(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년12월11일
(11) 등록번호 10-2741806
(24) 등록일자 2024년12월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 23/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 24/48 (2013.01)
H01L 24/78 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-7008003
(22) 출원일자(국제) 2020년10월28일
심사청구일자 2023년03월22일
(85) 번역문제출일자 2023년03월07일
(65) 공개번호 10-2023-0054686
(43) 공개일자 2023년04월25일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2020/040416
(87) 국제공개번호 WO 2022/091247
국제공개일자 2022년05월05일
(56) 선행기술조사문헌
JP2020134289 A
JP2014024065 A

(73) 특허권자
야마하 로보틱스 홀딩스 가부시키가이샤
일본 도쿄도 무사시무라야마시 이나다이라 2쵸메 51반지노 1
(72) 발명자
커크비, 마이클
일본 2088585, 도쿄도, 무사시무라야마시, 이나다이라 2쵸메, 51반지노 1, 야마하 로보틱스 홀딩스 가부시키가이샤
무나카타, 히로시
일본 2088585, 도쿄도, 무사시무라야마시, 이나다이라 2쵸메, 51반지노 1, 야마하 로보틱스 홀딩스 가부시키가이샤
아다치, 타쿠야
일본 2088585, 도쿄도, 무사시무라야마시, 이나다이라 2쵸메, 51반지노 1, 야마하 로보틱스 홀딩스 가부시키가이샤
(74) 대리인
양두열

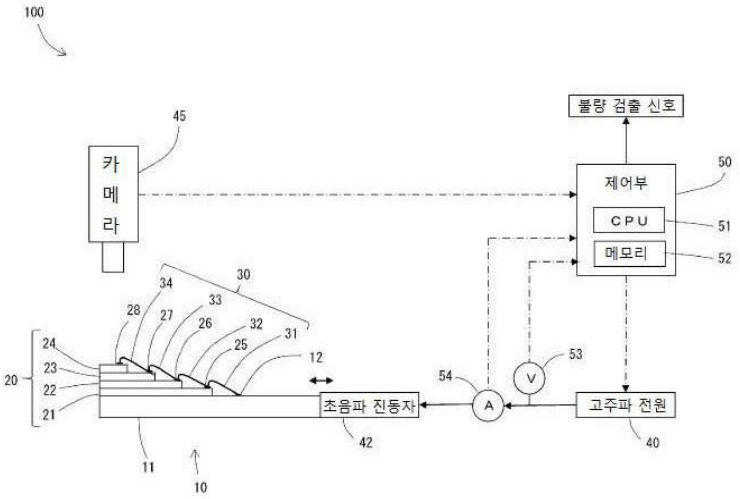
전체 청구항 수 : 총 9 항 심사관 : 이석주

(54) 발명의 명칭 **초음파 가진식 불량 검출 장치 및 와이어 불량 검출 시스템**

(57) 요 약

반도체 장치(10)의 불량을 검출하는 초음파 가진식 불량 검출 장치(100)는 초음파 진동자(42)와, 고주파 전원(40)과, 카메라(45)와, 고주파 전원(40)으로부터 초음파 진동자(42)에 공급되는 고주파 전력의 주파수를 조정하는 동시에, 반도체 장치(10)의 불량을 검출하는 제어부(50)를 구비하고, 제어부(50)는 고주파 전원(40)으로부터 초음파 진동자(42)에 공급되는 고주파 전력의 주파수를 변화시키면서 카메라(45)로 반도체 장치(10)의 화상을 촬상하며, 촬상한 화상에 기초하여 반도체 장치(10)의 불량을 검출한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
H01L 2224/48091 (2013.01)
H01L 2224/48145 (2013.01)
H01L 2224/789 (2013.01)
H01L 2224/859 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

검사 대상물의 불량을 검출하는 초음파 가진식 불량 검출 장치로서,

상기 검사 대상물을 초음파 가진하는 초음파 가진기와,

상기 초음파 가진기에 고주파 전력을 공급하는 전원과,

초음파 가진된 상기 검사 대상물을 촬상하는 촬상 장치와,

상기 전원으로부터 상기 초음파 가진기에 공급되는 상기 고주파 전력의 주파수를 조정하는 동시에, 상기 검사 대상물의 불량을 검출하는 제어부를 구비하고,

상기 제어부는 상기 전원으로부터 상기 초음파 가진기에 공급되는 상기 고주파 전력의 주파수를 변화시키면서 상기 촬상 장치로 상기 검사 대상물의 화상을 촬상하고, 촬상한 화상에 기초하여 상기 검사 대상물의 불량을 검출하며,

상기 검사 대상물은 불량 검출의 대상이 되는 대상부와, 불량 검출의 대상이 되지 않는 비대상부를 포함하고,

상기 제어부는 상기 전원으로부터 상기 초음파 가진기에 공급되는 상기 고주파 전력의 주파수를 변화시킬 때에, 상기 촬상 장치로 촬상한 화상으로부터 검출되는 상기 비대상부의 진폭에 대한 상기 촬상 장치로 촬상한 화상으로부터 검출되는 상기 대상부의 진폭의 비율이 소정값 이상이 되도록 상기 전원으로부터 상기 초음파 가진기에 공급되는 상기 고주파 전력의 전압을 조정하는 것을 특징으로 하는 초음파 가진식 불량 검출 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 전원으로부터 상기 초음파 가진기에 공급되는 상기 고주파 전력의 전류를 검출하는 전류 센서를 구비하고,

상기 제어부는 상기 전원으로부터 상기 초음파 가진기에 공급되는 상기 고주파 전력의 주파수를 변화시킬 때에, 상기 전류 센서로 검출한 전류가 소정 범위 내가 되도록 상기 전원으로부터 상기 초음파 가진기에 공급되는 상기 고주파 전력의 전압을 조정하는 것을 특징으로 하는 초음파 가진식 불량 검출 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제어부는 상기 전원으로부터 상기 초음파 가진기에 공급되는 상기 고주파 전력의 전류가 소정의 범위 내가 되도록, 상기 전원으로부터 상기 초음파 가진기에 공급되는 상기 고주파 전력의 주파수에 대한 상기 전원으로부터 상기 초음파 가진기에 공급되는 상기 고주파 전력의 전압 변화를 미리 규정한 맵을 포함하고,

상기 전원으로부터 상기 초음파 가진기에 공급되는 상기 고주파 전력의 주파수를 변화시킬 때에, 상기 맵에 기초하여 상기 전원으로부터 상기 초음파 가진기에 공급되는 상기 고주파 전력의 전압을 조정하는 것을 특징으로 하는 초음파 가진식 불량 검출 장치.

청구항 5

제1항 또는 제3항 또는 제4항에 있어서,

상기 검사 대상물은 기판과, 상기 기판에 장착된 반도체 소자와, 상기 반도체 소자의 전극과 상기 기판의 전극, 또는, 상기 반도체 소자의 하나의 전극과 상기 반도체 소자의 다른 전극을 접속하는 와이어를 구비하는 반도체

장치로서,

상기 제어부는 상기 전원으로부터 상기 초음파 가진기에 공급되는 상기 고주파 전력의 주파수를 변화시킬 때에, 상기 촬상 장치로 촬상한 화상으로부터 검출되는 상기 기판과 상기 반도체 소자의 진폭에 대한 상기 촬상 장치로 촬상한 화상으로부터 검출되는 상기 와이어의 진폭 비율이 소정값 이상이 되도록 상기 전원으로부터 상기 초음파 가진기에 공급되는 상기 고주파 전력의 전압을 조정하는 것을 특징으로 하는 초음파 가진식 불량 검출 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제어부는 검출한 상기 와이어의 진폭이 소정의 상한 진폭을 초과하지 않도록 상기 전원으로부터 상기 초음파 가진기에 공급되는 상기 고주파 전력의 전압을 조정하는 것을 특징으로 하는 초음파 가진식 불량 검출 장치.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 제어부는 상기 전원으로부터 상기 초음파 가진기에 공급되는 상기 고주파 전력의 주파수를 변화시키면서, 상기 촬상 장치로 상기 반도체 장치의 동화상을 촬상하고,

촬상한 동화상의 하나의 프레임과 그 이전의 전 프레임과의 와이어의 화상의 차분을 산출하여,

상기 차분이 소정의 문턱값을 초과한 경우에 상기 와이어의 불량 검출 신호를 출력하는 것을 특징으로 하는 초음파 가진식 불량 검출 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제어부는

상기 차분을 산출하는 하나의 프레임과 전 프레임 사이의 프레임 수, 혹은 동화상의 프레임 레이트를 변화시켜 상기 차분을 산출하는 것을 특징으로 하는 초음파 가진식 불량 검출 장치.

청구항 9

제1항 또는 제3항 또는 제4항에 있어서,

상기 초음파 가진기는 상기 검사 대상물에 접속되어 상기 검사 대상물을 초음파 진동시키는 초음파 진동자, 또는, 상기 검사 대상물의 주위에 배치된 초음파 스피커인 것을 특징으로 하는 초음파 가진식 불량 검출 장치.

