



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년10월13일

(11) 등록번호 10-1449791

(24) 등록일자 2014년10월02일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 1/00 (2006.01) **G01B 9/02** (2006.01)
A61B 3/12 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2011-0120731
- (22) 출원일자 2011년11월18일
 심사청구일자 2012년11월19일
- (65) 공개번호 10-2012-0057525
- (43) 공개일자 2012년06월05일
- (30) 우선권주장
 JP-P-2010-264294 2010년11월26일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP2009066015 A*

JP2009507537 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 21 항

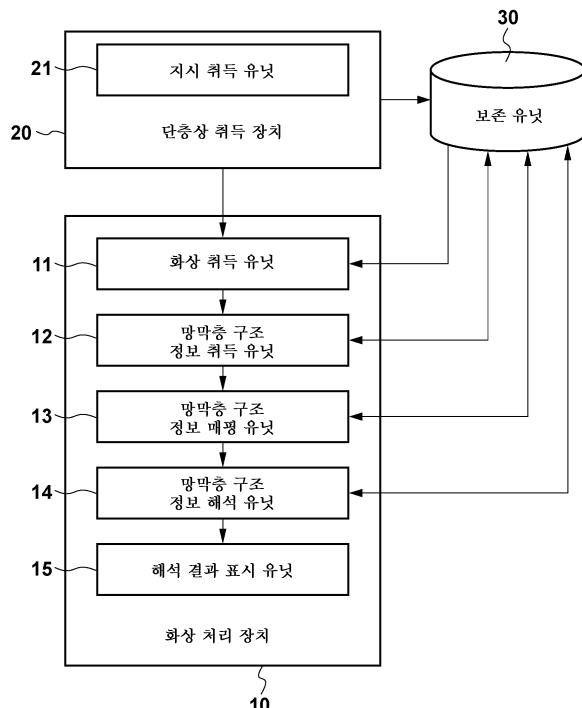
심사관 : 박상철

(54) 발명의 명칭 화상 처리 장치 및 방법

(57) 요 약

망막의 두께 방향에 따른 단면에 직교하는 방향에 따라 상기 단면을 각각 포함하는 복수의 단층상을 취득함으로써 얻어진 복수의 단층상을 처리하는 화상 처리 장치는, 상기 두께 방향에 따른 단층상의 각 선의 화상 정보로부터 망막 내의 층 구조를 검출하고, 각 선에 대해 검출된 층 구조에 기초하여, 각 선에 구조 정보를 첨부한다. 화상 처리 장치는 상기 복수의 단층상의 각 선의 구조 정보를 상기 두께 방향에 직교하는 평면에 매핑함으로써 상기 구조 정보에 기초하여 2차원 화상을 생성한다.

대 표 도 - 도1



10

특허청구의 범위

청구항 1

망막의 두께 방향을 따른 복수의 단층상(tomogram)을 처리하는 화상 처리 장치이며, 상기 복수의 단층상으로부터 미리 정해진 층을 검출하기 위한 검출 수단; 위조상(artifact)이 존재한다는 것을 나타내는 속성을 상기 미리 정해진 층의 일부 영역에 첨부하기 위한 첨부 수단; 및 상기 망막의 두께 방향과 교차하는 평면으로서, 상기 위조상이 존재한다는 것을 나타내는 속성이 첨부된 상기 일부 영역이 매핑되는 평면을 포함하는 2차원 화상을 생성하기 위한 생성 수단을 포함하는, 화상 처리 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 검출 수단은, 상기 두께 방향을 따른 단층상의 선의 화상 정보에 기초하여, 망막 내의 상기 미리 정해진 층의 경계 위치를 검출하고, 상기 첨부 수단은, 상기 검출 수단이 상기 미리 정해진 층의 경계를 검출하지 않은 선에 대하여는 위조상이 존재한다는 것을 나타내는 속성을 첨부하고, 다른 선에 대하여는 위조상이 존재하지 않는다는 것을 나타내는 속성을 첨부하는, 화상 처리 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

위조상이 존재한다는 것을 나타내는 속성이 첨부된 일부 영역이 상기 생성 수단에 의해 생성된 2차원 화상에 매핑되는 위조상 영역의 크기와 형상 중 하나에 기초하여 위조상의 종류를 판정하기 위한 판정 수단을 더 포함하는, 화상 처리 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 검출 수단은 각 선에 대해 망막의 ILM 경계와 IS/OS 경계를 검출하고, 상기 검출 수단이 상기 IS/OS 경계를 검출하지 않은 경우에, 상기 첨부 수단은, 위조상이 존재하는 것을 나타내는 위조상 속성을 선에 첨부하는, 화상 처리 장치.

청구항 5

제3항 또는 제4항에 있어서,

상기 2차원 화상에서 상기 위조상 영역의 면적이 미리 정해진 값 이상이고 상기 위조상 영역을 둘러싸는 직사각형 영역에 대한 상기 위조상 영역의 비율이 미리 정해진 값 이상인 경우에, 상기 판정 수단은, 상기 위조상이 출혈(hemorrhage)에 의해 유발되었다고 판정하고, 다른 경우에는 상기 위조상이 혈관에 의해 유발되었다고 판정하는, 화상 처리 장치.

청구항 6

제3항 또는 제4항에 있어서,

상기 두께 방향을 따른 각 선에 대해, 상기 검출 수단에 의해 검출된 상기 미리 정해진 층의 경계 위치를 나타내는 구조 정보를 취득하기 위한 취득 수단; 및

상기 단층상을 표시하고, 각 선에 대해 상기 구조 정보에 의해 나타내어진 경계 위치를 상기 단층상에 식별 가

능하게 표시하기 위한 표시 수단을 더 포함하고,

상기 표시 수단은, 상기 단층상의 표시에서, 위조상이 존재한다는 것을 나타내는 위조상 속성을 갖는 선을, 상기 판정 수단에 의해 판정된 종류를 식별 가능하게 표시하는, 화상 처리 장치.

청구항 7

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 2차원 화상에서 상기 검출 수단이 유리체 피질과 ILM 경계 모두를 검출한 선에 의해 형성된 영역의 경계에서, 상기 ILM 경계의 불연속성을 검출함으로써 상기 영역에 낭포가 존재하는지 여부를 판정하는 수단을 더 포함하는, 화상 처리 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 검출 수단이 제1 경계와 제2 경계의 분리를 검출한 선이 매핑되어 있는, 상기 2차원 화상의 연속 영역의 경계 부분에서, 상기 두께 방향으로 상기 제2 경계의 연속성을 판정하기 위한 판정 수단; 및

상기 판정 수단에 의해 판정된 연속성에 기초하여, 상기 분리가 존재하는지 여부를 결정하고, 상기 결정에 기초하여 상기 검출 수단의 검출 결과를 보정하기 위한 보정 수단을 더 포함하는, 화상 처리 장치.

청구항 9

제8항에 있어서

상기 제1 경계가 유리체 피질이고, 상기 제2 경계가 망막의 ILM 경계이며,

상기 판정 수단이, 상기 제2 경계가 상기 두께 방향으로 불연속하다고 판정한 경우에, 상기 보정 수단은, 상기 검출 수단이 상기 제1 경계와 상기 제2 경계의 분리를 검출한 선에 대해 상기 유리체 피질을 상기 ILM 경계로 보정하고, 상기 선의 구조 정보에 낭포의 존재를 나타내는 정보를 첨부하는, 화상 처리 장치.

청구항 10

망막의 두께 방향을 따른 복수의 단층상을 처리하는 화상 처리 장치에서의 화상 처리 방법이며,

상기 두께 방향을 따른 상기 복수의 단층상으로부터 미리 정해진 층을 검출하는 검출 단계;

위조상이 존재한다는 것을 나타내는 속성을 상기 미리 정해진 층의 일부 영역에 첨부하고, 상기 위조상이 존재하지 않는다는 것을 나타내는 속성을 다른 일부 영역에 첨부하는 첨부 단계; 및

상기 망막의 두께 방향과 교차하는 평면으로서, 상기 위조상이 존재한다는 것을 나타내는 속성이 첨부된 상기 일부 영역이 매핑되는 평면을 포함하는 2차원 화상을 생성하는 생성 단계

를 포함하는, 화상 처리 방법.

청구항 11

제10항에 따른 화상 처리 방법의 각 단계를 컴퓨터에 실행시키기 위한 프로그램을 저장한 컴퓨터 판독가능 매체.

청구항 12

망막의 두께 방향에 따른 단면에 직교하는 방향을 따라 상기 단면을 각각 포함하는 복수의 단층상을 취득함으로써 얻어진 복수의 단층상을 처리하는 화상 처리 장치이며,

상기 두께 방향을 따른 단층상의 각 선의 화상 정보로부터 망막 내의 층 구조를 검출하기 위한 검출 수단;

각 선에 대해 검출된 층 구조에 기초하여, 각 선에 구조 정보를 첨부하기 위한 첨부 수단;

상기 복수의 단층상의 각 선의 구조 정보를 상기 두께 방향에 직교하는 평면에 매핑함으로써 상기 구조 정보에

기초하여 2차원 화상을 생성하는 매핑 수단; 및

상기 2차원 화상에서 상기 검출 수단이 유리체 피질과 ILM 경계 모두를 검출한 선에 의해 형성된 영역의 경계에서, 상기 ILM 경계의 불연속성을 검출함으로써 상기 영역에 낭포가 존재하는지 여부를 판정하는 수단을 포함하는, 화상 처리 장치.

청구항 13

망막의 두께 방향을 따른 단면에 직교하는 방향에 따라 상기 단면을 각각 포함하는 복수의 단층상을 취득함으로써 얻어진 복수의 단층상을 처리하는 화상 처리 장치이며,

상기 두께 방향을 따른 단층상의 각 선의 화상 정보로부터 망막 내의 층 구조를 검출하기 위한 검출 수단;

각 선에 대해 검출된 층 구조에 기초하여, 각 선에 구조 정보를 첨부하기 위한 첨부 수단;

상기 복수의 단층상의 각 선의 구조 정보를 상기 두께 방향에 직교하는 평면에 매핑함으로써 상기 구조 정보에 기초하여 2차원 화상을 생성하는 매핑 수단;

상기 검출 수단이 제1 경계와 제2 경계의 분리를 검출한 선이 매핑되어 있는, 상기 2차원 화상의 연속 영역의 경계 부분에서, 상기 두께 방향으로 상기 제2 경계의 연속성을 판정하기 위한 판정 수단; 및

상기 판정 수단에 의해 판정된 연속성에 기초하여, 상기 분리가 존재하는지 여부를 결정하고, 상기 결정에 기초하여 상기 검출 수단의 검출 결과를 보정하기 위한 보정 수단

을 포함하는, 화상 처리 장치.

청구항 14

망막의 복수의 단층상으로부터 생성된 3차원 화상을 처리하는 화상 처리 장치이며,

상기 복수의 단층상에서 망막의 특정층을 검출하기 위한 검출 수단; 및

상기 특정층의 일부이고 상기 특정층에 존재하는 위조상 영역이, 상기 망막의 두께 방향과 교차하는 평면에 매핑되는 2차원 화상을 생성하기 위한 생성 수단

을 포함하는, 화상 처리 장치.

청구항 15

망막의 복수의 단층상으로부터 생성된 3차원 화상을 처리하는 화상 처리 장치에서의 화상 처리 방법이며,

상기 복수의 단층상에서 망막의 특정층을 검출하는 검출 단계; 및

상기 특정층의 일부이고 상기 특정층에 존재하는 위조상 영역이, 상기 망막의 두께 방향과 교차하는 평면에 매핑되는 2차원 화상을 생성하는 생성 단계

를 포함하는, 화상 처리 방법.

청구항 16

제15항에 따른 화상 처리 방법의 각 단계를 컴퓨터에 실행시키기 위한 프로그램을 저장한 컴퓨터 판독가능 매체.

청구항 17

망막의 복수의 단층상으로부터 생성된 3차원 화상을 처리하는 화상 처리 장치이며,

상기 복수의 단층상에서 망막의 특정층을 검출하기 위한 검출 수단; 및

상기 특정층의 일부이고 상기 특정층에 존재하는 위조상 영역이, 상기 망막의 두께 방향과 교차하는 평면에 매핑되는 2차원 화상에서, 상기 망막의 상태에 기초하여 상기 위조상 영역에 대응하는 영역의 종류를 판정하기 위한 판정 수단

을 포함하는, 화상 처리 장치.

