

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2016년 6월 23일 (23.06.2016)



(10) 국제공개번호
WO 2016/099142 A1

- (51) 국제특허분류:
A61N 5/10 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2015/013776
- (22) 국제출원일: 2015년 12월 16일 (16.12.2015)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2014-0181629 2014년 12월 16일 (16.12.2014) KR
- (71) 출원인: 사회복지법인 삼성생명공익재단 (SAMSUNG LIFE PUBLIC WELFARE FOUNDATION) [KR/KR]; 04348 서울시 용산구 이태원로 55길 48 (한남동), Seoul (KR).
- (72) 발명자: 주상규 (JU, Sang Gyu); 06350 서울시 강남구 광평로 5길 10, 202호 (일원동), Seoul (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 충정 (HWANG MOK PARK IP GROUP); 135-933 서울시 강남구 테헤란로 14길 16, 8층 (역삼동, 라인빌딩), 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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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.

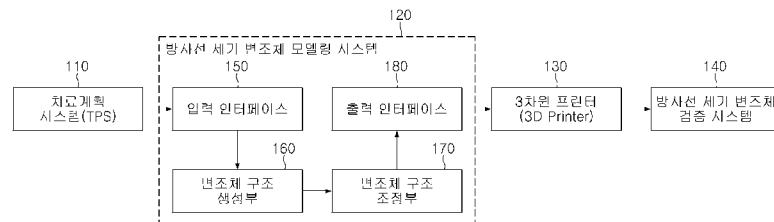
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING RADIATION INTENSITY MODULATING BODY AND DEVICE FOR MANUFACTURING SAME

(54) 발명의 명칭 : 방사선 세기 변조체 제조 방법 및 제조 장치



110 ... Treatment plan system (TPS)
120 ... Radiation intensity modulating body modelling system
130 ... 3D Printer
140 ... Radiation intensity modulating body verification system
150 ... Input interface
160 ... Modulating body structure generation unit
170 ... Modulating body structure adjustment unit
180 ... Output interface

(57) Abstract: The present invention relates to a method for manufacturing a radiation intensity modulating body and a device for manufacturing same, the method for manufacturing a radiation intensity modulating body, according to the present invention, comprising the steps of: obtaining dose-modulation information or three-dimensional structure information expressed by a density matrix provided by a treatment plan system; obtaining design condition information of a radiation intensity modulating body provided by the treatment plan system; generating a radiation intensity modulating body structure on the basis of the design condition information of the radiation intensity modulating body and the dose-modulation information or the three-dimensional structure information expressed by the density matrix; comparing the design condition information of the radiation intensity modulating body with at least one of an actual manufacturing condition and treatment condition, and adjusting the generated radiation intensity modulating body structure; and manufacturing the radiation intensity modulating body on the basis of the adjusted radiation intensity modulating body structure.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



WO 2016/099142 A1



본 발명은 방사선 세기 변조체 제조 방법 및 그 제조 장치에 관한 것으로, 본 발명에 따른 방사선 세기 변조체 제작 방법은 치료 계획 시스템에서 제공된 밀도 매트릭스(density matrix)로 표현된 선량 변조 정보 또는 3 차원 구조체 정보를 획득하는 단계, 상기 치료 계획 시스템에서 제공된 방사선 세기 변조체의 설계 조건 정보를 획득하는 단계, 상기 방사선 세기 변조체의 설계 조건 정보와 상기 밀도 매트릭스로 표현된 선량 변조 정보 또는 3 차원 구조체 정보를 기초로 방사선 세기 변조체 구조를 생성하는 단계, 실제 제작 조건 및 치료 조건 중 적어도 하나 이상과 상기 방사선 세기 변조체의 설계 조건 정보를 비교하여 상기 생성된 방사선 세기 변조체 구조를 조정하는 단계 및 상기 조정된 방사선 세기 변조체 구조를 기초로 방사선 세기 변조체를 제작하는 단계를 포함한다.

명세서

발명의 명칭: 방사선 세기 변조체 제조 방법 및 제조 장치 기술분야

- [1] 본 발명은 방사선 세기 변조체 제조 방법 및 그 제조 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 3차원 프린터를 이용하여 빠르고 정확하게 방사선 세기 변조체를 제조할 수 있는 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로, 방사선 세기 변조체는 선속 중심에 삽입하거나 환자의 체표에 부착 또는 체내에 삽입하여 방사선의 선량 분포를 변조하는 기구이다.
- [3] 방사선 세기 변조체는 방사선 치료에서 방사선의 강도를 변조하여 종양 선량을 높이고 주변 정상 조직의 장애를 최소화하고자 하는 목적으로 사용되며 전자선, X-선, 양성자, 입자선 치료에 모두 사용되는데, 특히, 양성자 및 입자선의 경우 종양의 모양에 맞는 선량 분포를 얻기 위해서는 방사선 세기 변조체가 필수적이다.
- [4] 또한, 방사선 세기 변조체는 특정부분의 강도를 조절하거나 차폐하여 원하는 부위에 원하는 방사선을 조사하는데 효과적이어서 방사선 영상 획득시 선질 개선을 통한 영상의 질 향상 목적에도 사용된다.
- [5] 최근에 전세계적으로 양성자 및 입자선 치료 시설이 급격히 증가하고 있는 추세이며 국내에서도 세기변조 방사선치료의 보험 수가화로 간단한 절차를 통해 세기변조 치료가 가능한 기술이 절대적으로 필요하게 되었다.
- [6] 그런데, 종래의 방사선 세기 변조 치료는 방사선 조리개를 사용하여 전체 또는 부분적으로 방사선을 차폐하여 원하는 세기 변조 방사선을 얻는 방법과 밀링 등으로 절삭하여 만든 변조체를 이용하는 방법이 있다.
- [7] 전자의 경우 조리개의 오동작에 의한 오류 발생 가능성이 있고 조리개 틈이나 조리개 날개에서 발생하는 산란 선량 계산이 어려운 문제점이 있고, 치료시간이 길어지며 움직이는 장기의 치료시 불확실성을 높이는 단점을 안고 있다.
- [8] 후자의 경우 상기 단점으로부터는 자유롭지만 절삭 과정에서 발생하는 심각한 소음, 오염된 냉각수 발생, 절삭기 운영을 위한 방대한 공간 필요, 고정밀 가공이 어려운 단점 등으로 인해 의료시설에서 이용하기 곤란한 문제점이 있었다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [9] 본 발명은 상기와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것으로, 본 발명은 3차원 프린터를 이용하여 빠르고 정확하게 방사선 세기 변조체를 제조할 수 있는 방사선 세기 변조체 제조 방법 및 그 제조 장치를 제공한다. 또한 본 발명은 3차원 프린터를 이용함으로써 설계된 구조와 실제 제조된 변조체 사이에 오차를 줄일 수 있으며, 제작과정에서 발생할 수 있는 오염이나 공간 점유

문제에서 자유로운 방사선 세기 변조체 제조 방법 및 그 제조 장치를 제공한다.

과제 해결 수단

- [10] 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 세기 변조체 제작 방법은 치료 계획 시스템에서 제공된 밀도 매트릭스(density matrix)로 표현된 선량 변조 정보 또는 3차원 구조체 정보를 획득하는 단계, 상기 치료 계획 시스템에서 제공된 방사선 세기 변조체의 설계 조건 정보를 획득하는 단계, 상기 방사선 세기 변조체의 설계 조건 정보와 상기 밀도 매트릭스로 표현된 선량 변조 정보 또는 3차원 구조체 정보를 기초로 방사선 세기 변조체 구조를 생성하는 단계, 실제 제작 조건 및 치료 조건 중 적어도 하나 이상과 상기 방사선 세기 변조체의 설계 조건 정보를 비교하여 상기 생성된 방사선 세기 변조체 구조를 조정하는 단계 및 상기 조정된 방사선 세기 변조체 구조를 기초로 방사선 세기 변조체를 제작하는 단계를 포함한다.
- [11] 일 실시예에 있어서, 상기 획득된 방사선 세기 변조체의 설계 조건 정보는 선원과 변조체 사이의 거리, 빔 중심축의 위치, 변조체가 실제 놓이는 위치 및 변조체의 물질 정보 중 적어도 하나 이상을 포함한다.
- [12] 일 실시예에 있어서, 상기 방사선 세기 변조체 구조를 조정하는 단계는 상기 설계 조건 정보에서 획득된 설계 물질 정보와 실제 제작 조건에서 획득된 제작 물질 정보를 비교하는 단계, 상기 설계 물질과 제작 물질의 방사선 감쇄율이 동일한 경우, 상기 생성된 방사선 세기 변조체의 두께를 유지하는 단계 및 상기 설계 물질과 제작 물질의 방사선 감쇄율이 상이한 경우, 양 물질 사이의 방사선 감쇄율 차이에 따라 상기 생성된 방사선 세기 변조체의 두께를 조정하는 단계를 포함한다.
- [13] 일 실시예에 있어서, 상기 방사선 세기 변조체 구조를 조정하는 단계는 상기 설계 조건 정보에서 획득된 설계시 선원과 변조체 사이의 거리 정보와 실제 치료 조건에서 획득된 치료시 선원과 변조체 사이의 거리 정보를 비교하는 단계, 상기 설계시 선원과 변조체 사이의 거리 정보와 치료시 선원과 변조체 사이의 거리 정보가 동일한 경우, 상기 생성된 방사선 세기 변조체의 크기를 유지하는 단계 및 상기 설계시 선원과 변조체 사이의 거리 정보와 치료시 선원과 변조체 사이의 거리 정보가 상이한 경우, 양 거리 사이의 차이에 따라 상기 생성된 방사선 세기 변조체의 크기를 조정하는 단계를 포함한다.
- [14] 일 실시예에 있어서, 상기 방사선 세기 변조체를 제작하는 단계는 3차원 프린터를 이용하여 방사선 세기 변조체를 제작한다.
- [15] 일 실시예에 있어서, 상기 방사선 세기 변조체를 제작하는 단계는 상기 조정된 방사선 세기 변조체 구조의 정보를 3차원 프린터에서 제작 가능한 정보로 변환하는 단계 및 상기 변환 과정에서 방사선 세기 변조체 구조의 정보가 일부 손실된 경우, 손실된 부분을 보정하는 단계를 포함한다.
- [16]

- [17] 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 세기 변조체 제작 장치는 방사선 치료 계획에 따라 방사선 세기 변조체를 설계하는 치료 계획 시스템, 상기 치료 계획 시스템에서 설계된 방사선 세기 변조체 정보를 기초로 방사선 세기 변조체를 모델링하는 방사선 세기 변조체 모델링 시스템 및 상기 방사선 세기 변조체 모델링 시스템에서 모델링된 방사선 세기 변조체를 기초로 방사선 세기 변조체를 제작하는 3차원 프린터를 포함하되, 상기 방사선 세기 변조체 모델링 시스템은 상기 치료 계획 시스템에서 제공된 밀도 매트릭스(density matrix)로 표현된 선량 변조 정보 또는 3차원 구조체 정보를 획득하고, 방사선 세기 변조체의 설계 조건 정보를 획득하는 입력 인터페이스, 상기 방사선 세기 변조체의 설계 조건 정보와 상기 밀도 매트릭스로 표현된 선량 변조 정보 또는 3차원 구조체 정보를 기초로 방사선 세기 변조체 구조를 생성하는 변조체 구조 생성부 및 실제 제작 조건 및 치료 조건 중 적어도 하나 이상과 상기 방사선 세기 변조체의 설계 조건 정보를 비교하여 상기 생성된 방사선 세기 변조체 구조를 조정하는 변조체 구조 조정부를 포함한다.

발명의 효과

- [18] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 방사선 세기 변조체 제조 방법 및 그 제조 장치는 3차원 프린터를 이용하여 빠르고 정확하게 방사선 세기 변조체를 제조할 수 있으며, 제작과정에서 오염이 발생하는 문제나 큰 공간을 점유하는 문제 등에서 자유로운 장점이 있다.
- [19] 본 발명에 따른 방사선 세기 변조체 제조 방법 및 그 제조 장치에 의해 제조된 방사선 세기 변조체는 방사선 조리개의 오동작에 의한 오류, 방사선 조리개 틈이나 날개에서 발생하는 산란 선량에 의한 오류 문제 등이 발생할 가능성이 없다. 따라서, 본 발명에 따라 제조된 방사선 세기 변조체를 이용하여 치료하는 경우, 종래의 조리개를 이용한 치료법에 비해 치료시간을 현저히 단축할 수 있고 움직이는 장기에 대해서도 정확하게 방사선 세기 변조 빔을 조사할 수 있다.
- [20] 또한, 본 발명에 따른 방사선 세기 변조체 제조 방법 및 그 제조 장치는 종래의 절삭을 통한 변조체 제작 방법에 비해 소음 및 오염된 냉각수 등 환경 저해 요소가 발생하지 않고, 작은 공간에서 변조체의 제작이 가능하며, 절삭 도구의 미세 가공 불가능으로 인해 발생하는 오차를 원천적으로 방지하여 변조체의 정밀 제작이 가능하다.
- [21] 또한, 본 발명에 따른 방사선 세기 변조체 제조 방법 및 그 제조 장치는 조직 등가 물질뿐만 아니라 방사선 차폐에 효과적인 금속 재질을 변조체 제작 물질로 사용하여 방사선 세기 변조체를 제작하는 것이 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [22] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 세기 변조체 제작 시스템 및 검증 시스템의 구성을 나타내는 구성도
- [23] 도 2는 방사선 세기 변조체의 종류를 나타내는 도면

- [24] 도 3은 밀도 매트릭스(density matrix)로 표현된 선량 변조 정보와 3차원 구조체 정보를 나타내는 도면
- [25] 도 4는 선량 변조 정보를 기초로 생성된 방사선 세기 변조체 구조를 나타내는 도면
- [26] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 변조체 구조 조정부의 구성을 나타내는 구성도
- [27] 도 6은 변조체의 크기를 조정하는 방법을 예시적으로 나타내는 도면
- [28] 도 7은 실제 치료에서 사용 가능하도록 모델링된 방사선 세기 변조체를 나타내는 도면
- [29] 도 8은 3차원 프린터에서 인식 가능하도록 변환된 파일의 방사선 세기 변조체 구조를 나타내는 도면
- [30] 도 9는 제작된 방사선 세기 변조체를 나타내는 도면
- [31] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 세기 변조체 제작 방법 및 검증 방법을 나타내는 흐름도
- [32] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 변조체 구조를 조정하는 방법을 나타내는 흐름도
- [33] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 세기 변조체 검증 시스템의 구성을 나타내는 구성도
- [34] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 스캐너의 구성을 나타내는 구성도
- [35] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따라 제작된 스캐너를 나타내는 도면
- [36] 도 15는 검증 대상 방사선 세기 변조체와 원본 방사선 세기 변조체를 매칭하고 검증 대상 방사선 세기 변조체를 검증하는 방법을 나타내는 도면
- [37] 도 16은 검증 대상 방사선 세기 변조체를 달리하여 실험적으로 검증한 결과를 나타내는 도면
- [38] 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 세기 변조체의 검증 방법을 나타내는 흐름도

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [39] 이하, 본 발명에 따른 방사선 세기 변조체 검증 방법 및 검증 장치를 실시하기 위한 구체적인 내용을 설명하면 다음과 같다.
- [40]
- [41] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 세기 변조체 제작 시스템 및 검증 시스템의 구성을 나타내는 구성도이다.
- [42] 도 1을 참조하면, 방사선 세기 변조체 제작 시스템 및 검증 시스템은 치료계획 시스템(110), 방사선 세기 변조체 모델링 시스템(120), 3차원 프린터(130) 및 방사선 세기 변조체 검증 시스템(140)을 포함한다. 방사선 세기 변조체 모델링 시스템(120)은 입력 인터페이스(150), 변조체 구조 생성부(160), 변조체 구조 조정부(170) 및 출력 인터페이스(180)를 포함한다.

