

# A-scan 방식을 응용한 초음파 비파괴 검사 장치

김건, 서호선, 차일환  
연세대학교 전자공학과

An Ultrasonic NDT System using Modified A-scan Method

Kim Kun, Seo Ho-seon, Cha Il-whan  
Dept. of Electronic Eng. Yonsei University

## ABSTRACT

In most of ultrasonic NDT(Non-Destructive Testing) equipments using A-scan display technic, it is one of the inconveniences that the user must be proficient in reading the displayed signals for the accurate decisions.

In this study, a simple microprocessorized NDT machine for the flaw detection was developed.

The operation of system is based on the conventional NDT system. The microprocessor detects the time delay between transmitted pulse and echos by counter-measure method. Then according to the scanning position, the location of flaw or the other side of testing object is plotted on the CRT.

The main advantages of the developed system are simplicity in handling, recording capability of measured data, and low cost.

## 1. 서론

현재 사용되고 있는 초음파 비파괴 검사 장치는 A-scan 방식을 채용하고 있기 때문에 정확한 측정을 위해서는 사용자가 신호 관독에 있어서 숙달되어야 하는 문제점을 갖고 있다.

이러한 문제의 해결책으로 B-scan 방식을 이용한 장비도 있으나, 이것은 대규모의 기억용량을 갖는 computer와 고속의 A/D 변환 장치를 필요로 하기 때문에 시스템의 경제성이 제약을 받게 된다. 본 연구에서는 기존의 A-scan 방식의 측정 메카니즘과 마이크로프로세서를 결합시킨 초음파 비파괴 검사 장치를 개발 하였다. 이때 센서(sensor)는 수동으로 scan하도록 하였고 센서의 위치와 반사파까지의 시간 지연을 이용해 CRT 상에 단면상을 display하도록 하였다.

실험결과, 기존 A-scan 방식의 정확도로 시편의 단

면상을 얻을 수 있었으며 측정 data의 기억, 조의 단순성 및 장비의 경제성에 있어서 장점을 가짐을 알 수 있었다.

## 2. 동작원리 및 구성

현재 사용되고 있는 초음파 비파괴 검사장비는 대부분이 펄스반사법(pulse-echo method)의 A-scan 방식으로서 그 측정 원리는 다음과 같다.

초음파 변환기를 통해 송신된 펄스는 시험재료 내부의 흠집(flaw)이나 반대편 벽에 반사되어 수신되므로 송신파를 기준으로 하여 각기 다른 시간 지연을 갖게 된다. 이때 사용자는 수신과형을 보고 일정 레벨 이상의 반사파에 대해 시료 내부 반사체의 위치를 판단하게 된다. 이러한 측정은 변환기를 매 측정 위치마다(point-by-point) 이동시키며 수행하게 되고 이때의 data는 측정 지점과 반사체의 깊이가 된다.

본 연구에서는 이러한 방식에서 사용자가 담당하는 기능을 마이크로프로세서로 대체하여 전체 측정 결과를 CRT 상에 그리도록 하는 시스템을 설계 하였다.

먼저 변환기와 함께 구동하는 wheel을 부착하여 그 측정 위치를 마이크로프로세서로 입력시키도록 했다. 이 wheel에는, 매 1mm마다 펄스가 발생되도록 encoder와 photo-interrupter가 장치되었고 이것을 counter로 연결하여 측정 위치를 알 수 있도록 하였다. 이때 출력 펄스가 "0"에서 "1"로 되는 부분에서 단안정 멀티 바이브레이터로 송신펄스를 발생시켜 변환기를 구동한다.