청구항 10

기판과, 상기 기판에 장착된 반도체 소자와, 상기 반도체 소자의 전극과 상기 기판의 전극, 또는, 상기 반도체 소자의 하나의 전극과 상기 반도체 소자의 다른 전극을 접속하는 와이어를 구비하는 반도체 장치의 상기 와이어의 불량을 검출하는 와이어 불량 검출 시스템으로서,

상기 반도체 장치를 초음파 가진하는 초음파 가진기와,

상기 초음파 가진기에 고주파 전력을 공급하는 전원과,

초음파 가진된 상기 반도체 장치를 촬상하는 촬상 장치와,

상기 촬상 장치로 촬상한 화상을 표시하는 디스플레이와,

상기 전원으로부터 상기 초음파 가진기에 공급되는 상기 고주파 전력의 주파수를 조정하는 동시에, 상기 와이어의 불량을 검출하는 제어부를 구비하고,

상기 제어부는 상기 전원으로부터 상기 초음파 가진기에 공급되는 상기 고주파 전력의 주파수를 변화시키면서, 상기 촬상 장치로 상기 반도체 장치의 동화상을 촬상하며,

촬상한 동화상의 하나의 프레임과 그 이전의 전 프레임과의 화상의 차분을 산출하여,

상기 차분이 소정의 문턱값을 초과한 경우에 상기 와이어의 표시 화상을 다른 상기 와이어의 표시 화상과 달리하여 상기 디스플레이에 표시하며,

상기 반도체 장치는 불량 검출의 대상이 되는 대상부와, 불량 검출의 대상이 되지 않는 비대상부를 포함하고,

상기 제어부는 상기 전원으로부터 상기 초음파 가진기에 공급되는 상기 고주파 전력의 주파수를 변화시킬 때에, 상기 촬상 장치로 촬상한 화상으로부터 검출되는 상기 비대상부의 진폭에 대한 상기 촬상 장치로 촬상한 화상으로부터 검출되는 상기 대상부의 진폭의 비율이 소정값 이상이 되도록 상기 전원으로부터 상기 초음파 가진기에 공급되는 상기 고주파 전력의 전압을 조정하는 것을 특징으로 하는 와이어 불량 검출 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 검사 대상물을 초음파 가진하여 검사 대상물의 불량을 검출하는 초음파 가진식 불량 검출 장치의 구조에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 기판의 전극과 반도체 칩의 전극 사이를 와이어로 접속하는 와이어 본딩 장치가 많이 사용되고 있다. 와이어 본딩 장치에서는 와이어와 반도체 칩 사이에 전류를 흘린다는 전기적인 수단에 의해 반도체 칩의 전극과 와이어 사이의 접속 불량을 검출하는 방법이 이용되고 있다(예를 들면, 특허문헌 1 참조).

[0003] 또한, 와이어 본딩 장치에서는 캐필러리(capillary)의 착지로부터 본딩 종료까지의 Z방향의 변위를 검출한다는 기계적 수단에 의해 반도체 칩의 전극과 와이어 사이의 접속 불량을 검출하는 방법이 이용되고 있다(예를 들면, 특허문헌 2 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본 특허공개공보 1997-213752호

(특허문헌 0002) 일본 특허공개공보 2010-56106호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 그런데, 최근, 와이어 등의 검사 대상물의 불량 검출의 고정확도화가 요구되고 있다. 그러나, 특허문헌 1, 2에 기재된 전기적 수단 혹은 기계적 수단에 의한 불량 검출은 오검출이 발생하는 경우가 있었다.

[0006] 또한, 반도체 칩의 전극과 기판의 전극을 접속하는 모든 와이어의 불량을 검출하는 것이 요구되고 있다. 그러나, 특허문헌 1, 2에 기재된 불량 검출 방법에서는 와이어마다 불량 검출을 실시하기 때문에, 예를 들면, 하나의 반도체 칩과 기판을 접속하는 와이어가 백개 이상이 되는 반도체 칩에서는 검사에 오랜 시간이 걸린다는 문제가 있었다.

[0007] 따라서, 본 발명은 높은 정확도로 단시간에 검사 대상물의 불량을 검출하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 초음파 가진식 불량 검출 장치는 검사 대상물의 불량을 검출하는 초음파 가진식 불량 검출 장치로서, 검사 대상물을 초음파 가진하는 초음파 가진기와, 초음파 가진기에 고주파 전력을 공급하는 전원과, 초음파 가진된 검사 대상물을 촬상하는 촬상 장치와, 전원으로부터 초음파 가진기에 공급되는 고주파 전력의 주파수를 조정하는 동시에, 검사 대상물의 불량을 검출하는 제어부를 구비하고, 제어부는 전원으로부터 초음파 가진기에 공급되는 고주파 전력의 주파수를 변화시키면서 촬상 장치로 검사 대상물의 화상을 촬상하며, 촬상한 화상에 기초하여 검사 대상물의 불량을 검출하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 이와 같이, 전원으로부터 초음파 가진기에 공급되는 고주파 전력의 주파수를 변화시키므로, 다양한 주파수로 검사 대상물을 초음파 가진할 수 있고, 높은 정확도로 검사 대상물의 불량을 검출할 수 있다.

[0010] 본 발명의 초음파 가진식 불량 검출 장치에 있어서, 검사 대상물은 불량 검출의 대상이 되는 대상부와, 불량 검출의 대상이 되지 않는 비대상부를 포함하고, 제어부는 전원으로부터 초음파 가진기에 공급되는 고주파 전력의 주파수를 변화시킬 때에, 촬상 장치로 촬상한 화상으로부터 검출되는 비대상부의 진폭에 대한 촬상 장치로 촬상한 화상으로부터 검출되는 대상부의 진폭의 비율이 소정값 이상이 되도록 전원으로부터 초음파 가진기에 공급되는 고주파 전력의 전압을 조정할 수도 있다.

[0011] 이로써, 검사 대상물을 초음파 가진했을 때에, 대상부의 진폭이 비대상부의 진폭에 비해 커지게 되어, 높은 정확도로 검사 대상물의 대상부의 불량을 검출할 수 있다.

[0012] 본 발명의 초음파 가진식 불량 검출 장치에 있어서, 전원으로부터 초음파 가진기에 공급되는 고주파 전력의 전류를 검출하는 전류 센서를 구비하고, 제어부는 전원으로부터 초음파 가진기에 공급되는 고주파 전력의 주파수를 변화시킬 때에, 전류 센서로 검출한 전류가 소정의 범위 내가 되도록 전원으로부터 초음파 가진기에 공급되는 고주파 전력의 전압을 조정할 수도 있다.

[0013] 초음파 가진기에는 그 자체가 공진을 일으키는 주파수가 있다. 이 때문에, 초음파 가진시에 공진 주파수의 고주파 전력을 초음파 가진기에 입력하면, 공진에 의해 초음파 가진기의 임피던스가 저하되고, 초음파 가진기의 진폭이 커지게 되어, 검사 대상물 전체가 크게 진동한다. 이로써, 대상부의 진폭이 비대상부의 진폭에 숨어서 검출할 수 없게 되는 경우가 있다. 초음파 가진기의 진폭은 초음파 가진기에 입력되는 고주파 전력의 전류에 비례하므로, 초음파 가진기에 입력되는 고주파 전력의 전류를 전류 센서로 검출하고, 검출한 전류가 소정의 범위 내가 되도록 고주파 전력의 전압을 조정함으로써, 고주파 전력의 전류를 소정의 범위 내로 하여 초음파 가진기의 진폭을 소정의 범위 내로 할 수 있다. 이로써, 검사 대상물을 초음파 가진했을 때에 검사 대상물 전체가 크게 진동하여, 대상부의 진폭이 비대상부의 진폭에 숨어서 검출할 수 없게 되는 것을 억제할 수 있으며, 높은 정확도로 검사 대상물의 대상부의 불량을 검출할 수 있다.

[0014] 본 발명의 초음파 가진식 불량 검출 장치에 있어서, 제어부는 전원으로부터 초음파 가진기에 공급되는 고주파 전력의 전류가 소정의 범위 내가 되도록, 전원으로부터 초음파 가진기에 공급되는 고주파 전력의 주파수에 대한 전원으로부터 초음파 가진기에 공급되는 고주파 전력의 전압 변화를 미리 규정한 맵을 포함하고, 전원으로부터 초음파 가진기에 공급되는 고주파 전력의 주파수를 변화시킬 때에, 맵에 기초하여 전원으로부터 초음파 가진기에 공급되는 고주파 전력의 전압을 조정할 수도 있다.

[0015] 이로써, 전류 센서로 검출한 전류의 피드백에 의해 고주파 전력의 전압을 조정할 필요가 없고, 간편한 구성으로 검사 대상물을 초음파 가진했을 때에 검사 대상물 전체가 크게 진동하여, 대상부의 진폭이 비대상부의 진폭에 숨어서 검출할 수 없게 되는 것을 억제할 수 있고, 높은 정확도로 검사 대상물의 대상부의 불량을 검출할 수 있다.

[0016] 본 발명의 초음파 가진식 불량 검출 장치에 있어서, 검사 대상물은 기판과, 기판에 장착된 반도체 소자와, 반도체 소자의 전극과 기판의 전극, 또는 반도체 소자의 하나의 전극과 반도체 소자의 다른 전극을 접속하는 와이어를 구비하는 반도체 장치로서, 제어부는 전원으로부터 초음파 가진기에 공급되는 고주파 전력의 주파수를 변화시킬 때에, 촬상 장치로 촬상한 화상으로부터 검출되는 기판과 반도체 소자의 진폭에 대한 촬상 장치로 촬상한 화상으로부터 검출되는 와이어의 진폭 비율이 소정값 이상이 되도록 전원으로부터 초음파 가진기에 공급되는 고주파 전력의 전압을 조정할 수도 있다.

[0017] 이로써, 기판과 반도체 소자를 초음파 가진했을 때에, 와이어의 진폭이 기판이나 반도체 소자의 진폭에 대하여 커지게 되어, 높은 정확도로 검사 대상물의 대상부의 불량을 검출할 수 있다.

[0018] 본 발명의 초음파 가진식 불량 검출 장치에 있어서, 제어부는 검출한 와이어의 진폭이 소정의 상한 진폭을 초과하지 않도록 전원으로부터 초음파 가진기에 공급되는 고주파 전력의 전압을 조정할 수도 있다.

[0019] 이로써, 반도체 장치를 초음파 가진했을 때의 와이어의 과도한 진동을 억제할 수 있다.

[0020] 본 발명의 초음파 가진식 불량 검출 장치에 있어서, 제어부는 전원으로부터 초음파 가진기에 공급되는 고주파 전력의 주파수를 변화시키면서, 촬상 장치로 반도체 장치의 동화상을 촬상하고, 촬상한 동화상의 하나의 프레임과 그 이전의 전 프레임간의 와이어의 화상의 차분을 산출하여, 차분이 소정의 문턱값을 초과할 경우에 와이어의 불량 검출 신호를 출력할 수도 있다.

[0021] 이로써, 와이어의 진폭으로부터 와이어의 불량을 검출할 수 있다.

[0022] 본 발명의 초음파 가진식 불량 검출 장치에 있어서, 제어부는 차분을 산출하는 하나의 프레임과 전 프레임 사이의 프레임 수, 혹은 동화상의 프레임 레이트를 변화시켜 차분을 산출할 수도 있다.

