기계 설계프로젝트
최종 보고서

과제명 : 상하운동으로 자가 발전하는 열선 스틱

(2012년 3월 2일 ~ 12월)

팀명: H.Q

기계공학 설계프로젝트 최종보고서를 붙임과 같이 제출합니다.

2012. 12

대구대학교 기계자동차공학부(기계전공)

제 출 문

대구대학교 기계자동차공학부 학부장 귀하

본 보고서를 대구대학교 기계자동차공학부 설계프로젝트 과제 '**상하운동으로 자가 발전하는 열선 스틱**'의 결과보고서로 제출합니다.

(과제기간 : 12. 3. 2 ~ 12. 12.)

2012. 12.

지도교수 : 이동훨 (인)

대표학생 : 최영욱 (인)

참여 학생 : 임정수 (인)

이정수 (인)

장진우 (인)

최영섭 (인)

홍동의 (인)

목 차

최종보고 요약문 ····· **1**

제1장 과제내용 및 목표 ····· **3**
제1절 배경 및 필요성 ····· 3
제2절 과제의 목표 ····· 4
제3절 기대효과 및 활용방안 ····· 4

제2장 개념설계 및 상세설계 ····· **5**
제1절 개념설계 ····· 5
제2절 시스템 설계 ····· 6
제3절 상세설계 ····· 9

제3장 제작 ····· **13**
제1절 공정도 ····· 13
제2절 제작 ····· 14
제3절 문제점 및 해결방안 ····· 17

제4장 운용 및 시험 ····· **19**
제1절 운용 및 시험 요구조건 ····· 19
제2절 운용 및 전력측정 ····· 20

제5장 결론 ····· **28**
제1절 문제점 분석 및 처리결과 ····· 28
제2절 총평 ····· 29

[참고문헌 및 부록] ····· **31**

최종보고 요약문

과제명	상하 운동으로 자가 발전하는 등산스틱
팀명	H.Q
팀원	임정수 이정수 장진우 최영욱 최영섭 홍동의
과제기간	2012 년 3 월 2 일 ~ 2012 년 12 월

1. 개발내용 및 목표

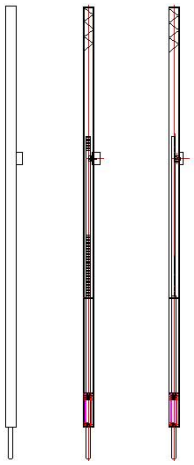
본 연구개발은 보행이나 등산 시 신체 지지를 위하여 손에 쥐고 사용하는 스틱에 관한 것으로 더욱 자세하게는 상기 스틱은 하단부에 상하 운동을 스틱 내부에 부착되어 있는 중심축이 상하운동을 하여 생긴 운동에너지를 상단부에 위치한 발전기를 구동하여 생긴 전력을 스틱 손잡이 부에 위치에 감겨있는 열선을 통해 열을 발생시켜 주는 상하운동으로 자가 발전하는 등산스틱에 관한 것이다.

2. 개념설계 및 상세설계

아래의 그림은 우리가 목표하는 이미지의 스케치와 CAD도면이다.

상하 운동으로 자가 발전하는 등산스틱이고, 등산스틱의 상하운동으로 내부축 상단부분의 렉기어와 맞물리는 발전기의 평기어 통해 시켜 전기에너지를 생산하여 열선에 발열을 시키는 것이다.

스케치



CAD 도면화

3. 제작

본 제품은 위의 설계 도면과 같이 제작을 하였고, 제작과정에서는 초기에는 기어의 물림이 맞지 않으면서 구조가 복잡하였다. 먼저 발전기를 소형화하는데 문제가 있어 스틱 내부에 장착이 어려움이 있어 문제점을 보완하기 위해 발전기를 외부축 밖으로 위치를 조정하고 발전기의 평기어만을 내부축으로 삽입하고 내부축의 여러 디자인을 통하여 내부축 상단을 렉기어(495mm)로 가공하여 평기어와 렉기어가 맞물릴 수 있게 하였다. 또한 제품 제작 후 구동 시에 내부축의 고정이 되지 않고 움직임이 있어서 기어가 잘 물리지 않는 문제점이 있어 기존에 있던 와셔모양을 변경 후 용접가공을 하여서 문제점을 해결하고 제작하였다.

4. 운용 및 시험

본 제품을 제작하고 실험하는 것에 있어서 열 및 기계 동력적인 면의 기초지식의 부족함으로 인하여 어려움이 있었으나 전문가의 자문을 통하여 직접 체험하면서 습득한 지식과 경험을 바탕으로 해결해 나갔다. 제작 후 제품의 시운전을 해본 결과 발전기 평기어와 내부축의 렉기어가 정확히 맞물리지가 않았으며, 외부축에 설치한 발전기가 시운전의 횟수를 거듭할수록 고정된 위치의 유격점이 생기면서 기어가 서로 맞물리지 않아 구동의 불편함이 있어 앞서 말한 와셔를 새롭게 디자인하여 구동을 원활히 할 수 있었다. 열 측정 시험시 오실로스코프와 디지털멀티메타, Power Supply를 통해 전력값(0.78W)을 구할 수 있었고, 결과를 통해 분석해 본 결과 전력량이 미약하여서 그에 맞는 니크롬선의 길이, 단면적 별로 시험 측정하였으나 기대치(5W) 만큼 나오지 않아 원하는 니크롬선을 찾을 수 없었다. 이를 해결하기 위해 건전지(6V)를 추가하여 전력량을 높여 니크롬선에 발열을 시킬 수 있었어 니크롬선과 건전지의 전력값을 계산하고 시연용 열선 손잡이를 제작하여 문제를 해결하였다.

5. 세부 연구개발 내용 및 실적

본 제품을 제작하면서 여러 기술들이 사용되어 졌습니다. 기존 와셔 제품의 재질이 철뿐 이여서 알루미늄 환봉을 선반가공을 통해 직접 가공하였고, 내부축의 흔들림을 고정시키기 위해 용접가공을 하여 와셔를 보정하여 고정하였다.

전력량이 미약한 점을 건전지로 보완하고 열의 손실과 측정의 어려움으로 인하여 기대치(40~50℃)정도의 시연용 열 손잡이를 만들게 되었으며, 니크롬선의 길이를 건전지(6V)에 맞게 길이(370mm) 및 단면적(0.77mm)을 선정하고 단열재(플라스틱)를 이용하여 배선정리를 하여 제작하였다.

설계부분에서는 미약한 컴퓨터 프로그램 사용(CAD, CATIA 등) 및 기초 전자 지식인 전문용어, 필수 공식 등을 재확립하여 기계공학도로서 자질을 갖추게 되었으며 열역학을 구체적으로 배우면서 보다 넓은 학문을 알게 되었다.

제 1장 과제내용 및 목표

제1절 배경 및 필요성

스틱은 우리나라 말로 막대기이며, 용도상으로는 지팡이라 하며 단장(短杖)이라고도 하며 노인, 신체장애인, 등산가, 여행자 등이 사용하며, 때로는 신분이 높은 사람이 권위의 상징으로 또는 호신용으로도 이용하였으며 본래 나뭇가지나 대나무 등의 막대기를 뜻하나, 정확히는 워킹스틱(walking stick), 스텝(staff)이며 케인(cane)이라고도 한다.

역사는 오래되어 , 고대 이집트나 오리엔트의 유물 가운데서도 찾아볼 수가 있으며 고대사회에 있어서는 일반인의 보행용 외에 왕이나 신의 존엄성과 위력의 상징으로도 때때로 등장하였다. 중세에는 군주나 승려의 표상(表象)으로서 불가결한 것이었고 또 여행자나 순례자(巡禮者), 농부에게도 일상용품으로 사용되었으며 여성의 액세서리로 출현된 것은 11세기이며, 15세기에도 일시 보급되었으나 성행한 것은 18세기였다. 상기 케인은 16세기 때 주로 남성용으로 유행하기 시작하여 17세기 프랑스에서는 신사에게 없어서는 안 되는 액세서리가 되었으며, 그 후 영국에서도 유행되어 전성기를 맞이하였다. 그리고 이러한 보급에 따라 '손위의 사람을 방문할 때에는 케인을 휴대해서는 안 되는 등의 예절이 만들어지기도 하였다. 상기 스틱은 T자형과 일자형이 있고, 그 중에서 T자형은 노인들이 많이 사용하며 T자형이 체중을 지탱하는 것에 중점을 두었다면, 일자형은 체중분산과 보행에 중심을 두었다고 할 수 있다.

스틱은 용도상으로 스키 스틱, 등산용 스틱(alpine stock), 그와 유사한 픽켈(고산등반자용) 등으로 구분할 수 있으며 등산용 스틱은 형태에 따라 구분할 수 있는데 길이를 조절할 수 없도록 고안된 1단 스틱(스키 스틱 형태)과 길이를 2단으로 조절할 수 있는 2단 스틱(산악 스키 스틱 형태), 그리고 3~4단 스틱이 있으며 손잡이의 형태도 I 자형 스틱과 J 자형, T자형 , 일자형, 커브형, 카메라 지지대로 활용될 수 있도록 만들어진 변형 일자형 등이 있다.

스틱의 필요성으로는 스틱을 사용함으로써 체중의 1/3 정도를 팔에 분산시켜 다리의 부담을 들어주며 내리막에서도 역시 체중을 분산하여 무릎을 보호 해준다. 결과적으로 체력을 20%를 절약할 수 있고, 보행 속도는 10~15% 빠르게 할 수 있다. 또한 겨울 산행 할 때에는 아이젠을 착용 않고도 미끄러짐을 어느 정도 방지할 수 있으며 나뭇가지나 장애물을 쉽게 제거할 수 있도록 하며, 특별한 상황에 놓였을 때에는 자신을 보호할 수 있는 도구로써 사용될 수 있다.

본 개발은 상기하였듯이 보행이나 등산 시 지지를 위하여 손에 쥐고 사용하는 스틱에 관한 것으로 더욱 자세하게는 상기 스틱은 하단부에 상하 운동을 스틱 내부에 부착되어 있는 중심축이 상하운동을 하여 상단부에 위치한 발전기에 에너지를 운동에너지를 전력으로 만들어 스틱 손잡이 부에 위치에 감겨있는 열선을 통해 열을 발생시켜 주는 자가 발전형 열선 스틱에 관한 것이다.

제2절 과제의 목표

등산스틱의 목적은 등산가의 보행이나 산행을 조금 더 편안하고 등산가의 하중을 분산하여 안정적으로 등산을 할 수 있게 해주는 보조 기구이다. 우리가 중점을 둔 부분은 등산스틱을 땅에 짚고 다닐 때 반응하는 상하 운동이다. 스틱의 내부에 보면 충격 완화 스프링이 장착되어 충격을 줄여주지만 우리는 그 충격을 흡수해주며 상하운동의 에너지를 조금 더 활용하는 것에 포커스를 맞추었다. 여기에 발전기를 부착하여 상하운동을 전기에너지로 생산하여 열을 발생시키는 것으로 하였다.

평균적으로 사람이 따뜻하다고 느끼는 온도는 약45도 이고 이 열을 생산하기 위한 전력량은 약 5W로 목표 값을 두고, 이에 따라 전기를 생산할 수 있는 자가발전 열선스틱을 개발 하는 것을 목표로 하였다.

기구적 소형화는 시장제품의 평균사이즈 (단면적 1.5cm, 길이 130cm)에 내부에 추가되는 부품들과 발전기의 사이즈를 고려하여 약 2배 키워서 (단면적 3.4cm, 길이 140cm) 제작 목표를 두었다.

제3절 기대효과 및 활용 방안

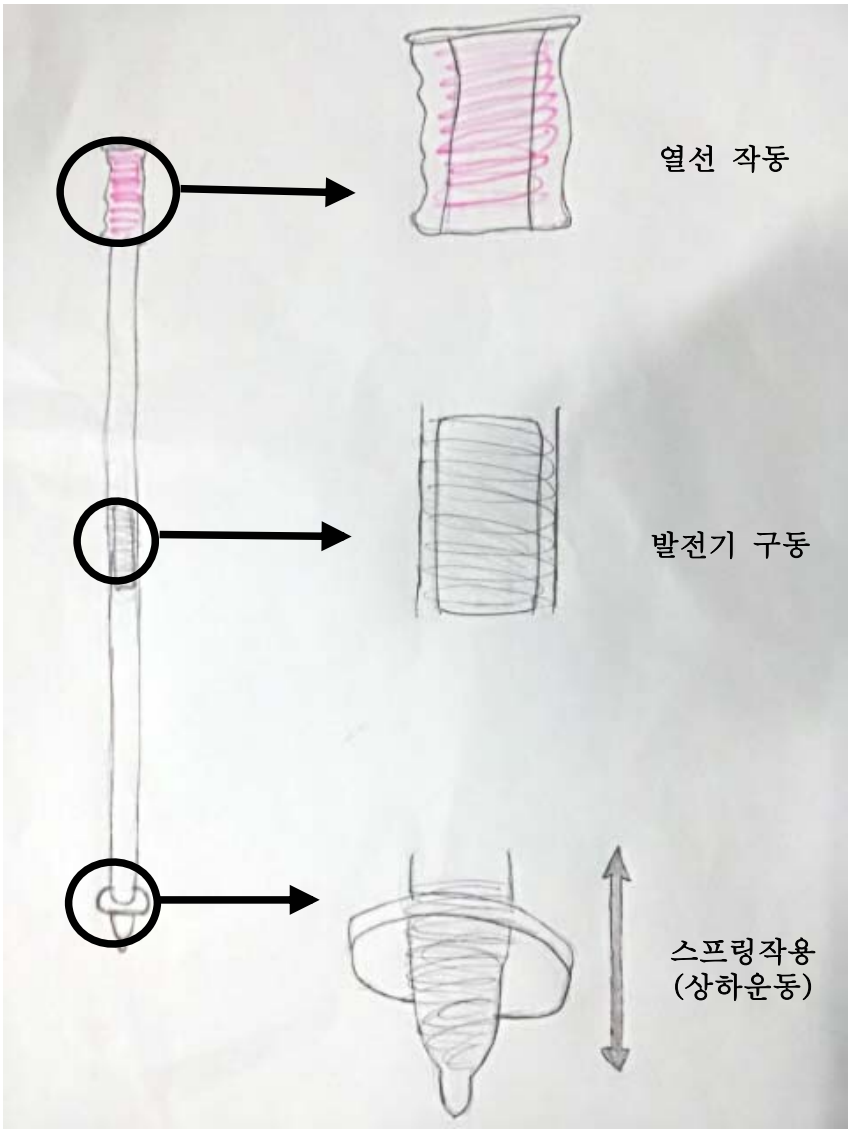
본 제품의 상용화시 등산스틱의 고유기능을 상실하지 않으면서 부가적으로 충격 완화 시 상하운동에너지를 스틱에 부착된 발전기를 통해 구동하여 전기적 에너지로 창출한 후 열선에 에너지를 공급하는 것에 주안점을 두었다. 이에 따라 겨울철 등산시 손 시림을 방지하는 것에 중점을 둘 수 있으며, 행여 산행시 조난 등 고립 등의 상황에서는 체온유지를 위해 사용될 수도 있다. 참고로 손은 인체의 축소판이라 할 수 있는 부분이기 때문에 본 제품을 통해 건강 증진에 도움을 줄 수 있을 것이다.

이후 추가적으로 기능을 발전시키면 열선기능 뿐만 아니라 야간 산행 시 LED 전등, 휴대전화의 충전기능 및 조난 시 경고음 작동 조난등 사용 등에도 여러 기능을 확대하여 사용할 수 있을 것이다.

결과적으로 쓰지 않는 운동에너지를 가지고 전기에너지를 창출하는 자가발전의 기술성 및 사람의 안전과 이로운 기능을 담을 수 있는 미래 지향적 제품이라고 볼 수 있다.

제2장 개념 설계 및 상세설계

제1절 개념설계

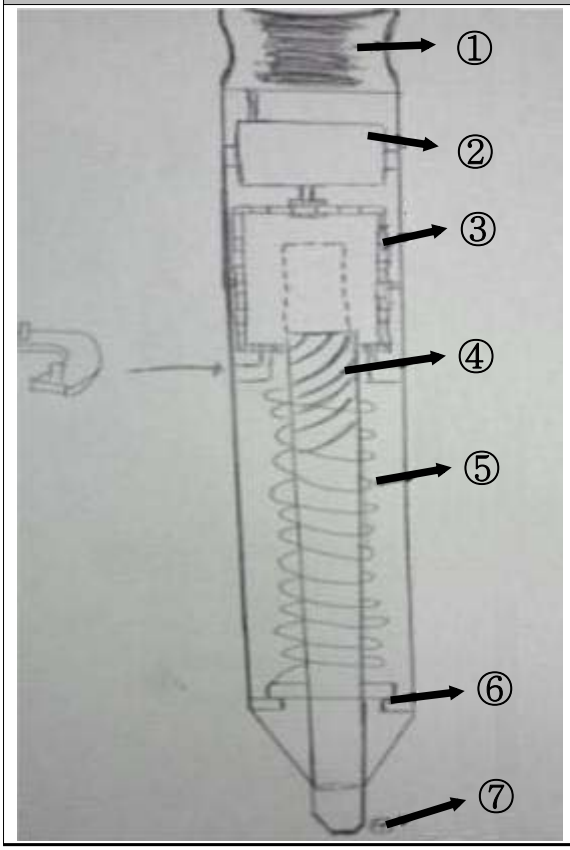


본 그림과 같이 세부분으로 나눠 볼 수 있다. 1번 부분은 스틱의 하단 부분으로써 스틱을 땅에 짚는 행위를 할 때 내부에 장착된 스프링으로 충격 흡수 및 상하운동을 할 수 있게 해준다. 2번 부분은 내부에 부착된 발전기에 상하운동이 전달되어 발전기가 구동되는 것을 볼 수 있다. 3번 부분은 손잡이 부분에 연결된 열선을 통해 발생된 전기에너지가 열에너지로 바뀌는 것으로 설계하였다.