- [43] 의료진은 치료 대상 환자의 의료 영상(CT, MRI 영상 등)과 진단 정보를 기초로 환자에 대한 방사선 치료 계획을 수립할 수 있다. 치료계획 시스템(110)은 환자의 의료 영상과 수립된 치료 계획에 따라 방사선 세기 변조체를 설계한다.
- [44] 방사선 세기 변조체 모델링 시스템(120)은 치료 계획 시스템(110)에서 설계된 방사선 세기 변조체 정보를 기초로 방사선 세기 변조체를 모델링한다. 방사선 세기 변조체 모델링 시스템(120)은 실제 제작 조건과 치료 조건 중 적어도 하나 이상을 기초로 실제 제작할 방사선 세기 변조체를 모델링한다. 입력 인터페이스(150)는 치료 계획 시스템(110)에서 방사선 세기 변조체 설계 정보로부터 밀도 매트릭스(density matrix)로 표현된 선량 변조 정보 또는 3차원 구조체 정보를 획득하고, 방사선 세기 변조체의 설계 조건 정보를 획득한다.
- [45] 변조체 구조 생성부(160)는 방사선 세기 변조체의 설계 조건 정보와 상기 밀도 매트릭스로 표현된 선량 변조 정보 또는 3차원 구조체 정보를 기초로 방사선 세기 변조체 구조를 생성하고, 변조체 구조 조정부(170)는 실제 제작 조건 및 치료 조건 중 적어도 하나 이상과 상기 방사선 세기 변조체의 설계 조건 정보를 비교하여 상기 생성된 방사선 세기 변조체 구조를 조정한다. 출력 인터페이스(180)는 변조체 구조 조정부(170)에서 조정된 방사선 세기 변조체 구조의 정보를 3차원 프린터(130)에서 제작 가능한 정보로 변환한다.
- [46] 3차원 프린터(130)는 방사선 세기 변조체 모델링 시스템(120)에서 모델링된 방사선 세기 변조체를 기초로 방사선 세기 변조체를 프린팅하여 제작하고, 방사선 세기 변조체 검증 시스템(140)은 3차원 프린터(130)에서 제작된 방사선 세기 변조체(즉, 검증대상 방사선 세기 변조체)와 치료계획 시스템(110)에서 수신된 방사선 세기 변조체 설계 정보(즉, 원본 방사선 세기 변조체)를 비교하여 3차원 프린터(130)에서 제작된 방사선 세기 변조체의 정확도를 검증한다.
- [47]
- [48] 이하에서는 도 1의 방사선 세기 변조체 제작 시스템을 이용하여 방사선 세기 변조체를 제작하는 과정을 상세하게 설명한다.
- [49] 치료계획 시스템(110)은 환자의 의료 영상과 수립된 치료 계획에 따라 방사선 치료를 시행할 부위 및 해당 부위에 조사되는 방사선 세기 등을 정하고, 이를 기초로 방사선 세기 변조체를 설계한다.
- [50] 도 2는 방사선 세기 변조체의 종류를 예시적으로 나타내는 도면으로서, 도 2의 (a)는 X선을 선원으로 하는 방사선 치료를 위해 설계된 방사선 세기 변조체를 나타내며, 도 2의 (b)는 양성자를 선원으로 하는 방사선 치료를 위해 설계된 방사선 세기 변조체를 나타낸다.
- [51] 치료계획 시스템(110)은 수립된 치료 계획에서 획득된 일부 정보를 설계 조건으로 하여 방사선 세기 변조체를 설계할 수 있다. 예를 들어, 치료 계획에서 획득된 설계 조건은 선원과 변조체 사이의 거리, 빔 중심 축의 위치, 빔 중심 축 위치를 기준으로 변조체가 놓이는 위치 및 변조체 제작 물질 중 적어도 어느 하나 이상을 포함할 수 있다.

- [52] 일 실시예에서, 치료계획 시스템(110)은 3차원 구조체의 형태로 방사선 세기 변조체를 설계할 수 있다. 또는, 치료계획 시스템(110)은 선량 변조 정도를 나타내는 밀도 매트릭스(density matrix) 형태로 방사선 세기 변조체를 설계할 수 있다. 예를 들어, 치료계획 시스템(110)은 각 지점에서의 선량 변조 정도를 밀도 값으로 매트릭스화하여 환자 치료에 사용될 방사선 세기 변조체를 표현할 수 있다.
- [53] 도 3은 밀도 매트릭스로 표현된 선량 변조 정보와 3차원 구조체 정보를 나타내는 도면으로서, 도 3의 (a)는 3차원 구조체 형태로 설계된 방사선 세기 변조체를 나타내며, 도 3의 (b)는 선량 변조 정도를 나타내는 밀도 매트릭스 형태로 설계된 방사선 세기 변조체를 나타낸다.
- [54] 방사선 세기 변조체 설계가 완료되면 치료계획 시스템(110)은 설계된 방사선 세기 변조체 정보를 방사선 세기 변조체 모델링 시스템(120)으로 전송한다. 예를 들어, 치료계획 시스템(110)은 설계 조건 정보와 함께 밀도 매트릭스로 표현된 선량 변조 정보 또는 3차원 구조체 정보를 DICOM-RT(Digital Imaging and Communication in Medicine for Radiation Therapy) 표준 포맷에 따라 인코딩하여 방사선 세기 변조체 모델링 시스템(120)으로 전송할 수 있다.
- [55] DICOM-RT 표준 포맷에 따라 인코딩된 파일이 수신되면, 방사선 세기 변조체 모델링 시스템(120)의 입력 인터페이스(150)는 수신된 파일에서 밀도 매트릭스로 표현된 선량 변조 정보 또는 3차원 구조체 정보를 획득한다. 또한, 입력 인터페이스(150)는 파일의 헤더에 저장된 방사선 세기 변조체의 설계 조건 정보를 획득한다.
- [56] 변조체 구조 생성부(160)는 방사선 세기 변조체의 설계 조건 정보와 상기 밀도 매트릭스로 표현된 선량 변조 정보 또는 3차원 구조체 정보를 기초로 방사선 세기 변조체 구조를 생성한다.
- [57] 도 4는 선량 변조 정보를 기초로 생성된 방사선 세기 변조체 구조를 나타내는 도면이다.
- [58] 예를 들어, 밀도 매트릭스로 표현된 선량 변조 정보가 수신된 경우, 변조체 구조 생성부(160)는 매트릭스 내 각 지점에서의 선량 변조 값을 기초로 선량 변조 값에 대응되는 깊이의 방사선 세기 변조체 구조를 생성할 수 있다.
- [59] 방사선 세기 변조체 구조가 생성되면, 변조체 구조 조정부(170)는 실제 제작 조건 및 치료 조건 중 적어도 하나 이상과 설계 조건 정보를 비교하여 변조체 구조 생성부(160)에서 생성된 방사선 세기 변조체 구조를 조정한다. 실제 제작 조건 및 치료 조건은 제작 상황과 치료 상황을 반영하여 사용자에게 의해 입력될 수 있다.

발명의 실시를 위한 형태

- [60] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 변조체 구조 조정부의 구성을 나타내는 구성도이다.

- [61] 도 5를 참조하면, 변조체 구조 조정부(170)는 변조체 두께 조정부(510), 변조체 크기 조정부(520) 및 변조체 구조 모델링부(530)를 포함한다.
- [62] 변조체 두께 조정부(510)는 설계 조건 정보에서 획득된 설계 물질 정보와 실제 제작 조건에서 획득된 제작 물질 정보를 비교하여 방사선 세기 변조체의 두께를 조정한다. 비교 결과 설계 물질과 제작 물질의 방사선 감쇄율이 동일한 경우 변조체 두께 조정부(510)는 변조체 구조 생성부(160)에서 생성된 방사선 세기 변조체의 두께를 그대로 유지한다. 예를 들어, 설계 물질과 제작 물질의 물리적 정보(밀도, 전자 밀도, Stopping Power 등)를 기초로 양 물질의 방사선 감쇄율이 동일한 경우 방사선 세기 변조체의 두께를 그대로 유지할 수 있다.
- [63] 비교 결과 설계 물질과 제작 물질의 방사선 감쇄율이 다른 경우, 변조체 두께 조정부(510)는 양 물질 사이의 방사선 감쇄율 차이에 따라 변조체 구조 생성부(160)에서 생성된 방사선 세기 변조체의 두께를 조정한다. 예를 들어, 설계 물질의 두께당 방사선 감쇄율이 10%(즉, 10%/cm(두께))였으나 실제 제작 물질의 두께당 방사선 감쇄율이 5%(즉, 5%/cm)인 경우 변조체 두께 조정부(510)는 변조체 구조 생성부(160)에서 생성된 방사선 세기 변조체의 두께를 2배로 조정할 수 있다.
- [64] 변조체 크기 조정부(520)는 설계 조건 정보에서 획득된 설계시 선원과 변조체 사이의 거리 정보와 실제 치료 조건에서 획득된 치료시 선원과 변조체 사이의 거리 정보를 비교하여 방사선 세기 변조체의 크기를 조정한다.
- [65] 도 6은 변조체 크기 조정부에서 변조체의 크기를 조정하는 방법을 예시적으로 나타내는 도면이다.
- [66] 거리 정보를 비교한 결과, 설계시 선원과 변조체 사이의 거리와 치료시 선원과 변조체 사이의 거리가 동일한 경우, 변조체 크기 조정부(520)는 방사선 세기 변조체의 크기를 그대로 유지한다. 비교 결과 설계시 선원과 변조체 사이의 거리와 치료시 선원과 변조체 사이의 거리가 상이한 경우, 변조체 크기 조정부(520)는 양 거리 사이의 차이에 따라 방사선 세기 변조체의 크기를 조정한다. 예를 들어, 실제 변조체 삽입 위치를 기초로 선원과 변조체 사이의 거리가 설계시 선원과 변조체 사이의 거리보다 2배 먼 경우, 변조체 크기 조정부(520)는 방사선 세기 변조체의 크기를 2배로 조정할 수 있다.
- [67] 변조체 구조 모델링부(530)는 변조체 크기 조정부(520)에서 두께와 크기가 조정된 방사선 세기 변조체를 실제 치료에서 사용 가능하도록 방사선 세기 변조체를 모델링한다. 도 7은 실제 치료에서 사용 가능하도록 모델링된 방사선 세기 변조체를 나타내는 도면이다.
- [68] 일 실시예에서, 변조체 구조 모델링부(530)는 3차원 프린터(130)가 변조체를 프린트할 수 있도록 방사선 세기 변조체에 지지 벽(측면 벽)을 추가하여 모델링할 수 있다. 예를 들어, 변조체 구조 모델링부(530)는 최외곽 면을 따라 방사선 세기 변조체에 지지 벽을 추가하여 변조체를 모델링할 수 있다.
- [69] 또한, 변조체 구조 모델링부(530)는 방사선 치료기(미도시)에 방사선 세기

변조체가 장착될 수 있도록 하는 장착부를 추가하여 모델링할 수 있다. 예를 들어, 실제 치료시 사용될 치료기가 정해진 경우, 변조체 구조 모델링부(530)는 해당 치료기의 종류에 따라 기 정해진 형태의 장착부를 추가하여 방사선 세기 변조체를 모델링할 수 있다.

[70] 다른 실시예에서, 환자의 체표에 부착하여 사용하는 형태의 방사선 세기 변조체의 경우, 제작된 방사선 세기 변조체를 절단하여 환자의 체표에 부착할 수 있다. 이러한 경우, 제작된 방사선 세기 변조체가 용이하게 절단될 수 있도록 변조체 구조 모델링부(530)는 절단면을 추가하여 방사선 세기 변조체를 모델링할 수 있다.

[71] 일 실시예에서, 변조체 구조 모델링부(530)는 방사선 세기 변조체에 환자 식별 정보를 추가하여 모델링할 수 있다. 예를 들어, 변조체 구조 모델링부(530)는 방사선 세기 변조체의 일 측면 또는 부착부 등에 환자 식별 정보(예를 들어, 환자 아이디, 식별 번호, 성명 중 적어도 하나 이상)가 함께 프린트되도록 모델링할 수 있다. 의료진은 실제 치료시 방사선 세기 변조체에 프린트된 환자 식별 정보를 이용하여 해당 방사선 세기 변조체가 사용될 환자를 확인할 수 있다.

[72] 일 실시예에서, 변조체 구조 모델링부(530)는 빔 중심점을 기준으로 한 장착 위치선을 추가하여 방사선 세기 변조체를 모델링할 수 있다. 제작된 방사선 세기 변조체가 치료기 또는 환자 체표에 장착될 때, 의료진은 변조체에 프린트된 장착 위치선을 기초로 정확한 위치에 변조체를 장착할 수 있다.

[73] 출력 인터페이스(180)는 변조체 구조 조정부(170)에서 조정된 방사선 세기 변조체 구조의 정보를 3차원 프린터(130)에서 제작 가능한 정보로 변환한다. 도 8은 3차원 프린터에서 인식 가능하도록 변환된 파일의 방사선 세기 변조체 구조를 나타내는 도면이다.

