

원 칩 프로세서 기반의 CSAM 의 게이트 피크 검출 구현

라기공* · 류광렬* · 허창우* · 민구이 썬**

*목원대학교 · UPMC**

Implementation for Gated Peak Detector of CSAM based on One Chip Processor

Ki Kong Lar* · Conan K. R. Ryu* · Chang Wu Hur* · Mingui Sun**

*Mokwon University, **University of Pittsburgh Medical Center

Email : conan@mwu.ac.kr

요 약

본 논문은 CSAM의 게이트 피크 검출장치를 단일 칩 기반으로의 구현을 제안한다. 게이트 피크 검출장치의 구현은 VHDL을 이용한다. 제안된 방법은 초음파 현미경 뿐만 아니라 게이트 피크 검출를 이용하는 모든 시스템에 적용과 통합이 가능하며 기존의 방법과 비교하여 면적과 응용면에서 효율의 차별화를 제시한다.

ABSTRACT

Implementation for Gated Peak Detector CSAM (C Scanning Acoustic Microscope) based on One Chip processor is proposed in this paper. GDP (Gated Peak Detector) is implemented with VHDL tool. The proposed method leads to be available for its application and integration in all systems as well as acoustic microscope and the method is compared with the conventional methods. The technique results in efficiency in size and application.

키워드

CSAM, Gated Peak Detector, Acoustic Microscope, VHDL

I. 서 론

초음파에 응용은 크게 두가지로 구분할 수 있다. 첫째로 높은 에너지를 이용하는 동력적 응용이고, 둘째는 통신적 응용으로서 초음파가 매질을 통과하여 수신될 때 얻어지는 매질에 대한 정보를 이용하는 것이다. 동력적 응용으로는 초음파 세척, 초음파 용접, 초음파 응집, 초음파 미세화, 초음파 치료, 초음파 수술등 많은 산업적 목적으로 사용하고 있다. 통신적 응용으로는 초음파 비파괴 재료시험, 초음파 의료진단기, 초음파 속도계, 초음파 유량계, 초음파 홀로그래피, 초음파 간섭계 등 주로 적은 에너지의 초음파를 이용하여 초음파가 매질을 전파할 때 얻은 정보로부터 여러 가지 용도에 사용하는 것이다. 초음파 비파괴검사는 현대 산업의 각 기업들이 생산성 향상과 상품 개

발에 주력하면서 특히 초정밀을 요구하는 반도체 산업이나 항공전자산업등에서 품질 관리와 안정성 확보를 위해 절실히 요구되고 있다. 비파괴검사를 위해 초음파 현미경은(SAM)은 고분해능의 초음파 영상을 얻을 수 있으며 기존의 광학현미경으로는 검출이 어려운 불투명한 고체의 시료 내부를 영상화 할 수 있는 장점으로 인하여 국내 반도체 산업에서 사용되고 있다.[1-4]

CSAM은 xyz 스테이지, 스테이지 제어장치, 프로세서, 펌스구동과 수신장치, 게이트 피크 검출기, 디지털 오실로스코프, 스캔이미지로 구성되는데, 이중 게이트 피크 검출장치는 MOSFET의 소자도 사용하지만, 비교적 면적이 큰 캐패시터와 저항 다이오드를 같이 사용하는 방법을 가지고 있어서 비교적 시스템에서 큰 면적을 가지고 있다. 더 큰 문제는 갈수록 주파수가 높아지는 시점에서 컨트롤하기 어려운 수동소자를 사용하지 않

는 방법인 단일 칩 기반의 구조로 구현 할 필요가 있다. 그 문제점을 해결하고자 본 논문은 게이트 피크 검출방치를 단일 칩으로 구현하기 위하여 VHDL로 구현 한 후 결과를 확인한다. 본 논문에서 제안된 방법은 초음파 현미경뿐만 아니라, 게이트 피크 검출을 이용하는 모든 시스템에 다 적용과 통합이 가능하여 기존의 방법과 비교하여 면적과 응용면에서 효율을 볼 수 있으리라 본다.

II. CSAM의 구성

2.1 초음파의 구조

그림 1에서 시료의 탐상을 위하여 초음파 변환기에 톤버스트파를 인가하면 초음파 변환기는 전기적 신호를 음향파로 변환시키며 변환된 음향파를 시료 위에 집속시킨다. 이때 음향파의 일부는 시료의 내부로 전달되고 나머지 일부는 시료의 반사계수에 따라 시료 표면으로부터 반사한다. 이 반사 신호의 복소진폭은 시료의 음향임피던스 값과 시료와 렌즈 사이의 거리의 함수로 나타내어 지므로 디스플레이 모니터의 명도를 변화시키는 데 사용된다.

