

안경테의 Rim-Lock 전기용접의 자동화

(Automation of Glasses frame Rim-Lock electric welding)

김지영* · 송광현* · 정길도* · 한경호**

(Jee-Young Kim · Kwang-Hyun Song · Kil-To Chong · Kyong-Ho Han)

요 약

우리 나라 안경테 제조 산업은 대부분의 부품 조립과 용접 과정이 작업의 부정확성과 인력수급의 부족으로 자동화가 요구되고 있다. 이에 본 연구에서는 안경테의 Rim과 Lock의 전기 용접과정을 자동화하기 위해 Rim-Lock 전기 용접기를 설계하였다. Rim-Lock 전기 용접기는 Lock을 공급하기 위한 원형공급기와 직진공급기, Rim과 Lock을 용접하기 위한 holder, 은납 공급장치 등으로 구성되고 주 컨트롤러는 확장성이 좋은 V55 마이크로 프로세서를 사용하였다. 제어프로그램은 C언어를 이용하였으며, 코딩과 프로그램의 수정 및 보완이 편리하다. 본 연구에서 개발된 Rim-Lock 전기 용접기를 이용한 실제 용접시 Rim-Lock의 모양이 항상 일정하였고 지속적인 작업이 가능하므로 생산력이 향상된다.

Abstract

It is required to automate a manufacturing industry of a glasses frame, because of the inaccuracy in assembly and shortage of labor. So, in this paper, rim-lock electric welding system has been developed in order to automate a electric welding process and to increase welding quality. Rim-lock electric welding system consists of circular and linear feeder, holder for welding rim and lock, and the equipment for silver-lead provision and so forth. Main controller is a V55 microprocessor which is easy to be expanded into other function. Control program is programed using 'C' language which is easier than other language in coding, modification and adding function. At the practical welding that Rim-Lock electric welding system from this study is used, we can get such advantages as uniform quality of electric welding, continuous operation and improved productivity.

1. 서 론

설계란 사용목적에 부합한 성능을 가진 기기를

가장 경제적으로 또 가장 단시일 내내 제작하도록
입안하는 기술로써 최근에는 전기설비가 시스템화
되어 구성에 따라 부하설비, 전원설비 및 정보설비

*정회원 : 전북대학교 전기전자제어공학부 자동차 신기술 연구소

**정회원 : 단국대학교 전기공학과

접수일자 : 1998. 1. 19.

등이 상호 조합된 시스템 기술로 발전되어 응용되고 있다. 자동화 시스템을 설계하는 주된 이유는 그다지 크지 않은 자동화 비용으로 제품의 품질을 개선하고 생산성을 향상하는 반면 부족한 노동력을 해결할 수 있기 때문이다[6~9]. 안경테 제조과정에 있어서 Rim과 Lock의 용접, 안경테 다리와 장식의 용접을 비롯하여 대부분의 부품조립의 용접과 용접온도 등 여러 분야에 자동화가 요구되고 있다. 특히 Rim과 Lock의 용접과정은 사람이 작업을 할 경우 생길 수 있는 용접 각도의 부정확성과 용접시 용접시간의 부정확성으로 온도를 일정하게 유지하기가 어렵다는데 문제가 있고, 실제 인력수급도 부족한 상황이다.

따라서 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 원형 공급기와 직진 공급기, holder와 은납 공급장치 등의 자동화 설비를 설계하고 V55 마이크로 프로세서를 이용하여 Rim과 Lock의 용접과정을 자동화 하였다. V55는 V25의 후계기종으로 보다 고기능, 고성능화를 추구한 제품으로 프린터, 팩시밀리 응용 분야에 가장 적합하고, Rim-Lock 전기 용접기 설계시에 더 많은 부분의 자동화에 관련된 확장성을 고려하여 선택하게 되었다.

본 논문의 구성을 살펴보면 2장에서는 Rim-Lock 전기 용접기의 설계내용을, 3장에서는 그에 따른 결과와 고찰을 다루었다.

2. 연구 내용

2.1 Hardware 부분

Rim과 Lock의 용접을 자동화 하기 위해 필요한 hardware 부분은 Lock 공급기, Lock holder, 은납 공급장치, 컨트롤러 및 보조장치가 필요하다. 이러한 부품들의 설계를 살펴보면 다음과 같다.

