

산업기술 R&D PD가 바라보는 미래 유망산업분야와 뿌리기술

전영건* · 안형수* · 김성덕**

* 한국산업기술평가관리원 소재부품산업PD그룹 생산기반PD실

Future Promising Industries and Its Associated Ppuri-Technologies that will Change the World Expected by MOTIE R&D Program Directors(PD)

Younggun June*, Hyungsu Ahn* and Sungduk Kim**

* Dept. of Manufacturing Infra PD, Korea Evaluation Institute of Industrial Technology

(Received October 22, 2013 ; Revised November 14, 2013 ; Accepted November 14, 2013)

Key Words: Mega Trend(메가트렌드), Promising Industry(유망산업), Ppuri-Technology(뿌리기술), MOTIE R&D PD(산업통상자원부 PD)

초록: 본 논문은 산업통상자원부 R&D PD를 대상으로 여론 조사한 미래유망기술과 이에 연계된 뿌리기술에 대해 살펴보았다. 조사결과, R&D PD들은 미래 기술 트렌드는 기술의 융·복합화를 통한 인간중심의 기술과 기존의 성능을 뛰어넘는 임계성능의 신기술이 선보일 것으로 예상하였다. 특히 개인맞춤형 의료기술, 지능형/감성기반 시스템, 태양광발전, 플렉서블 소재 등의 산업분야가 유망할 것으로 예측하였다. 이 산업은 뿌리산업과 연관성이 크며, 이러한 산업을 발전시키기 위해서는 핵심뿌리기술의 개발이 절대적으로 필요하다. 궁극적으로 뿌리기술은 이러한 미래 유망산업의 지렛대 역할을 함과 동시에 제조기반의 든든한 뿌리가 될 것으로 기대된다.

Abstract: In this paper, we surveyed the opinion of MOTIE(Ministry of Trade, Industry and Energy) R&D PDs about what are the future promising industries and their mainly associated Ppuri-technologies. According to the survey result, the future technology trends are to shift the technologies beyond their own critical performance and dominate human-centered technologies through converging technologies. In particular, the 4 industries, personalized medical technology, intelligent and emotional-based system, solar power technology and flexible technology, are expected to be good perspective industries in the near future. In order to grow these industries, we need to develop the core Ppuri-technologies that are very closely related to the future main industries. More than all, Ppuri-technology acts as a leverage for the future promising industry and is expected to be the strong supporter in manufacturing infra.

1. 서론

최근 제조업의 기초 공정산업으로 뿌리기술에 대한 관심과 지원이 이어지고 있다. 주조, 금형, 소성가공, 용접, 열처리, 표면처리 등 완제품 생산을 위한 공정기술을 일컫는 뿌리산업은 청동기 무기류 및 장신구 주조에서 보는 것처럼 인류의 역사와 함께해 왔으나, 산업화 과정에서 불결하고(Dirty), 힘들고(Difficult), 위험한(Dangerous) 일로 경시되어 왔다. 하지만 유럽발 세계경제위기를 겪으며 독일, 일본, 미국 등을 중심으로 자국 제조업의 경쟁력 강화정책이 쏟아지고 있고, 한국 역시 소재를 부품으로, 부품을 품질 경쟁력이 우수한 최종제품으로 생산하는 공정산업인 뿌리기술 지원에 대한 중요성을 재인식하고, 이를 적극적으로 지원하여 국내 제조업 부흥을 위한 정책을 활발하게 추진하고 있다.^(1,2)

자동차 산업은 차량 1대당 부품수 기준 90%, 무게 기준 86%의 뿌리기술이 적용되고, 조선산업은 선박 1대당 용접관련 비용이 전체 선박건조의 35%를 차지할 만큼 뿌리기술은 자동차, 조선, 우주항공, 로봇 등

† Corresponding Author, sdkim@keit.re.kr

Table 1 Technical trends for the next 10 years (%)

