

# IRLED와 Solar Cell의 광막형성방식에 의한 mini-grain 계수기

조시형, 박찬원

강원대학교 IT 특성화 대학 전기전자공학부

## Mini-grain counter by light-screen method of IRLED and Solar Cell

Si-Hyeong Cho, Chan-Won Park

Dept. of Electrical and Electronics Eng, Kangwon National University

**Abstract** - 본 연구는 IR-LED에 의한 빔 발생기와 Solar Cell에 의한 빔 검출기로 구성되어 물체가 이 사이로 통과하면 미소한 부분의 빔을 변화시켜 이때 발생하는 펄스를 카운트하는 장치이다. 가볍고 크기가 작아 계수하기 힘든 꽃의 씨앗이나 야채 등의 종자 특히, 농업분야에서 계수할 때 적용되는 장치이며, 낙하방법으로 검출하므로 물체가 중복되어 계수되지 않고 크기, 종류, 모양에 상관없이 검출할 수 있게 구성된 시스템이다.

### 1. 서 론

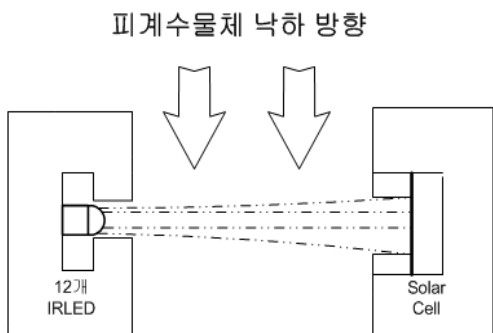
본 연구는 소형반도체소자 또는 식물의 종자(種子)와 같은 미소물체를 감지하고 계수하기 위하여 IRLED와 Solar Cell을 이용하여 광막을 형성하고 미소물체가 이를 통과할 때 발생하는 광의 파동을 검출하는 것을 기본원리로 하는 센싱 기술을 이용한 mini-grain 계수기에 관한 것이다.

일반적으로 미소물체의 계수(count)는 최근의 계량 기술의 발달로 일정량의 개수를 미리 알고 있는 부피의 무게를 계량하고 그 무게를 개수로 나누어 단위중량(unit weight)을 산출하고 기억하여 이후 계량대에 올려지는 부피의 개수를 자동으로 산출하는 계수저울(count scale)의 방법을 사용한다. 이때 각 미소물체의 단위중량이 일정한 정밀가공부품 같은 경우는 오차가 적으나 최근의 미소반도체 칩 부품이나 곡물과 같이 크기와 무게가 일정하지 않은 경우 누적오차가 심각해 질수 있는 단점이 있다. 또한 꽃씨와 같은 아주 작은 육종을 계수하고 단위 포장하는 경우 일일이 수작업으로 계수하고 포장하는 일은 실로 어려움이 아닐 수 없다.

따라서 본 연구는 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 광막형성방식에 의하여 미소물체를 탐지하는 mini-grain 계수기를 개발하고자 하였다.

### 2. 본 론

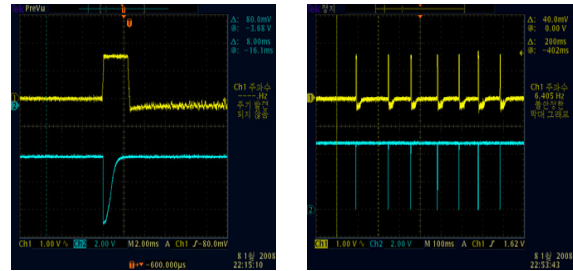
#### 2.1 광막형성방식의 원리



<그림 1> 송수광부의 광막 형성

본 계수기는 그림 1에서와 같이 IRLED와 Solar Cell에서 형성된 광막에 미소물체가 통과하게 되면 Solar Cell에서는  $10\mu V$  정도의 미세한 전압차가 생기는 것을 감지하고 이는 증폭기에 의해 카운터가 인식할 수 있을 정도의 전압 레벨로 증폭하게 되어 계수 하는 방식이다.

그림2는 이때 센서에 감지된 아날로그파형과 정형화된 디지털 파형을 보여주는 사진이다.

