



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년12월19일

(11) 등록번호 10-1474787

(24) 등록일자 2014년12월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 3/14 (2006.01) G06T 1/00 (2006.01)

G01B 9/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0130023

(22) 출원일자 2011년12월07일

심사청구일자 2012년12월07일

(65) 공개번호 10-2012-0064625

(43) 공개일자 2012년06월19일

(30) 우선권주장

JP-P-2010-275144 2010년12월09일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP2009523563 A

전체 청구항 수 : 총 11 항

(73) 특허권자

캐논 가부시끼가이샤

일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3조메 30방 2고

(72) 발명자

나카노 유타

일본국 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3조메 30방
2고 캐논 가부시끼가이샤 나이

카타야마 아키히로

일본국 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3조메 30방
2고 캐논 가부시끼가이샤 나이

(74) 대리인

권태복

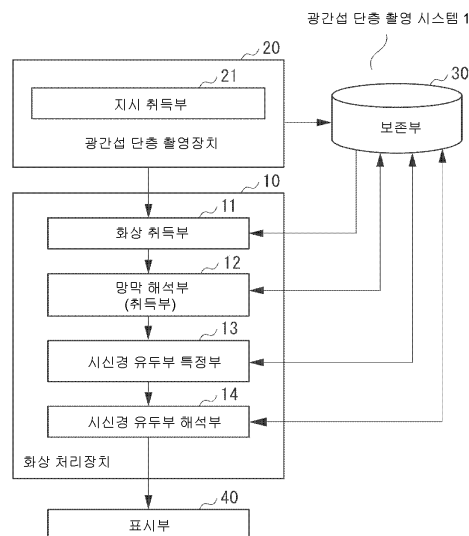
심사관 : 이재균

(54) 발명의 명칭 피검안의 단층 화상을 처리하는 화상 처리장치, 촬상 시스템, 화상 처리방법 및 기록매체

(57) 요약

화상 처리장치는, 망막의 단층 화상에 근거하여 상기 망막의 층들을 검출하도록 구성된 검출부와, 상기 망막과 초자체 사이의 경계면에 있어서 임계값보다 더 큰 곡률을 갖는 영역을 취득하도록 구성된 취득부와, 상기 검출부에 의해 특정한 층이 검출되지 않은 영역과 상기 취득부에 의해 취득된 상기 영역을 포함하는 시신경 유두부에 근거하여, 상기 망막의 상기 시신경 유두부를 특정하도록 구성된 특정부를 구비한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

망막의 단층 화상에 근거하여 상기 망막의 층들을 검출하도록 구성된 검출부와,

상기 망막과 초자체 사이의 경계면의 복수의 위치 각각에 대해, 상기 경계면의 곡률의 정도를 나타내는 지표를 산출하는 산출부와,

상기 지표를 사용하여 상기 경계면 중 가장 큰 곡률을 갖는 영역을 취득하도록 구성된 취득부와,

상기 검출부에 의해 상기 망막의 층이 검출되지 않은 영역과 상기 취득부에 의해 취득된 상기 영역에 근거하여, 상기 망막의 시신경 유두부를 특정하도록 구성된 특정부를 구비하고,

상기 곡률의 정도를 평가하는 상기 지표는, 상기 경계면의 복수의 위치의 각각에 있어서 상기 위치를 포함하는 소정 범위에 있어서의 상기 경계면의 구배값 및 깊이 방향으로의 변화량 중 적어도 어느 한 개인, 화상 처리장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 특정부는, 상기 특정된 시신경 유두부에서 발견된 상기 곡률의 형상에 근거하여 상기 시신경 유두부의 영역의 외측 가장자리를 특정하는 화상 처리장치.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 특정부는, 상기 시신경 유두부 내부의 소정의 위치를 기점으로 사용함으로써 영역성장법에 근거하여 상기 시신경 유두부의 상기 외측 가장자리를 특정하는 화상 처리장치.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 특정부는, 상기 특정된 시신경 유두부의 상기 곡률의 형상에 근거하여 상기 기점의 위치를 특정하는 화상 처리장치.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 특정부는, 상기 곡률의 중심 위치에 근거하여 상기 기점의 위치를 특정하는 화상 처리장치.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 검출부는, 상기 단층 화상에 있어서 망막 색소 상피가 존재하지 않는 영역을 층들이 끊어진 영역으로서 취득하고,

상기 취득부는, 상기 망막과 상기 초자체의 상기 경계면이 임계값보다 큰 곡률을 갖는 위치에 근거하여 더 큰

곡률을 갖는 영역을 취득하는 화상 처리장치.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 검출부는, NFL, GCL, INL, IPL, OPL, IS/OS 및 상기 NFL, 상기 GCL, 상기 INL, 상기 IPL, 상기 OPL, 상기 IS/OS 사이의 층 경계의 적어도 어느 한 개가 존재하지 않는 영역을 층들이 끊어진 영역으로서 취득하는 화상 처리장치.

청구항 8

삭제

청구항 9

제 7항에 있어서,

상기 경계면에 대한 기준 평면을 설정하도록 구성된 설정부를 더 구비하고,

상기 특정부는, 상기 경계면과 상기 기준 평면 사이의 눈의 깊이 방향으로의 위치의 차이에 근거하여 상기 경계면의 함몰 정도를 산출하는 화상 처리장치.

청구항 10

청구항 1에 기재된 화상 처리장치와,

피검안을 촬영해서 상기 피검안의 망막의 단층 화상을 얻도록 구성된 OCT 촬영장치와,

상기 특정된 시신경 유두부를 상기 망막의 표면 화상 또는 투영 화상에 표시하도록 구성된 표시부를 구비한 촬영 시스템.

청구항 11

망막의 단층 화상에 근거하여 상기 망막의 층들을 검출하는 단계와,

상기 망막과 초자체 사이의 경계면의 복수의 위치 각각에 대해, 상기 경계면의 곡률의 정도를 나타내는 지표를 산출하는 단계와,

상기 지표를 사용하여 상기 경계면 중 가장 큰 곡률을 갖는 영역을 취득하는 단계와,

상기 망막의 층이 검출되지 않은 영역과 상기 취득된 상기 영역에 근거하여, 상기 망막의 시신경 유두부를 특정하는 단계를 구비하고,

상기 곡률의 정도를 평가하는 상기 지표는, 상기 경계면의 복수의 위치의 각각에 있어서 상기 위치를 포함하는 소정 범위에 있어서의 상기 경계면의 구배값 및 깊이 방향으로의 변화량 중 적어도 어느 한 개인, 화상 처리방법.

청구항 12

망막의 단층 화상에 근거하여 상기 망막의 층들을 검출하는 지시와,

상기 망막과 초자체 사이의 경계면의 복수의 위치 각각에 대해, 상기 경계면의 곡률의 정도를 나타내는 지표를 산출하는 지시와,

상기 지표를 사용하여 상기 경계면 중 가장 큰 곡률을 갖는 영역을 취득하는 지시와,

상기 망막의 층이 검출되지 않은 영역과 상기 취득된 영역에 근거하여, 상기 망막의 시신경 유두부를 특정하는 지시를 포함하는 지시를 컴퓨터가 실행하게 하는 프로그램을 기억한 비일시적 기록매체로서,

상기 곡률의 정도를 평가하는 상기 지표는, 상기 경계면의 복수의 위치의 각각에 있어서 상기 위치를 포함하는 소정 범위에 있어서의 상기 경계면의 구매값 및 깊이 방향으로의 변화량 중 적어도 어느 한 개인, 비일시적 기록매체

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 피검안의 단층 화상을 처리하는 화상 처리장치, 화상 시스템, 화상 처리방법 및 기록매체에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 망막의 시신경 유두부(optic disc)는 시신경의 다발이 눈의 심부로 들어가는 부위이다. 녹내장 등의 병의 경우 이 시신경 유두부에 변화가 나타나기 때문에, 이 시신경 유두부를 특정하는 것은 진단상 유익하다.

[0003] US 특허 공개 2007/0195269에서는, 망막 내의 층들 중 한개인 망막 색소 상피의 단부들을 구함으로써, 시신경 유두부의 영역("디스크 영역"이라고도 한다)을 특정하는 기술이 개시되어 있다. 이 기술은, 시신경 유두부의 중심 부근의 바로 아래에는 망막 색소 상피가 존재하지 않는다고 하는 해부학적인 특징에 근거를 두고 있다.

[0004] 일본국 특허출원 공개 2008-73188에서는, 전안부에서 안저 표면까지의 깊이 또는 거리에 근거하여 시신경 유두부에서의 함몰 영역을 특정하는 기술이 개시되어 있다. 이 기술은, 시신경 유두부가 안저 표면 상의 함몰부라는 사실에 근거를 두고 있다.

[0005] 그런데, 망막 색소 상피가 존재하지 않는다는 사실에 근거하여 시신경 유두부를 특정하는 경우에는, 혈관이나 병변 아래에 허상(false image)이 발생하여 망막 색소 상피가 선명하지 않게 될 수 있다. 따라서, 이 허상이 발생한 영역을 시신경 유두부로 특정하여 버릴 우려가 있다. 또한, 망막의 표면 형상에 근거해서 시신경 유두부를 특정하는 경우, 시신경 유두부 이외의 함몰부를 잘못해서 시신경 유두부로 특정하여 버릴 우려가 있다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일면에 따르면, 화상 처리장치는, 망막의 단층 화상에 근거하여 상기 망막의 층들을 검출하도록 구성된 검출부와,

상기 망막과 초자체 사이의 경계면의 복수의 위치 각각에 대해, 상기 경계면의 곡률의 정도를 나타내는 지표를 산출하는 산출부와,

[0007] 상기 지표를 사용하여 상기 경계면 중 가장 큰 곡률을 갖는 영역을 취득하도록 구성된 취득부와,

[0008] 상기 검출부에 의해 상기 망막의 층이 검출되지 않은 영역과 상기 취득부에 의해 취득된 상기 영역에 근거하여, 상기 망막의 시신경 유두부를 특정하도록 구성된 특정부를 구비하고, 상기 곡률의 정도를 평가하는 상기 지표는, 상기 경계면의 복수의 위치의 각각에 있어서 상기 위치를 포함하는 소정 범위에 있어서의 상기 경계면의 구매값 및 깊이 방향으로의 변화량 중 적어도 어느 한 개인 것을 특징으로 한다.

[0009] 본 발명의 또 다른 특징 및 국면은 첨부된 도면을 참조하여 주어지는 이하의 실시예의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0010]

명세서에 포함되고 명세서의 일부를 구성하는 다음의 첨부도면은, 본 발명의 예시적인 실시예, 특징 및 국면을 예시하며, 상세한 설명과 함께, 본 발명의 원리를 설명하는 역할을 한다.

도 1은 광간섭 단층 촬영 시스템의 구성도다.

도 2는 광간섭 단층 촬영장치(20)의 구성도다.

도 3은 시신경 유두부 부근의 단층 화상의 일례를 도시한 도면이다.

도 4는 화상 처리장치(10)가 실행하는 처리를 나타낸 흐름도다.

도 5는 시신경 유두부 해석부(14)가 실행하는 시신경 유두부 영역의 특정 처리를 도시한 도면이다.

도 6은 망막 해석부(12)가 실행하는 처리를 나타낸 흐름도다.