	인간중심기술	기술의 융·복합화	임계성능 제고	에너지/자원 효율화	국제환경규제 대응
1순위	27.0	8.1	18.9	18.9	10.8
2순위	16.2	37.8	16.2	13.5	2.7
3순위	8.1	18.9	24.3	18.9	5.4

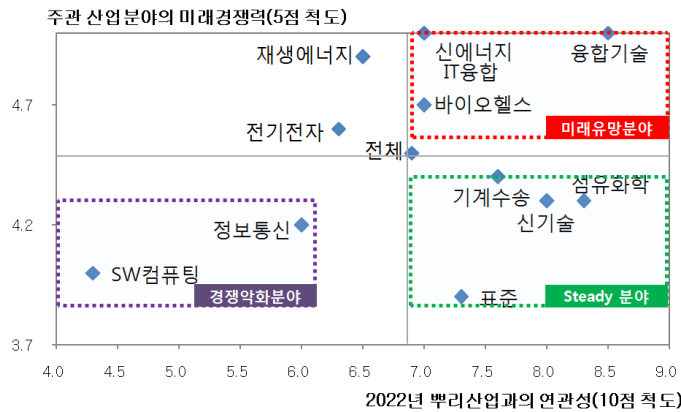


Fig. 1 Future competitiveness of each industries and in relation to Ppuri-technology

국가주력 및 첨단산업의 시장 선점을 위한 중요한 역할을 수행하고 있다. 이는 다시 말해 로봇, 항공, 신재생 에너지 등 국가 신성장동력을 구현하는데 뿌리기술 첨단화와 융·복합화가 요구된다고 볼 수 있다.

본 논문에서는 우리나라 산업기술 분야별 R&D를 총괄 기획하는 산업통상자원부 PD(Program Director) 37명을 대상으로 미래 산업기술 메가트렌드를 전망하고, 미래 핵심 선도산업에 요구되는 뿌리기술에 대해 여론 조사한 내용을 소개하고자 한다. R&D PD제도는 분야별 최고 수준의 전문가가 국가산업 R&D 프로젝트를 전주기에 걸쳐 책임지고 관리하는 기법으로, 해당 기술분야 PD는 기술 전문성은 물론, 국가 산업정책에 대한 이해도가 높은 것이 특징이다. 그러므로 본 연구는 10년 후 산업분야의 미래경쟁력 및 트렌드를 파악하고 전망 첨단수요산업의 니즈가 반영된 뿌리기술을 도출하는데 그 목적이 있다.

2. 미래 메가트렌드

본 조사는 한국산업기술평가관리원과 한국생산기술연구원 공동으로 기획 조사하였으며, 설문조사 설계 및 분석은 여론조사 전문기관인 ㈜월드리서치가 실시하였다. 조사기간은 2012년 7월 9일에서 16일, 8일간 실시하였다. 조사대상은 산업통상자원부 소속 산업기술 R&D PD 37명을 대상으로 이메일 조사를 통해 델파이(Delphi) 방식으로 시행하였으며, 각 분야간 특성 파악을 위해 신산업/주력산업/정보통신/에너지/자원산업/표준 분야 등으로 구분하여 결과를 수집하였다.

먼저, Table 1을 보면 10년 후 미래기술 트렌드에 대한 의견을 조사한 결과로써, “인간중심기술”이 1순위로 뽑혔으며, “고급화·다기능화를 위한 융·복합화”, “경량화, 고기능화, 초대형화 등 임계성능 제고”가 2, 3순위로 선정되었다. 이는 인지과학 및 소비자 감성을 고려한 감성기술 등의 최근의 사회 경향이 반영된 결과로 해석된다. 이밖에도 전문가들은 에너지/자원의 효율화와 국제환경규제 대응기술, 자연모사를 통한 기술최적화 및 지속가능한 소비기반 생산기술 등이 미래기술의 트렌드로 손꼽았다. 특이점은 정보통신, SW컴퓨팅, 표준 분야는 기술의 융·복합화를, 신기술, IT융합분야는 인간중심기술에 가중치를 두었으며, 바이오헬스 PD실은 친환경기술에 큰 점수를 주었다. 이런 성향은 각 기술 분야의 성격과 산업 지향점 등이 반영된 결과로 해석된다.

