creative commons
COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

기술경영학 석사 학위 프로젝트 보고서

고생산 전자빔 용접용 Rotary시스템 기술개발 및 사업화 방안

2018년 8월

부경대학교 기술경영전문대학원

기술경영학과

김 무 현

기술경영학 석사학위 프로젝트 보고서

고생산 전자빔 용접용 Rotary시스템 기술개발 및 사업화 방안

지 도 교 수 신 승 준

석사학위 논문에 준하는 보고서로 제출함.

2018년 8월

부경대학교 기술경영전문대학원

기술경영학과

김 무 현

김무현의 기술경영학 석사학위 프로젝트보고서를 인준함.

2018년 8월 24일

위 원 장 공학박사 옥 영 석 (인)

위 원 공학박사 곽 기 호 (인)

위 원 공학박사 신 승 준 (인)

목 차

Ⅰ. 기술개발의 개요 ····· 1

1. 개발대상기술 ····· 1

2. 기술개발의 배경 및 필요성 ····· 2

3. 기술개발의 목표 및 본 보고서의 구성 ····· 6

Ⅱ. 외부환경 및 내부역량 분석 ····· 8

1. 시장현황 분석 ····· 8

2. 기술현황 분석 ····· 11

3. 내부 기술역량 및 전략 ····· 17

Ⅲ. 기술개발의 목표 및 개발내용 ····· 20

1. 개발목표 및 개발내용 ····· 20

2. 기술개발의 평가방법 및 평가항목 ····· 28

Ⅵ. 개발기술에 대한 사업화 방안 및 기대효과 ····· 29

1. 개발된 기술을 활용한 사업화 방안 ····· 29

2. 기술개발에 대한 기대효과 ····· 34

Ⅴ. 추가적인 연구개발 및 사업화를 위한 기술로드맵 ····· 37

참고 문헌 ····· 39

1. 국내 문헌 ····· 39

2. 해외 문헌 ····· 39

감사의 글 ····· 40

표 목 차

<표 1-1> 전자 빔 용접의 장점 및 단점 ····· 3
<표 1-2> 지그 제작사 및 판매가격 ····· 4
<표 1-3> 멀티 용접 클램프 지그에 대한 고객 요구사항 ····· 6
<표 2-1> 국내외 용접보조 기자재 시장 규모 ····· 8
<표 2-2> 연간 용접 보조 기자재 시장 현황 ····· 9
<표 2-3> 국내외 주요시장 경쟁사 ····· 10
<표 2-4> 국내외 연구개발 현황 ····· 15
<표 2-5> 국내외 전자빔 관련 지식재산권 형황 ····· 16
<표 3-1> 고생산 전자빔 용접용 Rotary시스템 개발 내용 ····· 23
<표 3-2> 기술개발의 평가방법 및 평가항목 ····· 28
<표 4-1> 용접, 접합 분야 산업연관구조 ····· 29
<표 4-2> 기술개발 후 국내·외 주요 판매처 현황 ····· 34
<표 4-3> 기술개발에 따른 연도별 기대효과 ····· 35
<표 5-1> 추가적인 연구개발 및 사업화를 위한 기술로드맵 ····· 38

그 림 목 차

<그림 1-1> 일반적인 E-Beam 용접용 Jig 및 Fixture ····· 4
<그림 2-1> PHEV 전기 자동차의 성장 ····· 9
<그림 2-2> E-beam 용접 적용 정밀 전자 제품 ····· 10
<그림 2-3> 여러 가지 용접 지그의 형상 ····· 12
<그림 2-4> 용접 전자 빔 용접의 깊이 대비 폭 ····· 12
<그림 2-5> 발전소 분야의 전자빔 적용 사례 ····· 13
<그림 2-6> 압력용기, 진공부품 분야의 전자빔 적용 사례 ····· 13
<그림 2-7> 자동차 분야의 전자빔 적용 사례 ····· 14
<그림 2-8> 용접, 접합 분야의 국가-연도별 출원 동향 ····· 16
<그림 2-9> 기술 개발 준비 현황 ····· 17
<그림 2-10> 전자 빔 용접 용 지그 특허 ····· 19
<그림 3-1> 전자빔 용접 멀티 클램핑 지그 개요도 ····· 20
<그림 3-2> 진공챔버 내 멀티 클램핑 지그 ····· 22
<그림 3-3> 전자빔 용접 지그 개요도 ····· 23
<그림 3-4> 전자빔 용접 지그 개요도 ····· 24
<그림 3-5> 용접 제품 길이 조정 장치 개요도 ····· 25
<그림 3-6> 길이방향 수축보정 장치 개요도 ····· 25
<그림 3-7> 용접 제품 각도 조절 장치 개요도 ····· 26
<그림 3-8> 용접물 회전 및 다수개 제어 장치 개요도 ····· 27
<그림 4-1> 양산 계획 및 방법 ····· 31

Technology development and commercialization planning for a rotary system of high-productive electron beam welding

Moo Hyun Kim

Graduate School of Management of Technology
Pukyong National University

Abstract

In the welding industry, minimizing the vacuum evacuation process is important because this process occupies approximate 70% of the total welding time. One available solution is to provide a rotary system that can perform simultaneous installation for multiple welding targets in a chamber. The present work aims at developing such rotary system for electron beam welding. The developed system can maintain the balance of the welds in a vacuum chamber of the electron beam through simultaneous welding along with accommodating various material sizes and performing continuous and multiple welding. It also enables synchronized control to adjust multiple dimensional movements for both plane welding and curved surface welding. Furthermore, it involves the multi-clamp function that allows to secure the uniformity of welding and to minimize strain of the welding material through controlling the rotational speed on curved surfaces and the linear speed on plane surfaces. For such purpose, this report includes: the analysis of external environment and internal capability related to the developed system, the design and implementation of the system, the specification of the relevant business model and expected effect, and the identification of a technology roadmap for further research and development with consideration of commercialization.

Ⅰ. 기술개발의 개요

1. 개발대상기술

가. 기술개발 목표

본 프로젝트의 개발대상기술은 전자빔(Electron beam, E-beam) 용접기의 진공챔버 내에서 용접물을 균형도를 유지하며 동시에 용접 작업 가능한 “전자빔 용접용 Rotary시스템”이다. 전체 용접 시간의 70%가 소요되는 진공 배기 공정을 최소화하기 위하여 진공챔버 내에서 다양한 재료사이즈 및 다수개의 연속용접이 가능하며, 각 용접 면에 따른 지그의 제작 수를 최소화 할 수 있도록 용접시 재료의 수축에 대한 변수보정 및 다양한 각도에서의 용접 가능한 지그를 가지는 것을 특징으로 하고 있다.

나. 기술개발 내용 및 방법

첫째, 진공 배기 공정을 최소화하기 위한 다수개의 용접물을 동시에 챔버 내에 설치 가능한 Rotary시스템 개발을 개발하였다. 둘째, 챔버 내의 베이스 플레이트의 조정 방향인 X축 및 Y축을 포함하는 곡면 및 평면 용접의 자유도를 구현하였다. 셋째, 곡면의 회전 속도 및 평면 이동속도를 제어하여 용접의 균일성을 확보하고 변형을 최소화 하도록 용접물을 고정하는 멀티 클램프 기능을 개발하였다.

다. 기술개발시 기대효과

첫째, 전체 용접 시간의 70%가 소요되는 진공 배기 공정을 최소화함으로써 용접 생산성의 급격한 상승이 기대된다. 둘째, 용접 시 평면 X, Y 축

의 이동과 함께 곡면과 후면으로의 용접면 이동이 가능하여 한 공정에서 균일한 용접이 가능할 것으로 기대된다. 셋째, 각 용접 면에 따른 지그의 제작 수를 최소화 할 수 있고 이에 따른 고정용 보조 기구인 Fixture 또한 최소화 하여 용접 가공에 대한 가격 경쟁력 확보를 기대할 수 있다.

2. 기술개발의 배경 및 필요성

가. 기술개발의 배경

전자빔 용접(Electron beam welding, E-beam welding)은 용접법의 한 종류로서 고진공(高眞空) 중에서 음극으로부터 방출된 전자를 고전압으로 가속, 피용접물에 충돌시켜 그 에너지로 용접하는 방법이다.

전자빔 용접은 <표 1-1>과 같은 장점으로 고정밀도 및 고품질의 용접성능이 요구되는 항공우주산업, 반도체 장비산업, 원자력산업 등에 사용되고 있으며, 최근에는 그 범위를 넓히고 있어서 시장의 급격한 성장이 예상되는 산업이다. 예를 들어, 자동차 산업 및 조선 산업 경우 에너지 절약을 위해서 고강도 경량화 소재의 비중을 늘려나가고 있기 때문에 고용점 금속에 대한 용접 및 이종접합에 대한 수요가 늘고 있다. 또한 스마트폰 등 전자 및 정보통신제품 산업의 경우의 소형화 및 집적화에 따라 마이크로접합 및 패키징 기술이 요구되어 고정밀도 용접에 대한 수요가 늘고 있다.

하지만 전자빔 용접 기술은 다음과 같은 단점이 존재하여 한다. 즉, 설비가 고가라는 점, X선의 방어에 유의해야 하는 점, 일반적으로 진공 중에서 용접하기 때문에 진공 챔버의 크기에 따라서 피용접물의 크기에 제한이 따르는 점, 진공배기공정에서 많은 시간이 소요되는 공정상의 단점 등이 존재한다.

