

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁷

G01N 23/04
G01V 5/00
G06K 9/00

(11) 공개번호 10-2005-0083718

(43) 공개일자 2005년08월26일

(21) 출원번호 10-2005-7005810

(22) 출원일자 2005년04월02일

번역문 제출일자 2005년04월02일

(86) 국제출원번호 PCT/US2003/031718

(87) 국제공개번호 WO 2004/031755

국제출원일자 2003년10월02일

국제공개일자 2004년04월15일

(30) 우선권주장 60/415,391 2002년10월02일 미국(US)

(71) 출원인 리빌 이미징 테크놀로지스, 인코포레이티드
미국 매사추세츠주 베드포드 크로스비 로드 35

(72) 발명자 엘르보겐 마이클
미국 매사추세츠주 01778 웨이랜드 플레인뷰 로드 2
비자니 리차드 로베르
미국 매사추세츠주 01886 웨스트포드 린우드 레인 15

(74) 대리인 김태홍
신정건

심사청구 : 없음

(54) 폴디드 어레이형 CT 수화물 스캐너

요약

수화물 검색을 위한 소형의 CT 스캐너는 광각의 X선 공급원과 상기 X선 공급원에서 상이한 거리에 있는 여러 세트의 검출기들을 구비한다. 각 세트의 검출기들은 모든 검출기들 중에서 일치하는 피치와 플럭스 레벨을 유지하도록 그 크기가 정해지는 동시에 위치가 설정된다. CT 스캐너로부터 나온 데이터를 처리하기 위해 종래의 재구성 프로세스(reconstruction process)를 사용할 수 있다. 상기 스캐너는 또한 스캐너의 네트워크에서 체크-인 데스크에 탑재될 수 있다.

대표도

도 3b

명세서

발명의 상세한 설명

종래 기술의 문제점은 광각의 X선관 및 복수 세트의 검출기를 포함하는 본 발명의 CT 스캐너에 의해 실질적으로 해소된다. 한 세트의 검출기는 X선 공급원(x-ray source) 상에 센터링되어 있고, 하나 또는 그 이상의 추가 세트는 광각 X선 빔

의 외측 에지를 덮는다. 본 발명의 CT 스캐너는 종래의 스캐너의 터널 크기와 동일한 터널 크기를 유지하면서도 축소된 크기를 갖는다. 본 발명의 다른 양태에 따르면, 검출기 세트는 상호 검출기 간의 각도를 일정하게 유지하기 위해 상이한 피치(pitch)를 갖는다. 따라서, 재구성 알고리즘(reconstruction algorithm)이 간단해질 수 있다. 본 발명의 다른 양태에 따르면, 검출기는 검출기 링의 단지 절반부에 위치 결정된다. 본 발명의 또 다른 양태에 따르면, 상이한 에너지 스펙트럼에 민감한 제2 검출기 세트가 검출기 링의 다른 절반부에 위치 결정된다. 본 발명의 CT 스캐너는 복수 세트의 검출기를 이용하여 가방을 1회 스캐닝함으로써 이중 에너지 분석(dual energy analysis)을 제공할 수 있다.

본 발명의 또 다른 양태에 따르면, X선 공급원은 종래의 시스템에 비해 감소된 플럭스 레벨에서 작동한다. 본 발명의 CT 스캐너의 콤팩트한 크기로 인해, 상기 공급원에서 검출기까지의 거리가 짧아지므로, 덜 강한 X선을 사용할 수 있게 된다. 본 발명의 다른 양태에 따르면, 가방의 일부를 복수 회 스캐닝하고, 그 결과의 평균을 얻을 수 있다. 복수 회의 스캐닝으로부터 얻은 데이터는 노이즈(noise)를 제거하도록 평균으로 된다. 결과적인 노이즈의 감소는 감소된 플럭스 X선 공급원에 의해 무거운 가방의 재구성을 허용한다.

본 발명의 또 다른 양태에 따르면, 축소된 크기의 CT 스캐너는 항공사의 체크-인 데스크(check-in desk)에 설치될 수 있다. 이 CT 스캐너는 탑승자가 검색할 가방을 넣는 것을 허용하도록 위치 설정되어 있다. 성공적인 스캐닝과 분석이 이루어지면(혹은 스캐닝 및 분석 이전에), 항공사 직원들은 통상적인 방식으로 수화물에 태그를 붙이고 기존의 수화물 취급 시스템으로 전달한다. 본 발명의 또 다른 양태에 따르면, 복수 개의 CT 스캐너들은 네트워크화 된다.

도면의 간단한 설명

도 1은 종래의 CT 스캐너를 도시한 단면도이며,

도 2는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 CT 스캐너를 도시한 사시도이고,

도 3a 및 도 3b는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 갠트리 시스템(gantry system)을 도시한 사시도이며,

도 4는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 CT 스캐너 갠트리를 도시한 단면도이고,

도 5는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 CT 스캐너의 검출기 어레이를 구성하는 부분을 도시한 사시도이며,

도 6은 본 발명의 하나의 실시예에 따른 CT 스캐너의 검출기의 일부를 도시한 정면도이고,

도 7은 본 발명의 하나의 실시예에 따른 이중 에너지 CT 스캐너의 검출기를 구성하는 부분을 도시한 단면도이며,

도 8은 본 발명의 하나의 실시예에 따른 CT 스캐너를 구성하는 부품들을 도시한 블록선도이고,

도 9는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 CT 스캐너의 컴퓨터의 구성 부품들을 도시한 블록선도이며,

도 10은 본 발명의 하나의 실시예에 따른 항공사의 체크-인 데스크를 도시한 사시도이고,

도 11은 본 발명의 하나의 실시예에 따른 네트워크화된 CT 스캐너 시스템을 도시한 블록선도이며,

도 12는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 검출기 소자들 간의 피치를 나타낸 도면이고,

도 13은 본 발명의 다른 실시예에 따른 CT 스캐너를 도시한 단면도이며,

도 14a 내지 도 14c는 도 13의 CT 스캐너로부터 얻은 데이터를 나타낸 도면이고,

도 15는 본 발명의 다른 실시예에 따른 CT 스캐너를 도시한 단면도이다.

실시예

본 발명의 CT 스캐너는 X선 공급원으로부터 상이한 간격을 두고 있는 검출기 어레이 세트들을 포함하는 폴디드(folded) 검출기 어레이와, 광각의 X선 공급원을 사용함으로써 종래의 스캐너보다 더 콤팩트한 크기를 지닌다. 도 2에는 본 발명의

하나의 실시예에 따른 CT 스캐너(100)가 도시되어 있다. 이 CT 스캐너(100)는 하우징(110)을 포함하며, 이 하우징을 관통하는 실질적으로 원형의 터널(120)이 하우징에 마련되어 있다. 상기 터널(120)은 입력 단부(121)와 출력 단부(122)를 구비한다. 터널(120)의 상기 입력 단부(121)에서 출력 단부(122)로 컨베이어(123)가 연장된다. 수화물을 용이하게 적재하기 위해, 상기 컨베이어는 터널(120)의 단부들을 넘어 연장될 수도 있다. 추가로, CT 스캐너(100)에서 상기 컨베이어(123) 내외로 수화물을 전달하기 위해 다른 컨베이어를 설치하여 사용할 수 있다. 납이 라이닝된 고무 혹은 패브릭(lead lined rubber or fabric) 등의 덮개(도시 생략)가 X선을 차폐하도록 터널(120) 내에 혹은 입력 단부(121) 및 출력 단부(122)에 배치될 수 있다. 상기 CT 스캐너(100)는 그것의 중심으로 향하는 X선 영역(130)을 구비한다. 도 2에 도시된 바와 같이, X선 영역(130)은 터널(120)의 단부(121, 122)보다 더 클 수 있다. 대안으로, 상기 하우징(110)은 상기 X선 영역(130)의 크기를 수용하도록 단일의 크기로 형성될 수 있다.