Fig. 1은 각 PD가 주관하는 산업분야별 미래 경쟁력을 보여준다. 자신의 담당분야에 대해 미래 경쟁력

을 판단하고, 이와 함께 향후 10년 뒤 뿌리산업과의 연관성을 측정하였다. 이는 미래 시장성에 대한 과급력 및 투자가치를 판단하고, 향후 뿌리산업이 주목하고 연계성을 강화시켜 나가야할 분야에 대해 살펴볼 수 있는 결과이다. 주관 산업분야별 미래경쟁력은 5점 만점 중 4.46점을 보이며 각 분야의 미래경쟁에서 자신감을 보였다. 특히 에너지/자원분야는 4.93점의 높은 척도를 보이며, 신산업(4.75)과 주력산업(4.37), 정보통신(4.27) 분야에 비해 우위를 나타냈다. 다만, 주력산업의 경우, ‘미래시장에서의 과급효과’가 취약하다는 점은 미래시장성에 대한 자신감에 비해 과급효과 및 투자가치에 대해 신중한 태도를 보였다고 판단된다. 그림에서 나타난 바와 같이 주력산업이 뿌리산업과 관련성이 높은 산업인 점을 감안하면, 기계수송, 섬유화학 등의 분야에서 뿌리기술의 고부가가치화를 통한 프리미엄기술 발굴이 시급하다는 것을 시사한다.

이와 함께 37개 산업기술분야 중 미래 선도산업 Top5를 선정하였다. 각 산업분야별로 고른 분포를 보였는데, 최종적으로 차세대이동통신, 시스템반도체, 디스플레이, 스마트카, 바이오, 스마트그리드 분야가 주요 선도산업으로 뽑혔다. R&D PD들은 그 외 플랜트 엔지니어링, 그린카, 로봇, 에너지저장 산업을 우리가 주목해야할 산업으로 손꼽았다. 특이 사항은 미래경쟁력 평가에서는 다소 낮았던 정보통신이나 전기전자 분야가 미래 선도산업 평가에서는 수위를 차지한 점인데, 해당분야 R&D PD 스스로가 평가한 주관 산업분야와 타 분야의 전문가가 바라본 평가간에 시각 차이를 보여준다. 이는 미래경쟁력 분석은 5점 척도의 절대평가인 반면 미래선도산업 평가는 우선순위 상대평가인 점이 영향을 끼친 것으로 파악된다. 국내외 다양한 기관에서 본 항목과 유사한 설문이 기초사되었으나, 산업기술 R&D PD를 대상으로 조사한 본 사례는 해당분야 전문성 및 국가 산업정책이 반영된 것으로 국내 산업R&D 방향에 시사하는 바가 크다고 판단된다.

3. R&D PD가 선정한 미래 유망기술 및 제품

산업통상자원부 전 산업분야의 PD를 대상으로 미래유망 기술-제품을 3개씩 선택할 수 있도록 설문조사서를 디자인하였다. 조사결과, 총 108개(2개 분야는 2개 기술 선정)의 미래 유망기술 및 제품이 선정되