<표 1-1> 전자 빔 용접의 장점 및 단점

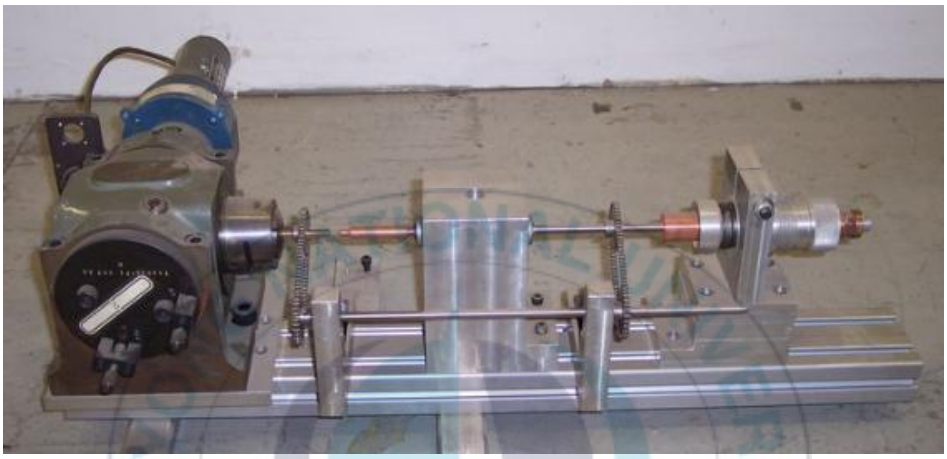
구분	설명
장점	용융 범위와 열영향부가 매우 좁아서 정밀용접이 가능
	용접을 깊게 하는 것이 용이하여 두꺼운 판에 대한 고속용접이 가능
	용접입열이 작기 때문에 용접 변형이 적어서 박판에서부터 후판까지 용접 범위가 넓음
	스테인리스강-구리 합금, 스테인리스강-인코넬 합금 등 이종접합이 용이
	지르코늄, 텅스텐, 몰리브덴 등과 같은 고융점 재료의 용접이 가능
	고진공 중에서 이루어지기 때문에 대기에 반응하기 쉬운 금속도 용접이 용이함
단점	설비가 고가임
	X선의 방어에 유의해야 하는 점
	일반적으로 진공 중에서 용접하기 때문에 진공 챔버의 크기에 따라서 피용접물의 크기에 제한이 따르는 점
	진공배기공정에서 많은 시간이 소요되는 공정상의 단점이 존재함

특히, 진공배기공정에서 많은 시간이 소요되는 공정상의 단점은 용접 효율을 높이기 위해서 시급히 해결되어야 하는 문제이다. 왜냐하면 전자빔 용접을 하기 위해서는 고진공을 위한 공정(이하, '진공 배기 공정')이 필요한데, 이러한 진공 배기 공정이 전자빔 용접 작업 전체에서 70% 내외의 시간을 차지하고 용접을 위한 준비 등의 공정을 제외하면 실제 전자빔 용접을 할 수 있는 시간은 전체 용접작업의 10% 내외의 시간밖에 안 되므로 전자빔 용접의 효율을 급격히 낮추기 때문이다.

또한 용접물의 변형을 방지하기 위하여 Fixture 및 Jig는 반드시 필요하여, 용접 목표 제품의 형상에 따라 <그림 1-1>과 같이 제작하여 사용하고 있으나, E-beam 용접용 Jig는 여러 형상에 공용으로 사용하는 것에 한계

가 있고, 용접 방향 이동 등이 자유롭지 않아 용접 방향과 제품의 종류에 따라 전용 설비 전용 Jig를 도입 사용하고 있다. 이는 기업들의 비용을 상승시키는 요인으로 작동하고 있어서 해결되어야 하는 문제이다.

<그림 2-1> 일반적인 E-Beam 용접용 Jig 및 Fixture



특히, 용접물의 형상과 제작 공정에 따라 전용 장치가 설계 제작 되어야 하기 때문에 대부분의 용접 지그의 경우 사용자의 의뢰에 따라 기능이 추가 되어 제작되는 맞춤형 제품으로 <표 1-2>에서 보듯이 고가이다. 이는 기업들에게 더욱 비용부담을 증대시키는 요인이다.

<표 1-2> 지그 제작사 및 판매가격

제작사명	제품명	판매가격 (천원)	연판매액 (천원)
승산테크	만능 용접 지그	350 ~ 1,350	642,000
대명정공	플랜지, 엘보, 레듀사 용접지그	1,050 ~ 1,850	625,400
포항산업과학연구원	고효율 전자빔용접 지그	비영리	비영리
가부시끼가이샤 도시바	고효율 용접 지그	3,500 ~ 4,500	55,000

나. 기술개발의 필요성

현재 전자빔 용접의 용접 효율을 상승시키기 위한 기존 기술들이 존재하지만 다음과 같이 한계점을 가지고 있다.

첫째, 진공 배기 시간을 최소화 할 수 있는 진공 펌프 수량 및 용량 확대 등의 방법의 경우 장치들의 비용이 높아서 기업에게 부담을 줄 뿐만 아니라 용접 방향과 용접물 마다 진공을 실시해야 함으로 효율의 상승이 제한적이다.

즉, 제품 형상이 3차원 형상의 용접물로 용접이 여러 방향에서 수행 되어야 한다면, 1개의 제품을 용접하기 위해서는 최대 6번의 진공배기 공정 과정이 필요하여 극히 생산성이 하락되고 연속 용접이 아닌 부분 용접으로 용접 작업을 수행할 시 용접 입열의 일정성과 용접 간 변형을 최소화하기 위한 Jig와 Fixture를 용접 위치에 따라 맞춤형으로 준비해야 한다.

둘째, 진공배기 시간을 줄이는 방법의 경우 용접에 필요한 보조구(Jig)와 고정구(Fixture)를 용접 방향과 모양에 따라 교체해야하는 용접 전 정렬 작업이 여전히 필요하여 효율의 폭발적 상승을 기대하기 어렵다.

셋째, 용접의 속도와 냉각의 속도를 조정하여 Jig과 Fixture의 사용을 간단하게 하는 방법이 존재하지만 용융 응고 부의 응고 과정으로 인해 모재의 변형 및 치수의 오차는 Jig와 Fixture의 사용으로만 제어 할 수 있으므로 반드시 Jig와 Fixture가 필요하다.

따라서 기존 기술은 문제를 해결하는데 제한이 있기 때문에 새로운 해결책으로 고객은 “챔버 내의 E-beam 용접을 위한 전용 멀티 용접 클램프 지그”의 개발을 요구하였다. 즉, 진공챔버 내에서 방향이 자유롭게 용접이 가능하도록 하여 다양한 용접 작업을 수행할 수 있도록 함으로써 진공배기 공정을 줄이고 용접 작업에 소요되는 Jig 및 Fixture를 줄이는 것이다.

고객들의 주요요구사항은 <표 1-3>과 같다.

<표 1-3> 멀티 용접 클램프 지그에 대한 고객 요구사항

요구사항
슬라이딩 플레이트와 베이스 플레이드에 대하여 X,Y 축의 이동이 자유로워 슬라이딩 플레이트 위에 별도의 지그 추가 없이 용접이 가능할 것.
다수개의 용접물을 클램핑 가능하여 한 번의 진공 배기 공정으로 최대 수량의 용접이 가능한 기능성 지그 필요
지그의 기능 외에도 용접 간, 용접 후 제품의 외간의 변형을 최소화 할 수 있는 fixture의 역할이 가능한 지그 필요
곡면과 후면 등 용접 위치의 변경이 자유로울 것
용접 속도의 조절이 자유로워 용융 금속에 상변화를 조정 가능할 것

위와 같은 전용 멀티 용접 클램프 지그의 특성들을 만족하며 문제를 해결하기 위해서 진공챔버 내에 다수개의 용접물을 일체의 지그상에 설치하여 균형도를 유지하는 동시에 용접물의 회전 속도를 제어하여 용접의 균일성 및 변형을 최소화하도록 용접물을 고정하는 클램프 지그에 대한 개발이 필요하다.

3. 기술개발의 목표 및 본 보고서의 구성

가. 기술개발의 목표

본 프로젝트는 전자빔(Electron beam, E-beam) 용접기의 진공챔버 내에서 용접물을 균형도를 유지하며 동시에 용접 작업 가능한 “전자빔 용접용 Rotary시스템”을 개발하고자 한다. 전체 용접 시간의 70%가 소요되는 진공 배기 공정을 최소화하기 위하여 진공챔버 내에서 다양한 재료사이즈 및 다수개의 연속용접이 가능하며, 각 용접 면에 따른 지그의 제작 수를 최소화 할 수 있도록 용접시 재료의 수축에 대한 변수보정 및 다양한 각도에서

의 용접 가능한 지그를 가지는 것을 목표로 하고 있다.

이를 통해서, 첫째, 전자빔용접기의 진공챔버 내에 다수 개의 용접물을 설치하도록 다수 개의 용접물을 클램핑하는 지그를 제공하여 전자빔용접기의 진공챔버 내에서 용접할 수 있는 작업의 효율 및 생산성 향상을 기대할 수 있다. 둘째, 지그 상의 지그부에 클램핑 된 용접물에서 일단을 심압부가 고정하여 균형도 또는 원통도를 유지한 채 용접 가능하여 품질 향상을 기대할 수 있다. 셋째, 다수 개의 지그유닛과 심압부에 연결 고정된 용접물을 회전하도록 회전속도를 제어하여 균일한 용접 및 변형방지를 기대할 수 있다.

나. 본 보고서의 구성

본 보고서는 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 개발대상기술 관련 외부환경 및 내부역량 분석에 대한 내용을 제시하였다. 3장에서는 기술개발의 목표 및 개발내용을 제시하였다. 4장에서는 개발기술에 대한 사업화 방안 및 기대효과를 제시하였다. 5장에서는 추가적인 연구개발 및 사업화를 위한 기술로드맵을 제시하였다.

Ⅱ. 외부환경 및 내부역량 분석

2장에서는 개발대상 기술에 대한 외부환경 및 내부역량 분석을 실시하였다. 외부환경 분석에는 시장성 및 기술성을 살펴보았으며 내부역량 분석에서는 기술역량 및 기술전략을 살펴보았다.

1. 시장현황 분석

가. 국내·외 시장현황

<표 2-1>을 보면 용접보조 기자재 국내시장은 2015년 623억원, 세계 시장 49,985억원으로 다소 적게 형성되어 있으며, 연간 1.2%이상의 성장이 지속되고 있다.

<표 2-1> 국내외 용접보조 기자재 시장 규모

(단위 : 억원)

구 분	현재의 시장규모(2015년)	예상 시장규모(2017년)
세계 시장규모	49,985	60,373
국내 시장규모	623	642

출처: 2015년-2017년 중소기업 기술로드맵 전략보고서 5.제조기반

세계 용접 보조 기자재 시장은 2015년 4,114백만 달러의 시장으로 전체 용접 시장의 약 2.3%에 해당하며, 전년대비 약 9.2%의 시장 상승률을 보이고 있다. <표 2-2>에서 보듯이, 국내 용접 보조 기자재 시장은 2015년 623억원으로 전년 대비 1.2%의 성장에 그쳐 상대적으로 기술 개발 및 시장 활성화가 둔화 된 상태이다.