청구항 18

망막의 복수의 단층상으로부터 생성된 3차원 화상을 처리하는 화상 처리 장치에서의 화상 처리 방법이며,

상기 복수의 단층상에서 망막의 특정층을 검출하는 검출 단계; 및

상기 특정층의 일부이고 상기 특정층에 존재하는 위조상 영역이, 상기 망막의 두께 방향과 교차하는 평면에 매핑되는 2차원 화상에서, 상기 망막의 상태에 기초하여 상기 위조상 영역에 대응하는 영역의 종류를 판정하는 판정 단계

를 포함하는, 화상 처리 방법.

청구항 19

제18항에 따른 화상 처리 방법의 각 단계를 컴퓨터에 실행시키기 위한 프로그램을 저장한 컴퓨터 판독가능 매체.

청구항 20

제1항에 있어서,

상기 첨부 수단은, 상기 위조상이 존재하는 것을 나타내는 속성이 첨부된 상기 일부 영역 외의 영역에, 상기 미리 정해진 층에 위조상이 존재하지 않는다는 것을 나타내는 속성을 첨부하는, 화상 처리 장치.

청구항 21

제10항에 있어서,

상기 첨부 단계에서, 상기 위조상이 존재하는 것을 나타내는 속성이 첨부된 상기 일부 영역 외의 영역에, 상기 미리 정해진 층에 위조상이 존재하지 않는다는 것을 나타내는 속성을 첨부하는, 화상 처리 방법.

명세서**기술분야**

[0001]

본 발명은, 눈의 활상을 지원하기 위한 화상 처리 장치 및 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로 눈의 단층상을 처리하는 데 적합한 화상 처리 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002]

생활 습관 질병이나 실명을 초래하는 상위를 차지하는 질병의 조기 진단을 목적으로 하는 안부 검사가 널리 행해지고 있다. OCT(Optical Coherence Tomography) 장치와 같은 안부 단층 활상 장치는, 망막층의 내부 상태를 3차원적으로 관찰하는 것이 가능하기 때문에 질병의 진단에 유용하다.

[0003]

도 14는 OCT 장치에 의해 활상된 망막의 황반부 단층상을 나타내는 개략도이다. OCT 장치는 도 14에 나타낸 바와 같이, 복수의 단층상으로부터 형성된 3차원 화상 데이터를 얻는다. 도 14를 참조하면, T1 내지 Tn은 황반부의 2차원 단층상이다. 단층상 Tn에서, L1은 내경계막과 그 상부 조직 사이의 경계(ILM 경계라 칭함)이다. L2는 신경 섬유층과 그 하부층 사이의 경계(NFL 경계라 칭함)이다. L2'는 신경 섬유층(NFL이라 칭함)이다. L3은 내망상층과 그 하부층 사이의 경계(IPL 경계라 칭함)이다. L4는 외망상층과 그 하부층 사이의 경계(OPL 경계라 칭함)이다. L5는 광수용체의 내절과 외절 간 접합부와 그 상부층 사이의 경계(IS/OS 경계라 칭함)이다. L6은 망막 색소 상피와 그 하부층 사이의 경계(RPE 경계라 칭함)이다.

[0004]

OCT 장치를 사용한 화상 진단을 행하는 것은 화상 해석에 의해 각 망막층의 경계를 특정하기 위한 기술을 필요로 한다. 예를 들어, 도 14에서 ILM 경계 L1과 NFL 경계 L2가 특정되어 NFL의 두께를 측정할 수 있으면, 그 두께는 녹내장 진단에 대한 하나의 지표로서 사용될 수 있다.

[0005]

현재까지 다양한 망막층 경계 특정 알고리즘이 제안되었다. 이들에 대한 공통적인 과제로서, 위조상(artifact) 또는 병변(lesion)에 의한 층 구조 변화시에, 망막층 경계를 특정하기 곤란하게 된다. 예를 들어, 망막층 내에 혈관이나 병변이 존재하면, 혈관이나 병변보다 깊은 위치에서의 휘도가 저하하거나, 망막층이 국소적으로 팽창

한다. 단일 알고리즘만으로는 망막층 경계를 특정하기 어렵다. 도 15a는 혈관 V1이 존재하는 단층상을 예시한다. 도 15b는 출혈 B1이 존재하는 단층상을 예시한다. 도 15c는 유리체 피질 H1의 "박리(detachment)"와 "낭포 C1"이 존재하는 단층상을 예시한다. 도 15a 또는 15b에 나타낸 바와 같이, 혈관 V1 또는 출혈 B1이 존재하는 경우에, 그 아래의 휘도가 감소하여, 경계를 보기 어렵게 한다. 몇몇 경우에, 도 15c에 나타낸 바와 같이 망막층의 내부 및 외부에 병변이 나타난다. 이 경우, 휘도가 감소하지는 않지만, 전체 망막층이 팽창하거나 원래 존재하는 망막층 경계가 끊어진다. 이러한 단층상을 해석하는 경우, 층 구조가 변화된 영역이 특정되어 층 구조 변화에 대한 최적의 처리로 전환할 필요가 있다.

[0006] 일본 특허 공개 제2009-066015호(문헌 1이라 칭함)에서, 각 A-스캔에서 관심있는 화소의 상하의 통계적인 특징량이 산출되고, 그 특징량이 임계값 이하인 A-스캔에는 위조상이 존재하는 것으로 판정된다. 일본 특허 공개 제2007-325831호(문헌 2라 칭함)에서는, 안저 화상과 단층상이 정렬되고, 안저 화상으로부터 추출된 혈관 영역이 단층상 위로 투영되어 혈관 위치를 특정하고, 단층상 내의 혈관 영역은 상이하게 처리된다.

[0007] 그러나, 종래의 기술은 이하의 문제점을 갖는다. 문헌 1의 위조상 특정 방법은, 모든 위조상이 혈관에 의해 발생하는 것으로 고려한다. 이 방법은 도 15a에서와 같이 혈관 V1에 의해 발생된 위조상과 도 15b에서와 같이 출혈 B1에 의해 발생된 위조상을 구분하지 않는다. 위조상 영역 내에서 경계를 보간 처리하는 것을 고려할 때, 위조상 영역의 범위 및 층 구조의 변화의 정도가 이를 위조상 간에 상이하므로 혈관에 의해 발생된 위조상과 출혈에 의해 발생된 위조상에는 동일한 처리가 적용될 수 없다. 문헌 2의 방법은 안저 화상으로부터 추출된 혈관 영역을 단층상에 투영함으로써 처리를 전환한다. 당연히, 그 단층상의 환자와 동일한 환자의 안저 화상이 사용되지 않으면, 이는 실현될 수 없다. 또한, 이 방법은 안저 화상으로부터 검출될 수 없는 병변을 다룰 수 없다. 도 15c에 나타낸 바와 같이 유리체 피질 H1의 박리와 낭포 C1과 같은, 안저 화상에 나타나기 어려운 병변이 존재한다. 따라서, 이 방법은 단층상으로부터만 검출될 수 있는 병변 등에 대처할 수 없다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 일 양태는 망막의 단층상으로부터 망막층 구조의 변화의 원인을 특정할 수 있는 화상 처리 장치 및 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 양태에 따르면, 망막의 두께 방향에 따른 단면에 직교하는 방향에 따라 상기 단면을 각각 포함하는 복수의 단층상을 취득함으로써 얻어진 복수의 단층상을 처리하는 화상 처리 장치이며, 상기 두께 방향에 따른 단층상의 각 선의 화상 정보로부터 망막 내의 층 구조를 검출하기 위한 검출 수단; 각 선에 대해 검출된 층 구조에 기초하여, 각 선에 구조 정보를 첨부하기 위한 첨부 수단; 및 상기 복수의 단층상의 각 선의 구조 정보를 상기 두께 방향에 직교하는 평면에 매핑함으로써 상기 구조 정보에 기초하여 2차원 화상을 생성하는 매핑 수단을 포함하는, 화상 처리 장치가 제공된다.

[0010] 또한, 본 발명의 다른 양태에 따르면, 망막의 두께 방향에 따른 단면에 직교하는 방향에 따라 상기 단면을 각각 포함하는 복수의 단층상을 취득함으로써 얻어진 복수의 단층상을 처리하는 화상 처리 장치에서의 화상 처리 방법이며, 상기 두께 방향에 따른 단층상의 각 선의 화상 정보로부터 망막 내의 층 구조를 검출하는 검출 단계; 상기 검출 단계에서 검출된 층 구조에 기초하여, 각 선에 구조 정보를 첨부하는 첨부 단계; 및 상기 복수의 단층상의 각 선의 구조 정보를 상기 두께 방향에 직교하는 평면에 매핑함으로써 상기 구조 정보에 기초하여 2차원 화상을 생성하는 매핑 단계를 포함하는, 화상 처리 방법이 제공된다.

[0011] 본 발명의 추가적인 특징들은 첨부 도면을 참조하여 실시예들의 후술하는 설명으로부터 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 화상 처리 시스템의 기능적 구성을 예시하는 블록도.

도 2는 화상 처리 시스템에 의해 처리되는 개요를 나타내는 도면.

도 3은 단층상 취득 장치(20)의 구성을 예시하는 도면.

도 4는 제1 실시예에 따른 화상 처리 장치(10)에 의한 처리 시퀀스를 나타내는 흐름도.

도 5는 제1 실시예에 따른 망막층 구조 정보 취득 유닛(12)에 의한 처리 시퀀스를 나타내는 흐름도.

도 6은 제1 실시예에 따른 망막층 구조 정보 해석 유닛(14)에 의한 처리 시퀀스를 나타내는 흐름도.

도 7은 황반부의 단층상 중의 A-스캔 프로파일을 나타내는 도면.

도 8a 및 8b는 혈관 및 출혈을 포함하는 단층상에 특정된 ILM 경계 및 IS/OS 경계를 나타내는 도면.

도 9는 맵에서 위조상을 포함하는 A-스캔의 매핑을 나타내는 도면.

도 10은 제2 실시예에 따른 망막층 구조 정보 해석 유닛(14)에 의한 처리 시퀀스를 나타내는 흐름도.

도 11은 유리체 피질 및 낭포를 포함하는 황반부의 단층상을 나타내는 개략도.

도 12는 구조 정보 맵을 사용한 ILM 경계 보정 처리를 나타내는 도면.

도 13a 내지 13e는 해석 결과를 C-스캔 평면과 단층상에 중첩하여 표시한 예를 나타내는 도면.

도 14는 황반부의 단층상을 나타내는 개략도.

도 15a 내지 15c는 혈관과 출혈에 의해 발생된 위조상 영역을 포함하는 황반부의 단층상을 나타내는 개략도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[제1 실시예]

[0013] 제1 실시예에 따른 단층상 활상 시스템의 구성에 대해 도 1을 참조하여 설명한다. 제1 실시예의 단층상 활상 시스템에서는, 단층상 취득 장치(20)가 피검안의 단층상을 취득한다. 화상 처리 장치(10)는 단층상 취득 장치(20)에 의해 취득된 단층상의 각 A-스캔을 해석하고, 망막층 구조에 대한 정보(구조 정보라 칭함)를 취득한다. 이어서, 화상 처리 장치(10)는 취득된 구조 정보를 도 14에서의 x-y 평면의 2차원 맵에 매핑한다. 화상 처리 장치(10)는 구조 정보가 매핑된 2차원 맵을 해석하고, 망막층 구조를 변화시키는 병변이나 구조를 특정한다.

[0014] 화상 처리 장치(10)는 단층상 취득 장치(20) 및 보존 유닛(30)과 통신 가능하게 접속된다. 단층상 취득 장치(20)는 (도시하지 않은) 조작자에 의해 입력된 지시 정보를 지시 취득 유닛(21)으로부터 취득한다. 단층상 취득 장치(20)는 취득된 지시 정보에 따라 피검안을 활상하고, 얻어진 화상을 화상 처리 장치(10) 및 보존 유닛(30)에 송신한다.

