



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0003484  
(43) 공개일자 2023년01월06일

- |   |  |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/>G01N 23/04 (2018.01) G01N 23/083 (2018.01)<br/>G06N 20/00 (2019.01) G06N 3/08 (2023.01)<br/>G06T 7/00 (2017.01)</p> <p>(52) CPC특허분류<br/>G01N 23/04 (2013.01)<br/>G01N 23/083 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2022-7037164<br/>(22) 출원일자(국제) 2022년04월14일<br/>심사청구일자 없음<br/>(85) 번역문제출일자 2022년10월25일<br/>(86) 국제출원번호 PCT/JP2021/015488<br/>(87) 국제공개번호 WO 2021/210617<br/>국제공개일자 2021년10월21일</p> <p>(30) 우선권주장<br/>JP-P-2020-073576 2020년04월16일 일본(JP)</p> | <p>(71) 출원인<br/>하마마츠 포토닉스 가부시키키가이샤<br/>일본국 시주오카켄 하마마츠시 히가시쿠 이치노초 1126-1</p> <p>(72) 발명자<br/>오니시 다츠야<br/>일본국 시주오카켄 하마마츠시 히가시쿠 이치노초 1126-1 하마마츠 포토닉스 가부시키키가이샤 내<br/>스야마 도시야스<br/>일본국 시주오카켄 하마마츠시 히가시쿠 이치노초 1126-1 하마마츠 포토닉스 가부시키키가이샤 내</p> <p>(74) 대리인<br/>특허법인태평양</p> |
|---|--|

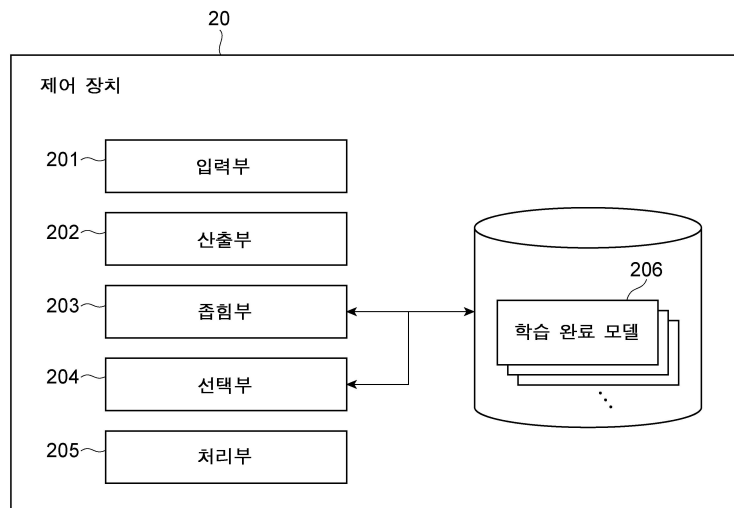
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 방사선 화상 처리 방법, 학습 완료 모델, 방사선 화상 처리 모듈, 방사선 화상 처리 프로그램, 방사선 화상 처리 시스템, 및 기계 학습 방법

(57) 요약

방사선 화상에 있어서의 노이즈를 효과적으로 제거할 수 있는 방사선 화상 처리 방법, 학습 완료 모델, 방사선 화상 처리 모듈, 방사선 화상 처리 프로그램, 및 방사선 화상 처리 시스템을 제공한다. 제어 장치(20)는 X선을 조사하여 대상물(F)을 촬상할 때의 X선의 발생원의 동작 조건 혹은 대상물(F)의 촬상시의 촬상 조건 중 어느 것을 나타내는 조건 정보의 입력을 접수하는 입력부(201)와, 조건 정보를 기초로, 대상물(F)을 투과한 X선의 평균 에너지를 산출하는 산출부(202)와, 평균 에너지를 기초로, 미리 화상 데이터를 이용하여 기계 학습에 의해서 각각 구축된 복수의 학습 완료 모델(206) 중에서, 학습 완료 모델(206)의 후보를 좁히는 좁힘부(203)를 구비한다.

대표도



(52) CPC특허분류

*G06N 20/00* (2021.08)

*G06N 3/08* (2023.01)

*G06T 7/0004* (2013.01)

*G01N 2223/1016* (2013.01)

*G01N 2223/401* (2013.01)

*G06T 2207/10116* (2013.01)

*G06T 2207/20182* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

방사선을 조사하여 대상물을 촬상할 때의 상기 방사선의 발생원의 조건 혹은 촬상 조건 중 어느 것을 나타내는 조건 정보를 입력하는 스텝과,

상기 조건 정보를 기초로, 상기 대상물을 투과한 상기 방사선에 관한 평균 에너지를 산출하는 스텝과,

상기 평균 에너지를 기초로, 미리 화상 데이터를 이용하여 기계 학습에 의해서 각각 구축된 복수의 학습 완료 모델 중에서, 학습 완료 모델의 후보를 좁히는 스텝을 구비하는 방사선 화상 처리 방법.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 후보를 이용하여 상기 대상물의 방사선 화상으로부터 노이즈를 제거하는 화상 처리를 실행하는 스텝을 더 구비하는 방사선 화상 처리 방법.

#### 청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 좁히는 스텝에서는, 상기 평균 에너지와, 상기 화상 데이터로부터 특정되는 평균 에너지를 비교함으로써, 상기 후보를 좁히는, 방사선 화상 처리 방법.

#### 청구항 4

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 있어서,

상기 조건 정보에는, 상기 발생원의 관전압, 상기 대상물의 촬상에 이용하는 카메라가 구비하는 필터의 정보, 상기 발생원이 구비하는 필터의 정보, 상기 카메라가 구비하는 신틸레이터의 정보, 상기 발생원과 촬상 장치 사이의 거리, 상기 대상물의 촬상에 이용하는 X선 검출 카메라에 관한 정보, 및 상기 대상물에 관한 정보 중 어느 1개가 적어도 포함되는, 방사선 화상 처리 방법.

#### 청구항 5

청구항 1 내지 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서,

방사선을 조사하여 지그를 촬상하여 방사선 화상을 취득하고, 해당 방사선 화상의 화상 특성에 기초하여 상기 후보로부터 학습 완료 모델을 선택하는 스텝을 더 구비하는 방사선 화상 처리 방법.

#### 청구항 6

청구항 1 내지 청구항 5 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기계 학습은 딥 러닝인, 방사선 화상 처리 방법.

#### 청구항 7

청구항 1 내지 청구항 6 중 어느 한 항에 기재된 방사선 화상 처리 방법에 이용하는 학습 완료 모델로서,

화상 데이터를 이용하여 기계 학습에 의해서 구축되어, 프로세서에, 상기 대상물의 방사선 화상으로부터 노이즈를 제거하는 화상 처리를 실행시키는 학습 완료 모델.

#### 청구항 8

방사선을 조사하여 대상물을 촬상할 때의 상기 방사선의 발생원의 조건 혹은 촬상 조건 중 어느 것을 나타내는 조건 정보의 입력을 접수하는 입력부와,

상기 조건 정보를 기초로, 상기 대상물을 투과한 상기 방사선에 관한 평균 에너지를 산출하는 산출부와,  
 상기 평균 에너지를 기초로, 미리 화상 데이터를 이용하여 기계 학습에 의해서 각각 구축된 복수의 학습 완료 모델 중에서, 학습 완료 모델의 후보를 좁히는 좁힘부를 구비하는 방사선 화상 처리 모듈.

**청구항 9**

청구항 8에 있어서,  
 상기 후보를 이용하여 상기 대상물의 방사선 화상으로부터 노이즈를 제거하는 화상 처리를 실행하는 처리부를 더 구비하는 방사선 화상 처리 모듈.

**청구항 10**

청구항 8 또는 청구항 9에 있어서  
 상기 좁힘부는 상기 평균 에너지와, 상기 화상 데이터로부터 특정되는 평균 에너지를 비교함으로써, 상기 후보를 좁히는, 방사선 화상 처리 모듈.

**청구항 11**

청구항 8 내지 청구항 10 중 어느 한 항에 있어서,  
 상기 조건 정보에는, 상기 발생원의 관전압, 필터, 상기 발생원과 촬상 장치 사이의 거리, X선 검출 카메라, 및 상기 대상물에 관한 정보를 포함하는, 사진 화상 처리 모듈.

**청구항 12**

청구항 8 내지 청구항 11 중 어느 한 항에 있어서,  
 방사선을 조사하여 지그를 촬상하여 방사선 화상을 취득하고, 해당 방사선 화상의 화상 특성에 기초하여 상기 후보로부터 학습 완료 모델을 선택하는 선택부를 더 구비하는 방사선 화상 처리 모듈.

**청구항 13**

청구항 8 내지 청구항 12 중 어느 한 항에 있어서,  
 상기 기계 학습은 딥 러닝인, 방사선 화상 처리 모듈.

**청구항 14**

프로세서를,  
 방사선을 조사하여 대상물을 촬상할 때의 상기 방사선의 발생원의 조건 혹은 촬상 조건 중 어느 것을 나타내는 조건 정보의 입력을 접수하는 입력부,  
 상기 조건 정보를 기초로, 상기 대상물을 투과한 상기 방사선에 관한 평균 에너지를 산출하는 산출부, 및  
 상기 평균 에너지를 기초로, 미리 화상 데이터를 이용하여 기계 학습에 의해서 각각 구축된 복수의 학습 완료 모델 중에서, 학습 완료 모델의 후보를 좁히는 좁힘부로서 기능시키는 방사선 화상 처리 프로그램.

**청구항 15**

청구항 8 내지 청구항 13 중 어느 한 항에 기재된 방사선 화상 처리 모듈과,  
 상기 대상물에 방사선을 조사하는 상기 발생원과,  
 상기 대상물을 투과한 방사선을 촬상하여 상기 방사선 화상을 취득하는 촬상 장치를 구비하는 방사선 화상 처리 시스템.

**청구항 16**

방사선을 조사하여 대상물을 촬상할 때의 상기 방사선의 발생원의 조건 혹은 촬상 조건 중 어느 것을 나타내는 조건 정보를 기초로 산출된 평균 에너지로서, 상기 대상물을 투과한 상기 방사선에 관한 상기 평균 에너지에 대

응하는 상기 대상물의 방사선 화상인 혼련 화상을 혼련 데이터로서 이용하여, 상기 혼련 화상을 기초로 노이즈가 제거된 화상 데이터를 출력하는 학습 완료 모델을, 기계 학습에 의해서 구축하는 구축 스텝을 구비하는 기계 학습 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 실시 형태의 일 측면은, 방사선 화상 처리 방법, 학습 완료 모델, 방사선 화상 처리 모듈, 방사선 화상 처리 프로그램, 방사선 화상 처리 시스템, 및 기계 학습 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 종래부터, 화상 데이터를 대상으로 딥 러닝 등의 기계 학습에 의한 학습 완료 모델을 이용한 노이즈 제거를 행하는 수법이 알려져 있다(예를 들면, 하기 특허 문헌 1 참조). 이 수법에 의하면, 화상 데이터로부터의 노이즈가 자동적으로 제거되므로 대상물을 정밀도 좋게 관찰할 수 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0003] (특허문헌 0001) 특허 문헌 1: 일본 특개 2019-91393호 공보

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0004] 상술한 것 같은 종래의 수법에 있어서는, X선 등의 방사선을 대상물에 투과시킴으로써 생성된 방사선 화상을 대상으로 했을 경우에 노이즈의 제거가 충분하지 않은 경우가 있었다. 예를 들면, X선원 등의 방사선 발생원의 조건, 이용하는 필터의 종류 등의 조건에 따라서, 화상에 있어서의 휘도와 노이즈의 관계가 변동하기 쉬워, 노이즈를 효과적으로 제거할 수 없는 경향이 있었다.

[0005] 이에, 실시 형태의 일 측면은, 이러한 과제를 감안하여 이루어진 것으로, 방사선 화상에 있어서의 노이즈를 효과적으로 제거할 수 있는 방사선 화상 처리 방법, 학습 완료 모델, 방사선 화상 처리 모듈, 방사선 화상 처리 프로그램, 방사선 화상 처리 시스템, 및 기계 학습 방법을 제공하는 것을 과제로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0006] 실시 형태의 일 측면에 따른 방사선 화상 처리 방법은, 방사선을 조사하여 대상물을 촬상할 때의 방사선의 발생원의 조건 혹은 촬상 조건 중 어느 것을 나타내는 조건 정보를 입력하는 스텝과, 조건 정보를 기초로, 대상물을 투과한 방사선에 관한 평균 에너지를 산출하는 스텝과, 평균 에너지를 기초로, 미리 화상 데이터를 이용하여 기계 학습에 의해서 각각 구축된 복수의 학습 완료 모델 중에서, 학습 완료 모델의 후보를 좁히는 스텝을 구비한다.

[0007] 혹은, 실시 형태의 다른 측면에 따른 학습 완료 모델은, 상기의 방사선 화상 처리 방법에 이용하는 학습 완료 모델로서, 화상 데이터를 이용하여 기계 학습에 의해서 구축되어, 프로세서에, 대상물의 방사선 화상으로부터 노이즈를 제거하는 화상 처리를 실행시킨다.

[0008] 혹은, 실시 형태의 다른 측면에 따른 방사선 화상 처리 모듈은, 방사선을 조사하여 대상물을 촬상할 때의 방사선의 발생원의 조건 혹은 촬상 조건 중 어느 것을 나타내는 조건 정보의 입력을 접수하는 입력부와, 조건 정보를 기초로, 대상물을 투과한 방사선에 관한 평균 에너지를 산출하는 산출부와, 평균 에너지를 기초로, 미리 화상 데이터를 이용하여 기계 학습에 의해서 각각 구축된 복수의 학습 완료 모델 중에서, 학습 완료 모델의 후보를 좁히는 좁힘부를 구비한다.

