



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년07월19일
 (11) 등록번호 10-1759496
 (24) 등록일자 2017년07월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G01N 21/956 (2006.01) G01N 21/88 (2006.01)
 G06T 7/00 (2017.01)
 (52) CPC특허분류
 G01N 21/95607 (2013.01)
 G01N 21/8851 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2015-0117180
 (22) 출원일자 2015년08월20일
 심사청구일자 2015년08월20일
 (65) 공개번호 10-2017-0022346
 (43) 공개일자 2017년03월02일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1019990049939 A*
 KR1020100010887 A
 KR101383827 B1
 KR1020140006582 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
충북대학교 산학협력단
 충청북도 청주시 서원구 충대로 1 (개신동)
 (72) 발명자
박대형
 충청북도 청주시 서원구 경신로 67, 111동 1506호
 (개신동, 주공1단지아파트)
연승근
 서울특별시 광진구 광나루로30나길 6, B동 202호
 (구의동, 한일트윈빌)
 (74) 대리인
김정현

전체 청구항 수 : 총 10 항

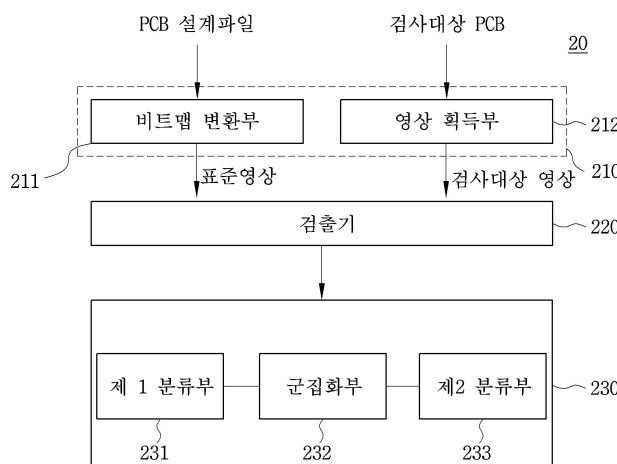
심사관 : 김명갑

(54) 발명의 명칭 **PCB 결함 및 결함종류 분류 시스템 및 방법**

(57) 요약

본 발명은 PCB 결함 및 결함종류 분류 시스템 및 방법에 대하여 개시한다. 본 발명의 일면에 따른 PCB 결함 분류 시스템은, PCB(Printed Circuit Board) 설계파일에 대응하는 표준 영상과 검사대상 PCB의 영상인 검사대상 영상을 차 연산하여, 상기 검사대상 PCB 내 모든 결함영역을 검출하는 검출기; 및 검출된 각 결함영역의 결함유형, 에지(Edge)의 유형변화횟수 및 배경비율 중 적어도 하나를 이용하여 단순 결함 및 복합 결함을 포함하는 각 결함 영역의 결함종류를 분류하는 분류기를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

G01N 21/95684 (2013.01)

G06T 7/0004 (2013.01)

G01N 2021/8854 (2013.01)

G01N 2021/95638 (2013.01)

G06T 2207/30141 (2013.01)

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

PCB(Printed Circuit Board) 설계파일에 대응하는 표준 영상과 검사대상 PCB의 영상인 검사대상 영상을 차 연산하여, 상기 검사대상 PCB 내 모든 결함영역을 검출하는 검출기; 및

검출된 각 결함영역의 결함유형, 에지(Edge)의 유형변화횟수 및 배경비율 중 적어도 하나를 이용하여 단순 결함 및 복합 결함을 포함하는 각 결함영역의 결함종류를 분류하는 분류기를 포함하며,

상기 분류기는 상기 각 결함영역의 에지를 추출하고, 추출된 상기 에지와 인접한 화소의 화소값에 대응하여 각 에지의 유형을 확인하고, 확인된 상기 에지의 유형에 따른 상기 에지의 유형변화횟수를 기확인된 각 결함영역에 대응하는 결함유형별 기준과 비교하여 상기 각 결함영역의 결함종류를 분류하는 제1 분류부를 포함하는 것인 PCB 결함 분류 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 PCB 설계파일을 비트맵으로 변환하여 상기 표준 영상을 생성하는 비트맵 변환부; 및

상기 검사대상 PCB의 영상을 획득하여 비트맵인 상기 검사대상 영상이 생성되도록 하는 영상 획득부를 포함하는 영상 처리부를 더 포함하는 PCB 결함 분류 시스템.

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제1 분류부는,

상기 결함유형이 초과유형이면서, 상기 에지의 유형변화횟수가 4 이상이면, 상기 결함종류를 쇼트(Short)로 분류하고, 상기 에지의 유형변화횟수가 4 미만, 2 이상이면, 상기 결함종류를 덧살로 분류하고, 상기 에지의 유형변화횟수가 2 미만이면, 상기 결함종류를 잔동으로 분류하는 것인 PCB 결함 분류 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 제1 분류부는,

상기 결함유형이 부족유형이면서, 상기 에지의 유형변화횟수가 4 이상이면, 상기 결함종류를 오픈(Open)으로 분류하고, 상기 에지의 유형변화횟수가 4 미만, 2 이상이면, 상기 결함종류를 결손으로 분류하고, 상기 에지의 유형변화횟수가 2 미만이면, 상기 결함종류를 핀홀(Pin hole)으로 분류하는 것인 PCB 결함 분류 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 분류기는,

상기 각 결함영역 간의 거리가 기설정된 임계치 이하인 두 결함영역을 하나의 결함영역으로 병합하여 복합 결함영역을 생성함에 따라, 상기 검사대상 PCB 내 모든 결함영역 간의 거리가 상기 임계치를 초과하도록 군집하는 군집화부; 및

상기 복합 결함영역의 배경화소의 비율을 이용하여 상기 복합 결함영역의 결함종류를 분류하는 제2 분류부를 더 포함하는 것인 PCB 결함 분류 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 제2 분류부는,

상기 복합 결함영역 각각을 기설정된 복수의 격자영역으로 분할하고, 분할될 각 격자영역에 대한 상기 배경화소의 비율을 각기 산출하며, 결함종류별 격자영역별 배경화소의 비율을 기학습한 신경회로망에 상기 각 격자영역의 배경화소의 비율을 입력함에 따라 상기 복합 결함영역의 결함종류를 분류하는 것인 PCB 결함 분류 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 각 결함영역의 위치, 결함유형, 에지의 유형변화횟수 및 결함종류 중 적어도 하나의 정보를 표출하는 디스플레이 수단

을 더 포함하는 PCB 결함 분류 시스템.

