



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0106902
(43) 공개일자 2018년10월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 29/32 (2006.01) A61B 5/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 29/326 (2013.01)
A61B 5/0095 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0028512
(22) 출원일자 2018년03월12일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
JP-P-2017-052902 2017년03월17일 일본(JP)
JP-P-2017-107949 2017년05월31일 일본(JP)

(71) 출원인
캐논 가부시끼가이샤
일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루쵸 3쵸메 30방 2고
(72) 발명자
아베 나오토
일본국 도쿄도 오오따꾸 시모마루쵸 3쵸메 30방
2고 캐논 가부시끼가이샤 나이
(74) 대리인
권태복

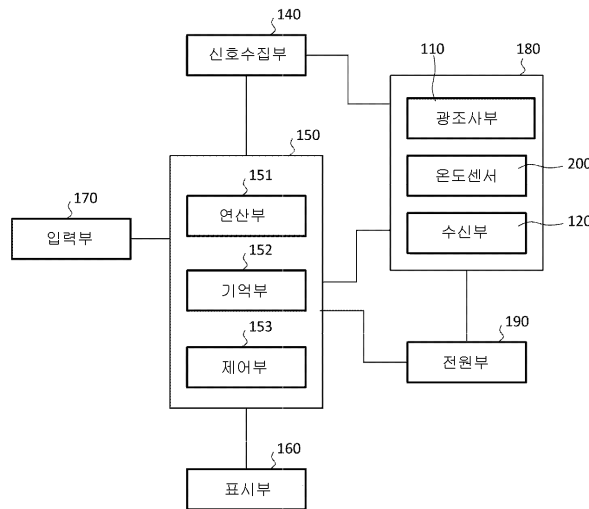
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 광음향장치 및 그 제어 방법, 및 광음향 프로브

(57) 요약

광원과, 상기 광원으로부터 광이 조사된 피검체로부터 발생한 음향파를 수신하는 수신부를 포함하는 프로브; 상기 프로브의 온도를 취득하는 온도정보 취득부; 및 상기 온도에 따라, 상기 광원에 의한 광의 조사를 제어하는 제어부를 구비하는, 광음향장치.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01N 29/0654 (2013.01)

G01N 29/323 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

광원과, 상기 광원으로부터 광이 조사된 피검체로부터 발생한 음향파를 수신하는 수신부를 포함하는 프로브;
상기 프로브의 온도를 취득하는 온도정보 취득부; 및
상기 온도에 따라, 상기 광원에 의한 광의 조사를 제어하는 제어부를 구비하는, 광음향장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 제어부는, 상기 온도가 제1의 역치를 초과하는 경우에, 상기 광원에 공급된 전력을 제어함에 의해, 상기 광원으로부터의 발열을 제어하는, 광음향장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,
상기 제어부는, 상기 광을 조사할 때, 광량 및 반복 주파수의 적어도 어느 하나를 제어하는, 광음향장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,
상기 제어부는, 상기 광의 조사를 제어하기 위한,
상기 광원으로부터의 발열의 저하에 대해서, 상기 광량을 감소시키는 처리의 기여도가, 상기 반복 주파수를 하강시키는 처리의 기여도보다도 큰 모드; 및
상기 광원으로부터의 발열의 저하에 대해서, 상기 반복 주파수를 하강시키는 처리의 기여도가, 상기 광량을 감소시키는 처리의 기여도보다도 큰 모드를,
적어도 포함하는, 복수의 모드로 동작할 수 있는, 광음향장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,
상기 제어부는, 상기 온도가 제1의 역치보다 클 경우에, 상기 광량을 감소시키는 처리 및 상기 반복 주파수를 하강시키는 처리 중, 동작중의 모드에 있어서의 기여도가 큰쪽의 처리를 행하고,
그 후, 상기 온도가 상기 제1의 역치보다도 높은 제2의 역치이상일 경우에, 상기 광량을 감소시키는 처리 및 상기 반복 주파수를 하강시키는 처리 중, 동작중의 모드에 있어서의 기여도가 작은쪽의 처리를 행하는, 광음향장치.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 제어부는, 입력부를 사용한 유저로부터의 입력에 따라, 또는, 디폴트의 설정에 따라, 상기 모드를 결정하는, 광음향장치.

청구항 7

제 3 항에 있어서,

상기 광의 광량 및 반복 주파수를 유저에게 통지하는 통지부를 더 구비하는, 광음향장치.

청구항 8

제 3 항에 있어서,

상기 음향파를 수신하는 것에 응답하여 상기 수신부가 출력한 신호를 사용해서, 상기 피검체의 특성정보를 취득하는 연산부를 더 구비하는, 광음향장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 제어부는, 반복 주파수마다, 상기 특성정보를 나타내는 화상을 표시부에 표시시키는, 광음향장치.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 광원은, 상기 반복 주파수의 주기마다 1회의 펄스 발광을 행하고,

상기 수신부는, 상기 1회의 펄스 발광에 근거하는 상기 음향파를 수신하여 신호를 출력하고,

상기 연산부는, 상기 반복 주파수의 주기마다, 상기 신호에 근거하는 상기 특성정보를 취득하는, 광음향장치.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 광원은, 상기 반복 주파수의 주기마다 복수회의 펄스 발광을 행하고,

상기 수신부는, 상기 복수회의 펄스 발광마다 상기 음향파를 수신함으로써, 복수의 신호를 출력하고,

상기 연산부는, 상기 반복 주파수의 주기마다, 상기 복수의 신호를 가산 평균하여서 얻어진 신호에 근거하여, 상기 특성정보를 취득하는, 광음향장치.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 반복 주파수의 1개의 주기에 있어서, 상기 복수회의 펄스 발광에 있어서의 발광 횟수와, 상기 복수회의 펄스 발광 각각의 광량의 적어도 어느 하나를 제어함에 의해, 상기 반복 주파수의 1개의 주기에 있어서의 총 광량을 제어하는, 광음향장치.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 온도정보 취득부는, 상기 프로브의 상기 온도로서, 상기 프로브의 하우징의 온도, 또는, 상기 프로브에 포함된 상기 광원의 근방의 온도를 취득하는, 광음향장치.

청구항 14

제 3 항에 있어서,

상기 프로브의 속도를 취득하는 속도정보 취득부를 더 구비하고,

상기 제어부는, 상기 속도에 따라, 상기 광원에 의한 광의 조사를 제어하는, 광음향장치.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 광원의 발열을 저하시킬 때에, 상기 속도가 빠를수록, 상기 광량을 감소시키는 처리의 기여도가, 상기 반복 주파수를 하강시키는 처리의 기여도보다도 커지도록 제어를 행하는, 광음향장치.

청구항 16

제 3 항에 있어서,

상기 프로브가 상기 피검체에 대해 눌릴 때 가해진 가압력을 취득하는 압력정보 취득부를 더 구비하고,

상기 제어부는, 상기 가압력에 따라, 상기 광원에 의한 광의 조사를 제어하는, 광음향장치.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 광원의 발열을 저하시킬 때에, 상기 가압력이 클수록, 상기 반복 주파수를 하강시키는 처리의 기여도가, 상기 광량을 감소시키는 처리의 기여도보다도 커지도록 제어를 행하는, 광음향장치.

청구항 18

제 1 항 내지 제 17 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 프로브의 온도의 변화의 경향으로부터 얻어지는 예측 온도에 근거하여, 상기 광원으로부터의 발열을 저하시키는 제어의 내용을 결정하는, 광음향장치.

청구항 19

광원;

상기 광원으로부터 광이 조사된 피검체로부터 발생한 음향파를 수신하는 수신부;

광음향 프로브의 온도를 취득하는 온도정보 취득부; 및

상기 온도에 따라, 상기 광원에 의한 광의 조사를 제어하는 제어부를 구비하는, 광음향 프로브.

청구항 20

프로브에 포함된 광원이 광을 피검체에 조사하는 단계;

상기 프로브에 포함된 수신부가, 상기 광이 조사된 상기 피검체로부터 발생한 음향파를 수신하는 단계;

온도정보 취득부가, 상기 프로브의 온도를 취득하는 단계; 및

제어부가, 상기 온도에 따라 상기 광원에 의한 광의 조사를 제어하는 단계를 포함하는, 광음향장치의 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 광음향장치 및 그 제어 방법, 및 광음향 프로브에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, 광을 이용한 이미징 기술로서, 광음향 효과를 이용해서 피검체의 내부를 영상화하는 광음향장치가 연구 및 개발되고 있다. 광음향장치는, 피검체에 조사된 광의 에너지를 흡수한 광흡수체로부터 광음향 효과에 의해 발생하는 초음파(광음향파)를 사용하여, 피검체의 내부의 화상을 생성하는 장치다.

[0003] 초음파진단 장치와 마찬가지로, 핸드 헬드형 프로브의 형상을 이루고, 용이하게 관찰 부위에 액세스할 수 있는 광음향장치가 연구 및 개발되고 있다. 일본 특허공개 2016-047077호 공보에는, 광원부와 수신부를 내장하는 프로브를 구비하는 광음향 이미징 장치가 기재되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본 특허공개 2016-047077호 공보

발명의 내용

[0005] 발광을 위한 광원에 공급된 전력의 일부는 열로 변환되어, 광원은 발열한다. 프로브에 광원이 내장되어 있을 경우(하우징의 내부에 광원이 배치되어 있을 경우), 광원의 발열로 인해 프로브의 온도상승이 생길 가능성이 있다. 이 프로브의 온도상승에 의해, 열로 인해 장치의 결함이 있거나, 기사나 피검자의 불쾌감등의 불편함이 생길 경우가 있다.

[0006] 본 발명은 상기 과제를 감안하여 이루어진 것으로, 프로브에 광원이 내장되어 있는 장치에 있어서, 광원의 발열로 인한 프로브의 온도상승을 억제하기 위한 기술을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0007] 본 발명은,

[0008] 광원과, 상기 광원으로부터 광이 조사된 피검체로부터 발생한 음향파를 수신하는 수신부를 포함하는 프로브;

[0009] 상기 프로브의 온도를 취득하는 온도정보 취득부; 및

[0010] 상기 온도에 따라, 상기 광원에 의한 광의 조사를 제어하는 제어부를 구비하는, 광음향장치를 제공한다.

[0011] 또한, 본 발명은,

[0012] 광원;

[0013] 상기 광원으로부터 광이 조사된 피검체로부터 발생한 음향파를 수신하는 수신부;

[0014] 광음향 프로브의 온도를 취득하는 온도정보 취득부; 및

[0015] 상기 온도에 따라, 상기 광원에 의한 광의 조사를 제어하는 제어부를 구비하는, 상기 광음향 프로브를 제공한다.

- [0016] 또한, 본 발명은,
- [0017] 프로브에 포함된 광원이 광을 피검체에 조사하는 단계;
- [0018] 프로브에 포함된 수신부가, 상기 광이 조사된 상기 피검체로부터 발생한 음향파를 수신하는 단계;
- [0019] 온도정보 취득부가, 상기 프로브의 온도를 취득하는 단계; 및
- [0020] 제어부가, 상기 온도에 따라 상기 광원에 의한 광의 조사를 제어하는 단계를 포함하는, 광음향장치의 제어 방법을 제공한다.
- [0021] 본 발명에 의하면, 프로브에 광원이 내장되어 있는 장치에 있어서, 광원의 발열로 인한 상기 프로브의 온도상승을 억제하기 위한 기술을 제공할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 또 다른 특징들은, 첨부도면을 참조하여 이하의 실시예들의 설명으로부터 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은, 제1의 실시예에 따른 광음향장치의 블록도,
- 도 2는, 제1의 실시예에 따른 핸드 헬드형(hand-held) 프로브의 모식도,
- 도 3은, 제1의 실시예에 따른 컴퓨터와 주변구성을 나타내는 블록도,
- 도 4a 내지 4c는, 단위시간당의 발열량을 설명하기 위한 타이밍 차트,
- 도 5는, 제1의 실시예의 제어의 흐름도,
- 도 6a, 6b는, 추종 우선 보호 모드의 광조사 제어 방법을 설명하는 그래프,
- 도 7a, 7b는, 추종 우선 보호 모드의 광조사 제어 방법을 설명하는 다른 그래프,
- 도 8a, 8b는, 화질우선 보호 모드의 광조사 제어 방법을 설명하는 그래프,
- 도 9a, 9b는, 화질우선 보호 모드의 광조사 제어 방법을 설명하는 다른 그래프,
- 도 10a, 10b는, 노멀(normal) 보호 모드의 광조사 제어 방법을 설명하는 그래프,
- 도 11은, 제2의 실시예의 제어의 흐름도,
- 도 12a, 12b는, 제2의 실시예에 따른 광조사 제어 방법을 설명하는 그래프,
- 도 13은, 제3의 실시예의 제어의 흐름도,
- 도 14는, 프로브의 속도와 가압력에 근거하여 특성 커브를 선택하는 그래프,
- 도 15a 내지 15d는, 제7의 실시예의 제어의 흐름도다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대해서 설명한다. 단, 이하에 기재되어 있는 부품의 치수, 재질, 형상 및 상대 배치등은, 본 발명이 적용되는 장치의 구성과 각종 조건에 따라 적절하게 변경되어야 할 것이다. 따라서, 본 발명의 범위를 이하에 기재된 실시예에 한정하려는 것이 아니다.
- [0025] 본 발명은, 피검체로부터 전파하는 음향파를 검출하고, 피검체내부의 특성정보를 생성하고, 취득하는 기술에 관한 것이다. 이에 따라, 본 발명은, 피검체 정보 취득 장치 또는 그 제어 방법, 혹은 피검체 정보 취득 방법과 신호 처리 방법으로서 여겨질 수 있다. 또한, 본 발명은, 피검체내부의 특성정보를 나타내는 화상을 생성해 표시하는 표시 방법으로서 여겨질 수 있다. 또한, 본 발명은, 이것들의 방법을 CPU나 메모리 등의 하드웨어 자원을 구비하는 정보처리장치에 실행시키는 프로그램이나, 그 프로그램을 기억하는 컴퓨터 판독 가능한 비일시적 기억 매체로서도 여겨질 수 있다.
- [0026] 본 발명에 따른 피검체 정보 취득 장치는, 피검체에 광(전자파)을 조사하여서 피검체 내부에서 발생한 음향파를 수신하고, 피검체의 특성정보를 화상 데이터로서 취득하는, 광음향 효과를 이용한 광음향 이미징 장치를 구비한다. 이 경우, 특성정보, 수신된 광음향파에서 유래된 신호를 사용해서 생성된, 피검체 내부의 복수의 위치의 각 각에 대응하는 특성값의 정보를 말한다.