[0009] 혹은, 실시 형태의 다른 측면에 따른 방사선 화상 처리 프로그램은, 프로세서를, 방사선을 조사하여 대상물을 촬상할 때의 방사선의 발생원의 조건 혹은 촬상 조건 중 어느 것을 나타내는 조건 정보의 입력을 접수하는 입력

부, 조건 정보를 기초로, 대상물을 투과한 방사선에 관한 평균 에너지를 산출하는 산출부, 및 평균 에너지를 기초로, 미리 화상 데이터를 이용하여 기계 학습에 의해서 각각 구축된 복수의 학습 완료 모델 중에서, 학습 완료 모델의 후보를 좁히는 좁힘부로서 기능시킨다.

[0010] 혹은, 실시 형태의 다른 측면에 따른 방사선 화상 처리 시스템은, 상기의 방사선 화상 처리 모듈과, 대상물에 방사선을 조사하는 발생원과, 대상물을 투과한 방사선을 촬상하여 방사선 화상을 취득하는 촬상 장치를 구비한다.

[0011] 혹은, 실시 형태의 다른 측면에 따른 기계 학습 방법은, 방사선을 조사하여 대상물을 촬상할 때의 방사선의 발생원의 조건 혹은 촬상 조건 중 어느 것을 나타내는 조건 정보를 기초로 산출된 평균 에너지로서, 대상물을 투과한 방사선에 관한 평균 에너지에 대응하는 대상물의 방사선 화상인 훈련 화상을 훈련 데이터로서 이용하여, 훈련 화상을 기초로 노이즈가 제거된 화상 데이터를 출력하는 학습 완료 모델을, 기계 학습에 의해서 구축하는 구축 스텝을 구비한다.

[0012] 상기 일 측면 혹은 다른 측면 중 어느 것에 따르면, 대상물의 방사선 화상을 취득할 때의 방사선의 발생원의 조건 혹은 촬상 조건을 기초로, 대상물을 투과한 방사선의 평균 에너지가 산출된다. 그리고, 그 평균 에너지를 기초로, 미리 구축된 학습 완료 모델 중에서 노이즈 제거에 이용하는 학습 완료 모델의 후보가 좁혀진다. 이것에 의해, 촬상 대상의 방사선의 평균 에너지에 대응한 학습 완료 모델이 노이즈 제거에 이용되므로, 방사선 화상에 있어서의 휘도와 노이즈의 관계에 대응한 노이즈 제거를 실현할 수 있다. 그 결과, 방사선 화상에 있어서의 노이즈를 효과적으로 제거할 수 있다.

**발명의 효과**

[0013] 실시 형태에 의하면, 대상물의 방사선 화상에 있어서의 노이즈를 효과적으로 제거할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0014] 도 1은 실시 형태에 따른 화상 취득 장치(1)의 개략 구성도이다.
- 도 2는 도 1의 제어 장치(20)의 하드웨어 구성의 일례를 나타내는 블록도이다.
- 도 3은 도 1의 제어 장치(20)의 기능 구성을 나타내는 블록도이다.
- 도 4는 도 3의 학습 완료 모델(206)의 구축에 이용되는 교사 데이터인 화상 데이터의 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 5는 도 3의 학습 완료 모델(206)의 구축에 이용되는 교사 데이터인 화상 데이터의 작성 절차를 나타내는 순서도이다.
- 도 6은 도 3의 선택부(204)의 해석 대상의 X선 투과 화상의 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 7은 도 3의 선택부(204)가 취득한 두께-휘도의 특성 그래프의 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 8은 도 3의 선택부(204)가 취득한 휘도-SNR의 특성 그래프의 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 9는 도 3의 선택부(204)에 의한 화상 특성에 기초한 학습 완료 모델의 선택 기능을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 10은 도 3의 선택부(204)에 의한 해상도의 평가에 이용되는 X선 투과 화상의 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 11은 도 3의 선택부(204)에 의한 휘도-노이즈비의 평가에 이용되는 지그의 구조의 일례를 나타내는 사시도이다.
- 도 12는 도 11의 지그를 대상으로 얻어진 노이즈 제거 처리 후의 X선 투과 화상을 나타내는 도면이다.
- 도 13은 화상 취득 장치(1)를 이용한 관찰 처리의 절차를 나타내는 순서도이다.
- 도 14는 화상 취득 장치(1)에 의해서 취득된 노이즈 제거 처리의 전후의 X선 투과 화상의 예를 나타내는 도면이다.
- 도 15는 화상 취득 장치(1)에 의해서 취득된 노이즈 제거 처리의 전후의 X선 투과 화상의 예를 나타내는 도면이다.
- 도 16은 본 개시의 변형예에 따른 제어 장치(20A)의 기능 구성을 나타내는 블록도이다.

도 17은 변형예에 따른 화상 취득 장치(1)를 이용한 관찰 처리의 절차를 나타내는 순서도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0015] 이하, 첨부 도면을 참조하여, 본 발명의 실시 형태에 대해 상세하게 설명한다. 또한, 설명에 있어서, 동일 요소 또는 동일 기능을 가지는 요소에는, 동일 부호를 이용하는 것으로 하고, 중복하는 설명은 생략한다.
- [0016] 도 1은 본 실시 형태에 따른 방사선 화상 처리 시스템인 화상 취득 장치(1)의 구성도이다. 도 1에 나타내지는 것처럼, 화상 취득 장치(1)는 반송 방향(TD)으로 반송되는 대상물(F)에 대해서 X선(방사선)을 조사하고, 대상물(F)을 투과한 X선에 기초하여 대상물(F)을 촬상한 X선 투과 화상(방사선 화상)을 취득하는 장치이다. 화상 취득 장치(1)는 X선 투과 화상을 이용하여, 대상물(F)을 대상으로 한 이물(異物) 검사, 중량 검사, 검품 검사 등을 행하고, 용도로서는, 식품 검사, 수화물 검사, 기관 검사, 전지 검사, 재료 검사 등을 들 수 있다. 화상 취득 장치(1)는 벨트 컨베이어(반송 수단)(60)와, X선 조사기(방사선 발생원)(50)와, X선 검출 카메라(촬상 장치)(10)와, 제어 장치(방사선 화상 처리 모듈)(20)와, 표시 장치(30)와, 각종 입력을 행하기 위한 입력 장치(40)를 구비하여 구성되어 있다. 또한, 본 발명의 실시 형태에 있어서의 방사선 화상이란, X선 화상으로 한정하지 않고,  $\gamma$ 선 등의 X선 이외의 전자 방사선에 의한 화상도 포함한다.
- [0017] 벨트 컨베이어(60)는 대상물(F)이 재치되는 벨트부를 가지고 있고, 그 벨트부를 반송 방향(TD)으로 이동시킴으로써, 대상물(F)을 소정의 반송 속도로 반송 방향(TD)으로 반송한다. 대상물(F)의 반송 속도는, 예를 들면 48m/분이다. 벨트 컨베이어(60)는, 필요에 따라서, 반송 속도를, 예를 들면 24m/분이나, 96m/분 등의 반송 속도로 변경할 수 있다. 또, 벨트 컨베이어(60)는 벨트부의 높이 위치를 적절히 변경하여, X선 조사기(50)와 대상물(F)의 거리를 변경할 수 있다. 또한, 벨트 컨베이어(60)로 반송되는 대상물(F)로서는, 예를 들면, 식용육, 어패류, 농작물, 과자 등의 식품, 타이어 등의 고무 제품, 수지 제품, 금속 제품, 광물 등의 자원 재료, 폐기물, 및 전자 부품이나 전자 기관 등, 다양한 물품을 들 수 있다. X선 조사기(50)는 X선원으로서 X선을 대상물(F)에 조사(출력)하는 장치이다. X선 조사기(50)는 점광원이며, 일정한 조사 방향으로 소정의 각도 범위로 X선을 확산시켜 조사한다. X선 조사기(50)는 X선의 조사 방향이 벨트 컨베이어(60)로 향해짐과 아울러, 확산하는 X선이 대상물(F)의 폭방향(반송 방향(TD)과 교차하는 방향) 전체에 이르도록, 벨트 컨베이어(60)로부터 소정의 거리를 떨어져 벨트 컨베이어(60)의 상방에 배치되어 있다. 또, X선 조사기(50)는 대상물(F)의 길이 방향(반송 방향(TD)과 평행한 방향)에 있어서는, 길이 방향에 있어서의 소정의 분할 범위가 조사 범위로 되고, 대상물(F)이 벨트 컨베이어(60)에서 반송 방향(TD)으로 반송됨으로써, 대상물(F)의 길이 방향 전체에 대해서 X선이 조사되도록 되어 있다. X선 조사기(50)는 제어 장치(20)에 의해 관전압 및 관전류가 설정되고, 설정된 관전압 및 관전류에 따른 소정의 에너지, 방사선량의 X선을, 벨트 컨베이어(60)를 향해서 조사한다. 또, X선 조사기(50)의 벨트 컨베이어(60)측의 근방에는, X선의 소정 과장역을 투과시키는 필터(51)가 마련되어 있다.
- [0018] X선 검출 카메라(10)는 X선 조사기(50)에 의해 대상물(F)에 조사된 X선 중, 대상물(F)을 투과한 X선을 검출하고, 그 X선에 기초하는 신호를 출력한다. X선 검출 카메라(10)는 X선을 검출하는 구성이 2세트 배치된 듀얼 라인 X선 카메라이다. 본 실시 형태에 따른 화상 취득 장치(1)에서는, 듀얼 라인 X선 카메라의 각각의 라인(제1 라인 및 제2 라인)에서 검출된 X선에 기초하여, 각각 X선 투과 화상이 생성된다. 그리고, 생성된 2개의 X선 투과 화상에 대해서, 평균 처리 또는 가산 처리 등을 행함으로써, 1개의 라인에서 검출된 X선에 기초하여 X선 투과 화상을 생성하는 경우와 비교해서, 적은 X선량으로 선명한(휘도가 큰) 화상을 취득할 수 있다.
- [0019] X선 검출 카메라(10)는 필터(19), 신틸레이터(11a, 11b)와, 라인 스캔 카메라(12a, 12b)와, 센서 제어부(13)와, 앰프(14a, 14b)와, AD 변환기(15a, 15b)와, 보정 회로(16a, 16b)와, 출력 인터페이스(17a, 17b)와, 앰프 제어부(18)를 가지고 있다. 신틸레이터(11a), 라인 스캔 카메라(12a), 앰프(14a), AD 변환기(15a), 보정 회로(16a), 및 출력 인터페이스(17a)는 각각 전기적으로 접속되어 있고, 제1 라인과 관련된 구성이다. 또, 신틸레이터(11b), 라인 스캔 카메라(12b), 앰프(14b), AD 변환기(15b), 보정 회로(16b), 및 출력 인터페이스(17b)는 각각 전기적으로 접속되어 있고, 제2 라인과 관련된 구성이다. 제1 라인의 라인 스캔 카메라(12a)와, 제2 라인의 라인 스캔 카메라(12b)는, 반송 방향(TD)을 따라서 늘어서 배치되어 있다. 또한, 이하에서는, 제1 라인과 제2 라인에서 공통되는 구성에 대해서는, 제1 라인의 구성을 대표하여 설명한다.
- [0020] 신틸레이터(11a)는 라인 스캔 카메라(12a) 상에 접촉 등에 의해 고정되어 있고, 대상물(F)을 투과한 X선을 신틸레이션광으로 변환한다. 신틸레이터(11a)는 신틸레이션광을 라인 스캔 카메라(12a)에 출력한다. 필터(19)는 X선의 소정 과장역을 신틸레이터(11a)를 향해서 투과시킨다.
- [0021] 라인 스캔 카메라(12a)는 신틸레이터(11a)로부터의 신틸레이션광을 검출하여, 전하로 변환하고, 검출 신호(전기

신호)로서 앰프(14a)에 출력한다. 라인 스캔 카메라(12a)는 반송 방향(TD)과 교차하는 방향으로 병렬된 복수의 라인 센서를 가지고 있다. 라인 센서는, 예를 들면 CCD(Charge Coupled Device) 이미지 센서나 CMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor) 이미지 센서 등이며, 복수의 포토 다이오드를 포함하고 있다.

[0022] 센서 제어부(13)는 라인 스캔 카메라(12a, 12b)가, 대상물(F)의 같은 영역을 투과한 X선을 촬상할 수 있도록, 라인 스캔 카메라(12a, 12b)를 소정의 검출 주기로 반복하여 촬상하도록 제어한다. 소정의 검출 주기는, 예를 들면, 라인 스캔 카메라(12a, 12b) 간의 거리, 벨트 컨베이어(60)의 속도, X선 조사기(50)와 벨트 컨베이어(60)상의 대상물(F)과의 거리(FOD(Focus Object Distance : 선원 물체간 거리)), 및 X선 조사기(50)와 라인 스캔 카메라(12a, 12b)의 거리(FDD(Focus Detector Distance : 선원 센서간 거리))에 기초하여, 라인 스캔 카메라(12a, 12b) 공통의 주기가 설정되어도 된다. 또, 소정의 주기는, 라인 스캔 카메라(12a, 12b) 각각의 라인 센서의 화소 배열 방향과 직교하는 방향의 포토 다이오드의 화소폭에 기초하여, 각각 개별로 설정되어도 된다. 이 경우에는, 라인 스캔 카메라(12a, 12b) 간의 거리, 벨트 컨베이어(60)의 속도, X선 조사기(50)와 벨트 컨베이어(60)상의 대상물(F)과의 거리(FOD), 및 X선 조사기(50)와 라인 스캔 카메라(12a, 12b)의 거리(FDD)에 따라서, 라인 스캔 카메라(12a, 12b) 간의 검출 주기의 엇갈림(지연 시간)을 특정하여, 각각 개별의 주기가 설정되어도 된다. 앰프(14a)는 소정의 설정 증폭률로 검출 신호를 증폭하여 증폭 신호를 생성하고, 그 증폭 신호를 AD 변환기(15a)에 출력한다. 설정 증폭률은 앰프 제어부(18)에 의해서 설정되는 증폭률이다. 앰프 제어부(18)는 소정의 촬상 조건에 기초하여, 앰프(14a, 14b)의 설정 증폭률을 설정한다.