[0023] 이로써, 와이어의 진동수가 변화하는 경우에도 와이어의 화상의 차분을 검출할 수 있고, 불량의 검출 정확도를 높일 수 있다.

[0024] 본 발명의 초음파 가진식 불량 검출 장치에 있어서, 초음파 가진기는 검사 대상물에 접속되어 검사 대상물을 초음파 진동시키는 초음파 진동자, 또는 검사 대상물의 주위에 배치된 초음파 스피커일 수 있다.

[0025] 이로써, 간편한 구성으로 검사 대상물의 불량을 검출할 수 있다.

[0026] 본 발명의 와이어 불량 검출 시스템은 기판과, 기판에 장착된 반도체 소자와, 반도체 소자의 전극과 기판의 전극, 또는 반도체 소자의 하나의 전극과 반도체 소자의 다른 전극을 접속하는 와이어를 구비하는 반도체 장치의 와이어 불량을 검출하는 와이어 불량 검출 시스템으로서, 반도체 장치를 초음파 가진하는 초음파 가진기와, 초음파 가진기에 고주파 전력을 공급하는 전원과, 초음파 가진된 반도체 장치를 촬상하는 촬상 장치와, 촬상 장치로 촬상한 화상을 표시하는 디스플레이와, 전원으로부터 초음파 가진기에 공급되는 고주파 전력의 주파수를 조정하는 동시에, 와이어의 불량을 검출하는 제어부를 구비하고, 제어부는 전원으로부터 초음파 가진기에 공급되는 고주파 전력의 주파수를 변화시키면서, 촬상 장치로 반도체 장치의 동화상을 촬상하고, 촬상한 동화상의 하나의 프레임과 그 이전의 전 프레임과의 화상의 차분을 산출하여, 차분이 소정의 문턱값을 초과한 경우에 와이어의 표시 화상을 다른 와이어의 표시 화상을 달리하여 디스플레이에 표시하는 것을 특징으로 한다.

[0027] 이와 같이 차분이 소정의 문턱값을 초과했을 때에 와이어의 표시 화상을 다른 와이어의 표시 화상과 다르게 하므로, 디스플레이의 표시에 의해 용이하게 와이어의 불량을 검출할 수 있다.

발명의 효과

[0028] 본 발명은 높은 정확도로 단시간에 검사 대상물의 불량을 검출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 실시예의 초음파 가진식 불량 검출 장치의 구성을 나타내는 계통도이다.

도 2는 도 1에 도시된 초음파 가진식 불량 검출 장치의 카메라가 반도체 장치를 위에서 촬상한 화상을 나타내는 도면이다.

도 3은 종래 기술에서의 초음파 진동자가 공급하는 고주파 전력의 전압을 일정하게 한 경우의 고주파 전력의 주파수에 대한 초음파 진동자의 임피던스 변화와 고주파 전력의 전류 변화를 나타내는 도면이다.

도 4는 실시예의 초음파 가진식 불량 검출 장치에 있어서, 전류 센서로 검출 한 전류가 일정해지도록 초음파 진동자에 공급되는 고주파 전력의 전압을 변화시킨 경우의 고주파 전력의 전압 변화와 전류 변화를 나타내는 도면이다.

도 5는 도 1에 도시된 초음파 가진식 불량 검출 장치의 동작을 나타내는 흐름도이다.

도 6은 기판을 초음파 가진했을 때의 도 2의 A부분의 확대 평면도와 도 6 중에 도시된 B부분의 확대 평면도이다.

도 7은 실시예의 초음파 가진식 불량 검출 장치에 있어서, 초음파 진동자에 공급되는 고주파 전력의 전류가 일정해지도록, 고주파 전력의 주파수에 대한 고주파 전력의 전압 변화를 미리 규정한 맵을 나타내는 도면이다.

도 8은 실시예의 초음파 가진식 불량 검출 장치에 있어서, 초음파 진동자에 공급되는 고주파 전력의 전류가 소정 범위 내가 되도록, 고주파 전력의 주파수에 대한 고주파 전력의 전압 변화를 미리 규정한 다른 맵을 나타내는 도면이다.

도 9는 실시예의 와이어 불량 검출 시스템의 구성을 나타내는 계통도이다.

도 10은 도 9에 도시된 와이어 불량 검출 시스템의 동작을 나타내는 흐름도이다.

도 11은 기판을 초음파 가진했을 때의 초과 영역을 나타내는 평면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 이하, 도면을 참조하면서 실시예의 초음파 가진식 불량 검출 장치(100)에 대하여 설명한다. 이하의 설명에서는, 초음파 가진식 불량 검출 장치(100)는 검사 대상물인 반도체 장치(10)의 와이어(30)의 불량을 검출한다고 설명하지만, 다른 검사 대상물의 불량 검출에도 사용할 수 있다.

[0031] 도 1에 도시된 바와 같이, 초음파 가진식 불량 검출 장치(100)는 초음파 가진기인 초음파 진동자(42), 고주파 전원(40), 촬상 장치인 카메라(45) 및 제어부(50)로 구성되어 있다.

[0032] 도 1에 도시된 바와 같이, 초음파 가진식 불량 검출 장치(100)의 검사 대상이 되는 반도체 장치(10)는 기판(11) 위에 4단에 반도체 칩(21~24)이 적층하여 장착되며, 각 반도체 칩(21~24)의 각 전극(25~28) 및 기판(11)의 전극(12) 사이를 하나의 와이어(30)로 연속적으로 접속한 것이다. 여기서, 반도체 칩(21~24)은 반도체 소자(20)를 구성한다. 하나의 와이어(30)는 1단째의 반도체 칩(21)의 전극(25)과 기판(11)의 전극(12)을 접속하는 1단째 와이어(31)와, 2단째로부터 4단째의 각 반도체 칩(22~24)의 각 전극(26~28)과 1단째로부터 3단째의 각 반도체 칩(21~23)의 각 전극(25~27)을 각각 접속하는 2단째~4단째 와이어(32~34)로 구성되어 있다. 반도체 장치(10)의 기판(11)과 반도체 칩(21~24)은 불량 검출의 대상이 되지 않는 비대상부를 구성하고, 와이어(30)는 불량 검출을 행하는 대상부를 구성한다.

[0033] 고주파 전원(40)은 초음파 영역의 주파수의 교류 전력을 출력하고, 초음파 진동자(42)를 초음파 진동시키는 것이다. 초음파 진동자(42)는 고주파 전원(40)으로부터 입력되는 초음파의 주파수 영역의 고주파 전력에 의해 구동되어, 초음파 진동하는 부재이다. 예를 들면, 피에조 소자 등으로 구성할 수도 있다. 초음파 진동자(42)는 반도체 장치(10)의 기판(11)에 접속되어, 기판(11)을 초음파 진동시킨다.

[0034] 고주파 전원(40)과 초음파 진동자(42) 사이에는 고주파 전원(40)으로부터 초음파 진동자(42)에 공급되는 고주파 전력의 전압을 검출하는 전압 센서(53)와, 고주파 전력의 전류를 검출하는 전류 센서(54)가 장착되어 있다.

[0035] 카메라(45)는 반도체 장치(10)의 상측에 배치되어, 도 2에 도시한 바와 같이, 기판(11)과, 기판(11)에 장착된 반도체 칩(21~24)과, 반도체 칩(21~24)의 외주부에 배치된 각 전극(25~28)과, 1단째의 반도체(21)의 주위에 배치된 기판(11)의 전극(12)과, 각 전극(12, 25~28)을 연속적으로 접속하는 각 와이어(30)를 촬상한다.

[0036] 제어부(50)는 내부에 CPU(51)와 메모리(52)를 포함하는 컴퓨터이다. 고주파 전원(40)은 제어부(50)에 접속되어 제어부(50)의 지령에 따라 동작한다. 카메라(45)는 제어부(50)에 접속되어 제어부(50)의 지령에 따라 동작한다. 카메라(45)로 촬상한 동화상은 제어부(50)에 입력된다. 전압 센서(53), 전류 센서(54)는 제어부(50)에 접속되어 있으며, 전압 센서(53), 전류 센서(54)로 검출된 고주파 전력의 전압과 전류 데이터는 제어부(50)에 입력된다. 제어부(50)는 고주파 전원(40)으로부터 초음파 진동자(42)에 공급되는 고주파 전력의 주파수를 변화시키면서 카메라(45)로 촬상한 반도체 장치(10)의 화상을 촬상하고, 촬상한 화상에 기초하여 반도체 장치(10)의 불량을 검출한다.

[0037] 이어, 도 3을 참조하면서, 종래 기술과 같이 고주파 전원(40)으로부터 초음파 진동자(42)에 공급되는 고주파 전력의 전압(V0)을 일정하게 한 경우의 주파수(f)에 대한 임피던스와 전류(A0)의 변화에 대하여 설명한다.

[0038] 도 3에 도시한 일점쇄선(c0)과 같이, 고주파 전원(40)으로부터 초음파 진동자(42)에 공급되는 고주파 전력의 전압(V0)을 일정하게 하여, 고주파 전력의 주파수(f)를 변화시키면, 초음파 진동자(42) 자체가 주파수(f1)에서 공진한다. 이로써, 초음파 진동자(42)의 임피던스는 도 3 중의 점선(a)으로 나타낸 바와 같이 주파수(f1)에서는 크게 저하된다. 한편, 주파수(f1)와 최대 주파수(f3) 사이의 주파수(f2)에서는 초음파 진동자(42)의 임피던스가 크게 상승한다.

[0039] 도 3의 점선(a)으로 나타낸 바와 같이 주파수(f1) 근방에서 초음파 진동자(42)의 임피던스가 크게 저하되면, 도 3의 실선(b0)으로 나타낸 바와 같이, 초음파 진동자(42)에 공급되는 고주파 전력의 전류(A0)는 크게 상승한다. 반대로, 주파수(f2) 근방에서 초음파 진동자(42)의 임피던스가 크게 상승하면, 초음파 진동자(42)에 공급되는 고주파 전력의 전류(A0)는 크게 저하된다. 초음파 진동자(42)에 공급되는 전류(A0)의 크기는 초음파 진동자(42)의 진폭에 비례한다. 따라서, 초음파 진동자(42)가 공진하는 주파수(f1) 근방에서는 초음파 진동자(42)의 진폭이 크게 상승하여 기판(11)의 진폭이 크게 증가하고, 주파수(f2) 근방에서는 초음파 진동자(42)의 진폭이 크게 저하되어 기판(11)의 진폭이 크게 감소한다.