청구항 9

적어도 하나의 프로세서에 의한 PCB 결함 분류 방법으로서,

PCB 설계파일에 대응하는 표준 영상과 검사대상 PCB(Printed Circuit Board)의 영상인 검사대상 영상을 차 연산하는 단계;

상기 차 연산하는 단계의 연산 결과의 화소값에 의해 상기 검사대상 PCB 내 모든 결함영역을 검출하는 단계; 및 검출된 각 결함영역의 결함유형, 에지(Edge)의 유형변화횟수 및 배경비율 중 적어도 하나를 이용하여 단순 결함 및 복합 결함을 포함하는 각 결함영역의 결함종류를 분류하는 단계를 포함하며,

상기 분류하는 단계는,

상기 각 결함영역의 에지를 각기 추출하는 단계;

추출된 상기 각 에지와 인접한 화소의 화소값에 대응하여 에지의 유형을 확인하는 단계;

확인된 상기 에지의 유형에 따른 상기 에지의 유형변화횟수를 확인된 결함유형에 대응하는 결함유형별 기준과 비교하여 상기 각 결함영역에서 결함종류를 분류하는 제2단계를 포함하는 것인 PCB 결함 분류 방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

제9항에 있어서, 상기 분류하는 단계는,

상기 각 결함영역 간의 거리가 기설정된 임계치 이하인 두 결함영역을 하나의 결함영역으로 병합하여 복합 결함영역을 생성함에 따라, 상기 검사대상 PCB 내 모든 결함영역 간의 거리가 상기 임계치를 초과하도록 군집화하는 단계; 및

상기 복합 결함영역의 배경화소의 비율을 이용하여 상기 복합 결함영역의 결함종류를 분류하는 단계

를 더 포함하는 것인 PCB 결함 분류 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 복합 결함영역의 결함종류를 분류하는 단계는,

상기 복합 결함영역 각각을 기설정된 복수의 격자영역으로 분할하는 단계;

분할될 각 격자영역에서 상기 배경화소의 비율을 산출하는 단계;

결함종류별 격자영역별 배경화소의 비율을 기학습한 신경회로망에 상기 각 격자영역의 배경화소의 비율을 입력함에 따라 상기 복합 결함영역의 결함종류를 분류하는 단계

