

PC기반 영상처리 보드를 이용한 BGA 자동 검사 시스템

배기태, 이철우
전남대학교 컴퓨터공학과

A Visual Inspection System for Defects of BGA using PC-Based Image Processing Board

Ki-Tae Bae, Chil-Woo Lee
Dept. of Computer Engineering, Chonnam Univ.

요약

본 논문에서는 이진화된 영상에서의 2차원 정보와 그레이 영상에서의 3차원 프로파일 정보를 이용하여 BGA의 불량 상태를 시각적으로 검사하는 시스템에 대해서 기술한다. BGA의 결함을 자동으로 판정하기 위해 사용된 알고리즘은 이진 영상에서의 특징점들과 그레이영상의 3차원 프로파일 정보를 이용한 모폴 정합 기술을 이용한다. 두가지 단계를 분리 검사 함으로써 생산 라인에서 초기에 에러를 검출해낼수 있는 잇점이 있다. 그러나 조명이 열악한 경우에는 에러 인식율이 낮아진다.

1. 서론

반도체 생산 분야(BGA)에서 사용되는 IC로직은 고성능의 고가 칩이기 때문에 종긴리성에서 발생하는 패키지의 결함으로 인한 IC 손실의 발생은 그 피해가 막대하다. 따라서 일정한 검사 시스템을 통하여 생산 라인에서 발생하는 불량을 제거하는 것은 그 제품의 최종적인 상품가치와 신뢰성을 높이는 데 중요한 영향을 끼친다. 특히 제품이 점점 고밀도의 되고 극소회 원에 따라 사람의 시각을 이용한 검사는 검사속도 및 능력의 저하를 가져오고, 생산된 제품에 대한 일정한 검사 기준을 가질수 없기 때문에 일정한 품질을 보장받을 수 없다.

반도체 패키징 분야에서 새로운 IC 패키지의 형태로 각광받고 있는 BGA(Ball Grid Array)는 기존의 형태와 달리 높은 핀 집적율과 높은 주피수 집적회로 등 기존의 IC 패키지 보다 IC의 성능과 리드 수에서 밀등한 형태의 패키지로, 반도체 패키지의 소형화 및 초박화 추세와 함께 폭발적인 증가세를 나타내고 있다. 요즘 들어 특히 각광받고 있는 BGA산업은 IC로직의 특수성으로 인하여 다른 IC패키지에서 발생되는 손실보다 상대적으로 크기 때문에, 손실이 없는 BGA를 생산하기 위한 인스펙션 시스템은 필수적이라 할 수 있다.

본 논문에서는 BGA 생산 라인에서 발생하는 BGA 패키지의 결함을 자동으로 검출하는 알고리즘과 PC기반 영상처리 보드를 이용한 검사시스템에 대해서 기술한다.

검사 대상이 되는 BGA패키지는 출터 불 신호간의 반사 및 조명

의 반사특성으로 인하여 입력 영상이 왜곡되어 정확한 정보를 얻을 수 없기 때문에, 안정된 입력 영상을 취득하는 것이 아주 중요하다.

BGA검사 과정은 2차원 정보를 이용하여 폭 및 정림각 요소를 측정하는 단계와 3차원 정보를 이용하여 BGA의 높이 정보를 측정하는 단계로 나누어서 검사를 실시함으로써 중간 생산 라인에서 초기에 결함을 발견하여 손실을 줄일 수 있도록 하였다.

2차원 정보를 이용하여 기본적인 결함은 발견할 수 있으나, BGA 검사 요구사항을 모두 만족 시킬 수는 없기 때문에, 3차원 프로파일 정보를 이용하여 좀 더 정확한 검사를 할 수 있도록 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 검사 시스템의 하드웨어 구성에 대해 기술하고, 3절에서는 BGA의 결함인원을 기술하고, 4절에서는 결함을 해결할 수 있는 알고리즘은 2단계로 기술한다. 5절에서는 실험 결과와 결론을 내린다.