도 3a 및 도 3b에는 하우징(110)의 X선 영역(130) 내에 배치된 갠트리 시스템(gantry system)이 도시되어 있다. 상기 갠트리 시스템은 지지 구조체(210)(도 3a 참조)와 갠트리(220)(도 3b 참조)를 포함한다. 지지 구조체(210)는 베이스(211)와 원형의 수직 지지부(212)를 포함한다. 상기 수직 지지부(212)는 베이스(211)에 부착되어 있다. 갠트리(220)는 터널(120)이 링(221)의 중앙을 통과하도록 수직 지지부(212)에 회전 가능하게 부착되어 있는 링(221)을 포함한다. 터널(120)의 전체 영역에 걸쳐 광각의 X선 빔을 제공하기 위해 X선 공급원(230)이 링(221)에 부착되어 있다. 양호하게는, X선 공급원은 갠트리의 외측면의 형상과 유사하게 상부 표면에서 둥근 형상을 갖는다. 이러한 방식으로, 직사각형의 X선 공급원의 확장부를 수용할 필요가 없기 때문에 갠트리의 크기가 축소될 수 있다. 또한, 갠트리는 X선 공급원(230)의 투사된 빔 내에서 링(221)에 배치된 3세트의 검출기 어레이(240, 241, 242)를 구비한다. 특히, 갠트리에는 컴퓨터가 설치되어 있지 않다. 종래의 CT 스캐너는, 검출기에서 나온 데이터를 처리하고 또 갠트리로부터 스캐너를 작동시키는 호스트 컴퓨터로 전송되는 데이터를 포맷시키는 컴퓨터를 갠트리에 포함한다. 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 CT 스캐너는 갠트리에 컴퓨터를 포함하지 않는다. 그 대신, 검출기로부터 나온 데이터는 호스트 컴퓨터로 직접 전송된다. 갠트리에 컴퓨터를 설치하지 않음으로써 갠트리를 더 소형으로 또 더 경량으로 만들 수 있다. 종래의 CT 스캐너와 마찬가지로, 갠트리는, 갠트리가 회전하는 동안 갠트리에 전력과 제어 신호를 전달하고 또 갠트리에서 나온 데이터를 전달하기 위한 예지 접점(도시 생략)을 포함한다. 물론, 본 발명은 종래의 CT 스캐너와 마찬가지로 데이터 처리의 일부를 수행하기 위해 갠트리에 컴퓨터를 포함할 수도 있다.

도 4에는 링(221)에 X선 공급원(230)과 폴디드 어레이형 검출기(240, 241, 242)를 위치 설정하는 것이 도시되어 있다. 갠트리(220)의 링(221)은 유사한 크기의 터널(120)을 갖는 종래의 CT 스캐너보다 실질적으로 더 작다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 갠트리는 터널의 직경이 약 80cm일 경우, 약 130cm의 직경을 지닌다. 직경이 80cm인 터널을 구비한 종래의 CT 스캐너의 경우에는, 직경이 약 210cm이다. 따라서 본 발명에 있어서, CT 스캐너의 크기는 약 40% 정도 축소된다. 광각의 X선 공급원(230)은 X선 빔이 터널(120)의 전체 영역과 교차되도록 갠트리(220)에 배치되어 있다. X선 공급원(230)은 종래의 CT 스캐너의 것보다 더 광폭의 빔(250)을 지니기 때문에, 터널에 더 근접하게 위치할 수 있다. 본 발명의 CT 스캐너는 X선 공급원(230)으로부터 상이한 거리를 두고 2 세트 또는 그 이상 세트의 검출기(240, 241, 242)를 포함하는 폴디드 어레이형 검출기를 포함한다. 한 세트의 검출기(240)는 갠트리 일부의 중심 부분을 덮고, 검출기 공급원에서 검출기 중심까지의 거리와 동일한 거리에서 X선 공급원에 센터링되어 있다. 다른 세트의 검출기(241, 242)는 X선 팬(fan) 빔(250)의 외부 범위와 교차하도록 위치 설정되어 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제2 세트의 검출기(241, 242)는 내측 검출기(240)가 링(221)의 가장자리에 도달하게 되는 빔(250) 내의 소정 지점에서 시작한다. 변형예로서, 제2 세트의 검출기(241, 242)는 상기 장치와 갠트리의 크기에 따라 내측 검출기가 종결되는 빔(250) 내의 임의의 위치에서 시작될 수 있다. 제2 세트의 검출기(241, 242)는 내측 검출기(240)보다 X선 공급원(230)에 더 근접한 간격을 두고 있다.

상기 검출기들이 X선 공급원에 더 근접하기 때문에, 이들 검출기는 플럭스 레벨 혹은 광자 수를 희생하지 않으면서 종래의 CT 스캐너보다 더 짧은 피치를 지닐 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 검출기 소자들은 각 세트의 검출기들이 실질적으로 동일한 피치와 플럭스 레벨을 지니도록 그 크기 및 위치가 정해져 있다. X선 공급원(230)과 제2 세트의 검출기(241, 242) 사이의 간격이 더 근접할수록 제1 세트의 검출기(240)의 피치보다 더 작은 검출기 피치를 제공하게 된다. 상기 간격이 더 짧기 때문에, 제2 세트의 검출기(241, 242)에서 단위 면적당 광자 수는 제1 세트의 검출기(240)에 대한 것보다 더 많아지게 된다. 광자 수가 많아질수록 신호 대 노이즈 비율을 희생시키지 않으면서 검출기 피치를 감소시킬 수 있다. 추가로, 감소된 피치를 이용하여, 일정한 상호-검출기의 각도는 팬 빔(250)의 전체에 걸쳐 유지될 수 있다. 도 12에는 제1 세트의 검출기(240)와 제2 세트의 검출기(241, 242) 사이의 관계가 도시되어 있다. 검출기들 사이의 각도(α)는 검출기들 사이의 피치($\delta 1, \delta 2$)가 변하더라도 일정하게 유지된다. 동일한 각도를 유지하기 위해, 등식 $\delta 1/R1 = \delta 2/R2$ 이 반드시 성립되어야 한다. 추가적으로, 최소 플럭스 레벨을 유지하기 위해, 다음의 식 $(\delta 2 \times w2)/R2^2 \geq (\delta 1 \times w1)/R1^2$ 도 만족해야 한다(여기서 $w1$ 및 $w2$ 는 검출기의 폭). 상기 간격이 줄어들기 때문에, 일치하는 각도와 최소의 노이즈 간섭으로 상기 식들을 모두 만족시킬 수 있다. 이러한 특징으로 인해 재구성 소프트웨어가 간단하게 된다. 최소의 수정만으로 공지된 "등각

(equi-angular)" 팬 빔의 재구성 알고리즘을 사용할 수 있다. 본 발명의 실시예에 따르면, 제1 세트의 검출기(240)의 검출기 소자들은 대략 10mm의 길이와 2.2mm의 폭을 지닌다. 제2 세트의 검출기(241, 242)의 검출기 소자들은 8mm의 길이와 1.8mm의 폭을 지닌다.

도 5 및 도 6은 본 발명의 CT 스캐너의 조립체를 간소화시켜 품질 관리를 증대시키기 위한 검출기 조립체가 도시되어 있다. 도 5에는 하우징(310), 프로세싱 보드(320) 및 검출기 어레이(330)를 구비한 검출기 조립체(300)가 도시되어 있다. 상기 검출기 어레이(330)는 검출기 조립체(300)의 폭을 따라 배열된 복수 개의 검출기(도시 생략)를 포함한다. 도 6에 도시된 바와 같이, 검출기 조립체(300, 301, 302)는 갠트리(220)의 링(221)에 부착되어 있다. 상기 검출기 조립체(300, 301, 302)는 검출기 혹은 검출기 어레이(330)의 각각의 단부가 인접한 검출기 어레이의 단부에 있는 임의의 검출기에 인접하도록 위치 설정되어 있다. 이상적으로, 재구성 목적으로, 상기 어레이에 있는 검출기 모두가 X선 공급원에 수직이고 또 그 공급원으로부터 등거리에 있게 된다. 그러나 평탄한 검출기 조립체(300)에 있어서, 입사각과 그 조립체의 양단의 거리에 있어서 약간의 변형이 존재한다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제1 세트의 검출기(240)의 중앙에 있는 검출기 조립체는 X선 공급원의 위치에 수직하게 있는 센터 검출기 소자와 정렬되어 있다. 나머지 검출기 조립체의 경우, 최외측 검출기 소자는 X선 공급원에 수직하게 배치되어 있다. 도 6에 도시된 바와 같이, X선 공급원의 방향(350, 351)은 갠트리의 좌측에 있는 조립체의 좌측에 수직이다. 갠트리의 다른 쪽에 있는 조립체의 우측은 X선 공급원의 방향에 수직하게 위치 설정되어 있다. 이러한 위치 설정으로 인해 검출기 어레이들은 적절한 각을 이루면서 도 6에 도시된 바와 같이 상이한 조립체들에 있는 인접한 요소들 사이의 거리를 최소화시키도록 위치하게 된다.

