(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0043202
(43) 공개일자 2022년04월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01H 9/00 (2006.01) *G06T 7/20* (2017.01)
(52) CPC특허분류
G01H 9/00 (2013.01)
G01H 9/008 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-7007729
(22) 출원일자(국제) 2020년09월03일
심사청구일자 2022년03월08일
(85) 번역문제출일자 2022년03월08일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2020/033353
(87) 국제공개번호 WO 2021/045135
국제공개일자 2021년03월11일
(30) 우선권주장
JP-P-2019-160471 2019년09월03일 일본(JP)

(71) 출원인
가부시키가이샤 신가와
일본국 도쿄도 무사시무라야마시 이나다이라 2쵸메 51반지노 1
(72) 발명자
커크비 마이클
일본 2088585 도쿄도 무사시무라야마시 이나다이라 2쵸메 51반지노 1 가부시키가이샤 신가와 내
나카노 쇼타
일본 2088585 도쿄도 무사시무라야마시 이나다이라 2쵸메 51반지노 1 가부시키가이샤 신가와 내
무나카타 히로시
일본 2088585 도쿄도 무사시무라야마시 이나다이라 2쵸메 51반지노 1 가부시키가이샤 신가와 내
(74) 대리인
특허법인와이에스장

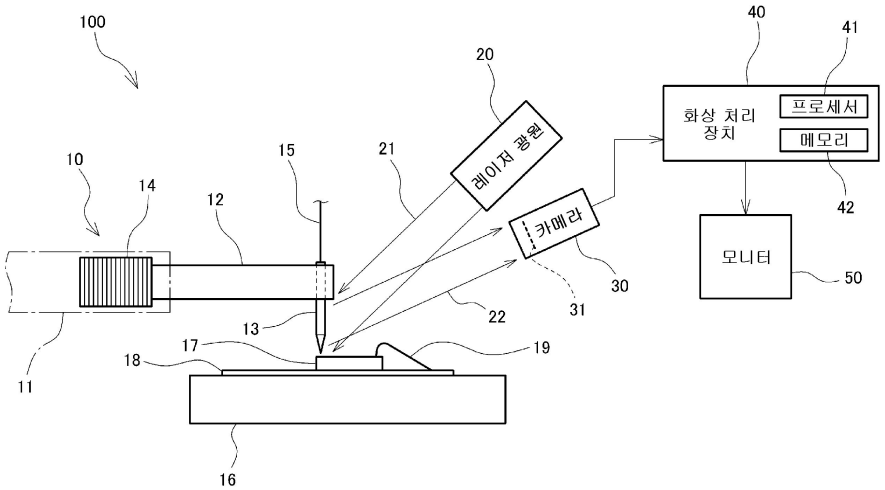
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 **진동 검출 시스템**

(57) 요 약

표면이 비경면인 초음파 혼(12)과 캐필러리(13)의 진동을 검출하는 진동 검출 시스템(100)으로서, 초음파 혼(12)과 캐필러리(13)에 평행 레이저광(21)을 조사하는 레이저광원(20)과, 평행 레이저광(21)이 조사된 초음파 혼(12)과 캐필러리(13)의 화상을 촬상하는 촬상 소자(31)를 갖는 카메라(30)와, 카메라(30)가 촬상한 화상을 처리하여 진동 발생 개소를 표시하는 화상 처리 장치(40)를 포함한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
G06T 7/20 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

표면이 비경면인 관측 대상물의 진동을 검출하는 진동 검출 시스템으로서,

상기 관측 대상물에 레이저광을 조사하는 레이저광원과,

상기 레이저광이 조사된 상기 관측 대상물을 촬상하여 화상을 취득하는 촬상 소자를 가지는 카메라와,

상기 카메라가 촬상한 화상을 처리하여 진동 발생 개소를 표시하는 화상 처리 장치를 포함하는 진동 검출 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 카메라는 촬상 시의 노광 시간이 상기 관측 대상물의 진동 주기보다도 길어, 상기 관측 대상물의 상기 표면에서 반사한 상기 레이저광의 간섭에 의해 발생하는 간섭 패턴을 포함하는 화상으로서 취득하고,

상기 화상 처리 장치는 상기 카메라가 취득한 상기 관측 대상물의 비진동 시의 간섭 패턴을 포함하는 화상과 진동 시의 간섭 패턴을 포함하는 화상과의 편차로부터, 진동 발생 화소를 특정하여 상기 관측 대상물의 화상에 특정한 진동 발생 화소에 대응하는 표시를 포함시킨 관측 화상을 출력하는 것을 특징으로 하는 진동 검출 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 화상 처리 장치는 특정한 진동 발생 화소의 주위의 소정 범위에 소정 개수의 다른 진동 발생 화소가 존재하는 경우에는, 그 화소의 진동 발생 화소의 특정을 유지하고, 소정 범위에 소정 개수의 진동 발생 화소가 존재하지 않을 경우에는, 그 화소의 진동 발생 화소의 특정을 취소하는 것을 특징으로 하는 진동 검출 시스템.

청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서,

상기 레이저광원은 상기 관측 대상물에 단일 파장의 평행 레이저광을 조사하는 것을 특징으로 하는 진동 검출 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 관측 대상물의 진동을 검출하는 진동 검출 시스템, 특히, 표면이 비경면인 관측 대상물의 진동을 검출하는 진동 검출 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 와이어 본딩 장치에 있어서, 캐필러리 등의 툴의 초음파 진동을 관측하는 경우에는, 레이저 도플러 진동계를 사용하는 방법이 많이 사용되고 있다(예를 들면, 특허문헌 1 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본 특개 2013-125875호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 최근, 관측 대상물의 이차원 면에서의 진동을 리얼타임으로 검출하는 것이 요구되고 있다. 그러나, 특허문헌 1에 기재된 방법에서는, 진동의 측정 개소는 레이저광을 조사한 점 또는 선상에 한정되어, 이차원 면에서의 진동을 리얼타임으로 관측할 수 없었다.