[0040] 이 때문에, 초음파 진동자(42)가 공진하는 주파수(f1)에서는 기판(11)과 반도체 칩(21~24)과 와이어(30)가 모두 크게 진동하기 때문에, 와이어(30)의 진폭이 기판(11)과 반도체 칩(21~24)의 진폭에 숨어서 검출하기가 어려워

질 수 있다.

[0041] 반대로, 주파수(f2)에서는 기판(11)과, 반도체 칩(21~24)과 와이어(30)의 진폭이 매우 작아지게 되어, 와이어(30)의 진폭을 검출할 수 없는 경우가 있다.

[0042] 이상 설명한 바와 같이, 종래 기술과 같이 고주파 전원(40)으로부터 초음파 진동자(42)에 공급되는 전압(V0)을 일정하게 하여 주파수를 변화시킨 경우에는, 초음파 진동자(42)가 공진하는 주파수(f1) 근방에서 와이어(30)의 진폭의 검출이 곤란해지는 경우가 있었다.

[0043] 따라서, 본 실시예의 초음파 가진식 불량 검출 장치(100)에서는 초음파 진동자(42)의 진폭이 초음파 가진기에 입력되는 고주파 전력의 전류에 비례한다는 점에 주목하여, 초음파 진동자(42)에 입력되는 고주파 전력의 전류(A1)를 전류 센서 (54)에 의해 검출하고, 검출한 전류(A1)가 소정의 범위 내가 되도록 고주파 전력의 전압(V1)을 조정한다. 이에 의해, 고주파 전력의 전류(A1)를 소정의 범위 내로 하여, 초음파 진동자(42)의 진폭을 소정의 범위 내로 할 수 있다. 그리고, 고주파 전력의 주파수를 변화시켜 반도체 장치(10)를 초음파 가진했을 때에, 특정 주파수에서 검출의 비대상부인 기판(11)이나 반도체 소자(20)의 진폭이 크게 진동하여, 검출의 대상부인 와이어(30)의 진폭이 기판(11)이나 반도체 소자(20)의 진폭에 숨어서 검출할 수 없게 되는 것을 억제할 수 있다.

[0044] 이하, 도 4를 참조하면서 실시예의 초음파 가진식 불량 검출 장치(100)에 있어서, 전류 센서(54)로 검출한 전류(A1)가 일정해지도록 초음파 진동자(42)에 공급되는 고주파 전력의 전압(V1)을 변화시킨 경우의 고주파 전력의 전압(V1) 변화와 전류(A1)의 변화 동작에 대하여 설명한다.

[0045] 실시예의 초음파 가진식 불량 검출 장치(100)에서는 전류 센서(54)로 검출한 전류(A1)를 제어부(50)에 피드백하고, 고주파 전력의 전류(A1)이 증가하는 주파수(f1) 근방에서는 도 4의 일점 쇄선(c1)으로 나타낸 바와 같이 초음파 진동자(42)에 공급하는 고주파 전력의 전압(V1)을 저하시킨다. 한편, 전류 센서(54)로 검출한 전류(A1)가 감소하는 주파수(f2) 근방에서는, 도 4의 일점 쇄선(c1)으로 나타내는 바와 같이 초음파 진동자(42)에 공급하는 고주파 전력의 전압(V1)을 상승시킨다. 이로써, 도 4 중의 실선(d1)으로 나타낸 바와 같이, 전류 센서(54)로 검출한 전류(A1)의 크기를 주파수(f)에 관계없이 대략 일정하게 할 수 있다.

[0046] 이와 같이, 고주파 전원(40)으로부터 초음파 진동자(42)에 공급되는 고주파 전력의 전류(A1)가 대략 일정해지도록 피드백 제어함으로써, 고주파 전력의 주파수(f)를 변화시킨 경우에도, 초음파 진동자(42)의 진폭을 대략 일정하게 하고, 기판(11)과 반도체 소자(20)의 진폭을 대략 일정하게 할 수 있다.

[0047] 그리고, 이 때, 카메라(45)로 촬상한 화상으로부터 검출되는 기판(11)과 반도체 소자(20)의 진폭에 대한 카메라(45)로 촬상한 화상으로부터 검출되는 와이어(30)의 진폭의 비율이 소정값 이상이 되도록 전압을 조정하면 된다. 이로써, 각 주파수(f)에서 와이어(30)의 진폭이 기판(11) 혹은 반도체 소자(20)의 진폭에 뒤섞여 검출 정확도가 저하되는 것을 억제하고, 와이어(30)의 진폭을 확실하게 검출할 수 있어, 높은 정확도로 와이어(30)의 불량을 검출할 수 있다. 또한, 이때, 카메라(45)로 촬상한 와이어(30)의 화상을 확인하면서 와이어(30)의 진폭이 상한 진폭을 넘지 않도록 고주파 전력의 전압을 조정함으로써, 불량 검출 중에 와이어(30)가 과진동에 의해 손상되는 것을 억제할 수 있다.

[0048] 이어, 도 5, 도 6을 참조하면서 실시예의 초음파 가진식 불량 검출 장치(100)에서의 와이어(30)의 불량 검출 동작에 대하여 설명한다.

[0049] 도 5의 S101 단계에 나타낸 바와 같이, 제어부(50)의 CPU(51)는 전류 센서(54)로 검출한 전류(A1)가 대략 일정해지도록 고주파 전력의 전압(V1)을 조정하면서, 고주파 전력의 주파수(f)를 변화시키면서 반도체 장치(10)를 초음파 가진한다.

[0050] 제어부(50)는 도 5의 S102 단계에 나타낸 바와 같이 진동하고 있는 반도체 장치(10)의 동화상을 촬상하고, 도 5의 S103 단계에 나타낸 바와 같이 촬상한 화상 데이터를 메모리(52)에 저장한다.

[0051] 제어부(50)의 CPU(51)는 고주파 전력의 주파수를 소정의 초음파 주파수의 범위에서 변화시켜, 반도체 장치(10)의 동화상을 촬상하여 메모리(52)에 저장하면, 도 5의 S104 단계로 진행하여 하나의 프레임과 전 프레임간의 와이어(30)의 화상을 비교하여, 위치의 차분(Δd)을 산출한다.

[0052] 도 6의 A부분 상세에 나타내는 와이어(30a)는 각 전극(12, 25~28)에 정상적으로 접속되어 있다. 와이어(30a)는 초음파 가진되면, 1단째~4단째 와이어(31a~34a)는 1단째~4단째 와이어(31a~34a)의 하단이 각각 접속되어 있는 각 전극(12, 25~27)과 상단이 접속되어 있는 각 전극(25~28)과의 각각의 사이의 고유 진동수(g0)로 횡방향으로

진동한다. 고유 진동수(g0)는 와이어(30)의 직경과 전극(25, 26) 및 전극(26, 27)의 간격(L)에 따라서 다르지만, 일반적인 반도체 장치(10)에서는 수십 Hz의 오더가 되는 일이 많다.

[0053] 한편, 불량 와이어(30b)는 2단째 반도체 칩(22)의 전극(26)과의 사이가 비부착 상태로 되어 있다. 이 때문에, 불량 와이어(30b)가 초음파 가진되면, 2단째 와이어(32b)와 3단째 와이어(33b)는 1단째 반도체 칩(21)의 전극(25)과 3단째 반도체 칩(23)의 전극(27)과의 사이의 고유 진동수(g1)로 횡방향으로 진동한다. 본 예에서는 도 6의 B부분 상세에 나타낸 바와 같이, 전극(25)과 전극(27)의 간격(L)은 전극(25, 26), 전극(26, 27)의 간격(L)의 2배인 2L로 되어 있으므로, 불량 와이어(30b)의 2단째 와이어(32b)와 3단째 와이어(33b)의 고유 진동수(g1)는 g0의 1/2 정도이며, 일반적인 반도체 장치(10)에서는 20~30Hz의 오더가 되는 일이 많다.

[0054] 정상적으로 접속되어 있는 와이어(30a)의 1단째 내지 4단째 와이어(31a 내지 34a)는 수십 Hz의 고유 진동수(g0)로 횡방향으로 진동한다. 동영상의 프레임 레이트는 1초 동안 24~60 프레임이다. 이 때문에, 예를 들면, 하나의 프레임의 1단째~4단째 와이어(31a~34a)의 화상은 도 6의 A부분 상세에서 와이어(30a)의 중심선(30a)의 좌측 일점쇄선과 같이 되며, 하나 전의 전 프레임의 화상은 도 6의 A부분 상세에서 와이어(30a)의 중심선(39a)의 우측 일점 쇄선과 같이 된다.

[0055] 제어부(50)의 CPU(51)는 도 5의 단계 S104에서, 도 6의 A부분 상세에 나타내는 하나의 프레임의 1단째~4단째 와이어(31a~34a)의 화상과, 하나 전의 전 프레임 1단째~4단째 와이어(31a~34a)의 화상을 대비하여 그 사이의 차분(Δda)을 산출한다. 도 6의 A부분 상세에 나타낸 바와 같이, 정상적인 와이어(30a)에서는 이 차분(Δda)은 작다. 또한, 이 차분(Δda)은 1단째~4단째 와이어(31a~34a)의 진폭에 비례하는 양이 된다.

[0056] 한편, 2단째 반도체 칩(22)의 전극(26)과의 사이가 비부착 상태로 되어 있는 불량 와이어(30b)의 2단째 와이어(32b)와 3단째 와이어(33b)는 20~30Hz에서 횡방향으로 크게 진동한다. 앞서 설명한 바와 같이, 동화상의 프레임 레이트는 1초 동안 24~60 프레임이기 때문에, 예를 들면, 하나의 프레임의 2단째 와이어(32b)와 3단째 와이어(33b)의 화상은 도 6의 A부분 상세, B부분 상세에서 불량 와이어(30b)의 중심선(39b)의 좌측 일점 쇄선과 같이 되며, 하나 전의 전 프레임의 화상은 도 6의 A부분 상세, B부분 상세에서 불량 와이어(30b)의 중심선(39b)의 우측 일점 쇄선과 같이 된다.

