

論文 2001-38SC-5-5

마이크로프로세서를 이용한 디지털 전기인두기의 설계 및 제작

(Design and Fabrication of the Digital Iron Using the Micro-processor)

安 楊 基 * , 尹 東 漢 *

(Yang-Ki An and Dong-Han Yoon)

요 약

본 논문에서는 마이크로프로세서를 이용한 디지털 전기인두기를 설계하여 기존의 아날로그 전기인두기와 비교 검토하였다. 설계된 디지털 전기인두기에서는 두 가지의 개선된 온도제어 특성을 보였다. 첫째로, 사용자가 설정한 온도와 인두팁의 실제 온도편차를 개선하였는데, 주위환경을 각각 $-5[^\circ\text{C}]$ 와 $25[^\circ\text{C}]$ 에서 전기인두기의 설정온도를 $200[^\circ\text{C}]$, $300[^\circ\text{C}]$, $400[^\circ\text{C}]$, $480[^\circ\text{C}]$ 로 설정하였을 때, $\pm 1.8[^\circ\text{C}]$ 를 벗어나지 않는 안정한 온도편차를 보였으며, 이를 실험으로 확인하였다. 두 번째, 사용자가 납땀할 때 인두팁에서 변하는 온도편차를 개선하였는데, $1[\text{g}]$ 의 납으로 전기인두기의 설정온도를 $200[^\circ\text{C}]$, $300[^\circ\text{C}]$, $400[^\circ\text{C}]$, $480[^\circ\text{C}]$ 로 설정하였을 때, 아날로그 전기인두기는 $6[^\circ\text{C}] \sim 10[^\circ\text{C}]$ 의 큰 편차를 보인 반면, 설계된 디지털 전기인두기는 $2[^\circ\text{C}] \sim 5[^\circ\text{C}]$ 의 안정한 온도편차를 보였으며, 이를 실험으로 확인하였다.

Abstract

The digital iron using μ -processor is designed and compared experimentally with the conventional analog iron. Designed digital iron shows two improved temperature control characteristics. First, the reduction of the difference error between the user setting temperature and the real temperature of the iron tip is examined. When the iron temperature is set to $200[^\circ\text{C}]$, $300[^\circ\text{C}]$, $400[^\circ\text{C}]$, and $480[^\circ\text{C}]$ at the environmental temperatures of $-5[^\circ\text{C}]$ and $25[^\circ\text{C}]$, it is examined that the tip temperature is very stable and its error is within $\pm 1.8[^\circ\text{C}]$. Second, it is conformed that the temperature fluctuation of the iron due to the soldering is reduced manifestly. When the temperature of iron tip is varied from $200[^\circ\text{C}]$ to $480[^\circ\text{C}]$ with $1[\text{g}]$ solder, the temperature errors of the analog iron are measured to be from $6[^\circ\text{C}]$ to $10[^\circ\text{C}]$. In case of designed digital iron, however, these errors are much smaller and they are from $2[^\circ\text{C}]$ to $5[^\circ\text{C}]$.

I. 서 론

현재 세계적으로 반도체 시장이 급속도로 확장되고 있으며, 국내 반도체의 시장 점유율도 점점 높아지고 있는 가운데 반도체의 속도 및 특성도 향상되고 있다.

* 正會員, 金鳥工科大学 電子工學部
(Dept. of Electronic Engineering, Kumoh National University of Technology)

接受日字: 2001年5月29日, 수정완료일: 2001年8月8日

특히 모든 제품이 소형화 추세로 변화하고 있기 때문에 소자의 크기도 아주 작아지고 있다. 따라서 반도체의 조립 및 수리, 납땀을 요하는 기술이 다양하게 변화하고 있다.^[1] 특히 C-MOS 및 SMD(Surface mount device) 타입의 소자로 회로를 설계할 때 회로주변에 보호용 소자를 많이 사용하고 있으나 공장에서 제품을 생산할 때 수리 및 납땀을 위해 인두를 사용하게 된다. 이때 누설전류, 서지전압, 정전기, 적절하지 못한 온도로 인해 소자가 파괴되는 경우가 빈번하게 발생되고 있다.^[2~8]

따라서, 전기인두기가 갖추어야 할 기본적인 구비조

전이 있다. 텃의 온도 안정이 빠르고 축적 열량이 충분할 것, 소비 전력이 적고 열효율이 좋을 것, 납땜 작업시 온도 저하가 적고 연속 부하가 가능할 것, 주위 환경에 따라 온도 편차가 적을 것, 누설전류가 적고 정전기가 적을 것, 부품에 자성의 영향이 적어야 한다.

온도 제어가 가능한 전기인두기에는 크게 두 가지로 나누어 볼 수 있다. 첫째, 아날로그방식으로써 이는 사용자가 설정한 온도와 인두팁의 실제 온도와의 편차가 많고, 사용자가 세팅한 온도가 납땜 작업시 축적 열량이 적어 온도 저하가 심하고, 주위환경에 따라 온도가 변하며, 세팅과 캘리브레이션이 어렵다는 문제점을 가지고 있다. 두 번째, 디지털방식으로써 온도에 민감한 소자나 회로부분을 없애고 마이크로프로세서^[9,10]를 이용하여 히터를 제어하기 때문에 아날로그방식에서 나타나는 문제점을 해결할 수가 있다.

