 단면도이다.
- [72] 도 7에서 보듯이, 방사선 센서(332)는 센서설치홈(331)의 바닥에 설치된다. 측정대상인 방사능 물질로부터 방사선으로 방사선이 조사되는 경우, 센서설치홈(331)과 센서설치홈(331) 사이의 차폐벽(333)에 의하여 측면 방향으로 퍼지는 방사선은 차폐된다. 이에 따라, 센서설치홈(331)에 대략 수직 방향에 위치하는 방사능 물질로부터의 방사선이 방사선 센서(332)에 의하여 검출된다. 센서설치홈(331)의 깊이는 센서설치홈(331)의 대각선 거리의 0.5배에서 100배 정도일 수 있으며, 보다 적절하게는 0.5배에서 10배 사이일 수 있다.
- [73] 도 8은 방사선 검출 유닛의 동작을 설명하기 위한 방사선 검출 유닛의 평면도이다.
- [74] 도 8에서 보듯이, 방사선 센서(332)가 설치된 영역이 빗금으로 표시되어 있다. 보다 효율적인 측정을 위해서 방사능 물질인 ^{18}F 이 흐르는 제1모듈(220)의 제1~9유로(222a~222i)에 대응되는 영역에 방사선 센서(332)가 설치될 수 있다.
- [75] 이에 따라, 복수개의 방사선 센서(332)의 측정값을 토대로 ^{18}F 이 어디로 흘러가는지 실시간으로 모니터링이 가능하게 된다.
- [76] 다른 실시예로서, 방사선 센서(332)는 센서설치홈(331)의 전부에 설치될 수도 있다.
- [77] 앞에서 설명되고, 도면에 도시된 본 발명의 일 실시예는, 본 발명의 기술적 사상을 한정하는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 발명의 보호범위는 청구범위에 기재된 사항에 의하여만 제한되고, 본 발명의 기술분야에서 통상의

지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상을 다양한 형태로 개량 변경하는 것이 가능하다. 따라서 이러한 개량 및 변경은 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것인 한 본 발명의 보호범위에 속하게 될 것이다.

