

## 등산스틱에 적용 가능한 고효율 발전기 구현

방걸원<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>광주대학교 기계자동차학부 교수

# Implementation of High Efficiency Generators Applicable to Climbing Sticks

Gul-Won Bang<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Professor, School of Mechanical & Automotive Engineering, Gwangju University

**요약** 등산스틱은 일반적으로 산행하는 등산객 등이 보행 시 자신의 신체를 의지하면서 보행이 가능하도록 하는 보행 보조 도구의 하나이다. 이러한 보조기구인 등산스틱에 다양한 기능을 수행할 수 있도록 하기 위해 충전용 배터리가 내장되어야 한다. 충전용 배터리를 충전하기 위해 별도의 전원공급장치가 필요하다. 본 연구는 자가발전 전원장치에 대한 것으로 기존의 방식보다 발전효율이 높은 스크루를 이용한 발전장치를 개발한다. 기존의 발전 방식 등과 비교 분석하고 이에 대한 문제점을 파악하여 본 연구에서 제시한 방식과 차별화를 둔다. 스크루 방식의 발전장치는 등산스틱이 지면에 접촉할 때와 지면과 떨어질 때 발전하도록 한다. 발전장치의 내장으로 별도의 전원공급장치가 필요 없고, 휴대폰 보조배터리의 역할과 조명등을 부착하여 사용할 수 있고, GPS 센서 등을 내장하여 위치 추적을 통해 길을 잃었을 때 찾을 수 있고 조명을 이용해 조난 등 위급한 상황에서 사용자의 안전을 지킬 수 있는 효과가 있다. 기존의 등산스틱 내장형 발전장치는 전류가 매우 약해 충전이 어렵고 실용성이 낮다. 본 연구에서 개발한 발전장치는 고효율을 실현하여 충분한 전류를 얻을 수 있어 배터리 충전이 가능하고 실용성이 높다.

**키워드** : 등산스틱, 발전장치, 고효율, 볼스크류, EL

**Abstract** A hiking stick is generally one of the walking aids that allow hikers to walk while relying on their own bodies when walking. A rechargeable battery must be built into the hiking stick, which is an auxiliary device, in order to perform various functions. A separate power supply is required to charge the rechargeable battery. This study is about a self-generated power supply and develops a power generation device using a screw with higher power generation efficiency than the existing method. It is differentiated from the method suggested in this study by comparing and analyzing it with the existing power generation method, and identifying problems therewith. The screw-type power generation device generates power when the climbing stick comes into contact with the ground and when it is separated from the ground. The built-in power generation device does not require a separate power supply, and it can be used by attaching the role of a mobile phone auxiliary battery and a lighting lamp, and it has the effect of being able to find it through location tracking by embedding a GPS sensor, etc., and using lighting to keep the user safe in emergency situations such as distress. The existing generator with built-in mountain climbing stick is difficult to charge due to very weak current and low practicality, but the generator developed in this research could achieve high efficiency to obtain a sufficient current, so it is possible to charge a battery and practicality.

**Key Words** : Climbing Sticks, generator, High-efficiency, Ball-screw, EL

This Study was conducted by esearch funds from Gwangju University in 2024.

\*Corresponding Author : Gul-Won Bang(bgcom@gwangju.ac.kr)

Received October 27, 2023

Accepted July 20, 2024

Revised June 7, 2024

Published July 28, 2024

## 1. 서론

일반적으로 등산스틱은 산을 오르는 등산객 등이 보행 시 자신의 신체를 의지하면서 보행이 가능하도록 하는 보행 보조도구의 하나이다[1].

