(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년01월29일
(11) 등록번호 10-1943464
(24) 등록일자 2019년01월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01H 1/08 (2006.01) *G06T 5/50* (2006.01)
G06T 7/13 (2017.01) *H04N 5/225* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01H 1/08 (2013.01)
G06T 5/50 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0105606
(22) 출원일자 2017년08월21일
심사청구일자 2017년08월21일
(56) 선행기술조사문헌
JP2001133320 A*
KR101063565 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한밭대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
이승호
대전광역시 유성구 엑스포로 448, 402동 402호(전민동, 엑스포아파트)
고태영
서울특별시 관악구 호암로 399, 309동 2002호 (신림동, 삼성산주공아파트)
임송환
경기도 화성시 10용사로 221, 105동 1101호(병점동, 성호1차아파트)
(74) 대리인
이은철, 김중호

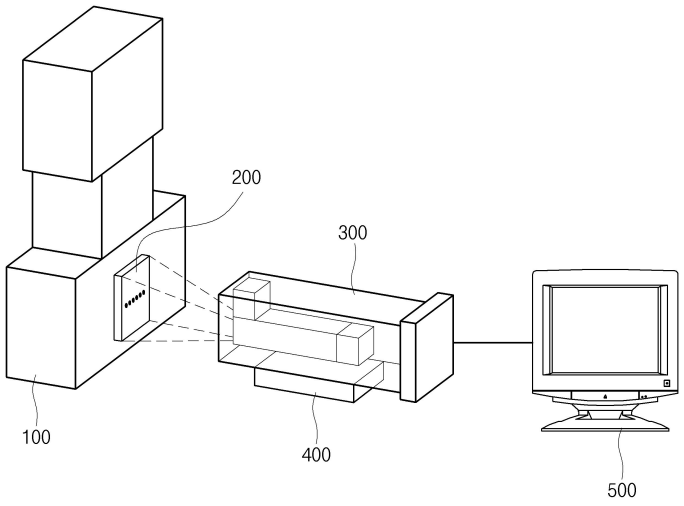
전체 청구항 수 : 총 4 항 심사관 : 김기환

(54) 발명의 명칭 **영상처리를 이용한 초음파 진폭 측정기 시스템**

(57) 요 약

본 발명에서는 영상처리를 이용한 초음파 진폭 측정기 시스템을 개시하였다. 본 발명은 진동체의 진폭 측정을 위한 기준이 되는 복수의 점들이 형성되어 있는 타겟 마크와, 상기 타겟 마크의 영상을 촬영하는 카메라, 상기 카메라의 전면에 설치되어 상기 타겟 마크에서 방출된 빛을 상기 카메라로 전달하는 렌즈부, 및 상기 카메라의 광축과 일치하는 축방향으로 빛을 조명하는 동축 조명 기구를 구비한 촬영부와, 상기 카메라로부터 촬영된 상기 타겟 마크의 진동전 영상에서 x축 및 y축 상의 최고점 및 최저점을 추출하고, 상기 카메라로부터 촬영된 상기 타겟 마크의 진동후 영상에서 x축 및 y축 상의 최고점 및 최저점을 추출하여, 상기 진동체의 x축 및 y축 진폭을 계산하는 영상처리부를 포함한다. 본 발명에 의하면, 초음파 진동장치의 형태에 무관하게 현장에서 쉽고 간편하게 x축 및 y축 진폭을 측정할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G06T 7/13 (2017.01)
H04N 5/225 (2018.08)
G06T 2207/10132 (2013.01)

공지예외적용 : 있음

명 세 서

청구범위

청구항 1

진동체의 진폭 측정을 위한 기준이 되는 복수의 점들이 각각 반지름 10㎛ 내지 50㎛ 를 가지는 원형으로, 서로간의 거리는 상기 반지름의 절반에서 두배 사이만큼 떨어진 상태로 형성되어 있는 타겟 마크;

상기 타겟 마크의 영상을 촬영하는 카메라, 상기 카메라의 전면에 설치되어 상기 타겟 마크에서 방출된 빛을 상기 카메라로 전달하는 렌즈부, 및 상기 카메라의 광축과 일치하는 축방향으로 빛을 조명하는 동축 조명 기구를 구비한 촬영부; 및

상기 카메라로부터 촬영된 상기 타겟 마크의 진동전 영상에서 x축 및 y축 상의 최고점 및 최저점을 추출하고, 상기 카메라로부터 촬영된 상기 타겟 마크의 진동후 합성 영상에서 x축 및 y축 상의 최고점 및 최저점을 추출하여, 상기 진동체의 x축 및 y축 진폭을 계산하는 영상처리부;를 포함하며,

상기 진동후 합성 영상의 각 좌표에 대한 R, G, B 값들은,

진동체가 진동할 때 촬영한 타겟 마크에 대한 복수의 영상의 각 좌표의 R, G, B 값들을 각각 더한 후 그 값을 합성 영상에 사용된 진동후 영상의 개수로 나눈 값으로 설정하며,

상기 영상처리부는,

상기 카메라로부터 입력된 영상의 이미지 화소값(RGB)을 평균하여 Gray이미지로 변환하고 경계값을 기준으로 이진화하고, 이진화된 영상에서 가우시안 필터를 사용하여 블러링하고, 블러된 이미지의 경사값을 통하여 에지를 추출하고, 에지가 추출된 영상에서 3×3마스크를 이용하여 변환전 영상을 스캔하며 Blob Labeling 하여, 가장 큰 x값, 가장 작은 x값, 가장 큰 y값, 가장 작은 y값을 구해서 x축 및 y축 상의 최고점 및 최저점을 추출하는 것을 특징으로 하는 영상처리를 이용한 초음파 진폭 측정기 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 타겟 마크에 대한 정확한 영상을 입력받기 위하여 상기 촬영부의 위치를 미세 조정할 수 있도록, x축, y축, z축으로 각각 움직일 수 있는 마이크로 스테이지;를 더 포함하는 영상처리를 이용한 초음파 진폭 측정기 시스템.

청구항 4

(a) 측정하려는 진동체에 진폭 측정을 위한 기준이 되는 복수의 점들이 각각 반지름 10㎛ 내지 50㎛ 를 가지는 원형으로, 서로간의 거리는 상기 반지름의 절반에서 두배 사이만큼 떨어진 상태로 표시되어 있는 타겟 마크를 부착하는 단계;

(a-1) 카메라에 상기 타겟 마크의 영상이 선명하게 맺히도록 마이크로 스테이지를 미세 조정하는 단계;

(b) 상기 타겟 마크의 진동 전 영상을 촬영하는 단계;

(c) 상기 진동체를 가동시켜 상기 타겟 마크의 진동 후 영상을 복수개 촬영하는 단계;

(d) 상기 진동 전 영상을 Blob Labeling 영상으로 변환하는 단계;

(e) 상기 Blob Labeling된 진동전 영상에서 상기 타겟 마크에 표시된 점들의 중심점과 x축 및 y축 상의 진동전 최고점 및 최저점을 추출하는 단계;

(f) 상기 진동 후 영상으로 촬영된 복수개 영상들을 각 좌표의 R, G, B 값을 이용하여 하나의 합성 영상으로 합

성하는 단계;

(g) 상기 합성 영상을 Blob Labeling 영상으로 변환하는 단계;

(h) 상기 Blob Labeling된 합성 영상에서 상기 타겟 마크에 표시된 점들의 x축 및 y축 상의 진동후 최고점 및 최저점을 추출하는 단계; 및

(i) 상기 x축 및 y축 상의 진동후 최고점 및 최저점의 좌표에서 상기 진동전 최고점 및 최저점의 좌표를 빼서 진폭을 추출하는 단계;를 포함하며,

상기 (f) 단계에서 각 좌표에 대한 R, G, B 값들은,

진동체가 진동할 때 촬영한 타겟 마크에 대한 복수의 영상의 각 좌표의 R, G, B 값들을 각각 더한 후 그 값을 합성 영상에 사용된 진동후 영상의 개수로 나눈 값으로 설정하며,

상기 (d) 단계 또는 상기 (g) 단계는,

(d-1) 변환전 영상의 이미지 화소값(RGB)을 평균하여 Gray이미지로 변환하고, 경계값을 기준으로 이진화하는 단계;

