TFT LCD용 Power Inductor Full Automation Winding/Welding System 개발

이우영*, 진경복**, 김경수****

*한국기술교육대 기계정보공학부, **한국기술교육대 메카트로닉스공학부, ****㈜창조엔지니어링

초록

Power inductor is usually used in the field of the power circuit of a cellular phone, TFT LCD module etc.. This paper presents the development process of Power Inductor Full Automation Winding/Welding System for TFT LCD. This process, the process algorithm, high precision welding current control, design of welding head, high speed, high precision feeding mechanism, and user interface process control program technologies are included.

1. 서론

Power Inductor는 위성통신(RF), 각종전원회로, 기타 Transfer 회로분야에 널리 이용되고 있으며 이는 인덕턴스 및 변환기를 제작하는데 필수적인 부품이다. 현재 TFT-LCD를 이용한 휴대용 전화기, 노트북, HDTV 및 기타 IT산업에서 요구되는 부품의 소형 경량화 추세에 부합하기 위해서는 부품들을 SMD 칩으로 구성하여 정밀 소형화하는 기술이 필수적이다. 이와 같은 부품을 개발하기 위한 장비는 대부분 외국으로부터 수입에 의존하고 있는 가운데 국산화 개발이 시급한 장비이다. 앞으로 이와 같은 기술은 소형 정밀화가 필수인 로봇 및 의료장비, 기타 초정밀기계로의 적용 범위 확대가 급속히 이루어질 전망이다. 초소형Power Inductor Coil 부품은 현 시장으로 보아 수요가 급등하고 있지만 개발을 하기 위해서는 극세선(지름 0.03mm 내외)에 대한 권선기술과 아울러 선진국의 환경 정책으로 납을 사용한 부품의 사용금지라는 문제를 극복해야만 한다. 본 논문에서는 이와 같은 두 문제를 극복할 수 있는 초소형 power inductor를 자동으로 생산할 수 있는 장비를 개발하고자 한다. 아래 그림1은 기존의 SMD power inductor이다.

그림 1. SMD Power Inductor

2. 실험 방법

2.1 Power Inductor Full Automation Winding/Wedding(PIFAWW) System의 설계

본 연구개발에서는 SMD type의 power inductor를 자동으로 생산할 수 있는 시스템을 개발하였으며 장비개발에 필요한 핵심기술은 다음과 같다.

(1) 극세선(지름 0.03mm 내외)에 대한 Auto Winding 기술

(2) 미세권선에 대한 Auto Welding 기술

(3) 환경규제에 대응하는 Pb Free Welding 기술

(4) 고속, 고정밀 이송메카니즘 및 제어기술

-고강성 이송 메커니즘설계 및 Backlashless 메카니즘 설계

-고속 seek 알고리즘기술 및 강인한 최적시간제어 알고리즘

(5) User Interface 공정제어 프로그램 개발

-신호계측 및 처리기술과 그래픽 프로그램 처리기술

-Embedded 제어알고리즘 및 System Integration 기술

2.1.1 기구 메커니즘 설계

(1) 구조적 안정성을 고려한 구조설계

PIFAWW 시스템은 이송부의 운동시 동작의 안정성 및 정밀성을 무엇보다 요구한다. 시스템의 구조는 단면의 강성계수가 높은 특수한 형상의 견고한 알루미늄 압출 보를 기본 골격으로 하여 브릿지 형태의 구조체를 형성하도록 하였으며 이를 바탕으로 over hang 형태로 각 제어축을 부착하는 단순한 구조를 택하였다.

(2) 위치결정 정밀도를 향상시키기 위한 기구설계

그림2은 마이크로 스텝모터를 채용하여 백래쉬가 발생하지 않는 정밀 용접 기구의 구조도를 보여주고 있다. 마이크로스텝 모터의 채용시 기존 서보모터의 채용에 비해 이송 위치 제어 분해능이 뛰어나고 보상제어가 필요없다는 장점과 빠른 응답성을 기대할 수 있다.

