



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년09월04일  
(11) 등록번호 10-1894808  
(24) 등록일자 2018년08월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
A61B 3/12 (2006.01) A61B 3/10 (2006.01)  
A61B 3/14 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
A61B 3/1233 (2013.01)  
A61B 3/1015 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2015-0124010  
(22) 출원일자 2015년09월02일  
심사청구일자 2017년03월02일  
(65) 공개번호 10-2016-0029681  
(43) 공개일자 2016년03월15일  
(30) 우선권주장  
JP-P-2014-181341 2014년09월05일 일본(JP)  
(56) 선행기술조사문헌  
US20120249957 A1\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
캐논 가부시끼가이샤  
일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3조메 30방 2고  
(72) 발명자  
이마무라 히로시  
일본국 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3조메 30방  
2고 캐논 가부시끼가이샤 나이  
(74) 대리인  
권대복

전체 청구항 수 : 총 20 항

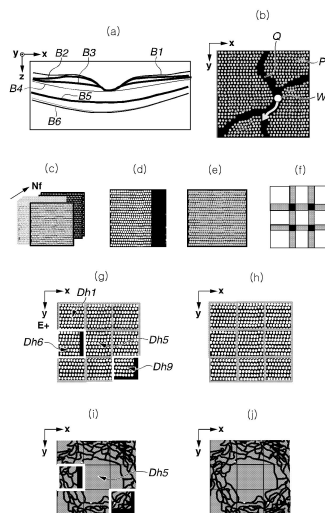
심사관 : 김성훈

(54) 발명의 명칭 안과장치 및 안과장치의 제어 방법

(57) 요약

안과장치는 다른 시간에 있어서 눈의 다른 복수의 영역을 촬영해서 복수의 화상을 취득하고, 상기 취득한 복수의 화상을 이용해서 1매의 화상을 생성한다. 안과장치는 상기 복수의 영역에 있어서, 상기 복수의 화상으로서 실제로 촬영된 어떤 영역도 포함하지 않는 적어도 한 개의 영역을 결정하도록 구성된 결정 유닛과, 상기 눈의 결정된 영역의 화상을 촬영하도록 상기 안과장치를 제어하도록 구성된 제어 유닛을 구비한다.

대표도 - 도6



(52) CPC특허분류  
**A61B 3/14** (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

다른 시간에 있어서 눈의 다른 복수의 영역의 각각을 촬영해서 복수의 화상을 취득하고, 상기 취득한 복수의 화상을 합성해서 파노라마 화상을 생성하는 안과장치로서,

상기 생성된 파노라마 화상에, 화상 미싱(missing) 영역이 포함되어 있는지 여부를 결정하도록 구성된 제1 결정 유닛과,

상기 눈의 결정된 화상 미싱 영역의 화상을 재촬영하도록, 상기 안과장치를 제어하도록 구성된 제어 유닛을 구비하는, 안과장치.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 영역은 부분적으로 서로 중복되는 영역이며, 상기 제1 결정 유닛은, 상기 복수의 영역으로부터, 상기 화상 미싱 영역을 포함하는 적어도 1개의 영역을 선택하도록 구성되는, 안과장치.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 눈에 측정광을 주사하도록 구성되는 주사 광학계를 더 구비하고,

상기 제어 유닛은, 상기 눈의 결정된 화상 미싱 영역에 측정광이 주사되도록, 상기 주사 광학계를 제어하도록 구성되는, 안과장치.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 눈에 측정광을 주사하도록 구성된 주사 광학계를 더 구비하고,

상기 제어 유닛은, 상기 눈의 결정된 화상 미싱 영역에 측정광이 주사되도록, 상기 눈을 고정시키기 위해 설정되어 있는 고정 대상의 위치를 제어하도록 구성되는, 안과장치.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

측정광과 상기 측정광을 조사한 상기 눈으로부터의 귀환광 중의 적어도 하나의 파면을 보정하도록 구성된 파면 보정 디바이스를 더 구비하고,

상기 안과장치는 파면이 보정된 광을 이용하여 상기 복수의 화상을 취득하는, 안과장치.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

다른 영역에서 촬영된 상기 눈의 복수의 화상을 취득하도록 구성된 화상 취득 유닛과,  
 상기 취득된 복수의 화상 간의 특성 연속성을 나타내는 값을 결정하도록 구성된 제2 결정 유닛과,  
 상기 결정된 값이 미리 정한 조건을 충족시키도록 다른 영역에서 눈을 촬영하는 촬영 조건을 지시하도록 구성된 지시 유닛을 더 구비하고,  
 상기 제어 유닛은, 상기 지시된 촬영 조건에 의거하여 상기 다른 영역에서 눈을 촬영하도록 상기 안과장치를 제어하는, 안과장치.

#### 청구항 7

제 6 항에 있어서,  
 상기 제2 결정 유닛은, 상대 위치, 휘도 특성, 및 화상 특징 중의 적어도 하나에 대하여 상기 복수의 화상 간의 상기 특성 연속성을 나타내는 값을 결정하도록 구성되는, 안과장치.

#### 청구항 8

제 6 항에 있어서,  
 상기 제2 결정 유닛은, 상기 복수의 화상의 단부와 겹침 영역 중의 적어도 하나에 있어서, 상기 복수의 화상 간의 상기 특성 연속성을 나타내는 값을 결정하도록 구성되는, 안과장치.

#### 청구항 9

제 6 항에 있어서,  
 상기 제2 결정 유닛은, 상기 파노라마 화상에 근거해서 상기 특성 연속성을 나타내는 값을 결정하도록 구성되는, 안과장치.

#### 청구항 10

제 6 항에 있어서,  
 상기 제2 결정 유닛은, 상기 파노라마 화상을 구성하는 화상의 총수, 면적, 및 무혈관 영역 경계 길이 중의 적어도 하나에 의거하여 상기 특성 연속성을 나타내는 값을 결정하도록 구성되는, 안과장치.

#### 청구항 11

제 6 항에 있어서,  
 상기 파노라마 화상과 상기 취득된 복수의 화상의 각각의 화각보다 넓은 화각을 갖는 광화각 화상을 비교하도록 구성된 비교 유닛을 더 구비하고,  
 상기 제2 결정 유닛은, 상기 비교 유닛에 의해 취득된 비교 결과에 의거하여 상기 특성 연속성을 나타내는 값을 결정하도록 구성되는, 안과장치.

#### 청구항 12

제 6 항에 있어서,  
 상기 지시된 촬영 조건에 의거하여 상기 눈의 다른 영역에서 촬영된 상기 복수의 화상을 포함하는 상기 파노라

마 화상을 표시 유닛에 표시시키도록 구성된 표시 제어 유닛을 더 구비하는, 안과장치.

### 청구항 13

제 1 항에 있어서,

지시된 촬영 조건을 표시 유닛에 표시시키도록 구성된 표시 제어 유닛을 더 구비하는, 안과장치.

### 청구항 14

제 1 항에 있어서,

취득 영역이 다른 상기 눈의 복수의 화상을 취득하도록 구성된 화상 취득 유닛과,

상기 취득된 복수의 화상의 화상군의 적합도를 결정하도록 구성된 제2 결정 유닛과,

상기 제2 결정 유닛에 의해 취득된 결정 결과에 의거하여 취득해야 할 화상의 촬영 조건을 지시하도록 구성된 지시 유닛을 더 구비하는, 안과장치.

### 청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 제2 결정 유닛은, 동일 검사의 화상 간의 상대 위치, 휘도 특성의 연속성, 화질의 유사도, 및 상기 취득된 복수의 화상의 화상 특징 중의 적어도 하나에 의거하여 상기 적합도를 결정하도록 구성되는, 안과장치.

### 청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 제2 결정 유닛은, 다른 검사의 화상군 간의 상대 위치, 휘도 특성의 연속성, 및 화질의 유사도 중의 적어도 하나에 의거하여 상기 적합도를 결정하도록 구성되는, 안과장치.

### 청구항 17

제 14 항에 있어서,

상기 지시된 촬영 조건에 의거해 취득된 화상을 포함하는 상기 파노라마 화상을 표시 유닛에 표시시키도록 구성된 표시 제어 유닛을 더 구비하는, 안과장치.

### 청구항 18

제 14 항에 있어서,

상기 지시된 촬영 조건에 의거해 취득된 화상에 있어서의 혈구의 이동 속도를 측정하도록 구성된 측정 유닛을 더 구비하는, 안과장치.

### 청구항 19

다른 시간에 있어서 눈의 다른 복수의 영역의 각각을 촬영해서 복수의 화상을 취득하고, 상기 취득된 복수의 화상을 합성해서 파노라마 화상을 생성하는 안과장치의 제어 방법으로서,

상기 생성된 파노라마 화상에, 화상 미싱(missing) 영역이 포함되어 있는지 여부를 결정하는 단계와,

상기 눈의 결정된 화상 미싱 영역의 화상을 재촬영하도록 상기 안과장치를 제어하는 단계를 포함하는, 안과장치의 제어 방법.

## 청구항 20

삭제

## 청구항 21

삭제

## 청구항 22

청구항 19에 기재된 안과장치의 제어 방법을 컴퓨터에 실행시키는, 매체 위에 기억된, 프로그램.

## 청구항 23

삭제

## 청구항 24

삭제

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 안과 진료에 사용할 수 있는 안과장치 및 안과장치의 제어 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0003] 생활 습관병이나 실명 원인의 상위를 차지하는 질병의 조기 진료를 목적으로서, 눈 검사가 널리 행해지고 있다. 주사형 레이저 검안경(SLO; Scanning Laser Ophthalmoscope)은 공초점(confocal) 레이저 현미경의 원리에 근거해서 동작가능한 안과장치이다. SLO 장치는 레이저(즉, 측정광)를 안저에 대하여 래스터(raster) 주사를 행할 수 있고, 그 귀환광의 강도에 근거해 고분해능 및 고속 평면 화상을 취득할 수 있다. 이하, SLO 장치에 의해 취득된 평면 화상을 SLO상(SLO image)이라고 칭한다.

[0004] 최근, SLO 장치는 측정광의 빔 지름을 크게 함으로써, 횡분해능을 향상시킨 망막의 SLO상을 취득하는 것이 가능하도록 구성되어 있다. 그러나, 측정광의 빔 지름이 커짐에 따라, 망막의 SLO상의 취득에 있어서 문제가 발생할 것이다. 예를 들면, 취득한 SLO상은 피검안의 수차에 의한 S/N비 및/또는 분해능이 저하될 것이다. 상기 언급한 문제를 해결하기 위해서, 보상 광학 SLO 장치는 피검안의 수차를 실시간으로 측정할 수 있는 파면 센서와, 피검안에서 발생하는 측정광이나 귀환광의 수차를 보정할 수 있는 파면 보정 디바이스를 포함하도록 구성될 수 있다. 상기 언급한 구성을 갖는 보상 광학 SLO 장치는 횡분해능이 우수한 SLO상(즉, 고배율 화상)을 취득할 수 있다.

[0005] 이러한 고배율 화상은, 동화상으로서 취득될 수 있고, 혈류 동태를 비침습적으로 관찰할 목적 등에 이용될 수 있다. 이때, 각 프레임으로부터 망막 혈관을 추출한 후에 모세혈관에 있어서의 혈구의 이동 속도 등을 측정하는 것이 가능하다. 또한, 고배율 화상을 사용해서 시기능(visual function)과의 관련을 평가하기 위해서, 시세포 P를 검출한 후에 시세포 P의 밀도 분포 및/또는 배열을 측정하는 것이 가능하다. 도 6b는 고배율 화상의 예를 나타내고, 여기서, 시세포 P, 모세혈관의 위치에 대응한 저휘도 영역 Q, 및 백혈구의 위치에 대응한 고휘도 영역 W를 관찰할 수 있다.

[0006] 이 경우에, 고배율 화상을 사용해서 시세포 P를 관찰하고 시세포 P의 분포를 측정하는 경우에는, 포커스 위치를 망막 외층(도 6a의 B5) 부근에 설정하여, 도 6b와 같은 고배율 화상을 촬영한다. 한편, 망막 내층(도 6a의 B2

내지 B4)에는 망막 혈관 및 분기된 모세혈관이 광범위하게 분포되어 있다. 이때, 피검안의 화상을 촬영할 경우에는, 그 촬상 대상 영역이 고배율 화상의 화각보다도 큰 경우가 종종 보여진다. 예를 들면, 상기 언급한 관계는, 촬상 대상이 광범위한 시세포 결손 영역 혹은 중심와(parafovea) 영역(즉, 초기의 모세혈관 병변의 호발 부위)인 경우에 인식될 것이다. 앞서 말한 것에 비추어, 다른 촬영 위치에서 촬영해서 얻은 복수의 고배율 화상으로 구성된 화상 합성물(image composite)(몽타주한 화상)을 표시할 수 있는 종래의 공지된 기술이, 일본국 공개특허공보 특개 2012-213513호에 개시되어 있다.

[0007] 또한, 특정한 촬영 위치에서 촬영된 고배율의 동화상에 있어서의 (예를 들면, 불수의 안구 운동(involuntary eye movement) 영향이 큰 예외 프레임을 판정할 수 있고, 판정된 예외 프레임 이외의 고배율의 동화상의 모든 프레임을 표시할 수 있는 종래의 공지된 기술이, 일본국 공개특허공보 특개 2013-169309호에 개시되어 있다.

### 발명의 내용

[0008] 안과장치는 다른 시간에 있어서 눈의 다른 복수의 영역을 촬영해서 복수의 화상을 취득하고, 상기 취득한 복수의 화상을 이용해서 1매의 화상을 생성한다. 안과장치는 상기 복수의 영역에 있어서, 상기 복수의 화상으로서 실제로 촬영된 영역을 포함하지 않는 적어도 한 개의 영역을 결정하도록 구성된 결정 유닛과, 상기 눈의 결정된 영역의 화상을 촬영하도록 상기 안과장치를 제어하도록 구성된 제어 유닛을 구비한다.

[0009] 본 발명의 추가 특징들은 첨부도면을 참조하면서 이하의 예시적인 실시예의 설명으로부터 밝혀질 것이다.

### 도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 안과장치의 기능 구성 예를 나타내는 블록도다.  
 도 2a, 2b 및 2c는 본 발명의 실시예에 따른 안과장치를 포함하는 시스템의 구성 예를 나타내는 블록도다.  
 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 SLO상 촬상장치의 전체의 구성에 관하여 설명하는 도면이다.  
 도 4는 기억부 및 화상 처리부로서 기능적으로 동작할 수 있는 하드웨어부와, 다른 각 부로서 기능할 수 있는 소프트웨어부를 포함하는 컴퓨터의 하드웨어 구성 예를 나타내는 블록도다.  
 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 안과장치가 실행할 수 있는 처리를 나타내는 플로차트다.  
 도 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f, 6g, 6h, 6i 및 6j는 본 발명의 제1 실시예에 따른 화상처리의 내용을 나타내는 도면이다.  
 도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 안과장치의 기능 구성 예를 나타내는 블록도다.  
 도 8a, 8b, 8c, 8d, 8e, 및 8f는 본 발명의 제2 실시예에 따른 화상처리의 내용을 설명하는 도면이다.  
 도 9는 본 발명의 제3 실시예에 따른 안과장치의 기능 구성 예를 나타내는 블록도다.  
 도 10은 본 발명의 제3 실시예에 따른 안과장치가 실행할 수 있는 처리의 플로차트다.  
 도 11a, 11b, 11c, 11d, 및 11e는 본 발명의 제3 실시예에 따른 화상처리의 내용을 설명하는 도면이다.  
 도 12는 본 발명의 제4 실시예에 따른 단층상(tomographic image) 촬상장치의 전체의 구성에 관하여 설명하는 도면이다.  
 도 13a, 13b, 13c, 및 13d는 본 발명의 제4 실시예에 따른 화상처리의 내용을 설명하는 도면이다.  
 도 14는 본 발명의 제5의 실시예에 따른 안과장치의 기능 구성 예를 나타내는 블록도다.  
 도 15a, 15b, 및 15c는 본 발명의 그 밖의 실시예에 따른 화상처리의 내용을 설명하는 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 우선, 안과장치가 다른 촬영 위치에서 촬영해서 얻은 복수의 고배율의 동화상 각각으로부터 대표 화상을 취득한 후에 대표 화상의 합성(composite)을 형성해서 표시하는 경우를 생각한다. 이때, 일반적으로는, 안과장치는 복수의 고배율의 동화상 각각으로부터 대표 화상을 취득하고, 취득된 대표 화상의 합성을 형성함으로써, 광범위한 화상을 생성한다. 이 경우, 인접하는 촬영 위치에서 촬영된 대표 화상 중 2개의 대표 화상을 비교했을 경우, 촬영 위치, 휘도 특성, 또는 화상 특징에 관해서, 이 2개의 대표 화상의 연속성이 충분하지 않거나 적절하지 않을

수도 있다. 이러한 광범위한 화상을 사용해서 광범위하게 분포되는 세포군이나 조직, 및 그것의 병변(시세포 결손이나 모세혈관 혹)의 분포를 측정하면, 해석 불가능한 영역이 발생하거나 해석 대상을 추출할 수 없는 경우가 있다.

[0013] 본 예시적인 실시예의 목적의 하나는, 눈의 다른 촬영 위치에서 촬영해서 얻은 복수의 고배율 화상의 연속성을 향상시키기 위해서 결정된 촬영 조건에 의거하여 촬영 동작을 행할 수 있는 안과장치를 제공하는 것이다.

[0014] 그러므로, 본 예시적인 실시예에 따른 안과장치는, 눈의 다른 위치에서 촬영된 복수의 화상들(즉, 화상군) 간의 특성의 연속성에 의거하여 다른 위치에서 눈을 촬영하는 촬영 조건을 결정하도록 구성된 결정 유닛(예를 들면, 도 1에 나타난 지시부(134))을 구비한다. 이에 따라, 다른 촬영 위치에서 촬영해서 얻은 복수의 고배율 화상들 간의 연속성을 향상시킬 수 있는 촬영 조건에 의거하여 눈을 촬영할 수 있게 된다.

[0015] 이 경우, 복수의 화상(즉, 화상군)의 특성은, 예를 들면 복수의 화상의 상대 위치, 휘도 특성, 및 화상 특징 중 적어도 하나일 수 있다. 또한, 촬영 조건은, 예를 들면 촬영 위치(즉, 주사 위치), 촬영 화각(즉, 주사 범위), 광원의 발광량, 광검출기의 게인, 및 프레임 레이트(frame rate)를 포함할 수 있다. 또한, 화상군을 구성하는 각각의 화상은, 동화상으로부터 취득된 대표 화상이며, 동화상으로부터 선택된 1매의 화상일 수도 있다. 또, 노이즈와 아티팩트(artifact) 특성이 우수한 복수매의 화상을 사전에 선택한 후에, 선택된 화상을 겹쳐서 합성된 겹침 화상을 얻을 수 있다.

[0016] 또한, 본 예시적인 실시예에 따른 안과장치는 연속성을 나타내는 값을 판정하도록 구성된 판정 유닛을 구비하는 것이 바람직하고, 이에 따라 판정된 값이 소정의 조건을 충족시킬 수 있도록 촬영 조건을 결정할 수 있다. 예를 들면, 판정된 값이 소정의 조건을 충족시키는 경우란, 예를 들면 판정된 값이 임계값을 넘는 경우나 판정된 값이 최대가 되는 경우다. 예를 들면, 휘도 특성에 근거해서 연속성을 판정할 경우에는, 취득한 화상들 중의 휘도 값의 차분이 임계값 이하가 되도록 촬영 조건을 결정하는 것이 바람직하다. 또한, 연속성을 나타내는 값을 판정할 때는, 맞붙여진 복수의 서브화상(subimages)으로 구성되는 화상 합성물을 사용하는 것이 바람직하다. 예를 들면, 연속성을 나타내는 값은, 화상 합성물을 구성하는 서브화상의 수, 서브화상의 면적, 혹은 무혈관 영역 경계의 길이에 근거해서 판정될 수 있지만, 이것에 관해서는 이하의 예시적인 실시예에서 상세하게 설명한다.

[0017] 또한, 불수의 안구 운동이 발생하면 파노라마 화상의 생성에 적합한 복수의 화상을 취득할 수 없는 경우가 있다. 일본국 공개특허공보 특개 2012-213513호에서 논의한 바와 같이, 종래에는 인접하는 촬영 화상의 공통 부분들 간의 소정의 상관관계를 인식할 수 있을 때까지 동일장소에서 촬영 동작을 반복해 행하는 것이 알려져 있다. 이때, 동일장소 중 일부의 영역에 있어서 파노라마 화상의 생성에 적합한 촬영 화상을 취득할 수 있는 경우에도, 동일장소의 전 영역에 대해서 반복해 촬영 동작이 행해지게 된다. 이 때문에, 불필요한 영역에서 촬영하기 때문에, 촬영 동작을 완료하는 데에 결과적으로 긴 시간이 필요하게 된다. 눈의 복수개의 영역 중 하나의 영역에 대해 촬영 동작을 행할 때에, 불수의 안구 운동에 의해 촬영 위치가 벗어날 수도 있다. 그렇지만, 이 경우에는, 다른 영역들 중의 적어도 하나에 대한 촬영 동작을 이미 성공적으로 완료했을 가능성이 있다. 그러므로, 또 다른 예시적인 실시예에 따른 안과장치는, 복수개의 영역에 대한 촬영 동작이 완료한 후에, 불충분한 영역의 화상을 촬영한다. 이에 따라, 안과장치는 다른 영역들 중의 적어도 하나의 촬영 화상을 이용하여, 실제로 촬영할 수 없었던 영역의 화상을 선택적으로 촬영한다. 이 때문에, 다시 촬영할 때에 불필요한 영역의 화상을 촬영할 필요가 없다. 그래서, 전체의 촬영 시간을 단축할 수 있다.

[0018] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 예시적인 실시예에 따른 안과장치 및 그 제어 방법에 대해서 설명한다. 다만, 본 발명은 상술한 예에 한정되는 것은 아니다.

[0019] [다른 위치에서 촬영된 복수의 화상의 상대 위치와 휘도 특성의 연속성]

[0020] 본 예시적인 실시예에 대해서는 이하에 상세히 설명한다. 본 예시적인 실시예에 따른 안과장치는, 상대 위치와 휘도 특성 중 적어도 하나의 화상군의 연속성에 의거하여, 다른 위치에서 촬영된 복수의 화상(즉, 화상군)의 적합도를 판정한다. 상기 적합도가 소정의 레벨을 충족하지 않는 경우에는, 안과장치는 적합하지 않는 화상에 대해서 오퍼레이터에게 재촬영을 지시한다. 이렇게 함으로써, 촬영 범위를 대략 동일한 조건 하에서 관찰할 수 있다.