[74] 예를 들어, 출력 인터페이스(180)는 방사선 세기 변조체 구조의 정보를 STL파일, CAD파일 등과 같이 3차원 프린트(130)가 인식 가능한 파일로 정보를 변환한다.

[75] 일 실시예에서, 3차원 프린트(130)가 인식 가능한 파일로 정보를 변환 과정에서 방사선 세기 변조체 구조의 정보가 일부 손실될 수 있다. 이러한 경우, 출력 인터페이스(180)는 방사선 세기 변조체 구조에서 정보가 손실된 부분을 보정할 수 있다. 예를 들어, 출력 인터페이스(180)는 보간(interpolation)을 통해 손실된 부분을 보정할 수 있다. 즉, 출력 인터페이스(180)는 정보가 손실되지 않은 지점의 값들을 보간하여 정보가 손실된 지점의 값을 추정할 수 있다.

[76] 일 실시예에서, 출력 인터페이스(180)는 방사선 세기 변조체 구조의 복잡도 또는 총 제작 시간 등을 고려하여 방사선 세기 변조체가 제작되는 순서를 정하여 파일에 포함시킬 수 있다. 예를 들어, 출력 인터페이스(180)는 좌측에서부터 시작하여 우측 방향으로 방사선 세기 변조체가 프린팅되도록 순서를 정하거나, 상측에서부터 시작하여 하측 방향으로 프린팅되도록 순서를 정할 수 있다. 또는, 출력 인터페이스(180)는 일부분에서부터 시작하여 최종부분까지 프린팅 순서를

정할 수도 있고, 세워진 형태로 제작되도록 순서를 정할 수도 있다.

- [77] 일 실시예에서, 출력 인터페이스(180)는 방사선 세기 변조체의 3차원 구조 정보, 위치 좌표, 물질 정보, 환자 식별 정보, 치료기 정보 또는 조사 포트(port) 등과 같이 방사선 세기 변조체, 환자 또는 치료기에 대한 정보 등을 파일에 포함시켜 제작시 오류를 방지할 수 있도록 한다.
- [78] 3차원 프린터(130)는 방사선 세기 변조체 모델링 시스템(120)의 출력 인터페이스(180)에서 제공된 파일을 기초로 방사선 세기 변조체를 프린팅하여 제작한다.
- [79] 도 9는 제작된 방사선 세기 변조체를 나타내는 도면이다. 도 9의 (a)는 3차원 구조체 형태로부터 제작된 방사선 세기 변조체를 나타내며, 도 9의 (b)는 선량 변조 정도를 나타내는 밀도 매트릭스 형태로부터 제작된 방사선 세기 변조체를 나타낸다.
- [80]
- [81] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 세기 변조체 제작 방법 및 검증 방법을 나타내는 흐름도이다.
- [82] 도 10을 참조하면, 일 실시예에 따른 방사선 세기 변조체 제작 방법은 치료 계획 시스템(110)은 방사선 세기 변조체를 설계한다. 일 실시예에서, 치료 계획 시스템은 선량 변조 정도를 나타내는 밀도 매트릭스 또는 3차원 구조체 형태로 방사선 세기 변조체를 설계할 수 있다. 방사선 세기 변조체 모델링 시스템(120)의 입력 인터페이스(150)는 치료 계획 시스템(110)으로부터 방사선 세기 변조체 설계 정보를 수신한다(단계 S1010). 일 실시예에서, 치료 계획 시스템(110)은 DICOM-RT 표준 포맷에 따라 방사선 세기 변조체 설계 정보를 인코딩하여 전송할 수 있다.
- [83] 입력 인터페이스(150)는 치료 계획 시스템(110)에서 제공된 방사선 세기 변조체 설계 정보에서 설계 조건 정보와 밀도 매트릭스로 표현된 선량 변조 정보 또는 3차원 구조체 정보를 획득하고, 변조체 구조 생성부(160)는 이를 기초로 방사선 세기 변조체를 생성한다(단계 S1020).
- [84] 방사선 세기 변조체 구조가 생성되면 변조체 구조 조정부(170)는 실제 제작 조건 및 치료 조건 중 적어도 하나 이상과 설계 조건 정보를 비교하여, 생성된 방사선 세기 변조체 구조를 조정한다(단계 S1030).
- [85] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 변조체 구조를 조정하는 방법을 나타내는 흐름도이다.
- [86] 도 11을 참조하면, 변조체 구조 조정부(170)는 물질 정보를 기초로 방사선 세기 변조체의 두께를 조정한다(단계 S1110). 예를 들어, 변조체 구조 조정부(170)는 설계 조건 정보에서 획득된 설계 물질 정보와 실제 제작 조건에서 획득된 제작 물질 정보를 비교하여, 설계 물질과 제작 물질의 방사선 감쇄율이 동일한 경우, 생성된 방사선 세기 변조체의 두께를 유지하고, 설계 물질과 제작 물질의 방사선 감쇄율이 상이한 경우, 양 물질 사이의 방사선 감쇄율 차이에 따라 생성된

방사선 세기 변조체의 두께를 조정한다.

- [87] 변조체 구조 조정부(170)는 선원과 변조체 사이의 거리 정보를 기초로 방사선 세기 변조체의 크기를 조정한다(단계 S1120). 예를 들어, 변조체 구조 조정부(170)는 설계 조건 정보에서 획득된 설계시 선원과 변조체 사이의 거리 정보와 실제 치료 조건에서 획득된 치료시 선원과 변조체 사이의 거리 정보를 비교하여, 양 거리 정보가 동일한 경우, 생성된 방사선 세기 변조체의 크기를 유지하고, 양 거리 정보가 상이한 경우, 양 거리 사이의 차이에 따라 생성된 방사선 세기 변조체의 크기를 조정한다.
- [88] 변조체 구조 조정부(170)는 3차원 프린터(130)가 변조체를 프린트할 수 있도록 방사선 세기 변조체에 지지 벽(측면 벽)을 추가하여 방사선 세기 변조체를 모델링한다(단계 S1130).
- [89] 다시 도 10을 참조하면, 방사선세기 변조체 구조가 조정되면, 방사선 세기 변조체 모델링 시스템(120)의 출력 인터페이스(180)는 조정된 방사선 세기 변조체 구조 정보를 3차원 프린터(130)로 전송한다(단계 S1040). 일 실시예에서, 출력 인터페이스(180)는 조정된 방사선 세기 변조체 구조의 정보를 3차원 프린터(130)에서 제작 가능한 정보로 변환하여 전송한다.
- [90] 3차원 프린터(130)는 수신된 방사선 세기 변조체 구조 정보를 기초로 방사선 세기 변조체를 제작한다(단계 S1050). 방사선 세기 변조체가 제작되면, 실제 치료에 사용하기에 앞서 방사선 세기 변조체 검증 시스템(140)을 통해 제작된 방사선 세기 변조체를 검증한다(단계 S1060).
- [91]
- [92] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 세기 변조체 검증 시스템의 구성을 나타내는 구성도이다.
- [93] 도 12를 참조하면, 방사선 세기 변조체 검증 시스템은 크게 스캐너(1210)와 검증 시스템(1220)으로 구성된다. 스캐너(1210)는 프로젝터(1211), 제1 영상촬영장치(1213), 제2 영상촬영장치(1215), 위치 조정부(1217) 및 제1 제어부(1218)를 포함하며, 검증 시스템(1220)은 데이터 수신부(1221), 원본 변조체 구조 정보 수신부(1222), 변조체 구조 재구성부(1223), 변조체 매칭부(1224), 변조체 검증부(1225) 및 제2 제어부(1226)를 포함한다.
- [94] 스캐너(1210)는 방사선 세기 변조체 제작 시스템에서 제작된 방사선 세기 변조체(1219)(이하, 검증 대상 방사선 세기 변조체)를 스캔하여 방사선 세기 변조체(1219)의 영상을 획득하고, 획득된 영상을 기초로 방사선 세기 변조체(1219)의 3차원 구조 정보를 생성한다. 검증 시스템(1220)은 스캐너(1210)에서 수신된 검증 대상 방사선 세기 변조체의 3차원 구조 정보와 원본 방사선 세기 변조체 정보를 기초로 검증 대상 방사선 세기 변조체를 검증한다.
- [95] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 스캐너의 구성을 나타내는 구성도이고, 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따라 제작된 스캐너를 나타내는 도면이다.

- [96] 이하에서는 도 12 내지 도 14를 참조하여 스캐너의 동작에 대해 자세히 설명한다.
- [97] 프로젝터(1211)는 적어도 하나 이상의 패턴 이미지를 검증 대상 방사선 세기 변조체에 투사한다. 일 실시예에서, 프로젝터(1211)는 패턴 사이의 갭(gap)이 다른 적어도 하나 이상의 패턴 이미지를 순차적으로 투사함으로써, 검증 대상 방사선 세기 변조체의 모든 영역이 촬영될 수 있도록 한다. 예를 들어, 프로젝터(1211)는 패턴 사이의 갭(gap)이 다른 패턴 이미지1(1310), 패턴 이미지2(1320), 패턴 이미지3(1330)을 순차적으로 투사하여, 특정 패턴 이미지가 투사되었을 때 촬영되지 않던 부분이 다른 패턴 이미지에 의해 촬영될 수 있도록 한다. 패턴 사이의 갭이 다른 적어도 하나 이상의 패턴 이미지를 순차적으로 투사함으로써, 스캐너는 방사선 세기 변조체에서 깊이 그라디언트(depth-gradient)가 높은 영역도 스캔할 수 있다. 일 실시예에서, 프로젝터(1211)는 청색 LED를 광원으로 하여 패턴 이미지를 투사할 수 있다.
- [98] 제1 영상촬영장치(1213)와 제2 영상촬영장치(1215)는 패턴 이미지가 투사된 검증 대상 방사선 세기 변조체를 촬영한다. 예를 들어, 제1 영상촬영장치(1213)와 제2 영상촬영장치(1215)는 동일선상에서 객체를 촬영하는 스테레오 카메라에 해당할 수 있다. 제1 영상촬영장치(1213)와 제2 영상촬영장치(1215)는 촬영된 영상을 제1 제어부(1218)로 전송한다.
- [99] 위치 조정부(1217)는 검증 대상 방사선 세기 변조체(1219)의 촬영 위치를 조정한다. 일 실시예에서, 위치 조정부(1217)는 턴테이블 형태의 위치 조정장치가 사용될 수 있다. 예를 들어, 위치 조정부(1217)은 턴테이블이 회전(rotation)하거나, 전후좌우로 이동하거나 또는 틸팅(tilting)함으로써, 턴테이블 상에 위치한 검증 대상 방사선 세기 변조체(1219)의 촬영 위치를 조정할 수 있다. 예를 들어, 위치 조정부(1217)는 턴테이블을 수직축(vertical axis)을 기준으로 $360^{\circ}(\pm 180^{\circ})$ 회전하고, 수평축(horizontal axis)을 기준으로 $90^{\circ}(\pm 45^{\circ})$ 틸팅하여 검증 대상 방사선 세기 변조체(1219)의 촬영 위치를 조정할 수 있다.
- [100] 일 실시예에서, 위치 조정부(1217)는 정해진 패턴에 따라 검증 대상 방사선 세기 변조체(1219)의 촬영 위치를 조정할 수도 있고, 검증 시스템(120)에서 재구성되지 않은 영역이 있는 경우, 해당 영역이 촬영될 수 있도록 검증 대상 방사선 세기 변조체(1219)의 촬영 위치를 자동으로 조정할 수도 있다. 또는, 위치 조정부(1217)는 사용자에게 의해 촬영 위치가 수동으로 조정될 수도 있다. 예를 들어, 위치 조정부(1217)는 사용자의 수동 조정에 의해 특정 영역이 잘 촬영되도록 턴테이블이 회전하거나, 전후좌우로 이동하거나 또는 틸팅함으로써, 촬영 위치가 조정될 수 있다.
- [101] 제1 제어부(1218)는 제1 영상촬영장치(1213)와 제2 영상촬영장치(1215)에서 촬영된 검증 대상 방사선 세기 변조체의 영상을 기초로 검증 대상 방사선 세기 변조체의 3차원 구조를 산출한다. 예를 들어, 제1 제어부(1218)는 촬영된

스테레오 영상을 기초로 검증 대상 방사선 세기 변조체를 깊이 매트릭스 형태로 검증 대상 방사선 세기 변조체의 3차원 구조를 산출할 수 있다.

[102] 일 실시예에서, 제1 제어부(1218)는 위상 천이 광삼각법(Phase-shifting Optical Triangulation method)을 이용하여 검증 대상 방사선 세기 변조체의 특정 지점에서의 깊이 값을 구할 수 있다. 깊이 값을 구하는 상세한 방법은 하기와 같다.

[103] 도 13을 참조하면, 제1 영상 촬영장치(1213)와 제2 영상 촬영장치(1215) 사이의 거리(L)은 하기 수학식 1으로 표현될 수 있다.

[104] [수식1]

$$L = \frac{Z}{\tan(\alpha)} + \frac{Z}{\tan(\beta)}$$

[105] 제1 영상 촬영장치(1213)와 제2 영상 촬영장치(1215)의 수평 라인으로부터 검증 대상 방사선 세기 변조체(1219)의 특정 지점까지의 수직 거리(Z)(즉, 해당 지점의 깊이)는 하기 수학식 2에 의해 계산될 수 있다.

[106] [수식2]

$$Z = L / \left(\frac{1}{\tan(\alpha)} + \frac{1}{\tan(\beta)} \right) = \frac{L \sin(\alpha) \sin(\beta)}{\sin(\alpha + \beta)}$$

[107] α 는 제1 영상 촬영장치(1213)와 제2 영상 촬영장치(1215)의 수평 라인 및 제1 영상 촬영장치(1213)와 방사선 세기 변조체(1219)의 특정 지점을 연결한 연결 라인 사이의 각도를 나타내며, β 는 제1 영상 촬영장치(1213)와 제2 영상 촬영장치(1215)의 수평 라인 및 제2 영상 촬영장치(1215)와 방사선 세기 변조체(1219)의 특정 지점을 연결한 연결 라인 사이의 각도를 나타낸다.

[108] 제1 영상 촬영장치(1213)와 제2 영상 촬영장치(1215) 사이의 거리(L)는 스캐너 스펙에 의해 미리 설정되어 있는 값이므로, 제1 제어부(1218)는 특정 지점에서의 α 값과 β 값을 산출하여 검증 대상 방사선 세기 변조체의 특정 지점에서의 깊이 값을 구할 수 있다.