[0005] 그래서, 본 발명은 관측 대상물의 이차원 면에서의 진동을 리얼타임으로 검출하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 진동 검출 시스템은 표면이 비경면인 관측 대상물의 진동을 검출하는 진동 검출 시스템으로서, 관측 대상물에 레이저광을 조사하는 레이저광원과, 레이저광이 조사된 관측 대상물을 촬상하여 화상을 취득하는 촬상 소자를 갖는 카메라와, 카메라가 촬상한 화상을 처리하여 진동 발생 개소를 표시하는 화상 처리 장치를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0007] 이와 같이, 카메라로 촬상한 이차원의 화상에 기초하여 진동 발생 개소를 특정하므로, 관측 대상물의 이차원 면에서의 진동을 리얼타임으로 검출할 수 있다.

[0008] 본 발명의 진동 검출 시스템에 있어서, 카메라는 촬상 시의 노광 시간이 관측 대상물의 진동 주기보다 길어, 관측 대상물의 표면에서 반사한 레이저광의 간섭에 의해 발생하는 간섭 패턴을 포함하는 화상으로서 취득하고, 화상 처리 장치는 카메라가 취득한 관측 대상물의 비진동 시의 간섭 패턴을 포함하는 화상과 진동 시의 간섭 패턴을 포함하는 화상과의 편차로부터, 진동 발생 화소를 특정하고, 관측 대상물 화상에 특정한 진동 발생 화소에 대응하는 표시를 포함시킨 관측 화상을 출력해도 된다.

[0009] 표면이 비경면인 관측 대상물에 레이저광을 조사하면, 비경면 반사에 의한 레이저광의 간섭에 의한 간섭 패턴이 카메라 촬상 소자의 표면에 출현한다. 카메라의 촬상 소자는 이 간섭 패턴 화상으로서 취득한다. 촬상 시 카메라의 노광 시간은 관측 대상물의 진동 주기보다도 길므로, 관측 대상물이 진동하면, 카메라는 흔들린 간섭 패턴 화상을 취득한다. 간섭 패턴 화상이 흔들리면, 비진동의 경우에 비해 화소의 밝기의 강도가 변화된다. 이 때문에, 진동 시의 밝기의 강도가 비진동 시의 밝기의 강도로부터 변화되어 있는 화소를 진동 발생 화소로 특정하고, 관측 대상물의 화상에 특정한 진동 발생 화소에 대응하는 표시를 포함시킨 관측 화상을 출력함으로써, 관측 대상물의 진동 부분을 가시화하여 표시할 수 있다.

[0010] 본 발명의 진동 검출 시스템에 있어서, 화상 처리 장치는 특정한 진동 발생 화소의 주위의 소정 범위에 소정 개수의 다른 진동 발생 화소가 존재하는 경우에는, 그 화소의 진동 발생 화소의 특정을 유지하고, 소정 범위에 소정 개수의 진동 발생 화소가 존재하지 않는 경우에는, 그 화소의 진동 발생 화소의 특정을 취소해도 된다.

[0011] 이것에 의해, 노이즈에 의해 실제로 진동하고 있지 않은 화소를 진동 발생 화소로 특정하는 것을 억제하여 정밀도 좋게 진동의 검출을 행할 수 있다.

[0012] 본 발명의 진동 검출 시스템에 있어서, 레이저광원은 관측 대상물에 단일 파장의 평행 레이저광을 조사해도 된다.

[0013] 단일 파장의 평행 레이저광을 조사함으로써, 비경면 반사에 의한 레이저광의 간섭 패턴이 보다 명확하게 출현하여, 카메라로 촬상하는 반점 모양이 보다 명확하게 된다. 이것에 의해, 보다 정밀도 좋게 진동의 검출을 행할 수 있다.

발명의 효과

[0014] 본 발명은 관측 대상물의 이차원 면에서의 진동을 리얼타임으로 검출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 실시형태의 진동 검출 시스템의 구성을 나타내는 계통도이다.

도 2는 캐필러리의 표면에서 반사한 평행 레이저광이 카메라의 촬상 소자에 입사하는 상태를 도시하는 모식도이다.

도 3은 카메라가 촬상하는 화상을 도시하는 모식도이다.

도 4는 카메라의 촬상 소자의 화소를 도시하는 모식도이다.

도 5는 화상 처리 장치에서의 화상 처리를 나타내는 흐름도이다.

도 6은 모니터에 출력된 관측 화상을 도시하는 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] (발명을 실시하기 위한 형태)

[0017] 이하, 도면을 참조하면서 실시형태의 진동 검출 시스템(100)에 대해 설명한다. 또한, 이하의 설명에서는, 진동 검출 시스템(100)은 와이어 본딩 장치(10)의 초음파 혼(12)이나 캐필러리(13)를 관측 대상물로 하여 이것들의 진동을 검출하는 것으로서 설명한다.

[0018] 먼저 도 1을 참조하면서 관측 대상물인 초음파 혼(12)과 캐필러리(13)를 포함하는 와이어 본딩 장치(10)에 대해 간단하게 설명한다. 와이어 본딩 장치(10)는 본딩 암(11)과, 초음파 혼(12)과, 캐필러리(13)와, 초음파 진동자(14)와, 본딩 스테이지(16)를 포함하고 있다.

