

T-Scanning Method에 의한 접합 경계면의 화상해석
(Image analysis of boundary surface using T-Scanning Method)

김재열*, 오성민**, 홍 원**, 김훈조**, 한재호***

(Kim Jae-Yeol*, Oh Sung-Min**, Hong Won**, Kim Hun Jo**, Han Jae-Ho***)

* 조선대학교 수송기계부품 공장자동화 연구센터

** 조선대학교 대학원 정밀기계공학전공

*** 송원대학 자동차과

Abstract

Recently, It is gradually raised necessity that thickness of thin film is measured accuracy and managed in industrial circles and medical world.

Ultrasonic Signal processing method is likely to become a very powerful method for NDE method of detection of microdefects and thickness measurement of thin film below the limit of Ultrasonic distance resolution in the opaque materials, provides useful information that cannot be obtained by a conventional measuring system.

In the present research, considering a thin film below the limit of ultrasonic distance resolution sandwiched between three substances as acoustical analysis model, demonstrated the usefulness of ultrasonic Signal processing technique using information of ultrasonic frequency for NDE of measurements of thin film thickness, sound velocity, and step height, regardless of interference phenomenon

1. 서 론

종래의 박막 두께 측정 방법은 IC PACKAGE 내의 Chip의 접착층의 두께나 생체내의 박막등 불투명한 물체내에 존재하는 박막의 두께 측정에는 적용이 불가능하였으나 이와 같은 초음파 신호처리법을 이용한다면 정도 좋게 불투명한 물체내의 막 두께 측정이 가능하지만 막의 두께가 초음파 Pulse의 거리 분해능 보다 얇은 경우에는 A-Scope 등의 방법으로는 측정이 곤란하다. 이와 같은 경우 박막으로부터의 반사파를 Spectrum 해석함으로써 거리 분해능 이하에서도 박막의 두께 측정이 가능하다. 본 연구에서는 초음파 펄스의 거리 분해능 이하의 박막 접착층을 갖는 3층 구조를 갖는 물질을 음향 해석 모델로 생각하고 이제까지의 초음파 파형의 위상 반전이나 간섭의 영향으로 계측이 어려웠던 중간층 물질의 박막 두께 측정, sing around method에 의한 음속 측정, 단차 측정등의 비파괴 평가 분야에 초음파의 주파수 정보를 이용한 초음파 신호처리 응용 계측 기법의 유용성을 검증하고자 한다.

2. 반도체 결함의 종류

가. Delamination

Delamination은 성형된 물질의 들뜬형태(剝離)를 말한다. 아래 화상은 패키지를 나타내는데, 적색부분은 성형된 Die 경계면의 delamination을 보여주고 있다.

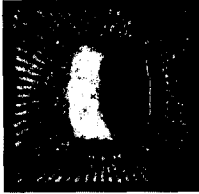


Fig.1 Delamination (phase inversion)

나. Popcorn Cracks

Crack은 Die의 방열에 수직으로 깨지는 현상인데, 아래 그림 Fig.2는 B-Scan 화상으로서 Die pad edge 부분에서 crack이 있음을 알 수 있다.

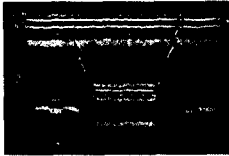


Fig.2 Popcorn crack (B-Scan image)

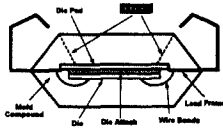


Fig.3 The popcorn crack of package inside

다. Die Tilt

아래와 그림 Fig.4와 같이 Die가 경사지게 되는 현상으로 Die tilt는 Compounding중에 종종 일어나는데, 불균형된 압력차에 의하여 발생되며, 심한 경우 Die crack의 원인이 될 수도 있다.



Fig.4 Die tilt (B-Scan image)

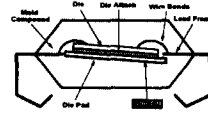


Fig.5 The die tilt of package inside

라. Die Attach Voids

Die Voids는 Attaching중에 접합면에 수분이나 공기가 함유되어 있을 때 나타나는 현상을 말한다.