본 발명의 CT 스캐너는 종래의 스캐너보다 더 작고 더 저가이다. 빔의 폭이 넓으면, 직경 감소 이외에 다른 추가적인 장점이 제공된다. 공급원에서 검출기까지의 거리가 더 짧아지면 덜 강력한 X선 공급원을 필요로 하게 되고, 이는 부품 비용을 절감하고, 간소화된 냉각(보다 저소음) 및 동력 요구 조건을 낮추는 것을 의미한다. X선 플럭스의 감소는 또한 차폐를 덜 필요로 하게 되며, 이는 또한 시스템의 비용이 보다 저가로 되는 것을 의미한다.

본 발명의 실시예에 따르면, CT 스캐너는 이중 에너지 모드에서 작동한다. 도 7에는 이중 에너지 작동에 대한 검출기 소자(330)를 도시한 단면도가 도시되어 있다. 이 검출기 소자는 저에너지 섬광층(331), 저에너지 포토다이오드층(332), 구리층(333), 고에너지 섬광층(334) 및 고에너지 포토다이오드층(335)을 포함한다. 고에너지층(334, 335)들은 저에너지층(331, 332)들보다 폭이 더 넓다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 저에너지층의 길이는 약 5mm이고, 고에너지층의 길이는 약 10mm 이다. 상이한 길이는, 구리층과 추가의 층들로부터 보다 많이 차폐를 행하는 경우에도 고에너지 층과 저에너지층 사이에 유사한 플럭스 레벨을 생성하기 때문에, 데이터 획득 전자기구, 나아가 신호 처리를 간소화시킨다. 변형예로서, 이중 에너지 스캔은 펄스를 발생시키는 X선 공급원과 검출기 내의 단일의 포토다이오드층을 이용한 공지 기술에 의해 실행될 수 있다.

도 8에는 본 발명의 일 실시예에 따른 CT 스캐너(100)를 구성하는 부품들이 도시되어 있다. CT 스캐너(100)는 갠트리(221)와 2개의 컴퓨터(400, 450)를 포함한다. 호스트 컴퓨터(400)는 스캐너의 작동을 조절하고 검출기로부터 데이터를 검색한다. 검출 알고리즘 컴퓨터(500)는 폭발물 혹은 관심 대상의 위험물이 존재하는지의 여부를 결정하기 위해 데이터에 영향을 미친다. 물론, CT 스캐너를 위한 모든 기능을 실행하는 하나의 컴퓨터를 사용해도 좋다. 그러나, 검출 알고리즘의 광범위한 프로세싱이 작동 속력과 CT 스캐너의 데이터 수집 속력을 떨어지게 하는 것을 방지하도록 2개의 컴퓨터를 사용한다. 또한, 제어 및 데이터 요소들은 갠트리(221)와 컴퓨터(400, 500) 사이에 연결되어 있다. 보통의 240V의 AC 전력에 연결된 AC 전력 입력부(224)는 CT 스캐너에 전력을 공급한다. DC 전력 공급부(225)는 AC 전력을 받아들여 갠트리의 프로세싱 요소들에 전력을 공급하기 위해 그것을 DC 전력으로 변환시킨다. AC 전력, 혹은 그 대안으로 DC 전력에 의해 전력이 공급되는 한 세트의 모터 드라이브(222)는 컨베이어를 작동시키고 갠트리를 회전시킨다. 데이터 링크(223)는 검출기 조립체들을 호스트 컴퓨터(400)에 연결시킨다. DC 전력과 데이터 링크는 회전 도중에 데이터를 제공하도록 갠트리의 링 상에 위치 설정되어 있다. 검출기 조립체(300) 상의 회로 기관(320)은 검출기에서 초당 1440 회로 샘플을 취한다. 그 다음, 데이터는 데이터 링크(223)를 통해 호스트 컴퓨터(400)로 전송된다. 갠트리의 회전 위치와 컨베이어의 회전 위치를 결정하기 위해 인코더가 사용된다.

도 9에는 컴퓨터를 구성하는 부품들이 도시되어 있다. 호스트 컴퓨터(400)는 마더보드(410)와 데이터 획득 카드(420)를 포함한다. 데이터 획득 카드(420)는 이미징 어레이(423), 컨베이어 벨트 인코더(422) 및 갠트리 인코더(421)에서 나온 입력을 포함한다. 이것은 또한 데이터를 검색하고 그 데이터를 마더보드(410)로 전송하기 위해 펠드 프로그램 가능한 게이트 어레이 카드(424)를 포함한다. 상기 마더보드(410)는 인텔 펜티엄(Intel Pentium) 프로세서 등의 프로세서(411), 대형 RAM 412, 데이터 처리를 위한 백-프로젝션 가속기 카드(520)를 포함한다. 이것은 또한 데이터 획득 카드와 다른 컴퓨터에서 나온 정보를 전송 및 수신하기 위한 Host/PCI 브리지를 포함한다. CT 스캐너로부터 검색된 데이터는 검출 알고리즘 컴퓨터(500)로 전송된다. 이더넷(ethernet) 연결은 다량의 데이터의 신속한 전달을 허용한다. 검출 알고리즘 컴퓨터는 또한 폭발물이나 다른 위험물의 존재 여부를 결정하기 위해 데이터의 적절한 처리를 위한 마더보드(510)를 포함한다.

폴리드 검출기 어레이를 구비하는 CT 스캐너로부터 나온 데이터는 헬리컬 스캐닝 혹은 시작/정지 스캐닝 등의 종래의 CT 작동 및 재구성 기술을 이용하여 처리될 수 있다. 호스트 컴퓨터는 소망하는 스캐닝 설계에 따라 X선 공급원, 컨베이어 벨트 및 검출기의 입력을 제어하기 위해 프로그램 된다. 이와 유사하게, 검출 알고리즘 컴퓨터는 이용되는 스캐닝 계획에 근거로 하여 CT 데이터를 재구성하기 위해 프로그램 된다.

본 발명의 소형 CT 스캐너는 기존의 EDS 시스템보다 수화물 취급 시스템에 더 쉽게 설치될 수 있다. 도 10에는 본 발명의 일 실시예에 따른 수화물 스캐너가 설치되어 있는 항공사 체크-인 데스크(700)가 도시되어 있다. 종래의 체크-인 데스크와 마찬가지로, 본 발명의 상기 데스크(700)는 검색된 수화물 적재 영역(730)이 그 사이에 마련되어 있는 2개의 체크-인 스테이션(710, 720)을 포함한다. 복합형 데스크(700)들은 공항 로비에서 상호 협력하도록 배치될 수 있다. 본 발명의 CT 스캐너(100)는 수화물 적재 영역(730)에 배치된다. 승객들은 체크-인 하는 즉시 수화물 적재 영역(730) 혹은 독립 시스템에서 자신의 수화물을 컨베이어 상에 올려놓는다. 폭발물 검색을 위해 수화물은 자동적으로 스캐닝 및 처리된다. 수화물이 통과하면, 체크-인을 행하는 직원은 통상의 방식으로 수화물에 태그를 붙이고 그것을 수화물 취급 시스템으로 보낼 수 있다. 본 발명의 전술한 실시예에 따른 체크-인 데스크에 있어서, 수화물을 스캐닝하기 위해 매우 작은 로비 공간을 추가적으로 필요로 하며, 수화물 취급 시스템을 개량할 필요는 없게 된다. 선택적으로, 상기 가방은 스캐닝 이전에 티켓 취급인에 의해 가방 태그가 부착된 상태로 평소와 같이 처리될 수 있다. 일단 체크-인이 끝난 가방은 스캐닝 되고 수화물 취급 시스템으로 도입된다. 작동 흐름을 더 향상시키고자 할 경우, 터미널 내에서 승객들로부터 더 멀리 떨어진 수화물 메이크업 영역(baggage makeup area)에서 임의의 의심스러운 가방을 분석할 수 있다. 그 대안으로, 본 발명의 CT 스캐너는 로비의 체크-인 영역의 일부로서 혹은 그 자체가 독립 구조로 있는 간이 건축물(free standing kiosk) 중 어느 하나로서 셀프 서비스 체크-인 데스크에 합체될 수 있다.