도 7은 시신경 유두부 부근의 화상과 A-스캔 프로파일을 도시한 도면이다.

도 8은 망막 해석부(12)에 의해 특정된 내부 경계막(inner limiting membrane: ILM) 및 시세포 내절/외절 접합부(photoreceptor cell inner segment/outer segment junction: IS/OS)를 도시한 도면이다.

도 9는 시신경 유두부 특정부(13)가 실행하는 처리를 나타낸 흐름도다.

도 10은 IS/OS가 존재하지 않는 영역을 특정하는 처리를 도시한 도면이다.

도 11은 함몰 영역의 중심 위치를 특정하는 처리를 도시한 도면이다.

도 12는 기타 실시예에 따른 시신경 유두부 해석부(14)가 실행하는 시신경 유두부 영역의 특정처리를 도시한 도면이다.

도 13은 망막이 기울어져 촬영된 경우의 시신경 유두부 부근의 단층 화상을 도시한 도면이다.

도 14는 기타 실시예에 따른 시신경 유두부 해석부(14)가 실행하는 시신경 유두부 영역의 특정처리를 도시한 도면이다.

도 15는 기타 실시예에 따른 화상 처리장치(1500)의 구성도다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011]

이하, 본 발명의 다양한 실시예, 특징 및 국면을 첨부도면을 참조하여 상세히 설명한다. 이하에서 설명하는 본 발명의 실시예 각각은, 필요에 따라, 또는 단일 실시예에서 개별적인 실시예들로부터의 구성요소들이나 특징의 조합이 유리한 경우에, 단독으로 또는 복수의 실시예들이나 이들 실시예들의 특징들의 조합으로 구현될 수 있다.

[0012]

이하, 본 실시예에 따른 광간섭 단층 촬영 시스템(1)의 구성을 도 1에 근거하여 설명한다. 본 시스템에서는, 광간섭 단층 촬영장치(20)가 피검안의 단층 화상을 촬영한다. 이 시스템은, 촬영된 단층 화상에 시신경 유두부의 해석 처리를 실시해서, 결과적으로 얻어진 화상을 표시부(40)에 표시한다.

[0013]

화상 처리장치(10)는, 도 1에 나타난 각 블록을 주문형 반도체(application-specific integrated circuit: ASIC), 필드 프로그래머블 게이트 어레이(FPGA) 및 기타의 하드웨어 부품으로서 구비하여, 후술하는 도 4, 도 6 및 도 9의 처리를 실행할 수 있다.

[0014]

망막 해석부(12)는 화상 취득부(11)가 취득한 단층 화상을 해석하여, 망막의 층들 사이의 경계면의 위치를 특정한다. 또한, 망막 해석부(12)는 ILM 및 IS/OS의 3차원 형상을 특정한다. 망막 해석부(12)는, 단층 화상에 근거하여 특정된 3차원 형상에 기초하여, ILM에 있어서의 함몰부와 IS/OS에 있어서 층이 끊어진 영역을 취득한다.

[0015]

시신경 유두부 특정부(13)는 특정된 각 경계면의 위치와 ILM의 형상에 대한 정보에 근거하여 단층 화상으로부터 시신경 유두부를 특정한다. 시신경 유두부 해석부(14)는 시신경 유두부를 해석해서 시신경 유두부의 외측 가장자리로 둘러싸인 시신경 유두부 영역(이 영역은 시신경 원판이라고도 부른다)을 특정한다.

[0016]

시신경 유두부 해석부(14)는, 시신경 유두부 영역에 근거하여, 원판 함몰부 또는 시신경 유두부 함몰부

인 컵 영역(optic cup region)을 특정한다. 시신경 유두부 해석부(14)는 함몰 유두부 직경비(cup-to-disc(C/D)비) 및 림 유두부 직경비(rim-to-disc(R/D)비)를 더 산출한다. 화상 처리장치(10)는 이 C/D비 및 R/D비를 단층 화상과 함께 표시부(40)에 표시한다.

[0017] 도 2에 근거하여 공간섭 단층 촬영장치(20)의 구성을 이하에서 설명한다. 공간섭 단층 촬영장치(20)는 OCT(optical coherence tomography: OCT)의 원리에 근거한 OCT 촬영장치이다.

[0018] 지시 취득부(21)는, 피검안의 안저 표면에 대해 2차원의 계측 범위 및 계측 심도를 조정하는 지시 정보를 취득한다. 지시 정보에 근거하여, 갈바노미터 미러 구동기구(201)는 갈바노미터 미러(202)를 구동한다. 하프미러(204)는 저코히런스 광원(203)으로부터의 빛을 신호광과 참조광으로 분할한다.

[0019] 신호광은 갈바노미터 미러(202) 및 대물렌즈(205)를 경유해서 진행한 후, 피검안(206)에 의해 반사 또는 산란된다. 참조광은 고정 배치된 참조 미러(207)에 의해 반사 또는 산란된다. 하프미러(204)는 이들 신호광 및 참조광의 귀환광을 합성해서 간섭광을 생성한다.

[0020] 회절격자(208)는 이 간섭광을 파장 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ 을 갖는 파장 성분으로 분광하고, 각 파장 성분을 1차원 광센서 어레이(209)를 사용하여 검출한다. 화상 재구성부(210)는, 1차원 광센서 어레이(209)로부터 출력된 간섭광의 각 파장 성분의 검출 신호에 근거하여, 망막의 단층 화상을 재구성한다.

[0021] A-스캔은 안저의 임의의 위치에 신호광을 조사해서 1차원의 화상을 얻는 것을 말한다. A-스캔을 통해 얻어진 깊이 방향의 1차원의 화상을 A-스캔 화상이라고 부른다.

[0022] B-스캔은 갈바노미터 미러(202)를 사용하여 임의의 선을 따라 신호광으로 단속적으로 안저를 조사하여 안저 표면을 주사하는 것을 말한다. B-스캔에 의해 얻어진 단층 화상을 B-스캔 화상이라고 부른다.

[0023] 안저 표면의 소정의 영역 내의 복수의 위치에서 A-스캔을 통해 얻어진 A-스캔 화상에 근거하여 A-스캔의 방향과 교차하는 화상을 C-스캔 화상이라 부른다.

[0024] 도 3은 상기한 공간섭 단층 촬영장치(20)에 의해 촬영된 시신경 유두부 부근의 단층 화상, 즉 신호광을 편향시켜 n개의 평행한 라인을 따라 스캔(B-스캔)하여 얻어진 화상 T1 내지 Tn의 예를 나타낸 것이다. x축 방향은 B-스캔과 평행한 방향이고, y축 방향은 스캔 라인이 배치된 것과 나란한 방향이며, z축 방향은 눈의 깊이 방향이다.

[0025] 도 3을 참조하면, 경계 L1은 ILM과 초자체의 경계(이하, 이 경계를 ILM 경계로 부른다), 즉 망막과 초자체의 경계이다. 경계 L2는 신경섬유층(nerve fiber layer: NFL)과 그것의 하부의 층의 경계(이하, 이 경계를 NFL 경계로 부른다)이다. 경계 L3은 IS/OS과 그것의 상부층의 경계(이하, 이 경계를 IS/OS 경계로 부른다)이다. 경계 L4는 망막 색소 상피(retinal pigment epithelium: RPE)와 그것의 하부의 층의 경계(이하, 이 경계를 RPE 경계로 부른다)이다.

[0026] 도 3에 나타낸 것과 같이, 시신경 유두부의 특징은, 첫째로는 ILM 경계가 함몰된다는 것이고 둘째로는 IS/OS(IS/OS 경계)나 RPE(RPE 경계)가 존재하지 않는다는 것이다. 이 두가지 특징에 근거하여, 망막층의 단층 화상에 근거하여 시신경 유두부의 위치를 특정한다.

[0027] ILM 경계의 형상은 개인차가 큰 것이 알려져 있다. 개인에 따라서는, 시신경 유두부의 함몰이 그만큼 크지 않고, 시신경 유두부 이외의 영역에서 ILM 경계의 함몰부가 나타나는 경우도 있다. 그렇지만, 해부학상으로는, RPE가 존재하지 않는 것은 병변을 제외하고는 시신경 유두부 뿐이다. 따라서, 함몰부가 복수 존재하고 있어도, RPE의 유무를 판정함으로써 정밀하게 시신경 유두부의 위치를 특정할 수 있다.

[0028] 이들 두가지 특징을 함께 사용하는 효과는, 혈관이나 병변에 의해 허상 영역이 생성되는 경우에 현저해진다. 영역 v1은 허상 영역으로 불린다. 허상 영역은, 혈관이나 병변이 OCT의 신호광을 흡수하여, 혈관이나 병변보다 깊은 위치에 도달하는 신호광이 극히 약해짐으로써 발생한다. 허상 영역에서는, 실제로 존재하는 층이나 구조가 사라져 버린다.

[0029] 출혈이나 백반 등의 병변에 의해 허상이 발생하는 많은 경우에는, 병변부의 상부의 ILM 경계는 초자체층을 향해 밀어올려진다. 결과적으로, ILM 경계가 불룩부를 형성하게 된다.

[0030] 더구나, 혈관이 존재할 때, 혈관의 상부가 함몰부를 형성하는 것은 드물다. 본 실시예에서는, ILM 경계에서 함몰부가 형성하는지 아닌지를 판정해서 시신경 유두부를 특정함으로써, RPE의 유무만에 근거하여 시신경 유두부의 위치를 특정할 때의 결점을 보완한다.