- [0027] 본 발명에 따른 광음향 화상 데이터는, 광조사에 의해 발생한 광음향파에서 유래된 모든 화상 데이터를 포함하는 개념이다. 예를 들면, 광음향 화상 데이터는, 광음향파의 발생 음압(초기 음압), 에너지 흡수 밀도 및 흡수 계수와, 피검체를 구성하는 물질의 농도(예를 들면, 산소포화도) 등의 적어도 1개의 특성정보를 나타내는 화상 데이터다. 게다가, 서로 다른 복수의 파장의 광조사에 의해 발생한 광음향파에 근거하여, 피검체를 구성하는 물질의 농도등의, 분광 정보를 나타내는 광음향 화상 데이터가 얻어진다. 분광 정보를 나타내는 광음향 화상 데이터는, 산소포화도, 산소포화도에 흡수계수 등의 강도를 가중하여 얻어진 값, 총 헤모글로빈 농도, 옥시헤모글로빈 농도, 또는 디옥시헤모글로빈 농도이여도 좋다. 또는, 분광 정보를 나타내는 광음향 화상 데이터는, 글루코오스 농도, 콜라겐 농도, 멜라닌 농도, 또는 지방이나 물의 체적분율이여도 좋다.
- [0028] 피검체내의 각 위치의 특성정보에 근거하여, 이차원 또는 삼차원의 특성정보 분포가 얻어진다. 분포 데이터는 화상 데이터로서 생성될 수 있다. 특성정보는, 수치 데이터로서가 아닌, 피검체 내부의 각 위치의 분포 정보로서 얻어져도 좋다. 다시 말해, 초기 음압분포, 에너지 흡수 밀도분포, 흡수 계수분포나 산소포화도 분포등의 분포 정보가 얻어질 수 있다.
- [0029] 본 발명에 따른 음향파는, 전형적으로는 초음파이며, 음파나 음향파라고도 불리는 탄성파를 포함한다. 트랜스듀서 등에 의해 음향파로부터 변환된 신호(예를 들면, 전기신호)를 음향신호라고도 부른다. 단, 본 명세서에 있어서의 초음파와 음향파에 대한 기재는, 그 탄성파의 파장에 한정하려는 것이 아니다. 광음향 효과에 의해 발생한 음향파는, 광음향파 또는 광초음파라고 불린다. 광음향파에서 유래한 신호(예를 들면, 전기신호)를 광음향신호라고도 부른다. 분포 데이터는, 광음향 화상 데이터나 재구성 화상 데이터라고도 불린다.
- [0030] 이하의 실시예에서는, 광음향신호를 취득할 때에 사용되고, 광원과 수신부를 구비한 광음향 프로브에 대해서 상세하게 설명한다. 따라서, 본 발명은, 광음향 프로브와 그 제어 방법으로서도 여겨질 수 있다. 이하의 실시예에서는 또한, 핸드 헬드형의 광음향 프로브를 기재하고 있지만, 본 발명에 따른 프로브는 핸드 헬드형 프로브에 한정되지 않는다.
- [0031] 광음향 측정에 있어서, 일반적으로, 조사 광의 광량이 클수록 광음향파의 강도도 커지고, 광음향파의 수신 신호의 S/N이 향상한다. 그 결과, 표시시켰을 때의 화질이 높은 광음향 화상 데이터가 얻어진다.
- [0032] 광음향장치의 핸드 헬드형 프로브에 있어서, 프로브 하우징내에 광원을 배치하는 구성이 생각될 수 있다. 이러한 구성에 있어서도, 고화질 광음향 화상을 표시시키기 위해서, 조사 광의 광량을 크게 하는 것이 바람직하다. 그러나, 광원에 공급된 전력의 일부가 열로 변환될 때 광원은 발열하므로, 조사 광의 광량을 크게 할 목적으로 광원에 큰 전력을 공급하면, 광원의 발열량도 증가하게 된다.
- [0033] 본 명세서에 있어서, "광량"을, 1펄스의 광 에너지의 총량(단위는 J (줄))으로서 정의한다(이후, 조사 광량이라고도 부른다). 또한, 광량과, 1초당의 발광 횟수(광조사의 반복 주파수)를 승산한 적(product)을, 조사 광의 평균 파워(단위는 W(와트))로서 정의한다.
- [0034] 예를 들면, 광원으로서 레이저 다이오드를 사용하여, 0.01[J]의 광량에서, 0.1초 간격으로 발광할 경우(1초에 10회 발광할 경우), 조사 광의 평균 파워는 0.01[J]×10[회/s]=0.1[W]가 된다. 이 경우에, 공급 전력에 대한 광전변환 효율을 10[%]라고 가정하면, 평균 파워를 0.1[W]로 생성하기 위해 공급 전력 1[W]가 필요하다. 이 경우에, 광원의 단위시간당의 발열량은 0.9[W]가 된다. 또한, 이 경우에, 광원에 공급된 전력 중, 광으로 변환되지 않은 전력은 모두 열로 변환된다고 가정한다. 또한, 1펄스의 광은, 광강도의 시간변화가 구형파인 광의 이외에, 삼각파와 정현파를 포함하는 모든 파형의 광을 포함한다.
- [0035] 핸드 헬드형 프로브에 강제풍 냉 및 수냉 등의 냉각 기구를 설치하는 것은 곤란하다. 그 때문에, 하우징 내부에 설치된 광원의 발열량이 작을 경우이여도, 하우징 내부에 온도상승이 생길 가능성이 있다. 이 온도상승에 의해, 하우징 내부의 디바이스 결함이 생길 가능성이 있다. 또한, 그 하우징의 온도상승에 의해, 프로브를 취급하는 기사나 의사등의 유져나, 피검자인 환자에게 불쾌감을 줄 가능성이 있다.
- [0036] 본 발명자는, 이를 고려하여, 예의 검토한 후, 핸드 헬드형 프로브 내부 혹은 하우징에 온도 센서 등의 온도정보 취득부를 실장하고, 온도 센서가 검출한 온도에 근거하여, 광량과 광조사의 반복 주파수를 최적으로 제어하는 것에 이르렀다. 다시 말해, 본 발명자는, 핸드 헬드형 프로브의 내부 혹은 하우징의 온도가 미리 결정된 상한값을 초과하지 않도록 광량과 광조사의 반복 주파수를 제어하여, 광원에의 공급 전력을 제어하는 것에 이르렀다. 전형적으로는, 조사 광의 광량과 광조사의 반복 주파수를 승산한 값에 비례하는 발열량으로 인한 온도상승이 허용 온도이하이도록, 광원에의 공급 전력을 적절하게 조정하여서, 광량과 반복 주파수를 최적으로 제어한다.

- [0037] 또한, 피검체가 인체의 피부등의 경우, 최대 허용 노광량(MPE)을 지켜야 한다. 핸드 헬드형 프로브의 내부의 온도 혹은 하우징 온도를 감안한 제한과 아울러, 광량이 MPE를 초과하지 않도록 제한해도 좋다.
- [0038] 또한, 본 발명의 적용 대상은, 이하의 실시예에서 설명한 광음향장치에 한정되지 않는다. 본 발명은, 핸드 헬드형 프로브에 광원을 내장한 장치이면 적용가능하다. 예를 들면, 본 발명은, 광원과, 그 광원으로부터 방출된 광의 반사광이나 투과 광을 수광하는 수광소자를, 내장하는 핸드 헬드형 프로브에 적용해도 좋다. 다시 말해, 본 발명은, 광원이 내장된 핸드 헬드형 프로브와, 조사 대상을 전파한 광의 수신 신호에 근거하여, 조사 대상에 관한 정보를 취득하는 정보취득부를 구비하는, 장치에 적용해도 좋다.
- [0039] 제1의 실시예
- [0040] 장치구성
- [0041] 이하, 도 1을 참조하여 본 실시예에 따른 광음향장치의 구성을 설명한다. 도 1은, 광음향장치 전체의 개략 블록도다. 본 실시예에 따른 광음향장치는, 프로브(180)(광조사부 110, 수신부 120, 및 온도 센서 200), 신호 수집부(140), 컴퓨터(150), 표시부(160), 입력부(170), 및 전원부(190)를 구비한다.
- [0042] 광조사부(110)가 광을 피검체(100)에 조사하면, 광음향 효과로 인해, 피검체(100) 내부나 표면의 광흡수체로부터 광음향파가 발생한다. 전원부(190)는, 광조사부(110)의 광원을 구동하기 위한 전력을 공급한다. 수신부(120)는, 광음향파를 수신해서 아날로그 신호로서의 전기신호(광음향신호)를 출력한다.
- [0043] 신호 수집부(140)는, 수신부(120)로부터 출력된 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하여, 컴퓨터(150)에 출력한다. 컴퓨터(150)는, 신호 수집부(140)로부터 출력된 디지털 신호를, 광음향파에서 유래하는 신호 데이터로서 기억한다.
- [0044] 컴퓨터(150)는, 기억된 디지털 신호에 대하여 후술하는 처리를 행하여서, 화상 데이터를 생성한다. 또한, 컴퓨터(150)는, 얻어진 화상 데이터를 표시하기 위한 화상 처리를 실시한 후에, 표시부(160)에 출력한다. 표시부(160)는, 광음향 화상을 표시한다. 유저로서의 의사나 기사등은, 표시부(160)에 표시된 광음향 화상을 확인해서 진단을 실시할 수 있다. 표시 화상은, 유저나 컴퓨터(150)로부터의 보존 지시에 근거하여, 컴퓨터(150)내의 메모리나, 모달리티와 네트워크로 접속된 데이터 관리 시스템등에 보존된다.
- [0045] 신호 데이터를 3차원의 볼륨 데이터로 변환하는 재구성 알고리즘으로서, 타임 도메인 역투영법, 푸리에 도메인 역투영법, 및 모델기반법(반복 연산법)등의 어떠한 수법도 채용할 수 있다. 타임 도메인 역투영법의 예들로서는, 유니버설 역투영(UBP), 필터보정 역투영(FBP), 또는 정상(phasing)가산(Delay-and-Sum)이 있다. 또한, 화상 재구성에 있어서는, 광음향파의 초기 음압분포와, 피검체 내부의 광량분포에 근거하여, 흡수 계수 분포를 취득한다. 본 발명에 있어서는, 프로브의 온도에 따라 동적으로 조사 광량이 변화되므로, 피검체 내부의 광량분포도 변화된다. 이를 고려하여, 컴퓨터가 화상 재구성을 행할 때, 광음향파의 취득 시점에서 광량정보를 참조하여, 필요에 따라서 계인을 적용하는 등의 방법에 의해 신호 데이터를 보정하는 것이 바람직하다.
- [0046] 또한, 표시부(160)는, 컴퓨터(150)로 생성된 화상의 이외에 GUI등을 표시해도 좋다. 입력부(170)는, 유저에 의한 정보의 입력을 접수하도록 구성되어 있다. 유저는, 입력부(170)를 사용해서, 측정 시작이나 종료, 작성 화상의 보존 지시등의 조작을 행할 수 있다.
- [0047] 프로브(180)
- [0048] 도 2는, 본 실시예에 따른 핸드 헬드형 프로브(180)의 모식도다. 프로브(180)는, 광조사부(110), 수신부(120), 온도 센서(200) 및 하우징(181)을 구비한다.
- [0049] 프로브(180)내부에 있어서의 온도 센서(200)의 설치 장소로서는, 동작 온도조건이 엄격한 광조사부(110)의 광원 혹은 드라이버 회로(114)의 근방, 또는, 가동부인 하우징(181)이 바람직하다. 온도 센서(200)는, 이러한 적합한 설치 장소에 열적 결합에 의해 실장된다. 온도 센서(200)는, 아날로그 신호 혹은 디지털 신호로서 컴퓨터(150)에, 프로브 내부(예를 들면, 광원의 근방의 위치)의 온도 혹은 하우징의 온도(이후, 간단히 프로브 온도라고도 함)를 출력한다.
- [0050] 하우징(181)은, 광조사부(110) 및 수신부(120)를 둘러싸는 하우징이다. 유저는, 하우징(181)을 파지함에 의해, 프로브(180)를 핸드 헬드형 프로브로서 이용할 수 있다.
- [0051] 광조사부(110)는, 광원(111), 광원(111)으로부터 발생한 광을 전파시키는 광학계(112), 및 광원(111)을 구동시

키는 드라이버 회로(114)를 구비한다. 광학계(112)는, LED나 LD등의 광원(111)으로부터 발생한 광을 전파하여, 사출단(113)으로부터 사출한다.

[0052] 프로브(180)는, 케이블(182)을 통해 신호 수집부(140), 컴퓨터(150), 및 전원부(190)와 연결되어 있다. 케이블(182)은, 전원부(190)로부터 드라이버 회로(114)에 전력을 공급하는 배선, 제어부(153)로부터 드라이버 회로(114)에 광량이나 발광 타이밍 등을 제어하는 제어 신호를 보내는 배선, 및 수신부(120)로부터 출력된 아날로그 신호를 신호 수집부(140)에 송신하는 배선을 포함한다. 케이블(182)은, 커넥터가 구비되고, 프로브(180)와 광음향장치의 그 밖의 부품을 분리할 수 있도록 구성되어도 좋다. 본 실시예에 있어서, 드라이버 회로(114)와 전원부(190)를 결합하는 구성이, 광원(111)에 전력을 공급하는 구동부에 해당한다. 다시 말해, 본 실시예에 따른 구동부는, 드라이버 회로(114)와 전원부(190)를 포함한다.

[0053] 또한, 본 실시예에 따른 프로브(180)는, 케이블(182) 없이 와이어리스의 핸드 헬드형 프로브(180)이어도 좋다. 이 경우, 전원부(190)를 프로브(180)에 내장하고, 프로브(180)와 그 밖의 부품간에 각종 신호를 무선으로 송수신해도 좋다. 단, 전원부(190)를 프로브(180)에 내장하면, 전원부(190)에서의 소비 전력에 의해 발생하는 열로 인해, 하우징(181) 내부에서의 발열량은 증가한다. 그 때문에, 하우징(181) 내부의 온도상승을 억제하기 위해서, 전원부(190)를 하우징(181)의 외부에 배치해도 좋다. 더욱, 드라이버 회로(114)의 소비 전력이 크고 발열량이 큰 일부의 부품을 하우징(181)의 외부에 배치해도 좋다.

[0054] 상세구성

[0055] 이하, 본 실시예에 따른 광음향장치의 각 부품의 상세를 설명한다.

[0056] 광조사부(110)

[0057] 광조사부(110)는, 광원(111), 광학계(112) 및 드라이버 회로(114)를 포함한다.

[0058] 광원(111)으로서, 레이저 다이오드(LED) 또는 발광 다이오드(LED)가 적합하다. 광원(111)으로서, 1MHz 이상의 톱니모양의 구동파형(구동전류)을 따르도록 광을 사출할 수 있는 LD 혹은 LED를 채용해도 좋다. 단, 광음향파를 발생시키기 위한 광을 사출가능하면, 광원은 LD나 LED에 한정되지 않는다. 또한, 광원(111)으로서 파장가변 광원을 이용하여서, 산소포화도의 취득이 가능하게 된다.

[0059] 광원(111)이 사출한 광의 펄스 폭은, 전형적으로는 1ns 이상 1μs 이하이다. 또한, 광의 파장으로, 400nm로부터 1600nm까지 정도의 범위를 이용할 수 있다. 혈관을 고해상도로 촬상할 경우, 혈관에서 잘 흡수하는 파장(400nm 이상 700nm 이하)이 바람직하다. 생체의 심부를 촬상할 경우에는, 생체의 배경조직(물이나 지방등)이 전형적으로 약하게 흡수하는 파장(700nm 이상 1100nm 이하)이 바람직하다. 단, 펄스 폭과 파장은 상기에 한정되지 않는다.

[0060] 광학계(112)로서는, 렌즈, 미러, 광파이버 등의 광학소자를 사용할 수 있다. 유방등을 피검체(100)로서 사용할 경우, 펄스 광의 빔 지름을 넓게 해서 피검체(100)에 조사하기 위해서, 광학계의 사출단(113)으로서 광확산판등을 사용해도 좋다. 한편, 광음향 현미경에 있어서는, 해상도를 상승시키기 위해서, 광학계(112)의 사출단(113)을 렌즈 등으로 구성하여, 포커싱된 빔을 조사해도 좋다. 또한, 광조사부(110)가 광학계(112)를 구비하지 않고, 광원(111)으로부터 피검체(100)에 광을 직접 조사해도 좋다. 드라이버 회로(114)는, 전원부(190)로부터의 전력을 사용하여 광원(111)을 구동하는 구동전류를 생성하는 회로다.

[0061] 수신부(120)

[0062] 수신부(120)는, 음향파를 수신함에 의해 전기신호를 출력하는 트랜스듀서와, 이 트랜스듀서를 지지하는 지지체를 포함한다. 트랜스듀서를 구성하는 부재로서는, 티타늄산 지르콘산납(PZT)으로 대표되는 압전 세라믹 재료나, 폴리 플루오르화 비닐리덴(PVDF)으로 대표되는 고분자 압전막 재료등을 이용할 수 있다. 압전 소자 이외에도, 정전용량형 트랜스듀서(Capacitive Micro-machined Ultrasonic Transducer: CMUT), 또는 페브리 페로(Fabry-Perot) 간섭계를 사용한 트랜스듀서를 이용할 수 있다. 음향파를 수신하고 전기신호를 출력할 수 있는 한, 어떠한 종류의 트랜스듀서도 채용해도 좋다. 광음향파를 구성하는 주파수 성분은, 전형적으로는 100KHz 내지 100MHz이므로, 이것들의 주파수를 검출가능한 트랜스듀서를 사용하는 것이 바람직하다.

[0063] 트랜스듀서에 의해 얻어진 신호는 시간 분해신호다. 즉, 트랜스듀서에 의해 얻어진 신호의 진폭은, 각 시각에 트랜스듀서에서 수신된 음압에 근거하는 값(예를 들면, 음압에 비례한 값)을 나타낸다.