[0015] 단층상 취득 장치(20)는 예를 들어, 도 3을 참조하여 후술할 OCT(Optical Coherence Tomography)를 사용한 OCT 활상 장치이다. OCT 활상 장치는 신호광으로 조사된 물체에 의한 반사광 및 산란광(복귀광)과, 참조용 물체에 방출된 참조광의 반사광으로부터 간섭광을 생성한다. OCT 활상 장치는 간섭광을 해석하여 물체의 내부 구조(망막의 내부 구조)를 활상한다. 물체가 층 구조를 갖는 경우, 각 층에 의해 반사 또는 산란된 광으로서의 역할을 하는 복귀광의 강도에 기초하여 층 구조의 화상이 형성될 수 있다. OCT 활상 장치는 망막 상의 소정의 점에 신호광을 조사하고, 그 점에서의 깊이 방향(도 14의 z 방향)으로의 정보를 얻는다(A-스캔이라 칭함). 보다 구체적으로, A-스캔은 망막의 두께 방향에 따른 화상 정보를 얻는다. A-스캔은 망막 표면 상의 소정의 선 상에서 소정 간격으로 실행 및 통합되어, 망막의 두께 방향에 따른 단층상(B-스캔이라 칭함)을 취득한다(예를 들어, 도 14의 x-z 평면의 화상). 망막 표면 상의 소정 범위에서 A-스캔을 행함으로써, 복수의 단층상이 취득될 수 있다. 또한, 이러한 단층상들이 3차원 볼륨 데이터로 재구성될 수 있다. 예를 들어, 망막의 두께 방향에 따른 단면에 직교하는 방향에 따라 복수의 단층상(B-스캔)이 취득되어(C-스캔이라 칭함), 복수의 B-스캔을 취득한다. 이러한 B-스캔이 재구성되어 3차원 볼륨 데이터로 재구성될 수 있다. 따라서, 임의의 깊이에서의 망막 화상도 취득될 수 있다(도 14의 x-y 평면의 화상).

[0016] 화상 처리 장치(10)는 예를 들어, 도 1에 나타낸 각 블록을 회로로서 포함한다. 다른 예로서, 화상 처리 장치(10)는 잘 알려진 컴퓨터로 형성되고, 하드웨어와 소프트웨어의 협동에 의해 각 블록에 대응하는 기능을 실현한다. 예를 들어, 컴퓨터는 CPU, ROM, RAM, HDD, 마우스, 키보드, 네트워크 I/F 및 표시 유닛을 포함한다. 이 경우에, ROM 또는 HDD는 화상 처리 장치(10)의 각 하드웨어 요소와 협동해서 도 1에 나타낸 기능을 제공하고(후술하는) 도 4에 나타내는 처리를 실현하기 위한 프로그램을 저장한다. 이 프로그램은 RAM에 전개되고, CPU가 그 명령을 실행하여 도 1에 나타낸 기능을 제공하고 도 4에 나타낸 처리를 실현한다.

[0017] 화상 처리 장치(10)의 각 기능에 대해 설명한다. 화상 취득 유닛(11)은 단층상 취득 장치(20)로부터 단층 화상을 취득한다. 화상 취득 유닛(11)에 의해 취득된 화상에 대하여, 망막층 구조 정보 취득 유닛(12), 망막층 구

조 정보 매핑 유닛(13), 망막층 구조 정보 해석 유닛(14)이 소정의 프로세스를 행한다. 혈관이나 병변을 특정한 후에, 액정 디스플레이 등으로 형성되는 해석 결과 표시 유닛(15)이 화상을 표시한다. 망막층 구조 정보 취득 유닛(12), 망막층 구조 정보 매핑 유닛(13), 망막층 구조 정보 해석 유닛(14) 및 해석 결과 표시 유닛(15)을 각각 구조 취득 유닛(12), 매핑 유닛(13), 해석 유닛(14) 및 표시 유닛(15)이라 칭한다.

[0019] 도 2를 참조하여 본 실시예의 개요를 설명한다. 도 2를 참조하면, T_p 내지 T_q 는 단층상 취득 장치에 의해 취득된 단층상이다. 우선, 단층상이 A-스캔 방향 A_1 으로 주사되어 망막층의 A-스캔 방향의 화상 정보로부터 구조 정보를 취득한다. 구조 정보는 A-스캔 방향에 대하여 수직인 평면의 2차원 맵 M_1 에 매핑된다. 상세하게 후술할 도 2의 2차원 맵 M_1 은 위조상을 포함하는 A-스캔을 매핑하는 예이다. 이어서, 2차원 맵 M_1 상에 형성된 위조상-포함 영역이 해석되고, 각 영역이 망막층 내에 존재하는 구조 및 병변으로 분류된다. 도 2의 영역 SR_1 은 출혈에 의해 유발된 위조상으로 분류되고, 영역 SR_2 는 혈관에 의해 유발된 위조상으로 분류된다. 마지막으로, 해석에 의해 얻어진 출혈 위조상 영역 BR_1 , 혈관 위조상 영역 BR_2 , 망막층 경계 D_1 (ILM 경계) 및 IS/OS 경계 D_5 를 포함하는 특정된 망막층 구조 정보가 화상에 중첩되어 표시된다.

[0020] 도 3은 단층상 취득 장치(20)의 기능 구성을 나타낸다. 지시 취득 유닛(21)은 피검안의 안저에 대한 2차원 측정 범위 및 측정 깊이를 조정하기 위한 지시 정보를 취득한다. 단층상 취득 장치(20)는 지시 정보를 활상 파라미터로서 사용하여 갈바노-미러 구동 메커니즘(201)을 제어하여 갈바노-미러(202)를 구동한다. 하프 미러(204)는 저-코히レン스 광원(203)에 의해 방출된 광 빔을, 대물 렌즈(205)를 통해 피검안(206)을 향하는 신호광파, 고정 배치된 참조 미러(207)를 향하는 참조광으로 분할한다. 하프 미러(204)는 피검안(206)에 의해 반사된 신호광과 참조 미러(207)에 의해 반사된 참조광을 중첩해서 간섭광을 생성한다. 회절 격자(208)는 간섭광을 파장 λ_1 내지 λ_n 의 파장 성분으로 분할한다. 1차원 광센서 어레이(209)는 회절 격자(208)에 의해 분할된 파장 성분의 빔을 검출한다. 1차원 광센서 어레이(209)를 형성하는 각 광센서는 검출된 파장 성분의 광 강도의 검출 신호를 화상 재구성 유닛(210)으로 출력한다.

[0021] 화상 재구성 유닛(210)은 1차원 광센서 어레이(209)로부터 출력된 간섭광의 파장 성분의 검출 신호에 기초하여, 간섭광의 파장과 광 강도 사이의 관계, 즉, 간섭광의 광 강도 분포(파장 스펙트럼)를 구한다. 화상 재구성 유닛(210)은 구해진 간섭광의 파장 스펙트럼을 푸리에-변환하여 망막의 단층상을 재구성한다.

[0022] 도 4는 본 실시예의 흐름도이다. 화상 처리 장치(10)에 의해 실행되는 상세한 처리 시퀀스에 대해 흐름도를 참조하여 설명한다.

[0023] 스텝 S401에서, 화상 취득 유닛(11)은 단층상 취득 장치(20)에 의해 활상된 OCT 단층상을 취득한다.

[0024] 스텝 S402에서, 구조 취득 유닛(12)은 스텝 S401에서 취득된 OCT 단층상의 각 A-스캔으로부터 구조 정보를 취득한다. 본 실시예에서는, 각 A-스캔에 대해서 "ILM", "IS/OS", "유리체 피질 후보의 위치" 및 "위조상의 유무"가 검출된다. 이러한 정보의 단편들에 기초하여, 구조 정보가 생성된다. 본 실시예에서는, B-스캔에 의한 단층상의 두께 방향에 따른 선(A-스캔에 따른 선)의 화상 정보에 기초하여, 망막 내의 소정층의 경계 위치가 검출되고, 구조 정보로서 사용된다. 본 실시예에서는, 소정층이 검출되지 않은 선에 대하여는 위조상이 존재하는 것을 나타내는 위조상 속성이 첨부된다. 또한, 소정층이 검출된 선에 대하여는 위조상이 존재하지 않는다는 것을 나타내는 위조상 속성이 첨부된다. 본 실시예는 위조상의 유무를 판정하는 데 사용되는 소정층의 경계로서 IS/OS 경계를 사용한다. IS/OS 경계가 검출되지 않은 선에 대하여는 위조상의 존재를 나타내는 위조상 속성(라벨)이 첨부된다. 단, 위조상을 검출하는 데 사용되는 층의 경계는 본 실시예에서 설명한 것에 한정되지 않는다. 구조 정보를 취득할 때, 단층상에 대하여 메디안(median) 필터와 소벨(Sobel) 필터가 적용되어 화상을 작성한다(메디안 화상 및 Sobel 화상이라 칭함). 변환된 메디안 화상과 Sobel 화상으로부터 각 A-스캔에 대해 프로파일이 작성된다. 그리고, Sobel 화상으로부터 작성된 프로파일 내의 피크가 검출된다. 검출된 피크의 근방이나 피크 간 간격에 대응하는 메디안 화상의 프로파일을 참조함으로써 구조 정보가 취득된다. 구조 정보를 취득하기 위한 처리의 상세사항에 대해서 도 5를 참조하여 후술한다.

[0025] 스텝 S403에서, 매핑 유닛(13)은 도 9에 나타낸 바와 같이, 스텝 S402에서 취득된 각 A-스캔의 구조 정보의 단편을 x-y 평면(망막의 두께 방향에 직교하는 평면(c-스캔 평면))의 2차원 맵에 매핑한다. 구조 정보가 매핑된 2차원 맵을 구조 정보 맵이라 칭한다. 본 실시예에서는, 도 9에 나타낸 바와 같이, 구조 정보의 각 종류에 대하여 구조 정보 맵이 작성된다. 보다 구체적으로, 본 실시예에 따르면, 본 실시예에서 취급되는 구조 정보의 단편은 "위조상의 유무", "유리체 피질 후보", "ILM 경계", 및 "IS/OS 경계"이다. 따라서, 4개의 구조 정보 맵이 작성된다. 구조 정보 맵 M_1 은 "위조상의 유무"에 대해 작성된다. 이 구조 정보 맵은 위조상이 존재하는 A-스캔을 블랙으로 나타내고, 위조상이 존재하는 영역 SR_1 및 SR_2 를 갖는다.