본 논문에서는 디지털방식으로 전기인두기를 설계하였다. 마이크로프로세서를 이용하여 히터에 내장되어 있는 온도센서의 출력 값을 A/D변환기에서 디지털 값으로 변환하고, 이 값을 온도로 변환하는 연산을 하여 PWM (Pulse width modulation)방식^[11~13] 히터에 흐르는 전류를 제어하여 온도를 일정하게 유지하였다. 센서부 회로에서는 LPF(Low Pass Filter)와 버퍼 회로를 통하여 필요한 신호를 얻고, 히터 온도 제어부 회로에서는 SSR(Solid state relay)을 이용하여 인두팁의 온도를 제어하였다. 이와 같이 설계를 하여 기존의 아날로그 방식에서 갖고 있는 몇 가지 문제점을 해결하였다. 첫째로, 주위 환경에 따라 사용자가 설정한 온도와 인두팁의 실제 온도와의 편차를 줄이고, 두 번째, 사용자가 세팅한 온도가 납땜 작업시 온도 저하가 적고 연속 부하가 가능하게 하여 전기인두기의 인두팁 온도를 안정적으로 제어하였다. 위의 두가지 문제점이 개선이 되지 않을 경우, 상황에 따라 인두팁의 온도변화가 많이 생겨 납땜이 잘 안되는 경우와 인두팁의 온도변화가 심하여 반도체소자에 악영향을 끼치는 문제점을 가지고 있기 때문에 전기인두기를 제조하는 회사에서는 위의 문제점을 중점적으로 연구하고 있다.

II. 설계 및 제작

그림 1은 아날로그 전기인두기의 블록 다이어그램이다. 센서는 히터에서 발생하는 온도 신호를 감지하고

Pre Amp는 온도신호를 증폭한다. 증폭된 온도신호는 비교기의 비반전 단자와 기준전압을 설정하여 비교기의 반전단자로 입력된다. 그리고 이 신호를 서로 비교하여 온도제어에서 히터를 제어하게 된다. 이것은 아날로그 회로로 구성되어 있기 때문에 사용자가 설정한 온도와 인두팁의 실제 온도와의 편차가 많고, 주위환경에 따라 인두팁의 온도변화량이 많다.

그림 2는 아날로그에서 발생하는 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서 설계한 디지털 전기인두기의 블록 다이어그램이다. 그림에서 히터에 내장되어 있는 온도 센서는 입력신호를 받는 부분으로 이는 히터에서 발생하는 온도에 따라 전기저항이 변하는 센서이다. 전기저항의 변화에 따른 온도센서 출력은 LPF를 통하여 증폭기 입력으로 공급된다. 증폭기에서는 입력신호가 소신호이기 때문에 0~5V범위로 증폭하여 마이크로프로세서의 내부에 있는 A/D 변환기 입력으로 공급한다. 그리고 온도설정에서는 사용자가 임의 적으로 온도를 설정할 수 있도록 되어있고, 이 온도 범위는 200~480℃까지 변화할 수 있도록 되어있다. 마이크로프로세서에서는 온도센서와 온도설정에서 받은 입력신호를 A/D 변환하여 온도제어 알고리즘에 의해 온도제어회로와 디스플레이에 신호를 공급한다. 온도제어회로에서는 SSR을 이용하였으며 사용자가 납땜을 할 때, 온도설정에서 설정한 온도 이하로 하강하게 되면, 마이크로프로세서에서 SSR을 구동시켜 히터에 전류를 공급하게 된다. 히터에서는 이 전류를 공급받아 사용자가 설정한 온도로 다시 복귀시킨다. 디스플레이에서는 사용자가 설정한 온도를 출력하여 디스플레이로 보여주고, 온도 센서와 설정온도가 같을 때 디스플레이를 점멸 하도록 되어있다.

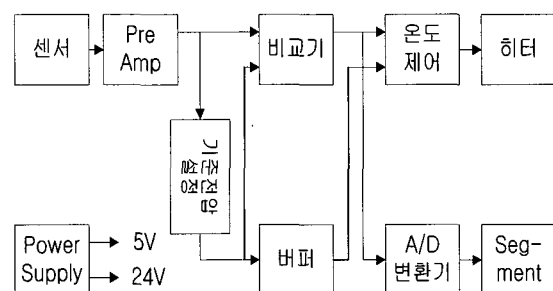


그림 1. 아날로그 전기인두기의 블록다이어그램
Fig. 1. Block diagram of analog iron.

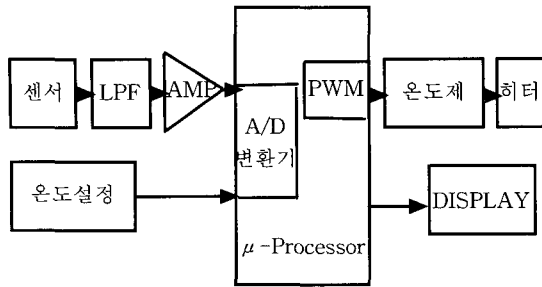


그림 2. 디지털 전기인두기의 블록다이어그램
Fig. 2. Block diagram of digital iron.