[0023] AD 변환기(15a)는 앰프(14a)에 의해 출력된 증폭 신호(전압 신호)를 디지털 신호로 변환하여, 보정 회로(16a)에 출력한다. 보정 회로(16a)는 디지털 신호에 대해서, 신호 증폭 등의 소정의 보정을 행하고, 보정 후의 디지털 신호를 출력 인터페이스(17a)에 출력한다. 출력 인터페이스(17a)는 디지털 신호를 X선 검출 카메라(10) 외부로 출력한다. 도 1에서는, AD 변환기나 보정 회로, 출력 인터페이스는 각각 개별로 존재하고 있지만, 하나로 합쳐져 있어도 된다.

[0024] 제어 장치(20)는, 예를 들면 PC(Personal Computer) 등의 컴퓨터이다. 제어 장치(20)는 X선 검출 카메라(10) (보다 상세하게는, 출력 인터페이스(17a, 17b))로부터 출력된 디지털 신호(증폭 신호)에 기초하여 X선 투과 화상을 생성한다. 제어 장치(20)는 출력 인터페이스(17a, 17b)로부터 출력된 2개의 디지털 신호를 평균 처리 또는 가산 처리함으로써, 1개의 X선 투과 화상을 생성한다. 생성된 X선 투과 화상은, 후술하는 노이즈 제거 처리가 실시된 후에 표시 장치(30)로 출력되어, 표시 장치(30)에 의해서 표시된다. 또, 제어 장치(20)는 X선 조사기(50), 앰프 제어부(18), 및 센서 제어부(13)를 제어한다. 또한, 본 실시 형태의 제어 장치(20)는, X선 검출 카메라(10)의 외부에 독립적으로 마련된 장치이지만, X선 검출 카메라(10)의 내부에 일체화되어 있어도 된다.

[0025] 도 2는 제어 장치(20)의 하드웨어 구성을 나타내고 있다. 도 2에 나타내는 것처럼, 제어 장치(20)는 물리적으로는, 프로세서인 CPU(Central Processing Unit)(101), 기록 매체인 RAM(Random Access Memory)(102) 또는 ROM(Read Only Memory)(103), 통신 모듈(104), 및 입출력 모듈(106) 등을 포함한 컴퓨터 등이며, 각각은 전기적으로 접속되어 있다. 또한, 제어 장치(20)는 입력 장치(40) 및 표시 장치(30)로서, 디스플레이, 키보드, 마우스, 터치 패널 디스플레이 등을 포함하고 있어도 되고, 하드 디스크 드라이브, 반도체 메모리 등의 데이터 기록 장치를 포함하고 있어도 된다. 또, 제어 장치(20)는 복수의 컴퓨터에 의해서 구성되어 있어도 된다.

[0026] 도 3은 제어 장치(20)의 기능 구성을 나타내는 블록도이다. 제어 장치(20)는 입력부(201), 산출부(202), 줌부(203), 선택부(204), 및 처리부(205)를 구비한다. 도 3에 나타내는 제어 장치(20)의 각 기능부는, CPU(101) 및 RAM(102) 등의 하드웨어 상에 프로그램(본 실시 형태의 방사선 화상 처리 프로그램)을 읽어들이게 함으로써, CPU(101)의 제어 하에서, 통신 모듈(104), 및 입출력 모듈(106) 등을 동작시킴과 아울러, RAM(102)에 있어서의 데이터의 판독 및 기입을 행함으로써 실현된다. 제어 장치(20)의 CPU(101)는, 이 컴퓨터 프로그램을 실행함으로써 제어 장치(20)를 도 3의 각 기능부로서 기능시켜, 후술하는 방사선 화상 처리 방법에 대응하는 처리를 차례로 실행한다. 또한, CPU는 단체(單體)의 하드웨어여도 되고, 소프트웨어 프로세서와 같이 FPGA와 같은 프로그래머블 로직 중에 실장된 것이어도 된다. RAM이나 ROM에 대해서도 단체의 하드웨어여도 되고, FPGA와 같은 프로그래머블 로직 중에 내장된 것이어도 된다. 이 컴퓨터 프로그램의 실행에 필요한 각종 데이터, 및 이 컴퓨터 프로그램의 실행에 의해서 생성된 각종 데이터는, 모두, ROM(103), RAM(102) 등의 내장 메모리, 또는 하드 디스크 드라이브 등의 기억 매체에 격납된다.

[0027] 또, 제어 장치(20)에는, CPU(101)에 의해서 읽어들이짐으로써, CPU(101)에 X선 투과 화상을 대상으로 노이즈 제거 처리를 실행시키는 학습 완료 모델(206)이 미리 복수 격납되어 있다. 복수의 학습 완료 모델(206)은 각각, 화상 데이터를 교사 데이터로서 미리 구축된 기계 학습에 의한 학습 모델이다. 기계 학습에는, 지도 학습

(supervised learning), 심층 학습(딥 러닝), 혹은 강화 학습, 뉴럴 네트워크 학습 등이 있다. 본 실시 형태에 서는, 딥 러닝의 알고리즘의 일례로서, Kai Zhang 등의 논문 "Beyond a Gaussian Denoiser: Residual Learning of Deep CNN for Image Denoising"에 기재된 2차원의 콘볼루션 뉴럴 네트워크(convolutional neural network)가 채용된다. 복수의 학습 완료 모델(206)은 외부의 컴퓨터 등에 의해 생성되어 제어 장치(20)에 다운로드되어 도 되고, 제어 장치(20) 내에서 생성되어도 된다.

[0028] 도 4에는 학습 완료 모델(206)의 구축에 이용되는 교사 데이터인 화상 데이터의 일례를 나타낸다. 교사 데이터로서는, 다양한 두께, 다양한 재질, 및 다양한 해상도의 패턴을 촬상 대상으로 한 X선 투과 화상이 이용될 수 있다. 도 4에 나타내는 예는, 닭고기를 대상으로 생성된 X선 투과 화상의 예이다. 이 화상 데이터는, 실제로 화상 취득 장치(1)를 이용하여 복수 종류의 대상을 대상으로 생성된 X선 투과 화상을 이용해도 되고, 시뮬레이션 계산에 의해서 생성된 화상 데이터를 이용해도 된다. X선 투과 화상에 대해서는, 화상 취득 장치(1)와는 상이한 장치를 이용하여 취득한 것이라도 상관없다. 또, X선 투과 화상과 시뮬레이션 계산에 의해서 생성된 화상 데이터를 조합하여 이용해도 된다. 복수의 학습 완료 모델(206)은 각각, 평균 에너지가 상이한 투과 X선을 대상으로 얻어진 화상 데이터로서, 노이즈 분포가 이미 알려진 화상 데이터를 이용하여 미리 구축되어 있다. 화상 데이터에 있어서의 X선의 평균 에너지는, 각각, 화상 취득 장치(1)의 X선 조사기(방사선 발생원)(50)의 동작 조건 혹은 화상 취득 장치(1)의 촬상 조건 등을 설정함으로써, 혹은 시뮬레이션 계산시의 X선 조사기(50)의 동작 조건 혹은 촬상 조건을 설정함으로써, 미리 상이한 값으로 설정되어 있다(동작 조건 혹은 촬상 조건에 의한 평균 에너지의 설정 방법에 대해서는 후술함.). 즉, 복수의 학습 완료 모델(206)은 대상물(F)의 X선 투과 화상을 촬상할 때의 X선 조사기(방사선 발생원)(50)의 동작 조건, 혹은 X선 검출 카메라(10)에 의한 촬상 조건 등을 나타내는 조건 정보를 기초로 산출된 대상물(F)을 투과한 X선에 관한 평균 에너지에 대응하는 X선 화상인 훈련 화상을 훈련 데이터로서 이용하여, 기계 학습에 의해서 구축된다(구축 스텝). 예를 들면, 본 실시 형태에서는, 복수의 학습 완료 모델(206)은 각각, 평균 에너지가 10keV, 20keV, 30keV, ...로 10keV 단위의 값이 설정된 복수 종류의 화상 데이터를 복수 프레임(예를 들면, 20,000 프레임) 이용하여 구축되어 있다.

[0029] 도 5는 학습 완료 모델(206)의 구축에 이용되는 교사 데이터인 화상 데이터의 작성 절차를 나타내는 순서도이다.

[0030] 교사 데이터인 화상 데이터(교사 화상 데이터라고도 함.)는 컴퓨터에 의해서 다음의 절차로 작성된다. 우선, 소정의 구조를 가지는 구조체의 화상(구조체 화상)을 작성한다(스텝 S101). 예를 들면, 시뮬레이션 계산에 의해, 소정의 구조를 가지는 구조체의 화상을 작성해도 된다. 또, 소정의 구조를 가지는 차트 등의 구조체의 X선 화상을 취득하여 구조체 화상을 작성해도 된다. 다음에, 이 구조체 화상을 구성하는 복수의 화소 중에서 선택한 하나의 화소에 대해서, 화소 값의 표준 편차인 시그마값을 산출한다(스텝 S102). 그리고, 스텝 S102에서 구한 시그마값에 기초하여 노이즈 분포를 나타내는 정규 분포(푸아송 분포)를 설정한다(스텝 S103). 이와 같이, 시그마값에 기초하여 정규 분포를 설정함으로써 다양한 노이즈 조건의 교사 데이터를 생성할 수 있다. 이어서, 스텝 S103에서 시그마값에 기초하여 설정된 정규 분포에 따라서, 랜덤으로 설정된 노이즈값을 산출한다(스텝 S104). 또한, 하나의 화소의 화소 값에 스텝 S104에서 구한 노이즈값을 부가함으로써, 교사 데이터인 화상 데이터를 구성하는 화소 값을 생성한다(스텝 S105). 스텝 S102~스텝 S105까지의 처리를, 구조체 화상을 구성하는 복수의 화소 각각에 대해 행하여(스텝 S106), 교사 데이터가 되는 교사 화상 데이터를 생성한다(스텝 S107). 또, 교사 화상 데이터가 더 필요한 경우는, 스텝 S101~스텝 S107까지의 처리를, 다른 구조체 화상에 대해서 행하는 것을 판단하여(스텝 S108), 교사 데이터가 되는 다른 교사 화상 데이터를 생성한다. 또한, 다른 구조체 화상은 같은 구조를 가지는 구조체의 화상이어도 되고, 다른 구조를 가지는 구조체의 화상이어도 좋다.

[0031] 또한, 학습 완료 모델(206)의 구축에 이용되는 교사 데이터인 화상 데이터는 다수 준비할 필요가 있다. 또, 구조체 화상은 노이즈가 적은 화상이 좋고, 이상적이게는, 노이즈가 없는 화상이 좋다. 그 때문에, 시뮬레이션 계산에 의해서 구조체 화상을 생성하면, 노이즈가 없는 화상을 많이 생성할 수 있으므로, 시뮬레이션 계산에 의해서, 구조체 화상을 생성하는 것은 효과적이다.

[0032] 이하, 도 3으로 돌아가, 제어 장치(20)의 각 기능부의 기능의 상세에 대하여 설명한다.

[0033] 입력부(201)는 대상물(F)의 X선 투과 화상을 촬상할 때의 X선 조사기(방사선 발생원)(50)의 동작 조건, 혹은 X선 검출 카메라(10)에 의한 촬상 조건 등을 나타내는 조건 정보의 입력을, 화상 취득 장치(1)의 유저로부터 접수한다. 동작 조건으로서, 관전압, 타겟 각도, 타겟의 재료 등 중 전부 또는 일부를 들 수 있다. 촬상 조건을 나타내는 조건 정보로서는, X선 조사기(50)와 X선 검출 카메라(10)의 사이에 배치되는 필터(51, 19)(대상물의 촬상에 이용하는 카메라가 구비하는 필터 혹은 발생원이 구비하는 필터)의 재질 및 두께, X선 조사기(50)와 X선

검출 카메라(10)의 거리(FDD), X선 검출 카메라(10)의 창재(窓材)의 종류, 및 X선 검출 카메라(10)의 신틸레이터(11a, 11b)의 재료 및 두께에 관한 정보, X선 검출 카메라 정보(예를 들면, 개인 설정값, 회로 노이즈값, 포화 전하량, 변환 계수값(전자수/count), 카메라의 라인 레이트(Hz) 혹은 라인 스피드(m/min)), 대상물의 정보 등 중 전부 또는 일부를 들 수 있다. 입력부(201)는 조건 정보의 입력을, 수치 등의 정보의 직접 입력으로서 접수해도 되고, 미리 내부 메모리에 설정된 수치 등의 정보에 대한 선택 입력으로서 접수해도 된다. 입력부(201)는 상기의 조건 정보의 입력을 유저로부터 접수하지만, 일부의 조건 정보(관전압 등)를, 제어 장치(20)에 의한 제어 상태의 검출 결과에 따라 취득해도 된다.