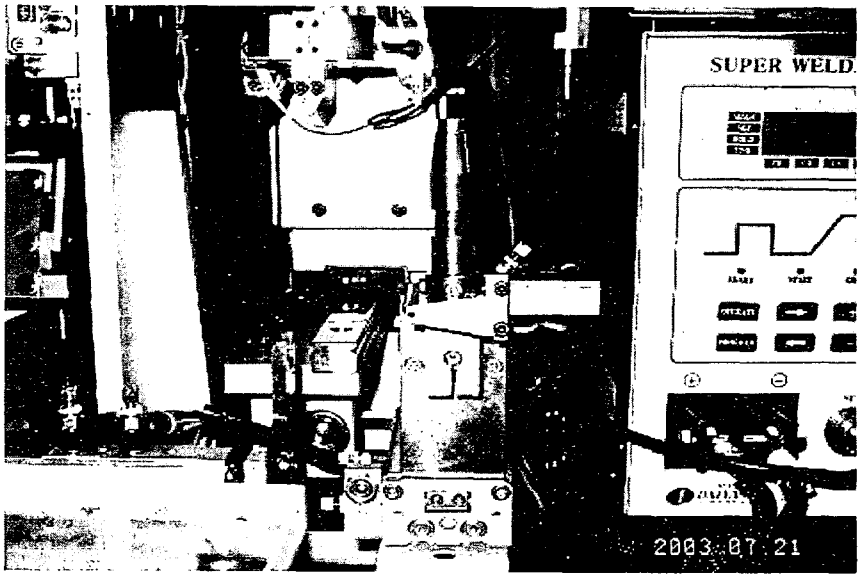

그림2. 제작된 마이크로 스텝모터를 채용한 헤드구조

2.1.2 시스템 공정제어

(1)고정도 회전제어 알고리즘

Bobbin에 Wire를 감을 때 단순한 권선방식으로는 Bobbin의 폭이 넓고 Turn수가 많아질수록 한쪽으로 쏠리거나 부분적으로 엉키는 현상이 생기게 된다. 일반적으로 현상자체가 일정하지 않기 때문에 제품간의 특성 차가 심해지고 불량품이 많아지게 된다. 아래 그림3은 정상적으로 Bobbin에 Wire가 감긴 경우를 그림4는 일반적으로 잘못 감긴 경우를 보여주는 그림이다.

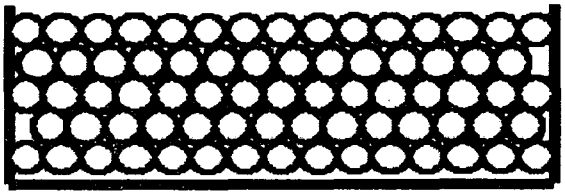

그림3. 정상 제품

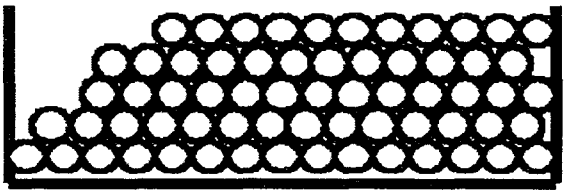

그림4. 비정상적인 제품

본 논문에서는 제품간의 편차를 없애고 특성향상을 위해 정렬권선법을 사용하였다. 정렬권선 중에서 Linear interpolation 기능을 이용하였고, 일반적인 상용 controller의 속아내기 방식이 아닌 자체 duty비 50% 제어 방식의 linear interpolation 기능을 사용하였다. 이러한 기능의 정밀한 직선보간 운전에 Wire의 직경과 Bobbin의 폭을 계산하여 Linear interpolation 속도를 변화하는 방식으로 이상적인 정렬권선 기능을 수행하였다.

(2)고정밀 위치제어 알고리즘

Ballscrew 등과 같은 Traverse 동작의 경우 고정도의 기구조건을 갖춘 경우에는 사용자가 원하는 사양의 위치제어가 Motor의 분해능 조절과 연산으로 정확히 가능하지만, 일반적으로 Timing pulley, Timing belt등을 사용하는 경우에는 Pulley와 Belt의 특성에 의하여 실제로 정수로 떨어지는 정확한 값으로 제어가 되지 않고 아주 미세한 오차이지만 근사값을 가지고 연산을 하게 된다.