2. 검사 시스템의 하드웨어 및 소프트웨어 구성

현재 실험중인 검사 시스템의 하드웨어 구성을 보이면 그림 1과 같다.

먼저 XY-Table에 있는 BGA영상을 카메라를 통하여 MVC

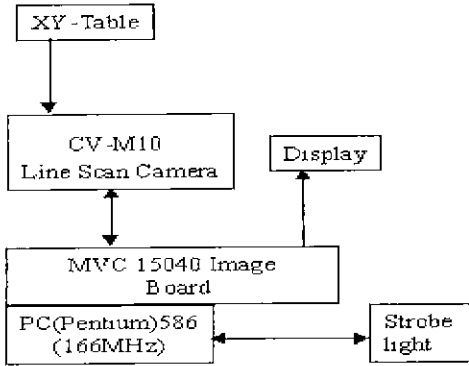


그림 1. 인스펙션 시스템의 하드웨어 구성도

Image board에 영상을 입력한다 입력된 영상은 시스템의 메인 시스템에서 빈아서 처리를 한다 현재 구축한 실험환경은 실시간을 고려하지 않은 상태도 정확한 BGA영상의 결합을 검출하기 위한 실험환경이다

본 검사 시스템의 알고리즘은 기본적으로 2차원 정보를 이용한 검사의 볼의 height에러를 검출할 수 있는 3차원 프로파일 정보를 이용한 2가지 단계로 구성되어 있다 검사과정은 입력영상, 특징점 추출, 표준데이터와의 비교등으로 이루어진다

3. BGA패키지의 결함 원인 분석

BGA패키지는 여러 가지 공정을 거치기 때문에 공정중에 다양한 결함원인이 발생될 수 있다 특히 조립공정에서 열적, 전기적 검사 불 수행하는 과정에서 볼의 위치가 잘못 놓이거나 볼이 빠질 수 있고, 크기가 커지거나 식이져서 습더불을 붙이는 결피를 나올 수 있다

대표적인 결함 원인을 살펴보면 다음과 같다.

- 1) 보드상에서의 볼의 누락 여부

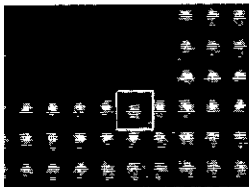


그림 2. 볼의 누락

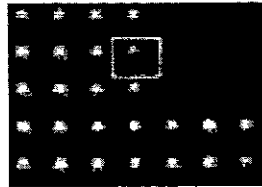


그림 3. 볼의 변형



그림 4. 볼의 위치에러

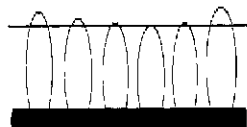


그림5.볼의 Height error

- 2) 볼의 변형성(색그러짐이나 원형의 형태가 아닌 경우, 크기가 정 상치보다 크거나 작은 경우)
- 3) 보드 상에서의 볼의 위치(볼과 볼 사이의 거리가 일정치 않은 경우나 보드 상에서의 위래의 위치에 있지 않은 경우)
- 4) 볼의 피치 및 height(볼 사이의 간격과 볼의 높이가 나른 경우)

4. 시스템 Implementation

4.1 2차원 정보 추출을 통한 1단계 검사

BGA패키지의 기본적인 결함을 해결하기 위한 단계로서 기본 알고리즘은 먼저 영상이 입력되면 영상에 기본 신처리를 거친후에 특징점을 추출 기존의 표준 데이터와의 비교를 통해 결함을 찾아낸다 이 과정에서 볼의 변형성과 볼의 누락정보등을 알아낼 수 있다 그림 6은 1단계 검사 과정의 개략도를 보여주고 있다

