



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0028956
(43) 공개일자 2011년03월22일

(51) Int. Cl.

A61B 6/00 (2006.01) G06Q 50/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0086610

(22) 출원일자 2009년09월14일

심사청구일자 2009년09월15일

(71) 출원인

계명대학교 산학협력단

대구 달서구 신당동 1000번지

(72) 발명자

최태진

대구광역시 수성구 두산동 929-1 삼풍아파트 5동 523호

(74) 대리인

김일환

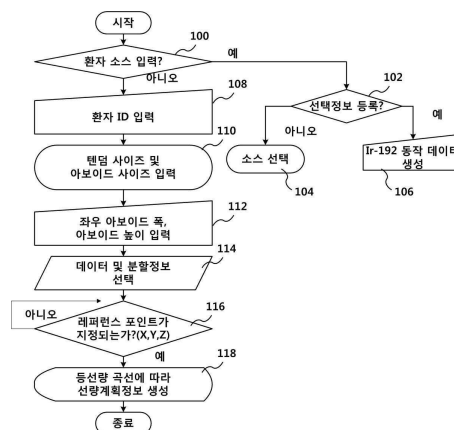
전체 청구항 수 : 총 2 항

(54) 선원맞춤형 선량계획방법

(57) 요약

본 발명의 선원맞춤형 선량계획 방법은, 환자정보 및 선원 길이 및 질원개 선원의 폭 및 높이 및 위치, 선원, 분할 치료일을 입력하는 제1창과, 분할선량 및 선량값 및 등선량값 및 분할선량결정과 치료시간보정 및 평균선량점을 입력하는 제2창으로 구성되는 선량계획정보 입력화면의 제1창을 통해, 환자정보 및 선원 길이 및 질원개 선원의 폭 및 높이 및 위치, 선량점을 입력받는 단계; 상기 제1창을 통해 환자정보 및 선원 길이 및 질원개 선원의 폭 및 높이 및 위치, 선원, 분할 치료일이 입력되면, 상기 제2창에 미리 정해둔 분할선량 및 선량값 및 등선량값 및 분할선량결정과 치료시간보정 및 평균선량점 정보를 입력하여 선원맞춤형 선량계획정보를 생성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

선원맞춤형 선량계획 방법에 있어서,

환자정보 및 선원 길이 및 질원개 선원의 폭 및 높이 및 위치, 선원, 분할 치료일을 입력하는 제1창과, 분할선량 및 선량값 및 등선량값 및 분할선량결정과 치료시간보정 및 평균선량점을 입력하는 제2창으로 구성으로 구성되는 선량계획정보 입력화면의 제1창을 통해, 환자정보 및 선원 길이 및 질원개 선원의 폭 및 높이 및 위치, 선량점을 입력받는 단계;

상기 제1창을 통해 환자정보 및 선원 길이 및 질원개 선원의 폭 및 높이 및 위치, 선원, 분할 치료일이 입력되면, 상기 제2창에 미리 정해진 분할선량 및 선량값 및 등선량값 및 분할선량결정과 치료시간보정 및 평균선량점 정보를 입력하여 선원맞춤형 선량계획정보를 생성하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 선원맞춤형 선량계획 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제2창에 입력된 값이 사용자 선택에 따라 변경됨을 특징으로 하는 선원맞춤형 선량계획 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 선량계획방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 고선량률 선원에 의한 선량계획정보의 생성시에 개별 선원과 평가점 위치를 전산화하여 선원 길이 및 질원개 선원의 폭과 높이 및 위치를 선택하는 것만으로 선량계획정보를 생성하여, 분할조사의 시술당일 치료대기시간을 현저히 줄일 수 있는 선원맞춤형 선량계획 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 임상에 근거한 근접조사는 자궁체강내의 선원과 질원개(vaginal fornix)의 아프리케이터 선원의 거의 같은 방사능강도를 사용하는 스톡홀름 방식과 자궁체강 선원과 질원개 좌우와 자궁경부 앞에 각각 질원개 아프리케이터를 시술하는 페리스 시스템과 자궁체강내 선원을 직렬배열하고 질원개의 좌우에 colpostat를 삽입하여 uterus 중앙 체강에서 2cm 상방과 측방 질원개의 mucous membrane에서 2cm 상방의 위치를 "A"점으로 하 중앙선에서 "A"를 통과하여 5cm 위치를 "B" 점으로 정의하고 정의한 위치에 도달되는 선량으로 치료선량을 결정하는 Manchester 방법이 있다.