를 포함하는 것인 PCB 결함 분류 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 PCB 불량 검사 기술에 관한 것으로서, 더 구체적으로는 자동화된 PCB 결함 및 결함종류 분류 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 일반적으로, 인쇄회로기판(PCB)은 전자제품을 구성하는 많은 부품을 서로 연결해주는 역할을 하는 부품이다.
- [0003] 인쇄회로기판은 복수의 내층과 외층으로 구성되며, 각 층마다 노광, 에칭, 드릴링, 마스크, 도금, 마킹 등 많은 공정을 거쳐 제조된다. 그러나 인쇄회로기판은 공정 진행중에 먼지, 지문 등의 오염원의 잔류, 소정의 배선패턴의 산화 및 변색 등에 의해 불량이 발생할 수 있다.
- [0004] 이러한 불량을 방지하고자, 종래에는 확대경을 통해 작업자의 육안으로 결함이 없는 표준기판과 작업대상기판의 회로를 상호 대조하는 방식으로 불량이 검사되었다.
- [0005] 그러나 이러한 시각검사는 검사속도가 느리고 검사자의 상태에 따라 결과가 달라질 수 있으며, 결함 종류와 수량 등 품질관리에 필요한 정보의 수집이 어려운 등 많은 문제점이 있었다.
- [0006] 이러한 문제점을 개선하고자, 종래의 PCB 자동 검사 방식은 카메라를 통해 검사대상 촬영 영상을 획득하고 이를 결함이 없는 표준 영상과 대조하여 그 결함 여부를 자동으로 검출하였다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 대한민국등록특허 제1420312호(등록일: 2014년 7월 10일)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명은 전술한 바와 같은 기술적 배경에서 안출된 것으로서, 단순 및 복합 PCB 결함을 분류할 수 있는 PCB 결함 및 결함종류 분류 시스템 및 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.
- [0009] 본 발명의 목적은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명의 일면에 따른 PCB 결함 분류 시스템은, PCB(Printed Circuit Board) 설계파일에 대응하는 표준 영상과 검사대상 PCB의 영상인 검사대상 영상을 차 연산하여, 상기 검사대상 PCB 내 모든 결함영역을 검출하는 검출기; 및 검출된 각 결함영역의 결함유형, 에지(Edge)의 유형변화횟수 및 배경비율 중 적어도 하나를 이용하여 단순 결함 및 복합 결함을 포함하는 각 결함영역의 결함종류를 분류하는 분류기를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0011] 본 발명의 다른 면에 따른 적어도 하나의 프로세서에 의한 PCB 결함 분류 방법은, PCB 설계파일에 대응하는 표준 영상과 검사대상 PCB(Printed Circuit Board)의 영상인 검사대상 영상을 차 연산하는 단계; 상기 차 연산 결과의 화소값에 의해 상기 검사대상 PCB 내 모든 결함영역을 검출하는 단계; 및 검출된 각 결함영역의 결함유형, 에지(Edge)의 유형변화횟수 및 배경비율 중 적어도 하나를 이용하여 단순 결함 및 복합 결함을 포함하는 각 결함영역의 결함종류를 분류하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0012] 본 발명에 따르면, 다양한 PCB 결함 종류를 분류할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0013] 도 1은 다양한 결함이 발생한 인쇄회로기판을 도시한 도면.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 PCB 결함 분류 시스템을 도시한 구성도.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 차 영상을 설명하기 위한 도면.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 결함유형 판별 방법을 도시한 흐름도.
- 도 5a는 본 발명의 실시예에 따른 단순 결함영역의 PCB 결함종류 분류 방법을 도시한 흐름도.
- 도 5b는 덧살 결함이 있는 결함영역을 도시한 도면.
- 도 5c는 개방 결함이 있는 결함영역을 도시한 도면.
- 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 복합 결함영역 군집화 과정을 설명하기 위한 도면.
- 도 7a 내지 7c는 본 발명의 실시예에 따른 복합 결함영역의 결함 분류 방법을 설명하기 위한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 본 발명의 전술한 목적 및 그 이외의 목적과 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 한편, 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [0015] 본 발명의 실시예를 설명하기에 앞서, 도 1을 참조하여 본 발명에 의해서 판별되는 인쇄회로기판의 결함 종류에 대하여 설명한다. 도 1은 다양한 결함이 발생한 인쇄회로기판을 도시한 도면이다.
- [0016] 도 1에 도시된 바와 같이, 인쇄회로기판의 결함 종류는 핀홀(Pin hole)(111), 결손(112), 오픈(Open)(113), 잔동(121), 덧살(122), 쇼트(Short)(123), 밀립(131), 폭감소(132), 미에칭(133), 편심(134) 등이 있다.
- [0017] 도 1에서, 핀홀(111), 결손(112) 및 오픈(113)은 회로가 생성 되지 않아 발생한 부족유형의 결함이고, 잔동(121), 덧살(122) 및 쇼트(123)는 회로가 초과로 형성되어 발생한 초과유형의 결함이다. 이러한 핀홀(111), 결손(112), 오픈(113), 잔동(121), 덧살(122), 쇼트(123)는 하나의 결함영역으로 나타낼 수 있는 단순한 결함이다.
- [0018] 반면, 밀립(131), 폭감소(132), 미에칭(133) 및 편심(134)은 둘 이상의 결함영역을 포함하는 복합적인 결함이다.
- [0019] 이하, 도 2 내지 7c를 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 PCB 결함 분류 시스템에 대하여 설명한다.
- [0020] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 PCB 결함 분류 시스템을 도시한 구성도이고, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 차 영상을 설명하기 위한 도면이고, 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 결함유형 판별 방법을 도시한 흐름도이다. 도 5a는 본 발명의 실시예에 따른 단순 결함영역의 PCB 결함종류 분류 방법을 도시한 흐름도이고, 도 5b는 덧살 결함이 있는 결함영역을 도시한 도면이고, 도 5c는 개방 결함이 있는 결함영역을 도시한 도면이다. 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 복합 결함영역 군집화 과정을 설명하기 위한 도면이고, 도 7a 내지 7c는 본 발명의 실시예에 따른 복합 결함영역의 결함 분류 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0021] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 PCB 결함 분류 시스템(20)은 영상 처리기(210), 검출기(220) 및 분류기(230)를 포함한다.
- [0022] 영상 처리기(210)는 PCB 설계 파일 및 PCB 촬영 영상으로부터 표준 영상 및 검사대상 영상을 각기 생성하여 검출기(220)로 전달한다.