[0019] 초음파 혼(12)은 선단에 캐필러리(13)가 부착되고, 후단에 초음파 진동자(14)가 부착된다. 초음파 혼(12)은 초음파 진동자(14)가 발생하는 초음파 진동에 의해 초음파 진동하여, 캐필러리(13)를 초음파 진동시키는 것이다. 초음파 혼(12)은 본딩 암(11)에 접속되어 있고, 도시하지 않은 구동 기구에 의해 캐필러리(13)가 본딩 스테이지(16)에 대해 접리하는 방향으로 구동된다. 본딩 스테이지(16)는 표면에 반도체 소자(17)가 부착된 기판(18)을 흡착 고정한다. 와이어 본딩 장치(10)는 도시하지 않은 구동 기구에 의해 캐필러리(13)의 선단을 반도체 소자(17)의 전극 위에 내리눌러 와이어(15)를 반도체 소자(17)의 전극에 본딩하고, 그 후, 캐필러리(13)를 기판(18)의 전극 위로 이동시키고, 캐필러리(13)의 선단을 기판(18)의 전극 위에 내리눌러 와이어(15)를 기판(18)의 전극에 본딩한다. 이것에 의해, 와이어 본딩 장치(10)는 반도체 소자(17)의 전극과 기판(18)의 전극 사이를 루프 와이어(19)로 접속한다. 따라서, 본딩 동작 중에는, 초음파 혼(12)과 캐필러리(13)는 초음파 진동하고 있다. 실시형태의 진동 검출 시스템(100)은 초음파 혼(12)이나 캐필러리(13)의 이차원 면에서의 진동의 검출, 표시를 행하는 것이다. 초음파 혼(12)이나 캐필러리(13)의 표면은 비경면이며 표면에는 작은 요철이 있다.

[0020] 도 1에 도시하는 바와 같이, 진동 검출 시스템(100)은 레이저광원(20)과, 카메라(30)와, 화상 처리 장치(40)로 구성된다.

[0021] 레이저광원(20)은, 빔 익스팬더에 의해 레이저 발진기로부터 출력된 단일 파장의 레이저광을 평행 레이저광(21)으로 변환하고, 단일 파장의 평행 레이저광(21)을 초음파 혼(12)이나 캐필러리(13)에 조사하는 것이다. 카메라(30)는 촬상 소자(31)를 포함하고, 평행 레이저광(21)이 조사된 초음파 혼(12)이나 캐필러리(13)의 이차원의 화상을 촬상한다. 화상 처리 장치(40)는 카메라(30)가 촬상한 이차원의 화상을 처리하여 진동 발생 개소를 특정하고, 진동 부분의 표시를 다른 부분의 표시와 다르게 한 이차원의 관측 화상(12e, 13e)(도 6 참조)을 모니터(50)에 출력, 표시시키는 것이다. 화상 처리 장치(40)는 내부에 정보 처리를 행하는 프로세서(41)와 메모리(42)를 포함하는 컴퓨터이다.

[0022] 다음에 도 2~도 6을 참조하면서, 실시형태의 진동 검출 시스템(100)의 동작에 대해 설명한다.

[0023] 도 2에 도시하는 바와 같이, 캐필러리(13)의 표면(13a)은 비경면이며 표면(13a)에는 작은 요철이 있으므로, 평행 레이저광(21)을 캐필러리(13)의 표면(13a)에 조사하면, 평행 레이저광(21)은 캐필러리(13)의 표면(13a)에서 임의적인 방향으로 반사된다. 이 비경면 반사에 의한 반사 레이저광(22)은 서로 간섭하여, 카메라(30)의 촬상 소자(31)의 표면에 반사 레이저광(22)의 간섭 패턴이 출현한다.

[0024] 간섭 패턴은 광이 서로 강화하는 밝은 부분과 광을 서로 약화시키는 어두운 부분을 가지기 때문에, 카메라(30)의 촬상 소자(31)는, 도 3에 도시하는 바와 같이, 간섭 패턴을 캐필러리(13)의 화상(13b)의 표면에 출현한 다수의 명부(33)와 암부(34)로 구성된 반점 모양의 화상(13c)으로서 취득한다.

[0025] 따라서, 카메라(30)에 의해 초음파 혼(12)과 캐필러리(13)를 촬상하면, 카메라(30)는, 도 3의 시야(32) 속에 나타내는 바와 같이, 반점 모양이 있는 초음파 혼(12)의 화상(12b)과, 반점 모양이 있는 캐필러리(13)의 화상

(13b)을 취득한다. 화상(12b, 13b)은 간섭 패턴을 포함하는 화상이다.

[0026] 촬상 시의 카메라(30)의 노광 시간은 초음파 혼(12)과 캐필러리(13)의 초음파 진동의 진동 주기보다도 길다. 이 때문에, 초음파 혼(12)과 캐필러리(13)가 초음파 진동하고 있으면, 진동의 산이 되고 있는 영역에서는 노광 중에 촬상 소자(31) 위의 반점 모양이 있는 초음파 혼(12)의 화상(12b)과, 반점 모양이 있는 캐필러리(13)의 화상(13b)이 화살표(91, 92)로 나타내는 바와 같이 흔들린다. 한편, 진동의 마디의 영역에서는, 초음파 혼(12)과 캐필러리(13)가 초음파 진동해도 노광 중에 촬상 소자(31) 위의 화상(12b)과 화상(13b)은 흔들리지 않는다.

