

2013학년도 기계설계프로젝트 최종 보고서

과제명 : 난로 열을 이용한 공기 순환 팬
(2013년 3월 1일 ~ 11월 12일)

팀명: 카르페디엠

기계공학 설계프로젝트 최종보고서를 붙임과 같이 제출합니다.

2013. 11

대구대학교 기계자동차공학부(기계전공)

제 출 문

대구대학교 기계자동차공학부 학부장 귀하

본 보고서를 대구대학교 기계자동차공학부 설계프로젝트 과제 “난로 열을 이용한 공기 순환 팬”의 결과보고서로 제출합니다. (과제기간 : 13. 03. 01 ~ 13. 11. 12)

2013. 11.

지도교수 : 이 동 활 교수님 (인)

대표학생 : 이 옥 재 (인)

참여학생 : 임 성 호 (인)

 제 동 훈 (인)

 박 효 상 (인)

보고서 작성 윤리 서약서

대구대학교 기계자동차공학부 학부장 귀하

본인은 보고서를 작성함에 있어 다음과 같이 연구 윤리 및 보고서 작성 윤리를 준수하였음을 서약합니다.

1. 본인은 다른 학생의 보고서를 복사(copy)하지 않았습니다.
2. 본인은 다른 사람의 보고서 내용 중 전부 또는 일부를 무단으로 도용하거나 인터넷에서 내려받기(download)하여 대체하지 않았습니다.
3. 본인은 보고서에 참고자료를 인용할 경우 원본의 출처를 반드시 표시하였습니다.

2013. 11.

대표학생 : 이 옥 재 (인)

참여학생 : 임 성 호 (인)

제 동 훈 (인)

박 효 상 (인)

요 약 문

과제명	난로 열을 이용한 공기순환팬
팀명	카르페디엠
팀원	이욱재, 제동훈, 이수홍, 임성호, 박효상
과제기간	2013년 03월 01일 ~ 2013년 11월 12일

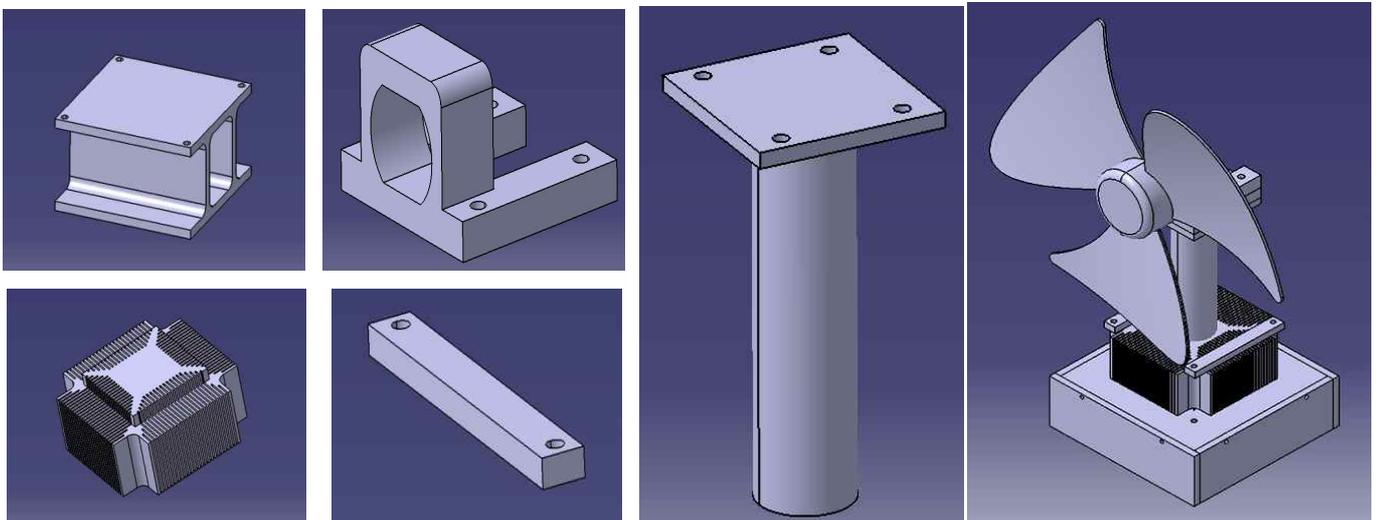
1. 과제내용 및 목표

난로에서 올라오는 대류 열을 이용해 제품에 구성된 방열판과 흡열판의 온도 차이를 이루어 열전소자에서 전기 에너지를 생성시켜 모터를 작동시키는 원리이다. 작동되는 모터로 팬을 구동시켜 수직으로 올라오는 난로의 열을 전방으로 밀어주어 실내에서 난로의 열을 보다 실용적으로 쓰기 위함이 주목적이다. 제품의 효율적인 활용의 핵심은 방열판과 흡열판 사이에 위치한 열전소자를 최대성능으로 활용하는 것이다. 이를 실현하기 위해서는 열에 직접적으로 닿는 흡열판과 분산시키는 방열판의 확연한 온도차를 내는 것이 중요했고 이를 실현하기 위해 열 전달율이 낮은 백크라이트와 에어로젤의 적절한 사용에 주목하였다.

이번 과제의 목표는 기존 제품과의 차별화를 위해 최소한의 생산비용으로 우드스토브 팬을 대체할 수 있는 열 공기 순환 팬을 제작하고 팬을 구동시키기 위해 열전소자의 발생전력을 약 1W 발전시켜 팬을 구동시킴으로써 내부의 열을 빠르게 순환시키는 것이다.

2. 개념설계 및 상세설계

기존제품 구동방식은 팬이 천장을 향하여 열을 밑으로 내려 순환시켰는데 반해 개발품은 전방을 향하여 원하는 방향으로 위치를 조절 할 수 있는 방식이다. 여러 부품 구매에 앞서 열전소자 한 개의 크기에 맞는 방열판 구매가 최우선 순위로 이루어졌고 흡열판 및 브라켓 등과 같은 부품들을 방열판 치수를 기준으로 개발품의 전체적인 제품스케치를 하여 개념설계를 하였다.



3. 제작

1차 외주제작이 완료된 흡열판, 중심축, 모터 브레킷, 고정 핀에 기존에 구매한 열전소자와 모터를 조립하기까지는 문제가 없었다. 제품을 난로위에 올려 1차 실험을 진행한 결과 모터작동에는 문제가 없었지만 시간이 지날수록 난로의 열이 모터까지 전해져 실험을 중단하고 브레킷과 중심축 사이에 베크라이트 단열재(두께8mm)를 추가 가공하여 모터에 가해지는 열을 최소화하였다. 2차 실험에는 설계단계에서 목표로 한 전력생성 여부를 확인하며 구동의 문제점을 파악하는데 중점을 두었고 생각보다 약한 모터의 구동 원인을 열전소자의 사양으로 결론 내렸다. 그래서 가격이 더 비싼 고사양의 새로운 열전소자 선정 및 모터 감속기를 제거하며 2차 시험보다 더 빠른 모터구동을 기대하였다. 고성능의 열전소자와 감속기제거로 인해 1차 실험보다는 약간 빨라졌지만 이전 실험과 큰 차이가 없었고 그리하여 새롭게 찾아 낸 문제점으로는 시간이 갈수록 차이가 나야 할 흡열판과 방열판의 온도가 점점 비슷해진다는 점을 발견했다. 전체적인 형상을 바꾸기 보다는 단열재를 추가하는 대체 방안을 마련하였고 베크라이트 단열재를 2차 가공하였다. 이는 열전소자를 기준으로 방열판과 흡열판 사이에 딱 들어맞는 베크라이트로 주문 제작 하여 결합하였고 3차 실험을 하였다. 그 결과 지금까지 근본적인 문제는 방열판과 흡열판의 온도 차이를 제대로 만들지 못했다는 사실을 알게 되었으며 방열판과 흡열판의 온도차를 170℃까지 만들어내며 최종 전력목표인 1W에 근접한 0.8W까지 전력을 생성하였다.

4. 성능평가

1차 TEST에서는 초기에 설계한 외주가공의 제품을 실험하여 측정하였고, 2차 TEST에서는 흡열판과 방열판의 온도 차를 극대화함으로써 열전소자에서 생성되는 전력을 증가시키기 위해 베크라이트 단열판을 부착하여 발생전력을 측정하였다. 마지막 3차 TEST에서는 열전소자의 사양을 높임으로써 발생전력을 높이고자 하였으며 목표 전력 값에 도달하기 위해 성능평가를 하였다.

최종 결과 초기에 팬을 구동시키기 위한 전력을 1W로 설정하고 모터의 구동이 정상상태에 도달하는데 걸리는 시간을 최소화시키는 것으로 시제품은 약 0.8W의 발생전력을 생성하였고 정상상태에 도달하는 데 걸리는 시간은 약 2분으로 나타났다.

5. 결론

기존의 제품과의 차별화를 통해 우리 팀만의 열전발전 순환 팬의 시제품 제작을 마쳤다. 상세설계를 바탕으로 시제품을 가공 및 완성하면서 단열의 문제, 손잡이, 전력생성 등 여러 문제점이 나왔으며 이를 보완하기 위해 베크라이트 단열재와 손잡이를 부착하였다. 그리고 많은 열전소자의 손상을 통해 전력을 생성하는데 많은 어려움이 있었지만 가능성 실험과 여러 경험들을 통해 열전소자의 손상을 줄이는 데 여러 노하우를 가지게 되었다. 그리고 상세설계에서 실험적으로 접근한 설계와 이론적인 설계를 함께 진행하여야 하지만 실험적으로만 접근하여 설계한 것이 부족한 부분이라고 생각된다. 하지만 이러한 경험과 여러 실험을 통해 성능 평가에서 방열판의 단열을 통해 온도 차를 극대화시킴으로써 전력생성이 더욱 원활하게 만들었다. 그 결과 목표 전력인 1W가 생성되지는 못했지만 약 0.8W의 전력을 생성함으로써 모터의 구동이 원활하게 이루어졌다. 또한 모터의 구동이 정상상태에 도달하는 시간이 약 2분으로 측정되었으며 이는 난로에서 사용하는데 많은 시간을 소용하지 않고 효과를 볼 수 있다. 또한 초기에 설정한 기존 제품과의 차별화를 통해 크기, 무게, 제작비용 등 많은 부분에서 기존의 제품을 개선시켰다.

목 차

제1장 목적과 필요성	1
제1절 과제의 목적과 목표	1
제2절 필요성과 활용방안	3
제2장 후보 과제도출 및 과제선정	4
제1절 후보 과제도출과정	4
제2절 후보 과제 평가	9
제3절 과제선정	11
제4절 기존의 사례	12
제3장 이론적 배경	13
제1절 특허조사 분석	13
제2절 측정기기	16
제3절 열전소자	19
제4장 가능성 실험	20
제1절 가능성 실험계획	20
제2절 가능성 실험 및 실험결과 분석	26
제5장 상세설계	36
제1절 조립도면	36
제2절 각 주요부품의 도면	39
제3절 제품사양	46
제6장 시제품 제작 및 성능평가	47
제1절 시제품 제작	47
제2절 성능평가	52
제7장 결 론	59
[참고문헌]	62

제 1장 목적과 필요성

제 1절 과제의 목적과 목표

1) 과제의 목적

요즘 여가생활의 증가로 인하여 산속 야영장이나 해변에 텐트가 쳐져 있는 모습은 이젠 더 이상 낯선 풍경이 아니다. 가족끼리 모여 앉아 고기를 굽고 자연을 즐기면서 도시생활에 찌든 때를 벗겨내는 캠핑이 레저 활동의 하나로 자리를 잡아가고 있다. 현재 선진국 형 여가생활 및 힐링 문화에 대한 수요가 급증하는 가운데 캠핑인구가 빠르게 늘고 있다. 관련 업계에 따르면 국내 캠핑인구는 2011년 100만 명을 돌파한 데 이어 올해는 250만 명이상으로 늘어나 가족단위 레저문화의 한 축을 담당할 것이란 분석이다. 그리고 혹한의 추위 속에서 캠핑을 즐기는 일반인들이 늘고 있다.



대부분은 봄, 가을을 캠핑에 가장 적합한 계절로 꼽지만, 진정한 마니아들은 본인만의 노하우로 추위를 견뎌내는 짜릿함을 느끼기 위해 한 겨울에도 야외활동을 즐긴다. 동계 캠핑의 경우 무엇보다 중요한 것은 난방과 보온이다. 보다 따뜻한 잠자리를 위해서는 오랫동안 화기를 유지할 수 있는 난로를 설치하여, 텐트 속 공기를 순환 시켜 보온성을 유지 하는 것이 중요하다.

또한, 겨울철 난로를 사용하는 여러 곳에서는 많은 양의 연료비가 들어간다. 이로 인해 전력 사용량이나 난로 연료비는 해마다 증가하는 추세를 나타내고 있다. 그럼에도 불구하고 대부분 난로를 사용하는 곳에서는 수요가 줄어들지 않고 있으며 많은 자원이 낭비되고 있다. 그만큼 요즘 우리나라의 겨울이 해마다 추워지고 있다.

그래서 좀 더 효과적으로 난로의 열을 순환시키기 위하여 추가적인 전력 없이 무동력으로 팬을 구동시키는 공기 순환 팬을 설계 및 제작하는 것이 목적이다.

2)과제의 목표

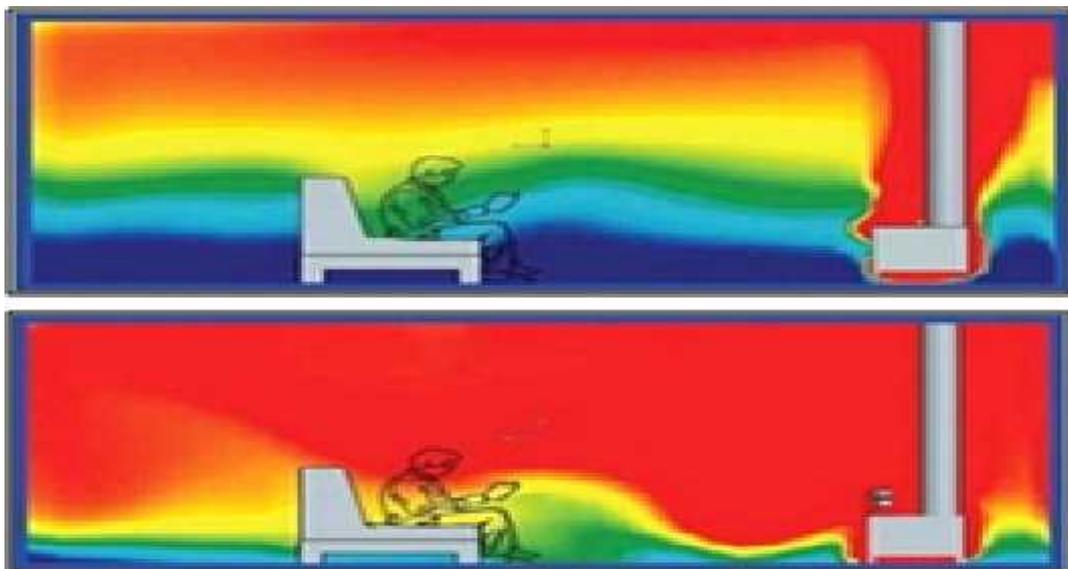
이번 과제의 중요 포인트는 다른 동력원 없이 오직 겨울철 사용되는 난로의 열만으로 순환 팬을 작동시켜 실내의 열을 순환시키는 것이다. 따라서 열전소자의 seeback 효과를 이용해서 전력을 생성 한 후 팬을 작동시키고자 한다.

기존의 우드스토브 팬이라는 제품이 출시되어 있으며, 외국에는 여러 곳에서 사용되어 지고 있지만 현재 한국에서는 생산되는 회사가 없다. 그로 인해 수입 제품을 구매하여 사용하고 있고 이로 인해 비싼 가격으로 제품을 구매해 열 순환 팬을 사용하고 있다. 최근 들어 이러한 겨울 캠핑 제품들의 소비가 늘어가고 있다.



<출처 : 관세청 / 2008-2012 주요 레저용품 수입 동향 / 단위 : 만 달러>

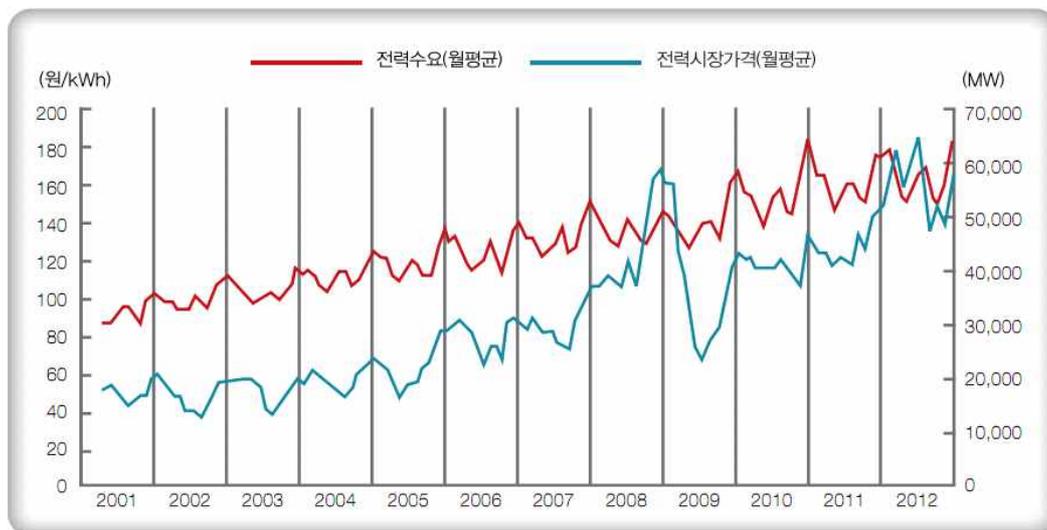
따라서, 이번 과제의 목표는 기존 제품과의 차별화를 위해 최소한의 생산비용으로 우드스토브 팬을 대체할 수 있는 열 공기 순환 팬을 제작하고 팬을 구동시키기 위해 열전소자의 발생전력을 약 1W 발전시켜 팬을 구동시킴으로써 내부의 열을 빠르게 순환시키는 것이다.



제 2절 필요성과 활용방안

기계설계프로젝트의 과제를 선정하기에 앞서 독창성과 실용성이 높은 과제를 선택하려 노력을 하였다. 하지만 대부분의 아이디어가 특허에 등록되어 있거나, 제품이 나와 있었다. 따라서 우리 팀의 과제는 대부분 시중에 나와 있지만 제품의 특성을 파악하고 이를 개선시키거나 다른 방법으로 제품을 설계 및 제작 하는 것에 초점을 두었다.

현재 사회는 많은 자원을 활용하여 에너지를 생성하고, 그 에너지를 통해 편리한 삶을 살아가고 있다. 하지만 자원은 서서히 줄어들고 있으며, 많은 자원들이 낭비되고 있다. 또한 많은 자원들이 무지막지하게 쓰여 지면서 에너지 또한 아무렇지 않게 낭비하고 있다. 이러한 낭비로 인해 향후 대체자원을 찾기 위해 세계각지에서 많은 사람들이 노력을 기울이고 있는 상태에 이르렀다. 따라서 본 연구에서는 대체자원을 만드는 연구가 아닌 버려지는 에너지를 이용하여 필요한 에너지를 생성함으로써 이를 우리 생활에 필요한 곳에 쓰여 지는 것을 생각하게 되었다.



따라서 이번 우리 조의 과제는 “난로의 열을 이용한 공기 순환 팬” 으로 선정하여 설계 및 제작을 하게 되었다.

겨울철 난로의 위에 순환 팬을 설치함으로써 내부의 온도를 좀 더 빠르게 높일 수 있다. 그리고 난로의 화력을 낮추더라도 지속적으로 순환 팬이 작동되어 실내 온도를 유지시키기 때문에 연료를 절감하는 효과가 있을 것이라고 예상되며 겨울캠핑이나 난로를 사용하는 곳에서 사용이 가능하다고 생각한다.