제2절 시스템설계

기초 브레인스토밍을 통하여 아이디어 토의 및 등산스틱의 기초 윤곽을 잡아 놓고 등산스틱 시장조사 및 특허조사를 통하여 설계 하였다. 본 설계는 서로간의 정보를 교환하며 구동할 수 있는 방향성을 제시하여 보았다.

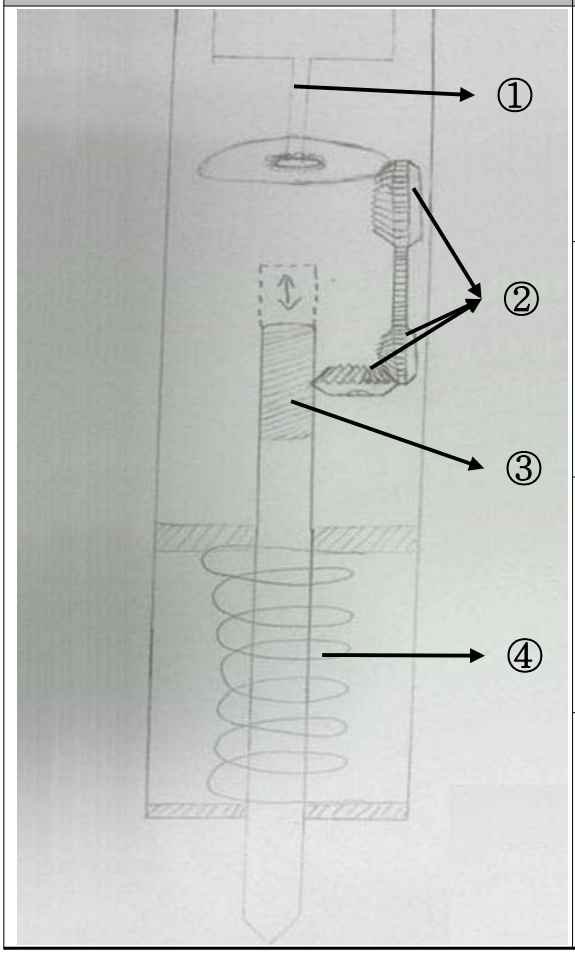
■ Ver.I 평기어를 이용한 자가발전 스틱

제품 사진	부분 설명	작동원리
	① 손잡이의 열선장치 ② 발전기 ③ 톱니바퀴구동 1-평기어 2-베벨기어 ④ 축스크류 ⑤ 스프링 (코일압축 스프링) ⑥ 고정 장치 ⑦ 축	상 하 ↓ 회 전 ↓ 발 전 ↓ 열 선

설계를 바탕으로 도식한 것이다. 그림에서 보이듯 상기 스틱을 짚는 행위를 할 시 내부 스프링이 압축하여 안의 내부축이 회전하고 이 작용으로 인해 서로 물려있는 기어들이 구동하여 발전기에 에너지를 주어 열선에 에너지를 공급한다는 구조를 가지고 있다. 하지만 기어의 구동은 설계 구조가 너무 복잡하고 발전기에서 생산되는 전력량이 5W이상 충분히 나오지 않을 것 이란 의견이 다분하여 내부축의 구동과 발전기 사이의 기어에 대한 고민을 많이 하였다. 특허 조사를 통해 기어의 물림을 찾아보고 타 제품들을 확인해 보며 상하운동을 회전운동으로 어떻게 바뀌는지 조사해 보았다.

일단 등산스틱이라 하면 지름이 그렇게 크지 않으며 내부에 장착할 시 소형화가 가능해야 되기 때문에 구조를 간단하면서 효율적으로 발전기를 구동할 수 있게 모색해 보았다.

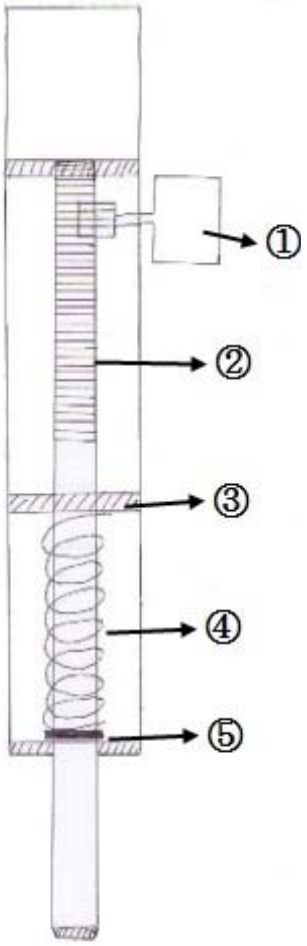
■ Ver.Ⅱ 베벨기어를 이용한 자가발전 스틱

제품 사진	부분 설명	작동원리
	① 발전기 ② 기어 ③ 볼트 ④ 스프링	상 하 ↓ 회 전 ↓ 발 전 ↓ 열 선

처음 기초 설계 문제점을 보완하여 두 번째 아이디어를 도식한 것이다. 이전의 발전기 구동 방식이 양방향 일 때 기어로 인한 내부 축의 손상이 2배정도 증가하고 비용적인 문제도 발생하여 단일 방향으로 보완 하였으며 기어 부위가 베벨기어와 평기어의 조합으로 간단한 구동을 할 수 있게 해 보았다.

그러나 베벨기어를 사용할 시 효율이 1/2로 떨어지고 소형화 문제가 제시되어 난관에 봉착하게 되었다. 처음부터 유지 하였던 것은 발전기를 내부에 삽입하여 발전한다는 계획 이었으나 소형화라는 장벽에 부딪히고 구동방식에 대한 문제점에 봉착하여 진행에 많은 어려움이 있었다. 팀원 간의 아이디어 회의는 계속되었으나 구동방식의 문제점을 해결해 나가기가 어려워 교수님들께 자문을 구하여 해결방안을 모색하였다.

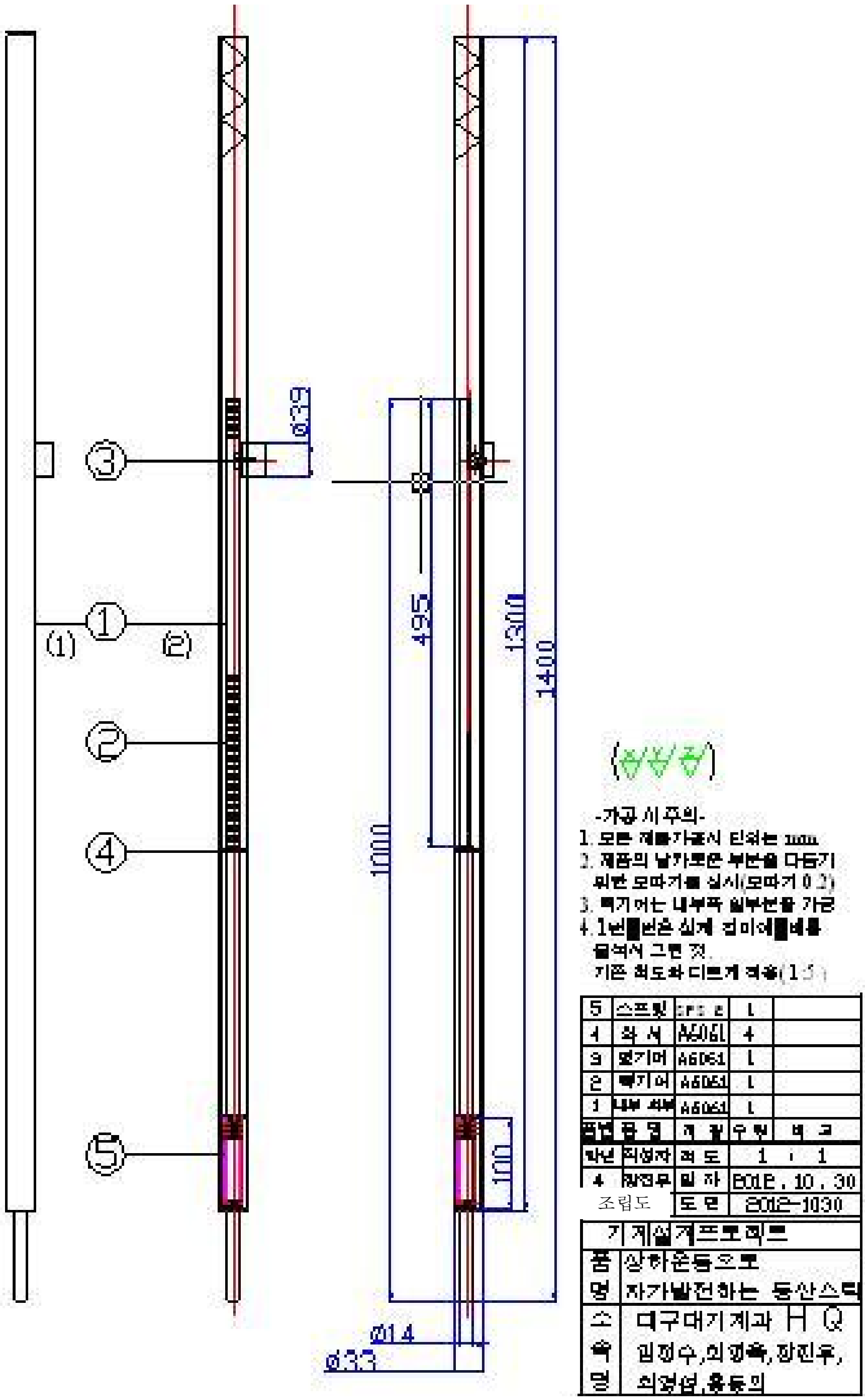
■ **Ver.Ⅲ 렉기어를 이용한 자가발전 스틱**

제품 사진	부분 설명	작동원리
	① 발전기 ② 렉기어 ③ 와셔 ④ 용수철 ⑤ 스냅링	상 하 ↓ 회 전 ↓ 발 전 ↓ 열 선

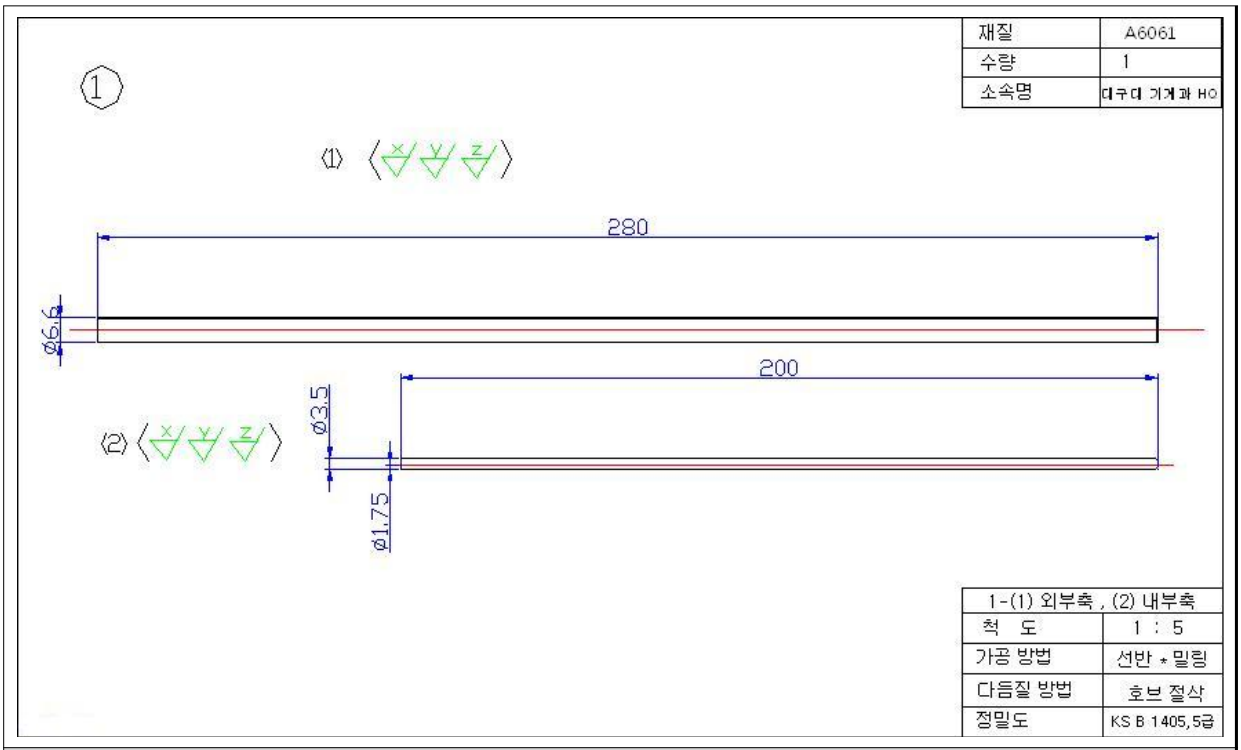
두 번째 시안의 문제점을 보완하고 주변 교수님들께 자문을 구하여 나은 방향으로 개선한 그림이다.

앞서 제시되었던 기어의 문제점을 보완하기 위해 내부 축을 렉기어로 가공하여 발전기의 기어와 바로 연결할 수 있게 하여 효율을 향상 시켰으며, 발전기 부분을 내부에 장착하기보다 밖으로 내어 쉬운 구동을 할 수 있게 하였다. 스프링 부분과 내부축 연결부의 고정은 스냅링을 사용하여 스프링이 내부 축에 안정적으로 고정되어 스프링의 탄성력을 보완해 주었다. 와셔를 중간에 삽입하여 스프링이 이탈하는 것을 방지하고 내부축의 유격을 최소한으로 줄이는 것으로 하였다.