- [0064] 지지체는, 1D어레이, 1.5D어레이, 1.75D어레이 또는 2D어레이라고 불리는 평면 또는 곡면에, 복수의 트랜스듀서를 나란히 배치해도 좋다.
- [0065] 또한, 수신부(120)가, 트랜스듀서로부터 출력된 시계열의 아날로그 신호를 증폭하는 증폭기를 구비해도 좋다. 또한, 수신부(120)가, 트랜스듀서로부터 출력된 시계열의 아날로그 신호를 시계열의 디지털 신호로 변환하는 A/D변환기를 구비해도 좋다. 다시 말해, 수신부(120)가 후술하는 신호 수집부(140)를 구비해도 좋다.
- [0066] 복수의 트랜스듀서를 사용할 경우, 이상적으로는, 트랜스듀서가 피검체(100)의 전체 주위를 둘러싸는 것을 가능하게 하는 트랜스듀서 배치가 바람직하다. 단, 피검체(100)가 클 경우, 그 피검체(100)의 전체 주위를 둘러싸도록 트랜스듀서를 배치하는 것이 불가능하다. 이 경우에, 반구형의 지지체 위에 상기 트랜스듀서를 배치함으로써, 피검체(100)로부터 많은 방향으로 전파하는 음향파를 수신할 수 있다. 또한, 트랜스듀서의 배치와 수 및 지지체의 형상은, 피검체에 따라 최적화되어도 좋고, 상기한 기재에 한정되지 않는다.
- [0067] 수신부(120)와 피검체(100)와의 사이의 공간에, 양자를 서로 음향적으로 일치시키는 매질을 배치해도 좋다. 이 매질로서는, 피검체(100)나 트랜스듀서와의 계면에 있어서 음향특성이 일치하고, 될 수 있는한 광음향파의 투과율이 높은 재료를 채용한다. 매질로서, 예를 들면, 물, 기름, 초음파 젤 등을 채용할 수 있다.
- [0068] 또한, 본 실시예에 따른 장치가, 광음향 화상에 더해져, 음향파의 송수신에 의해 초음파 화상도 생성할 경우, 트랜스듀서는, 음향파를 송신하는 송신부로서 기능해도 좋다. 수신부로서의 트랜스듀서와 송신부로서의 트랜스듀서는, 단일(공통)의 트랜스듀서이여도 좋거나, 별도의 부품이여도 좋다.
- [0069] 온도 센서(200)
- [0070] 본 실시예에 따른 온도정보 취득부인 온도 센서(200)에 대해서 서술한다. 온도 센서(200)는, 예를 들면 써미스터, 열전대, 측온 저항체등의 센서로 구성될 수 있다. 온도 센서(200)는, 동작 온도조건이 엄격한(상한온도가 낮은) 광원(111) 근방에 설치되어도 좋다. 또한, 가동부인 하우징(181)의 온도제한이 엄격한(상한온도가 낮은) 경우는, 온도 센서(200)를 하우징(181)에 열적 결합에 의해 실장하는 것이 바람직하다. 본 발명에 따른 장치는, 온도 센서(200)의 온도가 미결정된 상한을 초과하지 않도록, 광량 및 광조사의 타이밍(전형적으로는, 반복 주파수)의 적어도 하나를 제어한다. 이 광의 조사에 관한 제어는, 광원에 공급된 전력을 제어하여서 행해진다. 그 때문에, 온도상승을 관리하고 싶은 부분에 온도 센서(200)를 열적 결합에 의해 실장해야 한다.
- [0071] 또한, 온도정보 취득부로서, 직접적으로 온도를 측정하는 온도 센서(200) 대신에, 광원에 공급된 전력량, 전력량과 광전변환 효율에 근거해 취득된 발열량, 상기 프로브의 열용량등에 근거한 연산에 의해 온도정보를 취득하는 장치를 사용해도 좋다. 상기와 아울러, 원하는 온도정보를 취득할 수 있는 것이면, 어떤 방식이 채용되어도 된다.
- [0072] 신호 수집부(140)
- [0073] 신호 수집부(140)는, 수신부(120)로부터 출력된 아날로그 신호인 전기신호를 증폭하는 증폭기와, 그 증폭기로부터 출력된 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 A/D변환기를 포함한다. 신호 수집부(140)는, 필드 프로그래머블 게이트 어레이(FPGA) 칩등으로 구성되어도 좋다. 신호 수집부(140)로부터 출력된 디지털 신호는, 컴퓨터(150)내의 기억부(152)에 기억된다. 신호 수집부(140)는, 데이터 취득 시스템(DAS)이라고도 불린다. 본 명세서에 있어서 전기신호는, 아날로그 신호도 디지털 신호도 포함하는 개념이다.
- [0074] 또한, 신호 수집부(140)는, 광조사부(110)로부터의 광의 사출과 동기하여 트리거로서 처리를 시작해도 좋다. 트리거로서는, 광조사부(110)의 사출단(113)에 부착된 광 검출 센서로부터 출력된 신호를 이용할 수 있다. 또한, 신호 수집부(140)는, 입력부(170)로부터의 측정 시작의 지시 신호를 받으면 처리를 시작해도 좋다.
- [0075] 또한, 프로브(180)가, 증폭기와 ADC등으로 구성된 신호 수집부(140)를 포함하여도 좋다. 다시 말해, 하우징(181)의 내부에 신호 수집부(140)가 배치되어 있어도 좋다. 이러한 구성으로, 핸드 헬드형 프로브(180)와 컴퓨터(150)와의 사이의 정보를 디지털 신호로 전파할 수 있으므로, 내 노이즈성을 향상할 수 있다. 또한, 고속 디지털 신호를 사용하는 것에 의해, 아날로그 신호를 송신하는 경우와 비교하여 배선수를 감소하는 것이 가능해지고, 핸드 헬드형 프로브(180)의 조작성을 향상하는 것이 가능해진다.
- [0076] 컴퓨터(150)
- [0077] 정보처리부로서의 컴퓨터(150)는, 연산부(151), 기억부(152), 및 제어부(153)를 포함한다. 각 부품의 기능에 대해서는 처리 플로우를 설명할 때 설명한다.

- [0078] 연산부(151)로서의 연산 기능을 제공하는 유닛은, CPU나 그래픽 처리 유닛(GPU) 등의 프로세서나, 필드 프로그래머블 게이트 어레이(FPGA) 칩 등의 연산 회로로 구성되어도 좋다. 이러한 유닛들은, 단일의 프로세서나 단일의 연산 회로로 구성될 뿐만 아니라, 복수의 프로세서나 연산 회로로 구성되어도 좋다. 연산부(151)는, 입력부(170)로부터, 피검체 음속과 보유부의 구성을 포함하는 각종 파라미터를 받아, 수신 신호를 처리해도 좋다.
- [0079] 기억부(152)는, 판독전용 메모리(ROM), 자기 디스크나 플래시 메모리등의 비일시 기억 매체로 구성될 수 있다. 또한, 기억부(152)는, 랜덤 액세스 메모리(RAM) 등의 휘발성의 매체이여도 좋다. 또한, 프로그램이 기억되는 기억 매체는, 비일시 기억 매체다. 또는, 기억부(152)는, 복수의 기억 매체로 구성되어 있어도 좋다. 기억부(152)는, 컴퓨터(150)와 온라인 접속되어 있어도 좋다. 기억부(152)는, 연산부(151)에 의해 생성된 광음향 화상 데이터와, 그 광음향 화상 데이터에 근거한 표시 화상을 보존할 수 있다.
- [0080] 제어부(153)는, CPU등의 연산 소자로 구성된다. 제어부(153)는, 광음향장치의 각 부품의 동작을 제어한다. 제어부(153)는, 입력부(170)로부터의 측정 시작등의 각종 조작에 따라 지시 신호를 받으면, 광음향장치의 각 부품의 동작을 제어해도 좋다. 또한, 제어부(153)는, 기억부(152)에 기억된 프로그램 코드를 판독하여서 광음향장치의 각 부품의 작동을 제어한다. 컴퓨터(150)는 전용으로 설계된 워크스테이션이여도 좋다. 또한, 컴퓨터(150)의 각 부품이 다른 하드웨어로 구성되어, 서로 연계해서 동작해도 좋다.
- [0081] 온도 센서(200)의 출력은, 아날로그 신호 혹은 디지털 신호에 의해 제어부(153)에 입력된다. 온도 센서(200)의 출력을 아날로그 신호에 의해 제어부(153)에 보낼 경우는, 제어부(153) 내부의 (도시되지 않은) A/D변환기에 의해 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하여서, 제어를 행하는 것이 바람직하다. 컴퓨터(150)의 제어부(153)는, 광음향장치에 포함된 각 부품의 동작을 제어함과 동시에, 온도 센서가 검출한 온도에 근거하여 광조사를 제어한다. 구체적으로는, 광조사의 반복 주파수와 조사 광량이 제어된다. 또한, 후술하는 각 실시예에서는, 광조사를 제어하는데, 속도 센서가 검출한 속도나 압력 센서가 검출한 가압력을 사용할 수 있다.
- [0082] 도 3은, 본 실시예에 따른 컴퓨터(150)의 구체적인 구성 예를 나타낸다. 본 실시예에 따른 컴퓨터(150)는, CPU(154), GPU(155), RAM(156), ROM(157), 및 외부 기억장치(158)로 구성된다. 또한, 컴퓨터(150)에는, 표시부(160)로서의 액정 디스플레이(161)와, 입력부(170)로서의 마우스(171) 및 키보드(172)가 접속되어 있다.
- [0083] 또한, 컴퓨터(150) 및 수신부(120)는, 공통의 하우징에 수용되도록 구성되어도 좋다. 이 경우, 광음향 프로브는 스탠드 일론 광음향장치로서 이용가능하다. 또한, 하우징에 수용된 컴퓨터로 일부의 신호 처리를 행하고, 나머지의 신호 처리를 그 하우징의 외부에 설치된 컴퓨터로 행해도 좋다. 이 경우, 하우징의 내부 및 외부에 설치된 컴퓨터를, 총칭하여 본 실시예에 따른 컴퓨터라고 생각할 수 있다. 다시 말해, 컴퓨터를 구성하는 하드웨어가 단일의 하우징에 수용될 필요는 없다.
- [0084] 표시부(160)
- [0085] 표시부(160)는, 액정 디스플레이나 유기 일렉트로 루미네스스(EL) 디스플레이 등의 디스플레이이다. 표시부(160)는, 컴퓨터(150)에 의해 얻어진 피검체 정보 등에 근거하는 화상이나 특정 위치의 수치등을 표시하는 장치다. 표시부(160)는, 화상과 상기 장치를 조작하기 위한 GUI를 표시해도 좋다. 또한, 피검체 정보는, 표시부(160) 또는 컴퓨터(150)로 화상처리(휘도값의 조정 등)를 행한 후에 표시될 수 있다.
- [0086] 입력부(170)
- [0087] 입력부(170)로서는, 사용자가 조작가능한, 마우스나 키보드등으로 구성된 조작 콘솔을 사용할 수 있다. 또한, 표시부(160)를 터치패널로 구성하고, 표시부(160)를 입력부(170)로서 이용해도 좋다.
- [0088] 또한, 광음향장치의 각 부품은, 별도의 장치로서 각각 구성되어도 좋거나, 일체가 된 1개의 장치로서 구성되어도 좋다. 또한, 광음향장치의 부품들의 적어도 일부가 일체가 된 1개의 장치로서 구성되어도 좋다.
- [0089] 전원부(190)
- [0090] 전원부(190)는, 전력을 발생하는 전원이다. 전원부(190)는, 광조사부(110)의 드라이버 회로(114)에 전력을 공급한다. 전원부(190)로부터 공급된 전력이 드라이버 회로(114) 및 광원(111)등으로 소비되면, 광과 함께 열이 발생한다. 전원부(190)로서는, DC전원이거나, 일차전지와 이차전지등의 모든 전지를 이용할 수 있다. 전원부(190)가 전지로 구성되는 경우, 프로브(180)에 전원부(190)를 공간절약 방식으로 수용할 수 있다. 또한, 드라이버 회로(114) 및 전원부(190)는, 컴퓨터(150)내의 제어부(153)에 의해 제어되어도 좋다. 또한, 프로브(180)가, 전

원부(190) 및 드라이버 회로(114)를 제어하는 제어부를 구비하여도 좋다.

- [0091] 피검체(100)
- [0092] 피검체(100)는 광음향장치를 구성하는 것이 아니지만, 이하에 설명한다. 본 실시예에 따른 광음향장치는, 사람이나 동물의 악성 종양이나 혈관질환등의 진단이나 화학치료의 경과 관찰등을 목적으로서 사용할 수 있다. 이때문에, 피검체(100)로서는, 생체, 보다 구체적으로는 사람이나 동물의 유방이나 각 장기, 혈관망, 머리 부분, 경부, 복부, 손가락 및 발가락을 포함하는 사지 등의 진단의 대상부위가 상정된다. 예를 들면, 인체가 측정 대상이면, 광흡수체의 대상은, 옥시헤모글로빈 혹은 디옥시헤모글로빈이나 이 옥시헤모글로빈 혹은 디옥시헤모글로빈을 대량으로 포함하는 혈관, 혹은 종양의 근방에 형성된 신생 혈관이어도 좋다. 또한, 광흡수체의 대상은, 경동맥벽의 플라크등이어도 좋다. 또한, 메틸렌 블루(MB), 인도시아닌 그린(ICG)등의 색소, 금미립자, 또는 이 색소나 금미립자를 축적 혹은 화학적으로 변경된 외부에서 도입한 물질을, 광흡수체로서 사용하여도 좋다. 또한, 천자침이나 천자침에 첨부된 광흡수체를 관찰 대상으로 삼아도 좋다.
- [0093] 광원의 제어 방법과 단위시간당의 발열량
- [0094] 도 4a 내지 4c는, 본 실시예에 따른 광원의 제어 방법과 단위시간당의 발열량을 설명하기 위한 타이밍 차트다. 도 4a 내지 4c는, 조사 광의 발광, 광음향과의 수신, 화상 데이터의 생성, 및 화상 데이터의 표시의 각 타이밍을 나타내고 있다. "발광"의 타이밍 차트에 있어서의 종축은 조사 광량을 나타낸다. 또한, 도 4a 내지 4c에 있어서, 조사 광량은, 광원(111)에 공급된 전력에 비례한 값을 가정하고 있다.
- [0095] 도 4a에 있어서, 화상표시의 리프레쉬 주파수는, 핸드 헬드형 프로브의 통상의 움직임을 추적하도록 표시를 가능하게 하는 20[Hz]로 설정되어 있다. 도 4a에 있어서, 화상표시의 리프레쉬 주파수와 광조사의 반복 주파수는 일치하고 있다.
- [0096] 도 4a의 "발광"에 나타난 타이밍에서, 제어부(153)는, 광량설정 값 0.01[J]을 드라이버 회로(114)에 설정하고, 드라이버 회로(114)에 발광 타이밍 신호를 0.05초 간격으로 출력한다. 드라이버 회로(114)는, 제어부(153)로부터의 발광 타이밍 신호와 광량설정 값의 정보에 따라, 광원(111)을 구동한다.
- [0097] 이어서, 수신부(120)는, 도 4a의 "수신"에 나타난 타이밍에서, 광원(111)으로부터의 광으로 인해 생긴 광음향파를 수신한다. 연산부(151)는, 도 4a의 "화상생성"에 나타난 타이밍에서, 수신부(120)가 출력한 신호를 기초로 재구성 처리를 행하고, 화상 데이터를 생성한다. 이어서, 제어부(153)는, 표시부(160)에 화상 데이터를 송신하고, 표시부(160)에 화상 데이터에 근거한 화상을 표시시킨다. 표시부(160)는, 도 4a의 "화상표시"에 나타난 기간 동안에, 화상 데이터에 근거한 화상을 표시한다.
- [0098] 도 4a에 나타난 타이밍 차트에 있어서, 우선, 화상 1을 0.05초간 표시하고, 다음에 화상 2를 0.05초 표시하고 있다. 이상의 단계를 반복하고, 0.05초마다 새로운 화상 데이터에 근거한 화상의 표시를 갱신한다. 상술한 바와 같이, 핸드 헬드형 프로브의 단위시간당의 발열량은, 광의 광량과 광조사의 반복 주파수에 의해 결정된다. 도 4a의 경우, 공급 전력에 대한 광전변환 효율을 10[%]이라고 가정하고, 조사 광량을 0.01[J]라고 가정하면, 광원(111)의 단위시간당의 발열량은, $0.09[J] \times (1/0.05) = 1.8[W]$ 가 된다.
- [0099] 도 4b는, 도 4a로부터, 광조사의 동일한 반복 주파수를 공유하지만, 광량이 다른 타이밍 차트다. 도 4b에서, 그 반복 주파수는, 도 4a와 마찬가지로 20[Hz]이며, 0.05초 주기로 광이 조사된다. 또한, 표시 화상의 갱신도, 0.05초마다이므로, 추종성도 도 4a와 동등하다. 한편, 도 4b에 있어서의 조사 광량은, 0.005 [J], 즉 도 4a의 절반으로 설정되어 있다. 이러한 설정에 따라, 광원(111)의 단위시간당의 발열량은, 0.9[W]에 저하하고 있다.
- [0100] 도 4c는, 도 4a로부터, 동일한 광량을 공유하지만, 광조사의 반복 주파수가 다른 타이밍 차트다. 도 4c의 조사 광량은 도 4a와 같은 0.01 [J]이다. 그 때문에, 얻어진 재구성 화상 각각의 S/N비는, 도 4a에서 얻어진 재구성 화상과 동등하다. 한편, 도 4c에 있어서의 광조사의 반복 주파수는, 10[Hz], 또는, 다시 말해, 0.1초 주기이며, 광조사의 반복의 주기(발광 주기)는 도 4a의 2배다. 이러한 설정에 따라, 광원(111)의 단위시간당의 발열량은, 0.9 [W]에 저하하고 있다.
- [0101] 이상 설명한 바와 같이, 광조사를 반복해 행하는 광원(111)의 단위시간당의 발열량은, 광조사의 반복 주파수와 조사 광량에 의해 제어될 수 있는 것을 안다.
- [0102] 보호 모드
- [0103] 본 발명은, 온도 센서(200)가 검출한 온도에 근거하여, 반복 주파수와 조사 광량의 2개의 조건을 최적으로 제어

하는 방법을 제공한다. 구체적으로는, 본 발명에 따른 컴퓨터는, 온도 센서에 의한 검출 온도가 허용 값을 초과했을 경우, 광원의 발광을 억제해서 프로브(180) 내부의 전자소자의 온도상승을 방지하고, 전자소자의 열과피를 방지한다. 또한, 하우징(181)의 온도상승을 억제하여, 환자나 유저에게 불쾌감을 겪는 것을 방지한다.