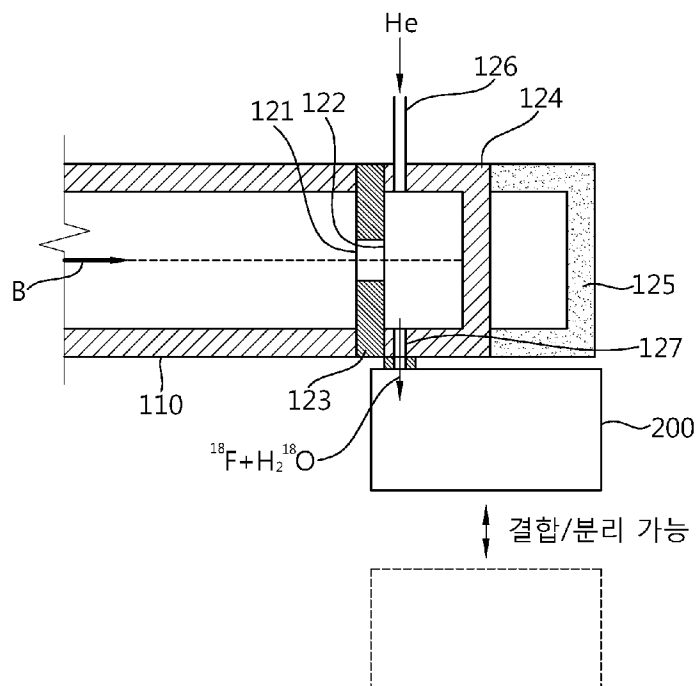
청구범위

- [청구항 1] 방사성 동위원소와 글루코스를 반응시킴으로써 양성자 방출 단층촬영용 방사성 화합물을 합성하는 합성유닛;
복수개의 오목홈이 형성된 방사능 차폐 재질의 프레임; 및
상기 복수개의 오목홈 내부에 설치되어 상기 합성유닛으로부터 방출되는 방사능을 감지하는 방사선 센서;를 포함하는 방사성 화합물 합성장치.
- [청구항 2] 방사성 동위원소와 글루코스를 반응시킴으로써 양성자 방출 단층촬영용 방사성 화합물을 합성하는 합성유닛;
소정의 깊이를 가지는 복수개의 윈도우가 형성되도록 격자형태로 마련된 방사능 차폐 재질의 프레임; 및
상기 복수개의 윈도우 내부에 설치되어 상기 합성유닛으로부터 방출되는 방사능을 감지하는 방사선 센서;를 포함하는 방사성 화합물 합성장치.
- [청구항 3] 제1항 또는 제2항에 있어서,
상기 방사선 센서가 방사선을 감지한 결과를 디스플레이하는 디스플레이 유닛을 더 포함하는 방사성 화합물 합성장치.
- [청구항 4] 제2항에 있어서,
상기 윈도우의 깊이는 상기 윈도우의 대각선 거리의 0.5배 이상 및 100배 이하인 방사성 화합물 합성장치.
- [청구항 5] 제1항 또는 제2항에 있어서,
상기 프레임은 납으로 형성된 방사성 화합물 합성장치.
- [청구항 6] 제1항 또는 제2항에 있어서,
상기 방사선 센서는 상기 합성유닛 내부의 방사성 동위원소 또는 방사성 화합물의 유로에 대응되는 윈도우에 설치되는 방사성 화합물 합성장치.
- [청구항 7] 제1항 또는 제2항에 있어서,
상기 프레임은 베이스 유닛에 설치되며,
상기 합성유닛은 상기 프레임과 접하도록 상기 베이스 유닛에 착탈 가능하게 설치되는 방사성 화합물 합성장치.
- [청구항 8] 제1항 또는 제2항에 있어서,
상기 합성유닛은 사이클로트론으로부터 조사되는 빔이 타겟에 충돌함에 따라 생성되는 방사성 동위원소를 공급받을 수 있도록 상기 타겟이 수용된 타겟챔버에 착탈 가능하게 결합되는 방사성 화합물 합성장치.

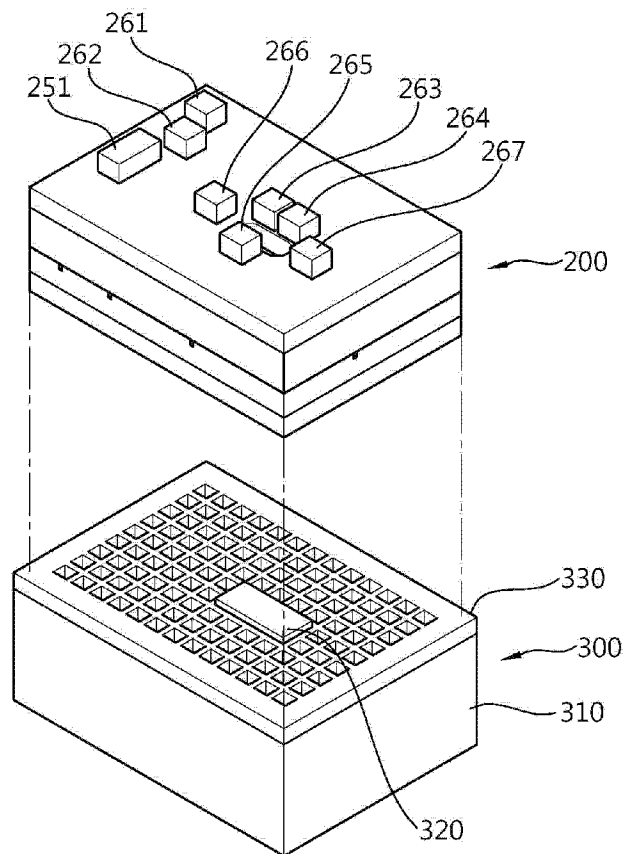
[Fig. 1]