- [0023] 영상 처리기(210)는 비트맵 변환부(211) 및 영상 획득부(212)를 포함한다. 이하, 영상 처리기(210)의 각 구성요소에 대하여 설명한다.
- [0024] 영상 획득부(212)는 검사대상 PCB(Printed Circuit Board)의 각 층(Layer)를 촬영한 결과 검사대상 PCB 영상을 획득하여 비트맵 변환부(211)로 전달한다. 이때, 영상 획득부(212)는 검사대상 PCB 영상을 자체적으로 비트맵 변환하여 검출기(220)에 전달할 수도 다. 예컨대, 영상 획득부(212)는 기설정된 고정위치에서 검사대상 PCB를 촬영하는 카메라일 수 있으며, 비트맵 변환을 수행하는 변환부일 수 있다.
- [0025] 비트맵 변환부(211)는 PCB 설계파일 예컨대, ODB++ 데이터를 입력받아 비트맵으로 변환하여 표준 영상을 생성한다. 또는, 비트맵 변환부(211)는 PCB 설계파일과 검사대상 PCB 영상을 각기 입력받아 비트맵으로 변환하여 표준 영상과 검사대상 영상을 출력할 수도 있다. 이 같이, 본 발명에서는 비트맵 영상을 이용하여 결함영역의 검출 및 결함종류를 판별하므로, 연산량을 줄일 수 있다.
- [0026] 검출기(220)는 각기 입력받은 표준 영상과 검사대상 영상을 차 연산하여 검사대상 PCB 내 모든 결함영역을 검출한다. 이때, 검출기(220)는 차 영상(33)의 각 화소값이 0이면, 결함이 없는 영역으로 판단하고, 그 화소값이 양수이거나 음수인 영역을 결함영역으로 판단할 수 있다.
- [0027] 이하, 도 3 및 도 4를 참조하여 결함영역 검출 과정에 대하여 설명한다.
- [0028] 도 3과 같이, 표준 영상(31)과 검사대상 영상(32)은 배경(또는 물체)이 흰색으로 표시되고, 회로(패턴)부분이 검은색으로 표시된 영상이다.
- [0029] 그런데 검출기(220)에 의해 차 연산 된 차 영상의 각 화소값은 표준 영상(31)과 검사대상 영상(32)이 상호 일치하는 영역에서는 0이고, 상호 일치하지 않는 결함이 있는 영역에서는 양수(255)이거나 음수(-255)이다.
- [0030] 도 3에서는 이해를 돕기 위해서, 차 영상(33)의 화소값이 0인 결함이 없는 영역(화소값대로라면 흰색으로 표시되는 영역임)을 회색으로 표시하고, 상호 일치하지 않는 결함영역을 그 화소값이 양수인 영역을 검정색으로 표시하고, 그 화소값이 음수인 영역을 흰색으로 표시하였다.
- [0031] 이하, 도 4를 참조하여 검출기(220)의 결함유형(부족유형 또는 초과유형) 판별 방법에 대하여 설명한다.
- [0032] 도 4를 참조하면, 검출기(220)는 차 영상을 입력받아(S410), 차 영상의 각 화소값이 양수인지, 음수인지, 아니면 0인지를 확인한다(S420).
- [0033] 검출기(220)는 확인결과 화소값이 0인 영역에 대해서는 결함이 없는 것으로 판단한다(S430).
- [0034] 반면, 검출기(220)는 확인결과 화소값이 양수이거나 음수인 영역에 대해서는 결함이 있는 것으로 판단한다(S440~450).
- [0035] 상세하게는, 검출기(220)는 화소값이 양수인 영역에 대해서는 초과유형의 결함영역인 것으로 판단한다(S430). 다시 말해, 화소값이 양수인 영역은 표준 영상의 배경에서 검사대상 영상의 회로가 차 연산 된 것이므로, 검출기(220)는 해당 화소값에 대응하는 영역을 불필요한 회로가 추가된 초과유형의 결함영역으로 판단할 수 있다. 또한, 검출기(220)는 화소값이 음수인 영역에 대해서는 부족유형의 결함영역인 것으로 판단한다(S450). 다시 말해, 화소값이 음수인 영역은 표준 영상의 회로에서 검사대상 영상의 배경이 차 연산 된 것이므로, 검출기(220)는 해당 화소값에 대응하는 영역을 필요한 회로가 결핍되는 부족유형의 결함영역으로 판단할 수 있다.
- [0036] 다시 도 2로 돌아가서, 검출기(220)는 각 결함영역의 정보 및 그 유형정보를 분류기(230)로 전달할 수 있다. 이때, 검출기(220)는 서로 이어지는 화소를 하나의 결함영역으로 결정할 수 있으며, 이에, 각 결함영역의 정보는 각 결함영역의 기준위치 및 크기(예컨대, 중심 및 가로세로)일 수 있다.
- [0037] 여기서, 실제 결함부위의 크기는 모두 다를 수 있지만, 검출기(220)는 연산 편의성을 위해서 결함영역을 모두 동일한 형상으로 가정한 정보를 전달할 수 있다. 더 상세하게는, 차 영상에서 확인된 실제 결함부위는 동그라미 형상이더라도, 검출기(220)는 실제 결함부위를 모두 포함하는 네모형상의 각 결함영역의 정보를 생성하여 분류기(230)에 전달할 수 있다.
- [0038] 또한, 유형정보는 초과유형 또는 부족유형을 구분 가능한 정보일 수 있다.
- [0039] 한편, 전술한 예에서는 검출기(220)가 각 결함영역의 결함유형을 판단하여 분류기(230)로 전달하는 경우를 예로 들어 설명하였다. 하지만, 이와 달리, 검출기(220)는 결함영역만을 판단하고, 결함유형은 분류기(230)에 의해 판별될 수도 있음은 물론이다.

- [0040] 다시 도 2로 돌아가서, 분류기(230)는 검출된 각 결함영역의 유형정보, 에지(Edge) 정보에 따른 에지의 유형변화횟수 및 배경비율 중 적어도 하나를 이용하여 각 결함영역의 결함종류를 분류한다.
- [0041] 분류기(230)는 제1 분류부(231), 군집화부(232) 및 제2 분류부(233)를 포함한다. 이하, 분류기(230)의 각 구성 요소에 대하여 설명한다.
- [0042] 제1 분류부(231)는 검사대상 영상을 이용하여 각 결함유형의 에지 정보를 추출하고 에지 정보를 이용하여 에지의 유형변화횟수를 확인한다.
- [0043] 이하, 도 5a를 참조하여 단순 결함영역에 대한 PCB 결함종류 분류 방법에 대하여 설명한다.
- [0044] 제1 분류부(231)는 결함영역의 정보(위치, 크기)를 참조하여 차 영상으로부터 결함영역의 에지(즉, 실제 결함부위의 외곽선)를 추출한다(S510).
- [0045] 제1 분류부(231)는 추출된 에지와 인접한 화소의 화소값을 파악한다(S520). 여기서, 인접한 화소의 화소값은 해당 화소에 배경이 있을 경우에는 양수이고, 회로가 있을 경우에는 음수일 것이다.
- [0046] 제1 분류부(231)는 에지와 인접한 화소의 화소값을 이용하여 에지의 유형변화횟수를 파악한다(S530). 여기서, 에지의 유형은 에지와 인접한 화소가 회로인 유형과 물체인 유형으로 구분되며, 하나의 결함영역에 대한 에지의 유형변화횟수를 검출할 수 있다.
- [0047] 제1 분류부(231)는 검출기(220)로 전달받은 각 결함영역의 결함유형을 확인한다(S540). 이때, 제1 분류부(231)는 자체적으로 각 결함영역의 결함유형을 판단할 수도 있다.
- [0048] 이후, 제1 분류부(231)에 대한 에지의 유형변화횟수를 기설정된 각 결함영역의 결함유형별 기준과 비교하여 각 결함영역의 결함종류를 분류한다(S550~595).
- [0049] 상세하게는, 제1 분류부(231)는 결함유형이 부족유형이면서, 에지의 유형변화횟수가 4 이상이면(S550의 예), 결함종류를 오픈으로 분류한다(S560). 또는, 제1 분류부(231)는 에지의 유형변화횟수가 2 미만이면(S550의 아니오), 결함종류를 핀홀으로 분류한다(S565). 또한, 제1 분류부(231)는 에지의 유형변화횟수가 4 미만, 2 이상이면(S555의 예), 결함종류를 결손으로 분류한다(S570).
- [0050] 반면, 제1 분류부(231)는 결함유형이 초과유형이면서, 에지의 유형변화횟수가 4 미만, 2 이상이면(S580의 예), 결함종류를 덧살로 분류한다(S585). 또한, 제1 분류부(231)는 에지의 유형변화횟수가 2 미만이면(S580의 아니오), 결함종류를 잔동으로 분류한다(S590). 또한, 제1 분류부(231)는 에지의 유형변화횟수가 4 이상이면(S575의 예), 결함종류를 쇼트로 분류한다(S595).
- [0051] 이 같이, 제1 분류부(231)는 1차 분류를 통해 핀홀, 결손, 오픈, 잔동, 덧살 및 쇼트와 같은 단순결함을 검출할 수 있다. 본 발명에서는 각 결함영역의 에지와 주변 화소값을 이용하여 단순 결함종류를 분류하는 기준을 제시함에 따라 단순한 연산에 의해 결함종류를 자동으로 분류할 수 있다.
- [0052] 이하, 도 5b 및 5c를 참조하여 제1 분류부의 에지의 유형변화횟수 산출 방법에 대하여 설명한다.
- [0053] 도 5b와 같이, 덧살 결함이 있는 결함영역(도 5b의 파란색 네모)에서는, 제1 분류부(231)는 빨간색 선으로 표시된 에지를 추출할 수 있다. 그런데 덧살 결함영역에서는 물체와 접한 유형의 에지(51a)와 회로와 접한 유형의 에지(52a)가 하나씩 존재하므로, 제1 분류부(231)는 덧살 결함에 대해서는 에지의 유형변화횟수는 2로 검출될 수 있다. 이 같이, 제1 분류부(231)는 도 5a와 같은 방식에 따라 결함을 정확히 검출할 수 있다.
- [0054] 도 5c와 같이, 오픈 결함이 있는 결함영역(도 5c의 빨간색 네모)에서는, 제1 분류부(231)는 파란색 선으로 표시된 에지를 검출할 수 있다. 그런데 오픈 결함영역에서 물체와 접한 유형의 에지(51b)와 회로와 접한 유형의 에지(52b)가 두 개씩 존재하므로, 제1 분류부(231)는 오픈 결함에 대해서 에지의 유형변화횟수를 4로 검출할 수 있다. 이 같이, 제1 분류부(231)는 도 5a와 같은 방식에 따라 오픈 결함을 정확히 검출할 수 있다.
- [0055] 다시 도 2로 돌아가서, 군집화부(232)는 검사대상 영역 내 결함영역 간의 거리를 기설정된 임계치와 비교하여 검출된 결함영역 중에서 두 결함영역 간의 거리가 임계치 미만이어야 할 결함영역들을 검출하고, 검출된 결함영역들을 군집화하여 복합 결함영역을 분류한다. 여기서, 임계치는 PCB의 회로 간의 거리와 패턴 간의 거리 중 최소거리일 수 있다.
- [0056] 이하, 도 6을 참조하여 군집화부의 군집화 과정을 예로 들어 설명한다.