근래에 들어서 의학 기술의 향상과 삶의 질이 향상되면서 전체 인구 중 고령인구가 차지하는 비중이 갈수록 증가하고 있으며, 특히, 우리나라의 경우 고령화 시대로 진입하면서 노약자 인구가 급격히 증가하는 추세에 있다. 고령화 시대로 급속히 진입하면서 의료비용 지출이 증가하게 되고, 신체 활동 능력이 저하되면서 이를 보조하기 위한 다양한 의료보조기구가 등장하고 있다. 특히, 보행 능력이 떨어지는 고령자의 경우 신체 균형을 유지하는 능력이 저하되면서 보행 시 자신의 체중을 받쳐주면서 신체 균형을 유지하기 위한 용도로 등산스틱을 보행 보조도구로 이용하는 경우가 늘어나고 있다. 한편, 경제성장과 더불어 삶의 질이 향상됨에 따라 많은 사람들이 건강에 대한 관심이 높아지면서 자신의 신체 능력을 강화, 유지할 목적으로 공원이나 둘레길 산책, 등산 활동 등을 많이 하고 있는 추세에 있다. 이러한 건강 유지 활동의 경우, 휴일의 주간/야간 시간대는 물론 평일의 경우 아침, 저녁으로 자신의 편리한 시간에 맞춰 이루어지기 마련이다. 특히, 건강 유지 및 체력 강화를 위해 산행을 하는 경우, 대부분의 등산객들은 등산스틱을 준비하여 산행 시 보행 보조도구로 이용하고 있다. 이와 같이 노약자들이 이용하는 보행 보조도구뿐만 아니라 일반인들이 걷기운동이나 등산을 할 때 이용하는 보행 보조도구인 등산스틱은 이용자들의 편의를 도모하기 위해 비교적 중량은 가벼우면서 일정한 강도를 갖는 재질로 구성되어 있다. 이러한 등산스틱을 주간에 이용할 경우에는 특별한 문제가 발생되지 않으나, 주변에 빛이 없는 야간에 이용할 경우, 가로등이 없는 도심지뿐만 아니라 공원 산책이나 트래킹, 산행 등을 하는 경우 보행자가 노면 및 전방의 상태를 식별하기 어렵고, 대항하는 상대방의 식별이 어렵기 때문에 별도의 전등이나 야간 조명등이 부착된 모자 등을 착용하여 전등의 불빛으로 노면 상태나 전방 상태를 파악하면서 이동하여야 하고, 보행자 본인의 움직임을 타인이 식별할 수 있도록 하여 타인이나 차량과의 충돌을 예방할 수 있도록 안전조치를 취하면서 이동해야 하는 불편함이 발생된다. 즉, 등산스틱을 한 손으로 사용하면서 다른 한 손으로 손전등을 들고 보행하는 경우 신체의 움직임과 거동이 불편

하고, 별도의 조명구 등을 구비하지 못한 경우 야간 보행 시 안전사고 발생 위험이 높을 수밖에 없다. 따라서, 등산스틱을 이용하는 이용자들이 야간에도 안전한 보행이 가능하고, 타인으로 하여금 등산스틱 이용자의 식별이 용이하게 하기 위해 등산스틱에 발광수단을 부착하는 아이디어가 다수 존재한다. 기존의 발광수단이 구비된 등산스틱은 등산스틱 내부에 등산스틱의 움직임에 따라 상하로 유동되면서 전기를 발생시키는 발전기가 있어 조명에 전원 공급이 이루어지도록 구성되어 있다. 그러나, 이러한 구조의 발광 기능을 갖는 등산스틱의 경우 등산스틱의 내부에 설치된 발전기의 상하 유동으로 유도기전력이 발생되어 전기를 생산, 공급될 수 있는 구조로 이론상으로 구현이 가능하지만 실질적으로 야간에 조명역할을 할 수 있는 충분한 전기를 생산하지 못하는 단점을 가지고 있다. 등산스틱의 내부에서 등산스틱 이용자가 보행하는 과정에서 지면에 등산스틱을 짚거나 들어올리는 동작으로 다수의 상하 유동이 되어도 생산되는 전기가 미약하여 야간 조명에 필요한 전기를 제공하기에는 매우 부족하다. 또 다른 등산스틱은 압전발전기를 이용한 자가발전 방식으로 광원에 전원을 공급하여 야간 시인성을 높일 수 있도록 하는 기술이 있으나, 이 또한 야간에 등산스틱 주변을 밝혀주는 조명역할보다는 발광체 정도의 광원 표시 수단의 기능을 수행할 수 있는 전기량을 생산할 수 있는 것이어서 실질적으로 조명기능을 수행하기 어려운 문제점을 가지고 있고 그 외에 움직임에 따라 등산스틱 내부에 설치된 발전소자가 상하로 수평 이동하거나 등산스틱을 누르는 압력에 의해 전기가 발생되어 이 전기를 배터리에 축전시켜 사용하도록 구성되었지만, 등산스틱 사용자가 안전하게 보행하기에 적합한 정도의 조명용 전기를 생산할 수 없다는 단점이 있다.