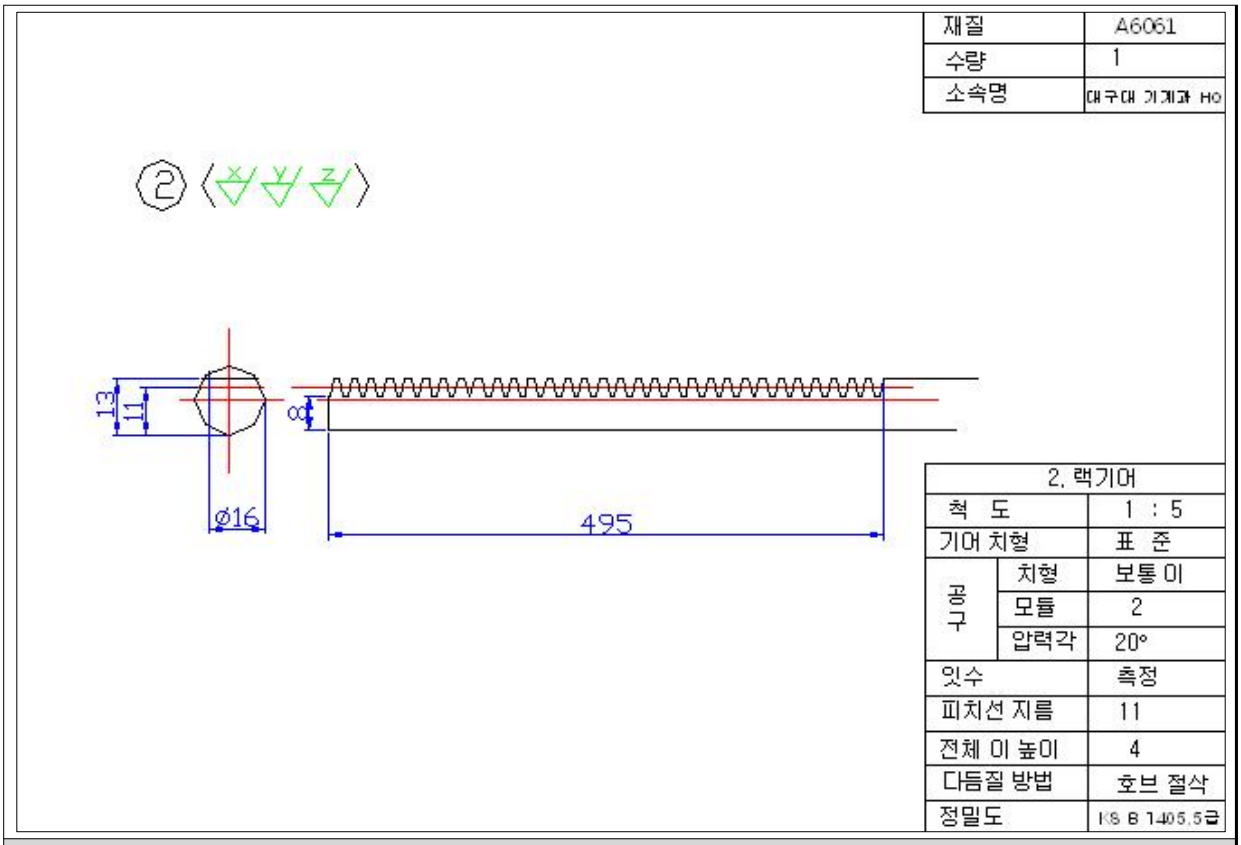
제3절 상세설계



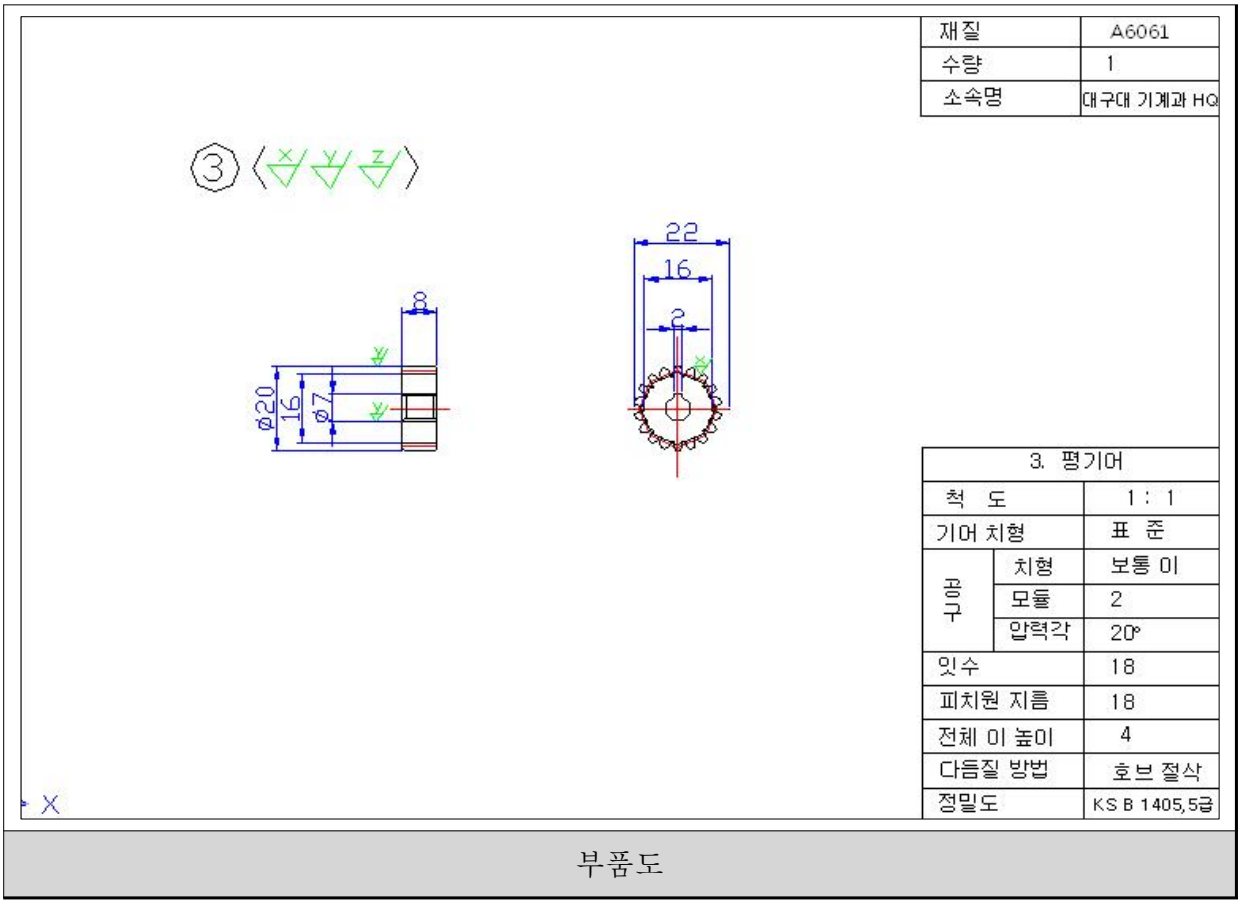
3
1
(1)
(2)
2
4
5
ø39
495
1300
1400
1000
100
ø14
ø33
-가공 시 주의-
조립도
5 스프링 1
4 와셔 A6061 4
3 A6061 1
2 A6061 1
1 A6061 1
척도 1 : 1
일자 2012 . 10 . 30
도면 2012-1030
기계설계프로젝트
품명 상하운동으로 자가발전하는 등산스틱
소속명 대구대기계과 HQ


재질 A6061
수량 1
소속명 대구대 기계과 HO
①
⑴
280
ø6.6
200
⑵
ø3.5
ø1.75
1-(1) 외부축 , (2) 내부축
척 도 1 : 5
가공 방법 선반 * 밀링
다듬질 방법 호브 절삭
정밀도 KS B 1405,5급

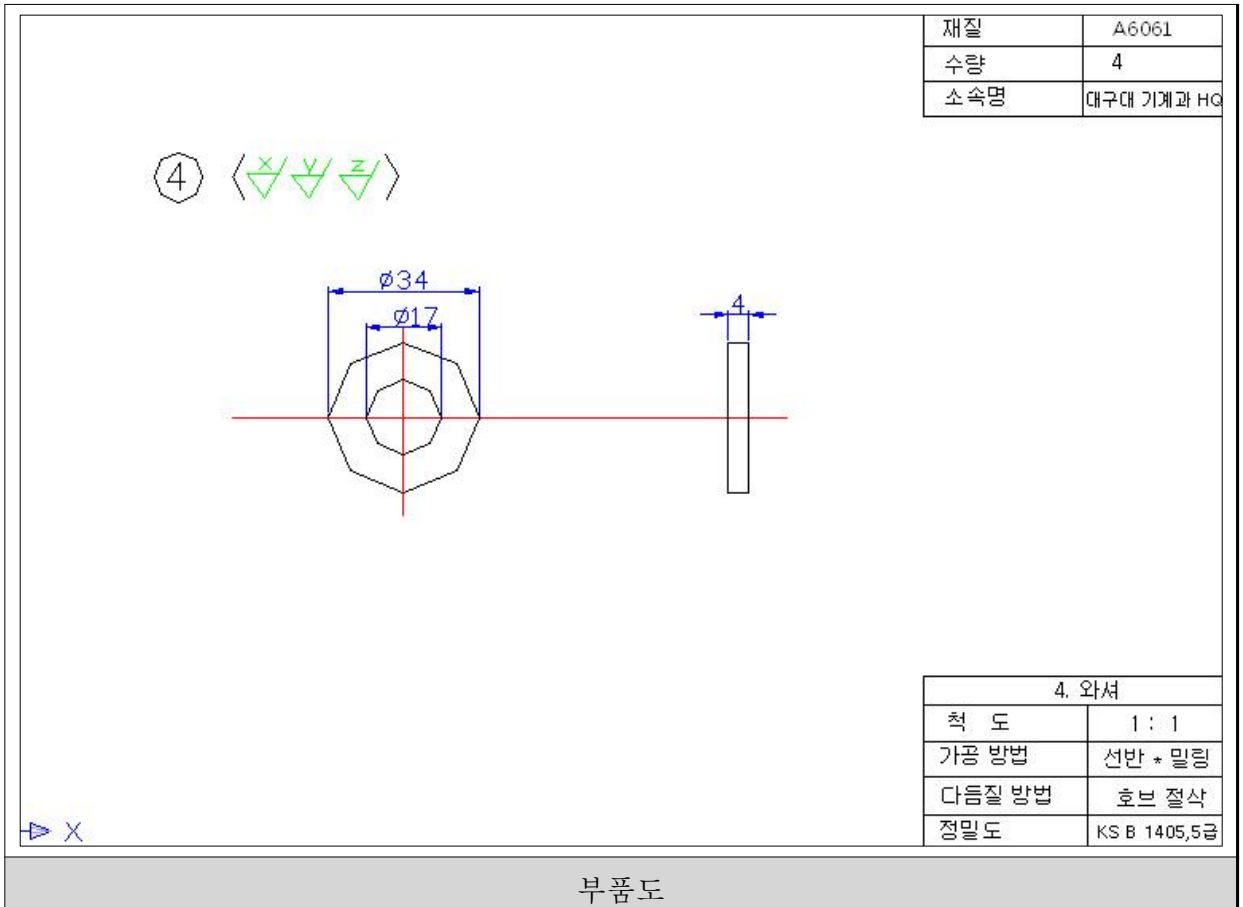
부품도


재질 A6061
수량 1
소속명 대구대 기계과 HO
②
13
11
8
ø16
495
2. 랙기어
척 도 1 : 5
기어 치형 표 준
공구 치형 보통 이
공구 모듈 2
공구 압력각 20°
잇수 측정
피치선 지름 11
전체 이 높이 4
다듬질 방법 호브 절삭
정밀도 KS B 1405,5급

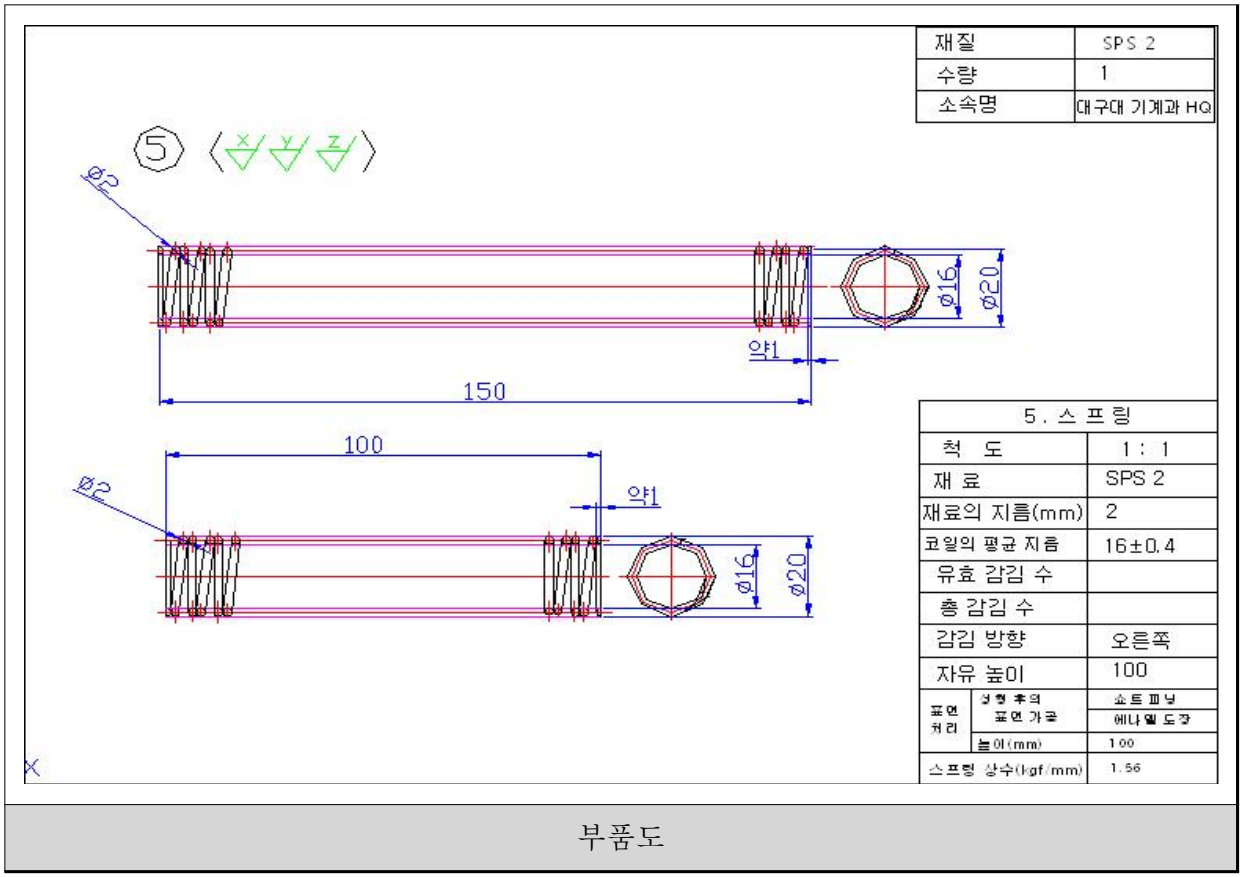
부품도


재질 A6061
수량 1
소속명 대구대 기계과 HQ
③
22
16
2
8
ø20
16
ø7
3. 평기어
척 도 1 : 1
기어 치형 표 준
공구 치형 보통 이
모듈 2
압력각 20°
잇수 18
피치원 지름 18
전체 이 높이 4
다듬질 방법 호브 절삭
정밀도 KS B 1405,5급

부품도


재질 A6061
수량 4
소속명 대구대 기계과 HQ
④
ø34
ø17
4
4. 와셔
척 도 1 : 1
가공 방법 선반 * 밀링
다듬질 방법 호브 절삭
정밀도 KS B 1405,5급

부품도


재질 SPS 2
수량 1
소속명 대구대 기계과 HQ
⑤
ø2
ø16
ø20
약1
150
100
5. 스 프 링
척 도 1 : 1
재 료 SPS 2
재료의 지름(mm) 2
코일의 평균 지름 16±0.4
유효 감김 수
총 감김 수
감김 방향 오른쪽
자유 높이 100
표면처리 성형후의 표면 가공 쇼트피닝 에나멜 도장
높이(mm) 100
스프링 상수(kgf/mm) 1.56

부품도

제3장 제 작

제1절 공정도

부품 구입	발전기(12V) 알미늄 환봉(2m,34π) 알미늄 봉(1500mm,16π) 알미늄 봉(100mm,32π) 스프링(1000mm) 스냅링 니크롬선

(2012년8월6일~8월17일)

외부축 절단	알미늄 환봉(2m,34π)을 3공단에 의뢰하여 1300mm로 절단

(2012년8월10일)

내부축 렉기어 가공	알미늄 봉(1500mm,16π)을 3공단에 의뢰하여 1300mm로 절단

(2012년8월10~8월14일)

와셔 가공	철 와셔가 외부축과의 재질이 달라 용접이 되지 않아서 알미늄 봉(100mm,32π)을 이용하여 3mm,32π로 선반가공

(2012년8월28일)

알곤 용접	선반가공한 알미늄 와셔를 외부축에 알곤 용접

(2012년9월12일)

제작

(2012년9월16일)

구동파트 문제점 및 해결	제품의 무게(해결X), 기어의 소형화(해결X) 구동시 마모(윤활유 이용) 내부축의 고정(와셔의 새로운 디자인) 발전기의 고정(볼트와 너트로 외부축을 뚫어 고정)

(2012년9월17일~9월27일)

전력 측정 및 결과	3V, 260mA, 0.78W (옴의 법칙), 기준치(12W)에 도달하지 못함.

(2012년9월28일~10월12일)

아이디어 제품 최종 완성

(2012년10월15일)

제2절 제작

일정	2012년8월6일~2012년8월17일
부품 구입	-외부축으로는 다른 재질인 철, 구리, 티타늄, 스테인리스 강, 플라스틱, 알미늄 등과 비교 하였을때, 경제성, 가공성, 경량성, 저온특성, 전조성, 내식성, 표면처리성, 주조성의 다양한 특성을 비교결과 알미늄이 적합하여 알미늄 환봉(2m,34π)을 선정 -외부축과 동일한 비교결과 가공하기 쉬운 알미늄 봉(1500mm, 16π)을 선정 -내부축을 고정시킬 와셔는 32π의 철 와셔 이용 -스프링은 내부축의 지름과 외부축의 안지름을 고려하여 16.5π로 선정 후 탄성력은 인력으로 시험한 결과 적절한 스프링을 선정 (1000mm, 16.5π,두께2mm) -스프링의 탄성력을 견디기 위한 스냅링 (14π) 선정 -열선으로 이용할 니크롬선을 단면적별 구입 (0.25, 0.77 1.0, 1.2, 1.4mm) -우리 기대치(12w)와 소형화에 가장 적합한 발전기 선정 (6w, 12v, 600mA)

↓

일정	2012년8월10일
외부축 절단	외부축 내부에 가공된 제품을 결합하고 용접하기 위하여 알미늄 환봉(2m,34π)을 3공단에 의뢰하여 절반을 절단하고 1300mm로 가공하였다.