[0057] 먼저, 군집화부(232)는 검사대상 영상 내 모든 결합영역 간의 거리 중에서 가장 거리가 가까운 두 결합영역을 선택한다(S610). 이때, 거리는 하기의 수학적 식 1과 같이 결합영역 간의 중심 거리일 수 있다.

수학적 식 1

[0058]
$$dist = \min(\sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2})$$

[0059] 여기서, (x_i, y_i) 및 (x_j, y_j) 는 각기 i, j 번째 결합의 중심좌표이다.

[0060] 군집화부(232)는 선택된 두 결합영역 간의 거리가 임계치 이상인지를 확인한다(S620).

[0061] 군집화부(232)는 선택된 두 결합영역 간의 거리가 임계치 미만이면, 선택된 두 결합영역을 하나의 결합영역으로 병합하고(S630), 병합된 영역을 복합 결합영역으로 분류한다(S640).

[0062] 이후, 군집화부(232)는 전체 결합영역 중 가장 거리가 가까운 두 결합영역을 다시 선별하고, 두 결합영역 간의 거리가 임계치 미만이면, 다시 군집화를 수행할 수 있다(S610~S640). 이 같이, 군집화부(232)는 전체 결합영역 중 가장 거리가 가까운 두 결합영역의 거리가 임계치 이상이 될 때까지 군집화 과정을 반복하여 수행한다.

[0063] 군집화부(232)는 군집화를 수행한 결과 복합 결합영역의 정보를 제2 분류부(233)로 전달할 수 있다. 이때, 군집화부(232)는 처음 선택된 두 결합영역 간의 거리가 임계치 이상이면, 검사대상 PCB의 모든 결합영역이 단순 결합영역이므로 군집화를 수행하지 않을 수 있다.

[0064] 이 같이, 본 발명의 실시예에는 검출된 결합영역들 간의 거리를 이용하여 용이하게 검출된 결합이 단순 결합인지 아니면 복합 결합인지를 검출할 수 있다.

[0065] 다시 도 2로 돌아가서, 제2 분류부(233)는 복합 결합영역의 정보를 전달받으면, 복합 결합영역을 복수의 영역으로 분할하여 각 영역에서 배경비율을 산출한 후 기학습된 신경회로망에 입력함에 따라 복합 결합영역에 대한 결합종류를 분류한다.

[0066] 이하, 도 7a 내지 7c를 참조하여 제2 분류부(233)에 의한 결합 분류 방법에 대하여 설명한다.

[0067] 먼저, 제2 분류부(233)는 복합 결합영역을 기설정된 $N \times M$ 개의 격자로 분할한다(S710).

[0068] 제2 분류부(233)는 각 격자에서 배경화소의 비율을 산출한다(S720).

[0069] 제2 분류부(233)는 도 7b와 같은 각 결합영역을 5×5 의 격자(1-25)로 분할하고, 도 7c와 같이 각 격자에서 배경화소의 비율을 산출할 수 있다. 예를 들면, 격자번호 5번의 경우 그 전체 영역이 배경화소이므로, 제2 분류부(233)는 배경화소의 비율을 1로 산출하며, 격자번호 2번의 경우, 그 전체 영역이 회로화소이므로, 제2 분류부(233)는 배경화소의 비율을 0으로 산출한다.