전술한 바와 같이, 본 발명의 CT 스캐너는 이미지를 리뷰하고 잠재적인 위험을 다룰 수 있는 TSA 오퍼레이터를 구비하는 그 자체가 독립 구조인 독립형 장치일 수 있다. 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 복수 개의 CT 스캐너(700)의 호스트 컴퓨터는 단일의 EDS를 형성하도록 서로 네트워크화 되어 있다. 네트워크화된 CT 스캐너는 그 자체가 독립 구조로 있는 유닛, 셀프 체크-인 유닛 및 집적형 체크-인 데스크 유닛의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 대부분의 가방들은 스캔 데이터의 분석에 의해 자동적으로 검색 절차를 마칠 수 있다. 그러나 몇몇 가방의 경우 오퍼레이터에 의한 추가의 리뷰를 필요로 한다. 휴대하고 있는 가방의 검색에 적용되는 것과 같이 한 명의 오퍼레이터가 각각의 스캐너를 조작하는 것과는 달리, 여러 명의 오퍼레이터를 필요로 하는 위험 통제실(760)이 네트워크에 연결되어 있다. 자동적으로 가방의 검색 절차를 마칠 수 없을 경우, 투사 및/또는 재구성 데이터가 위험 통제실(760)에 있는 오퍼레이터로 전달된다. 그 다음, 오퍼레이터는 위험성이 존재하는지 혹은 그것을 제거할 수 있는지의 여부를 결정하게 된다. 만약 있을 수 있는 위험이 오퍼레이터에 의해 제거될 경우, 가방은 보통의 방법으로 수화물 취급 시스템으로 옮겨진다. 그러나 위험성을 제거할 수 없을 경우, 가방은 손에 의한 수동 검색을 위해 다른 오퍼레이터로 전달된다. 네트워크는 네트워크 서버 컴퓨터(750), 프린터(771), 네트워크 제어 스테이션(772) 및 원격 분석 컴퓨터(773) 등의 추가의 장치를 포함할 수 있다.

소형의 수화물 스캐닝 시스템은 또한 검색이 완료된 수화물의 분류를 위한 취급을 위해 다른 위치에 설치될 수도 있다. 예컨대, 스캐너는 간소한 처리를 위해 차도의 연석(緣石)쪽 체크-인 구역 혹은 렌트카 반환 구역에 설치될 수 있다. 추가적으로, 스캐너와 스캐닝 완료된 수화물을 위한 안전 구역을 제공함으로써 호텔 혹은 다른 장소에서 체크-인 수화물 서비스를 제공할 수 있다. 투숙객들은 자신들의 짐을 호텔에서 자동적으로 처리하여 공항으로 안전하게 이동할 수 있도록 하여 체크-인 동안 추가적인 처리 혹은 시간 지체를 피할 수 있다. 추가로, 소형 스캐너는 여러 장소에서 수화물을 픽업하여 공항으로 이송하도록 사용된 차량 내에 탑재될 수 있다. 그 자체가 독립 구조로 있는 유닛은 승객의 셀프 체크-인 혹은 보조 체크-인을 위해 공항의 여러 장소에 설치될 수 있다. 변형으로서, 본 발명의 CT 스캐너는 휴대용 짐을 스캐닝하기 위해 보안 검문소에서 사용될 수 있다. 스캐너가 공항 또는 공항에서 멀리 떨어진 장소에 설치되는 것에 상관없이 각각의 스캐너는 독립 구조의 유닛으로 작동될 수 있거나 혹은 TSA 오퍼레이터에 의해 통상적인 리뷰를 위해 네트워크화될 수 있다.

도 13에는 크기와 비용을 추가적으로 더 감소시킨 본 발명의 또 다른 실시예가 도시되어 있다. 제3 실시예에 있어서, CT 스캐너(810)는 검출기 링(811)의 절반부 상에 배치된 복수 개의 검출기(841, 842, 843, 844, 845)를 구비한다. 처음의 두 실시예의 경우와 마찬가지로, 상기 검출기는 X선 공급원(330)으로부터 상이한 거리에, 그리고 상이한 각도로 위치한다. 검출기 링의 절반부를 사용하는 것은 완전한 360도 데이터를 갖는 CT 재구성을 생성하기에 충분하다. 검출기 링의 절반부는 재구성에 요구되는 180도 플러스 팬 빔을 위한 데이터를 수집하는 것과 수학적으로 동등하다. 도 14a 내지 도 14c에는 CT 재구성이 도시되어 있다. 도 14a에는 완전한 검출기 링을 이용하는 재구성이 도시되어 있다. 도 14b에는 절반부의 검출기 링으로부터 동일한 데이터의 재구성이 도시되어 있다. 도 14b에서 나온 데이터는 도 14c에 도시된 바와 같이 완전한 재구성을 완료하기 위해 사용될 수 있다. 상기 실시예와 같이 단지 절반부의 검출기 링을 사용함으로써, 더 적은 수의 검출기를 필요로 하기 때문에 이미징 비용을 현저하게 감소시킬 수 있게 된다.

비용을 더 절감하기 위해, 본 발명은 종래의 CT 스캐너에 비해 플럭스 레벨을 감소시킨 상태에서 작동될 수 있다. 수화물용 X선 시스템의 설계에 있어서, 종종 플럭스가 가장 무거운 5%의 가방을 관통하기에 충분하도록 그 시스템을 설계한다. 대부분의 가방들은 매우 낮은 플럭스를 필요로 한다. 단지 90퍼센트의 가방을 위한 플럭스를 제공하도록 상기 시스템을 설계함으로써, 플럭스의 양은 현저하게 감소된다. 감소된 플럭스는 노이즈 레벨의 감소와 요구되는 차폐를 허용하며, 이는 상기 장치의 크기와 비용을 현저하게 절감시킨다. 더 무거운 가방을 취급하기 위해, 2회 혹은 그 이상의 스캔을 가방에 실행하고, 시노그램(sinograms)은 평균으로 된다. 미처리 데이터는 어느 가방 혹은 어느 가방의 영역이 추가의 플럭스를 필요로 하는가를 결정하기 위해 후술하는 바와 같이 분석될 수 있다. 가방 슬라이스는 2회 혹은 그 이상 스캐닝되고, 제1 회전에서 얻어진 데이터와 함께 미처리된 제2 세트의 데이터의 평균을 내고, 이는 재구성된 이미지에서 노이즈를 줄이고 더 높은 플럭스계를 모사하게 될 것이다. 매우 심하게 어수선한 가방의 1000분의 1 슬라이스에 대해 이것을 3회 혹은 4회 실시할 수 있다. 본 발명은 "예외적이거나" 혹은 "차폐된" 가방의 문제점에 대한 실용적인 해결책을 제공함으로써, 수동 가방 검색의 필요성을 줄여준다. 비정상적 가방에서 무겁거나 "차폐된" 물체는 수동 가방 검색을 필요로 하지 않고 심하게 어수선한 영역에 대한 유용한 데이터를 얻기 위해 여러 번 스캐닝 된다.

본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명의 CT 스캐너는 스캐너를 통해 수화물을 단 한번 통과시킴으로써 이중 에너지 CT 스캔하도록 사용될 수 있다. 도 15에는 본 발명의 전술한 실시예에 따른 CT 스캐너(910)가 도시되어 있다. 이 CT 스캐너(910)는 광각의 X선 공급원(930)과 2세트의 검출기(940, 950)를 포함한다. 각 세트의 검출기(940, 950)는 복수 개의 검출기 소자(941, 942, 943, 944, 945, 951, 952, 953, 954, 955)를 포함한다. 각 세트의 상기 검출기 소자들은 제3 실시예와 마찬가지로 검출기 링(911)의 한쪽 절반부 상에 각각 위치 설정되어 있다. 2세트의 검출기(940, 950)는 상이한 에너지 스펙트럼에 민감하다. 상기 실시예의 CT 스캐너를 사용함으로써, 검출기 링의 1회전으로부터 상이한 에너지의 2개의 CT 슬라이스를 얻을 수 있다. 이는 CT 이미지의 이중 에너지 분석을 허용한다. 또한, 백-투-백(back-to-back) 검출기를 이용하여 이중 에너지 CT 이미지를 얻을 수 있다. 이중 에너지 CT는 상기 머신의 거짓 경보음을 줄이는 데 매우 유리하다. 이것은 공항의 환경에서 특히 바람직할 수 있다. 비록 도 15에는 각 세트의 검출기에 대해 5개의 검출기 어레이가 도시되어 있지만, 임의의 수의 검출기 어레이를 이용할 수 있다. X선 공급원의 에너지 레벨에 일치하는 각 세트의 검출기(940, 950)는 검출기 링(911)의 한쪽 절반부 상에 위치 설정되어 있다.