제 2장 후보 과제도출 및 최종과제

제 1절 후보 과제도출

- 팀원들과 함께 여러 회의를 거친 결과 여러 아이디어 중 8개를 우선 선정한 다음 교수님과 상담을 통해 피드백을 받고 다시 아이디어를 내고 독창성, 기술성, 경제성, 실용성 측면을 토대로 과제를 선정하게 되었다. 또한 특허조사를 통해 최대한 특허에 없는 과제를 선정하려 노력하였다.

	아이디어	설명
<p>1단계 (처음 도출된 후보들)</p>	  <p>호버크레프트 휠체어</p>	<p>휠체어로 다니기 힘든 모래사장이나 빙판길을 지날 때 유용하게 사용될 수 있다.</p>

1단계
(처음 도출된
후보들)



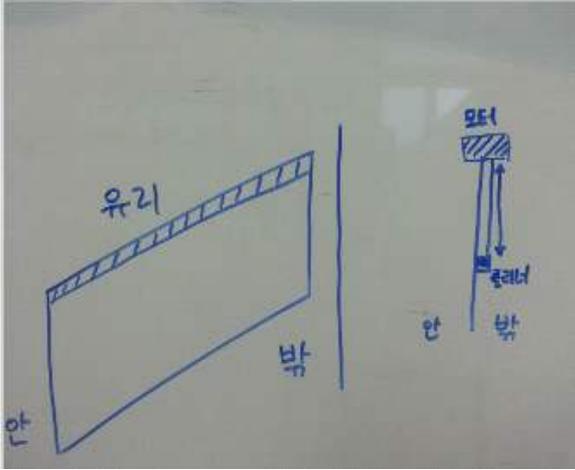
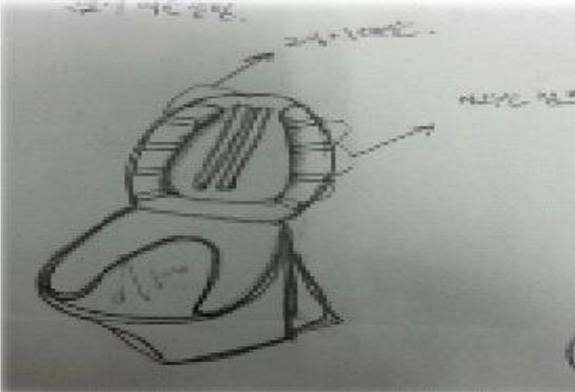
선루프 냉풍기

선루프를 통하여 들어오는
바람을 이용하여 차량내부의
온도를 낮추며, 연료의
절감효과를 가지고 올 수
있다.



운전 시 졸음방지 시트

운전 시 졸음방지 시트에
센서를 부착함으로써 졸음
시 경고음이 울려 운전
사고를 예방할 수 있다.

	 <p style="text-align: center;">베란다 창문댁이</p>	<p>고층의 외부 창문을 닫을 때 위험을 최대한 줄일 수 있다.</p>
<p>1단계 (처음 도출된 후보들)</p>	 <p style="text-align: center;">변기시트 소독기</p>	<p>공공화장실이나 수요가 많은 화장실의 시트를 보면 위생 상태가 상당히 취약한 곳이 많아 위생 상태를 개선시킬 수 있다.</p>
	 <p style="text-align: center;">열을 이용한 공기순환팬</p>	<p>순환 팬을 이용하여 열을 빨리 순환시켜 내부의 온도를 상승 시킬 수 있다.</p>



이물질 분쇄기

하수도에 분쇄기를 설치하여 머리카락이나 이물질 등의 막힘을 방지 할 수 있다.

1단계
(처음 도출된 후보들)



공기펌프 일체형 자전거

타이어의 공기가 없을 때 바로 주입 가능하다.



2단계 (실용성을 고려하여 도출된 후보들)	아이디어
	운전 시 졸음방지 시트
	변기시트 소독기
	호버크레프트 휠체어
	베란다 창문담이
	선루프 냉풍기
	열을 이용한 공기 순환팬



3단계 (구현 성을 추가하여 도출된 후보들)	아이디어
	열을 이용한 공기 순환팬
	선루프 냉풍기
	변기시트 소독기



4단계 (독창성과 경제성을 고려하여 최종후보 도출)	아이디어
	열을 이용한 공기순환팬

→ 위의 도출 과정은 약 4주간 팀원들과의 회의 끝에 얻어진 과정이며 교수님과의 상담을 통해 선정하였다. 최종후보 외에도 변기시트 소독기는 기술성 측면에서 다소 약하다는 측면에서 제외 되었으며 졸음방지 시트의 경우는 기술성 측면이 학부생들이 하기엔 높다는 점에서 제외되었다.

따라서 독창성, 경제성 측면에서 고려하여 최종후보를 열을 이용한 공기 순환 팬으로 정하게 되었다.

제 2절 후보과제 평가

- 대표적으로 6가지의 아이디어에 대한 평가를 해보았다.

후보과제	독창성		기술성		경제성		실용성	
호버크래프트 휠체어	휠체어로 모래사장, 빙판 등에서도 쉽게 이동할 수 있다		기존의 두 가지 제품을 그저 합치는 것이므로 기술성이 높지 않다.		기존 휠체어에 비해 상당히 고가의 제품이 될 것으로 예상된다.		휠체어 이동에 방해가 되는 날씨, 지형 지물 등에도 쉽게 이동할 수 있다.	
	평 점	★★	평 점	★★	평 점	★	평 점	★
선루프 냉풍기	선루프를 이용하여 차량 내부의 온도를 낮출 수 있다.		선루프에 단순히 몇 가지 장치를 추가하는 것 뿐이며, 설계가 단순하다.		에어컨 작동으로 인한 연료비용을 줄일 수 있다.		기존 선루프의 기능을 사용하지 못한다는 점에서 실용성이 떨어진다.	
	평 점	★★★★	평 점	★	평 점	★★	평 점	★★
운전 시 졸음방지 시트	세계적으로 졸음방지를 위한 기술이 개발되고 있다.		학부생이 하기에는 기술적인 어려움이 많이 따르며 구현하기 힘들다.		교통사고를 사전에 방지할 수 있으므로 차량의 수리비를 줄일 수 있다.		졸음운전이 문제가 되고 있으므로 실용성 측면이 높다.	
	평 점	★★★★	평 점	★★★★★	평 점	★★★★	평 점	★★★★
베란다 창문닦이	특허로 등록된 것은 있지만 아직 실제로 만들어져 있는 제품은 없다		창문 위에 설치하기 때문에 창문을 닦을시 한번에 깨끗하게 닦을 수 있는 기술력이 부족		고층의 창문을 닦기 위해 사람을 고용할 경우 인건비가 많이 들지만 기계를 이용시 비용절감		고층건물이 많이 있는데 외관에 빗물 자국이나 먼지 등으로 더러워진 창문을 안전하게 닦을 수 있다.	
	평 점	★	평 점	★★	평 점	★★★★	평 점	★★

변기시트 소독기	비위생적인 변기를 간편한 동작하나로 청소 및 소독이 한번에 가능하다.		자외선 램프로 소독, 콤프레샤를 이용한 강한 바람, 소독제를 이용하는데 번거로움으로 기술성 떨어짐		많은 제품들이 결합되어 있기 때문에 변기 하나당 가격이 만만찮으므로 경제성이 떨어짐.		대중화장실과 같이 많은 사람들이 이용하는 곳에서 간편하게 사용가능하므로 실용성은 높은 편이다.	
	평 점	★★★★	평 점	★★	평 점	★★	평 점	★★★★
열을 이용한 공기순환팬	현재 미군에서 사용되고 있지만 크기와 가격을 개선시키는 점이 있다.		여러 실험을 통해 열전소자를 이용한 순환 팬을 구동시킨다.		다른 동력원 없이 구동이 가능하고 반영구적으로 사용이 가능하므로 경제적 측면이 높다.		실내의 온도를 원활하게 올려준다는 점과 겨울캠핑에도 사용이 가능하다.	
	평 점	★★★★	평 점	★★★★★	평 점	★★★★★	평 점	★★★★★

(각 아이디어에서 항목 당 개인이 ★을 하나씩을 부여 할 수 있음)

※ 총평

- 6가지의 아이디어에 대하여 독창성, 기술성, 경제성, 실용성을 중심으로 조원과 함께 여러 회의를 거친 결과 자체 평가를 내려 보았다. 독창성면에서는 변기시트 소독기가 4점을 받음으로써 3점을 얻은 공기순환 팬, 선루프 냉풍기와 줄음방지 시트보다 더 높은 점수를 부여 받았다. 그 이유는 변기시트 소독기는 시중에 있는 다른 아이디어와는 달리 현재 없는 아이디어이므로 다른 아이디어들보다 독창성 부분에서는 높은 점수를 받았다.
- 다음으로 기술성 측면에서는 열전소자를 이용하여 전력을 생산해 팬을 돌리는 열을 이용한 공기순환 팬이 다른 아이디어에 비해 높게 평가 되었으며 줄음 방지 시트 또한 기술성 측면에서 높은 점수를 받았다. 하지만 줄음 방지 시트의 경우 학부생들이 하기에는 많은 기술적 어려움이 따르므로 팀원들과의 회의를 통해 선정 되지 못하였다.
- 경제성 부분에서는 폐열을 이용하여 무동력으로 팬을 구동하기 때문에 다른 자원이 소모되지 않는다는 점에서 열을 이용한 공기순환 팬이 가장 높게 평가 되었다.
- 마지막으로 실용성 부분에서는 변기시트 소독기와 동일한 4점으로 똑같은 평가 내려졌지만 여러 요소들을 종합하여 설계의 여러 가지 측면을 고려해 보았을 때 과제를 열을 이용한 공기순환 팬을 선정하게 되었다.

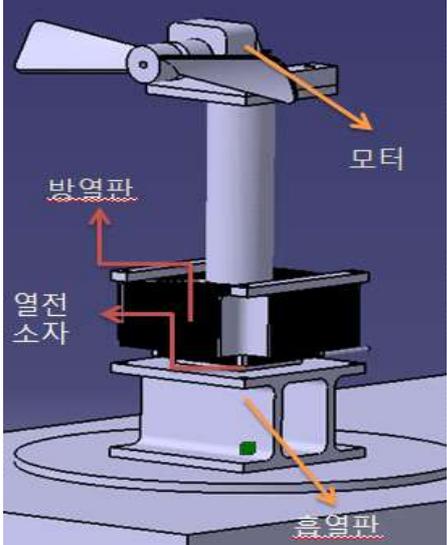
제 3절 과제 선정

1년 기간 내에 프로젝트를 설계 및 제작이 가능하며, 기술성, 독창성, 경제성, 시제품 등 4가지의 선정기준을 두고 평가한 결과로 독창성은 부족하지만, 난로의 열만을 이용하여 팬을 구동시킨다는 점에서 추가적인 에너지 비용 없이 사용이 가능 하며, 비록 겨울에만 사용되어지지만 반영구적으로 사용이 가능하리라 판단되며 실용성 측면에서 높은 점수를 주었다. 그 결과로 저희 팀의 프로젝트를 “ 열을 이용한 공기 순환 팬 ”이라는 아이디어로 최종 선정하였다.

최종 후보 과제명은 “난로 열을 이용한 공기 순환 팬”으로 정하였으며 과제에 대한 간략한 설명은 다음과 같다.

겨울철 난로를 사용할 시 대부분의 열기는 실내의 위쪽으로 올라가게 된다. 따라서 사람이 있는 아래쪽은 상대적으로 열기가 늦게 전달되며 추위를 방지하기 위해 난로를 장시간 켜놓고 있는 경우가 대부분이므로 전기, 석유, 연탄 등 많은 자원이 낭비되게 한다. 이를 줄이고자 공기 순환 팬을 난로 위에 설치함으로써 열기를 아래쪽으로 보냄으로써 실내에 따뜻한 공기를 순환시키고자 하는 아이디어이며, 비록 미군에서 이와 비슷한 제품을 사용하고 있지만 그 부피를 줄이고 경제적 측면에서 보다 쉽게 접할 수 있도록 하고자 한다. 또한 겨울 캠핑용으로 사용이 가능하리라 생각된다.

제 4절 기존 사례

기존 사례	팀 과제 시제품
	
<p>● 우드스토브 팬 제조회사 : 아스펜시스템 (ASPSYS) 크기 : 지름 36cm, 높이 25.4cm 무게 : 5.6kg</p>	<p>● 난로 열을 이용하 공기 순환 팬 제작 팀 : 카르페디엠 크기 : 15 X 15 X 25.8(cm) 무게 : 1.5kg</p>

→ 기존의 우드스토브 팬의 경우 현재 미군에서 사용하고 있으며, 국내에서는 생산되고 있는 회사가 없다. 따라서 기존의 우드스토브 팬이 미국에서 사용되어 지므로 독창성 측면에선 떨어질 수 있다. 하지만 우리 팀의 과제는 우드스토브 팬의 가격이나 크기, 무게에서 일반인이 취급하기에는 고가의 제품으로 판단되어 이를 개선시켜 우리만의 공기 순환 팬을 제작함으로써 독창성을 가질 수 있다고 생각한다.

→ 기존의 우드스토브 팬의 실용성 측면은 그대로 살려 팀 과제 또한 실용성 측면에서 높다고 판단되지만 경제성 부분에서는 가격이 비싼 우드스토브 팬을 사용하기 어려우므로 최대한 저렴하게 제작할 수 있게 할 것이다.

제 3장 이론적 배경 및 실험 방법

제 1절 특허조사 분석

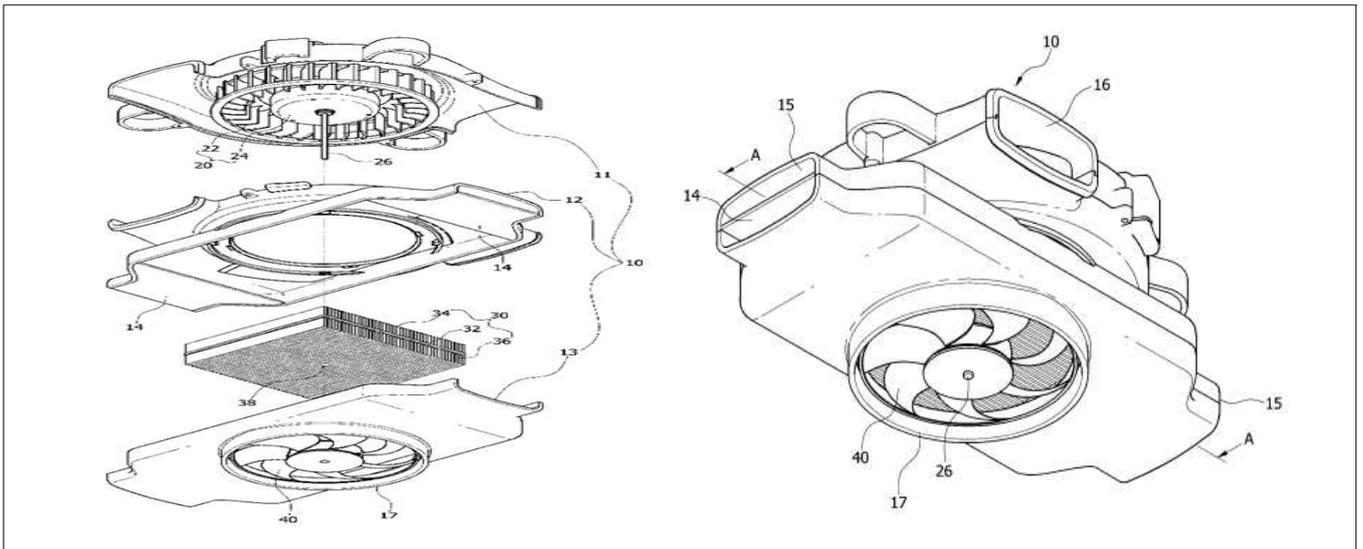
→ 본 과제의 설계 및 제작에 앞서 팀원들과 특허조사 분석을 해 보았다. 특허조사를 통해 과제의 독창성 측면과 기술성 측면을 알아보기 위해 조사해 보았으며 많은 특허들 중 팀 과제와 유사한 특허를 분석한 결과이다.

과제명 : 난로 열을 이용한 공기 순환 팬.

특징 : 열전소자를 이용하여 열전발전을 사용한 무동력 팬.

과제에 따른 특허조사 키워드 : 열전소자, 무동력 팬, 제베크 효과, 순환 팬 등.

키워드 1) 열전소자 - 전체 17157건 검색



특허명 : 열전소자를 이용한 열교환기

출원번호 : 10-2009-0088214

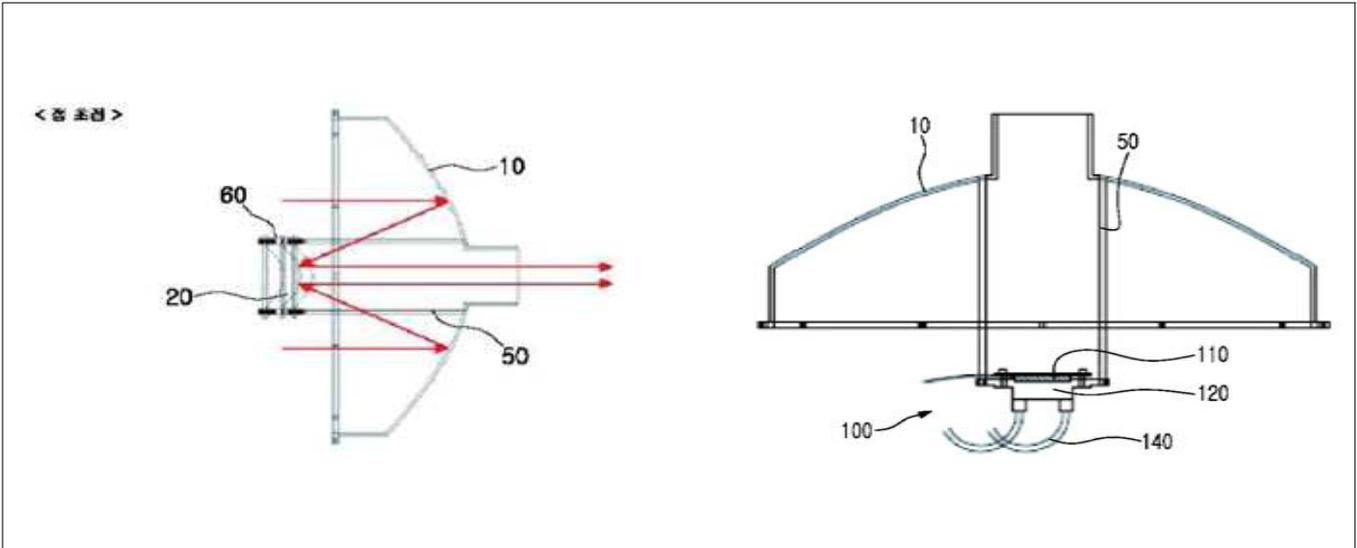
출원일자 : 2009년 9월 17일

출원자 : 현대 자동차 주식회사

요약 : 본 발명은 열교환이 이루어지는 열전소자 유닛이 블로우어와 일체로 형성되는 열전소자를 이용한 열교환기에 관한 것으로서, 흡입구, 덕트, 시트공급구, 하우징으로 구성되었다. 하우징 내부로 유입된 공기를 가열시키는 열전소자를 포함하였다.

유사점	열전소자를 이용하여 공기의 열을 전달하고 반 영구적으로 사용이 가능하다는 점.
차이점	열전소자에 전력을 주어 열을 방출하는 펠티에 효과를 이용하지만 팀 과제의 경우는 열전소자에 열을 주어 전력을 생성하는 제베크효과를 이용한다는 점.