[0003] 상기 근접조사시에는 자궁경부 근처의 특정 위치에서의 필요 방사선량(放射線量)을 치료계획 컴퓨터를 통해 계산하여 그 위치에 계산된 선량을 투여한다. 즉 근접조사는 각종 의료용 영상장치를 통해 자궁내 종양의 특성이나 위치 및 크기를 알아낸 후, 해당 위치에 고선량(高線量)을 조사하는 방사선 발생물질(이하, 선원)을 삽입하여 종양에 방사선이 효과적으로 조사되도록 하는 방법이다.

[0004] 일반적으로 근접조사는 저선량률 근접조사와 고선량률 근접조사로 나뉘며, 상기 저선량률 근접조사는 선원을 삽입하여 1회 수습 시간을 조사하고, 고선량률 근접조사는 6-12회로 분할되어 조사하는 것이다. 상기 고선량률 조사 방식은 치료시간이 수분 이내에 불과해 통원시술이 가능하다.

[0005] 특히 상기한 고선량률 조사방식을 채용하는 경우에 첫 시술시에는 아프리케이터 삽입시술과 아울러 선원 배열 분석 및 입력, 계산 등의 선량 계획을 이행하기 위해 약 2-30분 정도가 소요되므로, 환자는 시술대 위에서 선량계획 시간동안 고정된 채로 기다리거나 당일 치료가 이루어지지 못하는 경우도 있어 환자에게 상당히 불편을 주는 요인이 되고 있다.

[0006] 이에 종래에는 자궁경부암환자의 고선량률 근접조사시 선량 계획 시간을 줄이기 위한 노력이 계속되고 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0007] 본 발명은 고선량률 선원에 의한 선량계획정보의 생성시에 개별 선원과 평가점 위치를 전산화하여 선원 길이 및 질원개 선원의 폭과 높이 및 위치를 선택하는 것만으로 선량계획정보를 생성하여, 분할조사의 시술당일 치료대기시간을 현저히 줄일 수 있는 선원맞춤형 선량계획 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제 해결수단

[0008] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 선원맞춤형 선량계획 방법은, 환자정보 및 선원 길이 및 질원개 선원의 폭 및 높이 및 위치, 선원, 분할 치료일을 입력하는 제1창과, 분할선량 및 선량값 및 등선량값 및 분할선량 결정과 치료시간보정 및 평균선량점을 입력하는 제2창으로 구성되는 선량계획정보 입력화면의 제1창을 통해, 환자정보 및 선원 길이 및 질원개 선원의 폭 및 높이 및 위치, 선량점을 입력받는 단계; 상기 제1창을 통해 환자정보 및 선원 길이 및 질원개 선원의 폭 및 높이 및 위치, 선원, 분할 치료일이 입력되면, 상기 제2창에 미리 정해둔 분할선량 및 선량값 및 등선량값 및 분할선량결정과 치료시간보정 및 평균선량점 정보를 입력하여 선원맞춤형 선량계획정보를 생성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 또한 상기 제2창에 입력된 값이 사용자 선택에 따라 변경됨을 특징으로 한다.

효 과

[0010] 본 발명은 자궁경부암의 치료를 위하여 고선량률 선원에 의한 선량계획정보의 생성시에 개별 선원과 평가점 위치를 전산화하여 선원 길이 및 질원개 선원의 폭과 높이 및 위치를 선택하는 것만으로 선량계획정보를 생성하여, 분할조사의 시술당일 치료대기시간을 현저히 줄일 수 있는 효과가 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0011] 본 발명은 방사선 종양학과에서 사용하는 고선량률 근접조사장치(Buchler 3M)를 이용하며, 장착 선원은 Co(1.32Ci) 선원과 호환성있는 선원인 Ir(10Ci)를 사용한다. 그리고 본 발명에 채용된 근접조사의 선원의 크기는 직경 0.25cm이고, 두께 0.025cm인 디스크를 10개 적층하여 구성한 0.25cm x 0.25cm 실린더형의 선원이다. 그리고 선원 이동은 캠 왕복 운동을 하는 회전 디스크에 부착된 롤러에 의해 직선운동으로 변환되어 치료 영역 내에서 주기 운동하도록 한다. 그리고 선량 분포는 전체의 치료길이를 5cm씩 나누어 선원이 일정시간 정주한 뒤에 다음 치료 길이로 이동하여 선량점에 도달되는 선량을 이산적으로 계산하여 구해진다.