- [0031] 도 3을 참조하여, 영역 C5는 시신경 유두부 영역을 나타내고 있고, 시신경 유두부 영역으로 불린다. 영역 D7은 시신경 유두부의 함몰부의 가장자리로 둘러싸인 영역을 나타낸다. 이 영역은 컵 영역으로 불린다.
- [0032] 본 실시예에서는, US 특허 공개 2007/0195269에 의한 정의에 따라, 시신경 유두부 영역을 RPE의 단부들로 둘러싸인 영역으로서 정의한다. 도 3에 나타난 것과 같이, 컵 영역은, 특정한 면과, 이 면과 ILM의 교점을 연결하여 형성된 곡면으로서 정의된다. 이때, 특정한 면은, RPE 단부면(RPE 단부들을 연결하여 형성된 면)을 소정의 거리만큼 평행하게 위로 수직이동하여 형성된다.
- [0033] C/D비는 이 컵 영역의 외측 가장자리의 직경과 시신경 유두부 영역의 직경의 비로 정의된다. C/D비가 크면, 즉 함몰이 큰 경우에는, 녹내장이 의심된다.
- [0034] R/D비는 림 영역의 폭과 이 폭의 계측 위치 및 시신경 유두부 중심을 통과하는 시신경 유두부의 직경의 비로서 정의된다. 림 영역이란, 시신경 유두부 영역의 외측 가장자리와 컵 영역의 외측 가장자리에 의해 둘러싸인 영역을 의미한다. R/D비가 작은 경우, 즉 함몰부의 영역이 시신경 유두부의 영역에 대해 큰 경우에는, 녹내장이 의심된다.
- [0035] 도 4는 본 실시예의 처리를 나타낸 흐름도다. 화상 처리장치(10)가 실행하는 처리 절차를 이 흐름도를 참조하여 이하 상세히 설명한다.
- [0036] 스텝 S401에서, 화상 취득부(11)는, 광간섭 단층 촬영장치(20)에서 촬영한 복수의 2차원 단층 화상 T1 내지 Tn(도 3 참조)을 취득한다.
- [0037] 스텝 4302에서, 망막 해석부(12)는, 2차원 단층 화상 T1 내지 Tn의 각각에 대해, y축 방향으로 배치된 화소열마다 ILM 경계 및 IS/OS 경계의 위치와 형상을 특정한다. 이 처리는 도 6에 도시된 스텝 S601 내지 스텝 S611에서 상세히 후술한다.
- [0038] 스텝 S403에서, 시신경 유두부 특정부(13)는, 망막 해석부(12)에서 특정한 ILM 경계가 함몰된 형상을 하고 있고, 또한 IS/OS의 특정을 실패한 위치를 시신경 유두부로서 특정한다. ILM 경계의 함몰된 형상에 근거하여, 시신경 유두부 특정부(13)는 시신경 유두부 영역의 중심 위치를 더 특정한다. 이 처리의 상세한 것은 도 9에 도시된 스텝 S901 내지 S903에서 후술한다.
- [0039] 스텝 S404에서, 시신경 유두부 해석부(14)는, 특정된 시신경 유두부의 위치에 근거하여 영역성장법에 의해 시신경 유두부 영역을 특정하고, 시신경 유두부 영역에 근거하여 컵 영역을 더 특정한다.
- [0040] 시신경 유두부 해석부(14)는, 스텝 S403에서 특정한 시신경 유두부 영역의 중심을 기점으로 사용하여, 시신경 유두부 영역을 특정한다. 본 실시예에서는, 도 5와 같이, "시신경 유두부 영역의 중심" 라벨이 붙은 A-scan을 시드 포인트(seed point) S로 사용하여, "IS/OS 특정 불가" 라벨이 붙은 A-scan을 영역 성장의 대상으로 한다.
- [0041] 이에 따라, 시신경 유두부 영역 R을 내측으로부터 확장하여 특정할 수 있다. 특정된 시신경 유두부 영역 R의 양 단부 T1 및 T2가 RPE 단부를 형성한다고 할 수 있다.
- [0042] 이와 같이 시신경 유두부 영역의 중심을 특정한 후 중심(디스크의 내측)으로부터 시신경 유두부 영역을 특정함으로써, 시신경 유두부 영역과 RPE 단부를 특정할 때, 망막 내에 존재하는 허상의 영향을 줄일 수 있다.
- [0043] 이와 같이, 화상으로부터 특정된 ILM과 IS/OS의 경계 정보를 사용하여, 시신경 유두부 함몰부의 중앙 부근을 특정한 후, 시신경 유두부의 내측으로부터 RPE 단부를 검출한다. 따라서, 혈관이나 병변부로부터 생기는 허상의 영향을 받지 않고, RPE 단부 특정의 오류를 줄일 수 있다.
- [0044] 기점은 반드시 함몰부의 중심일 필요는 없고, 시신경 유두부의 내측의 영역인 확률이 높은 소정의 위치인 것이 바람직하다. 단, 함몰부의 중심 위치는 시신경 유두부의 내측의 영역일 확률이 높기 때문에, 시신경 유두부 영역의 외측 가장자리를 특정하는 처리의 정밀도를 향상시킬 수 있다.
- [0045] 스텝 S405에서, 시신경 유두부 해석부(14)는 C/D비 및 R/D비를 산출한다.
- [0046] 스텝 S406에서, 화상 처리장치(10)는 특정된 RPE 단부, 컵 영역 및 시신경 유두부 영역을 단층 화상에 중첩하여, 표시부(40)에 그 화상을 표시한다.
- [0047] 화상 처리장치(10)는, 산출된 C/D비 및 R/D비를 화상 위 또는 그 이외의 부분에 더 표시한다. 이에 따라, 시신경 유두부의 함몰의 형상과 특정된 컵 영역 또는 시신경 유두부 영역의 관계 사이의 관계가 명시된다.

따라서, 이들 화상에 근거하여, 유지는 함몰의 형상과 산출된 C/D비 및 R/D비의 근거를 파악할 수 있다.

[0048] 또 다른 예로서는, 컵 영역과 시신경 유두부 영역을 C-스캔 화상에 사영해서 얻어지는 2차원 영역을 C-스캔 화상에 중첩한 후 표시한다. 이에 따라, 컵 영역 및 시신경 유두부 영역의 형상을 파악할 수 있다.

[0049] 이때, 중첩의 대상은 C-스캔 화상에 한정되지 않고, 안저카메라 등 다른 모델리티(modality)에 의해 촬영된 안저의 표면 화상이거나, B-스캔 화상들을 깊이 방향으로 적산해서 얻어진 적산 화상이거나, 또는 B-스캔 화상들을 사용해서 생성한 투영 화상이어도 된다.

[0050] 도 6을 참조하여, 스텝 S402에 있어서의 ILM과 IS/OS를 특정하는 처리의 상세를 설명한다. 이 처리는, ILM이 함몰부를 형성하고 있는 영역을 특정하고, 망막에 있어서 IS/OS층이 끊어진 영역을 특정하기 위한 전처리이다.

[0051] 스텝 S601에 있어서, 망막 해석부(12)는, 스텝 S401에서 취득한 OCT 단층 화상에 대해 화상 변환을 행하여 변환 화상을 생성한다. 본 실시예에서, 망막 해석부(12)는, 단층 화상에 대해 메디안 필터와 소벨(Sobel) 필터를 각각 적용하여, 메디안 화상과 소벨 화상을 작성한다. 이 경우, 화소값은 신호의 강도가 강한 경우에 크고, 신호 강도가 약한 경우에 작아진다.

[0052] 본 실시예에 있어서, 소벨 필터는, A-scan에 있어서의 얇은 방향(화상의 위쪽 부분)에서 볼 때, 최저의 휘도값으로부터 최고의 휘도값으로의 경계를 강조하는 방향성을 갖게 하고 있다.

[0053] 그 이유는, 시신경 유두부, 즉 시신경 유두부의 해석에 필요한 부위를 검출하기 위해, 본 실시예는 ILM의 형상 특징과 IS/OS의 경계 정보를 사용하고 있다. 따라서, ILM과 IS/OS를 특정하는 것이 중요하다.

[0054] 망막층 구조에 있어서, ILM은 휘도값이 낮은 초자체와 비교적 휘도값이 높은 망막 조직의 경계이며, IS/OS도 얇은 방향을 향해 비교적 어두운 조직과 접하고 있다. 즉, 상기와 같은 방향성을 갖게 함으로써 ILM과 IS/OS가 보다 강조된다.

[0055] 스텝 S602에 있어서, 망막 해석부(12)는, 스텝 S601에서 작성한 메디안 화상을 사용하여 배경(초자체)의 평균 휘도값을 산출한다. 본 실시예에서, 망막 해석부(12)는, 메디안 화상에 대해 P-tile법에 근거한 이치화 처리를 행하여 배경 영역을 특정한다. 다음에, 망막 해석부(12)는, 배경 영역에 있어서의 메디안 화상의 휘도값의 평균값을 산출한다.

[0056] P-tile법에 의한 이치화 처리에서는, 처리 대상이 되는 화상에 대해 히스토그램을 작성하고, (휘도값이 가장 높은 쪽 혹은 가장 낮은 쪽으로부터 누적하여) 소정의 비율 P에 이르렀을 때의 휘도값을 임계값으로서 사용하여 이치화 처리를 행한다. 본 실시예에서는, 화상 중에 있어서의 망막 영역의 비율의 대략적인 값이 알려져 있기 때문에, 비율 P의 값이 휘도값이 가장 높은 쪽으로부터 30%라고 경험적으로 가정하여 이치화 처리를 행하고, 휘도값이 임계값 이하인 화소를 배경 화소로 특정한다.

[0057] 모든 배경 화소를 특정한 후, 망막 해석부(12)는 배경 화소에 대한 메디안 화상의 휘도값을 참조하여 배경의 평균 휘도값을 산출한다.

[0058] 스텝 S603에 있어서, 망막 해석부(12)는, 스텝 S601에서 작성한 변환 화상으로부터 프로파일을 작성한다. 본 실시예에서, 망막 해석부(12)는 메디안 화상과 소벨 화상의 양쪽에 근거하여 A-scan마다 프로파일을 작성한다. 메디안 화상에 근거하여 프로파일을 작성함으로써, OCT 화상에 있어서 특히 문제가 되는 노이즈를 억제하여, 휘도값의 경향을 파악하기 보다 쉬워진다고 하는 효과가 있다.

[0059] 소벨 화상에 근거하여 프로파일을 작성함으로써, 후단에서 행해지는 망막층 경계의 특정에 있어서, 망막층 경계의 후보점들을 검출하기 더 쉬워진다고 하는 효과가 있다. 도 7은 단층 화상 중의 어떤 A-scan A7에 있어서의 메디안 화상과 소벨 화상에 근거하여 작성한 프로파일을 나타낸 것이다. 도 7을 참조하여, 메디안 화상의 프로파일 PM7로부터는 휘도값의 경향을 볼 수 있으며, 소벨 화상의 프로파일 PS7으로부터는 망막층 경계의 후보점들을 볼 수 있다.

[0060] 반드시 이들 변환 화상에 근거하여 프로파일을 작성할 필요는 없으며, 원화상과 그 밖의 변환 화상으로부터 소정의 강도를 갖는 엣지를 검출하는 것이 바람직하다.

[0061] 스텝 S604에 있어서, 망막 해석부(12)는 스텝 S603에서 작성한 프로파일에 근거하여 국소적인 극대점(이하, 피크라고 한다)들을 검출한다. 본 실시예에서, 망막 해석부(12)는, 소벨 화상에 근거하여 작성된 프로파일에 있어서의 피크를 검출한다. 피크 검출에는, 경험적으로 또는 화상정보에 근거해서 정해지는 임계값을 사

용한다.