수신된 반사파는 증폭된후 최소 잡음 레벨보다 큰 신호에 대해 펄스열(pulse-train)로 변환되고 송신파 부터 수신 펄스 각각까지의 지연시간을 counter-measure method에 의해 측정하여 마이크로프로세서의 data RAM에 기억된다. 이때와 address는

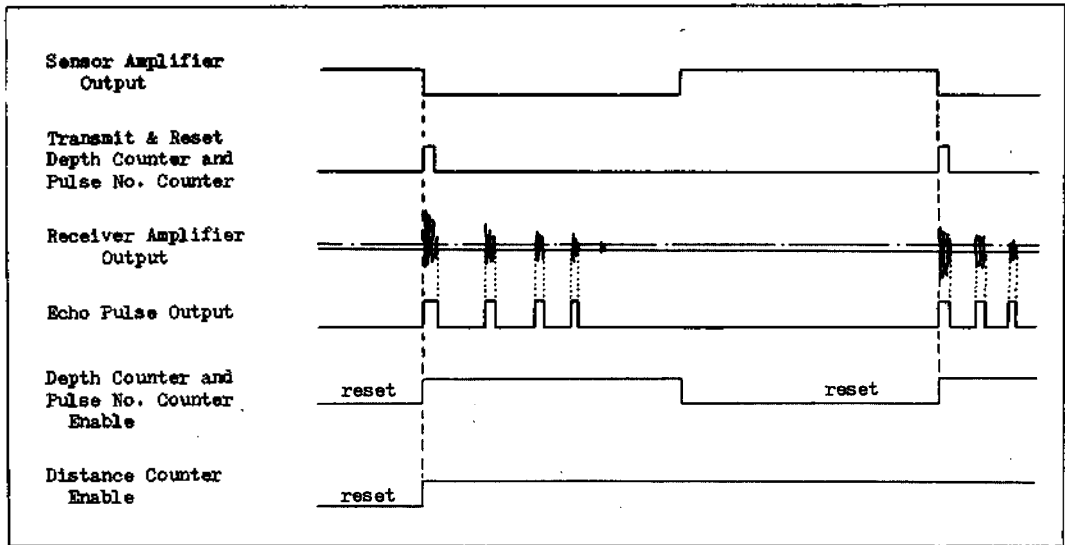


그림 2. 시스템 timing chart

### 3. 실험 및 결과 분석

실험에서는 2종의 시료 (5mm step계단형, 5mm step요철형)으로 측정을 실시하였고 그 결과로서 1~2 clock( $\phi$ )의 변동으로 plotting된 단면상을 얻을 수 있었다. 이 변동은 개질표면상의 거칠음과  $\phi$ -counter의 LSB 변화에 기인한 것으로서 기존의 A-scan 방식에 의한 판독 오차에 비해서는 매우 작은양이다. 또한 point-by-point 방식에 비해 빠른 측정시간 및 data의 보관(보조기억장치)이 가능한 장점이 있다. 그러나 기본 mechanism이 기존 방식과 같으므로 측정시의 artifact 문제는 본 연구에서 다루지 않았다. 결론적으로, 본 논문에서 구상한 NDT system은 고속의 측정이 가능하고 data의 기억 및 판독이 용이하며, CRT display를 LCD로 대체하게 되면 소형, 경량화도 가능한 것이다.

### 참 고 문 헌

1. J.Szilard, Ultrasonic Testing, John Wiley & Sons, 1982.
2. Eric A.Ash and C.R. Hill, Acoustical Imaging, Vol 12, plenum press, 198.
3. Bruce A. Aatwick, Microcomputer Interfacing, Prentice-Hall, 1980.
4. Yoshimitsu Kikuch, Ultrasonic Transducers, Corona Pub., 1969.

scanner의 위치와 수신펄스의 순서에 따라 결정된다. 이 data를 근거로 하여 마이크로프로세서의 CRT에 대응 위치를 dot로 전체의 결과를 plot한

다. 다음의 그림 1은 본 연구에서 구성된 시스템의 개요도이다.