<표 2-2> 연간 용접 보조 기자재 시장 현황

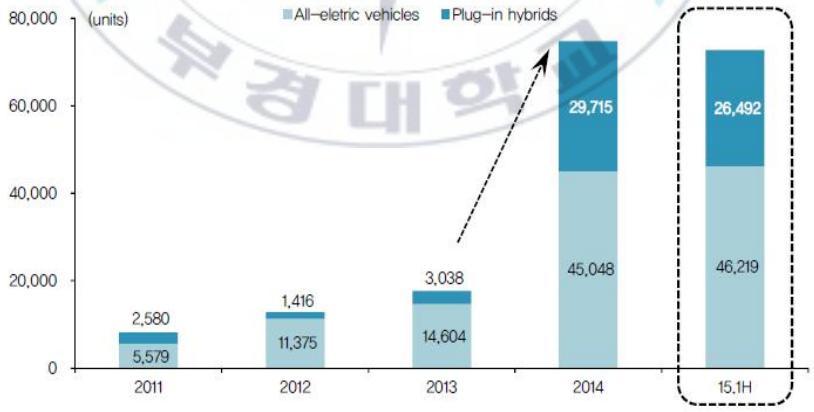
(단위: 억원)

구분	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	성장률 (%)
국내	599	607	614	623	633	642	1.2%
세계	38,503	41,844	45,489	49,985	54,931	60,373	2.3%

출처: 2015년-2017년 중소기업 기술로드맵 전략보고서 5.제조기반

용접 보조 기자재 중 용접용 보조 지그 및 fixture의 비율은 약 10.8%로 통계 되며, 년간 68억 원 정도의 시장 규모로 판단된다. 또한 전체 용접은 조선 산업과 구조용 용접 산업의 약세로 인한 산업 축소가 예상 되는 반면 전기자동차용 특수용접, 우주 항공 산업, 정밀 전자 부품산업, 이차전지 실링 기술 등 고 방열 좁은 비드의 패키징이 필요한 산업의 활성화가 예상되어 전자 빔 용접은 폭발적인 성장이 예상된다.

<그림 2-1> PHEV 전기 자동차의 성장

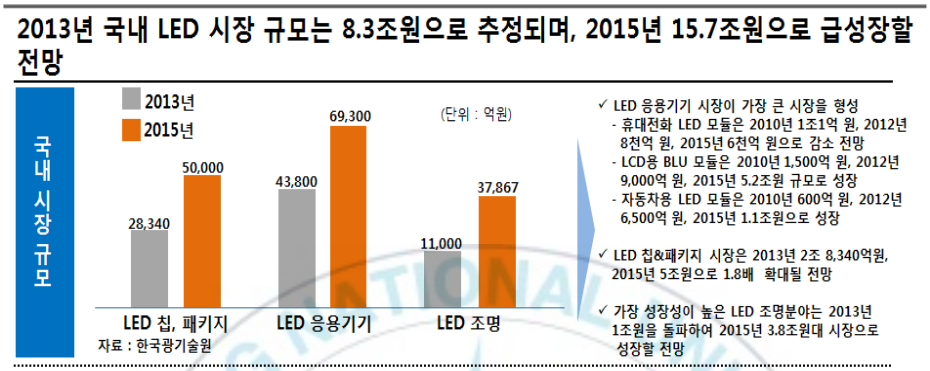


출처 : 메리츠 증권 2015.08 전기 자동차 시장조사

<그림 2-1> 및 <그림 2-2>에서 보듯이 정밀 부품 분야는 이미 LED 조명의 성장, 이차전지 시장의 확대, 전기 자동차의 폭발적 수요 급증으로

E-beam의 패키징 기술과 본 개발기술에서 요구하는 멀티 클램프 지그 기술이 핵심 성장 기술로 판단되고 있다.

<그림 2-2> E-beam 용접 적용 정밀 전자 제품



나. 국내·외 주요시장 경쟁사

본 기술의 경우 용접 물의 형상과 제작 공정에 따라 전용 장치가 설계 제작 되어야 하기 때문에 대부분의 용접 지그의 경우 사용자의 의뢰에 따라 기능이 추가 되어 제작된다. 이로 인하여 일정한 규격 등이 없고 보통 기계 가공업체에서 주문 제작 하는 실정으로 정확한 시장조사가 어려운 측면이 있다. <표 2-3>에 파악되는 경쟁사들을 제시하였다.

<표 2-3> 국내외 주요시장 경쟁사

경쟁사명	제품명	판매가격 (천원)	연 판매액 (천원)
승산테크	만능 용접 지그	350 ~ 1,350	642,000
대명정공	플랜지, 엘보, 레듀사 용접지그	1,050 ~ 1,850	625,400
포항산업과학연구원	고효율 전자빔 용접 지그	비영리	비영리

2. 기술현황 분석

가. 국내·외 관련 기술의 현황

(1) 국내 관련기술 현황

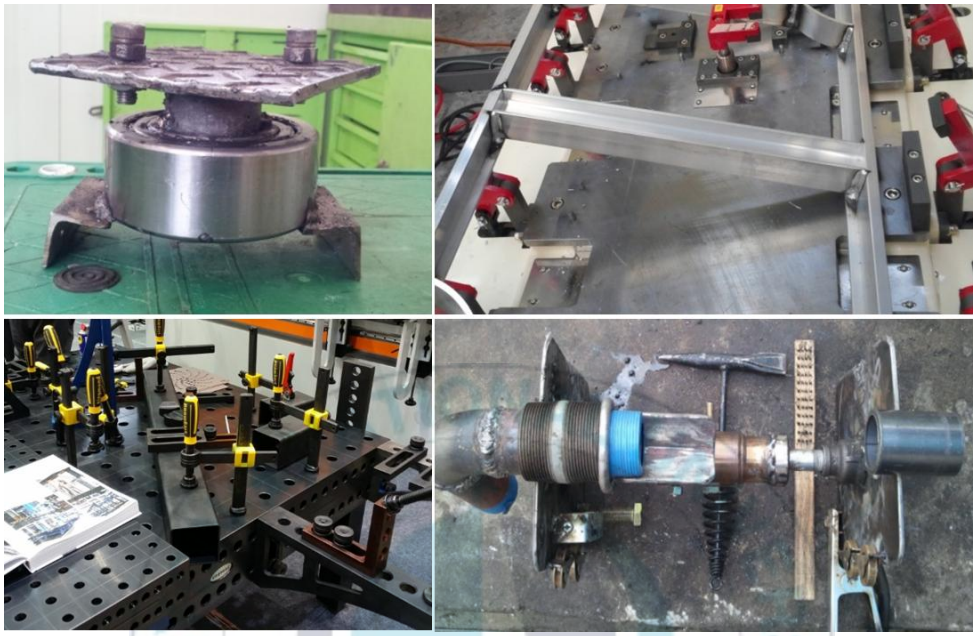
용접, 금형, 열처리, 소성가공, 표면처리, 주물 등 생산 기반 사업은 “6대 낙후 산업”으로 사회적으로 등한시 하는 산업군으로 특히 용접은 가장 중요하지만 등한시 되고 있는 산업군이다. 국내 용접산업은 용접 장비 및 용접재료 업체의 기술 개발의지 부족과 경험있는 엔지니어 및 숙련된 기능의 인력의 부재로 어려운 실정이다.

현재 범용적으로 널리 사용되고 있는 일반 용접은 국내에서도 이미 많은 기술 발전이 이루어져 왔으며 적극적으로 이용되고 있으나, 고밀도 에너지원을 사용하는 전자빔 용접은 타용접에 비해 가지고 있는 많은 장점에도 불구하고 아직까지 일반 용접에 비해 미비한 실적이며 특히 전자빔 용접과 같이 특화된 용접 시스템 제작이 가능한 업체 및 전문인력이 부족하고 용접기와 주변 기기(제어, 지그)와의 연결성이 부족한 상황이다.

현재 E-beam 용접을 가장 많이 사용하는 자동차 업계를 중심으로 용접 업체마다 고유의 용접 지그를 전용 제작하여 사용하고 있다. 또한 판매를 위해 용접 지그를 출시하는 업체는 한정적이고, E-beam 용접뿐만 아니라 다른 용접에도 함께 적용가능 한 용접 지그와 Fixture가 제작 판매되고 있다.

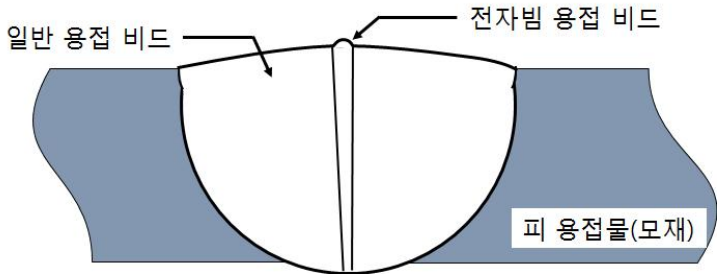
<그림 2-3>와 같이 현재 가장 많이 사용되고 있는 용접의 효율과 비드의 일정성, 용접 후 치수의 정확성, 용접 후 변형을 방지하는 fixture의 효과 중 fixture의 효과에 중심을 두는 지그 제작 방식으로 용접 전후의 제품의 변형을 최소화하기 위한 설계가 중점적으로 이루어져 있다.

<그림 2-3> 여러 가지 용접 지그의 형상



<그림 2-3>과 같이 여러 용접기에서 사용가능한 용접 지그는 용접 깊이 대비 폭의 비가 10:1~30:1인 전자 빔용접에는 비드의 위치와 폭 때문에 적용이 어려우며 이는 <그림 2-4>와 같이 용접 비드 크기에 기인하고 있다.

<그림 2-4> 용접 전자 빔 용접의 깊이 대비 폭



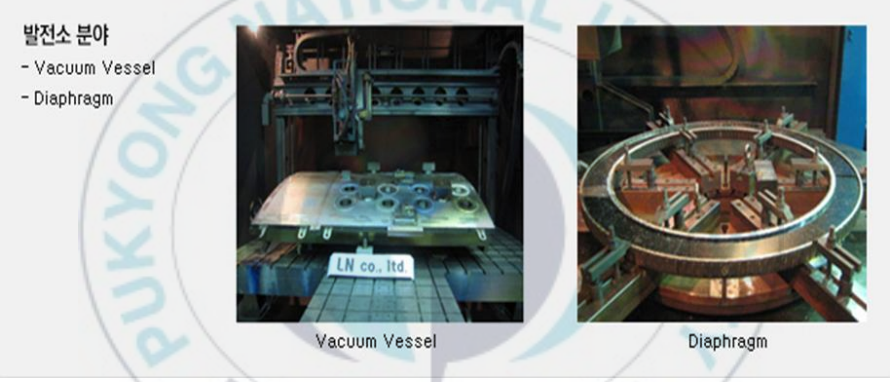
비드의 폭이 레이저 용접과 함께 가장 좁을 전자빔 용접은 서보제어기를 사용하여 용접 변수들을 정확히 제어해야 하며, 이를 고려한 회전 속도 이

동 속도를 유지하는 용접 지그가 필요하다.