키워드 2) 제베크효과 - 전체 321건 검색



특허명 : 열전소자를 이용한 태양광 발전 장치

출원번호 : 10-2008-0138448

출원일자 : 2008년 12월 31일

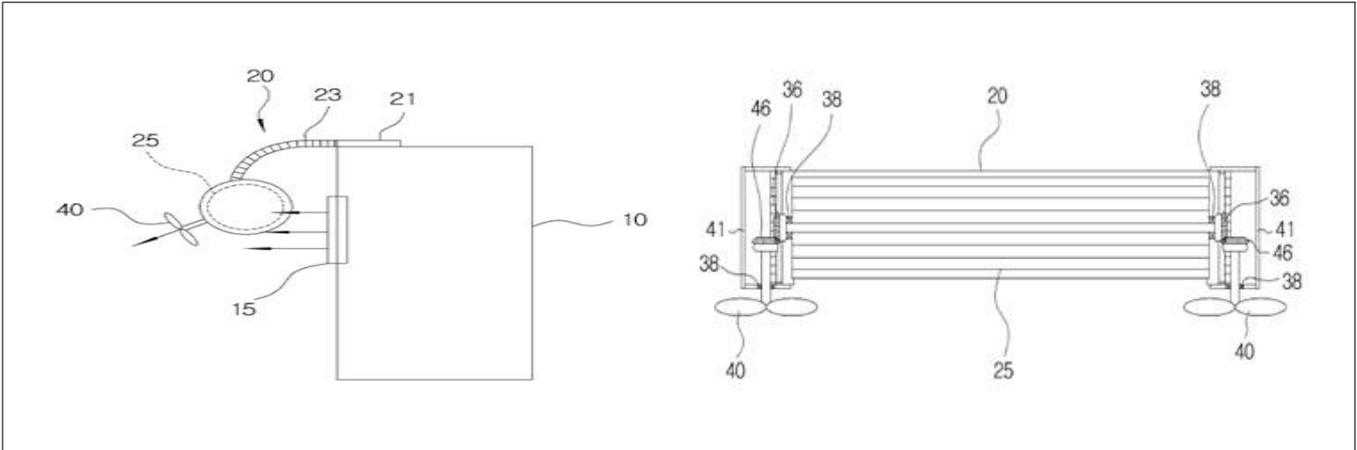
출원자 : (주)램피스

요약 : 태양광을 집중하여 반사경의 전방 부위에 형성된 초점 부위로 태양광을 반사하는 반사경을 통해 반사된 태양광을 전달받는 열전소자와 표면을 냉각하는 냉각부로 이루어져, 태양광을 받은 열전소자의 측면과 냉각부를 통해 냉각이 된 열전소자 타 측면의 온도 차이에 의한 기전력 발생으로 전기 에너지 발전을 한다.

본 발명에 따른 열전소자를 이용한 태양광 발전 장치에 의하면, 온도 차이를 이용한 열전소자의 발전 기능에 태양광의 집광 및 강제 냉각기능을 가미하여 열전소자의 양측 기관에서 보다 높은 온도 차이를 생성할 수 있도록 함으로써 열전소자를 통한 발전 기능의 극대화를 추구할 수 있다는 효과를 가진다.

<p>유사점</p>	<p>열전소자의 온도 차를 이용하여 전력을 생성하는 제베크 효과를 사용한다는 점.</p>
<p>차이점</p>	<p>열전소자의 냉각면에서 특허의 경우 냉각부에 팬을 달아 냉각시키지만 팀 과제 경우는 열전소자에 방열판을 부착하여 온도 차를 이용한 열전발전을 한다는 점과 열전소자에서 생성되는 열기전력을 이용하여 팬을 구동시킨다는 점.</p>

키워드 3) 무동력 팬 - 전체 294건 검색



특허명 : 냉난방 시스템용 무동력 팬 기구
 출원번호 : 10-2011-0080264
 출원일자 : 2013년 2월 20일
 출원자 : 이만혁
 요약 : 본 발명은 냉난방기의 토출구에 설치되는 무동력 팬 기구에 냉 난방기에 탈착 가능하게 설치되고, 상기 날개와 맞물려 회전되는 송풍 팬을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.
 이에 따라 냉방 또는 난방 시스템의 가동 시 별도의 전기소모 없이 원하는 방향으로 풍량을 소모시켜 에너지 소모에 기여하는 효과가 있다.

유사점	팬을 구동시키기 위해 다른 동력원이 필요 없이 팬을 구동시켜 열을 전달한다는 점과 에너지 소모에 기여하는 효과가 있다는 점.
차이점	냉난방기에서 나오는 풍력을 이용하여 축을 돌려 팬을 구동시키는 데 비해 팀 과제는 열전소자에 열을 주었을 때 나오는 전력으로 모터를 구동시킴으로써 팬을 구동시켜 열을 전달함.

※ 특허조사 분석 결과

특허 분석 결과 국내의 특허에서는 열전소자를 이용한 공기 순환 팬은 찾을 수 없었다. 비록 미국에서는 공기 순환 팬의 제품이 우드스토브 팬으로 판매되고 있어 독창성부분에서는 다소 약한 과제일 수 있다. 하지만 국내특허에서 열전소자를 이용한 특허들은 팀 과제와 사용한 방법과는 다르며 히터나 난로에서 사용되는 폐열을 이용하여 전기를 생산한다는 점에서 차이점이 있다. 따라서 팀 과제의 경우 열전소자의 제베크효과를 이용하여 팬을 구동시킨다는 점에서 **독창성이 충분히 있다고** 판단되며 여러 특허들을 토대로 분석한 결과 기술성 측면에서도 높은 과제라고 판단된다.

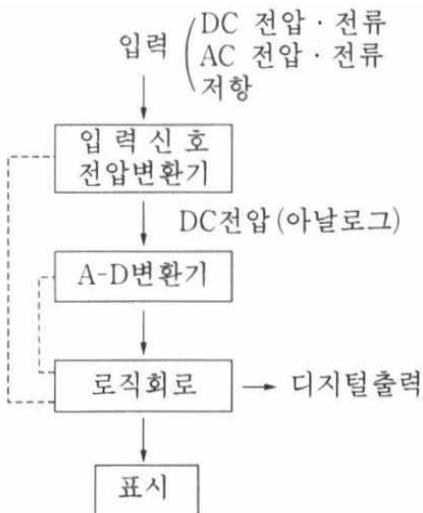
제 2절 측정기기

1) 멀티미터

- 멀티미터는 테스터라고도 불리며 전류, 전압, 저항 등을 모두 측정 할 수 있는 종합계측기(VOM) 디지털 멀티미터는 측정되는 전류, 전압, 저항의 크기를 10진수에 의해서 소수점까지 정확하게 표시 할 수 있다. 멀티미터는 내부에 증폭기를 가지고 있기 때문에 미소한 양을 측정 할 수 있고 전압계 감도가 높아서 전압 측정 시 피 측정 회로에 부하 효과를 거의 주지 않는 장점을 가지고 있다. 디지털 멀티미터기의 표시는 일반적으로 3 1/2 내지는 5 1/2 디지털로 구성되는데 1/2는 첫 번째 디지털이 0 또는 1만을 표시하기 때문이다. 또한 직류/교류 전압계로 사용할 경우 입력 저항은 10M로 이는 전압측정 시 피 측정회로에 영향을 주지 않기 위해서이다. 교류 전압/ 전류 측정 시에는 표시기는 실효값(r.m.s)로 표시된다. 디지털 멀티미터는 측정의 결과를 지침대신에 직접 수치로 나타내고, 아날로그형의 절환스위치를 대신하여 푸시버튼으로 기능을 전환하도록 되어있어 사용이 편리하다.

※주의사항

- 디지털 멀티미터로 전류를 측정할 경우 내부 저항은 매우 낮은 편이다. 측정범위보다 비교적 높은 전압을 인가해도 잘 고장 나지 않지만, 측정범위보다 높은 전류를 인가하면 쉽게 고장 난다. 따라서 전류를 측정할 때에는 우선 높은 전류 범위로 놓고 측정한다.
- 디지털 멀티미터로 전압을 측정할 때에는 반드시 회로에 병렬로 연결하고 전류를 측정할 때에는 직렬로 연결한다.



(디지털 멀티미터의 기본 블록도)

→ 열전소자의 양 면의 때 전기 온도 차가 발생할가 생성된다. 이 때 전류와 전압을 측정하기 위해 멀티미터를 사용하여 측정하였다. 전류는 모터를 연결한 회로에 직렬로 연결하여 측정하였으며, 전압은 모터를 연결한 회로에 병렬로 연결하여 측정하였다.

2) 적외선 온도계



(1) 적외선 방사란?

적외선온도계는 적외선방사에 의하여 동작된다. 적외선은 가시광선과 원적외선 파장의 사이에 있는 전자기적 스펙트럼의 부분을 차지하고 있는 영역이다. 전자기적 스펙트럼은 여러 다른 방사의 집합이다. 이것들에는 감마선과 엑스선, 자외선 광, 가시적외선방사, 마이크로파와 라디오파수들이 있다. 적외선파장은 가시광선보다 긴 파장을 갖고 있다.

(2) 장점

비접촉 온도감지기는 표적에서 나오는 적외선 에너지를 빠른 속도로 측정하며 움직이는 물체나 간헐적으로 나타나는 물체를 일반적으로 재기에 적격이며 진공 중에 있는 물체나 환경적으로 위험한 상태이거나 위치적인 한계나 안전문제로 인하여 접근이 불가능한 물체를 측정하기에 적격이다.

(3) 온도측정의 원리

열 적외선 감지기는 들어오는 방사의 세기를 열로서 변환하여 열 감지기의 온도를 상승시킨다. 이 온도의 변화는 전자적인 신호로 바뀌어서 증폭되어 표시기로 표시된다.

(4) 방사의 원리

모든 물체에는 지속적인 원자의 진동이 일어나고 있는데 높은 에너지의 원자는 더욱 많이 진동한다. 이러한 원자들을 비롯한 모든 충전된 질량의 진동은 전자기적인 파동을 일으킨다. 물체의 온도가 높으면 높을수록 진동은 빨라져서 보다 높은 스펙트럼 방사에너지를 내게 된다. 그 결과 모든 물체는 그 물체의 온도와 그 스펙트럼 방사율에 따른 파장분배를 가진 비율로 계속적으로 방사를 하게 된다.

(5) 가시영역(FOV, Field of View) 대 거리 비(DS) ratio

가시영역은 가시각으로서 기기가 볼 수 있는 영역이며 기기의 광학적인 특징에 따라 결정된다. 가시영역은 표적에서 떨어진 거리 대 표적물의 직경의 비이다. 표적이 작으면 작을수록 더욱 가까이에서 측정해야 한다. 표적의 크기가 작으면 온도 측정기를 더욱 가까이 갖고 가서 표적 이외의 영역이 측정되지 않도록 해야 한다.

(6) 레이저 포인트

많은 오해가 있는 사항인데, 레이저 점은 측정하고자 하는 지역의 위치 점을 표시하는 것이지 측정하기 위해서 광선을 쏘는 것은 아니다. 레이저결합체는 집중된 레이저 빛을 적외선감지기의 가시거리의 중앙에 오도록 온도감지기의 바로 옆에 장착된다.

→ 난로의 온도, 흡열판, 방열판 등 여러 곳의 온도를 측정하면서 전류/전압을 측정하기 위해 사용되며 아래의 표는 실험에 사용되는 적외선 온도계의 사양이다.

측정온도범위	-50 ℃ ~ +700 ℃
분해능	0.1 ℃
기본오차	± 1.5℃ 또는 ± 1.5%
반복재현도	± 1% of Reading (최소오차 ± 1℃)
방사율 값	0.1 ~ 1.00
응답시간	500 mSec
물체크기 : 측정거리 비율	38mm(최소사이즈) : 300mm(거리) (D:S=12:1)
전원	9V (알카라인 or NiCd) 배터리
크기(mm) 및 중량	175 × 100 × 49mm , 210g
기능	LCD 백라이트기능, Low Battery, Display Hold 기능, 최대/최소/평균/편차/Hi-Lo 알람/데이터저장기능

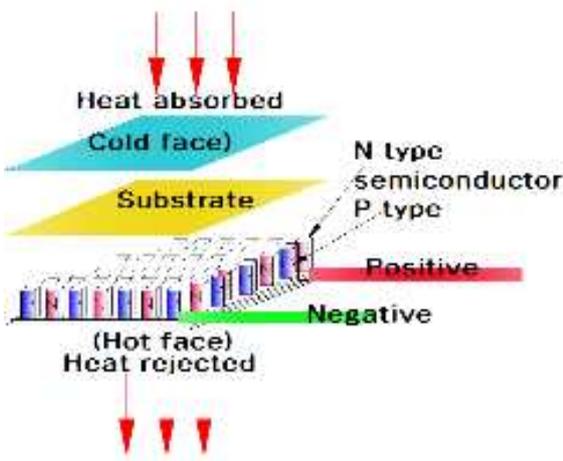
3) 열전소자

(1) 열전소자의 정의

- 열전효과는 금속 내부에서 전자들의 전기적 특성과 열적 특성이 상호작용하여 나타나는 현상으로써 이를 이용한 소자를 열전소자라고 하며, 흔히 열전모듈 or TEC(Thermoelectric cooler)라고 한다. 열전현상에는 지백효과, 톰슨효과, 펠티에효과가 있다. 열전소자에는 두 기능 중, 온도를 측정할 때 지백효과를 이용한 소자가 있고, 냉동기나 항온조 제작에 사용되는 펠티에소자 등이 있다.

→ 지백효과:두 개의 서로 다른 금속 접합부의 온도 차에 의하여 기전력이 발생하는 현상.

(2) 열전소자의 기본 동작원리



구조를 살펴보면 저온부 세라믹으로부터 열을 흡수하고 substrate 구리판에 열전소자를 N, P 반도체 소자를 병렬로 연결한다. 열은 저온부에서 흡수하여 고온부 쪽으로 열이 방출하면서 온도차가 일어나 기전력이 발생한다.

(3) 열전소자의 활용도

- 반도체 분야 : 제품 공정에 있어 칠러와 쿨링플레이트 등에서 컴프레서 타입이 아닌 열전소자 타입이 사용되며 그 외에도 반도체 칩을 검사하거나 각종 검사장비에 활용 된다.
ex) 대한전기공업의 제습기 <윤이콘>
- 의료 분야 : PCR(유전자증폭기), 혈액분석장치, 적외선 검사장치 등에 사용된다.
- 실생활 : 자동차 시트, 소형냉장고, 와인냉장고, 정수기 등에 사용된다.

→ 열전소자에는 여러 기능이 있는데 이번 과제에서는 seeback효과를 사용하여 열전소자의 양면의 온도 차의 의한 기전력을 이용한다. 팬을 구동시키기 위해 이번 과제에서 가장 중요한 부품이며 열전소자의 사양에 따라 기전력의 사양이 달라지므로 실험이나 시제품 제작 시 적절한 열전소자를 선택하여 사용할 계획이다.

제 4장 가능성 실험

제 1절 가능성 실험 계획 (실험 기간 : 2013/ 05/ 10 ~ 05/ 30)

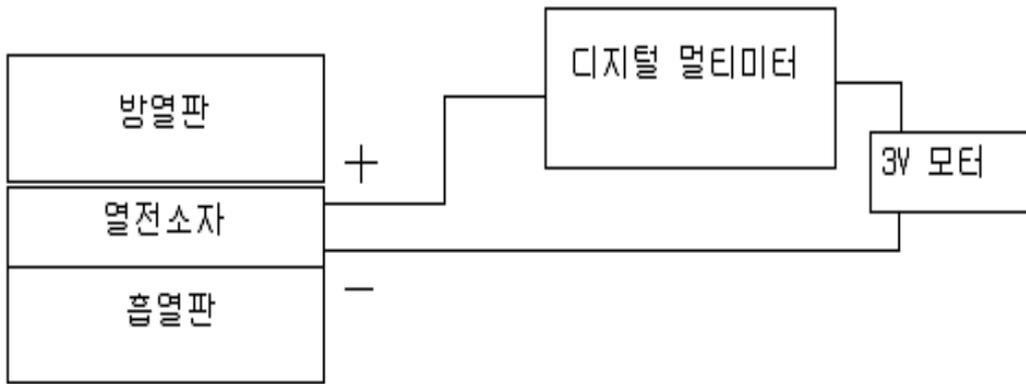
※ 가능성 실험의 목적과 목표

<p>환경적인 여건 상 직접 난로를 이용하여 열전소자의 전류/전압을 측정하지 못하기 때문에 가스토치로 열을 주는 대체실험을 통해 전류/전압을 측정한다.</p>	
<p>실험 목적</p>	<p>온도에 따른 전류 및 전압 측정</p>
<p>실험 목표</p>	<p>실내의 열기를 순환시키기 위해 팬(모터)을 구동시키는데 최소 전력 약 1W 이상의 값이 필요할 것으로 보고 가능성 실험 후 실현 가능성을 검토하는 것이 목표이다.</p>
<p>실험을 통한 제작 가능성 고찰</p>	<p>전류와 전압을 측정한 후 팬을 구동시킬 수 있는 전력을 얻을 수 있는 지에 대한 가능성을 보기 위해 실험을 한다. 최대한 난로에서와 같은 조건을 주기 위해 노력하였으며 전력을 측정한 후 제작이 가능 하리라 생각된다. 또한, 흡열판의 구조를 최대한 크기를 줄이고 열전소자의 손상여부를 판단하기 위해 대체실험이 꼭 필요하다고 생각된다.</p>

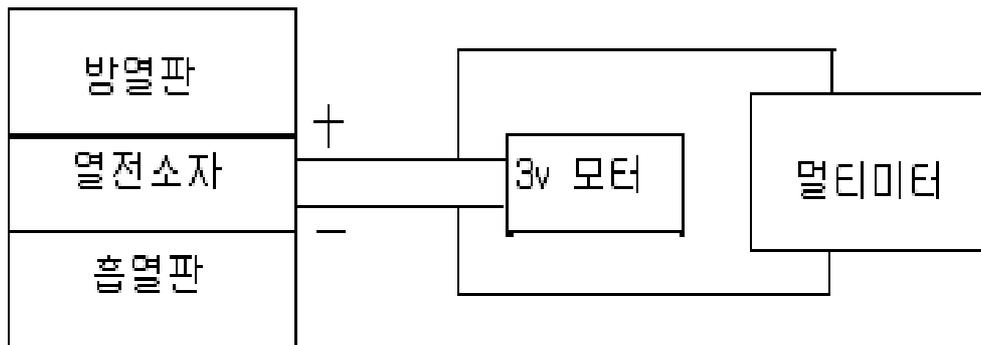


< 실험의 전체적인 모습 >

※ 실험의 블록 구성도



< 단락 회로 전류 측정 >



< 단락 회로 전압 측정 >

※ 실험에 사용되는 측정 기구



< 디지털 멀티미터 >



< 적외선 온도계 >

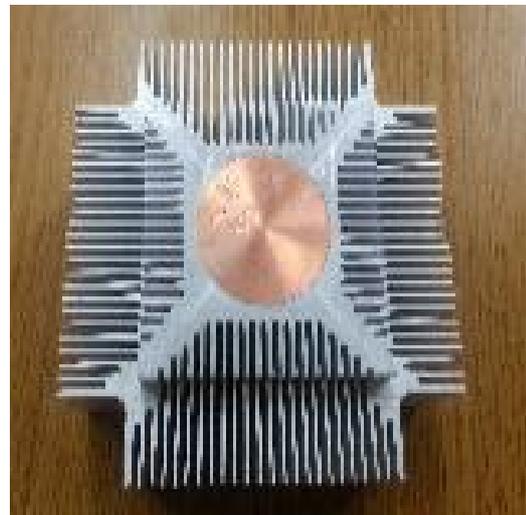
1) 난로의 온도 측정 데이터

- 열전소자의 전류/전압측정 실험을 하기 앞서 난로에서 나오는 열의 온도를 측정하여 그 온도만큼 흡열판에 열을 주기 위해 난로의 온도를 측정한다.