[0027] 노광 중에 화상(12b, 13b)이 흔들리는 영역에서는, 촬상 소자(31)의 화소(36)의 밝기의 강도가 초음파 혼(12), 캐필러리(13)가 초음파 진동하고 있지 않은 정지 상태, 또는 비진동 상태의 밝기의 강도에 비해 변화된다. 1예를 나타내면, 진동의 산이 있는 영역에서는 화소(36)의 밝기의 강도가 비진동 시에 비해 커진다.

[0028] 한편, 진동의 마디가 되어 노광 중에 화상(12b, 13b)이 흔들리지 않는 경우에는, 화상(12b, 13b)은 초음파 혼(12)과 캐필러리(13)가 정지 상태, 또는, 비진동 상태의 화상(12a, 13b)과 대략 동일하게 된다. 이 때문에, 노광 중에 화상(12b, 13b)이 흔들리지 않는 진동의 마디의 영역에서는, 촬상 소자(31)의 화소(36)의 밝기의 강도는 초음파 혼(12), 캐필러리(13)가 초음파 진동하고 있지 않은 정지 상태, 또는 비진동 상태의 밝기의 강도와 대략 동일하게 된다.

[0029] 그래서, 화상 처리 장치(40)의 프로세서(41)는, 도 4에 도시하는 바와 같이, 초음파 진동하고 있을 때의 밝기의 강도가 초음파 진동하고 있지 않은 정지 시 또는 비진동 시의 밝기의 강도로부터 변화되어 있는 화소(36)를 진동 발생 화소(37)로 특정한다. 여기에서, 밝기의 강도란 화소(36)의 검출되는 밝기의 정도이며, 예를 들면, 0~255의 256계조로 표시되는 것이어도 된다.

[0030] 화상 처리 장치(40)는 한번에 화상 처리를 행하는 시야(32)의 이차원 화상의 1 영역인 화상 프레임(35)의 각 화소(36)에 대해 이하에 설명하는 바와 같은 처리를 행하여 진동 발생 화소(37)를 특정한다. 이하의 설명에서는, 부호에 뒤에 기재하는 좌표(x, y)는 이차원 화상 프레임(35)의 좌표(x, y)를 나타내고, 예를 들면, 화소(36(x, y))는 좌표(x, y)의 화소(36)를 나타낸다.

[0031] 도 5의 스텝 S101에 나타내는 바와 같이, 화상 처리 장치(40)의 프로세서(41)는 메모리(42)에 저장한 카메라(30)로부터 취득한 초음파 진동 시의 이차원 화상과 정지 시 또는 비진동 시의 이차원 화상으로부터, 초음파 진동 시의 화상 프레임(35v)과 정지 시의 화상 프레임(35s)을 읽어 낸다.

[0032] 도 5의 스텝 S102에 나타내는 바와 같이, 프로세서(41)는 각 화소(36(x, y))에 있어서의 초음파 진동 시의 밝기의 강도(Iv(x, y))와 정지 시의 밝기의 강도(Is(x, y))의 평균값(Ia(x, y))을 계산한다.

[0033] 평균값(Ia(x, y)) = [Iv(x, y)+Is(x, y)]/2

[0034] 도 5의 스텝 S103에 나타내는 바와 같이, 프로세서(41)는 각 화소(36(x, y))에 있어서의 초음파 진동 시의 밝기의 강도(Iv(x, y))와 평균값(Ia(x, y))과의 편차의 절대값의 화상 프레임(35)에 있어서의 평균값을 절대 편차 평균값으로서 산출한다.

[0035] 절대 편차 평균값=|Iv(x, y)-Ia(x, y)|의 화상 프레임(35)에서의 평균값

[0036] 도 5의 스텝 S104에 나타내는 바와 같이, 프로세서(41)는 하기의 (식 1)에 의해, 정규화한 픽셀 강도의 4승값 NIave(x, y)를 산출한다.

[0037] NIave(x, y)=

[0038] $[|Iv(x, y)-Ia(x, y)|/\text{절대 편차 평균값}]^4$---- (식 1)

[0039] 도 5의 스텝 S105에 도시하는 바와 같이, 프로세서(41)는, NIave(x, y)가 1 이상이 되는 경우에는, 그 화소(36(x, y))의 밝기의 강도의 변화는 유의하다고 판단하고, 도 5의 스텝 S106으로 진행하고 그 화소(36(x, y))를 진동 발생 화소(37(x, y))로서 특정하여 스텝 S107로 진행한다. 프로세서(41)는 스텝 S107에서 화상 프레임(35)의 모든 화소(36(x, y))를 처리하지 않았다고 판단한 경우에는, 스텝 S104로 되돌아가 다음 화소(36(x, y))의 처리를 행한다. 한편, 프로세서(41)는, 도 5의 스텝 S105에서 NO로 판단한 경우에는, 스텝 S104로 되돌아가 다음 화소(36(x, y))의 처리를 행한다. 프로세서(41)는 화상 프레임(35)의 모든 화소(36(x, y))에 있어서 NIave(x, y)를 산출하고, 화상 프레임(35) 속의 진동 발생 화소(37(x, y))를 특정하면, 도 5의 스텝 S107에서 YES로 판단하고 도 5의 스텝 S108로 진행한다.

[0040] 도 5의 스텝 S108에 있어서, 프로세서(41)는 하나의 진동 발생 화소(37(x, y))의 주위의 소정 범위에 다른 진동 발생 화소(37(x1, y1))가 소정 개수만큼 존재하는지 확인한다. 예를 들면, 소정 범위로서 진동 발생 화소(37(x, y))를 중심으로 한 5×5의 화소(36)의 정방형의 어레이를 설정하고, 이 중에, 7~8개의 다른 진동 발생 화소(37(x1, y1))가 존재하는지 아닌지를 확인해도 된다. 그리고, 도 5의 스텝 S108에서 YES로 판단한 경우에는, 화소(36(x, y))의 밝기의 강도의 변화는 초음파 진동에 기인하는 것으로 판단하여 도 5의 스텝 S109로 진행하고 화소(36(x, y))의 진동 발생 화소(37(x, y))로서의 특정을 유지한다.