1) Lock 자동 공급기

Rim과 Lock을 용접하기 위한 작업을 수행하기 위해서 Lock을 저장박스로부터 Lock holder까지 이동하는 장치로 Lock 자동 공급기를 사용하였다. Lock 자동 공급기에 대해서 살펴보면 크게 원형 공급기와 직진 공급기로 나눌 수 있다.

원형 공급기는 구조상 진동부, 고정부, 연결부로

나눌 수 있으며 진동부는 부품을 저장하는 용기와 이것을 장착하는 진동판 및 가동 코어로 이루어져 있고, 고정부는 고정 코어와 판스프링 고정대로 구성되며 몸체에 부착되어 있다. 진동부의 진동판과 고정부의 스프링 고정대는 연결부인 판스프링에 의하여 연결되어 있다. 그림 1에 구조도가 나타나 있다.

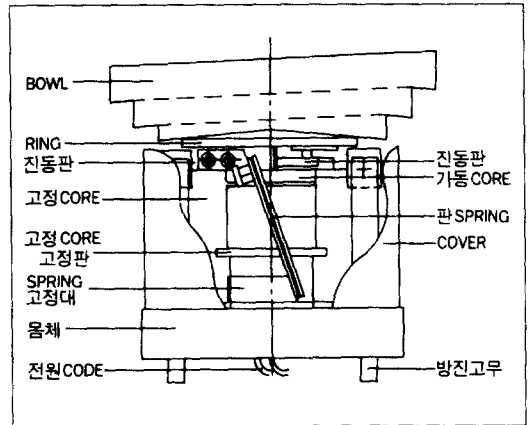


그림 1. 원형공급기 구조도
Fig. 1. Structure of circular feeder

원형 공급기에 의한 부품이송은 교류전원에 의한 전자석의 원리를 이용한 것으로써 전자석의 힘으로 진동부가 끌어당겨지면 판스프링의 탄성에 의해 진동각이 생기면서 부품을 트랙위로 이동시키게 된



그림 2. 원형공급기 전체 외형
Fig. 2. Circular feeder

다. 원형 공급기는 이송되어지는 부품들을 일정한 방향으로 유지하고 공급하여 작업 진행이 수월하도록 설계되었으며, 방향이 맞지 않는 부품은 다시 공급되기 위해 저장용기로 되돌려진다. 또 작업시에 최상의 속도에서 최고의 효율을 얻기위해 부품의 이송속도를 조정할 수 있는 조절장치를 별도로 추가하였다. 전체적인 원형 공급기의 외형은 그림 2와 같다.

그림 3의 직진 공급기는 원형 공급기와 holder 사이를 연결하는 장치로써 비교적 짧은 거리를 직선으로 연결하여 주는 부품이다. 직진 공급기를 통한 부품이송은 원형 공급기와 마찬가지로 전자석과 판스프링에 의한 것으로써 직선적인 왕복운동을 하는 것이다. 이 직진 공급기에는 반사형 부품감지 광파이버 센서가 설치되어 공급되는 부품이 직진 공급기에 충분히 공급되었을 때에 불필요한 원형 공급기의 동작을 정지시키며 부품의 수명과 절전효과를 가져오고 부품의 원활한 공급을 도모한다. 부품감지 센서는 그림 4와 같으며 두 개의 파이버로 구성되어 있으며 한 개는 광송출을, 다른 하나는 광검출을 위한 것이다[4, 5]. 검출 정지후 재 작동시간은 1초이며 재 작동시간의 조절이 가능하다. 또한, 광파이버 센서의 감도를 조절할 수 있어 반사가 잘 되지 않는 재질의 부품에서도 감지가 가능하다.