1. 마이크로프로세서를 이용한 입·출력 알고리즘 구현

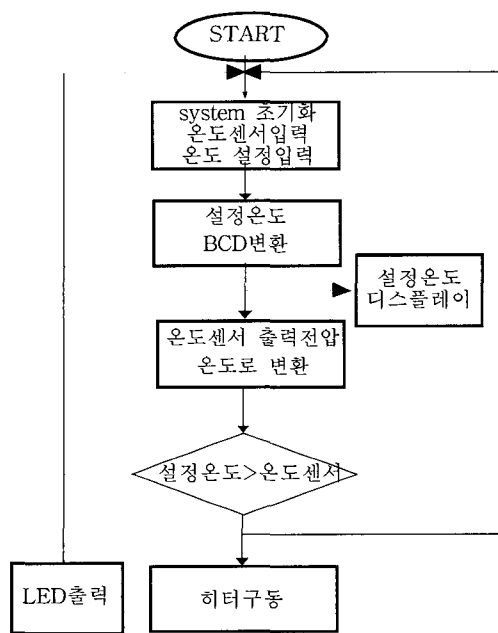


그림 3. 마이크로프로세서의 입·출력 알고리즘
Fig. 3. In and out algorithm of μ -processor.

마이크로프로세서를 이용한 입·출력 알고리즘을 그림 3에 나타내었다. 히터에 내장되어 있는 온도센서의 출력 신호는 아날로그 신호이기 때문에 디지털 신호로 변환하여야 한다. 마이크로프로세서에 내장되어 있는 A/D 컨버터를 이용하여 온도센서의 출력 신호를 디지털 신호로 변환하면, CPU는 디지털 값을 읽어 전압을 온도로 변환하는 연산을 하며, 연산된 결과를 기억하게 된다. 위와 같은 방법으로 온도설정 부분에서 사용자가 가변저항으로 온도설정을 하면 이 값을 읽어서 온도로 변환하는 연산을 하게 된다. 연산된 온도센서의 온도 값과 온도설정 온도 값을 비교 연산하여 설정온도가

인두팁의 온도보다 크면 히터에 흐르는 전류의 공급시간을 제어하게 된다

히터에 흐르는 전류의 기간이 길면 히터의 온도가 빨리 상승하고, 흐르는 기간이 짧으면 온도의 상승 시간이 늦어지게 된다. 그리고 설정온도와 히터의 온도가 같아지면 CPU는 히터에 흐르는 전류의 공급시간을 조절하여 히터의 온도를 유지하게 되는데, 이것은 PWM 방식으로 알고리즘을 구현하였다. 연산되어 있는 설정 온도는 사용자가 몇 $^{\circ}\text{C}$ 에 설정하였는지 알 수 있도록 하기 위하여 CPU가 가지고 있는 HEX값을 BCD값으로 변환하여 CPU의 I/O PORT를 통하여 SEGMENT를 구동시켜 설정온도를 표시하였다. 그리고 현재 인두팁의 온도와 설정온도가 같아지면 LED에 신호를 보내어 LED가 불이 켜지도록 알고리즘을 구현하였다.

2. 센서부 설계

센서부 회로를 그림 4에 나타내었다. 히터에 내장되어 있는 온도센서의 출력은 온도가 올라감에 따라 전기저항이 변하는 특성을 가지고 있다. 그림과 같이 센서부는 전압 분배 회로로 구성되어 온도가 올라감에 따라 센서에 걸리는 전압의 변화량을 검출한다. 전기저항의 변화에 따른 온도센서의 출력은 LPF를 통하여 증폭기 입력으로 공급된다. 증폭기에서는 입력신호가 소 신호이기 때문에 0~5V범위로 증폭하여 마이크로프로세서의 내부에 있는 A/D 변환기 입력으로 공급한다.

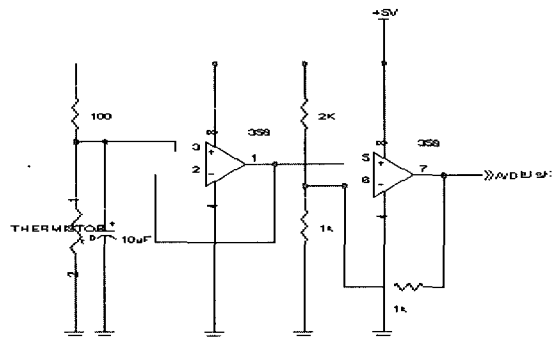


그림 4. 센서회로
Fig. 4. Sensor circuit.

3. 히터 온도 제어부 설계

그림 5에 히터 온도 제어부 회로를 나타내었다. 히터의 입력전원으로 24V AC전원을 사용하며 AC 전원을 제어하기 위하여 무점점 릴레이와 같이 동작을 하는 SSR을 이용하였다. TR은 CPU의 PORT2가 LOW의

출력을 가지면 TR의 에미터에서는 5V의 전압이 출력된다. TR의 에미터는 SSR의 입력전원으로 연결되어 SSR을 구동시키면 히터에 24V AC전압이 인가되어 전류가 흐르게 되고, PORT2가 HIGH의 출력을 가지게 되면 TR의 에미터 단자는 LOW가 되어 SSR이 동작하지 않는다. 이렇게 SSR이 동작 할 수 있도록 CPU에서 LOW 신호를 계속 출력하면, 히터에 흐르는 전류의 기간이 길어지게 되고, 히터의 온도는 빠르게 상승한다. 반대로 CPU의 PORT2에서 HIGH가 출력되는 기간이 길어지게 되면, 히터의 온도 상승속도가 늦어지게 되며, 사용자가 설정한 온도를 그대로 유지하게 된다. 그리고 사용자가 납땜을 하면 온도가 하강하게 되는데, 온도의 하강이 사용자가 설정한 온도 이하로 떨어지게 되면, CPU는 SSR을 동작시켜 히터에 전류를 공급하게된다.