[109] 제1 제어부(1218)는 상기와 같이 방법으로 검증 대상 방사선 세기 변조체의 전 지점에 대한 깊이 값을 구하고, 지점 좌표(x, y)와 깊이 값(z)을 데카르트 좌표(Cartesian coordinates)로 매칭하여 매트릭스화할 수 있다. 즉, 제1 제어부(1218)는 검증 대상 방사선 세기 변조체의 3차원 구조를 데카르트 좌표상의 깊이 매트릭스 형태로 재구성할 수 있다.

[110] 제1 제어부(1218)는 산출된 검증 대상 방사선 세기 변조체의 3차원 구조 정보(또는, 데이터)를 파일로 변환하여 검증 시스템(1220)에 전송한다. 예를 들어, 제1 제어부(1218)는 검증 대상 방사선 세기 변조체의 3차원 구조 정보를

STL 파일 등과 같은 CAD 파일로 변환하여 전송할 수 있다. 변환되는 파일의 종류는 이에 한정하지 않으며, 이미지를 처리하고 분석하는 데 적합한 파일 형태면 충분하다.

- [111] 상기에서는 스캐너(1210)에 포함된 제1 제어부(1218)가 검증 대상 방사선 세기 변조체의 영상을 기초로 검증 대상 방사선 세기 변조체의 3차원 구조를 산출하는 실시예를 설명하였으나, 다른 실시예에서는, 스캐너(1210)는 촬영된 검증 대상 방사선 세기 변조체의 영상을 검증 시스템(1220)에 전송하고, 검증 시스템(1220)이 검증 대상 방사선 세기 변조체의 3차원 구조를 산출한 후 이를 방사선 세기 변조체 매칭에 사용할 수도 있다.
- [112] 제1 영상촬영장치(1213)와 제2 영상촬영장치(1215)에서 촬영된 검증 대상 방사선 세기 변조체의 영상을 기초로 검증 대상 방사선 세기 변조체의 3차원 구조를 산출한다.
- [113] 도 15는 검증 대상 방사선 세기 변조체와 원본 방사선 세기 변조체를 매칭하고 검증 대상 방사선 세기 변조체를 검증하는 방법을 나타내는 도면이다. 이하에서는, 도 12와 도 15를 참조하여 검증 시스템(1220)에서 검증 대상 방사선 세기 변조체를 검증하는 방법을 상세히 설명하기로 한다.
- [114] 검증 시스템(1220)은 스캐너(1210)에서 수신된 검증 대상 방사선 세기 변조체의 3차원 구조 정보와 원본 방사선 세기 변조체 정보를 기초로 검증 대상 방사선 세기 변조체를 검증한다.
- [115] 수신부(1221)는 검증 대상 방사선 세기 변조체의 3차원 구조 정보를 스캐너(1210)로부터 수신한다. 예를 들어, 수신부(1221)는 검증 대상 방사선 세기 변조체의 3차원 구조 정보를 포함하는 파일을 제1 제어부(1218)로부터 수신할 수 있다.
- [116] 변조체 구조 재구성부(1223)는 수신부(1221)를 통해 수신된 검증 대상 방사선 세기 변조체의 3차원 구조 정보를 분석하여 방사선 세기 변조체를 재구성한다. 예를 들어, 변조체 구조 재구성부(1223)는 수신부(1221)를 통해 수신된 파일을 분석하여 두께 매트릭스 형태로 검증 대상 방사선 세기 변조체를 재구성할 수 있다.(도 15의 (e)) 일 실시예에서, 검증 대상 방사선 세기 변조체의 두께 매트릭스는 검증 대상 방사선 세기 변조체의 깊이 매트릭스와 해당 변조체의 바닥 깊이 값을 이용하여 산출될 수 있다.
- [117] 원본 변조체 구조 정보 수신부(1222)는 원본 방사선 세기 변조체의 구조 정보를 수신한다. 예를 들어, 원본 변조체 구조 정보 수신부(1222)는 치료계획 시스템(110)에서 원본 방사선 세기 변조체의 구조 정보를 수신할 수 있다. 또는, 방사선 세기 변조체 모델링 시스템(120)에서 방사선 세기 변조체의 구조가 조정될 수 있으므로, 원본 변조체 구조 정보 수신부(1222)는 방사선 세기 변조체 모델링 시스템(120)으로부터 원본 변조체 구조 정보를 수신할 수 있다. 일 실시예에서, 치료계획 시스템(110) 또는 방사선 세기 변조체 모델링 시스템(120)은 원본 변조체 구조 정보를 DICOM-RT 표준 포맷에 따라

인코딩하여 전송할 수 있다.

- [118] 일 실시예에서, 원본 변조체 구조 정보 수신부(1222)는 수신된 원본 변조체 구조 정보로부터 원본 방사선 세기 변조체의 두께 매트릭스를 생성할 수 있다. (도 15의 (c))
- [119] 변조체 매칭부(1224)는 변조체 구조 재구성부(1223)에서 재구성된 검증 대상 방사선 세기 변조체와 원본 변조체 구조 정보 수신부(1222)에서 수신된 원본 방사선 세기 변조체를 두께 정보를 기초로 매칭한다.
- [120] 일 실시예에서, 변조체 매칭부(1224)는 검증 대상 방사선 세기 변조체의 3차원 구조 정보와 원본 방사선 세기 변조체의 구조 정보로부터 각 방사선 세기 변조체의 두께 매트릭스를 획득하고, 각 방사선 세기 변조체의 중심점, 빔 중심점 또는 알려진 특정 기준점 가운데 하나를 기준으로 양 방사선 세기 변조체 사이에 대응되는 지점(접치는 지점)을 변동시키면서 양 변조체의 두께 매트릭스 사이의 차이가 최소가 되도록 매칭한다. 예를 들어, 변조체 매칭부(1224)는 검증 대상 방사선 세기 변조체에서 인식된 지점들의 중심을 빔 중심점(**beam isocenter**)으로 설정하고, 이를 원본 방사선 세기 변조체의 빔 중심점과 함께 매칭 기준으로 사용할 수 있다. 일 실시예에서, 변조체 매칭부(1224)는 방사선 세기 변조체 외곽(**edge**)에 위치하여 방사선 치료 장치의 겐트리(**gantry**)에 마운트하기 위해 메탈링을 부착하는데 사용되는 복수의 홀(**hole**)들을 인식하고, 이들 홀들의 중심을 빔 중심점으로 설정할 수 있다.
- [121] 이때, 변조체 매칭부(1224)는 수신된 원본 방사선 세기 변조체 구조 정보에서 추출된 두께 매트릭스와 변조체 구조 재구성부(1223)에서 재구성된 검증 대상 방사선 세기 변조체의 두께 매트릭스를 이용하여 양 변조체의 두께 매트릭스 사이의 차이가 최소가 되도록 매칭한다.
- [122] 변조체 매칭부(1224)는 두께를 기준으로 검증 대상 방사선 세기 변조체와 원본 방사선 세기 변조체 사이의 최대 연관 계수(**Maximum Correlation Coefficient, CC**)를 계산하고, 계산된 최대 연관 계수가 1에 가깝도록 변조체를 매칭함으로써, 양 변조체의 두께 매트릭스 사이의 차이가 최소가 되도록 매칭할 수 있다. 최대 연관 계수를 계산하는 식은 하기 수학식 3과 같다.

[123] [수식3]

$$CC = \frac{\sum_m \sum_n (PRC_{mn} - \overline{PRC})(MRC_{mn} - \overline{MRC})}{\sqrt{(\sum_m \sum_n (PRC_{mn} - \overline{PRC})^2)(\sum_m \sum_n (MRC_{mn} - \overline{MRC})^2)}}$$

- [124] PRC는 원본 방사선 세기 변조체의 두께 값을 나타내고, MRC는 재구성된 방사선 세기 변조체의 두께 값을 나타내며, m과 n은 정수(매트릭스의 행, 열)이다.

$\overline{PRC}$

는 매트릭스 내 PRC 값 평균을 나타내며,

$\overline{MRC}$

는 매트릭스 내 MRC값 평균을 나타낸다.

- [125] 변조체 매칭부(1224)는 기준 점(중심점, 빔 중심점 또는 알려진 특정 기준점)을 중심으로 검증 대상 방사선 세기 변조체의 두께 매트릭스와 원본 방사선 세기 변조체의 두께 매트릭스의 위치를 이동시켜 양 매트릭스 사이에 대응되는 지점(겹치는 지점)을 변동시키면서 각 위치에서의 최대 연관 계수를 계산한다. 변조체 매칭부(1224)는 각 위치에서의 최대 연관 계수를 계산하여 비교한 후 산출된 최대 연관 계수 값이 1에 가장 가까운 위치로 양 매트릭스를 매칭할 수 있다.
- [126] 변조체 검증부(1225)는 매칭된 양 변조체 사이의 두께 차이를 기초로 검증 대상 방사선 세기 변조체를 검증한다. 일 실시예에서, 변조체 검증부(1225)는 DD(Depth Difference) 분석 또는 CA(Composite Analysis) 분석을 통해 기준을 통과하는 지 여부를 평가함으로써 검증 대상 방사선 세기 변조체를 검증한다. 분석 방법은 사용자에게 의해 설정될 수 있다.
- [127] 일 실시예에서, DD(Depth Difference) 분석으로 검증 방법이 설정된 경우, 변조체 검증부(1225)는 매칭된 양 변조체 사이에 두께 차이가 기 설정된 기준을 통과하는 지 여부를 각 지점에서 평가하여 검증 대상 방사선 세기 변조체를 검증한다.
- [128] 다른 실시예에서, CA(Composite Analysis) 분석으로 검증 방법이 설정된 경우, 변조체 검증부(1225)는 각 지점에서 CA 분석을 수행하여 각 지점에 대해 기준을 통과하였는지 여부를 평가하고 검증 대상 방사선 세기 변조체를 검증한다. 변조체 검증부(1225)는 하기 수식 4를 통해 각 지점에서 CA 분석을 수행할 수 있다.
- [129] [수식4]
- $$CA = \sqrt{\frac{\text{Difference}^2}{(\text{DD}_{\text{Tolerance}})^2} + \frac{\text{Distance}^2}{(\text{DTA}_{\text{Tolerance}})^2}} \leq 1 : \text{Pass or } > 1 : \text{Fail}$$
- [130] CA는 평가 값을 나타낸다. CA 값이 1보다 작으면 해당 지점은 기준을 통과한 것으로 평가하고, CA 값이 1보다 크면 해당 지점은 기준을 통과하지 못한 것으로 평가한다. DD 및 Difference는 두께 차이(Depth Difference)를 나타내며 DTA 및 Distance는 지점 사이 거리(Distance to Agreement)를 나타낸다.
- [131] $\text{DD}_{\text{Tolerance}}$ 와 $\text{DTA}_{\text{Tolerance}}$ 는 각각 두께 차이와 지점 사이 거리 허용 한계값으로 기 정해진 값이다. 도 15의 (f) 내지 (h)는 $\text{DD}_{\text{Tolerance}}$ 와 $\text{DTA}_{\text{Tolerance}}$ 가 각각 1mm, 2mm, 3mm인 경우의 검증 결과를 나타낸다. 도면 상에 표시된 지점은 기준을 통과하지 못한 지점을 나타낸다.
- [132] 도 16은 검증 대상 방사선 세기 변조체를 달리하여 실험적으로 검증한 결과를 나타내는 도면이다. 마찬가지로, 도 16에서 표시된 지점은 기준을 통과하지 못한 지점을 나타낸다.
- [133] 일 실시예에서, 변조체 검증부(1225)는 전체 영역 대비 기준 통과율(Number of

- pass/Number of total points)을 기초로 검증 대상 방사선 세기 변조체를 검증할 수 있다. 예를 들어, 전체 영역 대비 기준 통과율이 정해진 수치(Threshold)를 넘지 않는 경우, 해당 검증 대상 방사선 세기 변조체는 불량으로 검증할 수 있다.
- [134] 일 실시예에서, 변조체 검증부(1225)는 중요 영역으로 지정된 영역의 기준 통과율을 기초로 검증 대상 방사선 세기 변조체를 검증할 수 있다. 예를 들어, 변조체 검증부(1225)는 사용자로부터 중요 영역으로 입력받은 영역을 기초로, 전체 중요 영역 대비 기준 통과율(Number of pass/Number of total points of designated area)이 정해진 수치를 넘지 않는 경우, 해당 검증 대상 방사선 세기 변조체는 불량으로 검증할 수 있다.
- [135] 일 실시예에 있어서, 변조체 검증부(1225)는 검증 대상 방사선 세기 변조체와 원본 방사선 세기 변조체가 매칭된 후, 양 방사선 세기 변조체의 기준 점(예를 들어, 중심점, 빔 중심점 또는 알려진 특정 기준점) 사이의 거리 차이를 측정하여 방사선 세기 변조체 제작 장치에 의한 오차(systematic shift)가 있는 지 여부를 평가할 수 있다.
- [136] 일 실시예에 있어서, 변조체 검증부(1225)는 양 방사선 세기 변조체의 기준 점 사이의 거리 차이와 방향을 기초로 오차 거리와 방향을 계산하여 방사선 세기 변조체 제작 장치의 오차 보정을 위한 정보를 제공할 수 있다.
- [137] 다른 실시예에서, 변조체 매칭부(1224)가 검증 대상 방사선 세기 변조체와 원본 방사선 세기 변조체를 매칭한 후, 방사선 세기 변조체 제작 장치에 의한 오차(systematic shift)가 있는 지 여부를 평가하고, 오차 거리와 방향을 계산하여 방사선 세기 변조체 제작 장치의 오차 보정을 위한 정보를 제공할 수도 있다.
- [138] 제2 제어부(1226)는 데이터 수신부(1221), 원본 변조체 구조 정보 수신부(1222), 변조체 구조 재구성부(1223), 변조체 매칭부(1224) 및 변조체 검증부(1225)의 각 프로세스를 제어하여 검증과정을 수행한다.
- [139]
- [140] 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 세기 변조체의 검증 방법을 나타내는 흐름도이다.
- [141] 도 17을 참조하면, 방사선 세기 변조체 검증 시스템(140)을 이용하여 검증 절차를 진행하기에 앞서 스캐너(1210)를 교정(Calibration)한다(단계 S1702). 예를 들어, 구조가 이미 알려진 객체를 스캐너(1210)를 통해 스캔하고, 스캔된 결과와 객체를 비교하여 스캐너(1210)를 교정할 수 있다.
- [142] 스캐너(1210)는 방사선 세기 변조체 제작 시스템에서 제작된 방사선 세기 변조체(1219)(이하, 검증 대상 방사선 세기 변조체)를 스캔하여 검증 대상 방사선 세기 변조체(1219)의 영상을 획득하고(단계 S1704), 획득된 영상을 기초로 검증 대상 방사선 세기 변조체(1219)의 3차원 구조 정보를 생성한다. 즉, 스캐너(1210)는 검증 대상 방사선 세기 변조체(1219)의 3차원 구조를 깊이 정보로 재구성할 수 있다. 검증 대상 방사선 세기 변조체(1219)의 각 지점의 깊이를 산출하는 방법은 상기 수학식 1과 2를 통해 설명한 바와 같다.