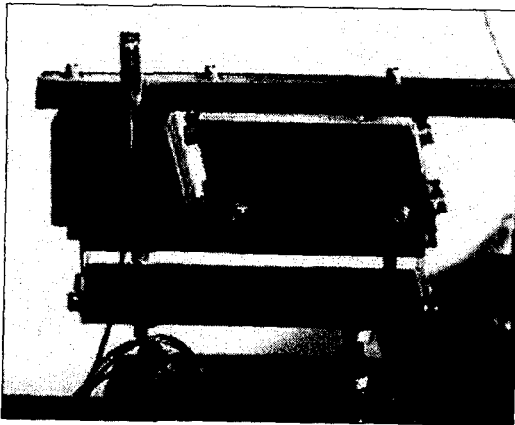


그림 3. 직진공급기의 외형
Fig. 3. Linear feeder

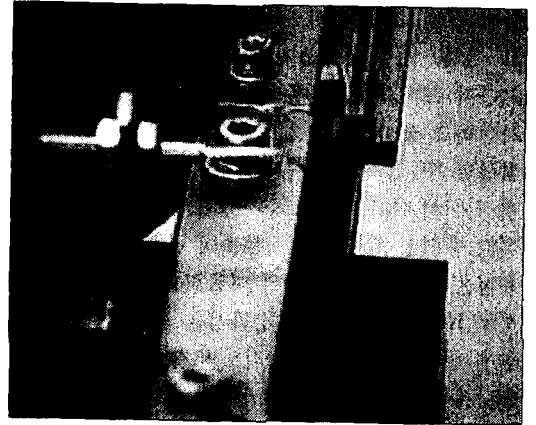


그림 4. 부품감지 광파이버 센서
Fig. 4. Fiberoptic sensor for lock detecting

2) Lock holder

Lock holder란 Lock을 원활하게 고정할 수 있는 치구를 말하며, Lock 공급장치를 통하여 공급된 Lock은 holder에 의해 용접에 적합한 각도와 힘으로 고정되어, 용접하기 위한 곳까지 이동하게 된다. Holder는 저항용접이 가능한 3상 전원이 인가되도록 설계하여 전극이 설치되어 있다. 또, Lock의 모양에 맞게 설계하였고, 저항 용접시에 열 전달 효율이 높도록 Lock과 넓은 면적을 접촉할 수 있도록 하였으며 전류가 통하도록 도전체를 사용하여 제작하였다. 또한 치구가 노후하였을 경우나 다른 크기의 Lock을 용접하는 경우에는 교환이 가능하며 수정이 가능하도록 설계하였다. Holder의 모양은 그림 5와 같다.

용접 방식에는 유도용접 방식과 저항용접 방식이

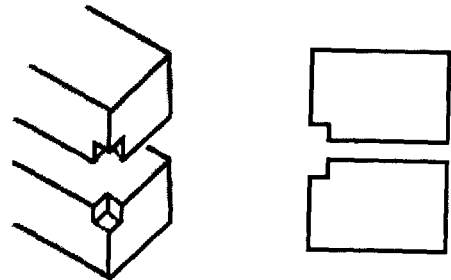


그림 5. Holder의 모양
Fig. 5. Shape of holder

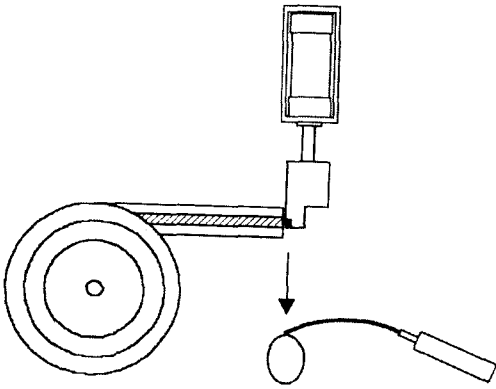


그림 6. 자동 용접기 시스템 개략도
Fig. 6. The schematic diagram of auto-welding system

있다. 저항용접은 접합할 부재 접촉부를 통하여 전류를 흐르게 하고 이곳에 발생하는 저항열로 가열하여 압력을 가하여 접합하는 용접법으로 유도 용접에 비하여 갑작스런 전류증가로 인한 부품의 손상이 없으며 안전하기 때문에 본 연구에서는 저항용접을 채택하였다[2].

Rim-Holder의 작동은 압축공기의 힘에 의한 실린더의 직진·후진에 의하여 움직이게 된다. 공급기에 의하여 공급된 Lock을 잡아서 용접가능한 곳까지 이동하게 되면 다음에는 치구에 설치된 저항용접기에 일정 시간 동안 전류가 인가되고 은납이 제공되어 Rim과 Lock를 용접하게 된다. 용접이 끝나면 holder는 고정하고 있던 Lock을 놓고 다음 공정을 위해 원위치로 복귀하게 된다.