- [0104] 본 발명의 제1의 실시예에서는, 우선, 유저는 입력부(170)를 사용하여, 프로브(180)의 온도상승을 방지하기 위한 보호 모드를, 복수의 모드로부터 지정한다. 예를 들면, "노멀 보호 모드", "추종 우선 보호 모드", 및 "화질 우선 보호 모드"를 선택할 수 있게, 표시부(160)에 아이콘 등을 표시하고, 마우스(171)나 키보드(172)로 선택하여도 좋다. 또한, 측정을 행할 때마다 선택하는 수고를 줄이기 위해서, 피검체나 촬상 모드 등에 따라 디폴트의 보호 모드를 결정해두어도 좋다. 이 경우, 유저는, 입력부(170)를 사용한 디폴트의 보호 모드로부터 변경 가능한 것이 바람직하다. 제1의 실시예에서는 보호 모드를 3개로 했지만, 보호 모드의 수는 이것에 한정되지 않고, 1개 또는 2개이여도 좋거나, 4개이상이여도 좋다.
- [0105] "추종 우선 보호 모드"는, 화상표시의 리프레쉬 주파수(즉, 광조사의 반복 주파수)를 하강시키지 않는 보호 모드다. "화질우선 보호 모드"는, 재구성 화상 각각의 S/N을 열화하지 않도록 유지하는 보호 모드다. "노멀 보호 모드"는, 추종성과 화질(S/N)간의 밸런스를 제공하는 보호 모드다. 이하, 각 보호 모드의 동작을 설명한다.
- [0106] "추종 우선 보호 모드"에서는, 프로브(180)의 온도가 상승했을 때, 광조사의 반복 주파수를 하강시키기 전에, 조사 광량을 감소시키는 제어를 행하여, 광원(111)의 단위시간당의 발열량을 감소시킨다. 혹은, 프로브(180)의 온도가 상승했을 때, 광조사의 반복 주파수를 하강시키는 양보다 크게 조사 광량을 감소시키는 제어를 행하여, 광원(111)의 단위시간당의 발열량을 감소시킨다. 이렇게 제어함으로써, 온도상승이 작을 경우, 화상표시의 리프레쉬 주파수(즉, 광조사의 반복 주파수)가 저하하지 않으므로, 추종성이 좋은 재구성 화상을 얻을 수 있다.
- [0107] "화질우선 보호 모드"에서는, 프로브(180)의 온도가 상승했을 때, 조사 광량을 감소시키기 전에, 광조사의 반복 주파수를 하강시키는 제어를 행하여, 광원(111)의 단위시간당의 발열량을 감소시킨다. 혹은, 프로브(180)의 온도가 상승했을 때, 조사 광량을 감소시키는 양보다 크게 광조사의 반복 주파수를 하강시키는 제어를 행하여, 광원(111)의 단위시간당의 발열량을 감소시킨다. 이렇게 제어함으로써, 온도상승이 작을 경우, 조사 광량을 감소시키지 않으므로, S/N이 좋은 재구성 화상을 얻을 수 있다.
- [0108] "노멀 보호 모드"에서는, 화질과 추종성간의 밸런스를 제공하는 제어가 행해진다. 다시 말해, 프로브(180)의 온도가 상승했을 때, 조사 광량과 광조사의 반복 주파수의 양쪽을 밸런스를 제공하면서 하강시키는 제어를 행하여, 광원(111)의 단위시간당의 발열량을 감소시킨다. 예를 들면, 디폴트의 광조사의 반복 주파수가 충분히 높으면, 광조사의 반복 주파수를 선행해서 하강시켜도 좋고, 디폴트의 조사 광량이 크면, 조사 광량을 선행해서 감소시켜도 좋다. "노멀 보호 모드"에서는, 재구성 화상을 관찰하는 유저가, 화질(S/N)과 추종성의 열화를 감지하지 않도록 제어한다. 이렇게 제어함으로써, 화질과 추종성의 양쪽을 밸런스를 제공하도록 저하시키면서, 광원(111)의 단위시간당의 발열량을 억제할 수 있다.
- [0109] 또한, 노멀 보호 모드에 있어서의 제어는 1종류의 제어에 한정되지 않는다. 예를 들면, 광량제어와 반복 주파수 제어의 각각이 발열의 억제에 기여하는 비율을, 유저가 지정하는 것이 가능하게 되어도 좋다. 그 비율을 지정하면, 유저는, 표시부에 표시되는 할주 바 등의 UI나, 가변저항등을 사용한 물리적인 손잡이를 사용할 수 있다.
- [0110] 제어 플로우
- [0111] 다음에, 도 5에 나타난 흐름도를 사용하여, 각 보호 모드의 제어의 내용을 구체적으로 설명한다.
- [0112] 단계 S100. 먼저, 유저가 보호 모드를 지정하고, 촬상을 시작한다. 이때, 디폴트의 광조사의 반복 주파수 및 디폴트의 광량을 사용할 수 있다. 또한, 디폴트의 보호 모드가 제공될 경우, 유저는 보호 모드를 반드시 지정할 필요는 없다.
- [0113] 단계 S101. 다음에, 컴퓨터는, 온도 센서(200)가 검출한 온도(이후, 간단히 온도 센서(200)의 온도라고도 함)가, 역치T3보다 큰 값(제3의 역치보다 큰 값)인지, 아니면 역치T3이하인지를 판단한다. 역치T3은, 이 역치를 초과하였을 경우는 즉시 광원(111)의 발광을 정지해야 하는 상한의 역치다. 이 경우에는, 역치T3을 60℃로 설정한다. 단계 S101에 있어서, 온도 센서(200)의 온도가 역치T3보다 크다고 판단되었을 경우, 단계 S140으로 동작이 천이하여, 광원(111)의 발광을 정지하고, 또 재구성 화상의 취득(촬상)도 중지한다. 추가로, 표시부(160)에 "프로브 온도상승으로 인해 촬상을 중지했습니다"등의 메시지를 표시한다. 또는, 비프음과 조합한 통지를 행해도 좋다(단계 S141). 이어서, 촬상을 중단한다.
- [0114] 단계 S102. 한편, 단계101에서 온도 센서(200)의 온도가 역치T3이하라고 판단되면, 단계 S102의 동작으로 진행

된다. 단계 S102에서는, 컴퓨터는, 온도 센서(200)의 온도가 역치T1이하의 값(제1의 역치이하의 값)인지, 아니면 역치T1보다 큰지를 판단한다. 역치T1은, 프로브(180)의 온도가 어느 정도 높으므로, 광원(111)의 발열을 억제할 필요가 있는 온도로 설정된다. 이 경우는, 역치T1을 40℃로 설정한다. 단계 S102에서 온도 센서(200)의 온도가 역치T1이하라고 판단되면, 프로브(180)의 온도는 충분히 낮고, 디폴트의 광조사의 반복 주파수 및 디폴트의 광량이 입사없이 유지될 수 있으므로, 광조사의 반복 주파수 및 광량을 변경하지 않고 단계 S104의 동작으로 진행된다.

[0115] 이어서, 단계 S104에 있어서, 광펄스를 조사하고, 대응하는 광음향파를 수신해 재구성 화상을 생성하고, 표시부(160)에 표시한다. 또한, S104에 있어서, 통지부를 사용하여, 동작중의 보호 모드가 무엇인지를 나타내는 정보나, 현재의 광량과 반복 주파수를 나타내는 정보를 유저에게 통지해도 좋다. 통지부로서는, 표시부(160)를 사용해도 좋거나, 음성출력장치(도시되지 않음)를 사용해도 좋다.

[0116] 단계 S103. 한편, 단계 S102에서 온도 센서(200)의 온도가 역치T1보다 높다고 이루어진 판단은, 프로브(180)의 온도가 어느 정도 높은 것을 의미한다. 그 때문에, 다음 단계 S103의 동작으로 천이하여, 현재의 보호 모드가 어느 보호 모드인가를 판단한다.

[0117] 단계 S110~S112. 단계 S103에 있어서, "추종 우선 보호 모드"가 선택중이라고 판단되었을 경우, 단계 S110으로 동작이 천이한다. 단계 S110에서는, 상기 제어부는, 광원(111)으로부터 방출된 단위시간당의 발열량을 억제하기 위해서, 광원(111)의 광량을 감소시킨다.

[0118] 다음 단계 S111에서는, 컴퓨터는, 온도 센서(200)의 온도가, 역치T2이상의 값(제2의 역치이상의 값)인지, 아니면 역치T2보다 작은지를 판단한다. 역치T2는, 역치T3과 T1의 사이의 온도로부터 선택된다. 이 경우에, 역치T2를 50℃로 설정한다. 온도 센서(200)의 온도가 역치T2보다 낮을 경우, 이것이, 광량을 감소시키는 것으로 인한 온도감소 효과를 충분히 얻었다는 것을 의미하므로, 단계 S104의 동작으로 진행된다.

[0119] 한편, 단계 S111에서 온도 센서(200)의 온도가 역치T2이상이라고 판단되면, 이것은, 광량을 감소시키는 것만이 충분한 온도감소 효과를 얻을 수 없었다는 것을 의미한다. 이 때문에, 단계 S112의 동작으로 진행되어, 광원(111)으로부터 방출된 단위시간당의 발열량을 제한하기 위해서, 광조사의 반복 주파수를 하강시킨다(발광 주기를 길게 한다). 이렇게 광조사의 반복 주파수와 조사 광량을 결정하고, 다음 단계 S104의 동작으로 진행된다. 단계 S104에서는, 결정된 반복 주파수와 광량에서 광펄스를 조사하고, 광음향신호를 수신해 재구성 화상을 생성해 표시한다.

[0120] 또한, 단계 S112에서의 처리는, 반복 주파수의 하강에는 한정되지 않는다. 예를 들면, 추종 우선 보호 모드에 있어서는, 어디까지나 조사 광량저하 처리만에 의해 발열량을 감소시키는 제어를 행해도 좋다. 후술하는 화질우선 보호 모드에 관련된 단계 S132에 있어서도 마찬가지로, 어디까지나 반복 주파수 하강만에 의해 발열량을 감소시켜도 좋다.

[0121] 역치T2와 역치T3을 사용한 판단은 반드시 필수적이지 않고, 도 5에 도시된 플로우보다도 단순한 처리 플로우를 채용해도 좋다는 것이 추가되어야 한다. 예를 들면, 컴퓨터가, 온도 센서(200)의 온도가 역치T1보다 크지, 아니면 역치T1이하일지를 판단하고, 역치T1보다 클 경우에는, 역치T1이하가 될 때까지 광량 또는 반복 주파수를 하강시키는, 처리 플로우를 채용하여도 된다.

[0122] 단계 S110 내지 단계 S112에 있어서의 광조사의 반복 주파수와 조사 광량의 결정 방법을, 도 6a 및 6b에 도시된 그래프를 기초로 더욱 구체적으로 설명한다. 도 6a는, 온도 센서의 온도에 따른 조사 광량의 제어를 나타낸 그래프다. 횡축은 온도 센서의 온도를, 종축은 디폴트의 광량(100%)에 대한 단계 S104에서 조사되는 광량의 강도비를 나타낸다. 예를 들면, 디폴트의 광량이 0.01[J]이며, 온도 센서의 온도가 50℃일 경우, 광량 50[%], 즉, 0.005[J]로 설정된다. 또한, 50℃를 초과하는 온도에서는, 실선으로 나타낸 바와 같이 광량을 유지해도 좋거나, 점선(참조문자 a)으로 나타낸 바와 같이 광량을 감소시켜도 좋다.

[0123] 도 6b는, 온도 센서의 온도에 따른 광조사의 반복 주파수의 제어를 나타내는 그래프다. 횡축은 온도 센서의 온도를, 종축은 디폴트의 광조사의 반복 주파수(100%)에 대한, 단계 S104에서 광이 조사될 때의 반복 주파수의 비율을 나타낸다. 예를 들면, 디폴트의 반복 주파수가 20[Hz]일 경우, 온도 센서의 온도가 60℃이면, 실제의 반복 주파수는 50%, 즉, 10[Hz]로 감소한다.

[0124] 도 6a 및 6b에 나타낸 것등의 제어에 의해, 온도 센서의 온도가 높을 경우라도, 광원(111)의 단위시간당의 발열량을 감소시킬 수 있고, 프로브(180)의 온도를 하강시킬 수 있다. 도 6a 및 6b에 나타낸 예에서는, 발열량저하에 관해서, 광량억제의 기여도가, 반복 주파수 하강의 기여도보다도 크다. 또한, 도 6a 및 6b에 있어서의 디폴

트 광량과 실제의 조사 광량의 비율과, 디폴트의 반복 주파수와 실제의 반복 주파수의 비율은 일례에 지나지 않고, 대신에 다른 값을 사용해도 된다.

- [0125] 이상에서는 역치T1, T2, T3에 근거해서 판단해 제어하는 플로우를 설명했다. 이러한 플로우에서는, 광량과 광조사의 반복 주파수를 수식으로 용이하게 정의할 수 있으므로, 제어 프로그램의 용량을 감소시킬 수 있다. 단, 도 6a 및 6b에 나타난 특성을 변환 테이블로서 기억부에 유지해 두고, 온도에 근거해서 변환 테이블을 참조해서 광량과 광조사의 반복 주파수를 결정해도 좋다.
- [0126] 또한, 변환 테이블을 사용할 경우는, 도 7a 및 7b에 나타난 것처럼, 광량과 반복 주파수가 서서히 변화되는 변환 테이블을 사용해도 좋다. 도 7a 및 7b에 나타난 변환 테이블을 사용하면, 프로브(180)의 온도가 상승할 때, 광조사의 반복 주파수를 하강시키는 양보다 크게 조사 광량을 감소시키도록 제어를 행한다. 다시 말해, 온도억제에 관해서, 반복 주파수 하강의 기여도보다도, 광량 감소의 기여도가 커지도록 제어가 행해진다. 그 결과, 프로브(180)의 온도가 높을 경우에, 추종성을 유지하면서 광원(111)의 단위시간당의 발열량을 저하시킬 수 있다.
- [0127] 단계 S130~S132. 단계 S103에 있어서, "화질우선 보호 모드"가 선택되어 있다고 판단되었을 경우, 단계 S130으로 동작이 천이한다. 단계 S130에서는, 광원(111)으로부터 방출되는 단위시간당의 발열량을 제한하기 위해서, 광원(111)의 광조사의 반복 주파수를 하강시킨다(발광 주기를 길게 한다). 다음 단계 S131에서는, 온도 센서(200)의 온도가 역치T2이상인지를 판단한다. 역치T2는, 역치T3과 T1의 사이의 온도로부터 선택된다. 이 경우에는, 역치T2를 50℃로 설정한다. 온도 센서(200)의 온도가 역치T2보다 낮을 경우, 이것이 반복 주파수를 저하시키는 것에 의해 온도감소 효과가 충분히 얻어졌다는 것을 의미하므로, 단계 S104의 동작으로 진행된다.
- [0128] 단계 S131에서 온도 센서(200)의 온도가 역치T2이상이라고 판단되면, 이것은, 반복 주파수의 저하만으로는 충분한 온도감소 효과가 얻어질 수 없다는 것을 의미한다. 그러므로, 단계 S132의 동작으로 진행되어, 광원(111)으로부터 방출되는 단위시간당의 발열량을 제한하기 위해서, 조사 광량을 감소시킨다. 이렇게 광조사의 반복 주파수와 조사 광량을 결정하고, 다음 단계 S104의 동작으로 진행된다. 단계 S104에서는, 결정된 반복 주파수와 광량에서 광펄스를 조사하고, 광음향신호를 수신해 재구성 화상을 생성해 표시한다.
- [0129] 단계 S130 내지 단계 S132에 있어서의 광조사의 반복 주파수와 조사 광량의 결정 방법을, 도 8a 및 8b에 나타난 그래프를 기초로 더욱 구체적으로 설명한다. 도 8a는, 온도 센서의 온도에 따른 조사 광량의 제어를 나타낸 그래프다. 횡축은 온도 센서의 온도를, 종축은 디폴트의 광량(100%)에 대한, 단계 S104에서 조사된 광량의 강도비를 나타낸다. 예를 들면, 디폴트의 광량이 0.01[J]이며 온도 센서의 온도가 50℃일 경우, 광량 100[%], 즉 0.01[J]로 설정되고, 온도 센서의 온도가 60℃일 경우, 광량 50[%], 즉 0.005[J]로 설정된다.
- [0130] 도 8b는, 온도 센서의 온도에 따른 광조사의 반복 주파수의 제어를 나타낸 그래프다. 횡축은 온도 센서의 온도를, 종축은 디폴트의 광조사의 반복 주파수(100%)에 대한, 단계 S104에서 광이 조사될 때의 반복 주파수의 비율을 나타낸다. 예를 들면, 디폴트의 반복 주파수가 20[Hz]일 경우, 온도 센서의 온도가 50℃이면, 실제의 반복 주파수는 50%, 즉 10[Hz]로 감소한다. 또한, 50℃를 초과하는 온도에서는, 실선으로 나타난 바와 같이 반복 주파수를 유지해도 좋거나, 점선(참조문자 b)으로 나타난 바와 같이 반복 주파수를 저하시켜도 좋다.
- [0131] 도 8a 및 8b에 나타난 것등의 제어에 의해, 온도 센서의 온도가 높을 경우라도, 광원(111)의 단위시간당의 발열량을 감소시킬 수 있고, 프로브(180)의 온도를 하강시킬 수 있다. 도 8a 및 8b에 나타난 예에서는, 발열량감소에 관해서, 반복 주파수 하강의 기여도가, 광량억제의 기여도보다도 크다. 또한, 도 8a 및 8b에 있어서의 디폴트 광량과 실제의 조사 광량의 비율과, 디폴트의 반복 주파수와 실제의 반복 주파수의 비율은 일례에 지나지 않고, 대신에 다른 값을 사용해도 된다.
- [0132] 이상에서는 역치T1, T2, T3에 근거해서 판단해 제어하는 플로우를 설명했다. 이러한 플로우에서는, 광량과 광조사의 반복 주파수를 수식으로 용이하게 정의할 수 있으므로, 제어 프로그램의 용량을 감소시킬 수 있다. 단, 도 8a 및 8b에 나타난 특성을 변환 테이블로서 기억부에 유지해 두고, 온도에 근거해서 변환 테이블을 참조해서 광량과 광조사의 반복 주파수를 결정해도 좋다.
- [0133] 또한, 변환 테이블을 사용할 경우는, 도 9a 및 9b에 나타난 것처럼 광량과 반복 주파수가 서서히 변화되는 변환 테이블을 사용해도 좋다. 도 9a 및 9b에 나타난 변환 테이블을 사용하면, 프로브(180)의 온도가 상승할 때, 조사 광량을 감소시키는 양보다 크게 광조사의 반복 주파수를 하강시키도록 제어가 행해진다. 다시 말해, 온도억제에 관해서, 광량 감소의 기여도보다도, 반복 주파수 하강의 기여도가 커지도록 제어가 행해진다. 그 결과, 프로브(180)의 온도가 높을 경우에, 화질(S/N)을 유지하면서 광원(111)의 단위시간당의 발열량을 저하시킬 수 있다.