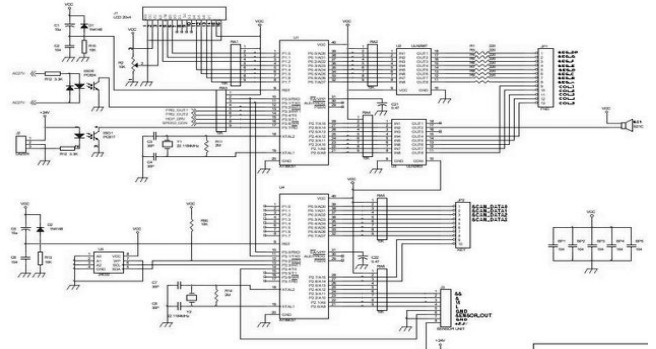


<그림 2> 수광부 아날로그 파형과 정형된 디지털 파형

#### 2.2 CPU 구성

그림 3과 같이 계수기의 CPU는 Main과 Sub 2개의 CPU로 구성되어 있는데, Main CPU의 역할은 계수기의 모든 동작을 셋팅할 수 있는 키 입력부, 피계수물체를 감지하는 센서부, 메모리와 같이 입력 데이터를 처리하여 LCD창에 나타날 수 있도록 RS-232 serial 통신을 이용하여 Sub CPU에 데이터를 전송하는 역할을 한다.

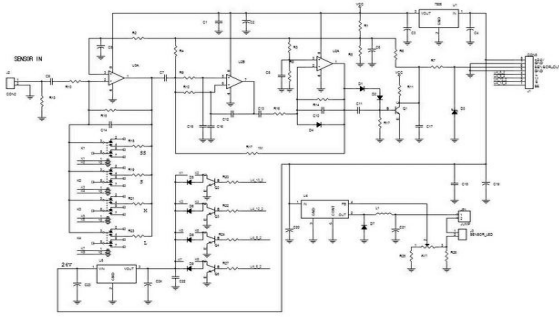
Sub CPU는 Main CPU에서 다루지 않는 그 외의 모든 구동장치 즉, 모터, FAN과 같은 장치를 제어하고 LCD 화면에 출력 정보가 나타나도록 하는 역할을 한다. 모터는 AC 모터를 쓰기 때문에 Phase Detect를 이용하여 Positive 전압만 인가하도록 설계하였다.



<그림 3> CPU 회로도

#### 2.3 센서부 구성

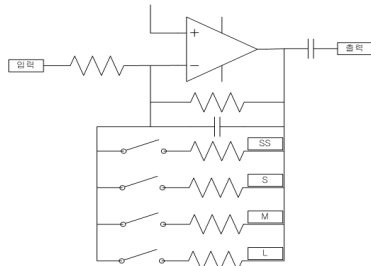
센서부에서는 미소물체에 의한  $10\mu V$  정도의 미세한 전압차를 감지하고 이를 증폭하는 기능을 한다. IR LED는 총 12개를 사용하여 Solar Cell에 적외선을 송신하며 정전류 방식의 회로 구성에 의해 가장 적합한 전류를 흘릴 수 있도록 조절이 가능하게 구성되어 있다. 또한 미소물체의 크기에 따라 오차가 발생할 수 있다는 문제점으로 인하여 SS, S, M, L 총 4개의 gain을 크기에 맞게 증폭을 달리하여 미소물체의 크기에 따라 증폭률을 선택하는 방법을 사용하였으며 선택시 스위칭 노이즈로 인한 계수기의 오류를 개선하여 릴레이를 사용하여 증폭률을 선택할 수 있도록 구성되어 있다. 그림4는 센서부의 회로도를 나타낸 것이며, 그림 5는 센서부의 신호처리판과 송수광센서부이고 그림6은 미소물체의 배율 증폭 회로도를 나타내고 있다.