[0021] 구체적으로는, 도 6g에 나타나 있는 바와 같이, 화상군은 함께 9매의 고배율 화상으로 구성되는 것으로 한다. 후술하는 바와 같이, 안과장치는 화상군을 구성하는 화상 수에 대한 관찰 불가능 영역에 속하는 화상의 수를 참조해서 화상군 적합도를 판정한다.

- [0022] (전체 구성)
- [0023] 도 2a는 본 예시적인 실시예에 따른 안과장치(10)를 포함하는 시스템의 구성도다. 도 2a에 나타나 있는 바와 같이, 안과장치(10)는, SLO상 촬상장치(20)와 데이터 서버(40)에, 광파이버, USB, 혹은 IEEE1394으로 구성될 수 있는 LAN(local area network)(30)을 통해서 접속되어 있다. 상술한 구성을 이용하는 대신에, 이들 기기는, 인터넷 등의 외부 네트워크를 통해서 서로 접속될 수 있다. 또한, 안과장치(10)는 SLO상 촬상장치(20)에 직접 접속될 수 있다.
- [0024] 우선, SLO상 촬상장치(20)는 눈의 광화각(wide viewing angle) 화상 D1과 고배율 화상 Dh를 취득할 수 있다. SLO상 촬상장치(20)는 취득한 화상(즉, 광화각 화상 D1과 고배율 화상 Dh)에 대한 정보를, 그 촬영시에 사용한 고정 대상 위치 F1, Fh에 관한 정보와 함께 안과장치(10) 및 데이터 서버(40)에 송신할 수 있다. 또한, 소정의 배율의 화상을 다른 촬영 위치에서 취득할 경우에는, D1i는 광화각 화상을 나타내고, Dhj는 각 촬영 위치에서 취득된 고배율 화상을 나타낸다. 좀더 구체적으로, i, j는 각각 촬영 위치 번호를 나타내는 변수이다( $i=1, 2, \dots, \text{imax}, j=1, 2, \dots, \text{jmax}$ ). 또한, 복수의 고배율 화상을 다른 배율로 취득할 경우에는, D1j, D2k, ...는 배율의 크기에 관해서 내림차순으로 순차 배열된 촬영 화상을 나타낸다. D1j는 가장 배율이 높은 화상을 나타내고, D2k는 중간 배율 화상을 나타낸다.
- [0025] 또한, 데이터 서버(40)는, 각 눈의 화상특징과 눈의 화상특징의 분포에 관한 정상값뿐 아니라, 그 촬영시에 사용한 촬상 조건 데이터(예를 들면, 고정 대상 위치 F1, Fh)와 함께, 피검안의 광화각 화상 D1과 고배율 화상 Dh를 저장할 수 있다. 본 발명에서 처리되는 눈의 화상 특징은, 시세포 P, 모세혈관 Q, 혈구 W, 망막 혈관, 및 망막층 경계를 포함한다. 서버는 SLO상 촬상장치(20)로부터 출력되는 상기 광화각 화상 D1, 상기 고배율 화상 Dh, 및 촬영시에 사용한 고정 대상 위치 F1, Fh와, 안과장치(10)로부터 출력하는 눈의 화상특징을 보존한다. 또, 안과장치(10)로부터의 요구에 따라, 데이터 서버(40)는 눈의 화상특징 및 상기 화상특징에 관한 정상값 데이터뿐 아니라, 광화각 화상 D1과 고배율 화상 Dh를 안과장치(10)에 송신할 수 있다.
- [0026] 다음에, 도 1을 참조해서 본 예시적인 실시예에 따른 안과장치(10)의 기능 구성을 상세히 설명한다. 도 1은, 안과장치(10)의 기능 구성을 나타내는 블록도이다. 안과장치(10)는 데이터 취득부(110), 기억부(120), 화상 처리부(130), 및 지시 취득부(140)를 구비한다. 또한, 데이터 취득부(110)는, 화상 취득부(111)를 구비한다. 화상 처리부(130)는 열라인먼트부(131), 개별 화상 판정부(132), 화상군 판정부(133), 지시부(134), 및 표시 제어부(135)를 구비한다. 한층 더, 지시부(134)는 재촬영 필요 지시부(1341)를 갖는다.
- [0027] (보상 광학계를 구비한 SLO상 촬상장치)
- [0028] 다음에, 도 3을 참조해서 보상 광학계를 구비한 SLO상 촬상장치(20)의 구성을 설명한다. 우선, 광원(201)은 SLD 광원(Super Luminescent Diode)이다. 본 예시적인 실시예에서는, 광원(201)은 안저 촬상과 파면 측정을 위해서 공용되고 있다. 또, 안저 촬상 전용의 독립 광원과 파면 측정 전용의 또 다른 독립 광원을 제공하는 것이 유용하다. 이 경우, 시스템은 중간 위치에서 각 광원으로부터 방출된 광빔을 합과하도록 구성될 수 있다. 광원(201)으로부터 빛은, 단일 모드 광파이버(202)를 통해서 콜리메이터(203)에 도달한다. 이 빛은 콜리메이터(203)로부터 평행한 측정광(205)으로서 조사된다. 이 평행한 측정광(205)은 광분할부(204)를 투과한다. 이 광분할부(204)는 빔 스플리터(beam splitter)로 구성된다. 그리고나서, 빛은 보상 광학의 광학계에 도광된다.
- [0029] 보상 광학계는, 광분할부(206), 파면 센서(215), 파면 보정 디바이스(208) 및, 그들에 도광하기 위한 반사 미러 207-1 ~ 207-4로 구성된다. 이 경우, 반사 미러 207-1 ~ 207-4는, 적어도 눈의 눈동자와 파면 센서(215) 및 파면 보정 디바이스(208)가 광학적으로 공역관계가 되도록 위치되어 있다. 또한, 광분할부(206)로서, 본 예시적인 실시예에서는 빔 스플리터(splitter)를 사용한다. 또한, 본 예시적인 실시예에 따른 파면 보정 디바이스(208)로서 액정소자를 포함하는 공간 위상 변조기를 사용한다. 또 다른 실시예로서, 파면 보정 디바이스(208)는 가변 형상 미러로 구성될 수 있다. 보상 광학계를 통과한 빛은, 주사 광학계(209)에 의해, 1차원 혹은 2차원으로 주사된다. 본 예시적인 실시예에서 이용된 주사 광학계(209)는 주주사용(안저 수평방향)과 부주사용(안저 수직방향)에 2개의 갈바노(Galvano) 스캐너를 포함한다. 또한, 고속 촬영 동작을 실현하기 위해서, 주사 광학계(209)는 주주사측에 공진 스캐너를 포함하도록 구성될 수 있다. 주사 광학계(209)로 주사된 측정광(205)은, 2개의 집안 렌즈 210-1 및 210-2를 통해서 눈(211)에 조사된다. 그 다음, 측정광(205)은 안저에 의해 반사 혹은 산란된다. 집안 렌즈 210-1 및 210-2의 위치를 조정함으로써, 눈(211)의 시도에 맞춰서 최적의 조사를 행하는 것이 가능해진다. 또 다른 예로서, 상기 언급한 구성에서 사용된 집안 렌즈는, 구면 미러로 교체될 수 있다.
- [0030] 눈(211)의 망막으로부터 반사 혹은 산란된 빛, 즉 귀환광은, 상기 언급한 경로와 같은 경로를 따라 역방향으로

진행한다. 광분할부(206)는 귀환광의 일부를 수광한 빛의 파면을 측정할 수 있는 파면 센서(215)쪽으로 반사시킨다. 파면 센서(215)는, 보상 광학 제어부(216)에 접속되고, 수광한 빛의 파면을 보상 광학 제어부(216)에 송신한다. 파면 보정 디바이스(208)도 보상 광학 제어부(216)에 접속되어 있다. 파면 보정 디바이스(208)는 보상 광학 제어부(216)로부터의 지시에 따라 변조를 행할 수 있다. 보상 광학 제어부(216)는 파면 센서(215)의 측정 결과에 의거해 취득된 파면에 근거해서 수차가 없는 파면을 취득하도록 변조량(즉, 보정량)을 계산한다. 그 다음, 보상 광학 제어부(216)는 파면 보정 디바이스(208)에 그렇게 계산된 변조량에 따라 변조를 행하도록 지시한다. 보상 광학 제어부(216)는 파면 측정과 파면 보정 디바이스(208)에의 지시에 대한 처리를 반복해서 행하여, 항상 최적의 파면이 되도록 피드백 제어가 행해진다.

[0031] 광분할부(204)에 의해서 광분할부(206)를 투과한 귀환광의 일부가 반사된다. 반사된 귀환광은 콜리메이터(212) 및 광파이버(213)를 통해서 광강도 센서(214)에 도달한다. 광강도 센서(214)는 수광한 빛을 전기신호로 변환한다. 제어부(217)는 광강도 센서(214)로부터 수신한 전기 신호에 근거해서 눈 화상을 생성한다. 표시장치(218)는 제어부(217)에 의해 생성된 눈 화상을 표시한다. 도 3에 나타낸 주사 광학계가 증가된 스윙(swing)각을 갖도록 구성되고, 보상 광학 제어부(216)가 수차 보정을 행하는 것이 방지되면, SLO상 촬상장치(20)는 일반적인 SLO 장치로서도 동작할 수 있어, 광화각 SLO상(즉, 광화각 화상 D1)을 촬상할 수 있다.

[0032] (안과장치(10)의 하드웨어 구성 및 실행 순서)

[0033] 다음에, 도 4를 참조해서 안과장치(10)의 하드웨어 구성에 관해서 상세히 설명한다. 도 4에 나타낸 하드웨어 구성은, 중앙연산처리장치(CPU)(301), 메모리(RAM)(302), 제어 메모리(ROM)(303), 외부기억장치(304), 모니터(305), 키보드(306), 마우스(307), 및 인터페이스(308)를 포함한다. 본 예시적인 실시예에 따른 화상처리기능을 실현할 수 있는 제어 프로그램과, 해당 제어 프로그램이 실행될 때 사용되는 관련 데이터는, 외부기억장치(304)에 기억되어 있다. 이 제어 프로그램 및 관련 데이터는, CPU(301)의 제어 하에 버스(309)를 통해서 적당하게 RAM(302)에 로드(load)될 수 있고, CPU(301)에 의해 실행 혹은 처리될 수 있어, 이하에 설명하는 각 기능부를 실현할 수 있다. 안과장치(10)를 구성하는 각 블록의 다양한 기능에 대해서는, 도 5의 플로차트에 나타낸 안과장치(10)의 구체적인 실행 순서인 플로차트를 참조해서 이하에 상세히 설명한다.

[0034] <스텝 S510: 화상 취득 패턴 선택>

[0035] 안과장치(10)는 지시 취득부(140)를 통해서, 사용자가 선택한 소정의 화상취득 패턴(예를 들면, 촬영 위치나 화각)에 관한 정보를 취득한다. 본 예시적인 실시예에서는, 안과장치(10)는 황반부의 중심부에 고정 대상 위치 F1 및 Fh를 설정해서 광화각 화상 D1과 도 6h에 나타낸 같은 고배율 화상 Dhj를 취득한다. 또한, 촬영 위치의 설정 방법은 상기 언급한 예에 한정되지 않는다. 고정 대상 위치 F1 및 Fh는 임의로 설정될 수 있다.

[0036] <스텝 S520: 화상 취득>

[0037] 화상 취득부(111)는 SLO상 촬상장치(20)에 대하여, 광화각 화상 D1, 고배율 화상 Dhj 및 대응하는 고정 대상 위치 F1, Fh의 취득을 요구한다. SLO상 촬상장치(20)는 상기 취득 요구에 따라 광화각 화상 D1, 고배율 화상 Dhj, 및 대응하는 고정 대상 위치 F1, Fh를 취득해 송신한다. 화상 취득부(111)는 SLO상 촬상장치(20)로부터 LAN(30)을 통해 해당 광화각 화상 D1, 고배율 화상 Dhj 및 고정 대상 위치 F1, Fh를 수신한다. 화상 취득부(111)는 기억부(120)에 수신한 데이터를 저장한다. 또한, 본 예시적인 실시예에서는, 상기 광화각 화상 D1 및 고배율 화상 Dhj는 프레임간 얼라인먼트가 이미 완료된 동화상이다.

[0038] <스텝 S530: 얼라인먼트>

[0039] 얼라인먼트부(131)는, 광화각 화상 D1과 고배율 화상 Dhj와의 얼라인먼트를 행하고, 광화각 화상 D1 위의 각 고배율 화상 Dhj의 상대 위치를 취득한다. 고배율 화상 Dhj 사이에 어떤 겹침 영역이 있는 경우에는, 얼라인먼트부(131)는 상기 겹침 영역에 관해서도 화상간 유사도를 산출한다. 그리고 나서, 얼라인먼트부(131)는 화상간 유사도가 최대가 되도록 각 고배율 화상 Dhj의 위치를 얼라인(align)한다.

[0040] 다음에, 스텝 S520에서 취득된 화상이 배율이 서로 다른 2개 이상의 화상을 포함하는 경우에는, 얼라인먼트부(131)는 보다 저배율 화상의 얼라인먼트를 우선적으로 행한다. 예를 들면, 취득된 화상이 고배율 화상 D1j와 중간 배율 화상 D2k를 포함하고 있는 경우에, 얼라인먼트부(131)는 먼저 광화각 화상 D1과 중간 배율 화상 D2k와의 얼라인먼트를 행한다. 이어서, 얼라인먼트부(131)는 중간 배율 화상 D2k와 고배율 화상 D1j와의 얼라인먼트를 행한다. 스텝 S520에서 고배율 화상만이 취득되는 경우에는, 얼라인먼트부(131)는 광화각 화상 D1과 고배율 화상 Dhj와의 얼라인먼트를 행한다. 또한, 얼라인먼트부(131)는 기억부(120)로부터 고배율 화상 Dhj의 촬영시에 사용한 고정 대상 위치 Fh를 취득한다. 얼라인먼트부(131)는 취득한 고정 대상 위치 Fh를, 광화각 화상 D1과 고

배울 화상 Dhj와의 얼라인먼트에 있어서의 얼라인먼트 파라미터의 초기 탐색점의 설정에 사용한다. 또한, 어떤 다른 종래 알려진 방법은 화상간 유사도를 확인하거나 좌표 변환을 수행할 때 임의로 사용될 수 있다. 본 예시적인 실시예에서 사용된 화상간 유사도는 상관계수이다. 얼라인먼트를 행할 때 사용된 좌표 변환 방법은 Affine 변환이다.

[0041] <스텝 S540: 개별 화상 적합도 판정>

[0042] 개별 화상 판정부(132)가 각 프레임의 휘도값과 프레임 간의 이동량에 의거하여 적합도의 판정 처리를 행한다. 우선, 개별 화상 판정부(132)는, 지시 취득부(140)를 통해서 취득된 적합도 판정 기준을 취득한다.

[0043] 판정기준은 이하의 항목 a) ~ d)을 포함한다.

[0044] a) 화상의 휘도값이 적정 범위 내에 있는 것.

[0045] b) 화질(예를 들면, S/N비 혹은 겹쳐져 있는 화상의 매수)이 적정 범위 내에 있는 것.

[0046] c) 참조 프레임에 대한 이동량이 적정 범위 내에 있는 것.

[0047] d) 포커스 위치가 적정 범위 내에 있는 것.

[0048] 본 예시적인 실시예에서는, 개별 화상 판정부(132)는 기준 a) 및 b)을 참조하여 적합도를 체크한다. 구체적으로는, 이 기준은 깜박거림에 의해 발생하는 저휘도 프레임을 포함하지 않는 겹침 가능한 프레임의 매수이다. 개별 화상 판정부(132)는, 고배율 SLO상 Dhj에 대하여 상기 적합도를 판정한다. 한층 더, 상기 적합도가 소정의 기준을 충족시키는 경우에는, 화상 처리부(130)가 겹침 처리에 의해 개별 화상을 형성한다. 이 경우에 취득되는 개별 화상은, 협력해서 동화상을 구성하는 프레임의 모두를 겹쳐서 취득할 수 있는 화상일 수도 있고, 또는 선택된 1매의 프레임일 수도 있다. 또한, 개별 화상은 노이즈 등이 비교적 적은 선택된 화상만을 겹쳐서 취득할 수 있는 화상일 수도 있다. 본 예시적인 실시예에서는, 고배율 화상은, 도 6c에 나타나 있는 바와 같이, 시세포의 동화상이다. 화상 처리부(130)는 상술한 조건 a)을 충족하는 모든 프레임에 있어서 화소값이 정(+)인 영역만을 겹쳐서 합성 화상을 형성한다. 따라서, 예를 들면, 개별 고배율 동화상의 각 프레임의 위치가 도 6c에 나타나 있는 바와 같이 서로 대응시키는(Nf:프레임 번호) 경우, 도 6d는 겹침 처리의 결과를 나타낸다. 상술한 예에서는, 선두 프레임을 참조 프레임이라고 한다. 또한, 이 도 6d에 나타난 흑색 영역은 겹침 처리에 사용하지 않는 영역(즉, 화상 미싱(missing) 영역)이다.

[0049] <스텝 S545: 재촬영의 필요 지시>

[0050] 재촬영 필요 지시부(134)는, 스텝 S540에서 판정된 개별 화상의 적합도에 근거해 대응하는 고배율 화상 Dhj의 재촬영 필요를 화상 취득부(111)에 지시한다. 구체적으로는, 상기 개별 화상의 적합도가 소정의 기준을 충족하지 않는 경우(스텝 S545에서 YES), 동작은 스텝 S520으로 되돌아간다. 예를 들면, 겹쳐져 있는 화상의 매수가 임계값 Tf를 충족하지 않는 경우에는, 재촬영 필요 지시부(134)는 재촬영이 필요하다고 판단한다. 이 경우에, 재촬영 필요 지시부(134)는 화상 취득부(111)에 대하여 재촬영 처리를 지시한다. 상기 개별 화상의 적합도가 소정의 기준을 충족시키는 경우에는(스텝 S545에서 NO), 동작은 스텝 S550로 진행된다. 또한, 지시부(134)는, 복수의 화상 간의 특성의 연속성에 의거하여 눈의 다른 위치에서 촬영하는 촬영 조건을 결정하도록 구성된 결정 유닛으로서도 기능한다.

[0051] <스텝 S550: 화상군이 모두 취득되었는지 아닌지를 판정>

[0052] 안과장치(10)는, 스텝 S510에서 취득된 화상 취득 패턴의 화상군이 모두 취득되었는지 아닌지를 판정한다. 화상군이 모두 취득되었다고 판정된 경우에는(스텝 S550에서 YES), 동작이 스텝 S560로 진행된다. 아직 취득되지 않은 화상이 있다고 판정된 경우에는(스텝 S550에서 NO), 동작은 스텝 S520로 되돌아간다.

[0053] <스텝 S560: 화상군 적합도 판정 처리>

[0054] 화상군 판정부(133)는, 스텝 S540에서 형성된 다른 위치에서 서로 인접하는 화상군을 구성하는 복수의 화상의 합성물을, 스텝 S530에서 취득된 얼라인먼트 파라미터에 근거해서 형성한다. 그리고 나서, 화상군 판정부(133)는, 상기 화상군의 상대 위치 및 휘도의 연속성에 의거하여 화상군의 적합도를 판정한다. 그렇지만, 또 다른 예로서, 화상군 판정부(133)는 화상군의 적합도를 판정할 때 상대 위치 혹은 휘도 특성을 참조할 수 있다. 상기 화상군의 적합도가 소정의 기준을 충족시키지 않는 경우에는, 지시부(134)가 화상 취득부(111)에 대하여 재촬영 처리를 지시한다. 본 예시적인 실시예에서는, 화상군은 도 6g에 나타나 있는 바와 같이 9개의 겹침 화상으로 구성된다. 좌상 화상 위에 화상 번호 j가 초기에 설정되어 있다. 래스터 주사(즉, 지그재그 주사)의 순으로 화상

번호 j가 순차 증가한다.

- [0055] 화상 합성물(즉, 화상군)의 적합도에 관한 판정 방침, 즉 전체 화상 합성물을 동일조건 하에서 관찰하는 데에 필요한 화상군의 적합도는 아래와 같다.
- [0056] 1. 화상 합성물은 어떤 화상 미싱 영역도 포함하지 않는다(즉, 휘도가 불연속을 변화시키지 않는다).
- [0057] 2. 화질이 촬영 위치에 관계없이 안정적이다.
- [0058] 이 경우에, 화상군의 적합도를 판정하지 않고, 개별 화상의 적합도에만 근거해서 재촬영 처리를 행할 필요가 있다고 판정하면, 촬영 대상 영역이 취득되었는지 여부를 엄밀하게 판정하는 것이 화상마다 필요할 것이다. 그 결과, 재촬영을 지시하는 경우가 많아질 것이다. 이 경우에, 재촬영 판정이 증가하지 않도록 더 넓은 중복 영역을 설정할 (즉, 촬영 위치 수를 증가시킨다) 필요가 있다. 따라서, 인접하는 화상 간의 단부나 중복 영역에 있어서의 데이터의 연속성 혹은 보완성을 고려한 적합도 판정을 행함으로써 상기 조건 1과 2를 충족시키는 고배율 화상군을 보다 효율적으로 취득할 수 있다. 구체적으로는, 본 예시적인 실시예에서는, 인접하는 2화상 사이에서의 중복 영역(예를 들면, 도 6f에 나타난 회색 영역), 혹은 인접하는 4화상 사이에서의 중복 영역(예를 들면, 도 6f에 나타난 흑색 영역)이 존재한다. 단독의 화상이 화상 미싱 영역을 가지고 있는 경우에도, 인접하는 화상 간의 상기 중복 영역으로부터 데이터를 취득할 수 있으면, 화상군이 어떤 화상 미싱 영역도 포함하지 않는다고 판정된다. 따라서, 이하의 순서에 따라 화상군의 적합도를 판정한다.
- [0059] 좀더 구체적으로, 화상군의 적합도 판정 순서는 다음과 같다.
- [0060] (1) 스텝 S540에서 생성된 개별 화상으로 구성된 매트릭스형(matrix-like) 합성물을, 스텝 S530에서 취득한 일 라인먼트 파라미터에 따라 형성한다.
- [0061] (2) 어떤 화상 미싱 영역도 없으면 즉시 화상 합성물의 형성을 완료한다.
- [0062] (3) 화상 미싱 영역이 있는 경우에는 각 화상 미싱 영역의 위치를 식별하고, 화상 미싱 영역이 속하는 화상의 번호 리스트를 취득한다.
- [0063] 예를 들면, 도 6g에 나타난 예에 의하면, 화상 6 및 9의 각각은 상술한 합성 처리를 통해서 야기된 화상 미싱 영역을 포함한다. 그러므로, 화상 미싱 영역을 갖는 각 화상의 번호 리스트를 취득한다.
- [0064] 상기 순서는 다음을 더 포함한다.
- [0065] (4) 화상군의 적합도를 이하의 식에 따라 산출한다.
- [0066] 식:
- [0067] 
$$(\text{합성 화상의 총수} - \text{화상 미싱 영역을 갖는 화상의 수}) / (\text{합성 화상의 총수})$$
- [0068] <스텝 S565: 재촬영의 필요 지시>
- [0069] 재촬영 필요 지시부(1341)는, 판정된 화상군의 적합도가 1미만이라고 판정된 경우에(스텝 S565에서 YES), 화상 취득부(111)에 대하여 화상 미싱 영역을 포함하는 화상에 대한 화상 취득 처리를 지시한다. 그리고 나서, 그 동작은 스텝 S520로 되돌아간다. 화상군의 적합도가 1과 같다고 판정된 경우에는(스텝 S565에서 NO), 그 동작은 스텝 S570로 진행된다.
- [0070] <스텝 S570: 표시>
- [0071] 화상군의 적합도가 1과 같으면, 화상 처리부(130)가 화상군의 형성 처리를 행한다. 표시 제어부(135)는, 형성된 화상군(즉, 화상 합성물)을 모니터(305)에 표시한다. 구체적으로는, 이하의 순서에 따라 화상 처리부(130)가 화상군의 형성 처리를 행한다.
- [0072] 이 순서는 (5) 개별 화상의 형성 처리를 통해서 취득된 겹침 화상군 중, 가장 겹침 프레임의 수가 적은 겹침 화상을 협력해서 구성하는 겹침 프레임의 매수를 나타내는 값 ANmin을 취득하는 것을 포함한다. 또한, 이 순서는 화상 합성물을 구성하는 화상의 매수로서 값 ANmin을 설정하고, 각 촬영 위치에서 겹치는 프레임의 매수를 ANmin로 변경해서 겹침 화상을 생성하는 것을 포함한다. 이 경우에, 화상 처리부(130)는 선두 프레임군으로부터, 스텝 S540의 휘도값에 관한 기준 (a)을 충족시킬 수 있는 프레임을 ANmin장 선택하고, 선택된 프레임에 근거해서 겹침 화상을 생성한다. 프레임 선택법은 상술한 예에 한정되지 않고, 어떤 다른 임의의 선택법을 사용할 수 있다.