(2) 국외 관련기술 현황

전자빔 용접은 1950년대 프랑스과 독일에서 거의 동시에 개발되었으며, 원자력 산업분야에서 사용이 시작되었으며, 항공산업 분야로 확대 적용되기 시작하였다. 현재는 <그림 2-5>~<그림 2-7>에서 보듯이 고정밀도 및 고품질의 용정성능이 요구되는 항공우주산업, 반도체 장비산업, 원자력산업 및 자동차 산업 등과 같은 일반적인 산업에도 널리 이용되고 있다.

<그림 2-5> 발전소 분야의 전자빔 적용 사례



PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY
부경대학교

<그림 2-6> 압력용기, 진공부품 분야의 전자빔 적용 사례

<그림 2-7> 자동차 분야의 전자빔 적용 사례

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY
부경대학교

나. 국내외 연구개발 및 지식재산권 현황

<표 2-4>에서 알 수 있듯이 2000년 이후 전자빔 용접의 소개 및 재료 종류에 따른 전자빔 용접 특성에 관련된 연구가 지속적으로 이루어지고 있다. 2009년 이후 산업분야에 적용하기 위한 연구 개발이 활발히 이루어지고 있으나, 생산성 향상을 위한 시스템 및 지그 등의 주변장치에 관련된 연구는 다소 부족한 것으로 파악된다.

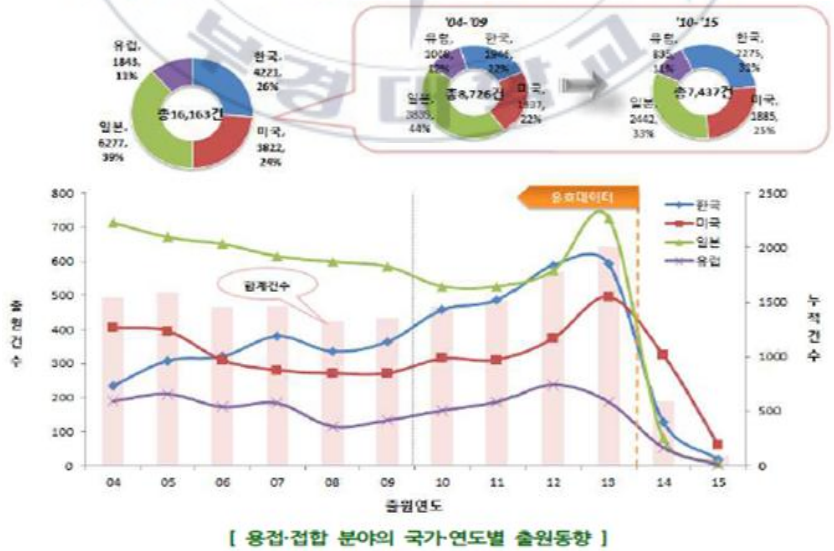
<표 2-4> 국내외 연구개발 현황

- 모듈 형 터빈 다이아프람의 전자빔 용접 기술
- 전자빔 용접의 기능과 이용법
- 전자빔 용접기용 진공용기의 구조해석
- 전자빔 용접된 Cu / STS 304강의 미세조직과 강도에 관한 연구
- 전자빔 용접된 고장력 알루미늄 합금 용접부의 고온균열 발생 및 특성에 관한 연구
- 전자빔 용접에서 이온전류에 의한 On-Line Process Monitoring
- 전자빔 용접 측정 시스템에 관한 연구
- 전자빔 용접장치를 이용한 미세접합
- 전자빔 용접시스템 국산화 개발
- 전자빔 용접의 활용
- 전자빔 용접기의 설계·제작 기술
- 전자빔 용접된 Cu / STS 304강의 미세조직에 관한 연구
- 전자빔 용접의 특성과 국내 기술현황
- 전자빔 용접시 자기에 의한 빔 편향과 탈자에 관한 고찰
- 전자빔 용접기 진공 작업실의 구조설계
- 비행체 용접용 전자빔 용접장치 개발
- 9% Ni강의 전자빔 용접성에 관한 연구
- 대형 전자빔 용접장치의 적용사례 고찰
- 고온용 이종금속간 전자빔 용접부의 기계적 성질에 관한 연구
- 항공우주 산업에서 전자빔 용접 - 이종재료 용접을 중심으로

<표 2-5> 국내외 전자빔 관련 지식재산권 현황

지식재산권명	출원인	등록 여부	출원국/ 출원(등록)번호
전자빔 용접용 멀티 용접물 클램프 지그	㈜태진기공	등록	10-1572083-0000
전자빔 용접기용 지그 장치	현대자동차 주식회사	등록	한국/1020080024430
자동차의 전자빔 용접 포커스 setting 장치	현대자동차 주식회사	등록	한국/1020040044941
전자빔 용접 척	현대 모비스 주식회사	등록	한국/1020020073574
자동용접 방법 및 그장치와 용접 구조물	가부시끼가이샤 도시바	등록	일본/1019990010141
고효율 전자빔 용접 지그	포항산업과학연구원	등록	한국/1020120156425
전자빔 용접기의 지그 장치 및 용접 방법	한국 기계 연구원	등록	한국/102010007829

<그림 2-8> 용접, 접합 분야의 국가-연도별 출원 동향



[용접·접합 분야의 국가·연도별 출원동향]

3. 내부 기술역량 및 전략

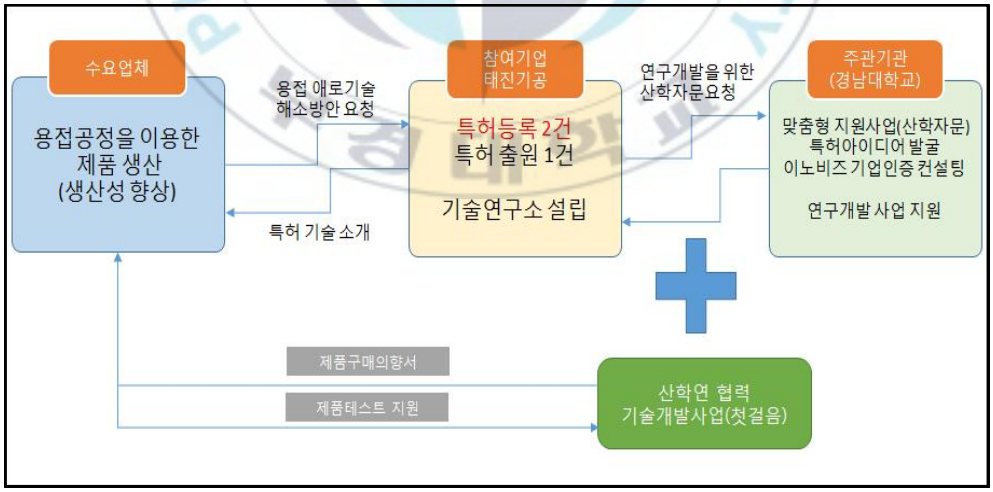
가. 개발기술 관련 기술 역량 현황

"전자 빔 용접 멀티 클램프 지그 개발" 과제는 수요업체에서 ㈜태진기공으로 요청된 애로 기술로 산학 기술자문을 통한 특허 출원 및 등록 완료(특허등록 : 제10-1572083호) 된 기술이다.

특허 기술에 대한 시제품 제작 및 성능 검증을 통한 기술 확보시 수요업체가 구매 의향이 있는 상황이다.

㈜태진기공은 2015년 이후 연구개발을 통한 기술력 확보를 위한 노력을 지속적으로 추진하고 있으며 기술연구소 설립, 특허 출원 (3건), 경남대학교 기업 등록, 이노비즈 인증 컨설팅 등의 성과를 가지고 있다.

<그림 2-9> 기술 개발 준비 현황



연구 논문 및 해당분야에 대한 선행 연구 기술 자료를 확보 분석 하였으며, 합금 조성과 열처리에 따른 용접성 구현 등 여러 기술적 방법을 선행

하여 조사를 하였다. 선행 연구 결과 거의 모든 금속에 대하여 최대 150mm(6 in.)의 두꺼운 소재의 맞대기 및 겹침 용접도 개발 목표로 하는 지그로 용접 기능해야 일반적인 상용화와 규격화가 가능함을 확인하였다. 또한 열 변형량과 수축량을 극히 적게 유지 하여야 하고 용접 변수들을 정확히 제어해야 보통 사용되고 있는 항공기, 미사일, 핵시설, 자동차, 정밀 전자 부품, 등에 적용 가능한 것으로 조사되었다.

지적 재산권 현황을 분석한 결과 관련 특허가 6건 검색되었으며, 그 내용은 자동차 전자 빔 용접용 척과 고효율 전자 빔용접 용 지그에 대한 것이며, 본 과제의 기술 개발 내용인 전자빔 용접 용 멀티 지그와 적용 목적은 유사하지만 제작 의도와 방향이 다른 것으로 확인되었다.

본 과제에서 개발하고자 하는 기술은 선행기술과 일부 유사한 공정을 가지기는 하나, 전체적인 공정과 그 결과물에 있어서는 상당한 차이를 가지며, 그 차이점은 기존 대비 정밀한 치수를 보정하기 위한 여러 가지 보조 장치와 회전 방식인 용접 물을 다수 개 장착을 통한 효율의 극대화란 점에서 분명한 차이점을 가지는 것으로 조사되었다.

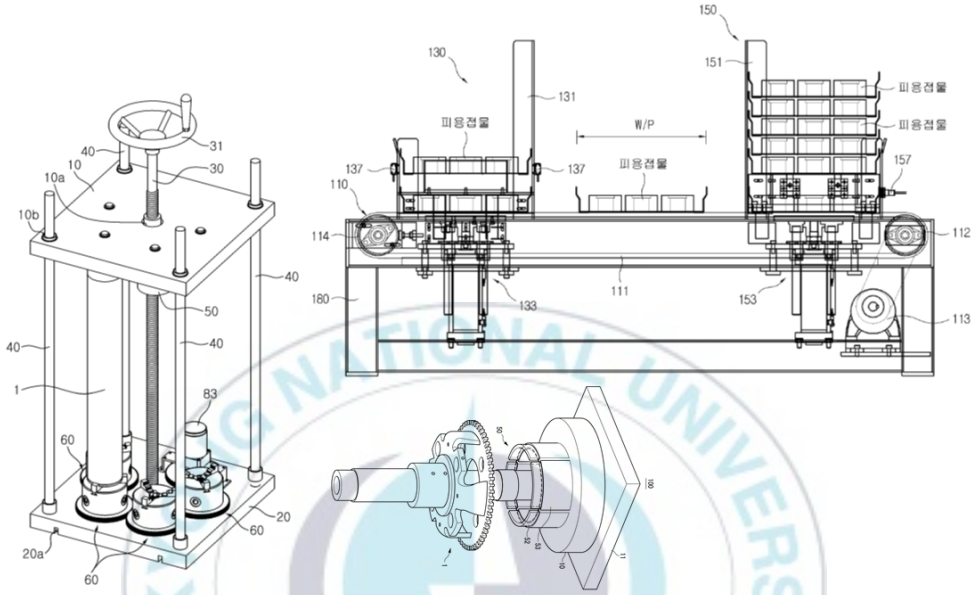
나. 기술개발 차별화 및 선행특허 회피 전략

<그림 2-10> 및 <표 2-4>과 같이 전자 빔 용접 용 지그에 대한 여러 특허들이 출원 되어 있지만 대부분의 특허가 용접 제작 업체인 end user가 제작에 사용하기 위하여 개발 한 제품으로 공용성이 결여 되어있다.