본 발명은 체크-인이 끝난 수화물의 조사에 대한 설명하였는데, 그 이유는 본 발명이 이러한 분야에서 상당히 유용하기 때문이다. 그러나 본 발명에 따른 소형의 폴디드 어레이형 CT 스캐너는 CT 스캐너를 사용하는 많은 다른 용례에 적용될 수 있다. 예컨대, 화물 혹은 팔레트의 조사 혹은 촬영을 위해 사용할 수 있다. 화물과 팔레트의 조사를 위해서는 통상적으로 큰 터널을 필요로 하며, 이에 따라 CT 스캐너는 통상적으로 커지게 된다. 본 발명에 따른 CT 스캐너의 크기는 터널이 아무리 클 경우에도 작다. 본 발명은 또한 의료용 CT 스캐닝 응용에도 적용될 수 있다.

또한, 본 발명은 X선 공급원을 포함하는 것으로 설명되었다. 통상적으로, CT 스캐너는 방사선용의 X선 공급원과 X선용의 적절한 검출기에 사용하였다. 물론, 감마 방사선 등의 다른 방사선 공급원이 또한 본 발명과 함께 사용될 수 있다. 상이한 방사선 공급원을 이용하여, 검출기 및/또는 섬광 물질은 적절한 방사선 스펙트럼을 측정하기에 적합하도록 개조될 필요가 있다.

본 발명의 적어도 하나의 실시예들에 설명된 바와 같이, 본 발명의 수정, 변경 및 개량은 해당 분야의 종사자들에게는 명백할 것이다. 이러한 수정, 변경 및 개량은 본 발명의 범주 내에 속한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

대상물을 스캐닝하기 위한 CT 스캐너로서:

터널과;

대상물을 상기 터널을 통하여 이동시키는 컨베이어와;

상기 터널 둘레에서 회전 가능한 갠트리와;

상기 터널에 수직한 X선 빔을 공급하도록 갠트리 상에 있는 X선 공급원과;

상기 X선 공급원으로부터 소정의 제1 간격을 두고 위치 결정된 갠트리 상의 복수 개의 제1 검출기와;
상기 X선 공급원으로부터 상기 제1 간격보다 작은 제2 간격을 두고 위치 결정된 갠트리 상의 복수 개의 제2 검출기
를 포함하는 것인 CT 스캐너.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 복수 개의 제1 검출기에 있어서 하나의 검출기는 복수 개의 제2 검출기에 있어서 하나의 검출기에 인접하는 X선 빔 내에 위치 설정되는 것인 CT 스캐너.

청구항 3.

제1항에 있어서, X선 공급원으로부터 제2 간격을 두고 위치 결정된 갠트리 상의 복수 개의 제3 검출기를 더 포함하는 것인 CT 스캐너.

청구항 4.

제3항에 있어서, 상기 복수 개의 제1 검출기에 있어서 하나의 검출기는 상기 복수 개의 제2 검출기에 있어서 하나 검출기에 인접하여 X선 빔 내에 위치 설정되고;

상기 복수 개의 제1 검출기에 있어서 다른 하나의 검출기는 상기 복수 개의 제3 검출기에 있어서 하나의 검출기에 인접하게 X선 빔 내에 위치 설정되는 것인 CT 스캐너.

청구항 5.

제4항에 있어서, 상기 X선 빔은 터널의 전체 횡단면과 교차하며;

상기 복수 개의 제1, 제2 및 제3 검출기는 전체 X선 빔이 적어도 하나의 검출기와 교차하도록 갠트리 상에 위치 설정되는 것인 CT 스캐너.

청구항 6.

제1항에 있어서, 상기 복수 개의 제1 검출기에 있어서 인접 검출기들 사이의 간격은 상기 복수 개의 제2 검출기에 있어서 인접 검출기들 사이의 간격과 상이한 것인 CT 스캐너.

청구항 7.

제1항에 있어서, X선 공급원으로부터 복수 개의 제1 검출기에 있어서 인접 검출기까지의 빔들 사이의 각도는 X선 공급원으로부터 복수 개의 제2 검출기에 있어서 인접 검출기까지의 빔들 사이의 각도와 동일한 것인 CT 스캐너.

청구항 8.

제1항에 있어서, X선 공급원으로부터 제3의 간격을 두고 갠트리 상에 위치한 복수 개의 제3 검출기를 더 포함하는 것인 CT 스캐너.

청구항 9.

제8항에 있어서, 상기 X선 빔은 터널의 전체 횡단면보다 작은 터널의 횡단면의 일부와 교차하며;

상기 복수 개의 제1, 제2 및 제3 검출기는 검출기들이 전체 X선 빔과 교차하도록 갠트리 상에 위치 설정되는 것인 CT 스캐너.

청구항 10.

제9항에 있어서, 상기 X선 빔은 터널의 횡단면의 한쪽 절반부와 교차하는 것인 CT 스캐너.

청구항 11.

제1항에 있어서, 검출기로부터 데이터를 수신하여 대상물의 적어도 일부의 이미지로 재구성하기 위한 하나 이상의 컴퓨터를 더 포함하는 것인 CT 스캐너.

청구항 12.

제11항에 있어서, 갠트리 상의 검출기들 사이의 데이터 링크와 갠트리 상에 위치되지 않은 하나 이상의 컴퓨터를 더 포함하는 것인 CT 스캐너.

청구항 13.

제12항에 있어서, 상기 데이터 링크는 일정 스트림의 검출기 데이터를 검출기로부터 하나 이상의 컴퓨터로 보내는 것인 CT 스캐너.

청구항 14.

제1항에 있어서, 상기 복수 개의 제1 및 제2 검출기에 있어서 각 검출기는:

제1의 X선 수용 영역을 갖고 제1 에너지 레벨의 X선 에너지에 반응하는 제1 포토다이오드층과;

X선 공급원에 대해 상기 제1 포토다이오드층 뒤에 위치하고, 상기 제1 X선 수용 영역보다 큰 제2의 X선 수용 영역을 갖고, 상기 제1 에너지 레벨보다 높은 제2 에너지 레벨의 X선 에너지에 반응하는 제2 포토다이오드층

을 포함하는 것인 CT 스캐너.

청구항 15.

제14항에 있어서, 각각의 검출기는 상기 제1 및 제2 포토다이오드층들 사이의 차폐층을 더 포함하는 것인 CT 스캐너.

청구항 16.

제15항에 있어서, 상기 제1 X선 수용 영역과 상기 제2 X선 수용 영역은 제1 포토다이오드층과 제2 포토다이오드층에 대한 X선 플럭스 레벨이 실질적으로 동일하도록 그 크기가 정해지는 것인 CT 스캐너.

청구항 17.

대상물을 스캐닝하기 위한 CT 스캐너로서:

터널과;

대상물을 상기 터널을 통하여 이동시키는 컨베이어와;

상기 터널 둘레에서 회전 가능한 갠트리와;

2개 이상의 에너지 레벨을 갖는 X선 빔을 상기 터널에 수직하게 공급하도록 상기 갠트리 상에 있는 X선 공급원과;

X선 빔의 제1 부분과 교차하도록 갠트리 상에 위치하는 동시에 2개 이상의 에너지 레벨 중 제1 레벨에 반응하는 복수 개의 제1 검출기와;

상기 X선 빔의 제1 부분과 별도의 있는 X선 빔의 제2 부분과 교차하도록 갠트리 상에 위치하는 동시에 2개 이상의 에너지 레벨 중 제2 레벨에 반응하는 복수 개의 제2 검출기

를 포함하는 것인 CT 스캐너.

청구항 18.

제17항에 있어서, 상기 복수 개의 제1 검출기는

상기 X선 공급원으로부터 제1 간격을 두고 위치한 제1 서브세트의 검출기와;

상기 X선 공급원으로부터 제2 간격을 두고 위치 결정된 제2 서브세트의 검출기를 포함하며, 상기 제2 간격은 상기 제1 간격보다 작은 것인 CT 스캐너.

청구항 19.

제18항에 있어서, 상기 복수 개의 제2 검출기는:

상기 X선 공급원으로부터 제3 간격을 두고 위치 결정된 제3 서브세트의 검출기와;

상기 X선 공급원으로부터 제4 간격을 두고 위치 결정된 제4 서브세트의 검출기를 포함하며, 상기 제4 간격은 상기 제3 간격보다 작은 것인 CT 스캐너.

청구항 20.