[0034] 산출부(202)는 입력부(201)에 의해서 접수된 조건 정보를 기초로, 화상 취득 장치(1)를 이용하여 대상물(F)을 투과시켜 X선 검출 카메라(10)에 의해서 검출시키는 X선(방사선)의 평균 에너지의 값을 산출한다. 예를 들면, 산출부(202)는 조건 정보에 포함되는, 관전압, 타겟 각도, 타겟의 재료, 필터의 재질 및 두께 및 그 유무, 창재의 종류 및 그 유무, X선 검출 카메라(10)의 신틸레이터(11a, 11b)의 재료 및 두께, 등의 정보에 기초하여, X선 검출 카메라(10)로 검출되는 X선의 스펙트럼을, 예를 들면 공지의 Tucker 등의 근사식을 이용하여 산출한다. 그리고, 산출부(202)는 X선의 스펙트럼으로부터, 스펙트럼 강도 적분값과 광자수 적분값을 추가로 산출하여, 스펙트럼 강도 적분값을 광자수 적분값으로 나눔으로써 X선의 평균 에너지의 값을 산출한다.

[0035] 공지의 Tucker의 근사식을 이용한 산출 방법에 대해 기재한다. 예를 들면, 산출부(202)는 타겟을 텅스텐, 타겟 각도를 25° 로 특정하면,  $E_m$ : 전자 타겟 충돌시의 운동 에너지,  $T$ : 타겟 중의 전자 운동 에너지,  $A$ : 타겟 물질의 원자 번호로 정해지는 비례 상수,  $\rho$ : 타겟의 밀도,  $\mu(E)$ : 타겟 물질의 선감약(線減弱) 계수,  $B$ : 완만하게 변화하는  $Z$ 와  $T$ 의 함수,  $C$ : Thomson-Whiddington 상수,  $\theta$ : 타겟 각도,  $c$ : 진공 중의 광속도를 결정할 수 있다. 또한, 산출부(202)는 그것들을 기초로 하기 식(1)을 계산함으로써, 조사 X선 스펙트럼을 산출할 수 있다.

[0036] [수 1]

$$\varphi(E) = A \cdot \int_E^{E_m} \left( \frac{T + m_0 c^2}{T} \right) \cdot B \cdot \left( \frac{1}{\rho} \frac{dT}{dx} \right)^{-1} \exp \left\{ -\mu(E) \frac{(E_m^2 - T^2)}{\rho C \sin(\theta + \varphi)} \right\} dT \quad (1)$$

[0037] .

[0038] 또한,  $E_m$ 은 관전압의 정보로부터 결정할 수 있고,  $A$ ,  $\rho$ ,  $\mu(E)$ 는 타겟의 재료의 정보로부터 결정할 수 있고,  $\theta$ 는 타겟 각도의 정보로부터 결정할 수 있다.

[0039] 다음에, 산출부(202)는 필터 및 대상물(F)을 투과하여 신틸레이터에 흡수되는 X선 에너지 스펙트럼을 하기 식(2)의 X선의 감약식을 이용하여 산출할 수 있다.

[0040] [수 2]

$$I = I_0 e^{-\mu x} \quad (2)$$

[0041] .

[0042] 여기서,  $\mu$ 는 대상물질, 필터, 신틸레이터 등의 감약 계수,  $x$ 는 대상물질, 필터, 신틸레이터 등의 두께이다.  $\mu$ 는 대상물, 필터, 및 신틸레이터의 재질의 정보로부터 결정할 수 있고,  $x$ 는 대상물, 필터, 및 신틸레이터의 두께의 정보로부터 결정할 수 있다. X선 광자수 스펙트럼은 이 X선 에너지 스펙트럼을 각 X선의 에너지로 나눔으로써 구해진다. 산출부(202)는 X선의 평균 에너지를, 에너지 강도의 적분값을 광자수의 적분값으로 나눔으로써, 하기 식(3)을 이용하여 산출한다.

[0043] 평균 에너지(E)=스펙트럼 강도 적분값/광자수 적분값 ... (3)

[0044] 상기의 계산 과정에 의해, 산출부(202)는 X선의 평균 에너지를 산출한다. 또한, X선 스펙트럼의 산출에 관해서는, 공지의 Kramers나, Birch 등에 의한 근사식을 사용해도 된다.

[0045] 좁힘부(203)는 산출부(202)에 의해서 산출된 평균 에너지의 값을 기초로, 미리 구축된 복수의 학습 완료 모델(206) 중에서, 학습 완료 모델의 후보를 좁힌다. 즉, 좁힘부(203)는 산출된 평균 에너지의 값과, 복수의 학습 완료 모델(206)의 구축에 이용된 화상 데이터에 있어서의 X선의 평균 에너지의 값을 비교하여, 평균 에너지의 값이 가까운 화상 데이터에 의해서 구축된 복수의 학습 완료 모델(206)을 후보로서 좁힌다. 보다 구체적으로는, 산출부(202)에 의해서 산출된 평균 에너지의 값이 53keV인 경우에는, 좁힘부(203)는 그 값과의 차가 소정의 임계값(예를 들면 15keV) 미만인 평균 에너지값 40keV, 50keV, 60keV의 화상 데이터에 의해서 구축된 학습 완료

모델(206)을, 학습 완료 모델의 후보로 한다.

- [0046] 선택부(204)는 줍힘부(203)에 의해서 줍혀진 후보 중에서, 최종적으로 대상물(F)의 X선 투과 화상의 노이즈 제거 처리에 이용하는 학습 완료 모델(206)을 선택한다. 상세하게는, 선택부(204)는 화상 취득 장치(1)에 있어서 지그를 대상으로 X선을 조사하여 촬상한 X선 투과 화상을 취득하고, 그 X선 투과 화상의 화상 특성에 기초하여, 최종적으로 이용할 학습 완료 모델(206)을 선택한다. 이 때, 선택부(204)는 X선 투과 화상의 화상 특성으로서, 에너지 특성, 노이즈 특성, 혹은 해상도 특성 등을 해석하여, 그 해석 결과를 기초로 학습 완료 모델(206)을 선택한다.
- [0047] 보다 구체적으로는, 선택부(204)는 지그로서, 두께 및 재질이 이미 알려져 있고, X선의 평균 에너지와 X선 투과율의 관계가 이미 알려져 있는 평판 모양 부재를 대상으로 X선 투과 화상을 취득하고, 지그를 투과한 X선 이미지의 휘도와 공기를 투과한 X선 이미지의 휘도를 비교하여, 지그에 있어서의 1점(혹은 복수 점의 평균)의 X선의 투과율을 산출한다. 예를 들면, 지그를 투과한 X선 이미지의 휘도가 5,550이고, 공기를 투과한 X선 이미지의 휘도가 15,000인 경우에는, 투과율 37%라고 산출한다. 그리고, 선택부(204)는 투과율 37%로부터 추정되는 투과 X선의 평균 에너지(예를 들면, 50keV)를, 지그의 X선 투과 화상의 에너지 특성으로서 특정한다. 선택부(204)는 특정한 평균 에너지의 값에 가장 가까운 평균 에너지의 화상 데이터에 의해서 구축된 학습 완료 모델(206)을 하나 선택한다.
- [0048] 또, 선택부(204)는 지그의 X선 투과 화상의 에너지 특성으로서, 두께 혹은 재질이 변화하는 지그의 복수 점에 있어서의 특성을 해석해도 된다. 도 6은 선택부(204)의 해석 대상의 X선 투과 화상의 일례를 나타내는 도면이다. 도 6은 두께가 스텝 모양으로 변화한 형상의 지그를 대상으로 한 X선 투과 화상이다. 선택부(204)는 이러한 X선 투과 화상으로부터 두께가 상이한 복수의 측정 영역(ROI : Region Of Interest)을 선택하고, 복수의 측정 영역마다의 휘도 평균값을 해석하여, 두께-휘도의 특성 그래프를 에너지 특성으로서 취득한다. 도 7에는, 선택부(204)가 취득한 두께-휘도의 특성 그래프의 일례를 나타내고 있다.
- [0049] 또한, 선택부(204)는, 마찬가지로 하여, 줍힘부(203)에 의해서 줍혀진 학습 완료 모델(206)의 구축에 이용한 화상 데이터를 대상으로, 두께-휘도의 특성 그래프를 취득하고, 지그를 대상으로 취득한 특성 그래프와 가장 가까운 특성을 가지는 화상 데이터에 의해서 구축된 학습 완료 모델(206)을, 최종적인 학습 완료 모델(206)로서 선택한다. 다만, 이 학습 완료 모델(206)의 구축에 이용된 화상 데이터의 화상 특성은 미리 제어 장치(20)의 외부에서 산출된 것을 참조해도 된다. 이와 같이, 복수의 측정 영역을 설정함으로써, 대상물(F)의 X선 투과 화상의 노이즈 제거에 최적의 학습 완료 모델을 선택할 수 있다. 특히, X선 투과 화상의 측정시의 X선 스펙트럼의 차이 혹은 필터의 효과의 차이를 정밀도 좋게 추정하는 것이 가능해진다.
- [0050] 또, 선택부(204)는 지그의 X선 투과 화상의 노이즈 특성으로서, 복수의 측정 영역마다의 휘도값과 노이즈를 해석하여, 휘도-노이즈비의 특성 그래프를 노이즈 특성으로서 취득할 수도 있다. 즉, 선택부(204)는 X선 투과 화상으로부터 두께 혹은 재질이 상이한 복수의 측정 영역(ROI)을 선택하고, 복수의 측정 영역(ROI)의 휘도값의 표준 편차 및 휘도값의 평균값을 해석하여, 휘도-SNR(SN비)의 특성 그래프를 노이즈 특성으로서 취득한다. 이 때, 선택부(204)는 측정 영역(ROI)마다의 SNR을,  $SNR = (\text{휘도값의 평균값}) \div (\text{휘도값의 표준 편차})$ 에 의해서 산출한다. 도 8에는, 선택부(204)가 취득한 휘도-SNR의 특성 그래프의 일례를 나타내고 있다. 그리고, 선택부(204)는 취득한 특성 그래프와 가장 가까운 노이즈 특성을 가지는 화상 데이터에 의해서 구축된 학습 완료 모델(206)을, 최종적인 학습 완료 모델(206)로서 선택한다.
- [0051] 여기서, 선택부(204)는 노이즈 특성으로서, 상기의 휘도-SNR의 특성 그래프를 대신하여, 세로축을 휘도값의 표준 편차로부터 계산되는 노이즈로 한 특성 그래프를 취득해도 된다. 이러한 휘도-노이즈의 특성 그래프를 이용함으로써, X선 검출 카메라(10)에 의해서 검출되는 각 신호량에 대해, 각 신호량의 영역의 그래프의 기울기로부터 지배적인 노이즈 요인(쇼트 노이즈, 판독 노이즈 등)을 특정하고, 그 특정의 결과를 기초로 학습 완료 모델(206)을 선택할 수 있다.
- [0052] 도 9는 선택부(204)에 의한 화상 특성에 기초한 학습 완료 모델의 선택 기능을 설명하기 위한 도면이다. 도 9에 있어서, (a)부는 복수의 학습 완료 모델(206)의 구축에 이용된 각각의 화상 데이터의 휘도-SNR의 특성 그래프( $G_1$ ,  $G_2$ ,  $G_3$ )를 나타내고, (b)부에는 이들 특성 그래프( $G_1$ ,  $G_2$ ,  $G_3$ )에 더하여, 지그를 촬상한 X선 투과 화상의 휘도-SNR의 특성 그래프( $G_T$ )를 나타내고 있다. 이러한 특성 그래프( $G_1$ ,  $G_2$ ,  $G_3$ ,  $G_T$ )를 대상으로 했을 경우에는, 선택부(204)는 특성 그래프( $G_T$ )의 특성에 가장 가까운 특성 그래프( $G_2$ )의 화상 데이터에 의해서 구축된 학습 완료 모델(206)을 선택하도록 기능한다. 선택 시에는, 선택부(204)는 각 특성 그래프( $G_1$ ,  $G_2$ ,  $G_3$ )와 특성 그래프( $G_T$ )

사이에서, 일정 간격의 휘도값마다의 SNR의 오차를 계산하고, 그러한 오차의 평균 제곱 오차(RMSE : Root Mean Squared Error)를 계산하여, 평균 제곱 오차가 가장 작은 특성 그래프( $G_1, G_2, G_3$ )에 대응한 학습 완료 모델(206)을 선택한다. 또, 선택부(204)는 에너지 특성을 이용하여 선택하는 경우에도, 마찬가지로 하여 학습 완료 모델(206)을 선택할 수 있다.

[0053] 선택부(204)는 지그의 X선 투과 화상을 대상으로, 복수의 학습 완료 모델을 적용하여 노이즈 제거 처리를 실행한 후의 화상의 특성을 기초로, 학습 완료 모델(206)을 선택할 수도 있다.

[0054] 예를 들면, 선택부(204)는 다양한 해상도의 차트를 가지는 지그를 촬상한 X선 투과 화상을 이용하여, 그 화상에 복수의 학습 완료 모델(206)을 적용하여, 그 결과 생성된 노이즈 제거 후의 화상을 평가한다. 그리고, 선택부(204)는 노이즈 제거 처리 전후에 있어서의 해상도의 변화가 가장 작은 화상에 이용된 학습 완료 모델(206)을 선택한다. 도 10에는 해상도의 평가에 이용되는 X선 투과 화상의 일례를 나타내고 있다. 이 X선 투과 화상에 있어서는, 일 방향을 따라서 스텝 모양으로 해상도가 변화하는 차트가 촬상 대상으로 되어 있다. X선 투과 화상의 해상도는 MTF(Modulation Transfer Function) 또는 CTF(Contrast Transfer Function)를 이용하여 측정할 수 있다.

