

## PCB소자 분리용 커팅지그 개발

이승철\*, 박석철<sup>2</sup>

<sup>1</sup>조선이공대학교 선박해양기계과, <sup>2</sup>만선하이테크

### Development of Cutting Jig using Separation of PCB component

Seung-Chul Lee<sup>1\*</sup> and Suk-Chul Park<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Naval Architecture & Mechanics, Chosun College of Science & Technology

<sup>2</sup>Mansun Hi-Tec co., Ltd.

**요약** 본 연구개발은 PCB소자 분리에 있어 개별적 레이저 커팅의 문제점을 개선하는 것으로, 다수개의 PCB 소자가 결합된 PCB시트를 단시간에 커팅 할 수 있는 멀티지그 개발이 목적이다. 설계는 베이스프레임에 PCB서포터가 안착, 모델별 PCB서포터가 분리가능하게 설계 하였으며, 상부 레이저 투과공의 고정을 위하여 네오디움 자석을 양쪽에 각각 채택 지그를 완료 하였다. 개발성과는 하나의 베이스프레임으로 다양한 규격의 PCB 소자 및 모듈의 고정과, PCB 소자에 연결된 브릿지의 커팅 작업이 가능하도록 설계, 프레임제작과 교체에 소요되는 시간과 비용을 줄여 생산원가의 절감형 지그 개발로, 기존 타발식에 비해 정밀도 약 70% 향상 및 시설 투자비 약 400%를 절감하였다.

**Abstract** In the present study, we aimed to obtain multi jig that PCB sheet with several PCB component can cut in a short time as to the Separation of PCB component. PCB supporter designed safely at the base frame and each model can be separable. it completed the neodymium magnet for the fixing of the upper part laser transmission hole of the both. One of the development, the cutting working with one base frame which PCB component of various standard, fixing of module and bridge connected to PCB component could be possible. and it reduced the inconvenience which has to replace the base frame and PCB sheet fixed member. It compared to other press up about 70% of accuracy and a reduction in investment cost was about 400%.

**Key Words** : Cutting Jig, Laser cutting, PCB component

### 1. 서론

PCB(Printed circuit board)는 회로를 형성시켜 그 위에 실장된 부품을 전기적으로 연결시켜 동작을 가능케 하는 기판을 말하는 것으로, 모든 전자제품에 있어서 반드시 필요한 것이고, 특히 전자 및 통신기술의 발달과 함께 그 종류나 기술도 매우 다양하게 변천하고 있다[1].

전기 기판은 인터넷의 발달과, 휴대용 통신기기의 발달, 반도체기반 기술의 발달에 따라 그 기능을 다양해지고 크기는 작아지는 경박 단소화가 빠르게 진행되고 있

는 기술 분야이기도 하다. 기판은 그 사용용도에 따라 TV, Audio, 휴대폰, 스마트폰 등 민생용과, 컴퓨터, 복사기, CNC머신, 자동차 등 산업용과, 항공장비, 미사일, 인공위성 등 군사/항공용 등 매우 다양하며, 기판을 구성하는 재질이나 제조방법, 회로구성 방법 등에 따라 매우 다양한 형태로 제작 및 사용되고 있다.

본 연구는 다양한 전자제품 중 휴대용 통신기기 카메라부에 한정하여 진행하였으며, PCB기판의 개별적 레이저 커팅의 문제점을 개선하기 위한 것으로, 다수개의 PCB소자가 결합된 PCB시트를 간단히 고정시킬 수 있

\*Corresponding Author : Seung-Chul Lee(Chosun College of Science & Technology)

Tel: +82-62-230-8200 email: cjf9400@cst.ac.kr

Received January 23, 2014

Revised March 18, 2014

Accepted May 8, 2014

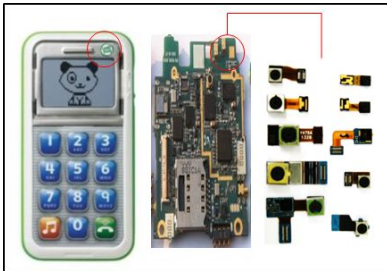
고, PCB시트에 결합된 PCB소자 및 모듈의 크기에 따라 모듈이 안착될 공간부의 조절이 편리하여 하나의 베이스 프레임으로 다양한 규격의 PCB소자 및 모듈의 고정과, PCB소자에 연결된 브릿지의 커팅작업이 가능하도록 하는 PCB소자 분리용 커팅지그를 개발하는데 있다.