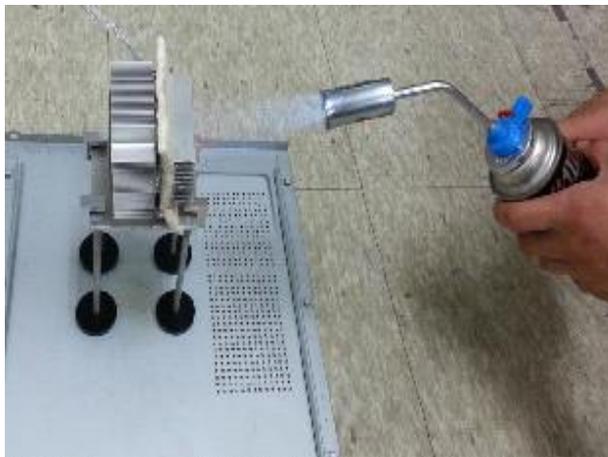
2) 흡열판, 방열판, 단열재, 열전소자의 결합

- 한 쪽은 흡열판으로 다른 한쪽은 방열판으로, 열전소자의 양 방향에 부착한 후 철사를 이용하여 충분히 철사를 꼬아서 열전소자를 압축시킨다. 이 때 흡열판과 방열판 사이에 온도 차를 최대한 주기 위해 흡열판 부위에 단열재를 부착하여 함께 결합시킨다. 최대한 압축하는 이유는 열전소자에도 일정한 압력이 가해져야 제대로 된 전기가 생성되기 때문이다.

- 흡열판과 방열판의 온도 차를 주기 위해 압력을 가할 때 너무 강한 압력을 주게 되면 **열전소자가 버티지 못하고 깨져버리는 현상**이 종종 발생된다. 그렇기 때문에 너무 강한 압력을 주기 보다는 적당한 압력을 주어야 하며 흡열판과 방열판이 고정될 정도로만 결합을 하여야 한다.



3) 멀티미터를 이용한 전류/전압 측정



- 결합한 열전소자를 DC 3v 모터에 연결시킨 후 30초 단위로 약 2분간 열을 준 다음 멀티미터를 이용하여 전류/전압을 측정한다.
- 실험 시 3V 모터를 연결하여 전류 값은 직렬로 연결하여 측정하고, 전압 값은 병렬로 연결하여 측정한다.
- 전류와 전압을 측정하면서도 방열판과 흡열판의 온도를 측정한다.
- 가소토치로 직접 열을 가하므로 열전소자의 전선이 손상이 가지 않도록 하는 것도 중요하다. 너무 강한 열을 주었을 시 전선이 녹아 전력을 생성하지 못하게 된다.

4) 단열재 유·무를 통한 전류/전압 측정

- 실험 1에서는 단열재와 함께 결합한 후 측정하고 실험 2에서는 단열재를 제외한 후 결합하여 측정한다. 그리고 각각의 실험의 고찰을 한다.
- 흡열판과 방열판의 온도 차가 클수록 열전소자에서 생성되는 전력량을 극대화 시킬 수 있으므로 흡열판과 방열판의 단열은 이번 과제의 제작에서 중요한 부분 중 하나이다.

※ 가능성 실험의 계획 고찰

본래 방열판과 흡열판은 열 해석을 통해 설계를 해야 하지만 해석에 큰 어려움이 따라 가능성 실험을 통해 설계를 하려고 한다. 열전소자에서 나오는 전력이 모터를 구동시킬 수 있는 충분한 전기가 생성되는지에 대한 실험이 주 목적이지만 다른 한편으로는 방열판과 흡열판, 단열재의 사양 및 기구적 설계를 결정하기 위해서도 가능성 실험을 하는 이유 중 하나이다.

가장 확실한 실험방법으로는 난로를 직접 이용하여 실험하는 방법이 좋지만 여러 환경적인 조건을 고려할 때 난로의 열을 사전에 측정하여 가스토치를 이용하여 대체실험을 함으로써 시제품 제작의 가능성을 실험을 통해 얻으려 한다.

제 2절 가능성 실험 및 실험결과 분석

1) 난로의 온도 측정 데이터

(1) 등유난로



	연소통	난로 윗면
온도	<u>318.4</u> °C	<u>402.1</u> °C

(2) 연탄난로



	난로 윗면	난로 앞면
온도	<u>420.5°C</u>	<u>221.3°C</u>

※ 난로의 온도 측정 결과 고찰

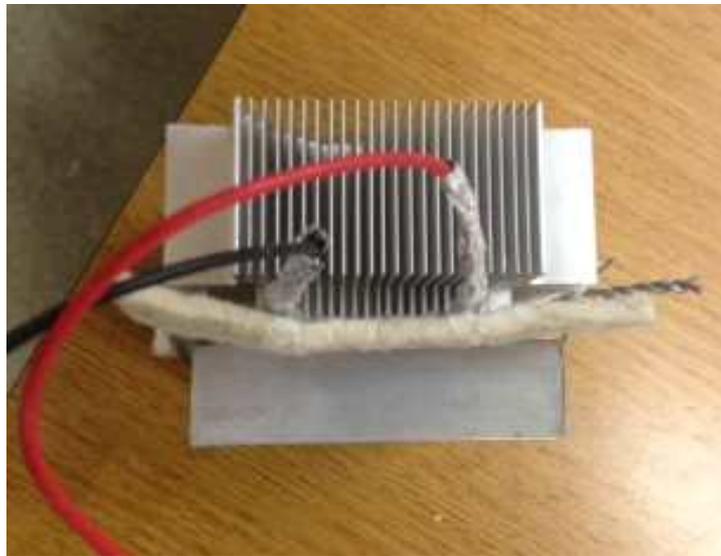
- 난로의 온도 측정 결과 난로 윗면의 온도는 350~450℃로 측정되었고 평균 400℃이다. 이 밖에 많은 난로가 있지만 이 두 개의 난로 온도 데이터를 토대로 실험을 진행하였다.

- 가스토치로 대체 실험을 하기 때문에 난로의 윗면의 평균 온도인 400℃를 유지 하면서 실험하기는 힘들다. 하지만 이번 가능성 실험은 열전소자에서 생성되는 전력을 통해 팬을 구동시킬 수 있는 지에 대한 실험이므로 400℃이하의 온도에서도 충분한 전력이 생성된다면 시제품의 제작이 가능하리라 생각된다.

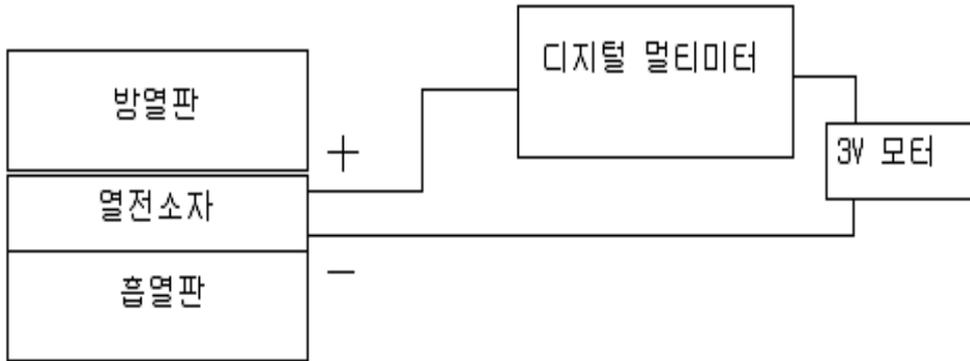
2) 전류/ 전압 측정결과

(1) 가능성 실험 1

- 방열판과 흡열판, 단열재를 열전소자 1개와 함께 결합한 후 가스토치로 열을 주어 3V 모터를 구동시킬 때의 전류/전압 값을 측정을 하였다. 실험에 쓰인 단열재는 에어로젤이라는 제품으로 단열성이 매우 우수한 제품으로 알려져 있다.
- 시간은 30초씩 측정하여 총 2분간 전류/ 전압 값을 측정하였다.
- 시간을 짧게 두고 실험을 한 이유는 열전소자와 열을 가하는 토치 간의 거리 차가 짧아 열전소자의 손상을 일으키기 쉽기 때문에 최대한 짧은 시간에 목표로 한 전력량을 얻고자 하였고 흡열판으로 둔 부분이 열에 의해 변형되는 현상이 발견되어 시간을 2분으로 두었다.

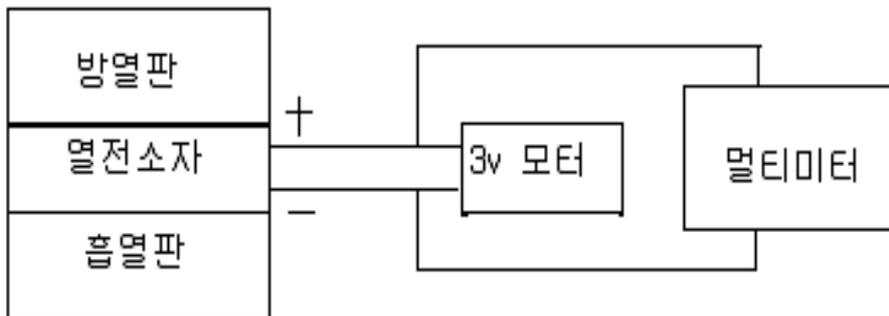


< 단락 회로 전류/전압 측정 방법 >



< 단락 회로 전류 측정 >

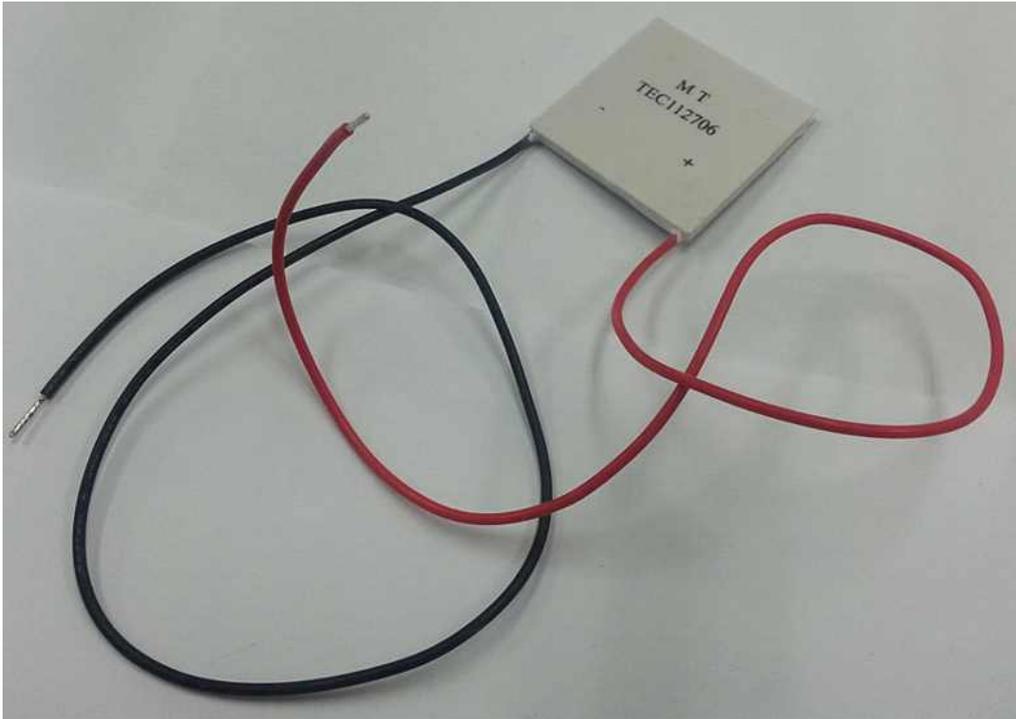
→ 방열판과 흡열판 사이에 단열재를 두고 전류 측정 시 직렬로 DC 3V 모터와 디지털 멀티미터를 연결하여 측정하였다.



< 단락 회로 전압 측정 >

→ 전압 측정 시 병렬로 DC 3V 모터와 디지털 멀티미터를 연결하여 측정하였다.

< 가능성 실험에서 사용된 열전소자의 사양 >



종별	최대전류 (A)	최대 온도차 (℃)	최대전압 (V)	최대 냉동효율 (W)	외형크기 (mm)	기타
TEC1-12704	4.0	67	15.4	33.4	40*40	
TEC1-12706	6.0	67	15.4	51.4	40*40	

기초에너지과학소재 개발 생산 전문기업 한국과학퀀탈 011-292-7495
 한국: 서울 강남구 삼성동 117-1 409호 중국: 광둥 심천 롱강 티엔커쉬에

→ 위의 사양은 열전소자의 펠티에 효과를 활용할 경우의 사양이다.

측정 1) 단락회로 전류/전압측정 결과 (측정 일자 : 2013/ 05 / 15)

시간 (sec)	흡열판 온도 (°C)	방열판 온도 (°C)	전류 값 (A)	전압 값 (V)
0	36.0	33.4	0.0083	0.000
30초	214.3	41.2	0.4842	0.638
60초	234.0	46.3	0.6331	0.697
90초	255.9	50.6	0.7015	0.758
120초	289.4	53.8	0.7837	0.805

측정 2) 단락회로 전류/전압측정 결과 (측정 일자 : 2013/ 05 / 20)

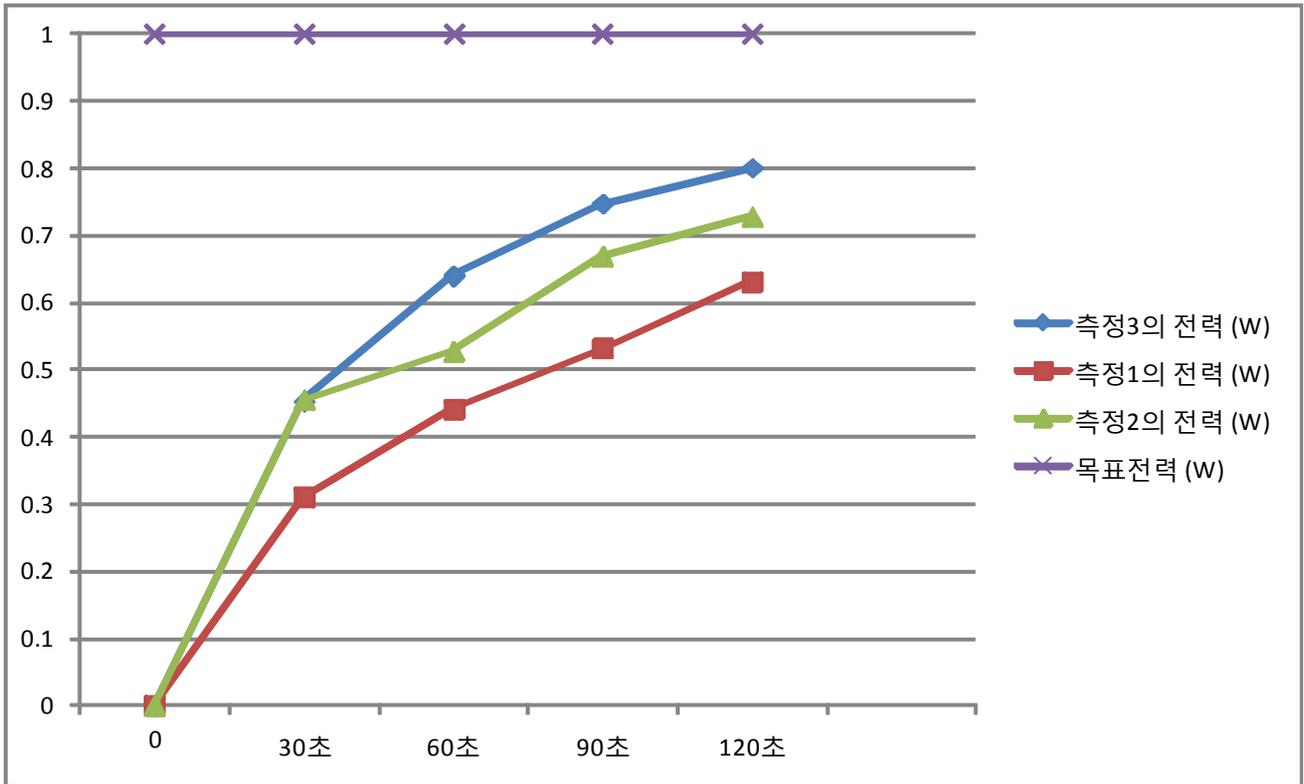
시간 (sec)	흡열판 온도 (°C)	방열판 온도 (°C)	전류 값 (A)	전압 값 (V)
0	27.5	27.6	0.005	0.000
30초	202.3	39.3	0.6042	0.753
60초	253.0	45.2	0.6475	0.815
90초	282.9	50.6	0.7983	0.837
120초	300.4	55.1	0.8684	0.838

측정 3) 단락회로 전류/전압측정 결과 (측정 일자 : 2013/ 05 / 24)

시간 (sec)	흡열판 온도 (°C)	방열판 온도 (°C)	전류 값 (A)	전압 값 (V)
0	25.7	25.6	0.0920	0.000
30초	218.7	34.3	0.6029	0.750
60초	240.5	37.0	0.7702	0.830
90초	286.1	41.2	0.8898	0.839
120초	306.8	46.6	0.9412	0.850

→ 위의 실험 결과표는 여러 번의 실험 동안 나온 데이터 중 일부이다. 실험을 하면서 열전소자의 압력과 단열재 두께 등의 개선을 하면서 실험을 진행하였다.

< 측정된 값과 목표전력과의 비교 그래프 >



※ 가능성 실험 1의 결과에 의한 고찰

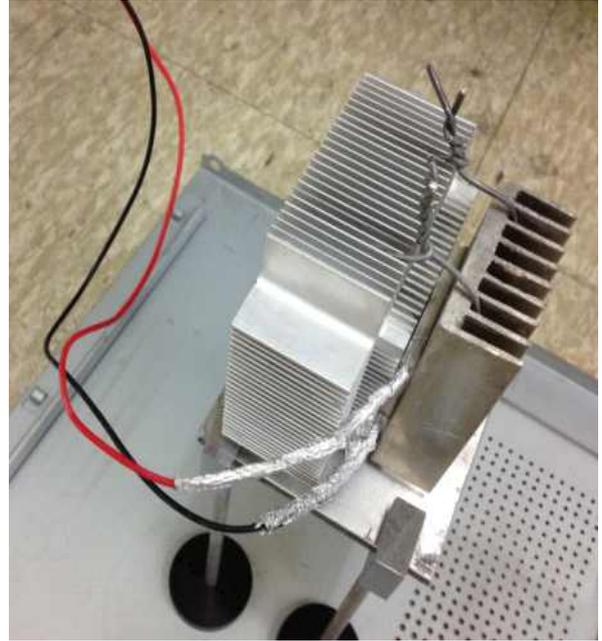
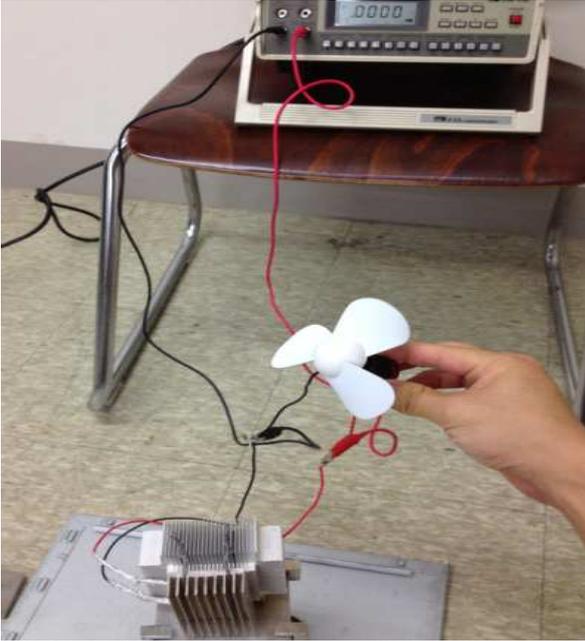
- 난로 윗면의 평균온도 400℃를 가스토치로 흡열판에 가하여 측정해야 하지만 가스토치로는 한계가 있어 약 300℃를 최대한 유지하면서 실험을 진행하였으며, 모터를 연결하여 측정할 때 전력 값이 목표한 전력 값에 비해 약 0.3W 부족했지만 DC 3V 모터를 구동시키는 데 문제가 없었다.

- 위의 결과를 비교해 보면 온도 차이에 비례하여 전류와 전압이 상승하는 것을 볼 수 있었다. 물론 가스토치로 대체 실험을 하였으므로 가해지는 온도의 차이는 있지만 거의 비슷한 경향을 볼 수 있었다. 흡열판과 방열판의 온도 차가 약 250℃ 차이가 났지만 이것은 가스토치의 열의 온도로 추정이 되며 흡열판의 온도라고 정확히 단정지을 수는 없다. 따라서, 열전소자의 열 손상을 예방하기 위해 흡열판의 구조를 난로와 거리를 두는 형태로 제작하려 한다.