Table 2 Emerging and promising technologies predicted by MOTIE PDs

	세부기술/제품	주요 성능	주요 뿌리산업	응답율
개인맞춤형 의료 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 맞춤형 질병치료제 • 소형진단 의료기기 • 유전자 치료제 등 	<ul style="list-style-type: none"> • 의료기기 소형화 및 다기능 고효율화 • 저비용 줄기세포 활용 기술 • 생체 거부반응 최소화 	<ul style="list-style-type: none"> • 박판성형(판재) • 플라스틱 성형 	9.2%
지능형/감성 기반 시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 무인자율 주행차량 • 인간교감형 케어시스템 • 개별사용자 반응의 능동형 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> • 인공지능 및 학습을 통한 자기 능력 향상 • 센서·영상정보를 통한 능동형기기 • 고위험성/인간 잡무에 대한 대체제 	<ul style="list-style-type: none"> • 플라스틱 사출, 성형 • 금형설계 • 금속성형 • 금형소재 	8.2%
태양광(전지) 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 플렉서블 휴대성 태양전지 • 다양한 소재와의 결합형 태양전지 	<ul style="list-style-type: none"> • 발전효율 향상 및 가격경쟁력 • 장기 수명과 신뢰성 확보 • 휴대성 및 결합형 소재와의 호환성 	<ul style="list-style-type: none"> • 분체도장 기술 • 화성처리 • 레이저용접 	8.2%
플렉서블 소재	<ul style="list-style-type: none"> • 저가형 플렉서블 CIGS 태양전지 • 플렉서블 투명전극 • Flexible display 	<ul style="list-style-type: none"> • 휴대를 위한 유연성 • 고화질 및 가격경쟁력 • 제품적용성 및 신뢰성 향상 	<ul style="list-style-type: none"> • 습식코팅 설비 • 전해도금 • 플라스틱 성형 	6.1%

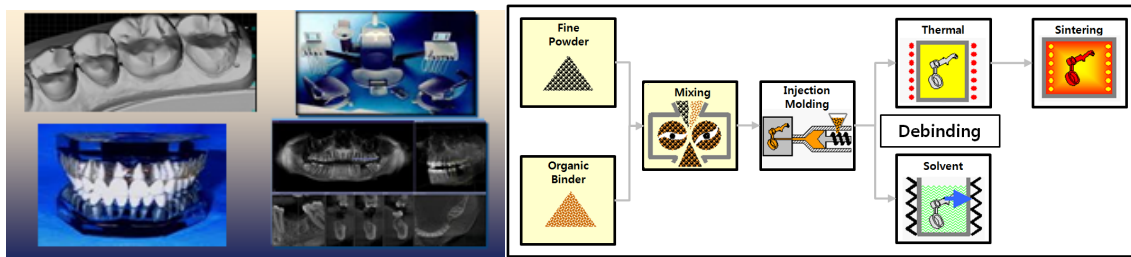


Fig. 2 Elementary technologies for made-to-order dental device and PIM process

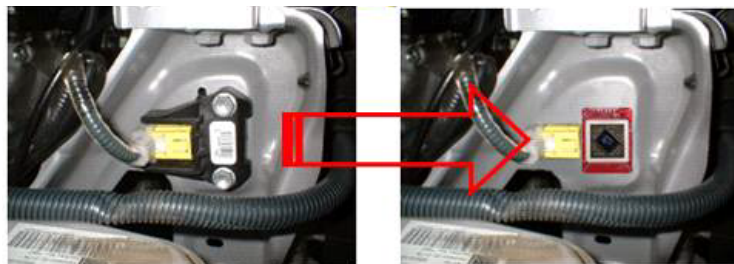


Fig. 3 (Left) Airbag crash sensor module by mechanical assembly, (Right) Conceptual drawing of flexible sensor(Shinyoung co., LTD)

었으며, 이를 다시 재분류하여 주요 유망기술에 대해 4개 분야로 분류하였다. 그 결과는 응답순으로 ‘개인맞춤형 의료기술’, ‘지능형/감성 기반 시스템’, ‘태양광(전지) 기술’, ‘플렉서블 소재’순으로 많이 선택되었으며, 세부기술-제품 및 성능은 Table 2에서 보는 바와 같다. 개인맞춤형 의료기술과 지능형/감성기반 시스템 등은 앞서 미래기술 트렌드의 인간중심형 기술이 반영된 결과로 보이며, 이를 통해 20세기 산업화 시기의 거대 산업동력 중심의 기술에서 향후 개인맞춤형-인간중심형 기술로 패러다임이 변화하는 것을 예상할 수 있다. 태양광 시장은 공급과잉에 따라 일시적인 침체를 겪고 있지만, 중국 군소업체간 구조조정 및 세계 경제위기의 회복세에 따라 차세대 신재생에너지로써 다시 조명을 받을 것으로 보인다. 디스플레이 시장 역시 LCD 공급과잉과 높은 보급률에 따른 수요 정체 등으로 어려움을 겪고 있으나, 향후 플렉서블 디스플레이의 IT혁명은 폭발적인 시장창출을 이끌 것으로 예상된다.