특히, 본 연구의 목적은 PCB시트 및 모듈의 규격이나 형상에 따라 베이스프레임과 PCB시트 고정부재를 수시로 교체해야 하는 불편을 줄여 프레임제작과 교체에 소요되는 시간, 비용을 줄여 생산원가의 절감으로 제품 경쟁력을 높이는데 있다.

## 2. 제조공정 분석

### 2.1 PCB기판 제조공정

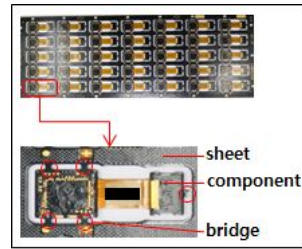
휴대용 통신기기는 그 크기가 Fig. 1과 같이 소형이어서 통신기기 내부에 장착되는 PCB 또한 초소형으로 제작되어 사용된다. PCB소자 및 PCB시트는 PCB를 제작하는 PCB 제조사에서 사용될 제품에 따라 일괄 대량생산되어 수요자(제품생산자)에게 제공된다.



[Fig. 1] PCB board

하나의 PCB시트에는 동일한 회로패턴을 갖는 다수개의 PCB소자가 형성되어 있으므로, 다수개의 PCB소자는 제품 생산라인에서 필요한 부품이 착되기 전·후에 PCB시트에서 분리되어야 한다. 다수개의 PCB소자는 PCB시트에서 각각 분리가 용이하도록 Fig. 2와 같이 그 주변 테두리부 대부분이 절단되어 있지만, 일정 개소에 브릿지가 형성되어 PCB시트와 연결된 상태로 생산되며 조립시 각 PCB소자를 분리하여 사용할 수 있도록 구성된다.

따라서, 제품을 생산하는 현장에서는 각각의 PCB소자를 PCB시트에서 분리하여 모듈과 결합시킨 후에 필요한 곳에 조립하여 제품을 생산하게 된다.



[Fig. 2] The configuration of the PCB

### 2.2 PCB소자 커팅공정

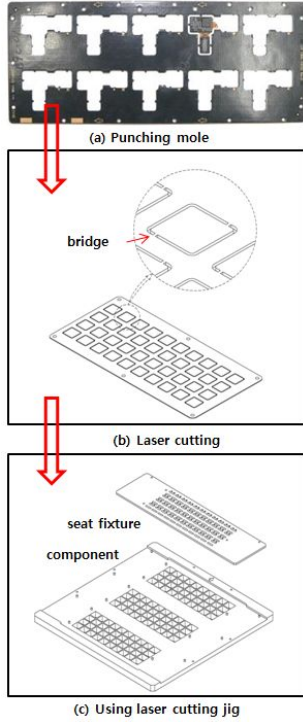
초기는 PCB시트에 결합된 초소형 PCB소자를 개별적으로 분리하여 조립하는데 불편함이 많았으며, 이러한 불편을 줄이기 위해 Fig. 3의 (a)와 같이 일정한 형태의 지그 및 금형을 사용하여 PCB시트에 결합된 다수개의 PCB소자를 일괄적으로 분리하여 사용하였다. 그러나 초기 금형 타발에 의한 분리에서는 타발시 발생하는 충격으로 PCB소자에 충격 및 파손률이 높았다.

최근에는 Fig. 3의 (c)와 같이 레이저를 이용한 커팅이 주를 이루고 있다. 구조는 하나의 프레임에 PCB시트 및 모듈을 올려놓을 수 있는 PCB시트 및 모듈 안착부가 일체로 형성된 구조로 이루어져 있어 PCB시트를 프레임의 상면에 구비된 PCB시트 및 모듈안착부에 안착된 상태로 고정시키기 위해 PCB시트 고정부재가 그 상면으로 안착되고, 상기 PCB시트 고정부재에는 레이저투과공이 형성되어 있어서 PCB시트 고정부재의 상부측에 설치된 레이저 커팅기에서 출사된 레이저가 상기 레이저 투과공을 통과하여 PCB시트 고정부재의 하단에 고정된 PCB시트상의 PCB소자와 PCB시트간의 연결고리인 브릿지를 커팅하도록 구성되었다.