↓

일정	2012년8월10~2012년8월14일
내부축 렉기어 가공	렉기어는 구입한 알미늄 봉(1500mm,16π)으로 발전기의 평기어와 맞물리게 하여 구동시키기 위해 3공단에 의뢰하여 1300mm로 절단 후 상단 렉기어 부분(495mm)을 평기어의 치형, 모듈, 압력각과 일치하게 제작하였다.

↓

일정	2012년8월28일
와셔 가공	·철 와셔의 용접시 알미늄 외부축과의 재질이 달라 용접이 되지 않아서 같은 재질과 외부축의 안지름에 맞게 알미늄 봉(100mm,32π)을 3공단에서 구입하여 교수님께 의뢰한 후, 알미늄 봉을 3mm,32π로 선반가공 하였다.

↓

일정	2012년9월12일
알곤 용접	선반가공한 알미늄 와셔를 스프링(100mm)의 탄성력을 견디기 위한 외부축 하단 끝 하나의 와셔와 100mm지점에 와셔를 알곤 용접하였다.

일정	2012년9월16일
제작	-제작결과

↓

일정	2012년9월17일~2012년9월27일
구동 파트 문제점 및 해결	-아이디어 제품 제작 결과 제품의 무게가 약 2kg로 이용시 무게에 문제점이 있었다. (해결x) -전력을 증가시키기 위한 평기어의 소형화에 대한 문제점으로는 발전기 평기어를 작은 것으로 교체하기에는 평기어가 고정되어 있어서 불가능 했고, 평기어가 작은 발전기의 교체로는 기대치(12w)전력에 적합한 소형화된 발전기가 시장조사 결과 찾을수가 없어서 해결하지 못하였다. -구동시 내부축과 용접된 와셔 내부분이 부딪혀 소음과 마모가 생기되어서 윤활유를 이용하여 소음과 마모를 줄였다. -구동시 내부축이 고정되지 않고 회전하여 발전기의 평기어와 렉기어가 서로 맞물리지 않아 제대로 구동되지 않았던 문제를 와셔를 새롭게 디자인 하여 내부축을 고정시켜 원활한 구동을 할 수 있게 하였다.

↓

일정	2012년9월28일~2012년10월12일
전력 측정 및 결과	오실로스코프를 통한 발전기의 전력측정 결과로는 3V와 멀티메타를 이용한 전류측정으로는 260mA의 결과가 나왔고 옴의 법칙을 이용한 계산결과로는 0.78W의 값이 나왔고 예상 기준치(12w)에 도달하지 못하였고, 아이디어 제품을 통하여 구동시켰을 시에는 3V의 전압 값과 134mA의 전류 값으로 0.39W의 결과 값이 나와 기준치에 크게 도달하지 못하였다.

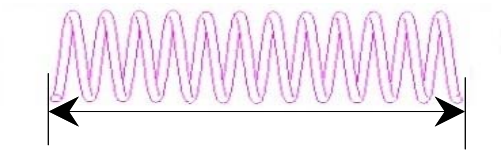
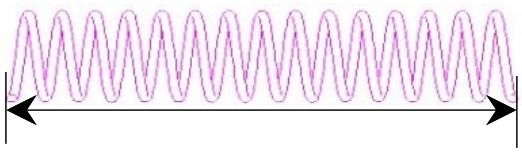
↓

2012년10월15일
아이디어 제품 최종 완성

2. 변경사항

(1) 용수철길이변경

이론상 렉기어의 길이 및 용수철의 탄성력을 계산하여 제작했으나, 실제 구동에 있어서 원활하지 않은 상하작용이 되지 않아 탄성력을 높이기 위해서 용수철의 길이를 변경하였다.

	
변경전 용수철길이(100mm)	변경후 용수철길이(150mm)

(2) 와셔모양변경

상하작용에 있어 내부축을 정확히 고정시키지 못하여 원활한 구동이 되지 않아 외부축과 내부축 사이 공간을 메우기 위해 와셔를 넣는 것까지 좋았지만 와셔에 의해서 내부축이 마모되어 모양을 변경하였다.

제3절 문제점 및 해결방안

아이디어 제품을 제작 후 여러 문제점이 발생되었다. 저희 조는 설계 당시 제품의 오류 및 불량률을 배제하였지만 이론상으로만 가능하다는 것을 알게 되었으며, 제작을 통해 여러 문제성을 배웠다.

1. 기어의 소형화

제작 후 발전기의 평기어가 내부축 상단의 렉기어와 물려서 상하작용으로 구동될 때 속도가 다소 느렸다. 즉, 기어가 크면 클수록 이빨 갯수는 많아지고 D=mZ (D는 직경, m은 모듈, Z는 이빨 갯수) 이빨 갯수와 속도는 반비례 하므로 속도가 느려지게 된다.
또한 기어는 작을수록 속도가 더 빠르고 회전을 더 많이 하기 때문에 전력을 더 많이 생산할 수 있다.
추가로 등산스틱의 길이와 단면적을 2~3배 증가시켜 제품을 구상하고 만들었지만 이 역시 제품의 크기가 비대해 지고 발전기 등 구동부분이 장착됨으로 인해 많은 시행착오를 거치며 조정을 해왔다. 하지만 크기 문제는 우리에게 그 만큼의 가공능력과 기술이 없고 부품의 소형화도 만만치 않은 작업이기 때문에 여전히 숙제로 남겨진 부분이다.

2. 제품의 무게

아이디어 제품의 무게가 무거워서 실제로 사용하기에 불편했다. 초기에 다른 재질을 고려하여 알미늄을 선택해서 제작을 했지만, 경제적 여건이 된다면 알미늄 보다 뛰어난 티타니움으로 설계를 한다면 더 좋은 제품이 나올 것이다.
추가로 시장에 나와 있는 등산스틱의 경우 평균 무게가 2kg내외 인 것을 감안 한다면 열선 등산스틱의 경우 기본 동체의 무게와 발전기의 무게만 합치더라도 2kg를 뛰어넘고 남을 정도이고 이를 통해 등산스틱 처럼 짚고 다니는 행위를 할시 사용자에게 체력적 문제로 안겨줄수 있어서 무게 감소에 신경을 쓰고 부품을 최소한으로 줄여 나갔다. 하지만 간단한 구조가 되어도 일반 등산스틱의 효율적인 무게를 따라잡기는 너무 힘들었다. (등산스틱의 경우 소제가 경량화에 목적을 두어 카본제질이 많이 사용됨. 강도와 인장력등이 우수하고 무게가 적다.)

3. 소음이 심하다.

설계 당시 내부축의 렉기어와 발전기의 평기어 사이 물림에 의해 소음이 날것이라 생각하였다. 따라 소음을 최소화하기 위해 렉기어의 치형 및 모듈크기 등 맞물릴 평기어와 똑같이 하였으며 기어의 이빨을 뭉툭하게 하였다. 그러나 제품 구동을 통해 아무런 개선결과가 없음을 알게 되었다. 해결 방안으로는 렉기어와 평기어의 맞닿는 부분에 윤활유를 이용하여 소음을 줄였다.

4. 스냅링의 고정하는 힘이 부족했다. (한계치12.5kgf)

용수철의 탄성력과 등산스틱을 누르는 힘을 생각하지도 않고 단지 스냅링 하나로 고정하겠다는 단순한 생각으로 인해 스냅링의 고정이 실패한 결과로 나타났다. 해결 방안으로는 스냅링의 최대 고정력을 알아보고 추가로 스냅링을 달았다.(한계치 18kg)

5. 구동시 내부축 밑단부분이 밀린다.

지면과 닫는 밑단부분이 알루미늄으로 되어있기 때문에 건물 및 도로의 대리석 바닥을 생각하지 못하였다. 해결 방안으로는 밑단부분에 고무를 이용하여 알루미늄을 덮어 밀림을 방지 하였다.

6. 구동시 불편함

발전기의 전선 및 회로도가 고정이 되지 않아 구동시 불편했다. 해결방안으로는 외부축 안에 회로도 및 전선을 집어넣어 깔끔하게 고정할 것이다.

제4장 운용 및 시험

제1절 운용 및 시험 요구조건

발전기 구동시 부착되어있는 커패시터에 의해 LED발전 후 잔류전력에 으로 인해 밝기가 유지되는 것을 확인할 수 있었다. 발전기에 부착된 손잡이로 회전운동을 하면서 전류를 측정할 수 있지만 사람이 움직이는 것으로 인해 오차가 발생하는 문제를 고려해야 할 것이다. 그리고 실제 설계한 스틱에 부착하여 직접 사용할 때 얼마만큼의 움직임으로 전력이 생산될 것이며 얼마나 LED를 밝힐 수 있는지 확인해야 될 요건이다. 그리고 열선 스틱인 만큼 열선 재료를 구하여 발전기로 열을 생산할 수 있는지를 알아야 하며 생산 된다면 실제 부착을 통해 얼마나 움직여야 온열효과가 유지될까를 확인해야 될 사항중 하나이다.

기초 실험 순서
1. 발전기의 전류와 전압 측정
↓
2. 발전기 구동을 이용 LED 구동 전압과 전류측정
↓
3. 설계한 스틱에 부착하여 실험 데이터 값 측정
↓
4. 열선을 이용하여 저항값과 발전기를 통한 구동실험
↓
5. 열이 발생되었다는 가정하에 온열효과의 극대화 설계
↓
6. 열이 발생되지 않았을 경우 최선책 모색 및 토의

제2절 운용 및 전력측정

발전기 기본사양 : 1205mA , 7Ω 의 값을 가지고 있는 발전기를 구매

상하운동으로 자가발전 등산스틱을 구동에 있어 전력을 측정하는 방법에는 직접 상하운동을 하여 발전기를 발전시키는 방법과 발전기만을 직접 회전운동 시켜 발전시키는 방법으로 두 가지 방법을 택하여 평균 전압 및 전류값을 측정하였다. 측정시 오실로스코프를 통하여 측정한 간접운동을 통한 평균 전압은 3V로 최대값과 최소값이 각각 13V와 0V이고 직접운동을 통한 평균 전압은 6.54V로 최대값과 최소값이 각각 25V와 0V 값으로 나왔다. 다음 전류값을 멀티메타를 통하여 측정한 전류값은 간접운동으로는 21mA의 값이 측정되고 직접방법으로 측정된 전류값은 260mA의 값이 발생하였다.

평균 전압	발생된 전류	LED 장착시 전류
6.54V	21mA	3V / 104mA

결과적으로 아이디어 제품을 구동시켜 나온 값과 발전기를 직접 손으로 구동시켜 나온 값을 비교하였을 때, 아이디어 구동시 전류값이 더 작았고 손으로 직접 구동시킨 발전기의 전력값이 더 높았다. 하지만 우리가 기대한 기대치(12W)의 값에 미치지 않는 0.78W의 값이 나왔고 열선을 발열시키기 위해 전력 값이 많이 작은 것을 알 수 있었다. 전력 값 계산은 아래의 옴의 법칙을 통하여 값을 계산하였다.

[옴의 법칙]

V=IR , I=V/R , W=VI=I^2R

아이디어 제품을 구동하여 열선을 발열하기 전에 저전력으로 빛을 밝힐 수 있는 LED를 발전기(3V)에 20~50mA의 LED 부하를 걸어 주고 전류 값을 계산해 보았다.

발전기 전압	LED 전류	전력
3V	0.05mA	P=Vi → 0.15W
3V	0.02mA	P=Vi → 0.06W

이를 통하여 발전기에서 LED부하를 거쳐 발생된 전력은 아주 미소한 전력임을 알 수 있었다. 이것으로 우리 아이디어 제품으로 발전기에서 생산할 수 있는 에너지의 한계점이 보였다. 이 실험을 하면서 에너지를 생산 한다는 것이 얼마나 어려운 일인가를 다시 한 번 깨닫게 되는 순간 이었다.

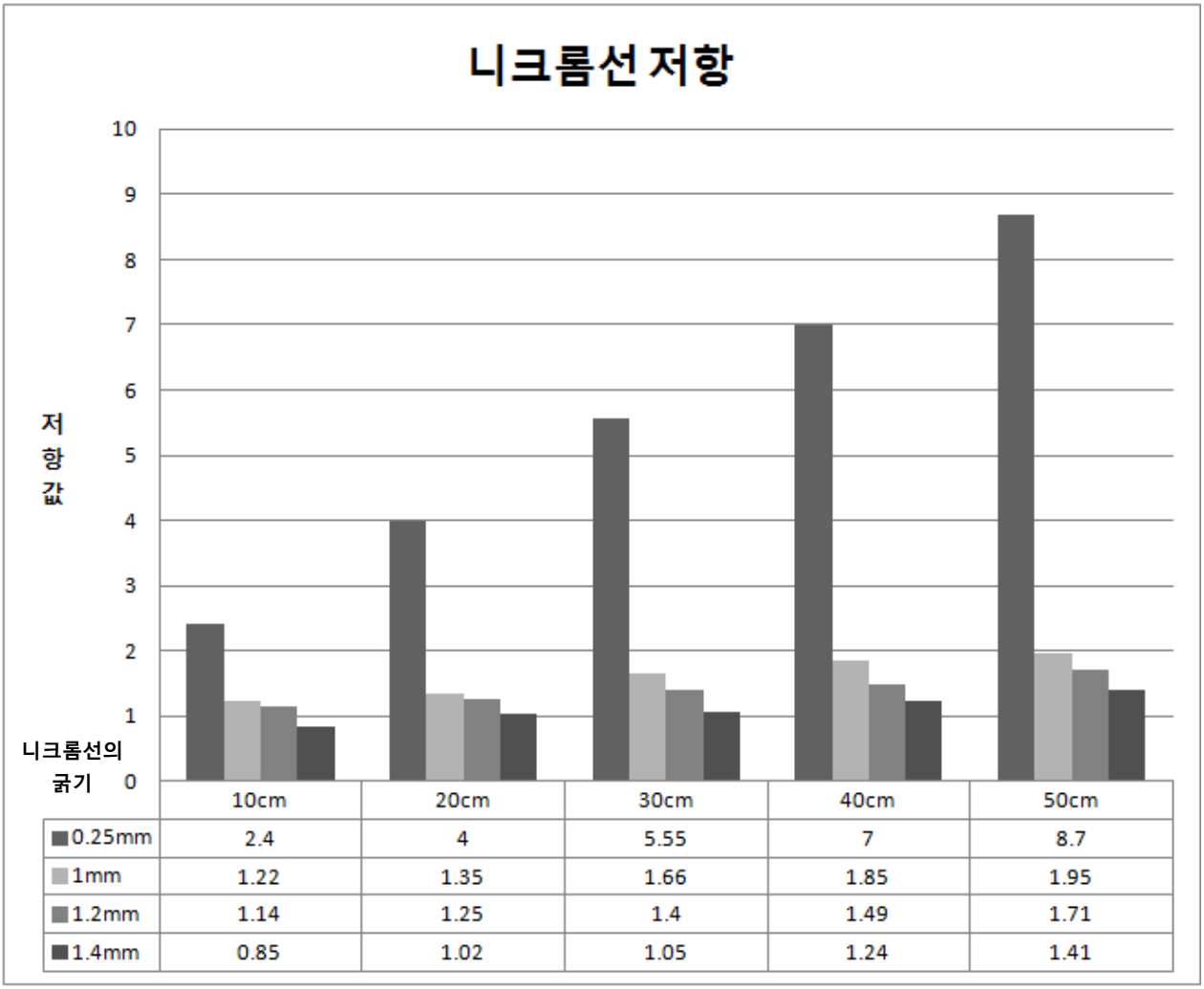
2. 열선-니크롬선

니크롬선은 가장 일반적인 전기저항선이다. 전기저항이 커서 전기에너지를 열에너지로 바꾸는 다리미나 헤어드라이어 등을 만드는 데 쓰이며 불꽃놀이에서 폭죽을 점화시키는 퓨즈로도 쓰인다. 흔히 일상생활에서 볼 수 있고 많이 사용하기 때문에 선택하였다.

니크롬선의 저항을 이용하여 열을 발생한다는 것은 조금 위험한 방법이기도 하다. 일반적으로 니크롬선이 오렌지색으로 빛날 때의 온도가 600~700℃사이이다. 그리고 니크롬선의 온도 측정시 열 측정 장비로 하기에는 많은 어려움이 따라 온도 측정 기준을 사람이 손으로 감싸 잡았을 때 약 45도 정도면 따뜻하다고 느끼는 온도이고 이를 목표로 설정하였다.

앞서 언급한 것처럼 니크롬선은 전기저항선이다. 이때 저항 값은 길이에 비례하고 단면적에 반비례한다. 우리가 구한 각자 다른 굵기의 니크롬선을 길이별로 저항을 측정하였다.