본 기술은 규격화 되어있지 않은 품목으로 제작과 사용에 자유로우며, 기술 개발 완료 시 피용접물의 재료와 크기에 따라 규격화가 필요하며 본 과제를 통해 규격화의 기초연구가 가능할 것으로 판단된다. 최종 제작 하고자 하는 전자 빔용접용 멀티 지그는 일부 기타 업체에서 지적 재산관이 출원 되어 있지만 개발 하고자 하는 핵심 목표인 공용성은 아직 누구도 제

작 도전 하지 않았다.

<그림 2-10> 전자 빔 용접 용 지그 특허



기술 개발 완료 시 공용성과 규격 성을 갖춘 전자 빔 용접 용 멀티 클램프 지그를 상용화 할 것으로 기대된다.

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY 부경대학교

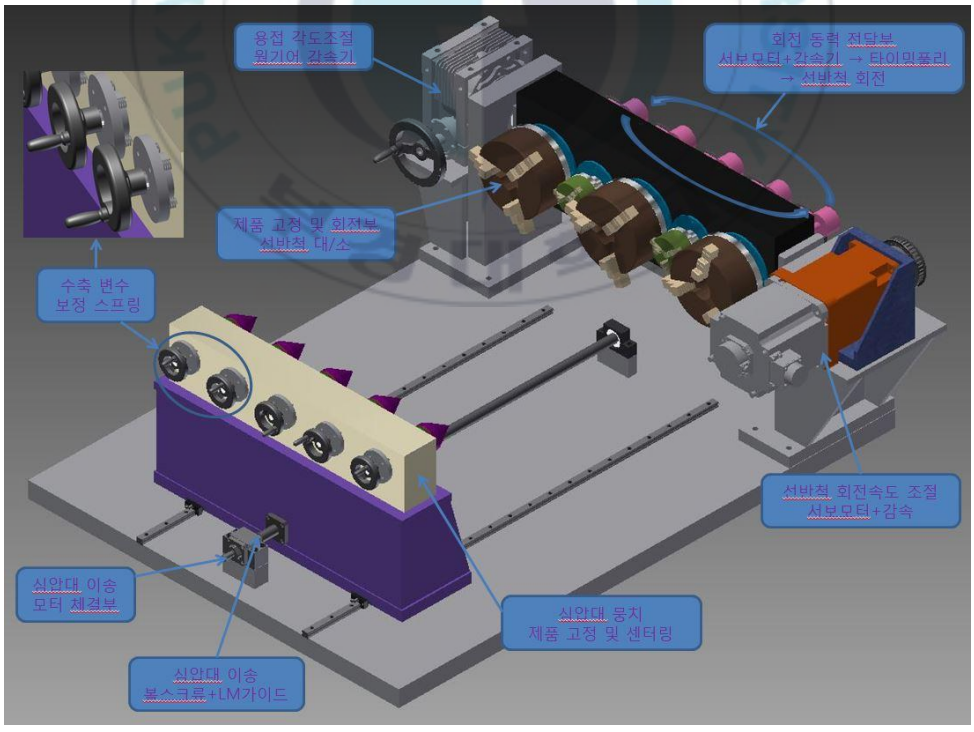
Ⅲ. 기술개발의 목표 및 개발내용

1. 개발목표 및 개발내용

가. 기술개발 목표

기술개발의 목표는 전자 빔 용접 진공 챔버 내에 다수개의 용접물을 일체의 지그 상에 설치하여 균형도 유지와 함께 회전속도를 제어하는 멀티 용접 지그를 개발하는 것이다. 다양한 재료사이즈 및 형태(원형파이프, 다각형 파이프 등), 다수개의 용접, 용접재료의 길이 조절 가능, 다양한 형태의 각도에서 용접, 길이방향 각도조정(틸팅) 등을 특징으로 하고 있다.

<그림 3-1> 전자빔 용접 멀티 클램핑 지그 개요도



나. 기술개발 내용

본 과제에서 개발하고자하는 기술은 회전과 틸팅을 동시에 제어하는 멀티 용접 클램프 지그로서 진공챔버 내에 다수개의 용접물을 일체의 지그상에 설치하여 균형도를 유지하는 동시에 용접물의 회전 속도를 제어하여 용접의 균일성 및 변형을 최소화하도록 용접물을 고정하는 클램프 지그를 개발하였다. 세부적인 내용들은 다음과 같다.

(1) 회전과 틸팅을 동시 제어하는 고생산 전자빔 용접용 Rotary시스템 구성 내용

① 주축척 회전 및 속도 조절부

: 서보모터와 감속기를 이용한 회전 발생

: 다각형 제품의 용접을 위한 각도 조정

② 회전동력 전달부

: 서보모터와 감속기의 발생된 회전을 타이밍 벨트를 통하여 제품 고정 주축대에 전달하여 제품을 회전

: 다수개의 제품 고정척을 회전시키기 위한 벨트, 풀리의 구성

③ 용접 각도(틸팅) 조절부

: 제품 길이 방향의 각도를 조절

④ 심압대

: 용접될 제품이 길 경우 제품고정 및 센터링

⑤ 제품길이 조절부

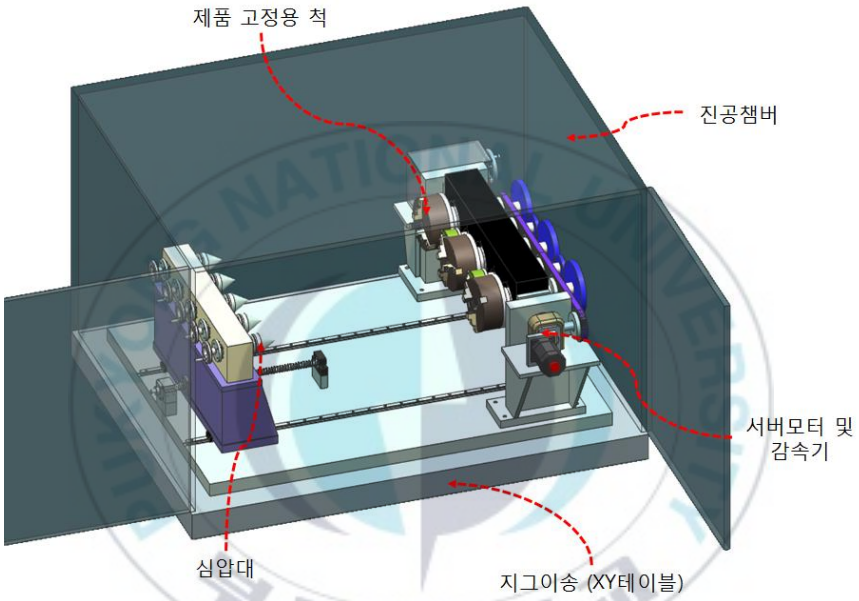
: 제품 사이즈에 따른 길이 조정

⑥ 서보모터 등 Rotary 시스템 제어 장치

(2) 회전과 틸팅을 동시 제어하는 고생산 전자빔 용접용 Rotary시스템의 동작 및 구성

전자빔 용접기의 진공챔버 속에서 원형모재를 용접하기 위해 원통도유지(장축의 용접 물 or 선반 척에 온전한 셋팅이 어려울 때 심압대를 사용하여 용접물의 원통도 유지) 및 회전속도를 제어하여 용접의 균일성과 변형을 최소하기 위해 다음의 순서로 동작한다.

<그림 3-2> 진공챔버 내 멀티 클램핑 지그



① 선반척에 피 용접물이 원형의 모재를 setting 가능 하도록 구성

② 심압대 뭉치를 이동하고 심압대 handle로 센터를 전진시켜 피용접 물을 고정

③ 서보 모터 회전을 감속 시키며 제어 연동된 속도로 회전 속도 고정

④ 선반 척이 회전하며 Rotrary 용접

(3) 회전과 틸팅을 동시 제어하는 고생산 전자빔 용접용 Rotary시스템 개발 내용

<표 3-1>은 회전과 틸팅을 동시 제어하는 고생산 전자빔 용접용 Rotary 시스템 개발 내용을 나타내고 있다.

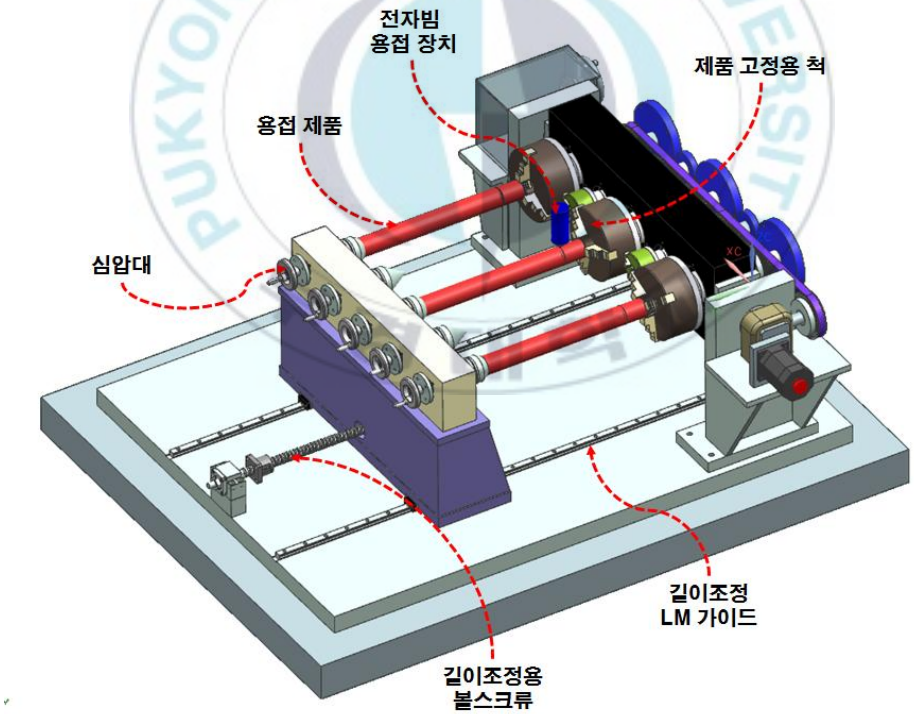
<표 3-1> 고생산 전자빔 용접용 Rotary시스템 개발 내용

① 다양한 형상 및 재료 사이즈, 다수개 제품의 연속용접가능 지그 개발
② 제품크기에 따른 길이 조정 및 재료 수축에 대한 보정 장치 개발
③ 다양한 제품의 형태에 따른 용접 각도 제어(원형, 사각등 다각형)장치 개발
④ 제품 길이 방향 각도 조정(틸팅 기능) 장치 개발
⑤ 틸팅 및 회전 각도 제어 장치
⑥ 역회전 백래쉬 최소화를 위한 구동장치 개발
⑦ 원형 용접 시편에 용접 진행 후 용접 성능 평가

구체적인 내용을 그림과 함께 살펴보면 다음과 같다.

