

생산기반기술 디지털화를 위한 지식공유형 플랫폼 개발: 전자패키지 표면실장기술을 중심으로

배성민 · 손수현 · 권상현 · 이효수 · 허영무 · 강문진 · 유세훈[†]

Development of Knowledge Sharing Platform for Digitization of Surface Mount Technology

Sung-Min Bae, Soo-Hyun Son, Sang-Hyun Kwon, Hyo-Soo Lee, Young-Moo Heo,
Mun-Jin Kang and Sehoon Yoo[†]

(2011년 2월 25일 접수: 2011년 3월 11일 게재확정)

Abstract: In this paper, we introduce knowledge sharing platform for production technology. Surface mount technology (SMT) is one of the important production technologies to fabricate electronic devices. The production technology of the SMT, however, has been propagated from an experienced worker to an inexperienced worker in a manufacturing field. The objective of the knowledge sharing platform is to convert the production experiences like a solder printing know-how into quantitative values, to construct the database of the process technologies, and to share the technologies systematically via web portal service. In addition, the knowledge sharing platform contains the total production process of mobile products, the information of experts and facilities, and recent R&D output. In this manner, the knowledge sharing platform for production technology could strengthen the technological competitiveness of small and medium manufacturing companies in Korea.

1. 서 론

생산기반기술이란 소재를 부품으로 가공하거나, 부품을 완제품으로 조립할 때 필요한 기술이며, 자동차, 전자, 조선 등 주력 기간산업이나 항공우주, 신재생에너지, 로봇 등 미래유망산업에 기본이 되는 기술이다.¹⁾ 생산기반기술은 주조, 금형, 소성, 열처리, 표면처리, 용접·접합 기술로 나눌 수 있으며, 최종 제품의 생산성과 품질에 큰 영향을 미친다.

이들 생산기반기술 중 접합기술의 하나인 표면실장기술(SMT, surface mount technology)은 칩과 기판을 솔더로 연결하여 최종 전자제품을 생산하기 위한 기술이며, 표면실장을 통해 모든 전자부품이 완제품으로 조립, 완성되기 때문에 전자 산업에서의 대표적인 생산기반기술이다.

생산기반기술은 공정기술이고 현장 경험과 숙련 정도에 의존도가 높은 기술이기 때문에 이를 표준화하여 지식화 하기 어려우며, 활용 주체가 대부분 중소기업이므로 기업이 보유하고 있는 생산기반기술을 지식화 하는데 어려움을 겪고 있다.

또한 생산기반기술은 특정 제품이나 부품을 위해 개발된 기술이 타 산업으로의 확장성이 좋은 기술로써 기

발된 기술의 활용이나 응용이 효과적이라는 큰 장점이 있다.²⁾ 하지만 외부로의 전달이나 기술 계승이 어려운 생산기반기술 특성과 중소기업 중심의 구조가 갖는 한계로 생산기반기술을 확대 적용시키기가 어려운 것이 현실이다.

이를 극복하기 위해 생산기반 지식공유형 플랫폼을 구축함으로써 생산기반기술이나 관련 지식을 보급·확산이 가능한 형태로 데이터베이스화 하고 이를 위해 지식제공자들이 보유한 지식을 쉽게 입력할 수 있는 환경을 제공하고자 한다.

본 논문에서는 제조분야의 관련지식 공유를 위한 플랫폼 개발과 관련된 해외 연구동향(2장)과 생산기반 지식공유형 플랫폼의 구조 및 기능에 대해 설명하고(3장), 본 플랫폼에 탑재된 생산기반기술 가운데 우리나라 대표적 주력산업인 모바일 제품의 기판모듈제조에 사용되는 표면실장기술의 중요 콘텐츠(4장)에 대해 소개한다.

2. 관련연구

지식정보사회에서 지식의 공유를 통해 확산되고 재사용되는 지식은 보다 진보된 지식으로 나타난다.^{3,4)} 특히 생산기반기술과 같이 동종분야에서의 활용이나 타 산업으로 확장성이 높은 지식정보는 지식공유의 효과를 더욱

[†]Corresponding author
E-mail: yoos@kitech.re.kr

높일 수 있다. 때문에 국가 차원에서 제조 분야의 지식공 유 효과를 극대화하기 위한 프로젝트가 주요 국가별로 활발히 추진되고 있다.