(d-2) 상기 이진화된 영상에서 가우시안 필터를 사용하여 블러링하고, 블러된 이미지의 경사값을 통하여 에지를 추출하는 단계;

(d-3) 상기 에지가 추출된 영상에서 3×3마스크를 이용하여 변환전 영상을 스캔하여 Blob Labeling을 하고, 가장 큰 x값, 가장 작은 x값, 가장 큰 y값, 가장 작은 y값을 구하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상처리를 이용한 초음파 진폭 측정 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 (h) 단계는,

상기 Blob Labeling된 합성 영상에서, 상기 진동전 영상에서 추출한 중심점을 기준으로 x축 좌표를 증가시켜 해당 좌표값이 Blob과 만나는 좌표를 x축 상의 진동후 최대값으로 하고, 상기 진동전 영상에서 추출한 중심점을 기준으로 x축 좌표를 감소시켜 해당 좌표값이 Blob과 만나는 좌표를 x축 상의 진동후 최소값으로 하고, 상기 진동전 영상에서 추출한 중심점을 기준으로 y축 좌표를 증가시켜 해당 좌표값이 Blob과 만나는 좌표를 y축 상의 진동후 최대값으로 하고, 상기 진동전 영상에서 추출한 중심점을 기준으로 y축 좌표를 감소시켜 해당 좌표값이 Blob과 만나는 좌표를 y축 상의 진동후 최소값으로 하는 것을 특징으로 하는 영상처리를 이용한 초음파 진폭 측정 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 영상처리를 이용한 초음파 진폭 측정기 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 진동 전후의 타겟 마크의 영상을 비교하여 진폭을 결정하는 시스템에 관한 것이다. 특히 본 발명은 영상을 이진화하고, 에지를 추출하고, Blob Labeling하여 최고점과 최저점을 구하는 방법을 보여준다. 본 발명은 이러한 시스템 및 방법에 의해 초음파 진동체의 형태에 무관하게 현장에서 쉽고 간편하게 x축 및 y축 진폭을 측정할 수 있는 영상처리를 이용한 초음파 진폭 측정기 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 초음파는 인간의 가청주파수를 초과하는 20 KHz 이상의 주파수를 가지는 파동이다. 초음파는 높은 에너지를 가지고 있으며 진동시 발생되는 공동현상(Cavitation) 그리고 지향성(directivity)의 특유한 성질을 이용하여 응집작용, 분산작용, 화학작용, 생물학작용 및 각종 탐지에 응용되고 있으며, 의학적 목적(산부인과 외), 군사용 목적으로 그 활용도는 넓고 다양하다.

[0003] 초음파 진동기는 초음파 용착기, 초음파 세척기, 초음파 가습기 등에 사용되고 있다. 초음파 용착기는 초음파로

진동하여 순간적인 강한 마찰열을 발생시켜 플라스틱의 접합면이 용해 접착되어 강한 분자 결합을 시키는 기계이다. 초음파 세척기는 초음파를 물속에서 발생시켜 물 분자의 진동으로 과일이나 채소의 미세한 먼지나 잔류농약을 제거한다. 초음파 가습기는 초음파를 이용해 물 입자를 쪼개어 차가운 수증기를 발생시킨다.

[0004] 이러한 기계장치의 완성도를 확인하기 위해서는 설정한 진폭과 진동하는 부분의 진폭이 같은지 측정하여 확인할 필요가 있다. 오차가 있을 시, 진동을 주는 부분과 진동하는 부분을 둘다 측정하여 진동하는 부분이 문제인지 아니면 결합문제인지 확인한다면 제품의 품질을 개선할 수 있다.

[0005] 초음파 진동을 사용하는 제품은 매우 짧은 시간 동안 미세하게 진동하기 때문에 그 진동을 사람의 눈으로 확인할 수 없어 불가피하게 측정장치를 사용하여야 한다.

[0006] 초음파 진폭 측정은 접촉식 방법과 비접촉식 방법이 있다.

[0007] 접촉식 측정방법으로는 현장에서 사용할 수 있는 다이얼게이지를 이용한 측정방식이 있으나, 정확도가 매우 떨어지고, 위치별로 측정하기에는 공간적인 적용 한계가 있어서 참고적으로 사용하는 수준에 불과하다.

[0008] 초음파 진폭 측정은 진폭과 진동 모드에 영향을 미치지 않아야 하기 때문에 대부분 비접촉 방법을 사용한다. 비접촉식 측정방법으로는 측정 주파수의 범위에 따라 사용되는 LVD(Laser Doppler Vibrometer) 방식이 널리 사용되고 있으나, 장비가 고가이고 측정방법이 복잡하여 현장에 쉽게 적용하기는 어려운 실정이다.

[0009] 따라서 보다 간단하며 저렴한 초음파 진동측정 장치가 필요하다.

[0010] 등록특허공보 제10-1539945호 “간섭계를 이용한 진동측정방법”은 간섭계를 이용한 진동측정방법에 관한 것으로서, 이미지 획득단계와, 이동폭 산출단계와, 진폭 산출단계와, 주기 산출단계를 포함하는 진동측정방법을 개시한다. 측정하는 시스템의 구조를 간소화시키고, 시스템의 데이터 처리 부하를 줄이기 위한 것이나, 모아레 무늬의 좌우 이동폭을 측정하기 위해 여전히 고가이며 정밀한 광학 부품들이 필요하다.

[0011] 등록특허공보 제10-1434393호 “카메라 이미지를 이용한 진동변위 측정방법”는 카메라 이미지를 이용한 진동변위 측정방법에 관한 것으로, 측정대상체의 획득된 이미지의 에지 좌표에 대하여 실수형 좌표값으로 표현될수 있도록 측정대상체의 획득된 이미지에 대하여 향상된 실수형 에지 좌표값을 얻을 수 있도록 하여 이미지의 픽셀해상도 이상의 측정해상도를 얻을 수 있도록 한 카메라 이미지를 이용한 진동변위 측정방법을 개시하고 있다. 다만, 1방향의 진동만 측정 가능하고, 측정대상체를 직접 측정하므로 배경과 대비되지 않는 경우 정밀한 측정이 어려운 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0012] (특허문헌 0001) 등록특허공보 제10-1539945호 “간섭계를 이용한 진동측정방법”

(특허문헌 0002) 등록특허공보 제10-1434393호 “카메라 이미지를 이용한 진동변위 측정방법”

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명의 목적은, 초음파 진동 제품의 형태에 무관하게 초음파 진동의 진폭을 현장에서 쉽고 간편하게 측정할 수 있는 초음파 진폭 측정기 시스템을 제공하는 것이다.

[0014] 본 발명의 다른 목적은, 시스템 구성이 간단하여 제작단가가 낮으며, 이동이 용이하여 현장에서 쉽고 간편하게 측정할 수 있는 초음파 진폭 측정기 시스템을 제공하는 것이다.

[0015] 본 발명의 또 다른 목적은, 다양한 주파수를 가진 초음파 진동의 진폭을 측정할 수 있고, x축, y축의 진폭을 동시에 측정할 수 있는 초음파 진폭 측정기 시스템을 제공하는 것이다.

[0016] 본 발명의 목적은 이상에서 언급된 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0017] 상기 목적을 이루기 위한 하나의 양태에 따르면, 본 발명은 영상처리를 이용한 초음파 진폭 측정기 시스템에 있어서, 진동체의 진폭 측정을 위한 기준이 되는 복수의 점들이 형성되어 있는 타겟 마크; 상기 타겟 마크의 영상을 촬영하는 카메라, 상기 카메라의 전면에 설치되어 상기 타겟 마크에서 방출된 빛을 상기 카메라로 전달하는 렌즈부, 및 상기 카메라의 광축과 일치하는 축방향으로 빛을 조명하는 동축 조명 기구를 구비한 촬영부; 및 상기 카메라로부터 촬영된 상기 타겟 마크의 진동전 영상에서 x축 및 y축 상의 최고점 및 최저점을 추출하고, 상기 카메라로부터 촬영된 상기 타겟 마크의 진동후 영상에서 x축 및 y축 상의 최고점 및 최저점을 추출하여, 상기 진동체의 x축 및 y축 진폭을 계산하는 영상처리부;를 포함한다.

