

2025년 인천현송중
학생과학발명품경진대회
출품 계획서

제 목: 압전 발판을 이용한 가로등 밝히기

학교	학번	성명
인천현송중학교	20417	이종진

I. 제작 동기 및 목적

기후 변화란 단순히 날씨가 변하는 것을 넘어, 특정 지역이나 지구 전체의 평균적인 기후 패턴이 오랜 기간에 걸쳐 변하는 현상을 말한다. 만약, 기후 변화가 일어나면, 홍수, 폭풍, 폭염등의 극단적인 기상 현상의 빈도가 높아지며 담수 부족 등의 인류의 식량 생산 능력이 떨어지면서 사망자가 발생하는 등의 피해가 증가할 것이다. 그러면 급속한 변화를 대처할 능력이 부족한 빈곤국가들이 큰 피해를 볼 수 있다. 그리고 더 많은 이산화탄소가 대기로 방출되면서 해양에 흡수되는 양도 늘어나 물의 산성화가 진행될 수도 있다.

또 다른 문제로는 지구 온난화가 발생한다면 더 많은 물이 증발하여 고르지 못한 강수량으로 문제가 발생되거나 고위도 지역의 영구동토층이 녹으며 다량의 메탄이 방출되는 것 등의 문제도 발생할 수 있다. 또한 해수면 상승으로 홍수 문제들 등 그리고 더 많은 이산화탄소가 대기로 방출되면서 해양에 흡수되는 양도 늘어나 물의 산성화가 진행될 수도 있다.

또한 종이 적응할 수 있는 것보다 서식지가 더 빨리 달라짐에 따라 멸종 위험이 생겨날 수 있으며 세계보건기구는 말라리아, 수인성 질환, 영양실조의 증가로 수백만 명의 건강이 위협받을 수 있다고 경고했으며 2011년부터 2020년까지 말라리아 환자수가 400만명이나 더 늘어난 통계와 산업화에 비해 2023년에 1.45도나 오른 통계와 급격하게 온도가 점점 더 오르고 있으며 해수면도 WMO 보고서에 따르면 지난 8월 기준 전 세계 해수면은 1990년대 초반보다 10.22cm 높아진 것으로 나타났다는 사실을 밝혔다. 또한 프랑스 aviso연구소에 따르면 상승 속도도 점점 빨라지고 있다. 전 세계 해수면은 1993~2002년 연평균 0.21cm, 2003~2012년 0.29cm 상승했다. 그런데 2013~2021년 기간엔 연간 0.44cm씩 높아졌다는 조사 결과를 밝혔다. 또한 bbc에서도 2100년 이후로는 해수면이 0.4m에서 0.8m인 지역도 매우 다수할 것으로 밝혔다.

이러하듯이 인간들은 무분별한 낭비와 발전으로 오히려 환경오염이라는 역효과가 일어나게 되면서 큰 피해를 받고 있다. 그리고 우리는 환경오염을 막기 위해서는 친환경적인 방법을 사용해야한다. 그러므로 나는 전기 생산을 친환경적인 방법으로 생산하기 위해 고속도로 압전 장치를 만들 것이다. (기후변화란 무엇인가?-BBC News 코리아)



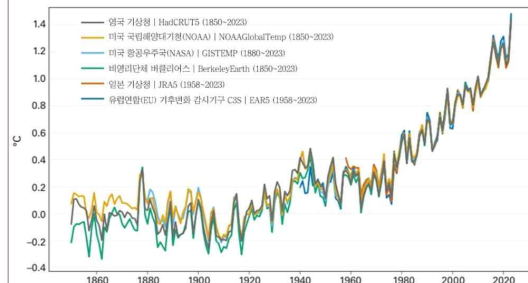
2023년 지구 평균기온 상승폭 주요 데이터 비교

단위: °C | 기간: 1850~2023년

세계기상기구(WMO)는 주요 6개 기관의 데이터를 기반으로 전 지구 평균기온을 도출한다.

그 결과, 2023년 지구 평균 표면 온도는 산업화 이전(1850~1900) 1.45°C(±0.12) 높았다.