[0057] 제어부(50)의 CPU(51)는 와이어(30a)의 경우와 마찬가지로, 도 6의 B부분 상세에 나타낸 바와 같이, 1 프레임의 2단째 와이어(32b)와 3단째 와이어(33b)의 화상과, 하나 전의 전 프레임의 2단째 와이어(32b)와 3단째 와이어(33b)의 화상과의 차분(Δdb)을 산출한다. 도 6의 B부분 상세에 나타낸 바와 같이, 불량 와이어(30b)의 2단째 와이어(32b)와 3단째 와이어(33b)에서는 이 차분(Δdb)은 매우 크고, 소정의 문턱값(ΔS)을 초과하고 있다. 또한, 이 차분(Δdb)은 2단째 와이어(32b)와 3단째 와이어(33b)의 진폭에 비례하는 양이 된다.

[0058] 제어부(50)의 CPU(51)는 도 6의 B부분 상세에 나타낸 바와 같이, 하나의 프레임의 2단째 와이어(32b)와 3단째 와이어(33b)의 화상과, 하나 전의 전 프레임의 2단째 와이어(32b)와 3단째 와이어(33b)의 화상과의 차분(Δdb)이 소정의 문턱값(ΔS)을 초과한 경우, 도 5의 S105 단계에서 YES로 판단하고 도 5의 단계 S106으로 진행하여, 반도체 장치(10)의 와이어(30)에 불량이 있음을 나타내는 와이어 불량 검출 신호를 외부로 출력한다.

[0059] 한편, 제어부(50)의 CPU(51)는 어느 와이어(30)에서도 차분(Δd)이 소정의 문턱값(ΔS)을 초과하고 있지 않은 경우에는, 도 5의 S105 단계에서 NO라고 판단하고 도 5의 S107 단계로 진행하여, 반도체 장치(10)의 와이어(30)는 양호함을 나타내는 와이어 양호 신호를 외부로 출력한다.

[0060] 이상 설명한 바와 같이, 실시예의 초음파 가진식 불량 검출 장치(100)는 고주파 전원(40)으로부터 초음파 진동자(42)에 공급되는 고주파 전력의 전류(A1)를 대략 일정하게 피드백 제어함으로써, 고주파 전력의 주파수(f)를 변화시킨 경우에도, 초음파 진동자(42)의 진폭을 대략 일정하게 하고, 기판(11)과 반도체 소자(20)의 진폭을 대략 일정하게 할 수 있다. 또한, 카메라(45)로 촬상한 화상으로부터 검출되는 기판(11)과 반도체 소자(20)의 진폭에 대한 카메라(45)로 촬상한 화상으로부터 검출되는 와이어(30)의 진폭의 비율이 소정값 이상이 되도록 전압을 조정함으로써, 기판(11)과 반도체 소자(20)의 진폭에 와이어(30)의 진폭이 묻히는 것을 억제할 수 있다. 이에 따라, 다양한 주파수에서, 기판(11)과 반도체 소자(20)의 진폭에 와이어(30)의 진폭이 묻히는 것을 억제하여, 다양한 주파수에서 와이어(30)의 진폭을 확실하게 검출할 수 있다.

[0061] 또한, 와이어(30)의 비부착에 의해 와이어(30)가 크게 진동하는 주파수는 비부착의 위치, 전극(12, 25~28)의 간격(L), 와이어(30)의 직경 등에 따라 다양하게 변화한다. 실시예의 초음파 가진식 불량 검출 장치(100)는 다양한 주파수에서 와이어(30)의 진폭을 확실하게 검출할 수 있으므로, 비부착에 의해 와이어(30)의 진폭이 커지는 각 주파수에서 와이어(30)의 진폭을 검출할 수 있고, 높은 정확도로 단시간에 와이어(30)의 불량을 검출할 수

있다.

[0062] 이상의 설명에서는 고주파 전원(40)으로부터 초음파 진동자(42)에 공급되는 고주파 전력의 전류(A1)이 대략 일정해지도록 피드백 제어함으로써, 고주파 전력의 주파수(f)를 변화시킨 경우에, 초음파 진동자(42)의 진폭을 대략 일정하게 하는 것으로 설명했지만, 이에 한정되지 않는다.

[0063] 예를 들면, 도 3을 참조하여 설명한 바와 같이, 시험 등에 의해 고주파 전력의 전압(V0)을 일정하게 하여 주파수를 변화시켰을 때의 고주파 전력의 전류(A0) 변화를 획득해 두고, 도 7에 일점 쇄선(c2)으로 나타낸 바와 같이 전류(A0)의 증가와 감소를 반대로 한 전압 파형을 생성하고, 이 전압 파형을 주파수(f)에 대한 전압(V2)의 변화를 나타내는 맵(55) 형태로 메모리(52)에 저장해 둔다. 도 7에 일점 쇄선(c2)로 나타낸 바와 같이, 맵(55)은 주파수(f1) 근방에서는 전압이 낮아지고, 주파수(f2)에서는 전압이 높아지는 파형이 된다. 그리고, 초음파 가진을 수행할 때에는, 메모리(52)에 저장한 맵(55)을 참조하여 주파수(f)에 대한 전압을 조정할 수도 있다. 이 경우에도, 도 7의 실선(d2)으로 나타낸 바와 같이, 초음파 진동자(42)에 공급되는 전류(A2)는 주파수가 변화하더라도 대략 일정하게 된다.

[0064] 이로써, 간편한 구성으로 반도체 장치(10)를 다양한 주파수대에서 초음파 가진했을 때에 반도체 장치(10) 전체가 크게 진동하여, 대상부인 와이어(30)의 진폭이 기판(11)이나 반도체 소자(20)의 진폭에 숨어서 검출할 수 없게 되는 것을 억제할 수 있고, 높은 정확도로 검사 대상물의 대상부의 불량을 검출할 수 있다.

[0065] 또한, 시험을 간편하게 하여, 예를 들면, 도 8에 일점 쇄선(c3)으로 나타낸 바와 같이, 주파수(f)에 대해 계단 형상으로 전압(V3)을 변화시키는 듯한 전압 파형을 맵(56) 형태로 메모리(52)에 저장하도록 할 수도 있다. 이 경우에는 도 8의 실선(d3)으로 나타낸 바와 같이, 초음파 진동자(42)에 공급되는 전류(A3)는 대략 일정해지지는 않지만, 소정의 범위(ΔA) 안에 들어간다. 이로써, 보다 간편한 방법으로 높은 정확도로 단시간에 와이어(30)의 불량을 검출할 수 있다.

[0066] 또한, 제어부(50)의 CPU(51)는 반도체 장치(10)를 초음파 가진할 때에, 와이어(30)의 화상의 차분(Δd)을 산출하는 하나의 프레임과 전 프레임 사이의 프레임 수, 혹은, 동화상의 프레임 레이트를 변화시켜 와이어(30)의 화상의 차분(Δd)을 산출할 수도 있다. 이로써, 와이어(30)의 진동수가 변화하는 경우에도 와이어(30)의 화상의 차분(Δd)을 검출할 수 있어, 불량의 검출 정확도를 높일 수 있다.

[0067] 다음으로, 도 9를 참조하여 실시예의 와이어 불량 검출 시스템(200)에 대해 설명한다. 도 9에 도시된 와이어 불량 검출 시스템(200)은 기판(11)과, 기판(11)에 장착된 반도체 칩(21~24)과, 반도체 칩(21~24)의 전극(25~28)과 기판(11)의 전극(12), 또는, 반도체 칩(21~24)의 하나의 전극(25~28)과 반도체 칩(21~24)의 다른 전극(25~28)을 접속하는 와이어(31~34)를 구비하는 반도체 장치(10)의 와이어(30)의 불량을 검출한다. 와이어 불량 검출 시스템(200)은 앞서 설명한 초음파 가진식 불량 검출 장치(100)의 초음파 가진기인 초음파 진동자(42)를 초음파 스피커(43)로 하고, 제어부(50)에 카메라(45)로 촬상한 화상을 표시하는 디스플레이(48)를 추가한 것이다. 또한, 와이어 불량 검출 시스템(200)은 초음파 가진식 불량 검출 장치(100)에 장착되어 있던 전압 센서(53), 전류 센서(54)를 구비하지 않고, 제어부(50)의 메모리(52) 안에 도 7, 도 8을 참조하여 설명한 맵(55) 또는 맵(56)을 저장하고 있다. 그리고, 제어부(50)의 CPU(51)는 고주파 전원(40)으로부터 초음파 스피커(43)에 공급되는 고주파 전력의 주파수(f)를 변화시킬 때에, 맵(55) 또는 맵(56)에 기초하여 고주파 전원(40)으로부터 초음파 스피커(43)에 공급되는 고주파 전력의 전압을 조정한다. 상기 이외의 구성은 앞서 설명한 초음파 가진식 불량 검출 장치(100)와 동일하다.

[0068] 초음파 스피커(43)는 반도체 장치(10)의 주위에 배치되어, 반도체 장치(10)를 초음파 가진한다.

[0069] 도 10 및 도 11을 참조하면서 와이어 불량 검출 시스템(200)의 동작에 대해 설명한다. 먼저, 도 5 및 도 6을 참조하면서 설명한 초음파 가진식 불량 검출 장치(100)의 동작과 동일한 동작에 대해서는 동일한 단계 번호를 부여하고 설명을 생략한다.

[0070] 도 10의 S201, S102~S104 단계에 나타낸 바와 같이, 제어부(50)의 CPU(51)는 전류 센서(54)로 검출한 전류(A1)가 대략 일정해지도록 고주파 전력의 전압(V1)을 조정하면서, 고주파 전력의 주파수(f)를 변화시키면서 반도체 장치(10)를 초음파 가진한다. 그리고, 제어부(50)의 CPU(51)는 진동하고 있는 반도체 장치(10)의 와이어(30)의 동화상을 촬상하고, 촬상한 화상 데이터를 메모리(52)에 저장한다. 그리고, 제어부(50)는 고주파 전력의 주파수를 소정의 초음파 주파수의 범위에서 변화시켜, 반도체 장치(10)의 동화상을 촬상하여 메모리(52)에 저장하면, 앞서 설명한 바와 마찬가지로, 하나의 프레임과 전 프레임의 화상을 비교하여 와이어(30)의 화상의 차분(Δd)을 산출한다.