[0055] 상기의 해상도의 변화의 평가 이외에도, 선택부(204)는 노이즈 제거 후의 화상의 휘도-노이즈비의 특성을 평가하여, 그 특성이 가장 높은 화상의 생성에 이용된 학습 완료 모델(206)을 선택해도 된다. 도 11에는, 휘도-노이즈비의 평가에 이용되는 지그의 구조의 일례를 나타내고 있다. 예를 들면, 지그로서, 두께가 일 방향으로 스텝 모양으로 변화하는 부재(P1) 중에 다양한 재질 및 다양한 크기를 가지는 이물(P2)이 점재한 것이 이용될 수 있다. 도 12는 도 11의 지그를 대상으로 얻어진 노이즈 제거 처리 후의 X선 투과 화상을 나타내고 있다. 선택부(204)는 X선 투과 화상 중에 있어서 이물(P2)의 이미지를 포함하는 화상 영역(R1)과, 그 영역(R1)의 근방의 이물(P2)의 이미지를 포함하지 않는 화상 영역(R2)을 선택하여, 화상 영역(R1)에 있어서의 휘도의 최소값  $L_{MIN}$ 과, 화상 영역(R2)에 있어서의 휘도의 평균값  $L_{AVE}$ 과, 화상 영역(R2)에 있어서의 휘도의 표준 편차  $L_{SD}$ 을 계산한다. 그리고, 선택부(204)는 하기 식 ;

[0056] 
$$CNR=(L_{AVE}-L_{MIN})/L_{SD}$$

[0057] 를 이용하여, 휘도-노이즈비 CNR을 산출한다. 또한, 선택부(204)는 복수의 학습 완료 모델(206)의 적용 후의 X선 투과 화상의 각각을 대상으로 휘도-노이즈비 CNR을 산출하여, 휘도-노이즈비 CNR이 가장 높은 X선 투과 화상의 생성에 이용된 학습 완료 모델(206)을 선택한다.

[0058] 또는, 선택부(204)는 화상 영역(R1)에 있어서의 휘도의 평균값  $L_{AVE\_R1}$ 과, 화상 영역(R2)에 있어서의 휘도의 평균값  $L_{AVE\_R2}$ 과, 화상 영역(R2)에 있어서의 휘도의 표준 편차  $L_{SD}$ 을 기초로, 하기 식에 의해 계산해도 된다.

[0059] 
$$CNR=(L_{AVE\_R1}-L_{MIN\_R2})/L_{SD}$$

[0060] 처리부(205)는 대상물(F)을 대상으로 취득된 X선 투과 화상에, 선택부(204)에 의해서 선택된 학습 완료 모델(206)을 적용하여, 노이즈를 제거하는 화상 처리를 실행함으로써 출력 화상을 생성한다. 그리고, 처리부(205)는 생성한 출력 화상을 표시 장치(30) 등에 출력한다.

[0061] 다음에, 본 실시 형태에 따른 화상 취득 장치(1)를 이용한 대상물(F)의 X선 투과 이미지의 관찰 처리의 절차, 즉, 본 실시 형태에 따른 방사선 화상 취득 방법의 흐름에 대해 설명한다. 도 13는 화상 취득 장치(1)에 의한 관찰 처리의 절차를 나타내는 순서도이다.

[0062] 우선, 제어 장치(20)에 의해서, 화상 취득 장치(1)의 오퍼레이터(유저)로부터, X선 조사기(50)의 동작 조건, 혹은 X선 검출 카메라(10)에 의한 촬상 조건 등을 나타내는 조건 정보의 입력이 접수된다(스텝 S1). 다음에, 제어 장치(20)에 의해서, 조건 정보를 기초로, X선 검출 카메라(10)에 의해서 검출되는 X선의 평균 에너지의 값이 산출된다(스텝 S2).

[0063] 또한, 제어 장치(20)에 의해서, 제어 장치(20)에 격납되어 있는 학습 완료 모델(206)의 구축에 이용된 화상 데이터에 있어서의 X선의 평균 에너지의 값이 특정된다(스텝 S3). 그 후, 제어 장치(20)에 격납되어 있는 모든 학습 완료 모델(206)에 관해서, X선의 평균 에너지의 값의 특징이 반복된다(스텝 S4).

[0064] 다음에, 제어 장치(20)에 의해서, 산출한 X선의 평균 에너지의 값이 비교됨으로써, 복수의 학습 완료 모델(206)의 후보가 좁혀진다(스텝 S5). 또한, 화상 취득 장치(1)에 있어서 지그가 세트되어 그 지그가 촬상됨으로써,

지그의 X선 투과 화상이 취득된다(스텝 S6).

- [0065] 그 후, 제어 장치(20)에 의해, 지그의 X선 투과 화상의 화상 특성(X선의 평균 에너지의 값, 두께-휘도의 특성, 휘도-노이즈비의 특성, 휘도-노이즈의 특성, 해상도 변화의 특성 등)이 취득된다(스텝 S7). 그리고, 제어 장치(20)에 의해, 취득한 화상 특성을 기초로, 최종적인 학습 완료 모델(206)이 선택된다(스텝 S8).
- [0066] 또한, 화상 취득 장치(1)에 있어서 대상물(F)이 세트되어 대상물(F)이 촬상됨으로써, 대상물(F)의 X선 투과 화상이 취득된다(스텝 S9). 다음에, 제어 장치(20)에 의해, 최종적으로 선택한 학습 완료 모델(206)을 대상물(F)의 X선 투과 화상에 적용함으로써, X선 투과 화상을 대상으로 노이즈 제거 처리가 실행된다(스텝 S10). 마지막으로, 제어 장치(20)에 의해, 노이즈 제거 처리가 실시된 X선 투과 화상인 출력 화상이, 표시 장치(30)에 출력된다(스텝 S11).
- [0067] 이상 설명한 화상 취득 장치(1)에 의하면, 대상물(F)의 X선 투과 화상을 취득할 때의 X선의 발생원의 동작 조건 혹은 X선 투과 화상의 촬상 조건을 기초로, 대상물(F)을 투과한 X선의 평균 에너지가 산출된다. 그리고, 그 평균 에너지를 기초로, 미리 구축된 학습 완료 모델(206) 중에서 노이즈 제거에 이용하는 학습 완료 모델(206)의 후보가 좁혀진다. 이것에 의해, 촬상 대상의 X선의 평균 에너지에 대응한 학습 완료 모델(206)이 노이즈 제거에 이용되므로, X선 투과 화상에 있어서의 휘도와 노이즈의 관계에 대응한 노이즈 제거를 실현할 수 있다. 그 결과, X선 투과 화상에 있어서의 노이즈를 효과적으로 제거할 수 있어, 예를 들면, 이물 검출 성능을 향상시킬 수 있다. 특히, X선 투과 화상은 관전압, 필터, 신틸레이터, X선 검출 카메라의 조건(개인 설정값, 회로 노이즈 값, 포화 전하량, 변환 계수값(e-/count), 카메라의 라인 레이트), 대상물 등의 차이에 따라 노이즈의 양태가 변화한다. 그 때문에, 기계 학습에 의해서 노이즈 제거를 실현하려고 하는 경우, 다양한 조건으로 학습시킨 복수의 학습 모델을 준비해 둘 필요가 있다. 종래는 X선 투과 화상의 측정시의 조건에 맞춰 복수의 학습 모델 중에서 노이즈의 양태에 맞는 학습 모델을 선택하는 것은 실현되어 있지 않았다. 본 실시 형태에 의하면, 촬상 대상의 X선의 평균 에너지에 대응한 학습 완료 모델(206)이 선택됨으로써, 항상 노이즈의 양태에 맞는 학습 모델의 선택이 실현된다.
- [0068] 일반적으로, X선 투과 화상에 있어서는, X선 발생 유래의 노이즈가 포함되어 있다. X선 투과 화상의 SN비를 향상시키기 위해서 X선량을 증가시키는 것도 생각할 수 있지만, 그 경우는, X선량을 증가시키면 센서의 피폭량이 증가하여 센서의 수명이 짧아지는, X선 발생원의 수명이 짧아진다고 하는 문제가 있어, SN비의 향상과 장기 수명화의 양립이 곤란하다. 본 실시 형태에서는, X선량을 증가시킬 필요는 없으므로, SN비의 향상과 장기 수명화의 양립이 가능하다.
- [0069] 또, 본 실시 형태의 제어 장치(20)는, 선택한 학습 완료 모델(206)을 이용하여 대상물(F)의 X선 투과 화상으로부터 노이즈를 제거하는 화상 처리를 실행하는 기능을 가진다. 이러한 기능에 의해, X선 투과 화상에 있어서의 휘도와 노이즈의 관계에 대응한 노이즈 제거를 실현할 수 있어, X선 투과 화상에 있어서의 노이즈를 효과적으로 제거할 수 있다.
- [0070] 또, 본 실시 형태의 제어 장치(20)는, 선택 정보로부터 산출된 X선의 평균 에너지의 값과, 학습 완료 모델(206)의 구축에 이용된 화상 데이터로부터 특정되는 평균 에너지의 값을 비교함으로써, 학습 완료 모델의 후보를 좁히는 기능을 가지고 있다. 이러한 기능에 의해, X선 투과 화상에 있어서의 휘도와 노이즈의 관계에 대응한 노이즈 제거를 확실하게 실현할 수 있다.
- [0071] 또한, 본 실시 형태의 제어 장치(20)는, 지그의 X선 투과 화상의 화상 특성에 기초하여 후보로부터 학습 완료 모델(206)을 선택하는 기능을 가지고 있다. 이러한 기능에 의해, 대상물(F)의 X선 투과 화상의 노이즈 제거에 최적인 학습 완료 모델(206)을 선택할 수 있다. 그 결과, X선 투과 화상에 있어서의 휘도와 노이즈의 관계에 대응한 노이즈 제거를 보다 확실하게 실현할 수 있다.
- [0072] 도 14 및 도 15에는, 화상 취득 장치(1)에 의해서 취득된 노이즈 제거 처리의 전후의 X선 투과 화상의 예를 나타내고 있다. 도 14 및 도 15에는, 각각, 금속, 유리 등의 이물이 부여된 치즈를 대상으로 한 화상, 다양한 크기의 뼈가 잔존해 있는 닭고기를 대상으로 한 화상을 나타내고 있고, 좌측에 노이즈 처리 전의 화상, 우측에 노이즈 처리 후의 화상을 각각 나타내고 있다. 이와 같이, 본 실시 형태에 의하면, 다양한 대상물에 대해서 노이즈 제거가 효과적으로 행해져 있는 것을 안다.
- [0073] 이상, 본 발명의 다양한 실시 형태에 대해 설명했지만, 본 발명은 상기 실시 형태로 한정되는 것이 아니고, 각 청구항에 기재한 요지를 변경하지 않는 범위에서 변형하고, 또는 다른 것에 적용한 것이어도 된다.
- [0074] 예를 들면, X선 검출 카메라(10)는 듀얼 라인 X선 카메라인 것으로 설명했지만 이것으로 한정되지 않고, 싱글

라인 X선 카메라나, 듀얼 에너지 X선 카메라, TDI(Time Delay Integration) 스캔 X선 카메라, 2라인 이상의 복수의 라인을 가지는 멀티 라인 X선 카메라, 2차원 X선 카메라, X선 플랫폼 패널 센서, X선 I.I, 신틸레이터를 이용하지 않는 직접 변환 형태 X선 카메라(a-Se, Si, CdTe, CdZnTe, TlBr, PbI2 등), 신틸레이터를 렌즈 커플링에 의한 광학 렌즈를 이용한 관찰 방식의 카메라여도 된다. 또, X선 검출 카메라(10)는 방사선에 감도가 있는 촬상관 혹은 방사선에 감도가 있는 포인트 센서여도 된다.

[0075] 또, 상기 실시 형태의 제어 장치(20)는, 조건 정보로부터 산출한 X선의 평균 에너지의 값을 기초로 학습 완료 모델(206)의 후보를 선택하고 있었지만, 이하에 나타내는 변형예에 따른 제어 장치(20A)와 같이 X선 검출 카메라(10)의 성능 열화, X선 조사기(50)의 출력 변동 혹은 성능 열화에 대응한 기능을 가지고 있어도 된다.

[0076] 또, 화상 취득 장치(1)에 대해서도, 상기 실시 형태로 한정되는 것이 아니고, CT(Computed Tomography) 장치 등, 대상물(F)을 정지시킨 상태에서 촬상하는 방사선 화상 처리 시스템이어도 된다. 또한, 대상물(F)을 회전시키면서 촬상하는 방사선 화상 처리 시스템이어도 된다.

[0077] 도 16은 변형예에 따른 제어 장치(20A)의 기능 구성을 나타내는 블록도이다. 제어 장치(20A)는 상기 실시 형태에 따른 제어 장치(20)와 비교하여, 측정부(207)를 가지는 점과, 산출부(202A) 및 줌인부(203A)의 기능이 다르다.