기상 관측 174년 이래 역사상 가장 따뜻한 해로 기록된 것이다.



*출처: 세계기상기구(WMO), 2023년 전 지구 원형 보고서

greenium

세계 해수면 증가 추이

단위: cm

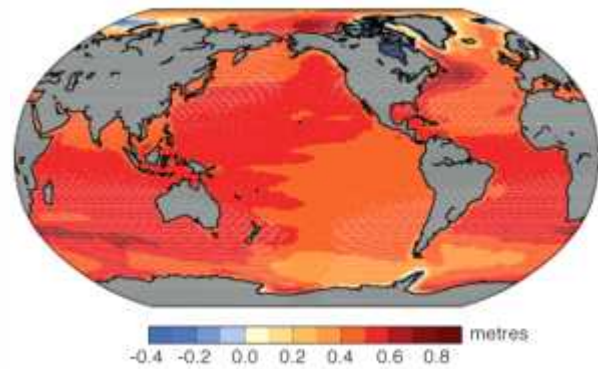


자료: 프랑스 AVISO 연구소

The JoongAng

Forecast change in sea level

By 2100 under a medium-low emissions scenario



Source IPCC

1334

II. 작품 내용

고속도로 압전 장치란, 자동차가 지나가며 자동차의 무게로 인한 압력이 발생해 그 압력으로 인해 압전 현상이 일어나 가로등이 밝혀지는 것을 말한다. 고속도로 압전 장치는 라이터, 가스렌지 초기 스파크나와 자동차의 점화플러그, 청진기에도 사용되는 압전이라는 기계적 에너지를 전기적 에너지로 변환시키는 것의 원리를 이용한다. 압전이란 이산화규소, 즉 산소와 규소의 공유결합이며 산소쪽으로 약간 더 전자의 쏠림 현상이 있다.

이산화규소의 경우에는 그 구조가 수정형태를 이루고 있는데 쌍극자는 그 중심에서 발생하게 된다. 그래서 만약 압력을 주면 하나로 뭉쳐있던 쌍극자가 분리되게 되어 극성이 나뉘게 되어 쌍극자라는 현상이 일어나 전기와 열을 발생하게 되는 것이다. 그래서 만약 고속도로에서 차가 지나갈 때 생기는 압력을 이용해 전기를 생산한 뒤 앞쪽 가로등을 밝히며 친환경적인 방법으로 고속도로를 안전하게 지나갈 수 있게 해주게 되는 것이다.

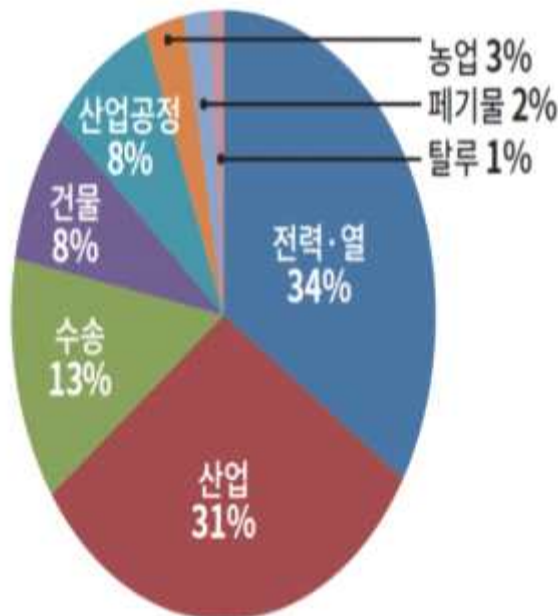
고속도로 압전으로 인해 발생된 전기에너지는 전기 에너지 저장 센터에 모여있다가 광도 저항을 이용한 조도 센서를 이용해 빛의 유무를 따진 후 어두운 날씨에 켜지게 된다. 고속도로 압전 장치를 만들게 된 이유는 21년 분야별 배출비중에 따르면 지구온난화 같은 기후위기 문제가 온실가스에 의해 발생되는데 온실가스가 생성되는 원인 중 32.7%으로 공공전기 및 열 생산이 가장 높기 때문에 전체 온실가스 생성 비중에서 3분의1이나 차지하는 열 및 전기 생성을 해결하면 지구 온난화를 효과적으로 낮출 수 있을 것이라 생각이 들어 이 발명품을 만들기로 계획하였다. 그리고 daily environment 뉴스에 따르면 환경부가 2025년에 대한 편성 예산안은 14조8262억원으로 2024년 보다 3.3%으로 증가하였고 탄소중립 달성 및 녹색산업 육성에 사용된 금액은 탄소중립으로는 4조 5082억에서 4조 7198억원으로 4.7% 증가했고 녹색산업, 금융으로는 8296억에서 1조 27억으로 20.9% 증가하여서 총 3847억이 작년보다 증가하였다.