## 2. 선행연구

### 2.1 EL(Electroluminescence)

EL은 물질이 전류의 흐름 또는 강한 전기장에 의해 빛을 내는 광학 및 전기 현상이다. 이것은 열(백열), 화학 반응(화학발광), 액체에서의 반응(전기화학 발광), 소리(음발광) 또는 기타 기계적 작용(기계발광)으로 인한 흑체 발광과는 구별된다[1]. 전기발광은 일반적으로 반도체와 같은 물질에서 전자와 정공의 복사 재결합의 결과이다. 여기된 전자는 에너지를 빛으로 표출한다[2]. 재결합 전에

전자와 정공은 pn 접합을 형성하기 위해 형광체를 도포하거나 강한 전기장에 의해 가속된 높은 에너지를 갖는 전자의 충격에 의한 여기기를 통해 분리될 수 있다. 태양 전지가 광-전기 효율(개방 회로 전압 개선)을 개선함에 따라 전기-광(EL) 효율도 개선된다는 것이 최근 밝혀졌다[3]. 전자발광 기술은 네온이나 형광등과 같은 조명 기술에 비해 전력 소비가 적다. 이는 재료의 두께가 얇아 EL을 활용한 광고 산업에 활용을 위해 제작되었다. 관련 광고 응용 프로그램에는 전계발광 광고판 및 표지판이 포함된다. EL 제조업체는 전기발광 시트의 어느 부분이 언제 켜지는지 정확하게 제어할 수 있다. 이를 통해 광고주는 기존 광고 공간과 여전히 호환되는 보다 역동적인 광고를 만들 수 있다. EL 필름은 소위 Lambertian 라디에이터이다 [4]. 네온램프, 필라멘트 램프 또는 LED와 달리 표면의 밝기는 모든 각도에서 동일하게 나타난다. 전계발광 빛은 방향성이 없으므로 루멘 또는 렉스로 측정되는 광원과 특성이 달라 비교 불가하다. 표면에서 발광되는 빛은 균일하여 잘 인식된다. EL 필름은 대역폭이 매우 좁고 균일하며 먼 거리에서도 볼 수 있는 단일 주파수(단색) 빛을 생성한다. 원칙적으로 EL 램프는 모든 색상으로 만들 수 있다. 그러나 일반적으로 사용되는 녹색 색상은 인간 시각의 최고 감도와 거의 일치하여 최소한의 전력 입력으로 최대의 길보기 광 출력을 생성한다[5]. 네온 및 형광 램프와 달리 EL 램프는 음극 저항 장치가 아니므로 램프를 통해 흐르는 전류의 양을 조절하기 위해 추가 회로가 필요하지 않다. 현재 사용되고 있는 신기술은 구동 주파수에 따라 600~400nm에서 빛을 방출하는 다중 스펙트럼 발광체를 기반으로 한다[6]. 이는 EL 시트에서 볼 수 있는 색상 변경 효과와 유사하지만 더 큰 규모이다.

## 2.2 등산스틱

등산스틱은 수많은 등산용품들 중에 가장 오랜 역사를 지니는 장비이다. 알프스의 산이나 목초지, 설원을 오르 내리는 목동, 여행자들이 긴 장대에서 유래되었다. 몽블랑 정상에 처음 등정한 소쉬르가 그 당시 등반할 때 빙하의 크레바스에서 빠지는 것을 막기 위해 3m의 긴 장대를 사용했다고 한다. 이후 도끼와 지팡이 기능을 동시에 하는 피켈로 발전되었고, 현재는 수많은 등산 애호가들이 사용하는 등산스틱이 되었다[7]. 등산스틱의 장점은 위험한 지형을 안전하게 다닐 수 있게 해주고, 체중을 분산시

켜 바른 자세를 유지시켜 주고, 오르막에서 30%가량의 체력 소모를 막아주고 내리막에서는 무릎을 보호해 주는 역할을 한다. 또한 체중이 무릎과 발에 부담을 한결음마다 우리 몸에 가해지는 충격을 4% 흡수한다는 연구결과도 있다. 등산스틱은 그 외 다양한 용도로 사용할 수 있다. Fig. 1은 등산스틱의 다양한 용도의 예시이다. 등산스틱의 구조는 팁 부분이 지면에 닿을 때 완충 작용을 하기 위해 내부에 용수철이 삽입되어 있다. 지면과 닿는 때 가장 많은 힘을 발생한다. Fig. 2는 등산스틱의 구조와 각 부 명칭이다. Fig. 3은 등산스틱의 종류별 내부 구조이다.