기존에 사용한 레이저 커팅용 지그는 하나의 프레임에 PCB소자를 올려놓고 작업하는 PCB시트 및 모듈안착부가 일체로 형성된 구조로 이루어져 PCB시트와 PCB소자간의 연결고리인 브릿지 커팅작업이 수행되도록 구성되었다.

그러나, 통상 PCB소자 및 모듈은 조립될 부품이나, 최종 완성될 제품의 종류, 사양, 모델, 디자인 등에 따라서 그 형상, 크기 등이 달라지므로, 한 기종의 제품만을 생산하더라도 많은 지그가 필요하게 되었다. 따라서 제품생산자는 제품의 사양이나 종류, 모델 등에 따라서 각각의 지그를 모두 구비하여야 하므로, 많은 지그를 위한 금형 제작에 시간과 경제적 손실비용이 매우 컸다. 또한, 각각 제작된 지그의 관리와 보관을 위해 많은 공간이 필요하

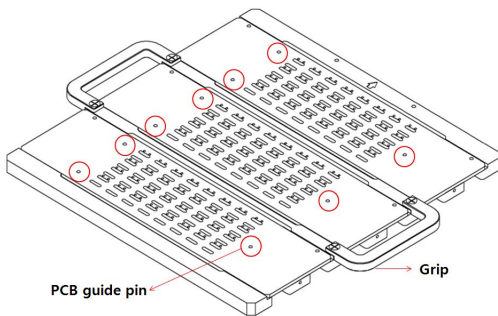
고, 매번 지그를 교체하는데 소요되는 시간과, 작업설비의 셋팅 등 다품종 생산체제를 갖추는데 있어서 많은 불편함과 생산성이 떨어지는 문제점이 있었다.



[Fig. 3] Development processing of PCB sheet cutting

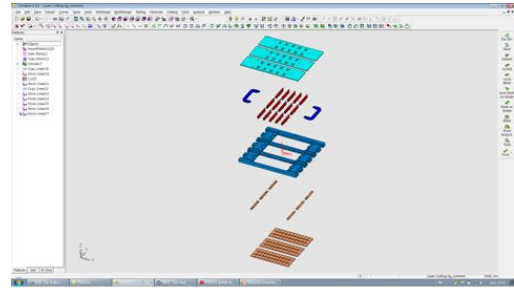
### 3. 커팅지그 기본설계

본 연구에서 PCB소자 분리용 커팅지그는 일정한 크기로 이루어져 복수개의 PCB서포터 안착부가 한 개 이상 구비된 베이스프레임의 PCB서포터 안착부에 Fig. 4와 같이 분리가능하게 설계 하였다.



[Fig. 4] 3-D design of the base frame

본 연구에서는 Fig. 5와 같이 상면에 다수개의 모듈안착부가 일정 깊이로 형성된 PCB서포터의 상면에 안착되는 PCB시트를 상부에서 가압 고정하고, PCB시트에 브릿지로 연결된 다수개의 PCB소자를 상부에서 출사되는 레이저로 브릿지를 컷팅할 수 있도록 복수개의 레이저투과공이 형성되어 상기 PCB서포터 상부에 안착되는 PCB시트 고정부재를 포함하여 구성된 특징을 갖는다.

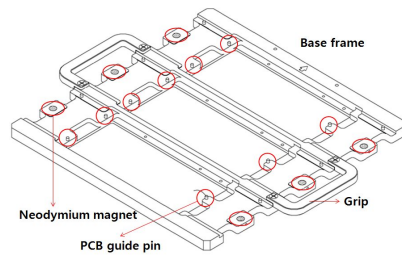


[Fig. 5] Assemble of the cutting jig

## 4. 최종설계

### 4.1 베이스프레임 설계

본 연구에서 최종설계는 Fig. 6과 같이 베이스프레임에 PCB서포터가 안착할 수 있게 설계 모델별 PCB서포터가 분리가능하게 설계 하였으며, 상부 레이저 투과공의 고정을 위하여 네오디뮴 자석을 양쪽에 각각 채택하였으며, 고정은 스테인레스 나사를 통해 고정을 하였다. 재질은Al606계열로 하였다.