- [0073] 화상군의 적합도 판정 순서는 추가로 (6) 상술한 처리(5)에서 생성된 겹침 화상을 사용해서 화상 합성물을 생성하는 것을 포함한다.
- [0074] (도 6h는 재촬영 처리를 통해서 취득되었고, 어떤 화상 미싱 영역도 포함하지 않으며, 또 겹침 화상의 매수가 동일한 화상 합성물을 나타낸다)
- [0075] 표시 제어부(135)는, 형성된 화상군을 모니터(305)에 표시한다. 여기에서 표시 제어부(135)는, 복수의 고배율 화상 Dhj가 이미 취득되어 있는 경우에, 상술한 표시 처리를 행하기 전에 고배율 화상 간의 농도 차를 보정할 수 있다. 이 경우, 임의로 종래의 공지된 휘도 보정법을 사용할 수 있다. 본 예시적인 실시예에서는, 표시 제어부(135)는 각 고배율 화상 Dhj에 있어서 히스토그램 Hj를 생성하고, 히스토그램 Hj의 평균과 분산에 대하여 고배율 화상 Dhj이 공통된 값을 소지할 수 있도록 각 고배율 화상 Dhj의 휘도값을 선형 변환함으로써 농도차를 보정한다. 또한, 고배율 화상 간의 휘도 보정법은 상술한 예에 한정되지 않고, 어떤 다른 종래의 공지된 휘도 보정법을 임의로 사용할 수 있다. 한층 더, 표시 배율에 대해서는, 지시 취득부(140)를 통해서 조작자가 고배율 화상을 지정하면, 표시 취득부(140)는 고배율 화상을 확대해서 얻은 화상을 모니터(305)에 표시한다.
- [0076] 또한, 본 예시적인 실시예에서는, 고배율 화상의 모니터(305)에의 표시는 전체 화상의 취득 후에 행해진다. 그렇지만, 본 발명은 상술한 예에 한정되지 않는다. 예를 들면, 표시 제어부(135)는 개별 화상의 취득 후에 각 개별 화상을 모니터(305)에 표시할 수 있다. 또, 각 개별 화상의 적합도 판정 후에, 표시 제어부(135)가 상기 판정 결과와 형성된 화상을 모니터(305)에 표시함으로써 촬영 결과를 순차 확인할 수 있다. 이 경우, 적합도가 낮고 재촬영이 필요하다고 판정된 화상이 있으면, 표시 제어부(135)는 임의의 식별가능한 표시(예를 들면, 해당 촬영 영역 혹은 그 프레임에 색을 준다)를 모니터(305)에 행한다.
- [0077] <스텝 S575: 결과를 보존할 것인지 아닌지의 지시>
- [0078] 지시 취득부(140)는, 광화각 화상 D1, 고배율 화상 Dhj, 고정 대상 위치 F1, Fh, 스텝 S530에서 취득된 얼라인먼트 파라미터 값, 및 스텝 S570에서 형성된 화상 합성물을 데이터 서버(40)에 보존할 것인지 아닌지를 판정하기 위한 지시를 외부장치로부터 취득한다. 이 지시는 예를 들면 키보드(306)나 마우스(307)를 통해 조작자에 의해 입력될 수 있다. 지시 취득부(140)가 보존 지시를 취득한 경우에는(스텝 S575에서 YES), 동작은 스텝 S580로 진행된다. 지시 취득부(140)가 보존 지시를 취득하지 않은 경우에는(스텝 S575에서 NO), 동작은 스텝 S585로 진행된다.
- [0079] <스텝 S580: 결과의 보존>
- [0080] 화상 처리부(130)는, 검사 일시, 피검안을 식별하는 정보, 광화각 화상 D1, 고배율 화상 Dhj, 고정 대상 위치 F1, Fh, 얼라인먼트 파라미터값, 및 화상 합성물을 서로 관련짓는다. 그리고 나서, 화상 처리부(130)는 관련된 데이터를 데이터 서버(40)에 송신한다.
- [0081] <스텝 S585: 처리를 종료할 것인지 아닌지의 지시>
- [0082] 지시 취득부(140)는 안과장치(10)에 의한 광화각 화상 D1과 고배율 화상 Dhj에 관한 처리를 종료할 것인지 아닌지를 판정하기 위한 지시를 외부로부터 취득한다. 이 지시는 키보드(306)나 마우스(307)를 통해 조작자에 의해 입력될 수 있다. 지시 취득부(140)가 처리 종료 지시를 취득한 경우에는(스텝 S585에서 YES), 안과장치(10)는 처리를 종료한다. 한편, 지시 취득부(140)가 처리 계속의 지시를 취득했을 경우에는(스텝 S585에서 NO), 동작이 스텝 S510로 처리를 되돌아가서, 다음 피검안에 대한 처리를 행한다(또는 동일 피검안에 대한 처리를 반복한다). 또한, 본 예시적인 실시예에서는, 화상군 적합도의 판정에 의거하여 형성되는 화상 합성물은 정지화상(즉, 겹침 화상)의 합성물이다. 그렇지만, 본 발명은 상술한 예에 한정되지 않는다. 예를 들면, 인접하는 동화상 간의 단부나 겹침 영역에 있어서의 데이터의 보완성을 고려한 적합도 판정을 행한 후에, 도 6j에 나타나 있는 바와 같이 동화상 합성물을 표시해도 된다. 동화상의 합성물을 표시하기 위한 기본적인 처리는 정지화상의 합성물을 표시하기 위한 것과 비슷하지만, 이하의 점이 다르다. 즉, 화상군 형성 처리는 (i) 도 2b에 나타나 있는 바와 같이 안과장치(10)에 시상(time-phase) 데이터 취득장치(50)를 접속하는 것을 포함한다. 시상 데이터 취득장치(50)는 동화상과 동시에 시상 데이터를 취득한다. 시상 데이터는, 예를 들면 맥파계(pulse wave detector)에 의해 취득된 생체 신호 데이터다. 시상 데이터를 참조함으로써 각 동화상의 재생 주기를 취득할 수 있다. 이 경우에, 시상 데이터 취득장치(50)는 동화상에 대하여 프레임 보간 처리를 행하여 재생 주기의 차를 제거한다.
- [0083] 화상군 형성 처리는 (ii) 각 촬영 위치에 대한 적합도 판정 처리에 있어서, 휘도 이상 프레임을 포함하지 않는 가장 긴 연속한 프레임 구간에 속하는 프레임의 수를 취득하는 것을 더 포함한다. 취득한 프레임의 수가 소정의

매수를 충족하지 않는 경우에는, 지시부(134)가 화상 취득부(111)에 대하여 재촬영 처리를 행하도록 지시한다.

[0084] 화상군 형성 처리는 (iii) 화상군 적합도 판정 처리를, 이하의 방침에 따라 행한다.

[0085] 1. 화상 합성물은 어떤 화상 미싱 영역도 포함하지 않는다.

[0086] 2. 재생 프레임의 수는 실질적으로 각 촬영 위치에서는 동일하다.

[0087] (iv) 화상군 형성 처리의 상술한 처리(5)에 있어서 선택된 프레임은, 연속한 프레임 구간이다.

[0088] 상술한 처리를 통해서, 어떤 화상 미싱 영역도 포함하지 않는 동화상의 합성물을 표시할 수 있다. 재생 프레임의 수가 동일한 연속한 프레임을 이용해서 동화상의 합성물을 형성할 수 있게 된다. 만약 시상 데이터가 취득되어 있지 않은 경우에는, 재생 시간과 재생 주기를 조정하지 않고 화상 합성물을 표시할 수 있다.

[0089] 이상 서술한 구성에 의하면, 안과장치(10)는 다른 촬영 위치에서의 보상 광학 SLO 동화상을 촬영한 후, 취득한 화상의 합성물을 촬영 대상 영역과 비교한다. 안과장치는 관찰 불가능한 영역의 존재를 화상 특징량에 근거해 체크함으로써 화상군의 적합도를 판정한다. 적합도가 소정의 레벨을 충족하지 않는 화상이 있는 경우에는, 안과장치(10)는 화상 취득부에 대하여 재촬영 처리를 지시한다. 상술한 처리에 따라, 관찰 대상의 세포군(혹은 조직) 및 그들의 병변이 복수의 고배율 화상의 취득 위치에 걸쳐져 있을 경우에, 대략 동일한 조건 하에서 관찰 가능한 화상군을 촬상할 수 있다.

[0090] [다른 위치에서 촬영된 복수의 화상의 화상 특징의 연속성]

[0091] 이하, 제2 예시적인 실시예에 대해서 상세히 설명한다. 제2 예시적인 실시예에 따른 안과장치는, 화상군의 적합도를 촬영 대상 영역에서의 화상 미싱 부분의 존재(예를 들면, 화상군을 구성하는 화상들 간의 상대 위치나 휘도 특성의 연속성)에 근거해 판정하는 것을 특징으로 하는 제1 예시적인 실시예에 따른 안과장치와는 다르다. 제2 예시적인 실시예에 따른 안과장치는 인접하는 고배율 화상으로부터 추출된 화상 특징의 연속성에 근거해 화상군의 적합성을 판정하도록 구성된다. 구체적으로는, 제2 예시적인 실시예에 따른 안과장치는 고배율 SLO상으로부터 추출된 부중심와(parafovea)의 모세혈관 영역의 연속성에 의거하여 화상군의 적합성을 판정한다.

[0092] 본 예시적인 실시예에 따른 안과장치(10)와 접속되는 각 기기의 구성은 제1 예시적인 실시예에서 설명한 것과 비슷하다. 본 예시적인 실시예에 있어서는, 데이터 서버(40)는 피검안의 화상 취득 동작에서 사용된 취득 조건 데이터(예를 들면, 광화각 화상 DI, 고배율 화상 Dh, 및 고정 대상 위치 FI, Fh) 외에, 눈의 화상 특징 및 눈의 화상 특징의 분포에 관한 정상값도 저장할 수 있다. 본 예시적인 실시예에서 처리되는 눈의 화상 특징은 임의의 눈의 화상 특징을 이용할 수 있지만, 망막 혈관, 모세혈관 Q, 및 혈구 W를 포함한다. 안과장치(10)로부터 출력되는 눈의 화상특징은 상기 데이터 서버(40)에 보존된다. 또, 데이터 서버(40)는, 안과장치(10)로부터의 요구에 응답해서, 눈의 화상 특징 및 눈의 화상 특징의 분포에 관한 정상값 데이터를 안과장치(10)에 송신할 수 있다.

[0093] 도 7은 본 예시적인 실시예에 따른 안과장치(10)의 기능 블록을 나타내는 도면이다. 안과장치(10)는 개별 화상 판정부(130)가 화상 특징 취득부(1321)를 구비하는 점에서 제1 예시적인 실시예에서 설명한 것과 다르다. 또한, 본 예시적인 실시예에 따른 화상 처리 플로우도 도 5에 나타난 것과 같다. 스텝 S510, 스텝 S520, 스텝 S530, 스텝 S550, 스텝 S575, 스텝 S580, 및 스텝 S585에서 행해지는 처리는 제1 예시적인 실시예에서 설명한 처리와 비슷하다. 따라서, 본 예시적인 실시예에서는, 스텝 S540, 스텝 S545, 스텝 S560, 스텝 S565, 및 스텝 S570에서 행해지는 처리에 대해서 이하에 상세히 설명한다.

[0094] <스텝 S540: 다른 위치에서 촬영된 화상마다 행해지는 적합도 판정 처리>

[0095] 개별 화상 판정부(132)는 개별 화상의 적합도 판정 처리를 행한다. 개별 화상의 적합도를 판정할 때 참조되는 판정 기준은, 제1 예시적인 실시예의 스텝 S540에 있어서의 상기 언급한 조건 a)~d)에 더해서, 하기의 조건 e)도 포함할 수 있다.

[0096] e) 화상 특징 취득부(1321)가 취득하는 화상특징

[0097] 상술한 화상 특징은, 예를 들면 화상 특징의 화소 수, 상기 화소 수로 이루어진 화상의 면적에 대한 비율, 또는 다치 데이터의 경우에는 콘트라스트다. 또한, 본 예시적인 실시예에서는, 화상 특징은 화상군의 적합도 판정에 있어서만 이용된다. 즉, 제1 예시적인 실시예와 마찬가지로, 휘도 이상이 아닌 프레임의 수를 개별 화상의 적합도라고 칭한다. 또한, 본 예시적인 실시예에서는, 고배율 화상은 모세혈관을 촬영해서 얻은 동화상이다. 상기 동화상으로부터 모세혈관 영역을 추출한 화상 (이하, "모세혈관 화상"이라고 칭함)을 형성한다. 한층 더, 상기 개별 화상의 적합도가 소정의 기준을 충족시키는 경우에는, 화상 특징 취득부(1321)가 휘도 이상 프레임 이외의

모든 프레임에 있어서 정(+) 화소값 영역만을 사용해서 모세혈관 영역을 추출한다. 구체적으로는, 고배율 화상 Dhj에 있어서, 화상 특징 취득부(1321)는 이하의 순서에 따라 모세혈관 영역으로서 혈구 성분의 이동 범위를 특정한다.

- [0098] (a) 화상 특징 취득부(1321)는 프레임간 얼라인먼트가 이미 완료된 고배율 화상 Dhj의 인접 프레임에 대하여 차분 처리를 행한다 (차분 동화상을 생성한다).
- [0099] (b) 상술한 처리 (a)에서 생성된 차분 동화상의 각 x-y 위치에 있어서 프레임 방향에 관한 휘도 통계량(분산)을 산출한다.
- [0100] (c) 화상 특징 취득부(1321)는 상기 차분 동화상의 각 x-y 위치에 있어서 휘도분산이 임계값 Tv 이상인 영역을 혈구가 이동한 영역, 즉 모세혈관 영역으로서 특정한다.
- [0101] 또한, 모세혈관의 검출 처리 방법은 상술한 방법에 한정되는 것은 아니다. 어떤 다른 종래 공지된 방법을 임의로 사용할 수 있다. 예를 들면, 고배율 화상 Dhj의 특정한 프레임에 대하여 선형 구조를 강조할 수 있는 필터를 적용해서 혈관을 검출해도 된다.
- [0102] 다음에, 화상 특징 취득부(1321)는 취득된 모세혈관 영역으로부터 무혈관 영역의 경계를 검출한다. 망막의 중심과 부근에는 어떤 혈관도 포함하지 않는 영역(즉, 무혈관 영역)이 존재한다(예를 들면, 도 6i의 Dh5 참조). 망막 혈관의 초기 병변은 무혈관 영역 경계 주위에 생기기 쉽다. 또 무혈관 영역은 (당뇨병 망막증 등의) 질병의 진행에 따라 확대해 간다. 따라서, 무혈관 영역 경계는 관찰 및 해석에 있어서 중요한 대상이다. 본 예시적인 실시예에서는, 화상 특징 취득부(1321)는 고배율 화상군의 중심에 위치하는 고배율 화상 Dhj에 원형의 가변 형상 모델을 배치한다. 화상 특징 취득부(1321)는 상기 형상 모델을 무혈관 영역 경계와 일치하도록 변형시킴으로써 무혈관 영역을 특정한다. 화상 특징 취득부(1321)는 변형이 완료한 가변 형상 모델의 위치를 무혈관 영역 경계의 후보 위치로서 지정한다. 그렇지만, 무혈관 영역 경계의 특정 방법은 상술한 예에 한정되지 않는다. 어떤 다른 종래 공지된 방법이 임의로 사용될 수도 있다..
- [0103] <스텝 S545: 재촬영의 필요 지시>
- [0104] 재촬영 필요 지시부(1341)는, 스텝 S540에서 판정된 개별 화상의 적합도에 근거해 대응하는 고배율 화상 Dhj의 재촬영의 필요를 화상 취득부(111)에 지시한다. 구체적으로는, 상기 개별 화상의 적합도가 소정의 기준을 충족하지 않을 경우(스텝 S545에서 YES), 동작은 스텝 S520으로 되돌아간다. 예를 들면, 휘도가 이상이 아닌 프레임의 수가 임계값 Tf를 충족하지 않을 경우에, 재촬영 필요 지시부(1341)는 재촬영이 필요하다고 판단한다. 이 경우에, 재촬영 필요 지시부(1341)는 화상 취득부(111)에 대하여 재촬영 처리를 지시한다. 상기 개별 화상의 적합도가 소정의 기준을 충족시키는 경우에는(스텝 S545에서 NO), 동작이 스텝 S550로 진행된다.
- [0105] <스텝 S560: 화상군 적합도 판정 처리>
- [0106] 화상군 판정부(133)는, 화상 특징 취득부(1321)가 취득한 화상 특징에 의거하여 생성되는 화상군(모세혈관 화상군)의 매트릭스형 합성물을 스텝 S530에서 취득된 얼라인먼트 파라미터에 근거해서 형성한다. 그리고 나서, 화상군 판정부(133)는 화상 특징(즉, 모세혈관 영역)의 연속성에 의거하여 적합도를 판정한다. 상기 화상군의 적합도가 소정의 기준을 충족시키지 않을 경우에, 지시부(134)가 화상 취득부(111)에 대하여 재촬영 처리를 지시한다. 또한, 본 예시적인 실시예에서는, 모세혈관 화상군은 도 8a에 나타나 있는 바와 같이 9개의 모세혈관 화상으로 구성된다. 좌상에는 화상번호 j가 초기에 설정되어 있다. 화상번호 j는 래스터 주사(예를 들면, 지그재그 주사)순에 따라 연속적으로 증가한다.
- [0107] (1') 스텝 S540에서 생성한 모세혈관 화상을, 스텝 S530에서 취득한 얼라인먼트 파라미터에 따라 몽타주한다(화상 합성물을 형성한다)(집합적으로 맞붙인다).
- [0108] (2') 만약 화상 특징 미싱 영역이 없으면 즉시 화상 합성물의 형성을 완료한다.
- [0109] (3') 화상 특징 미싱 영역이 있는 경우에는 화상 특징 미싱 영역의 위치를 식별해서, 화상 특징 미싱 영역이 속하는 화상의 번호 리스트를 취득한다.
- [0110] 예를 들면, 도 8a에 나타난 예에 의하면, 화상 6은 합성 처리에 의해 야기된 화상 특징 미싱 영역을 포함한다. 따라서, 화상 특징 미싱 영역을 포함하는 화상의 번호 리스트를 취득한다.
- [0111] (4') 화상군 판정부(133)는, 고배율 화상 Dhj로부터 취득된 화상 특징(예를 들면, 모세혈관 영역)에 관해서 이하의 지표로 산출하고, 산출된 지표값에 의거하여 화상군의 적합도를 판정한다.