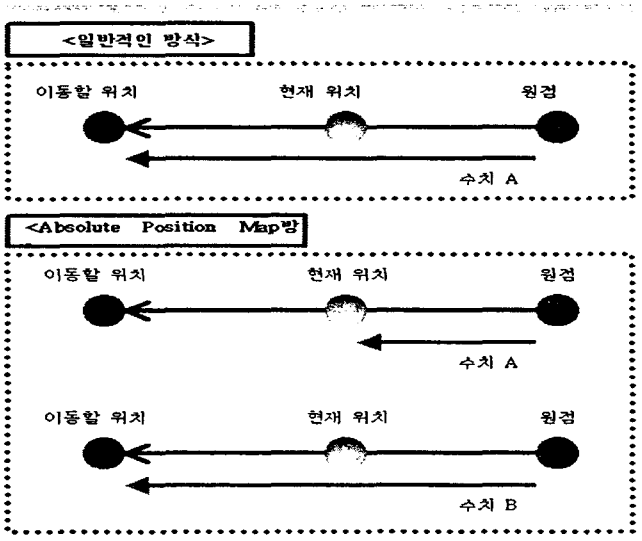

그림5. 일반방식과 Absolute position map 방식

그 상태로 동작을 하다보면 장시간에 걸쳐 작업을 했을 때에 조금씩 누적된 오차율이 정확한 위치제어에 걸림돌이 되게 된다. 그런 이유로 본 연구에서는 이와 같은 문제점을 보완하여 정확한 위치 보정을 위해 그림5에서 설명하고 있는 Absolute position map 방식의 software 제어를 사용하였다. 기존의 방식은 절대좌표의 원점과 이동하고자 하는 위치만을 고려하지만 본 연구에서는 절대좌표의 원점과 현재의 위치 및 이동하고자 하는 위치를 고려하는 방식을 채용하였다. 따라서 절대좌표의 원점에서 현재의 위치까지의 거리 A와 절대 좌표의 원점에서 이동하고자 하는 위치까지의 거리 B의 차를 이용해 전체 좌표를 계산한다. 위의 방법을 사용함으로써 단순히 정확한 연산에만 의존하던 정밀제어의 Algorithm없이도 Backlashless 메카니즘에서는 누적오차 없이 항상 시스템이 가지고 있는 최소 오차만 가지고 동작이 가능하다.

(3)정밀 용접 전원장치

본 장치는 정전압 방식을 채용한 정밀 저항용접 전원장치이다. 정전압 방식은 모재의 일정 전압이 가해진 상황에서 모재 저항에 의해 전류가 제한되는 것을 이용한 방식이다. 정확한 온도 제어를 위하여 종단 출력소자에 Power-FET를 사용하여 정전압 방식으로 응답이 빠른 출력 제어를 함으로써 얇은 모재에 대하여 불꽃이 적은 고품질의 용접을 안정적으로 할 수 있도록 개발된 용접전원장치이다. 전류 Limit 기능이 있어 설정전류 이상 흐르지 않게 제어할 수 있어, 모재의 특성에 맞게 용접 할 수 있다.

3. 실험결과 및 고찰

개발된 시스템의 성능평가는 Welder power 관련 평가, 용접속도 성능평가, 최종 시제품의 비전시스템에 의한 성능평가등으로 나누어 수행하였다. 아래 그림 6 과 그림 7 은 본 연구개발의 핵심 기술 분야만을 간이적으로 test 하기 위하여 만든 Lab 장비에서 다양한 형태의 power inductor 에서 여러 가지 조건을 바꾸어가면서 welding/winding 한 시제품을 비젼시스템을 이용하여 찍은 것이다.