길이에 따른 데이터 값을 그래프 와 차트로 정리하였다.



니크롬선의 굵기	10cm	20cm	30cm	40cm	50cm
0.25mm	2.4	4	5.55	7	8.7
1mm	1.22	1.35	1.66	1.85	1.95
1.2mm	1.14	1.25	1.4	1.49	1.71
1.4mm	0.85	1.02	1.05	1.24	1.41

위의 값과 같이 우리는 실험을 통해 앞서 언급한 저항 값은 길이에 비례하고 단면적에 반비례 한다는 것을 알 수 있었다.

분석 결과 우리 아이디어 제품이 생산하는 전력에 따른 니크롬선을 선택하기 위한 조건 및 문제점으로는 다음과 같다.

① 열선의 종류, 직경, 길이 결정 선택
② 온열기능에서 온열 온도 목표 수준의 결정
③ 온열온도의 비접촉 측정상의 어려움
④ 필요전력과 온도와의 관계 - 이론적 계산 근거
⑤ 발전기의 전력 미약함

우리는 위의 조건 및 문제점을 고려하여 위의 니크롬선 실험 결과표에서 가장 저전력으로 발열시킬 수 있는 단면적이 작은 니크롬선(0.25mm, 100mm)를 이용하여 실험해 보았다.
먼저 아이디어 제품과 니크롬선을 연결하여 발열시키기 전에 전력이 조금 더 큰 발전기를 손으로 구동하여 니크롬선과 연결을 해본결과 빠르게 지속적으로 했을 때, 니크롬선의 끝과 끝에 물리는 부분에 아주 미세한 발열이 발생하였고, 니크롬선의 중앙 50mm지점에는 열이 발생하지도 않았다.
아이디어 제품을 구동하여 니크롬선에 발열을 해본 결과 평균적(1초에 한번 상하작용)으로 구동시킬 때는, 니크롬선에 발열이 되지 않았고, 빠르게 구동시킨 결과 손으로 구동시킨 발전기의 발열 온도보다 더 미세하게 발열되어 거의 느낄 수가 없었다.
이 실험을 통하여 초기에 가정한 열선 길이(1000mm)에 발열을 하기에는 불가능하다고 생각하였고 발전기의 전력(0.78W)이 니크롬선에 영향을 줄만큼 큰 전력이 아니라는 것을 정확히 알 수 있었다.
이 문제에 대한 논의한 결과 발전기의 전력과 비슷한 건전지를 추가하여 열선에 발열을 시켜 보기로 하였고, 그 전에 건전지로 니크롬선을 발열 시킬수 있는지에 대한 실험으로는 POWER SUPPLY를 이용하여 니크롬선을 발열 시켜보기로 하였다.
POWER SUPPLY에 우리 발전기의 전압인 3V를 주고 화상에 대비하여 굵고 긴 니크롬선(1000mm, 1.4mm) 를 이용하여 실험한 결과로 약 10~15초 만에 니크롬선의 중앙부분이 발열되어 손으로 느낄 수 있었고, 시간이 지날 때마다 더 크게 열이 발생하였다.
추가 실험으로는 처음 가장 굵은 니크롬선을 기준으로 길이와 단면적을 줄여가며 발열이 발생하게 되는 시간을 측정 하였고, 측정 결과로 직경의 평균값이 0.77mm이고 길이는 300mm로 선정하게 되었다.

● 실험조건

재료 : 니크롬선

길이 : 100~500mm

직경 : 0.25 , 1.0 , 1.2 , 1.4mm → 0.77mm로 수정 (직경의 평균값으로 선정)

발열 : 약 45℃ (평균적으로 느끼는 온도)

구동전압 : 3V (발전기의 평균 전압을 고려)

우리의 상하운동으로 자가 발전하는 열선스틱과 유사한 배터리(3v)를 통한 실험 측정 [조건 3V건전지 , Φ0.77×10.00㎜ , 전력변화 체크 , 저항값 1Ω과 15Ω설정]

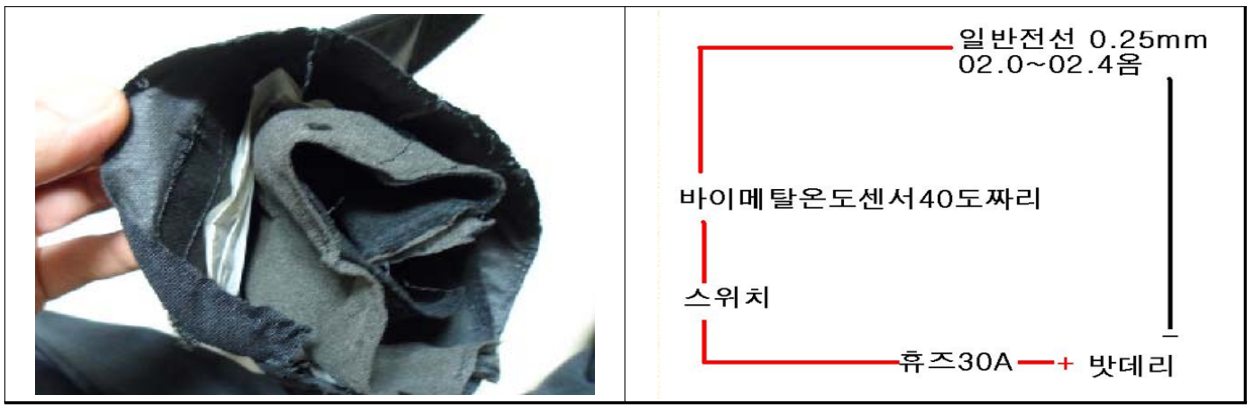
3V	1Ω	$i = \frac{v}{r} = \frac{3}{1} = 3A \;\; P = 3 \times 3 = 9\,W$
	15Ω	$i = \frac{3}{15} = \frac{1}{5} = 0.2A, \;\; P = 0.2 \times 3 = 0.6\,W$
2.8V	1Ω	$i = \frac{2.8}{1} = 2.8A, \;\; P = 2.8 \times 2.8 = 7.8\,W$
	15Ω	실제측정값$0.12A, \;\; P = 2.8 \times 0.12 = 0.336\,W$
	5Ω	$i = \frac{2.8}{5} = 0.56A, \;\; P = 2.8 \times 0.56 = 1.568\,W$

배터리와 니크롬선을 연결한 결과 위의 값이 나왔고 1Ω과 15Ω을 비교결과 저항이 작을수록 전력이 높았다. 그리고 이론값과 실제측정값이 달랐다. 이유는 전압이 3V에서 여러 요인에 의해서 방전되어 2.8V가 되었고, 전력량은 전압에 비례하여 더 작아졌다.
또한, 니크롬선 자체 비저항에 의한 것과 공기 중의 상온에 의해 열손실이 생겨 이론값과 실제 측정값이 달라졌다.
니크롬선 길이별로 500mm~100mm로 100mm단위로 줄여가며 온도 측정결과 손으로 니크롬선의 발열량을 확인 했을 때, 니크롬선의 끝과 끝 부분에서 처음 발열이 발생하여 중앙 부분까지 서서히 달구어 졌고 길이가 짧아질수록 발열이 빠르게 진행되었다.
즉, 우리 상하운동으로 자가 발전하는 열선스틱과 달리 배터리의 전압 3v가 일정하게 흐를 때, 저항이 작을수록 전력량이 높아지고 길이가 짧을수록 발열량이 높아진다는 것을 알 수 있었다.

결론적으로 우리 상하운동으로 자가 발전하는 열선스틱의 전력(0.78w)이 니크롬선을 발열시키기에는 저전력이라는 것을 알게 되었고, 니크롬선(Φ0.77×10.00㎜)과 저항값 1Ω과 15Ω의 실험을 하여 3V의 전압이 지속적으로 공급이 되어야 열을 발생 시킬 수 있다는 것을 알게 되었다.

우리 상하운동으로 자가 발전하는 열선스틱은 지속적으로 전력을 공급하지 않기 때문에 발열시키기에는 한계가 있다는 것을 알게 되었다. 하지만 우리 상하운동으로 자가 발전하는 열선스틱과 유사한 전력제품을 조사하여 보았다.

1. 열선장갑



여러 열선장갑이 시중에서 팔리고 있다. 가격대는 12만원에서 35만원까지 다양한 제품이 나와 있으며 주로 열선 장갑은 추운날 오토바이를 탈 때 사용된다. 여러 제품들이 있지만 대표적인 코미네 열선 장갑을 분해 해보았을 때 기모원단이 제일 안쪽에 위치하고 스펀지 장갑, 비닐장갑, 방수원단 순으로 감싸고 있다.

열선장갑은 구성 원리는 위 그림을 보듯이 일정량의 배터리를 사용하여 전력을 퓨즈 30A에 보내어 스위치단자를 통해 필요시 사용할 수 있도록 하였다. 그리고 바이메탈 온도센서 40도℃짜리를 달아서 많은 전력에 의해 일어날 사고를 예방하도록 하였다. 바이메탈온도센서를 통해 적당하게 변환된 전력이 0.25mm의 지름과 2~2.4Ω의 지닌 일반 전선을 통과하여 열이 나오도록 하였다.

2. 열선조끼

열선조끼는 시중가는 18만원에서 25만원정도 값 정도로 팔리고 있다.
이 온열제품은 등산, 낚시, 운전하는 사람들이 주로 사용하고 원리로는 조끼내에 발열체가 내장되어 배터리와 연결하여 보온효과를 얻는 제품이다. 특징으로는 220V로 충전이 가능한 7V의 리튬 전지로 1개 버튼으로 5단계온도조절이 가능하고 온도의 강약에 따라 배터리시간이 발열되는 시간이 다르게 표시된다.

구 분	자이로의 SUS 면상발열체
저항편차	적다
열효율	30℃-500℃
원가	비싸다
과부하시	단락되어 안전함
내구성	부식 거의 없음, 내산,내알카리성강함
110-220V히터설계능력	발열체 크기와 상관없이 균일한 히터 설계 가능
과열방지 장치	바이메탈센서 장착으로 과열로 인한 사고방지됨

배터리 사용시간 및 방법	
단계표시	시간표시
1단계	15-18시간
2단계	12-14시간
3단계	10-11시간
4단계	8-9시간
5단계	7-8시간

우리 제품과의 비교 분석

	상하 자가발전 열선스틱	열선장갑	열선조끼
전력원	랙기어를 통한 자가발전	5V 리튬건전지	7V 리튬건전기
열효율	일정운동 후 유지	사용후	

위 제품들은 자가 발전 스틱과는 달리 발열시 배터리(리튬전지)라는 전력원을 사용하였고 온도조절 및 안전성을 보장 받도록 하였다. 특히 바이메탈 온도 센서 스위치 및 SUS 면상발열체가 쓰여서 안전성이 보장되고 전력손실을 막을 수 있는 특징이 있었다.
그러나 제작 시 가격이 비싸고, 전력원을 꾸준히 바꾸어 주어야 하는 단점을 지녔다.

위 유사한 제품들과의 비교분석을 통해 자가 발전 스틱의 문제점인 열선부분의 안정성 및 전력손실을 알게 되었다. 이를 보완하기 위해 최소전력으로 발열 할 수 있는 안전성이 보장된 열 손잡이를 제작하게 되었다.
제작은 환봉에 단열제와 보온재 처리를 통해 열을 쉽게 잃지 않고 사람이 직접 잡아도 안전할 수 있도록 구상하게 되었다. 이때 상하운동 자기발전 스틱에서 열선을 데울 수 있는 최소 전력량이 나온다고 가정하였을 때 그 값에 유사한 건전지를 이용하여 열 손잡이를 제작하였다.

● **열 손잡이 제작 과정**

앞서 실험에서 발전기의 구동전압과 전류 그리고 니크롬선에 대한 저항 및 건전지 3V를 설정하여 계산한 결과를 보았다. 확실한 발열을 위해서 우리는 6V의 전류를 설정하였고 0.77mm 니크롬선 을 채택하였다.

실험전 기초 계산값을 활용해 본다면 6V의 건전지는 $V = IR$ 의 값을

$$I = \frac{V}{R} = \frac{6\,V}{1\Omega} = 6A = 6000mA$$

얻어 내었다. 발전기 3V에서 260mA의 값을 도출해 낸 것과 확연히 차이가 큰 것을 알 수 있었다. 만약 이대로 실험을 했으면 화상이나 화재로 크게 다칠 수 있는 위험이 있다. 그래서 우리는 앞서 실험한 것에 대해 상세하게 니크롬선의 저항을 고려하여 어느 정도 되면 안전하다는 값을 계산해 보았다.

(건전지3V에서 측정값 을 토대로 평균 4.5W 의 출력을 생각하고 계산함)

$4.5\,W = I \times 6\,V$ 라는 값을 얻을 수 있었다.

$4.5\,W = I \times 5\,V$(실제측정 값)

$I = 900mA = 0.9A$

$$R = \frac{5}{0.9} \fallingdotseq 5.5\Omega$$

실제 니크롬선 저항을 측정해본 결과 5.7Ω이라는 결과를 얻을 수가 있었다. 이를 바탕으로 니크롬선의 적정 단면적은 0.77mm , 전체길이는 370mm (제작시 전선 연결부분 30~40mm)로 코일 원형으로 단열재봉에 감아 손으로 잡을 수 있도록 제작을 하였다. 제작한 열선 손잡이를 우리가 배터리를 연결하여 손잡이를 잡고 인체실험을 통하여 실험 했을시 처음 접촉 시 약간의 뜨거움을 느꼈다. 시간이 지날수록 점점 뜨거워 졌지만 열이 손으로 빠져나가는 것을 고려하여 어느 정도 평균적으로 발열이 되었을 때 접촉하여 실험을 하였고, 열 손잡이를 잡고 “따뜻하다”고 느꼈을 때, 공급하는 전력인 배터리에 맞게 열 손잡이를 성공적으로 제작하였다는 것을 알 수 있었다.

자가 발전스틱으로 제작한 열 손잡이를 연결하여 구동시켰을 시, 전체적으로 발열이 되지 않았다. 문제는 열 손잡이를 만들 때 초기에 언급한 최저 전력량을 수용하지 못하였고, 지속적으로 자가 발전하여 전력을 공급하지 못하였다. 개선 방안으로는 발전기의 성능을 향상시키고 평기어의 소형화로 더 많은 회전을 하여 전력을 생산한다면 열 손잡이의 발열을 충분히 할 수 있을 것으로 예상된다.

열 손잡이를 제작하면서 아쉬움으로 남는 부분이 있다면 기초전자와 열역학적 기본지식이 매우 부실하여 결과를 찾아내는데 문제점이 많았고 문제에 대한 접근 방식도 정확하지 않은 실험이라 데이터 값에 대한 불신과 함께 실험데이터에 대한 불신이 생겨났다. 문제점에 대한 명확한 판단과 우리가 해야 될 작업 그리고 기계공학도로서 가져야 할 기초지식 등을 한 번 더 되돌아 볼 수 있는 기회가 된 것 같다.

제5장 결론

제1절 문제점 분석 및 처리결과

구동방식파트의 문제점으로는 제품에서 날카로움이나 무게, 소음, 마찰력, 걸림 등의 여러 가지가 있었다. 이 문제점에 대한 분석으로는 우리가 초기에 아크릴이나 다른 재료로 선정했었더라면 무게나 날카로움, 소음 등의 문제점을 보완할 수 있다. 대표적으로 아크릴은 강도가 약한 대신 제품의 투명도를 고려하여 제품의 구동방식을 쉽게 보여줄 수 있는 특징이 있다. 그리고 플라스틱이 있는데 가공 시 제품의 가벼운 무게 및 강한 강도를 지닌다는 특징에 비해 제품 시장성이 부족하기 때문에 가제작하는 비용이 크게 든다는 단점을 지녔다. 이러한 여러 특징을 지니고 있는 재질들 중 강도와 무게 등을 고려하였을 시 알루미늄 재료를 선정하게 되었다.

상하 자가발전 열선스틱은 알루미늄으로 제작하였고, 위와 같은 재료의 특징에 따른 문제점들로 인한 날카로움 부분은 다듬고 소음 및 마찰, 걸림을 없애기 위해 윤활유 첨가 또한, 부품을 성형하여 보완하는 것으로 하였다.

부품 성형으로는 초기에 제품을 제작하여 구동 시에 내부축이 회전을 하여 발전기의 기어가 정확히 물리지 않아서 원활이 구동이 되지 않았던 문제를 와셔를 새로이 디자인하고 가공하여 내부축이 회전되지 않게 고정하여 문제를 해결하였다.

전기 파트에서는 기존에 열선을 발열시킬 수 있는 기준치 전력(5w)에 자가 발전 열선스틱의 구동으로 생성되는 전력량이 미약하여 발열시킬 수 없다는 것에 대한 문제점을 풀기 위해 발전기를 하나 더 설치하는 방향 등 여러 방면으로 구상해 보았다.