Fig. 1. Examples of various uses of climbing sticks[8]

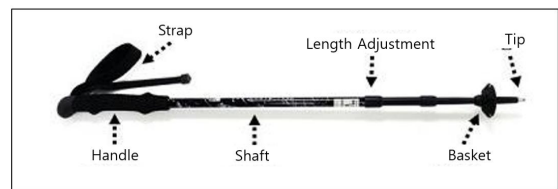


Fig. 2. The form of a climbing stick[9]



Fig. 3. Internal Structure of Climbing Stick[10]

## 2.3 직선운동을 회전운동으로 변환 방법

물리학에서 직선 운동에너지를 회전 운동에너지로 변환하는 방법은 피스톤의 상하운동을 회전운동으로 변환하는 방법이 있고, 캠을 이용하는 방법, 랙과 피니언 기어를 이용하는 방법 등 다양하다[11]. 작은 직선 운동 에너

지를 큰 회전운동 에너지로 변환하는 장치는 스크류 기어가 대표적이고 이를 응용한 볼 스크류 방식이 있다[12]. 볼 스크류는 회전운동을 직선 운동으로 변환하는 장치로 모터의 회전력을 이동하여 직선방향으로 이동하는 방식으로 이를 응용하여 직선운동을 회전운동으로 변환할 수 있다. 이를 실현하기 위해 스크류 제작 시 2개의 등근 철심을 꼬여서 제작하거나 꼬임의 정도에 따라 그 회전수는 다르게 나타난다. 일정 거리를 이동 시 꼬임의 수가 많으면 회전수 증가하고 꼬임의 수가 적으면 회전 감소하여 회전수는 꼬임의 수에 비례한다[13].

### 3. 연구방법

자가 발전식 등산스틱이 갖는 단점을 해결하기 위해 지면에 닿는 등산스틱 하단 부분이 본체 내부로 상하 운동 가능한 구조로 이루어지되, 상하 운동 시 발전소자가 종래보다 훨씬 빠르고 많은 회전이 순식간에 이루어지면서 조명으로 사용하기에 충분한 전기를 생산할 수 있도록 하는 발전기능의 등산스틱을 구현한다. 발전기능이 있는 등산스틱은 상단에 손잡이와 일정 길이를 갖는 중공형으로 이루어져 상단이 손잡이의 아래에 연결되고 외부에는 전기가 공급되어 빛을 내는 발광소자가 있으며 본체와 본체의 아래쪽에 연결되어 지면과 접촉 시 본체의 내부로 상단이 승강 되도록 본체의 하단에 출입 가능하게 연결되는 받침과 받침의 승강 동작에 따라 전기가 생성되도록 본체의 내부로 발전기와 발전기에서 생산된 전기를 저장한 후 제어신호에 의해 충전된 전기를 발광소자로 출력시키도록 본체의 내부에 장착되는 충전 제어회로, 본체에 있는 충전 제어회로의 제어를 통해 발광소자로 공급되는 전기를 단속하는 조작 스위치가 있다. 발전회로는 받침의 상단에 하단과 연결되어 본체의 안쪽 중심에 수직으로 설치되며, 발전장치 안쪽에는 스크류 형태의 막대가 받침과 연결되어 승강 동작이 이루어지면 발전장치의 안쪽으로 이동하면 영구자석을 고속으로 회전시킨다[14]. 막대형 승강장치가 받침의 지면 반력에 의해 본체의 안쪽 상부로 일정거리 이동 시 압축되어 수축되고, 지면에서 받침이 이격되면, 자체 탄성에 의해 승강장치를 본체의 아래로 하강시키도록 승강장치 상단에 용수철이 설치되어 있다. Fig 4는 발전장치의 상세 구조를 나타낸 것이다. 용수철의 팽창력에 의해 승-하강되는 승강장치의 스크류 이동장치는 회전력에 의해 고속회전이 이루어지도록 중심에 트

위스트 홈으로 이루어진 막대형 안내장치가 있어 회전자 및 회전자의 외주면에 있는 고정자로 구성되어 있어 회전자의 회전력으로 유도된 전기를 충전 제어회로에 공급, 저장되도록 하였다[15]. Fig. 5은 등산스틱과 발전기의 연결 및 내부 구조이다. 특히, 발광소자는 본체 상단 외부에 부착되어 전기의 공급으로 빛을 내는 EL 라이트로 구성되고, 스크류 형태의 이동장치는 라운드형의 볼록과 오목을 갖는 2중 스크류 구조를 갖도록 구성되는 것이 더욱 효율이 높다. 승강장치를 구성하는 스크류의 기울기는 길이방향 중심축에 대해 5~15도로 구성되어 승강장치의 승강 및 발전기의 회전자 회전이 원활하게 이동되도록 구성하였다. Fig. 6는 발전기능이 있는 등산스틱의 전체 구성도를 나타낸 것이다.