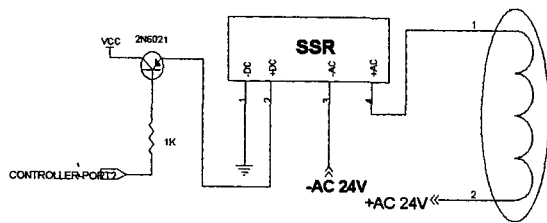


그림 5. 히터제어 회로
Fig. 5. Heater control circuit.

III. 실험 및 결과

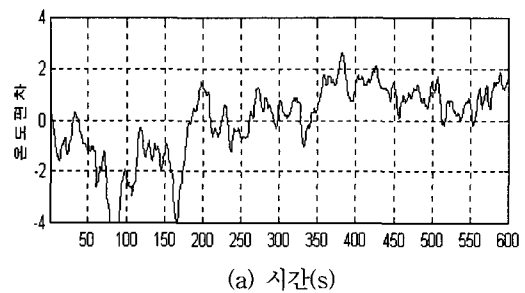
1. 아날로그와 디지털 전기인두기의 특성 분석

본 논문에서는 아날로그와 디지털 전기인두기에 대한 두 가지의 시료를 가지고 크게 두 가지 부분으로 나누어 측정 및 실험을 하였다.

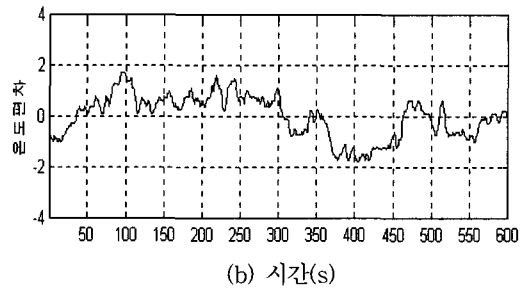
첫째로, 주위환경에 따라 사용자가 설정한 온도와 인두팁의 온도변화를 알아보기 위해 주위환경을 각각 -5℃와 25℃에서, 인두의 온도를 200℃, 300℃, 400℃, 480℃로 설정하여 아날로그와 디지털 전기인두기의 차이점을 측정하였다. 두 번째, 사용자가 납땜할 때 납의 양에 따라 인두팁의 온도변화를 알아보기 위해 납의 양을 1g에서 인두의 온도를 200℃, 300℃, 400℃, 480℃로 설정하여 아날로그와 디지털 전기인두기의 차이점을 측정하였다.

주위환경에 따라 사용자가 설정한 온도와 인두팁의 온도변화에 대하여 측정한 그래프를 그림 6, 7, 8, 9에 각각 나타내었으며, 주위환경은 모두 -5℃이며, 그림

10, 11, 12, 13은 주위환경이 모두 25℃에서 측정한 그래프이다. 그림 6, 10은 인두기의 설정온도가 200℃일 때 측정한 그래프이고, 그림 7, 11은 300℃, 그림 8, 12는 400℃, 그림 9, 13은 480℃에서 측정한 그래프이다. 여기서 각각의 그림에 대하여, 그림(a)는 아날로그 인두기의 온도편차를 측정한 그래프며, 그림(b)는 디지털 인두기의 온도편차를 측정한 그래프이다. 그래프에서 보여주듯이 200℃, 300℃, 400℃, 480℃의 각각 설정온도 및 주위 환경에 대하여 아날로그 인두기는 +3.0 ~ -5.0℃의 불안정한 온도편차를 보여주는 반면, 디지털 인두기는 +1.8 ~ -1.8℃의 안정한 온도편차를 보여주고 있다.



(a) 시간(s)



(b) 시간(s)

그림 6. 주위환경 -5℃, 설정온도 200℃

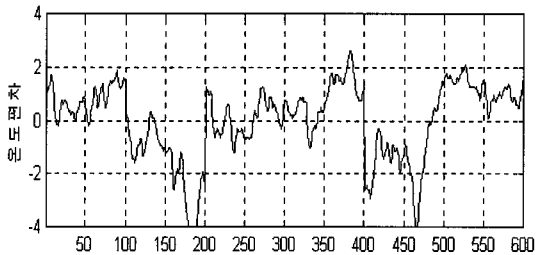
(a) 아날로그 (b) 디지털

Fig. 6. Environmental -5℃, Setting temperature 200℃

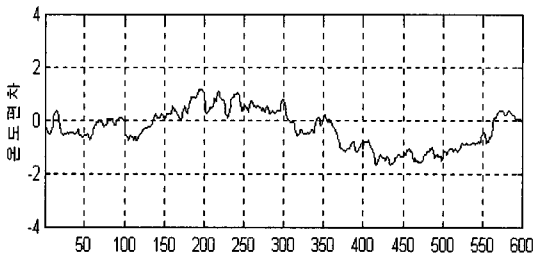
(a) Analog (b) Digital

사용자가 납땜할 때 납의 양에 따라 인두팁의 온도변화에 대하여 측정한 그래프를 그림 14, 15, 16, 17에 각각 나타내었다. 납의 양은 1g의 시료를 가지고 실험을 했으며, 납땜 속도는 순간적으로 1~2초의 속도로 측정하였다. 그림 14는 인두기의 설정온도가 200℃일 때 측정한 그래프이고, 그림 15는 300℃, 그림 16은 400℃, 그림 17은 480℃에서 측정한 그래프이다. 여기서 각각의 그림에 대하여 그림(a)는 아날로그 인두기의 온도편차를 측정한 것이며, 그림(b)는 디지털 인두기의