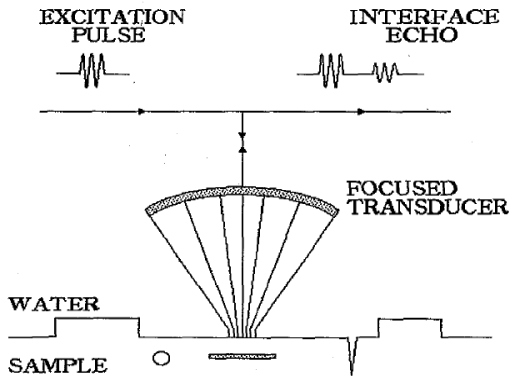


그림 1. 반사형 초음파현미경의 구조

디스플레이 모니터의 한 점은 시료에 대한 변환기의 한 위치에 대응하므로 시료에 대한 2차원 영상을 얻기 위해서는 변환기를 기계적으로 스캐닝 하여야 하며 초음파 영상은 고해상력 모니터에 나타나게 된다. 변환기의 초점을 시료 표면에 일치시켜 시료를 주사하는 포커싱모드로 동작하여 시료의 표면 상태를 영상화하는데 사용된다. 한편 시료 내부의 결함을 검출하고자 할 때 변환기를 시료에 접근시켜 초점이 시료의 내부에 형성되도록 한 동작 모드인 디포커싱 모드에서 시료에는 그림 2와 같이 종파와 횡파, 그리고 탄성 표면파등 세 가지 형태의 음향파가 발생한다. 그러나 종파와 횡파는 전파 속도가 서로 다르므로

서로 다른 각도에서 굴절되어 시료 내를 전파하며 시료 내의 서로 다른 위치에서 초점을 갖는다. 이에 비해 탄성파는 변환기의 축과 시료 표면의 교차점에서 초점을 가지므로 변환기가 디포커싱 될 때 초점이 시료 내부로 이동된다고 볼 수 없으며 3개의 초점이 존재하게 된다. 따라서 디포커싱 모드 동작에서 시료 내부에 집속된 음향 에너지는 포커싱 모드 동작에 비하여 증가한다.

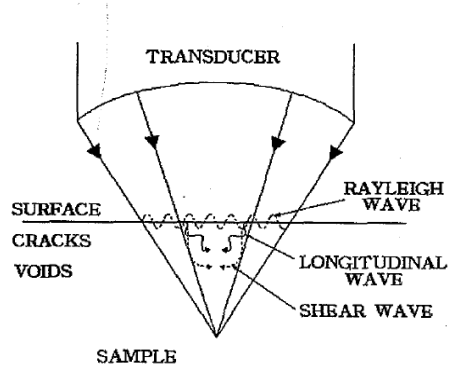


그림 2. 초음파의 여기

변환기를 디포커싱 모드에서 동작시킬 때 음향파의 일부는 탄성 표면파를 발생시키는 임계각으로 시료에 입사되어 시료의 표면을 따라 전파하는 탄성 표면파를 발생시킨다. 탄성 표면파는 시료 내부로 한파장 깊이만큼 침투할 수 있으므로 그 파장내의 결함이 존재한다면 그 부분의 음향임피던스가 변화하여 반사 신호의 세기가 변화할 것이다. 그러나 결함이 한 파장 이상 깊이에 존재한다면 벌크파들에 영향을 주게 되며 결함이 벌크파들의 초점 부근에 있을 때는 벌크파는 가장 큰 영향을 받게 되므로 수신 신호의 세기는 보다 큰 변화를 나타내게 될 것이다. 이러한 변환기의 동작 모드를 이용하여 초음파 현미경은 비파괴검사 도구로서 이용될 수 있다.

2.2 초음파의 구성 및 스캐닝 시스템

초음파현미경 시스템에서 초음파변환기에 인가되는 신호 파형은 톤 버스트 파이다. 톤 버스트파는 펄스발생장치와 함수발생기에 의하여 구성되고 톤 버스트 파형의 설계시 고려할 사항은 펄스의 주기와 펄스폭이며 이들은 반사 신호의 왕복 지연시간과 샘플링율등에 따라 결정된 한다. 초음파 변환기는 전기적인 성질과 기계적인 성질이 상호 변형될 수 있는 압전물질을 사용하여 제작되며 주파수에 따라서 그 특성이 크게 좌우된다. 그러므로 압전물질은 유전율, 전기-음향 결합 계수, 음향 속도, 음향 임피던스, 그리고 온도에 의한 안정성등을 고려하여야한다. 그림 3에서 펄스나 톤 버스트파 같은 전기적인 신호는 초음파변환기를

통하여 초음파로 변환되고 음향렌즈와 결합용액 사이의 커다란 속도 차이에 의하여 매우 예리하게 집속된다. 집속된 초음파 빔은 음향임피던스 차이가 발생하는 불연속면에서 강한 반사를 일으키며 초음파변환기로 되돌아온 반사 신호는 게이트 시켜 저역통과 필터를 통과 시킨 후 A/D 변환된 후 영상의 화소를 이루는 데이터를 획득한다.