- 모터선정의 경우 실험적으로 접근 하였을 때는 6V 모터를 구동시킬 수 있다고 판단되며 제작단계에서 선정된 6V DC 모터를 구동시켜 시제품을 제작할 계획이다.

(2) 가능성 실험 2

- 실험 1과 동일한 조건에서 단열재를 뺀 다음 부품들을 측정 한 후 전류/전압 값을 측정하였다.
- 단열의 효과를 보기 위한 실험으로 얼마만큼의 차이를 보이는 지에 대한 실험이다.



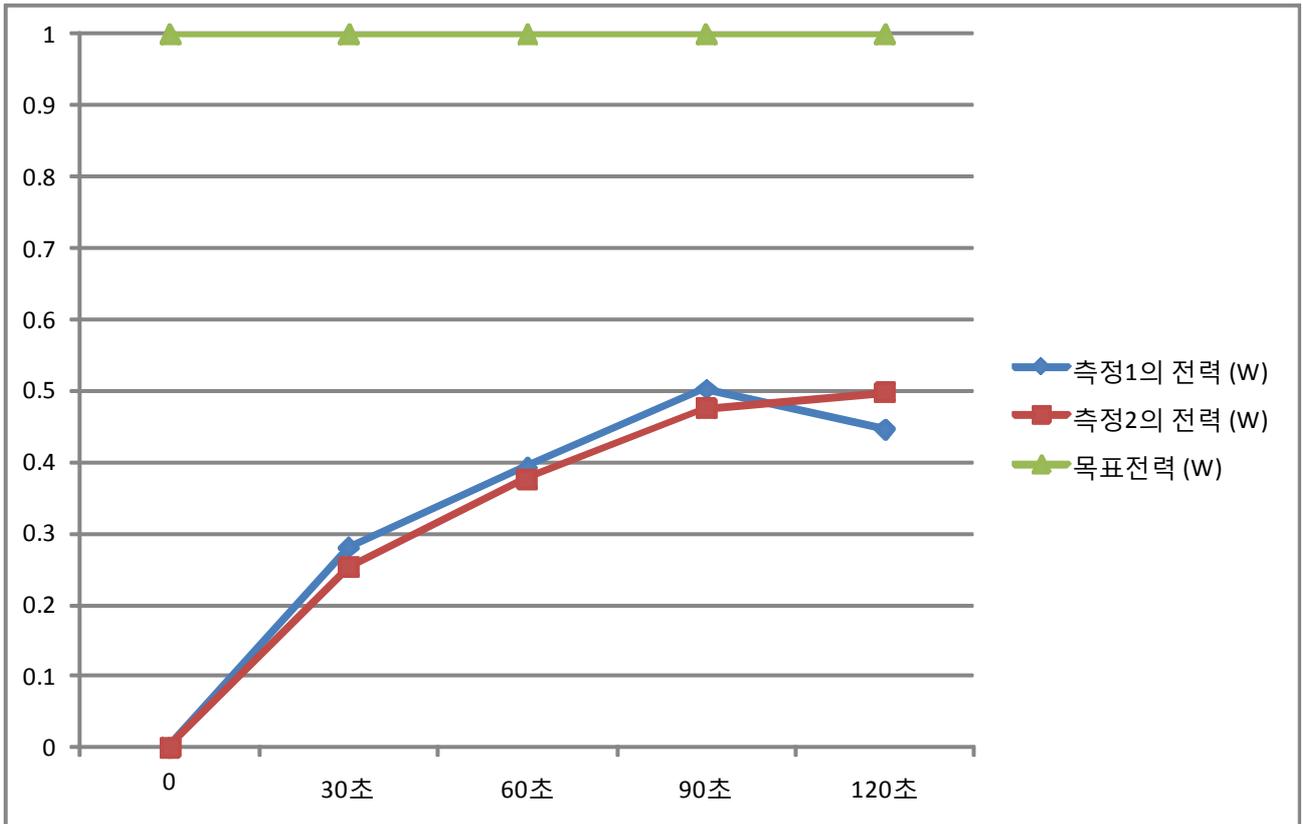
측정 1) 단락회로 전류/전압측정 결과 (측정 일자 : 2013/ 05 / 28)

시간 (sec)	흡열판 온도 (°C)	방열판 온도 (°C)	전류 값 (A)	전압 값 (V)
0	28.3	27.7	0.0051	0.000
30초	219.4	51.0	0.4786	0.586
60초	220.3	63.1	0.5942	0.661
90초	238.1	68.3	0.7098	0.708
120초	268.2	75.6	0.6511	0.685

측정 2)

시간 (sec)	흡열판 온도 (°C)	방열판 온도 (°C)	전류 값 (A)	전압 값 (V)
0	27.5	28.2	0.0021	0.000
30초	221.7	49.3	0.4512	0.559
60초	238.9	55.7	0.5768	0.653
90초	250.2	64.8	0.6853	0.693
120초	272.6	79.3	0.7010	0.710

< 측정된 값과 목표전력과 비교 그래프 >



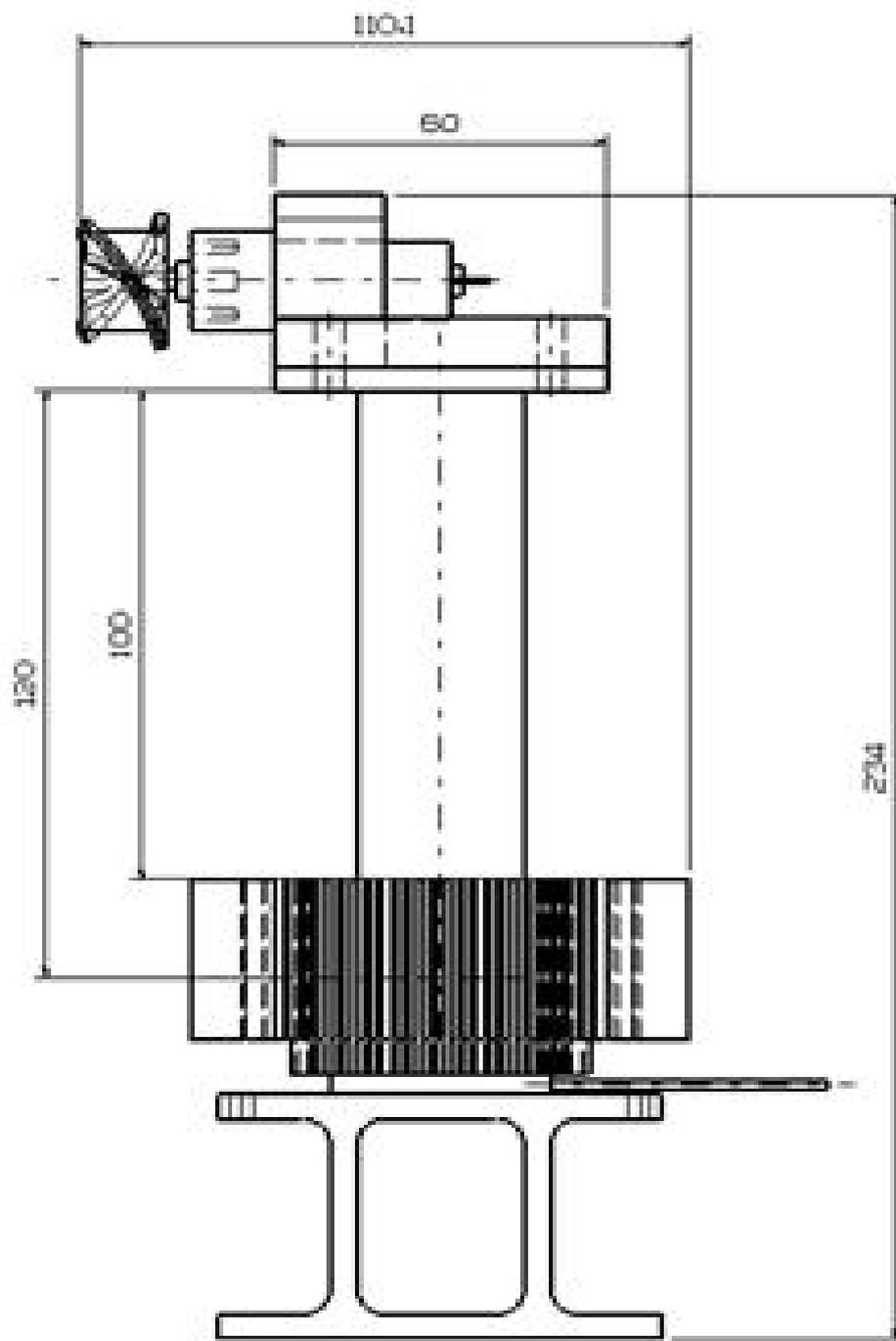
※ 가능성 실험 2의 결과에 의한 고찰

- 실험 1과 동일한 조건에서 실험을 하였으며 단열재만 분리한 후 측정된 결과 단락회로에서의 전력 값이 실험1값의 전력 값에 비해 낮게 측정되었다. 흡열판과 방열판의 온도 차이가 단열재를 넣었을 때보다 낮기 때문에 측정 값 또한 낮게 측정되었다. 실험 결과 단열재가 없는 경우에는 흡열판과 방열판 사이의 온도차가 줄어들게 되며 열전소자에도 손상을 입힐 가능성이 많아 향후 제작에서 단열재를 포함하여 제작할 계획이다.

제 5장 상세설계
제 1절 가능성 실험 계획

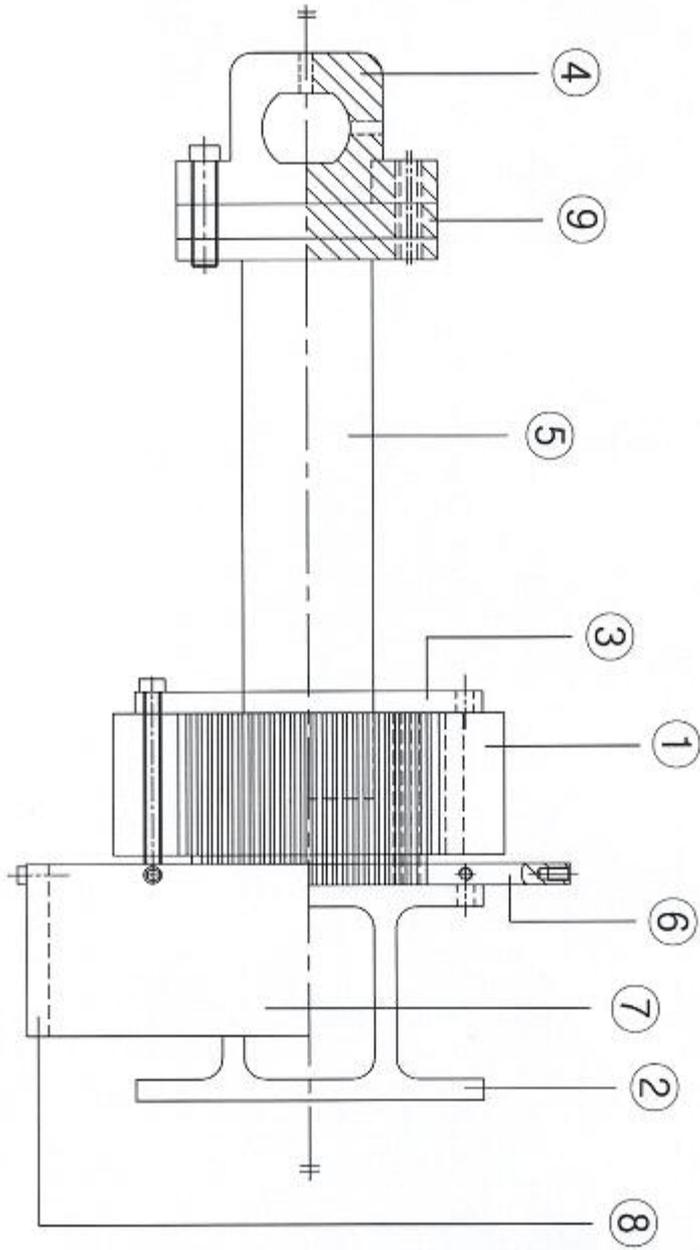
1) 조립도





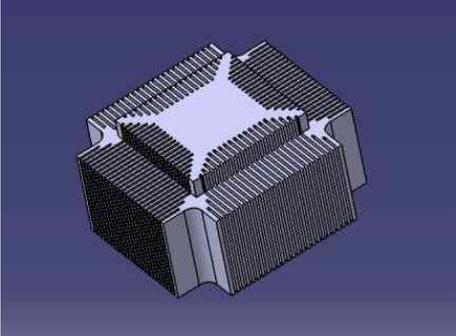
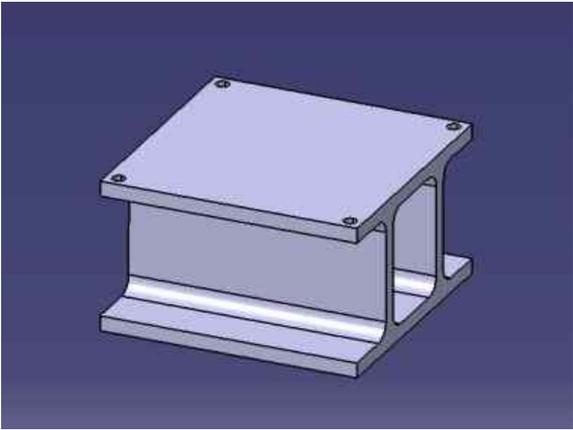
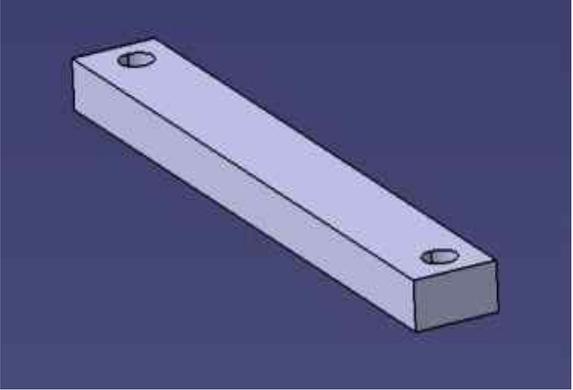
Edison
Scale 1:1

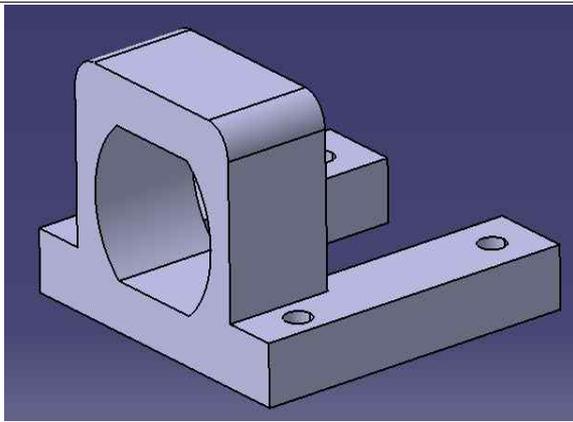
저압도면 : 난류 열교환기용 공기 순환팬



제 2절 각 주요부품의 도면

1) 각 부품의 CATIA 도면 사양, 역할 정리

	
<p>방열판 사양 크기 : 90mm×90mm×40mm 400g</p>	<p>역할 열전소자의 온도 차를 주기 위해 필요한 부품으로 열전소자의 냉각 부를 담당한다.</p>
 <p>흡열판</p>	<p>사양 윗 판 : 80mm×80mm×5mm 기 등 : 40mm×40mm×5mm 무 게 : 400g</p> <p>역할 열전소자의 고온부를 담당하면서 난로의 열을 직접적으로 받는 부품</p>
 <p>고정 판</p>	<p>사양 크기 : 90mm×90mm×40mm 무게 : 20g</p> <p>역할 방열판, 흡열판, 열전소자 등을 결합하기 위해 사용되는 부품</p>



모터 고정 브라켓

사양

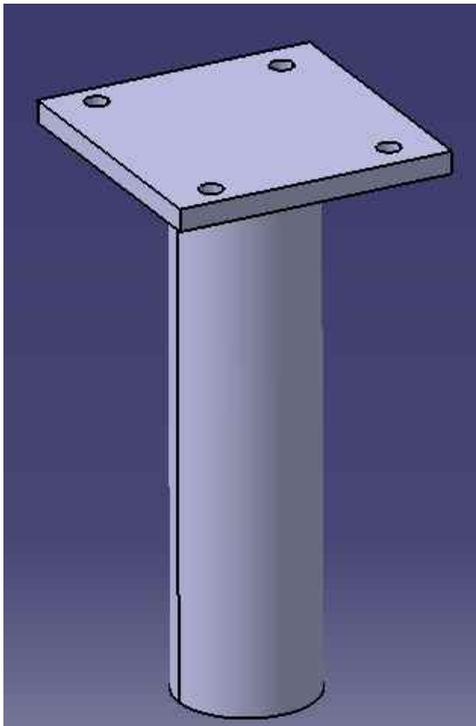
60mm × 60mm × 35mm

무게 : 10g



역할

모터 고정



모터와 방열판을 연결해주는 중심축

사양

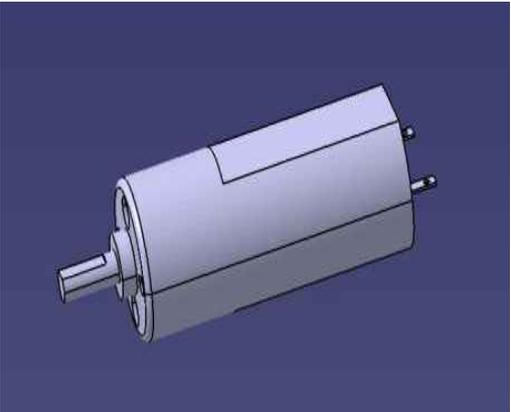
축 직경 : 30mm , 축 높이 : 120mm

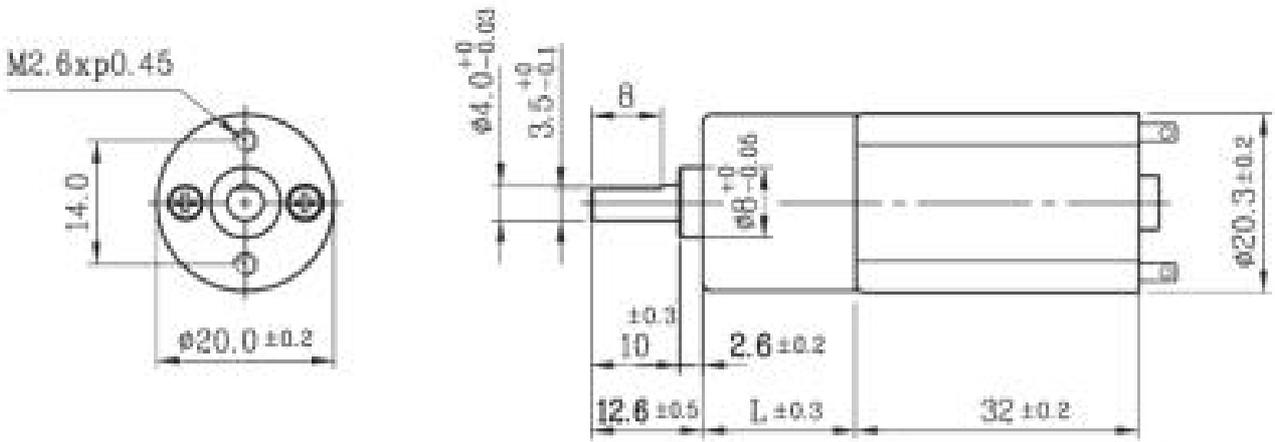
판 크기 : 60mm × 60mm × 5mm

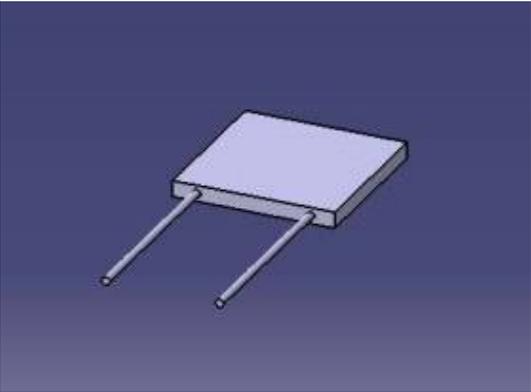
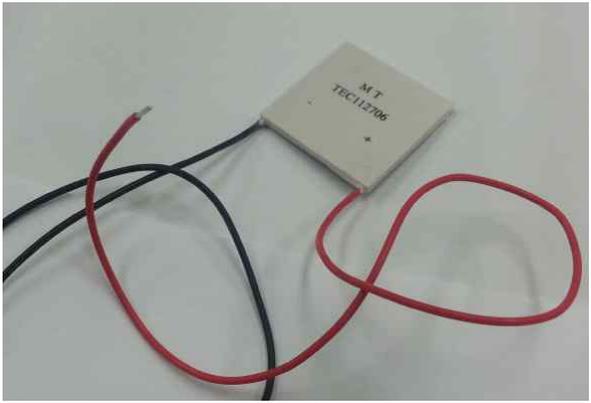
무게 : 20g