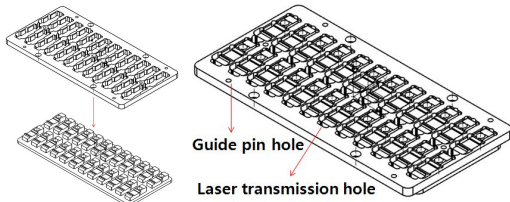


[Fig. 6] Configuration of the base frame

### 4.2 PCB시트 서포터 설계

PCB시트 서포터는 Fig. 7과 같이 하부서포터와 상부서포터로 분리 할 수 있는 구조로 되어있다. 하부서포터는 PCB소자를 지지해주고 상부서포터는 소자를 잡아주

는 역할을 하며, 하부와 상부의 간극을 통해 PCB소자를 컷팅하여 분리할 때, PCB소자로부터 분리된 브릿지가 베이스프레임의 하부로 자연스럽게 배출되므로 PCB 소자 분리작업 후 브릿지 배출 및 제거를 위한 별도의 작업을 수행할 필요가 없어 작업공정을 개선하고, 후속작업이 신속하게 이루어지도록 설계를 하였다. 하부 및 상부의 재질은 Al6061로 선택하였다.

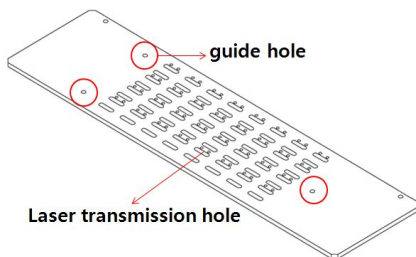


[Fig. 7] Design of PCB sheet support

### 4.3 PCB시트 고정부재 설계

PCB시트 고정부재는 Fig. 8과 같이 금속재로 이루어지고, 베이스프레임의 상면 테두리부에는 한 개 이상의 고정공이 관통 형성되며, 상기 베이스프레임의 상면에는 상기 PCB시트 고정부재에 구비된 고정돌기가 끼워져 PCB시트 고정부재의 유동을 방지하는 고정 돌기가 구비되어 있는 특징적인 구성으로 이루어진다.

재질은 베이스프레임에 부착된 자석을 감안 SK5재질을 사용하여, 고정과 레이저 투과에 따른 미열을 극복할 수 있는 재질을 선택 하였다.



[Fig. 8] Design of Fixed PCB sheet

### 4.4 커팅지그 조립도

Fig. 9는 PCB소자 분리용 컷팅 지그의 각 구성이 결합된 상태를 나타낸 것이다. PCB시트 안착부에 안착된 PCB서포터는 하단고정부가 관통부의 아래로 돌출되어 베이스프레임의 저면에서 수직간격 유지부재에 의해 베이스프레임의 저면과 일정한 간격이 유지되는 받침판의

상면에 접촉된 상태로 조립되며, PCB서포터가 받침판의 상면과 접촉시 PCB서포터의 저면에 매립된 고정자석의 자력에 의해 받침판과 견고한 결합력이 유지되어 PCB서포터의 움직임이 제한된다.

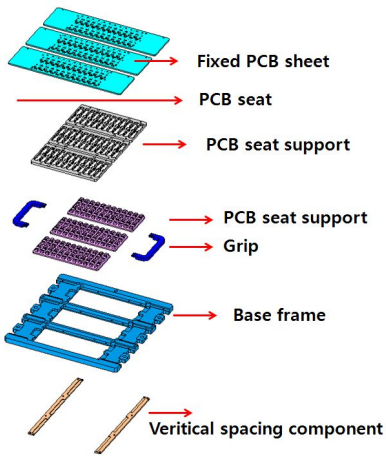
또한, 최상단에 위치하는 PCB시트 고정부재에 일정 간격으로 관통 형성된 레이저투과공이 PCB서포터의 상면에 안착되는 PCB시트 및 PCB소자로 통하게 되어 PCB 소자를 PCB 시트에 연결시키는 브릿지 부위로 레이저가 조사되도록 하여 상기 브릿지를 레이저로 컷팅할 수 있도록 구성된다.

PCB소자와 PCB시트 사이의 연결부에서 컷팅된 브릿지는 양측 PCB 서포터 사이로 낙하되어 최하단에 위치한 받침판의 상면으로 낙하되며, 받침판의 상면으로 낙하된 브릿지는 받침판에 상면에 모이거나 관통 형성된 이물질 배출공을 통해 외부로 배출되게 된다.