- [0062] 망막에 있어서, ILM 및 IS/OS는 많은 신호를 반사 또는 산란시킨다. 따라서, (스텝 S601에서 서술한) 얇은 방향에서 볼 때, 최저의 휘도값으로부터 최고의 휘도값들의 경계를 강조하는 방향성을 갖는 소벨 필터를 사용하면, 피크들을 강한 엣지로서 검출하기 쉽다.
- [0063] 방향성을 갖는 소벨 필터에 의해 검출된 강한 엣지가 병변부(예를 들어, 초자체 피질의 벗겨짐)에서만 존재하기 때문에, 임계값을 조정함으로써 ILM 및 IS/OS를 우선적으로 추출할 수 있다.
- [0064] 스텝 S605에 있어서, 망막 해석부(12)는, 스텝 S604에서 검출한 피크의 수를 계수하고, 그 피크 수를 근거하여, 복수의 특징점이 존재하는지 여부를 판정한다. 본 실시예에서는, 망막층 경계나 초자체 피질로서 특정되지 않은 피크가 복수 존재하는 경우(스텝 S605에서 YES), 망막 해석부(12)는 A-scan에 있어서 얇은 부분으로부터 2개의 피크를 선택한다. 그리고, 망막 해석부(12)는 이들 2개의 피크를 각각 제1 피크 및 제2 피크로서 인식하고, 스텝 S606으로 처리를 진행한다. 또한, 피크가 1개만 존재하는 경우(스텝 S605에서 NO), 망막 해석부(12)는 가장 큰 피크를 제1 피크로 인식하고, 스텝 S608로 처리를 진행한다.
- [0065] 스텝 S606에 있어서, 망막 해석부(12)는, 스텝 S605에서 선택된 2개의 피크 사이의 메디안 화상의 프로파일의 평균 휘도값과 배경의 평균 휘도값을 비교한다.
- [0066] 본 실시예에서는, 제1 피크와 제2 피크 사이에 존재하는 화소에 대해, 망막 해석부(12)는 스텝 S602에서 산출한 배경의 평균 휘도값에 계수 "1.2"를 곱하고, r 결과 얻어진 값을 임계값로서 설정한다. 다음에, 망막 해석부(12)는 이임계값보다도 큰 휘도값을 갖는 화소를 계수하고, 이들 2개의 피크 사이에 존재하는 전체 화소수에 대한 얻어진 화소수의 비율을 산출한다.
- [0067] 이 계수는 경험적으로 구한 것이지만, 취득방법은 이것에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 배경의 평균 휘도값과 배경 이외의 영역(이치화 처리에 있어서 임계값 이상의 휘도값을 갖는 영역)의 평균 휘도값의 비율을 사용하여, 화상정보에 근거하여 동적으로 계수를 결정해도 된다.
- [0068] 스텝 S607에 있어서, 망막 해석부(12)는, 스텝 S606에서 산출한 비율에 근거하여, 임계값 이상의 휘도값을 갖는 영역 화소수의 비율이 1/2 이상인지 여부를 판정한다. 본 실시예에서는, 산출된 비율이 1/2 이상일 때(스텝 S607에서 YES), 망막 해석부(12)는 피크 사이에 망막 조직이 존재한다고 판단하여, 스텝 S608로 처리를 진행한다.
- [0069] 산출된 비율이 1/2보다 작을 때(스텝 S607에서 NO), 망막 해석부(12)는 피크 사이에 배경이 존재하는 것으로 판단하여, 제1 피크는 층 경계로서 특정하지 않고(초자체 피질로 특정한다), 스텝 S605로 처리가 되돌아가, 2점의 피크를 다시 선택한다.
- [0070] 이때, 본 실시예에서는, 망막 해석부(12)가 임계값 이상의 화소값을 갖는 화소수의 비율에 근거하여 망막 조직인지 배경인지를 판단하고 있지만, 판단방법이 이것에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 프로파일에 근거하여 특징량을 산출하고, 산출된 특징량을 입력으로 하고 식별기를 사용하여 판정을 행하는 것도 가능하다.
- [0071] 스텝 S608에서, 망막 해석부(12)는 피크의 한계를 ILM으로서 특정한다. 본 실시예에서는, 스텝 S607에 있어서 피크 사이에 망막 조직이 존재하는 것으로 판단된 제1 피크와 제2 피크에 대해, ILM이 망막 조직의 상단에 존재한다. 따라서, 망막 해석부(12)는 제1 피크를 ILM으로서 특정한다. 스텝 S608에서, 망막 해석부(12)는, 스텝 S608로부터 스텝 S605로 처리가 진행된 경우에도, 제1 피크를 ILM으로서 특정한다.
- [0072] 스텝 S609에 있어서, 망막 해석부(12)는, 같은 A-scan 상에서 스텝 S608에서 특정된 ILM보다도 깊은 부분(화상의 아래쪽 부분)에 임계값 이상의 휘도값을 갖는 특징점이 존재하는지 조사한다. 본 실시예에서, 망막 해석부(12)는, 같은 A-scan 상에서 특정된 ILM의 피크의 크기에 계수 "0.8"을 곱하고, 그 결과 얻어진 값을 임계값로서 설정한다. 이때, 망막 해석부(12)는, 이 임계값 이상의 휘도값을 갖는 피크가 ILM보다도 깊은 부분에 존재하는지 조사한다.
- [0073] 피크가 존재하는 경우(스텝 S609에서 YES), 스텝 S610으로 처리를 진행한다. 피크가 존재하지 않은 경우(스텝 S609에서 NO), 스텝 S611로 처리를 진행한다.
- [0074] 이 임계값은 경험적으로 구한 것이며, 취득방법이 이것에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 피크의 크기 이외에, 피크 사이의 거리를 사용해도 된다.
- [0075] 스텝 S610에 있어서, 망막 해석부(12)는, 스텝 S609에서 설정한 임계값 이상의 휘도값을 갖는 피크를

IS/OS로서 특정한다. 본 실시예에서, 임계값 이상의 휘도값을 갖는 피크가 복수 존재한 경우, 임계값 이상의 휘도값을 갖는 피크들 중에서 가장 얇은 위치에 존재하는 피크를 IS/OS로 특정한다.

[0076] 스텝 S611에 있어서, 망막 해석부(12)는, IS/OS 특정이 가능하지 않았던 것으로 가정하여, A-scan에 "IS/OS 특정 불가" 라벨을 붙이고, 처리를 종료한다.

[0077] 이와 같이, 피크 사이에 있는 조직을 판정하고, 그 판정결과에 근거하여 층 경계의 종류를 특정함으로써, 특정한 오류를 줄일 수 있다. 도 8에, 이 방법을 사용해서 ILM과 IS/OS를 특정한 단층 화상을 나타낸다. 굵은 실선 DL1과 DL3은 각각 특정된 ILM과 IS/OS를 나타낸다.

[0078] 도 8에 나타낸 것과 같이, ILM은 모든 A-scan에서 특정되어 있다. 한편, IS/OS는 특정할 수 없는 A-scan도 존재한다. 그와 같은 A-scan에는, 스텝 S611에서 서술한 것과 같이, "IS/OS 특정 불가" 라벨이 붙여져 있다.

[0079] B-스캔 화상에 있어서 ILM의 위치가 특정되기 때문에, ILM의 형상을 특정할 수 있다.

[0080] 도 9를 참조하여, 스텝 S403에 있어서의 시신경 유두부 함몰 특정처리의 상세를 설명한다.

[0081] 스텝 S901 내지 스텝 S903에 있어서, 시신경 유두부 특정부(13)는, 스텝 S402에서 특정한 ILM 및 IS/OS의 경계 정보에 근거하여 시신경 유두부 영역의 중심을 특정한다. 특히, 스텝 S801에서, 시신경 유두부 특정부(13)는, 시신경 유두부 영역 중심의 후보가 되는 영역(이하, 후보 영역이라고 한다)을 특정한다.

[0082] 본 실시예에서는, 시신경 유두부 영역에 IS/OS가 존재하지 않는다는 사실에 착안한다. 시신경 유두부 특정부(13)는, 각 A-scan에 대해 대상 A-스캔과 근방의 A-scan들을 포함시킨 국소 영역을 설정한다. 그리고, 시신경 유두부 특정부(13)는, 국소 영역 내에 있어서 스텝 S611에서 "IS/OS 특정 불가" 라벨이 붙여진 A-scan의 비율을 산출한다.

[0083] 구체적으로는, 도 10을 참조하면, 시신경 유두부 특정부(13)는, 대상이 되는 A-scan A1 및 A2과 그것의 소정의 범위의 근방을 포함시킨 국소 영역 R1 및 R2를 설정한다. 이 국소 영역 내에 존재하는 A-scan의 1/2 이상에 "IS/OS 특정 불가" 라벨이 붙여져 있으면, 중심의 A-scan에 "후보 영역" 라벨을 붙인다.

[0084] 예를 들면, 도 10을 참조하면, 국소 영역 내에서 IS/OS가 굵은 실선 BL로 표시되어 있는 A-scan에 대해서는 IS/OS가 특정되고, 그 밖의 A-scan에는 "IS/OS 특정 불가" 라벨이 부착된다.

[0085] 도 10에 나타낸 것과 같이, 국소 영역 R1에는 "IS/OS 특정 불가" 라벨이 붙은 A-scan이 1/2 이상 존재하기 때문에, A-스캔 A1에는 "후보 영역" 라벨이 붙여진다. 한편, 국소 영역 R2에서는 "IS/OS 특정 불가" 라벨이 붙은 A-scan이 존재하지 않기 때문에, A-스캔 A2에는 "후보 영역" 라벨이 붙여지지 않는다.

[0086] 스텝 S902에 있어서, 시신경 유두부 특정부(13)는, 스텝 S901에서 특정한 후보 영역에 있어서 ILM의 구배를 산출한다. 본 실시예에서, 시신경 유두부 특정부(13)는, 도 11과 같이, 대상이 되는 A-scan과 그 근방의 A-scan을 포함시킨 국소 영역을 설정하고, "후보 영역" 라벨이 붙여진 A-scan을 국소 영역의 중심으로 가정해서 처리를 행한다.

[0087] 구배를 산출하기 위해, 시신경 유두부 특정부(13)는, 중심의 A-scan에 있어서의 ILM의 좌표값과 그 근방의 A-scan에 있어서의 ILM의 좌표값의 차이를 구한다. 구배를 얻기 위해, 시신경 유두부 특정부(13)는, 화상의 상하 방향의 성분(도 11에 있어서의 z 좌표값)만에 착안하여, 하부 방향을 양으로 가정하여 중심의 A-scan과 모든 근방 A-scan의 차이의 총합을 구한다.

[0088] 중심의 A-scan에 있어서의 ILM이 z 좌표값 I_c 를 갖고, 근방의 A-scan에 있어서의 ILM이 z 좌표값 I_i 을 가질 때, 구배는 이하의 식에 의해 산출된다.

$$\sum_{i=1}^n (I_c - I_i) \quad (1)$$

[0089]

[0090] 이 식 (1)에 의해 산출되는 구배는, 도 11과 같이, 국소 영역의 중심이 ILM의 함몰 구조의 중심 부근으로 올 때, 큰 값을 취하게 된다.

[0091] 스텝 S803에 있어서, 시신경 유두부 특정부(13)는, 스텝 S802에서 산출한 ILM의 구배를 조사하여, 최대

의 구배를 갖는 A-scan을 시신경 유두부 함몰부의 중심으로 설정한다. 시신경 유두부 영역의 중심으로 설정된 A-scan에는 "시신경 유두부 영역의 중심" 라벨을 붙인다.

[0092] 이와 같은 처리에 의해, 시신경 유두부의 위치 뿐만 아니라 시신경 유두부의 중심 위치도 특정할 수 있다.

[0093] 또 다른 방법에서는, 중심의 A-scan 위치의 좌우에서 모두 구배값이 양이 되는 영역을 특정함으로써, ILM 위의 함몰부 영역을 특정할 수 있다.

[0094] 함몰부 영역과 IS/OS가 특정 불가인 영역은 시신경 유두부의 후보 영역이다. 후보 영역이 1개만 존재하는 경우에는, 이 1개의 후보 영역이 시신경 유두부의 영역으로 특정된다. 후보 영역이 복수 존재하는 경우에는, 가장 함몰의 정도가 큰 영역, 즉 상기 식 1에 의해 최대의 구배값을 갖는 영역을 시신경 유두부로서 특정한다.