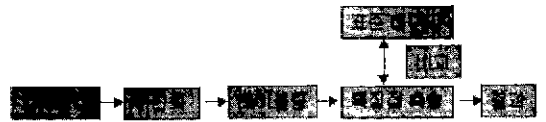


그림 6. 1단계의 검색 과정

1 이진화

BGA영상은 조영에 매우 민감한 반응을 보이기 때문에 약정한 경계치를 구하기 어렵다, 적절한 경계치를 구하기 위해서는 충분한 실험이 수행되어야 한다

2. 레이블링

앞 단계에서 얻어진 영상 신처리를 4부분으로 분할한 후 각각의 영역에 나타나 있는 위영상에 대해 레이블링을 기한다 각 부분에서 나온 레이블링된 영상에 대한 값을 저장한다

3 특징점 추출

레이블링된 영상으로부터 다음과 같은 특징점을 추출한다

@ Centroid, Area

물체의 중심점과 영역을 계산함으로써 BGA영상의 만지름리 직경에 대한 정보를 알아 낼 수 있다

$$Xc = 1/n \sum_{i=0}^{n-1} X_i, Yc = 1/n \sum_{i=0}^{n-1} Y_i$$

백색의 최소 위치 (X_i, Y_i) , $(i = 0, \dots, n-1)$

(Xc, Yc) = Centroid Coordinates n = Area

@ Circularity, Perimeter

원주값이는 물체 윤곽선의 최소수준을 가산하고, 윗형도는 원주 길이 비율 토대로 형상의 복잡한 정도를 추산하는 특성값으로 BGA영상에서의 볼들은 윗형 값을 가지고 있기 때문에 변형을 일으킨 원일 경우 값의 차이를 알 수 있다

$$Circularity = e = 4\pi * area / (perimeter)^2$$

4. 비교 및 결과

위 과정에서 얻어진 특징점과 표준 데이터와의 특성값을 비교하여 어느정도 경계값을 넘어 오차를 계산한후 결함이 발생했는지의 여부를 검사한다. 실원 길이와 볼의 누락이나 변형된 결함 정보등을 이 과정에서 알아 낼수 있었다 볼의 위치에러에 대한 결함 정보:

입력된 영상에 대해 중심점의 좌표를 이용해서 잇닿은 격자를 생성한 뒤 붙 사이의 간격을 조사하여 알아낸다

4.2 3차원 정보 추출을 통한 2단계 검사

이 단계에서는 BGA에 대한 프로파일 정보뿐 이항 2D검사에서 만족시킬수 없는 BGA결함 검사를 수행하는 단계로 볼의 높이에 대한 결함정보의 볼의 피치에 대한 검사를 수행할 수 있다 BGA영상은 조영상태가 정상적이고 빈시기가 일어나지 않는 상황에서는 아래 그림과 같이 잇닿은 프로파일 정보를 가지게 된다. 이러한 프로파일 정보가 일치하지는 않음을 이용하여 입력영상의 프로파일 정보의 표준 모멘 데이터의 정보간의 정렬을 통해 최종적인 BGA검시 결정을 얻는다.

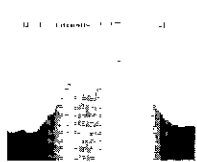


그림 7.반사가 일어났을 때의 프로파일 정보

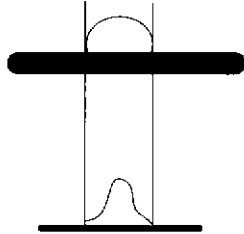


그림 8.표준 볼의 프로파일 정보

검사 과정은 다음과 같다 입력되는 영상의 프로파일 정보를 각각 인덱스로 저장한다 기장된 프로파일 정보와 미리 입력된 표준 패턴 정보와의 매칭을 통해서 결함 정보를 알아낸다

5. 실험 및 결론

그림 9는 실제 BGA영상과 비슷한 형태의 그래픽 파일을 실험을 한 후의 결과 그림이다 그림에서 보면 왼쪽에는 에러가 발생한 부분의 영상들의 특징값들이 나와있고, 오른쪽 그림은 실제 에러가 발생한 부분을 표시해주고 있다

그림 10은 실제 BGA영상에 알고리즘을 적용했을 때 나타나는 결 과를 보여주는 그림으로 두가지 결함 정보를 검사한 것이다.