여러 구상 중 제품 전력 측정 실험을 통해 상하작용 할 때에는 랙기어에 구동되는 기어가 상하로 움직이는 길이에 따라 전력량이 변화한다. 이와 같이 길이를 크게 하였을 때 전력량이 증가하는 원리로 랙기어를 보다 길게 하여 제품을 크게 만들 계획을 하기도 하였으나, 실용성 문제가 생겼으며 급격하게 큰 전력이 상승 할 것 같지 않아서 배제하게 되었다.

발전기를 추가하여 전력량을 늘리는 것은 상하 자가발전 열선스틱의 구동 효율성은 증가할지 모르나, 자체적 무게 및 휴대성을 떨어트리는 결과를 가져올 것이다.

또한 전력은 회전수에 비례하기 때문에 발전기의 평기어를 소형화 하여 회전수를 증가시켜 전력을 높이는 방법으로는 기존 구매한 발전기의 평기어가 고정되어 있어 소형화된 평기어로 교체 할 수 없었고, 기존보다 성능이 더 좋은 소형화된 발전기가 시장조사 결과 찾을 수가 없었기에 교체 할 수 없었다.

제2절 총평

상하운동으로 자가 발전하는 열선스틱(이하 “제품”)을 거듭 제작해 나가면서 자료 조사, 아이디어 구상, 디자인 설계, 제품 선정, 가공 등의 여러 가지를 거치면서 각 부분별로 어려움들이 많이 있었지만 하나씩 해결해 나가면서 기계공학적, 열공학적 지식을 습득해 나갈 수 있는 계기가 되었다. 우리의 실구현한 제품 자체로는 여러 가지 장단점을 가지게 되었으며 실용성, 경제성 측면에서 다소 부족하지만 초기의 제품을 구상하고 프로젝트를 진행하기 전에, 객관적으로 불가능하다는 관점의 시선이 있었으나 프로젝트를 진행하면서 어떠한 부분에서 문제점이 있었고, 그 부분을 실험 및 분석을 해보고 하나씩 해결해가면서 이 분야에서 만큼은 잘 알 수 있는 계기가 되었다.
또한 담당교수님의 조언으로 구동방식의 기어에 관련한 기계적인 요소에 대해 배우고 기어의 구동방식 구조를 변경 할 수 있었고, 실험을 하면서 오실로스코프나 멀티미터 등 측정구를 통한 기본적인 전력측정을 하는 조작법 및 열 측정 관련한 열공학적 기초지식을 쌓는 계기가 되었다.
상세히 분석하자면 대표적으로 구동파트에서 기어부분을 보다 용이하게 디자인해가면서 최종적으로 랙기어라는 기발한 아이디어를 생각했던 것이 제품의 키포인트로써 좋았던 것 같고, 랙기어를 생각함과 동시에 아이디어 회의를 통해 발전기를 내부축 안으로 넣기 위한 소형화에 대한 문제를 발전기를 외부로 들어냄으로써 소형화를 해결했던 것과 외부에 설치된 발전기가 외관상을 고려하여 디자인 부분이 좋았던 것 같다. 재질 측면에서 강한 경도 등 여러 장점을 가진 알루미늄의 재질을 이용하였지만 무게나 날카로움, 마찰, 소음 등의 문제 있던 측면에서 부품의 성형이나 윤활유 등을 통하여 제품의 단점을 최소화 하였으나 문제점을 극복해 내지 못한 부분이 아쉬웠다.
전기 파트에서는 열선을 발열하기 위한 기대치(12W)만큼의 전력을 생산해 내지 못한 아쉬운 점은 기술적인 면에서 시중에 판매되고 있는 발전기를 이용한 것이다. 제품의 소형화를 위한 시중에 나와 있는 초소형의 발전기를 장착하다보니 우리가 추구해온 전압 및 전력에 미치지 못하는 에너지을 얻게 되었으며 따라 열선을 발열하기도 어려웠다. 세부적으로 실험을 통해 전력량을 측정하고, 추가로 여러 가지 열선을 오실로스코프, 멀티메타 등을 이용하여 알아낸 측정값을 계산하여 심도 있게 파고든 과정에 대해서는 좋았지만, 결론적으로는 아주 미세한 전력으로 인해 열선에 열을 가하지 못했던 점이 아쉬웠다.
이러한 문제점을 해결하기 위해서는 경제적인 여건과 시간이 있어야 할 것이다. 여건이 만들어지게 되면 꾸준한 연구를 통해 발전기를 소형화시키기 위한 기술력을 얻게 될 것이고, 기존의 발전기에 비해 많은 전력을 얻게 될 것이다. 그리고 발열을 유지하기 위해 니크롬선 쪽을 추가 연구하여 발열이 잘 되는 적절한 니크롬선을 가공할 것이다.
현재는 소형화 및 저전력이라는 아쉬움 점이 있지만 앞에 언급한 기어를 소형화하고 랙기어의 길이를 늘려 회전수를 극대화 등을 여러방면으로 노력한다면 기대치에 가까운 전력을 생산해내어 열선을 발열 할 수 있을 것이며, 상하운동 자가발전 스틱은 의료 및 우주산업 분야 등 여러 곳에서 쓰이게 될 것이라 생각된다.
이 프로젝트를 통해 여러 가지 재료의 성질과 기어의 세부적인 요소 및 기어와 기어의 구동과정에 대해 알 수 있는 계기가 되었고 AC,DC발전기에 대한 원리 및 전력이 생산되는 과정에 대해 알 수 있었다.

또한 오실로스코프와 멀티메타, power supply를 통한 측정 방법 및 기초지식에 대해 담당 교수님을 통해 배우면서 확실히 알 수 있었고 열공학, 재료역학과 기계공학적 측면인 구조 원리에 대해 설계 할 수 있었다.

여러 가지를 배우면서 기계적인 기어의 구조를 설계하고 구동시켜 에너지를 생산하는 기본적인 제품을 제작 할 수 있고, 열선 장갑이나 열선 조끼 등과 같은 열선에 관련한 에너지를 통해 전력을 받아 발열을 하는 제품을 간단히 만들 수 있게 되었다.

[참고 문헌]

no	명 칭	내 용	출 처
1	스틱	스틱의 정의	두산백과 & 네이버지식백과
2	등산스틱의 안정성 및 내구성 , 무게 측정	실험보고자료	한국소비자원
3	전동 스틱 (electric motion stick)	출원번호(일자) 10-2008-0029980 (20080331) 공개번호(일자) 1020080034115 (20080418)	특허청
4	다단식 지팡이의 완충장치 (MULTIPLE STICK)	등록번호(일자) 1006750980000 (20070122) 출원번호(일자) 10-2006-0110431 (20061109)	
5	가열수단 구비한 우산 손잡이 (UMBRELLA GRIP HAVING HITTING MEANS)	등록번호(일자) 2004409680000 (20080707) 출원번호(일자) 20-2007-0007499 (20070507)	
6	열역학 Claus Borgnakke, Richard E. Sonntag 저	열역학 관련 지식 (니크롬선 관련 열에너지)	텍스트북스 2010.02.25
7	기초 전자공학 B.Grob 저	기초 전자공학 관련 지식 (전기 공식, 회로 등)	대웅 2000.11.20
8	유체역학 White 저	운동에너지 및 기타 관련 지식	McGraw-Hill 2007.12.20
9	CATIA v5 기초와 응용	CATIA 컴퓨터 프로그램 지식	도서출판 과학기술 2003.02.20
10	기계제도 이론 및 AUTO CAD 실습	기계 제도 이론 AUTO CAD 프로그램 관련 지식	청문각 1997.08.31
11	제품	한국 산업 표준(ks) 규격 지식	국가 표준 인증 종합 정보 센터

-부록-

시장에 출시되어 있는 등산스틱의 제품의 정보를 파악해 보았다.

최근 등산 인구가 증가하면서 등산 스틱을 사용하는 등산객이 늘고 있다. 저가의 중국산 제품까지 수입되고 있지만, 등산스틱에 대한 정보는 미흡한 실정이다.

시중에 판매중인 등산 스틱 시험 결과, 일부 제품은 휘어짐 현상이 발생하고 길이를 조절하는 샤프트 부위가 누르는 힘을 견디지 못하는 등 안전성에 문제가 있는 것으로 나타났다.

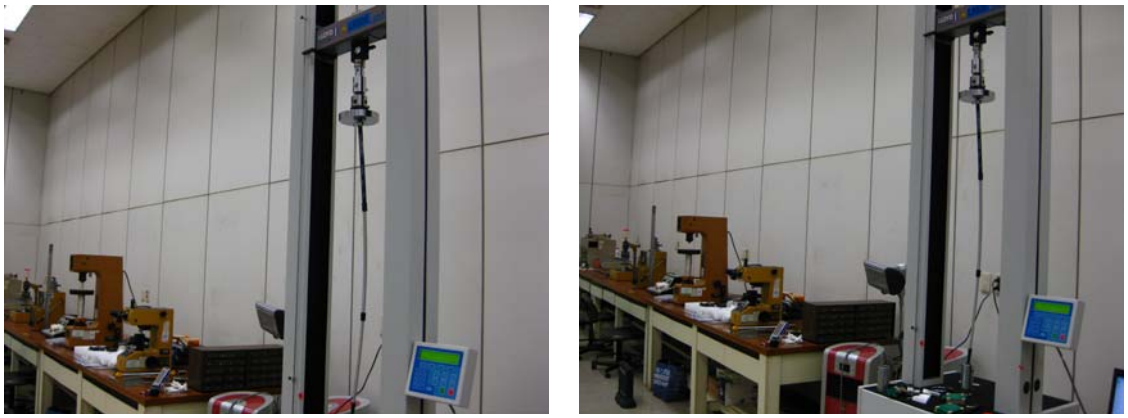
이는 한국소비자원(원장 김영신, www.kca.go.kr)이 서울시 주요 등산로 주변(관악산, 도봉산, 북한산, 청계산, 수락산 등)에서 판매 중인 두랄루민 소재의 3단 I형 등산스틱 10종에 대해 무게, 휘어짐, 길이조절부 풀림 등을 시험한 결과에 따른 것이다. 시험 결과, 10개 제품 중 아라칸 레저의 아라칸 등산 스틱과 MT레저의 휴먼트레커 MSL-500 2개 제품에서 휘어짐 현상이 발생했다. 하산할 때, 스틱이 휘어지면 무게 중심을 잃어 추락, 골절 등의 사고로 이어질 수 있다. 또한, 렉스포 등산 스틱과 코리아 블루마운틴 등 2개 제품은 길이를 조절하는 부위인 샤프트가 누르는 힘을 견디지 못해 안전성에 문제가 있는 것으로 조사됐다.

■ 10개 제품 중 2개 제품에서 휘어짐 발생

등산 스틱은 두 다리에 집중되는 무게를 양 팔에 분산시켜 등산객의 쉽고 안전한 산행을 돕는다. 특히 무거운 배낭을 메거나 장시간의 산행을 할 경우 등산 스틱의 중요성은 더욱 커진다.

서울시 주요 등산로 주변(관악산, 도봉산, 북한산, 청계산, 수락산 등)에서 판매 하는 등산 스틱 중 두랄루민 소재의 3단 I형 스틱 10종에 대해 무게, 휘어짐, 길이조절부 풀림 등의 품질 시험 결과, 아라칸 레저의 아라칸 등산 스틱과 MT레저의 휴먼트레커 MSL-500 등산 스틱 2개 제품에서 휘어짐 현상이 발생했다. 하산할 때, 스틱이 휘어지면 무게 중심을 잃어 사고로 이어질 수 있다.

휘어짐 시험은 소비자가 스틱을 짚었을 때 스틱이 구부러지거나 파손되는 등의 문제가 없는지 확인하는 시험으로, 등산 스틱의 중심에서 약간(10mm) 벗어난 곳에 400뉴턴(약 41kg의 무게)의 힘을 15초 동안 가했을 때, 스틱이 구부러져 파손 또는 변형이 일어나는 지 확인하는 것이다.



<휘어짐 시험 장면>

■ 길이조절부가 누르는 힘을 견디지 못하는 스틱도 있어

등산 스틱의 길이 조절부가 누르는 힘에 대해 잘 버티는지 여부도 중요하다. 등산 스틱과 관련하여 많이 발생하는 문제가 바로 샤프트라고 불리는 길이조절부의 안전성이다. 등산 스틱의 길이를 조절할 때, 샤프트를 돌려 고정하고 푸는데, 이 때 샤프트가 단단히 고정되지 않으면 누르는 힘을 견디지 못하고 샤프트가 들어가거나 부품이 파손될 수 있다.

등산 스틱을 일정한 힘으로 조인 후, 300뉴턴(약 31kg의 무게)의 힘을 수직으로 15초 동안 가했을 때 파손 또는 미끄러짐이 없는지 확인한 결과, 렉스포 등산 스틱과 코리아 블루마운틴 등 2개의 제품에서 문제가 발생하였다. 비젼코베아의 코베아 드림워크 3단 스틱의 경우 일정한 회전력으로 조여지지 않아 시험이 불가했다. 또한, 블랙야크의 카멜렛 스틱의 경우 등산 스틱을 조였다 풀 때 어느 정도 풀리다가 걸려서 더 이상 풀리지 않는 현상이 발생했고, 아라칸 등산 스틱의 경우 단단하게 조여지지 않고 일정한 힘으로 회전시키면 계속 돌아가는 현상이 발생했다.

■ 무게는 가벼울수록 휴대가 편리해

등산로 주변에서 판매되는 등산 스틱의 가격은 5,000원부터 74,200원으로 가격 차이가 천차만별이다. LEKI, K2, 노스페이스 등의 유명 브랜드 스틱은 전반적으로 가격이 높은 반면, 렉스포, 코리아 블루마운틴, 아라칸 등산 스틱은 가격이 저렴했다.

이밖에도 등산 스틱의 무게를 측정해 본 결과, 215g에서 345g로 제품마다 무게의 차이가 있었다. 스틱이 가벼우면 휴대가 편리하다는 장점이 있으나 강도 면에서는 약할 우려가 있다. 최근 이러한 점을 보완하기 위해 좀 더 가벼우면서도 강한 재질의 등산 스틱이 출시되고 있다.

<등산 스틱 종합 시험결과표>

제품명	제조사	제조국	굵기 타입[1]	평균 무게(g)[2]	표시최대 길이(cm)	소재	휘어짐	길이 조절부 풀림	구입가격 (원/개)
노스페이스 NFN92B02	㈜골드윈코리아	한국	16-14-12	233	130	두랄루민 7075	이상무	이상무	66,500[3]
레키 뉴트레일 AS	LEKI	체코	18-16-14	296	140	두랄루민	이상무	이상무	74,200
블랙야크 카멜렛 스틱	㈜블랙야크	한국	16-14-12	245	130	두랄루민 7075	이상무	이상무	49,000
에코로바 트레킹 60 3단 스틱	㈜에코로바	한국	18-16-14	277	130	두랄루민	이상무	이상무	31,400
K2 3단 I형 스틱(야광)	케이투코리아㈜	한국	16-14-12	247	130	두랄루민 7075	이상무	이상무	68,000
코베아 드림워크 3단 스틱	㈜비젼코베아	한국	18-16-14	282	130	두랄루민	이상무	-[4]	24,250
렉스포 등산스틱	렉스포	중국	18-16-14	345	135	두랄루민 6061	이상무	버티지 못함	5,000
아라칸 등산스틱	아라칸레져	한국	16-14-12	253	130	두랄루민 7075	휨 발생	이상무	18,000
코리아 블루마운틴	-[5]	중국	18-16-14	343	130	두랄루민 6061	이상무	버티지 못함	5,000
휴먼트레커 MSL-500	MT레저	중국	16-14-12	215	130	두랄루민 7001	휨 발생	이상무	25,000

[한국소비자원 실험보고자료]

위 자료를 통하여 우리는 등산스틱의 안정성 및 내구성 , 무게 등을 고려하여 여러 가지 방향으로 설계의 방향을 잡아 나갈 수 있었다.

---

1) 굵기 타입은 3단 등산 스틱의 각 샤프트 대략적인 외경(mm 단위)에 따라 표현함.

2) 무게는 시료 3개에 대한 평균값임.

3) 노스페이스의 경우 2개 한 세트로 133,000원에 판매되는 제품을 개당 가격으로 나누어 표현함.

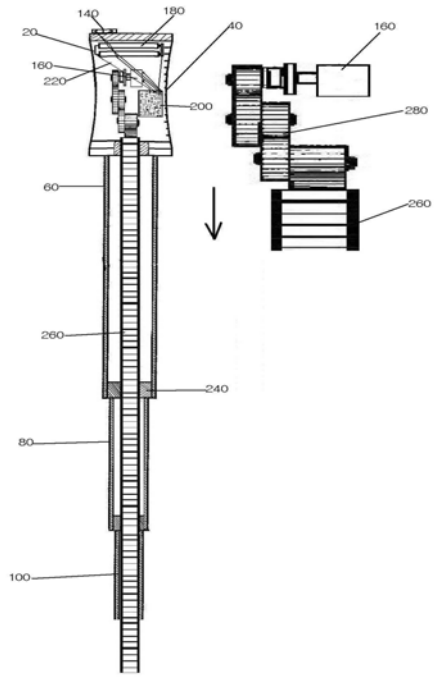
4) 시험불가.