[0071] 제어부(50)의 CPU(51)는 도 6의 B부분 상세에 도시한 바와 같이, 하나의 프레임의 2단째 와이어(32b)와 3단째 와이어(33b)의 화상과 하나 전의 전 프레임의 2단째 와이어(32b)와 3단째 와이어(33b)의 화상과의 차분(Δdb)이 소정의 문턱값(ΔS)을 초과한 경우, 도 10의 S105 단계에서 YES로 판단하고 도 10의 S202 단계로 진행하여, 2단째 와이어(32b)와 3단째 와이어(33b)의 화상의 디스플레이(48) 상의 표시 화상을 정상적으로 접속되어 있는 와이어(30a)의 1단째~4단째 와이어(31a~34a)의 표시 화상과 달리한다.

[0072] 다른 표시는 다양한 표시가 있는데, 예를 들면, 불량 와이어(30b)의 2단째 와이어(32b)와 3단째 와이어(33b)의 화상을 적색으로 표시할 수도 있다. 또한, 휘도가 높은 백색으로 표시하고, 기판(11)과 각 반도체 칩(21~24)의 화상, 혹은, 정상적으로 접속되어 있는 와이어(30a)의 1단째~4단째 와이어(31a~34a)의 화상과 구별될 수 있도록 표시할 수도 있다.

[0073] 검사원은 디스플레이(48)의 화상을 보면, 예를 들면 불량 와이어(30b)가 적색으로 표시되므로, 한눈에 불량 와이어(30b)의 유무 및 그 위치를 검출할 수 있다.

[0074] 제어부(50)의 CPU(51)는 도 10의 S105 단계에서 NO로 판단한 경우에는 화상을 다르게 하지 않고 처리를 종료한다.

[0075] 또한, 제어부(50)의 CPU(51)는 도 11에 도시된 바와 같이, 하나의 프레임의 2단째 와이어(32b)와 3단째 와이어(33b)의 화상과, 하나 전의 전 프레임의 2단째 와이어(32b)와 3단째 와이어(33b)의 화상과의 차분(Δdb)이 소정의 문턱값(ΔS)을 초과한 경우, 도 11 중에 빗금으로 표시한 2단째 와이어(32b)과 3단째 와이어(33b)의 진동 영역 중의 차분(Δd)이 소정의 문턱값(ΔS)을 초과한 초과 영역(35, 36)의 화상 표시를 다른 영역의 화상 표시와 달리하여 디스플레이(48)에 표시하는 것으로 할 수도 있다. 예를 들면, 초과 영역(35, 36)을 적색 표시로 하는 경우, 불량 와이어(30b)의 2단째 와이어(32b)와 3단째 와이어(33b)의 화상보다도 넓은 영역을 적색 표시로 하므로, 검사원은 보다 용이하게 불량 와이어(30b)를 검출할 수 있다.

[0076] 이상 설명한 바와 같이, 실시예의 와이어 불량 검출 시스템(200)은 앞서 설명한 초음파 가진식 불량 검출 장치(100)와 동일한 효과뿐만 아니라, 디스플레이(48) 위에 불량 와이어(30b)의 표시 화상을 다른 표시 화상과 구별하여 표시할 수 있다. 이로써, 검사원이 디스플레이(48)의 화상에 의해 불량 와이어(30b)를 검출할 수 있다. 불량 와이어(30b)의 진폭과 정상적으로 접속되어 있는 와이어(30a)의 진폭과의 차는 현저하므로, 높은 정확도로 불량 와이어(30b)의 불량을 검출할 수 있다. 또한, 카메라(45)로 반도체 장치(10)에 포함되는 모든 와이어(30)의 화상을 획득하고, 동시에 분석하여 디스플레이(48)에 표시할 수 있으므로, 와이어(30)의 개수가 많아져도 단시간에 모든 와이어(30)의 불량 검사를 할 수 있다.

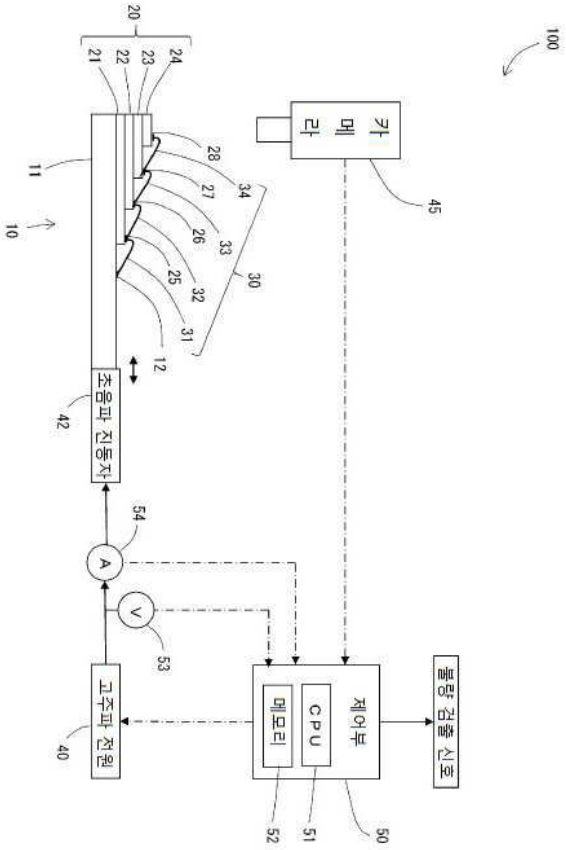
부호의 설명

[0077]

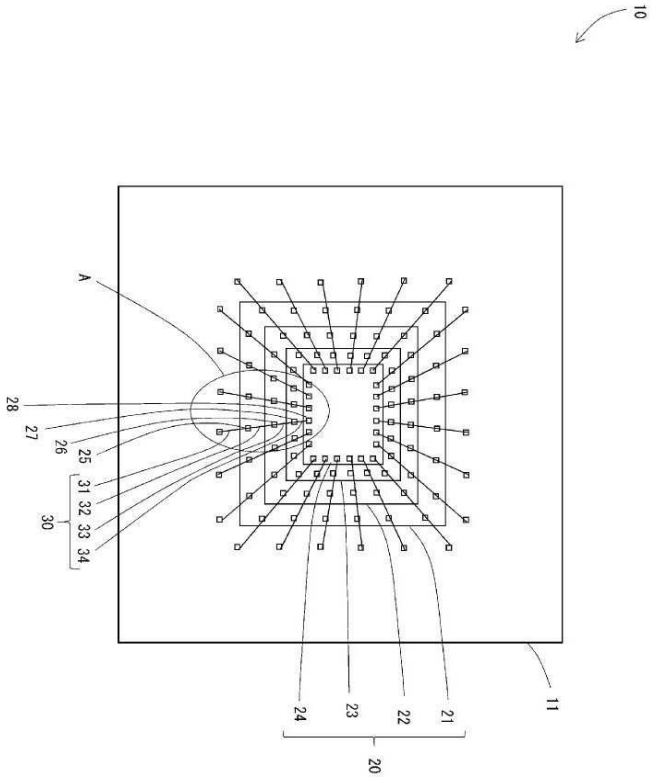
10: 반도체 장치
11: 기판
12, 25~28: 전극
20: 반도체 소자
21~24: 반도체 칩
30, 31~34: 와이어
35, 36: 초과 영역
39a, 39b: 중심선
40: 고주파 전원
42: 초음파 진동자
43: 초음파 스피커
45: 카메라
48: 디스플레이
50: 제어부
51: CPU
52: 메모리
53: 전압 센서
54: 전류 센서
55, 56: 맵
100: 초음파 가진식 불량 검출 장치
200: 와이어 불량 검출 시스템

도면

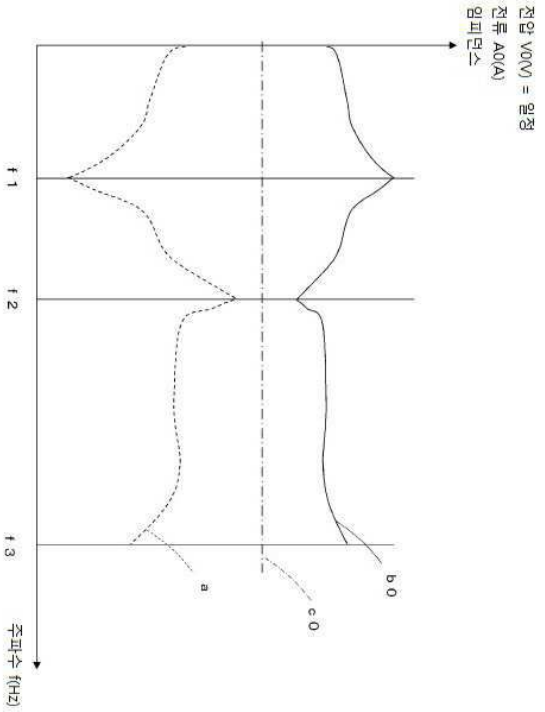
도면1


100
20
21
22
23
24
11
10
28
27
26
25
34
33
32
31
30
12
카메라
45
초음파 진동자
42
54
A
V
53
고주파 전원
40
메모리
CPU
제어부
50
52
51
불량 검출 신호