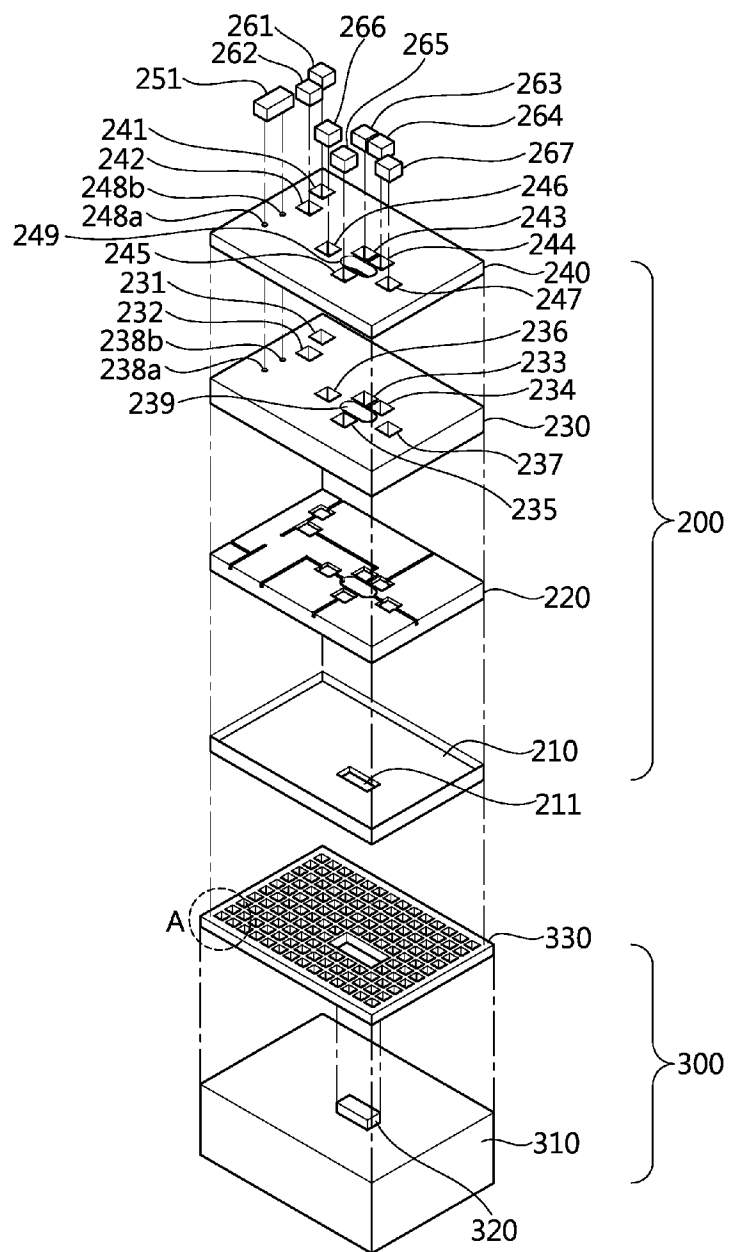
[Fig. 2]



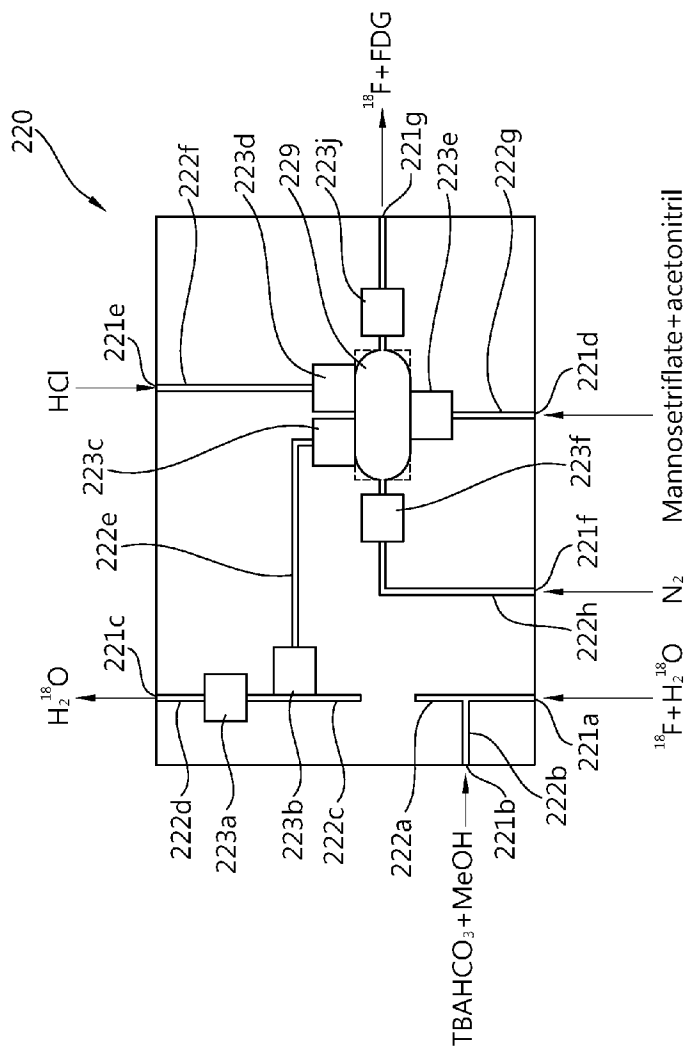
[Fig. 3]