온도편차를 측정한 그래프이다. 그래프에서 보여주듯이 200℃와 300℃일 때, 아날로그는 10℃, 디지털은 5℃씩 변화는 것을 볼 수 있고, 400℃일 때, 아날로그는 8℃, 디지털은 4℃씩 변화는 것을 볼 수 있으며, 480℃에서는 아날로그 6℃, 디지털은 2℃씩 변화는 것을 볼 수 있다. 200℃, 300℃, 400℃, 480℃의 각각의 설정온도에 대하여 아날로그 인두기는 6~10℃의 큰 편차를 보여 주고 있는 반면, 디지털 인두기는 2~5℃를 벗어나지 않는 안정한 온도편차를 보여주고 있다. 그리고 표 1에 각각의 그림에 대한 온도 안정시간을 나타내었다.

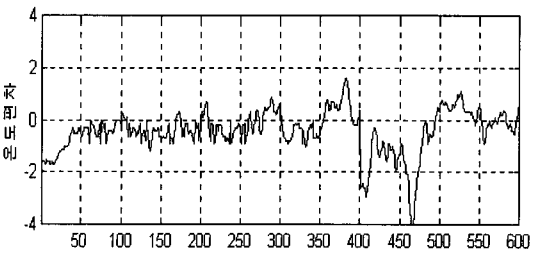


(a) 시간(s)

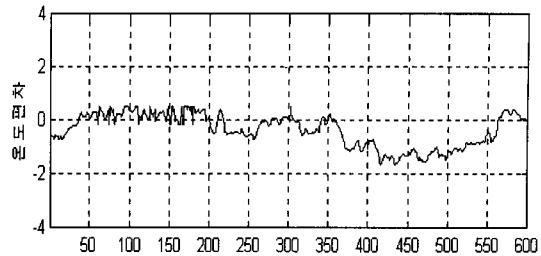


(b) 시간(s)

그림 7. 주위환경 -5℃, 설정온도 300℃
(a) 아날로그 (b) 디지털
Fig. 7. Environmental -5℃, Setting temperature 300℃.
(a) Analog (b) Digital

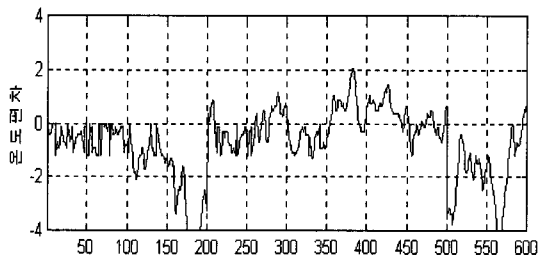


(a) 시간(s)

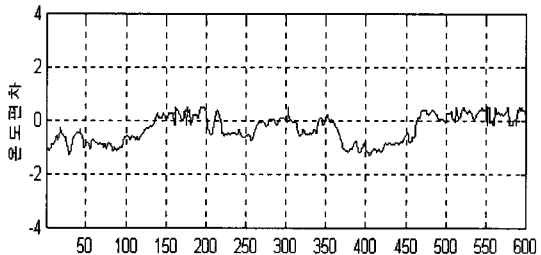


(b) 시간(s)

그림 8. 주위환경 -5℃, 설정온도 400℃
(a) 아날로그 (b) 디지털
Fig. 8. Environmental -5℃, Setting temperature 400℃.
(a) Analog (b) Digital

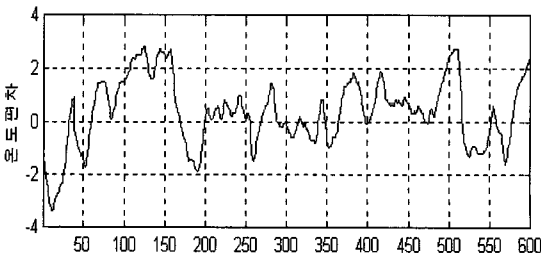


(a) 시간(s)



(b) 시간(s)

그림 9. 주위환경 -5℃, 설정온도 480℃
(a) 아날로그 (b) 디지털
Fig. 9. Environmental -5℃, Setting temperature 480℃.
(a) Analog (b) Digital



(a) 시간(s)

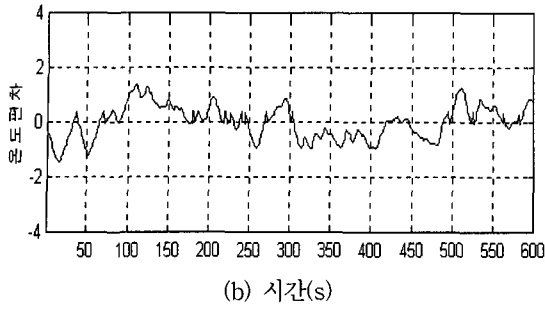


그림 10. 주위환경 25°C, 설정온도 200°C
 (a) 아날로그 (b) 디지털
 Fig. 10. Environmental 25°C, Setting temperature 200°C.
 (a) Analog (b) Digital