Holder를 작동시키는 솔레노이드 밸브는 코일에 전류인가시 전자석의 힘을 발생시키는 원리로 되어 있으며 에어 실린더에 공기를 공급하고 차단하는 역할을 한다. 전압(24[V])를 인가하였을 경우에 ON되어서 실린더가 전진하도록 하며 전압을 인가하지 않았을 경우에는 OFF되어서 실린더가 후진하도록 되어있다. 에어 실린더는 주사기와 같은 원리를 가지고 있으며 공급되어진 공기로 인하여 전진·후진을 하게 되고, 크기와 허용압력에 따라 이용하기 편리하도록 여러 종류가 시중에 판매되고 있다. 에어 실린더에 공급되어지는 압축공기를 만들어내는 것으로는 공기 압축기가 있다. 공기 압축기는 Rim과 Lock의 용접이 가능하도록 일정한 힘

으로 고정될 수 있는 압력을 만든다.

전체적인 전기 용접기의 시스템 개략도는 그림 6으로 표현할 수 있으며 완성된 외형은 그림 7과 같다.

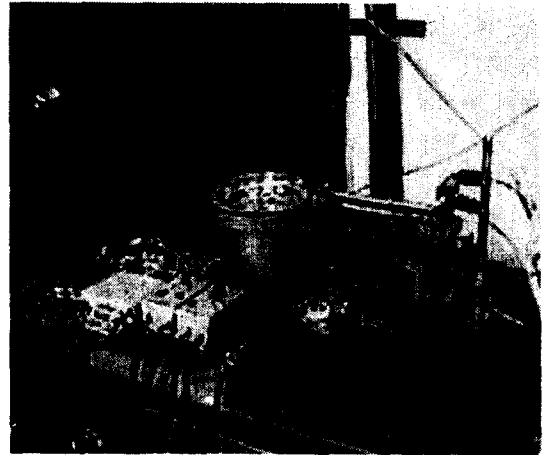


그림 7. 자동 용접기 전체 외형
Fig. 7. The total of auto-welding system

3) 은납 공급장치

은납은 안정태의 Rim과 Lock을 용접할 때 일반적으로 사용되어진다. 보통은 700~900[°C]에서 용해되며, 납보다 월등히 강한 용접이 가능하다. 은납을 공급하기 위한 장치는 스텝모터를 이용하여

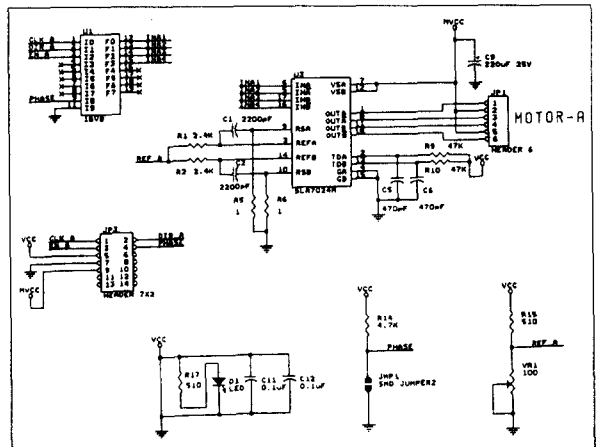


그림 8. 은납공급기의 드라이브 회로도
Fig. 8. The circuit diagram of the actuator for silver-lead provision

구성하였다. 스텝모터는 동작기계의 대표적인 액츄에이터로 펄스에 의해 피드백을 필요로 하지 않고 임의의 회전 속도와 위치 결정이 실현되므로 자동화의 광범위한 분야에서 사용하고 있다. 디지털 제어에 적합한 모터로서 회전각도와 입력 펄스수가 완전히 비례하고 1스텝당 오차가 적을뿐만 아니라 오차가 누적되지 않는다. 또한 가동, 정지, 역회전의 응답이 좋으므로 항상 일정량의 은납을 공급해야 하는 은납 공급장치에 적합하다[10]. SLA7024를 이용한 별도의 드라이브 장치를 통하여 구동되는데 V55 컨트롤러의 포트에서 나오는 출력을 클럭으로 이용하여, 그 수와 길이를 조절하여 공급하는 속도와 양을 조정할 수 있도록 구성하였다. 은납 공급기의 회로도는 그림 8과 같다.