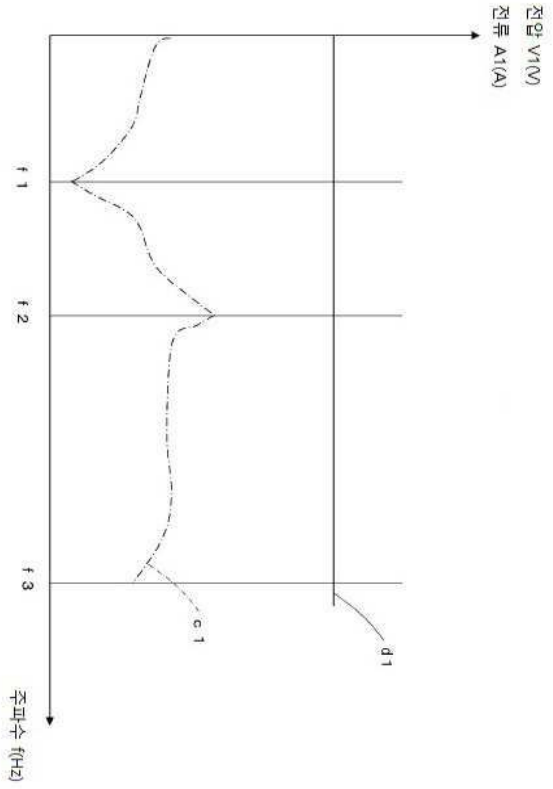
도면2


10
A
28
27
26
25
31
32
33
34
30
11
24
23
22
21
20

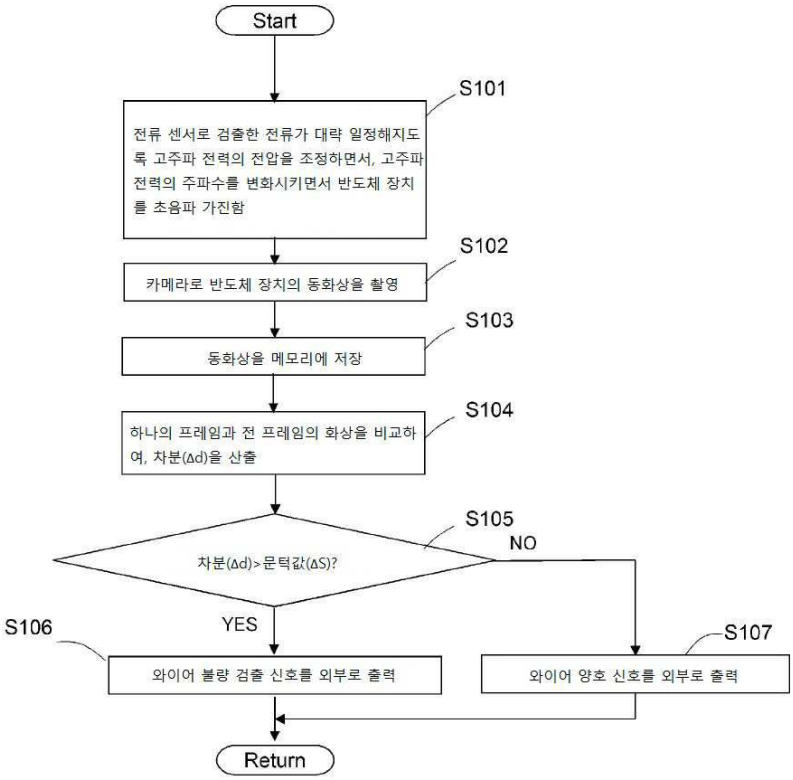
도면3


전압 V0(V) = 일정
전류 A0(A)
임피던스
f 1
f 2
f 3
a
b 0
c 0
주파수 f(Hz)

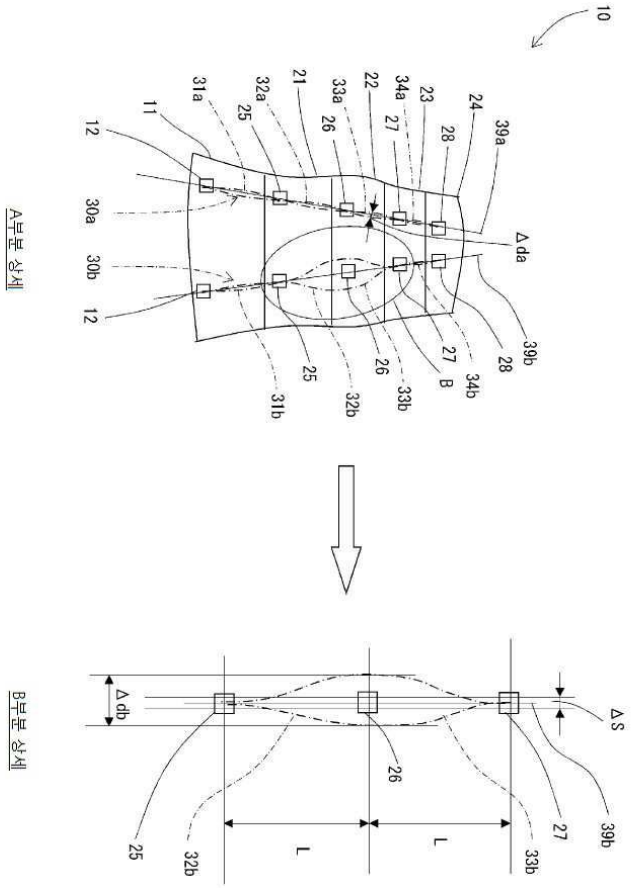
도면4


전압 V1(V)
전류 A1(A)
f 1
f 2
f 3
c 1
d 1
주파수 f(Hz)

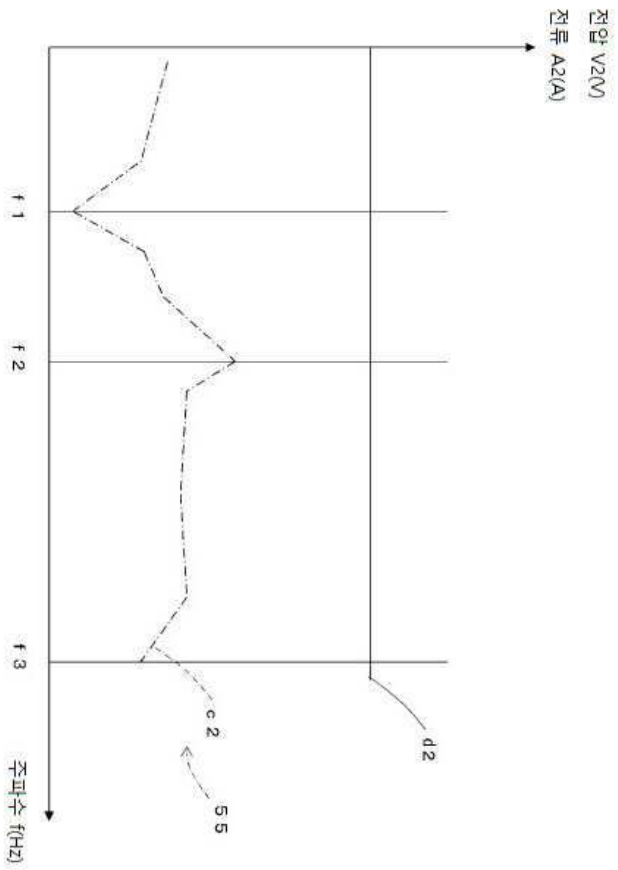
도면5


Start
S101
전류 센서로 검출한 전류가 대략 일정해지도록 고주파 전력의 전압을 조정하면서, 고주파 전력의 주파수를 변화시키면서 반도체 장치를 초음파 가진함
S102
카메라로 반도체 장치의 동화상을 촬영
S103
동화상을 메모리에 저장
S104
하나의 프레임과 전 프레임의 화상을 비교하여, 차분(Δd)을 산출
S105
차분(Δd)>문턱값(ΔS)?
NO
YES
S106
와이어 불량 검출 신호를 외부로 출력
S107
와이어 양호 신호를 외부로 출력
Return