- [0134] 단계 S120. 단계 S103에 있어서, "노멀 보호 모드"가 선택되어 있다고 판단되었을 경우, 단계 S120으로 동작이 천이한다. 단계 S120에서는, 광원(111)으로부터 방출되는 단위시간당의 발열량을 제한하기 위해서, 광원(111)의 광조사의 반복 주파수와 조사 광량의 양쪽을 감소시킨다. 다음 단계 S104에서는, 결정된 반복 주파수와 조사 광량에서 광펄스를 조사하고, 광음향신호를 수신해 재구성 화상을 생성해 표시한다.
- [0135] 단계 S120에 있어서의 광조사의 반복 주파수와 조사 광량의 결정 방법을, 도 10a 및 10b에 나타난 그래프를 기초로 더욱 구체적으로 설명한다. 도 10a는, 온도 센서의 온도에 따른 조사 광량의 제어를 나타내는 그래프다. 횡축은 온도 센서의 온도를, 종축은 디폴트의 광량(100%)에 대한, 단계 S104에서 조사된 광량의 강도비를 나타낸다. 예를 들면, 디폴트의 광량이 0.01[J]이며 온도 센서의 온도가 40℃일 경우, 광량 100[%], 즉, 0.01[J] 로 설정되고, 온도 센서의 온도가 60℃일 경우, 광량 50[%], 즉 0.005[J] 로 설정된다.
- [0136] 도 10b는, 온도 센서의 온도에 따른 광조사의 반복 주파수의 제어를 나타내는 그래프다. 횡축은 온도 센서의 온도를, 종축은 디폴트의 광조사의 반복 주파수(100%)에 대한, 단계 S104에서 광이 조사될 때의 반복 주파수의 비율을 나타낸다. 예를 들면, 디폴트의 주파수가 20[Hz]이며 온도 센서의 온도가 40℃일 경우, 실제의 반복 주파수는 100%, 다시 말해, 20[Hz]로 설정되고, 온도 센서의 온도가 60℃일 경우, 실제의 반복 주파수는 50[%], 다시 말해, 10[Hz]로 설정된다.
- [0137] 도 10a 및 10b에 나타난 것등의 제어에 의해, 온도 센서의 온도가 높을 경우라도, 광원(111)의 단위시간당의 발열량을 감소시킬 수 있고, 온도를 하강시킬 수 있다. 도 10a 및 10b에 나타난 예에서는, 발열량 감소에 관해서, 광량억제의 기여도와, 반복 주파수 하강의 기여도가 서로에 필적할만 하다. 또한, 도 10a 및 10b에 있어서의 디폴트 조사 광량과 실제의 조사 광량의 비율과, 디폴트의 반복 주파수와 실제의 반복 주파수의 비율은 일례에 지나지 않고, 대신에 다른 값을 사용해도 된다. 다시 말해, 사용자가 화질(S/N)과 추종성 중 어느 하나의 상당한 열화를 감지하지 않도록 제어를 행할 수 있는 것이라면, 화질(S/N)과 추종성을 같은 비율로 감소시킬 필요는 없다.
- [0138] 이상에서는 역치T1 및 T3에 근거해서 판단해 제어하는 플로우를 설명했다. 이러한 플로우에서는, 조사 광량과 광조사의 반복 주파수를 수식으로 용이하게 정의할 수 있으므로, 제어 프로그램의 용량을 감소시킬 수 있다. 한편, 도 10a 및 10b에 나타난 특성을 변환 테이블로서 기억부에 유지해 두고, 온도에 근거하여 변환 테이블을 참조해서, 조사 광량과 광조사의 반복 주파수를 결정해도 좋다.
- [0139] "노멀 보호 모드"에서는, 프로브(180)의 온도가 높을 때, 각 재구성 화상의 화질(S/N)과 추종성간의 밸런스를 제공하면서 광원(111)의 단위시간당의 발열량을 저하시킬 수 있다.
- [0140] 이상 서술한 것 같이, 본 실시예와 같은 광원제어 방법을 사용하는 것에 의해, 광원을 구비하는 광음향 프로브의 온도상승을 적절하게 억제할 수 있다. 또한, 사용자가 원하는 보호 모드를 선택할 수 있으므로, 예를 들면 실시간 표시 동안에도, 필요에 따라 적합한 화상표시가 행해질 수 있다.
- [0141] 제2의 실시예
- [0142] 제1의 실시예에서는, 지정된 보호 모드마다, 프로브(180)의 온도에 따라 반복 주파수와 조사 광량의 제어 방법을 변화시켰다. 한편, 제2의 실시예는 보호 모드를 갖지 않는다. 대신에, 제2의 실시예에서는, 프로브(180)의 움직임(속도)을 참조하면서, 프로브(180)의 온도에 따라 반복 주파수와 조사 광량을 제어한다.
- [0143] 제2의 실시예에 따른 장치구성은, 도 1, 도 2 및 도 3에 나타난 것과 거의 같으므로, 다른 점만 설명한다. 제2의 실시예에 따른 프로브(180)는, 내부에, 프로브(180)가 이동할 때의 속도를 취득하는 속도정보 취득부로서의 속도 센서를 더 구비하고 있다. 속도 센서는, 예를 들면 가속도 센서의 신호를 적분해 속도를 산출하는 것으로 실현될 수 있다. 단, 속도정보 취득부는 속도를 취득할 수 있으면 어떠한 방식도 채용하여도 되고, 가속도 센서를 사용한 것에 한정되지 않는다.
- [0144] 제2의 실시예에서도, 광조사의 반복 주파수와 조사 광량을 온도 센서(200)가 검출한 온도에 따라서 최적으로 제어하는 것은, 제1의 실시예와 같다. 단, 제2의 실시예에서는, 고정적인 보호 모드 대신에, 프로브(180)의 속도의 크기(속도)를 참조하면서, 동적으로, 온도 센서(200)가 검출한 온도에 따라 반복 주파수와 조사 광량을 제어한다.
- [0145] 일반적으로, 움직이고 있는 피사체에 대하여 인간의 눈의 분해능은 하락한다. 한편, 움직이고 있는 피사체를 인간이 볼 경우, 표시장치의 화면의 갱신 주파수(리프레쉬 주파수)가 낮고 그 움직임의 연속성이 저하하고, 그 움직임이 흔들림이 보인다. 다시 말해, 움직이고 있는 피사체에 관해서는, 화상의 분해능보다도 화상의 갱신 빈도

를 중시하는 동화상 표시가 적합하다. 제2의 실시예에서는, 이러한 특성을 이용하여, 프로브(180)의 온도가 상승할 때에, 프로브(180)의 속도에 따라, 광조사의 반복 주파수와 조사 광량을 동적으로 제어한다.

- [0146] 도 11에 나타난 흐름도를 참조하여, 제2의 실시예에 따른 제어 방법을 설명한다.
- [0147] 단계 S200. 우선, 유저로부터의 지시하에 촬상이 시작된다.
- [0148] 단계 S201. 다음에, 컴퓨터는, 온도 센서(200)의 온도가 역치T3보다 큰지, 아니면 역치T3이하인지를 판단한다. 이 경우에는, 역치T3을 60℃로 설정한다. 단계 S201에 있어서, 온도 센서(200)의 온도가 역치T3보다 컸을 경우, 단계 S210으로 동작이 천이하고, 광원(111)의 발광을 정지하고, 재구성 화상의 취득(촬상)도 중지한다. 추가로, 표시부(160)에 "프로브 온도상승으로 인해 촬상을 중지했습니다"등의 메시지를 표시한다(단계 S211). 이어서, 촬상을 중단한다.
- [0149] 단계 S202. 한편, 단계 S201에서 온도 센서(200)의 온도가 역치T3이하라고 판단되면, 단계 S202의 동작으로 진행된다. 단계 S202에서는, 컴퓨터는, 프로브의 속도를 참조하면서, 온도 센서(200)의 온도에 따라, 디폴트의 반복 주파수나 디폴트의 광량을 변경할지 변경하지 않을지를 판단하고, 변경할 경우, 새로운 값을 결정한다.
- [0150] 구체적으로는, 프로브의 속도가 비교적 느릴 경우나 프로브가 정지하고 있을 경우는, 얻어진 재구성 화상의 움직임도 느리므로, 리프레쉬 주파수가 낮은 경우라도 추종성의 방해감은 적다. 또한, 프로브의 속도가 비교적 느릴 경우나 프로브가 정지하고 있을 경우는, 유저는 피검체의 특정한 부위에 주목하고 있고, 그 특정한 부위를 자세히 보고 싶은 상태에 있다고 생각된다. 이를 고려하여, 광원(111)의 단위시간당의 발열량을 감소시킬 때에, 조사 광량의 감소를 최소화하면서 리프레쉬 주파수를 낮게(광조사의 반복 주파수를 낮게) 하면 좋다. 이에 따라, 리프레쉬 주파수는 낮지만 화질이 좋은(S/N이 양호한) 화상을 생성할 수 있다.
- [0151] 한편, 프로브의 속도가 비교적 빠를 때는, 얻어진 재구성 화상의 움직임은 빨라지므로, 리프레쉬 주파수를 높게 유지하지 않으면 추종성의 방해감이 커진다. 또한, 얻어진 재구성 화상의 움직임이 빠를 경우, 화상의 세부를 보는 것은 어려우므로, 각 재구성 화상의 S/N이 나쁠 때에도 문제는 없다. 이를 고려하여, 광원(111)의 단위시간당의 발열량을 감소시킬 때에, 리프레쉬 주파수의 감소를 최소화하면서 조사 광량을 저하시켜도 좋다.
- [0152] 단계 S203 및 S204. S202에서 결정된 광조사의 반복 주파수와 조사 광량으로 광필스를 조사하고, 광음향신호를 수신해 재구성 화상을 생성해 표시한다. 이어서, 단계 S204에서, 촬상이 종료했는지를 판단하고, 종료하지 않았을 경우, 단계 S201의 동작으로 되돌아가 촬상을 반복한다.
- [0153] 다음에, 단계 S202에 있어서의 광조사의 반복 주파수와 조사 광량의 결정 방법을, 도 12a 및 12b에 나타난 그래프를 기초로 더욱 구체적으로 설명한다. 도 12a는, 프로브의 속도를 참조하면서, 온도 센서의 온도에 따라 조사 광량을 결정하는 방법을 설명하는 그래프다. 횡축은 온도 센서의 온도이며, 종축은, 디폴트의 광량(100%)에 대한, 단계 S203에서 조사된 광량의 비율을 나타낸다.
- [0154] 도 12b는, 프로브의 속도를 참조하면서, 온도 센서의 온도에 따라 광조사의 반복 주파수를 결정하는 방법을 설명하는 그래프다. 횡축은 온도 센서의 온도이며, 종축은, 디폴트의 광조사의 반복 주파수(100%)에 대한, 단계 S203에서 광이 조사될 때의 광조사의 반복 주파수의 비율을 나타낸다.
- [0155] 도 12a 및 12b에 있어서의 특성 커브C0~C4는, 프로브(180)의 속도에 따라 선택된다. 예를 들면, 프로브(180)의 속도가 대단히 느릴 경우나 프로브(180)가 정지하고 있을 경우는, 광량을 유지하면서 광원(111)의 단위시간당의 발열량을 감소시키도록, 특성 커브C0을 선택한다. 한편, 프로브(180)의 속도가 빠를 경우는, 리프레쉬 주파수를 유지하면서 광원(111)의 단위시간당의 발열량을 감소시키도록, 특성 커브C4를 선택한다. 프로브가 중간 속도일 경우는, 그 속도에 따라 특성 커브C1~C3을 선택한다.
- [0156] 또한, 특성 커브의 수는 5개에 한정되지 않는다. 보다 많은 특성을 사용하는 것에 의해, 특성을 바꾸었을 때의 위화감이 감소된다. 또한, 도 12a 및 12b에 나타난 특성 커브의 형상은 일레이며, 대신에 다른 특성 커브가 사용되어도 된다. 또한, 이 설명에서는 "커브"의 용어를 사용하고 있지만, 특성을 나타내는 그래프의 만곡형상은 필수적 요구사항이 아니다. 또한, 도 12a 및 12b에 나타난 것 같은 그래프를 사용하는 대신에, 센서의 온도와 프로브의 속도를 변수로서 하는 함수를 사용해도, 본 실시예에 따른 제어는 실현될 수 있다.
- [0157] 도 12a 및 12b에 나타난 특성의 특징은, 이하와 같다. 임의의 속도V1과 V2가 $V1 < V2$ 로서 표현된 관계를 갖는 경우, 온도 센서의 온도에 의거해 결정하는 속도V2에 있어서의 광조사의 반복 주파수보다, 속도V1에 있어서의 광조사의 반복 주파수를 낮게 제어함에 의해, 보다 적합하게 프로브(180)의 승온을 억제한다. 도 12a 및 12b는, 광원의 발열을 저하시킬 때에, 프로브 속도가 빠를수록, 광량 감소의 기여도가, 반복 주파수 하강의 기여도보다

도 커지도록 제어가 행해지고, 프로브 속도가 느릴수록, 반복 주파수 하강의 기여도가, 광량 감소의 기여도보다도 커지도록 제어가 행해지는 것을 나타낸다.