유럽의 경우 유럽기술플랫폼(ETP, european technology platform) 프로젝트를 추진하고 있다.⁵⁾ 유럽기술플랫폼에서는 바이오 연료, 무선통신기술, 우주, 철강 등 29개 영역의 플랫폼을 구축하여 운영하고 있고, 특히 제조기술과 관련된 플랫폼은 ManuFuture Platform으로 구축 중에 있다. 생산기반기술 가운데 하나인 레이저 가공 분야의 관련 플랫폼은 정밀 레이저 가공(PPM, precision laser machining) 프로젝트를 통해 우주항공, 자동차, 조선 등에 주로 사용되는 레이저 용접기술을 위한 플랫폼을 구축 중에 있다.⁵⁾

전통적 제조 강국인 일본은 2001년 만들기과 IT의 융합화를 추진하는 디지털 대가 프로젝트를 추진하였다. 그 결과 가공전반에 대응하는 기능의 기술화와 설계 및 제조지원 애플리케이션을 위한 모노츠크리 플랫폼을 개발하였다.⁶⁾ 일본은 모노츠크리 플랫폼에서 일본 중소기업이 보유한 뛰어난 기능이나 노하우, 실제 중소기업이 보유한 가공사례, 관련 데이터 등을 디지털화 하고 데이터베이스화 하여, 중소기업의 기계부품 제조를 위한 정보를 축적하고 활용하도록 하였다. 일본에서는 중소기업이 새로운 기술을 개발할 때 모노츠크리 플랫폼에 탑재된 유사가공사례나 데이터를 참조하도록 지원하고 있다.

3. 생산기반기술 지식공유형 플랫폼

3.1. 플랫폼 구조

Fig. 1은 지식저작도구(knowledge authoring tool), 의미기반 데이터베이스(semantic DB), 웹 포털 서비스(web portal service)로 구성되는 생산기반 지식공유형 플랫폼의 구조를 나타낸다. 생산기반 지식공유형 플랫폼은 지식제공자가 자신이 보유하고 있는 생산기반 관련 지식들을 지식저작도구를 통해 플랫폼에 탑재하고 이를 의미기반 검색이 가능하도록 데이터베이스에 체계적으로 저장함으로써 웹 포털 서비스를 통해 지식 이용자가 검색하고 해당 콘텐츠에 접근할 수 있도록 구성되었다.

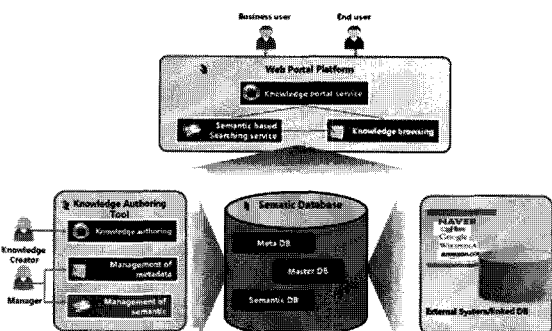


Fig. 1. The schematic illustration of knowledge sharing platform.

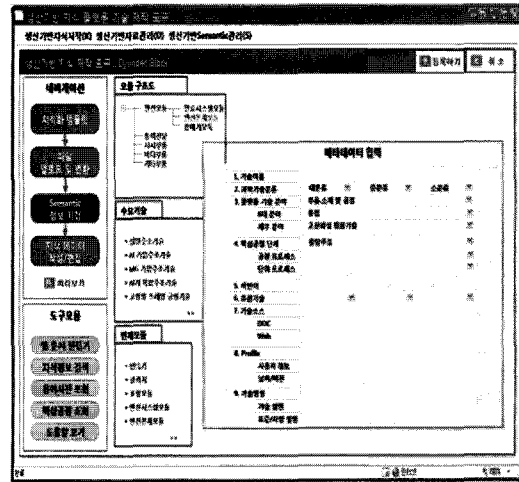


Fig. 2. Knowledge Authoring Tool.

3.2. 지식저작도구

지식저작도구는 생산기반기술 관련 정보를 지식 제공자가 생산기반 지식공유형 플랫폼에 쉽게 탑재할 수 있도록 도와주는 도구이다. 지식저작도구는 경험지식으로부터 도출되는 다양하고 정량화된 데이터를 지식공유형 플랫폼이 제공하는 형식에 맞추어 탑재하는데 사용된다. Fig. 2는 지식공유형 플랫폼에 탑재될 콘텐츠의 입력·편집을 위한 지식저작도구의 레이아웃을 나타내며 지식 제공자가 최소의 노력으로 관련 콘텐츠를 입력할 수 있도록 구성되었다.