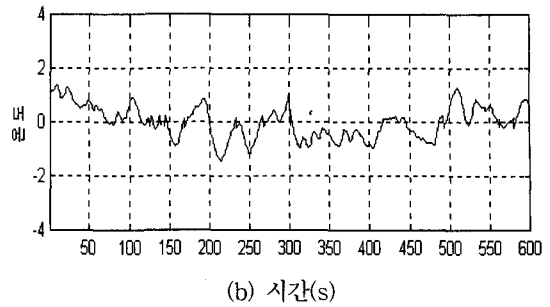


그림 12. 주위환경 25°C, 설정온도 400°C
 (a) 아날로그 (b) 디지털
 Fig. 12. Environmental 25°C, Setting temperature 400°C.
 (a) Analog (b) Digital

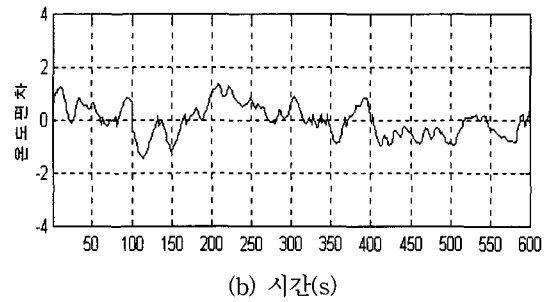
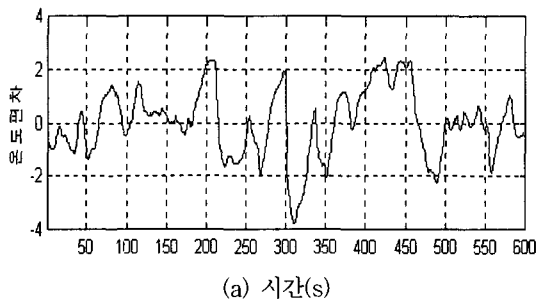


그림 11. 주위환경 25°C, 설정온도 300°C
 (a) 아날로그 (b) 디지털
 Fig. 11. Environmental 25°C, Setting temperature 300°C.
 (a) Analog (b) Digital

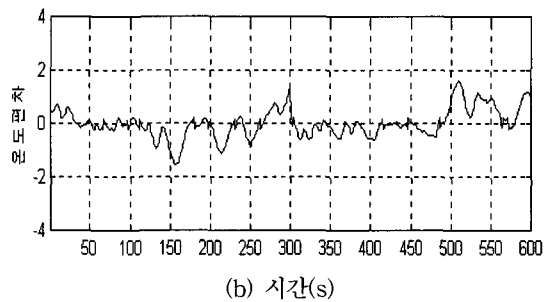
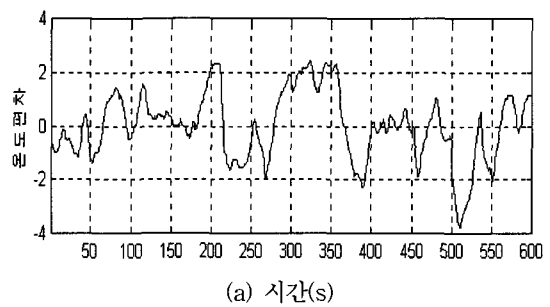
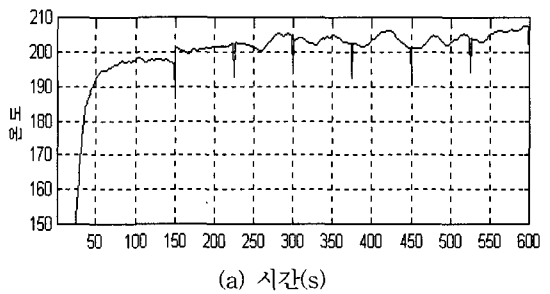
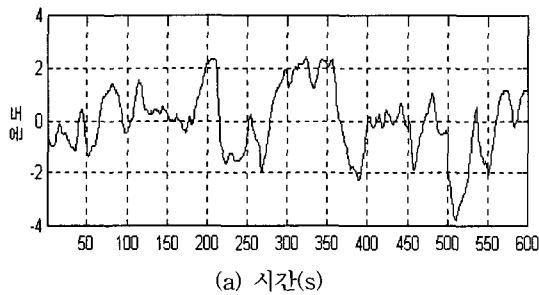


그림 13. 주위환경 25°C, 설정온도 480°C
 (a) 아날로그 (b) 디지털
 Fig. 13. Environmental 25°C, Setting temperature 480°C.
 (a) Analog (b) Digital