역할

방열판과 모터 사이를 이어주는 축

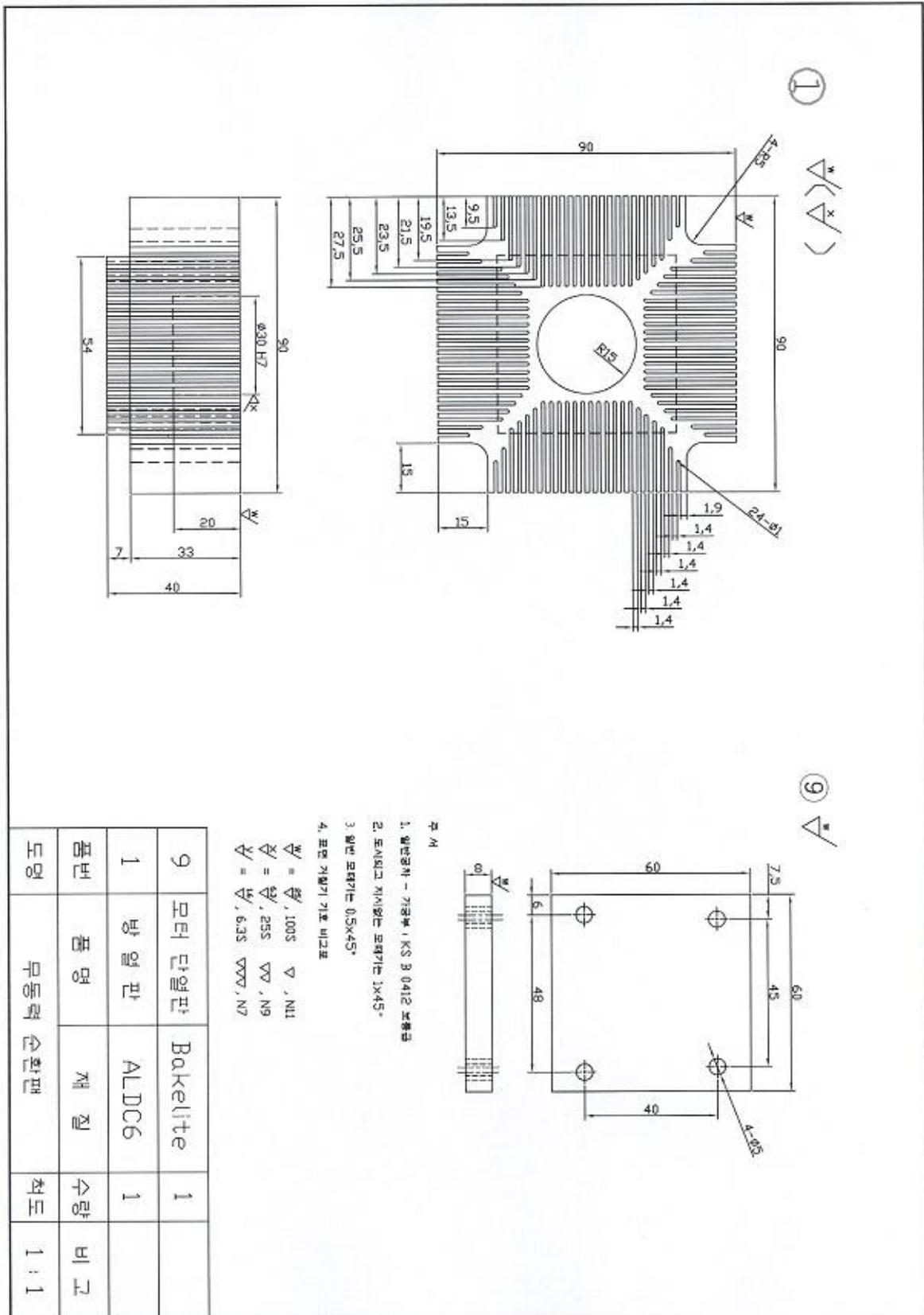
 <p>Ra-20GM 6V 감속 모터</p>	<h3>사양</h3>
	<p>크기 : 32mm(길이) × 20mm(지름) 무게 : 60g 감속기 길이 : 16.5mm 전압 : 6V 정격 토크 값 : 22.5gf-cm , 정격 전류 : 390 mA 정격 회전수 : 690 rpm , 정격 출력 : 1.68W</p> <p>감속기(1/10 비율) 정격 토크 값 : 160 gf-cm 정격 회전수 : 67 rpm</p>



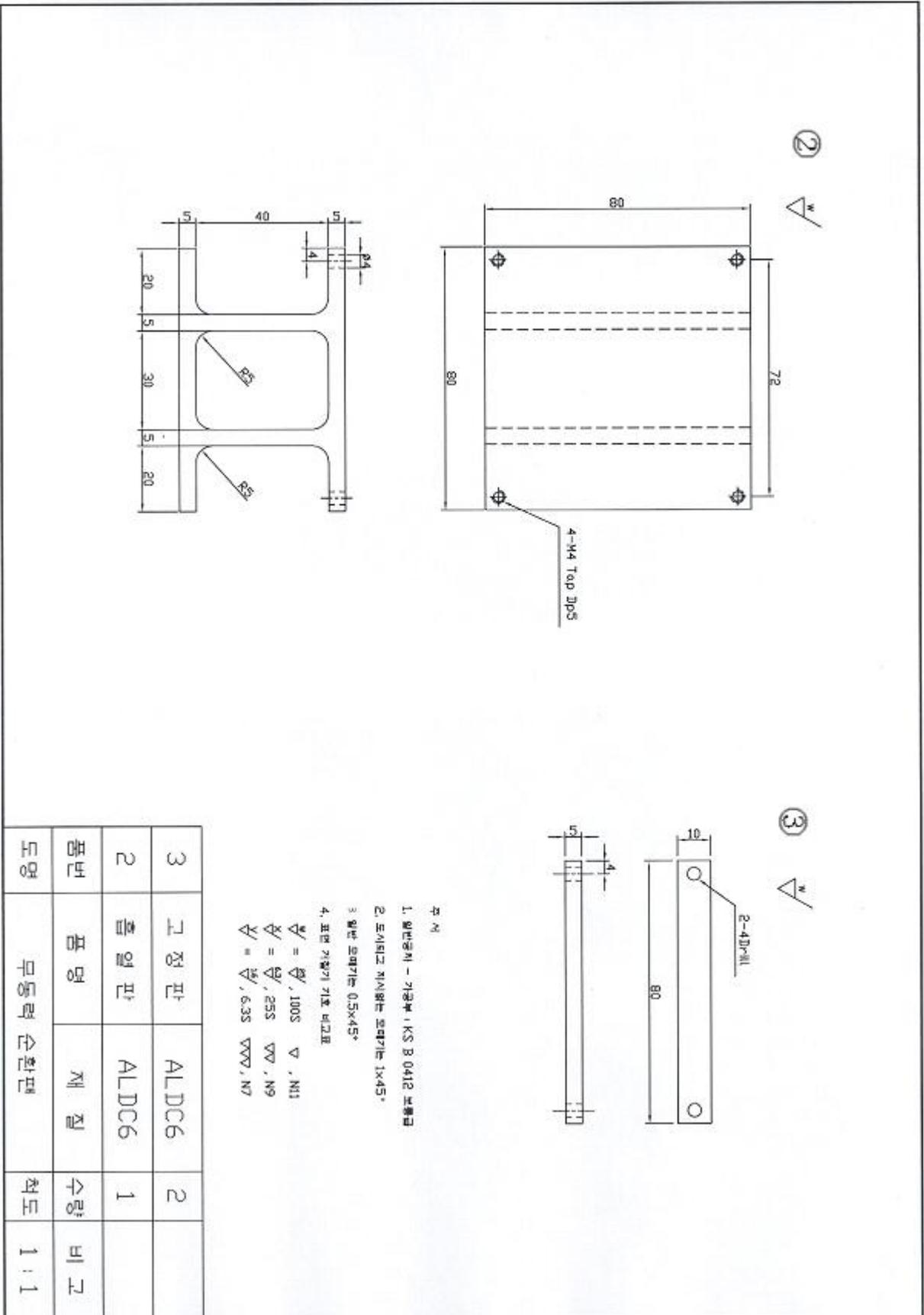
	
<p>열전소자</p> <p>사양</p>	<p>역할</p>
<p>크기 : 40mm×40mm×4mm 무게 : 20g 최대전압 15.4V , 최대전류 6A</p>	<p>모터를 구동시키기 위한 전력을 생성하는 장치로써 제베크효과를 사용한다.</p>

2) 가공을 위한 CAD도면

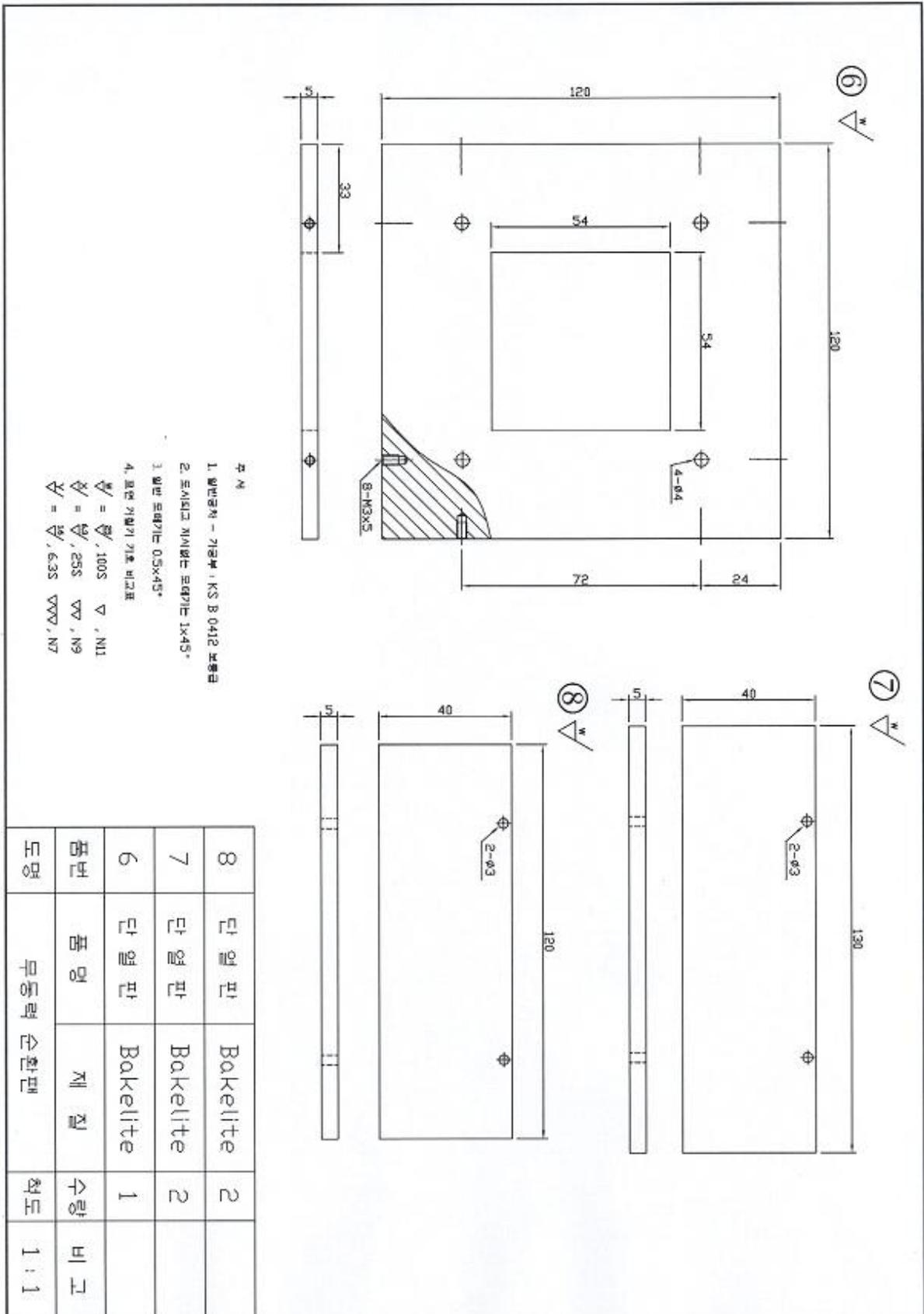
※ 방열판 및 모터 배크라이트 단열판



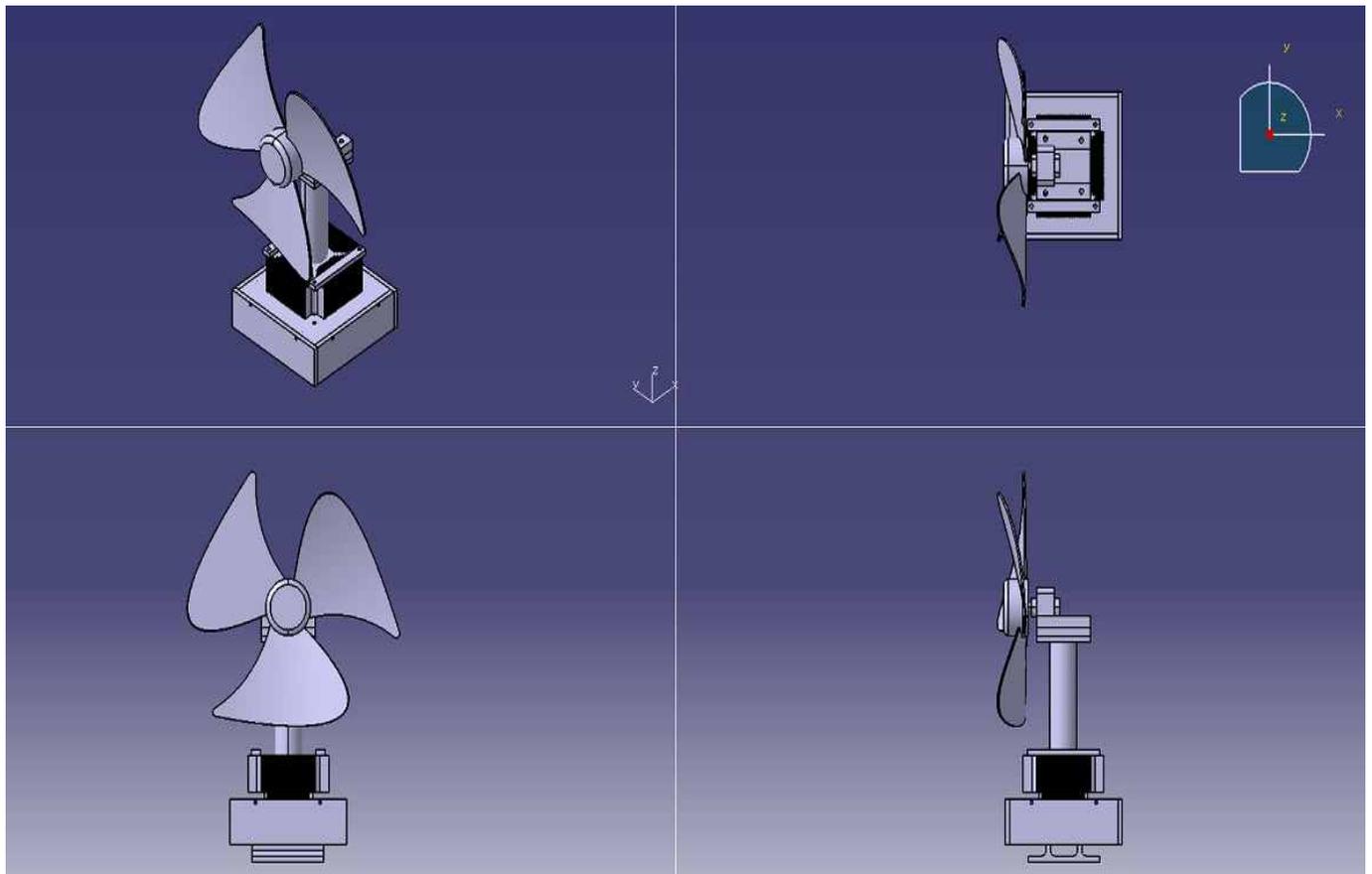
※ 흡열판과 고정판



※ 백크라이트 단열판



제 3절 제품사양



모델명	난로 열을 이용한 공기 순환 팬
모터	DC 6V 모터
연속 사용 시 가동시간	반영구적
외부 치수	150 × 150 × 258 (mm) , 1.5kg
발생전력	약 0.8W
온도 허용 범위	250℃~450℃
전원 공급	Thermoelectric Module

제 6장 시제품 제작 및 성능평가

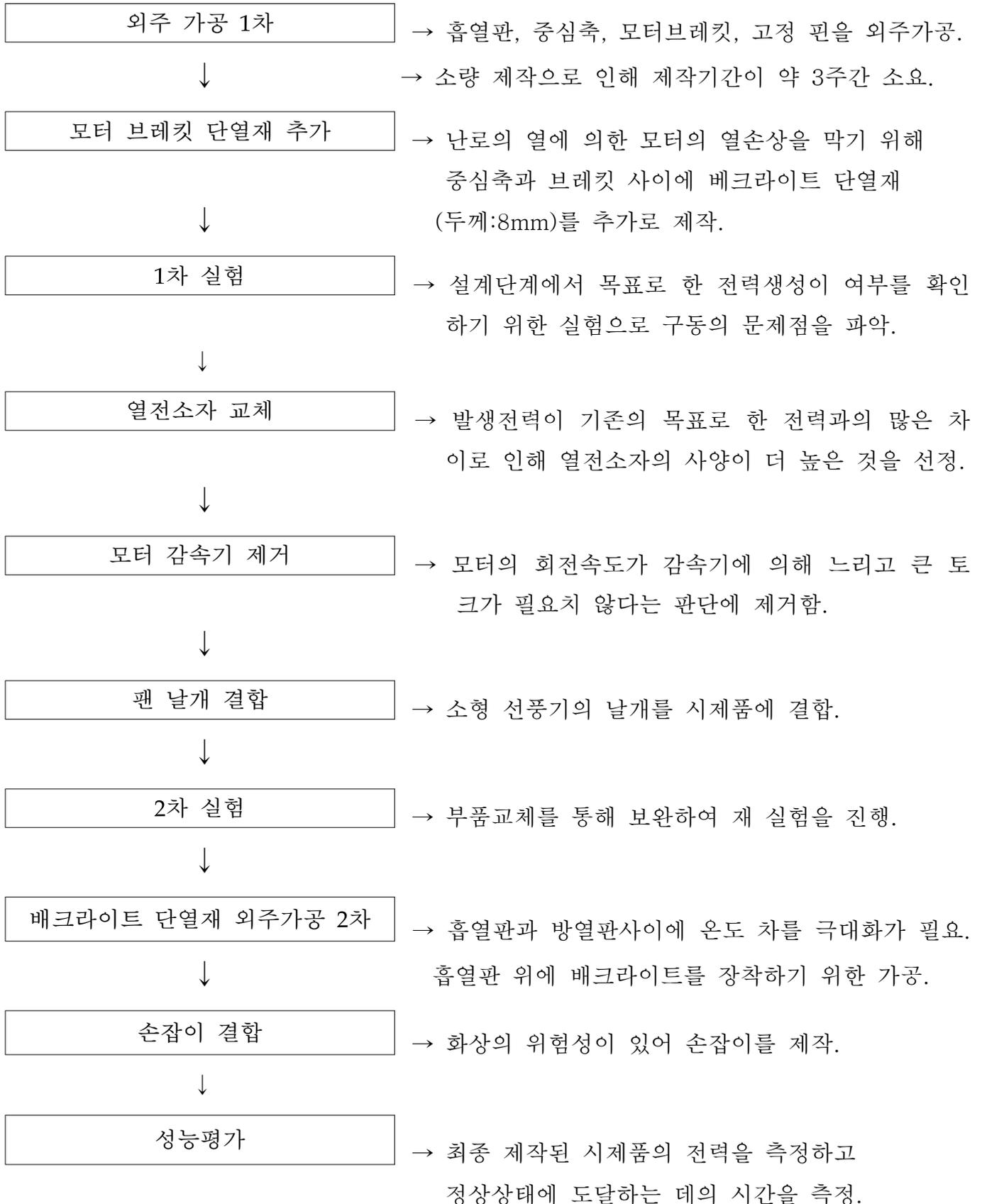
제 1절 시제품 제작

1) 제작 일정 및 제작 과정

제작 과정	제작일정											
	7월				8월				9월			
	1주	2주	3주	4주	1주	2주	3주	4주	1주	2주	3주	
일정 계획 수립	■											
외주가공 1차	■	■	■									
부품 구매	■	■	■	■								
1차 TEST					■	■	■	■				
외주가공 2차								■	■	■		
2차 TEST									■	■		
문제점 분석 및 보완										■	■	
성능 평가											■	■