5) 제조사 표시가 되어 있지 않았음.

■ 특허자료 조사

상기 브레인스토밍을 통하여 등산스틱에 대한 특허자료를 조사하여 보았다.
등산스틱에 대한 특허자료는 285건이 확인되었으며 우리가 설계하는 등산스틱과 유사하거나 기술성이 있는 자료를 축약해서 정리해 보았다.

1. 전동 등산스틱



● 특징

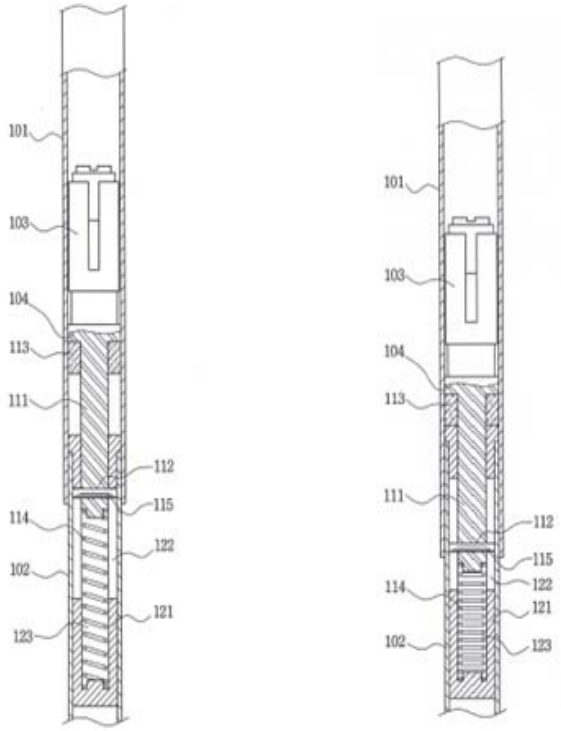
배터리와 모터가 달려있으며 충격완하 스프링이 부착되어 등산스틱 사용시에 충격을 흡수 버튼을 조작하여 스틱을 접었다 폈다 할 수 있게 되어있다.

● 우리제품과의 비교

발전기의 구동원리와 본 특허의 모터의 구동방식이 유사한 점이 있어 발전기 구동방식을 선정하는데 도움이 되었다.

하지만 등산스틱의 기능상 여러 지형을 다닐 때 사용하고 물기에 노출되기 때문에 부식과 함께 내부에 부착된 모터부분과 기어 부분에 충격이 전해서 파손의 위험이 발생할 수 있다.

2. 다단식 지팡이의 완충장치



● 특징

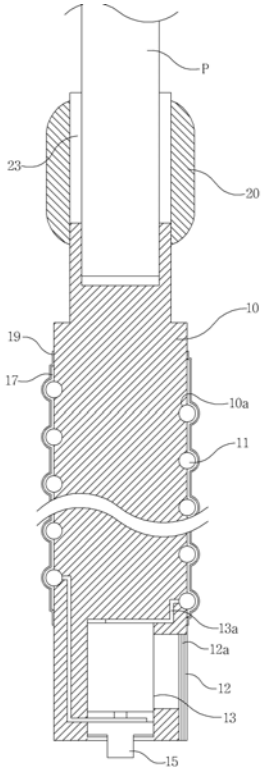
기존 스틱의 충격완하를 보완한 특허로 1차 스프링으로 충격완화 2차 탄성부제를 이용하여 좀 더 효율적으로 충격을 흡수할 수 있게 되어있다.

● 우리제품과의 비교

발전을 하기위해 내부축의 상하운동을 제어해주고 지면과의 접촉시 충격을 완하시켜줄 스프링의 역할과 스프링 고정부위의 아이디어를 얻을 수 있었다.

하지만 충격완하 면에서 우수한 면이 있으나 비용의 상승과 함께 무게가 추가되고 내부에 문제가 발생할 시 교환이 어려운 단점이 있다.

3. 가열수단을 구비한 우산손잡이



● 특징

열선을 사용하여 손잡이에 온기를 낼 수 있다는 특징이 있으며 손잡이 부가 탈부착이 용이하여 타 제품들과 호환을 할 수 있다는 장점이 있다.

● 우리제품과의 비교

우리가 추구하는 열을 발생시킨다는 아이디어가 동일하며 손잡이 부의 설계에 도움이 되었다.

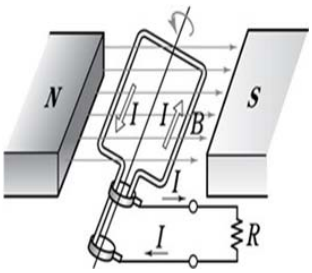
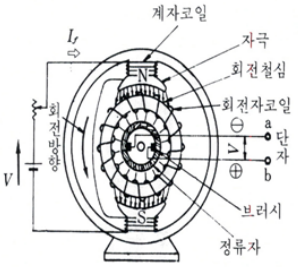
하지만 자가발전을 통해 열을 발생시킨다는 점과 건전지를 이용하여 열을 발생시킨다는 점이 차이가 있다.

■재료선정

1. 발전기

- 발전기 선정시에 우리가 원하는 규격인 소형화가 가능성, 최대 전압 출력, 원하는 전력에 도달할 수 있는지 무게, 재질, 모양이 본 설계 제품에 부합하는지에 대해 상세하게 선택하였다.

<발전기의 종류>

	**교류 발전기** - 교류 전력을 발생하는 발전기 **원리** - 자석사이에서 회전을 시키면 도체가 상하운동을 하여 전기의 방향이 계속 반복되는 것 (+, -) **특징** - 저속도 고출력 - 구조가 간단(회전) - 전기적 노이즈의 발생이 없다 - 고장률이 낮다 - 무게 대비 고출력
	**직류 발전기** - 직류 전압을 발생하는 발전기 **원리** - 코일이 자속을 끊어 생기는 기전력을 정류자를 통해 밖으로 낸다. **특징** - 구조가 복잡 - 고장률이 높다 - 소음이 심하다

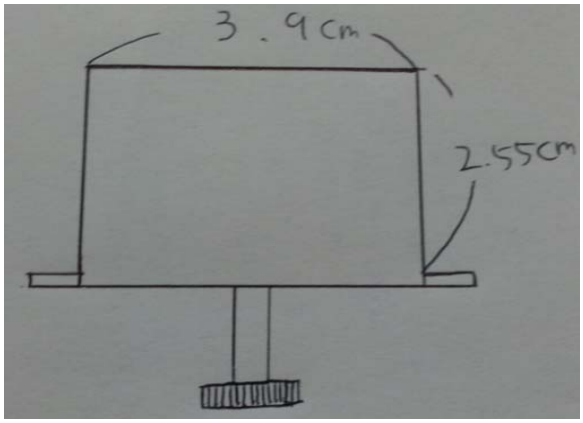
▶여러 가지 특징을 고려하여 가장 효율적인 **교류 발전기**를 선정

*** 고려사항 ***

발전기는 우리의 제품에 맞는 소형화에 중점을 두어 5cm 내외이고, 우리가 고려하는 최소한의 에너지를 얻어 발전기를 구동 할 수 있는 예상 값인 12v 와 500mA 을 기준으로 하여 발저기를 선정

	기대치	선정결과
형태 및 규격	원통형의 발전기, 2cm X 2cm	원통형의 발전기, 3.9cm X 2.55cm
최대전압	12v	12v
원하는 전력	10w	6w
기타의견	발전기를 시장조사하면서 여러 종류의 발전기가 많이 있었으나 미니 발전기는 극히 제한적이었고, 우리가 선정한 발전기가 원하는 기대치에는 크게 못 미쳤으나 규격이 비슷하고, 전력은 다른 아이디어로 증폭시킬 수 있다고 가정하여 선정하게 되었다.	

지름	높이	최대전력	최대전압	최대전류
3.9cm	2.55cm	6W	12V	600mA



2. 스프링

스프링이란 물체의 탄성, 또는 변형에 의한 에너지의 축적 등을 이용하는 것으로 우리 아이디어 제품의 이용으로는 구동시에 압축과 인장의 상하작용을 하여 에너지 생산을 하는데 역할을 한다.

탄성력의 탄성변형에너지, 처짐량, 비틀림각 등등 탄성력에 관련된 것은 코일의 감는 횟수의 1배에 비례하고, 굵은 것으로 할수록 4제곱에 반비례 한다.

<스프링의 종류>

코일 스프링	단면이 원형이나 각형의 선재를 코일 상태로 감아 만든 스프링
판 스프링	스프링을 몇 장씩 겹쳐 포갠 것
벌류트 스프링	원뿔 코일 스프링의 일종. 사각형 단면의 강판을 원뿔 형상으로 감은 압축 스프링
태엽 스프링	태엽처럼 나선형으로 감은 스프링
접시 스프링	밑바닥이 없는 접시 모양의 스프링
스냅 스프링	축 또는 구멍에 설치한 틈에 삽입하여 상대의 보스 또는 축 등의 부품이 빠져 나가지 않도록 사용하는 스프링 작용을 갖는 체결 부품. 고리 모양의 스프링
토션 스프링	곧바른 봉의 한 끝을 고정하고 다른 쪽 끝을 비틀어, 그때의 비틀림 변위를 이용하는 스프링

◎ 스프링 선정 방법
- 우리 제품에 가장 적절 한가?
- 제작용이 한가?
- 가격, 효율성에 적합한가?
- 우리의 기술력으로 가능한가?

위의 내용을 토대로 선정한 결과 코일스프링을 이용

■ 코일 스프링
- 단면이 원형이나 각형의 선재를 코일 상태로 감아 만든 스프링
- 압축력과 줄어드는 길이가 일정하게 변하는 점진적 특성으로 서스펜션에 이상적인 탄성이다.
- 정지마찰이 적어 부드럽게 작동한다.
- 유지관리가 수월하고 제조비용이 싸다.
- 티탄 스프링은 가볍고 탄성도 훌륭하지만 가격이 비싸다.

ex) 압축 코일 스프링, 인장 코일 스프링, 비틀림 코일 스프링

◎ **코일 스프링의 종류** 3가지 있지만 우리 제품에 맞는 압축 코일 스프링과 비틀림 코일

스프링 만을 비교

압축 코일 스프링

특징
-형상이 단순하여 제작이 용이
-에너지 흡수효율이 높고 마찰이 없다
-여러 가지 형상을 제작
-가격이 저렴
용도
-자동차, 전기, 전자부품, 소형 모터 등

비틀림 코일 스프링

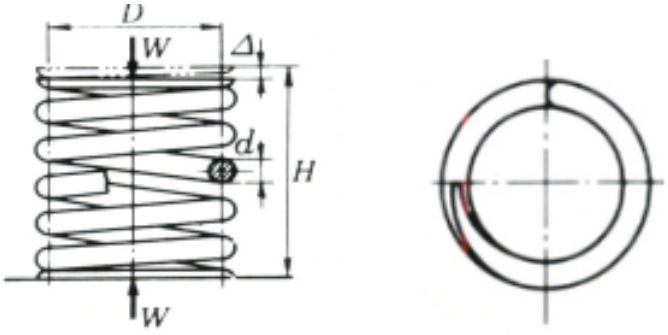
특징
-공간을 효율적으로 이용
-복잡한 형태 가공 가능
-설계 및 제작이 까다로움
-작동시 코일경의 변화를 가짐
용도
-현가장치

<비교결과>

▶결과로 길이가 다소 요구되는 것과 경제성 효율성 제작 용이성 등을 보아할 때 **압축 코일 스프링**이 가장 적절하다.

* 제품 구입시 직접 방문하여 여러 가지 용수철을 사용해보고 선택 할 것.

압축 코일 스프링 (원하는 스프링)



MM규격 (단위:MM)						
외경D	굵기d	자유길이H	밀착길이	허용하중W (kg)	줄어든 길이d	스프링 상수K
15	2.5	20	4.9	0.36	12	0.03

탄성계수		강성계수		포아송비
Mpsi	Gpa	Mpsi	Gpa	
27.5	189.6	10.7	74.1	0.28

물성치

무게밀도	질량밀도	비중	재질
IB/in3	Mg/m3		
0.28	7.8	7.8	스테인리스강선

3. 기어

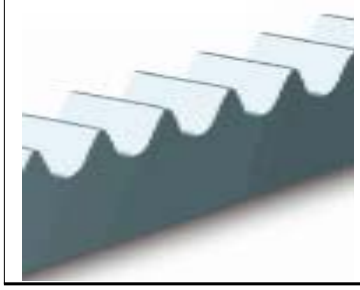
사용 목적

- 기어를 회전하여 발전기 구동을 위한 목적

<기어의 종류>

	베벨기어 - 서로 교차하는 두 축 사이에서 운동을 전할 때 이용하는 원추형의 기어
	평기어 (스퍼 기어) - 축에 평행한 직선인 원통기어
	헬리컬 기어 - 바퀴 주위에 비틀린 이가 절삭되어 있는 원통 기어 * 나선형으로 되어 있어 마모가 적고 수명이 길며 소음이 적다
	웜, 휠 기어 - 기어 전동장치의 하나로 2축이 서로 직교하는 경우에 사용하는 기어

	신기어 - 인터넷 조사하다가 찾은 새로운 형태의 기어로 베벨기어와 평기어의 두 개의 장점을 가진 제품 * 가공 및 설계에 어려움이 있다.

	**렉기어** - 긴 쇠 봉에 기어의 홈이 작대기의 길이 방향으로 있는 것입니다.

4. 외부 / 내부축

사용목적

- 등산스틱의 몸체와 발전기의 회전을 위한 내부축

제품 선정시 현재 시장에 나와 있는 제품의 재질을 고려하여 강도가 가격 무게를 고려하여 여러 가지를 비교해 보았다.

철, 알루미늄, 구리, 스테인리스강등을 비교하여 분석한 결과 알루미늄이 가장 적합하여 선정하였다.

◇ 알루미늄의 특징

가공성	알루미늄은 다른 금속에 비해 소성가공이 쉽고, 다양한 형상의 모양을 성형할 수 있다. 예를 들어 얇은 박히나 복잡한 형상의 압출 형재, 압연, 단조제품을 쉽게 제조할 수 있고 절삭 가공성이 뛰어나기 때문에 금형이나 정밀부품에 사용.
경량성	알루미늄의 비중은 2.7로 철(7.8)이나 동(8.9)과 비교하여 약3분의 1이다. 경량화에 의한 성능향상이 시대의 요구로 되어 있는 지금 특히 자동차, 철도차량, 항공기, 선박컨테이너등의 수송분야에서 많은 알루미늄이 사용되고 있다. 또한 각종 기계의 고속회전 부품이나 작동효율을 높이거나 장치의 대형화에 의한 중량 증가를 억제할 수 있다
재활용성	알루미늄은 융점이 낮기 때문에 사용이 끝난 AL제품을 쉽게 녹일 수 있고 간단하게 재생할 수 있다. 또한 원석으로부터 신지금을 제조하는 에너지의 3% 정도의 경비로 재활용 할 수 있으므로 경제적인 재료라 할 수 있다.
비자기성	알루미늄은 자기를 띠는 일 없고, 자장에 영향을 주여지지 않기 때문에 배의 자기 컴퍼스나 컴퓨터용 자기 디스크, 파라볼 안테나, 전자의료장비 등에 사용.
반사성	알루미늄은 적외선이나 자외선등의 광선, 전자파를 잘 반사한다. 순도가 높은 알루미늄은 에너지의 90%이상을 반사한다. 이 특성을 살려 난방기의 반사판, 조명기구, 우주복등으로 사용되고 있다.
저온특성	알루미늄은 액체 질소(-196℃)나 액체 산소 (-183℃) 의 극저온에서도 우수한 인성을 가지고 있다. 저온 플랜트나 LNG (-162℃)의 탱크재로 사용되며, 최근에는 우주개발이나 생명공학, 극저온의 최첨단 분야에 각광을 받고 있다.
전도성	알루미늄의 전기 전도율은 동의 약60%이지만, 비중이 약 3분의 1이고, 그 때문에 동일한 무게의 동과 비교하고 2배의 전류를 통과시킬 수 있다.
접합성	용접, 납땜, 납땜부착, 전기 저항 용접, 리벳 접합, 접착등 다양한 방법으로 용이하게 신뢰성이높은 조인트를 얻을 수 있다
내식성	알루미늄은 대기중의 산소와 반응하여 표면에 얇고 치밀한 산화피막을 형성하여 부식을 방지한다.
표면처리성	다양한 칼라, 경도, 내식성등의 목적에 적용.
무독성	알루미늄은 무해, 무취로 위생적이며, 토양을 손상시키지 않으므로 이 특성을 살려 식품이나 의약품의 포장, 음표캔, 의료기기 및 가정용 그릇등으로 폭넓게 사용되고 있다.
진공특성	알루미늄을 진공 장치의 재료에 사용시, 금속 자체로부터의 가스 방출율이 상당히 작게 진공 도달하므로 성능이 다른 재료와 비교하여 대단히 뛰어나다. 고 진공 펌프나 배관, 고 진공 반도체 장치, 이화학 실험 장치 등에 활용되고 있다.
주조성	알루미늄은 융점이 다른 금속에 비해 낮기 때문에 복잡한 형상의 모양을 주물로 만들 수 있다.알루미늄 주물 주조품으로서 피스톤, 실린더 블록, 휠 등의 자동차 부품, 각종 산업 기계 부품 등에 폭 넓게 사용되고 있다.