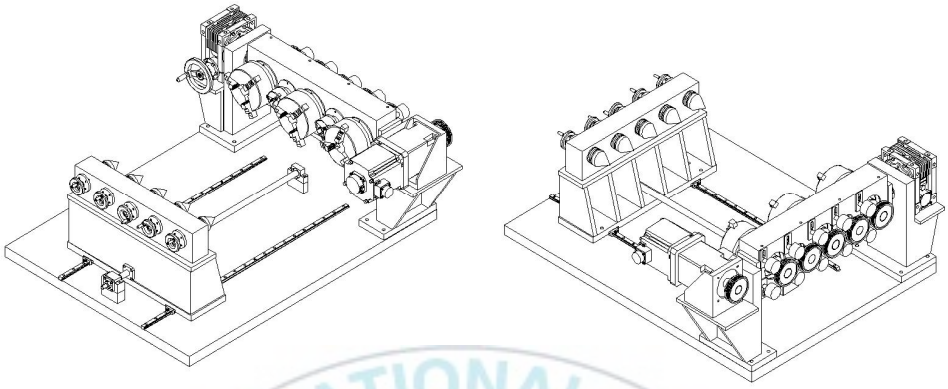
① 다양한 형상 및 재료 사이즈, 다수개 제품의 연속용접가능 지그 개발

<그림 3-3> 전자빔 용접 지그 개요도



다수 개의 피 용접 물 삽입 홀을 형성 시켜 각각 회전체의 일측 고정판에 고정 되어 회전하도록 구성하였다.

<그림 3-4> 전자빔 용접 지그 개요도



용접을 위한 측면이 노출되게 클램프와 삽입 홀을 구성하고 톱니가 형성된 기어부로 이루어진 일체의 지그 유닛을 다수 개 구성하였다.

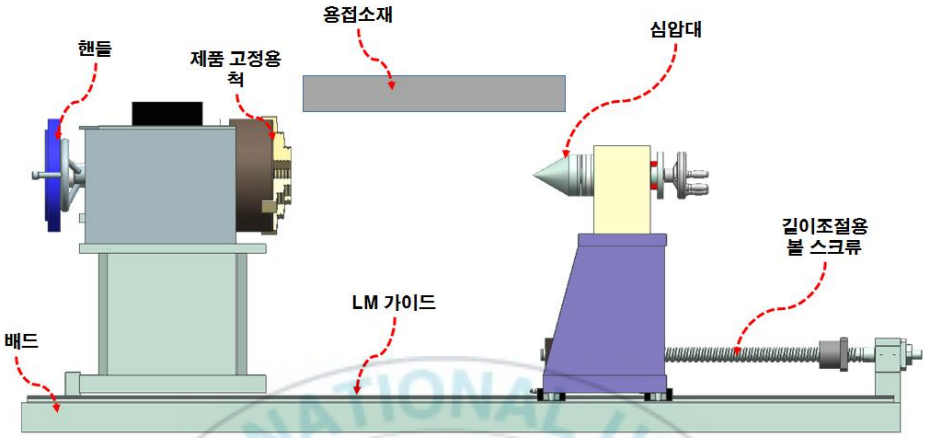
유닛을 지지하는 지지부 한쪽면에 동력을 전달하는 구동 모터, 감속기와 감속 기어를 구성하여 회전 속도를 제어, 서보제어기와 연동하여 피 용접물의 여러 면과 곡면을 한 번에 용접하도록 구성하였다.

감속기와 감속 기어와 함께 타이밍 벨트의 연동 회전을 통한 제어가 이루어지도록 하였다.

② 제품크기에 따른 길이 조정 및 재료 수축에 대한 보정 장치 개발

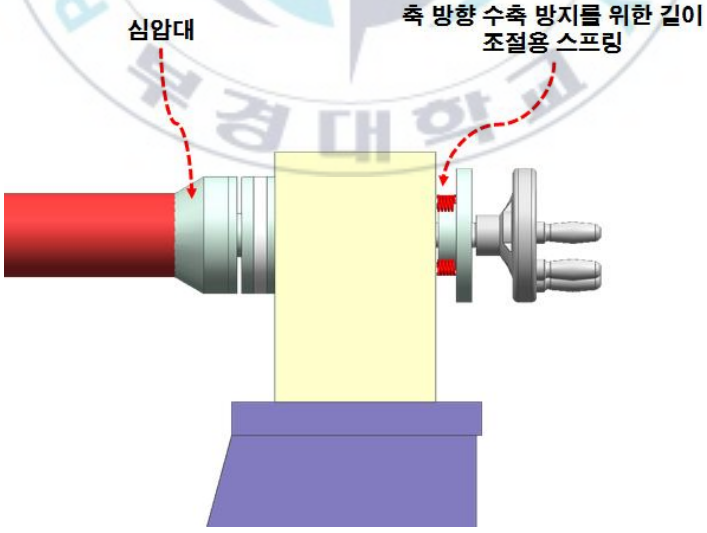
배드 플레이트 상면에 제품 길이 맞게 조정이 가능한 LM가이드레일이 설치하였고, 심압대가 설치되는 이동체의 하부 본체에 저면 LM가이드레일을 설치하여 XY 축 이동을 보정하도록 하였다.

<그림 3-5> 용접 제품 길이 조정 장치 개요도



LM 가이드 레일 사이에 이격된 서포터를 설치하여 서포터와 서포터를 수평으로 연결하였고, 회전모터의 구성으로 스크류 축에 대하여 보정하도록 하였다.

<그림 3-6> 길이방향 수축보정 장치 개요도



전자빔 용접시 발생하는 길이 방향 수축 보정 장치(10mm)의 경우 심압대 외부 핸들과 지지판 사이에 압축스프링을 사용하여 길이 및 방향을 수축 및 보정하도록 하였고 용접시 재료 수축에 대한 변수가 보정이 가능하도록 하였다.

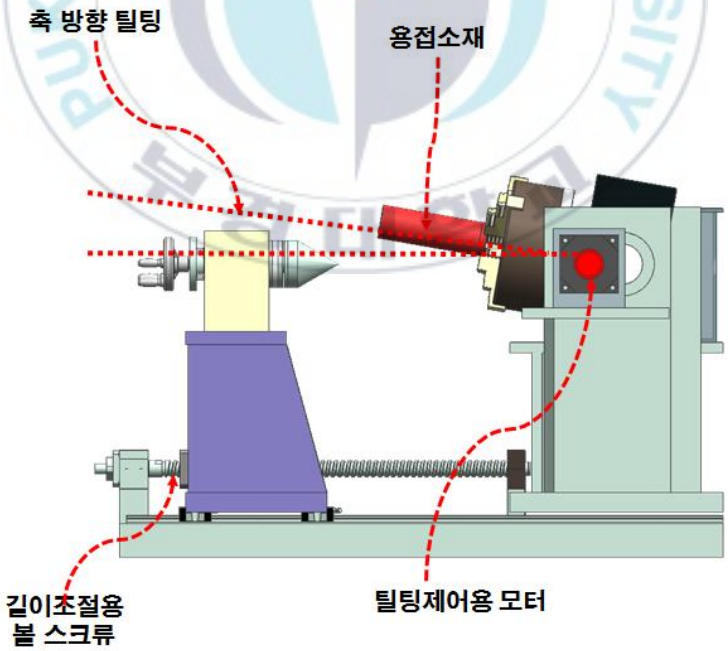
③ 다양한 제품의 형태에 따른 용접 각도 제어 (원형, 사각등 다각형) 장치 개발

스크류축과 내주 면에 회전 홀이 형성된 회전 유도부가 피용접 물의 6면 혹은 곡면에 따른 연속 용접이 가능하도록 하는 클램프를 구성하였다.

④ 제품 길이 방향 각도 조정(틸팅 기능) 장치 개발

길이 방향을 각도 조절이 가능하도록 개발하였고 다양한 각도에서 용접이 가능하도록 하였다.

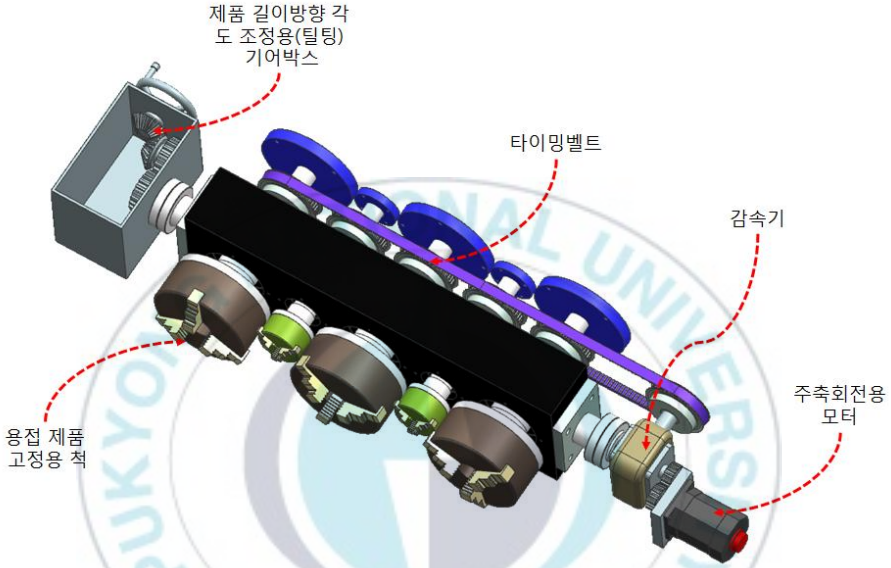
<그림 3-7> 용접 제품 각도 조절 장치 개요도



⑤ 틸팅 및 회전 각도 제어 장치 개발

용접대상이 일정속도로 회전하여 전둘레를 용접할 수 있도록 일정 각도 및 회전과 틸팅이 가능한 제어 장치를 개발하였다.