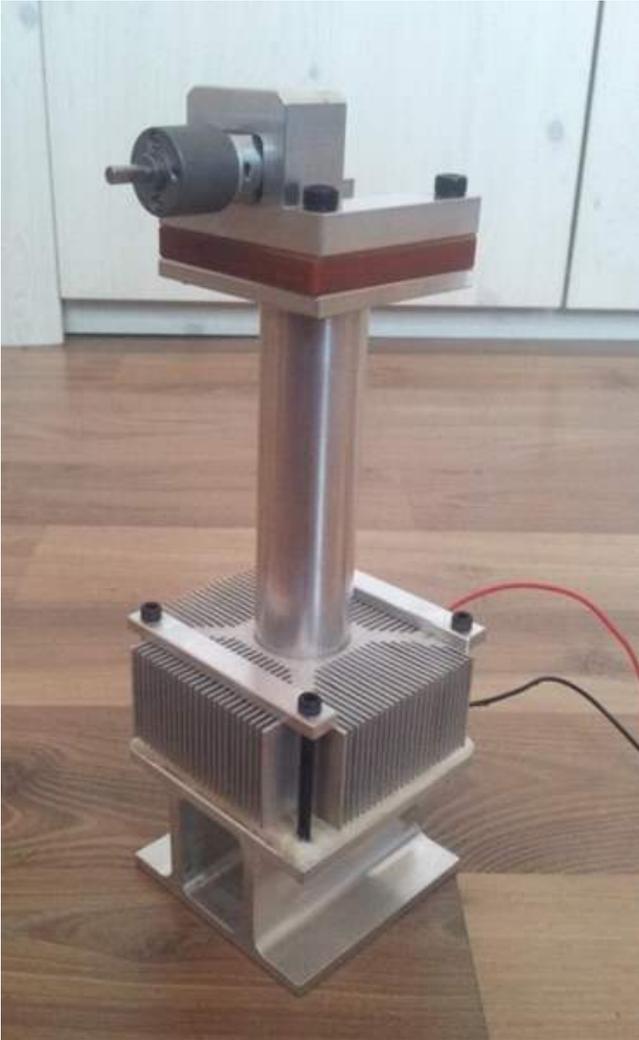
제작의 문제점	문제점 보완
<ol style="list-style-type: none"> 팬의 날개 결합 부분에서 고정이되지 않는 문제가 발생. 흡열판과 방열판과의 단열이 제대로 되지 않음. 열전소자를 결합하는 과정에서 압력에 의한 파손이 일어남. 	<ol style="list-style-type: none"> 구리 선과 본드를 이용하여 모터 축과 날개를 고정시킴. 흡열판과 방열판의 온도 차를 극대화시키기 위해 베크라이트를 이용하여 단열 시킴. 여러 번 결합의 경험을 바탕으로 전력생성에 문제가 없을 정도로 적당한 압력을 주어 결합함.

2) 설계 이후의 공정도



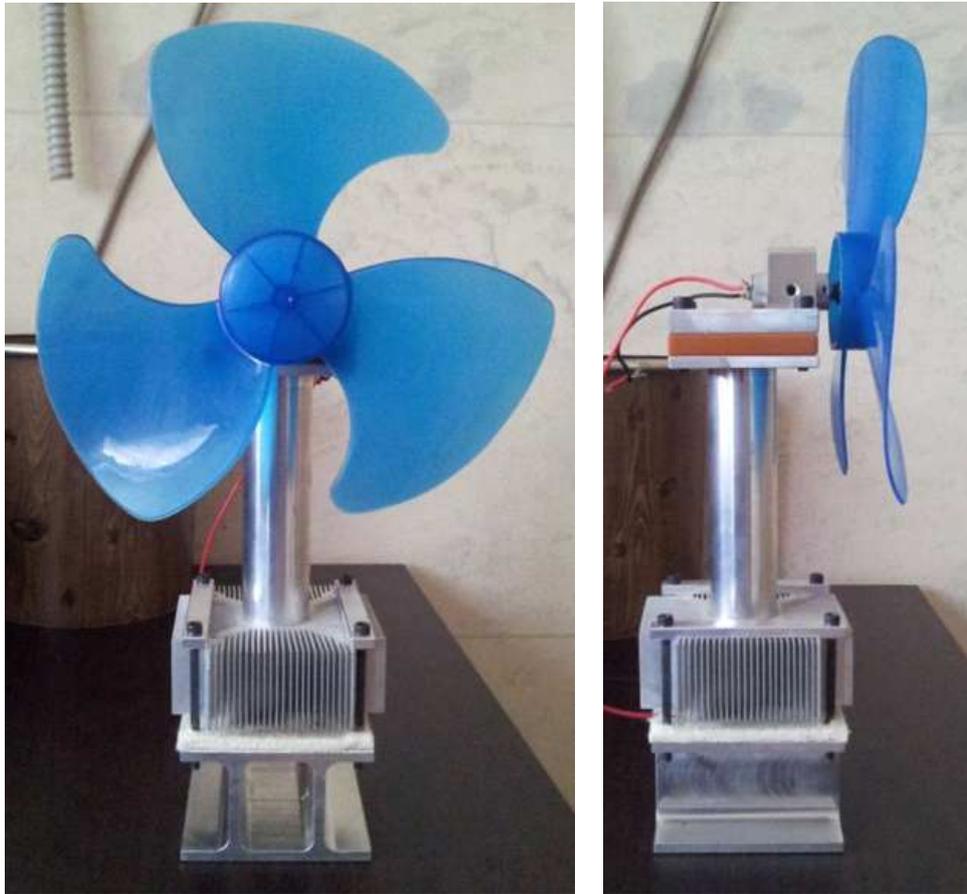
3) 시제품의 사진

① 1차 외주가공

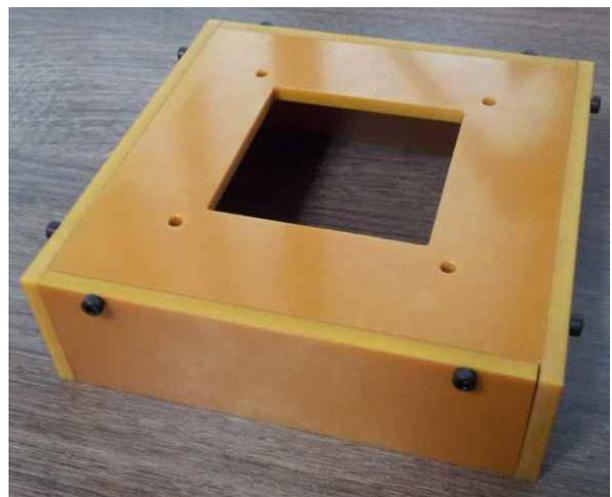


- ⇒ 흡열판과 모터 브레킷 등을 외주업체에 가공을 의뢰하여 완성된 사진이다.
흡열판의 경우 열전소자의 열 손상을 방지하기 위해 밑바닥에서 5cm높이로 가공하였다.
- ⇒ 모터 브레킷과 방열판을 이어주는 중심축 사이에 베크라이트를 모터에 전해지는 열을 최대한 차단시키기 위해 넣었다.

② 팬의 날개 장착 후 베크라이트 단열재 가공

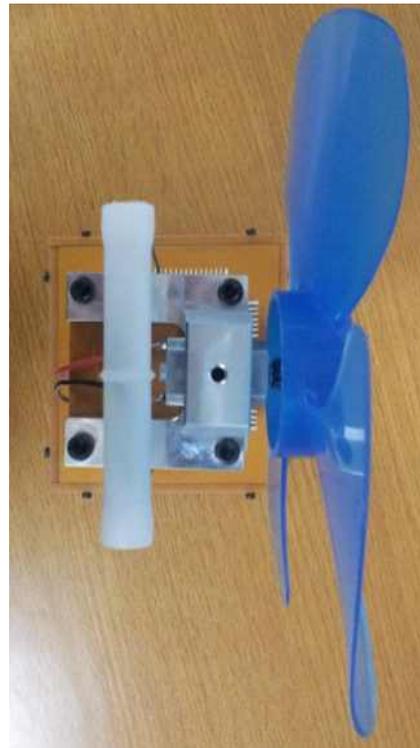
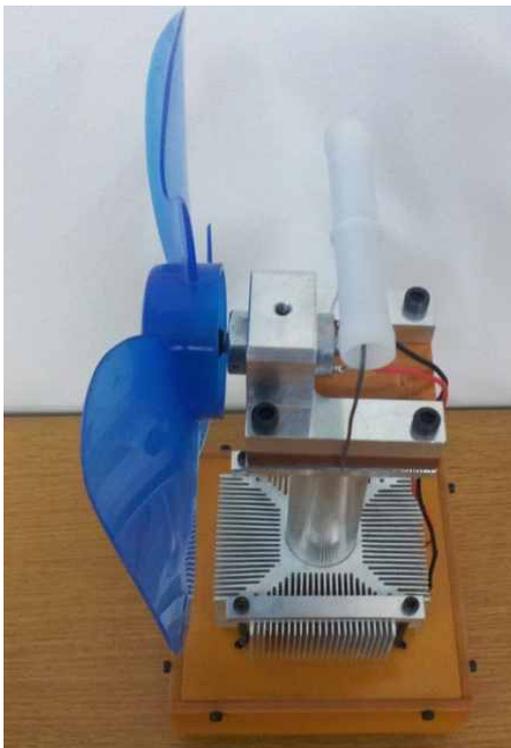
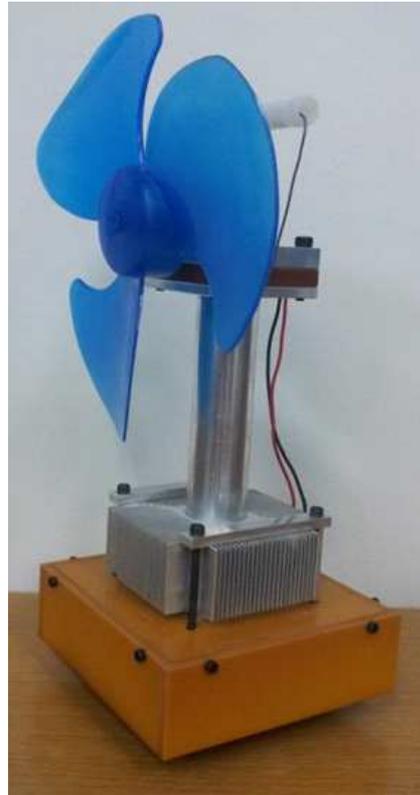


⇒ 난로의 열을 순환시키기 위해 충분한 크기의 날개가 있어야 한다.
따라서 소형선풍기의 날개를 이용하여 모터와 결합하였다.



⇒ 흡열판과 방열판의 온도 차를 최대한 만들면 최대 효율을 낼 수 있다.
따라서 흡열판 위에 베크라이트 단열재를 부착하기 위해 가공하였다.

③ 시제품 완성



⇒ 베크라이트 단열재를 흡열판에 부착한 후 제품 사용 후 화상의 우려가 있어 중심축과 브레킷 사이의 손잡이를 만들었다. 초기의 설계에서 여러 곳이 보완되고 추가로 가공하여 최종 시제품을 완성하였다.

제 2절 성능평가

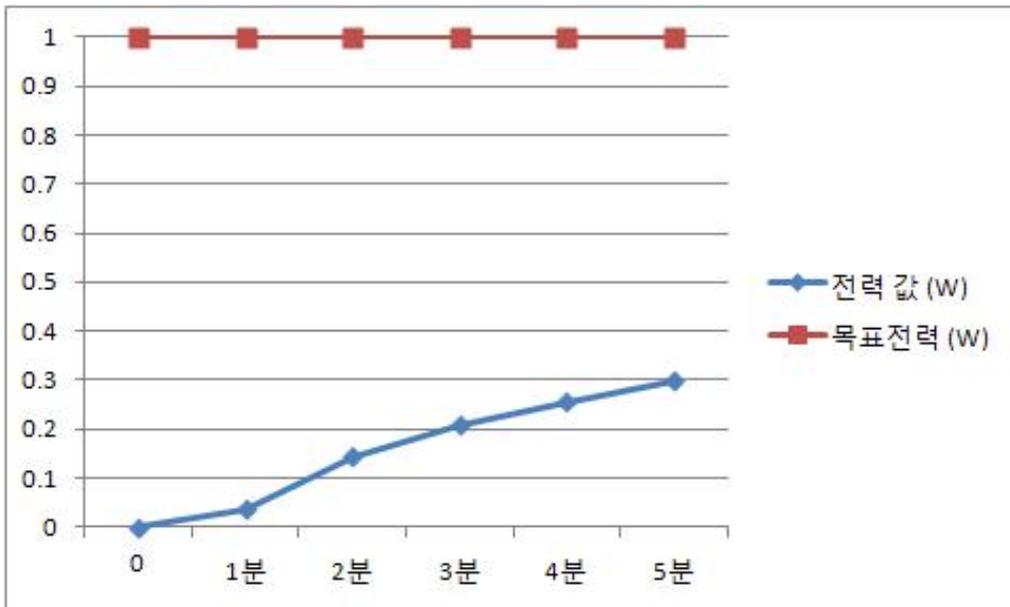
① 1차 TEST (실험 날짜 : 2013/08/07 ~ 08/27)

첫 외주가공을 한 부품을 조립하여 발생전력을 측정하기 위한 실험	
실험 목적	완성된 시제품의 구동여부를 확인하고 전력을 측정하고자 한다.
실험 목표	설계단계에서 목표로 둔 목표전력 1W를 기준으로 두고 발생하는 전력을 측정하여 문제점 및 보완점을 찾기 위한 실험을 진행하였다.
실험 조건	1. 연탄난로를 사용하여 실험. 2. 목표 전력 : 1W 3. 연탄난로의 윗면 온도 : 약 400℃ 4. 측정기기 : 디지털 멀티미터, 적외선 온도계 5. 측정시간 : 5분

● 전력 측정 결과

시간 (분)	흡열판 온도 (℃)	방열판 온도 (℃)	난로 온도 (℃)	전력 값 (W)
0	29.4	29.7	376.5	0.0000
1	145.5	73.2	381.8	0.0357
2	156.6	81.5	378.4	0.1448
3	180.9	85.8	386.3	0.2089
4	194.3	87.1	400.5	0.2567
5	200.6	88.5	402.9	0.2982

● 목표 전력과 측정 전력과의 비교 그래프



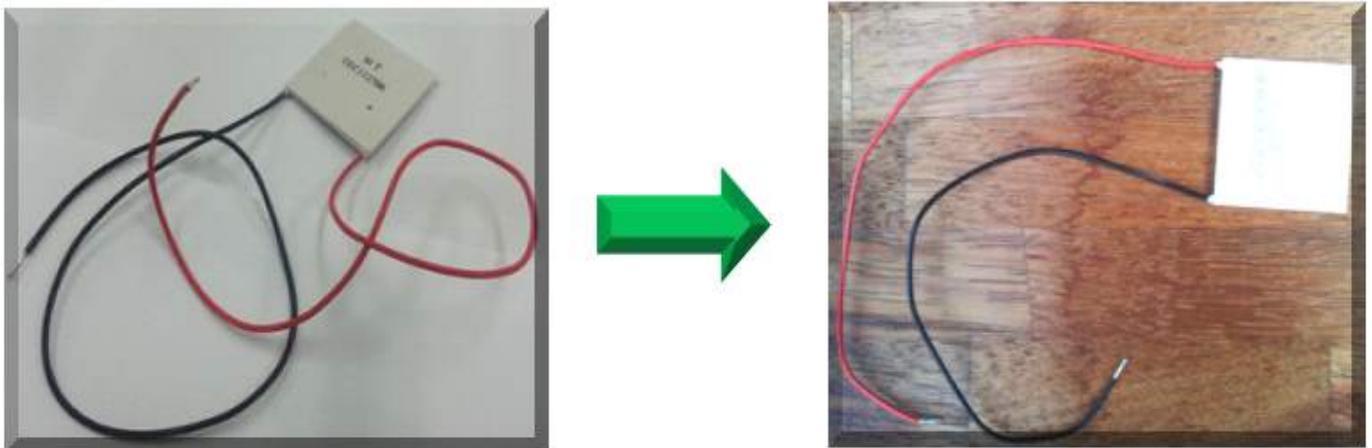
● 결과 분석

- ◎ 모터가 움직이기 시작한 지점은 약 1분정도 지나고서부터 구동되었으며 정상상태까지 약 4분이 걸렸다. 또한 감속 모터라서 팬의 회전속도가 느리게 구동되었다.
- ◎ 방열판과 흡열판의 온도 차가 약 100℃정도 차이가 났지만 기존의 목표로 둔 전력 값에 비해 한참 모자란 전력이 발생되었다. 이에 대한 문제를 열전소자의 성능문제로 보고 사양이 높은 열전소자로 교체하여 실험을 진행할 계획이다.