[0012] 본 발명은 자궁체의 직렬 선원과 질원개의 난형 선원 2개로 조사되는 선량 계획에서 직렬 선원의 크기와 난형 선원의 끝 위치, 시술 일자 입력만으로 선량 분포를 얻기 위한 맞춤형 선원 배열정보를 생성한다. 상기 직렬선원의 크기는 0.5, 1.0, 3.5, 4.0, 5.0, 6.0, 6.5cm로서, 자궁체강내와 경부질원개 좌우에 각각 난형 캡슐이 씌워진 아프리케이터에 1.0cm 길이의 선원을 배열한다.

[0013] 선량실험군은 하기 표 1에 나타난 바와 같이 2008년 7월부터 2009년 1월까지 근접조사 치료를 받은 환자 41명이며, 직선형 직렬배열과 10도 휜 직렬배열이 각각 15, 26명씩 총 41명의 환자의 A지점의 선량분포를 구한 것으로, 환자개별 영상자료의 선원을 입력하여 산출된 선량과 본 발명에 따른 맞춤형에 의한 선량을 비교하였다.

[0014] <표 1>

Treatment length(mm)	Tandem angle (degree)	Events
40	0	-
	10	3
50	0	12
	10	16
60	0	2
	10	1
65	0	1
	10	6
Total	0	15
	10	26

[0015]

[0016] 본 발명은 환자에 대한 등록명과 환자번호, 시술일자, 주당2회 시술간격, 선원선택, 선량점을 입력하는 창과 분할선량, 선량값, 등선량값, 분할선량결정과 치료시간보정, 평균선량점을 입력하는 창으로 구성되며, 등록명과 환자번호를 제외한 모든 입력은 자동 및 클릭으로 선택할 수 있게 하였다. 그리고 본 발명은 기록 저장된 자료를 환자개별 선량계획 프로그램에서 연동하여 자동호출될 수 있도록 하였다.

[0017]

본 발명에서 채용하는 선원은 코발트-60 대체선원으로 개발된 Ir-192 선원으로, 물리적 크기는 직경 0.25cm에 높이 0.25cm 의 실린더형이며, 외경은 0.4cm x 0.7cm인 스텐리스 스틸(SUS316L)에 봉입되어 있다. 그리고 아프리케이터 내에 선원을 고정한 선량분포는 도 1에 도시한 바와 같은 분포를 보이며, 이방성(anisotropy)는 측방 1cm 위치의 선량에 비해 측방향은 0.92를 나타내어 비교적 등방성을 띄고 있음을 알 수 있다. 그리고 근접조사 선원을 이용한 조직내 선량분포는 도 1의 선량분포를 행렬화하여 선원중심에서 측방향의 거리와 측방향의 거리로 선량을 얻을 수 있다. 이에 근접조사치료기(Buchler 3K)는 선원 케이블을 오실레이션시켜 선원이 지정된 치료부위를 연속 주기적으로 왕복하면서 치료선량을 조사한다. 이에 본 발명은 치료부위를 0.5cm 간격으로 이동-정주하는 방법을 적용하여 매우 근사한 선량분포를 얻는다.

[0018]

자궁경부암의 후선량계획 근접조사는 대체로 수정 플랫처(Fletcher)형 아프리케이터 선원에 의한 선량분포와 근사한 선량분포를 얻기 위해 자궁강내의 선원배열과 질원개 좌우에 선원배열을 하고 있으며, 자궁체를 포함하는 선량분포에 가장 근사한 A-point의 선량률은 강내치료의 분할 조사시간을 결정하는 주요 선량지표가 된다.

[0019]

본 발명에서는 도 2에 도시한 바와 같이 강내 직렬 선원 배열의 크기를 5.0cm, 질원개 좌우의 선원배열의 크기를 각각 1.0cm로 정하여 강내선원에 1분, 질원개 선원에 각각 18초씩을 조사했을 때의 환자의 선량분포를 구하였다.

[0020]

표 2는 각 선원의 선량기여도를 백분율로 나타낸 것이다.