- [0112] (실제로 취득된 무혈관 영역 경계의 길이의 총 합계)/ (스텝 S540에서 설정한 무혈관 영역 경계 후보를 나타내는 지점의 시퀀스의 길이의 총 합계)
- [0113] 지시부(134)는, 판정된 화상군의 적합도가 소정의 값(예를 들면, 본 예시적인 실시예에서는 1) 미만인 경우에, 화상 취득부(111)에 대하여 화상 특징 미싱 영역을 포함하는 결함부의 화상의 재촬영을 지시한다. 그리고 나서, 동작은 스텝 S520로 되돌아간다. 화상군의 적합도가 상기 소정의 값을 충족시키는 경우에는(스텝 S570에서 NO), 동작은 스텝 S570로 진행된다.
- [0114] <스텝 S570: 표시>
- [0115] 화상군의 적합도가 소정의 값을 충족시키면, 화상 처리부(130)는 화상군의 형성 처리를 행한다. 표시 제어부(135)는, 형성된 화상군(즉, 화상 합성물)을 모니터(305)에 표시한다. 좀 더 구체적으로는, 화상 처리부(130)는 이하의 순서에 따라 화상군의 형성 처리를 행한다. 이 순서는 (5') 개별 화상 형성 처리를 통해서 취득된 모세혈관 화상군 중, 모세혈관 추출에 사용된 프레임 수가 가장 적은 모세혈관 화상의 생성에 사용된 프레임의 수를 나타내는 값 ANmin'을 취득하는 것을 포함한다. 게다가, 이 순서는 각 모세혈관 화상을 구성하는 데에 사용되는 프레임의 수로서 값 ANmin'을 설정하고, 각 촬영 위치에서의 모세혈관 추출에 사용되는 프레임의 수를 ANmin'로 변경해서 다시 모세혈관 화상을 생성한다.
- [0116] 이 경우에, 화상 처리부(130)는 프레임군의 선두 프레임으로부터, 스텝 S540의 휘도값에 관한 기준(a)을 충족시킬 수 있는 프레임을 ANmin'장 선택하는 것을 개시하고, 상기 선택된 프레임에 근거해서 모세혈관 화상을 생성한다. 프레임의 선택 방법은 상술한 예에 한정되지 않고, 어떤 다른 임의의 선택방법을 사용할 수 있다. 이 순서는 (6') 상기 언급한 처리 (5')에서 생성된 모세혈관 화상을 사용해서 화상 합성물을 생성하는 것을 포함한다. (도 8b는 재촬영 처리의 결과를 나타내고, 어떤 화상 특징 미싱 영역도 포함하지 않는다. 취득된 화상 합성물은 모세혈관 추출에 사용되는 프레임의 수가 동일하다.)
- [0117] 표시 제어부(135)는, 스텝 S530에서 취득된 얼라인먼트 파라미터 값을 사용해서 모세혈관 화상의 화상 합성물을 표시한다. 본 예시적인 실시예에서는, 표시 제어부(135)는 도 8b에 나타난 바와 같이 추출한 모세혈관 화상으로 구성된 매트릭스형 합성물을 표시한다. 또한, 본 예시적인 실시예에서는, 고배율 화상 및 특징추출 화상(즉, 모세혈관 화상)의 모니터(305)에의 표시는 모든 화상의 취득을 완료하기 전에는 시작하지 않는다. 그렇지만, 본 발명은 상술한 예에 한정되지 않는다. 예를 들면, 표시 제어부(135)는 개별 화상의 취득 후에 즉시 각 개별 화상을 모니터(305)에 표시시키거나, 개별 화상의 적합도 판정의 결과와 함께 형성된 개별 화상을 모니터(305)에 표시시킴으로써, 촬영결과를 순차적으로 확인할 수 있게 구성될 수 있다. 이 경우, 적합도가 낮고 재촬영 처리가 필요하다고 판정된 화상이 있으면, 표시 제어부(135)는 임의의 식별가능한 표시(예를 들면, 대응한 촬영영역 혹은 그것의 프레임에 대하여 색을 제공한다)을 행한다. 또한, 화상군의 적합도를 산출하기 위해서 사용되는 화상 특징은 모세혈관 영역이나 무혈관 영역 경계에 한정되지 않는다. 어떤 다른 임의의 화상특징을 이용할 수 있다. 예를 들면, 도 8c에 나타나 있는 바와 같이 시신경 유두부를 촬영해서 얻은 4매의 고배율 화상에 근거해서 화상군의 적합도를 판정할 경우에, 안과장치는 임계값 처리를 통해서 오목부를 검출할 수 있고, 이 오목부의 경계 위치에서의 연속성에 의거하여 화상군의 적합도를 판정할 수 있다. 구체적으로는, 안과장치는 이하의 식에 따라 화상군의 적합도를 산출할 수 있다.
- [0118] 식:
- [0119] (오목부 경계에 속하는 에지 화소 중, 연결 성분(즉, 인접하는 에지 화소)의 수가 2인 에지 화소의 합)/ (오목부 경계에 속하는 에지 화소의 합)
- [0120] 화상군의 적합도는 상술한 예에 한정되지 않는다. 예를 들면, 안과장치는 임계값 처리에 의해 검출된 오목부의 면적이라고도 칭할 수 있다. 화상군의 적합도가 1미만인 경우에는, 지시부(134)가 화상 특징 미싱 영역을 포함하고 있는 결함 부분의 화상(즉, 연결 성분의 수가 1인 에지 화소를 갖는 화상, 즉 Dh3)의 재촬영을 화상 취득부(111)에 지시한다. 화상 취득부(111)는 재촬영 처리를 행한다. 상술한 화상군의 적합도 판정 및 재촬영 처리에 의해, 우하(lower-right)의 고배율 화상 Dh3에서 화상 특징의 불연속부가 존재하는 도 8d에 나타난 화상 합성물에 비해서 우수한, 도 8e에 나타난 것과 같이 어떠한 불연속 부분도 포함하지 않는 화상 합성물을 취득할 수 있게 된다. 해석 대상의 조직을 대략 동일한 조건 하에서 해석할 수 있게 된다. 또, 도 8f에 나타나 있는 바와 같이 시세포를 촬영한 경우에는, 화상군의 적합도를 이하의 순서에 따라 판정할 수 있다. 이 순서는, 고배율 화상 중의 피크 화소값을 참조해서 각 시세포를 검출하는 것을 포함한다. 또, 이 순서는, 각 화상 혹은 화상의 서브 블록마다 검출된 시세포의 수 혹은 시세포의 밀도를 측정해서, 화상군의 적합도를 판정하는 것을 더 포함

한다.

[0121] 상술한 구성에 의하면, 안과장치(10)는, 인접하는 고배율 화상으로부터 추출된 화상 특징의 연속성에 근거해 화상군의 적합도를 판정한다. 상술한 처리를 통해서, 해석 대상의 세포군(혹은 조직), 및 그들의 병변이 복수의 고배율 화상의 취득 위치에 걸쳐져 있을 경우에, 대략 동일한 조건 하에서 해석 가능한 화상군을 촬상할 수 있게 된다. 또한, 화상군의 적합도를 판정할 때의 조건은, 화상 특징 이외에, 제1 예시적인 실시예에서 설명한 조건(즉, 화상군의 상대 위치와 휘도 특성) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0122] [다른 위치에서의 각 화상의 취득에 응답해서 화상군의 적합도를 판정]

[0123] 이하, 제3 예시적인 실시예에 대하여 상세히 설명한다. 제3 예시적인 실시예에 따른 안과장치는, 한 개의 고정 위치에 대응하는 화상군을 구성하는 모든 화상을 취득한 후에 화상군의 적합도를 판정하는 것을 특징으로 한 제1 예시적인 실시예에 따른 안과장치와는 다르다. 제3 예시적인 실시예에 따른 안과장치는, 개별 화상을 취득할 때마다 화상군의 적합도를 판정한다. 제3 예시적인 실시예에 따른 안과장치는 화상군의 적합도의 판정 결과에 근거하여, 상기 적합도가 높아지기 쉽게 다음 화상의 촬상조건을 지시하도록 구성된다. 구체적으로는, 도 11b에 나타나 있는 바와 같이 함께 9의 고배율 화상으로 구성되는 화상군을 취득하는 것으로 한다. 이 경우에, 안과장치는 이미 촬영된 3개의 화상의 취득 영역에 의거하여 화상 미싱 영역을 제거하도록 다음 화상(즉, 4번째의 화상)에 대한 취득 위치를 지시하는 경우에 관하여 이하에 상세히 설명한다. 여기에서, 본 예시적인 실시예에 따른 안과장치(10)와 접속되는 각 기기의 구성은 제1 예시적인 실시예에서 설명한 것과 비슷하므로, 그것의 중복되는 설명은 생략한다. 다음에, 본 예시적인 실시예에 따른 안과장치(10)의 기능 블록을 도 9에 나타낸다. 본 예시적인 실시예에 따른 안과장치(10)는 화상 지시부(134)가 촬영 조건 지시부(1342)를 구비하는 점에서 제1 예시적인 실시예에서 설명한 것과 다르다. 또한, 본 예시적인 실시예에서의 화상 처리 플로우를 도 10에 나타낸다. 또한, 스텝 S1010, 스텝 S1020, 스텝 S1030, 스텝 S1040, 스텝 S1045, 스텝 S1075, 스텝 S1080, 및 스텝 S1085에서 행해지는 처리는, 제1 예시적인 실시예에 있어서의 스텝 S510, 스텝 S520, 스텝 S530, 스텝 S540, 스텝 S545, 스텝 S575, 스텝 S580, 및 스텝 S585에서 행해지는 처리와 비슷하다. 따라서, 본 예시적인 실시예에서는, 스텝 S1050, 스텝 S1060, 스텝 S1065, 및 스텝 S1070에서 행해지는 처리에 관하여 이하에 상세히 설명한다. 그렇지만, 본 예시적인 실시예에 있어서는, 스텝 S1020 및 스텝 S1030에서 행해지는 처리(즉, 화상취득 및 화상 얼라인먼트)는, 고배율 화상의 모두에 대해서 적용되는 것은 아니다. 안과장치(10)는 화상단위의 화상 취득 처리를 완료할 때마다, 지금까지 취득된 화상을 이용해서 화상 얼라인먼트 처리를 행한다.

[0124] <스텝 S1050: 표시>

[0125] 표시 제어부(135)는, 스텝 S1030에서 취득된 얼라인먼트 파라미터에 근거해서 형성된 개별 화상으로 구성된 매트릭스형 합성물을 형성하고, 합성 화상군을 모니터(305)에 표시한다. 상술한 처리에 따라, 촬상 결과를 순차적으로 확인할 수 있다.

[0126] <스텝 S1060: 화상군의 적합도를 판정하는 처리>

[0127] 화상군 판정부(133)는, 촬영 대상 영역에서, 지금까지 취득된 고배율 화상군의 상대 위치 및 휘도 특성의 연속성에 근거해 적합도를 판정한다. 본 예시적인 실시예에서는, 화상군은 도 11a에 나타나 있는 바와 같이 이미 취득된 3개의 고배율 화상 Dhj(Dh1~Dh3)로 구성되어 있다. 좌상 화상에는 초기에 화상 번호 j가 설정되어 있다. 래스터 주사(즉, 지그재그 주사)의 순으로 화상번호 j가 순차적으로 증가한다. 도 11a에 나타난 예에 의하면, 제3 화상 Dh3는 화상 Dh1~Dh3의 촬영 대상 영역(즉, 회색 영역)을 서로 비교했을 경우에, 분명하게 화상 미싱 영역을 포함한다. 따라서, 화상군 판정부(133)는 화상군의 적합도를 이하의 식에 따라 산출한다.

[0128] 식:

[0129] (지금까지 취득된 화상수 - 화상 미싱 영역을 포함하는 화상수) / (지금까지 취득된 화상수)

[0130] 그리고나서, 화상군 판정부(133)는 화상 미싱 영역을 포함하고 있는 화상의 화상번호 j를 기억부(120)에 기억한다. 그렇지만, 화상군의 적합도는 상술한 예에 한정되지 않는다. 화상군의 적합도를 판정할 수 있는 것이면 어떤 다른 임의의 지표를 설정할 수 있다. 이 경우에, 표시 제어부(135)는 화상군 판정부(133)에 의해 판정된 화상 미싱 영역을 포함하고 있는 화상에 대한 임의의 식별가능한 표시(예를 들면, 대응하는 화상영역에 색 프레임을 놓는다)를 모니터(305)에 행할 수 있다.

[0131] <스텝 S1065: 화상군이 모두 취득될 수 있는 것인지 아닌지를 판정>

[0132] 안과장치(10)는, 스텝 S510에서 취득된 화상 취득 패턴의 화상군이 모두 취득될 수 있는 것인지 아닌지를 판정

한다. 화상군이 모두 취득되었다고 판정된 경우에는(스텝 S1065에서 YES), 이 동작을 스텝 S1075로 진행시킨다. 아직 취득되지 않은 화상이 있다고 판정된 경우에는(스텝 S1065에서 NO), 스텝 S1070로 동작을 진행시킨다.

[0133] <스텝 S1070: 다음에 취득되는 화상의 촬상조건을 지시>

[0134] 촬영 조건 지시부(1342)는, 판정된 화상군의 적합도를 최대값(즉, 본 예시적인 실시예에서는 1)으로 증가시키기 위해서 화상 취득부(111)에 대하여 다음에 취득되는 고배율 화상(Dh4)의 촬영 조건의 설정을 지시한다. 그리고 나서, 스텝 S1020로 동작을 진행시킨다. 예를 들면, 도 11b에 나타낸 바와 같이 고배율 화상 Dh1~Dh3가 이미 취득되었고 제3 화상 Dh3가 그것의 하단에 화상 미싱 영역을 포함하고 있는 것으로 한다. 이 경우에, 지시부(134)는 촬영 중심(즉, 다음 화상 Dh4의 촬상조건 중 일부)을 아래와 같이 변경하도록 화상 취득부(111)에 지시한다.

[0135] (i) 상기 지시는 화상 미싱 영역을 제거할 수 있는 범위 내에서 이동 거리를 최소화할 수 있도록 촬영 중심을 위쪽으로 이동시키는 것을 포함한다. 또한, 촬영 조건의 설정(변경)방법은 상술한 예에 한정되지 않는다. 촬영 조건을 임의로 변경할 수 있다.

[0136] (ii) 예를 들면, 상기 지시는 화상 미싱 영역을 제거할 수 있는 범위 내에서 화각의 변경량이 최소화될 수 있도록 화각을 넓히는 것을 포함한다. 또한, 상기 지시는 상술한 내용을 결합할 수 있다. 본 예시적인 실시예에서는, 촬영 대상이 시세포이며, 촬영 대상 영역은 화상 미싱 영역을 포함하고 있다. 그렇지만, 본 발명은 상술한 예에 한정되지 않는다. 예를 들면, 다른 촬영 대상으로서 모세혈관을 촬상하는 경우에도 마찬가지로 다음 화상의 촬영 조건을 설정할 수 있다(도 11c). 또한, 본 예시적인 실시예에서는, 안과장치(10)는 화상군의 적합도를 촬영 대상 영역에서의 촬영 미싱 부분의 존재(즉, 휘도 특성의 연속성)에 근거해 판정한다. 그렇지만, 본 발명은 상술한 예에 한정되지 않는다. 제2 예시적인 실시예와 마찬가지로, 안과장치(10)는 개별 화상 판정부(132)에 화상 특징 취득부(1321)를 구비하여, 인접하는 고배율 화상으로부터 추출된 화상 특징의 연속성에 근거해 화상군의 적합도를 판정하고, 다음 화상의 촬영 조건을 지시하도록 구성될 수 있다(도 11d 및 11e 참조).

[0137] 이상 설명한 구성에 의하면, 안과장치(10)는, 각 화상을 취득한 후에 화상군 적합도를 판정하고, 화상군의 적합도의 기준을 충족시키도록 다음 화상의 촬영 조건을 지시한다. 상술한 처리에 따라, 관찰 혹은 해석 대상의 세포군(혹은 조직), 및 그것의 병변이 복수의 고배율 화상의 취득 위치에 걸쳐져 있는 경우에, 대략 동일한 조건 하에서 관찰 혹은 해석 가능한 화상군을 촬상할 수 있게 된다.

[0138] [보상 광학계를 구비한 단층상 촬상장치]

[0139] 이하, 제4 예시적인 실시예에 대하여 상세히 설명한다. 본 예시적인 실시예에 따른 안과장치는, 다른 촬영 위치에서 촬영된 고배율의 보상 광학 OCT 단층상의 합성물을 표시할 때에, 촬영(해석) 대상 영역과 비교했을 경우의 관찰불가능(해석 불가능) 영역의 작은 부분(smallness)에 의거하여 화상군의 적합도를 판정한다. 좀더 구체적으로는, 본 예시적인 실시예에 따른 안과장치는 중심과 부근에서 직방체 형상을 구성하는 복수( $3 \times 3 \times 3 = 27$ )의 고배율 화상을 취득한다. 그리고 나서, 열라인먼트 처리에 의해 화상 합성물을 형성할 때에, 안과장치는 촬영(해석) 대상 영역과 비교했을 경우의 관찰 불가능(해석 불가능) 영역의 작은 부분을 화상군의 적합도로서 판정하는 경우에 관하여 이하에 상세하게 설명한다.

[0140] 본 예시적인 실시예에 따른 안과장치(10)와 접속되는 주변 기기의 구성을 도 2c에 나타낸다. 본 예시적인 실시예에서는 안과장치(10)가 보상 광학계를 구비한 단층상 촬상장치(60)와 접속되는 점이 제1 예시적인 실시예와 다르다. 단층상 촬상장치(60)는 눈의 단층상을 촬상할 수 있다. 예를 들면, 단층상 촬상장치(60)는 SD-OCT(Spectral Domain Optical Coherence Tomography)이다. 단층상 촬상장치(60)는 (도면에 나타내지 않은) 조작자의 조작에 따라, 피검안의 단층상을 3차원적으로 촬상할 수 있다. 단층상 촬상장치(60)는 촬상한 단층상을 안과장치(10)에 송신한다. 여기에서, 본 예시적인 실시예에 따른 안과장치(10)의 기능 블록은 제1 예시적인 실시예에서 설명한 것들과 비슷하므로, 그것의 중복되는 설명은 생략한다. 또한, 데이터 서버(40)는 눈의 화상 특징 및 분포에 관한 정상값 데이터를 저장할 수 있다. 좀 더 구체적으로, 본 예시적인 실시예에서는, 데이터 서버(40)는 망막층 경계와 그 형상/두께에 관한 정상값 데이터를 저장하고 있다.

[0141] 다음에, 도 12는 보상 광학계를 구비한 단층상 촬상장치(60)의 구성을 나타낸다. 도 12에 있어서, 광원(201)은, 파장 840nm인 SLD 광원이다. 광원(201)은 저간섭성인 것이 바람직하다. 예를 들면, SLD 광원의 파장폭이 30nm 이상인 것이 바람직하다. 예를 들면, 티타늄 사파이어 레이저 혹은 어떤 다른 적절한 초단(ultrashort) 펄스 레이저를 광원으로 사용될 수도 있다. 광원(201)으로부터 조사된 빛은, 단일 모드 광파이버(202)를 통해서 파이버 커플러(520)에 도달한다. 파이버 커플러(520)는 광 경로를 측정광 경로(521)와 참조광 경로(522)로 분기한다.

파이버 커플러(520)의 분기비는 10:90가 되도록 설정되어, 투입 광량의 10%가 측정광 경로(521)로 안내될 수 있다. 측정광 경로(521)를 통과한 빛은, 콜리메이터(203)에 도달한다. 그 빛은 콜리메이터(203)로부터 평행한 측정광으로서 조사된다. 단층상 촬상장치(60)의 나머지는 제1 예시적인 실시예에서 설명한 것과 비슷하다. 보상 광학계와 주사 광학계를 통과한 빛이 눈(211)에 조사된다. 눈(211)으로부터 반사 혹은 산란된 빛은 상술한 경로와 비슷한 경로를 따라 반대방향으로 가서 광파이버(521)를 통해서 다시 파이버 커플러(520)에 도달한다. 한편, 참조광 경로(522)를 통과한 참조광은 콜리메이터(523)에 도달한다. 콜리메이터(523)를 통과한 빛은 광로 길이 가변부(524)쪽으로 간다. 광로 길이 가변부(524)에 의해 반사된 빛은 다시 파이버 커플러(520)에 도달한다. 파이버 커플러(520)에 도달한 측정광과 참조광은 합파(合波)되어, 광파이버(525)를 통해서 분광기(526)에 도광된다. 분광기(526)에 의해 분광된 간섭광에 관한 정보에 근거해서 제어부(217)는 눈의 단층상을 형성할 수 있다. 제어부(217)는 광로 길이 가변부(524)를 제어하여, 원하는 깊이 위치의 단층상을 취득할 수 있다. 도 12에 나타난 주사 광학계가 스윙각을 크게 하도록 구성되고, 보상 광학 제어부(216)가 수차 보정을 행하는 것이 방지되면, 단층상 촬상장치(60)는 일반적인 단층상 촬상장치로서도 동작할 수 있고, 광화각 단층상(즉, 광화각 화상 DI)을 촬상할 수 있다.

[0142] 또한, 본 예시적인 실시예에서는, 보상 광학계를 구비한 단층상 촬상장치(60)는 SD-OCT를 사용한다. 그렇지만, 단층상 촬상장치(60)는 SD-OCT 장치에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 단층상 촬상장치(60)는 타임 도메인 OCT 장치 혹은 SS-OCT(Swept Source Optical Coherence Tomography) 장치로서 구성될 수 있다. SS-OCT 장치는 서로 다른 파장의 빛을 서로 다른 시간에서 발생시킬 수 있는 광원을 사용한다. 그러므로, 스펙트럼 정보를 취득하기 위한 분광 소자는 불필요하게 된다. 또한, SS-OCT 장치는, 망막뿐만 아니라 맥락막도 포함할 수 있는 깊게 도달하는 심도 화상(deep reaching depth image)을 취득할 수 있다. 본 예시적인 실시예에 따른 안과장치(10)에 의해 행해질 수 있는 화상 처리 플로우를 도 5에 나타낸다. 또한, 스텝 S550, 스텝 S565, 스텝 S575, 스텝 S580, 및 스텝 S585에서 행해지는 처리는 제1 예시적인 실시예에서 설명한 처리와 비슷하므로 그것의 중복되는 설명은 생략한다.

[0143] <스텝 S510: 화상 취득 패턴 선택>

[0144] 안과장치(10)는 지시 취득부(140)를 통해서, 유저가 선택한 소정의 화상 취득 패턴(예를 들면, 촬영 위치나 화각)에 관한 정보를 취득한다. 본 예시적인 실시예에서는, 안과장치(10)는 황반부의 중심좌에 고정 대상 위치 F1 및 Fh를 설정해서 광화각 화상 DI와 도 13a에 나타난 고배율 화상 Dhj를 취득한다. 즉, 안과장치(10)는 중심와 부근에서 복수(3×3×3=27)의 고배율 화상을 직방체 모양으로 취득한다. 이 경우, 표시 콘텐츠는 표시의 목적이 촬영 위치를 명확하게 나타내는 것이기 때문에, 고배율 화상 간의 어떠한 겹침 영역도 포함하지 않는다. 실제로는, 도 13b에 나타난 바와 같이 고배율 화상 사이에 겹쳐 영역이 존재하지 않도록 촬영 위치, 화각, 및 슬라이스 수가 설정되어 있다. 도 13b에 있어서, 회색은 인접하는 2개의 화상 사이의 겹침 영역을 나타내고, 흑색은 인접하는 4개의 화상 사이의 겹침 영역을 나타낸다. 도 13c에서, 백색 격자점은 인접하는 8개의 화상 사이의 겹침 영역을 나타낸다. 촬영 위치의 설정 방법은 상술한 예에 한정되지 않는다. 촬영 위치는 임의의 위치로 설정될 수 있다.

[0145] <스텝 S520: 화상취득>

[0146] 화상 취득부(111)는, 스텝 S510에서 지정된 화상 취득 패턴의 정보에 근거하고, 단층상 촬상장치(60)에 대하여 광화각 화상 DI와 고배율 화상 Dhj, 및 대응하는 고정 대상 위치 F1, Fh의 취득을 요구한다. 본 예시적인 실시예에서는, 화상 취득부(111)는 황반부의 중심좌에 고정 대상 위치 F1 및 Fh를 설정해서 광화각 화상 DI 및 고배율 화상 Dhj를 취득한다. 촬영 위치의 설정 방법은 상술한 예에 한정되지 않는다. 고정 대상 위치 F1 및 Fh의 각각은, 임의의 위치로 설정될 수 있다.