합금 및 조질	인장				경도	탄성율	열 팽창율	용융점	열전 도도	전기전도도		전기 저항
	강도 Mpa		신율(%)		브리넬	Mpa × 10^3	20℃~ 100℃	℃	25℃	20℃MS/m		20℃
	최대	항복	A	B						부피 대비	질량 대비	
1100 -0	90	35	35	42	23	69	23.6	640~655	222	34	113	0.029

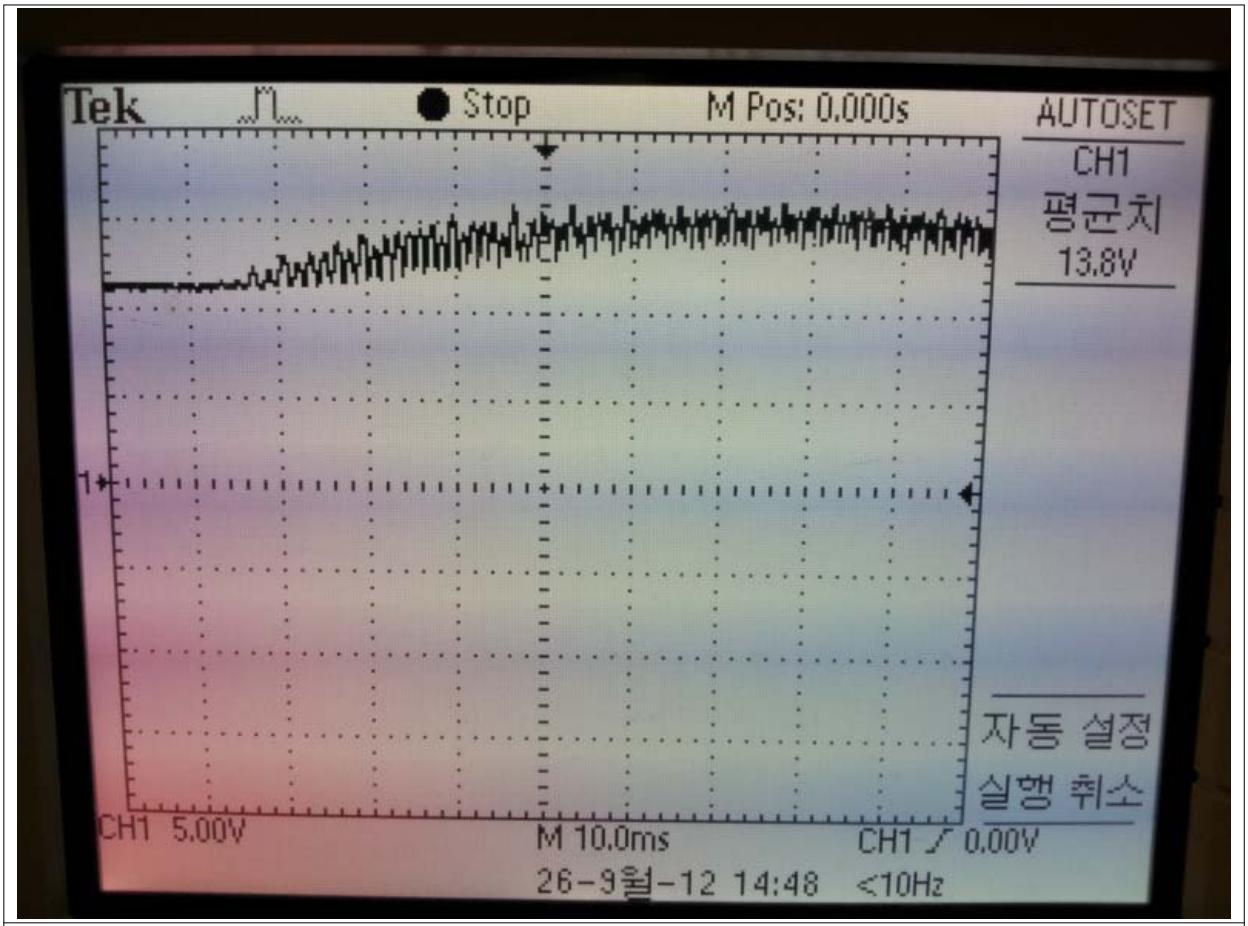
[알루미늄의 기계적 , 물리적 특성]

완제품

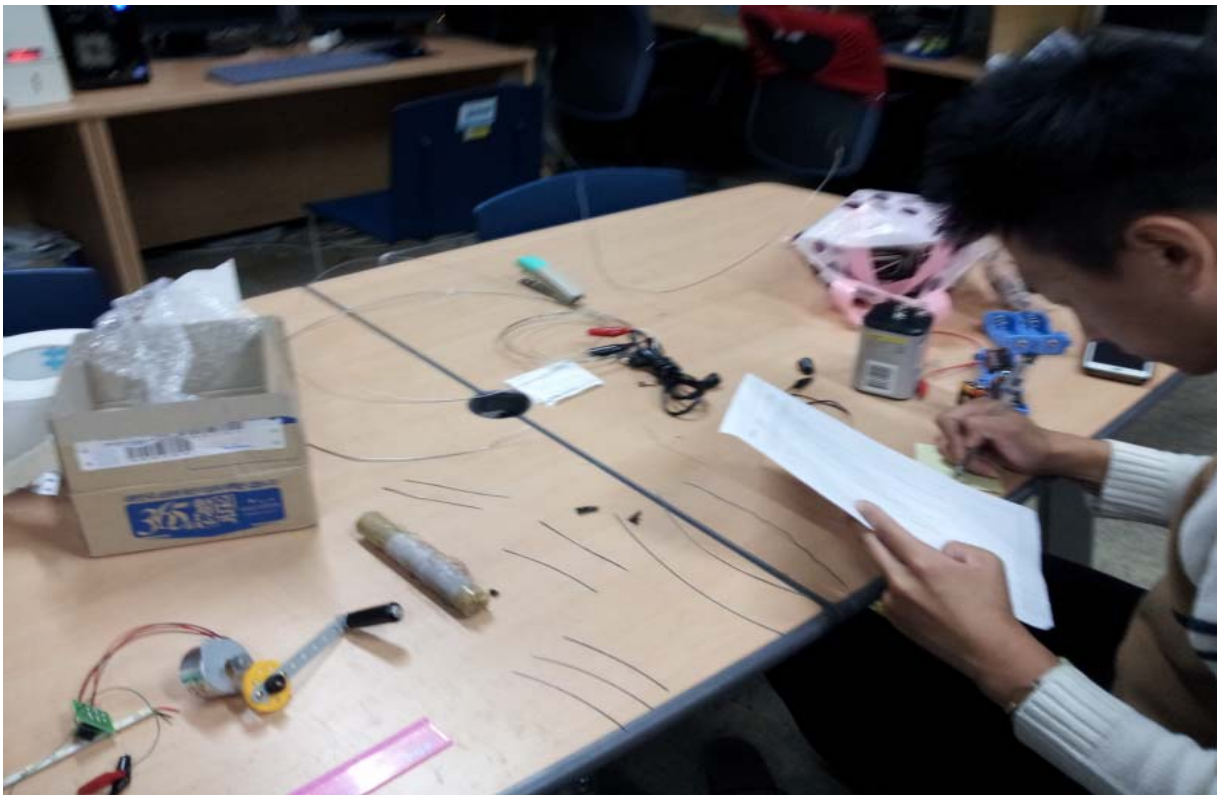
렉기어와 발전기의 평기어가 맞물림

내부축 스틱과 스프링 결합

오실로스코프와 멀티메터를 이용해 실제 움직임을 활용한 전류 측정실험을한 장면이다.

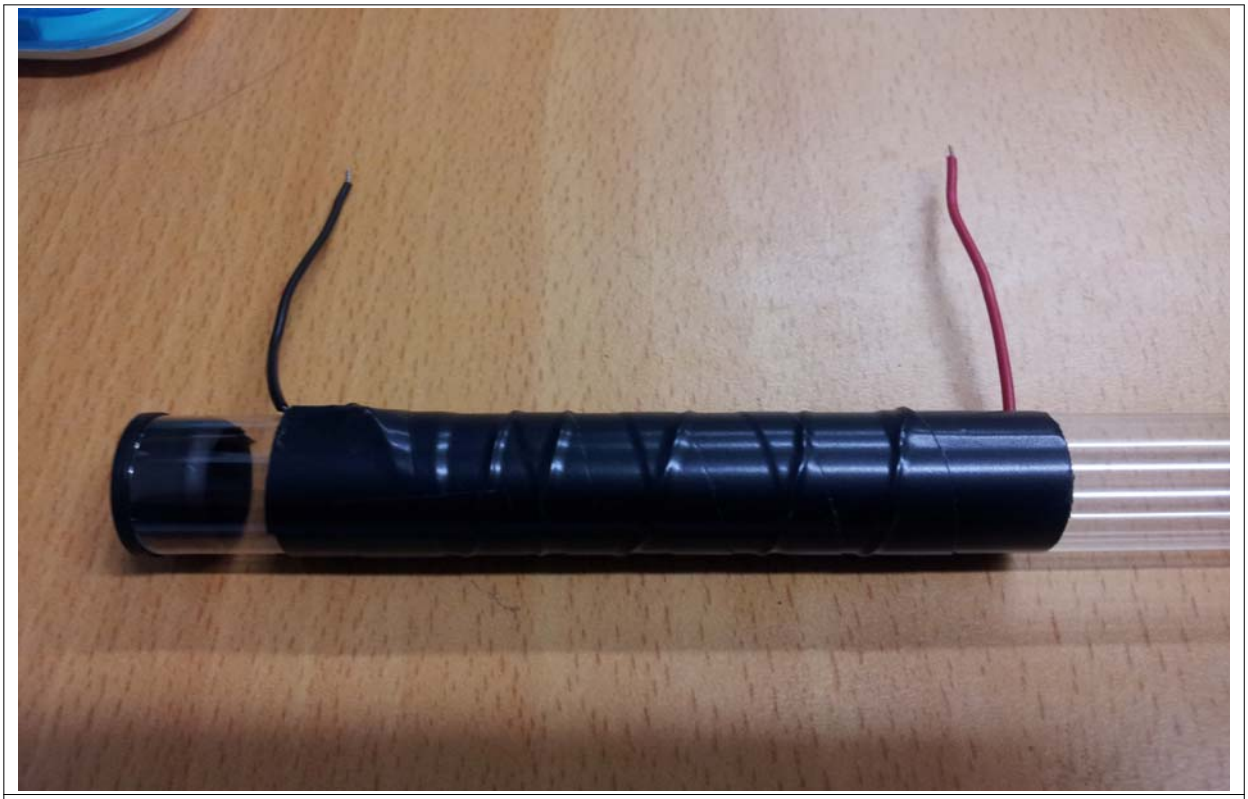


오실로스코프를 통해 발전기의 최대 전압을 측정한 장면이다.

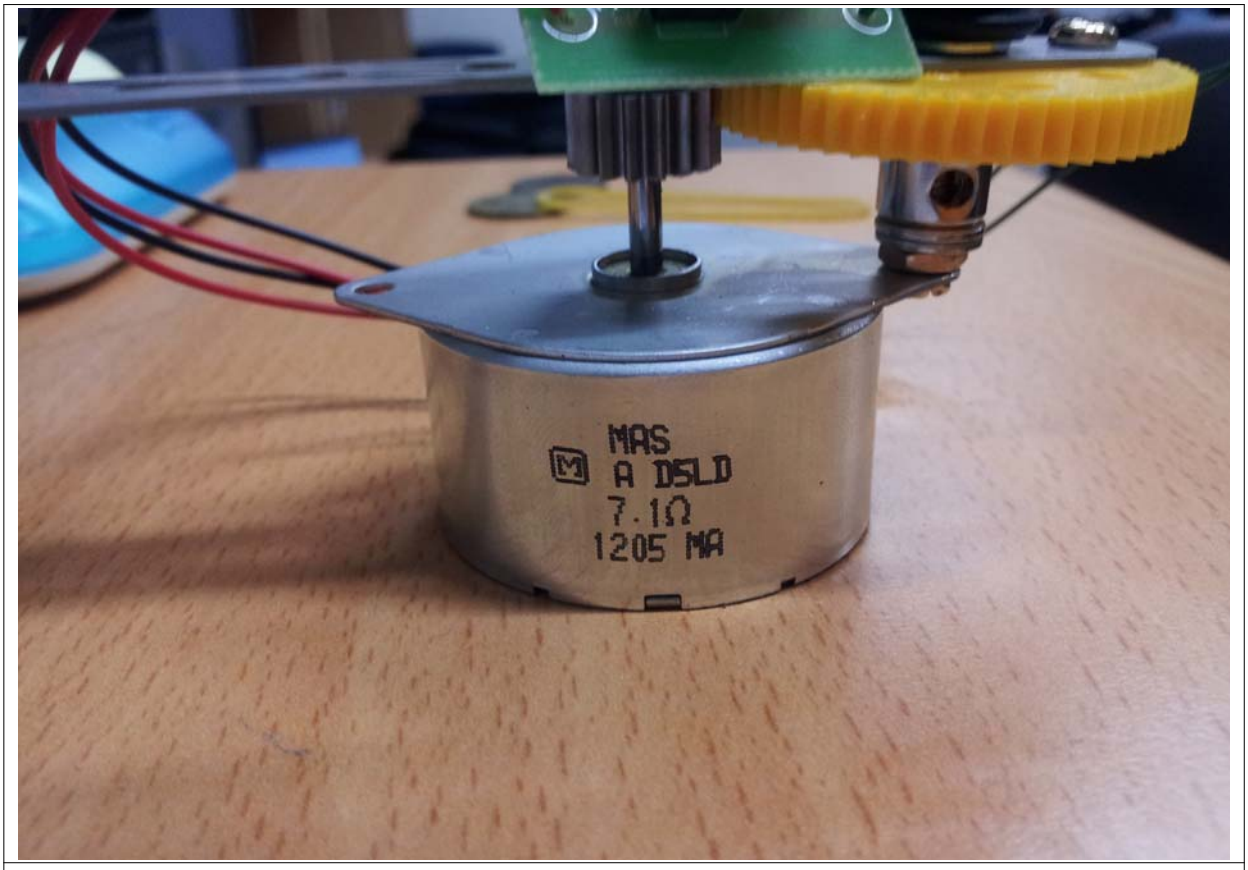


니크롬선을 길이별로 분류후 건전지를 이용해 실제 데이터값을 측정하기 전 사진이다.

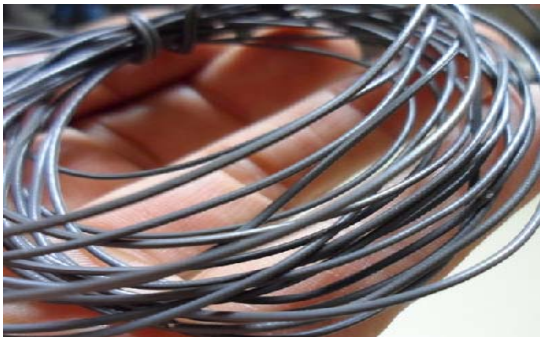
왼쪽에서부터 6V , 9V(실험에서 제외) , 3V건전지를 실험군으로 두었다.



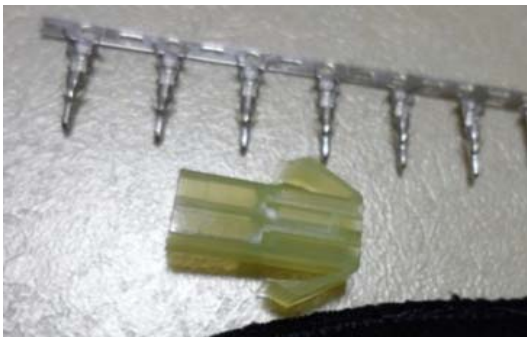
최종 실험계산치를 이용하여 제작된 열선부분이다. 손으로 잡을수 있게 간편하게 제작되었다.



실험에 사용한 발전기 간략한 정보이다.



저항값 2.3옴 길이는 1800mm



넥트로 전선 연결

바이메탈 열선온도센서(45도)