[0070] 이어서, 제2 분류부(233)는 기학습된 신경회로망에 신경회로망 데이터로 배경화소의 비율을 입력하여 복합 결합영역의 결합종류를 분류한다(S730). 상세하게는, 제2 분류부(233)에 의해 사용되는 신경회로망은 퍼셉트론 학습법에 의해 다양한 형태의 PCB에 발생한 밀림, 폭감소, 미에칭 및 편심을 포함하는 각 복합 결합영역의 격자영역별 배경화소의 비율을 기학습하여 구성된 것이다. 따라서, 제2 분류부(233)는 각 격자영역별 배경화소의 비율을 신경회로망에 입력하여 해당 결합영역의 결합종류를 자동으로 분류할 수 있다.

[0071] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 PCB 결합 분류 시스템(20)은 LCD 등의 디스플레이 수단을 더 포함하고, 검사대상 PCB에 결합 유무, 결합이 있으면 결합영역과 분류 결과에 따른 각 결합영역의 결합종류 등을 영상 및 문자를 포함하는 형태로 표출할 수 있다. 또한, 본 발명의 실시예에 따른 PCB 결합 분류 시스템(20)은 분류 과정에서 발생하는 하나 이상의 데이터(예컨대, 단순 결합영역의 수, 복합 결합영역의 수, 결합유형, 에지의 유형변화횟수, 각 결합영역의 위치정보 및 유형정보 중 적어도 하나)을 더 표출할 수도 있다.

[0072] 또한, 전술한, 영상처리기(210), 검출기(220) 및 분류기(230)는 적어도 하나의 프로세싱 유닛을 포함할 수 있고, 실시예에 따라, 메모리를 더 포함할 수 있다.

[0073] 여기서, 프로세싱 유닛은 예를 들어 중앙처리장치(CPU), 그래픽처리장치(GPU), 마이크로프로세서, 주문형 반도체(Application Specific Integrated Circuit, ASIC), Field Programmable Gate Arrays(FPGA) 등을 포함할 수

있으며, 복수의 코어를 가질 수 있다. 그리고 메모리는 휘발성 메모리(예를 들어, RAM 등), 비휘발성 메모리(예를 들어, ROM, 플래시 메모리 등) 또는 이들의 조합일 수 있다.

[0074] 이와 같이, 본 발명의 실시예는 차 연산에 의해 PCB 결함영역을 용이하게 검출할 수 있을 뿐만 아니라, 단순 결함과 복합 결함의 결함종류를 비교적 적은 연산량에 의해 자동으로 판별할 수 있다.

[0075] 또한, 본 발명에서는 신경회로망에 따른 기계학습기법에 의해 복합 결함을 용이하게 분류할 수 있음은 물론, 분류 정확도를 높일 수 있다.

[0076] **제2 실시예**

[0077] 한편, 전술한 예에서는 검사대상 영상에서 결함영역을 단순 결함영역으로 가정하여 1차 분류를 수행하고, 그 중 상호 간의 거리가 임계치 미만인 단순 결함영역을 복합 결함영역으로 묶은 후 복합 결함영역에 대한 2차 분류를 수행하는 경우를 예로 들어 설명하였다.

[0078] 하지만, 이와 달리, 본 발명의 실시예에 따른 분류기(230)는 복합 결함영역과 단순 결함영역을 구분하여 복합 결함영역을 군집화한 후 단순 결함영역에 대해서는 1차 분류를 수행하고, 복합 결함영역에 대해서는 2차 분류를 수행할 수도 있음은 물론이다. 이때, 군집화부(232)는 두 결함영역 간의 거리를 이용하여 복합 결함영역을 검출하고, 검출된 복합 결함영역의 정보를 제2 분류부(233)로 전달하고, 그 외 단순 결함영역의 정보를 제1 분류부(231)로 전달할 수 있다.

[0079] 이 같이, 본 발명의 제2 실시예에 따르면, 단순 결함영역에 대한 분류연산량을 좀 더 줄일 수 있다.

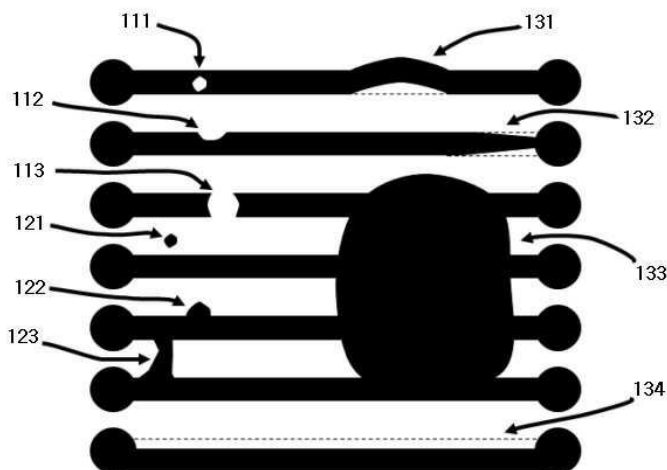
[0080] 이상, 본 발명의 구성에 대하여 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명하였으나, 이는 예시에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술분야에 통상의 지식을 가진자라면 본 발명의 기술적 사상의 범위 내에서 다양한 변형과 변경이 가능함은 물론이다. 따라서 본 발명의 보호 범위는 전술한 실시예에 국한되어서는 아니되며 이하의 특허청구 범위의 기재에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