- [0026] 구조 정보 맵 M2는 "유리체 피질 후보"에 대해 작성된다. 유리체 피질 후보의 유무(유리체 피질 후보가 존재하는 영역 VR1 및 VR2) 외에, 그 위치 정보의 단편(z-좌표값)이 각 A-스캔에 대해 특정된다. 따라서, z-좌표값이 입력된 구조 정보 맵이 작성된다. "ILM 경계" 및 "IS/OS 경계"에 대해, 구조 정보 맵 M3과 같이, 각 A-스캔에 대해 특정된 ILM 경계 및 IS/OS 경계의 위치 정보의 단편이 입력된 구조 정보 맵이 작성된다. 구조 정보는 이들에 한정되지 않는다는 것에 유의해야 한다. 예를 들어, 각 A-스캔에 대해 백반(white spot)의 유무와 그 좌표값이 매핑된 구조 정보 맵이 작성될 수도 있다.
- [0027] 스텝 S404에서, 해석 유닛(14)은 스텝 S403에서 작성된 구조 정보 맵을 사용하여 구조 정보를 해석한다. 본 실시예에서는, 구조 정보 맵 상에서, 구조 정보에 의해 형성되는 영역의 크기(면적) 및/또는 형상, 또는 복수 종류의 구조 정보를 조합함으로써 병변이 특정되고 그 결과가 보정된다. 특히, 제1 실시예에서는, 위조상 라벨이 매핑된 2차원 맵 M1에 위조상 영역의 크기 또는 형상에 기초하여 위조상의 종류(예를 들어, 혈관에 의해 유발된 위조상 또는 출혈에 의해 유발된 위조상)가 판정된다. 상세한 처리에 대해 도 6을 참조하여 후술한다.
- [0028] 스텝 S405에서, 특정된 구조 정보가 단층상, 적산상(integrated image), 또는 존재한다면 안저 화상에 중첩된다. 표시 유닛(15)은 그 결과 화상을 표시한다. 본 실시예에서는, 특정된 망막층 경계 D1 및 D5가 도 13a에 나타낸 바와 같이, z 방향에 평행한 평면의 단층상에 중첩된다. 나머지 구조 정보는 z 방향에 평행한 평면의 단층상이나 z 방향에 수직인 평면의 적산상에 중첩된다. 도 13a는 특정된 구조 정보의 모든 단편(ILM 경계 D1, IS/OS 경계 D5, 출혈에 의해 유발된 위조상이 존재하는 영역 BR1)이 중첩된 단층상을 도시한다. 도 13b는 출혈에 의해 유발된 위조상의 유무, 혈관에 의해 유발된 위조상의 유무를 나타내는 구조 정보의 단편이 중첩된 적산상을 나타낸다. 출혈 및 혈관의 라벨을 갖는 A-스캔은 도 13a에 나타낸 BR1과 같이, 다른 A-스캔과 구별될 수 있도록 다른 컬러로 표시될 수 있다. 도 13b의 적산상에서, 영역 SR1은 출혈 영역이고, 영역 SR2는 혈관 영역이다. 도 13b에 나타낸 바와 같이, 출혈 및 혈관과 같은 다른 구조(다른 원인에 의한 위조상)는, 관찰자가 이를 인식할 수 있도록 동일한 평면 상에 다른 컬러로 표시될 수 있다.
- [0029] 이러한 방식으로, 각 A-스캔으로부터 취득된 구조 정보의 단편이 2차원 맵 상에 매핑되고, 망막층 영역 전체에서 해석된다. 이는 단층상만으로부터 위조상의 원인을 특정할 수 있게 하고 구조 정보를 보정할 수 있게 한다.
- [0030] <망막층 구조 정보 취득 처리>
- [0031] 도 5를 참조하여, 스텝 S402에서의 망막층 구조 정보 취득 처리의 상세사항을 설명한다. 스텝 S501에서, 구조 취득 유닛(12)은 스텝 S401에서 취득된 OCT 단층상을 변환한다. 본 실시예에서는, 단층상에 대하여 메디안 필터와 Sobel 필터가 적용되어 메디안 화상과 Sobel 화상을 작성한다. 화소값은 높은 신호 강도에 대해 크게 되고, 낮은 신호 강도에 대해 작게 되는 것으로 상정한다.
- [0032] 본 실시예에서, Sobel 필터는 후술하는 이유 때문에, A-스캔에서의 얇은 측으로부터(화상의 상방으로부터) 보았을 때, 낮은 휘도값으로부터 높은 휘도값으로의 경계를 강조하는 방향성을 갖는다. 망막층 구조가 변했을 때 그 원인을 특정하기 위한 구조 정보로서, 본 실시예는 각 A-스캔에서 ILM 경계, IS/OS 경계, 유리체 피질의 위치 정보, 위조상의 유무를 사용한다. 망막층 구조에서, ILM 경계와 유리체 피질은 휘도값이 낮은 유리체와 비교적 휘도값이 높은 망막 조직 사이의 경계로서의 역할을 한다. IS/OS 경계도 얇은 측 상의 비교적 어두운 조직에 접촉한다. 위조상이 존재하는 경우, IS/OS 경계 하의 휘도가 저하된다. 따라서, Sobel 화상에서 화소값으로부터 위조상의 유무가 판정될 수 있다. 즉, 상술한 방향성을 부여하는 것은 ILM 경계, IS/OS 경계, 유리체 피질을 더욱 강조하여, 위조상의 유무도 판정될 수 있다. 유리체 피질은 망막층 구조 정보 취득 처리 후에 최종적으로 특정되므로, 망막층 구조 정보 취득 처리에서 유리체 피질 후보로서 취급된다.
- [0033] 스텝 S502에서, 구조 취득 유닛(12)은 스텝 S501에서 작성된 메디안 화상을 사용하여 배경(유리체)의 평균 휘도값을 산출한다. 본 실시예에서는, 우선, 메디안 화상이 P-타일(tile)법에 의한 2진화 처리되어 배경 영역을 특정한다. 이어서, 배경 영역에서의 메디안 화상의 휘도값의 평균값이 산출된다.
- [0034] P-타일법에 의한 2진화 처리는 처리될 화상의 히스토그램을 작성하고, 휘도값이 높은 것 또는 낮은 것으로부터 휘도값을 누적하고, 소정의 비율 P에서 얻어진 휘도값을 임계값으로서 설정하고, 이진화를 행하는 방법이다. 본 실시예에서는, 화상 중의 망막 영역의 비율이 대략 얻어진다. 2진화 처리는 경험적으로 휘도값이 감소되는 순서로 P 값을 30%로 설정함으로써 행해진다. 그 휘도값이 임계값 이하인 화소가 배경 화소로서 판정된다. 배경 화소를 특정한 후에, 배경 화소의 평균 휘도값이 배경 화소에서의 메디안 화상의 휘도값을 참조함으로써 산출된다.
- [0035] 스텝 S503에서, 구조 취득 유닛(12)은 스텝 S501에서 작성된 변환된 화상으로부터 프로파일을 작성한다. 본 실

시예에서는, 프로파일이 각 A-스캔에 대해 메디안 화상과 Sobel 화상 모두로부터 작성된다. 메디안 화상으로부터 프로파일을 작성하는 것은 OCT 화상에서 특히 바람직하지 않은 노이즈를 억제하고, 휘도값의 경향을 보다 용이하게 파악하는 효과를 갖는다. 또한, Sobel 화상으로부터 프로파일을 작성하는 것은 그 후에 망막층 경계를 특정할 때, 망막층 경계의 후보점을 용이하게 검출하는 효과를 갖는다. 도 7은 단층상에서 A-스캔 A1 및 A2에서의 메디안 화상과 Sobel 화상으로부터 작성된 프로파일을 나타낸다. 도 7에 나타낸 바와 같이, 메디안 화상의 프로파일 PM1 및 PM2는 휘도값의 경향을 드러내고, Sobel 화상의 프로파일 PS1 및 PS2는 망막층 경계의 후보점을 나타낸다. 하지만, 프로파일이 언제나 이러한 변환된 화상으로부터 작성될 필요는 없다. 원래 화상이나 다른 변환된 화상으로부터 소정의 강도를 갖는 에지를 검출하면 충분하다.

[0036] 스텝 S504에서, 구조 취득 유닛(12)은 스텝 S503에서 작성된 프로파일로부터 특징점을 검출한다. 본 실시예에서는, Sobel 화상으로부터 작성된 프로파일(예를 들어, PS1 및 PS2)에서의 국소 극대점(피크라 칭함)이 특징점으로서 검출된다. 검출은 경험적으로 또는 화상 정보에 기초해서 설정된 임계값을 사용한다. 망막에서, ILM 경계 하, IS/OS 경계 하 또는 유리체 피질에 의해 많은 신호가 반사 또는 산란된다. 그로 인해, 스텝 S501에서 설명한 얇은 측으로부터 보았을 때, 낮은 휘도값으로부터 높은 휘도값으로의 경계를 강조하는 방향성을 갖는 Sobel 필터를 사용하여, 경계가 강한 에지로서 용이하게 검출된다. 상술한 층들 외에, 이러한 방향성을 갖는 Sobel 필터에 의해 검출된 강한 에지는 병변밖에 없다. 임계값을 조정함으로써, ILM 경계, IS/OS 경계 및 유리체 피질 후보가 우선적으로 추출될 수 있다.

[0037] 스텝 S505에서, 구조 취득 유닛(12)은 스텝 S504에서 검출된 피크를 카운트하고, 그 카운트에 기초하여 프로세스를 분기시킨다. 본 실시예에서는, 스텝 S504의 실행시에 망막층 경계나 유리체 피질 후보 중 어느 것으로서도 특정되지 않은 2개 이상의 피크가 존재하는 경우(스텝 S505의 예), A-스캔에서 얇은 측으로부터 순서대로 2개의 피크가 선택되고, 각각 제1 및 제2 피크로서 정의된다. 그 후, 프로세스는 스텝 S506으로 진행한다. 1개의 피크가 있는 경우(스텝 S505의 아니오), 가장 높은 피크가 제1 피크로서 정의되고, 프로세스는 스텝 S509로 진행한다.

[0038] 스텝 S506에서, 구조 취득 유닛(12)은 스텝 S505에서 선택된 2개의 피크 사이의 메디안 화상의 프로파일과 배경의 평균 휘도값에 기초한 제1 임계값을 비교한다. 본 실시예에서는, 우선, 제1 및 제2 피크의 사이에 존재하는 화소에 대하여, 스텝 S502에서 산출된 배경의 평균 휘도값에 계수 1.2를 곱함으로써 얻어진 값이 제1 임계값으로서 설정된다. 이어서, 피크 사이에 존재하는 화소의 전체 개수에 대한, 제1 임계값보다 큰 휘도값을 갖는 화소의 개수의 비율이 산출된다. 이 계수는 경험적으로 구해지며, 본 발명은 이에 한정되지 않는다는 것에 유의해야 한다. 예를 들어, 배경의 평균 휘도값과 배경 이외의 영역(2진화 처리에서 임계값 이상인 영역)의 평균 휘도값 사이의 비율을 사용하여 화상 정보로부터 계수가 동적으로 결정될 수도 있다.

[0039] 스텝 S507에서, 구조 취득 유닛(12)은 스텝 S506에서 산출된 비율을 기초로 프로세스를 분기시킨다. 본 실시예에서는, 산출된 비율이 1/2보다 작을 경우(스텝 S507의 아니오), 피크 사이에 배경이 존재하는 것으로 판정되고, 프로세스는 스텝 S508로 진행한다. 산출된 비율이 1/2 이상인 경우(스텝 S507의 예), 피크 사이에 망막 조직이 존재하는 것으로 판정되고, 프로세스는 스텝 S509로 진행한다. 본 실시예에서는 임계값 이상인 화소의 비율로부터 망막 조직이 존재하는지 배경이 존재하는지가 판정되지만, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 프로파일로부터 특징량을 산출하고, 그 특징량을 입력으로서 사용하여 식별 유닛에 의해 판정하는 것도 가능하다.

[0040] 스텝 S508에서, 구조 취득 유닛(12)은 하나의 피크를 유리체 피질 후보로서 특정한다. 본 실시예에서는, 스텝 S507에서 피크 사이에 배경이 존재하는 것으로 판정된 제1 및 제2 피크에 대해, 유리체 피질이 박리되는 경우, 배경이 아래에 존재하여 제1 피크가 유리체 피질 후보로서 특정된다. 그 후에, 프로세스는 스텝 S505로 복귀하고, 제2 피크를 포함하는 다음의 2개의 피크가 다시 선택된다.

[0041] 스텝 S509에서, 구조 취득 유닛(12)은 하나의 피크를 ILM 경계 D1로서 특정한다. 본 실시예에서는, 스텝 S507에서 피크 사이에 망막 조직이 존재하는 것으로 판정된 제1 및 제2 피크에 대해, ILM 경계는 망막 조직의 상단부에 존재하므로, 제1 피크가 ILM 경계로서 특정된다. 프로세스가 스텝 S505로부터 분기되는 경우에도, 제1 피크가 ILM 경계로서 특정된다.

[0042] 스텝 S510에서, 구조 취득 유닛(12)은 동일한 A-스캔 상에서 스텝 S509에서 특정된 ILM 경계보다 깊은 측(화상의 하부)에 제2 임계값 이상의 특징점이 존재하는지 여부가 조사된다. 본 실시예에서는, 동일한 A-스캔 상에서 특정된 ILM 경계의 피크의 크기에 계수 0.8을 곱함으로써 얻어진 값이 제2 임계값으로서 설정된다. 제2 임계값 이상의 피크가 ILM 경계보다 깊은 측에 존재하는지 여부가 조사된다. 이러한 피크가 존재하는 경우(스텝 S510

의 예), 프로세스는 스텝 S511로 진행한다. 이러한 피크가 존재하지 않을 경우(스텝 S510의 아니오), 프로세스는 스텝 S512로 진행한다. 이 임계값은 경험적으로 구해지며, 본 발명은 이에 한정되지 않는다는 것에 유의해야 한다. 예를 들어, 피크의 크기 외에, 피크 사이의 거리도 사용될 수 있다.