[0041] 한편, 어레이 속에, 7~8개의 다른 진동 발생 화소(37(x1, y1))가 존재하지 않을 경우에는, 화소(36(x, y))의 밝기의 강도의 변화는 진동에 기인하는 것이 아니라고 판단하여 도 5의 스텝 S110으로 진행하고 화소(36(x, y))의 진동 발생 화소(37(x, y))의 특정을 취소한다.

[0042] 그리고, 프로세서(41)는 진동 발생 화소(37(x, y))의 특정을 확정시킨다. 프로세서(41)는 각 화상 프레임(35)에서 상기의 처리를 행하고, 촬상 소자(31)의 모든 화소(36(x, y))에 대해 진동 발생 화소(37(x, y))의 특정을 확정시킨다.

[0043] 도 6에 도시하는 바와 같이, 프로세서(41)는 초음파 혼(12), 캐필러리(13)의 화상에, 특정한 진동 발생 화소(37(x, y))에 대응하는 표시를 포함시킨 관측 화상(12e, 13e)을 출력함으로써, 초음파 혼(12), 캐필러리(13)의 이차원 면에서의 진동을 가시화하여 표시한다.

[0044] 관측 화상(12e, 13e)은 다양한 형식으로 할 수 있지만, 도 5에서는, 일례로서, 전등 등의 비간섭 광선을 초음파 혼(12)과 캐필러리(13)에 조사하여 취득한 일반적인 화상의 진동 발생 화소(37)에 대응하는 부분에 붉은 점(52)을 겹쳐서 나타내고 있다. 이 표시 방법에 의하면, 진동의 산이 되고 있는 영역에는, 다수의 붉은 점(52)이 표시되고, 진동의 마디가 되고 있는 부분에는 붉은 점은 거의 표시되지 않는다. 도 5에 도시하는 예에서는, 붉은 점(52)이 많이 표시되어 있는 초음파 혼(12)과, 캐필러리(13)의 직경이 변화되는 중간 부분과, 캐필러리(13)의 선단 부분에 진동의 산이 있고, 그 밖의 부분이 진동의 마디인 것을 알 수 있다.

[0045] 이상에서 설명한 바와 같이, 실시형태의 진동 검출 시스템(100)은 초음파 혼(12)이나 캐필러리(13)의 이차원의 화상을 처리하여 이차원의 관측 화상(12e, 13e)으로서 표시하므로, 초음파 혼(12)이나 캐필러리(13)의 이차원 면에서의 진동을 리얼타임으로 검출할 수 있다.

[0046] 이상의 설명에서는, 진동 검출 시스템(100)은 와이어 본딩 장치(10)의 초음파 혼(12)과 캐필러리(13)의 진동을 검출하는 것으로서 설명했지만, 와이어 본딩 장치(10)의 다른 부분의 진동의 검출에도 적용할 수 있다.

[0047] 예를 들면, 도 1에 도시하는 와이어 본딩 장치(10)의 본딩 시에 반도체 소자(17)에 평행 레이저광(21)을 조사하여, 반도체 소자(17)의 진동을 검출할 수 있다. 그리고, 반도체 소자(17)의 진동이 클 경우에는, 캐필러리(13)로부터의 진동 에너지가 본딩 이외의 진동에 소비되고 있어, 본딩이 양호하게 행해지고 있지 않다고 판단할 수 있다. 마찬가지로 기판(18)의 진동이 큰지 아닌지를 검출하고, 기판(18)의 진동이 클 경우에는, 캐필러리(13)로부터의 진동 에너지가 본딩 이외의 진동에 소비되고 있어, 본딩이 양호하게 행해지고 있지 않다고 판단할 수 있다.

[0048] 또, 진동 검출 시스템(100)은 와이어 본딩 장치(10) 이외의 장치, 예를 들면, 다이본딩 장치 등의 다른 반도체 제조 장치의 각 부의 진동의 검출에 적용할 수 있다.

[0049] 이상의 설명에서는, 레이저광원(20)은 단일 파장의 평행 레이저광(21)을 관측 대상물에 조사하는 것으로서 설명했지만, 이것에 한정하지 않고, 파장에 조금 폭이 있어도 되고, 평행광이 아닌 레이저광을 조사하도록 해도 된다. 또, 레이저광은 강도에 다소의 얼룩이 있어도 된다. 또, 이상의 설명에서는, 간섭 패턴의 화상은 다수의 명부(33)와 암부(34)를 포함하는 반점 모양으로서 설명했지만, 이것에 한정되지 않고, 줄무늬 모양 등 다른 모양이어도 된다.

[0050] 또, 관측 대상물의 진동 방향이 일방향이 아닌 경우에는, 레이저광원(20)과 카메라(30)를 복수개 준비하고, 다방향으로부터 관측 대상물에 레이저광을 조사함과 아울러 복수의 카메라(30)로 다방향으로부터 화상을 촬상함으로써, 다방향의 진동을 검출할 수 있다.