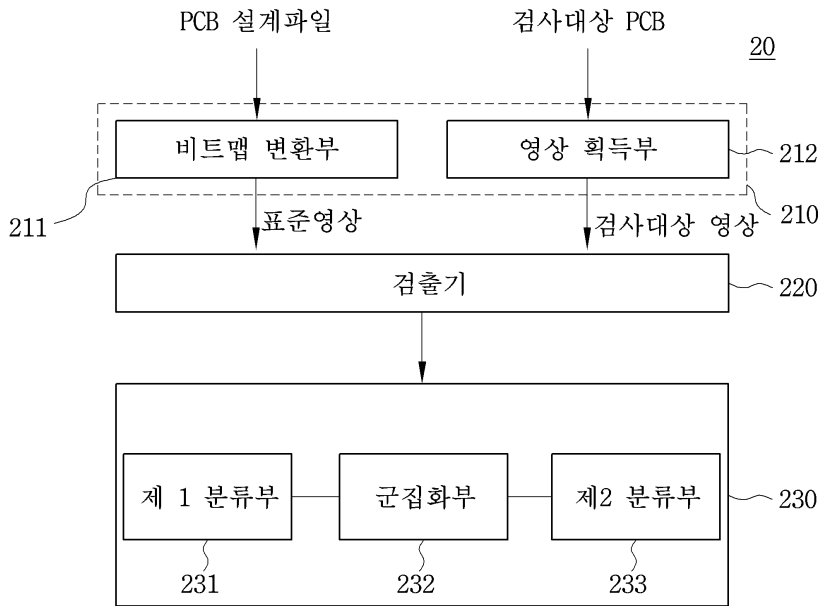
- [0081] 210: 영상 처리기
- 220: 검출기
- 230: 분류기
- 231: 제1 분류부
- 232: 군집화부
- 233: 제2 분류부