그러므로 많은 전기 사용을 요하는 고속도로 가로등을 압전을 이용해 친환경적으로 만들 수 있다면 전력, 열 생산 양을 확연히 줄일 수 있어 환경 부담금 또한 감소시킬 수 있을 것이다.

2. 탄소중립 달성 및 녹색산업 육성

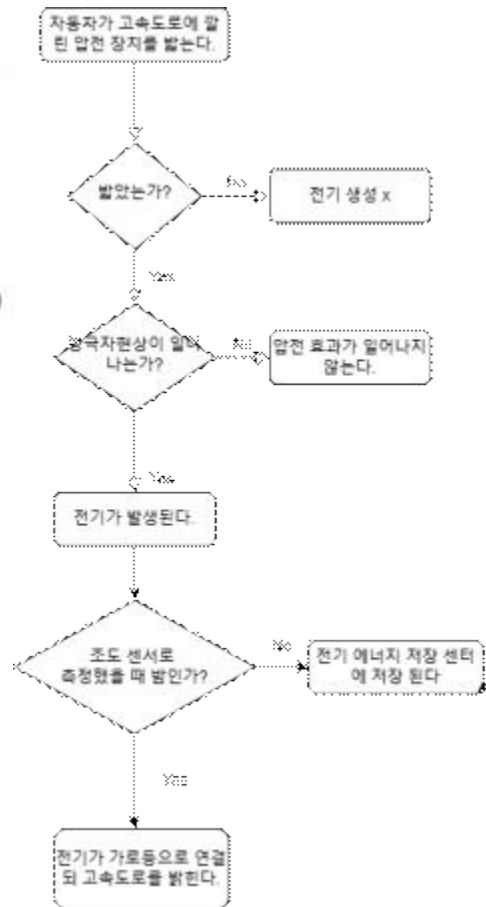
- 탄소중립 : ('24) 4조 5,082억 → ('25) 4조 7,198억 원, < 4.7% ↑ >
* 온실가스감축인지예산서 작성대상 사업 기준
- 녹색산업·금융 : ('24) 8,296억 → ('25) 1조 27억 원, < 20.9% ↑ >

국내 온실가스 배출량 부문별 비중



주: 2013년 기준, 자료: 환경부

출처: 환경부



작품 알고리즘 순서도

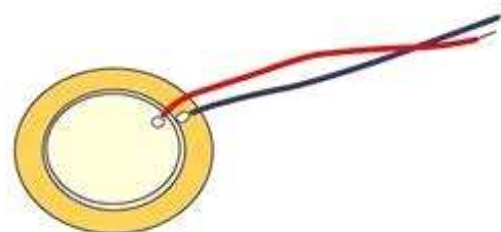
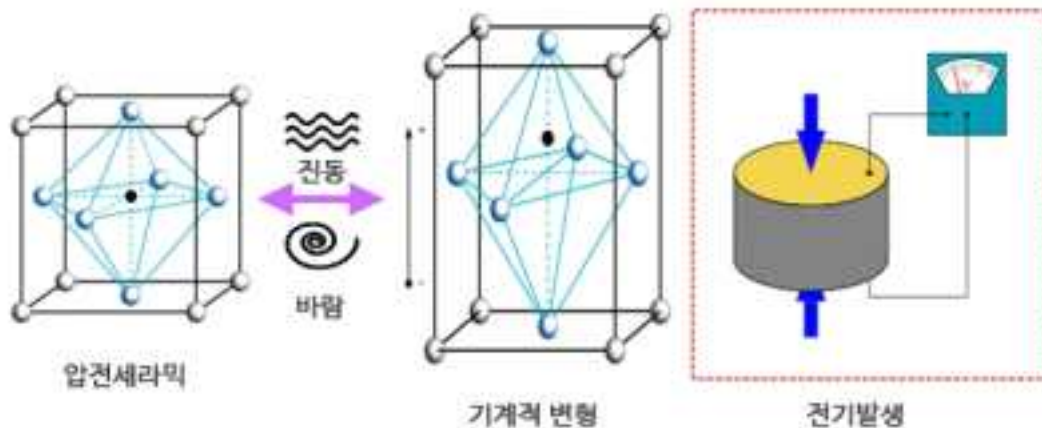
III. 활용 방법