[0043] 스텝 S511에서, 구조 취득 유닛(12)은, 스텝 S510에서 설정된 제2 임계값 이상의 피크를 IS/OS 경계로서 특정한다. 제2 임계값 이상의 복수의 피크가 존재하는 경우, 본 실시예에서 제2 임계값 이상의 피크들 중에서 가장 얇은 위치에 있는 피크가 IS/OS 경계로서 설정된다. 반대로, 스텝 S512에서, 구조 취득 유닛(12)은, IS/OS 경계가 특정되지 않은 것으로 판정하고, 위조상의 존재를 나타내는 "위조상" 라벨을 A-스캔에 첨부한다.

[0044] 스텝 S513에서, 구조 취득 유닛(12)은 화상 중의 모든 A-스캔으로부터 구조 정보가 취득되었는지 여부를 조사한다. 모든 A-스캔이 처리된 경우(스텝 S513의 예), 프로세스는 종료한다. 그 구조 정보가 아직 취득되지 않은 A-스캔이 있는 경우(스텝 S513의 아니오), 프로세스는 스텝 S503으로 복귀한다.

[0045] 이러한 방식으로, 피크 사이의 조직이 판정되고, 그 결과에 기초해서 망막층의 구조 정보가 취득된다. 이는 구조 정보의 오류를 저감시킬 수 있다. 도 8a 및 8b는 이 방법을 사용해서 ILM 경계와 IS/OS 경계가 특정된 단층상을 나타낸다. 도 8a 및 8b에서의 굵은 실선에 의해 나타내어진 D1과 D5는 각각 특정된 ILM 경계와 IS/OS 경계이다. 도 8a 및 8b로부터 알 수 있는 바와 같이, ILM 경계는 모든 A-스캔에서 특정된다. 반대로, IS/OS 경계는 일부 A-스캔에서 특정될 수 없고, 스텝 S512에서 설명한 바와 같이, "위조상" 라벨이 이러한 A-스캔에 첨부된다. 예를 들어, 도 7의 A-스캔 A1에 "위조상" 라벨이 첨부된다.

[0046] <망막층 구조 정보 해석 처리>

[0047] 도 6을 참조하여, 스텝 S404에서의 망막층 구조 정보 해석 처리의 상세사항을 설명한다.

[0048] 스텝 S601에서, 해석 유닛(14)은 스텝 S403에서 작성된 구조 정보 맵 M1 상에서 영역을 작성한다. 본 실시예에서는, 도 9의 구조 정보 맵 M1에 대하여 위조상 라벨-첨부 A-스캔으로부터 영역이 형성된다. 도 9의 구조 정보 맵 M1 상에 2개의 영역 SR1 및 SR2가 형성된다.

[0049] 스텝 S602에서, 해석 유닛(14)은 스텝 S601에서 작성된 각 영역에 대해 특징량을 산출한다. 본 실시예에서는, 각 영역의 면적과, 각 영역의 x-좌표의 최대 및 최소값, y-좌표의 최대 및 최소값을 통과하는 직사각형(즉, 그 영역을 둘러싸는 직사각형)이 준비된다. 직사각형 영역에 대한 위조상 영역의 비율(충전율이라 칭함)이 특징량으로서 산출된다. 이들 파라미터는, 위조상 영역의 "평면 근사도(likelihood)" 또는 "선 근사도"를 나타내고, 후술하는 바와 같이 위조상 영역으로서 판정된 영역의 요인이 출혈과 혈관 중 어느 것인지를 판정하는 데 사용된다. 산출된 특징량은 이에 한정되지 않는다는 것에 유의해야 한다. 예를 들어, 거리 변환을 사용해서 영역의 선 근사도 또는 평면 근사도가 특징량으로서 산출될 수도 있다.

[0050] 스텝 S603에서, 해석 유닛(14)은, 스텝 S602에서 산출된 특징량을 사용하여, 혈관과 출혈 중 어느 것이 각각 위조상 영역을 생성하는 것인지를 판정한다. 본 실시예에서, 임계값이 각 특징량에 대해 설정된다. 각 영역의 면적이 소정의 값 이상이고, 충전율이 소정의 값 이상인 경우(스텝 S603의 예), 그 영역은 출혈에 의해 유발된 위조상 영역으로서 간주되고, 프로세스는 스텝 S604로 진행하고, 그렇지 않으면(스텝 S603의 아니오), 그 영역은 혈관에 의해 유발된 위조상 영역으로 간주되고, 프로세스는 스텝 S605로 진행한다. 도 9의 구조 정보 맵 M1 상에서, 영역 SR1은 출혈에 의해 유발된 위조상 영역으로 판정되고, SR2는 혈관에 의해 유발된 위조상 영역으로 판정된다. 위조상 영역 종류 판정 방법은 이에 한정되지 않는다는 것에 유의해야 한다. 예를 들어, 소정의 특징량을 입력으로서 사용하여 식별 유닛이 판정할 수도 있다.

[0051] 스텝 S604에서, 해석 유닛(14)은 스텝 S603에서 출혈에 의해 유발된 위조상을 포함하는 것으로 판정된 영역의 각 A-스캔에 "출혈" 라벨을 첨부한다. 도 9의 구조 정보 맵 M1 상에, 영역 SR1을 형성하는 각 A-스캔에 "출혈" 라벨이 첨부된다. 반대로, 스텝 S605에서, 해석 유닛(14)은 스텝 S603에서 혈관에 의해 유발된 위조상을 포함하는 것으로 판정된 영역의 각 A-스캔에 "혈관" 라벨을 첨부한다. 도 9의 구조 정보 맵 M1 상에, 영역 SR2를 형성하는 각 A-스캔에 "혈관" 라벨이 첨부된다.

[0052] 스텝 S606에서, 해석 유닛(14)은 구조 정보 맵 상의 위조상 영역 중에서 스텝 S603에서 판정되지 않은 영역이 존재하는지 여부를 조사한다. 모든 영역이 판정된 경우(스텝 S606의 예), 프로세스는 종료된다. 판정되지 않은 영역이 존재하는 경우(스텝 S606의 아니오), 프로세스는 스텝 S602로 복귀하여 판정되지 않은 영역에 대해 판정 처리를 행한다.

[0053] 상술한 바와 같이, 제1 실시예에 따르면, 맵 상에서 망막층 구조가 해석되어 전체 망막층으로부터 보았을 때 위

조상 영역의 형상을 조사할 수 있다. 위조상의 원인도 특정될 수 있다.

[0054] [제2 실시예]

제2 실시예는, 제1 실시예의 스텝 S404에서 유리체 피질 및 낭포가 특정되고 ILM 경계가 보정되는 예를 설명한다. 단층상에서, 도 11에 나타낸 바와 같이, ILM 경계 L1 위에 박리된 유리체 피질 H1이 부유할 수 있다. 또한, 도 11의 C1과 같이, 망막층 내에 구멍을 형성하는 "낭포"라 칭해지는 병변이 때때로 나타나다. 이러한 단층상이 제1 실시예와 같은 망막층 구조 정보 취득 처리되면, 도 11에 나타낸 바와 같이, 유리체 피질 후보 H1은 점선에 의해 나타내어지고, ILM 경계 L1은 굵은 실선에 의해 나타내어진다. 이 인식 오류는, 낭포 영역의 평균 휙도값이 배경(유리체)과 매우 가깝기 때문에 발생한다. 따라서, 도 11에 나타낸 바와 같이, 원래의 ILM 경계는 유리체 피질 후보로서 인식되고, 낭포 아래의 경계는 ILM 경계로서 인식된다. 이를 방지하기 위해서, 제2 실시예는, 도 6의 해석 처리 대신에 또는 그 외에, 후술할 구조 정보 맵을 사용하여 유리체 피질 특정 처리, 낭포 특정 처리, ILM 경계 보정 처리를 실행한다. 도 11에 나타낸 단층상에 있어서도 인식 오류 없이 유리체 피질, 낭포, ILM 경계가 특정될 수 있다.

[0055] 제2 실시예는 망막층 구조 정보 해석 처리 외에는 제1 실시예와 동일하다. 또한, 장치의 구성에 대해서, 화상 처리 장치(10)가 소프트웨어 명령에 기초하여 동작하는 경우에, ROM 또는 HDD에 저장된 프로그램이 도 10에 나타낸 처리를 실행하고 이를 위한 기능을 실현하는 것을 제외하고는, 제2 실시예는 제1 실시예와 동일하다. 도 10을 참조하여, 제2 실시예에 따라 스텝 S404에서의 망막층 구조 정보 해석 처리의 상세사항에 대해 설명한다.

[0056] 제2 실시예에서는, 단층상의 두께 방향에 따른 선의 화상 정보가 해석되어 제1 및 제2 층의 경계가 분리되는 선을 검출한다. 분리가 검출된 선은 두께 방향에 직교하는 평면 상에 매핑되어 2차원 맵을 생성한다. 이 평면 상에 분리가 검출된 선이 매핑되어 있는 영역의 경계에서, 두께 방향으로 제2 층이 불연속이라고 판정된 경우, 이 영역에서 제1 층의 경계로 판정된 위치가 제2 층의 경계로 보정된다. 본 실시예는 제1 층의 경계로서 유리체 피질을 사용하고, 제2 층의 경계로서 ILM 경계를 사용한다. 불연속성의 판정에 기초하여, 망막 내부의 낭포의 존재가 검출된다. 우선, 스텝 S1001에서, 해석 유닛(14)은 스텝 S403에서 작성된 구조 정보 맵 상에서 영역을 작성한다. 본 실시예는 유리체 피질 후보 구조 정보 맵 M2(도 9)를 사용한다. 도 12는 도 9의 구조 정보 맵 M2와 B-스캔 화상 사이의 관련을 나타내는 도면이다. 유리체 피질 후보가 검출된 영역 VR1과 VR2를 갖는 구조 정보 맵 M2가 얻어지는 경우를 예시함으로써 제2 실시예의 망막층 구조 해석 처리를 설명한다.

[0057] 스텝 S1002에서, 해석 유닛(14)은 스텝 S1001에서 작성된 유리체 피질 후보 영역에서 주변의 ILM 경계와의 연결을 조사하고, 그 지표(ILM 경계 근사도(likelihood)라 칭함)를 산출한다. 본 실시예에서는, 유리체 피질 후보 영역 VR1 및 VR2의 윤곽선(도 9 및 12의 OL1 및 OL2)에 있어서의 유리체 피질 후보 위치와 ILM 경계 위치에 대해 ILM 경계 근사도가 산출 및 비교된다. 유리체 피질 후보가 존재하는 영역 VR1 및 VR2는 유리체 피질 후보를 포함하는 A-스캔을 x-y 평면에 매핑함으로써 얻어진다. 유리체 피질 후보가 존재하는 영역은 유리체 피질과 ILM 경계가 분리되는 영역으로 간주된다.