〈그림 4〉 센서부 회로도



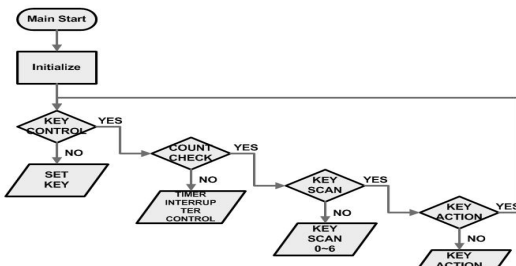
〈그림 5〉 센서부 신호처리판과 송광센서부



〈그림 6〉 배율증폭 회로

### 2.4 Main CPU 프로그램

그림7은 계수기의 프로그램 순서도를 나타낸 것이다. Main CPU는 프로그램 시작에 초기화를 한 후 각 USING CONTROL BIT DEFINE, RAM DEFINE, BUFFER CLEAR, I/O PORT DEFINE의 기능을 수행하고, 입력된 키 상태에 따라 KEY CONTROL, COUNT CHECK, KEY SCAN, KEY ACTION의 job을 수행하며 루프를 실행한다. 이때 내부의 설정된 타이머 인터럽트의 주기 이벤트 발생에 따라 각종 인터럽트는 별도의 타이밍으로 수행되는 구조로 설계하여 8비트의 CPU로 최대의 데이터처리의 효율성을 확보하도록 하였다.



〈그림 7〉 Main CPU 프로그램 순서도

### 2.5 mini-grain 계수기의 성능평가

개발된 계수기의 성능 평가를 해보았을 때, 표 1과 같이 가장 작은 민들레 씨앗을 증폭 gain 값을 SS로 설정하여 1,000개씩 10회 계수 했을 때 오차는 1,000개당 1개 정도의 오차가 발생하였고, 좁쌀의 경우 증폭 gain을 S로 설정하여 1,000개씩 10회 계수 하였을 때 1,000개당 1개 정도의 오차가 나타났다. 쌀의 경우 증폭 gain을 M으로 설정하고 10,000개씩 10회 계수하였을 때, 10,000개당 1개 정도의 오차가 발생하였고, 콩의 경우 증폭 gain을 L로 설정하고 10,000씩 20회 계수하였을 때, 100,000개당 1개 정도의 오차가 발생하였다.

〈표 1〉 크기종류별 실험결과와 오차수준

종류	증폭 Gain	오차율
민들레 씨앗	SS	0.1%
좁쌀	S	0.1%
쌀	M	0.01%
콩	L	0.001%



〈그림 8〉 완성된 mini-grain 계수기

### 3. 결 론

피계수물체의 크기의 표본 오차가 큰 경우 일률적인 단위주량 계수 방식은 큰 오차를 발생하므로 광막을 이용한 계수 센싱을 개발함으로써 계수 오차를 확연히 줄일 수 있었다. 개발결과 지름의 5mm정도인 콩의 경우는 1만개 이상의 계수에도 오차가 없었으며 쌀의 경우 0.01%이내, 그리고 가장 작은 좁쌀 또는 민들레 씨앗의 경우 0.1% 이내의 오차 성능을 확보 하였다. 본 기술의 개발을 통해 육종관련 작업의 효율을 증대 시킬 뿐 아니라 노동력을 줄일 수 있을 것이라고 예상된다. 앞으로 계수이후의 자동 포장장치를 연계하여 개발함으로써 관련 기구시스템으로의 자동화도 기대할 수 있을 것이다.

### [참 고 문 헌]

- [1] Robert F. Coughlin, Robert S. Villanucci, "Introductory Operational Amplifiers and Linear ICs", Prentice Hall, pp. 249-285, 1990
- [2] Berlin, H. M., "OP-amp. Circuits and Principles", SAMS, 1991
- [3] Roland E. Thomas, Albert J. Rosa, "The Analysis and Design of Linear Circuits", Prentice Hall, 1997
- [4] Stephen D., "Interfacing : A Laboratory Approach Using the Microcomputer for Instrumentation, Data Analysis andControl", University of California, Berkeley, Prentice Hall, 1990
- [5] Joseph H. Carr, "Elements of Electronic Instrumentation and Measurement", 3th ed., Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1996
- [6] J.G. Webster, "The Measurement Instrumentation and Sensors Handbook", CRC press, 1999
- [7] 高橋 清, 小長井 誠, "센사 에レクト로닉스", 昭晃堂, 2000