[0095] 이와 같은 방법에 의해서도 시신경 유두부의 위치를 특정할 수 있으며, 이 방법은, 혼동하기 쉬운 혈관이 적은 망막이나, ILM이 평탄하고 병변이 적은 정상 눈의 망막에 대해 유효하다.

[0096] 본 실시예에서는, 굴곡의 정도를 평가하는 지표로서 특정 위치 부근에서의 구배값을 사용했지만, 평가 지표는 이에 한정되지 않는다. 상기 경계면의 복수의 위치의 각각에 있어서 상기 위치를 포함하는 소정 범위에 있어서의 상기 경계면의 만곡 상태와 깊이 방향으로의 변화량을 사용하는 것도 가능하다.

[0097] 다른 평가 지표로서, 최소자승법 등을 사용해서 ILM의 곡면에 근사한 기준 평면을 설정하고, 이 기준 평면과 ILM의 곡면의 A-스캔 방향(z축 방향)으로의 위치의 차이를 평가 지표로 사용하여, 함몰 정도를 산출하는 것도 가능하다.

[0098] 실시예 2는, 실시예 1의 스텝 S404에 있어서 시신경 유두부 영역의 형상을 고려한 영역성장법을 사용하는 경우에 근거하여 설명한다. 시신경 유두부 부근에는 굽은 혈관이 모여 있으므로, 혈관에 의한 허상 영역이 많이 존재한다.

[0099] 실시예 1에서와 같이 단순한 영역성장법을 사용한 시신경 유두부 영역 특정에서는, 시신경 유두부로부터 굽은 혈관이 뻗고 있는 경우에, 혈관에 의한 허상 영역을 포함한 영역을 신경 유두부 영역으로 특정하게 된다. 따라서, 본 실시예에서는, 스텝 S404의 영역성장법에 대한 구속 조건에 "영역의 형상"을 추가함으로써 보다 정밀하게 시신경 유두부 영역을 특정한다.

[0100] 시신경 유두부 함몰 특정처리 이외의 처리는 공통되기 때문에, 반복 설명은 생략한다. 장치의 구성은 실시예 1과 유사하므로, 반복 설명은 생략한다.

[0101] 이하, 도 12를 참조하여 실시예 1의 스텝 S404에 대응하는 시신경 유두부 영역 및 컵 영역처리의 상세를 설명한다.

[0102] 스텝 S1201에 있어서, 시신경 유두부 특정부(13)는, 이전 스텝에 의해 특정한 시신경 유두부 영역에 근거하여, 소정의 크기를 갖는 시신경 유두부 영역 탐색 범위를 지정한다. 본 실시예에서는, 시신경 유두부 특정부(13)는, 특정 완료된 영역에 외접하는 타원의 소정 배율의 타원을 고려하여, 그 타원의 내부를 시신경 유두부 영역 탐색 범위로 설정한다.

[0103] 이전 스텝에 의해 시신경 유두부 영역이 특정되지 않은 경우, 스텝 S503에서 구한 "시신경 유두부 영역의 중심" 라벨을 중심으로 해서 소정의 반경을 갖는 원을 고려하여, 그 원 내부를 시신경 유두부 영역 탐색 범위로 설정한다.

[0104] 스텝 S1202에 있어서, 시신경 유두부 특정부(13)는, 스텝 S1201에서 지정한 시신경 유두부 영역 탐색 범위에 있어서 아직 시신경 유두부 영역 특정처리를 행하지 않고 있는 영역(이하, 미판정 영역이라고 한다)이 존재하는지 아닌지를 판정한다.

[0105] 본 실시예에서는, 특정 완료된 시신경 유두부 영역의 윤곽선 위의 화소를 시드 포인트로 사용하여, 영역성장법에 의한 시신경 유두부 영역 특정처리를 고려한다. 따라서, 시신경 유두부 특정부(13)는, 윤곽선 위의 각 시드 포인트의 근방에 미판정 영역이 존재하는지 아닌지를 판정한다. 미판정 영역이 존재한 경우(스텝 S1202에서 YES), 스텝 S1203으로 처리를 진행한다. 미판정 영역이 존재하지 않은 경우(스텝 S1202에서 NO), 처리를 종료한다.

[0106] 스텝 S1203에서, 시신경 유두부 특정부(13)는 미판정 영역에 대해 시신경 유두부 영역 특정처리를 행한

다. 본 실시예에서, 시신경 유두부 특정부(13)는 특정 완료된 시신경 유두부 영역의 윤곽선 위의 화소를 시드 포인트로 사용하여, 영역성장법에 근거하여 시신경 유두부 영역을 확장해 간다. 스텝 S1201에서 지정한 시신경 유두부 영역 탐색 범위 내에 미판정 영역이 남아 있지 않을 때까지 처리를 반복한다.

[0107] 스텝 S1204에 있어서, 시신경 유두부 특정부(13)는 특정한 시신경 유두부 영역을 평가하여, 평가 지표를 산출한다. 본 실시예에서는, 시신경 유두부 특정부(13)는, 시신경 유두부 영역이 타원형이라고 하는 지견에 근거하여 시신경 유두부 영역을 평가한다.

[0108] 구체적으로는, 시신경 유두부 특정부(13)는, 특정된 시신경 유두부 영역에 외접하는 타원을 구하고, 그 타원의 면적과 특정된 시신경 유두부 영역의 면적의 비율(이하, 충전율이라고 한다)을 평가 지표로서 산출한다.

[0109] 그러나, 특정한 시신경 유두부 영역에 대한 평가 지표는 이것에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 스텝 S1203에 있어서의 영역성장법에 근거한 시신경 유두부 영역 특정처리에 있어서는, 처리 전후에 있어서의 시신경 유두부 영역의 면적과 형상의 변화를 평가 지표로서 사용해도 된다.

[0110] 스텝 S1205에 있어서, 시신경 유두부 특정부(13)는, 스텝 S1204에서 산출한 평가 지표가 임계값 이하인 지 여부를 판정한다. 본 실시예에서는, 평가 지표로서 충전율을 구하고 있다. 충전율이 소정의 값 이하인 경우(스텝 S1205에서 YES), 시신경 유두부 특정부(13)는, 특정한 시신경 유두부 영역이 타원형을 이루고 있지 않다고 생각하여, 시신경 유두부 영역 특정처리의 반복을 종료한다. 충전율이 소정의 값보다 큰 경우(스텝 S1205에서 NO), 스텝 S1201로 처리가 되돌아가, 시신경 유두부 영역 특정처리를 반복한다.

[0111] 이와 같이, 특정된 시신경 유두부 영역의 형상을 고려하여 시신경 유두부 영역 특정처리를 행함으로써, 시신경 유두부의 주변에 혈관 등 망막층 구조를 변화시키는 구조물이 존재해도, 정밀도하게 시신경 유두부 영역을 특정할 수 있다.

[0112] 실시에 1의 스텝 S404에 있어서 엣지 성분의 트레이싱(엣지 트레이싱)을 통해 시신경 유두부 영역과 RPE 단부를 보다 정밀하게 특정하는 경우에 근거하여 실시예 3을 이하에서 설명한다. 단층 화상에 있어서, 도 13과 같이, 망막이 촬영된 화상이 기울어지는 일이 있다. 망막의 촬영된 화상이 기울어지면, RPE 단부 등의 특징적인 구조를 갖는 부위에 대한 신호 레벨이 저하해 버리는 일이 있다.

[0113] 예를 들면, 도 13 중의 RPE 단부 T62를 참조하면, 선단에 더 가까운 부분은 더 낮은 휘도값을 가지므로, 엣지 성분이 더 약해진다. 즉, 고정된 임계값을 사용한 이와 같은 특정방법에서는, RPE 단부를 실제의 위치보다도 시신경 유두부 영역의 더 외측으로 벗어나 특정해 버리는 일이 있다.

[0114] 따라서, 본 실시예에서는, 스텝 S604 이후에 엣지 트레이싱에 근거한 RPE 단부의 정밀 추출처리를 추가함으로써, 보다 높은 정밀도로 RPE 단부를 특정한다.

[0115] 시신경 유두부 특정부(13)는 미리 특정된 RPE 단부로부터 엣지 성분을 시신경 유두부 영역의 내측을 향해 트레이스함으로써 RPE 단부의 정확한 위치를 특정한다. 본 실시예에서는, 시신경 유두부 특정부(13)는 특정된 각 RPE 단부에 대해 좌표값과 엣지 성분을 조사한다.

[0116] 다음에, 시신경 유두부 특정부(13)는 각 RPE 단부의 위치를 시작점으로 하여 시신경 유두부 영역의 내측을 향해 엣지를 트레이스한다. 엣지 트레이싱에서, 시신경 유두부 특정부(13)는 각 RPE 단부의 위치에서의 엣지 성분을 참조하여 내측의 근방에 존재하는 엣지 성분이 각 RPE 단부의 위치의 엣지 성분에 가장 가까운 위치에 탐색점을 갱신하고, 참조할 엣지 성분도 갱신한다.

[0117] 시신경 유두부 특정부(13)는, 이와 같은 처리를 반복함으로써, 정확한 RPE 단부 및 시신경 유두부 영역을 특정한다. 처리의 상세에 대해서는 스텝 S1401 내지 스텝 S1403에서 후술한다. 이와 같이, 한번 특정한 RPE 단부로부터, 촬영조건에 기인한 휘도의 저하를 고려해서 재탐색함으로써, 보다 정밀하게 RPE 단부를 특정할 수 있다.

[0118] 이하, 도 14를 참조하여 시신경 유두부 함몰 정밀 추출처리의 상세를 설명한다.

[0119] 스텝 S1401에 있어서, 시신경 유두부 특정부(13)는, 스텝 S402에서 특정한 RPE 단부의 위치에 있어서의 엣지 성분을 소벨 화상에서 참조하여, 엣지 트레이싱에 사용할 임계값을 결정한다. 본 실시예에서는, 시신경 유두부 특정부(13)는 RPE 단부의 위치의 엣지 성분에 계수인 "0.3"을 곱하여, 그 결과 얻어진 값을 임계값으로 설정한다. 이 계수는 경험적으로 구한 것이며, 이것에 한정되는 것은 아니다.

[0120] 스텝 S1402에 있어서, 시신경 유두부 특정부(13)는, 스텝 S1401에서 구한 임계값과 RPE 단부의 엣지 성

분을 사용하여, 근방의 A-scan에서 임계값 이상의 휘도를 갖고 RPE 단부의 엣지 성분에 가장 가까운 엣지 성분을 갖는 화소를 탐색한다.

[0121] 본 실시예에서는, 근방의 A-scan이란 B-scan 화상 내에서 RPE 단부로부터 시신경 유두부의 내측 방향으로 인접하고 있는 A-scan을 말한다. 시신경 유두부 특정부(13)는, 탐색 개시점의 RPE의 상하 소정의 범위에서 근방의 A-scan을 탐색하여 상기한 조건을 가장 만족하는 화소를 찾는다.