[0078] 제어 장치(20)에 있어서는, X선 검출 카메라(10)의 성능 열화 및 X선 조사기(50)의 출력 변동 혹은 성능 열화는 없는 것으로 하고, X선의 평균 에너지로부터 X선 투과 화상에 있어서의 휘도와 노이즈의 관계를 추정할 수 있다고 하는 전제로, 학습 완료 모델(206)을 좁히고 있다. 이것에 대해서, 본 변형예에 따른 제어 장치(20A)에 있어서는, X선 검출 카메라(10)의 성능 열화, X선 조사기(50)의 출력 변동, 혹은 그 성능 열화를 고려하여, X선 변환 계수를 산출하여, X선 변환 계수를 기초로 학습 완료 모델(206)을 좁히는 기능을 가진다. X선 변환 계수는 X선이 신틸레이터에 의해 가시광으로 변환된 후에 카메라의 센서로 전자(전기 신호)로 변환될 때까지의 효율을 나타내는 파라미터이다.

[0079] 일반적으로, X선 변환 계수  $F_T$ 는 X선의 평균 에너지를 E [keV] 라고 하고, 신틸레이터 발광량을 EM [photon/keV], 센서에 있어서의 커플링 효율을 C, 센서의 광자 효율을 QE라고 하면, 하기 식 ;

[0080] 
$$F_T = E \times EM \times C \times QE$$

[0081] 에 의해 계산할 수 있다. 또, X선 투과 화상에 있어서의 SN비(SNR)는, X선 변환 계수  $F_T$ 와, X선 포톤수  $N_p$ 와, 카메라의 관독 노이즈  $N_r$ 를 이용하여, 하기 식 ;

[0082] 
$$SNR = F_T N_p / \{ (F_T N_p + N_r^2)^{1/2} \}$$

[0083] 로부터 구해지는 것으로부터, X선 변환 계수  $F_T$ 를 기초로, 카메라의 성능 열화를 고려한 결과의 X선 투과 화상에 있어서의 휘도와 노이즈의 관계를 추정할 수 있다.

[0084] 제어 장치(20A)의 측정부(207)는, 신틸레이터(11a, 11b)의 성능 열화로서의 발광량 EM의 저하량, 라인 스캔 카메라(12a, 12b)의 성능 열화로서의 센서의 광자 효율 QE의 저하량, X선 조사기(50)의 출력 변동 및 성능 열화로서의 평균 에너지 E의 변화량을 측정하는 기능을 가진다. 예를 들면, 측정부(207)는 신틸레이터(11a, 11b)의 성능 열화가 없는 상태(신품시에서의 상태)와, 현재의 신틸레이터(11a, 11b) 사이의 발광량의 저하량을 측정하여 그 저하량으로부터 현재의 발광량 EM을 추정한다. 또, 측정부(207)는 라인 스캔 카메라(12a, 12b)의 성능 열화가 없는 상태(신품시에서의 상태)와, 현재의 라인 스캔 카메라(12a, 12b) 사이의 휘도 저하량을 측정하여 그 저하량으로부터 현재의 광자 효율 QE를 추정한다. 또, 측정부(207)는 X선 조사기(50)의 성능 열화가 없는 상태(신품시에서의 상태)와, 현재의 X선 조사기(50) 사이의 평균 에너지의 변화량으로부터 현재의 평균 에너지 E를 추정한다. 평균 에너지 E는 두께 및 재질이 이미 알려져 있어, X선의 평균 에너지와 X선 투과율의 관계가 이미 알려져 있는 평판 모양 부재의 촬상 데이터로부터 구해지거나, 두께 혹은 재질이 변화하는 지그의 복수점에 있어서의 촬상 데이터로부터 구하는 등으로 해도 된다.

[0085] 제어 장치(20A)의 산출부(202A)는, 산출한 X선의 평균 에너지 E와, 측정부(207)에 의해 추정된 발광량 EM 및 광자 효율 QE를 이용하여 X선 변환 계수  $F_T$ 를 산출한다. 제어 장치(20A)의 줌인부(203)는, 산출한 X선 변환 계수  $F_T$ 와, 학습 완료 모델(206)의 구축에 이용된 화상 데이터에 있어서의 X선 변환 계수  $F_T$ 를 비교함으로써, 학습 완료 모델(206)의 후보를 좁히는 기능을 가진다.

- [0086] 또, 상기 실시 형태의 제어 장치(20)는, 학습 완료 모델의 후보를 좁힌 후에, 지그를 촬상하여 얻어진 화상 특성을 기초로 학습 완료 모델을 선택하고 있었지만, 지그의 촬상을 행하는 일 없이, 대상물의 X선 투과 화상에 대한 노이즈 제거 처리를 실행해도 된다. 도 17은 변형예에 따른 화상 취득 장치(1)에 의한 관찰 처리의 절차를 나타내는 순서도이다. 이와 같이, 도 13에 있어서의 스텝 S6~S8의 처리를 생략하고, 평균 에너지를 기초로 좁힌 학습 완료 모델을 이용하여 노이즈 제거 처리를 실행할 수도 있다.
- [0087] 상술한 실시 형태에서는, 후보를 이용하여 대상물의 방사선 화상으로부터 노이즈를 제거하는 화상 처리를 실행하는 스텝을 더 구비하는 것이 바람직하다. 상기 실시 형태에 있어서는, 후보를 이용하여 대상물의 방사선 화상으로부터 노이즈를 제거하는 화상 처리를 실행하는 처리부를 더 구비하는 것이 바람직하다. 이것에 의해, 방사선 화상에 있어서의 휘도와 노이즈의 관계에 대응한 노이즈 제거를 실현할 수 있어, 방사선 화상에 있어서의 노이즈를 효과적으로 제거할 수 있다.
- [0088] 또, 좁히는 스텝에서는, 평균 에너지와, 화상 데이터로부터 특정되는 평균 에너지를 비교함으로써, 후보를 좁히는 것도 바람직하다. 또, 좁힘부는 평균 에너지와, 화상 데이터로부터 특정되는 평균 에너지를 비교함으로써, 후보를 좁히는 것도 바람직하다. 이 경우, 학습 완료 모델의 구축에 이용된 화상 데이터로부터 특정되는 평균 에너지와의 비교에 의해, 학습 완료 모델이 좁혀지므로, 방사선 화상에 있어서의 휘도와 노이즈의 관계에 대응한 노이즈 제거를 확실시 실현할 수 있다.
- [0089] 또한, 조건 정보에는, 발생원의 관전압, 대상물의 촬상에 이용하는 카메라가 구비하는 필터의 정보, 발생원이 구비하는 필터의 정보, 카메라가 구비하는 신틸레이터의 정보, 발생원과 촬상 장치 사이의 거리, 대상물의 촬상에 이용하는 X선 검출 카메라에 관한 정보, 및 대상물에 관한 정보 중 어느 1개가 적어도 포함되는 것이 바람직하다. 이 경우, 대상물을 투과하는 방사선의 평균 에너지를 정밀도 좋게 계산할 수 있으므로, 방사선 화상에 있어서의 휘도와 노이즈의 관계에 대응한 노이즈 제거가 가능해진다.
- [0090] 또한 추가로, 방사선을 조사하여 지그를 촬상하여 방사선 화상을 취득하고, 해당 방사선 화상의 화상 특성에 기초하여 후보로부터 학습 완료 모델을 선택하는 스텝을 더 구비하는 것도 바람직하다. 또한 추가로, 방사선을 조사하여 지그를 촬상하여 방사선 화상을 취득하고, 해당 방사선 화상의 화상 특성에 기초하여 후보로부터 학습 완료 모델을 선택하는 선택부를 더 구비하는 것도 바람직하다. 이러한 구성에 의하면, 실제의 지그를 촬상하여 얻어지는 방사선 화상의 화상 특성을 기초로 학습 완료 모델이 선택되므로, 대상물의 방사선 화상의 노이즈 제거에 최적인 학습 완료 모델을 선택할 수 있다. 그 결과, 방사선 화상에 있어서의 휘도와 노이즈의 관계에 대응한 노이즈 제거를 보다 확실시 실현할 수 있다.
- [0091] [산업상의 이용 가능성]
- [0092] 실시 형태는 방사선 화상 처리 방법, 학습 완료 모델, 방사선 화상 처리 모듈, 방사선 화상 처리 프로그램, 및 방사선 화상 처리 시스템을 사용 용도로 하여, 방사선 화상에 있어서의 노이즈를 효과적으로 제거할 수 있는 것이다. 계에 대응한 노이즈 제거가 가능해진다.

**부호의 설명**

[0093] 10…X선 검출 카메라(촬상 장치)