Fig. 3은 지식저작도구의 지식시맨틱 관리를 위한 기술·부품 입력화면이다. 지식시맨틱에서는 생산기반기

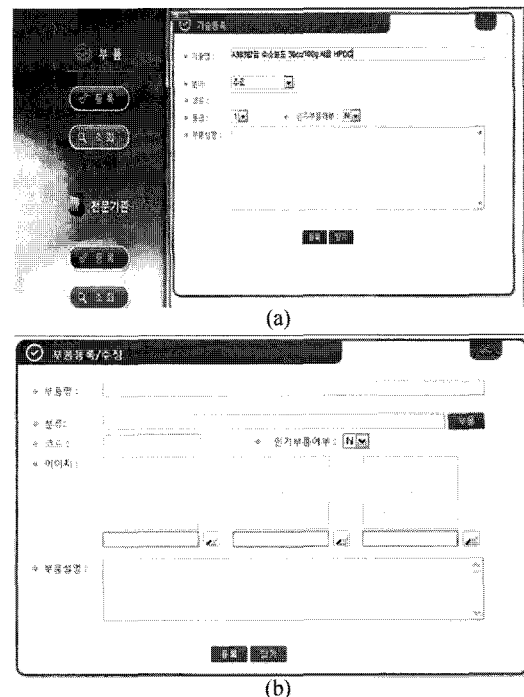


Fig. 3. Functions of knowledge authoring tool: (a) Technology registration and (b) Component registration.

술이 적용되는 기술, 부품, 공정이 무엇이며 해당 기술이 확장 또는 응용될 수 있는 부품, 공정에 대한 정보를 저장한다. 또 지식저작도구에는 플랫폼에 탑재된 기술들의 산출물 관리 기능을 포함한다. 이는 연구개발 산출물에 대한 기술명, 기술공정, 주제, 기술제공자, 파일형식 및 내용 등의 메타데이터를 등록·관리한다. 또 생산기반기술 관련 협회나 기관 등에서 제공하는 용어의 등록 및 관리 기능이 있다.

3.3. 의미기반 데이터베이스

의미기반 데이터베이스는 지식제공자에 의해 제공된 생산기반기술 관련 데이터나 콘텐츠를 정형화하여 의미 기반 검색을 가능하게 하는 데이터 구조를 제공한다.

Fig. 4는 시맨틱 데이터베이스(Semantic DB), 메타 데이터베이스(Meta DB), 파일저장 데이터베이스(Master DB)로 이루어진 의미기반 데이터베이스의 구조를 나타낸다.

시맨틱 데이터베이스는 모바일 또는 자동차 핵심부품 제조에 필요한 기술이나 부품, 공정 사이의 연관 관계를 정의하는데 사용되며 지식저작도구의 지식시맨틱 관리 기능과 관련된 데이터베이스이다.

메타 데이터베이스는 지식제공자에 의해 제공된 자료의 형태 및 내용을 설명하는 메타데이터와 기술 또는 부품 사이의 관계를 설명하는 지식시맨틱 간 관계정의를 위한 데이터베이스이다. 또 메타데이터베이스에서는 생산기반기술 관련 용어, 전문가(연구원, 기술전문가, 교수 등)나 전문기관에 대한 정보를 관리한다.

파일저장 데이터베이스는 생산기반기술 메타데이터, 생산기반기술의 고유 데이터 또는 연구결과물에 의해 생성된 마스터 파일 등을 보관하는 데이터베이스로 플랫폼 최종 사용자들에게 제공될 수 있는 파일들에 대한 저장소 역할을 한다.

3.4. 웹포탈서비스

Fig. 5는 생산기반 지식공유형 플랫폼의 웹 포털 메인 화면(http://www.root-tech.kr)을 나타낸다. 생산기반기술에 대한 정보, 기술지식 등의 전문지식을 얻고자 하는 일반사용자 또는 기업을 대상으로 하는 웹 포털 서비스가



Fig. 5. Web portal of knowledge sharing platform (http://www.root-tech.kr).