개인맞춤형 의료기술은 의료기기의 소형화와 다기능화, 생체거부반응을 최소화 하는 기술이 요구된다. 여기에는 박판성형, 플라스틱 성형은 물론, 열, 표면처리의 뿌리기술 적용이 필수불가결하다. 주요 뿌리 기술로는 “디지털 캐속금형을 이용한 개인 맞춤형 메디컬 디바이스 개발”을 예로 들 수 있다. 수입 의존도가 높은 개인맞춤형 교정디바이스의 원천기술을 국산화하기 위해선, 교정단계별 초정밀 디지털 금형 설계, 투명 교정디바이스 제작을 위한 성형기술, 교정 디바이스 기능성을 향상시키는 제어기술 등이 필요하다. 이와 더불어 “치과시술용 Dental Implant 분말사출 금형기술”도 관련 유사기술로 손꼽힌다. 이 과정은 현재 2014년도 기획후보과제로 검토되고 있다. 금속분말 사출성형 (PIM, Powder Injection Molding) 기술을 이용해 개인 맞춤의 난가공성 임플란트를 재료의 손실없이 정밀가공이 가능하다. Micro PIM기술은 미국 CISP(Center for Innovative Sintered Product) - Penn State를 중심으로, 복잡 3차원형상 Net-shaping을 위한 금속부품을 적극 개발 중에 있다. 일본은 도야마 대학이 티타늄 기반의 임플란트 제조기술 개발에 성공하였으며, 이는 티타늄 분말에 뼈의 주성분인 수산화 인산칼슘을 첨가하여 내부 구성이 균일하게 분산되어 뼈 재생에도 기술 적용이 기대되고 있다. 이에 더해 PolyGlycolide와 같은 Bioresorbable polymer의 표면처리 기술을 통해 임플란트의 직접적인 골형성을 유도하고 골융합 형성 시간을 단축시킬 수 있을 것으로 예상된다.

현대사회의 제조업은 임계성능 돌파의 프론티어형 기술, 기존 경쟁제품 대비 초고난도 기술에 대해 경쟁적으로 우위를 차지하려는 욕구를 보여 왔다. 하지만 기술의 지나친 공급과잉은 수요자의 기술 피로도(Digital fatigue)를 높였고, 최근 들어서 소비자의 니즈를 고민하고 새로운 감성기술과 서비스 기반의

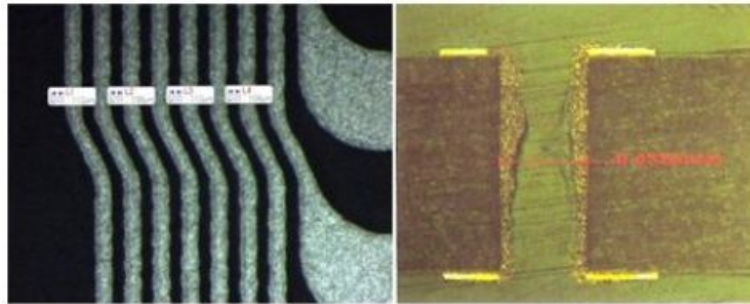


Fig. 4 Electronic circuit printing of touchpanel and 0.45mm via-hole with Silver and Copper in PCB made by NDM co., LTD.⁽³⁾

기술이 요구되는 시대를 맞이하게 됐다. 이러한 트렌드를 반영하여 현재 산업통상자원부의 산업융합원천기술개발사업으로 지원되고 있거나 기획 검토 중인 과제를 소개하면 다음과 같다.