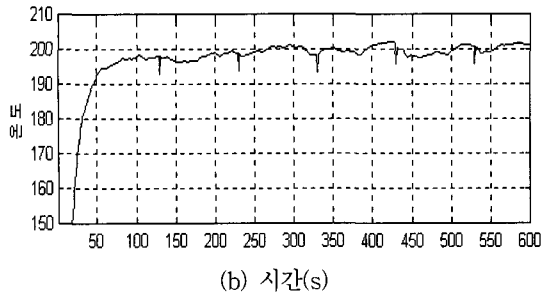


그림 14. 납 1g, 설정온도 200°C
(a) 아날로그 (b) 디지털

Fig. 14. Solder 1g, Setting temperature 200°C.
(a) Analog (b) Digital

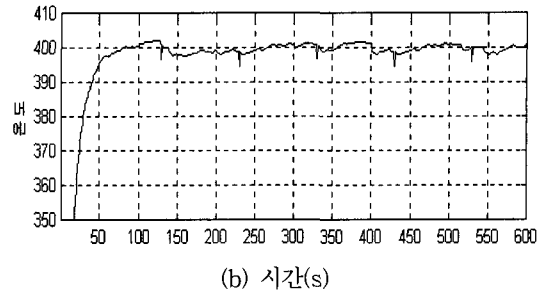


그림 16. 납 1g, 설정온도 400°C
(a) 아날로그 (b) 디지털

Fig. 16. Solder 1g, Setting temperature 400°C.
(a) Analog (b) Digital

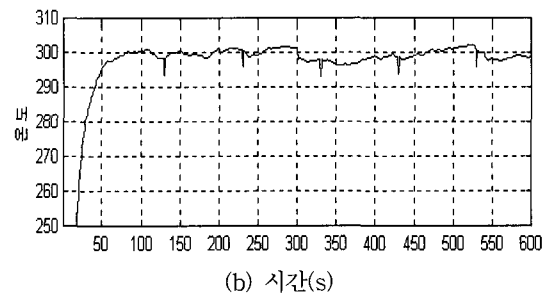
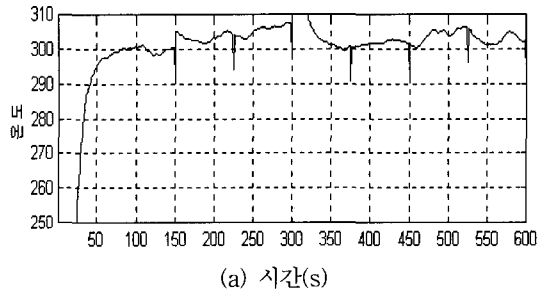


그림 15. 납 1g, 설정온도 300°C
(a) 아날로그 (b) 디지털

Fig. 15. Solder 1g, Setting temperature 300°C.
(a) Analog (b) Digital

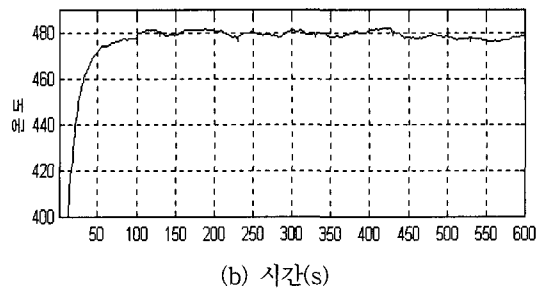
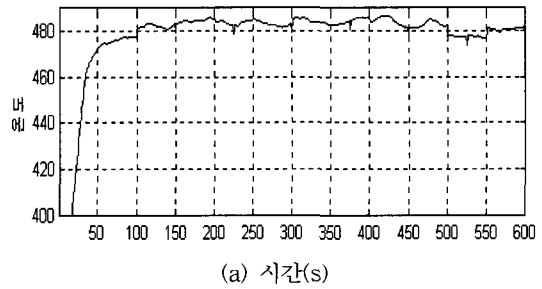


그림 17. 납 1g, 설정온도 480°C
(a) 아날로그 (b) 디지털

Fig. 17. Solder 1g, Setting temperature 480°C.
(a) Analog (b) Digital

표 1. 온도 안정시간

Table 1. Temperature stability time.

	아날로그 (초)	디지털 (초)		아날로그 (초)	디지털 (초)
그림6	52	52	그림12	60	58
그림7	56	56	그림13	70	68
그림8	62	60	그림14	50	50
그림9	74	72	그림15	54	54
그림10	50	50	그림16	60	58
그림11	54	54	그림17	70	68

2. 디지털 전기인두기의 설계 제작품

본 논문에서 설계한 회로기판을 그림 18에 나타내었으며, 회로기판의 크기는 95×90mm의 크기로 설계하였다. 그림 19는 설계된 최종 제작품으로써, 폭은 120mm, 길이는 170mm, 높이는 100mm의 크기로 설계를 하였다. 전면부에는 사용자가 온도를 조절할 수 있도록 VR 손잡이와 설정 온도를 눈으로 확인할 수 있도록 디스플레이를 부착하였으며, 또한 설정온도의 변화를 확인할 수 있도록 LED를 부착하였다. 뒷면부에는 인두기와 코드를 연결할 수 있도록 설계하였다.

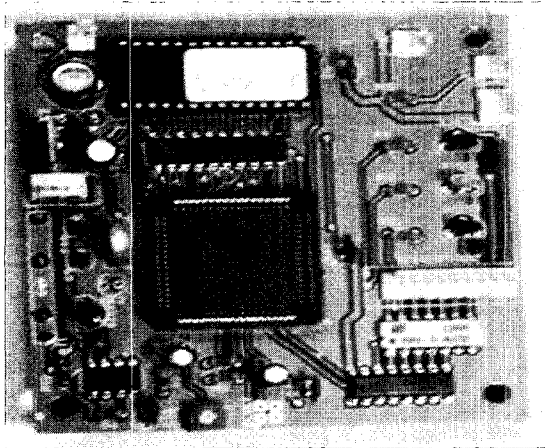


그림 18. 회로기판
Fig. 18. PCB module.