[0018] 상기 영상처리부는, 상기 카메라로부터 입력된 영상의 이미지 화소값(RGB)을 평균하여 Gray이미지로 변환하고 경계값을 기준으로 이진화하고, 이진화된 영상에서 가우시안 필터를 사용하여 블러링하고, 블러된 이미지의 경사값을 통하여 에지를 추출하고, 에지가 추출된 영상에서 3×3마스크를 이용하여 변환전 영상을 스캔하며 Blob Labeling 하여, 가장 큰 x값, 가장 작은 x값, 가장 큰 y값, 가장 작은 y값을 구해서 x축 및 y축 상의 최고점 및 최저점을 추출할 수 있다.

[0019] 상기 영상처리를 이용한 초음파 진폭 측정기 시스템은 상기 타겟 마크에 대한 정확한 영상을 입력받기 위하여 상기 촬영부의 위치를 미세 조정할 수 있도록, x축, y축, z축으로 각각 움직일 수 있는 마이크로 스테이지;를 더 포함할 수 있다.

[0020] 상기 목적을 이루기 위한 또 다른 양태에 따르면, 본 발명은 영상처리를 이용한 초음파 진폭 측정 방법에 있어서, (a) 측정하려는 진동체에 진폭 측정을 위한 기준이 되는 복수의 점들이 표시되어 있는 타겟 마크를 부착하는 단계; (b) 상기 타겟 마크의 진동 전 영상을 촬영하는 단계; (c) 상기 진동체를 가동시켜 상기 타겟 마크의 진동 후 영상을 복수개 촬영하는 단계; (d) 상기 진동 전 영상을 Blob Labeling 영상으로 변환하는 단계; (e) 상기 Blob Labeling된 진동전 영상에서 상기 타겟 마크에 표시된 점들의 중심점과 x축 및 y축 상의 진동전 최고점 및 최저점을 추출하는 단계; (f) 상기 진동 후 영상으로 촬영된 복수개 영상들을 각 좌표의 R, G, B 값을 이용하여 하나의 합성 영상으로 합성하는 단계; (g) 상기 합성 영상을 Blob Labeling 영상으로 변환하는 단계; (h) 상기 Blob Labeling된 합성 영상에서 상기 타겟 마크에 표시된 점들의 x축 및 y축 상의 진동후 최고점 및 최저점을 추출하는 단계; 및 (i) 상기 x축 및 y축 상의 진동후 최고점 및 최저점의 좌표에서 상기 진동전 최고점 및 최저점의 좌표를 빼서 진폭을 추출하는 단계;를 포함한다.

[0021] 상기 (d) 단계 또는 상기 (g) 단계는, (d-1) 변환전 영상의 이미지 화소값(RGB)을 평균하여 Gray이미지로 변환하고, 경계값을 기준으로 이진화하는 단계; (d-2) 상기 이진화된 영상에서 가우시안 필터를 사용하여 블러링하고, 블러된 이미지의 경사값을 통하여 에지를 추출하는 단계; (d-3) 상기 에지가 추출된 영상에서 3×3마스크를 이용하여 변환전 영상을 스캔하여 Blob Labeling을 하고, 가장 큰 x값, 가장 작은 x값, 가장 큰 y값, 가장 작은 y값을 구하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0022] 상기 (h) 단계는, 상기 Blob Labeling된 합성 영상에서, 상기 진동전 영상에서 추출한 중심점을 기준으로 x축 좌표를 증가시켜 해당 좌표값이 Blob과 만나는 좌표를 x축 상의 진동후 최대값으로 하고, 상기 진동전 영상에서 추출한 중심점을 기준으로 x축 좌표를 감소시켜 해당 좌표값이 Blob과 만나는 좌표를 x축 상의 진동후 최소값으로 하고, 상기 진동전 영상에서 추출한 중심점을 기준으로 y축 좌표를 증가시켜 해당 좌표값이 Blob과 만나는 좌표를 y축 상의 진동후 최대값으로 하고, 상기 진동전 영상에서 추출한 중심점을 기준으로 y축 좌표를 감소시켜 해당 좌표값이 Blob과 만나는 좌표를 y축 상의 진동후 최소값으로 할 수 있다.

발명의 효과

[0023] 본 발명에 따른 영상처리를 이용한 초음파 진폭 측정기 시스템은 타겟 마크를 이용하므로, 초음파 진동 제품의 형태에 무관하게 초음파 진동의 진폭을 현장에서 쉽고 간편하게 측정할 수 있다.

[0024] 또한, 본 발명에 따른 영상처리를 이용한 초음파 진폭 측정기 시스템은 시스템 구성이 간단하여, 제작 단가가 낮으며, 이동이 용이하여 초음파 진동의 진폭을 현장에서 쉽고 간편하게 측정할 수 있다.

[0025] 또한, 본 발명에 따른 영상처리를 이용한 초음파 진폭 측정기 시스템은 영상처리를 이용하므로, 다양한 주파수를 가진 초음파 진동의 진폭도 측정할 수 있고, x축, y축 방향의 진폭을 동시에 측정할 수 있다.

[0026] 또한, 본 발명에 따른 영상처리를 이용한 초음파 진폭 측정기 시스템은 진동에 대한 정확한 진폭 측정이 가능하

므로, 초음파 진동기에 대한 성능개선 및 최적화로 관련 생산 제품의 고품질화에 기여할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상처리를 이용한 초음파 진폭 측정기 시스템의 구성도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 타겟 마크의 형상을 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상처리를 이용한 초음파 진폭 측정기 시스템의 촬영부를 나타내는 구성도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상처리를 이용한 초음파 진폭 측정 방법을 나타내는 순서도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 진폭 계산 과정을 나타내는 순서도이다.

도 6(a)는 본 발명의 일 실시예에 따라 진동 전 영상에서 에지가 추출된 것을 나타내는 영상이다.

도 6(b)는 본 발명의 일 실시예에 따라 Blob Labeling 진동전 영상에서 중심점과 x축 및 y축 상의 최고점 및 최저점을 추출한 것을 나타내는 영상이다.

도 7(a)는 본 발명의 일 실시예에 따라 진동후 촬영한 영상들이 하나의 합성 영상으로 합성되는 것을 나타내는 영상이다.

도 7(b)는 본 발명의 일 실시예에 따라 Blob Labeling 진동후 합성 영상에서 x축 및 y축 상의 최고점 및 최저점을 추출한 것을 나타내는 영상이다.

도 7(c)는 본 발명의 일 실시예에 따라 진동후 합성 영상에서 측정된 x축 및 y축 상의 진폭을 나타내는 영상이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상처리를 이용한 초음파 진폭 측정기 시스템을 이용하여 초음파 용착기의 진폭을 측정한 결과를 나타내는 영상이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 이하, 첨부한 도면들 및 후술되어 있는 내용을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예들을 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명은 여기서 설명되어지는 실시 예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되어지는 것이다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다. 한편, 본 명세서에서 사용된 용어는 실시 예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급되지 않는 한 복수형도 포함된다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자가 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

[0029] 이하, 도 1 내지 도 8을 참조하여, 본 발명의 일실시예에 따른 영상처리를 이용한 초음파 진폭 측정기 시스템에 대하여 상세히 설명하기로 한다.

[0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상처리를 이용한 초음파 진폭 측정기 시스템의 구성도이다.

[0031] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 영상처리를 이용한 초음파 진폭 측정기 시스템은 타겟 마크(200), 촬영부(300), 마이크로 스테이지(400), 그리고 영상처리부(500)를 포함한다.

[0032] 타겟 마크(200)는 진폭을 측정하고자 하는 초음파 진동체(100)에 부착된다. 초음파 진동체(100)가 진동을 시작하면, 타겟 마크(200)도 함께 진동한다. 따라서, 타겟 마크(200)의 진동을 측정하면, 초음파 진동체(100)의 진폭을 측정할 수 있다.

[0033] 타겟 마크(200)의 영상은 촬영부(300)에서 촬영한다. 타겟 마크(200)가 정지한 경우에 타겟 마크의 영상이 촬영부에 정확히 초점이 맺히도록 마이크로 스테이지(400)를 조정할 수 있다.

[0034] 타겟 마크(200)가 진동하는 경우 촬영부는 타겟 마크에 대한 복수의 영상을 반복 촬영한다. 이렇게 촬영된 영상들은 영상처리부(500)에서 합성후, 진동후 합성 영상의 최대값과 최소값을 구하고, 진동전 영상의 최대값과 최소값을 이용하여 초음파 진동체(100)의 진폭을 구할 수 있다.