[0122] 시신경 유두부 영역 탐색 범위 내에 임계값 이상의 휘도값을 갖는 화소가 존재하는 경우(스텝 S1402에서 YES), 시신경 유두부 특정부(13)는, 임계값 이상의 휘도를 갖고 엣지 성분이 가장 RPE 단부의 위치의 엣지 성분에 가장 가까운 화소를 새로운 RPE 단부로서 갱신하고, 스텝 S1401로 처리가 되돌아간다. 임계값 이상의 휘도를 갖는 화소가 존재하지 않은 경우(스텝 S1402에서 NO), 시신경 유두부 특정부(13)는, RPE 단부의 갱신은 행하지 않고, 스텝 S1403으로 처리를 진행한다.

[0123] 스텝 S1403에 있어서, 시신경 유두부 특정부(13)는, 스텝 S1402에서 특정된 RPE 단부를 최종적인 RPE 단부로서 특정한다.

[0124] 또한, 3차원 화상으로서 RF 단부를 처리하는 경우, 시신경 유두부 영역의 형상을 고려하여 C-scan 화상 평면에서 특정된 RPE 단부에 대해 내접하는 타원을 구하고, 그 타원 위의 점을 최종적인 RPE 단부로 인식하는 것도 가능하다. 이와 같이 함으로써, 시신경 유두부 영역으로부터 뺀 혈관에 의한 허상에 의해 시프트된 RPE 단부를 보정한다고 하는 효과가 있다.

[0125] 이와 같이 엣지 성분과 위치 정보에 근거하여 트레이스함으로써, 촬영 조건에 의한 휘도의 저하가 생긴 경우에도, 정밀하게, 또한 다른 망막층 경계로 오인하지 않고 RPE 단부를 특정할 수 있다. 이상의 구성에 의해, 허상에 의해 IS/OS나 RPE를 검출할 수 없는 영역이 존재해도, 보다 정밀도하게 시신경 유두부 영역을 특정할 수 있다.

[0126] 상기한 실시예에서는, ILM의 경계면의 함몰된 형상에 근거하여 시신경 유두부를 특정했지만, 경계면은 이것에 한정되지 않으며, 초자체 피질을 사용해도 된다. 요컨대, 검출부는 망막의 단층 화상에 근거하여 망막의 층들을 검출하고, 취득부는 망막과 초자체 사이의 경계면에 있어서 임계값보다 더 큰 곡률을 갖는 영역을 취득하고, 특정부가 검출부에 의해 특정된 층이 검출되지 않은 영역과 취득부에 의해 취득된 영역에 근거하여, 망막의 시신경 유두부를 특정하는 것이 바람직하다.

[0127] 상기한 실시예에서는, IS/OS의 층이 끊어진 영역을 사용해서 시신경 유두부를 특정하였지만, 이 층은 이것에 한정되지 않는다. 신경섬유층(NFL), GCL(ganglion cell layer), INL(inner nuclear layer), IPL(inner plexiform layer), OPL(outer plexiform layer), IS/OS와 이들 사이의 층 경계의 적어도 1개가 존재하지 않는 영역을 상기 층이 끊어진 영역으로서 취득하는 것으로 해도 된다.

[0128] 이들 중 복수의 층 또는 층의 경계가 존재하지 않고 있는 것을 조건으로 하여, 시신경 유두부를 특정함으로써, 특정 정밀도를 더욱 향상시킬 수 있다.

[0129] 화상 처리장치(10)에 의해 행해지고 있는 처리를 복수의 장치에서 분산시켜 화상 처리 시스템으로서 실현해도 된다. 도 1에 나타난 1 블록에 대응하는 회로에 의해 행해지는 처리를 복수의 회로 또는 기능 블록으로 분산시켜 실현해도 된다.

[0130] 상기한 실시예에 기재된 기능 및 처리를 컴퓨터의 하드웨어와 소프트웨어의 협동에 의해 실현하는 경우, 도 15에 도시한 것과 같은 하드웨어 구성을 사용할 수 있다. 화상 처리장치(1500)는 중앙처리장치(CPU)(1501), 랜덤 액세스 메모리(RAM)(1502), 리드 온리 메모리(ROM)(1503), 하드디스크 드라이브(HDD)(1504), 인터페이스(I/F)(1505)를 갖는다. 또한, 화상 처리장치(1500)는, 화상처리장치에 대한 유저로부터의 입력을 접수하는 키보드(1506) 및 마우스(1507)를 더 구비한다.

[0131] ROM(1503) 또는 HDD(1504)에는, 전술한 도 4, 도 6, 도 9, 도 12 및 도 14의 흐름도에 나타난 처리를 실행하기 위한 프로그램이 격납되어 있다. CPU(1501)가 관련 프로그램을 RAM(1502)에 로드한 후 실행함으로써, 해당 흐름도에 나타난 처리가 실현된다.

[0132] 화상 처리장치는 각각의 처리를 분산하여 실행하는 복수의 CPU를 구비해도 된다. 전술한 기능을 구현하기 위해, 컴퓨터 상에서 가동하고 있는 오퍼레이팅 시스템(OS)이 실제의 처리의 일부 또는 전부를 행한다.

[0133] 해당 소프트웨어(프로그램 또는 프로그램 코드)를 기록한 기록매체도 또한 본 발명을 구성한다. 기록매

체는 캐쉬나 불휘발 메모리를 포함하지만 전파 등의 무형물은 포함하지 않는 비일시적 매체이다.

[0134]

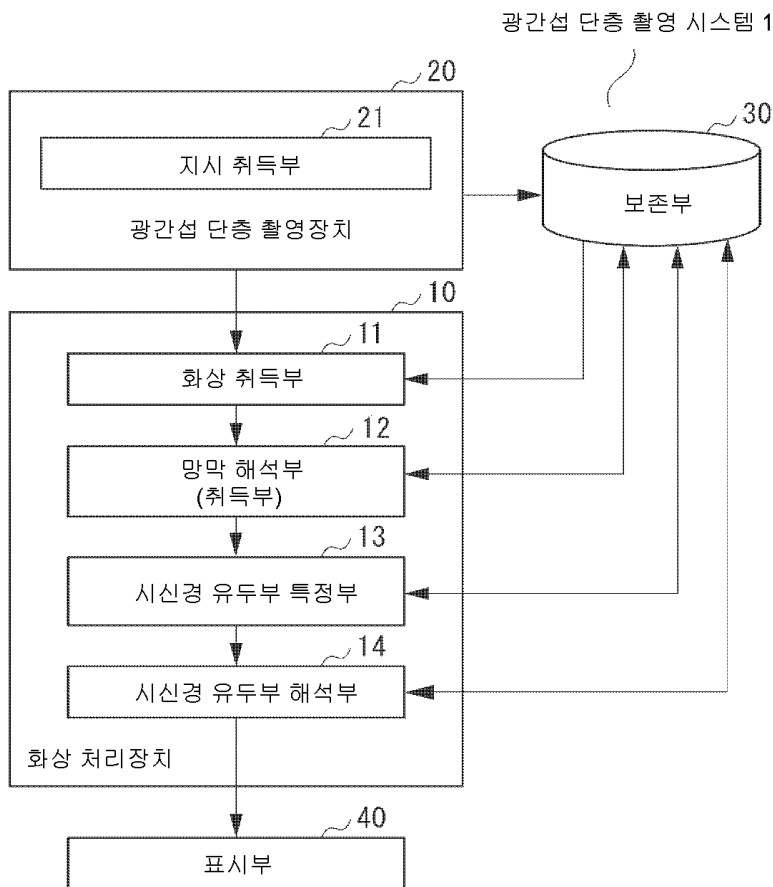
전술한 본 실시예에 있어서의 기술은 어디까지나 바람직한 일례이며, 실시예는 이것에 한정되는 것은 아니다.

[0135]

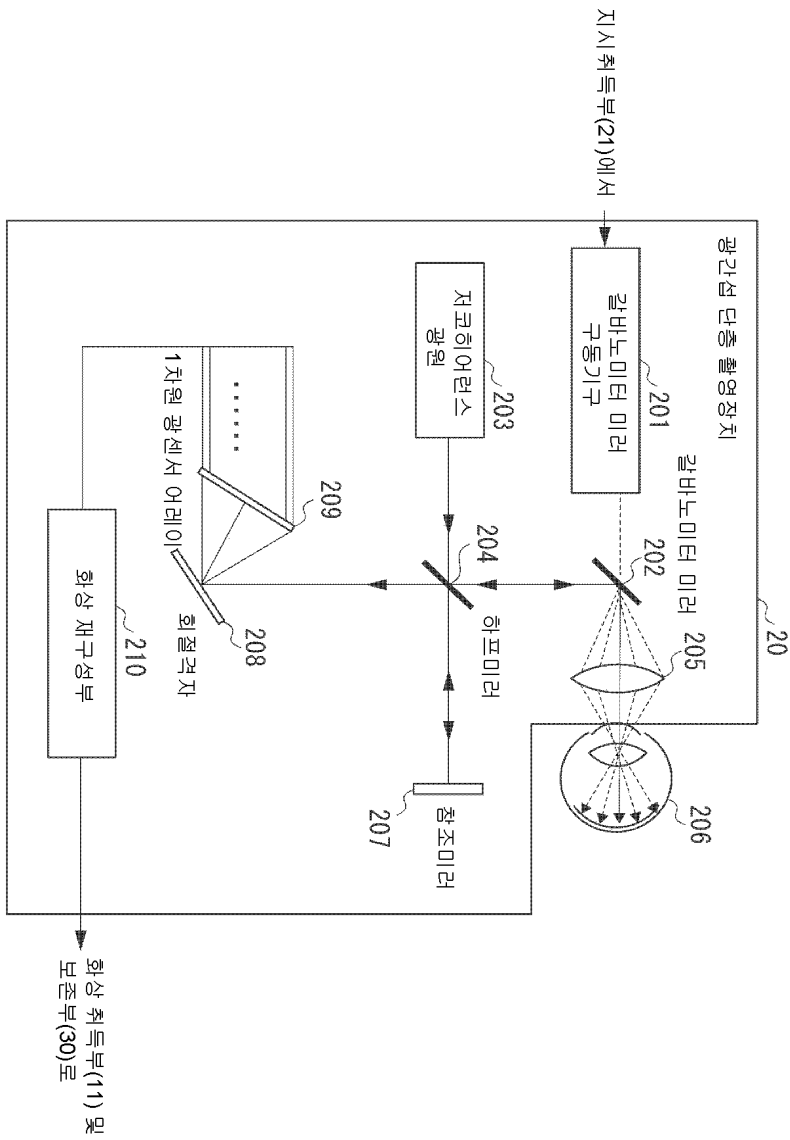
예시적인 실시예들을 참조하여 본 발명을 설명하였지만, 본 발명이 이러한 실시예에 한정되지 않는다는 것은 자명하다. 이하의 청구범위의 보호범위는 가장 넓게 해석되어 모든 변형, 동등물 구조 및 기능을 포괄하여야 한다.