[0147] 단층상 촬상장치(60)는, 상기 취득 요구에 따라 광화각 화상 DI, 고배율 화상 Dhj, 및 대응하는 고정 대상 위치 F1, Fh를 취득해 송신한다. 화상 취득부(111)는 단층상 촬상장치(60)로부터 LAN(30)을 통해 광화각 화상 DI, 고배율 화상 Dhj, 및 대응하는 고정 대상 위치 F1과 Fh를 수신한다. 화상 취득부(111)는, 기억부(120)에 수신한 데이터를 기억한다. 본 예시적인 실시예에서는, 상기 광화각 화상 DI 및 고배율 화상 Dhj는 슬라이스간 얼라인먼트가 이미 완료된 3차원 화상이다.

[0148] <스텝 S530: 얼라인먼트>

[0149] 얼라인먼트부(131)는, 광화각 화상 DI와 고배율 화상 Dhj와의 얼라인먼트를 행하고, 광화각 화상 DI 위의 고배율 화상 Dhj의 위치를 결정한다. 우선, 얼라인먼트부(131)는 기억부(120)로부터 고배율 화상 Dhj를 취득하기 위

해서 촬영시에 사용한 고정 대상 위치  $F_h$ 를 취득한다. 그리고 나서, 얼라인먼트부(131)는 취득한 고정 대상 위치부터의 상대 거리에 의거하여 광화각 화상  $D_l$ 과 고배율 화상  $D_{hj}$ 와의 얼라인먼트에 있어서의 얼라인먼트 파라미터의 초기의 탐색점을 설정한다. 고배율 화상  $D_{hj}$  사이에서 겹쳐 영역이 있는 경우에는, 얼라인먼트부(131)는 상기 겹침 영역에 관해서 화상간 유사도를 산출한다. 그리고 나서, 얼라인먼트부(131)는 화상간 유사도가 최대가 되도록 고배율 화상  $D_{hj}$ 끼리의 위치를 맞춘다.

[0150] 다음에, 스텝 S530에서 취득된 화상이 배율이 서로 다른 2이상의 화상을 포함하는 경우에는, 얼라인먼트부(131)는 보다 저배율 화상의 얼라인먼트를 우선적으로 행한다. 본 예시적인 실시예에서는, 스텝 S530에서 취득된 화상은 고배율 화상만이다. 따라서, 얼라인먼트부(131)는 광화각 화상  $D_l$ 과 고배율 화상  $D_{hj}$ 와의 얼라인먼트를 행한다. 또한, 화상간 유사도를 체크할 때나 좌표 변환을 행할 때에 어떤 다른 종래에 공지된 방법을 임의로 사용할 수 있다. 본 예시적인 실시예에서는, 얼라인먼트를 행할 때 사용하는 화상간 유사도는 3차원의 상관 계수이다. 얼라인먼트를 행할 때 사용하는 좌표 변환 방법은 3차원의 Affine 변환이다.

[0151] <스텝 S540: 다른 위치에서의 화상마다 행해지는 적합도를 판정하는 처리>

[0152] 개별 화상 판정부(132)는 각 슬라이스의 휘도값이나 슬라이스 간의 이동량에 의거하여 적합도의 판정 처리를 행한다. 이 경우에, 판정기준을 취득하는 처리와 적합도를 판정하는 방법은 기본적으로 제1 예시적인 실시예(스텝 S540 참조)에서 설명한 것들과 비슷하다. 본 예시적인 실시예에 있어서, 최종 2개의 판정 기준은 다음과 같다.

[0153] (c) 슬라이스 간의 이동량이 적정 범위 내에 있는 것.

[0154] (d) 코히런스(coherence) 게이트가 적정 범위 내에 있는 것.

[0155] 이 경우에, 개별 화상 판정부(132)는 깜박거림에 의해 발생하는 저휘도 슬라이스를 포함하고 있지 않은 취득된 슬라이스의 총수를 적합도로서 판정한다. 한층 더, 상기 적합도가 소정의 기준을 충족시키는 경우에는, 화상 처리부(130)가 개별 화상을 형성한다. 본 예시적인 실시예에서는, 고배율 화상은 시세포를 촬영해서 얻은 3차원 화상이다. 기준 a)을 충족시킬 수 없는 슬라이스가 있는 경우, 개별 화상 판정부(132)는 전후의 슬라이스의 화소값에 적용된 보간 처리를 통해서 그러한 결함 슬라이스의 화소값을 산출한다. 한층 더, 각 화소 위치에 있어서의 화소값이 소정값 미만(예를 들면, 0)인 슬라이스가 포함되는 경우, 대응하는 부분(즉, 화상 단부)의 화소값을 0으로 설정한다. 따라서, 고정 차이(fixation disparity)가 큰(즉, 슬라이스 간의 이동량이 큰) 값을 갖는 화상의 경우에는, 화소값이 보다 큰 화상 단부에서는 0이 된다.

[0156] <스텝 S545: 재촬영의 필요 지시>

[0157] 재촬영 필요 지시부(1341)는, 스텝 S540에서 판정된 개별 화상의 적합도에 근거해 대응하는 고배율 화상  $D_{hj}$ 의 재촬영의 필요를 화상 취득부(111)에 지시한다. 구체적으로는, 상기 개별 화상의 적합도가 소정의 기준을 충족하지 않는 경우, 재촬영 필요 지시부(1341)는 관찰 가능한 슬라이스 수가 임계값  $T_f$ 를 충족하지 않기 때문에 재촬영 처리가 필요하다고 판단한다. 따라서, 재촬영 필요 지시부(1341)는 화상 취득부(111)에 대하여 대응하는 화상의 재촬영을 지시한다. 그리고 나서, 처리가 스텝 S520로 되돌아간다. 상기 개별 화상의 적합도가 소정의 기준을 충족시키는 경우에는(스텝 S545에서 NO), 동작이 스텝 S550로 진행된다.

[0158] <스텝 S560: 화상군 적합도를 판정하는 처리>

[0159] 화상군 판정부(133)는 스텝 S540에서 형성된 화상으로 구성된 매트릭스형 합성물을 스텝 S530에서 취득된 얼라인먼트 파라미터에 근거해서 형성하고, 상기 화상군의 상대 위치 및 휘도의 연속성에 의거하여 적합도를 판정한다. 상기 화상군의 적합도가 소정의 기준을 충족시키지 않는 경우에는, 지시부(134)가 화상 취득부(111)에 대하여 대응하는 화상의 재촬영을 지시한다. 본 예시적인 실시예에서는, 초기에 좌상 화상에 대하여 화상 번호  $j$ 가 설정된다. 화상 번호  $j$ 는 래스터 주사(예를 들면, 지그재그 주사)의 순으로 화상번호  $j$ 가 순차적으로 증가한다. 화상 합성물(즉, 화상군)의 적합도에 관한 판정 방침, 즉 화상 합성물 전체를 동일 조건 하에서 관찰하는 데에 필요한 화상군의 적합도는 아래와 같은 것을 들 수 있다.

[0160] 1. 화상 합성물은 화상 미싱 영역을 포함하지 않는다(즉, 휘도가 불연속으로 변화되지 않는다).

[0161] 2. 화질이 촬영 위치에 관계없이 안정적이다.

[0162] 이 경우에, 화상군의 적합도를 판정하지 않고, 개별 화상의 적합도에만 근거해서 재촬영 처리의 필요를 판정하면, 촬영 대상 영역이 취득되었는지를 화상마다 엄밀하게 판정하는 것이 필요할 것이다. 그 결과, 재촬영을 지시하는 경우가 많아진다. 이 경우에, 재촬영이라고 판정되는 경우가 많아지지 않도록 보다 넓은 겹침 영역을 설

정할(촬영 위치 수를 증가시키거나 혹은 화각을 넓힐) 필요가 있을 것이다.

- [0163] 따라서, 본 예시적인 실시예에서는, 인접하는 화상 간의 단부나 겹침 영역에 있어서의 데이터의 연속성 혹은 보 완성을 고려한 적합도 판정을 행함으로써 조건 1을 충족시키는 고배율 화상군을 효율적으로 취득할 수 있다. 구 체적으로는, 본 예시적인 실시예에서는, 인접하는 2개의 화상 간의 중복 영역(즉, 도 13b에 나타난 회색 영역) 이나 인접하는 4개의 화상 간의 중복 영역(도 13b에 나타난 흑색 영역)이 있다. 또한, (도 13c의 백색 격자점으 로 나타난 바와 같이) 인접하는 8개의 화상 간의 중복 영역이 존재한다. 단일의 화상이 화상 미싱 영역을 포함 하고 있는 경우에도, 인접하는 화상 간의 중복 영역으로부터 취득가능한 데이터가 있는 경우에는, 화상군이 어 떤 화상 미싱 영역도 포함하지 않는다고 판정된다. 따라서, 이하의 순서에 따라 화상군의 적합도를 판정할 수 있다. 좀더 구체적으로, 화상군의 적합도 판정 순서는 다음을 포함한다.
- [0164] (1) 스텝 S540에서 생성한 개별 화상들로 이루어진 매트릭스형 합성물을, 스텝 S530에서 취득한 얼라인먼트 파 라미터에 따라 형성한다.
- [0165] (2) 어떤 화상 미싱 영역도 없으면 즉시 화상 합성물의 형성을 종료한다.
- [0166] (3) 화상 미싱 영역이 있는 경우에는 각 화상 미싱 영역의 위치를 식별하고, 화상 미싱 영역이 속하는 화상의 번호 리스트를 취득한다.
- [0167] 예를 들면, 도 13d에 나타난 예에 의하면, 고배율 화상 Dh3과 Dh7의 각각은 합성 처리에 의해 발생되었던 화상 미싱 영역을 포함한다. 따라서, 화상군 판정부(133)는 화상 미싱 영역을 갖는 화상의 번호 리스트를 취득한다.
- [0168] (4) 화상군 판정부(133)는 화상군의 적합도를 다음의 식에 따라 산출한다.
- [0169] 식:
- [0170] 
$$(\text{합성 화상의 총수} - \text{화상 미싱 영역을 갖는 화상의 수}) / (\text{합성 화상의 총수})$$
- [0171] 화상군의 적합도를 정의하는 식은 상술한 예에 한정되지 않는다. 예를 들면, 다음의 식을 이용할 수 있다.
- [0172] 식:
- [0173] 
$$(\text{촬영 대상 영역의 OR(논리합) 영역의 체적(화소 수)} - \text{화상 미싱 영역의 체적(화소 수)}) / (\text{촬영 대상 영역의 OR 영역의 체적(화소 수)})$$
- [0174] 또는, 개별 화상의 투영상(projection images)의 합성물을 광화각 화상의 투영상 위에 스텝 S520에서 취득한 얼 라인먼트 파라미터에 근거해서 형성하는 경우에 이하의 식을 이용할 수 있다.
- [0175] 식:
- [0176] 
$$(\text{촬영 대상 영역의 OR 영역의 면적} - \text{화상 미싱 영역의 면적}) / (\text{촬영 대상 영역의 OR 영역의 면적})$$
- [0177] 화상군의 적합도의 판정 방침은 상술한 예에 한정되는 것은 아니다. 어떤 다른 적합도든 임의로 설정할 수 있다. 예를 들면, 화소 수나 면적 이외에, 무혈관 영역 경계의 길이(즉, 화상 특징의 일레)가 적합도 조건의 일 부분으로서 포함되는 것이 유용하다.
- [0178] <스텝 S570: 표시>
- [0179] 표시 제어부(135)는, 스텝 S560에서 형성된 화상 합성물을 모니터(305)에 표시한다. 본 예시적인 실시예에 있어 서, 광화각 화상 D1 및 고배율 화상 Dhj는 3차원 단층상이다. 이 때문에, 표시 제어부(135)에 의해 행해지는 표 시 처리는 이하의 2종류이다.
- [0180] i) 표시 제어부(135)는 z축 방향으로 광화각 화상 D1과 고배율 화상 Dhj의 투영상을 생성하고, 광화각 화상 D1 의 투영상 위에 겹쳐 있는 고배율 화상 Dhj의 투영상의 합성물을 표시한다.
- [0181] ii) 표시 제어부(135)는 광화각 3차원 단층상 D1만이 취득된 위치에서는 광화각 3차원 단층상 D1의 화소값과, 광화각 3차원 단층상 D1과 고배율 3차원 단층상 Dhj이 함께 취득된 위치에서는 상기 고배율 3차원 단층상 Dhj의 화소값으로 표시 가능한 광화각 3차원 단층상 D1"을 생성한다. 한층 더, 표시 제어부(135)는 광화각 3차원 단층 상 D1" 위의 특정한 주사 위치를 나타내는 화살표를 상술한 처리 i)를 통해서 취득한 중첩 화상 위에 표시하고, 상기 화살표의 위치에서 취해진 광화각 3차원 단층상 D1"의 2차원 단층상을 취득한다. 그리고나서, 표시 제어부 (135)는 상술한 처리 i)를 통해서 취득한 중첩 화상과 병렬로 취득한 2차원 단층상을 모니터(305)에 표시시킨다. 상술한 표시는, 광화각 3차원 단층상 D1의 2차원 단층상을 중첩하는 것뿐만 아니라, 고배율 3차원

단층상 Dhj의 2차원 단층상을 중첩하는 것도 포함한다. 한층 더, 상술한 표시 처리 ii)에서는, 조작자가 지시 취득부(140)를 통해서 광화각 단층상 D1"의 표시 위치를 나타내는 화살표를 (상하 방향 또는 좌우 방향으로) 이동시킬 수 있다. 이렇게 함으로써, 상기 조작과 연동해서 취해지는(표시되는) 광화각 화상 D1 및 고배율 화상 Dhj의 표시 슬라이스도 변경할 수 있다.

[0182] 또한, 본 예시적인 실시예에서 설명한 바와 같이, 취득한 화상이 서로 다른 촬영 위치에서 촬영된 복수의 고배율 화상 Dhj를 포함하는 경우에는, 표시 제어부(135)는 각 고배율 화상 Dhj에 대하여 표시 계조 변환 처리를 행한다. 한층 더, 2개의 고배율 화상 Dhj의 촬영 위치가 가깝게 위치되어 있는 경우(혹은 촬영 위치가 동일한 경우)에는, 이하의 방법들 중 하나를 이용해서 겹쳐 있는 영역을 표시할 수 있다. 즉, 제1 표시 방법에 의하면, 표시 제어부(135)는 각 화상의 화질 지표값을 산출해서, 평가값이 가장 높은 화상을 모니터(305)에 표시시킨다. 제2 표시방법에 의하면, 표시 제어부(135)는 각 고배율 화상 Dhj의 휘도를 (전술한 화질 지표값에 의거하여 투명도를 가중해서) 블렌딩(blending)한다. 이 경우에 사용되는 화질 지표는 종래에 공지된 임의의 지표일 수 있다. 본 예시적인 실시예에서는, 화질 지표값은 화상 히스토그램의 평균 휘도값이다. 상기 투영상을 생성하는 방법은 평균값 투영에 한정되지 않는다. 다른 투영법을 임의로 사용할 수 있다. 또한, 고배율 화상 Dhj는 정지 화상에 한정되는 것이 아니라, 동화상일 수 있다.

[0183] 본 예시적인 실시예에서는, 고배율 화상의 모니터(305)에의 표시는 전체 화상의 취득을 완료하기 전에 시작하지 않는다. 그렇지만, 본 발명은 상술한 예에 한정되지 않는다. 예를 들면, 표시 제어부(135)는 개별 화상의 적합도 판정의 결과 및/혹은 형성된 화상을 모니터(305)에 표시시킴으로써, 촬상 결과를 순차 확인할 수 있다. 이 경우, 적합도가 낮고 재촬영 처리가 필요하다고 판정된 화상이 있는 경우에, 표시 제어부(135)는 임의의 식별 가능한 표시(예를 들면, 대응하는 촬상영역 혹은 그 프레임에 대하여 색을 부여한다)를 모니터(305)에 대하여 행할 수 있다. 상술한 것처럼, 본 예시적인 실시예에서는, 안과장치(10)는 촬영 대상 영역에 대한 관찰 불가능한 영역의 작은 부분에 의거하여 단층상군의 적합도를 판정한다. 그렇지만, 본 발명은 상술한 예에 한정되지 않는다. 제2 실시예의 경우와 같이, 안과장치(10)는 개별 화상 판정부(132)에 화상 특징 취득부(1321)를 구비하여, 각 고배율 화상으로부터 추출된 화상 특징의 인접 화상 간의 연속성에 근거해 단층상군의 적합도를 판정할 수 있다. 예를 들면, 화상 특징 취득부(1321)는 이하의 순서를 통해서 화상 특징으로서 층 경계(예를 들면, 내경계막(inner boundary film) B1, 신경 섬유층 경계 B2, 내망상(inner plexiform) 층 경계 B4, 시세포 내절 외절 경계 B5, 또는 망막 색소 상피 경계 B6)를 추출하고, 각 층 경계 위치의 연속성에 의거하여 단층상군의 적합도를 판정한다.

[0184] 이하, 광화각 화상 D1에 대한 특징 추출 순서에 대해서 구체적으로 설명한다. 먼저, 층의 경계를 추출하기 위한 순서에 관하여 이하에 설명한다. 이 경우, 처리 대상인 3차원 단층상을 2차원 단층상(B 스캔 화상)으로 구성된 합성물이라고 가정한다. 화상 특징 취득부(1321)는 각 2차원 단층상에 대하여 이하의 처리를 행한다. 우선, 화상 특징 취득부(1321)는 대상 2차원 단층상에 대하여 평활화 처리를 행하여, 노이즈 성분을 제거한다. 다음에, 화상 특징 취득부(1321)는 2차원 단층상으로부터 에지 성분을 검출하고, 그 연결성에 의거하여 몇 개의 선분을 층 경계의 후보로서 추출한다. 그리고, 화상 특징 취득부(1321)는 상기 추출한 후보로부터 가장 위의 선분을 내경계막 B1, 위에서 2번째의 선분을 신경 섬유층 경계 B2, 위에서 3번째의 선분을 내망상(inner plexiform) 층 경계 B4로서 추출한다. 또한, 화상 특징 취득부(1321)는 내경계막 B1의 바깥 층측(즉, 도 6a에 있어서, z좌표가 큰 값 측)에 있는 최대의 콘트라스트를 갖는 선분을 시세포 내절 외절 경계 B5로서 추출한다. 한층 더, 화상 특징 취득부(1321)는 상기 층 경계 후보군 중 가장 아래의 선분을 망막 색소 상피 경계 B6로서 추출한다. 또한, 장치는 이들의 선분을 초기값으로서 설정하면서 가변 형상 모델(예를 들면, Snakes나 레벨 세트법)을 적용하여, 더욱 정밀한 추출을 행하도록 구성될 수 있다. 또한, 장치는 그래프 컷법에 따라 각 층의 경계를 추출하도록 구성될 수 있다. 또한, 가변 형상 모델이나 그래프 컷법을 사용한 경계 추출은, 3차원 단층상에 대하여 3차원적으로 적용될 수 있고, 또는 각각의 2차원 단층상에 대하여 2차원적으로 적용될 수 있다. 또한, 층의 경계를 추출하는 방법은, 눈의 단층상으로부터 층의 경계를 추출할 수 있는 방법이면, 어떤 다른 방법이든 괜찮다. 또한, 각 고배율 화상 Dhj로부터의 층 경계 추출은, 광화각 화상 D1과 각 고배율 화상 Dhj 간의 상대 위치와, 광화각 화상 D1로부터 검출된 층 경계 위치에 의거하여 실행될 수 있다. 즉, 각 고배율 화상 Dhj와 관련된 광화각 화상 D1로부터 검출된 각 층의 경계 위치 부근에서 고배율 화상 Dhj에 대하여 대응하는 층의 경계를 검출함으로써 층 경계 추출이 행해질 수 있다.

[0185] 이상 서술한 구성에 의하면, 안과장치(10)는, 다른 촬영 위치에서 촬영된 고배율 보상 광학 OCT 단층상의 합성물을 표시할 때에, 촬영(해석) 대상 영역과 비교해서 화상 합성물 내의 관찰(해석) 불가능 영역의 작은 부분에 근거해서 화상군의 적합도를 판정한다. 상술한 처리를 통해서, 관찰 혹은 해석 대상의 세포군(혹은 조직) 및 그

것의 병변이 복수의 고배율 화상의 취득 위치에 걸쳐져 있을 경우에, 대략 동일한 조건 하에서 관찰 혹은 해석 가능한 화상군을 촬상할 수 있게 된다.

[0186] [화상 합성물을 다른 검사로 촬영(혹은 해석)된 영역과 비교]

[0187] 이하, 제5 예시적인 실시예에 대해서 상세히 설명한다. 본 예시적인 실시예에 따른 안과장치는, 다른 촬영 위치에서 촬영된 고배율 보상 광학 SLO상의 합성물을 표시할 때에, 다른 검사로 촬영(해석)된 영역과 비교했을 경우의 관찰(해석) 불가능한 영역의 작은 부분에 의거하여 화상군의 적합도를 판정하는 것을 특징으로 한다. 구체적으로는, 안과장치는 과거의 검사 일시에 촬영된 화상군  $Dh_{jf}$  ( $f = 1, 2, \dots, n-1$ )와 비교했을 경우의 관찰(해석) 불가능한 영역의 작은 부분에 의거하여 화상군의 적합도를 판정하는 경우에 관하여 이하에 설명한다.

[0188] 본 예시적인 실시예에 따른 안과장치(10)에 접속되는 각 기기의 구성은 제1 예시적인 실시예에서 설명한 것과 비슷하다. 도 14는, 본 예시적인 실시예에 따른 안과장치(10)의 기능 블록을 나타내는 도면이다. 도 14에 나타낸 안과장치(10)는 화상군 판정부(133)가 경시 화상 비교부(1331)를 구비하는 점에서 제1 예시적인 실시예에서 설명한 것과 다르다. 또한, 본 예시적인 실시예에 따른 화상 처리 플로우는 도 5에 나타낸 것과 비슷하다. 스텝 S510, 스텝 S520, 스텝 S530, 스텝 S560, 및 스텝 S570 이외의 각 스텝에서 행해지는 처리는 제1 예시적인 실시예에서 설명한 것과 비슷하다. 따라서, 본 예시적인 실시예에서는, 스텝 S510, 스텝 S520, 스텝 S530, 스텝 S560, 및 스텝 S570에서 행해지는 처리에 대해서 이하에 상세히 설명한다. 이하의 설명에 있어서,  $D_{sjf}$  및  $F_{sf}$ 는 배율, 촬영 위치, 및 검사 일시가 서로 다른 취득한 화상이 복수 있는 경우의 SLO상과 고정 대상 위치를 나타낸다. 즉, 접미사 "s" ( $s=1, 2, \dots, s_{max}$ )는 배율을 나타내는 변수이다. 접미사 "j" ( $j=1, 2, \dots, j_{max}$ )는 촬영 위치 번호를 나타내는 변수이다. 접미사 "f" ( $f=1, 2, \dots, f_{max}$ )는 검사 일시를 나타내는 변수이다. 이 경우에, 변수 "s"가 작을수록 촬영 배율은 더 커진다(화각이 좁아진다). 또한, 변수 "f"가 작을수록, 검사 일시가 더 오래된 것이다. 본 예시적인 실시예에서는, 가장 낮은 배율 화상(즉, 광화각 화상)에 대응하는 촬영 위치 1개만 있으므로 그것의 촬영 위치 번호는 할당되지 않는다.