[0035] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 타겟 마크의 형상을 나타낸 도면이다.

[0036] 도 2를 참조하면, 타겟 마크(200)는 백색의 판에 복수개의 검은색 원형 점(201, 202, 203, ...)을 인쇄하여 제작할 수 있다. 타겟 마크(200)는 진동체의 진폭 측정을 위한 기준점 역할을 하므로, 촬영부에서 진동을 정확히 측정할 수 있도록 배경과 선명히 구분되도록 제작되는 것이 바람직하다. 따라서 배경과 선명히 대비된다면 노란색 바탕에 빨간색 점 등 다양한 조합으로 구성할 수 있다. 또한, 점의 형태도 사각형 등을 사용할 수 있다. 다만, 인쇄상태의 오차를 고려할 때, 원형의 점이 영상처리에 유리하다.

[0037] 점의 반지름은 초음파 진동체의 진폭에 맞추어 설정할 수 있다. 통상적인 초음파 진동의 진폭이 10㎛ 내외이므로, 반지름 r은 10㎛ 내지 50㎛ (직경은 20㎛ 내지 100㎛)인 것이 바람직하다. 점 사이의 간격 d는 r/2 내지 2r인 것이 바람직하다.

[0038] 점의 개수가 많으면, 1번 측정시 많은 점을 측정할 수 있어서 한번에 많은 점들의 평균을 구할 수 있으나, 너무 많은 점의 경우 영상처리에 시간이 소요될 수 있으며, 카메라의 프레임 레이트가 낮은 경우 1번 측정으로는 정확한 진동 영상촬영이 안되었을 가능성이 있다. 따라서 1열로 구성된 5개 내지 10개의 점을 이용하는 것이 바람직하다.

[0039] 본 발명에 따른 초음파 진폭 측정기 시스템은 타겟 마크를 이용하므로, 타겟 마크를 부착할 수 있다면 초음파 진동 제품의 형태에 무관하게, 초음파 진동의 진폭을 현장에서 쉽고 간편하게 측정할 수 있는 장점이 있다.

[0040] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상처리를 이용한 초음파 진폭 측정기 시스템의 촬영부를 나타내는 구성도이다.

[0041] 도 3을 참조하면, 촬영부(300)는 카메라(310), 렌즈부(330), 동축 조명 기구(350)를 포함한다.

[0042] 카메라(310)는 타겟 마크(200)의 영상을 촬영한다. 카메라는 일반적인 디지털 카메라를 사용할 수도 있고, CCD 또는 CMOS 등의 반도체 소자를 이용한 촬상소자(image sensor)를 이용할 수도 있다. 촬영된 디지털 영상은 영상처리부(500)로 전달할 수 있다.

[0043] 카메라(310)는 고속으로 진동하는 초음파 진동체를 측정하기 위하여, 가급적 프레임 레이트(Frame Rate)가 높은 것을 사용하는 것이 바람직하다. 같은 공간에서 화소수가 적으면 하나의 픽셀이 받아들일 수 있는 광량이 늘어나므로, 광량에 민감하도록 저화소의 카메라를 사용할 수 있다.

[0044] 렌즈부(330)는 카메라(310)의 전면에 설치되어 타켓 마크(200)에서 방출된 빛을 카메라로 전달한다. 렌즈부(330)는 오목렌즈 또는 볼록렌즈를 포함할 수 있고, 광가이드(optical waveguide) 또는 빔스플리터(beam splitter) 등을 포함할 수도 있다. 렌즈부(330)는 타겟 마크(200)에서 방출된 빛이 카메라의 촬상소자에 초점이 맞추어 질 수 있는 거리로 구성된다. 초점을 정확히 맞추기 위해서 촬영부(300)의 하부에 설치되는 마이크로 스테이지(400)를 이용할 수 있다.

[0045] 렌즈부(330)에는 5배 내지 20배의 배율을 갖는 볼록렌즈를 사용할 수 있다. 배율이 너무 낮으면 해상도가 떨어지고, 배율이 너무 높으면 초점 거리가 짧아져 측정이 불편하다. 또한, 렌즈는 분해능이 1㎛ 내지 5㎛인 것을 사용하는 것이 바람직하다. 분해능이 너무 낮으면 측정 결과가 부정확해지고, 분해능이 너무 높으면 광학기기의 비용이 커지게 된다.

[0046] 동축 조명 기구(350)는 타겟 마크(200)의 촬영을 용이하게 하기 위하여 타겟 마크(200)에 빛을 조사하는 기구이다. 타겟 마크(200)에서 반사된 빛이 카메라(310)로 들어가는 광축과 일치하는 축 방향으로, 타겟 마크에 빛을 조사할 수 있다. 배율이 높은 렌즈를 사용하는 경우 시야폭이 좁아지므로 동축 조명만으로도 충분한 광량을 확보할 수 있다.

[0047] 동축 조명 기구(350)를 이용하기 위해서는 렌즈부(330)에 빔스플리터 등을 설치할 수 있다. 카메라의 광축과 일치하는 축방향으로 빛을 조명하므로 별도로 광축을 맞출 필요가 없어서, 장비가 간단해지고 장비의 조작을 손쉽게 할 수 있다.

[0048] 타겟 마크(200)의 정확한 영상을 입력받기 위하여 카메라(310)에 타겟 마크(200)의 상이 정확히 맺히도록 광학계의 위치를 미세 조정하는 것이 바람직하다. 이를 위해서, 촬영부(300)의 하부에 마이크로 스테이지(micro stage)(400)를 설치할 수 있다. 마이크로 스테이지(400)는 촬영부(300)의 위치를 미세 조정할 수 있도록 x, y, z축으로 각각 움직일 수 있다.

[0049] 영상처리부(500)는 상기 카메라(310)로부터 촬영된 상기 타겟 마크의 진동전 영상에서 x축 및 y축 상의 최고점,

최저점을 추출하고, 상기 카메라로부터 촬영된 상기 타겟 마크의 진동후 합성 영상에서 x축 및 y축 상의 최고점, 최저점을 추출하여, 상기 진동체의 x축 및 y축 진폭을 계산하고 그 결과를 외부로 출력할 수 있다.

[0050] 본 발명의 일 실시예에서, 영상처리부(500)는 시스템의 간결성과 저렴한 시스템 구성을 위해 Single Board Computer를 사용하였다. 영상 및 결과 확인을 위해 터치방식의 7인치 모니터를 Single Board Computer에 연결하여 사용하였다. 또한, 카메라로부터 입력된 영상을 분석하여 진폭을 계산하고, 화면에 효과적으로 나타낼 수 있도록 하였다.

[0051] 이상에서 살펴본 것과 같이, 본 발명에 따른 초음파 진폭 측정기 시스템은, 고가의 광학부품을 사용하지 않고 시스템 구성이 간단하여, 제작 단가가 낮으며, 이동이 용이하여 초음파 진동의 진폭을 현장에서 쉽고 간편하게 측정할 수 있는 장점이 있다.

[0052] 영상처리부(500)에서 제어 또는 처리하는 기능을 간단히 살펴보면 다음과 같다. 우선 카메라(310)로부터 영상을 입력받을 수 있다. 입력된 영상의 이미지 화소값(RGB)을 평균하여 Gray 이미지로 변환할 수 있다. Gray 이미지에서 경계값을 기준으로 이진화한 영상을 얻을 수 있다. 이진화된 영상에서 가우시안 필터를 사용하여 블러링 작업을 할 수 있다. 블러된 이미지의 경사값을 통하여 에지를 추출할 수 있다. 에지가 추출된 영상에서 3X3마스크를 이용하여 변환전 영상을 스캔하며 Blob Labeling을 하여, 가장 큰 x값, 가장 작은 x값, 가장 큰 y값, 가장 작은 y값을 구할 수 있다.

[0053] 이러한 영상처리부(500)의 동작을 자세히 살펴보고, 초음파 진동체의 진폭을 측정하는 방법을 살펴본다.

[0054] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상처리를 이용한 초음파 진폭 측정 방법을 나타내는 순서도이다.

[0055] 우선 측정하려는 초음파 진동체(100)에 타겟 마크(200)를 부착한다. 타겟 마크에는 진폭 측정을 위한 기준이 되는 복수의 점들이 표시되어 있다(S100).