도면

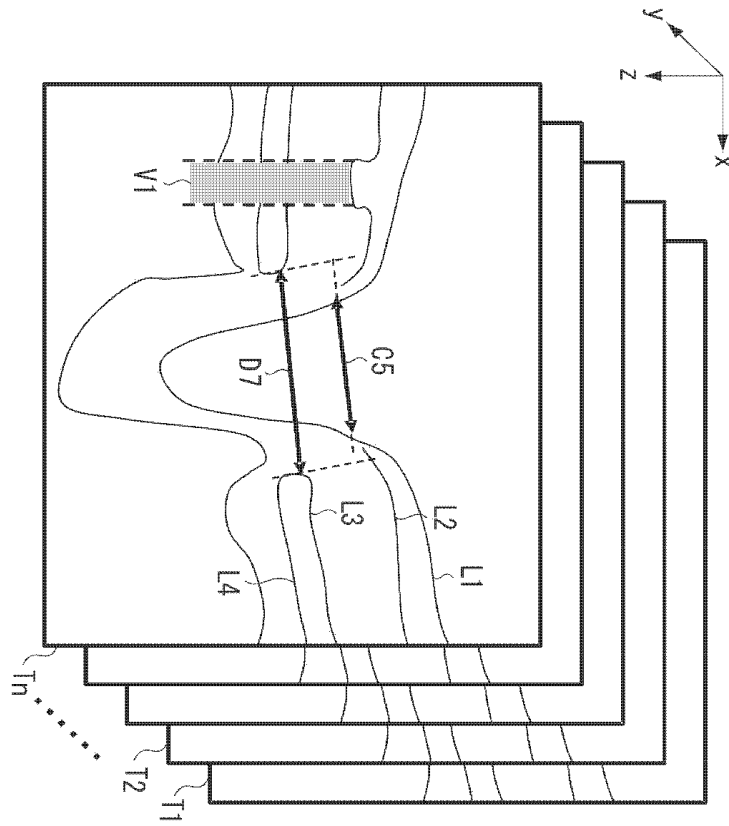
도면1



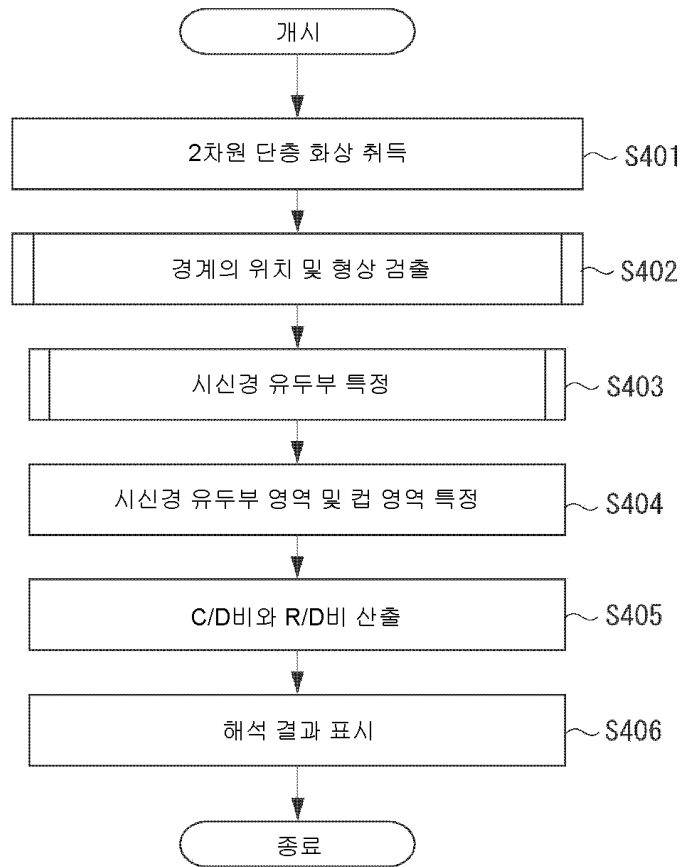
도면2



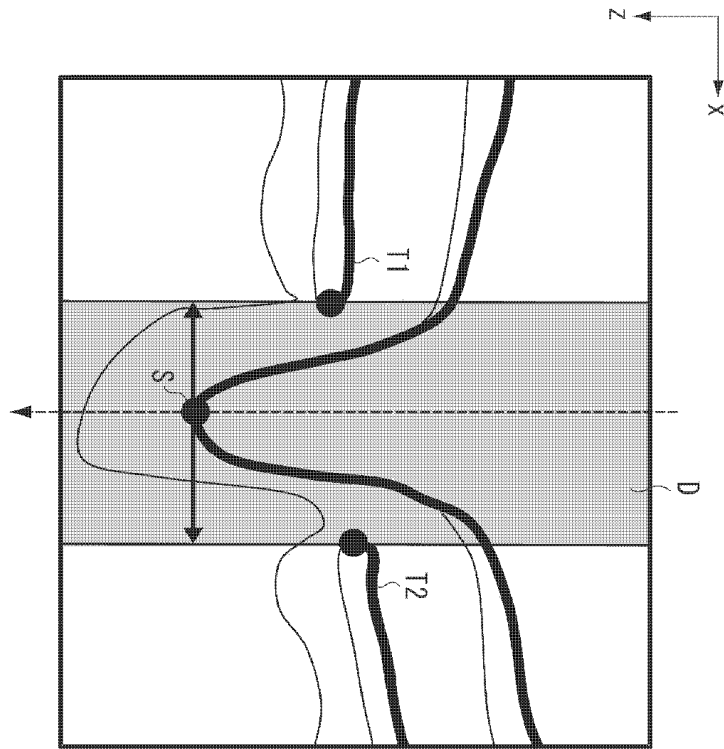
도면3



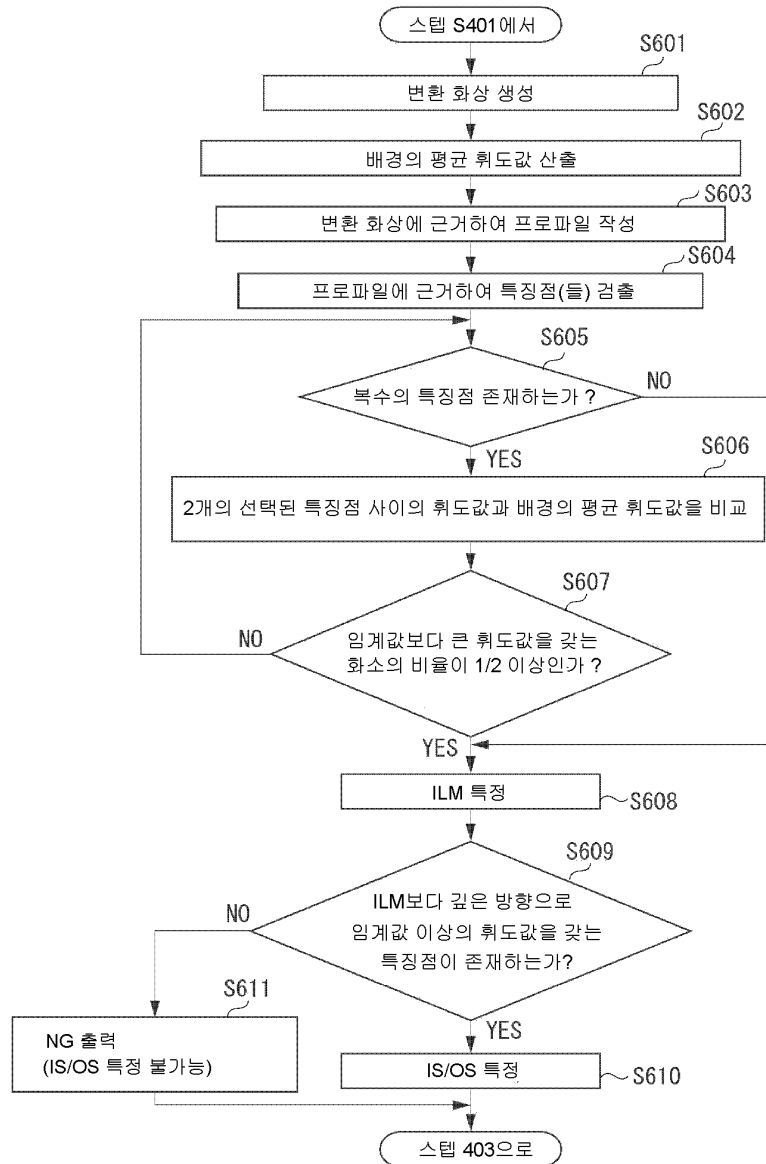
도면4



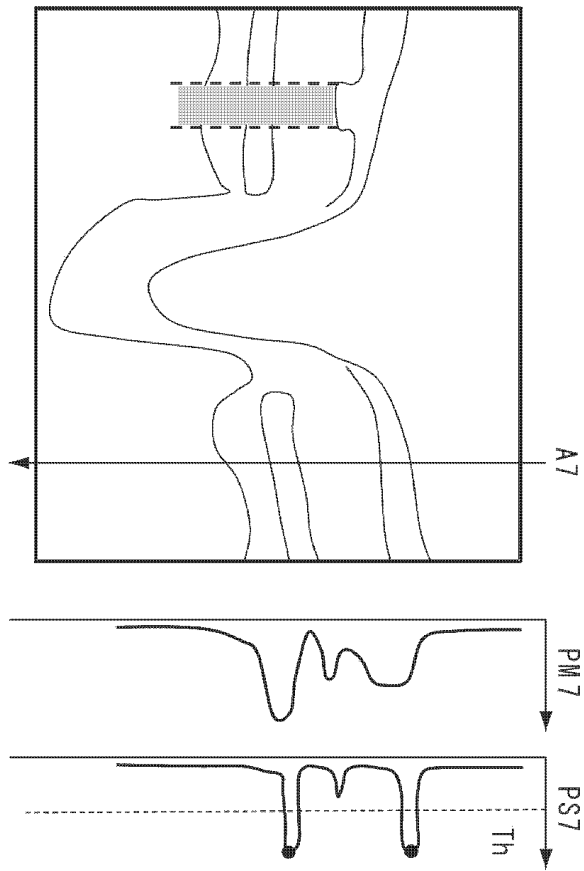
도면5



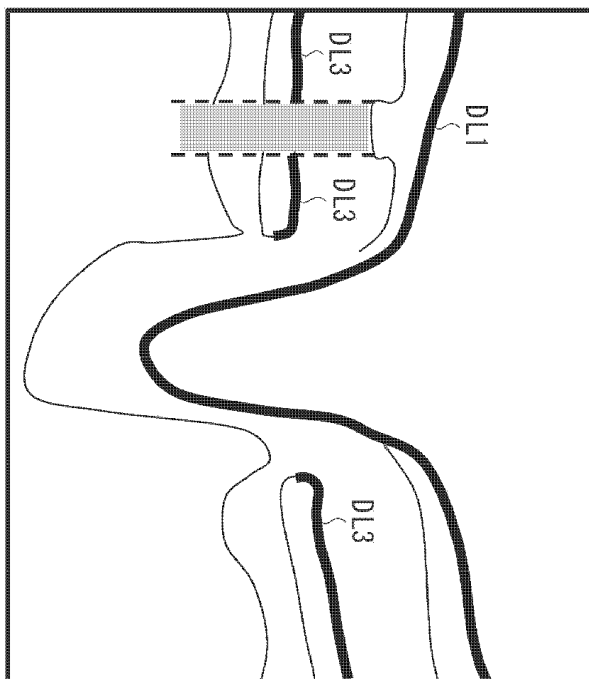
도면6