- [143] 검증 시스템(1220)은 치료계획 시스템(110) 또는 방사선 세기 변조체 모델링 시스템(120)으로부터 원본 방사선 세기 변조체 구조 정보를 수신하고(단계 S1712), 수신된 정보로부터 원본 방사선 세기 변조체의 두께 정보를 추출한다(단계 S1714). 검증 시스템(1220)은 원본 방사선 세기 변조체의 구조로 추출된 두께 정보를 재구성할 수 있다(단계 S1716).
- [144] 검증 시스템(1220)은 검증 대상 방사선 세기 변조체(1219)의 3차원 구조 정보와 원본 방사선 세기 변조체의 두께 정보를 기초로 검증 대상 변조체의 두께 매트릭스와 원본 변조체의 두께 매트릭스를 생성한다(단계 S1720).
- [145] 양 방사선 세기 변조체의 두께 매트릭스가 생성되면 검증 시스템(1220)은 두께 정보를 기초로 양 방사선 세기 변조체의 두께 매트릭스 사이의 차이가 최소가 되도록 매칭한다(단계 S1730). 양 방사선 세기 변조체를 매칭하는 방법은 상기 수학적식 3을 통해 설명한 바와 같다.
- [146] 양 방사선 세기 변조체를 매칭한 후, 검증 시스템(1220)은 매칭된 양 방사선 세기 변조체 사이의 두께 차이가 기준을 통과하는 지 여부를 각 지점에서 평가하고(단계 S1740). 검증 대상 방사선 세기 변조체를 검증한다(단계 S1750). 예를 들어, 검증 시스템(1220)은 DD(Depth Difference) 분석 또는 CA(Composite Analysis) 분석을 통해 기준을 통과하는 지 여부를 평가함으로써 검증 대상 방사선 세기 변조체를 검증한다. 분석 방법은 사용자에게 의해 설정될 수 있다. 일 실시예에서, DD(Depth Difference) 분석으로 검증 방법이 설정된 경우, 검증 시스템(1220)은 매칭된 양 변조체 사이에 두께 차이가 기 설정된 기준을 통과하는 지 여부를 각 지점에서 평가하여 검증 대상 방사선 세기 변조체를 검증한다. 다른 실시예에서, CA(Composite Analysis) 분석으로 검증 방법이 설정된 경우, 검증 시스템(1220)은 각 지점에서 CA 분석을 수행하여 각 지점에 대해 기준을 통과하였는지 여부를 평가하고 검증 대상 방사선 세기 변조체를 검증한다. CA 분석을 통해 매칭된 변조체 사이의 두께 차이가 기준을 통과하는 지 여부를 평가하는 방법은 수학적식 4를 통해 설명한 바와 같다.
- [147] 검증 시스템(1220)은 전체 영역 대비 기준 통과율(Number of pass/Number of total points) 또는 중요 영역으로 지정된 영역의 기준 통과율을 기초로 검증 대상 방사선 세기 변조체를 검증할 수 있다.
- [148]
- [149] 도 1 내지 도 17을 통해 설명된 시스템 및 방법은, 컴퓨터에 의해 실행되는 애플리케이션이나 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수 있다.
- [150] 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터 저장 매체 및 통신 매체를 모두 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및

비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 통신 매체는 전형적으로 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈, 또는 반송파와 같은 변조된 데이터 신호의 기타 데이터, 또는 기타 전송 매커니즘을 포함하며, 임의의 정보 전달 매체를 포함한다.

- [151] 모듈(module)이라 함은 명세서에서 설명되는 각각의 명칭에 따른 기능과 동작을 수행할 수 있는 하드웨어를 의미할 수도 있고, 또한 특정한 기능과 동작을 수행할 수 있는 컴퓨터 프로그램 코드를 의미할 수도 있고, 또한 특정한 기능과 동작을 수행시킬 수 있는 컴퓨터 프로그램 코드가 탑재된 전자적 기록 매체, 예컨대 프로세서를 의미할 수 있다.
- [152] 이상 본 발명의 실시예로 설명하였으나 본 발명의 기술적 사상이 상기 실시예로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범주에서 다양한 의료 정보 등록 방법 및 그 시스템으로 구현할 수 있다.

청구범위

- [청구항 1] 치료 계획 시스템에서 제공된 밀도 매트릭스(density matrix)로 표현된 선량 변조 정보 또는 3차원 구조체 정보를 획득하는 단계;
 상기 치료 계획 시스템에서 제공된 방사선 세기 변조체의 설계 조건 정보를 획득하는 단계;
 상기 방사선 세기 변조체의 설계 조건 정보와 상기 밀도 매트릭스로 표현된 선량 변조 정보 또는 3차원 구조체 정보를 기초로 방사선 세기 변조체 구조를 생성하는 단계;
 실제 제작 조건 및 치료 조건 중 적어도 하나 이상과 상기 방사선 세기 변조체의 설계 조건 정보를 비교하여 상기 생성된 방사선 세기 변조체 구조를 조정하는 단계; 및
 상기 조정된 방사선 세기 변조체 구조를 기초로 방사선 세기 변조체를 제작하는 단계를 포함하는 방사선 세기 변조체 제작 방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 획득된 방사선 세기 변조체의 설계 조건 정보는 선원과 변조체 사이의 거리, 빔 중심축의 위치, 변조체가 실제 놓이는 위치 및 변조체의 물질 정보 중 적어도 하나 이상을 포함하는 방사선 세기 변조체 제작 방법.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
 상기 방사선 세기 변조체 구조를 조정하는 단계는
 상기 설계 조건 정보에서 획득된 설계 물질 정보와 실제 제작 조건에서 획득된 제작 물질 정보를 비교하는 단계;
 상기 설계 물질과 제작 물질의 방사선 감쇄율이 동일한 경우, 상기 생성된 방사선 세기 변조체의 두께를 유지하는 단계; 및
 상기 설계 물질과 제작 물질의 방사선 감쇄율이 상이한 경우, 양 물질 사이의 방사선 감쇄율 차이에 따라 상기 생성된 방사선 세기 변조체의 두께를 조정하는 단계를 포함하는 방사선 세기 변조체 제작 방법.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
 상기 방사선 세기 변조체 구조를 조정하는 단계는
 상기 설계 조건 정보에서 획득된 설계시 선원과 변조체 사이의 거리 정보와 실제 치료 조건에서 획득된 치료시 선원과 변조체 사이의 거리 정보를 비교하는 단계;
 상기 설계시 선원과 변조체 사이의 거리 정보와 치료시 선원과 변조체 사이의 거리 정보가 동일한 경우, 상기 생성된 방사선 세기 변조체의 크기를 유지하는 단계; 및
 상기 설계시 선원과 변조체 사이의 거리 정보와 치료시 선원과 변조체 사이의 거리 정보가 상이한 경우, 양 거리 사이의 차이에 따라 상기

생성된 방사선 세기 변조체의 크기를 조정하는 단계를 포함하는 방사선 세기 변조체 제작 방법.

[청구항 5]

제1항에 있어서,

상기 방사선 세기 변조체를 제작하는 단계는 3차원 프린터를 이용하여 방사선 세기 변조체를 제작하는 방사선 세기 변조체 제작 방법.

[청구항 6]

제5항에 있어서,

상기 방사선 세기 변조체를 제작하는 단계는

상기 조정된 방사선 세기 변조체 구조의 정보를 3차원 프린터에서 제작 가능한 정보로 변환하는 단계; 및

상기 변환 과정에서 방사선 세기 변조체 구조의 정보가 일부 손실된 경우, 손실된 부분을 보정하는 단계를 포함하는 방사선 세기 변조체 제작 방법.

[청구항 7]

방사선 치료 계획에 따라 방사선 세기 변조체를 설계하는 치료 계획 시스템;

상기 치료 계획 시스템에서 설계된 방사선 세기 변조체 정보를 기초로

방사선 세기 변조체를 모델링하는 방사선 세기 변조체 모델링 시스템; 및

상기 방사선 세기 변조체 모델링 시스템에서 모델링된 방사선 세기 변조체를 기초로 방사선 세기 변조체를 제작하는 3차원 프린터를 포함하되,

상기 방사선 세기 변조체 모델링 시스템은

상기 치료 계획 시스템에서 제공된 밀도 매트릭스(density matrix)로

표현된 선량 변조 정보 또는 3차원 구조체 정보를 획득하고, 방사선 세기 변조체의 설계 조건 정보를 획득하는 입력 인터페이스;

상기 방사선 세기 변조체의 설계 조건 정보와 상기 밀도 매트릭스로

표현된 선량 변조 정보 또는 3차원 구조체 정보를 기초로 방사선 세기 변조체 구조를 생성하는 변조체 구조 생성부; 및

실제 제작 조건 및 치료 조건 중 적어도 하나 이상과 상기 방사선 세기 변조체의 설계 조건 정보를 비교하여 상기 생성된 방사선 세기 변조체 구조를 조정하는 변조체 구조 조정부를 포함하는 방사선 세기 변조체 제작 장치.

[청구항 8]

제7항에 있어서,

상기 변조체 구조 조정부는

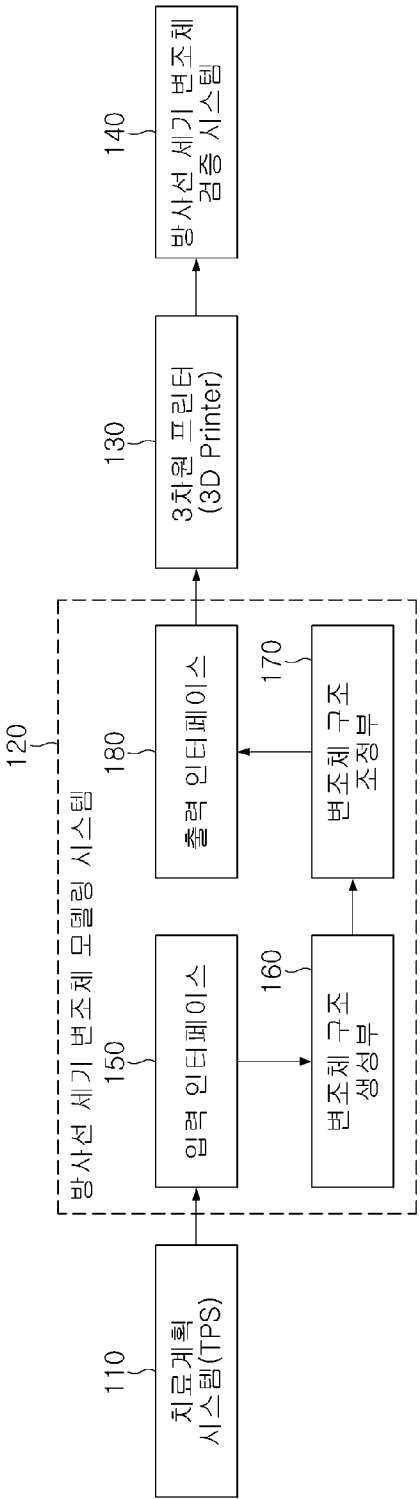
상기 설계 조건 정보에서 획득된 설계 물질 정보와 실제 제작 조건에서 획득된 제작 물질 정보를 비교하여,

상기 설계 물질과 제작 물질의 방사선 감쇄율이 동일한 경우, 상기 생성된 방사선 세기 변조체의 두께를 유지하며,

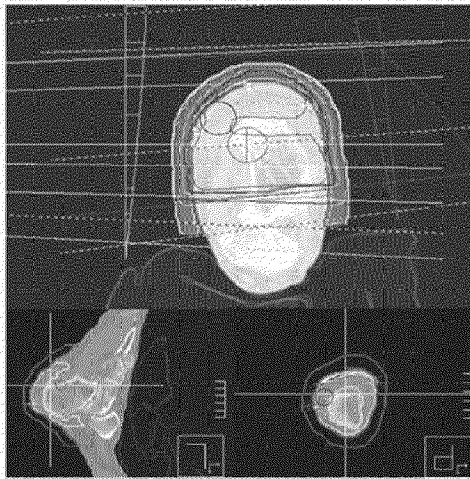
상기 설계 물질과 제작 물질의 방사선 감쇄율이 상이한 경우, 물질 사이의 방사선 감쇄율 차이에 따라 상기 생성된 방사선 세기 변조체의 두께를 조정하는 방사선 세기 변조체 제작 방법.

- [청구항 9] 제7항에 있어서,
상기 변조체 구조 조정부는
상기 설계 조건 정보에서 획득된 설계시 선원과 변조체 사이의 거리
정보와 실제 치료 조건에서 획득된 치료시 선원과 변조체 사이의 거리
정보를 비교하여,
상기 설계시 선원과 변조체 사이의 거리 정보와 치료시 선원과 변조체
사이의 거리 정보가 동일한 경우, 상기 생성된 방사선 세기 변조체의
크기를 유지하고,
상기 설계시 선원과 변조체 사이의 거리 정보와 치료시 선원과 변조체
사이의 거리 정보가 상이한 경우, 양 거리 사이의 차이에 따라 상기
생성된 방사선 세기 변조체의 크기를 조정하는 방사선 세기 변조체 제작
장치.
- [청구항 10] 제7항에 있어서,
상기 방사선 세기 변조체 모델링 시스템은
상기 조정된 방사선 세기 변조체 구조의 정보를 상기 3차원 프린터에서
제작 가능한 정보로 변환하는 출력 인터페이스를 더 포함하는 방사선
세기 변조체 제작 장치.
- [청구항 11] 제10항에 있어서,
상기 출력 인터페이스는
상기 변환 과정에서 방사선 세기 변조체 구조의 정보가 일부 손실된 경우,
손실된 부분을 보정하는 방사선 세기 변조체 제작 장치.