도면

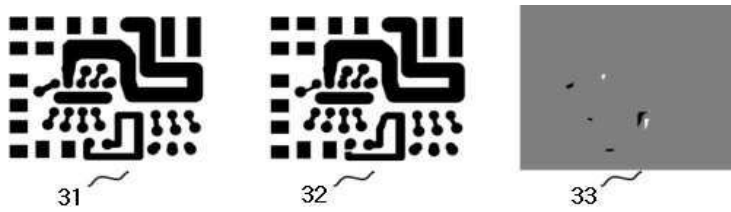
도면1



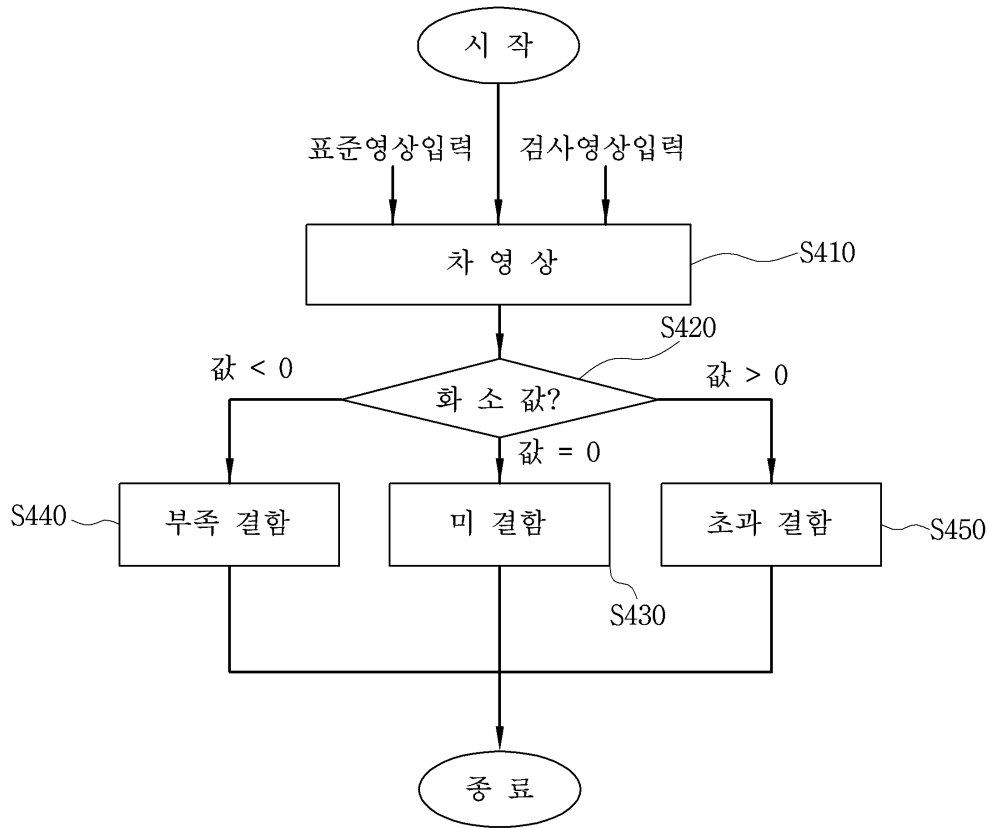
도면2



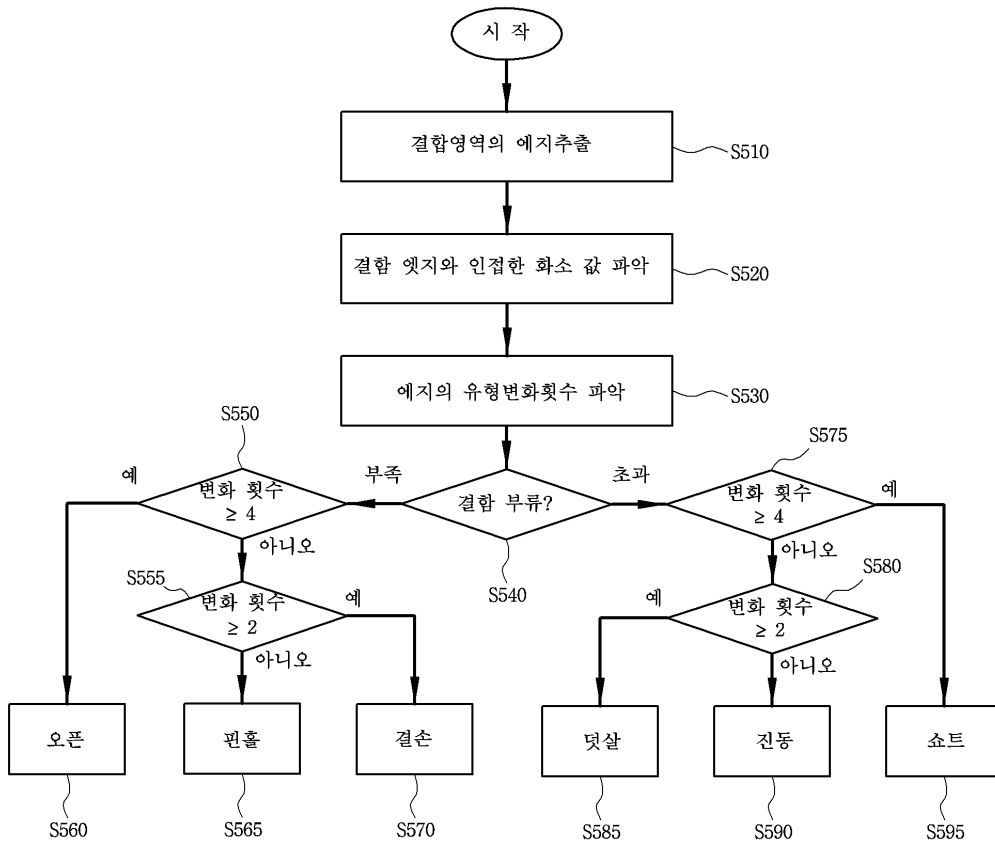
도면3



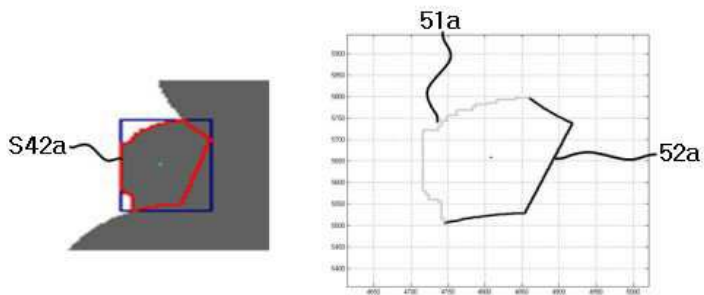
도면4



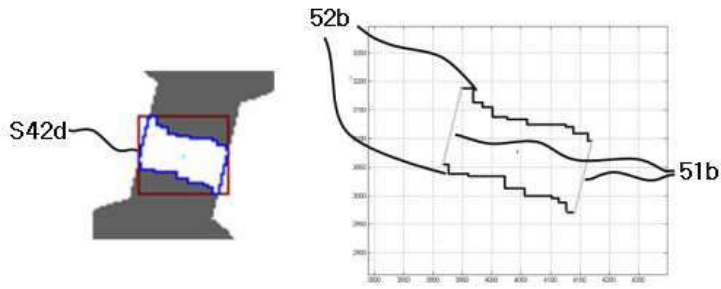
도면5a



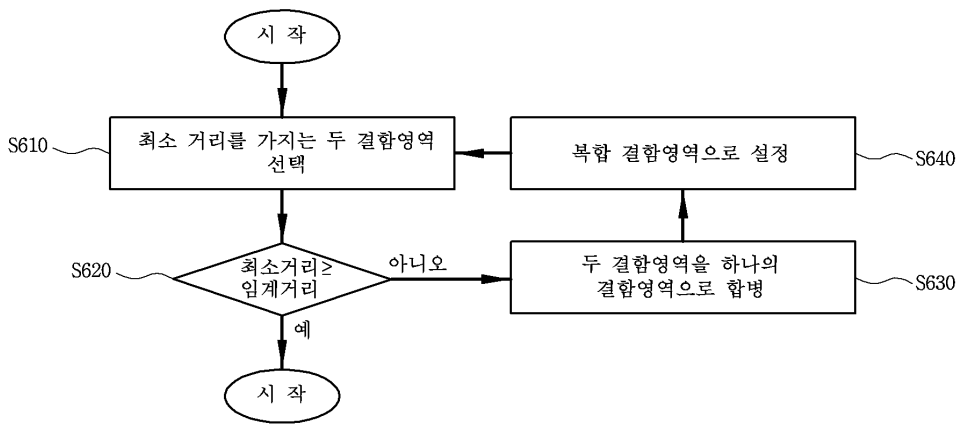
도면5b



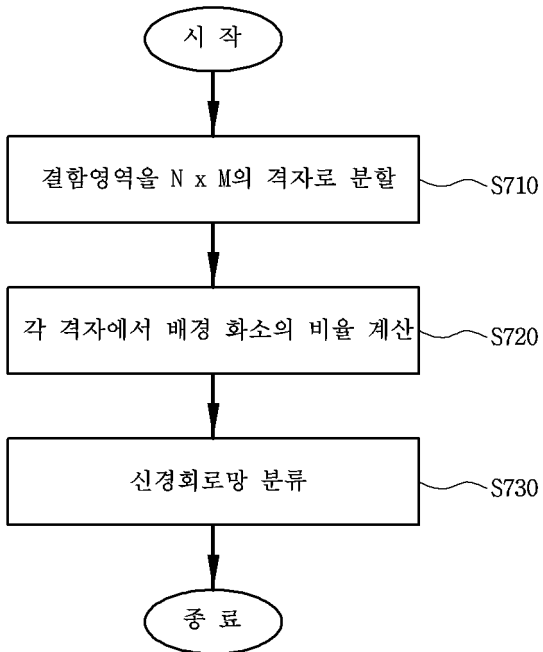
도면5c



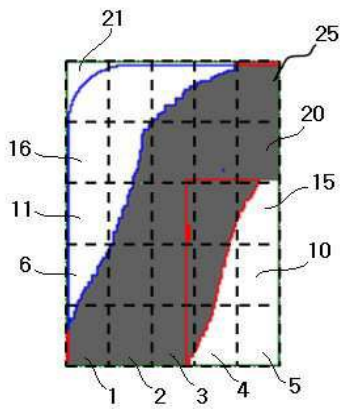
도면6



도면7a



도면7b



도면7c