본 연구에서 개발 지그는 작업이 이루어질 PCB소자의 크기와 종류, 형상에 따라 PCB시트 안착부에 배치되는 PCB서포터의 설치 갯수와 간격이 조절되어 배치되므로, 하나의 베이스프레임과 PCB서포터만으로 다양한 규격의 PCB소자 모듈의 안착 및 브릿지의 분리가 가능하도록 한다.

PCB서포터는 각각의 PCB소자와 결합된 전자부품의 모듈이 삽입될 공간부가 연속 설치되는 다른 PCB서포터와의 간격으로 조절되므로, 조립될 모듈의 크기가 크면 양측 PCB서포터 사이의 간격을 크게 하고, 모듈의 크기가 작으면 양측 PCB서포터 사이의 간격을 좁게 하여 모듈 및 PCB소자의 크기나 형상에 맞추어 그 간격 조절이 자유롭게 구성될 수 있다.

또한, PCB서포터에 안착되는 각각의 PCB소자는 PCB시트와 브릿지로 연결되어 있고, 상기 브릿지는 PCB소자의 형상이나 종류에 따라 그 위치가 각각 달리하여 구성되며, PCB소자의 크기와 형상에 따라 센서 감지부 및 브릿지의 형성 위치가 달라지므로, PCB시트 고정부재에 형성되는 레이저투과공이나 센서감지공의 크기와 위치도 달라지게 구성된다.



[Fig. 9] Assemble of the cutting jig

## 5. 분리용 커팅지그 제작

### 5.1 베이스 프레임 및 PCB서포트 제작

분리용 커팅지그의 제작은 기초설계와 최종설계에서 확정된 데이터를 바탕으로 제작 되었으며, 설계시 마트론 프로그램으로 설계한 3D도면을 Auto CAD를 이용하여 2D로 설계하여 설계도면을 완성하였다. 가공은 CAM 프로그램을 이용하여 CNC머시닝센터에서 가공하였다. 커팅 지그는 경량화를 하기 위해 재료를 Al6061계열을 사용하였으며[2,3], 분해 조립 및 장기 보관에 따른 표면 강화를 목적으로 전기 화학적 방법으로 알루미늄나 세라믹으로 변화시켜 주는 공법인 하드아노다이징 처리를 하여 Al 본래의 성질보다 우수한 내마모성, 내식성, 전기절연성과 표면이 미려하고 중후한 금속질감이 나타나게 하였다[4]. Table 1과 Table 2에 지그제작에 사용한 Al6061의 화학적 성분과 기계적 특성을 나타내었다.

[Table 1] Chemical composition of material

Material	Cr	Cu	Fe	Mg	Mn	Si	Ti	Al
Al-6061	0.19	0.21	0.24	1.18	0.05	0.46	0.03	Bal.

[Table 2] Mechanical properties of material(Al 6061)

Material	Thickness (mm)	T.S (MPa)	Y.S (MPa)	E (%)	H (Hv)
Al-6061	1.0	310	275	12	95

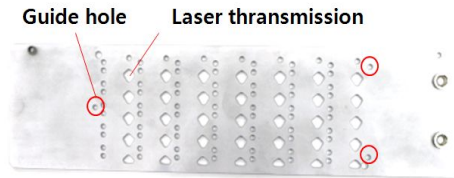
### 5.2 PCB시트 고정부재 제작

PCB시트 고정부재는 하부 서포터와 고정을 목적으로 강계열의 SK5 재료를 사용하였으며, 가공은 프레임 제작과 같이 CAM 프로그램을 활용 CNC머시닝센터를 이용하여 가공하였다.

고정부재에 사용한 SK5재료는 냉간압연강재중에서 경도는 중상위권으로 주로 탄성이 요구되는 기계 부품에 주로 사용하는 재료로서 PCB시트의 고정시 반복적인 탈부착에 따른 변형을 방지하기 위하여 선택하였다. Table 3에 PCB시트 고정부재 재료의 화학적 성분을 나타내었다.