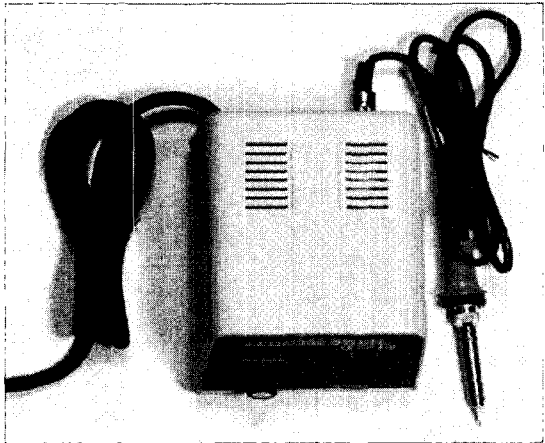


그림 19. 설계된 최종 제작품
Fig. 19. Designed and manufactured article.

IV. 결 론

현재 인두기 제조회사에서는 납땀할 때 반도체 소자

의 파괴를 줄이기 위해 인두팁에서 변하는 온도편차에 대한 연구를 많이 하고 있다. 따라서 본 논문에서는 인두팁에서 변하는 온도편차를 줄이기 위해 마이크로프로세서를 이용한 디지털 전기인두기를 설계 및 제작하였다. 그리고 아날로그와 디지털 인두기에 대해 비교 검토하고, 아날로그 인두기에서의 문제점을 개선하였으며, 이를 실험으로 확인하였다.

첫째로, 주위환경에 따라 사용자가 설정한 온도와 인두팁의 온도편차를 개선하였는데, 아날로그 인두기는 +3.0~-5.0℃의 불안정한 온도편차를 보인 반면, 디지털 인두기는 +1.8~-1.8 ℃의 안정한 온도편차를 보였다. 두 번째, 사용자가 순간적으로 납땀할 때 인두팁에서 변하는 온도편차를 개선하였는데, 아날로그 인두기는 6~10℃의 큰 온도편차를 보인 반면, 디지털 인두기는 2~5℃를 벗어나지 않는 안정한 온도편차를 보였다.

현재 국내에는 디지털 전기 인두기를 거의 외국에서 수입하여 사용하고 있는데, 본 연구를 통해 디지털 전기 인두기를 국산화하여 국내시장은 물론 국외시장으로의 개척에 영향을 끼칠 것으로 사료되며, 앞으로 인두팁의 온도편차가 구체적으로 어떠한 정량값에서 소자의 파괴를 가져오는지에 대한 연구를 더 진행할 계획이다. 그리고 본 논문에서는 PWM방식으로 히터의 온도를 제어하였는데, 앞으로는 PID제어 방식으로의 연구가 더 진행되어야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] 최중춘, "전자공업과 납땀 기술", 서울산업대학교 논문집, Vol.16, No.1, pp.59-65, 1982
- [2] 이호재, 오춘식, "정전기에 의한 CMOS DRAM 내부 회로의 파괴 Mechanism과 입력보호회로의 개선", 전자공학회논문집, Vol.31-A, No.12, pp. 64-70, 1994
- [3] 마재평, 백수현, 황유상, "초고집적회로의 커패시터용 PZT박막의 입열 조건에 따른 유전특성 -1-비정질 PZT를 사용한 PZT 박막의 누설전류 개선에 관한 연구", 전자공학회논문집, Vol.32-A, No.12, pp.101-107, 1995
- [4] 윤대병, "인두팁의 축열구조를 갖는 전기인두", 특허출원공고 제936호, 1995
- [5] 윤대병, "인두팁의 누설전류 접지구조를 갖는 전

- 기인두”, 특허출원공고 제2291호, 1995
- [6] 김화성, “전기인두 어스상태 체크장치”, 특허출원공고 제2306호, 1995
 - [7] 잭 앨, 빌헬름슨, “온도제어 납땜인두”, 특허출원공고 제 4482호, 1989
 - [8] 안양기, 윤동한, 김태형, “세라믹을 이용한 C-MOS 정전기 방지용 인두조절기 설계”, *대한전자공학회 추계논문집*, Vol.21, pp.659-662, 1998
 - [9] 김명규, 장익수, “마이크로프로세서를 이용한 온도제어장치의 최적화에 관한 연구”, Vol.17, No.4, pp.18-22, 1980
 - [10] 차영배, *80196을 이용한 마이크로마우스*, 1st ed, 다다미디어, pp.53-414, 1998
 - [11] Ferri G. Stremier, *Introduction to communication system*, 3rd ed, Addison-Wesley, pp.390-399, 1990.
 - [12] 이종춘, 월간 전자기술, 제12권 3호, 대광인쇄소, (주)첨단, pp.30-33, 1999
 - [13] 이장명, 윤중보, “다점 온도제어장치의 Power 공급을 조정을 위한 Fuzzy-PWM 제어”, *전자공학회 논문집*, Vol.34-s, No.11, pp.80-92, 1997

저 자 소 개



安 楊 基(學生會員)
 1971년 4월 16일생, 1997년 금오공과대학교 전자공학과 졸업(공학사), 2000년 금오공과대학교 전자공학과 졸업(공학석사), 2000년~현재 금오공과대학교 전자공학과 박사과정, 관심분야 : 전자회로설계, 설비자동화, PDP구동과형 및 회로설계



尹 東 漢(正會員)
 1945년 1월 6일생, 1968년 광운대학교 전자공학과 졸업(공학사), 1980년 명지대학교 전자공학과 졸업(공학석사), 1987년 명지대학교 전자공학과 졸업(공학박사), 1979년~현재 금오공과대학교 전자공학과 교수, 관심분야 : 전자회로설계, 영상처리, 설비자동화