- [0158] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 제2의 실시예에 의하면, 보호 모드의 지정 등의 유저의 수고를 감소할 수 있고, 추가로, 프로브의 속도에 따라서 최적으로 광량과 광조사의 반복 주파수를 결정할 수 있다. 그 결과, 재구성된 화상을 유저가 보았을 때, 열화감을 경험하지 않고, 프로브(180)의 승온을 방지할 수 있다.
- [0159] 제3의 실시예
- [0160] 제3의 실시예에서는, 프로브(180)의 가압력을 참조하면서, 프로브(180)의 온도에 따라 반복 주파수와 조사 광량의 제어를 행하는 것으로, 광원(111)의 단위시간당의 발열량을 억제한다. 제3의 실시예에 따른 장치구성은, 도 1, 도 2 및 도 3에 나타난 것과 거의 같으므로, 다른 점만 설명한다. 제3의 실시예에 따른 프로브(180)는, 내부에, 압력정보 취득부로서의 압력 센서를 더 구비하고 있다. 압력 센서는, 프로브(180)의 수신부(120)의 접촉면이 피검체를 누르는 힘(가압력)을 검출하는 센서다. 제3의 실시예의 제2의 실시예와의 차이는, 프로브(180)의 속도가 아니고, 프로브(180)의 가압력을 참조하면서, 동적으로, 온도 센서(200)가 검출한 온도에 따라 광조사의 반복 주파수와 조사 광량을 제어하는 점에 있다.
- [0161] 일반적으로, 유저가 프로브(180)를 사용해서 피검체를 관찰할 경우, 주시하는 영역이 깊어질수록, 유저는 무의식적으로 프로브(180)를 강하게 피검체에 누르는 경향이 커진다. 제3의 실시예에서는, 이러한 특성을 이용하여, 프로브(180)의 가압력을 참조하면서 반복 주파수와 광량을 동적으로 제어한다.
- [0162] 도 13에 나타난 흐름도를 참조하여 제3의 실시예에 따른 제어 방법을 설명한다. 도 11과 도 13간의 차이는, 도 11의 단계 S202가, 도 13에서는 단계 S220을 대신한 점만이므로, 단계 S220이외의 단계들의 설명은 생략한다. 단계 S220에서, 컴퓨터는, 프로브의 가압력을 참조하면서, 온도 센서(200)의 온도에 따라, 디폴트의 반복 주파수나 디폴트의 조사 광량을 변경하거나 하지 않을지를 판단하여, 변경할 경우, 새로운 값을 결정한다.
- [0163] 구체적으로는, 가압력이 비교적 클 경우는, 유저가 심층부를 관찰하는 경우가 많다. 이를 고려하여, 광원(111)의 단위시간당의 발열량을 감소시킬 때에, 조사 광량의 감소를 최소화하면서, 리프레쉬 주파수를 낮게(광조사의 반복 주파수를 낮게) 하여도 좋다. 이에 따라, 리프레쉬 주파수는 낮지만, 화질이 좋은(S/N이 양호한) 화상을 생성할 수 있다. 광은 피검체 내부에 있어서의 흡수와 산란으로 인해 감쇠하기 쉽고, 심부에 거의 이르지 않는다. 이를 고려하여, 심부를 관찰할 때는 조사 광량을 유지하는 것이 바람직하다.
- [0164] 한편, 가압력이 비교적 작을 경우는, 유저가 얇은 부분을 관찰할 경우가 많다. 이를 고려하여, 광원(111)의 단위시간당의 발열량을 감소시킬 때에, 리프레쉬 주파수의 감소를 최소화하면서, 조사 광량을 감소시켜도 좋다.
- [0165] 다음에, 단계 S220에 있어서의 광조사의 반복 주파수와 조사 광량의 결정 방법을, 제2의 실시예에서도 사용한다. 도 12a 및 12b에 나타난 그래프를 참조하여 설명한다. 제3의 실시예에 있어서는, 도 12a 및 12b에 있어서의 특성 커브C0~C4는, 프로브(180)의 가압력에 따라 선택된다. 예를 들면, 프로브(180)의 가압력이 클 경우는, 광량을 유지하면서 광원(111)의 단위시간당의 발열량을 감소시키도록, 특성 커브C0를 선택한다. 한편, 프로브(180)의 가압력이 작을 경우는, 리프레쉬 주파수를 유지하면서 광원(111)의 단위시간당의 발열량을 감소시키도록, 특성 커브C4를 선택한다. 상기 프로브의 가압력이 중간 값을 갖는 경우는, 그 값에 따라서 특성 커브C1~C3을 선택한다.
- [0166] 또한, 특성 커브의 수는 5개에 한정되지 않는다. 보다 많은 특성을 사용하는 것에 의해, 특성을 바꾸었을 때의 위화감이 적어진다. 또한, 도 12a 및 12b에 나타난 특성 커브의 형상은 일레이며, 대신에 다른 특성 커브가 사용되어도 된다. 또한, 도 12a 및 12b에 나타난 것 같은 그래프를 사용하는 대신에, 센서의 온도와 프로브의 가압력을 변수로 한 함수를 사용해도, 본 실시예에 따른 제어는 실현될 수 있다.
- [0167] 도 12a 및 12b에 나타난 특성은, 제3의 실시예에 있어서는, 아래와 같이 해석될 수 있다. 임의의 가압력P1과 P2가 P1 < P2로서 표현된 관계를 갖는 경우, 온도 센서의 온도에 의거해 결정된 가압력P1에서의 조사 광량보다, 가압력P2에 있어서의 조사 광량을 크게 제어 함에 의해, 보다 적합하게 프로브(180)의 승온을 억제한다. 도 12a 및 12b는, 제3의 실시예에 있어서는, 광원의 발열을 저하시킬 때에, 가압력이 작을수록, 광량 감소의 기여도가, 반복 주파수 하강의 기여도보다도 커지도록 제어가 행해지고, 가압력이 클수록, 반복 주파수 하강의 기여도가, 광량 감소의 기여도보다도 커지도록 제어가 행해지는 것을 나타낸다.
- [0168] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 제3의 실시예에 의하면, 보호 모드의 지정 등의 유저의 수고를 감소할 수 있고, 추가로, 프로브의 가압력에 따라 최적으로 조사 광량과 광조사의 반복 주파수를 결정할 수 있다. 그 결과,

심층부를 유저가 볼 경우에도 광량부족으로 인한 S/N의 열화감을 경험하지 않고, 프로브(180)의 승온을 방지할 수 있다.

- [0169] 제4의 실시예
- [0170] 상술한 각 실시예에서는, 온도 센서의 온도에 따라서 조사 광량과 반복 주파수가 결정되어 있었다. 제4의 실시예에서는, 온도 센서의 온도에 더하여 온도의 변화를 고려하여, 조사 광량과 반복 주파수가 결정된다. 제4의 실시예에 따른 장치의 구성은, 제1 내지 제3의 실시예와 같다.
- [0171] 제4의 실시예에 따른 제어 방법은, 전술한 각 실시예에 조합해서 적용될 수 있다. 이제, 상술한 도 6a 및 6b를 사용하여 제4의 실시예의 내용을 설명한다. 도 6a 및 6b는, 프로브 온도에 따른 조사 광량과 반복 주파수의 제어에 관한 그래프이었다. 제1 내지 제3의 실시예에서는, 어떤 시각에서의 온도를 사용하였지만, 온도의 변화에 관한 정보(예를 들면, 온도가 상승중인지, 혹은, 하강중인지의 정보)는 사용하지 않았다. 한편, 제4의 실시예에 있어서는, 온도의 변화의 경향도 참조된다. 예를 들면 50℃일 경우, 온도가 상승중이면, 광원(111)의 단위시간당의 발열량을 보다 많은 양만큼 감소시키는 것이 바람직하다. 또한, 온도가 그 50℃로부터 하강중일 경우는, 광원(111)의 단위시간당의 발열량을 그다지 감소시킬 필요는 없다.
- [0172] 이제, 이러한 온도의 변화의 경향을 사용한 제어를 실현하는 방법에 대해서 설명한다. 컴퓨터는, 현재의 시각의 온도 센서의 온도와, 특정 시간량만큼 현재의 시각을 선행하는 시각에서 이전의 온도 센서의 온도와 차이를 계산한다. 온도가 상승중이면, 온도의 차이는 플러스 값이 되고, 온도가 하강중이면, 온도의 차이는 마이너스 값이 된다. 컴퓨터는, 이 차이에 계수를 곱하여, 온도 센서의 온도에 가산하고, 일정한 시간이 경과한 시점에서의 새로운 온도(예측 온도)를 구한다. 이어서, 도 6a 및 6b에 나타난 그래프의 횡축에 예측 온도를 적용하여, 광량과 광조사의 반복 주파수를 결정한다. 이러한 처리는, 제1의 실시예에 따른 도 6a, 6b 내지 도 10a, 10b의 각 그래프와, 제2 및 제3의 실시예에 따른 도 12a, 12b의 그래프에 적용할 수 있다. 또한, 그 처리는, 그래프 대신에 함수를 사용하여 상기 광량과 반복 주파수를 구할 경우에도 적용될 수 있다.
- [0173] 본 발명의 제4의 실시예에 의하면, 제1 내지 제3의 실시예의 효과에 더하여, 프로브(180)의 온도와 온도의 변화량에 의거해, 광조사의 반복 주파수, 조사 광량을 제어하고, 광원(111)의 단위시간당의 발열량을 억제할 수 있다. 특히, 온도가 상승 경향에 있을 경우, 우선적으로 발열량을 억제할 수 있다. 그 결과, 프로브(180)의 온도 제어를 보다 적합하게 행할 수 있다.
- [0174] 제5의 실시예
- [0175] 본 발명에 있어서, 제2의 실시예와 제3의 실시예를 병용할 수 있다. 제5의 실시예에 따른 컴퓨터는, 속도정보 취득부에 의해 취득된 프로브의 속도와, 압력정보 취득부에 의해 취득되는 프로브의 가압력의 양쪽을, 조사 광량 및 반복 주파수의 결정에 이용한다. 이 경우, 예를 들면, 도 14에 나타난 것 같은 그래프에 따라, 프로브의 속도와 프로브의 가압력에 따른 특성 커브를 선택하여도 좋다. 다시 말해, 속도가 크면, 광조사의 반복 주파수를 유지하는 특성 커브를 선택하고, 가압력이 크면, 조사 광량을 유지하는 특성 커브를 선택한다. 또한, 도 14는 일례에 지나지 않고, 상술한 요지를 충족시키면, 다른 방법으로 특성 커브를 선택해도 좋다.
- [0176] 제6의 실시예
- [0177] 프로브(180) 자체에 마이크로컴퓨터 등을 실장하고, 제어부(153)의 기능의 적어도 일부를 실행시키기 위해 그 마이크로컴퓨터에 위임하는 것으로, 광원의 발열로 인한 프로브의 온도상승을 온도 센서의 온도에 근거하여 억제해도 좋다. 이 경우, 광음향 프로브 자체가 피검체 정보 취득 장치로서 기능한다. 제6의 실시예는, 프로브의 종류마다 최적의 온도상승의 억제의 제어 플로우를 실행할 수 있으므로, 훨씬 더 바람직하다.
- [0178] 또한, 본 발명에서는 리프레쉬 주파수(광조사의 반복 주파수)와 조사 광량을 제어하여, 프로브(180)의 온도상승을 방지한다. 그 때문에, 현재의 보호 모드의 종류, 보호 모드가 동작중인가 아닌가를 나타내는 정보, 리프레쉬 주파수(광조사의 반복 주파수), 및 조사 광량을, 표시부(160)를 사용하여 유저에 대하여 제시하는 것이 바람직하다. 또한, 이것들의 정보를, 얻어진 재구성 화상과 함께 표시하는 것도 바람직하다. 그 정보를 재구성 화상과 함께 표시할 때, 재구성 화상에 중첩된 정보를 표시하는 방법이나, 재구성 화상의 주위의 영역에 그 정보를 표시하는 방법을 채용할 수 있다.
- [0179] 제7의 실시예
- [0180] 제7의 실시예에서는, 1펄스의 발광으로 발생된 광량이 부족할 경우, 복수회 펄스 발광하고, 얻어진 각각의 광음향신호를 가산 평균하여 S/N을 향상하고, 가산 평균한 광음향신호를 기초로 광음향 화상을 산출하는 구성에 대

해서 설명한다. 이 경우에, 가산 평균에는, 단순평균, 이동 평균, 가중 평균 등을 행하는 것이 바람직하다. 또한, 가산 평균이외에, 복수회의 펄스 발광에 근거해서 얻어진 복수의 신호로부터, 화상 재구성에 이용할 수 있는 신호를 얻기 위한 어떠한 통계 처리도 행하여도 좋다. 제7의 실시예는, 광원(111)으로서 LD나 LED등을 사용하고, 1펄스의 발광에 의한 광음향신호의 S/N이 충분하지 않을 경우에 적합하다.

- [0181] 제6의 실시예 이전의 설명에서는, 1개의 재구성 화상을 얻기 위해서 1펄스의 발광을 행하는 구성을 채용하므로, 1펄스의 광 에너지의 총량을 조사 광량이라고 기재하여 설명했다. 한편, 제7의 실시예에서는, 1개의 재구성 화상을 얻기 위해서 복수회 펄스 발광하고, 얻어진 광음향신호를 가산 평균하고 있다. 이 때문에, 제7의 실시예에서는, 1개의 재구성 화상을 얻기 위해서 복수회 펄스 발광한 총 광량을, 전술한 조사 광량과 동등한 것으로서 취급한다. 이러한 취급에 의해, 전술한 각 실시예의 조사 광량의 제어 방법을, 본 실시예에 적용할 수 있다.
- [0182] 또한, 상기 각 실시예에 있어서의 "광조사의 반복 주파수"는, 본 실시예에 있어서는, 가산 평균하기 위해서 다수회 펄스 발광하는 간격에 근거하여 정의된 주파수가 아니고, 재구성 화상을 취득하는 주기를 기초로 한 주파수(리프레쉬 주파수)에 대응한다.
- [0183] 도 15a 내지 15d는, 제7의 실시예에 따른 광원(111)의 제어 방법과 단위시간당의 발열량을 설명하기 위한 타이밍 차트다. 도 15a 내지 15d는 도 4a 내지 4c와 거의 동일하므로, 설명이 겹치는 부분에 대해서는 설명을 생략한다. 도 15a 내지 15d는, 조사 광의 발광, 광음향파의 수신 및 신호의 평균, 화상 데이터의 생성, 및 화상 데이터의 표시의 각 타이밍을 나타내고 있다. "발광"의 타이밍 차트에 있어서의 종축은 복수회의 펄스 발광에 있어서의 각각의 펄스 발광의 광량을 나타낸다. 또한, 복수회의 펄스 발광에 의한 총 광량(본 실시예에 따른 조사 광량)도 기재되어 있다.
- [0184] 또한, 도 4a 내지 4c와의 차이는, 펄스 발광을 복수회 행하고, 얻어진 광음향신호를 가산 평균하고, 가산 평균한 광음향신호를 기초로 화상재구성을 행하는 점이다. 이렇게 복수회, 펄스 발광할 경우, 복수회의 펄스 발광 중 각 펄스 발광의 광량자체를 제어하는 것은, 회로를 보다 복잡하게 한다. 그 때문에, 제7의 실시예에서는, 복수회의 펄스 발광 중 각 펄스 발광의 광량은 고정되고 복수회의 펄스 발광에 있어서의 발광 횟수를 제어해서 광량(조사 광량)을 제어하는 방식을 채용한다.
- [0185] 또한, 상기와 같은 광량(조사 광량)의 제어에 의하면, 복수회의 펄스 발광 중 각 펄스 발광의 광량이 고정되어 있으므로, 복수회의 펄스 발광 중 각 발광에 관련된 피검체 내부의 광량분포(광량의 강도)는 변화되지 않는다. 그 때문에, 펄스 발광마다 신호 수집부(140)의 증폭기의 게인을 제어할 필요가 없다고 하는 이점도 있다.
- [0186] 도 15a에 있어서, 화상표시의 리프레쉬 주파수는, 핸드 헬드형 프로브의 통상의 움직임을 추종하도록 표시를 가능하게 하는 20[Hz]로 설정되어 있다.
- [0187] 도 15a에 있어서 광음향 측정이 시작하면, "발광"에 나타난 타이밍에서, 제어부(153)는, 광량설정 값 0.01[J]을 드라이버 회로(114)에 설정한다. 이때 설정된 광량은, 상술한 대로, 복수회 펄스 발광한 총 광량이다. 드라이버 회로는, 제어부(153)로부터의 0.05초마다 발광 타이밍 신호에 근거하여, 광량설정 값에 대응하는 펄스 발광 횟수만, LD나 LED등의 광원(111)을 펄스 발광시킨다. 예를 들면, 1펄스당의 광량이 0.001[J]일 경우, 발광 횟수는 10회다. 또한, 발광 간격은, 예를 들면 2[m S e c]간격이다.
- [0188] 계속해서, 수신부(120)는, 도 15a의 "수신/평균"에 나타난 타이밍에서, 광원(111)으로부터의 복수회의 펄스 발광에 기인해서 생긴 광음향파를 각각 수신하고, 그 수신된 신호를 가산 평균한다. 또한, 평균화 처리는 수신부(120)에 의해 행해질 필요는 없다. 예를 들면, 연산부(151)가 그 평균화 처리를 행해도 좋거나, 평균화 처리를 행하기 위한 회로를 설치해도 좋다.
- [0189] 계속해서, 연산부(151)는, 도 15a의 "화상생성"에 나타난 타이밍에서, 수신부(120)가 출력하는 가산 평균한 광음향신호에 근거하여 재구성 처리를 행하고, 화상 데이터를 생성한다.
- [0190] 다음에, 제어부(153)는, 표시부(160)에 화상 데이터를 송신하고, 표시부(160)에 화상 데이터에 근거한 화상을 표시시킨다. 표시부(160)는, 도 15a의 "화상표시"에 나타난 기간 동안에, 화상 데이터에 근거한 화상을 표시한다.
- [0191] 도 15a에 나타난 타이밍 차트에 있어서는, 우선, 화상 1을 0.05초간 표시하고, 다음에 화상 2를 0.05초 표시하고 있다. 이상의 단계를 반복하여서, 0.05초마다 새로운 화상 데이터에 근거한 화상 표시를 갱신한다.
- [0192] 상술한 바와 같이, 핸드 헬드형 프로브의 단위시간당의 발열량은, 조사 광량과, 광조사의 반복 주파수에 의해 결정된다. 본 실시예에 있어서는, 조사 광량은 1개의 재구성 화상을 얻기 위한 복수회의 펄스 발광에 의한 총

광량이며, 광조사의 반복 주파수는 재구성 화상을 취득하는 주기를 기초로 한 주파수다.