다. 일반 포털의 기능을 포함하고 있으며, 특히 생산기반 기술과 관련된 기술, 부품, 지식의 브라우징과 검색을 용이하도록 하였다. 사용자가 입력하는 키워드를 바탕으로 실시간 검색을 수행하게 되며 검색결과에는 관련 학회에서 제공되는 용어 정의부터 공정자료, 공정기술자료, 논문, 관련기관, 전문가 등의 다양한 정보를 그룹화하여 제공하도록 하였다.

4. 표면실장기술의 플랫폼화 구현

표면실장기술과 같이 현장경험으로 전달되던 생산기반기술을 체계적으로 정량화하기 위해서 각 세부공정에서의 주요 인자를 정의하고, 주요 인자의 변화에 따른 공정 결과값을 데이터베이스화 하였다. 표면실장기술에서 세부공정은 크게 스크린프린팅, 칩마운팅, 리플로우로 나뉘게 되며, 이들 세부공정 중 표면실장공정의 품질에 크게 영향을 주는 스크린프린팅 공정 위주로 플랫폼 구현에 대해 설명하고자 한다.

4.1. 주요인자선정

스크린 프린팅 공정은 솔더페이스트를 스크린 개구홀을 통해 PCB 패드 위로 밀어내 인쇄하는 공정이다. 본 연구에서는 스크린 프린팅 공정의 인쇄품질을 정의하기 위해서 인쇄효율(Printability)을 도입하였는데, 인쇄 효율이란 메탈스텐실 개구홀의 부피 대비 실제 개구홀에서 빠져나가 인쇄된 솔더페이스트의 부피로 정의된다. 각 스텐실 개구홀의 부피는 실측하기 어렵기 때문에 스텐실 설계 부피를 실제 개구홀의 부피와 거의 같다고 가정하였다. 인쇄된 솔더의 부피는 SPI로 측정하였으며, Fig. 6에 SPI로 측정된 솔더페이스트 부피를 보여주고 있다.

이러한 스크린 프린팅 공정은 솔더페이스트 특성(솔더 입자크기 및 분포, 점도, 칩소성), 스퀴징 조건(각도, 속도), 스텐실 조건(두께, 개구홀면적 및 모양, 판분리속도)등에 따라 결정이 된다.⁷⁻⁸⁾ 입도나 점도 같은 솔더페이스트 특

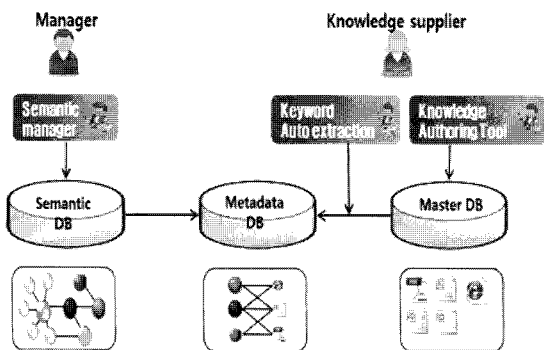


Fig. 4. Database architecture of knowledge sharing platform.

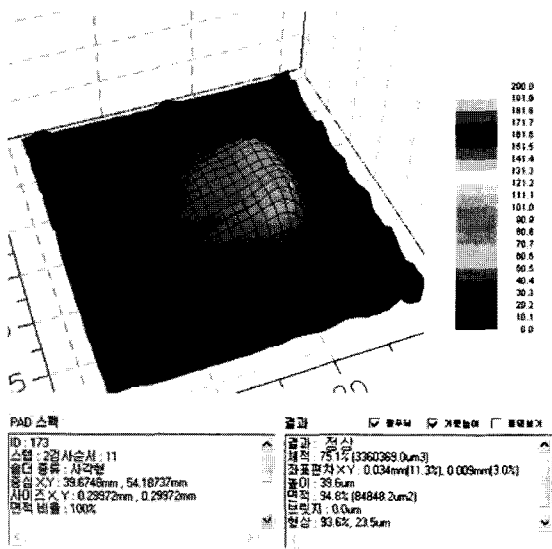


Fig. 6. Measurement of printed solder volume with SPI.

성은 스크린프린팅에 가장 중요한 인자이지만, 솔더페이스트 입도 및 점도에 따른 인쇄 효율은 각 솔더페이스트마다 크게 차이가 나지 않았다. 왜냐하면, 지식공유플랫폼에 탑재하기 위한 데이터를 위해서는 현장에서 가장 많이 사용되고 있는 국내외 8개 상용 솔더페이스트를 사용하여야 했고, 각 상용 솔더페이스트 간 점도 및 입도의 차이는 아주 크지 않았기 때문에 솔더페이스트 입도 및 점도에 따른 인쇄 효율 차이는 거의 없었다. 따라서 스크린프린팅에 영향을 주는 주요 인자를 선정하기 위해 솔더페이스트 특성은 배제하였고, 공정인자들(스퀴지 각도, 스크리 속도, 스텐실 두께, 스텐실 모양, 판분리속도)들 중 주요인자를 선정하였다.