4) V55 컨트롤러

V55는 원칩 마이크로 프로세서로 본 연구에서 컨트롤러로 사용되어 전체적인 동작을 제어하게 된다. 즉 사람의 두뇌라 할 수 있을 만큼 중요한 부분을 차지하고 있다. 16비트 CPU, 램, 직렬 통신 인터페이스, 병렬 통신 인터페이스, A/D 변환기, 타이머, DMA 컨트롤러, 인터럽트 컨트롤러 등을 원칩에 집적시킨 마이크로 프로세서로 다음과 같은 특징적인 기능을 갖추고 있다.

내부 16비트 아키텍처를 외부 16/8바이트 데이터 버스 쪽으로 전환이 가능하며, 또한 기본 메모리 1Mbyte를 확장 메모리 16Mbyte까지 확장이 가능하다. 입력포트 11비트, 입출력포트 42비트가 내장되어 확장성이 우수하고, 전원이 단절되어도 데이터가 저장될 수 있는 플래시 메모리의 탑재가 가능하며 일반 PC의 도스를 롬으로 이식한 롬도스를 사용한다. 따라서 C언어를 이용하여 쉽게 프로그래밍할 수 있도록 되어있다. 메모리 맵 및 블록별 용도로 먼저 시스템 메모리를 살펴보면, 이 영역은 실행파일의 다운로드 및 도스의 시스템 영역과 램 드라이브로 사용될 수 있으며 그 어드레스는 000000h - 07ffffh에 할당되어있고 256Kbit, 1Mbit, 4Mbit의 메모리를 사용할 수 있다. 또, 사용자의 프로그램이 로드될 롬 디스크는 080000h - 0efffffh의 어드레스를 사용하고 2Mbit, 4Mbit 또는 플래시 메모리를 탑재할 수 있다. 마지막으로

바이오스 및 도스의 커널 부분이 들어 있으며, 시스템의 초기화 및 롬도스 부팅코드가 들어있는 바이오스롬은 0f0000h - 0fffffh의 어드레스를 이용하고 512Kbit, 256Kbit의 롬을 사용할 수 있다 [1].

5) V55 컨트롤러의 이용

용접장치의 기능들을 제어하기 위해 V55 컨트롤러의 포트를 주로 사용하였는데 포트 8을 시작과 중단을 감지하기 위한 입력 포트에 사용하였고, 포트 0은 LSB부터 차례대로 저항용접을 위한 holder의 전류흐름, holder 열기, 은납공급을 위한 모터 회전방향, 모터의 회전 펄스, holder의 이동, x, 모터 enable을 위해 출력포트로 사용하였다.

V55 컨트롤러에서 실제 용접장치의 작동상황이나 시작과 중단의 여부를 모니터링하기 위해 LCD 인터페이스가 설계되었다. 본 연구에서 사용한 LCD 모듈은 가장 널리 이용되고 있는 문자타입의 16×2 규격이며 V55의 포트 4번과 포트 5번으로 데이터와 컨트롤 워드를 출력해준다.

또한, Rim Lock 용접장치의 테스트를 위한 시리얼 인터페이스를 사용하였는데 롬도스가 시스템의 콘솔을 필요로하므로 V55의 UART중 1채널을 COM 포트에 할당하였으며, MAX-232로 레벨-매칭을 하였다. 전송 속도는 38400BPS를 이용하였으며, 그 이상의 고속 통신도 가능하다. 통신상 주의할 것은 직렬 통신 방법 중 핸드셰이킹 방식을 이용하므로 CTS, RTS 단자를 이용하여야 한다[1].

6) V55와 전기 용접장치의 연결

V55는 출력이 5[V]이고 용접장치의 동력을 차단하여 주는 솔레노이드 밸브는 24[V]로 동작하므로 별도의 릴레이를 설치하여 연결하여 주어야 한다. 사용한 릴레이는 SPDT형으로 출력 포트에서 5[V]가 출력되면 코일이 여자되어 접점을 이어주고 솔레노이드 밸브에 24[V] 전원이 가해진다 [3].