[도1]



[도2]

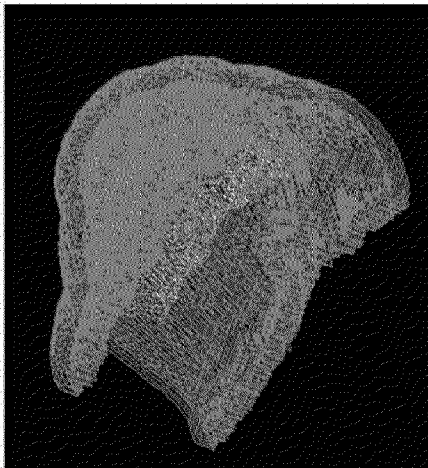


(a)

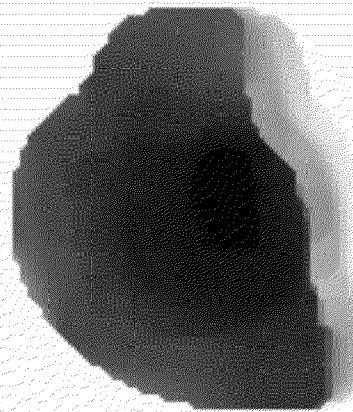


(b)

[도3]

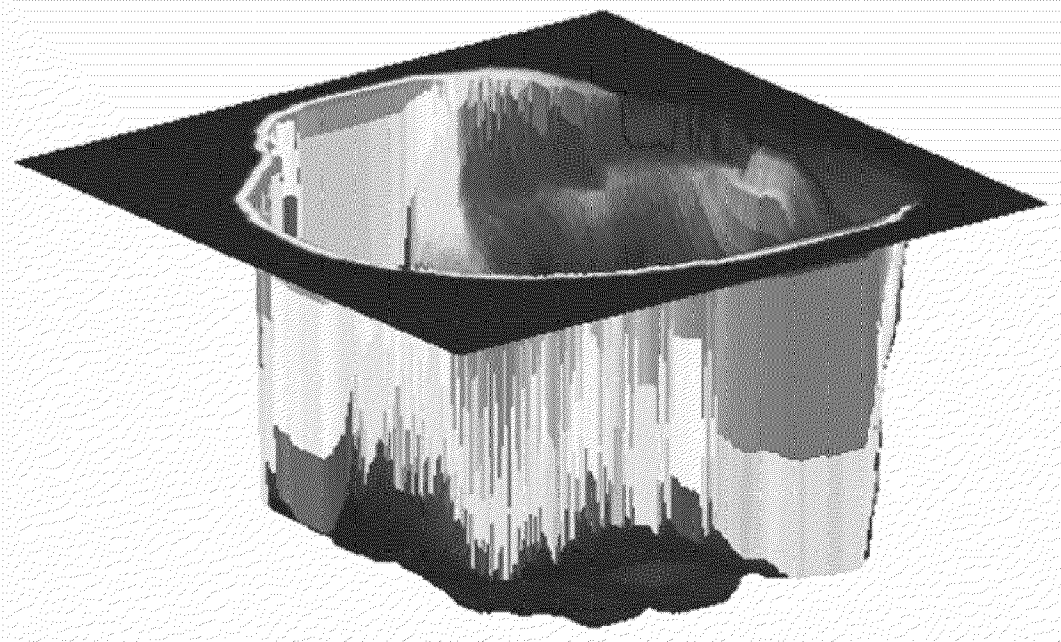


(a)

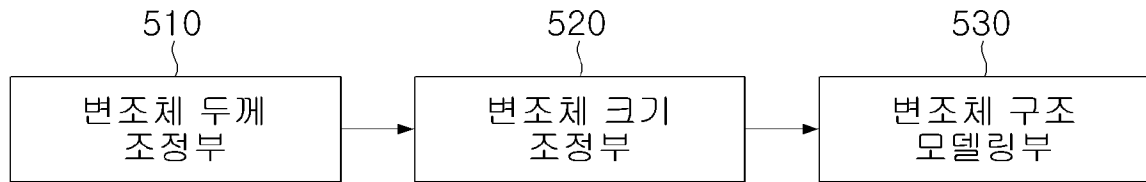


(b)

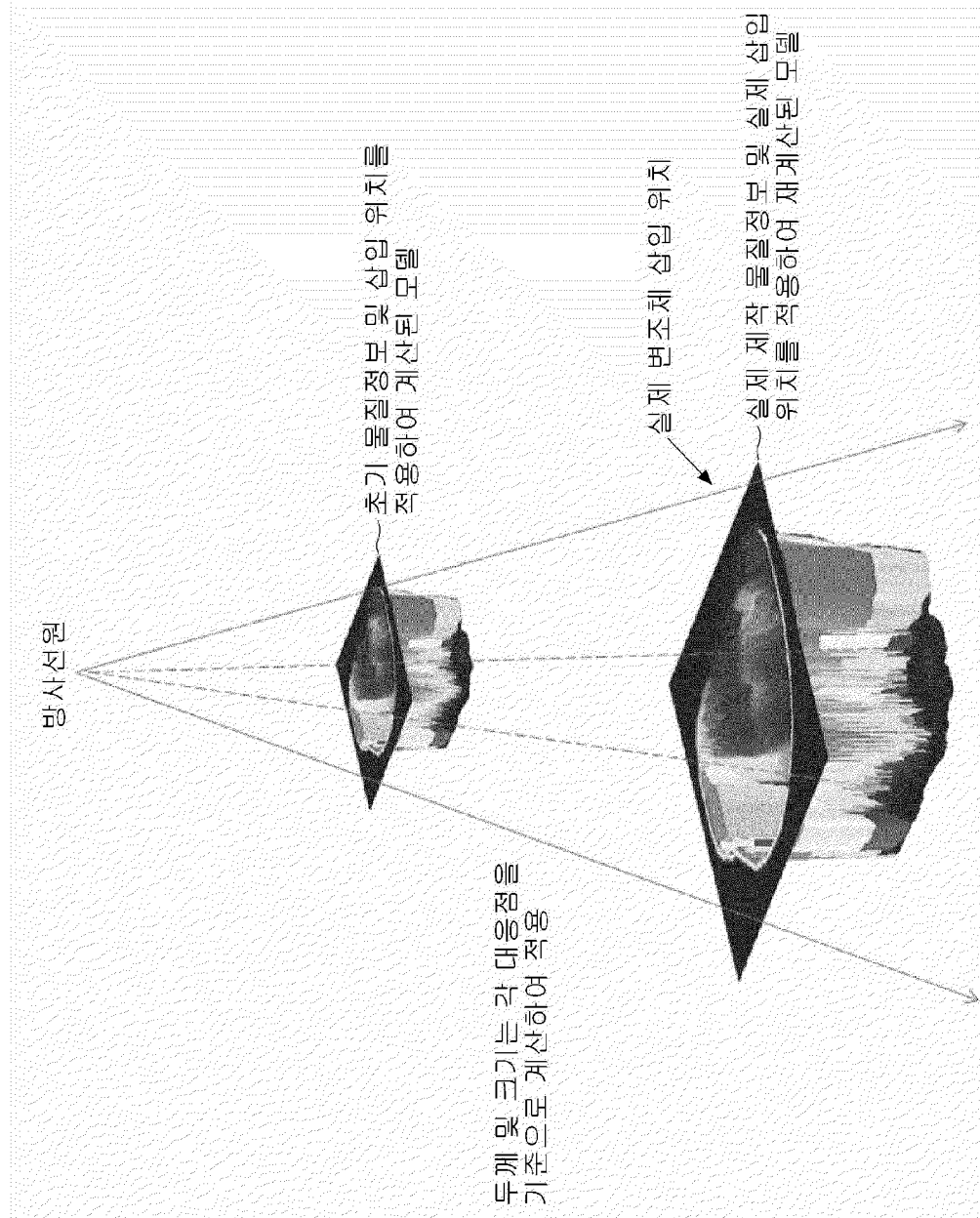
[도4]



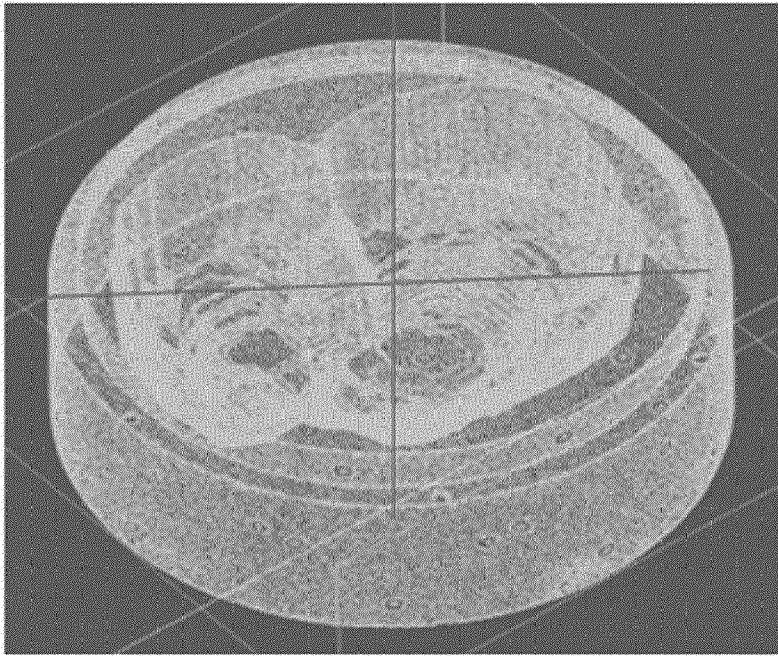
[도5]



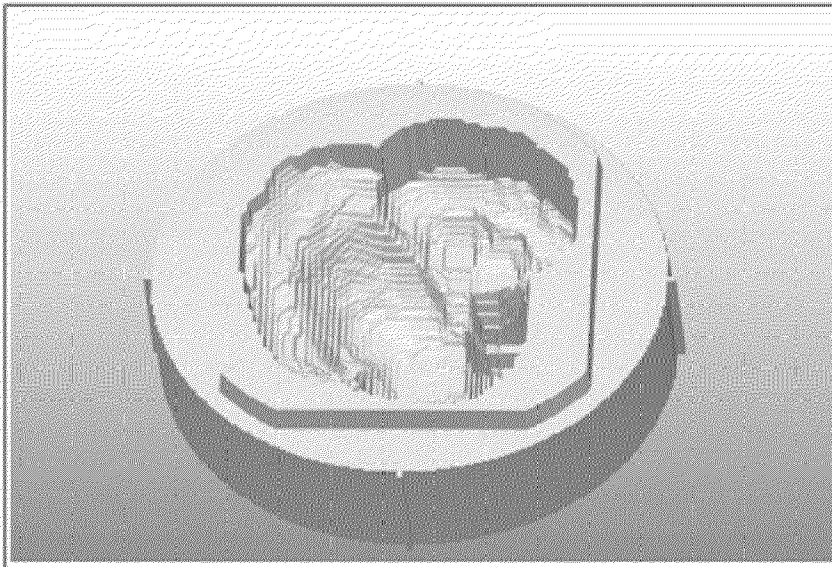
[도6]



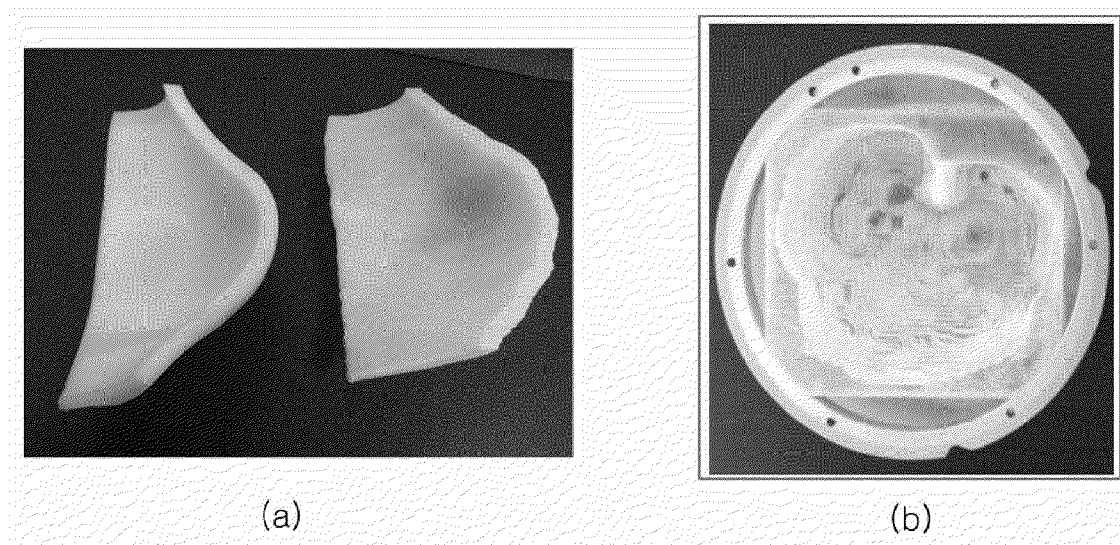
[도7]