스크린 프린팅의 주요인자는 통계기법중의 하나인 ANOVA분석을 통해 선정하였으며, Fig. 7은 각 인자에 따른 인쇄효율 변화를 보여주는 그래프이다. Fig. 7에서 볼 수 있듯이, 스텐실 두께와 스크리(인쇄) 각도 변화에 따라 인쇄효율이 크게 증가하였고, 따라서 스텐실 두께와 스크리 각도를 스크린 프린팅의 주요인자로 선정하였다.

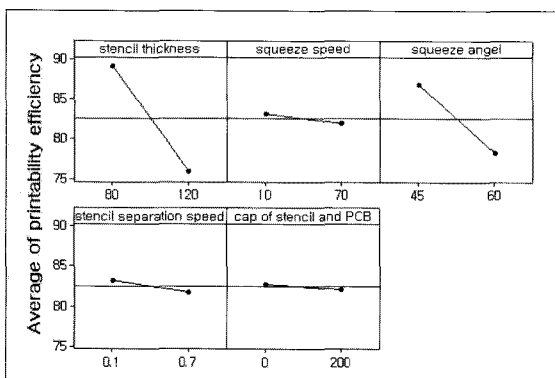
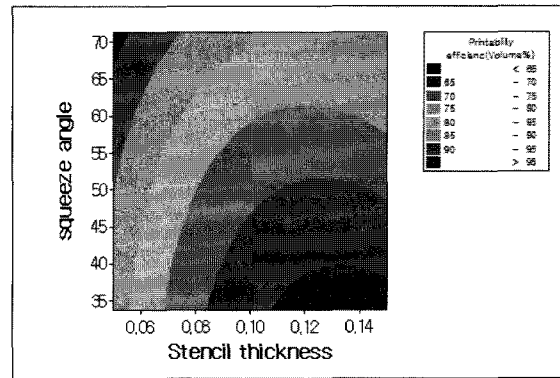
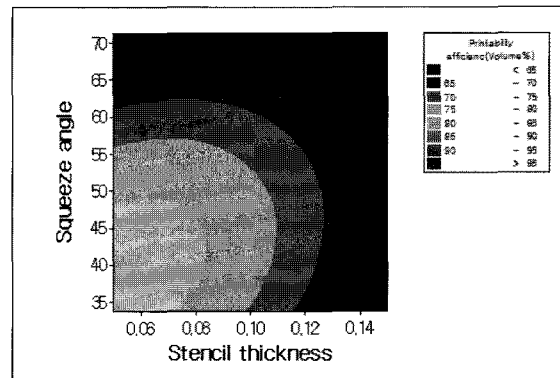


Fig. 7. Printing efficiency with varying screen printing parameters.



(a)



(b)

Fig. 8. Contour image of printing efficiency with stencil thickness and printing angle: (a) 1005 chip and (b) 0402 chip.

4.2. 플랫폼화를 위한 스크린프린팅의 정량화

스크린 프린팅 공정의 플랫폼화를 위해 주요인자인 스텐실 두께 및 스크리 각도에 따른 인쇄효율을 평가하였고, Fig. 8에 주요인자에 따른 인쇄효율을 등고선도로 나타내었다. 등고선도는 실험계획법을 통해 작성되었다. Fig. 8에서 보듯이 기존에 많이 사용되어졌던 1005급 이상 칩에서는 스텐실 두께가 클수록 인쇄효율이 높은 반면에, 최근 많이 쓰이는 미세칩인 0402칩에서 솔더 인쇄는 스텐실 두께가 작을수록 인쇄효율이 증가한 것을 알 수 있다. 이와 같이 스크린 프린팅 공정에서는 칩크기에 따라 최적 공정 인자가 바뀌고 있음을 알 수 있다. 따라서 이러한 인자들을 체계적으로 플랫폼화를 시키지 않으면, 현장 작업자들은 최적 공정변수를 경험으로 습득할 수밖에 없고, 공정에 따른 불량률 해결하기에 시간이 많이 걸리게 된다.