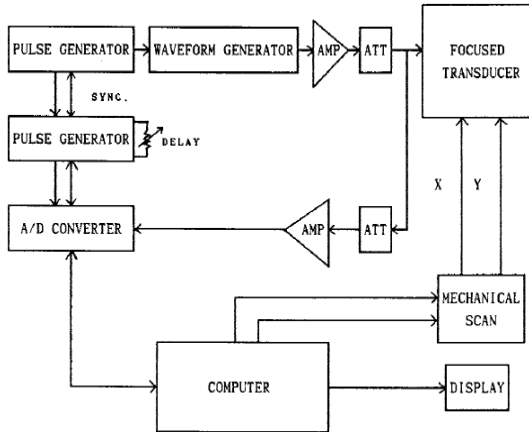


그림. 3 초음파 현미경 시스템의 블록선도

2차원적 영상은 기계적인 C-SAN 방식에 의해 구성되고 스캔 면적은 X-Y 스캐너가 컴퓨터로 제어되므로 샘플에 따라 쉽게 조정될 수 있으며 각 지점마다 발생하는 반사 신호의 미소한 변화는 모니터에서 명도로 대응되어 현저한 콘트라스트를 나타낸다. 초음파 변환기를 샘플에 더욱 접근시키면 초음파의 초점은 샘플 내부에 형성되며 만약, 내부에 형성된 초점 평면에 결합이 존재한다면 다른 다중 반사신호보다 강한 반사신호를 일으키므로 이를 영상처리하여 고체내부의 영상을 얻을 수 있다.

스캐닝 시스템은 시료에 대한 한 프레임의 초음파 영상을 보기 위해서는 초음파 변환기는 영상의 화소가 되는 부분으로 공간적인 이동이 필요하다. 주사방법은 전자식과 기계적인 주사방법이 있으면 전자식은 실시간 영상을 제공하나 초음파 변환기의 배열 설계 및 제작에 난점이 있다. 이에 비하여 기계적 주사장치는 이러한 난점을 해소할 수 있으나 실시간 영상처리가 어렵다.

2.3 게이트 피크 검출기의 설계

GPD 게이트 피크 검출 시스템의 중요한 요소는 A/D변환기이며 A/D변환기는 변환기에서 수신된 아날로그 신호를 디지털 영상처리 시스템에서 알맞은 디지털 신호로 변화시키는 역할을 한다. A/D변환기의 주요특성은 샘플링율과 해상도인데 첫째로 샘플링율은 신호처리 분야에서 사용하는

일반적인 샘플링 이론을 적용할 수 있다. A/D변환기를 통해서 정확한 데이터를 얻기 위해서는 샘플링율이 동작 주파수의 2배 이상이어야 하며 만약 A/D변환기가 그 이하의 샘플링율로 동작된다면 에이라이징 현상을 피할수 없으며 결국 음향 이미지에서 버닝 현상이나 커다란 잡음을 초래할 것이다. 둘째로 해상도는 비트수로 표시되는데 이것은 양자화과정에 영향을 미치게 되고 나아가서는 음향 이미지의 콘트라스트를 좌우하게 되는 요소이다. 해상도는 가능한 높은 것이 유리하고 높을수록 아날로그 신호의 미소한 변화도 검출해낼 수 있다.

2.4 디지털 영상처리 과정

데이터 획득 장치에서 얻어진 데이터는 디지털 영상처리과정을 거쳐야 한다. 스캐닝 시스템의 한 스텝은 초음파 영상을 이루는 하나의 화소가 된다. 반사신호에 대한 진폭과 위상은 초음파 임피던스 변화에 따라서 대응되는 그레이레벨로 대응시켜 영상을 얻을 수 있다. 널리 사용되고 있는 영상처리 기법은 디지털 영상처리기법을 기초로 한 비선형 트레숀딩 기법으로 이를 이용하면 보다 향상된 영상을 얻을 수 있다. 그림 4는 디지털 영상처리 흐름도이다.