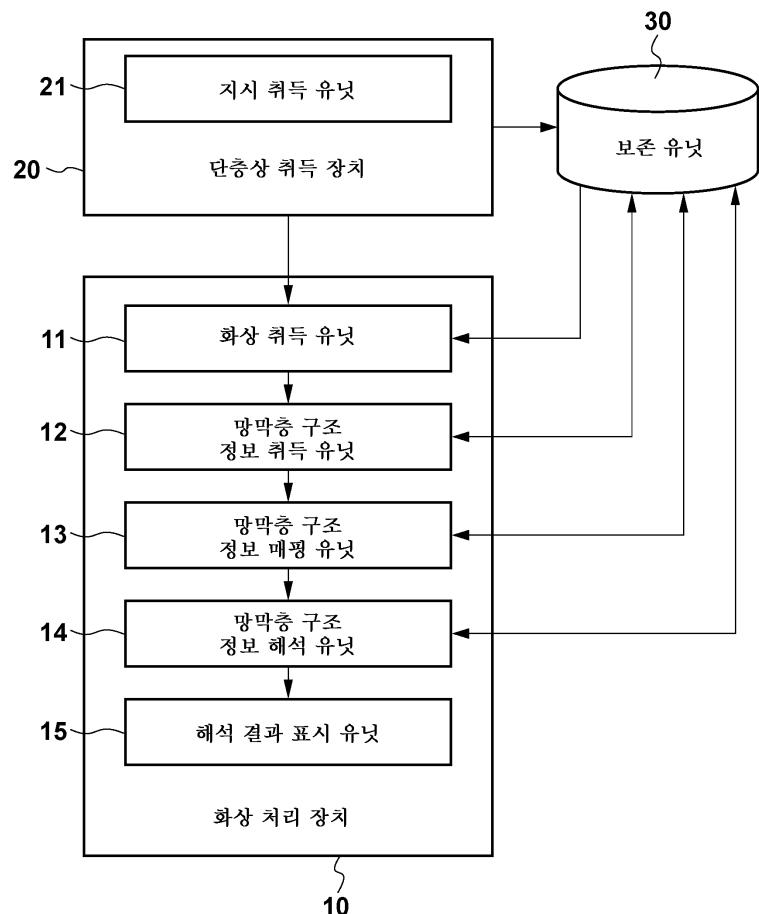
[0058] ILM 경계 근사도의 산출에 대해 상세하게 설명한다. 우선, 도 12에 나타낸 바와 같이, 유리체 피질 후보 영역의 윤곽선의 외측에 있고 유리체 피질 후보를 갖지 않는 A-스캔의 ILM 경계 위치가 기준으로 설정된다. 그리고, 이 기준의 위치와 윤곽선의 A-스캔에서의 유리체 피질 후보의 위치 사이의 차(z-좌표의 차)의 절대값과, 기준 위치와 윤곽선의 A-스캔에서의 ILM 경계 위치 사이의 차(z-좌표의 차)의 절대값이 산출된다. 윤곽선을 형성하는 A-스캔에 대해, 각각의 절대값이 산출되어 가산된다. 이렇게 얻어진 z-좌표의 차의 합이 작을수록, ILM 경계 근사도가 더 높은 것으로 간주되고, 그 경계는 ILM 경계가 될 가능성이 크다(실제 계산에서, z-좌표의 차의 합에 -1을 곱함으로써 얻어진 값이 ILM 경계 근사도로 설정됨). 이 결과, 유리체 피질 후보 영역 VR1 및 VR2의 유리체 피질 후보에서의 ILM 경계 근사도와, ILM 경계에서의 ILM 경계 근사도가 산출된다. ILM 경계 근사도 산출 방법은 이에 한정되지 않는다는 것에 유의해야 한다. 예를 들어, 곡선 근사를 사용해서 ILM 경계 근사도가 산출될 수도 있다.

[0059] 스텝 S1003에서, 해석 유닛(14)은 스텝 S1002에서 산출된 ILM 경계 근사도를 사용하여, ILM 경계를 보정할지 여부를 판정한다. 본 실시예에서는, 유리체 피질 후보에 대해 산출된 ILM 경계 근사도가 소정의 값 이상이고 동일 위치에의 ILM 경계에 대해 산출된 ILM 경계 근사도보다 높은 경우(스텝 S1003의 예), ILM 경계를 보정하는 것으로 판정한다. ILM 경계를 보정한다고 판정되면, 프로세스는 스텝 S1004로 진행한다. 이러한 조건이 만족되지 않는 경우(스텝 S1003의 아니오), 유리체 피질 후보는 유리체 피질인 것으로 판정되고, 프로세스는 스텝 S1006으로 진행한다. 판정 방법은 이에 한정되지 않는다는 것에 유의해야 한다. 예를 들어, ILM 경계 근사도를 특정량으로서 사용하여 식별 유닛이 판정할 수도 있다.

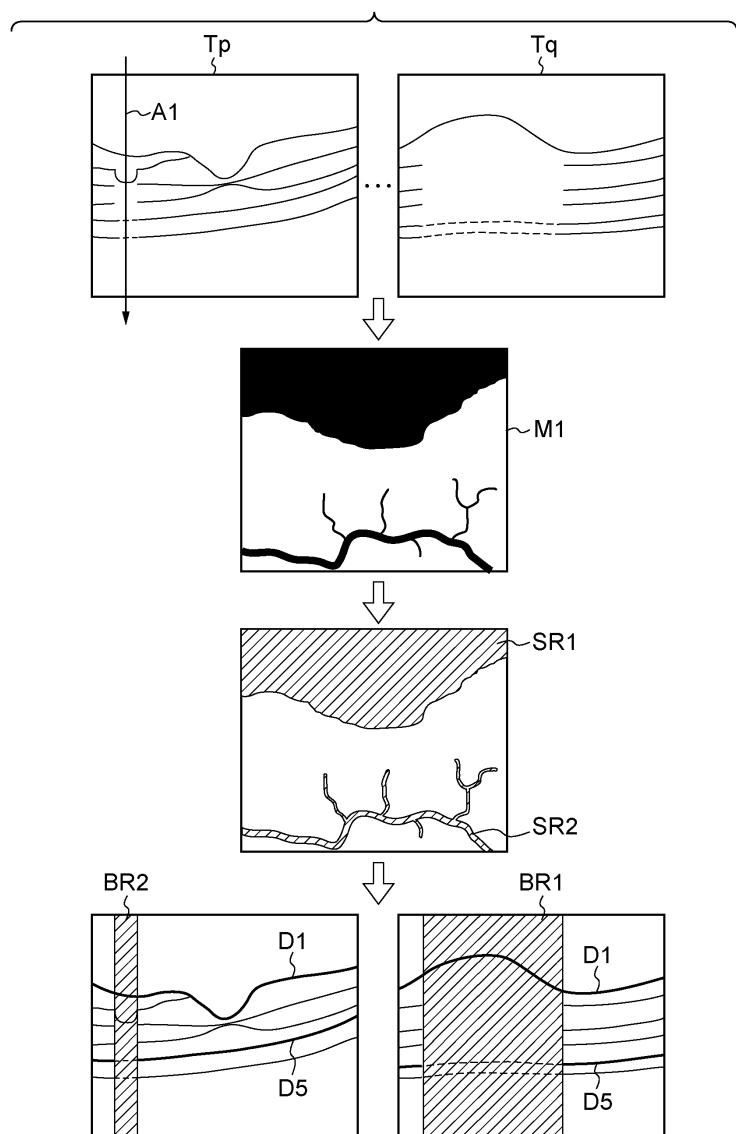
- [0061] 스텝 S1004에서, 해석 유닛(14)은, 스텝 S1003에서 ILM을 보정하는 것으로 판정된 유리체 피질 후보 영역에 대해, 이 영역에서의 유리체 피질 후보의 위치 정보를 사용해서 ILM 경계를 보정한다. 본 실시예에서, ILM 경계 정보와 같은 정보의 모든 단편은 구조 정보 맵에 보존되어 있으므로, ILM 경계 구조 정보 맵 상의 이러한 영역은 유리체 피질 후보의 위치 정보에 의해 재기입된다. 스텝 S1005에서, 해석 유닛(14)은, 스텝 S1004에서 ILM 경계가 보정된 영역에 대해, 낭포가 존재한다는 것을 나타내는 라벨을 첨부한다. 본 실시예에서는, 낭포에 관한 구조 정보 맵이 새롭게 작성되고, ILM 보정된 영역의 A-스캔에 "낭포" 라벨이 첨부된다.
- [0062] 스텝 S1006에서, 해석 유닛(14)은, 스텝 S1003에서 유리체 피질인 것으로 판정된 유리체 피질 후보 영역에 대해, 그 영역을 형성하는 A-스캔에 "유리체 피질" 라벨을 첨부한다.
- [0063] 스텝 S1007에서, 해석 유닛(14)은, 구조 정보 맵 상의 유리체 피질 후보의 영역 중에 판정되지 않은 영역이 존재하는지 여부를 조사한다. 모든 영역이 판정된 경우(스텝 S1007의 예), 프로세스는 종료한다. 판정되지 않은 영역이 존재하는 경우, 프로세스는 스텝 S1002로 복귀하여 판정되지 않은 영역에 대해 판정 처리를 행한다.
- [0064] 상술한 처리에 의하면, A-스캔에 낭포의 유무를 나타내는 라벨이 첨부된다. 도 13c에 나타낸 B-스캔 단층상에서, 낭포 영역을 나타내는 BR3이 중첩될 수 있다. ILM 경계가 보정된 경우에, 보정 후의 ILM 경계와 보정 전의 ILM 경계 사이의 부분이 낭포 부분으로 간주될 수 있고, 도 13c에 나타낸 바와 같이, 낭포 C1은 식별 가능하게 표시될 수 있다. C-스캔 단층상에서, 도 13d와 같이 유리체 피질이 부유하는 영역 VR2가 중첩될 수 있거나, 도 13e와 같이 낭포 영역 VR1이 중첩되어 표시될 수 있다.
- [0065] 상술한 바와 같이, 제2 실시예에 따르면, 맵 상에서 망막층 구조를 해석함으로써, 망막층 구조의 연속성을 고려하여 오류가 보정될 수 있다. 또한, 유리체 피질 또는 낭포의 유무를 포함하는 구조 정보가 보다 상세하게 특정될 수 있다.
- [0066] 본 발명에 따르면, 높은 정밀도의 화상 해석에 필요한, 층 구조를 변화시키는 원인이 망막의 단층상으로부터 특정될 수 있다.
- [0067] 상술한 실시예는 주로 본 발명을 소프트웨어에 의해 실현하는 예를 설명했지만, 본 발명의 적용은 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 상술한 기능 블록을 회로로서 실장함으로써 하드웨어에 의해 본 발명이 실현된다는 것을 기술 분야에 있어서의 당업자는 용이하게 알 것이다. 실시예에서의 프로그램의 개재에 의해 실행되는 기능 블록의 일부만이 전용의 화상 처리 보드로서 실장될 수도 있다.
- [0068] 또한, 본 발명의 양태들은 메모리 디바이스 상에 기록된 프로그램을 판독 및 실행하여 상술한 실시예(들)의 기능을 수행하는 컴퓨터 시스템 또는 장치(또는 CPU나 MPU와 같은 디바이스)와, 예를 들어, 메모리 디바이스 상에 기록된 프로그램을 판독 및 실행하여 상술한 실시예(들)의 기능을 수행함으로써 컴퓨터 시스템 또는 장치에 의해 수행되는 단계로 이루어진 방법에 의해 실현될 수 있다. 이를 위해, 프로그램이 예를 들어, 네트워크를 통해, 또는 메모리 디바이스로서의 역할을 하는 각종 기록 매체(예를 들어, 컴퓨터 판독가능 저장 매체)로부터 컴퓨터에 제공된다.
- [0069] 실시예들을 참조하여 본 발명을 설명하였지만, 본 발명은 개시된 실시예들에 한정되지 않는다는 것이 이해되어야 한다. 이하의 청구항의 범위는 이러한 모든 변형 및 동등한 구성과 기능을 포함하도록 최광의의 해석에 따라야 한다.