기존 에어백은 기계구조적인 금속조립 제품으로 장기간 차량 운전 및 외부환경 변화에 따라 측면충돌시 에어백 미작동 등 충돌감지 성능에 문제가 제기되어 왔다. “충격센서 모듈이 부착된 일체형 차체 부품을 위한 접합 및 성형 복합제조기술”과제가 이러한 문제를 해결하기 위해 먼저 2013년도에 지원되었다. 해당 기술개발은 핫포밍 성형공정을 이용해 인체의 피부처럼 센서를 차체 플렉서블 기관에 밀착시켜 위험상황을 정확히 인지토록 하고 있다. 이외 현재 기획중인 “동물 섬모구조를 모사한 초고감도 표면처리기술”은 개의 후각 섬모구조를 모사하여 일산화탄소, 톨루엔 등 유해가스의 10ppm 이하 단위로 센싱하는 기술로 자연 모사를 이용한 창조경제형 아이디어가 돋보이는 기술이다. 여기 센싱기술에는 동물 후각 섬모 구조 분석, 건식 증착공정과 대면적 기관 대응 표면처리기술, 가스별 선택성 제고를 위한 모듈 설계 기술 등이 필요할 것으로 판단된다.

중국을 중심으로 태양광 셀, 모듈업체의 경기회복이 두드러지면서 글로벌 금융위기 이후 태양광 시장이 점차 회복세에 접어들고 있다. 향후 태양광시장은 기존 실리콘 결정질형 외에 높은 효율의 CIGS, 적용범위가 넓고 셀가격이 저렴한 Dye-sensitized Solar cell 등 모듈 소재의 다양화가 예상된다. 요구되는 뿌리기술로는 “Solvent-free 전도성 페이스트 포블레이션 및 공정기술”이 있다. 접착성 고분자수지에 금속 도전입자의 혼입과 입자형상 및 농도를 제어하여 고전도성을 유지하는 기술이다. 해당 요소기술로는 입자표면 제어기술, 경화제 반응성 용제 유연성 배합 및 접착성 제어기술 등 표면처리기술이 요구된다. 전도성 페이스트는 DuPont사가 전세계 시장을 장악하고 있으며, Dexter, Emerson & Cuming, 히타치 화성 등이 수요자 맞춤형 제품개발에 나서고 있다. 해당제품은 자동차의 플립칩 배선재료, 휴대폰 실리콘 개스킷, 평판 디스플레이의 LCD-구성 드라이버 배선재료 등 다양한 분야의 적용이 가능한 만큼 국내 역시 친환경 전극 페이스트 기술 확보가 시급한 시점이다.

플렉서블 디스플레이는 Bendable glass 등 기관기술, 디스플레이 표시, 스위칭 소자, 투명전극 기술등이 핵심 기술이다. 요소 뿌리기술로는 “초미세 전자부품 접합소재 및 공정기술”이 해당한다. 해당 기술은 3D 전자패키지에 필수적인 20 μ m이하급의 초협피치(Ultra-fine pitch) 칩 본딩 소재를 개발하기 위해 미세 본딩용 솔더/접착소재, 범핑 형성기술, 플립칩용 기관 표면처리 등이 요구된다. 초미세 협피치 접착을 위한 도전 접합부 기술에는 미세한 도전입자를 분산시켜 저온공정에서 접착용 필름을 생산하는 ACF(Anisotropic conductive Film) 본딩이 있다. ACF 내 초미세 도전입자들의 면 방향으로의 움직임을 제어하여 본딩공정을 완료하는 것이 주요 기술에 해당한다. 이와 더불어 “플렉서블 디스플레이 보호막 대면적·고속 증착기술”은 유연기관의 전자소자 신뢰성을 위해 외부 산소 및 습기 투과를 차단하는 기술이다. 소자 유연성의 극대화를 위해 유기소재의 점진적 무기화가 예상되며, 이에 앞서 소자를 외부환경으로부터 보호하는 투과방지막 기술이 선제적으로 기술확보가 필요하다. 최근에는 플라즈마에 의한 유기소재 손상이 필수 불가결한 진공플라즈마 방식을 넘어서 유무기 적층방식, MgO, SiOx 박막증착 등 다양한 접근이 시도되고 있다.