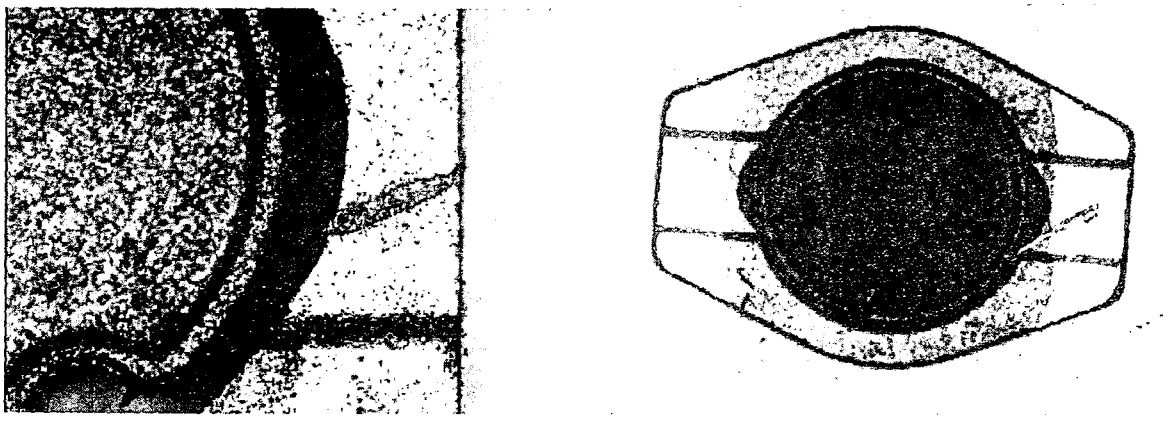

그림 6. PI square type 완성품 및 용접부 확대도

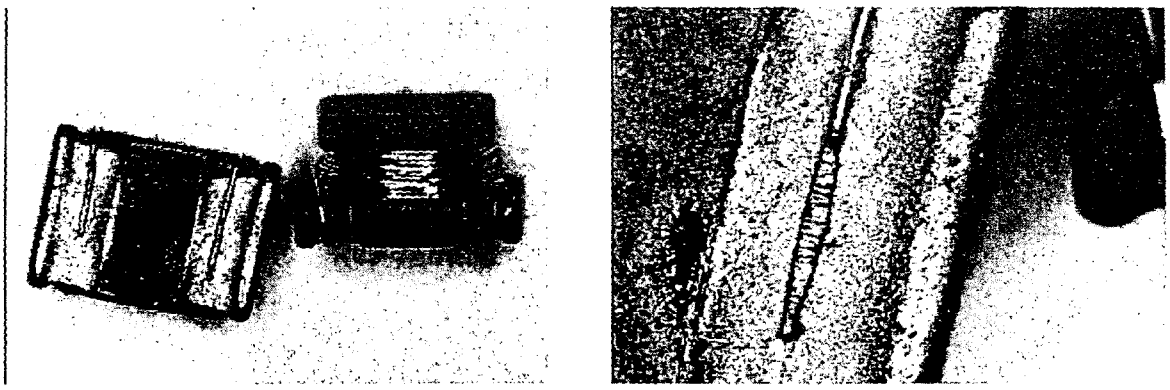

그림 9. PI rectangular type 완성품 및 용접부 확대도

4. 결론

본 연구개발에서는 위성통신(RF), 각종전원회로, 기타 Transfer 회로분야에 널리 이용되고 Power Inductor를 완전자동으로 생산할 수 있는 시스템을 개발하였으며 이를 위하여 공정제어 알고리즘, 기구부의 고속, 고정밀 이송 메커니즘 설계, 용접전원설계 및 제어기술, 시제품의 평가기술등 관련 핵심기술을 개발하여 시스템을 제작하였다. 본 연구개발에서 완성한 장비는 기존 외국 장비와 비교하여 가격, 성능면에서 우월한 것으로 평가할 수 있으며 이는 국내 LCD 및 정보통신 산업의 기술력 향상과 국제경쟁력 향상을 가져올 수 있는 계기가 될 것으로 확신한다.

후기

본 연구개발은 산자부 산업기반기술개발사업의 연구비 지원에 의하여 수행되었음

참고문헌

[1] 손상희외 공역, "전자회로", 피어슨에듀케이션코리아, 2001년

[2] Ernest O.Doebelin, "Measurement system Application and Design", McGRAW-HILL, 1990

[3] Bradely, "Mechatronics", Chapman Hall, 1999