2.2 Software 부분

제어 프로그램은 C언어를 이용하여 코딩하였으

며 용접의 시퀀스 제어 플로우차트는 그림 9와 같다. 헤더과일을 이용하여 V55 보드의 특수 기능

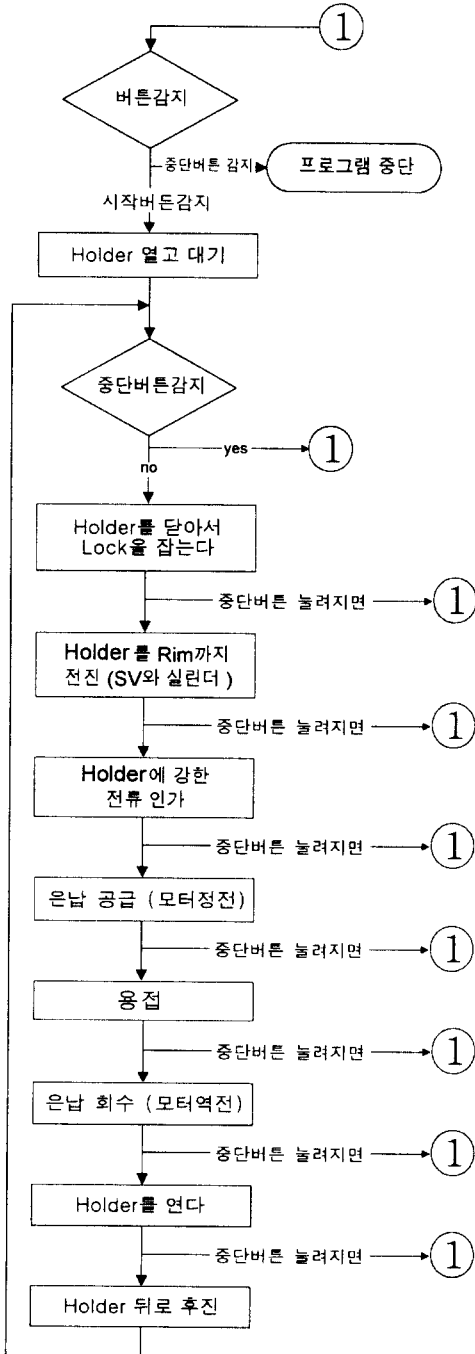


그림 9. 순서제어 flowchart
Fig. 9. Flowchart of sequence control

레지스터들의 어드레스를 선처리하여 정의하였고, LCD 모듈의 초기화 및 제어, 다른 하드웨어의 순서제어가 포트의 출력으로 가능하게 프로그래밍하였다. 테스트 중에는 PC와 V55보드의 롬도스를 이용하여 V55의 램드라이브에 프로그램의 실행과 일을 비동기식으로 직렬전송하여 사용하므로 프로그램의 수정 및 보완이 아주 간편하고, 완성된 후에는 V55의 롬디스크에 이진형식으로 기록하여 PC없이도 자체적으로 동작이 가능하다.

3. 결론 및 고찰

Lock 공급기의 테스트 결과 부품의 원활한 공급이 가능하였다. 또한, 다른 크기의 부품은 공급기의 부품 저장용기와 직진 공급기의 부품이송 부분을 각 부품에 알맞게 조정하여 줌으로써 원활한 공급이 가능하다. 단, 여러개의 부품을 혼합하였을 경우에는 부품의 크기로 인한 부적절한 방향의 부품이 공급되기도 하였다. 그러나 실제 작업 시에는 부품을 혼합하여 사용할 일이 없다는 점을 감안할 때 이는 문제의 소지가 없다. 앞으로는 Rim-Lock 전기 공급기에서 다른 크기의 부품 사용을 위해 특정 Bowl의 모양을 설계하여 교체 사용하는 것이 하나의 Bowl을 세팅하여 사용하는 것보다는 부품의 원활한 공급이 더욱 가능하리라 본다. 또한 현재의 Lock holder는 Lock의 유무를 확인하는 센서가 없다. 따라서 부품이 없는데도 불구하고 다음공정을 진행할 우려가 있다. 차후에는 센서를 장착하여 부품의 유무에 따라 부품제공이 이루어질 때까지 기다리도록 하는 기능을 첨가하여야 할 것이다.