<그림 3-8> 용접물 회전 및 다수개 제어 장치 개요도



⑥ 용접 백랙쉬 최소화를 위한 구동장치 개발

다양한 동력 전달 장치의 비교 분석 및 선택이 가능하도록 하였고 백래쉬가 최소화될 있는 타이밍벨트로 설계하였다.

⑦ 원형 용접 시편에 용접 진행 후 용접 성능 평가

멀티 클램프 지그의 작동성과 용접 성능을 평가하였고 전자빔 용접 업체를 선정하여 테스트를 실시하였다.

2. 기술개발의 평가방법 및 평가항목

<표 3-2>는 기술개발의 평가방법 및 평가항목을 나타내고 있다.

<표 3-2> 기술개발의 평가방법 및 평가항목

평가항목 (주요성능 Spec[1])	단위	비중[2] (%)	세계최고 수준 (보유국/보유기업)	연구개발전 수준	개발목표치	개발결과	평가방법[3]
1.제품 동심도	㎜	30	0.05mm (독일/트럼프)	0.2mm	0.08mm	0.04mm	KS B 1319 ※공인인증기간 성적서 제출
2.제품 직진도	㎜	30	0.1mm (독일/트럼프)	0.5mm	0.1mm	0.05mm	KS B ISO 2768-2 ※공인인증기간 성적서 제출
3.백래시최소화 (정/역회전 변경시 오차최소화)	㎜	20	±5mm이내 (독일/트럼프)	±10mm 이내	±5mm이내	0.33mm	KS B 0913-6 ※공인인증기간 성적서 제출
4.용접전 용접부의 동심도 (각각의 척에개별적으로 세팅후 측정)	㎜	5	0.05mm (독일/트럼프)	0.2mm	0.08mm	0.066mm	KS B 1319 ※공인인증기간 성적서 제출
5.용접전 용접부의 동심도 (여러개를 동시에 세팅한후 구동시키면서 측정)	㎜	5	0.05mm (독일/트럼프)	0.2mm	0.08mm	0.066mm	KS B 1319 ※공인인증기간 성적서 제출

본 개발 기술의 주요 성능에 평가항목은 제품 동심도, 제품 직진도, 백래시최소화, 각각의 척에 개별적으로 세팅후 측정한 용접전 용접부의 동심도, 여러개를 동시에 세팅한 후 구동시키면서 측정한 용접전 용접부의 동심도가 있다. 평가결과 연구개발 수준 보다 모든 평가 항목에서 개발 목표치에 도달하였으며, 세계최고 수준인 독일의 성능과 비교하였을 때도 상회하게 되었다.

Ⅵ. 개발기술에 대한 사업화 방안 및 기대효과

1. 개발된 기술을 활용한 사업화 방안

가. 용접, 접합 분야 산업연관구조 및 목표시장 분석

레이저 용접, 전자빔 용접 등의 고에너지 용접기술이 크게 발전하고 있으며, 전통적인 용접기술을 대체해 나가고 있다. 고에너지 용접은 전통적인 아크용접에 비해 단위길이 용접을 위해 요구되는 에너지가 작기 때문에 환경 친화적이며, 관련 장비기술이 급속히 발전하여 성능은 크게 향상하였으나 장비가격은 감소하고 있어, 용접분야에서의 사용이 확대될 것으로 전망되고 있다.

<표 4-1>에서와 같이 용접산업은 자동차, 조선, 건설, IT산업등 다양한 산업과 연관관계를 가지고 있다.

<표 4-1> 용접, 접합 분야 산업연관구조

후방산업	용접, 접합	전방산업
- 자동차 산업 (차체, 자동차 부품) - 조선산업 (선체, 조선기자재) - 건설/플랜트 산업 (압력용기, 배관) - IT산업 (반도체 패키징, 기판)	- 용접기 - 용접봉 - 용접기 주변 부품 - 삽입 금속 - 자동 용접기 - 브레이징/솔더링 - 용접 모니터링 - 비파괴 시험 - 용접 공정/시공	- 소재산업 (탄소강, 저합금강, 비철금속, 내열강) - 전자산업 (회로설계, 파형설계, 레이저 소스, 자동화 SW) - 기계 산업 (자동화 설비, 로봇)

위와 같은 고효율 용접 기술이 확대되고 있으며 특히 자동 및 반자동용 용접에 주로 사용되는 지그 등은 조선용으로 주로 개발되어져 왔으나 현재, 다양한 산업분야(반도체, 자동차 등)의 용접에 적용되고 있기 때문에, 기술개발 파급효과가 우수하고 중소기업이 주도적으로 기술개발 할 수 있는 분야로 사업화 가능성이 높은 분야다.

나. 개발 기술 활용 제품 개발 계획

본 기술개발을 활용해 정밀 전자 제품 중, 무유도 정밀 shunt 저항 중대 전력용 양산품에 대해 국내 저항기 전문 제조업체와 시험평가를 수행하여 신뢰성(Reliability)을 확보함과 동시에 국내외 시장을 선점할 계획이다. 본 기술개발 결과가 적용될 전자 빔 용접기 정밀 전자 부품용 정밀 부품에 대해 국내외 주요 수요기업에서 많은 관심을 가지고 있으며, 차후 구매를 위한 확약 또는 의향을 밝히고 있어서 향후 전망을 긍정적으로 평가할 수 있다.

또한 본 기술개발 결과를 바탕으로 설비 증설 없이 정밀 전자 제품뿐만 아니라, 이차전지, 전기자동차 등의 고방열 정밀 패키징 접합 기술에 대한 지속적인 제품개발 및 핵심품목 가공을 통해 월 생산량 및 매출액의 향상을 도모하고자 한다.

다. 신뢰성(Reliability) 인증 확보 계획

신뢰성을 확보하기 위해서 구조해석을 통한 용접지그의 작동 시뮬레이션 및 설계 최적화를 계획하고 있다. 또한 전자빔 용접업체와의 협업을 통한 용접테스트 및 지그시스템 신뢰성 테스트를 실시할 예정이다. 구체적으로 용접 효율성, 생산성 검사, 작동신뢰성 검사를 실시할 예정이며, 제품 출시 전 지속적인 수명시험 및 내구성 시험을 통해서 신뢰성을 확보할 계획이다.

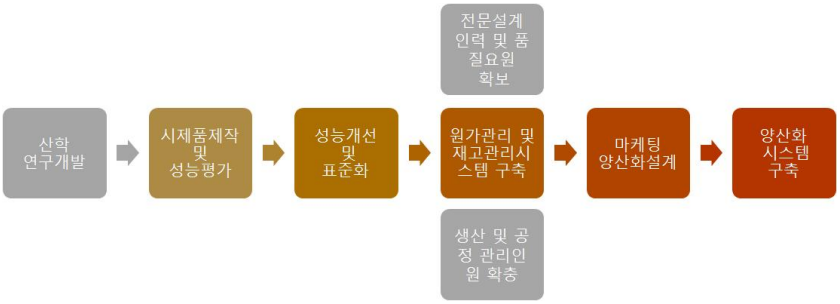
라. 특허출원 등 기술보호 및 기술이전 계획

본 과제의 기술은 특허등록 제10-1572083호, “전자빔 용접용 멀티 용접물 클램프 지그 기술”로 특허 출원 및 등록 완료된 기술이다. 향후 추가적인 연구개발 과정에서 발생하는 기술에 대해서 지식재산권을 확보할 계획이다. 이를 위해서, 핵심 기술에 대한 특허 가능성 여부 확인 및 특허 대상 선정, 핵심 기술 세부 항목에 대한 선행기술 조사, 당사 내부 연구 인력과 변리사 사무실을 통한 선행기술 조사, 국내 특허, 국제 특허(PCT) 등의 특허 출원과 등록, 공공기관의 특허 지원 사업 참여 등을 할 계획이다.

마. 제품 양산계획

현 거래처인 LN에서 맞춤형 용접지그 제작 요청이 있으며 전자빔을 사용하는 제조업체의 요구 사양을 만족할 용접지그 개발이 이뤄진다면 구매할 의향이 상당하다. 따라서 진공 챔버 사이즈에 따라 2~10개의 다수의 제품 동시용접과 여러 제품 사이즈 및 길이까지 맞춤형으로 제작하여 납품할 계획이다. 또한 전자빔 용접용 외에 여러 방법의 용접(레이저용접등)에도 사용할 수 있는 범용성을 검토 개발하여 3차원의 용접물 용접에 공용사용될 수 있는 지그로 제작 판매 계획이다.

<그림 4-1> 양산 계획 및 방법



바. 판로확보 및 마케팅 계획

(1) 양산 제품의 마케팅・판매 전략(판로 확보 방안)

첫째, 거래 업체를 통한 직접 방문에 의한 마케팅을 할 계획이다. 이를 위해, 거래 업체 및 연관 관계에 있는 업체의 직접 방문을 통한 마케팅 및 판로 확대, 당사와 거래 관계 및 밀접한 관계에 있는 협력사를 직접 방문에 의한 마케팅 및 판로 확대, 관련 업체 지인들과 지인들의 소개를 통한 마케팅 및 판로 확대를 할 계획이다.

둘째, 국내・외 전자빔 용접 제조 및 전자빔 용접 업체를 조사하여 마케팅을 할 계획이다. 이를 위해, 조사된 국내의 전자빔 용접 제조 및 전자빔 용접 업체 조사들을 직접 방문하여 적극적인 마케팅, 국내는 주기적으로 전화 및 E-mail을 통한 관리 및 홍보, 국외도 주기적으로 E-mail을 통해 관리 및 홍보를 할 계획이다.

셋째, 국내・외 관련 제조업체 On/Off Line 조사를 계획이다. 이를 위해, 국내・외 관련 박람회, 전시회를 통한 전자빔 용접 제조 및 전자빔 용접 업체 조사, 인터넷 검색을 통한 국내・외 관련 제조업체 조사, 조사된 제조업체들을 Database화할 계획이다.

넷째, 국내・외 관련 전자빔 용접 제조 및 전자빔 용접 업체에 마케팅을 할 계획이다. 이를 위해, 조사된 국내의 관련 제조업체들을 직접 방문하여 적극적인 마케팅, 국내는 주기적으로 전화 및 E-mail을 통한 관리 및 홍보, 국외도 주기적으로 E-mail을 통해 관리 및 홍보를 할 계획이다.