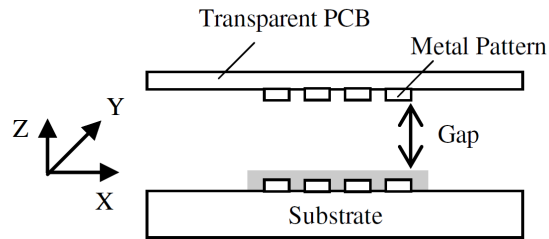


Fig. 5 Schematic cross-section view of substrate to substrate bonding with a new ACA(anisotropic conductive adhesive) by flip-chip bonding method⁽⁴⁾

4. 결 론

본 논문에서는 산업통상자원부 R&D PD가 선정한 미래 유망기술·제품을 소개하고, 첨단산업군과 연계한 뿌리기술에 대해 알아보았다. 미래 4대 유망기술로 선정된 개인맞춤형 의료기술, 지능형/감성기반 시스템, 태양광발전, 플렉서블 소재 등은 그 파급력이 크고 융합기술로 다양한 분야에 응용이 가능하다는 점에서 시사하는 바가 크다. 전반적으로 가까운 미래 산업기술은 기술의 융·복합화를 통한 인간중심의 기술과 기존 성능을 뛰어넘는 임계성능의 신기술이 선보일 것으로 예상된다. 앞차와의 간격을 자동 유지하는 ACC(Adaptive Cruise Control) 등의 스마트카 분야, Co-Robot을 통한 인간친화형 로봇, 차세대컴퓨터 분야의 휴먼컴퓨팅 산업 등은 앞서 밝힌 기술들이 먼 미래의 것만이 아니라는 것을 보여준다. 이러한 미래 유망산업을 견인하는 뿌리산업의 혁신이 절대적으로 필요하다. 특히, 신에너지분야, 바이오헬스 및 융합기술 분야에 대해 수요기반형 기술을 적극적으로 발굴해야하며, 기술의 연계성이 강한 수송기계, 섬유화학 등 주력산업의 성장동력 창출을 위해 프리미엄형 뿌리기술을 개발해야 할 것이다. 뿌리기술은 미래 유망산업의 지렛대 역할을 함과 동시에 제조기반의 든든한 뿌리가 될 것으로 기대된다.

후 기

본 연구는 산업통상자원부 산업융합원천기술개발사업의 지원을 받아 수행되었으며, 이에 감사의 뜻을 표합니다.

참고문헌

- (1) 철강화학과, 2012, “뿌리산업 진흥 기본계획,” 산업통상자원부
- (2) 철강화학과, 2013, “뿌리산업 진흥 실행계획,” 산업통상자원부
- (3) 손경호, 2012.3.18., “앤디엠, 실버페이스트 절반값 신기술 개발,” ZDNET KOREA
- (4) Eom, Y.S., Jang, K., Moon, J.T., Nam, J.D., Kim, J.M., 2008, “Electrical and Mechanical Characterization of an Anisotropic Conductive Adhesive with a Low Melting Point Solder,” Microelectronic Engineering
- (5) 월드리서치, 2012, “미래 뿌리기술기획을 위한 전문가 조사 보고서,” 한국생산기술연구원
- (6) 생산기반 R&D 전략 수립위원회, 2013, “2013 생산기반 R&BD 발전전략,” 한국산업기술평가관리원
- (7) 2013, “뿌리산업 미래 유망기술,” 한국산업기술평가관리원