[0021]

<표 2>

분할선원No.	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	R1	R2	L1	L2
선량기여도(%)	2.91	3.65	4.88	6.10	6.89	7.56	6.85	6.12	4.93	3.75	27.15	13.17	3.13	2.91
계(%)	53.64										40.32		6.04	

[0022]

[0023]

상기 표 2에 따르면 환부 A점에 도달되는 선량은 강내 직렬선원에 의해 약 54%, 우측 질원개의 선원에서 약 40%, 좌측 질원개의 선원에서 약 6% 차지하고 있음을 알 수 있다.

[0024]

이에 본 발명은 선원맞춤배열의 통계적 신뢰를 얻기 위해 실험군에서 가장 빈도가 큰 직렬선원을 택하여 직렬선원과 질원개 좌우측 오보이드(ovoid)와 각각 기여하는 선량을 얻은 결과 테이블 3과 같이 아프리케이터내 직렬선원에 의한 선량기여도는 0도인 경우에는 $55.89 \pm 4.20\%$, 질원개의 우측 선원에 의해 $38.14 \pm 4.46\%$, 좌측 선원에 의해 $5.97 \pm 0.50\%$ 로 나타났으며, 10도인 경우에는 $60.33 \pm 6.53\%$, $33.10 \pm 6.74\%$, $6.58 \pm 0.30\%$ 로 각각 나타났다.

<표 3>

Tandem angle	Events	Tandem	R-ovoid	L-ovoid
0	12	55.89±4.20	38.14±4.46	5.97±0.50
10	16	60.33±6.53	33.10±6.74	6.58±0.30

상기 선량기여도는 아프리케이터가 10도 흰 경우에는 직렬(Tandem) 선원에 의한 기여가 약간 높게 나타나며, 이는 아프리케이터가 흰 경우 평가점까지의 거리가 직선배열에 비해 상대적으로 짧은 것에 연유된다. 이에 선량계획에서 평가점에 도달되는 선량은 직렬선원에 영향이 있으나, 질원개 오보이드(Ovoid) 선원에 의한 기여도가 매우 높음을 나타낸다.

따라서 근접조사의 알고리즘상 선량은 거리 자승에 역비례하므로 경부구를 중심으로 질원개의 좌우 선원의 폭과 높이에 따라 크게 영향받게 됨을 알 수 있다.

이에 본 발명은 상기한 결과분석을 토대로 맞춤선원배열에 의한 선량전산화를 구현하였다. 즉, 선량점에 큰 영향을 주는 직렬선원 크기, 질원개 좌우 오보이드(Ovoid) 선원의 폭과 높이를 도 2와 같이 입력하고, 선원검색, 분할 치료일을 선택하는 것만으로 도 3에 도시한 처리 절차에 따라 선원맞춤배열에 의한 선량계획이 이루어진다.

좀더 설명하면, 본 발명의 선원맞춤형 선량계획 방법은, 환자정보 및 선원 길이 및 질원개 선원의 폭 및 높이 및 위치, 선량점을 입력하는 창과, 분할선량 및 선량값 및 등선량값 및 분할선량결정과 치료시간보정 및 평균선량점을 입력하는 제2창으로 구성되는 선량계획정보 입력화면의 창을 통해, 환자정보 및 선원 길이 및 질원개 선원의 폭 및 높이 및 위치, 선량점을 입력받으면, 미리 정해둔 분할선량 및 선량값 및 등선량값 및 분할선량결과와 치료시간보정 및 평균선량점 정보를 입력하여 선원맞춤형 선량계획정보를 생성한다. 이와같이 미리 정해둔 정보를 이용하여 선량계획을 이행함으로써, 정확도는 다소 낮아지나 이는 후속되는 치료를 통해 보정될 수 있다. 또한 상기 미리 정해진 값들 역시 사용자 선택에 따라 변경될 수 있다.

여기서, 전산화된 맞춤선량계획을 위한 창은 환자등록 입력창과 선량계획 및 분할선원위치별 선량값과 등선량분포를 얻는 창으로 구성되며, 도 4에 도시한 바와 같이 선량값에 영향을 주는 선원을 쉽게 알아볼 수 있도록 각 선원배열의 기여선량을 출력하여 분석 및 선량결정에 도움을 줄 수 있게 하였다.