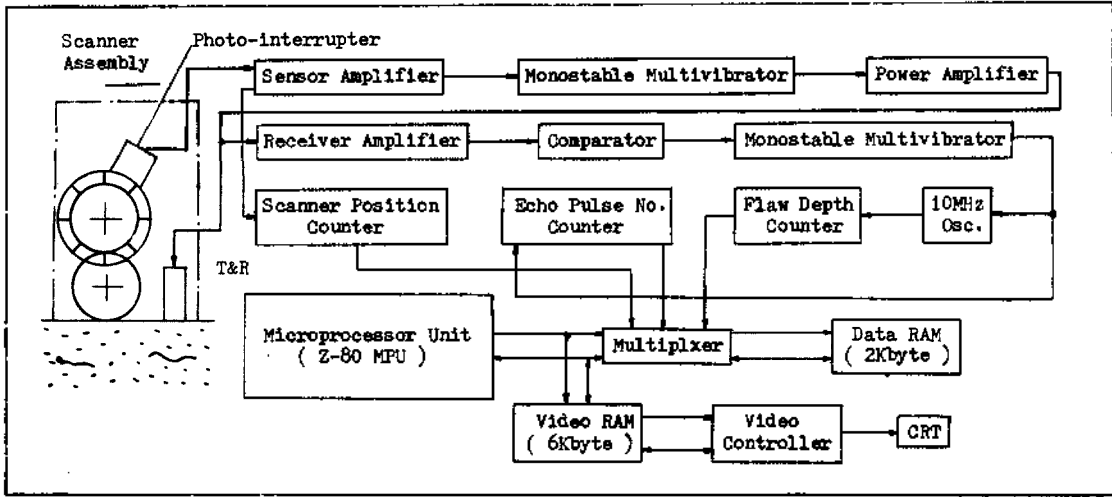


그림 1. 시스템 블록다이어그램

여기서 사용된 프로세서는 2.5MHz clock의 Z-80 이었고 전체 시스템의 메모리는 1kbyte(monitor program 2k, data 2k, video 6k, system program 1kbyte)가 소요되었다.

또한 대부분의 측정값을 counter-measure-method로 처리하므로 그 구성이 간단해짐도 알수 있다. 여기서 scanner의 위치는 encoder의 해상도를 8bit로 count하므로 전체 scan length  $L_{max}$ 는 다음 같이 된다.

$$L_{max} = \Delta \ell \cdot FF_h \quad \dots \dots \dots (1)$$

여기서  $\Delta \ell$  = encoder 해상도 (1mm)

또한 최대 측정할 수 있는 시료의 길이  $D_{max}$ 는 다음과 같다.

$$D_{max} = C / \phi \cdot FF_h \quad \dots \dots \dots (2)$$

여기서 C=시료의 음속

$\phi$  = 측정 clock 주파수 (.10MHz)

그러므로 최대 길이  $D_{max}$ 로 최대 길이  $L_{max}$ 를 측정하기 위한 시간은 다음과 같이 된다.

$$T_{max} = \frac{1}{\phi} \cdot (FF_h)^2 \quad \dots \dots \dots (3)$$

$$= 6553.6 [\mu sec]$$

즉 본 연구에서 사용된 clock을 기준으로 하면 최대 256 [mm]의 길이를 약 7 [msec]의 시간으로 scan할 수 있으므로 수동 scan의 속도로는 충분히 가능한 것이 된다.

그러나 실제에 있어서는 초음파변환기 (5MHz)의 밀착 문제와 표면 처리 상태에 따라 감안해야 하므로 계산값의 농정도로서의 값이 현실적이다.

응용을 위한 구성에 있어서는 기존의 NDT machine과 같이  $\Delta \ell$  및  $\phi$ 를 가변할 수 있도록 하는 것이 바람직하다. 또한 측정해상도는 송신 펄스의 폭에 좌우되며 본 논문에서 사용된 펄스는 약 1msec의 분해능으로 동작하였다.

다음의 그림 2는 전체 회로에서의 timing chart이다.