Fig.6 Die attach voids

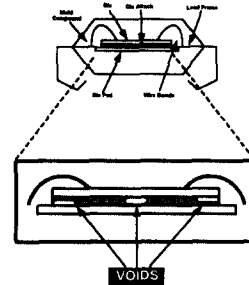


Fig.7 The die attaching voids of package inside

3. 검사순서

가. T-Scan : 불량 존재 유무만 검사

나. C-Scan : 들뜸과 실리콘칩 깨짐의 위치, 크기 검사

다. B-Scan : 패키지 깨짐, 기울어짐과 기포

의 위치, 크기 검사

라. A-Scan : 검사 완료한 모든 불량률의 존재, 위치, 크기 재확인

4. S.A.T. System 구성

- 가. Pulser : 초음파를 송신하기 위해서 초음파센서 (Probe)에 전압을 인가하는 Unit이다.
- 나. Receiver : 초음파센서는 초음파를 송신한 후 피검체의 표면 및 저면으로부터 반사되어오는 모든 초음파를 수신하여, 그 강도에 따라 전압을 발생한다. 이것을 반사 Echo라고 칭하나, 대단히 미약하기 때문에 이 Unit에서 증폭한다.
- 다. Scanner : 피검체를 올려놓는 구조와 X, Y, Z축의 구동모터와 그것을 Control하는 전자장치이다.
- 라. Data Acquisition / Processing Unit (Computer, Monitor, Printer) : 초음파 Unit들로부터 받은 data를 소프트웨어적으로 처리하여 화상으로 나타내주거나, X, Y, Z축 구동모터를 움직인다.

아래 그림 Fig.8은 본 실험에 사용된 SAT장비의 전체적인 System 구성도를 나타낸다.

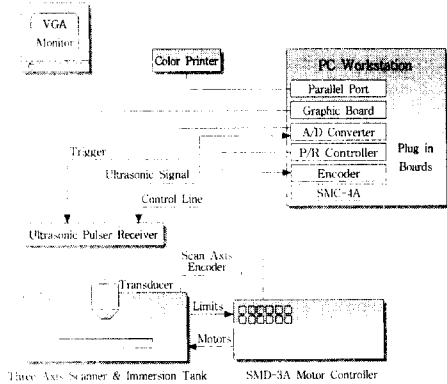


Fig.8 SAT system schematic diagram

5. 실험 및 고찰

S.A.T 초음파 박막 두께 측정에 있어서 정밀도는 Transducer의 정밀도 (Pulse 차)에 의해 결정되고 이는 화상에서 비교되므로, 실험에서 별도의 초음파 두께 측정은 고려치 않아도 되었다.

S.A.T System을 구동하기전에 기본 Parameter를 설정하였는데, 아래 그림 Fig.9는 T-Scan System 구동하기전 Data Gate를 설정하는 화면을 보이고 있다.

T-Scan에서의 data detect는 반도체의 경우 5%를 기본설정치로 실험하였는데, T-Scan과 C-Scan은 역상의 관계에 있으므로 C-Scan에서는 95%를 기본값으로 하여 측정하였다.

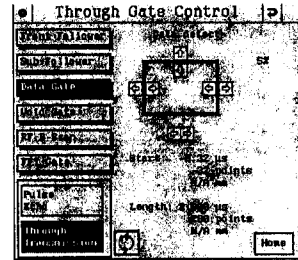
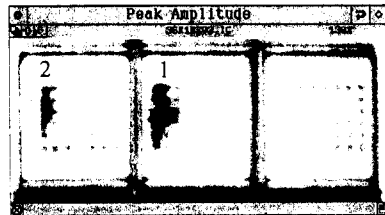
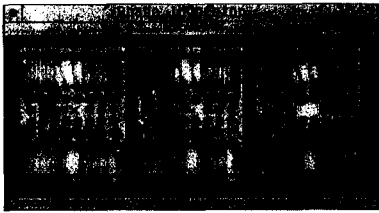


Fig.9 Data gate setup (T-Scan)

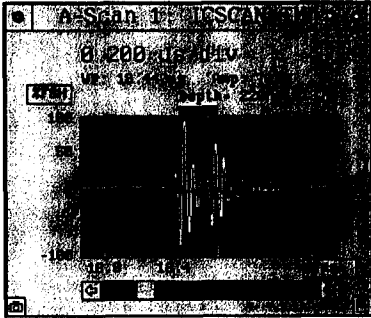
(a)는 μ BGA의 Peak Amplitude, (b)는 Phase Inversion, (c)는 (b)의 1지점에서의 A-Scan Image, (d)는 (b)의 2지점에서의 A-Scan Image를 보여주는데, (c)와 (d)에서 보는 바와 같이 결함이 있는 계면에서의 Peak Point 방향이 위쪽을 향함(위상+)을 알 수 있었다.