[0056] 카메라(310)에 타겟 마크(200)의 영상이 선명하게 맺히도록 마이크로 스테이지(400)를 미세 조정한다(S200).

[0057] 초음파 진동체(100)가 정지된 상태에서, 카메라(310)로 타겟 마크(200)의 진동 전 영상을 촬영한다(S300). 촬영된 영상은 카메라에 저장하였다가 영상처리부(500)으로 전송하거나, 촬영 즉시 영상처리부로 전송할 수 있다.

[0058] 초음파 진동체(100)를 가동시켜 타겟 마크의 진동 후 영상을 복수개 촬영한다(S400). 진동후 영상의 촬영은 수회 반복하여 실시하는 것이 바람직하다. 특히 진동수가 큰 초음파의 경우 진폭 끝점의 촬영이 되도록 적절한 수의 측정을 실시할 수 있다.

[0059] 타겟 마크의 진동전 영상 및 진동후 영상 측정이 끝난 경우, 영상처리부(500)에서 영상처리를 통해 진폭을 계산할 수 있다(S500).

[0060] 영상처리를 통한 진폭 계산 방법은 도 5를 참조하여 설명한다.

[0061] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 진폭 계산 과정을 나타내는 순서도이다.

[0062] 우선, 영상처리부(500)는 제일 먼저 진동전 영상을 입수한다(S510).

[0063] 다음으로, 입수된 영상은 Gray 이미지로 변환한 후에 이진화한다(S520).

[0064] 입수된 영상을 Gray 이미지로 변환하기 위해, 다음 식과 같이 화소값(RGB)을 평균한다.

[0065] $$Gray = (Red + Green + Blue)/3$$

[0066] Gray 이미지는 경계값을 기준으로 경계값 미만의 값은 0 (Black)으로, 경계값 이상의 값은 255 (White)로 변환하여 영상을 이진화한다.

[0067] $$Gray > \text{경계값} \rightarrow Gray = 255(White)$$
$$Gray < \text{경계값} \rightarrow Gray = 0(Black)$$

[0068] 그 다음에, 이진화 영상을 블러링 한 후 에지(edge)를 추출한다(S530).

[0069] 이진화 영상에 다음식의 3×3 가우시안(Gaussian) 필터를 적용하여 블러링 작업을 한다.

[0070] $$G(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\frac{-x^2}{2\sigma^2}}$$

[0071] 블러된 이미지의 경사값(Gradiant)을 다음 식을 통하여 구하면, 에지 성분을 추출할 수 있다.

[0072] $$\frac{\partial f}{\partial x} = f'(x) = f(x+1,y) - f(x,y)$$
$$\frac{\partial f}{\partial y} = f'(y) = f(x,y+1) - f(x,y)$$

[0073] 도 6(a)는 본 발명의 일 실시예에 따라 진동 전 영상에서 에지가 추출된 것을 나타내는 영상이다.

[0074] 그 다음에, 에지가 추출된 영상을 Blob Labeling 한다(S540).

[0075] 인접한 화소에 같은 번호를 붙여서 그룹을 짓는 것을 Blob Labeling이라 한다. 다음 식과 같이 3×3 마스크를 이용하여 Blob Labeling을 한다.

[0076] $$Mask = \begin{matrix} b_1 & b_2 & b_3 \\ b_4 & a & b_5 \\ b_6 & b_7 & b_8 \end{matrix}$$

[0077] 위의 마스크를 이용하여 영상을 스캔하는 중에 a 픽셀 위치에 에 0 (Black) 값이 있을 때, b1 내지 b8 의 픽셀 위치에 레이블 값이 있다면, a 픽셀 위치에 그 레이블 값을 기록한다. 만약 마스크를 이용하여 영상을 스캔하는 중에 a 픽셀 위치에 에 0 (Black) 값이 있을 때, b1 내지 b8 의 픽셀 위치에 레이블 값이 없다면, a 픽셀 위치에 새로운 레이블 값을 기록한다. 같은 레이블을 가진 픽셀 좌표들은 동일한 에지에 속하는 좌표들이 된다.

[0078] 그 다음에, Blob Labeling된 진동전 영상에서 상기 타겟 마크에 표시된 점들의 중심점과 x축 및 y축 상의 진동전 최고점과 최저점을 추출한다(S550).

[0079] 같은 레이블을 가지는 좌표 중에서 가장 큰 x값(x_r), 가장 작은 x값(x_l), 가장 큰 y값(y_t), 가장 작은 y값(y_b)을 구한다.

[0080] 타겟 마크에 표시된 점의 중심점 좌표 (x_m, y_m)는 각 축의 가장 큰 값에서 각 축의 가장 작은 값을 빼고 2로 나누어 구할 수 있다.

[0081] $$y_m = (y_t - y_b) \div 2$$
$$x_m = (x_r - x_l) \div 2$$

[0082] x축 상의 진동전 최고점은 가장 오른쪽 점(x_r, y_m), 최저점은 가장 왼쪽 점(x_l, y_m)이다. y축 상의 진동전 최고점은 가장 높은 점(x_m, y_t), 최저점은 가장 낮은 점(x_m, y_b)이다.

[0083] 도 6(b)는 본 발명의 일 실시예에 따라 Blob Labeling된 진동전 영상에서 중심점과 x축 및 y축 상의 최고점 및 최저점을 추출한 것을 나타내는 영상이다. 빨간색 네모칸은 진동전 최고점 및 최저점을 이용하여 구성한 네모칸이다. 중심점과 x축 및 y축 상의 진동전 최고점 및 최저점도 함께 표시되어 있다.

[0084] 진동후 합성 영상을 처리하는 과정도 진동전 영상을 처리하는 과정과 유사하다. 이하에서는 진동후 합성 영상을 처리하는 과정중 진동전 영상을 처리하는 과정과 다른 부분을 주로 설명한다.

[0085] 우선, 영상처리부(500)는 복수개의 진동후 영상을 입수한다(S511). 초음파 진동체의 주파수가 높은 경우, 최대 진폭에서 촬영된 영상이 많이 획득되도록 충분한 수의 영상을 입수하는 것이 바람직하다.

[0086] 다음으로, 복수개의 진동후 영상들을 하나의 합성 영상으로 합성한다(S515).

[0087] 진동후 영상들을 합성하기 위하여, 다음 식과 같이 각각의 영상의 (i, j) 좌표의 R, G, B 값끼리 더한 후 그 값을 진동후 영상의 개수 k로 나누어, 합성 영상의 (i, j) 좌표의 R, G, B 값에 넣는다.

$$img_{com}(i,j)_R = \frac{img_1(i,j)_R + img_2(i,j)_R + \cdots + img_k(i,j)_R}{k}$$
$$img_{com}(i,j)_G = \frac{img_1(i,j)_G + img_2(i,j)_G + \cdots + img_k(i,j)_G}{k}$$
$$img_{com}(i,j)_B = \frac{img_1(i,j)_R + img_2(i,j)_B + \cdots + img_k(i,j)_B}{k}$$

[0088]

[0089] 도 7(a)는 본 발명의 일 실시예에 따라 진동후 촬영한 영상들이 하나의 합성 영상으로 합성되는 것을 나타내는 영상이다.

[0090] 그 다음에, 합성 영상은 진동전 영상과 마찬가지로 이진화(S521)할 수 있다. 다만, 초음파 진동 주파수가 높은 경우 진폭의 경계값에서 촬영된 합성 RGB값은 배경값(White)에 가까워지므로, 이진화하는 경계값을 배경 노이즈를 발생시키지 않는 수준에서 최대한 255(White)에 가깝게 설정하는 것이 바람직하다.

[0091] 마찬가지로, 이진화 영상에서 에지 추출(S531), Blob Labeling(S541) 과정을 거친다.

[0092] 그 다음에, Blob Labeling된 합성 영상에서 상기 타겟 마크에 표시된 점들의 x축 및 y축 상의 진동후 최고점 및 최저점을 추출한다(S551).