(2) 개발제품의 수출 방안

첫째, 해외 박람회, 전시회 등 참여를 통한 마케팅을 할 계획이다. 이를 위해, 국내・외 관련 박람회, 전시회 참여를 통한 제품 마케팅 및 판로 확대, 지자체, 정부 유관 기관의 박람회, 전시회 지원 사업 참여를 할 계획이다.

둘째, 홈페이지를 통한 마케팅을 할 계획이다. 이를 위해, 전자빔 용접 제조 및 전자빔 용접 업체 조사를 통한 홈페이지 자유 게시판 등을 활용한 당사 제품 홍보 및 마케팅, 당사 홈페이지 구축을 통한 개발 제품의 홍보 및 팝업창을 사용한 제품 홍보를 할 계획이다.

셋째, 해외시장(또는 고객) 발굴을 위한 정보수집 활동을 할 계획이다. 이를 위해, 국내·외 전자빔 용접 제조 및 전자빔 용접 업체 조사 On/Off Line 조사, 국내·외 관련 박람회, 전시회를 통한 전자빔 용접 제조 및 전자빔 용접 업체 조사, 인터넷 검색을 통한 국내·외 전자빔 용접 제조 및 전자빔 용접 업체 조사, 조사된 제조업체들을 Database화시킴으로 핵심기술을 사업화할 경우에도 마케팅 자료로 이용할 계획이다.

2. 기술개발에 대한 기대효과

가. 기술개발 후 국내·외 주요 판매처 현황

기술개발 후 예상되는 국내·외 주요 판매처 현황은 <표 4-2>와 같다.

<표 4-2> 기술개발 후 국내·외 주요 판매처 현황

판매처	국가명	판매단가(천원)	예상 연간 판매량(ea)	예상 판매기간(년)	예상 총판매금(천원)	관련제품
LN	한국	49,800	2	5	498,000	E beam 용접 지그
한라이비텍	한국	51,000	1	5	255,000	E beam 용접 지그
EBW코리아	한국	51,000	1	1	51,000	Shunt 용 지그
빔텍	한국	45,000	1	2	90,000	E beam 용접 지그
세진기연	한국	50,000	1	2	100,000	E beam 용접 지그
진아교역	한국	50,000	1	3	150,000	E beam 용접 지그
한국웰테크	한국	50,000	1	1	50,000	E beam 용접 지그
화인테크	한국	50,000	1	1	50,000	E beam 용접 지그
AUTOEN	한국	50,000	1	2	100,000	E beam 용접 지그
두원중공업	한국	50,000	1	1	50,000	E beam 용접 지그

LN, 한라이비텍 등 나열된 기업들은 본 기술에 대한 개발회사의 주요 고객사로써 기술개발에 대해서 니즈를 보였고 기술이 개발될 경우 구매의사를 보였던 기업들이다. 현재 판매에 대해서 협의를 진행 중인 사항들을

바탕으로 연간 예상 판매량 및 기간을 산출하여 제시하였다.

나. 기술개발에 따른 연도별 기대효과

기술개발에 따른 연도별 기대효과는 <표 4-3>과 같다.

<표 4-3> 기술개발에 따른 연도별 기대효과

구 분		사업화 년도		
		(2017)년 (개발종료 해당년)	(2018)년 (개발종료 후 1년)	(2019)년 (개발종료 후 2년)
사업화 제품		전자빔 용접지그	전자빔 용접지그	전자빔 용접지그
투자계획(백만원)		50	50	100
판매 계획 (백만원)	내 수	500	700	1,000
	수 출	0	50	100
	계	500	750	1,100
수입대체효과(백만원)		100	200	300
고용 창출(명)		1	1	2

내수에서 개발종료 해당년인 2017년 500만원, 2018년 700만원, 2019년 1,000만원의 매출액을 달성하려고 계획을 하고 있다. 이를 통해서 수입대체효과로 2017년 100만원, 2018년 200만원, 2019년 300만원을 달성하여 국민경제에 기여할 수 있을 것으로 기대하고 있다. 또한 2018년부터는 수출을 진행하여 점진적으로 해외부문의 매출을 달성하려고 계획을 하고 있다.

다. 고용창출 효과 및 고용의 질 향상

기술개발을 통한 고용창출 효과 및 신규인력 채용이 클 것으로 기대된다. 이를 위해서, 전문설계 인력 및 품질 요원 확보, 지속적인 연구개발을 위한 전문 설계 인력 확보, 품질관리 및 유지를 위한 전문 품질 요원 확보, 정부의 전문인력지원사업 참여를 통한 인원 확충, 생산성 향상 및 품질 안정을 위한 생산품질 전문 인력 확충을 할 계획이다.

또한, 고용유지를 위한 복리후생 및 고용의 질을 향상시키기 위한 기업 자체적 방안으로, 근로자의 능력향상을 위한 지속적인 전문 교육, 대학과 협업하여 개인의 역량향상을 위한 교육, 고등교육의 기회 확대할 계획이다. 그리고 신규인력에 대한 교육 프로그램 등 기술인력 육성을 위해서 대학, 연구소, 협력업체, 대기업 등 외부 네트워크 활용, 가족회사를 통한 애로 기술 자문, 대학과의 협업을 통한 근로자 교육 기회 확대 등을 계획하고 있다.

Ⅴ. 추가적인 연구개발 및 사업화를 위한 기술로드맵

본 기술개발 프로젝트를 통해서 기본적인 기능을 제공할 수 있는 기술개발은 완료하였으나 본 기술 및 본 기술을 적용한 시스템의 신뢰성(reliability)을 높이고 더 다양한 세분시장의 고객요구사항을 만족시킬 수 있는 완전완비제품(whole product)을 제공하기 위해서 추가적인 연구개발 추진계획을 담은 기술로드맵을 <표 5-1>에서 제시하였다.

시장의 환경 및 니즈의 측면에서 전자빔이 우주항공분야를 비롯한 자동차, 에너지 산업, 정밀 전자 부품 등의 용접 구조물 제조 분야에서 폭넓게 사용하려고 하며, 전자빔 용접에 있어 작업시간의 비효율성을 해결하기 위한 지그개발에 대한 고객의 요구가 쇄도하고 있는 실정이다.

이러한 시장의 환경 및 니즈를 반영하여 기술개발 및 사업화의 목표를 다음과 같이 설정하였다. 즉, 2017년에는 고객의 요구사항을 반영하여 설계 및 시제품을 제작하고, 2018년에는 시제품의 문제를 보완하고, 2019년에는 시제품 테스트를 통해 생산성 향상을 위한 추가 기능을 개발하는 것을 목표로 설정하였다.

설정된 연도별 목표를 달성하기 위해서 다음과 같은 연구개발을 진행할 계획이다. 우선, 다양한 재료사이즈 및 다수개의 용접이 가능하도록 하기 위해서 2017년에는 선반척을 사용하여 제한적인 사이즈 및 수량을 대응할 수 있도록 하고, 2018년에는 선반척에 비해 좀더 다양한 사이즈에 대응할 수 있는 치구를 개발하며, 2019년에는 추가적인 장착을 통해 다양한 사이즈에 대응하도록 연구개발을 진행할 계획이다.

<표 5-1> 추가적인 연구개발 및 사업화를 위한 기술로드맵

구 분		기 술 개 발 년 도		
년 도		2017년	2018년	2019년
환경 시장의 니즈		우주항공분야를 비롯한 자동차, 에너지 산업, 정밀 전자 부품 등의 용접 구조물 제조 분야에서 폭넓게 사용		
		전자빔 용접에 있어 작업시간의 비효율성을 해결하기 위한 지그개발에 대한 고객의 요구가 쇄도		
목표		고객요구사항을 반영하여 설계 및 시제품제작	시제품의 문제점을 보완	시제품 테스트를 통해 생산성향상을위한 추가 기능 개발
연구 개발 내용	다양한 재료사이즈, 다수개의 용접가능	선반척을 사용하여 제한적인 사이즈 및 수량을 대응안	선반척에 비해 좀더 다양한 사이즈에 대응할수있는 치구개발	추가적인 장착을 통해 다양한 사이즈에 대응
	용접시 재료의 수축에 대한 변수 보정가능	다양한 재료와 두께를 테스트 용접후 데이터 수집	수축에 대비하여 스프링 창치추가	수축량에 자동으로 대응 할 수 있는 지그 개발
	역회전시 백래쉬 최소화	동력 전달 장치의 비교 분석 신제품 발굴	백래쉬가 최소화될 있는 타이밍벨트로 설계	미량의 백래쉬가 발생되더라도 조정가능한 센서 부착
	다양한 각도에서도 용접가능	0도 에서 90도까지틸팅 가능한 구조 설계후 테스트	0도 에서 180도 까지 틸팅가능한 구조 설계	각각의 용접물이 각자 틸팅가능하게 설계
투 자 계 획	인 건 비	40,000	80,000	100,000
	재료비 및 설비투자비	50,000	100,000	200,000
	경상운영비	50,000	50,000	100,000
	계	140,000	230,000	400,000

또한 용접시 재료의 수측에 대한 변수를 보정 가능성, 역회전시 백래쉬 최소화, 다양한 각도에서의 용접 가능성 측면에서 연도별 연구개발 로드맵을 도출하였다.

참고 문헌

1. 국내 문헌

재단법인 포항산업과학연구원(2014), 1020120156425, 대한민국, 대한민국 특허청.

중소기업청(2014), “중소기업 기술로드맵 2015-2017 5.제조기반”, 중소기업청.

㈜태진기공(2015), 1015720830000, 대한민국, 대한민국 특허청.

한국기계연구원(2015), 102010007829, 대한민국, 대한민국 특허청.

현대자동차주식회사(2009), 1020080024430, 대한민국, 대한민국 특허청.

현대자동차주식회사(2006), 1020040044941, 대한민국, 대한민국 특허청.

현대모비스주식회사(2005), 1020020073574, 대한민국, 대한민국 특허청.

2. 해외 문헌

가부시키가이샤 도시바(2001), 1019990010141, 일본, 일본 특허청.

감사의 글

이 석사 학위 논문을 작성하는데 주변의 많은 지원과 독려와 가르침이 있었습니다. 바쁘신 가운데에도 항상 배려와 격려로 지도하여 주신 신승준 지도교수님께 먼저 진심으로 감사를 드립니다. 이번 논문 심사와 더불어 논문의 완성을 이끌어 주신 옥영석 교수님, 곽기호 교수님께 감사의 말씀을 올립니다.

그간 학위 과정 중 지도편달을 아끼지 않으신 기술경영전문대학원의 박병무 교수님, 강인철 교수님, 천동필 교수님, 안용호 교수님, 최승욱 교수님, 서원철 교수님께 감사드립니다.

김무현 올림