[0189] <스텝 S510: 화상 취득 패턴 선택>

[0190] 안과장치(10)는 지시 취득부(140)를 통해서, 유저가 선택한 소정의 화상 취득 패턴(예를 들면, 촬영 위치나 화각)에 관한 정보를 취득한다. 본 예시적인 실시예에서는, 안과장치(10)는 황반부의 중심좌에 고정 대상 위치 F2 및 F1을 설정해서 광화각 화상 D2과 도 6h에 나타나 있는 고배율 화상 D1j를 취득한다. 또한, 촬영 위치의 설정 방법은 상술한 예에 한정되지 않는다. 촬영 위치는 임의의 위치로 설정될 수 있다.

[0191] <스텝 S520: 화상 취득>

[0192] 화상 취득부(111)는 스텝 S510에서 지정된 화상 취득 패턴으로 촬영된 동일 피검안의 과거 SLO상  $D_{sjf}$  ( $f=1, 2, \dots, n-1$ )을, 고정 대상 위치  $F_{sf}$  및 SLO상  $D_{sjf}$ 에 대응하는 얼라인먼트 파라미터 값과 함께 전송하도록 데이터 서버(40)에 요구한다. 데이터 서버(40)는, 상기 요구에 대응하는 데이터를 안과장치(10)에 전송한다. 안과장치(10)는, 기억부(120)에 취득한 데이터를 보존한다. 본 예시적인 실시예에서는,  $n$ 은 4로 설정된다( $n=4$ ).

[0193] 다음에, 화상 취득부(111)는 SLO상 촬상장치(20)에 대하여 최신의 검사 화상 및 고정 대상 위치, 즉 SLO상  $D_{sjn}$  및 고정 대상 위치  $F_{sn}$ 의 취득을 요구한다.

[0194] <스텝 S530: 얼라인먼트>

[0195] 얼라인먼트부(131)는, 광화각 화상 D2f ( $f=1, 2, \dots, n$ )에 대한 고배율 화상 D1jf의 얼라인먼트를 판정하고, 광화각 화상 D2f에 대하여 각 고배율 화상 D1jf의 상대 위치를 취득해서, 화상 D1jf로 구성된 화상 합성물을 생성한다. 같은 검사일에 촬영된 고배율 화상 D1jf 사이에 겹침 영역이 있는 경우에, 상기 얼라인먼트부(131)는 겹침 영역의 화상간 유사도를 산출한다. 다음에, 얼라인먼트부(131)는 화상간 유사도가 최대가 되도록 각 고배율 화상 D1jf의 위치를 맞춘다. 또한, 취득한 화상이 배율이 서로 다른 3종류 이상의 화상을 포함하고 있는 경우에는, 얼라인먼트부(131)는 보다 저배율 화상의 얼라인먼트를 우선적으로 행한다. 예를 들면, 취득한 화상이 화상 D3f, 화상 D2kf, 및 화상 D1jf인 경우에, 얼라인먼트부(131)는 우선 화상 D3f와 화상 D2kf 간의 얼라인먼트를 판정한다. 다음에, 얼라인먼트부(131)는 화상 D2kf와 화상 D1jf 간의 얼라인먼트를 판정한다. 한층 더, 얼라인먼트부(131)는 기억부(120)로부터 화상 D1jf를 취득하기 위해서 촬영시에 사용한 고정 대상 위치 F1f를 취득한다. 다음에, 얼라인먼트부(131)는 상기 취득한 위치부위의 상대 거리에 근거해서 화상 D2f와 화상 D1jf와의 얼라인먼트에 있어서의 얼라인먼트 파라미터의 초기 탐색점을 설정한다. 또한, 화상간 유사도를 체크하거나 좌표 변환을 행할 때 어떤 다른 종래 공지된 방법을 임의로 사용할 수 있다. 본 예시적인 실시예에서 사용된 화상간

유사도는 상관 계수이다. 얼라인먼트를 판정하기 위해서 사용된 좌표 변환 방법은 Affine 변환이다.

[0196] 다음에, 얼라인먼트부(131)는 최신의 검사에 있어서의 광화각 화상 D2n과 과거의 검사에 있어서의 광화각 화상 D2f( $f=1, 2, \dots, n-1$ )과의 얼라인먼트를 판정한다. 한층 더, 얼라인먼트부(131)는 고배율 화상 D1jn에 대한 광화각 화상 D2n의 상대 위치와, 광화각 화상 D2n에 대한 광화각 화상 D2f의 상대 위치와, 광화각 화상 D2f에 대한 고배율 화상 D1jf의 상대 위치를 참조하여, 최신 검사의 고배율 화상 D1jn에 대한 과거 검사의 고배율 화상 D1jf의 상대 위치를 취득한다. 또한, 얼라인먼트부(131)는 최신 검사의 고배율 화상군 D1jn과 과거 검사의 고배율 화상군 D1jf와의 얼라인먼트를 직접 판정할 수 있다. 이 경우에, 얼라인먼트부(131)는 기억부(120)로부터 각 화상의 고정 대상 위치를 취득한다. 얼라인먼트부(131)는 이들 고정 대상 위치부터의 상대 위치를 참조해서 최신 검사의 고배율 화상 D1jn과 최신 검사의 광화각 화상 D2n 사이에서 행해지고, 광화각 화상 D2n과 과거 검사의 광화각 화상 D2f 사이에서 행해지며, 광화각 화상 D2f와 과거 검사의 고배율 화상 D1jf 사이에서 행해지는 얼라인먼트에 있어서의 초기 탐색점을 설정한다.

[0197] 어떤 다른 종래의 얼라인먼트 방법을 임의로 사용할 수도 있다. 본 예시적인 실시예에서 사용된 얼라인먼트 방법은, Affine 변환 방법을 사용해서 얼라인먼트를 행하는 대강의(rough) 얼라인먼트를 포함한다. 상세한 얼라인먼트로서 FFD(Free Form Deformation) 방법(즉, 비강체 얼라인먼트 방법의 하나)을 사용해서 얼라인먼트를 행한다. 상술한 얼라인먼트 중 어느 하나의 얼라인먼트에서 사용된 화상간 유사도는 상관계수이며, 물론 이에 한정하지 않고, 어떤 다른 종래 공지된 화상간 유사도를 사용해도 된다. 상술한 처리를 통해서, 최신의 검사 화상(즉, 광화각 화상 D2n 혹은 고배율 화상 D1jn)의 화소와, 과거의 검사 화상(즉, 광화각 화상 D2f 혹은 고배율 화상 D1jf)의 화소를 관련지을 수 있다. 본 발명은 화소값 간의 유사도에 근거하는 얼라인먼트에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 제2 예시적인 실시예와 마찬가지로, 안과장치(10)는 개별 화상 판정부(132)에 화상 특징 취득부(1321)를 포함하도록 구성될 수 있어, 화상 특징 취득부(1321)가 모세혈관 영역을 특정할 수 있고, 상기 특정된 혈관영역에 근거해서 특징 베이스의 얼라인먼트를 행할 수 있다.

[0198] <스텝 S560: 화상군 적합도를 판정하는 처리>

[0199] 화상군 판정부(133)가 다른 검사에서 촬영(혹은 해석)된 영역과 비교했을 경우의 관찰(해석) 불가능한 영역의 작은 부분에 의거하여 화상군의 적합도를 판정한다. 상기 화상군의 적합도가 소정의 기준을 충족시키지 않을 경우에, 지시부(134)가 화상 취득부(111)에 대하여 재촬영을 지시한다. 본 예시적인 실시예에서는, 화상군은 도 6g에 나타나 있는 바와 같이 9개의 겹침 화상으로 구성된다. 좌상 화상에 대해서는 초기에 화상번호 j가 설정되어 있다. 래스터 주사(즉, 지그재그 주사)의 순으로 화상번호 j가 연속해서 증가한다. 화상 합성물(즉, 화상군)의 적합도에 관한 판정 방침, 즉 전체 화상 합성물을 동일 조건 하에서 관찰 가능하게 하기 위한 화상군의 적합도는 아래와 같다.

[0200] 1. 화상 합성물은 어떤 화상 미싱 영역도 포함하지 않는다(즉, 휘도가 불연속적으로 변화하지 않는다).

[0201] 2. 화질이 촬영 위치에 관계없이 안정적이다.

[0202] 이 경우, 화상군의 적합도를 판정하는 대신에, 개별 화상의 적합도에만 근거해서 재촬영의 필요를 판정하면, 화상단위로 관찰해야 할 영역이 취득되었는지 엄밀하게 판정하지 않으면 안 된다. 그 결과, 재촬영이 지시되는 경우가 많아진다. 이 경우, 재촬영이라고 판정되는 경우가 많아지지 않도록 겹침 영역을 넓게 설정할(즉, 촬상 위치 수를 증가시키거나 화각을 넓힐) 필요가 있다. 따라서, 인접하는 화상 간의 단부나 겹침 영역에 있어서의 데이터의 연속성 혹은 보완성을 고려한 적합도 판정을 행함으로써 상술한 조건 1과 2를 충족시키는 고배율 화상군을 보다 효율적으로 취득할 수 있다. 구체적으로는, 본 예시적인 실시예에서는, 인접하는 2화상(예를 들면, 도 6f에 나타난 회색영역) 사이에 혹은 인접하는 4화상(예를 들면, 도 6f에 나타난 흑색 영역) 사이에 중복 영역이 존재한다. 단독의 화상이 화상 미싱 영역을 포함하고 있는 경우에도, 인접하는 화상 사이의 중복 영역으로부터 데이터를 취득할 수 있으면, 화상군이 어떤 화상 미싱 영역도 포함하지 않는다고 판정된다. 따라서, 이하의 순서에 따라 화상군의 적합도를 판정한다.

[0203] 상기 순서는 (1) 스텝 S540에서 생성된 개별 화상으로 구성된 매트릭스형 합성물을, 스텝 S530에서 취득한 얼라인먼트 파라미터에 따라 형성하는 것을 포함한다.

[0204] 경시 화상 비교부(1331)는, 상술한 처리 (1)에서 생성한 화상 합성물과 과거의 검사에서 생성한 화상 합성물과의 비교에 근거해 화상 미싱 영역의 유무를 조사한다.

[0205] 구체적으로는, 경시 화상 비교부(1331)는 과거 검사의 화상군 D1jf의 합성물, 즉 화상군 D1jf의 논리합 영역( $\vee$

$jD1jf$ 에 적용된 논리적(logical product)  $(\wedge (\vee_j D1jf))$ 을, 경시 비교 대상 영역으로서 지정한다. 본 예시적인 실시예에서는, 경시 비교 대상 (다른 검사)의 화상군이 3개 있다. 그러므로, 각 검사의 화상군  $D1jf$ 의 합성물, 즉 논리합 영역  $\vee_j D1jf$ 에 적용된 논리적  $((\vee_j D1j1) \wedge (\vee_j D1j2) \wedge (\vee_j D1j3))$ 을 경시 비교 대상 영역으로서 지정했을 경우의 화상 미싱 영역의 유무를 조사한다. 그렇지만, 비교 대상 영역의 설정 방법은 상술한 예에 한정되지 않고, 어떤 다른 임의의 설정방법을 사용할 수 있다.

[0206] 상기 순서는 (3) 만약 화상 미싱 영역이 없으면 즉시 화상 합성물의 형성을 완료하는 것과, (4) 화상 미싱 영역이 있는 경우에는 각 화상 미싱 영역의 위치를 식별하고, 화상 미싱 영역이 속하는 화상의 번호 리스트를 취득하는 것을 더 포함한다.

[0207] 예를 들면, 도 6g에 나타난 예에 의하면, 도 6h에 나타난 과거 검사에서의 화상 합성물의 논리적(logical product) 영역  $((\vee_j D1j1) \wedge (\vee_j D1j2) \wedge (\vee_j D1j3))$ 과의 비교로부터 분명한 것처럼, 고배율 화상  $Dh6$ 과 고배율 화상  $Dh9$ 의 각각은 화상 미싱 영역을 포함한다. 따라서, 경시 화상 비교부(1331)는 화상 미싱 영역을 갖는 화상의 번호 리스트 (6과 9)를 취득한다.

[0208] 상기 순서는 (5) 화상군의 적합도를 이하의 식에 따라 산출하는 것을 더 포함한다.

[0209] 식:

[0210]  $(\text{합성 화상의 총수} - \text{화상 미싱 영역을 갖는 화상의 수}) / (\text{합성 화상의 총수})$

[0211] 화상군의 적합도는 상술한 예에 한정되지 않는다. 화상군의 적합도를 판정할 수 있는 것이면 어떤 다른 임의의 지표를 사용해도 된다. 예를 들면, 화상군의 적합도를 이하의 식에 따라 산출할 수 있다.

[0212] 식:

[0213]  $(\text{처리(1)에서 생성된 화상 합성물의 면적} - \text{화상 미싱 영역의 면적}) / (\text{처리(1)에서 생성된 화상 합성물의 면적})$

[0214] 또한, 본 예시적인 실시예에서는, 화상군(예를 들면, 정지 화상군 및 동화상군)의 적합도를 판정할 때 상기의 조건 1~2를 참조한다. 그렇지만, 본 발명은 상술한 예에 한정되지 않는다. 예를 들면, 화상군의 적합도를 판정할 때 화상 합성물의 화질을 참조할 수 있다. 최근에 검사된 화상 합성물의 화질이 과거 검사된 화상 합성물의 화질의 최저값 이상인 경우에, 경시 화상 비교부(1331)는 최근에 검사된 화상 합성물의 화질이 화상군의 적합도 기준을 충족시킨다고 판정할 수 있다.

[0215] <스텝 S570: 표시>

[0216] 화상 처리부(130)가 화상군의 형성 처리를 행한다. 표시 제어부(135)는, 형성된 화상군(즉, 화상 합성물)을 모니터(305)에 표시시킨다.

[0217] 구체적으로는, 이하의 순서에 따라 화상 처리부(130)는 화상군의 형성 처리를 행한다.

[0218] 상기 순서는 (6) 개별 화상의 형성 처리를 통해서 취득된 겹침 화상군 중에서, 겹쳐진 프레임의 수가 가장 적은 겹침 화상을 협력하여 구성하는 겹침 프레임의 수를 나타내는 값  $ANmin$ 을 취득하는 것을 더 포함한다. 또한, 상기 순서는 값  $ANmin$ 을 화상 합성물을 구성하는 화상의 수로서 설정하고 각 촬영 위치에서 겹치는 프레임의 수를  $ANmin$ 로 변경해서 겹침 화상을 생성하는 것을 포함한다. 이 경우에, 화상 처리부(130)는 프레임군의 선두로부터, 스텝 S540의 휘도값에 관한 기준(a)을 충족시킬 수 있는 프레임을  $ANmin$ 장 선택하는 것을 개시하고 선택된 프레임에 근거해서 겹침 화상을 생성한다. 프레임의 선택 방법은 상술한 예에 한정되지 않고, 어떤 다른 임의의 선택 방법을 사용해도 된다.

[0219] 상기 순서는 (7) 상술한 처리(6)에서 생성된 겹침 화상을 사용해서 화상 합성물을 생성하는 것을 더 포함한다.

[0220] (도 6h는 어떤 화상 미싱 영역도 포함하지 않는, 재촬영 처리의 결과를 나타낸다. 취득된 화상 합성물은 화상 합성물을 협력해서 구성하는 겹침 화상의 매수에 대하여 동일하게 유지된다.)

[0221] 본 예시적인 실시예에서는, 모니터(305)에의 고배율 화상 표시는 모든 화상의 취득을 완료한 후에 행해진다. 그렇지만, 본 발명은 상술한 예에 한정되지 않는다. 예를 들면, 각 개별 화상의 적합도를 판정한 후에, 표시 제어부(135)는 상기 판정 결과 및/혹은 형성된 화상을 모니터(305)에 표시시킴으로써, 촬영 결과를 순차 확인할 수 있다. 이 경우, 적합도가 낮고 재촬영 처리가 필요하다고 판정된 화상이 있는 경우에, 표시 제어부(135)는 모니터(305)에 임의의 식별가능한 표시(예를 들면, 대응하는 촬영영역 혹은 그 프레임에 색을 제공한다)를 행하게

할 수 있다.

- [0222] 또한, 본 예시적인 실시예에서는, 화상군의 적합도의 판정에 의거하여 형성되는 화상 합성물은 정지화상(즉, 겹침 화상)의 합성물이다. 그렇지만, 본 발명은 상술한 예에 한정되지 않는다. 예를 들면, 인접하는 동화상 사이의 단부나 겹침 영역에 있어서의 데이터의 보완성을 고려한 적합도 판정을 행한 후에, 도 6j에 나타나 있는 바와 같이 동화상 합성물을 표시해도 된다.
- [0223] 동화상의 합성물을 표시하는 기본적인 처리는 정지화상의 합성물을 표시하는 경우와 같지만, 이하의 점이 다르다. 즉, 화상군 형성 처리는 (i) 도 2b에 나타난 안과장치(10)와 시상(time-phase) 데이터 취득장치(50)를 접속하는 것을 포함한다. 시상 데이터 취득장치(50)는 미리 동화상과 시상 데이터를 동시에 취득한다. 예를 들면, 시상 데이터는, 맥파계(pulse wave detector)에 의해 취득된 생체 신호 데이터다. 시상 데이터를 참조함으로써 각 동화상의 심장 주기, 즉 재생 주기를 취득할 수 있다. 이 경우에, 시상 데이터 취득장치(50)는 동화상에 대하여 프레임 보간 처리를 행하여 동화상 사이(즉, 촬영 위치 사이 및/또는 검사 사이)의 재생 주기의 차이를 제거한다.
- [0224] 화상군 형성 처리는 (ii) 각 촬영 위치마다의 화상 형성 처리에 있어서 어떤 휘도 이상(abnormal) 프레임도 포함하지 않는 최상의 연속한 프레임 구간을 선택하는 것을 더 포함한다.
- [0225] 화상군 형성 처리는 (iii) 화상군의 적합도 판정 처리에 있어서, 이하의 방침에 따라 적합도 판정 처리를 행하는 것을 더 포함한다.
- [0226] 1. 화상 합성물은 화상 미싱 영역을 포함하지 않는다.
- [0227] 2. 재생 프레임 수(박동 주기)가 각 촬영 위치에서 대략 동일하다.
- [0228] 3. 재생 프레임 수(박동 주기)가 각 검사에서 대략 동일하다.
- [0229] (iv) 화상군 화상 형성 처리의 상술한 처리(6)에 있어서 선택되는 프레임은, 연속한 프레임 구간의 프레임이다.
- [0230] 상술한 처리를 통해서, 동화상의 합성물의 표시에 있어서 화상 미싱 영역을 제거할 수 있게 된다. 또, 재생 프레임 수가 동일한 연속한 프레임으로 구성된 동화상 합성물을 형성할 수 있게 된다. 또한, 어떤 시상 데이터도 취득되지 않은 경우에는, 재생 시각을 조정하지 않고 동화상의 합성물을 표시할 수 있다.
- [0231] 상술한 구성에 의하면, 안과장치(10)는, 다른 촬영 위치에서 촬영된 고배율 보상 광학 SLO상의 합성물을 표시할 때에 다른 검사로 촬영(해석)된 영역과 비교했을 경우의 관찰(해석) 불가능한 영역의 작은 부분(smallness)에 의거하여 화상군의 적합도를 판정한다. 상술한 처리를 통해서, 관찰 혹은 해석 대상의 세포군(혹은 조직), 및 그것의 병변이 복수의 고배율 화상의 취득 위치에 걸쳐져 있는 경우에, 대략 동일한 조건 하에서 관찰 혹은 해석 가능한 화상군을 촬상할 수 있게 된다.
- [0232] [기타의 예시적인 실시예]
- [0233] 상술한 예시적인 실시예에서는, 안과장치(10)는 화상군의 적합도에 의거하여 재촬영 처리를 행할 필요와 다음 화상의 촬영 조건에 대하여 자동으로 지시를 한다. 그렇지만, 본 발명은 상술한 예시적인 실시예에 한정되지 않는다.
- [0234] 예를 들면, 안과장치(10)는 유저가 지시 취득부(140)를 통해서 재촬영 처리를 필요로 하는 화상을 지정할 수 있게 구성될 수 있다. 이 경우에, 재촬영 필요 지시부(1341)는 화상 취득부(111)에 대하여 재촬영 처리를 행하도록 지시한다. 또, 예를 들면, 안과장치(10)는 유저가 다음 촬영 대상 화상의 위치를 지시 취득부(140)를 통해서 지정할 수 있게 구성될 수 있다. 이 경우에, 촬영 조건 지시부(1342)는 화상 취득부(111)에 대하여 다음 화상의 촬영 조건을 설정하도록 지시한다. 이 경우, 표시 제어부(135)는 재촬영 처리가 필요한 화상에 식별가능한 마크(예를 들면, 색 프레임)가 놓여 모니터(305)에 표시된다. 또한, 피검안의 특성(예를 들면, 중간 투광체의 혼탁)에 의해 데이터를 취득할 수 없는 특정 촬영 위치가 있는 경우에는, 유저가 수동으로 재촬영 위치 혹은 촬상하지 않는 위치를 지정할 수 있어, 지정된 위치는 화상군의 적합도 판정 처리나 재촬영 필요 판정 처리에서 제외될 수 있고, 또는 다음 화상 촬영 조건 설정 대상으로서 지정되는 것이 방지될 수 있다.
- [0235] 상술한 예시적인 실시예는 단일의 화상군에 근거해서 적합도를 판정하는 것을 특징으로 한다. 그렇지만, 본 발명의 예시적인 실시예는 상술한 예에 한정되지 않는다. 예를 들면, 도 15a 및 15b에 나타나 있는 바와 같이 1회의 검사로 복수의 화상군을 촬상하는 경우에는, 안과장치(10)는 상술한 예시적인 실시예와 같이, 각 화상군에 대한 화상군 적합도를 판정해서 재촬영 처리의 필요에 대하여 지시를 하거나 다음 화상의 촬영 조건에 대하여

지시를 할 수 있다. 그 후에, 안과장치(10)는 화상군 간의 적합도를 판정해서 상기 화상군 간의 적합도에 의거하여 재촬영 처리의 필요에 대하여 지시를 하거나 다음 화상의 촬영 조건에 대하여 지시를 할 수 있다.