[0093] 진동 전 타겟 마크 영상에서 추출한 중심점 (x_m, y_m) 좌표를 체크한다. 중심점 (x_m, y_m)을 기준으로 y값을 증가시키면서 Blob과 만나는 좌표를 찾는다. 이때 처음 만나는 위치가 y_m에서 α_1 픽셀만큼 이동한 위치라면, y축 상의 최고점 좌표는 (x_m, $y_m+\alpha_1$) 이다. y축 상의 최저점을 구하기 위해, 중심점 (x_m, y_m)을 기준으로 y값을 감소시키면서 Blob과 만나는 좌표를 찾는다. 이때 처음 만나는 좌표가 y_m에서 α_2 픽셀만큼 이동한 위치라면, y축 상의 최저점 좌표는 (x_m, $y_m-\alpha_2$) 이다.

[0094] 같은 방법으로, 중심점 (x_m, y_m)을 기준으로 x값을 증가, 감소시키면서 Blob과 만나는 좌표를 찾으면, x축 상의 최고점($x_m+\beta_1$, y_m)과 최저점($x_m-\beta_2$, y_m)을 찾을 수 있다.

[0095] 도 7(b)는 본 발명의 일 실시예에 따라 Blob Labeling된 진동후 합성 영상에서 x축 및 y축 상의 최고점 및 최저점을 추출한 것을 나타내는 영상이다.

[0096] 최종적으로, x축 및 y축 상의 진동후 최고점 및 최저점에서 진동전 최고점 및 최저점을 빼서 진폭을 추출한다(S560).

[0097] 다음 식과 같이 진폭은, 진동후 합성 영상의 y축 상의 최고점 (x_m, $y_m+\alpha_1$)과 최저점 (x_m, $y_m-\alpha_2$)의 y좌표 값에서, 진동전 영상의 y축 최고점 (x_m, y_t)과 최저점 (x_m, y_b)의 y좌표 값을 빼서 구할 수 있다.

$$amplitude_{y1} = (y_m+\alpha_1)-(y_t) = \gamma_1$$
$$amplitude_{y2} = (y_m-\alpha_2)-(y_b) = \gamma_2$$

[0098]

[0099] 이 때, γ_1의 절댓값과 γ_2의 절댓값 중 더 큰 값을 y축 진폭으로 선택한다. 큰 값을 선택하는 이유는 최고점과 최저점의 순간을 촬영하지 못했을 수 있기 때문에 보다 큰 값으로 정한다.

[0100] 같은 방법으로 δ_1과 δ_2를 구하고 큰 값을 찾는다.

$$amplitude_{x1} = (x_m+\beta_1)-(x_r) = \delta_1$$
$$amplitude_{x2} = (x_m-\beta_2)-(x_l) = \delta_2$$

[0101]

[0102] 도 7(c)는 본 발명의 일 실시예에 따라 진동후 합성 영상에서 측정된 x축 및 y축 상의 진폭을 나타내는 영상이다.

[0103] 다만, γ와 δ값은 픽셀 단위이므로, 다음 식과 같이 타겟 마크의 원형 점의 반지름 r을 이용하여 ㎛ 단위의 실제 진폭으로 환산한다.

[0104] $$y_1[\mu m] = r[\mu m] \times \frac{\gamma_1}{y_t - y_m}$$

[0105] 본 발명에 따른 초음파 진폭 측정기 시스템은 영상처리를 이용하므로, 다양한 주파수를 가진 초음파 진동의 진폭도 측정할 수 있고, x축과 y축 방향의 진폭을 동시에 측정할 수 있는 장점이 있다.

[0106] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상처리를 이용한 초음파 진폭 측정기 시스템을 이용하여 초음파 용착기의 진폭을 측정한 결과를 나타내는 영상이다. 도 8(a)는 진동전의 영상에서 에지를 추출한 영상이고, 도 8(b)는 진동후의 영상을 합성하여 에지를 추출한 영상이다.

[0107] 이 실시예에서, 타겟 마크는 백색 바탕에 반지름 25㎛ (직경 50㎛)의 검은색 원형 점이 약 50㎛ 간격으로 5개가 배치된 것을 사용하였다. 렌즈의 배율은 10배이고 분해능은 3㎛ 이었다.

[0108] 측정 결과를 살펴보면, x축 진폭은 12㎛이고, y축 진폭은 23㎛이었다. 이 결과는 다른 측정기를 이용하여 측정한 결과와 일치하는 결과이었다.

[0109] 따라서, 본 발명에 따른 영상처리를 이용한 초음파 진폭 측정기 시스템은 진동에 대한 정확한 진폭 측정이 가능하므로, 초음파 진동기에 대한 성능개선 및 최적화로 관련 생산 제품의 고품질화에 기여할 수 있을 것이다.

[0110] 이상에서 대표적인 실시 예를 통하여 본 발명에 대하여 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상술한 실시 예에 대하여 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다. 그러므로 본 발명의 권리 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태에 의하여 정해져야 한다.