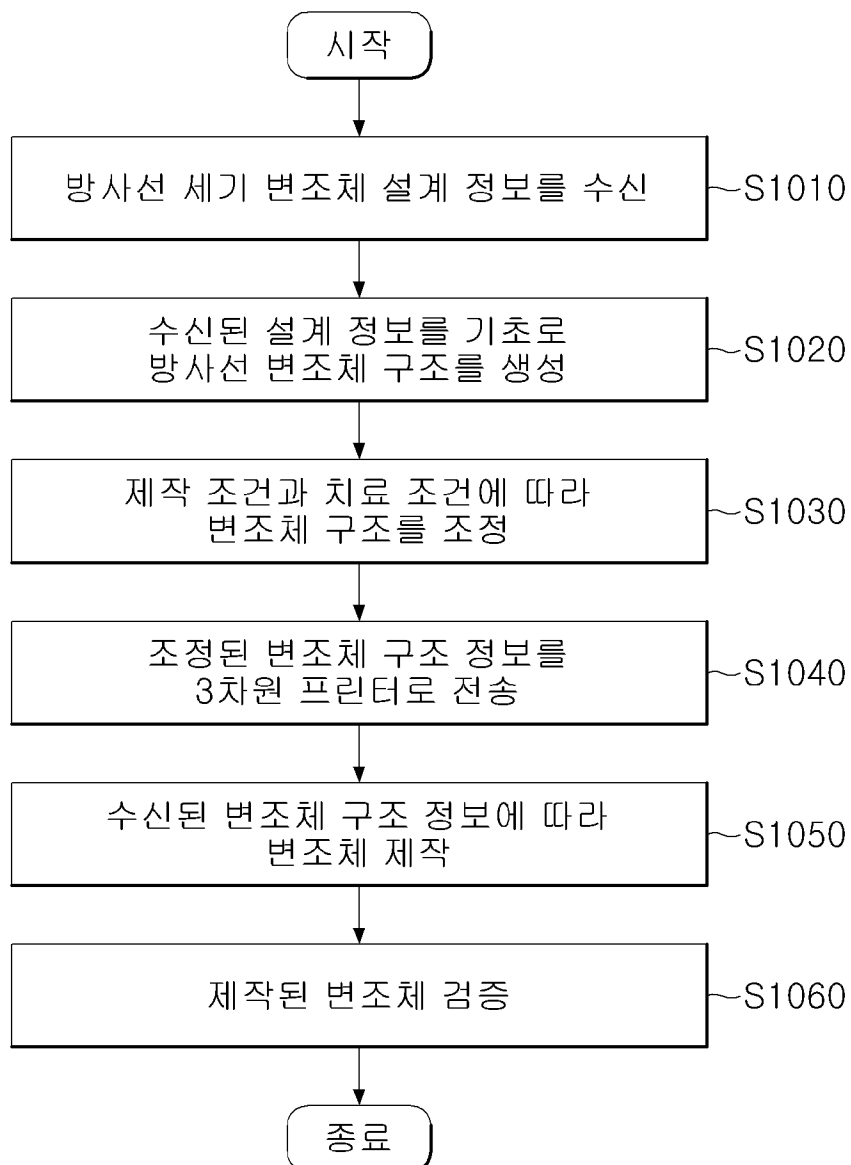
[도8]



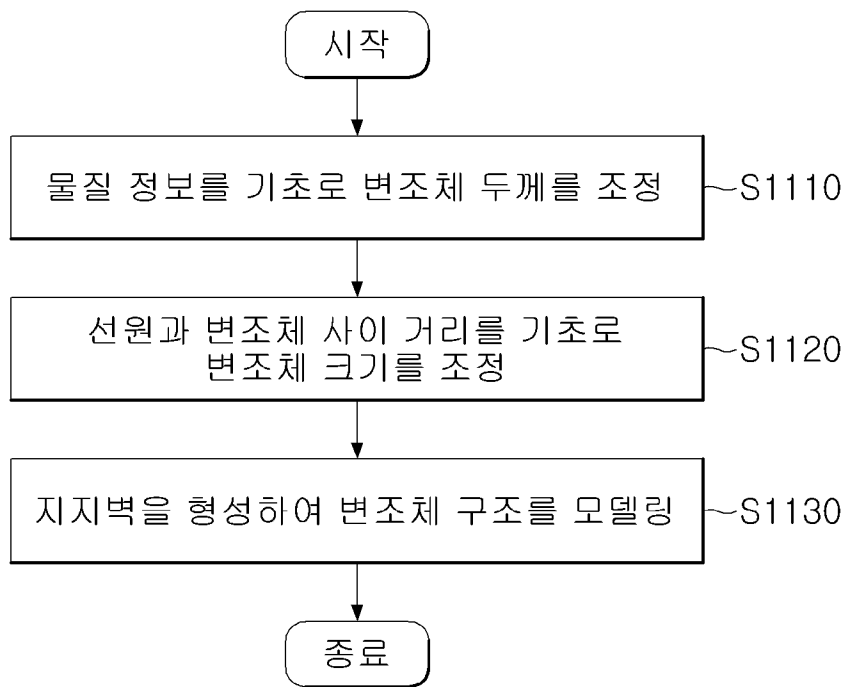
[도9]



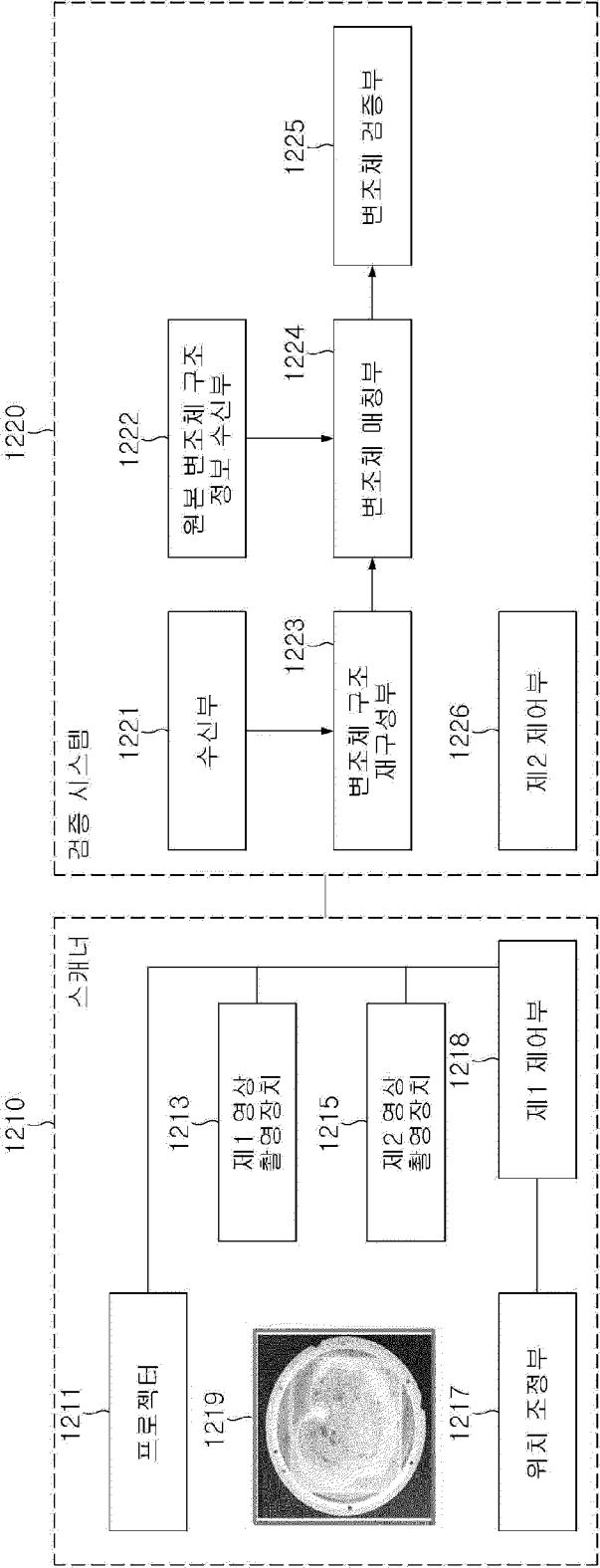
[도10]



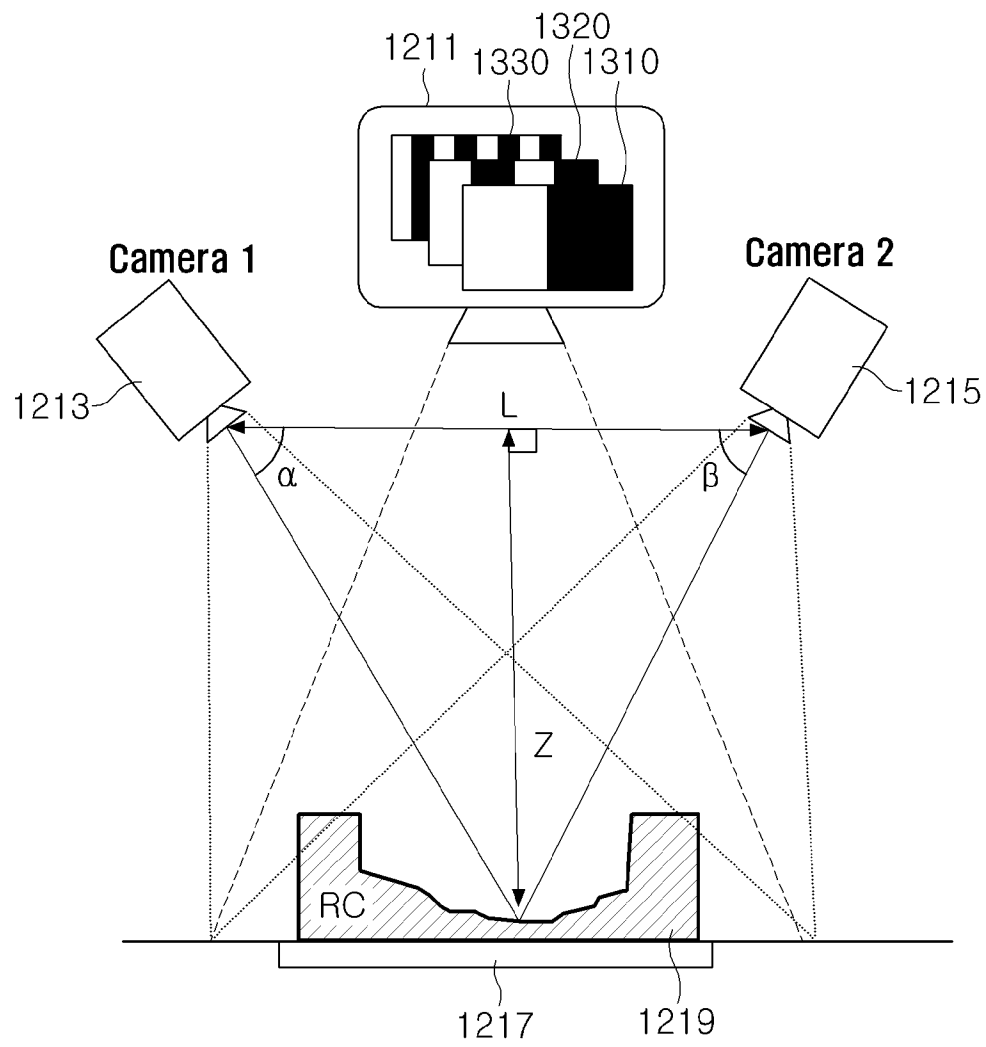
[도11]



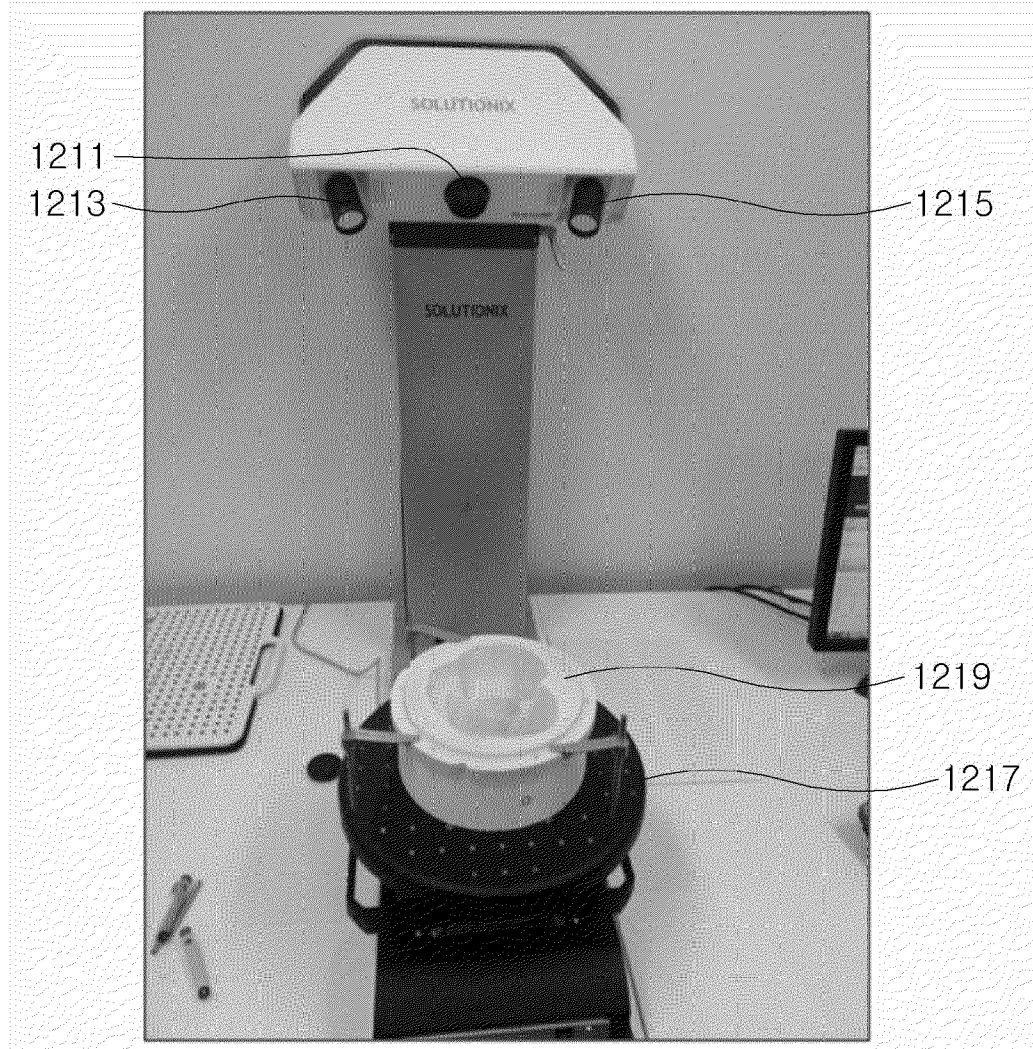
[도12]