이 발명품은 1880년 프랑스의 물리학자인 자크 퀴리와 피에르 퀴리 형제가 석영, 세라믹 등의 결정체에 기계적인 압력을 가했을 때 전기가 발생하는 것을 보며 처음 발견되었으며 퀴리 형제는 이를 그리스어로 누른다(Peizo)와 전기(Electric)의 합성어로 Peizelectric라고 불리는 압전효과를 이용하였다. 압전 효과의 정의로는 장압전 효과 또는 1차 압전효과라고 부르며 역압전 효과와 달리 물리적이고 기계적인 에너지를 전기에너지로 변화시키는 효과를 말한다. 이 현상을 전기 전압 V 는 적용된 기계적 압력 P 에 비례하며, 비례 상수(압전 계수)를 d 라고 할 때: $V=d \times P$ 라고도 표현할 수 있다.

압전 효과는 비대칭적인 결정 구조를 가진 재료에서만 발생하는데 이들이 외부에서 힘을 받게 되면 양의 전하와 음의 전하의 위치의 어긋나게 되면서 주변에 전기쌍극자라는 전기장이 형성된다. 그러므로 이 물질을 가진 것들은 외부 압력을 받게 되면 분자 혹은 이온 간의 상태 변화가 발생하게되 결정 구조가 찌그러지며 전기 쌍극자의 크기가 변하게 되면 주변에 전기장이 바뀌어 양 또는 음의 에너지가 발생하는 원리를 가지고 있다. 그리고 압전 효과가 발생을 이용하는 소자를 압전 소자라고

하며 압전 소자의 종류로는 세라믹, 단결정, 폴리머, 복합 재료등이 있다. 이 발명품은 도로 바닥에 압전 소자를 일정한 간격으로 설치하고 일정한 거리만큼 앞에 있는 가로등과 압전 장치를 연결해 만약 자동차가 압전장치가 깔린 도로를 지나갈 때 생기는 압력을 이용하여 전기를 발생시키고 그 전기가 가로등으로 이동하여 어두운 앞을 밝히는 방법을 사용할 것이다. 또한 이 제품은 광전 저항을 이용한 조도 센서를 사용한다. 조도 센서는 빛의 강도를 감지하는 전자 장치이며 이 센서는 빛의 밝기를 측정하여 이를 전기 신호로 변환하는 환경의 조도, 즉 빛의 세기를 측정하는 데 사용된다.

여기서 광전 저항은 빛의 강도에 따라 저항이 변하는 특성을 가진 물질을 이용하는 방식이며 빛이 강할수록 저항이 감소하고, 이를 통해 빛의 세기를 간접적으로 측정하는 원리이다. 광전 저항은 광전 효과를 이용하는 제품보다 설계가 쉽고 저렴하다는 장점이 있다.