부호의 설명

[0111] 100 : 초음파 진동체

200 : 타겟 마크

300 : 촬영부

310 : 카메라

330 : 렌즈부

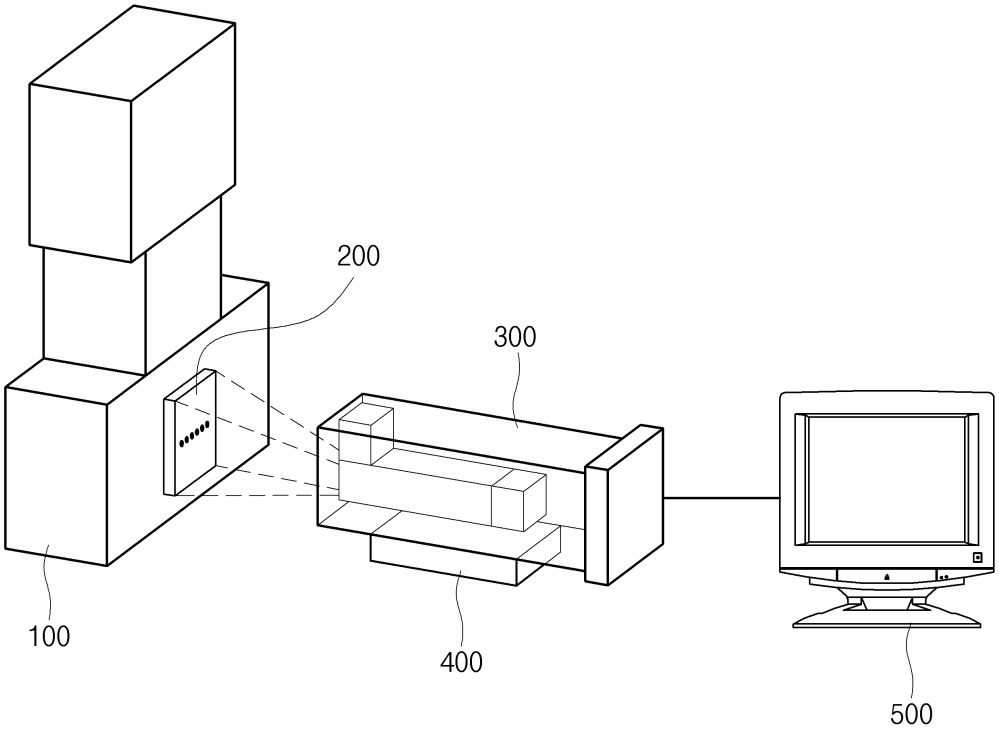
350 : 동축 조명 기구

400 : 마이크로 스테이지

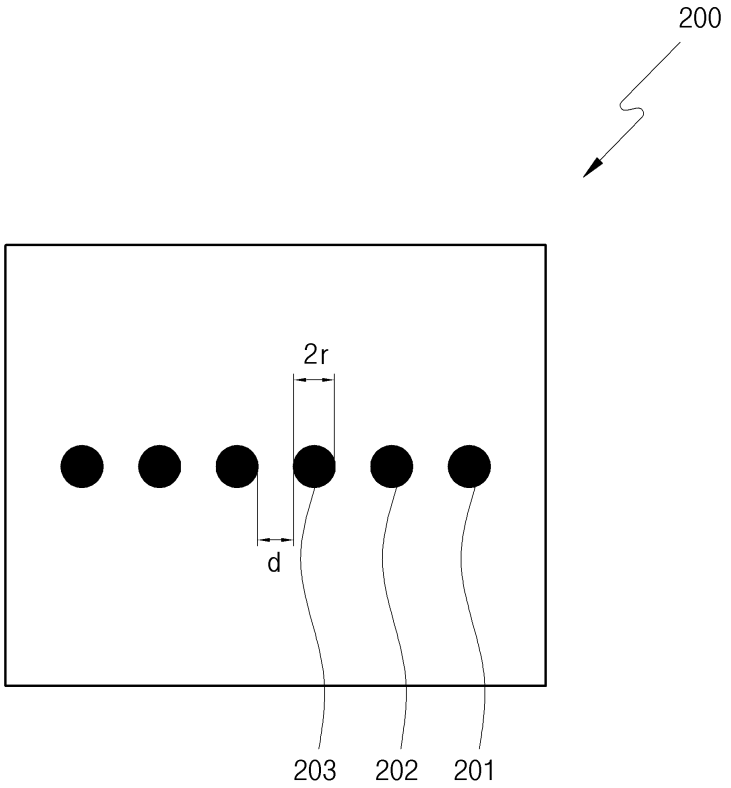
500 : 영상처리부

도면

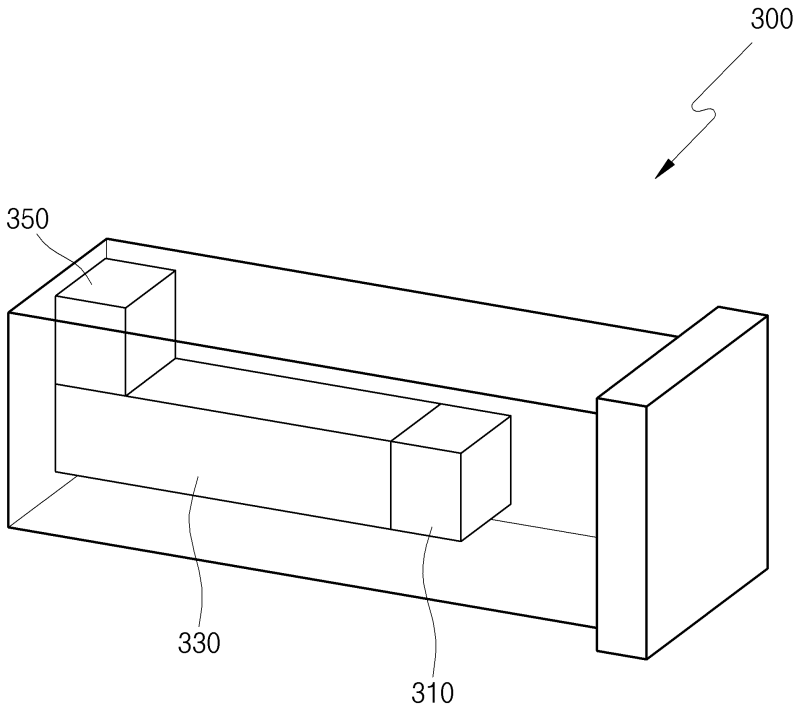
도면1



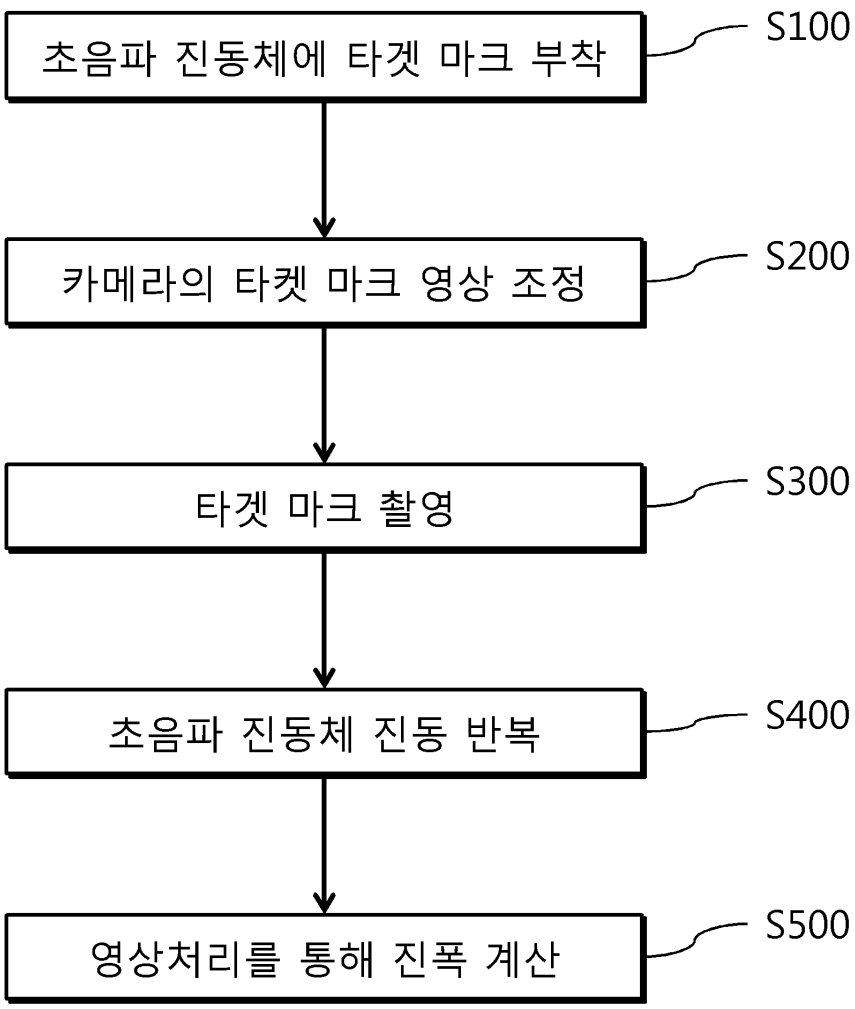
도면2



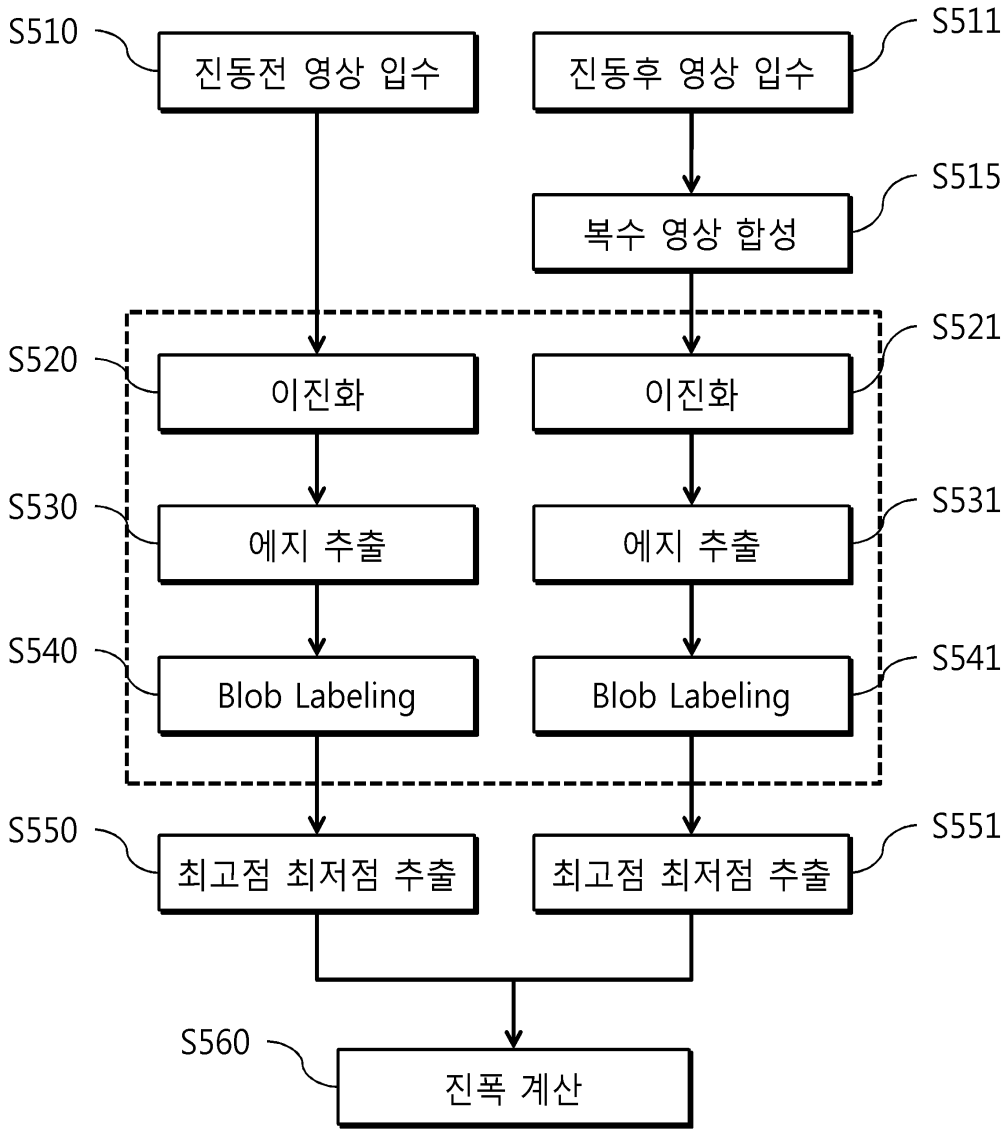
도면3



도면4

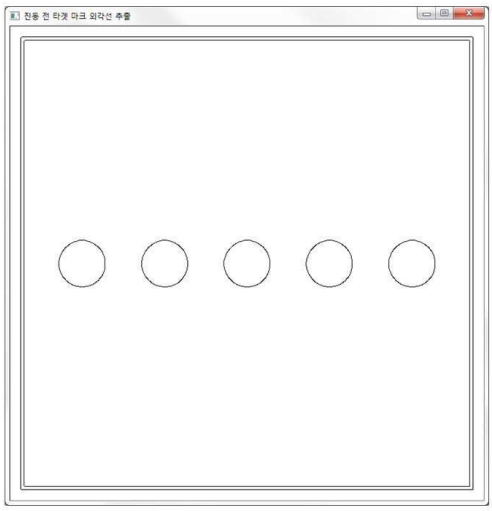

초음파 진동체에 타겟 마크 부착
S100
카메라의 타켓 마크 영상 조정
S200
타겟 마크 촬영
S300
초음파 진동체 진동 반복
S400
영상처리를 통해 진폭 계산
S500

도면5

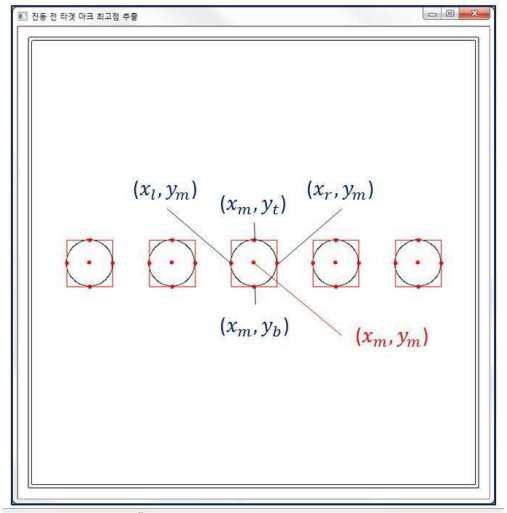

S510
진동전 영상 입수
S511