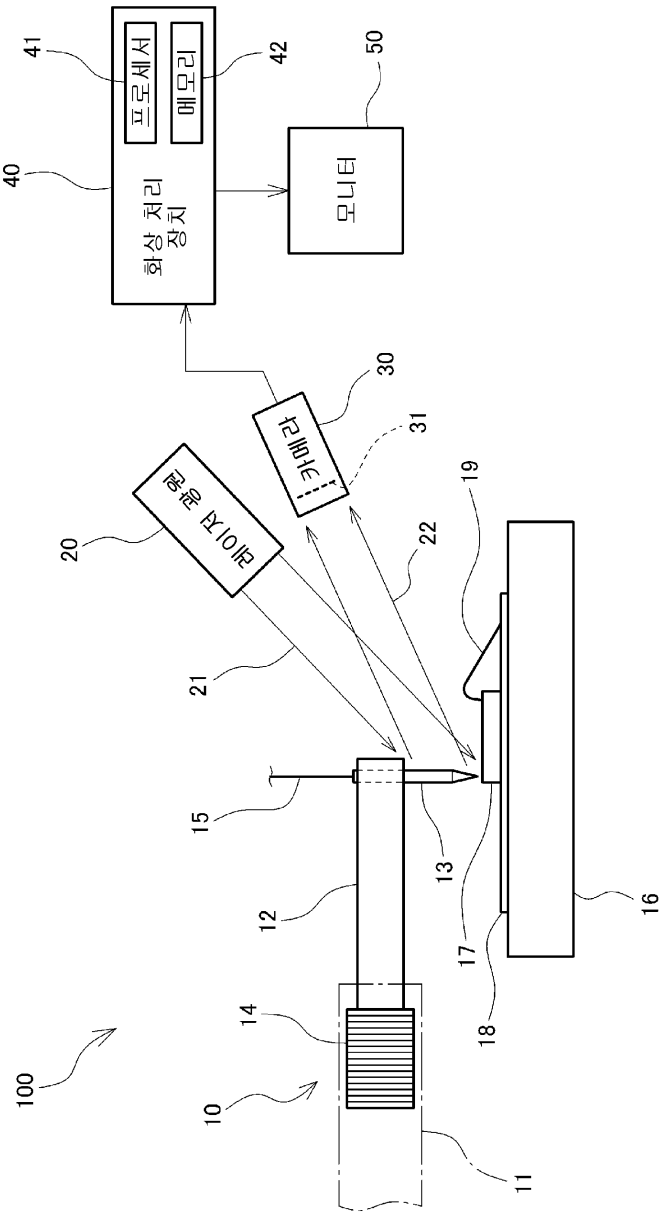
부호의 설명

[0051] 10 와이어 본딩 장치, 11 본딩 암, 12 초음파 혼, 12a, 13b, 13c 화상, 12e, 13e 관측 화상, 13 캐필러리, 13a 표면, 14 초음파 진동자, 15 와이어, 16 본딩 스테이지, 17 반도체 소자, 18 기판, 19 루프 와이어, 20 레이저

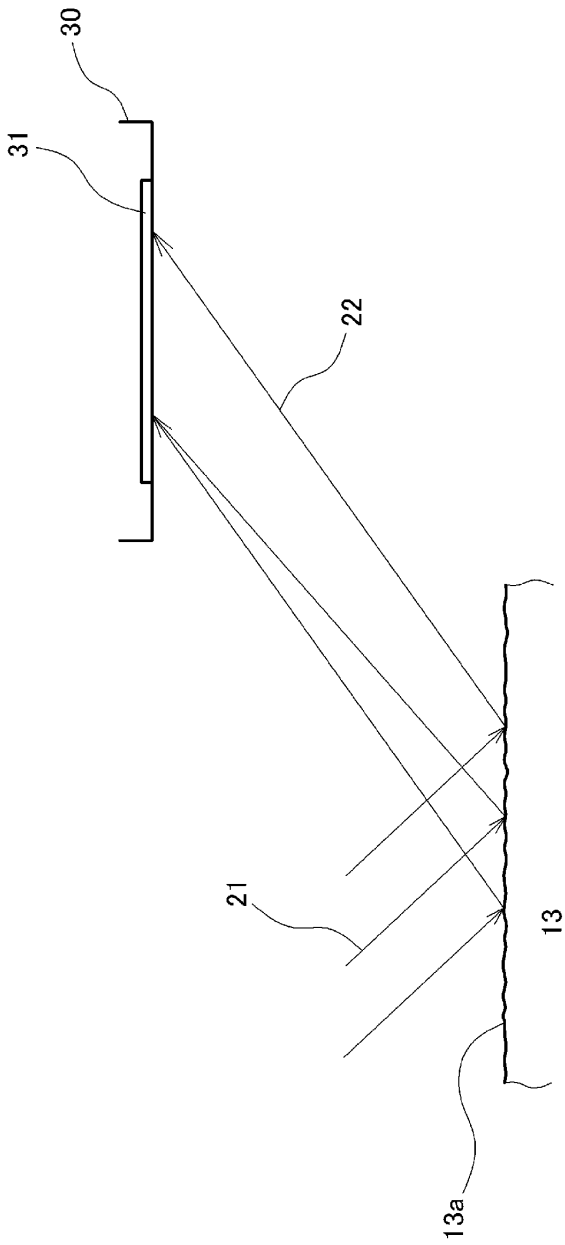
광원, 21 평행 레이저광, 22 반사 레이저광, 30 카메라, 31 촬상 소자, 32 시야, 33 명부, 34 암부, 35, 35v, 35s 화상 프레임, 36 화소, 37 진동 발생 화소, 40 화상 처리 장치, 41 프로세서, 42 메모리, 50 모니터, 52 붉은 점, 100 진동 검출 시스템.