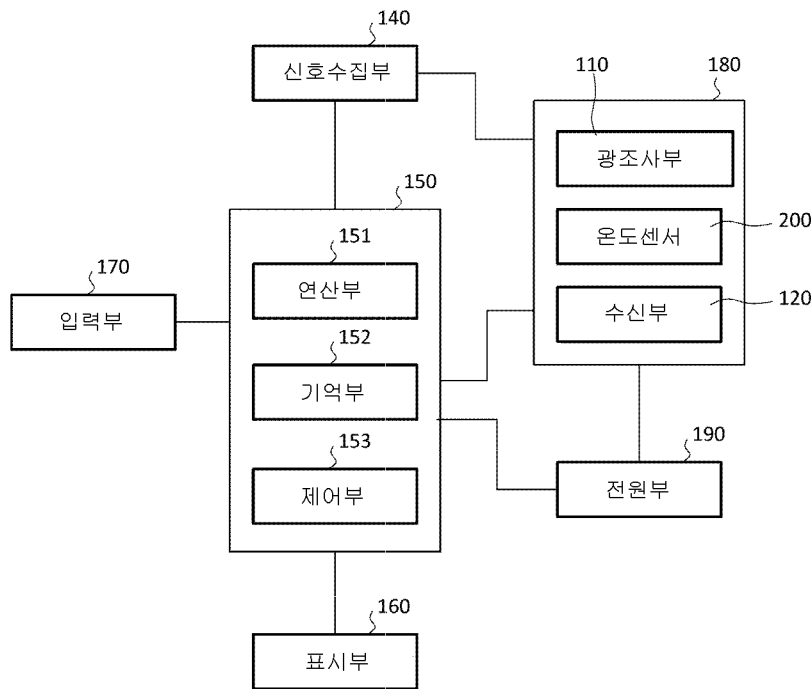
- [0193] 도 15a의 경우에, 공급 전력에 대한 광전변환 효율을 10[%]이라고 가정하고, 조사 광량을 0.01[J](1회의 펄스 발광의 광량 0.001[J]×10회)라고 하면, 광원(111)의 단위시간당의 발열량은, $0.009[J] \times 10 \times (1/0.05) = 1.8[W]$ 이 된다.
- [0194] 본 실시예와 같이 광조사, 광음향파의 수신, 및 수신 신호의 처리를 제어함으로써, 광원의 광량이 충분하지 않을 경우에도, 상기 각 실시예의 온도상승 억제 효과를 향수하면서, S/N이 좋은 화상을 재구성할 수 있다.
- [0195] 변형 예
- [0196] 도 15b는, 도 15a로부터, 광조사의 동일 반복 주파수를 공유하지만, 조사 광량(펄스 발광의 횟수)이 다른 타이밍 차트다. 도 15b의 반복 주파수는 도 15a와 같은 20[Hz]이다. 광원(111)은, 0.05초 주기로, 2[m S e c]간격으로 5회 펄스 발광한다. 표시 화상의 갱신은, 0.05초마다 행할 수 있으므로, 도 15a에 필적할만한 추종성이 얻어진다. 한편, 도 15b에 있어서의 조사 광량은, 0.005[J](1회의 펄스 발광의 광량 0.001[J]×5회), 즉, 도 15a의 절반으로 설정되어 있다. 이러한 설정에 따라, 광원(111)의 단위시간당의 발열량은, 0.9[W]로 저하하고 있다.
- [0197] 도 15c는, 도 15a로부터, 동일한 조사 광량을 공유하지만, 광조사의 반복 주파수가 다른 타이밍 차트다. 도 15c의 조사 광량은, 도 15a와 같은 0.01[J](1회의 펄스 발광의 광량 0.001[J]×10회)이다. 그 때문에, 얻어진 재구성 화상 각각의 S/N비는, 도 15a에서 얻어진 재구성 화상과 동등하다. 한편, 도 15c에 있어서의 광조사의 반복 주파수는, 10[Hz], 다시 말해, 0.1초 주기이며, 도 15a의 2배의 주기다. 이러한 설정에 따라, 광원(111)의 단위시간당의 발열량은, 0.9[W]로 저하하고 있다.
- [0198] 이상 설명한 바와 같이, 광원(111)의 단위시간당의 발열량은, 광조사의 반복 주파수(재구성 화상을 취득하는 주기를 기초로 한 주파수)와 조사 광량(1개의 재구성 화상을 얻기 위한 1회의 펄스 발광의 광량×발광 횟수: 발광 횟수에 비례)에 의해 제어할 수 있다.
- [0199] 상기한 설명에서는, 1개의 재구성 화상을 얻기 위한 복수회의 펄스 발광에 있어서, 펄스 발광당의 광량이 동일하다(고정 값: 0.001[J]). 그러나, 본 발명에서는, 펄스 발광마다 광량이 달라도 된다. 이러한 경우에도, 1개의 재구성 화상을 얻기 위한 복수회의 펄스 발광에 의한 총 광량을, 조사 광량으로서 취급하여도 좋다.
- [0200] 또한, 도 15d에 나타낸 바와 같이, 발열량을 제어하기 위해서, 광조사의 반복 주파수의 주기(재구성 화상을 취득하는 주기)마다 조사 광량(복수회의 펄스 발광에 의한 총 광량)을 변경해도 좋다. 도 15d에 있어서는, 화상 1을 재구성하기 위해서는 0.002[J]의 광량을, 화상 2을 재구성하기 위해서는 0.008[J]의 광량을 사용하고 있다. 이 경우에, 조사 광량에 대응하여, 어떤 프레임의 재구성 화상의 S/N은 거의 악화되지 않고, 다른 프레임의 재구성 화상의 S/N은 악화된다.
- [0201] 도 15d에 나타낸 것과 같은 제어를 행하면, 리프레쉬 주파수는 바뀌지 않으므로, 추종성은 악화하지 않는다. 또한, S/N의 열화가 적은 재구성 화상을 취득할 수 있다(화상 2). 그 때문에, 정지 화상을 취득하고 싶은 경우에는, 조사 광량이 많은 프레임의 화상(화상 2)을 선택하여도 좋다. 이러한 제어를 행하는 것에 의해, 추종성과 화질간의 밸런스를 이루면서 프로브(180)의 승온을 방지할 수 있다.
- [0202] 또한, 도 15d에서는, 펄스 발광마다의 광량은 일정하다(0.001 [J]). 그 때문에, 상술한 것 같이, 복수회의 펄스 발광 각각에 대응하는 신호 수집부(140)의 증폭기의 게인을 고정할 수 있다. 또한, 복수회의 펄스 발광 각각에 있어서의 광음향신호를 가산 평균하므로, 각 조사 광량에 대응하는 펄스 발광 횟수에 상관없이, 같은 조건으로 재구성을 행할 수 있는 이점이 있다.
- [0203] 또한, 도 15d에 나타낸 바와 같이, 화상 재구성마다, 조사 광량을 변경하는 방법은, 전술한 제1 내지 제6의 실시예와 같이, 1회의 펄스 발광으로 1개의 화상을 재구성하는 구성에도 적용될 수 있다. 이 경우에, 펄스 발광마다 광량을 변경함과 동시에, 신호 수집부(140)의 증폭기의 게인을 가변 하여 조사 광량의 변경으로 인한 광음향신호의 변화를 보정하여도 좋다.
- [0204] 또한, 도 15a~15d에 나타낸 광조사의 반복 주파수(재구성 화상을 취득하는 주기를 기초로 한 주파수)와 조사 광량(1개의 재구성 화상을 얻기 위한 1회의 펄스 발광의 광량×발광 횟수: 발광 횟수에 비례)은, 일례에 지나지 않는다. 시스템의 특성이나, 유저가 희망하는 화질등에 따라서 적절하게 변경하여도 된다.
- [0205] 기타 실시예

[0206] 또한, 본 발명의 실시예들은, 기억매체(예를 들면, 비일시적 컴퓨터 판독 가능한 기억매체)에 레코딩된 컴퓨터 실행가능한 명령어를 판독하고 실행하여 본 발명의 상술한 실시예(들)의 하나 이상의 기능을 수행하는 시스템 또는 장치를 갖는 컴퓨터에 의해 실현되고, 또 예를 들면 상기 기억매체로부터 상기 컴퓨터 실행가능한 명령어를 판독하고 실행하여 상기 실시예(들)의 하나 이상의 기능을 수행하여서 상기 시스템 또는 상기 장치를 갖는 상기 컴퓨터에 의해 행해진 방법에 의해 실현될 수 있다. 상기 컴퓨터는, 중앙처리장치(CPU), 마이크로처리장치(MPU) 또는 기타 회로소자 중 하나 이상을 구비하여도 되고, 별개의 컴퓨터나 별개의 컴퓨터 프로세서의 네트워크를 구비하여도 된다. 상기 컴퓨터 실행가능한 명령어를, 예를 들면 네트워크나 상기 기억매체로부터 상기 컴퓨터에 제공하여도 된다. 상기 기억매체는, 예를 들면, 하드 디스크, 랜덤액세스 메모리(RAM), 판독전용 메모리(ROM), 분산형 컴퓨팅 시스템의 스토리지, 광디스크(컴팩트 디스크(CD), 디지털 다기능 디스크(DVD) 또는 블루레이 디스크(BD)TM 등), 플래시 메모리 소자, 메모리 카드 등 중 하나 이상을 구비하여도 된다.

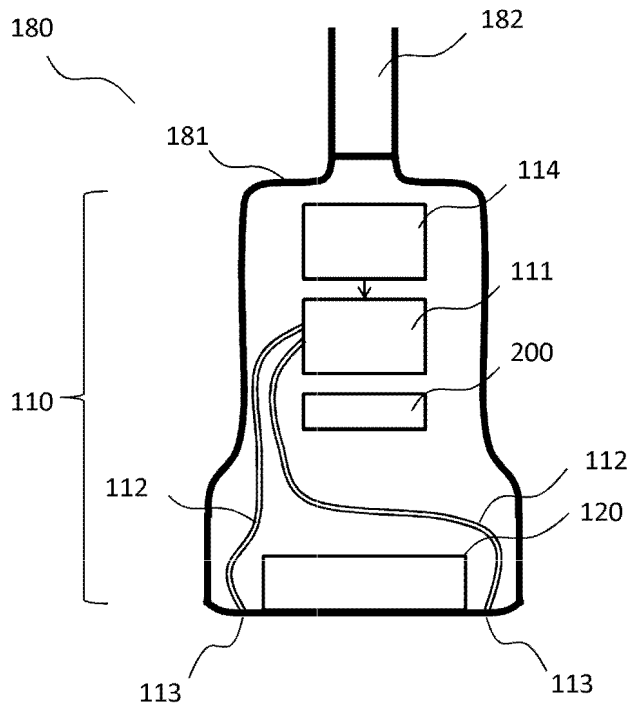
[0207] 본 발명을 실시예들을 참조하여 기재하였지만, 본 발명은 상기 개시된 실시예들에 한정되지 않는다는 것을 알 것이다. 아래의 청구항의 범위는, 모든 변형예와, 동등한 구조 및 기능을 포함하도록 폭 넓게 해석해야 한다.

도면

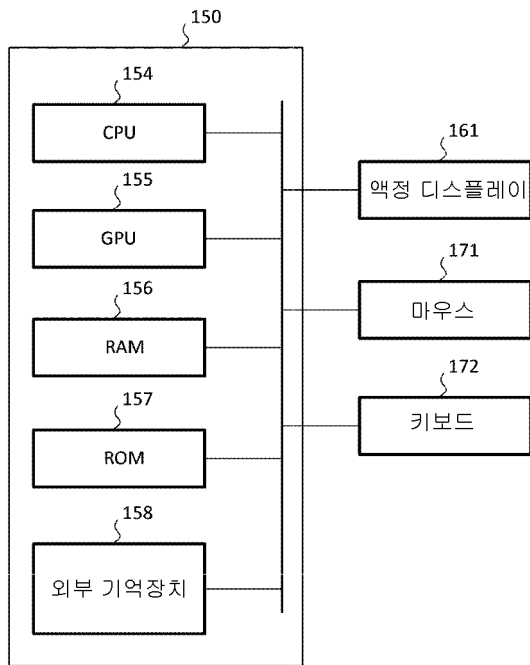
도면1



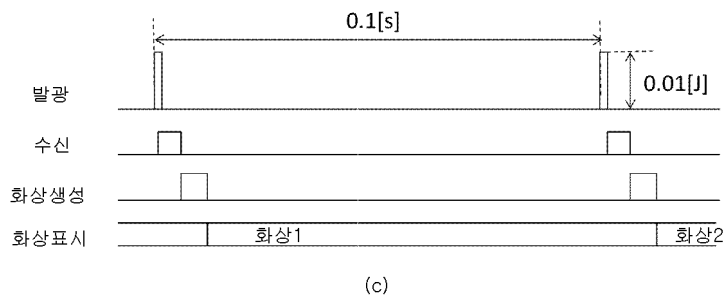
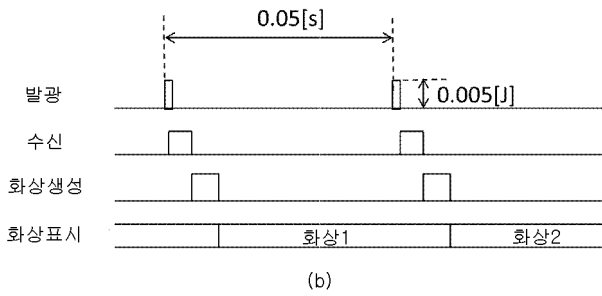
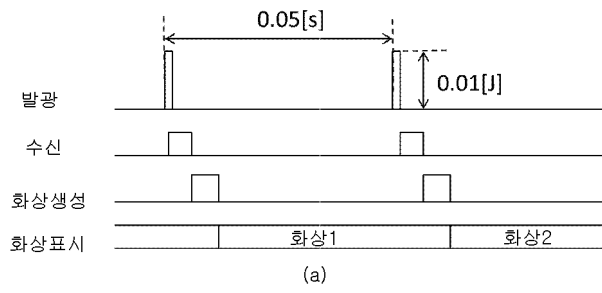
도면2



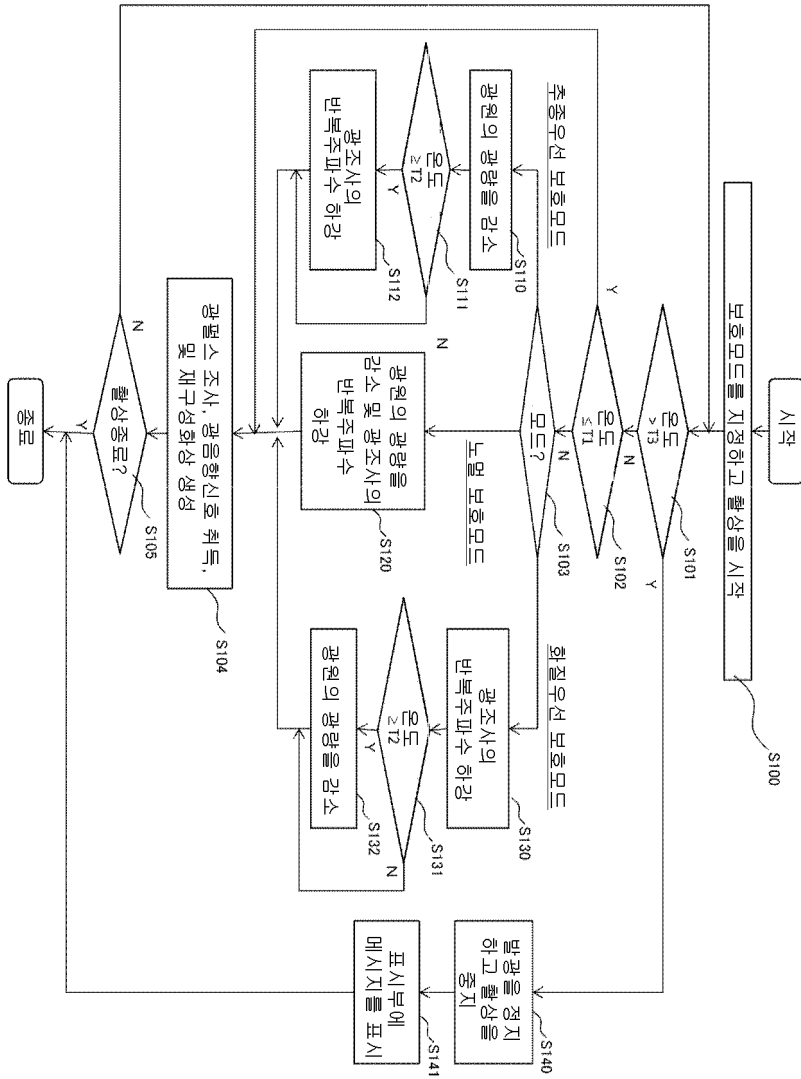
도면3



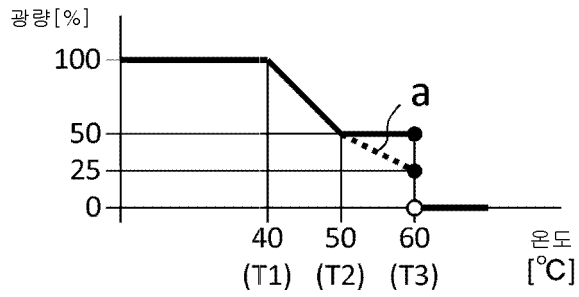
도면4



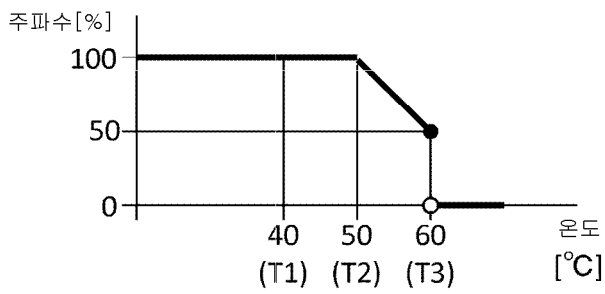
도면5



도면6

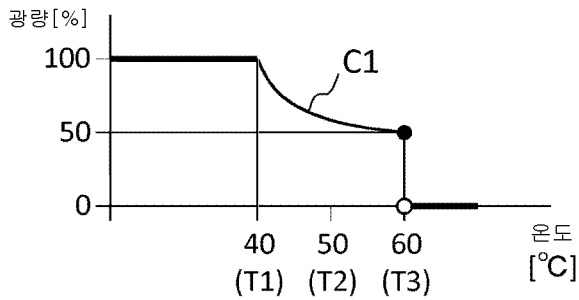


(a)