압 : 壓 : Piezo : 누르다
 전 : 電 : Electric : 전기
 소자 : 素子 : Element : 부품

출처: koreamax system

IV. 전망 및 기대효과

한국도로공사_노선별 도로조명 문서에 따르면 대한민국 전국 가로등의 수는 777829개이며 kanglight의 연간 12시간 틀었을 때 드는 한개 가로등비용은 연간 43.8\$이고 우리나라는 새벽 8시에서 5시까지 총 9시간을 틀며 1달러의 환율이 1439.43원을 고려했을 때 우리나라가 가로등 전기에 사용하는 비용은 $777829 \times 43.8 \times 0.75 \times 1439.43 = 367\text{억 } 7985\text{만원}$ 이나 사용이 되는데 만약 압전

원리를 이용해 압전소자를 고속도로에 설치하게 되면 큰 환경 금액을 감소할 수 있을 것이고 또한 가로등으로 인한 전기 발생률이 높기 때문에 만약 이를 압전같은 친환경적인 방법으로 바꾼다면 전기 발생량을 확연히 줄일 수 있어 온실가스를 많이 줄일 수 있어 환경오염을 줄일 수 있다.

또한 기존에는 시간을 정해놓은대로 가로등이 켜졌기 때문에 어두운 날씨 등에 가로등이 켜져있지않아 이동이 힘들어지거나 불필요한 시간에 가로등이 켜져 낭비되는 전기 비용을 획기적으로 절감할 수 있을 것이다. 또한 친환경적인 장점이 아니더라도 고속도로 주변에 있는 아파트들이 불필요한 시간에 들어지는 빛 때문에 방해받는 일 예로들면 잠에 들을 때 등에 방해를 줄일 수도 있다.

가로등 개수	시간당 전기요금	12시간 단위(\$)	월간 단위(\$)	연간 단위(\$)
1	0.10	0.12	3.6	43.8

출처:kanglight

V. 유사작품 검색 및 차별성

1. 국립중앙과학관(<https://www.science.go.kr/mps/invention/list?menuId=MENU00387>) DB검색
가. 검색결과

🔊 음성

🔇 중지

압전소자를 이용한 충전가능한 자전거 방향 표시등(지도논문)

대외명

제32회 전국학생과학발명품경진대회

학교 및 학년

대전지족고 3

수상자

문해나

지도교사

조수민

본 발명품은 압전소자를 이용한 충전이 가능한 자전거 방향 표시등에 관한 것이다. 30개의 압전소자를 사용하여 압전소자를 이용한 발전부와 자전거 후면 좌우 LED를 켜는 회로 및 전지에 충전하는 전기 회로를 제작하였다. 캠축과 수직으로 연결될 수 있는 압전소자 케이스를 만들고, 캠축에서 밀어올린 압전소자 외부축이 내려올 때 힘을 받도록 케이스 왼쪽에 스프링을 넣도록 구성하였다. 또한, 30개의 압전소자는 6개를 한 조로 LED 1개에 부착시키고, 낮에는

첨부파일

b03220103353.pdf

다운로드

바로보기

b03220103353.hwp

다운로드

바로보기

국립중앙박물관 포털에 검색해본 결과 압전소자를 이용한 충전가능한 자전거 방향 표시등이라는 제품이 있었으며 이 제품은 천연수정, 세라믹의 압전 재료와 다이오드, 다이오드 브리지, 콘덴서 등의 재료를 사용하여 압전소자가 자극이 주어질 때만 점등되는 것을 보안하여 낮에 자전거를 탈 때는 수소니켈전기 또는 리튬이온전기에 충전이 되도록 하고, 야간에는 자전거가 정지해 있는 경우에도 LED가 작동하게 보안한 친환경 자전거 전조등이며 페달을 구르는 힘으로 그린에너지원인 압전소자를 자극하여 발생하는 전기로 자전거 전면 LED, 후면 좌우방향표시 LED를 점등하는 제품이다. 이

발명품은 밤에 친환경적으로 자전거 탑승자를 안전하게 해줄 수 있다.