도면

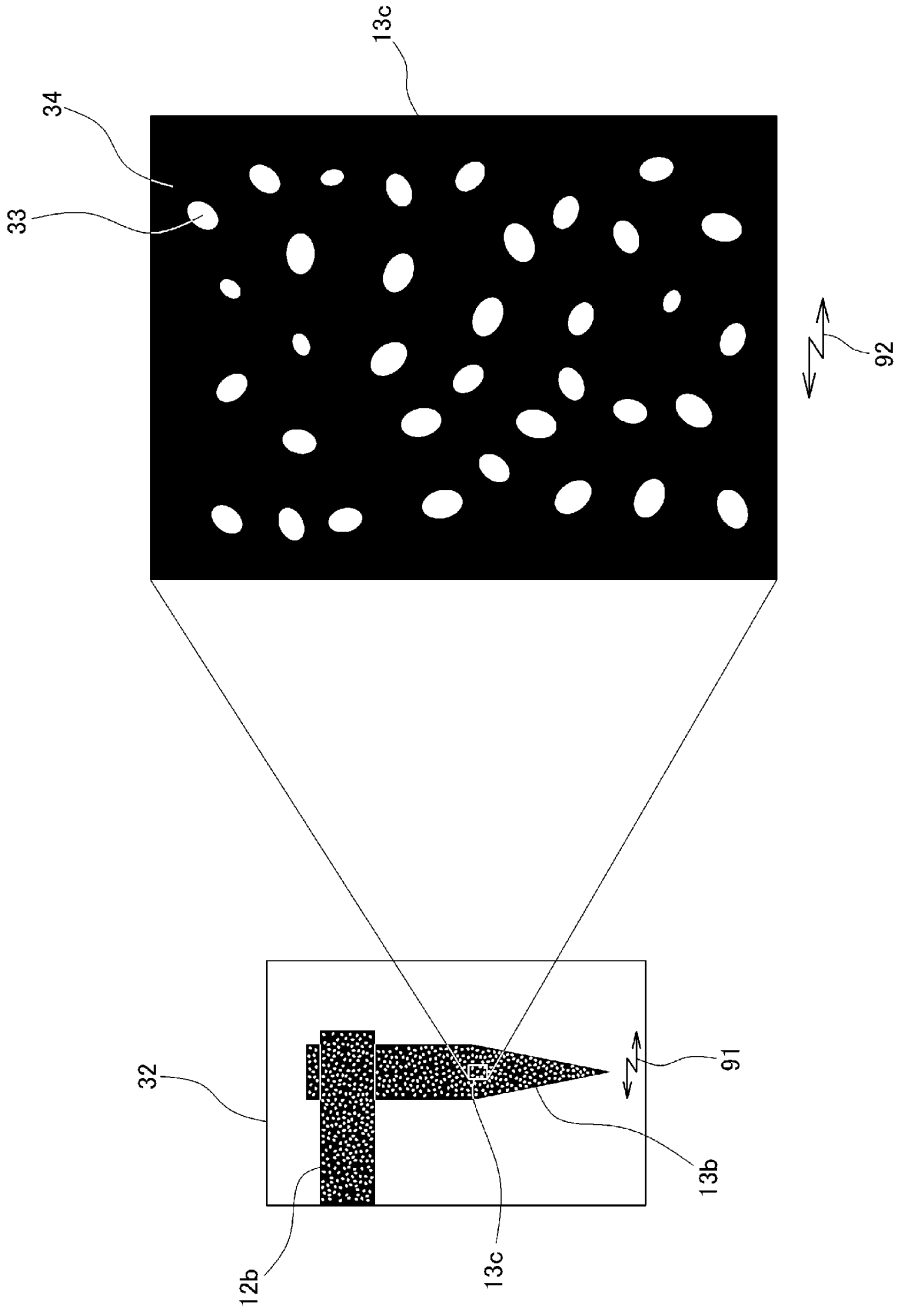
도면1



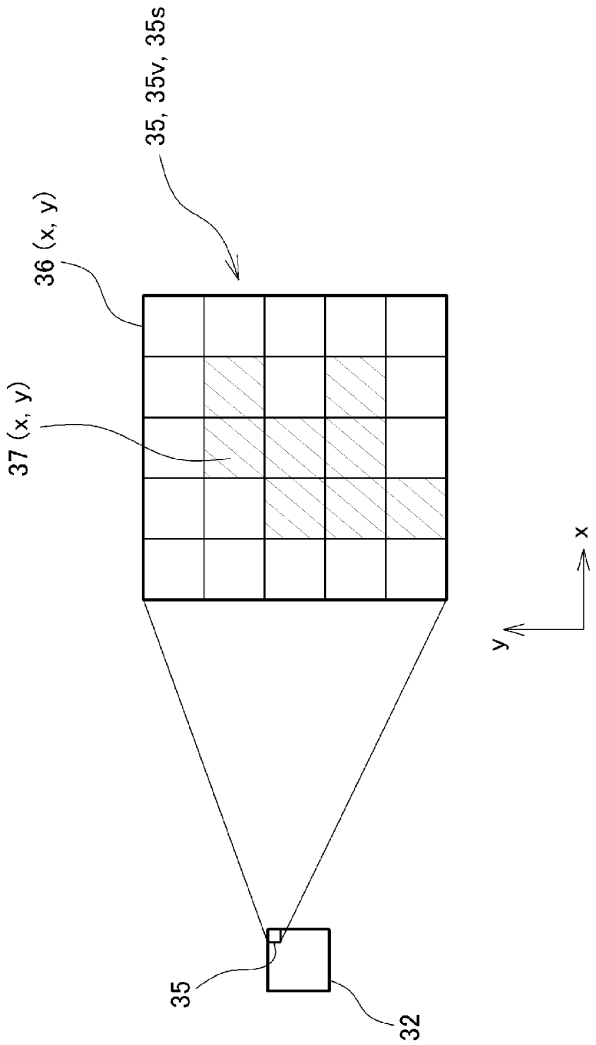
도면2



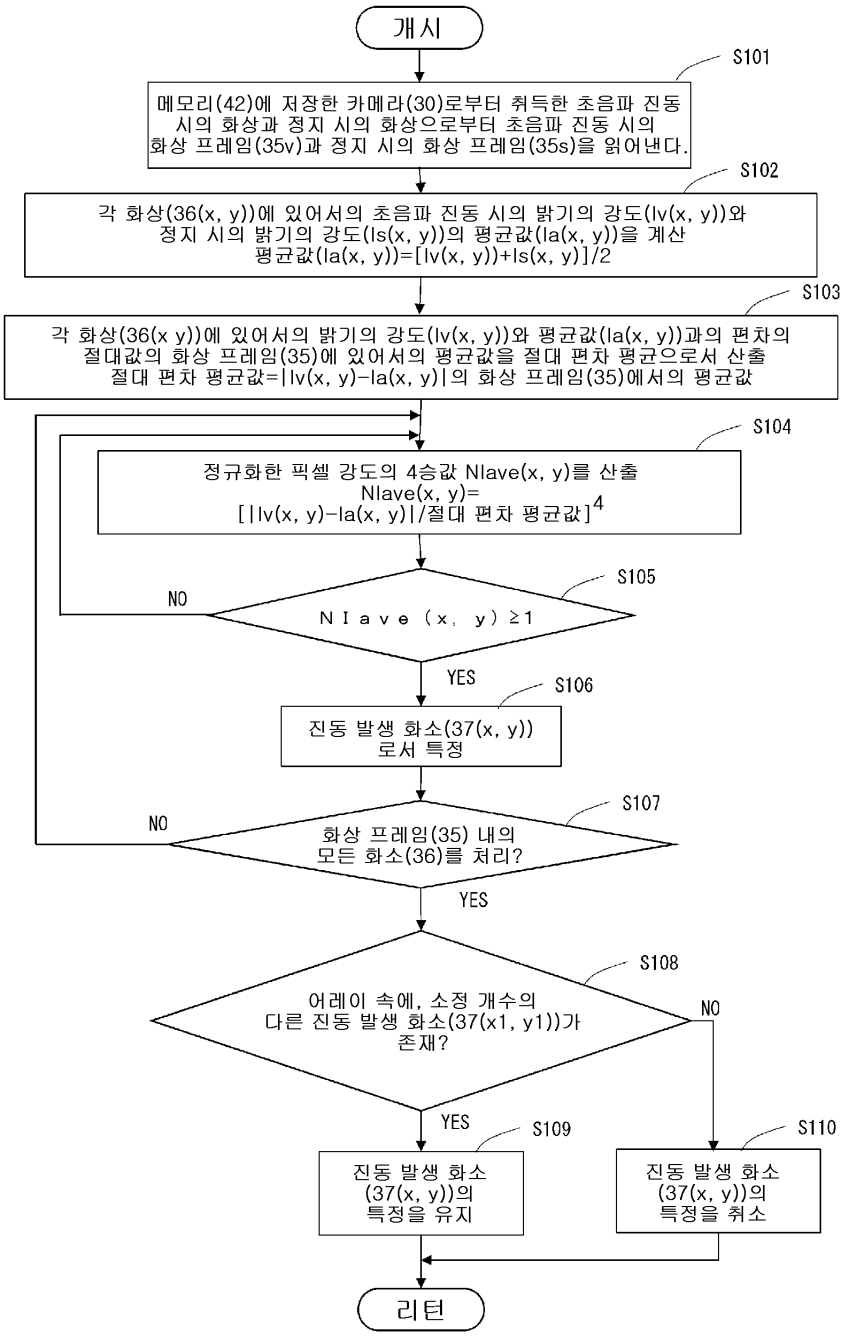
도면3



도면4



도면5


개시
S101
메모리(42)에 저장한 카메라(30)로부터 취득한 초음파 진동 시의 화상과 정지 시의 화상으로부터 초음파 진동 시의 화상 프레임(35v)과 정지 시의 화상 프레임(35s)을 읽어낸다.
S102
각 화상(36(x, y))에 있어서의 초음파 진동 시의 밝기의 강도(Iv(x, y))와 정지 시의 밝기의 강도(Is(x, y))의 평균값(Ia(x, y))을 계산
평균값(Ia(x, y))=[Iv(x, y))+Is(x, y)]/2
S103
각 화상(36(x y))에 있어서의 밝기의 강도(Iv(x, y))와 평균값(Ia(x, y))과의 편차의 절대값의 화상 프레임(35)에 있어서의 평균값을 절대 편차 평균으로서 산출
절대 편차 평균값=|Iv(x, y)-Ia(x, y)|의 화상 프레임(35)에서의 평균값
S104
정규화한 픽셀 강도의 4승값 NIave(x, y)를 산출
NIave(x, y)=
[|Iv(x, y)-Ia(x, y)|/절대 편차 평균값]4
S105
NIave(x, y)≥1
NO
YES
S106
진동 발생 화소(37(x, y))로서 특정
S107
화상 프레임(35) 내의 모든 화소(36)를 처리?
NO
YES
S108
어레이 속에, 소정 개수의 다른 진동 발생 화소(37(x1, y1))가 존재?
NO
YES
S109
진동 발생 화소(37(x, y))의 특정을 유지
S110
진동 발생 화소(37(x, y))의 특정을 취소
리턴

도면6