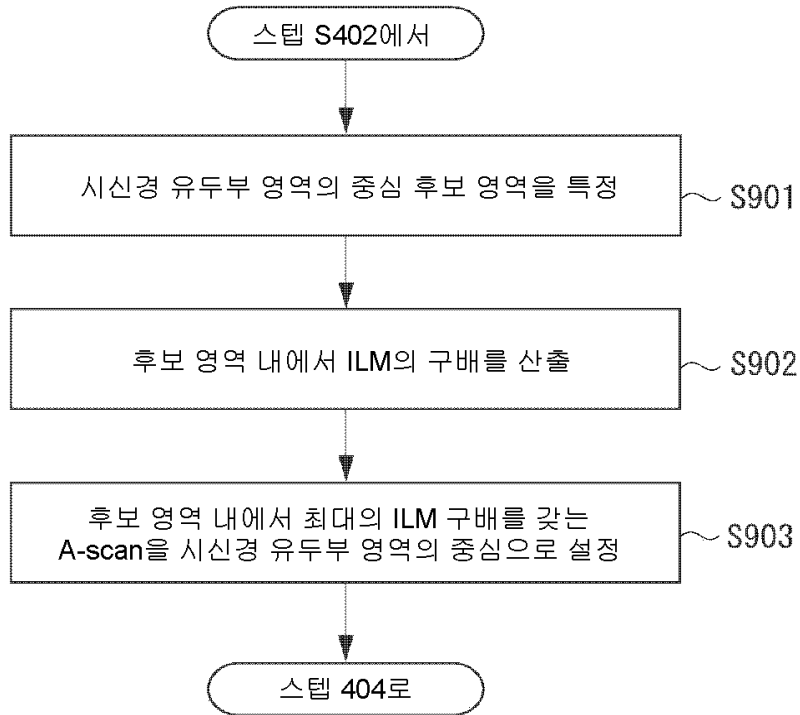
도면7



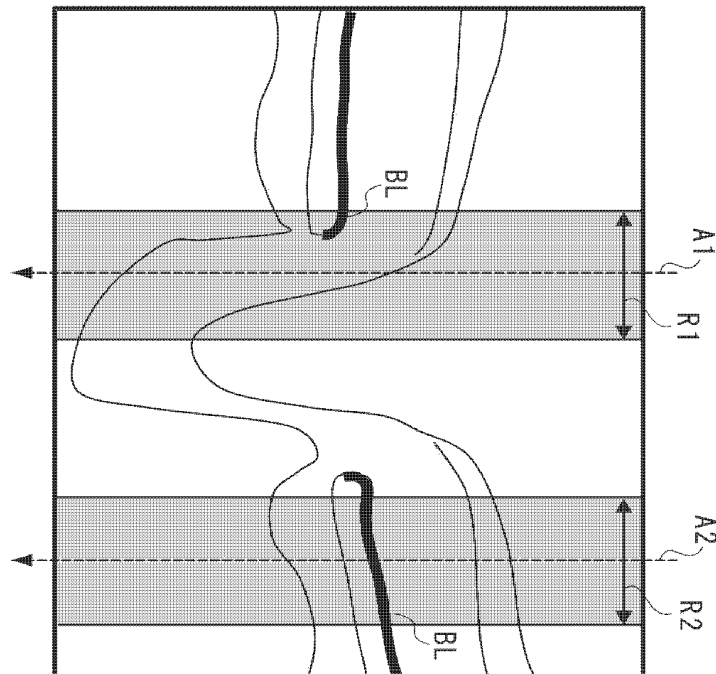
도면8



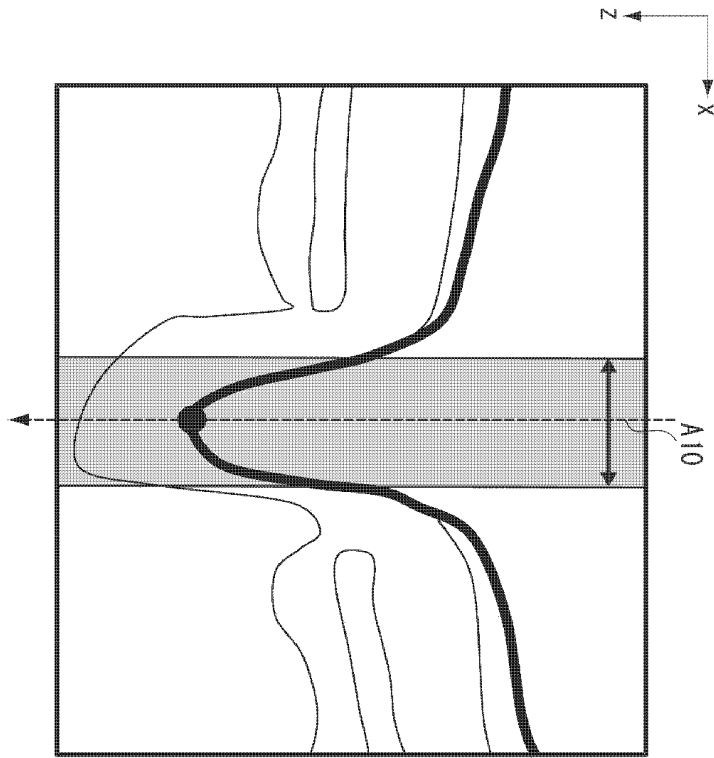
도면9



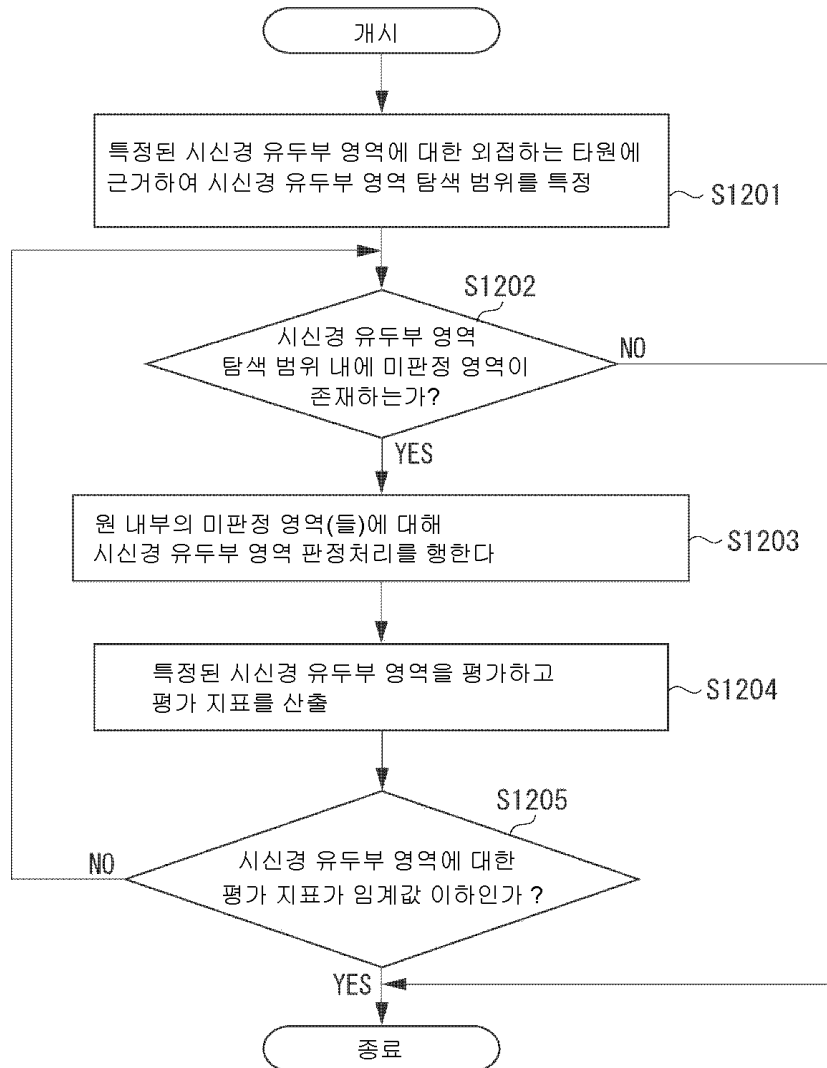
도면10



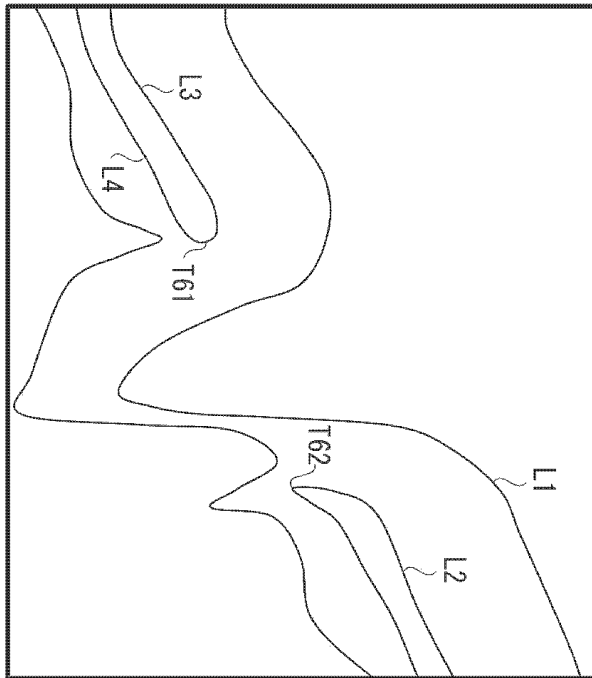
도면11



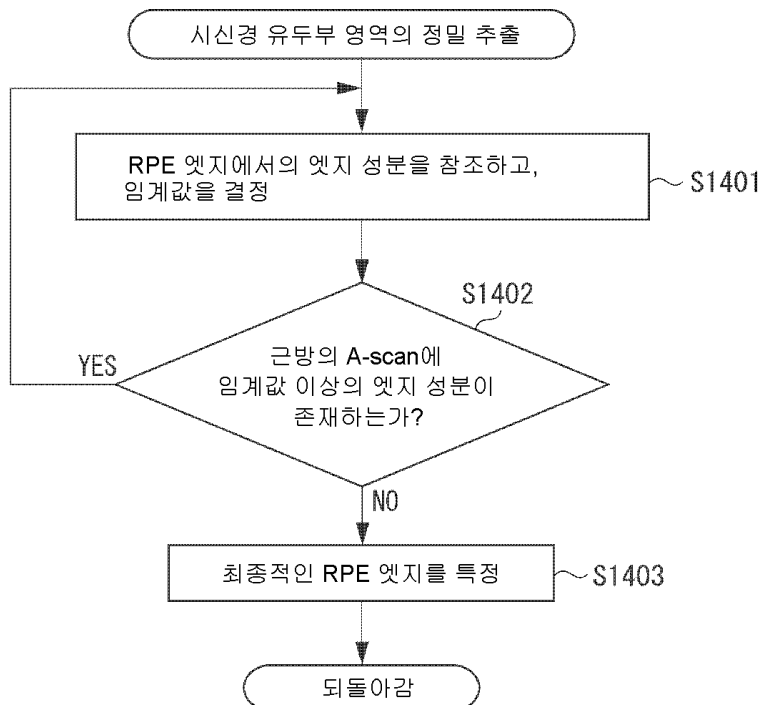
도면12



도면13



도면14



도면15