[Table 3] Chemical composition of material(SK5)

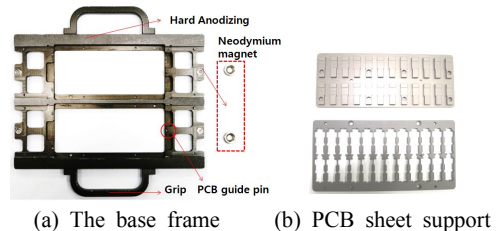
Material	C	Si	Mn	P	S	Cr
SK5	0.87	0.29	0.4	0.012	0.013	0.02

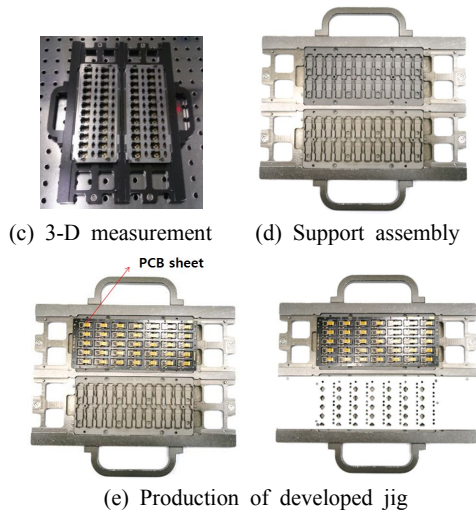


[Fig. 10] Production of Fixed PCB sheet

### 5.3 지그 조립

본 연구에서 개발한 PCB커팅용 지그는 휴대용 통신기기 제작현장 적용목적으로 개발, 일정 정밀도를 요구하므로 모든 제작공정에서 3차원 측정기를 통해 측정하여 ±0.02mm 공차 내에서 완료 하였다. Fig. 11은 커팅용 지그의 제작과정을 보여주고 있으며, 추후 PCB소자 두께에 변화에 따른 고정 방법을 연구, 하부 PCB서포터 상·하 이동에 따른 PCB소자 두께 변화에 따른 고정 방법을 연구하고자 한다.





[Fig. 11] Assembly process of cutting jig

## 6. 결론

본 연구개발은 PCB소자 분리에 있어 개별적 레이저 커팅의 문제점을 개선하는 것으로, 다수개의 PCB소자가 결합된 PCB시트를 단시간에 커팅 할 수 있는 멀티지그 개발을 통해 다음과 같은 개발 성과를 얻었다.

1. 하나의 베이스프레임으로 다양한 규격의 PCB 소자 및 모듈의 고정과, PCB소자에 연결된 브릿지의 커팅 작업이 가능하도록 지그를 개발하였다.
2. PCB 시트 및 모듈의 규격이나 형상에 따라 베이스 프레임과 PCB 시트고정부재를 수시로 교체해야 하는 불편을 줄여 프레임제작과 교체에 소요되는 시간과 비용절감을 통해, 가공 정밀도 70% 상향 및 지그 제작비용을 약 400% 절감하는 효과를 얻었다.

## References

- [1] S. S. Kim, "Radiation from Rectangular Aperture on a Metallic Rectangular Enclosure due to Connector Pin", *M. S. Thesis, Industrial Engineering, Chungnam National University*, pp. 2-3, 2008.
- [2] C. J. Park, "Development of Al6061-T651 Ultra precision Machining Technique", *M. S. Thesis, Mechanical System, Chungnam National University*, pp.

26-27, 2012.

- [3] T. K. Choi, "The characteristics of shape deformation induced by machining in Al6061-T6 turning operation", *M. S. Thesis, Mechanical Engineering, Pusan National University*, pp. 8-9, 2012
- [4] J. H. Lee, "The Mechanical Properties Evaluation of EV Brake Disk According to the Hard Anodizing Process" *M. S. Thesis, Mechanical Engineering, Chosun University*, pp. 6-9, 2012

이 승 철(Seung-Chul Lee)

[정회원]



- 2003년 2월 : 조선대학교 기계공학과(공학사)
- 2005년 2월 : 조선대학교 대학원 기계공학과 (공학석사)
- 2010년 8월 : 조선대학교 대학원 기계공학과 (공학박사)
- 2012년 3월 ~ 현재 : 조선이공대학교 선박해양·기계과 강의전담교수

<관심분야>

기계설계, 기계제조

박 석 철(Suk-Chul Park)

[정회원]



- 2009년 9월 : 산업인력관리공단 (기계가공기능장)
- 2011년 9월 ~ 현재 : 만선하이테크 연구소장
- 2013년 9월 : 산업인력관리공단 금형제작기능장.

<관심분야>

기계가공, CAD/CAM