제17항에 있어서, 상기 복수 개의 제1 검출기는:

상기 X선 공급원으로부터 제3 간격을 두고 위치 결정된 제3 서브세트의 검출기를 더 포함하며, 상기 제3 간격은 상기 제2 간격보다 작은 것인 CT 스캐너.

청구항 21.

가방을 스캐닝하며, CT 스캐너에서 나온 데이터를 처리하고 가방의 적어도 일부의 이미지를 재구성하기 위한 컴퓨터를 각각 구비하는 복수 개의 CT 스캐너와;

재구성 이미지를 디스플레이하기 위한 하나 이상의 오퍼레이터 리뷰 스테이션과;

디스플레이를 위해 재구성 이미지를 하나 이상의 CT 스캐너로부터 하나 이상의 오퍼레이터 리뷰 스테이션으로 전송하기 위한 네트워크

를 포함하는 것인 수화물 처리 시스템.

청구항 22.

제21항에 있어서, 각 CT 스캐너에 있는 컴퓨터는 재구성 이미지를 기초로 하여 가방 속의 잠재적인 위험물을 검출하기 위한 수단을 포함하며,

잠재적인 위험물을 검출하자마자 재구성 이미지를 적어도 하나의 오퍼레이터 리뷰 스테이션으로 전송하는 것인 수화물 처리 시스템.

청구항 23.

제22항에 있어서, 상기 복수 개의 CT 스캐너 중 적어도 하나는 항공사 체크-인 데스크에 설치되는 것인 수화물 처리 시스템.

청구항 24.

제22항에 있어서, 상기 복수 개의 CT 스캐너 중 적어도 하나는 공항 보안 검문소에 설치되는 것인 수화물 처리 시스템.

청구항 25.

제22항에 있어서, 상기 복수 개의 CT 스캐너 중 적어도 하나는 공항 차도의 연석측 체크-인 구역에 설치되는 것인 수화물 처리 시스템.

청구항 26.

제22항에 있어서, 상기 복수 개의 CT 스캐너 중 적어도 하나는 가방이 이송되는 공항 이외의 장소에 설치되는 것인 수화물 처리 시스템.

청구항 27.

항공편을 체크-인하고 가방을 검색하기 위한 탑승자용의 제1 체크-인 스테이션과;
항공편을 체크-인하고 가방을 검색하기 위한 탑승자용의 제2 체크-인 스테이션과;
상기 제1 체크-인 스테이션과 제2 체크-인 스테이션 사이에 배치된 CT 스캐너
를 포함하는 것인 수화물 체크-인 시스템.

청구항 28.

제27항에 있어서, 상기 CT 스캐너는:

상기 제1 체크-인 스테이션과 제2 체크-인 스테이션 사이에 위치한 터널과;

상기 터널을 통해 상기 제1 및 제2 체크-인 스테이션의 제1 측면으로부터 제1 및 제2 체크-인 스테이션의 제2 측면으로
가방을 이동시키기 위한 컨베이어

를 포함하며;

상기 수화물 체크-인 시스템은 상기 제1 및 제2 체크-인 스테이션의 제2 측면으로부터 가방을 옮겨 항공기로 수송하기
위한 수화물 취급 시스템을 더 포함하는 것인 수화물 체크-인 시스템.

청구항 29.

제27항에 있어서, 상기 CT 스캐너는 가방을 상기 수화물 취급 시스템으로 옮기기 전에 가방 속의 잠재적인 위험물을 검
출하기 위한 컴퓨터를 포함하는 것인 수화물 체크-인 시스템.

청구항 30.

공항에서 검색된 가방을 처리하기 위한 방법으로서:

공항 내의 여러 장소에서,

가방을 스캐닝하고 각 가방의 일부의 적어도 하나의 이미지를 재구성하는 단계와,

재구성 이미지를 기초로 하여 잠재적 위험물을 검출하는 단계와,

잠재적 위험물이 검출되지 않을 경우 가방을 비행기로 보내는 단계와,

잠재적인 위험물이 검출될 경우 적어도 하나의 이미지를 리뷰 위치로 전송하는 단계를 수행하는 공정과;

리뷰 장소에서,

오퍼레이터에 의한 리뷰를 위해 전송된 하나 이상의 이미지를 디스플레이하는 단계를 수행하는 공정

을 포함하는 검색된 가방의 처리 방법.

청구항 31.

제30항에 있어서,

리뷰 장소에서,

디스플레이된 이미지를 기초로 오퍼레이터로부터 위험물 존재 유무에 대한 표시를 수용하는 단계와;

이미지가 제공된 장소로 상기 표시를 전송하는 단계를 행하는 공정과;

여러 장소에서,

리뷰 장소로부터 상기 표시를 수용하는 단계와;

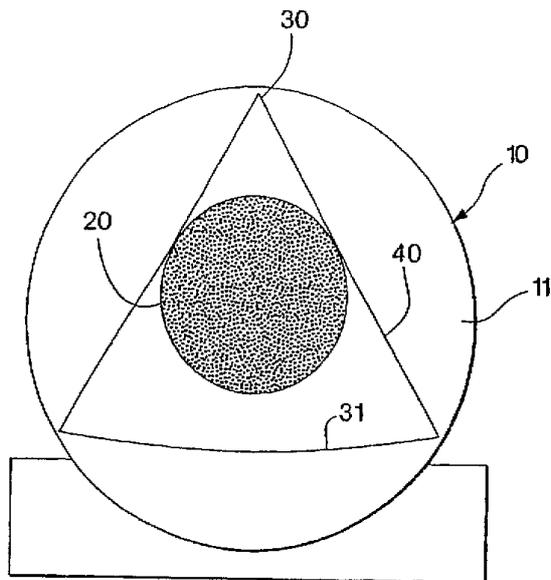
위험물이 없다는 표시에 기초하여 가방을 비행기로 보내는 단계와;

위험물의 표시가 있는 때에 가방을 비행기로 보내지 않게 하는 단계를 수행하는 공정

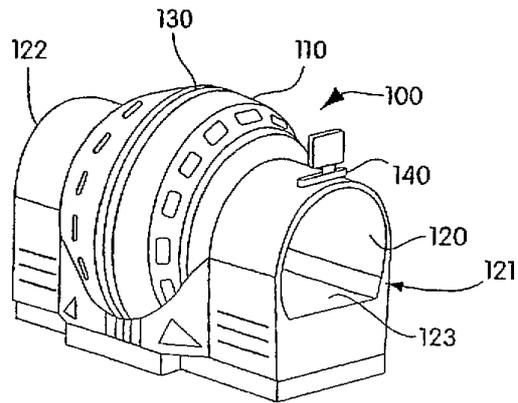
을 더 포함하는 것인 검색된 가방의 처리 방법.