특히 본 발명은 전산 프로그램에서 강내 직렬배열의 크기를 선택하고, 질원개 선원의 폭과 높이를 입력하는 맞춤선원배열 프로그램을 도 2 및 도 4와 같이 개발함으로써 시술당일 치료대에서 환자의 대기 불편없이 아프리케이터를 삽입하여 영상이 얻어지는 즉시 치료가 이루어질 수 있게 한다.

특히 본 발명은 고선량률에 의한 본원 방사선종양치료 임상에서 강내근접조사는 6회 분할하여 주당2회, 총 3000cGy를 분할치료선량으로 조사함에 따라 프로그램상에 분할치료일을 선택할 수 있도록 규격화하였다.

이러한 본 발명에 따라 시술환자에게 근접한 맞춤선원배열을 자동 생성하여 얻은 선량분포와 영상의 선원배열을 입력한 환자개인별 치료선량계획으로부터 얻은 41명의 선량분포를 비교한 결과 -0.8 2.83% 이내의 오차범위를 나타내었다.

이는 개인별 선량계획시 입력되는 커서 위치지정의 오차범위에 있음을 알 수 있으며, 오차에 의한 선량은 개인별 선량계획시 남은 분할치료회수에서 자동으로 교정된 선량이 조사되도록 입력자료가 저장되며, Ir-192 선원의 반감기가 74.17일로 비교적 짧아 1일 약 1%의 방사능감쇠가 있으므로 동일한 분할선량을 얻기 위해 분할치료회수의 경과에 의한 방사능보정에 따라 치료시간 변화를 교정할 수 있도록 하였으며, 맞춤선원배열에 의한 선량값은 개인별 선량계획과 자동으로 연동 합산되도록 프로그램되었다.

도 5는 맞춤선원배열에 의한 결과와 개인별 선량계획에 의한 결과의 차이를 나타낸 것이며, 이는 전체 41례에서 평균 -0.55 2.15%의 오차를 보여주고 있으며 최대 오차는 -6%였다. 이를 직렬(tandem)의 길이에 따라 분석한 결과를 도 6, 도 7과 도 8에 나타내었다. 도 6은 직렬(tandem)의 길이가 5.0cm인 28례 중 0도(N=12례)에서 평균 -0.842±18%, 최대 4.2 %의 오차를 보였으며, 10도(N=16)에서 평균 -1.02±06%이며, 최대 -6%의 오차를 보였다. 도 8에서 직렬(tandem)의 길이가 6.0, 6.5cm 인 경우는 합하여 10례로 평균 0.182±09%이고 최대 오차가 4.8%로 짧은 선원길이의 선량오차에 비해 낮게 나타나고 있다. 이는 직렬(tandem)의 길이가 긴 경우 선원이 길

게 분포되어 있기 때문에 각 선원별 기여가 상대적으로 낮아지게 되어 위치지정 등에 대한 오차가 줄어들기 때문이다. 결과적으로 맞춤선원배열에 의한 선량이 약 3%오차범위 내에서 얻어질 수 있으며, 선량 계산에 중요한 인자인 선원길이, 질원개 선원의 폭과 높이를 환자별 입력함으로써 영상의 선원위치와 선량평가점을 입력한 선량계획과 오차범위에서 근사한 선량을 얻을 수 있음을 보여 준다.

[0037] 일반적으로 ICRU38에서 근접조사 치료볼륨은 체외조사의 타겟볼륨 및 치료볼륨과 동일하게 정의하고 있으나, 중앙 또는 타겟볼륨 내부의 선원주위에 선량-기울기가 커서 타겟볼륨내 한 개 또는 여러 개의 참고지점에 흡수선량을 특정지우는 것은 의미가 떨어지며 근접조사는 체외조사 치료에 사용할 수 없다는 주장이 있다. 이는 근접조사치료의 치료볼륨을 포함하는 선량분포계획으로부터 선량해석이 필요함을 의미한다. HDR 근접조사의 임상에서 같은 방법을 쓰거나 일부 수정된 방법이 이용되고 있다. 한편 근접조사의 경우에는 ICRU38에서 자궁체를 포함하는 등선량곡선의 좌우폭과 높이와 lateral plane에서 두께로 구한 볼륨에 치료선량을 조사하는 것을 권장하고 있다.