② 2차 TEST (실험날짜 : 2013/09/02 ~ 09/10)

감속기 제거와 열전소자 교체를 한 후 발생전력을 측정.	
실험 목적	1차 TEST에서 문제점을 보완하여 기존의 목표를 충족하는 지에 대한 실험.
실험 목표	열전소자를 교체하여 기존의 실험과 동일한 조건에서 목표한 전력 값인 1W에 도달하기 위한 실험.
실험 조건	<ol style="list-style-type: none"> 1. 연탄난로를 사용하여 실험. 2. 목표 전력 : 1W 3. 연탄난로의 윗면 온도 : 약 360℃ 4. 측정기기 : 디지털 멀티미터, 적외선 온도계 5. 측정시간 : 10분

● 열전소자 교체

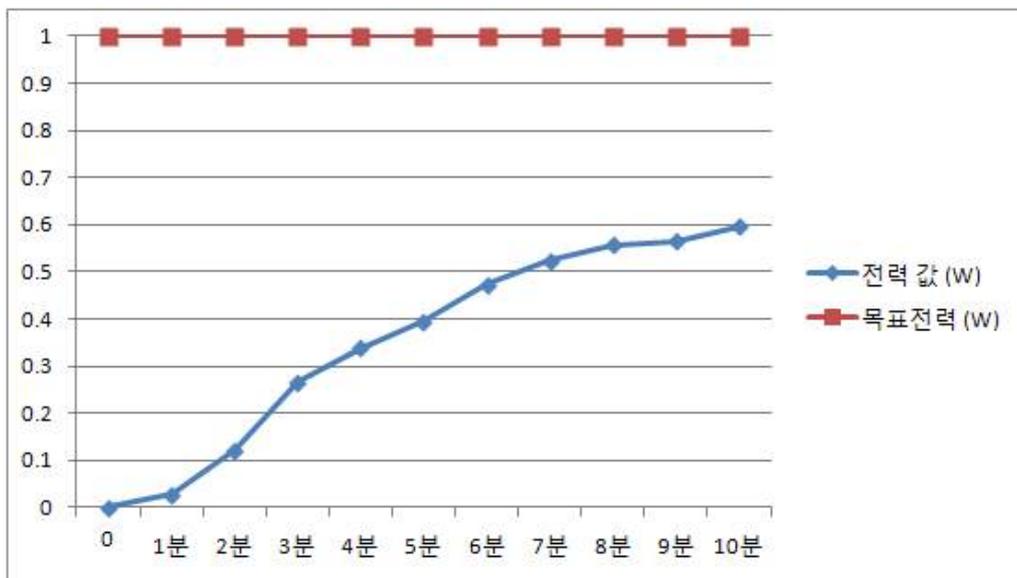


	제품번호	전류	전압	최대냉동 효율	외형크기
변경 전	TEC1-12706	6A	15.4V	51.4W	40*40*3mm
변경 후	FALC1-16110T125	10A	19.3V	65W	45*45*3.2mm

● 전력 측정 결과

시간 (분)	흡열판 온도 (°C)	방열판 온도 (°C)	난로 온도 (°C)	전력 값 (W)
0	29.4	35.6	332.0	0.0000
1	137.1	50.5	345.2	0.0268
2	159.6	62.2	358.9	0.1220
3	188.7	70.9	367.7	0.2659
4	193.2	77.5	361.2	0.3384
5	204.0	83.0	362.0	0.3956
6	220.5	84.1	363.3	0.4738
7	235.6	87.5	380.3	0.5244
8	238.9	92.7	385.1	0.5571
9	240.8	103.9	388.4	0.5642
10	241.1	99.8	387.1	0.5964

● 목표 전력과 측정 전력과의 비교 그래프



● 결과 분석

- ◎ 열전소자의 사양 변경에도 불구하고 목표 전력이 1W인 점을 감안하면 아직 충분한 전력이 생성되지 않는다. 구조적인 문제를 더 이상 변경하기 힘들기 때문에 배크라이트 단열재를 재 설계하여 흡열판과 방열판 사이의 온도 차를 극대화 시킬 계획이다.
- ◎ 모터의 정상상태까지 도달하는 데 약 3분이 소요되었으며, 이는 1차 실험보다 약 1분가량 시간이 단축되었다.
- ◎ 손잡이가 없어 시제품을 이동시킬 때 화상의 위험성이 있어 손잡이를 결합하여 실험을 진행할 계획이다.

③ 최종 성능 평가 (실험날짜 : 2013/09/12~09/15)

배크라이트 단열판 추가 및 손잡이 결합을 한 후 최종 시제품의 실험을 진행함.	
실험 목적	최종 시제품의 성능 평가를 하고 발생하는 전력과 모터의 구동상태를 보기위함.
실험 목표	최종 시제품에서 발생하는 전력이 목표한 전력 값인 1W에 도달하기 위한 실험.
실험 조건	<ol style="list-style-type: none"> 1. 연탄난로를 사용하여 실험. 2. 목표 전력 : 1W 3. 연탄난로의 윗면 온도 : 약 400℃ 4. 측정기기 : 디지털 멀티미터, 적외선 온도계 5. 측정시간 : 10분

1) 베크라이트 단열재 유무에 따른 방열판 온도 비교

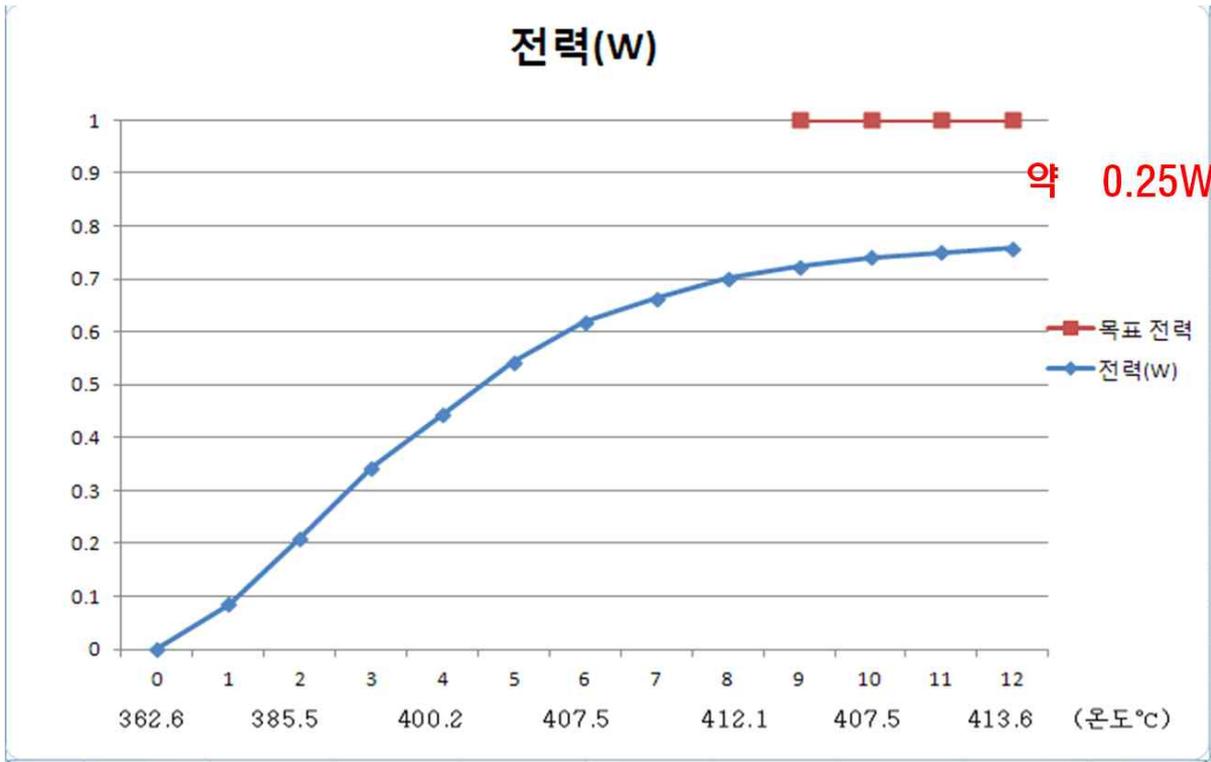


시간 (분)	미부착시 방열판의 온도 (°C)	부착시 방열판의 온도 (°C)
0	35.6	37.7
1	50.5	47.7
2	62.2	58.6
3	70.9	64.0
4	77.5	61.2
5	83.0	60.8
6	84.1	65.6
7	87.5	68.5
8	92.7	75.1
9	103.9	71.7
10	99.8	73.6

⇒ 위의 비교 표와 같이 비슷한 난로의 온도(약 400°C)에서 실험한 결과 단열재를 넣은 결과가 약 20°C이상의 차이가 나면서 온도 차를 극대화 시키는 효과를 볼 수 있었다. 열전소자의 윗면과 아랫면의 온도 차가 크면 전력이 생성되는 양이 더욱 커지게 되어 팬의 구동이 원활하게 된다.

2) 전력 측정

시간 (분)	난로온도 (°C)	방열판온도 (°C)	전력 (W)
0	362.6	47.7	0.0013
1	370.5	60.6	0.0848
2	385.5	62.6	0.2107
3	387.6	64.1	0.3430
4	400.2	61.3	0.4437
5	407.1	59.8	0.5425
6	407.5	60.8	0.6185
7	409.5	64.7	0.6627
8	412.1	68.5	0.7015
9	412.0	66.1	0.7228
10	407.5	68.7	0.7413



⇒ 초기 설계 단계에서 설정한 목표 전력인 1W만큼의 전력은 생성되지 않았다. 시간이 10분 이상경과 되었을 때의 전력량 또한 0.75W에서 더 이상 오르지 않고 꾸준한 전력량을 보였다. 비록 초기에 설정한 목표 전력량만큼은 생성되지 못했지만 현재의 전력량으로도 충분히 모터가 구동되는 데에 아무런 문제가 없음을 확인 하였다.

⇒ 팬의 날개 역시 충분한 속도로 작동되어 실내에 난로의 열기를 순환시킬 수 있으리라 생각된다. 1,2차 TEST에 비해 모터의 정상상태 도달시간이 약 2분으로 좋은 성능을 발휘하였다.

제 7장 결론

제1절 문제점 및 보완 결과

	문제점	보완 결과
제작	1. 열전소자 전선의 열 손상.	1. 흡열판의 높이를 주면서 직접적인 전선의 열 손상을 피함.
	2. 모터에 가해지는 열에 의한 손상.	2. 중심축과 브레킷사이에 배크라이트 단열판을 추가하여 결합.
	3. 팬 날개와 모터 축과의 결합 문제.	3. 구리 선과 본드를 이용하여 고정.
	4. 시제품을 사용하고 옮길 시 화상의 위험이 있음.	4. 모터브레킷과 중심축 사이에 손잡이를 만듦.
실험	1. 모터의 회전속도가 느림.	1. 감속 DC 6V모터의 감속기를 분리하여 모터부만 사용함.
	2. 목표로 한 전력 값과의 차이가 큼.	2. 발생하는 전력을 높이기 위해 사양이 높은 열전소자로 교체
	3. 난로의 대류 열에 의해 방열판의 온도가 증가.	3. 흡열판과 방열판사이에 단열을 위해 배크라이트 단열판을 결합.

제2절 총평

우리 설계프로젝트의 주제선정은 자유로운 주제로 과제를 선정하는 과정에서 독창성, 실용성, 경제성, 기술성 등의 기준을 두고 경제성을 최우선으로 두고 생활에 불편한 사항을 조사 한 결과, 여러 가지 아이디어들이 나왔지만, 대부분의 아이디어들이 이미 출시되어 있거나, 제작을 하기에는 지원금도 부족 하며, 학부의 지식으로는 제작하기에는 어렵다는 결론을 얻었다. 그 결과 캠핑에 관련된 제품으로 이미 기존의 제품이 나와 있고, 국내에는 판매되고 있지 않으며, 크기 또한 커 휴대성이 불편하다는 점, 그리고 제품이 상당히 고가인 점에서 아이디어인 ‘열을 이용한 공기순환팬’을 선정하게 되었다.

상세설계를 바탕으로 시제품을 가공 및 완성하면서 단열의 문제, 손잡이, 전력생성 등 여러 문제점이 나왔으며 이를 보완하기 위해 배크라이트 단열재와 손잡이를 부착하였다. 성능 평가에서 방열판의 단열을 통해 온도 차를 극대화시킴으로써 전력생성이 더욱 원활하게 만들었다. 그 결과 목표 전력인 1W가 생성되지는 못했지만 **약 0.8W의 전력을 생성함**으로써 모터의 구동이 원활하게 이루어졌다. 또한 모터의 구동이 **정상상태에 도달하는 시간이 약 2분**으로 측정되었으며 이는 난로에서 사용하는데 많은 시간을 소용하지 않고 효과를 볼 수 있다.

실내에 열을 빠르게 순환시키고자 팬을 구동시킨다는 점에서는 원활하게 팬이 구동되어 약간의 효과는 기대할 수 있다. 하지만 이를 **정량적인 결과인 풍속, 풍량으로 나타내지 못하였다.** 또한 기존의 제품의 규격과 무게를 줄였지만 공기를 순환시키는 부분에는 성능평가를 하지 못하여 완전히 개선하였다고는 할 수 없다. 하지만 **모터의 구동여부와 발생전력을 볼 때 활용가치는 있다고 판단된다.**

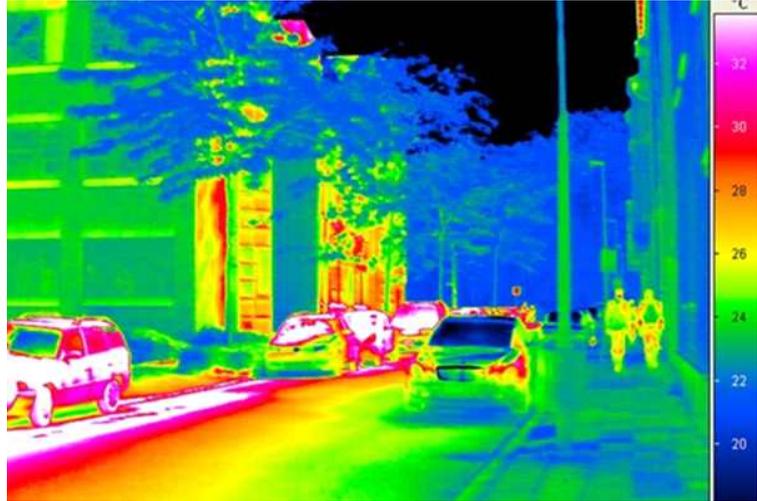
제 3절 향후 보완점

1. 열 순환에 대한 성능평가

- 모터의 구동과 발생전력은 결과를 얻었지만 난로의 열이 실내에 순환되는지에 대한 평가는 없어 이 부분을 보완하면 시제품의 성능을 더 잘 나타낼 수 있으리라 생각된다. 또한 다른 문제점을 찾아 시제품을 더욱 개선시킬 수 있을 것이다.



< 적외선 열화상 카메라 >



< 카메라로 측정한 모습 >

2. 열전소자 개수 추가

- 하나의 열전소자에서 발생하는 전력량이 낮기 때문에 여러 개의 열전소자를 잘 활용한다면 팬을 구동시키는 데 더 효과적일 것이다.

제4절 고찰

1. 독창성, 기술성, 경제성, 실용성을 고려하여 과제를 선정하는데 많은 고민과 어려움이 있었다. 초기에 아이템을 선정할 때 위의 4가지 항목을 고려하여 선정하는 것이 매우 중요하다. 특히 독창성이 높은 아이템의 경우 가치가 높아지기 때문이다. 우리 팀의 경우 독창성 부분에서는 떨어질 수 있지만 기존의 제품을 개선하는 방향으로 경제성과 실용성에 중점을 두고 과제를 선정하게 되었다.

2. 가능성실험 후 상세 설계부분에서 별다른 해석이나 계산 없이 실험적으로만 접근하여 기구 설계를 하였다. 학부에서 배운 여러 역학과목을 활용하지 못한 점이 아쉽다. 유체역학과 열전달을 활용하여 이론적 설계를 했어야 하지만 이번 팀 과제에서는 오직 가능성 실험을 통해 문제점을 보완하며 설계를 하게 되었다.

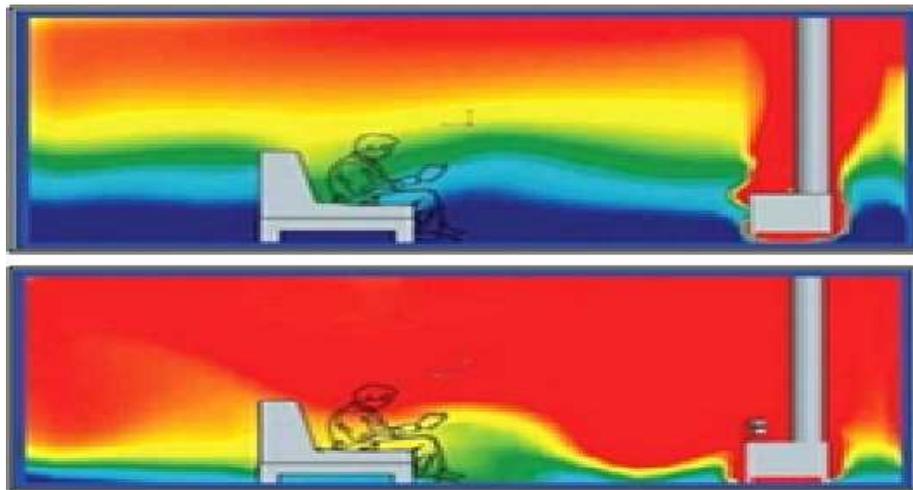
3. 열전소자의 손상이 자주 발생되었다. 실험 중 열에 의한 손상, 제작 중 결합하였을 때 압력에 의한 파손 등 많은 열전소자를 소비하게 되면서 운영비에 문제가 생기게 되는 일이 일어났다. 앞으로 혹시 열전소자를 이용한 과제를 수행하게 된다면 열전소자의 열 손상, 압력에 의한 파손 등을 주의하면서 사용하는 것이 좋을 것이다. 압력에 의한 손상은 열전소자의 겉면이 세라믹으로 되어있기 때문에 너무 많은 압력을 준다면 깨져버리는 현상이 일어나며 열 손상의 경우는 직접적으로 가열만 하지 않는다면 일어나지는 않을 것이다. 대류에 의한 열 손상 우려는 상대적으로 적은 편이니 가스 토치나 버너 등으로 직접 가열은 피할 것을 추천한다.

이번 과제에서 사용한 열전소자의 경우 11,000원의 저가의 열전소자를 사용하였다. 앞으로 열전소자를 사용하여 과제를 한다면 저가의 열전소자를 사용하여 실험을 해본 후 본 제작에서는 좋은 효율을 가진 열전소자를 재구입하여 사용하면 좋을 것이다. 팀 과제의 경우 저가의 열전소자에서 35,000원의 효율이 좋은 열전소자로 교체하여 과제를 완성하였다.

4. 성능평가 부분에서 팬을 사용함으로써 열의 순환을 정확히 해석하지 못하였다.

열의 순환에 대한 성능평가를 위해선 우선 열 적외선 카메라가 필요하다. 하지만 이 제품의 경우 약 150만원 이상의 고가의 장비이다. 현재 교내에 중앙기기원에서 이 장비를 대여할 수 있지만 대여비 또한 예산 안에서 해결하기 힘들었다. 그리고 환경적인 여건이 부족하였다. 실내에서 난로를 두고 실험하는데 이를 카메라로 촬영하면서 할 수 있는 장소 문제, 실험 당시 매우 더운 여름이었다는 점 등 여러 여건 상 열의 순환 해석을 하지 못하였다.

하지만 추후 성능평가를 한다면 아래와 같은 그림의 효과를 기대한다.



이번 프로젝트를 통해 팀원마다의 장점을 살려 업무분담을 하였고 교수님과의 많은 피드백을 통해 문제점을 해결하며 과제를 수행하였다. 여러 상황과 어려움을 통해 팀워크의 중요성과 리더의 중요성을 인식하는 계기가 되었고 설계프로그램을 통해 특허, 설계경험 등의 중요성도 알게 되었다.

이러한 경험을 바탕으로 향후 회사에서 하게 될 설계분야에서 많은 도움이 될 것이라고 생각되고 보고서의 작성방법이나 성능평가의 중요성을 인식하게 되었다.

마지막으로, 설계 및 제작이라는 부분은 그 과제만의 뚜렷한 목적과 정량적인 목표를 세우는 것이 무엇보다 중요하다. 또한, 최종 보고서 작성 시 공학적인 지식이 없는 독자가 보더라도 충분히 이해할 수 있도록 하는 것이 중요함을 깨닫게 되는 설계 프로젝트 과목이었다.

[참고문헌]

- 1) N형 P형 펠티에소자의 Thermoelectric power 측정 - 2009년 6월 이남미 (논문)
- 2) 펄스를 이용한 열전소자 발전특성 측정기법 설계 - 2011년 2월 김봉학 (논문)
- 3) 열전소자의 열적조건 변화에 따른 발전 특성 - 2010년 1월 한훈식 외3명 (논문)
- 4) 열전소자의 Seeback 효과를 이용한 Hybrid PV 패널 발전 시스템 - 2012년 2월 박성운 (논문)
- 5) 전기전자공학개론 1장~2장 - 강동욱 외, 홍릉과학출판사, 2003년
- 6) 열전달 개정 5판 Pg6~9, Pg150~166 - Frank P. Incropera 외 3명, 텍스트북스 2009년
- 7) 열전소자를 이용한 열교환기 - 현대자동차 주식회사 (특허)
- 8) 냉난방 시스템용 무동력 팬 기구 - 이만혁 (특허)
- 9) 열전소자를 이용한 태양광 발전 장치 - (주)램피스 (특허)