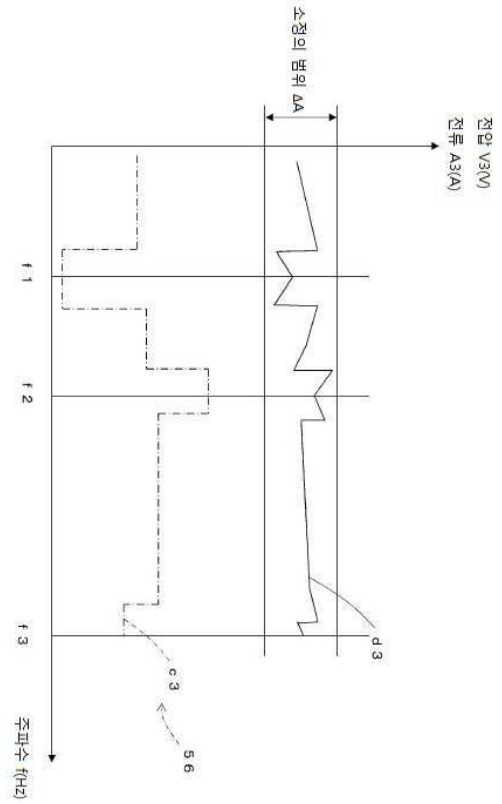
도면6


10
A부분 상세
B부분 상세
Δda
Δdb
ΔS
L
L

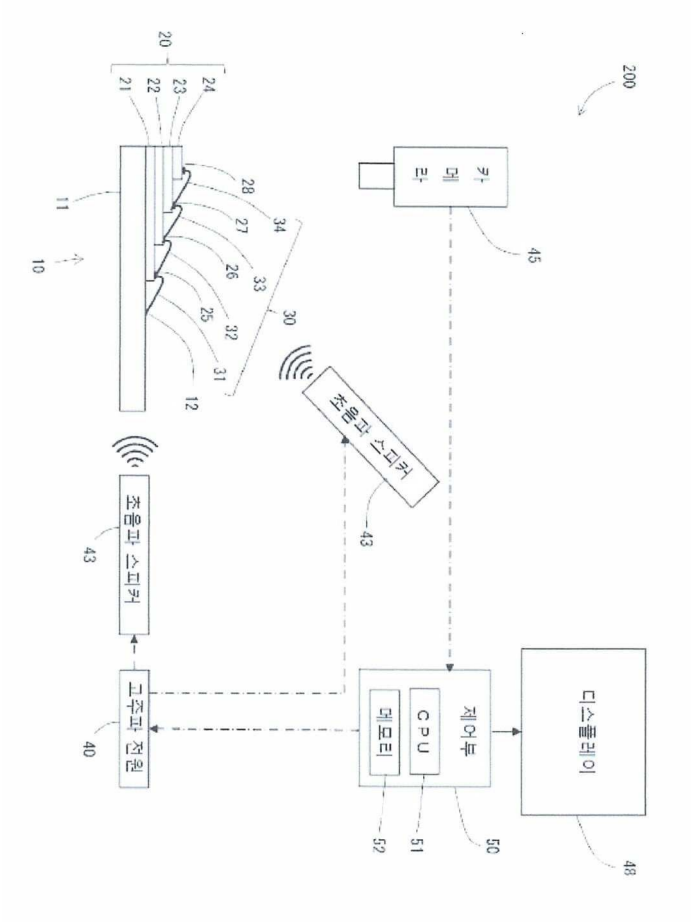
도면7



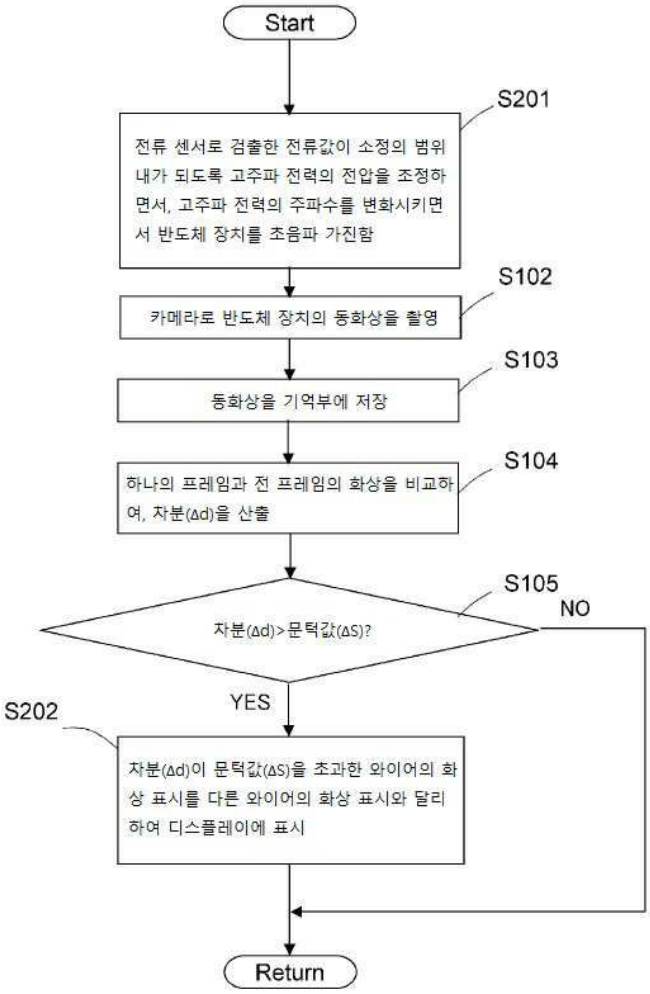
도면8



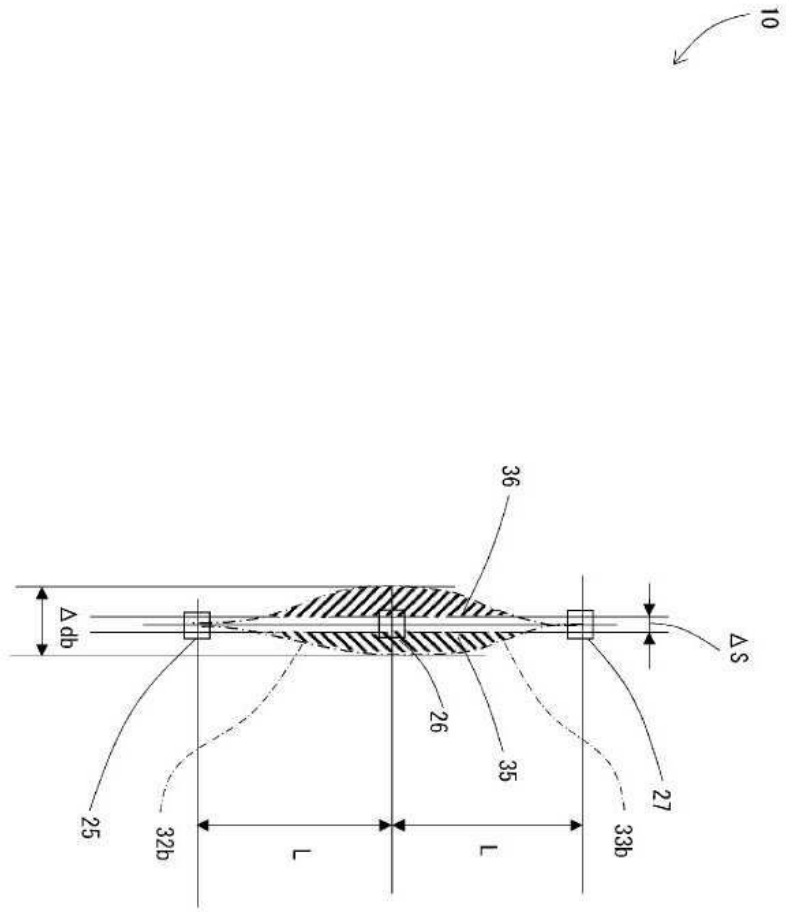
도면9


200
20
21
22
23
24
11
10
28
27
26
25
34
33
32
31
30
12
카메라
45
초음파 스피커
43
초음파 스피커
43
구동부 전원
40
제어부
메모리
CPU
52
51
50
디스플레이
48

도면10


Start
S201
전류 센서로 검출한 전류값이 소정의 범위 내가 되도록 고주파 전력의 전압을 조정하면서, 고주파 전력의 주파수를 변화시키면서 반도체 장치를 초음파 가진함
S102
카메라로 반도체 장치의 동화상을 촬영
S103
동화상을 기억부에 저장
S104
하나의 프레임과 전 프레임의 화상을 비교하여, 차분(Δd)을 산출
S105
차분(Δd)>문턱값(ΔS)?
NO
YES
S202
차분(Δd)이 문턱값(ΔS)을 초과한 와이어의 화상 표시를 다른 와이어의 화상 표시와 달리하여 디스플레이에 표시
Return

도면11



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 10

【변경전】

기판과, 상기 기판에 장착된 반도체 소자와, 상기 반도체 소자의 전극과 상기 기판의 전극, 또는, 상기 반도체 소자의 하나의 전극과 상기 반도체 소자의 다른 전극을 접속하는 와이어를 구비하는 반도체 장치의 상기 와이어의 불량을 검출하는 와이어 불량 검출 시스템으로서,

상기 반도체 장치를 초음파 가진하는 초음파 가진기와,

상기 초음파 가진기에 고주파 전력을 공급하는 전원과,

초음파 가진된 상기 반도체 장치를 촬상하는 촬상 장치와,

상기 촬상 장치로 촬상한 화상을 표시하는 디스플레이와,

상기 전원으로부터 상기 초음파 가진기에 공급되는 상기 고주파 전력의 주파수를 조정하는 동시에, 상기 와이어의 불량을 검출하는 제어부를 구비하고,

상기 제어부는 상기 전원으로부터 상기 초음파 가진기에 공급되는 상기 고주파 전력의 주파수를 변화시키면서, 상기 촬상 장치로 상기 반도체 장치의 동화상을 촬상하며,

촬상한 동화상의 하나의 프레임과 그 이전의 전 프레임과의 화상의 차분을 산출하여,

상기 차분이 소정의 문턱값을 초과한 경우에 상기 와이어의 표시 화상을 다른 상기 와이어의 표시 화상과 달리

하여 상기 디스플레이에 표시하며,

상기 반도체 장치는 불량 검출의 대상이 되는 대상부와, 불량 검출의 대상이 되지 않는 비대상부를 포함하고,

상기 제어부는 상기 전원으로부터 상기 초음파 가진기에 공급되는 상기 고주파 전력의 주파수를 변화시킬 때에, 상기 촬상 장치로 촬상한 화상으로부터 검출되는 상기 비대상물의 진폭에 대한 상기 촬상 장치로 촬상한 화상으로부터 검출되는 상기 대상부의 진폭의 비율이 소정값 이상이 되도록 상기 전원으로부터 상기 초음파 가진기에 공급되는 상기 고주파 전력의 전압을 조정하는 것을 특징으로 하는 와이어 불량 검출 시스템.

【변경후】

기판과, 상기 기판에 장착된 반도체 소자와, 상기 반도체 소자의 전극과 상기 기판의 전극, 또는, 상기 반도체 소자의 하나의 전극과 상기 반도체 소자의 다른 전극을 접속하는 와이어를 구비하는 반도체 장치의 상기 와이어의 불량을 검출하는 와이어 불량 검출 시스템으로서,

상기 반도체 장치를 초음파 가진하는 초음파 가진기와,

상기 초음파 가진기에 고주파 전력을 공급하는 전원과,

초음파 가진된 상기 반도체 장치를 촬상하는 촬상 장치와,

상기 촬상 장치로 촬상한 화상을 표시하는 디스플레이와,

상기 전원으로부터 상기 초음파 가진기에 공급되는 상기 고주파 전력의 주파수를 조정하는 동시에, 상기 와이어의 불량을 검출하는 제어부를 구비하고,

상기 제어부는 상기 전원으로부터 상기 초음파 가진기에 공급되는 상기 고주파 전력의 주파수를 변화시키면서, 상기 촬상 장치로 상기 반도체 장치의 동화상을 촬상하며,

촬상한 동화상의 하나의 프레임과 그 이전의 전 프레임과의 화상의 차분을 산출하여,

상기 차분이 소정의 문턱값을 초과한 경우에 상기 와이어의 표시 화상을 다른 상기 와이어의 표시 화상과 달리하여 상기 디스플레이에 표시하며,

상기 반도체 장치는 불량 검출의 대상이 되는 대상부와, 불량 검출의 대상이 되지 않는 비대상부를 포함하고,

상기 제어부는 상기 전원으로부터 상기 초음파 가진기에 공급되는 상기 고주파 전력의 주파수를 변화시킬 때에, 상기 촬상 장치로 촬상한 화상으로부터 검출되는 상기 비대상부의 진폭에 대한 상기 촬상 장치로 촬상한 화상으로부터 검출되는 상기 대상부의 진폭의 비율이 소정값 이상이 되도록 상기 전원으로부터 상기 초음파 가진기에 공급되는 상기 고주파 전력의 전압을 조정하는 것을 특징으로 하는 와이어 불량 검출 시스템.