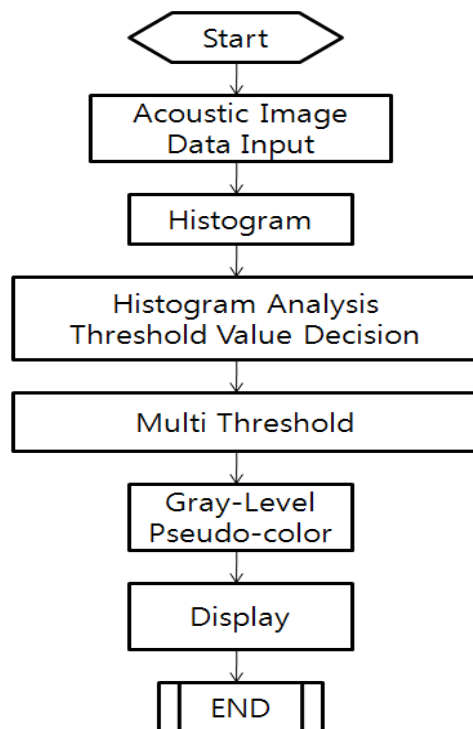


그림. 4 디지털 영상처리 흐름도

III. 모의 실험 결과 및 고찰

본 실험에서는 게이트 피크 검출을 단일 칩 프로세서로 설계하고 시뮬레이션을 하기 위해 저역통과필터를 통과한 임의의 데이터를 그림 5로 가정하고 측정된 결과 AD 컨버터를 이용하여 양자화한 데이터를 표 1에서 볼 수 있다. 쓰레숄딩 값을 10으로 했을 경우 표1에서 6개의 데이터를 선별할 수 있다.

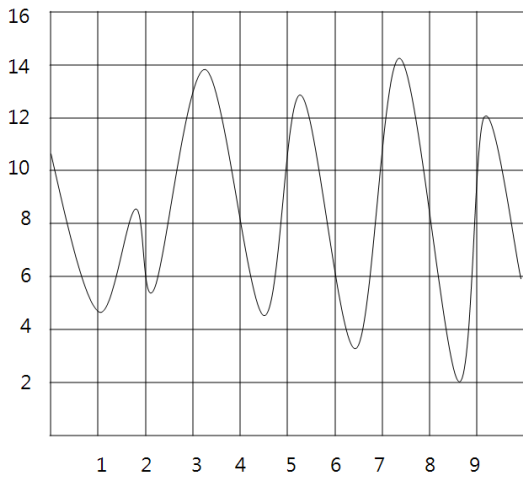


그림. 5 모의실험 데이터

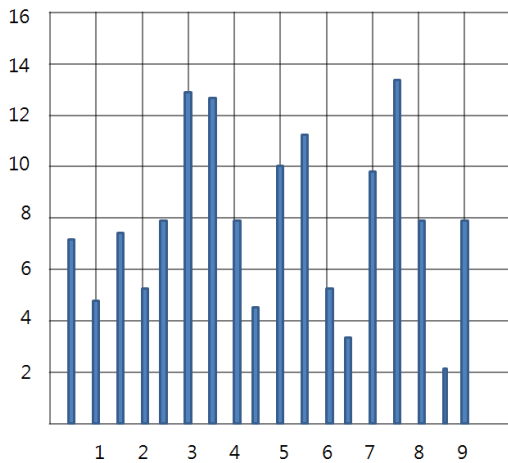


그림.6 샘플링 데이터

표.1 선별된 데이터

	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5
Data	7	5	7	6	8	11	11	8	4.2
	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9
Data	10	12	6	2.8	10	14	8	2.2	8

IV. 결 론

본 논문에서는 CSAM이 비교적 큰 소자를 사용하는 방법을 가지고 있어서 면적을 줄이고자 GPD 게이트 피크 검출기를 단일 칩 프로세서 기반의 구조로 설계하였다. VHDL를 사용하여 시뮬레이션 하였고 원 칩 프로세서 설계의 가능성을 제시하였고 면적과 성능면에서 차별화하였다. 앞으로 다른 부분도 원 칩 프로세서 기반의 구조 설계로 인한 소형화가 요구 된다.

참고문헌

- [1] Sung Koengmo, et al, Applications of Ultrasound, KOSEF, 1990.
- [2] Hiroshi Kanai, Noriyoshi Chubachi, Toshio Sannomiya "Microdefocusing Method for MEasuring Acoustic Properties Using Acoustic Microscope" IEEE
- [3] JAmaliah Idris "The Use Of Scanning Acoustic Microscope For Flaw Detection In Metallic Materials" University Teknologi Malaysia
- [4] Jun Kye-suk, The Construction of Acoustic Microscope System using Phase Information and its Application, KOSEF, 1996.
- [5] T. Sannomiya, J. Kushibiki, N. Chubachi, K. Matsuno, R. Sukanuma, Y. Shinozaki "Directional Point-Focus-Beam Acoustic Microscope System" Tohoku University
- [6] N.G. Parker, M.j.W. Povey "Scanning Acoustic Microscopy For Mapping The Microstructure Of Soft Materials" University of Leeds.