도면

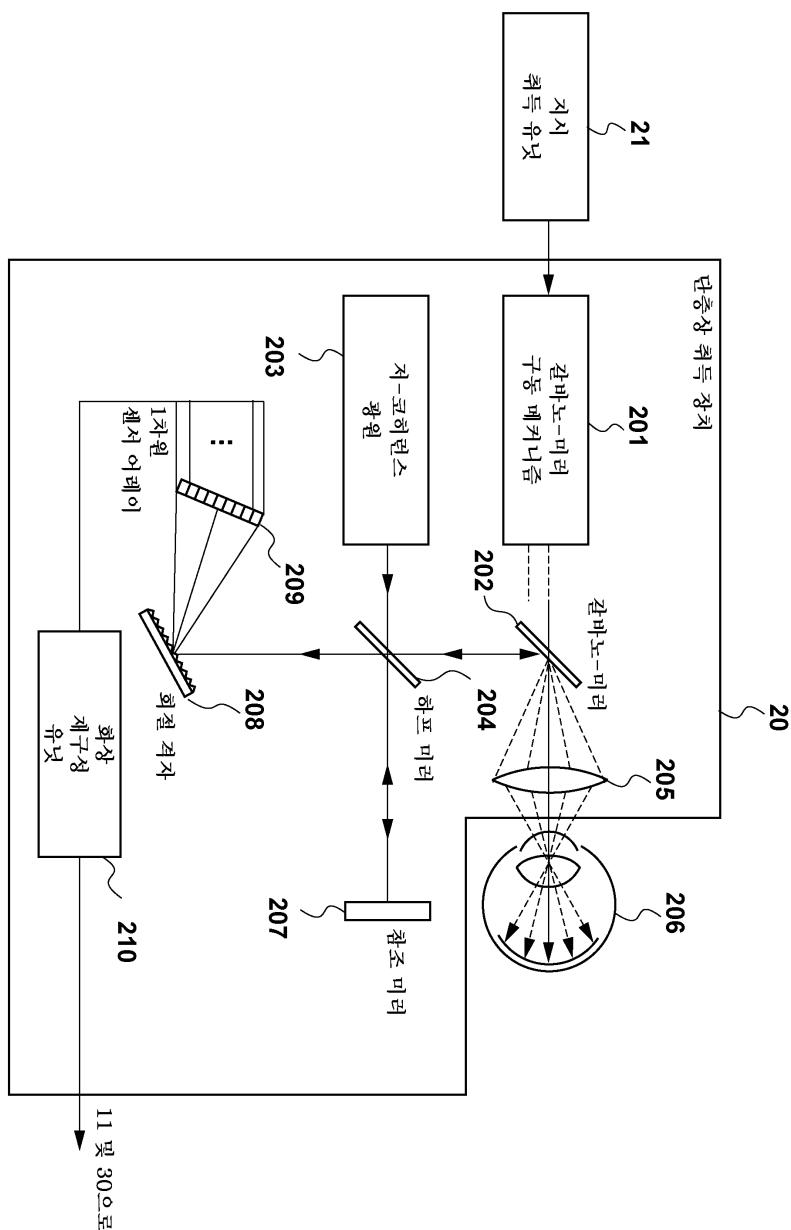
도면1



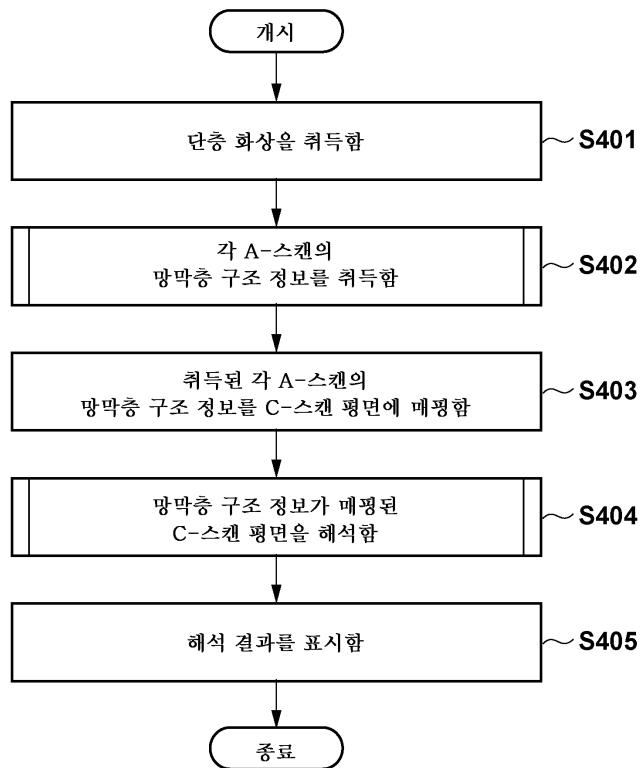
도면2



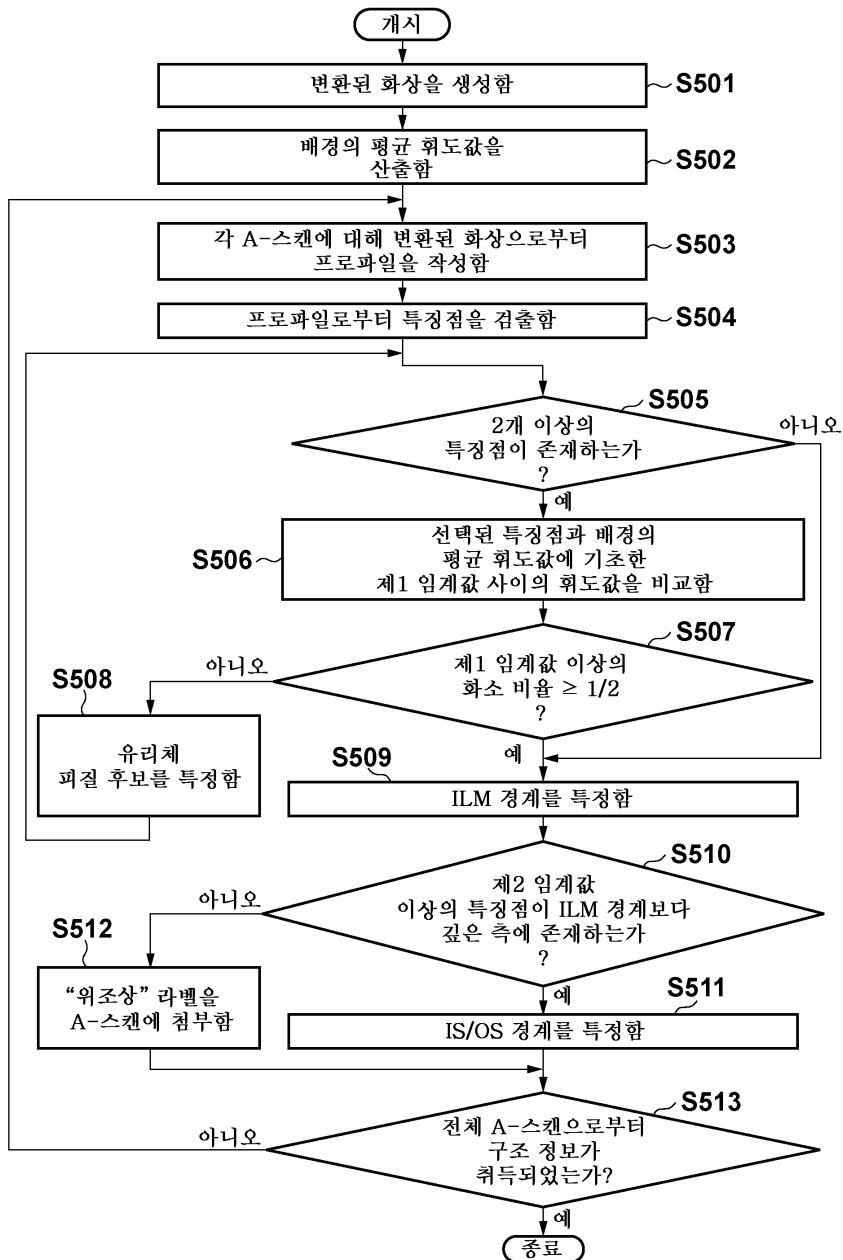
도면3



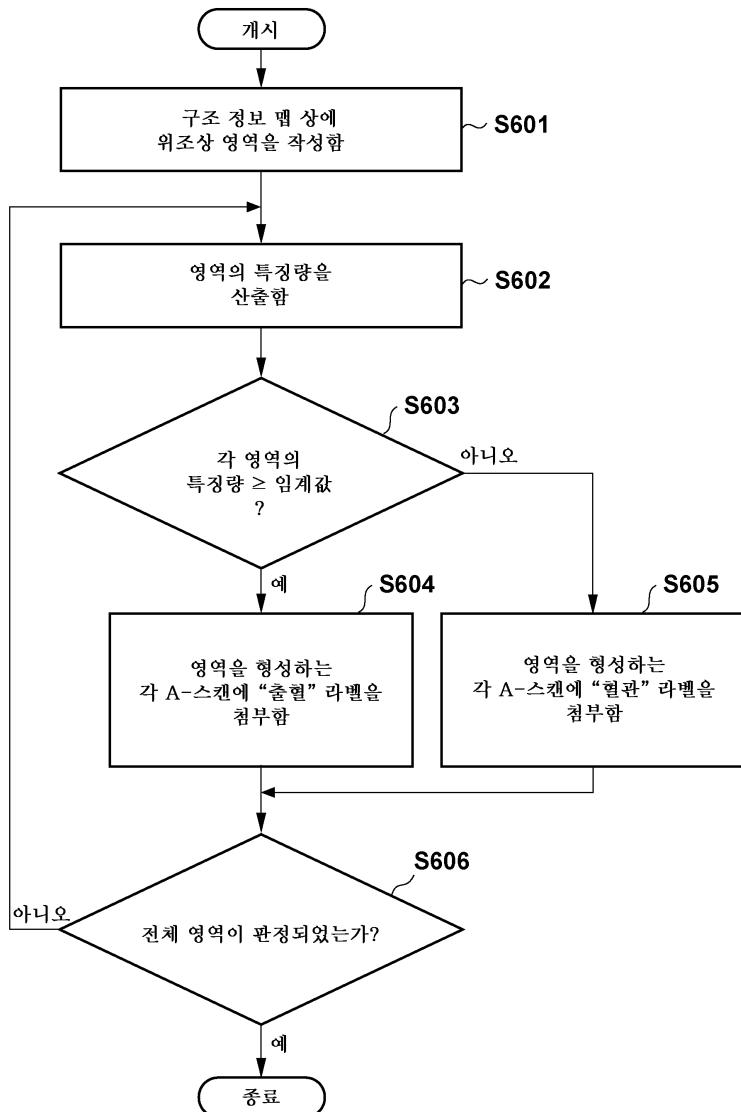
도면4



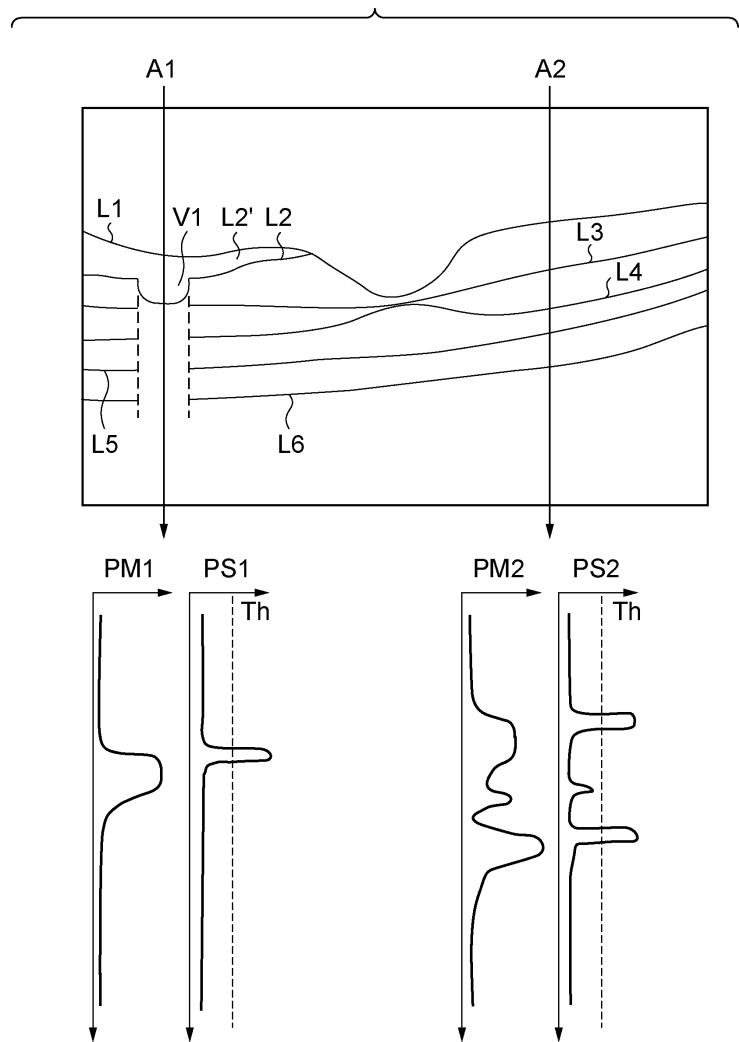
도면5



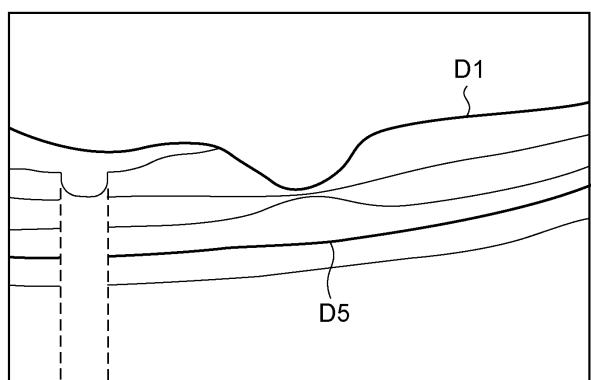
도면6



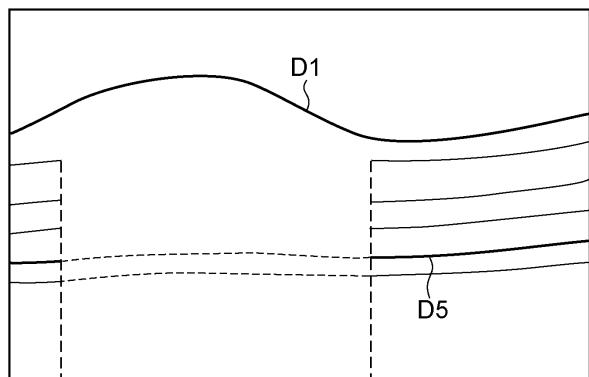
도면7



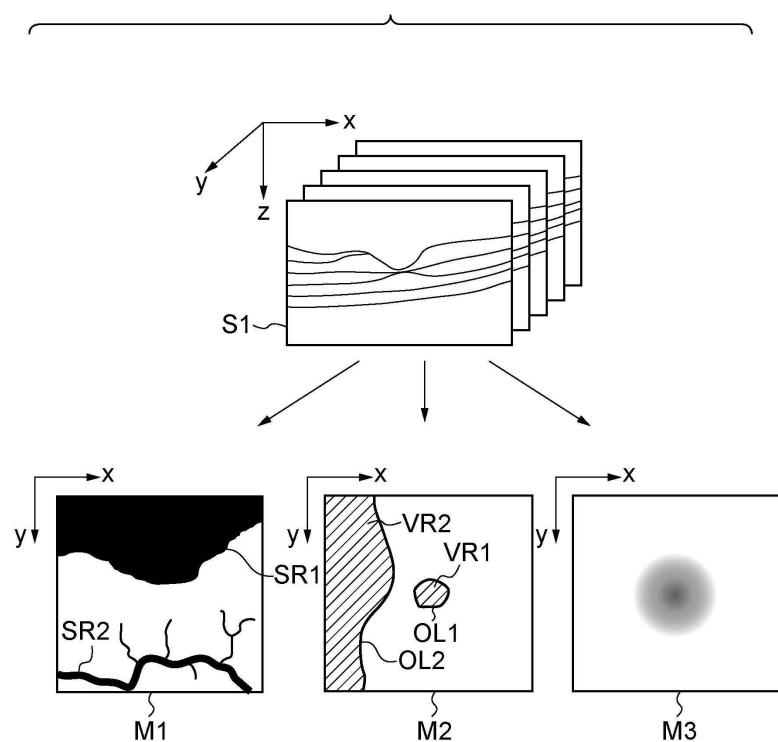
도면8a



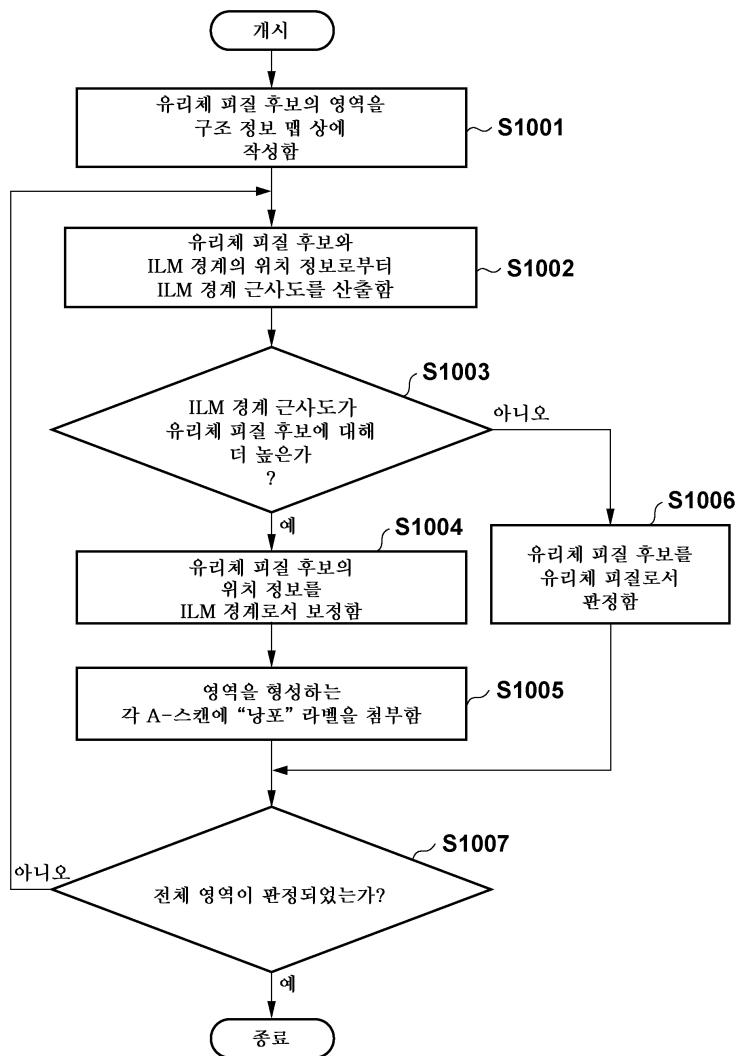
도면8b



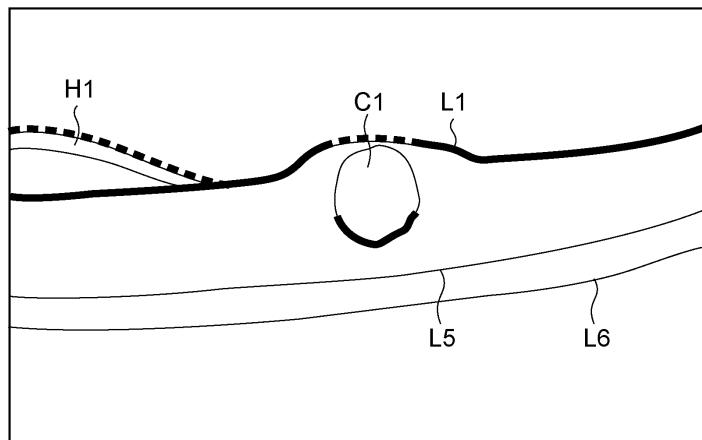