도면

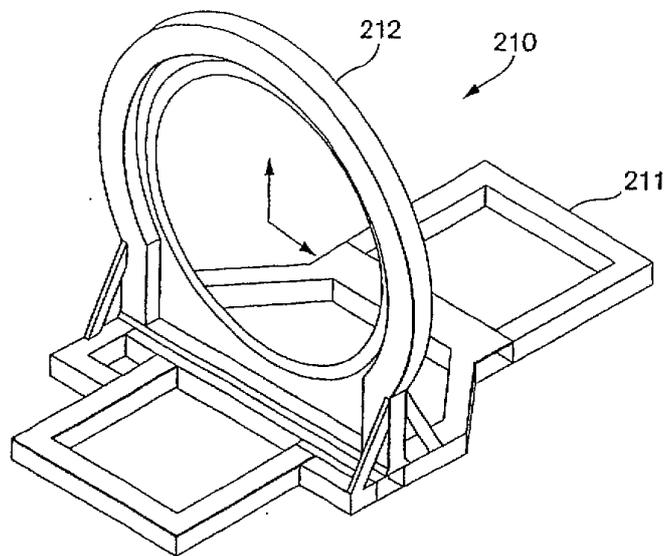
도면1



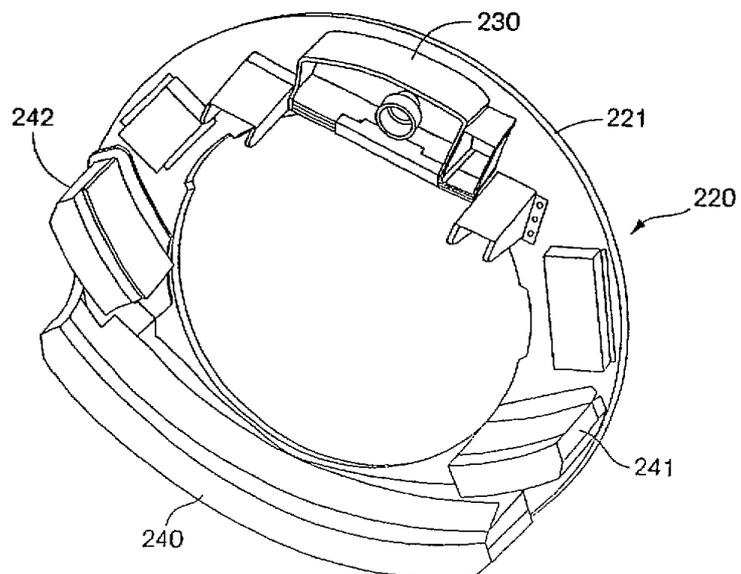
도면2



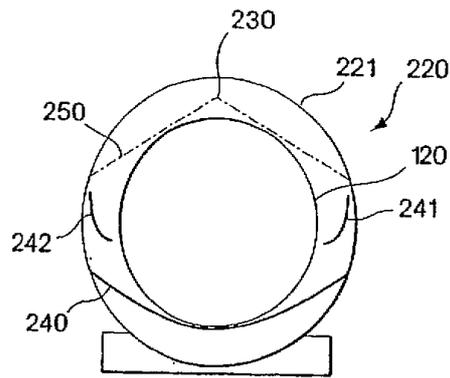
도면3a



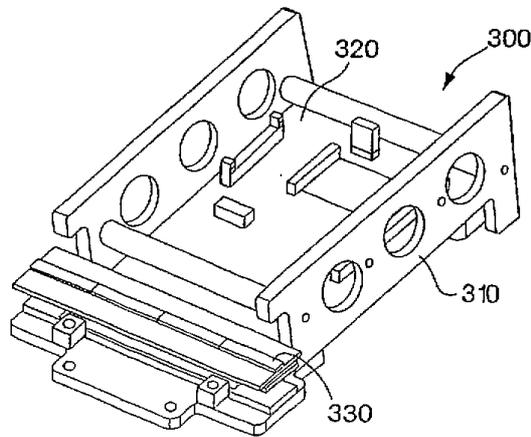
도면3b



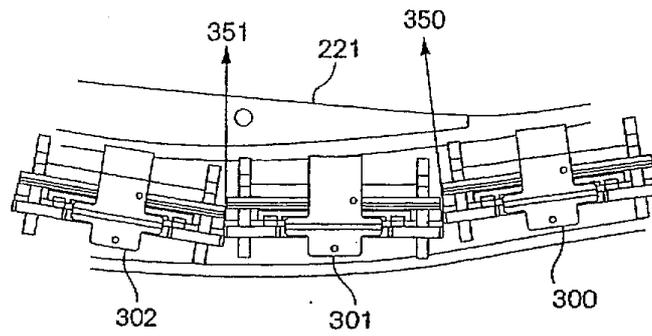
도면4



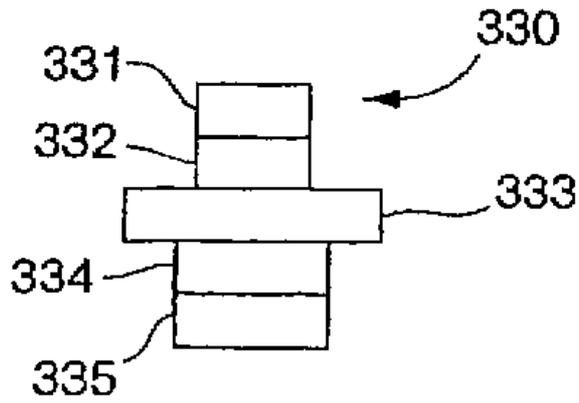
도면5



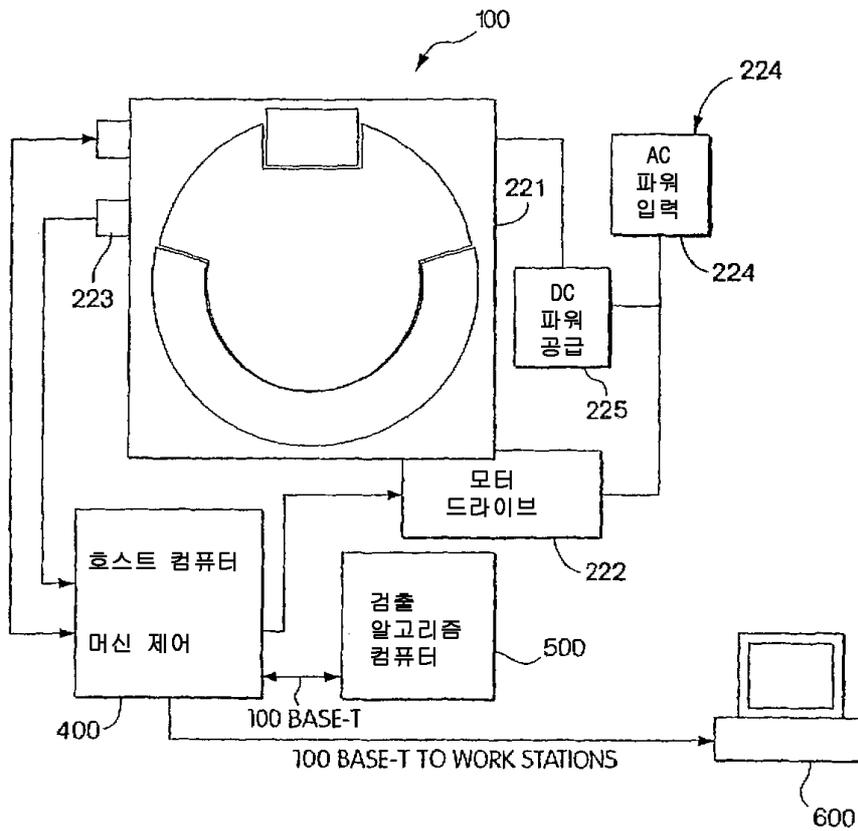
도면6



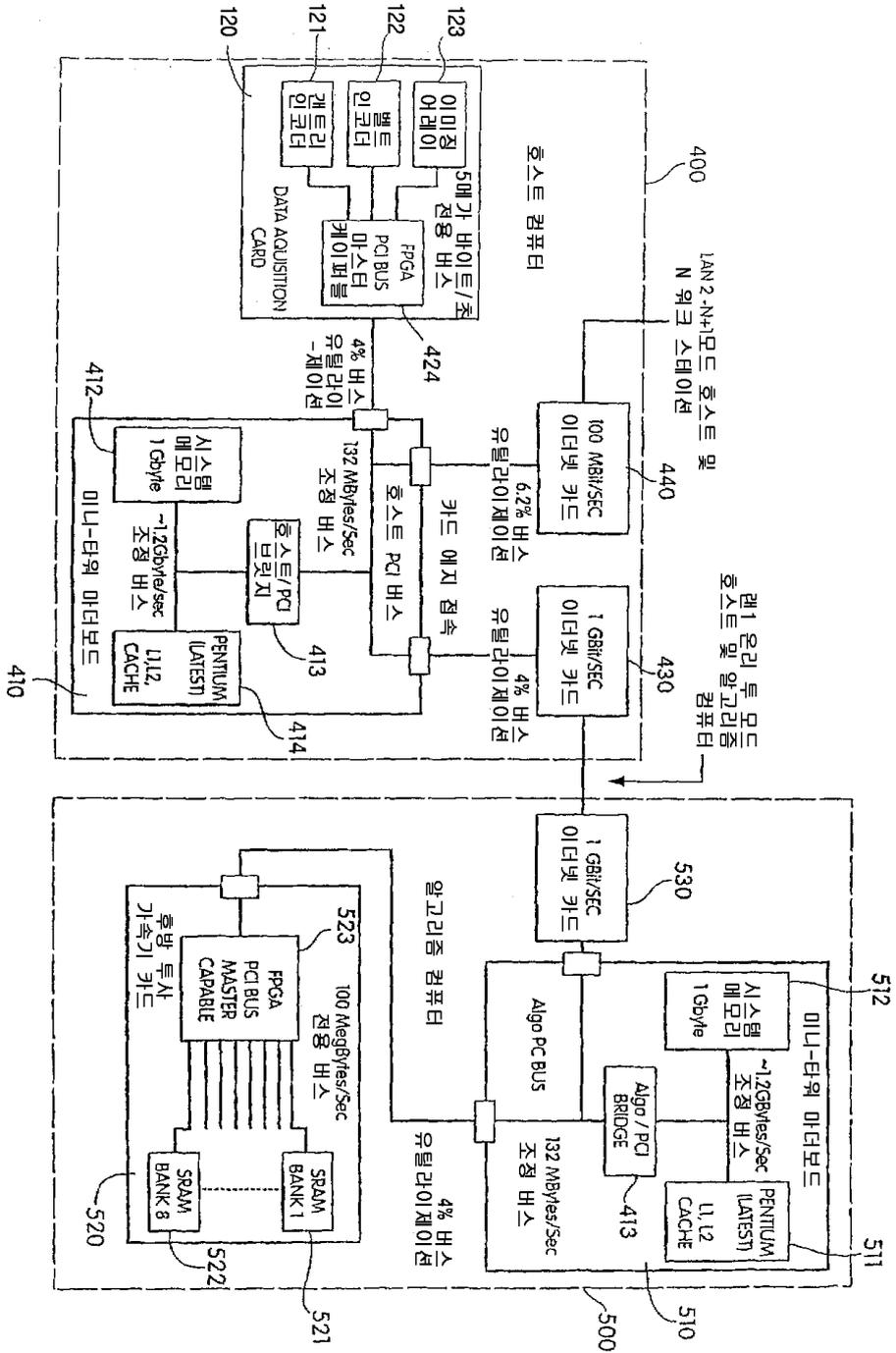