[0038] 임상에서는 ICRU 권장사항이 타당성이 있는 주장이나 근사적인 볼륨을 얻게 되므로 임상에서는 "A" 점을 통과하는 등선량분포의 크기와 자궁체의 포함여부를 고려한 등선량곡선에 의한 선량계획을 이용하므로 여전히 "A" 점의 선량을 처방선량으로 이용하고 있다.

[0039] 선량계획을 통해 자궁체를 포함하는 선량분포와 "A" 점의 선량분포가 거의 일치하는 선원 배열이 되면, "A" 점의 선량은 치료선량 지표로 사용할 수 있으며, 컴퓨터 선량계획으로 "A" 점을 지나는 등선량곡선이 타겟볼륨을 포함하는지 확인은 어렵지 않을 것이라고 본다.

[0040] 본원의 자궁강내 근접조사는 Manchester 방법에서 방사능 크기를 변화시킬 수 있는 수정된 Fletcher 방법으로 LDR 근접조사를 시행해 온 임상경험이 있어 고선량률에 의한 근접조사를 시행하더라도 동일한 선량분포를 얻을 수 있도록 자궁강내 직렬선원을 기준으로 질원개 좌우 선원에는 각각 30%의 시간 비중을 조사하는 선량계획을 수행하였으며, 분할 조사량은 "A"점에 1회당 500cGy를 주며, 분할회수는 주당2회, 3주간 총 6회 이다.

[0041] 따라서 저자들이 고안한 환자별 맞춤선원배열에 의한 선량계획에서 약 3%의 선량오차를 보인 것은 남은 분할 치료 횟수에서 보상하여 조사할 수 있게 하였다.

[0042] AAPM TG-56은 고선량률 근접조사가 짧은 시간에 치료가 이루어지므로, 물리학자는 전과정에 특별한 주의를 기울여 정확한 선량과 선원정주시간을 컴퓨터로 얻을 수 있어야 한다. 또 고선량률근접조사에서 빠르게 조사되지 못하는 경우에는 가능한한 빠른 시간내 교정할 수 있게 하는 압력을 받게 되는 데, 이런 압력받게 되는 일을 줄이는 한 가지 방법으로 언제든지 바로 적용할 수 있는 표준 선량계획을 사용하는 방법을 제시하고 있어, 저자들의 선원맞춤선량계획 구성과 잘 일치한다.

도면의 간단한 설명

[0043] 도 1은 실린더형 선원을 이용한 조직내 선량분포도.

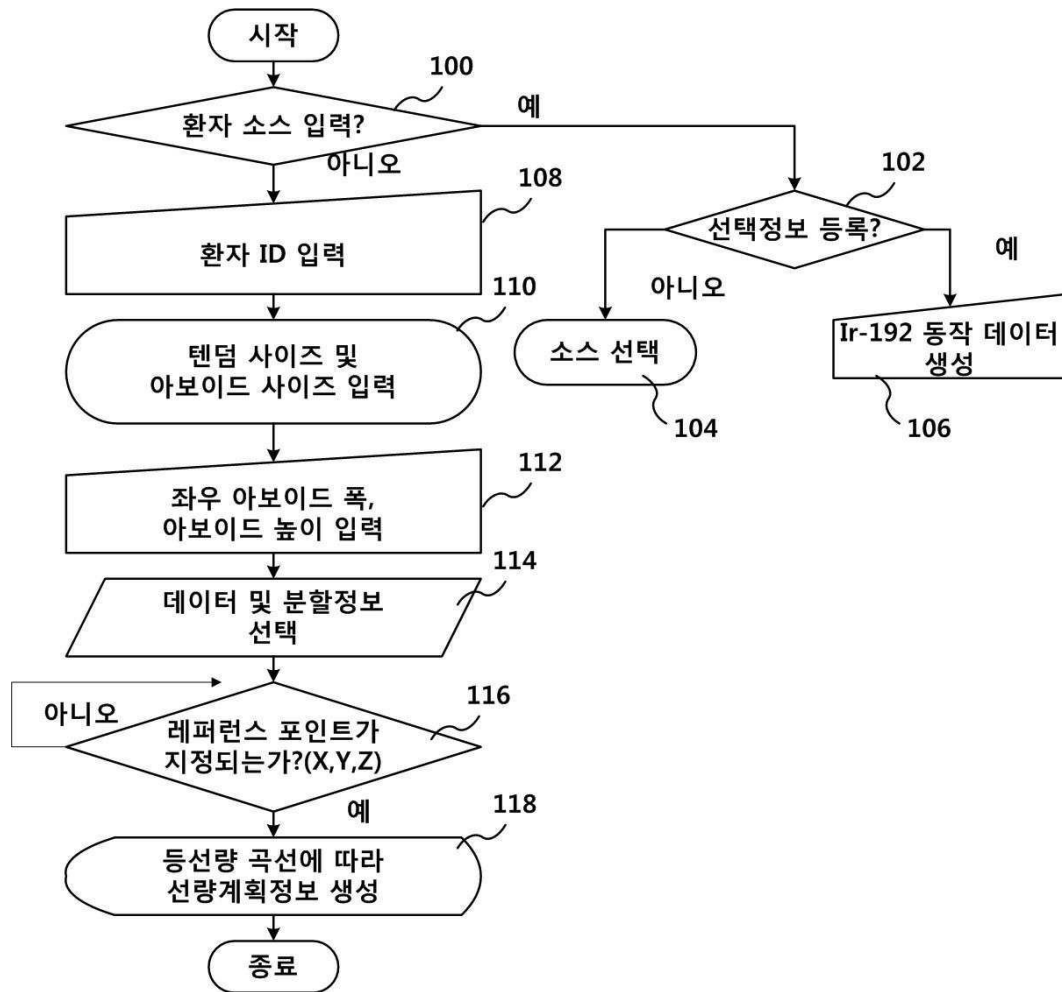
[0044] 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 사용자 인터페이스 창을 예시한 도면.