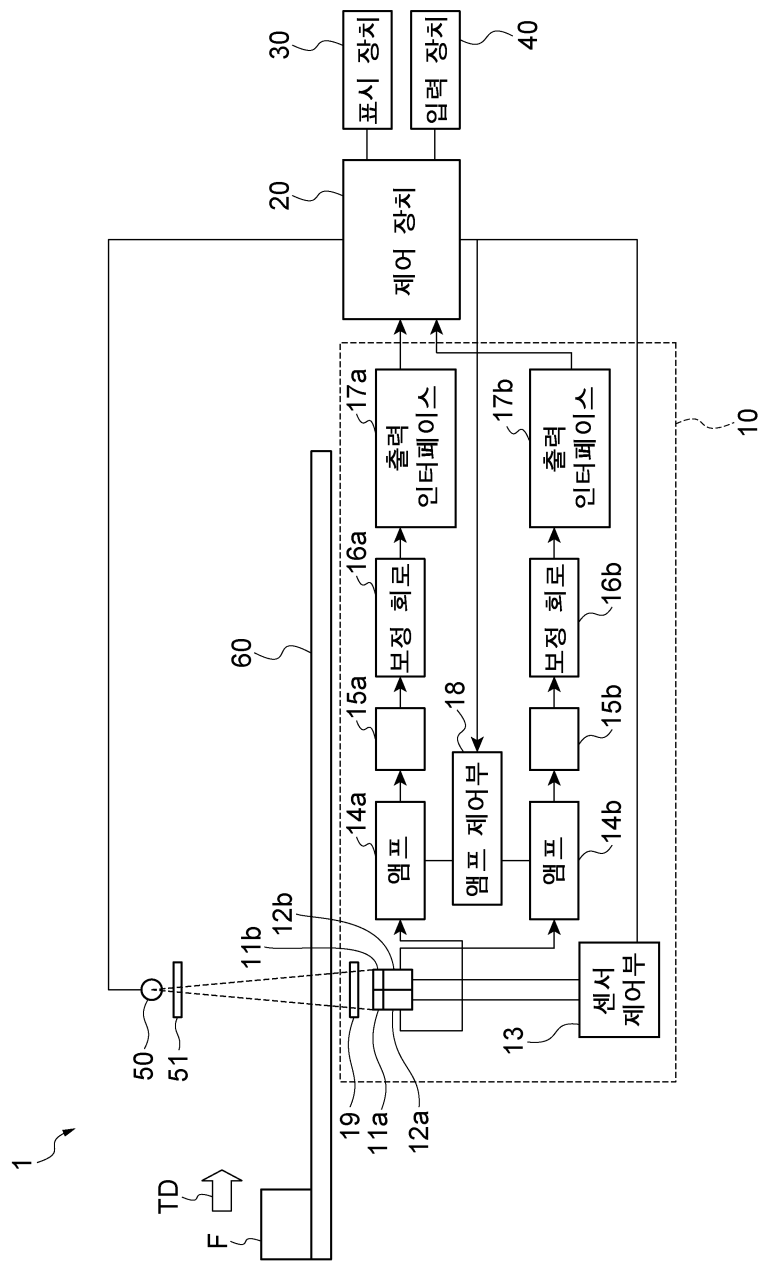
20…제어 장치(방사선 화상 처리 모듈) 201…입력부

202, 202A…산출부 203, 203A…좁힘부

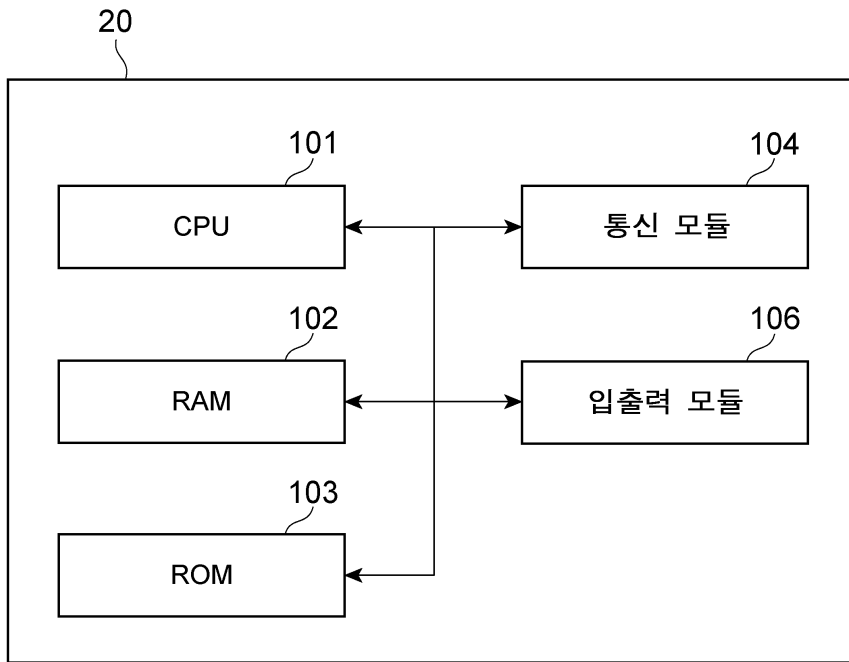
204…선택부 205…처리부

206…학습 완료 모델 F…대상물

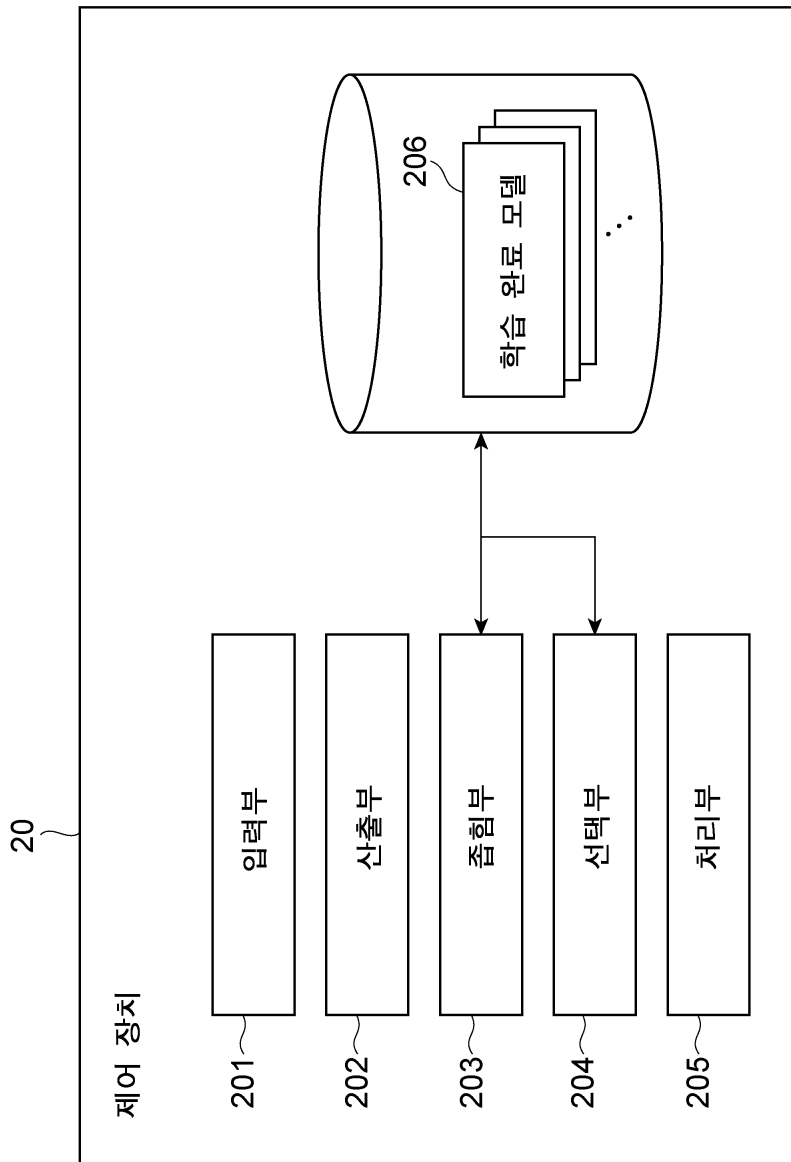
도면  
도면1



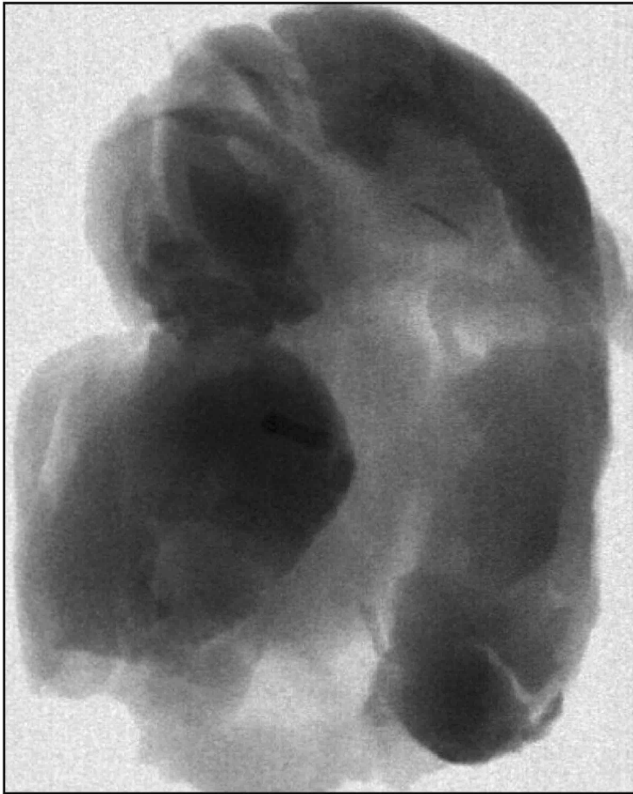
도면2



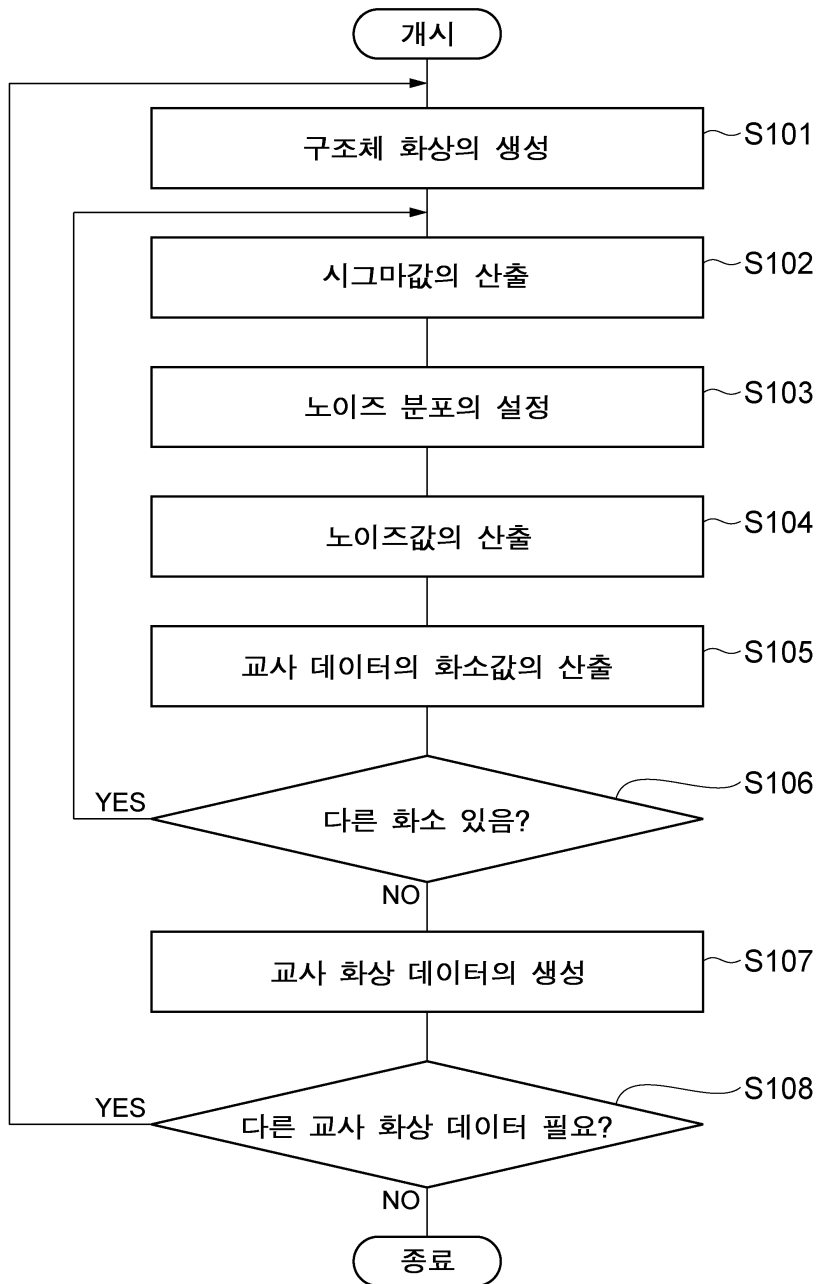
도면3



도면4



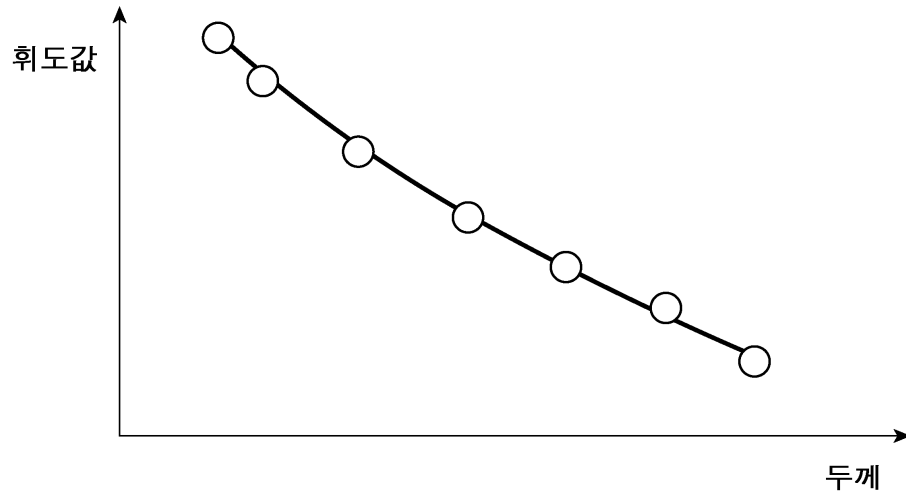
도면5



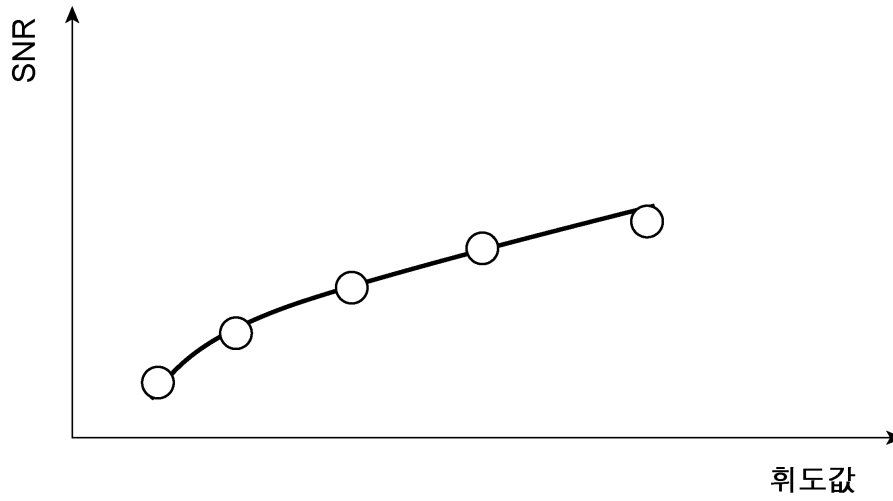
도면6