나. 차별성

국립중앙박물관에 소자를 이용한 충전가능한 자전거 방향 표시등이라는 제품과 이 발명품은 이동수단에 그린에너지원인 압전소자를 연결해, 압전소자의 원리를 이용하여 전기를 만들어 친환경적이며 또한 효과적으로 LED를 밝히고 시간이나 날씨마다 발생하는 빛의 양을 측정해 축적하거나 표출되는 내용은 같았지만, 자전거 방향 표시등 제품은 직접 이동하는 수단에 압전소자를 연결해서 사람이 직접 패달을 구름으로써 에너지가 생산되고 또한 전기를 만들 건전지도 충전시켜야하며, 이동 수단에 에너지를 가지고 다녀야해 무게감이나 다리에 걸릴 수 있는 등에 불편함이 있을 수 있다. 또한 방음이 되지 않는다는 단점을 가지고 있지만, 이 발명품은 사람이 직접 구르지 않고 자동차 바퀴에 작용하는 압력으로 전기를 생산하기 때문에 좀 더 편하고 훨씬 더 많은 압력을 작용할 수 있어 전기를 좀 더 수월하게 생산할 수 있으며, 건전지 등 전기를 가지고 있는 물건을 이용하거나 따로 건전지를 충전하는 등에 돈을 들이거나 시간을 내서 관리를 하지 않아도 정상적으로 작동되기 때문에 시간과 돈을 절약할 수 있으며 소음이 발생하지 않는 것에 대해 기존 작품과 다른 점이 있다.

	건전지 유무	압전을 만드는 방법	소음	성능
소자를 이용한 자전거 방향 표시등	필요(건전지를 살 비용과 이동 수단에 직접 달고다녀야하는 불편함 충전할 시간이 더 투자됨)	자전거(직접 사람이 힘을 가해야해 힘이 들어가고 전기 생산량도 비생산적)	소음o (쓰는 사람도 불편하고 주변 사람들에게도 방해됨)	낮음
압전소자 가로등	필요x	자동차(훨씬 편하고 효과적으로 전기 생산 가능)	소음X	높음



2. kipris 특허정보검색서비스(<http://www.kipris.or.kr>) DB검색
가. 검색결과



KIRIPS 포털에 검색해본 결과 압전 소자 및 조도 센서를 이용한 LED 점자블록을 점등하는 방법 및 이를 수행하는 장치라는 제품이 있었으며 이 기술은 차량이 지나갈 때 압전 소자가 전기를 만들어 저장하고, 조도 센서가 주변의 밝기를 측정해 그 정보를 바탕으로 저장된 전기로 LED 점자블록을 켜는 방법이다. 에너지를 수집해 전기 에너지로 전환하는 에너지 하베스팅 기술을 사용하며 그중에, 기계적 에너지와 전기적 에너지가 상호 변환되는 압전 효과라는 것을 이용한다. 이 발명품은 외부의 날씨나 환경에 영향을 받지 않고, 필요한 시간에만 전기를 사용하여 에너지를 절약하며 자연에서 발생하는 에너지를 수집하여 사용하는 방식으로, 환경에 미치는 영향을 최소화하고 횡단 보도 신호와 연동하여 LED 점자블록을 점등해 보행자의 안전을 강화한다는 장점을 가지고 있다.

나. 차별성

KIRIPS 사이트에 압전 소자 및 조도 센서를 이용한 LED 점자블록을 점등하는 방법 및 이를 수행하는 장치와 이 발명품은 조도 센서 중 광도 저항을 이용해 낮에 빛을 축적하고 밤에 일정한 압전에서 발생된 전기량이 도달하지 않더라도 계속해서 빛이 켜지게 하는 기능을 포함하고 헤베스팅 기술 중 압전이라는 방식을 공통적으로 사용하며 둘다 자동차등 도로로 다니는 이동수단을 이용한다는 점을 공통적으로 가지고 있다. 하지만 기존 발명품은 횡단 보도 신호에 따라 점등, 소등을 반복하지만 이 발명품은 전등을 계속 유지해야한다는 차별성이 있다.

Ⅵ. 작품 제작 계획

내용	기간
발명품 만들 재료 선택- 압전 발판	03. 05.~03. 07.
압전 발판 도면 그리기	03. 08.~03. 11.
압전 발판 만들기	03. 12.~03. 18.
압전 발판과 가로등 조립과 피드백	03. 18.~03. 24.
제작 완성	03. 24.~03. 31.