[0045] 도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 선원맞춤형 선량계획 방법에 따른 처리 흐름도.

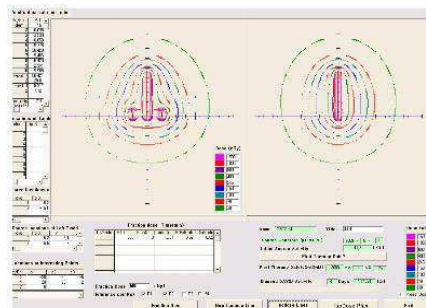
[0046] 도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 촬상영상에서 선량계획을 위한 위치를 지정하는 창을 예시한 도면.

[0047] 도 5 내지 도 8은 본 발명에 따른 맞춤선원배열에 의한 결과를 도시한 도면.

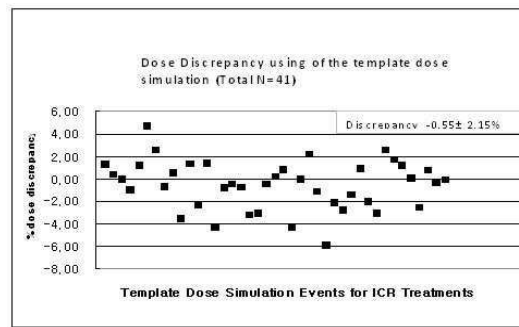
도면3



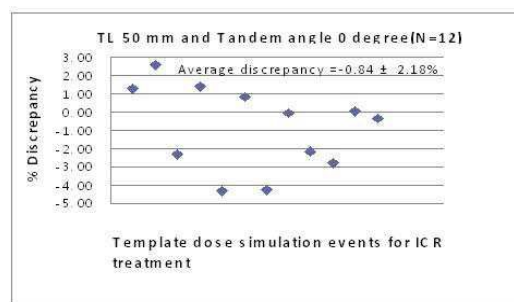
도면4



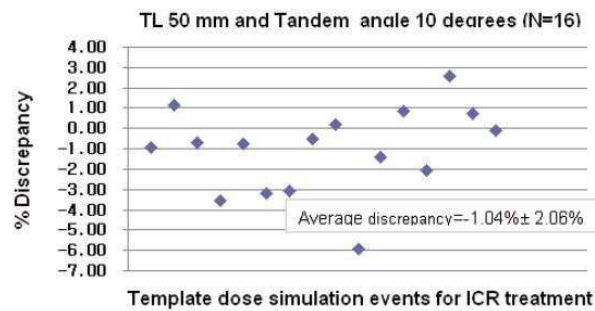
도면5



도면6



도면7



도면8