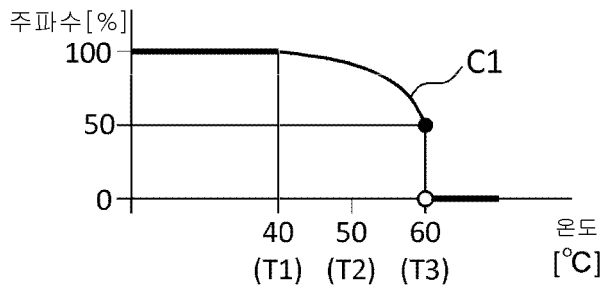


(b)

도면7

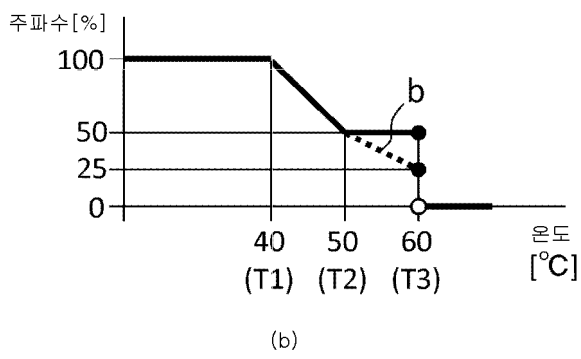
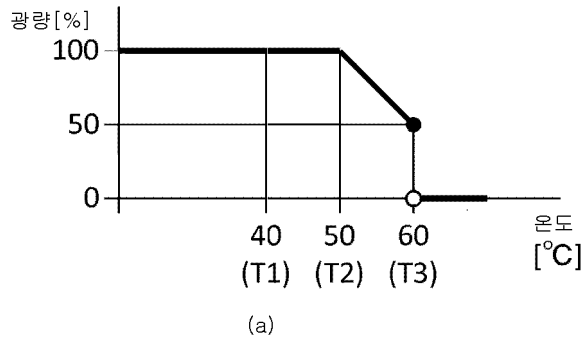


(a)

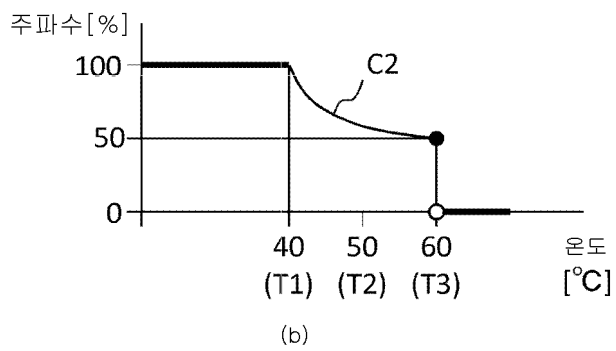
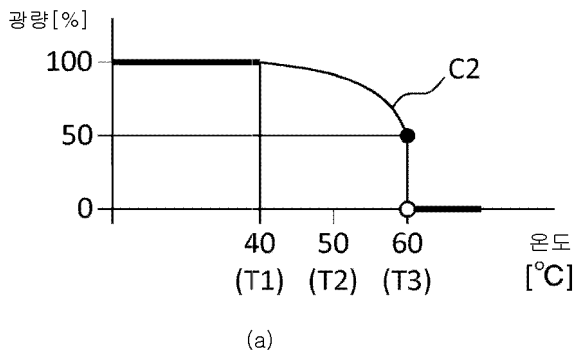


(b)

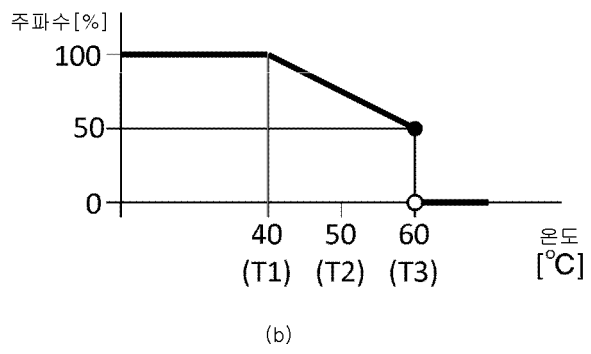
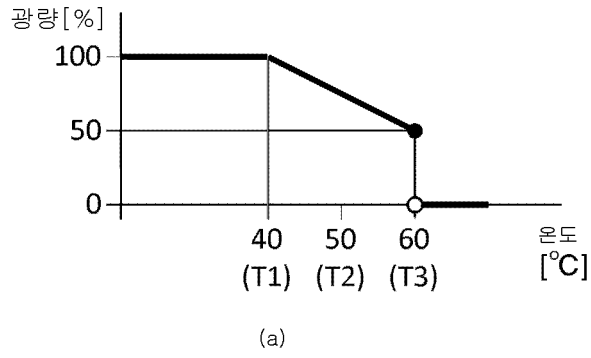
도면8



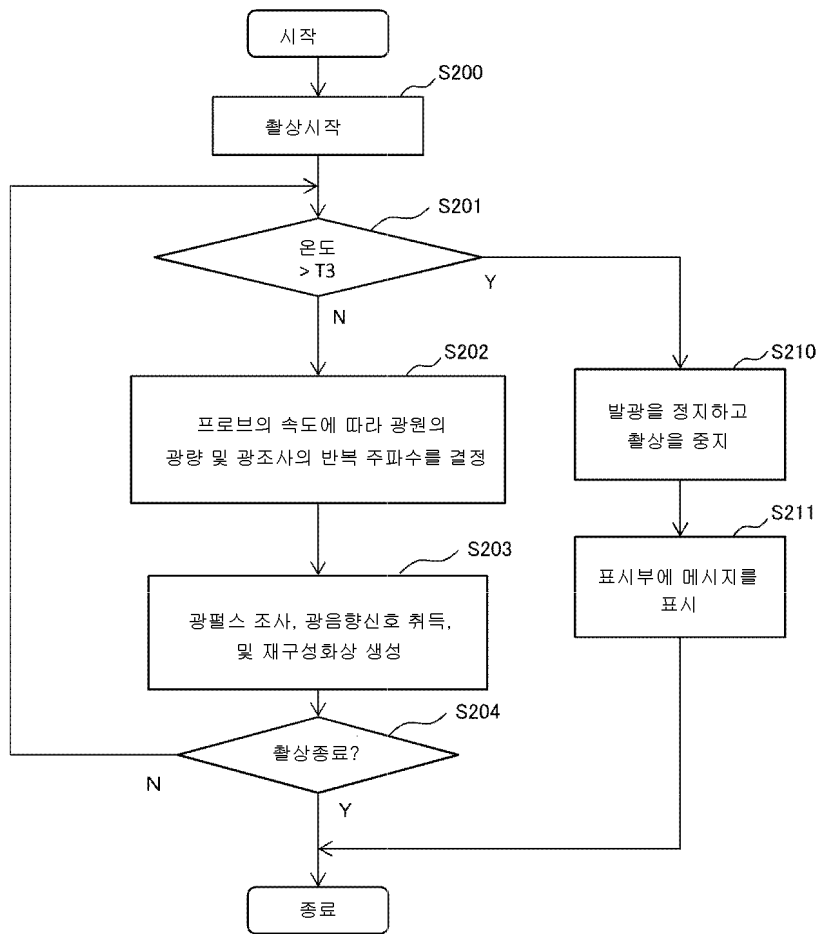
도면9



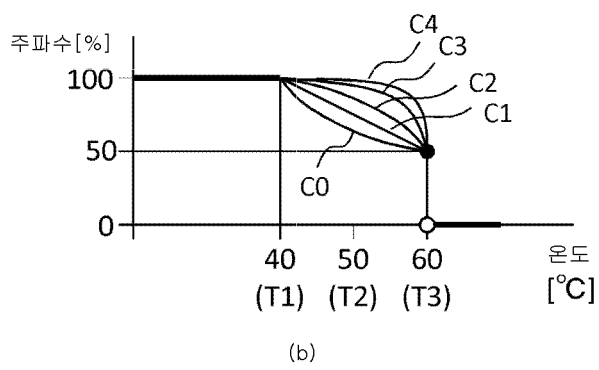
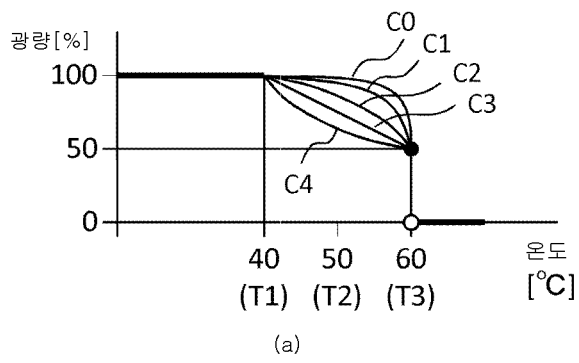
도면10



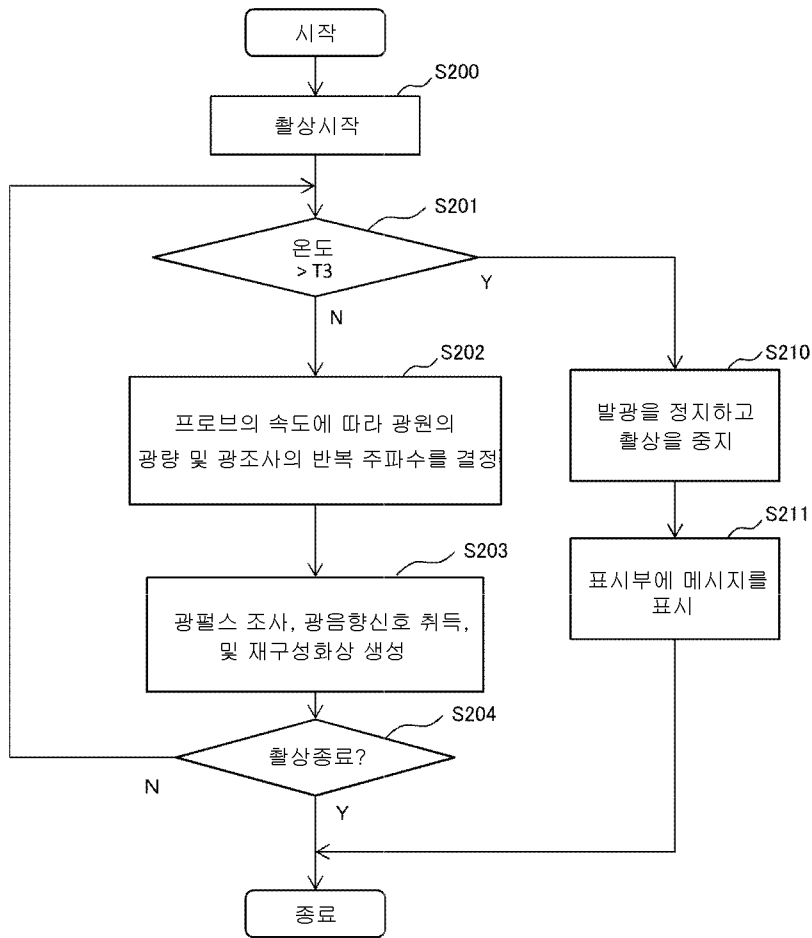
도면11



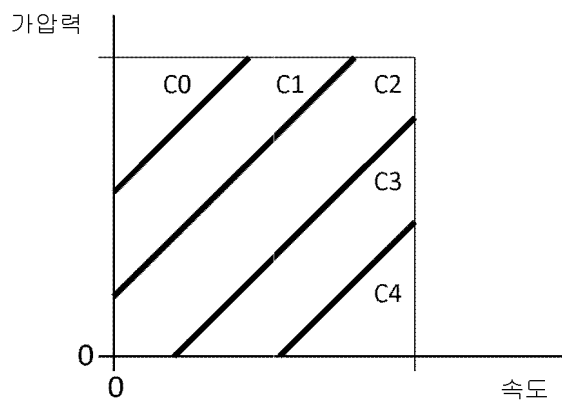
도면12



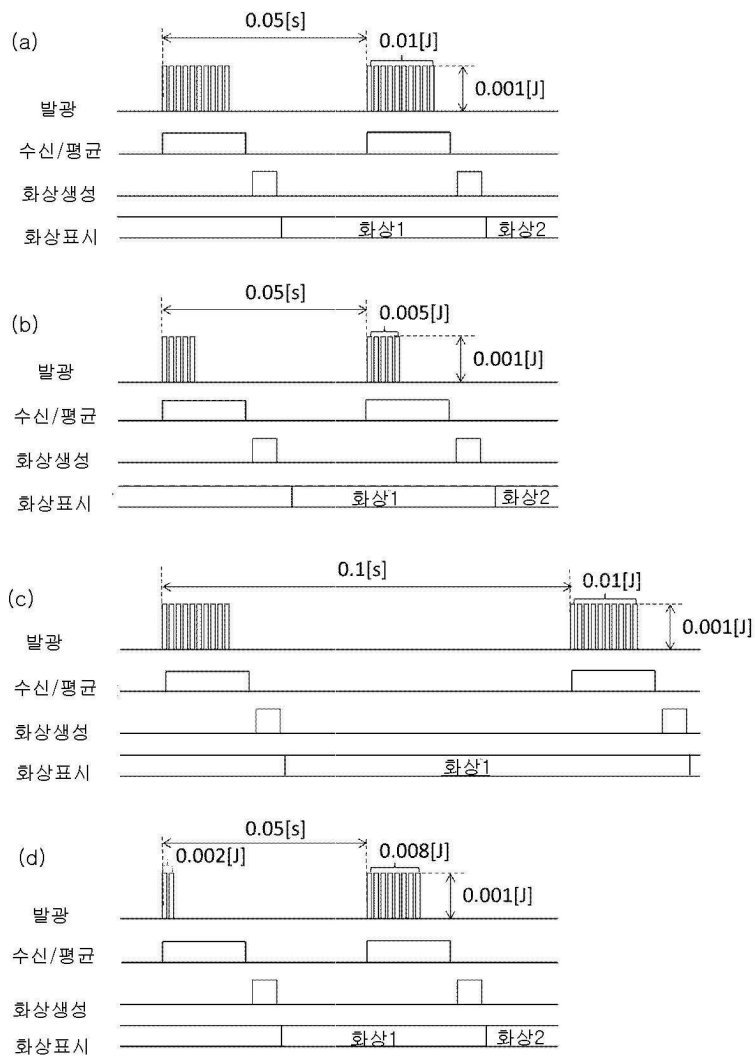
도면13



도면14



도면15



专利名称(译)	光声装置，其控制方法和光声探测器		
公开(公告)号	KR1020180106902A	公开(公告)日	2018-10-01
申请号	KR1020180028512	申请日	2018-03-12
[标]申请(专利权)人(译)	佳能株式会社		
申请(专利权)人(译)	佳能sikki有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	佳能sikki有限公司		
[标]发明人	ABE NAOTO 아베나오토		
发明人	아베나오토		
IPC分类号	G01N29/32 A61B5/00		
CPC分类号	G01N29/326 G01N29/323 G01N29/0654 A61B5/0095		
代理人(译)	권태복		
优先权	20171107949 2017-05-31 JP 2017052902 2017-03-17 JP		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

包括光源的光声装置，温度信息获取单元获取探头的温度：探头包括接收单元，该接收单元接收来自光源照射光的对象产生的声波，以及控制单元控制光源根据温度调查光线。