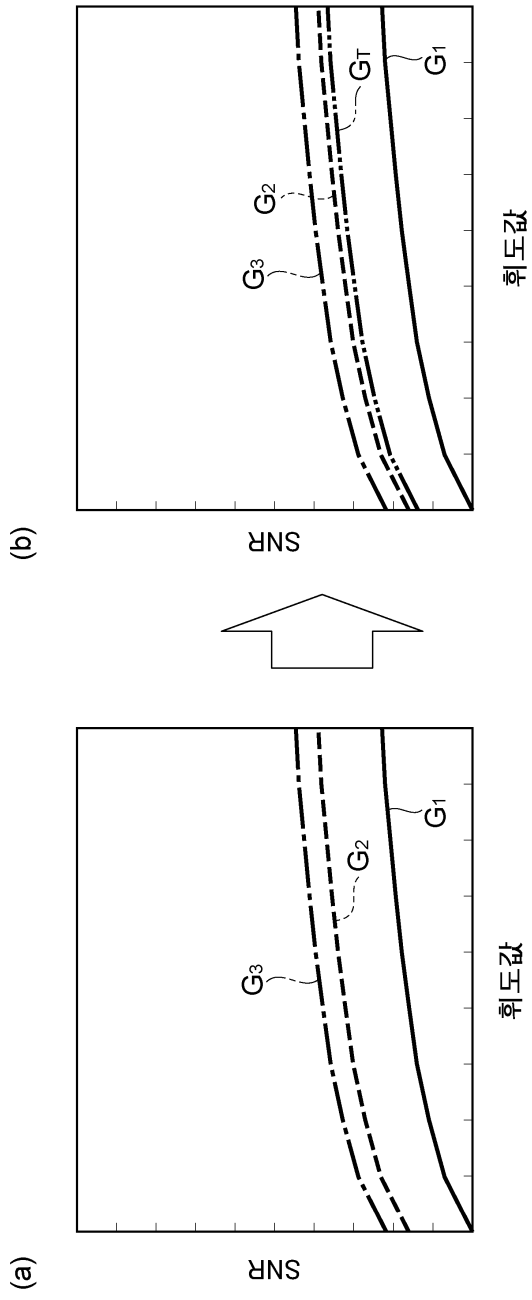
도면7



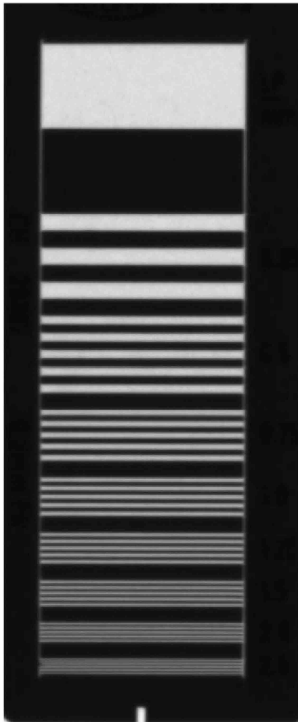
도면8



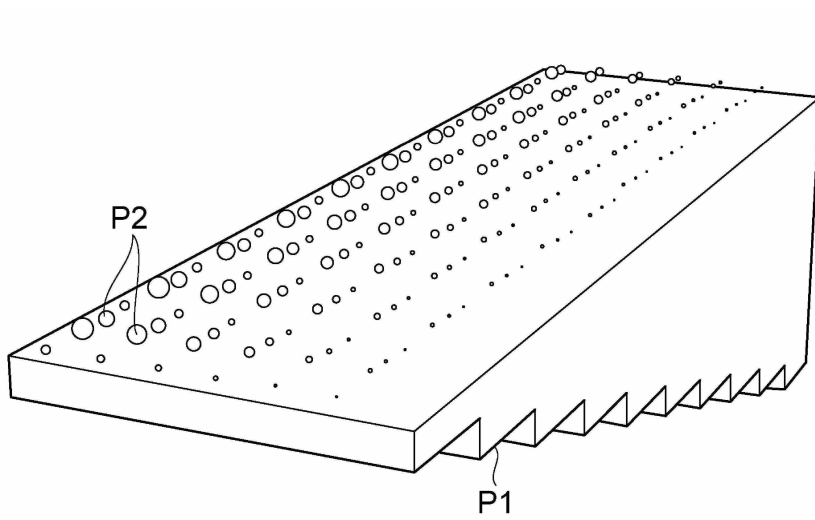
도면9



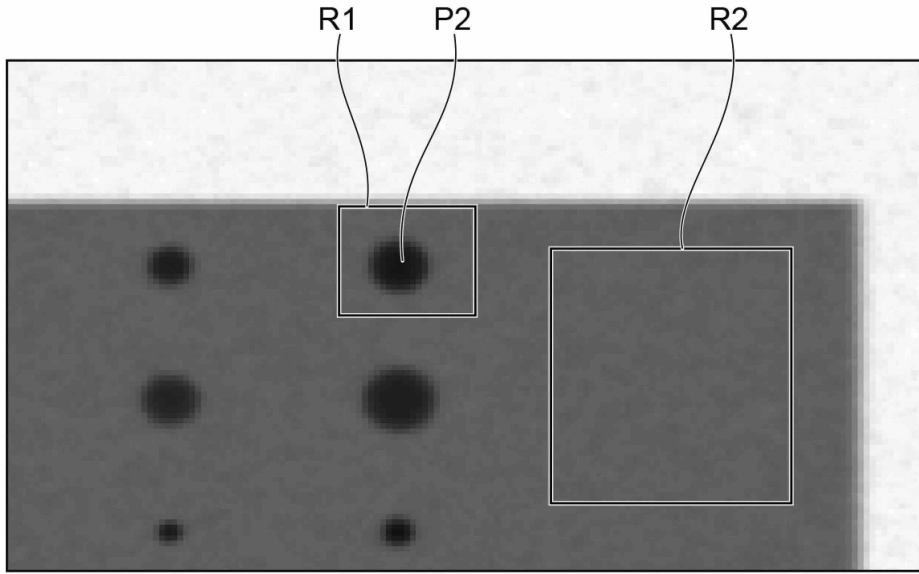
도면10



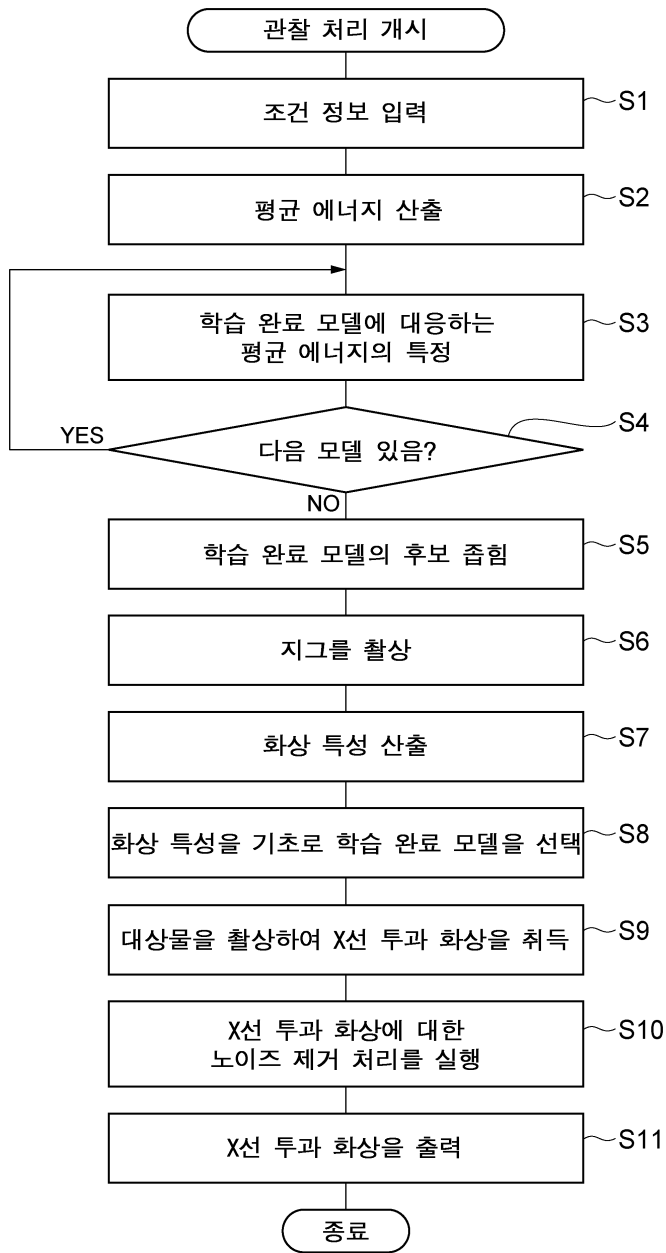
도면11



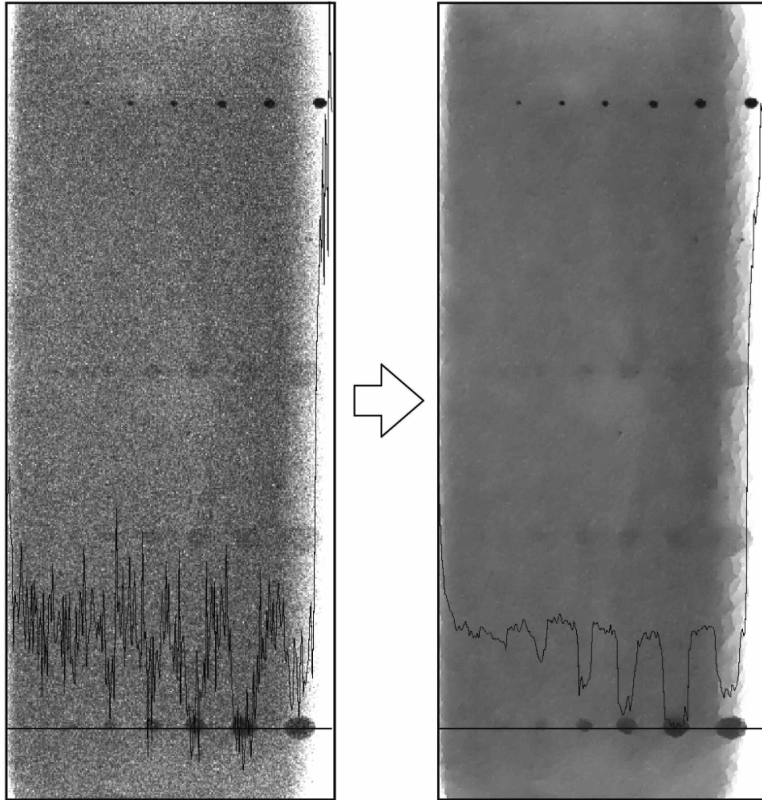
도면12



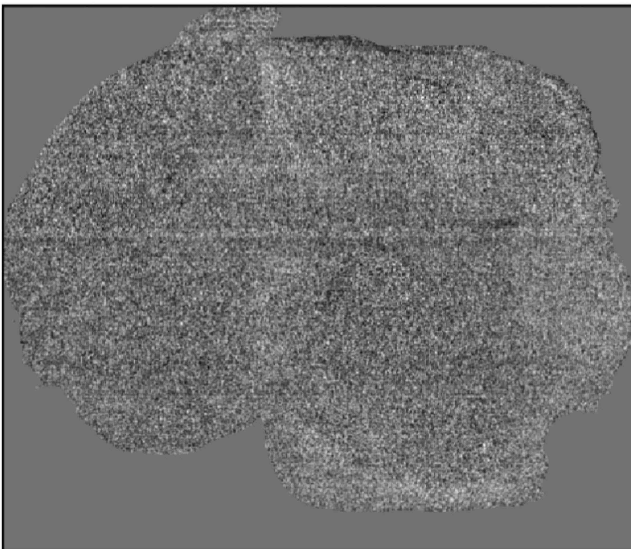
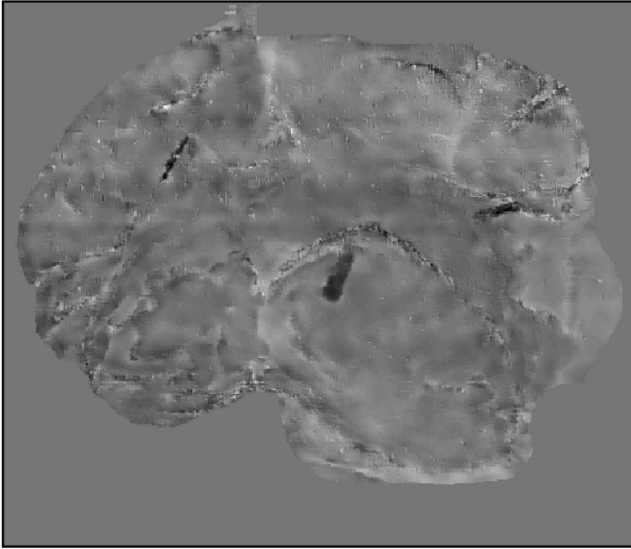
도면13



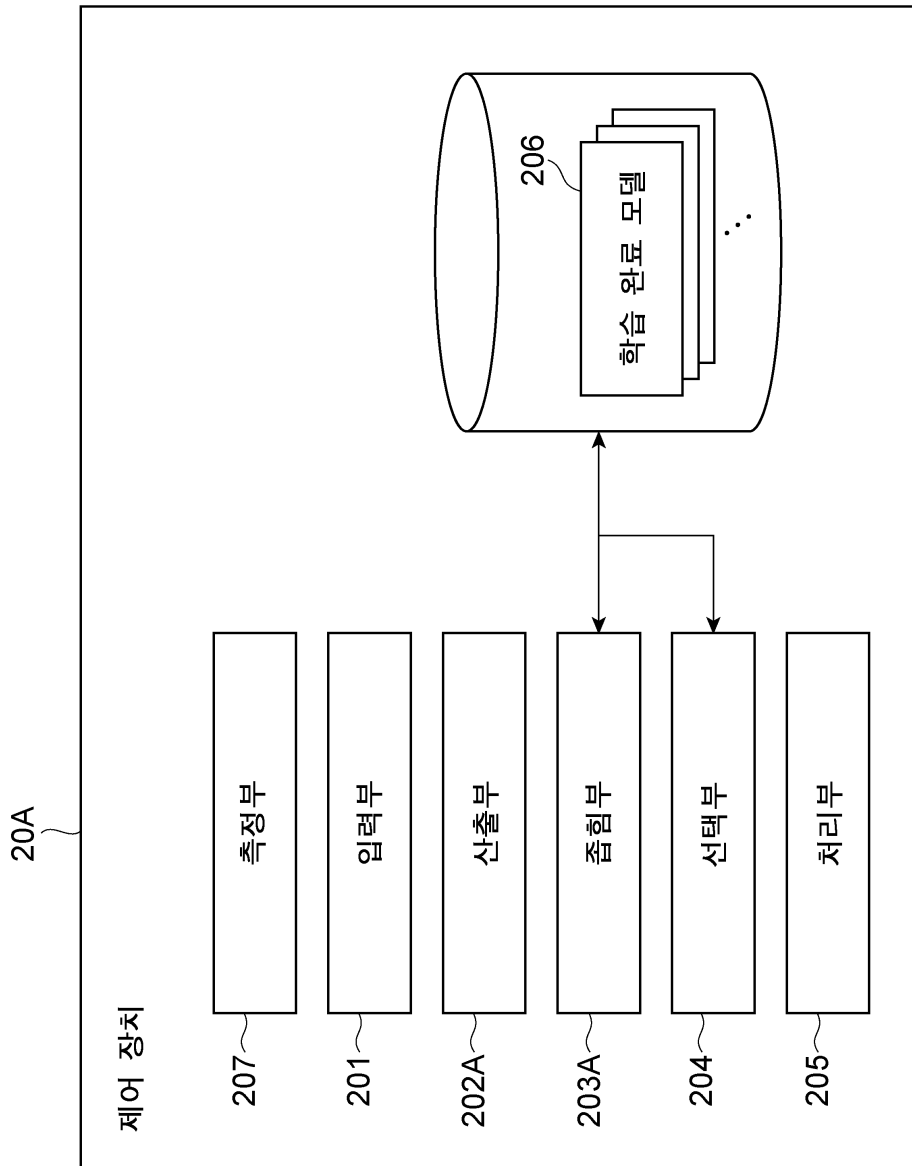
도면14



도면15



도면16



도면17