그림 11은 프로 파일 정보와의 매칭을 통해서 차이가 있는 데이터의 결함 정보를 보여준다

반도체 분야에서 인스펙션 분야가 점점더 그 필요성을 더해가고 있고 여러 분야에서 개발되고 있다 이러한 환경변화를 수용하여 본 논문에서는 현재 반도체 분야에서 각광받고 있는 BGA패키지의 자동 검사 시스템에 대해서 기술했다

지금까지의 실험결과로는 기본적인 결함 정보에 대해서만 인접적인 결과가 나왔다. 조명이 좋지않은 경우에는 1단계나 2단계 모두에서 좋지않은 결과가 나왔다 앞으로의 연구방향은 영상입력부분의 환경을 개선하기 위해 조명이나 레이저 소스등을 이용하여 보다 정밀한 정보를 획득하면 좀 더 정확한 에러 판정을 기대할 수 있리라 생각된다

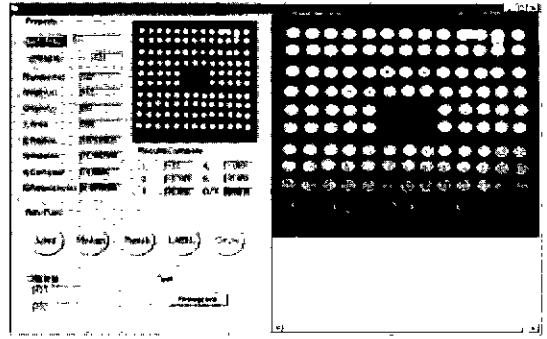


그림 9 1단계를 거친 후의 실험 결과

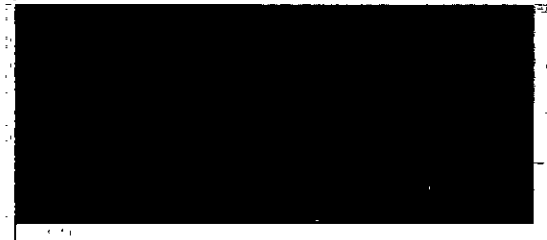


그림 10.볼의 변형성 및 볼의 누락에 대한 에러 검출

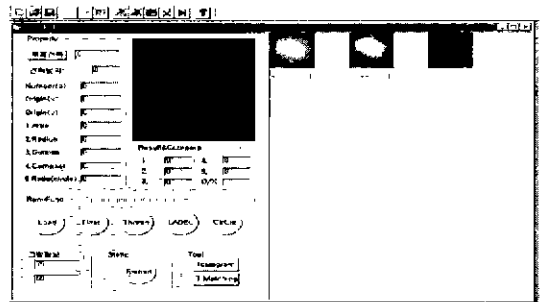


그림 11. 프로파일 정보를 이용한 불량 검사

참고 문헌

- (1) P. Rummel and W. Beutel, "Workpiece recognition and inspection by a model-based scene analysis system"Pattern Recognition,vol 17,no 1,pp 141-148,1984
- (2) Li, Y.M and Wong, WCK", "An Efficient and Robust Method to Detect Object Center", "Pattern Recognition,vol 30,no 5,pp 659-671,1997
- (3) Chen LH and Lee, KL", "A New Method for Circular Object Detection and Location", "PRL,vol 11,pp 691-697,1990
- (4) Robert M. Haralick and Linda G Shapiro, Computer and Robot Vision, Addison Wesley, 1992
- (5) SANDRA L. BARTLETT PAUL J. BCSL "Automatic Solder Joint Inspection"IEEE,vol 10,no 1,pp 31-40,1988