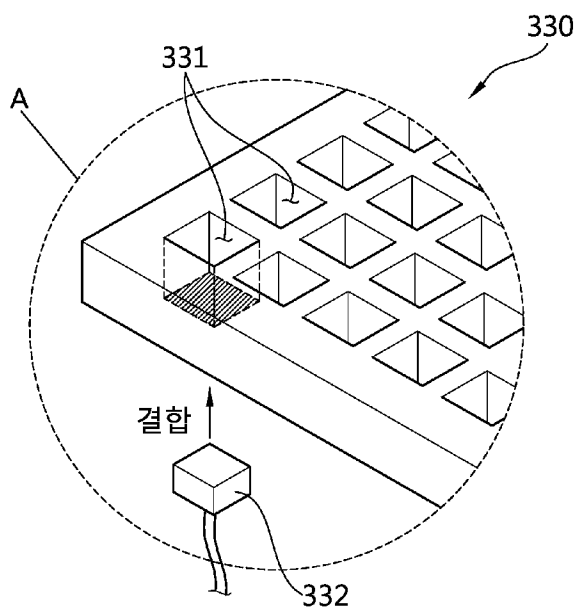
[Fig. 4]



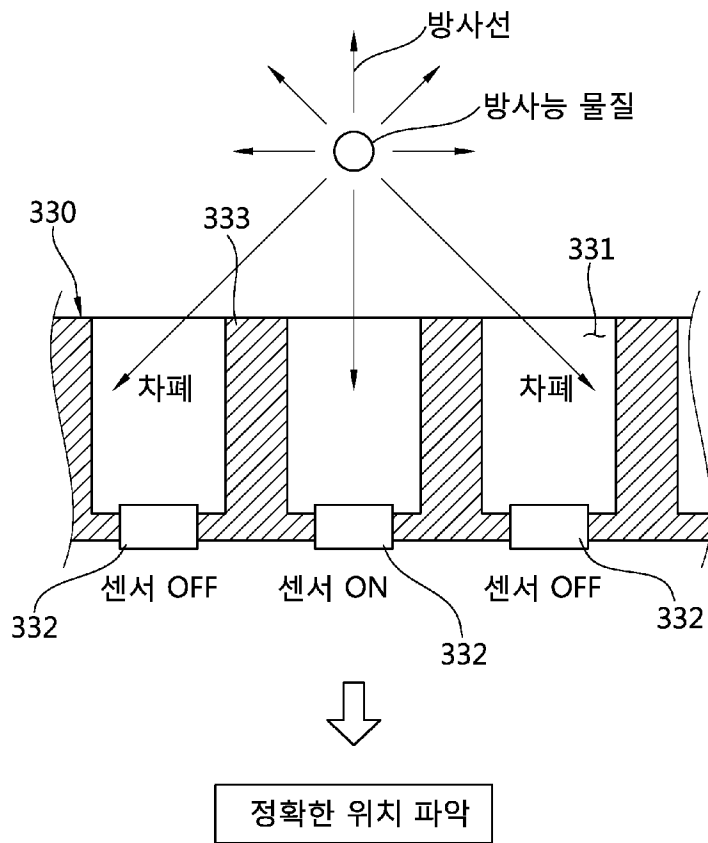
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]