도면9



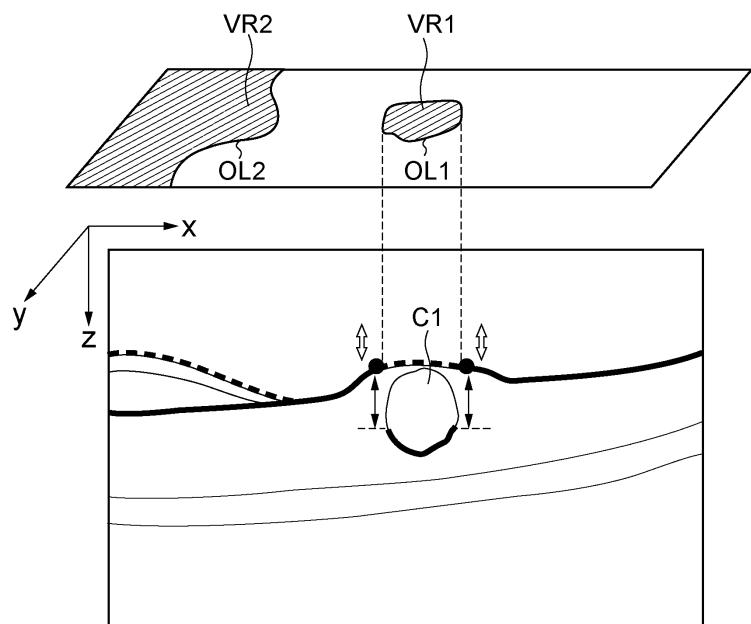
도면10



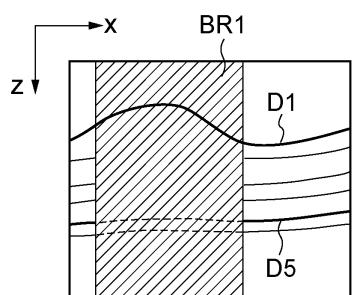
도면11



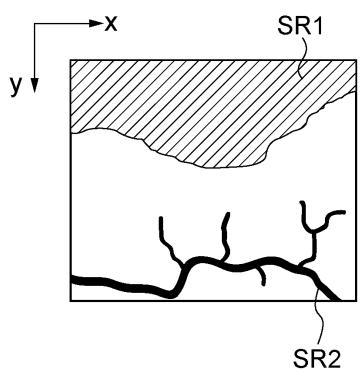
도면12



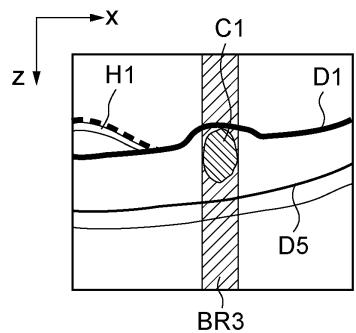
도면13a



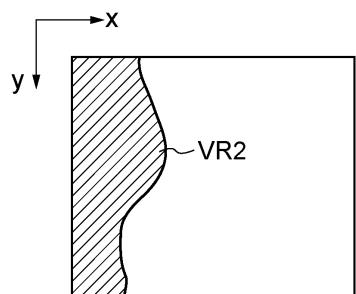
도면13b



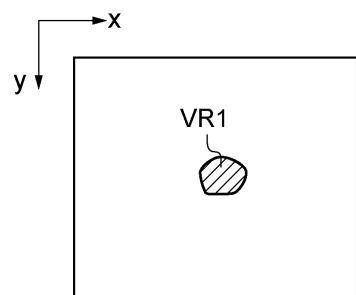
도면13c



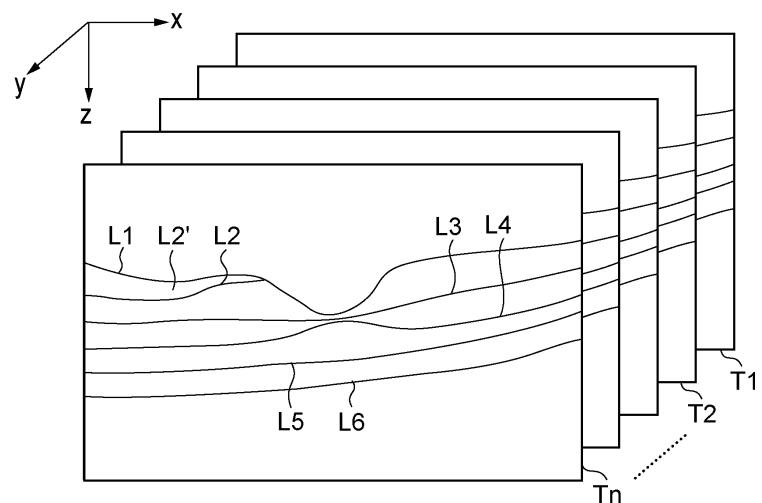
도면13d



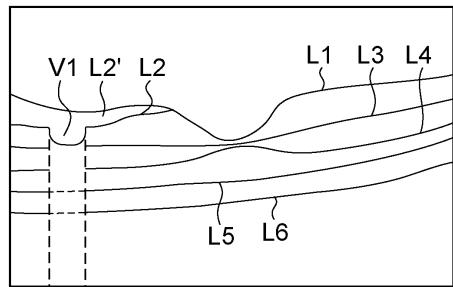
도면13e



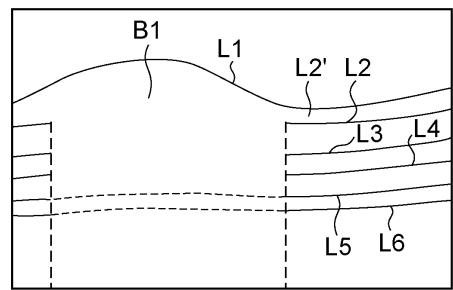
도면14



도면15a



도면15b



도면15c