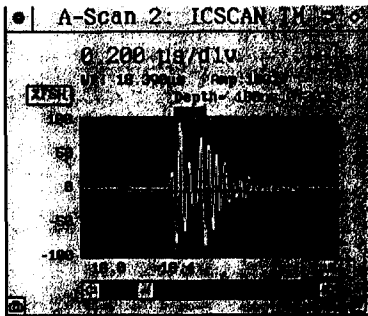
(a) Peak amplitude



(b) Phase Inversion



(c) A-Scan 1



(d) A-Scan 2

Fig.10 T-Scan image (μ BGA)

Fig.11는 BGA를 3차원 형상으로 해석한 화면으로, X축과, Y축의 거리와 시험대상물의 크기를 비교할 수 있는 좌표로 구성하였다.

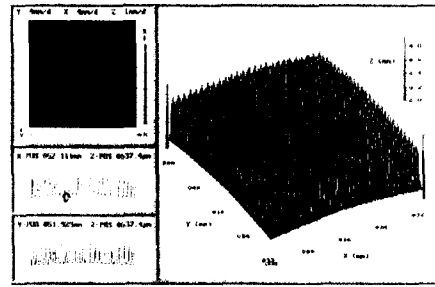


Fig.11 3D full view (BGA)

Fig.12는 Package crack을 3차원 형상으로 해석한 화면으로, 종축으로 crack이 진전해 있음을 알 수 있었다.

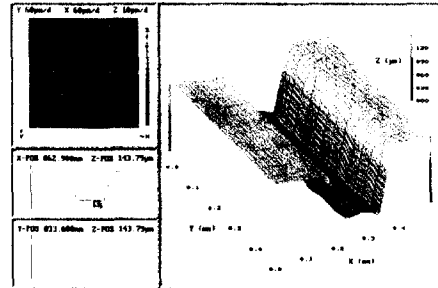


Fig.12 Package crack 3D area view

지금까지 살펴 본 화상에서 알 수 있듯이 결합이 있는 계면에서의 특성은 C-Scan에서는 반사를 하므로 흰색으로 나타나고, T-Scan에서는 투과를 하므로 검은색으로 보인다는 것을 알 수 있었다.

또한 장비에서 출력된 화상은 256 단계 이상의 정보를 가지고 있는 화상으로 이것을 image processing에 의해 gray level로 data화하고 다시 2치화하였다.

이 화상의 흑백 대비는 화상처리의 중요한 Parameter가 되었다.

6. 화상해석 및 프로그래밍

이 프로그래밍에는 화상처리에서 다른 이론을 바탕으로 아래 그림 Fig.13의 Flowchart 순서로 입력화상을 처리 하였는데, 먼저 Histogram을 작성하고 임계값을 정한후 Bright와 Contrast를 조정하고 평활화한 후 2치화를 하였고, 다시 오차율을 고려하여 결함 정도를 추정 할 수 있었다. 이 방법은 먼저 2치화하고 평활화한 후 외곽선을 추출하는 보편적인 화상처리와 순서를 달리하는데, 언고자 하는 결과 값이 틀림에 원인을 찾을 수 있었다.

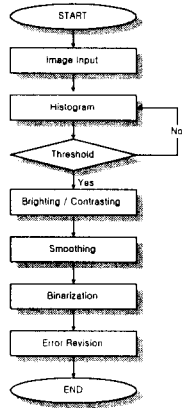


Fig.13 Flowchart of program

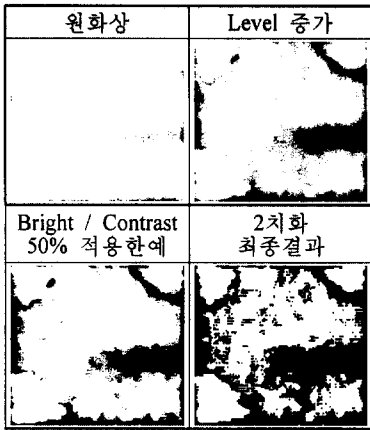


Fig.14 A practice applied to non-grouping

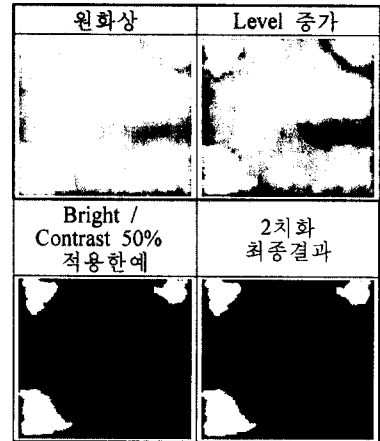


Fig.15 A practice applied to grouping

Dithering을 거치기 전 256 gray level의 Image는 흑백의 중간단계를 결함으로 보느냐 보지않느냐하는 문제를 해결해야 오차를 최소화 할 수 있다. Programming에서는 Bright와 Contrast를 증가하는 방향으로 화상처리 루틴을 설계했기 때문에 실제 결함보다 오차만큼 커졌다. 그래서, 최종 화상에서 오차 만큼을 빼 준 값이 실제 결함의 분포를 나타내었다.