도면7



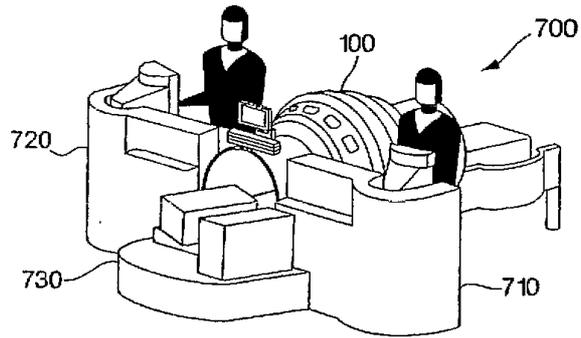
도면8



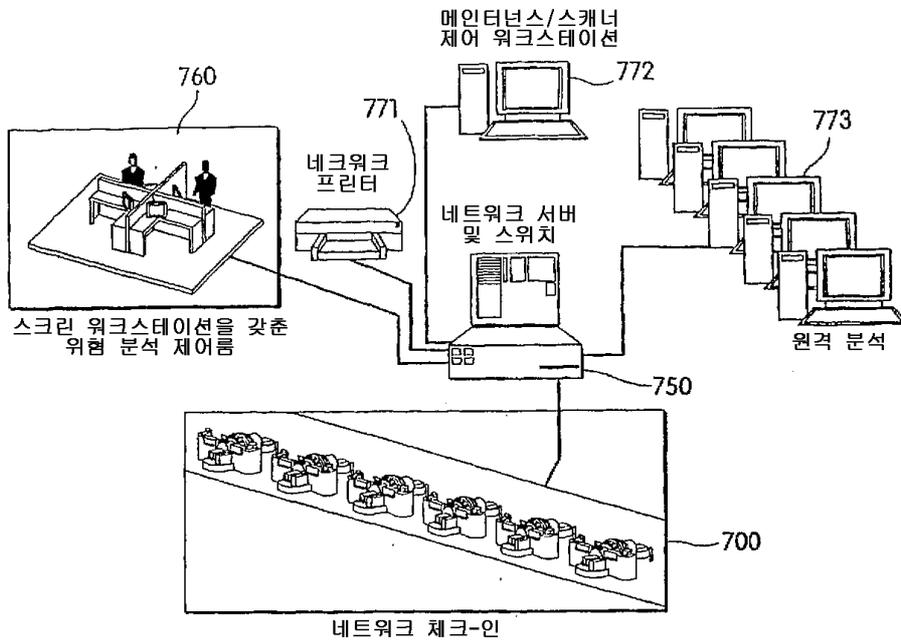
6페이지



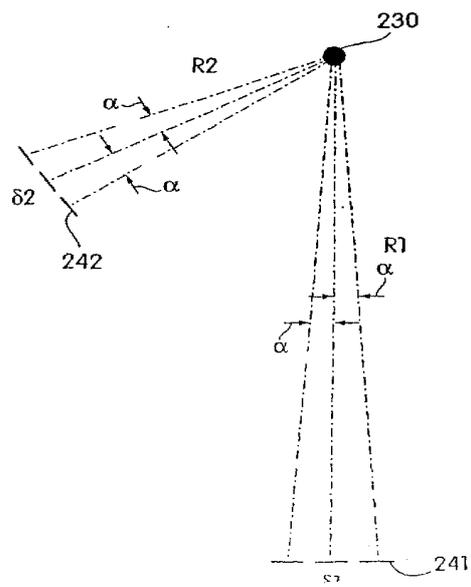
도면10



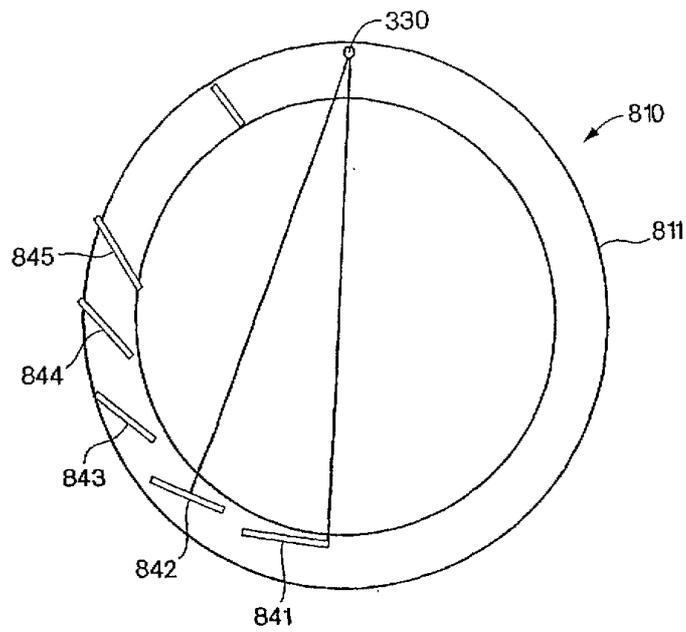
도면11



도면12

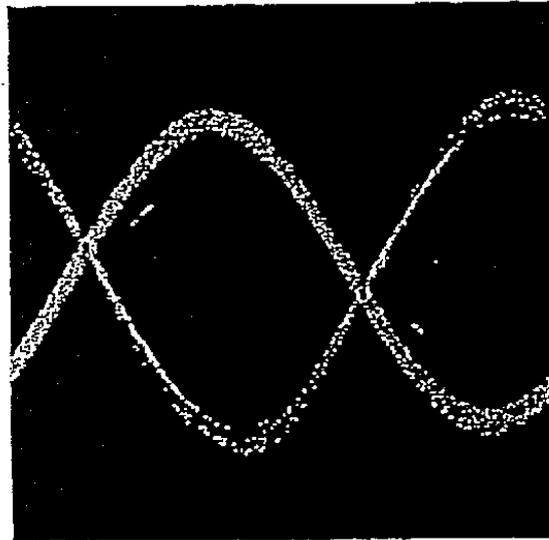


도면13



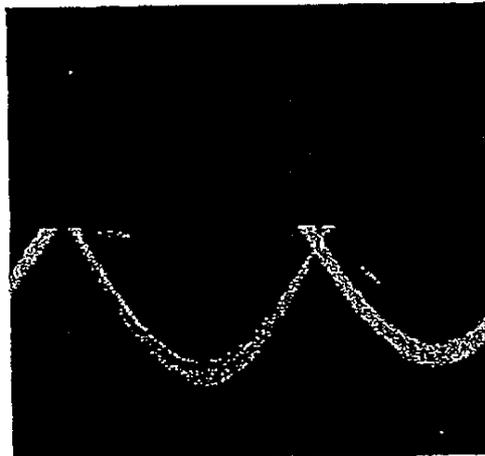
도면14a

FULL DETECTOR RING



도면14b

HALF DETECTOR RING



도면14c

REBINNED



도면15