[0236] 도 15a는 보상 광학 SLO상으로 구성된 저배율 화상 합성물과 보상 광학 SLO상으로 구성된 고배율 화상 합성물을 나타낸다. 이 경우에, 우선, 안과장치(10)는 저배율 화상 합성물 및 고배율 화상 합성물마다 화상군의 적합도를 판정한다. 그 다음에, 안과장치(10)는 화상 합성물마다 재촬영 처리를 행할 필요를 지시한다. 또, 안과장치(10)는 다른 배율 사이에서의 적합도(예를 들면, 저배율 화상 D2k군의 촬영 영역으로부터 돌출되지 않는 고배율 화상 D1j군의 논리합 영역의 면적)/(고배율 화상 D1j군 전체의 논리합 영역의 면적)를 판정한다. 다음에, 안과장치(10)는 상기 판정된 적합도에 의거하여 재촬영 처리를 행할 필요를 지시한다.

[0237] 도 15b는 복수의 화상군 MnDhj으로 구성된 다배치형(multi-configuration type) 화상 합성물을 나타낸다. 이 경우에, 상술한 예시적인 실시예와 같이, 안과장치(10)는 우선 각 화상군의 적합도를 판정한 후에 재촬영 처리의 필요 혹은 다음 화상의 촬영 조건에 대하여 지시를 한다. 그 다음에, 안과장치(10)는 화상군 간의 적합도(예를 들면, 인접하는 화상군 간의 적합도)를 판정하고, 상기 판정된 화상군 간의 적합도에 의거하여 재촬영 처리의 필요 혹은 다음 화상의 촬영 조건에 대하여 지시를 한다. 예를 들면, 화상군 간의 적합도는, 평균 휘도에 대한 화상군 간의 유사도나 S/N비를 참조하여 정의될 수 있다. 또한, 다배치형 화상 합성물을 구성할 때에는, 인접하는 화상군 사이에 겹침 영역이 형성되어 있는 경우에도, 인접하는 화상군 간의 거리를 임의로 판정하는 것도 가능하다. 또한, 각 화상군의 크기(예를 들면, 화상군을 구성하는 화상의 취득 위치 수)를 임의로 판정하는 것도 가능하다.

[0238] 도 15c는 배율이 서로 다른 복수의 화상군을 포함하는 또 다른 다배치형 화상 합성물을 나타낸다. 예시한 예에 의하면, 본 발명은 비록 안과장치(10)가 다른 배율 화상군 간의 적합도의 판정을 우선적으로 처리하거나 다른 취득 위치에서의 화상군 간의 적합도의 판정을 우선적으로 처리해도 되지만 어떤 경우에도 적용가능하다.

[0239] 또한, 상술한 예시적인 실시예에서는, 얼라인먼트 대상 화상은 SLO상이나 눈의 단층상을 포함한다. 그렇지만, 본 발명은 상술한 예에 한정되지 않는다. 예를 들면, 광화각 화상 D1은 안저 카메라 화상일 수 있고, 고배율 화상 Dh는 보상 광학 안저 카메라 화상일 수 있다. 또한, 모달리티(modality)가 서로 다른 화상들을 적절히 결합하는 것이 가능하다. 예를 들면, 광화각 화상 D1은 광화각 SLO상이고, 고배율 화상 Dh는 보상 광학 단층상의 투영상일 수 있다. 또, 광화각 화상 D1이 보상 광학 단층상인 경우에는, 고배율 화상 Dh는 보상 광학 SLO상일 수 있다. 또, 보상 광학 SLO상 촬영장치(20)와 단층상 촬영장치(60)는 복합기와 통합되어, 안과장치(10)에 직접 접속될 수 있다.

[0240] 또, 상술한 예시적인 실시예에서 설명한 것처럼, 본 발명은 안과장치로서 실현될 수 있다. 그렇지만, 본 발명은 안과장치에 한정되지 않는다. 예를 들면, 본 발명은 컴퓨터의 CPU에 의해 실행될 수 있는 소프트웨어 프로그램을 포함한다. 또, 본 발명은 상술한 소프트웨어 프로그램을 기억하는 기억매체도 포함한다.

[0241] 이 경우에, 촬영 조건을 결정하는 때는, 복수의 화상의 단부와 겹침 영역 중 적어도 하나를 이용하는 것이 바람직하다. 안과장치는 화상 합성물을 구성하는 각 화상에 비해서 광화각을 갖는 광화각 화상과 화상 합성물을 비교하도록 구성된 비교 유닛(예를 들면, 도 1에 나타난 화상군 판정부(133))를 구비하는 것이 바람직하다. 이 경우에, 판정 유닛은, 비교 유닛에 의해 취득된 비교 결과에 의거하여 연속성을 나타내는 값을 판정할 수 있다. 또한, 안과장치는 결정된 촬영 조건에 의거하여 눈의 다른 위치에서 촬영된 복수의 화상으로 구성된 화상 합성물을 및/또는 결정된 촬영 조건을 표시 유닛에 표시시키도록 구성된 표시 제어 유닛(예를 들면, 도 1에 나타난 표시 제어부(135))을 구비하는 것이 바람직하다. 또한, 화상 합성물로부터 혈관을 자동으로 (혹은 수동 지시에 응답해서 반자동으로) 추출하고, 추출된 혈관에 있어서의 혈구의 이동 속도를 측정하는 것이 바람직하다. 또한, 또 다른 예로서는, 표시 제어부는 표시 유닛에 복수의 화상을 나란히 표시시키거나 화상의 각각을 선택적으로 표시시킬 수 있다.

[0242] [기타의 예시적인 실시예]

[0243] 본 발명은, 이하의 처리를 실행함으로써 실현될 수 있다. 다시 말해, 이 처리는 전술한 예시적인 실시예의 기능을 실현할 수 있는 소프트웨어 프로그램을, 네트워크 또는 각종 기억매체를 통해서 시스템 또는 장치에 공급하고, 그 시스템 또는 장치의 컴퓨터(또는 CPU나 MPU)가 프로그램을 판독해서 실행하는 것을 포함한다.

[0244] 그 밖의 실시예

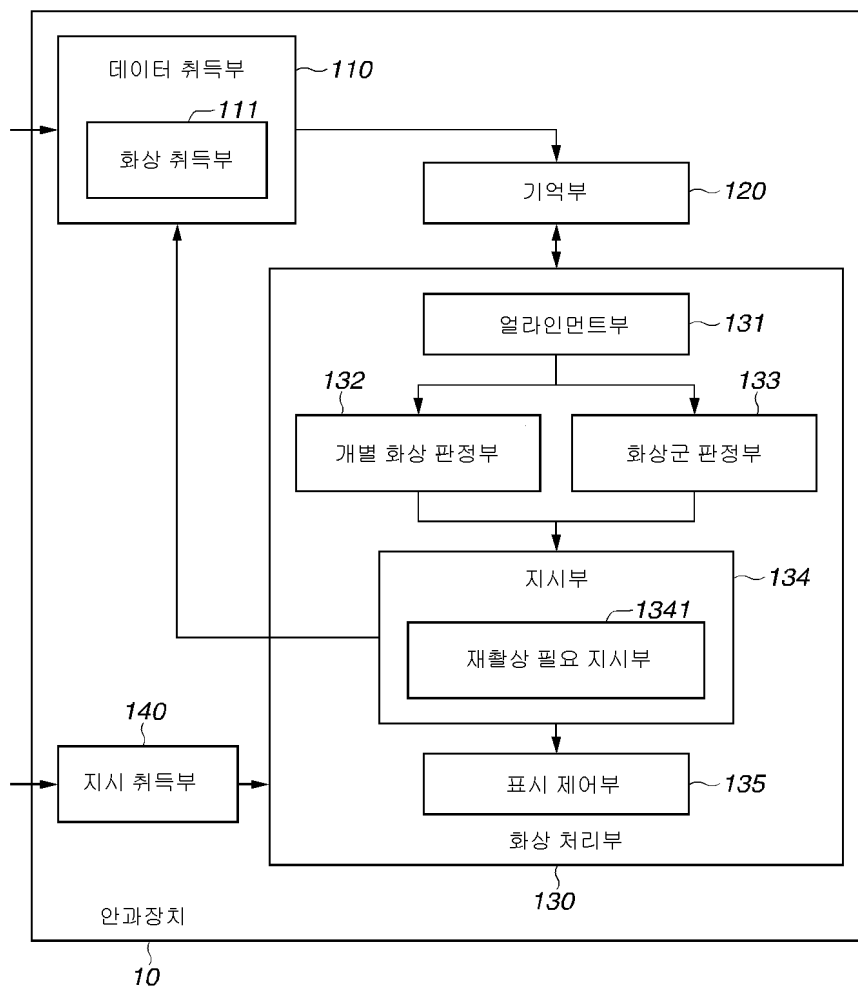
[0245] 본 발명의 추가 실시예(들)는, 상술한 실시 예(들) 중의 하나 또는 그 이상의 기능을 행하도록 기억매체(예를 들면, '비일시 컴퓨터 판독가능한 기억매체') 상에 기록된 컴퓨터 실행가능한 명령들(예를 들면, 1개 이상의 프

로그래밍)을 관독 및 실행하고, 상술한 실시 예(들) 중의 하나 또는 그 이상의 기능을 수행하는 1개 이상의 회로 (예를 들면, ASIC(Application Specific Integrated Circuit))를 포함하는 시스템 또는 장치의 컴퓨터에 의해서 실현될 수 있고, 또 예를 들면, 상술한 실시예(들) 중의 하나 또는 그 이상의 기능을 행하도록 기억매체로부터 컴퓨터 실행가능한 명령들을 관독 및 실행함으로써 및/또는 상술한 실시 예(들) 중의 하나 또는 그 이상의 기능을 수행하는 1개 이상의 회로를 제어함으로써 시스템 또는 장치의 컴퓨터에 의해 행해진 방법에 의해서도 실현될 수 있다. 이 컴퓨터는 CPU(Central Processing Unit), MPU(Micro Processing Unit), 또는 다른 회로 중 하나 또는 그 이상을 구비할 수도 있고, 독립된 컴퓨터 또는 독립된 컴퓨터 프로세서의 네트워크를 포함할 수도 있다. 이 컴퓨터 실행가능한 명령들은 예를 들면, 네트워크 또는 기억매체로부터 컴퓨터에 제공될 수도 있다. 이 기억매체는 예를 들면, 하드 디스크, RAM(random-access memory), ROM(read only memory), 분산 컴퓨팅 시스템의 스토리지, 광디스크(컴팩트 디스크(CD), DVD(digital versatile disc), Blue-ray Disc(BD)<sup>TM</sup> 등), 플래시 메모리 디바이스, 메모리 카드 중 어느 하나 또는 그 이상을 포함할 수도 있다.

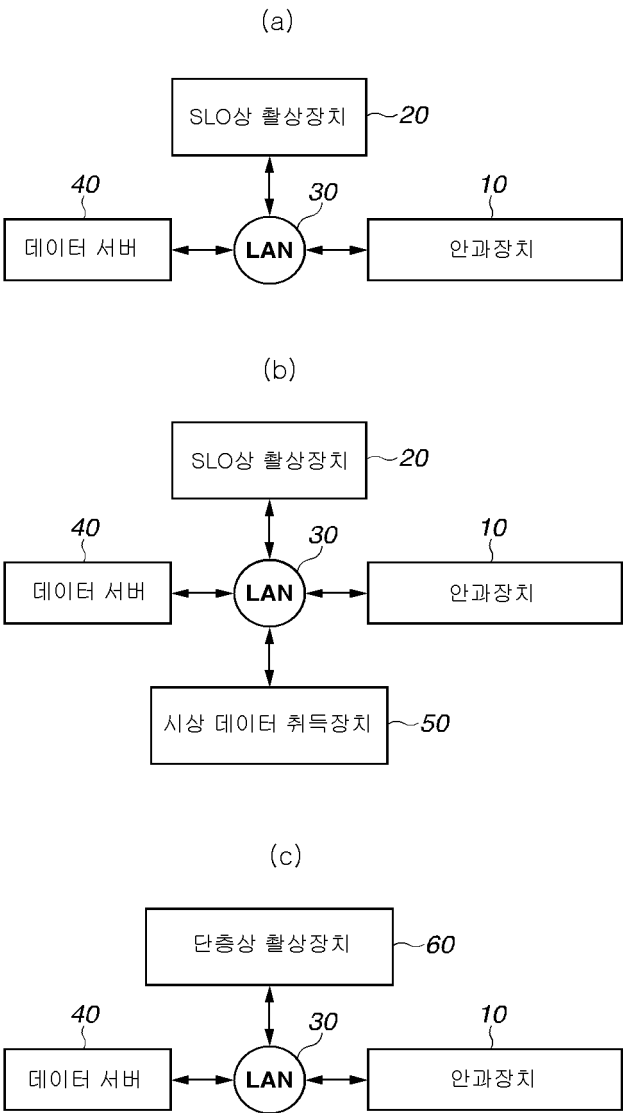
[0246] 본 발명은 예시적인 실시 예를 참조하면서 설명되었지만, 본 발명은 이 개시된 예시적인 실시 예에 한정되는 것이 아니라는 것이 이해될 것이다. 이하의 특허청구범위의 범주는 모든 변형 및 균등구조 및 기능을 포함하도록 가장 넓게 해석되어야 할 것이다.