5. 결 론

본 논문에서는 우리나라 대표적 전방산업인 자동차 부품 또는 선박 제조뿐만 아니라 제조분야 전반에 근간이 되는 생산기반기술의 디지털화를 위한 생산기반 지식공유형 플랫폼을 표면실장기술을 중심으로 소개하였다.

지식공유형 플랫폼은 생산기반기술을 외부로 전달이

나 공유가 가능한 형태로 전환시키는 지식저작도구, 생산기반기술 관련 자료와 정보를 체계적으로 관리하는 의미기반 데이터베이스, 탑재된 생산기반기술 콘텐츠의 의미기반 검색 등을 제공하는 웹 포털 서비스로 구성되었으며, 이를 통해 생산기반기술 관련 콘텐츠의 효율적 입력, 저장, 관리 및 검색을 가능하도록 하였다. 지식공유형 플랫폼 구축을 통해 현장경험 의존도가 높아 기술 계승이 어려운 생산기반기술의 단점을 극복할 수 있으며 플랫폼에 탑재된 생산기반기술의 타 분야로의 응용 및 확장에도 도움을 줄 수 있을 것이다.

향후 생산기반 지식공유형 플랫폼에 저장되는 기술 콘텐츠가 다양한 산업분야로 확장되고, 지식이용자들의 활발한 참여를 통해 탑재된 생산기반기술을 활용하여 응용 기술개발이 가능하게 된다면 국내 생산기반기술 관련 제조업체들의 지속가능한 경쟁력을 키우는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 대한민국 지식경제부 과제지원으로 수행되었습니다

참고문헌

1. M. H. Jeong, J. M. Kim, S. H. Yoo, C. W. Lee and Y. B. Park, "Effect of PCB surface finishes on intermetallic compound growth kinetics of Sn-3.0Ag-0.5Cu solder bump", J. Microelectron. Packag. Soc., 17(1), 81 (2010).
2. Korea Industrial Technology Foundation, "Industrial Technology Roadmap in 2006", Korea Industrial Technology Foundation, (2007).
3. P. Drucker, "The Future That Has Already Happened", The Futurist, 32(8), 16 (1998).
4. S. B. Modi and V. A. Mabert, "Supplier Management: Improving Supplier Performance Through Knowledge Management", J. Operations Management, 25, 682 (2007).
5. IDEA Consult, "Evaluation of the European Technology Platforms(ETPs)", IDEA Consult, Final report, Aug, (2008).
6. K. Mori, "Digital Manufacturing Research", J. Precis. Eng. Manuf., 26(3), 23 (2005).
7. W. S. Seo, B. W. Min, J. H. Kim, N. K. Lee and J. B. Kim, "An Analysis of Screen Printing using Solder Paste", J. Microelectron. Packag. Soc., 17(1), 47 (2010).
8. S. C. Park, J. W. Kim, K. Kim, S. Park, Y. Lee and Y. B. Park, "Interfacial Adhesion between Screen-Printed Ag and EpoxyResin-Coated Polyimide", J. Microelectron. Packag. Soc., 17(1), 41 (2010).



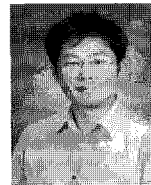
- 배성민(裴星珉)
- 1973년생
- 한밭대학교 산업경영공학과
- MIS, CRM, Data Mining
- e-mail: loveiris@hanbat.ac.kr



- 손수현(孫秀賢)
- 1982년생
- 한밭대학교 산업경영공학과
- MIS
- e-mail: cs301050@hanbat.ac.kr



- 권상현(權詳現)
- 1979년생
- 한국생산기술연구원
- 표면실장, 무연솔더
- e-mail: 2150ksh@kitech.re.kr



- 이효수(李孝洙)
- 1971년생
- 한국생산기술연구원
- 복합재료/전자패키징 소재
- e-mail: todd3367@kitech.re.kr



- 허영무(許英茂)
- 1957년생
- 한국생산기술연구원
- 분야 : 금형
- e-mail: ymheo@kitech.re.kr



- 강문진
- 1963년생
- 한국생산기술연구원
- 용접공정자동화
- e-mail: moonjin@kitech.re.kr



- 유세훈
- 1972년생
- 한국생산기술연구원
- 전자패키징공정/표면실장
- e-mail: yoos@kitech.re.kr