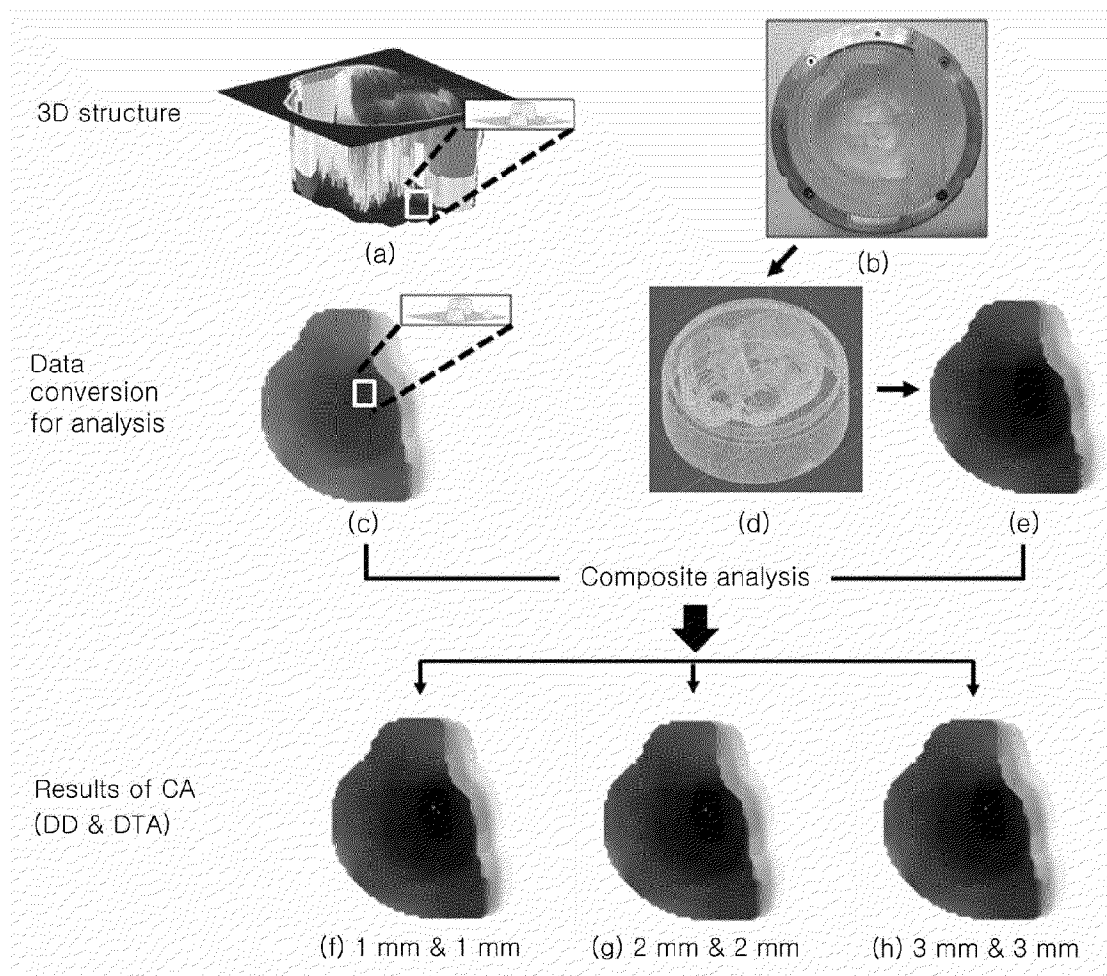
[도13]



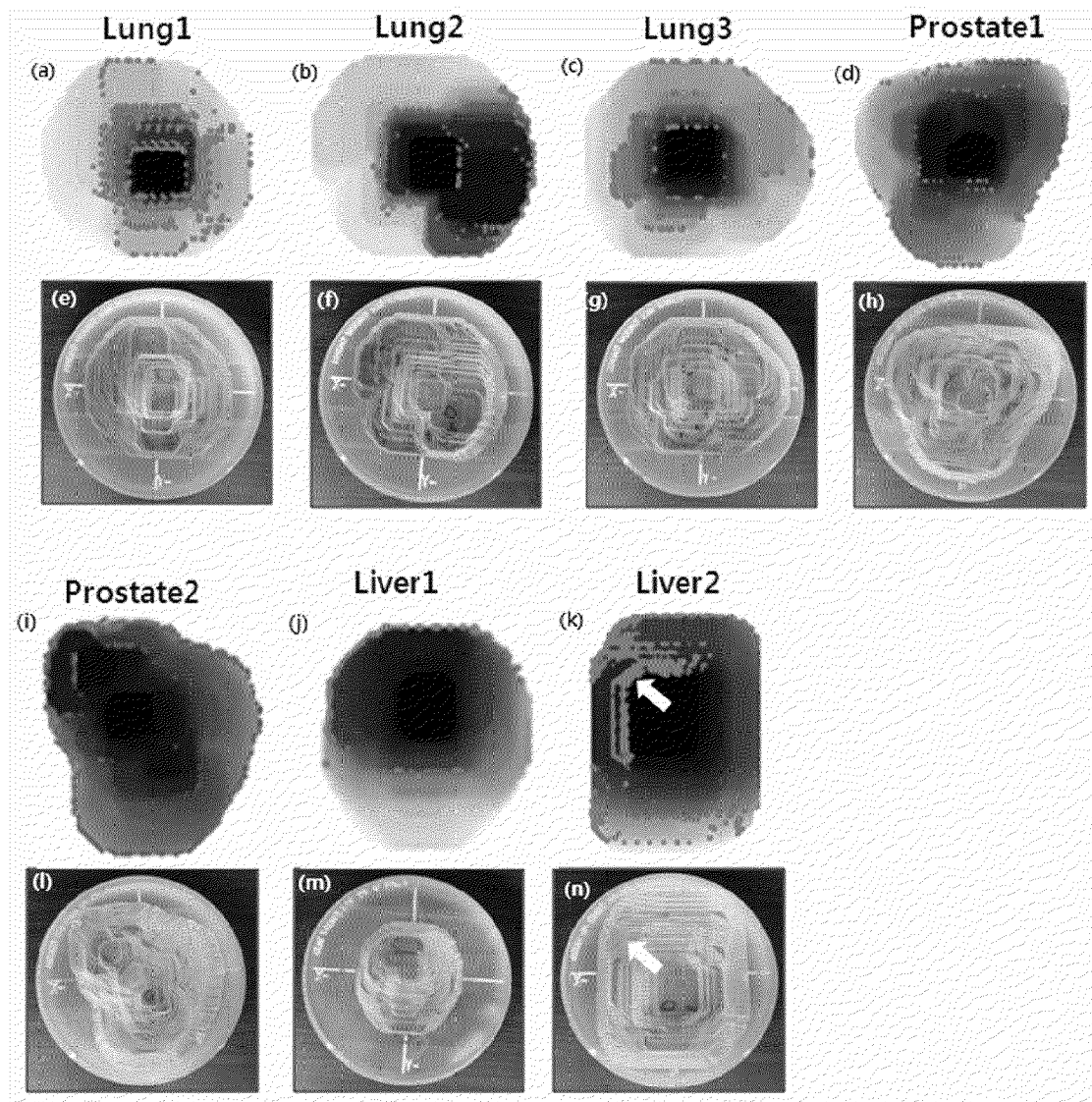
[도14]



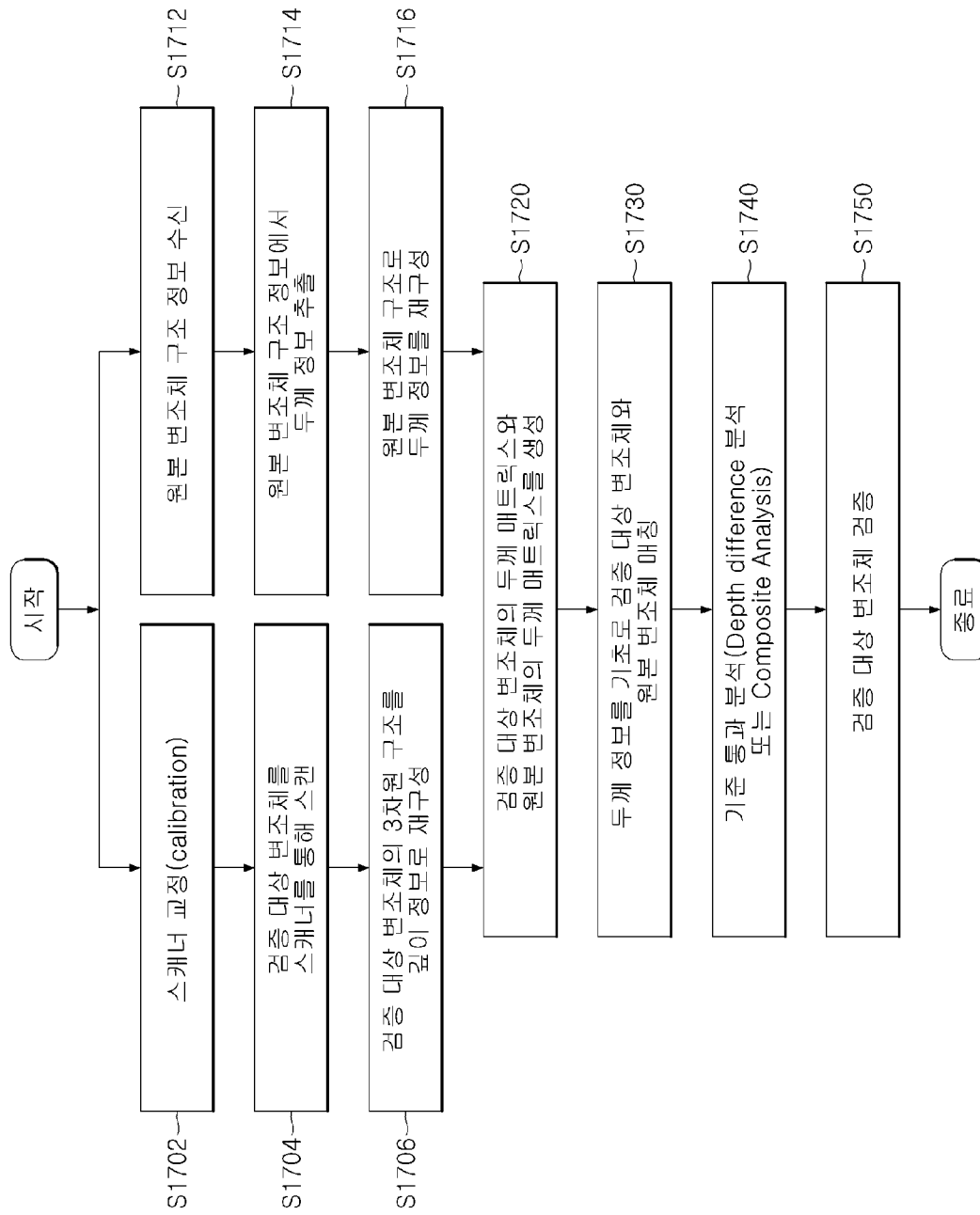
[도15]



[도16]



[도17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2015/013776**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****A61N 5/10(2006.01);***

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61N 5/10; H05G 1/30; G01T 1/161; A61B 6/00; G06Q 50/22

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: radiation, dose, modulator, compensation, verification, 3D printer

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-1437268 B1 (SAMSUNG LIFE PUBLIC WELFARE FOUNDATION) 02 September 2014 See abstract; claims 1-23; paragraphs [0011]-[0073].	1-11
A	KR 10-2010-0119109 A (SEOUL CNJ CO., LTD.) 09 November 2010 See abstract; claims 1-6.	1-11
A	KR 10-2012-0087862 A (INFINITT HEALTHCARE CO., LTD.) 07 August 2012 See abstract; claims 1-8.	1-11
A	KR 10-2011-0039514 A (IONBEAM APPLICATIONS S.A.) 19 April 2011 See abstract; claims 1-8.	1-11
A	KR 10-2012-0079726 A (KONKUK UNIVERSITY) 13 July 2012 See abstract; claims 1-10.	1-11



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 FEBRUARY 2016 (18.02.2016)

Date of mailing of the international search report

14 MARCH 2016 (14.03.2016)

Name and mailing address of the ISA/KR



Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2015/013776

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-1437268 B1	02/09/2014	EP 2810693 A2 US 2015-0006098 A1 WO 2013-115607 A2	10/12/2014 01/01/2015 08/08/2013
KR 10-2010-0119109 A	09/11/2010	NONE	
KR 10-2012-0087862 A	07/08/2012	KR 10-1193036 B1 US 2013-0274537 A1 WO 2012-081743 A1	22/10/2012 17/10/2013 21/06/2012
KR 10-2011-0039514 A	19/04/2011	EP 2116278 A1 EP 2315613 A1 EP 2315613 B1 JP 05-571070 B2 JP 2011-519643 A US 2012-0232324 A1 US 9199093 B2 WO 2009-135881 A1	11/11/2009 04/05/2011 22/04/2015 13/08/2014 14/07/2011 13/09/2012 01/12/2015 12/11/2009
KR 10-2012-0079726 A	13/07/2012	KR 10-1300780 B1	10/09/2013

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

A61N 5/10(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

A61N 5/10; H05G 1/30; G01T 1/161; A61B 6/00; G06Q 50/22

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 방사선, 선량, 변조체, 보정, 검증, 3D 프린터

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	KR 10-1437268 B1 (사회복지법인 삼성생명공익재단) 2014.09.02 요약; 청구항 1-23; 단락 [0011]-[0073] 참조.	1-11
A	KR 10-2010-0119109 A (주식회사 서울씨엔제이) 2010.11.09 요약; 청구항 1-6 참조.	1-11
A	KR 10-2012-0087862 A (주식회사 인피니트헬스케어) 2012.08.07 요약; 청구항 1-8 참조.	1-11
A	KR 10-2011-0039514 A (이온빔 어플리케이션스 에스. 에이.) 2011.04.19 요약; 청구항 1-8 참조.	1-11
A	KR 10-2012-0079726 A (학교법인 건국대학교) 2012.07.13 요약; 청구항 1-10 참조.	1-11

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2016년 02월 18일 (18.02.2016)

국제조사보고서 발송일

2016년 03월 14일 (14.03.2016)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관

한인호

전화번호 +82-42-481-3362



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1437268 B1	2014/09/02	EP 2810693 A2 US 2015-0006098 A1 WO 2013-115607 A2	2014/12/10 2015/01/01 2013/08/08
KR 10-2010-0119109 A	2010/11/09	없음	
KR 10-2012-0087862 A	2012/08/07	KR 10-1193036 B1 US 2013-0274537 A1 WO 2012-081743 A1	2012/10/22 2013/10/17 2012/06/21
KR 10-2011-0039514 A	2011/04/19	EP 2116278 A1 EP 2315613 A1 EP 2315613 B1 JP 05-571070 B2 JP 2011-519643 A US 2012-0232324 A1 US 9199093 B2 WO 2009-135881 A1	2009/11/11 2011/05/04 2015/04/22 2014/08/13 2011/07/14 2012/09/13 2015/12/01 2009/11/12
KR 10-2012-0079726 A	2012/07/13	KR 10-1300780 B1	2013/09/10