## 도면

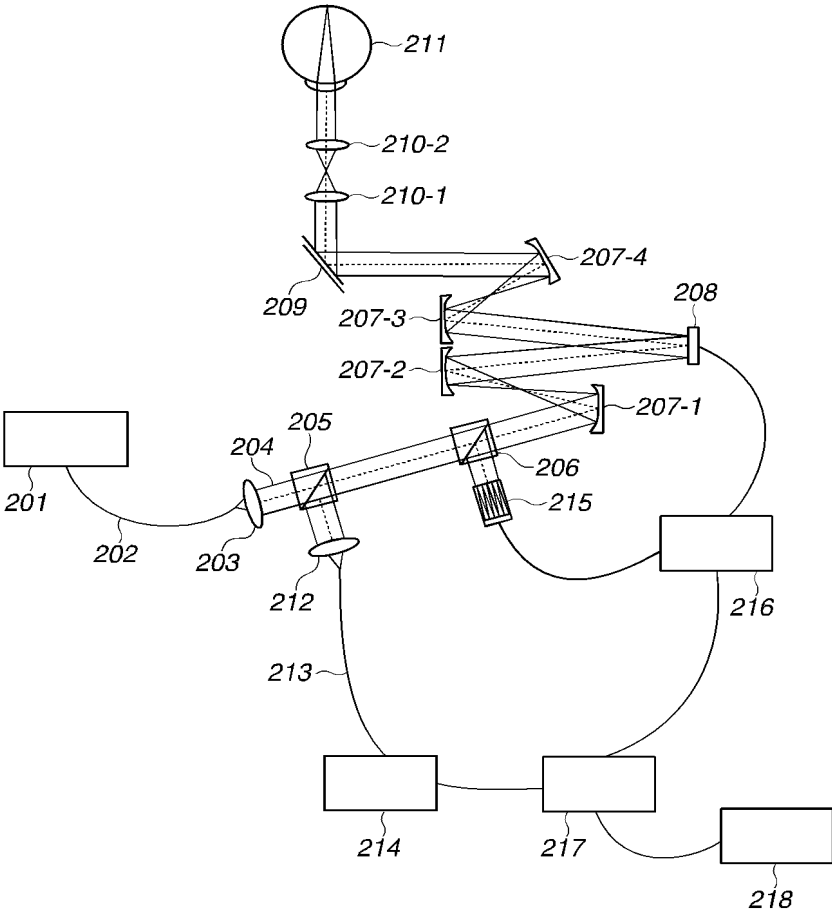
### 도면1



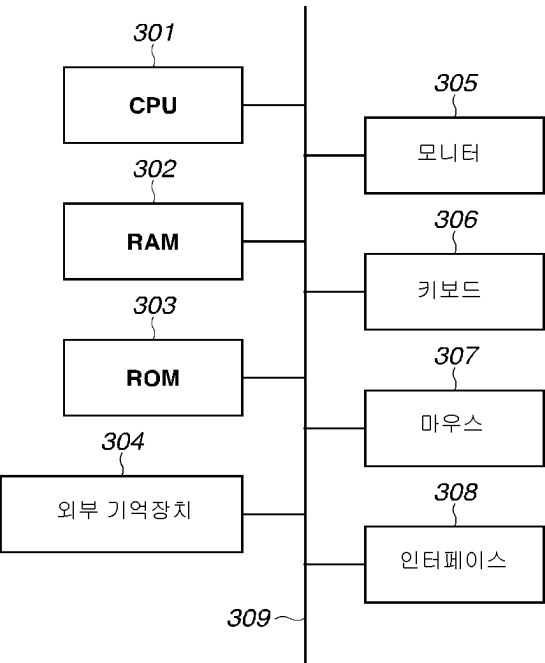
도면2



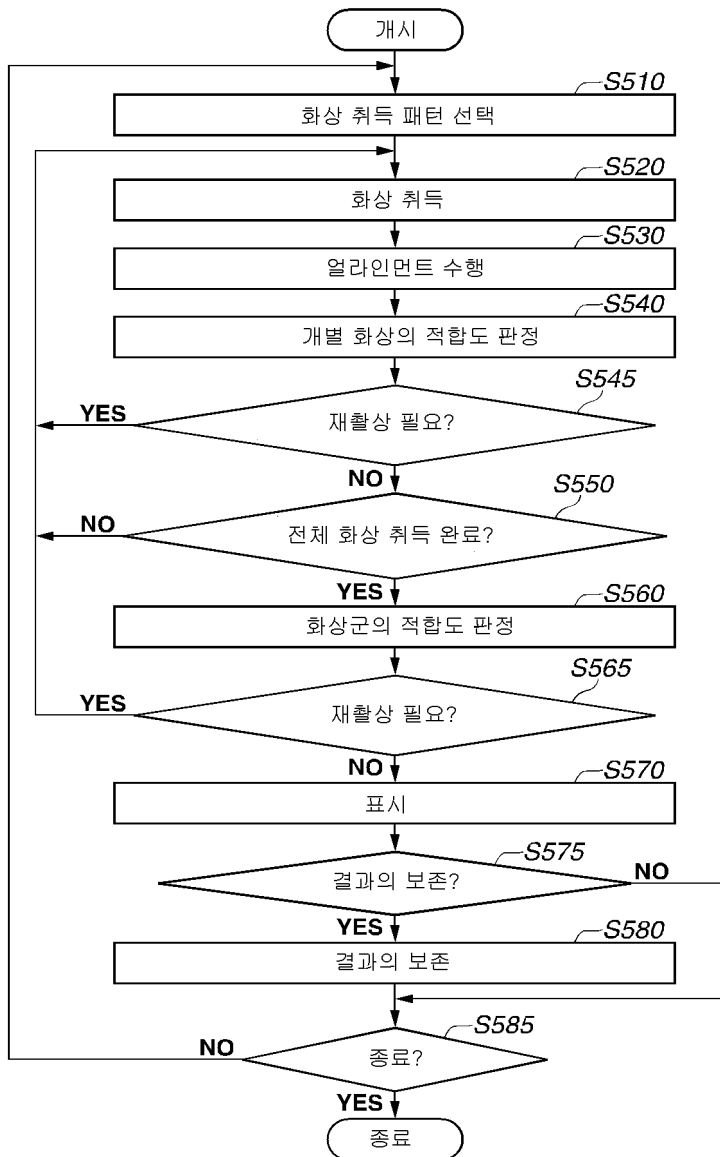
도면3



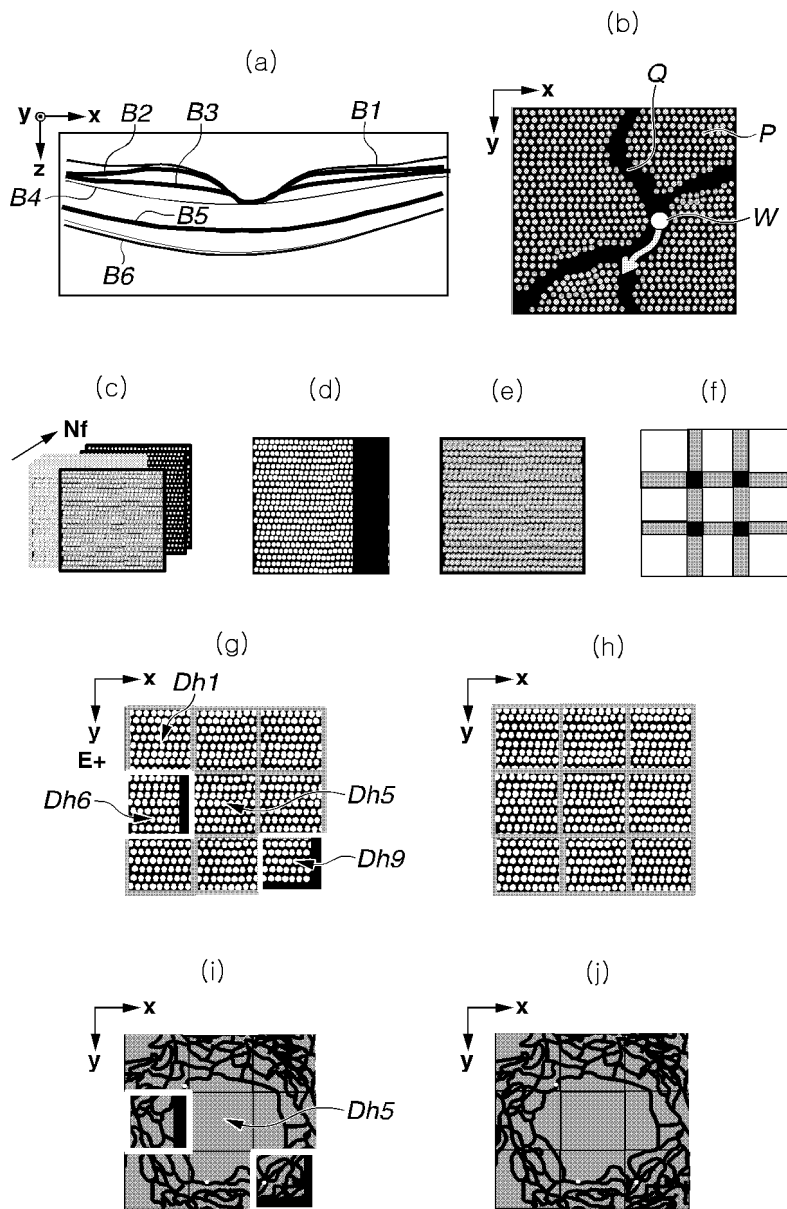
도면4



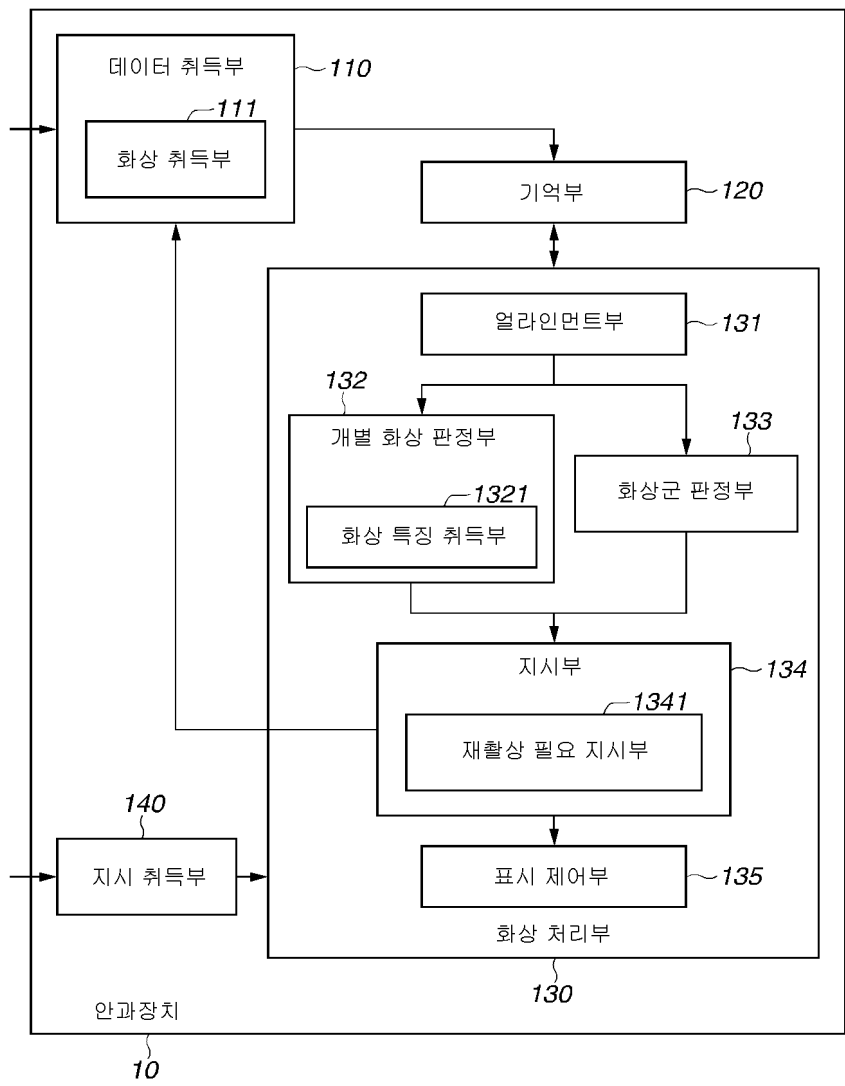
도면5



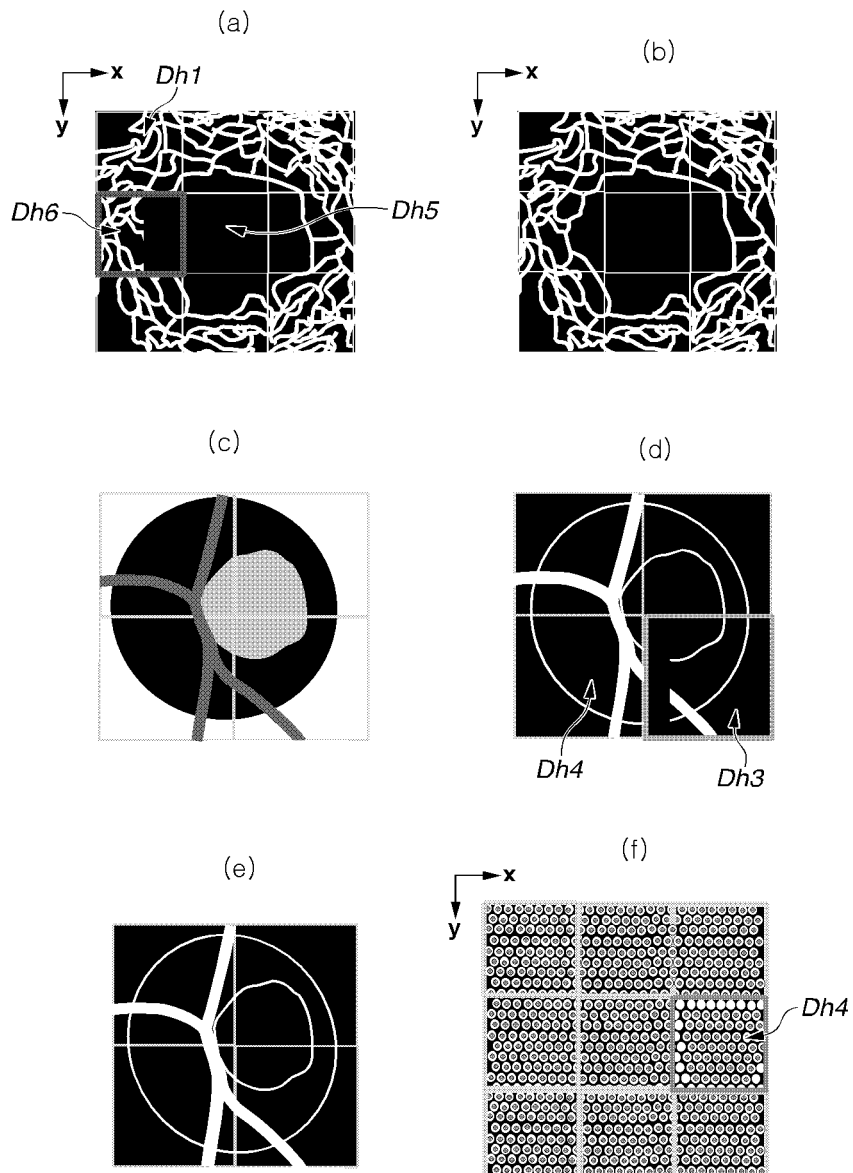
도면6



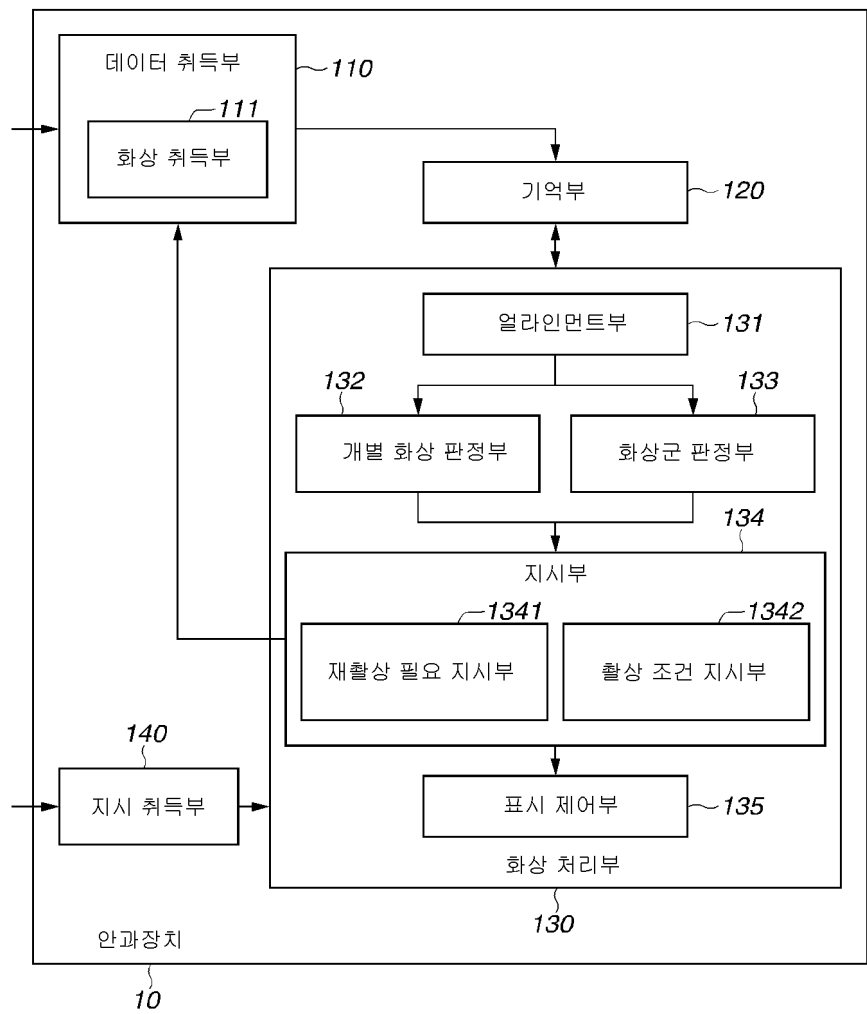
도면7



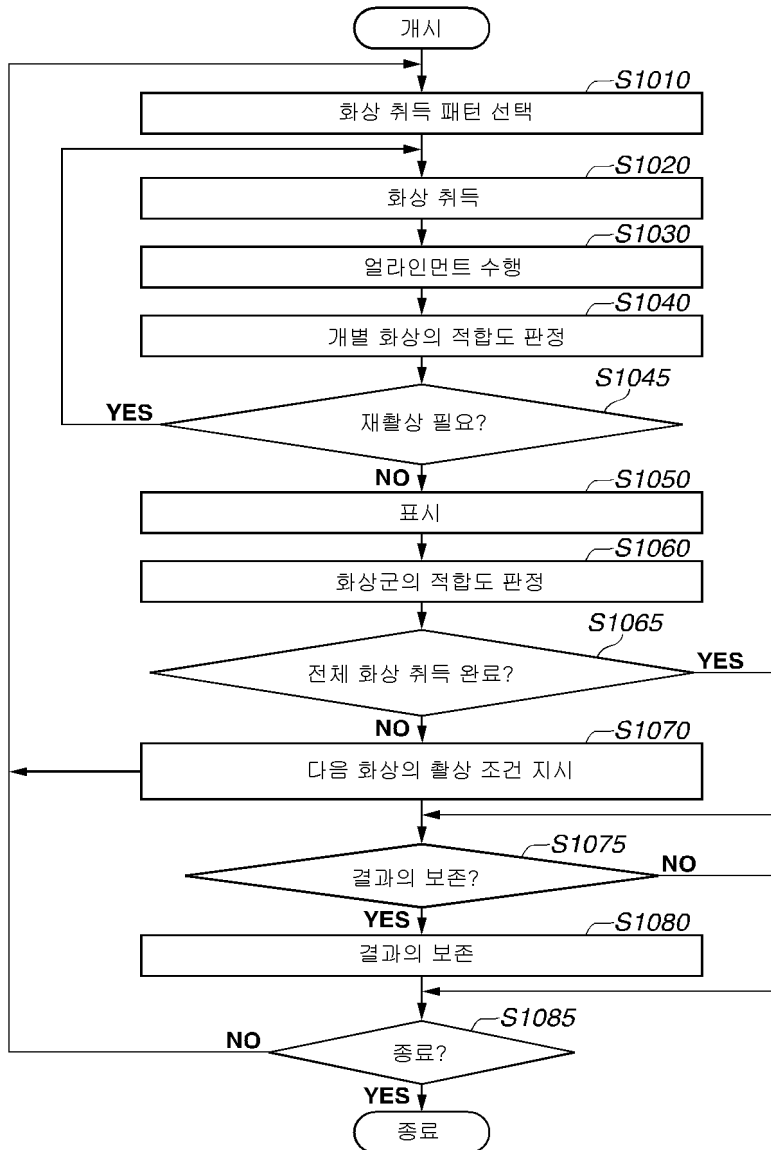
도면8



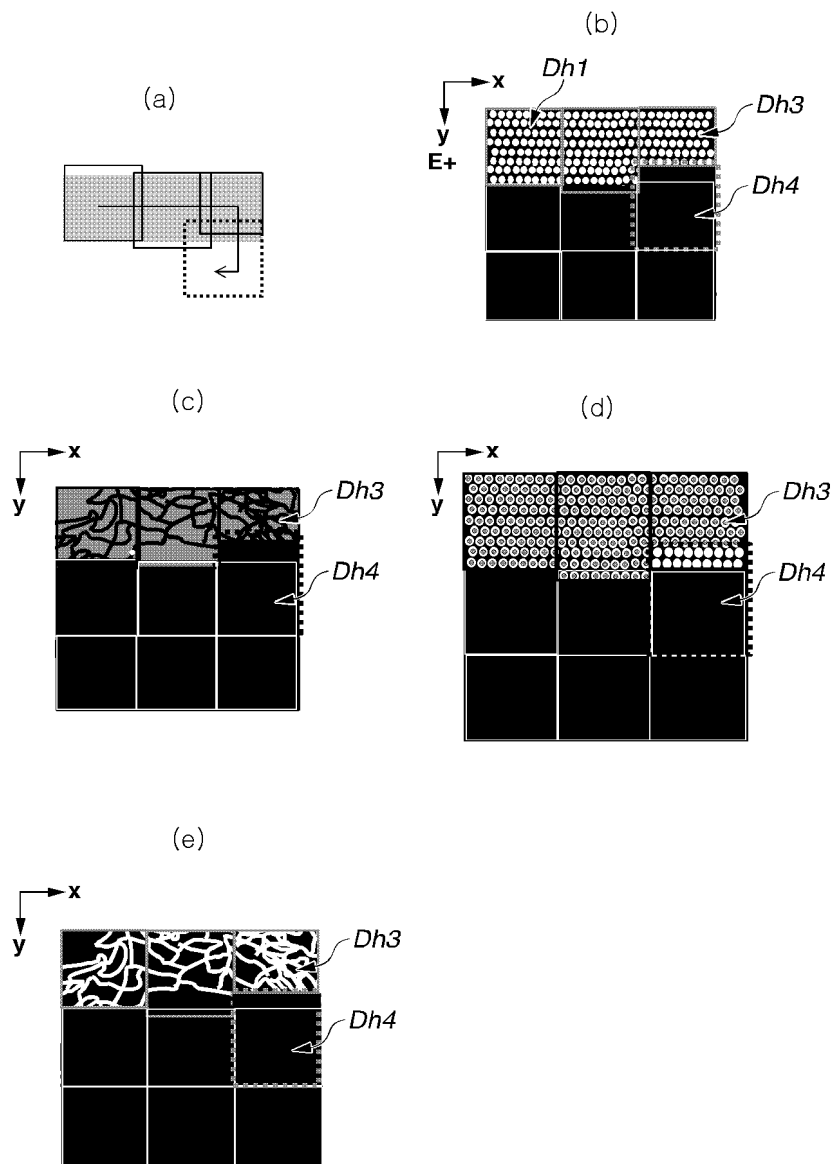
도면9



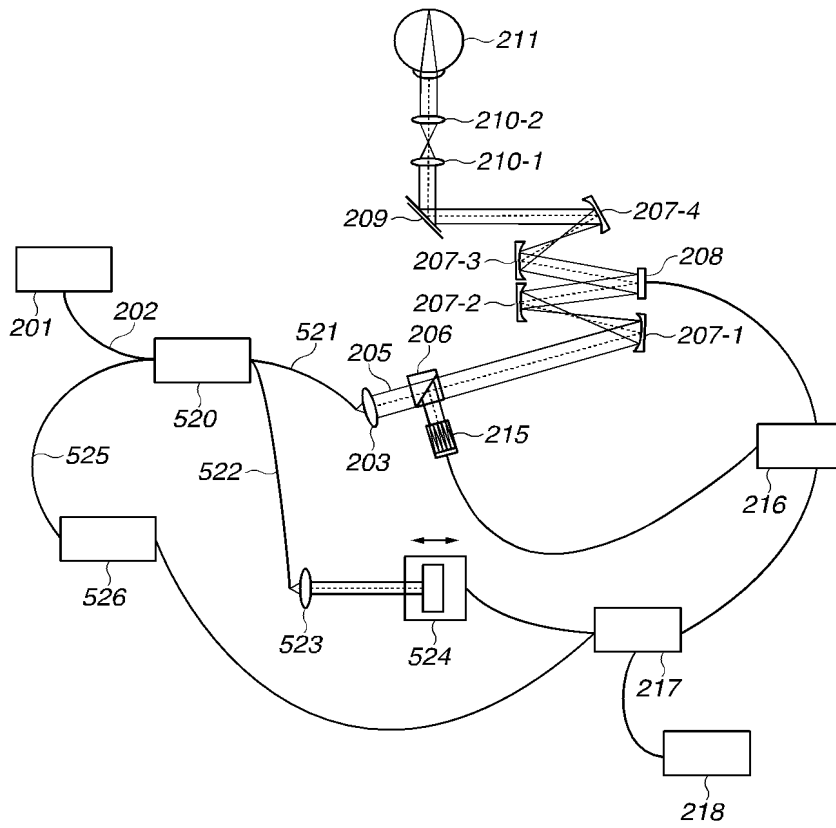
도면10



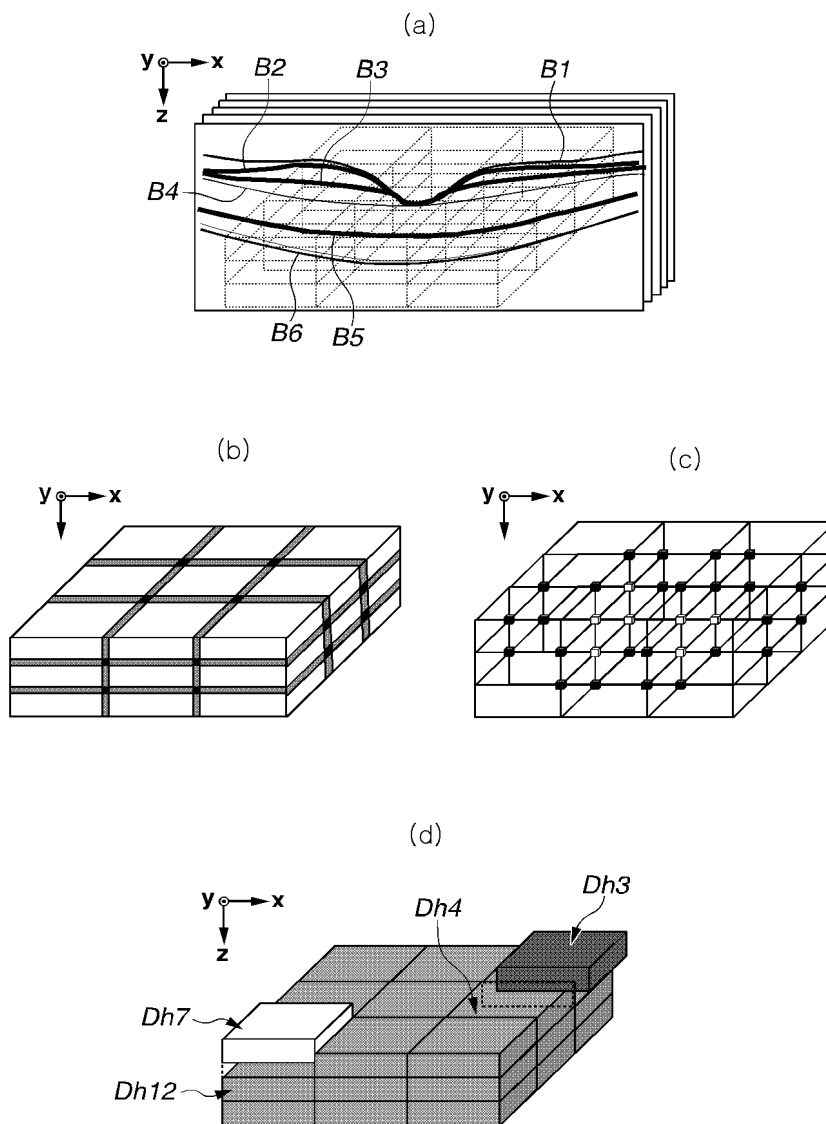
도면11



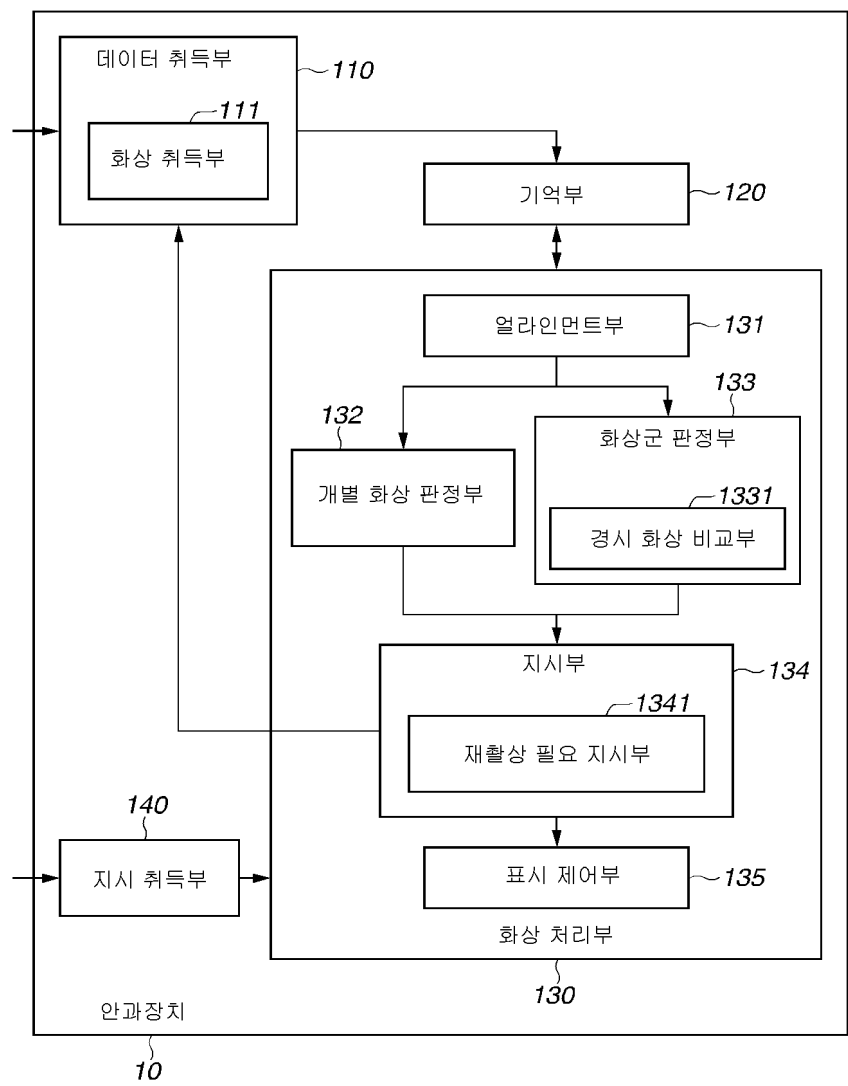
도면12



도면13



도면14



도면15