전체 Rim-Lock 전기 용접기를 가동시켜 용접한 Rim-Lock과 수작업으로 용접을 한 Rim-Lock을 비교하였을 때 Rim-Lock 전기 용접기를 이용한 Rim-Lock은 용접의 모양이 일정하였다. 그 이유로는 Lock이 일정한 용접각도를 유지한 채 제공되고, 스텝모터의 정확한 회전 각도로 항상 일정량의 은납이 공급된다는 점, 또한 V55 컨트롤러를 통해 전극에 일정 시간동안 동일한 양의 전류가 흐르게 되므로 용접시 같은 온도를 유지할 수 있다는 점이다. 또한 전원이 끊어지지 않는한 계속적인

안경테의 Rim-Lock 전기응점의 자동화

작업이 가능하므로 생산력이 향상되며 원가절약에도 큰 효과를 거둘 수 있다.

본 연구를 통해 마이크로 프로세서를 컨트롤러로 사용함으로써 여러 작업에 응용 가능하며, 또한 하드웨어 제작시에 쌓인 노하우를 다른 공정에 적용한다면 거의 모든 제조 과정을 자동화 할 수 있다. 본 연구에 사용된 장치들도 거의 대부분 다른 분야에 이용 가능하며 마이크로 프로세서 또한 프로그램 수정만으로도 다른 여러 작업에서의 응용이 가능하므로 차후 다른 작업파트의 자동화 설계시에도 원활하게 이용이 가능하다.

참 고 문 헌

[1] 이재현, V55 구조와 응용, Ohm사, 1996.
 [2] 김진택, 응점실험실습, 원창출판사, 1994.
 [3] Colin D. Simpson, Industrial Electronics, Prentice hall International Inc, pp 153~156, 1996.
 [4] 김상진, 자동화를 위한 센서, 연화사, pp202~206, 1997.
 [5] 김영해 역, 센서인터페이스 No.4, 기전연구사, pp 30~31, 1986.
 [6] Mikell P. Groover, 노인규 역, 자동생산시스템, 도서출판 기술, pp 23~33, 1993.
 [7] 김형길, 자동화요소설계, 도서출판 기술, pp55~61, 1993.
 [8] 이준웅, 전기설비설계, 동명사, 1987.
 [9] 지철근, 정용기 공자, 최신전기설비, 문운당, pp 2~5, 1994.
 [10] 조순복, 제어프로그래밍 통합기법, 기한재, pp 113~144, 1993.



한 경 호(韓敬浩)

1959년 5월 25일생. 1978년~1982년 서울대 공대 전자공학과 졸업. 1982년~1984년 서울대 대학원 전자공학과 졸업(석사). 1984년~1985년 삼성휴렛팩커드 연구원. 1984년~1985년 육군 제삼사관학교 예비역 소위. 1985년~1987년 한국전기통신공사 품질보증단 전임연구원. 1987년~1992년 미국 Texas A & M University, Department of Electrical Engineering, Ph.D(computer engineering 전공). 1989년~1992년 미국 Texas A & M University, Unix and Network system Administrator. 1992년~1993년 한국전자통신연구원 이동통신연구단 선임연구원. 1993년~1995년 단국대 공대 전기공학과 전임강사. 1995년~현재 단국대 공대 전기공학과 조교수.



송 광 현(宋光賢)

1974년 3월 27일생. 1996년 전북대학교 제어계측공학과 학사. 1998년 전북대학교 전기공학과 석사. 주요 관심분야는 신경회로망 이론, 비선형 시스템 제어, 서스펜션제어.



김 지 영(金志映)

1976년 7월 15일생. 1998년 전북대학교 제어계측공학과 학사. 관심분야는 자동화 설비, 교통신호 제어기.

◇ 著 者 紹 介 ◇



정 길 도(丁吉道)

1960년 7월 24일생. 1984년 미국 오레곤주립대 학사. 1987년 미국 조지아공대(석사). 1993년 미국 텍사스 A&M대학(박사). 1993년~1995년 영남대학교 기계공학과 전임강사. 1995년~현재 전북대학교 제어계측공학과 조교수. 주요 관심분야는 비선형 시스템 제어, 시스템 규명, 신경회로망 이론, 마이크로 프로세서 응용 등.