진동후 영상 입수
S515
복수 영상 합성
S520
이진화
S521
이진화
S530
에지 추출
S531
에지 추출
S540
Blob Labeling
S541
Blob Labeling
S550
최고점 최저점 추출
S551
최고점 최저점 추출
S560
진폭 계산

도면6

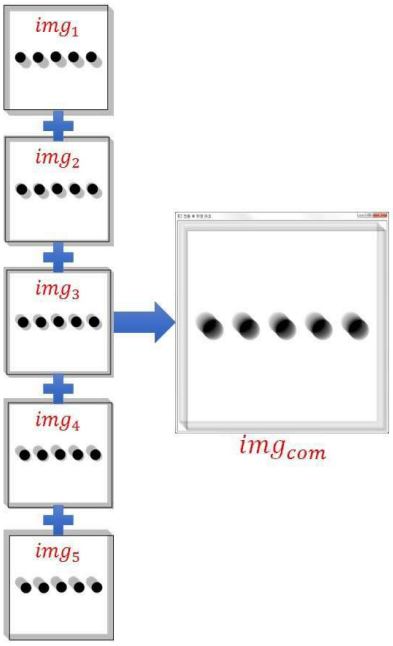
(a)



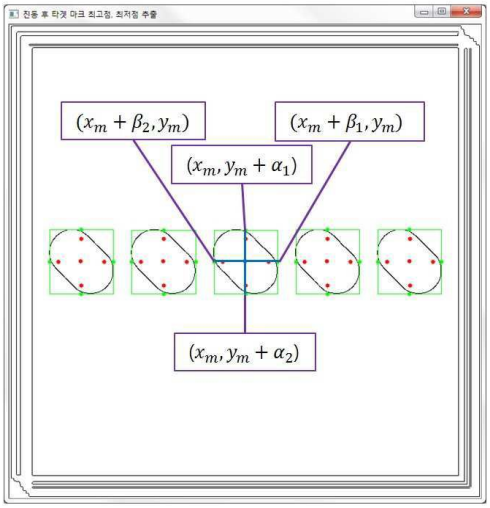
(b)



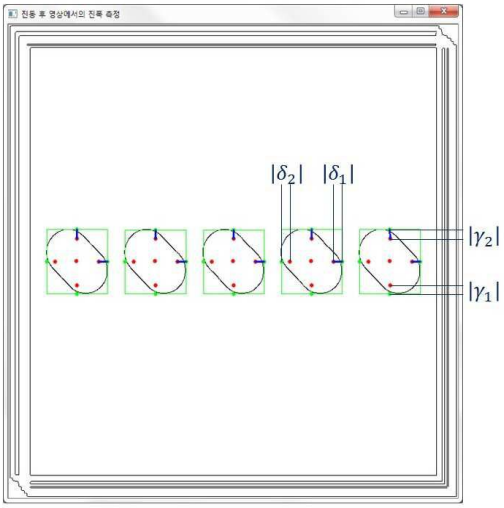
도면7


img_1
img_2
img_3
img_4
img_5
img_{com}

(a)

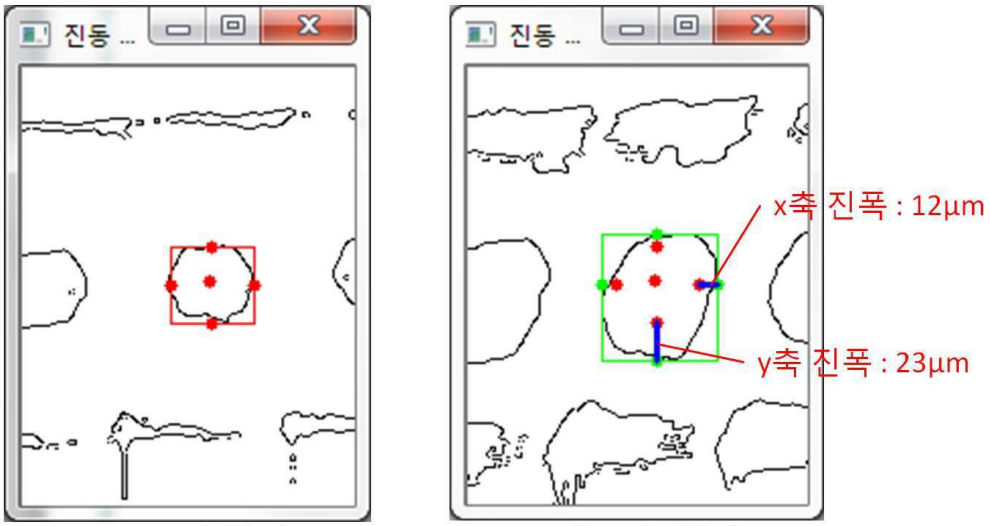

$(x_m + \beta_2, y_m)$
$(x_m + \beta_1, y_m)$
$(x_m, y_m + \alpha_1)$
$(x_m, y_m + \alpha_2)$

(b)


$|\delta_2|$
$|\delta_1|$
$|\gamma_2|$
$|\gamma_1|$

(c)

도면8



진동 전 형상 (a)

진동 후 형상 (b)