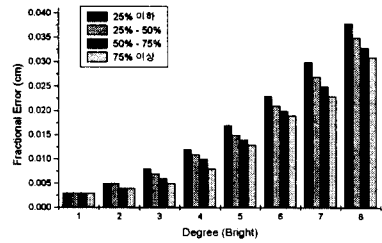


Fig.16 Error ratio (bright)

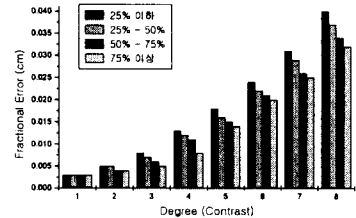


Fig.17 Error ratio (contrast)

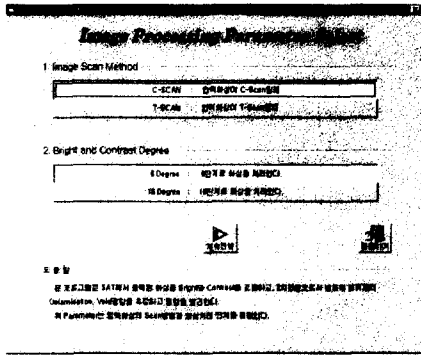


Fig.18 Image processing parameter select

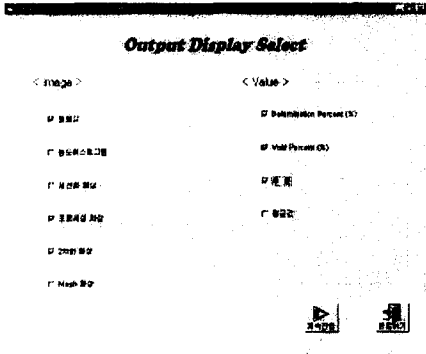


Fig.19 Output display select

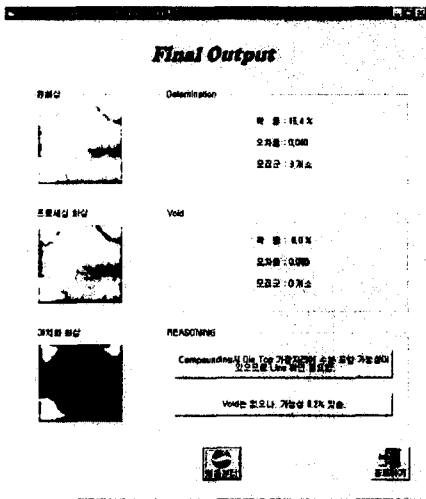


Fig.20 Final output display

윗 그림 Fig.18, Fig.19, Fig.20은 결함 검출용 program viewing display로써, Fig.18에서는 입력 화상, Fig.19에서는 결과 출력값을 선택하도록 하였고, Fig.20은 최종 결과값을 보이도록 하였다.

7. 결 론

- 가. 반도체 Package의 결함의 종류와 검사법을 실험을 통해 확인할 수 있었다.
- 나. 각 검사법에 의해 Delamination, Die Crack, Void의 유무를 확인할 수 있었고, 각 계면에서의 주파수 대역별 정상 자재와 결함 자재를 구별할 수 있었다.
- 다. 화상처리를 이용해 결함 판독 프로그램을 위한 Image를 Database화 할 수 있었다.
- 라. Programming에 의한 결함 판독용 Software를 만들 수 있었다.
- 마. 결함추출 알고리즘 개발로 자동화검사의 기틀을 마련했다.

참고문헌

1. A. Rosenfeld, A.C.Kak : Digital Picture Processing, Academic Press, 1976
2. David. Broek., "The Practical Use of Fracture Mechanics" Kluwer Academic Publishers, pp.123-167, 1988
3. E. Oran Brigham., "The Fast Fourier Transform and Its Applications" Prentice-Hall, pp. 131-166, 1888
4. Fredric J. Harris., "On the Use of Windows for Harmonic Analysis with the Discrete Fourier Transform" IEEE, Vol.66, No.1, 1978
5. H.C. Andrews, B.R.Hunt : Digital Image Restoration, Prentice-Hall, 1977
6. IIW Collection Reference Radiographs for Weld in Steel., 1965