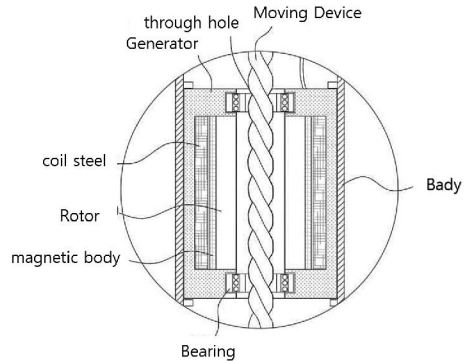


Fig. 4. Structural diagram of the generator

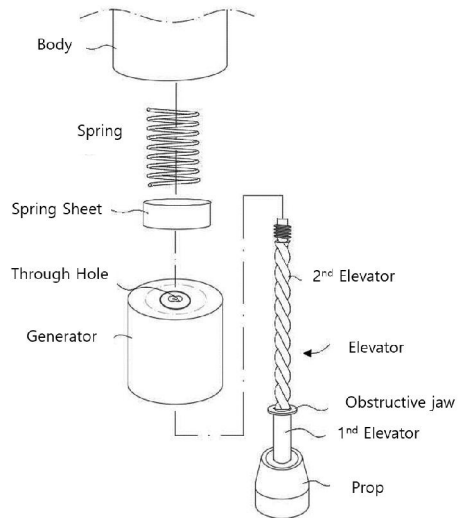


Fig. 5. Detailed structure diagram of generator

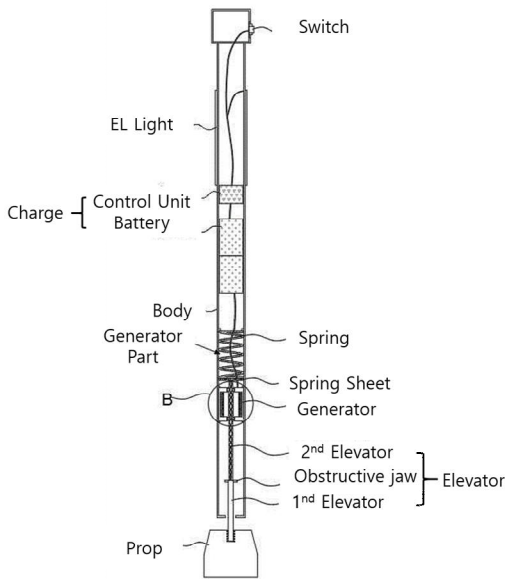


Fig. 6. Wands configuration diagram with power generation capabilities

4. 연구 결과

일반적인 등산스틱에 비해 전기를 생성하는 발전기의 효율을 월등히 향상시킨 발광 등산스틱을 구현하였다. 전기를 생성하는 발전기의 회전자가 등산스틱을 지면에 닿으면 스크류와 영구자석이 연결되어 있어 고속으로 회전하고 지면과 떨어지는 순간 용수철에 의해 외부로 튀어나오게 되어 있고 나오는 순간 영구자석이 역방향으로 고속 회전하여 발전이 이루어진다. 이런 동작으로 보행수가 증가하면 지속적인 발전이 진행되어 등산스틱 내부의 충전 배터리에 충전을 하는 과정이 이루어진다. fig. 7은 등산스틱 사용 시 발전되는 기계적인 요소를 나타낸 것으로 고속회전이 가능한 기계장치이며 한쪽 끝에는 발전기 내부의 영구자석이 연결되어 있고 다른 한쪽 끝은 등산스틱의 팁에 연결되어 있다.



Fig. 7. device that converts linear motion into rotational motion

fig. 7과 같은 기계적인 요소를 활용하면 다양한 형태의 자가 발전식 등산스틱에 비해 배터리의 충전에 필요한 전기의 발전효율을 극대화시킬 수 있어 등산스틱을 이용하는 이용자들에게 실질적인 효율성을 충분히 제공할 수 있다. fig. 8은 등산스틱 내부에 설치된 발전장치이다.



Fig. 8. power generator inside a climbing stick

발전 가능한 등산스틱은 윗쪽에 손잡이와 일정 길이를 갖는 중공형으로 구성되어 상단 손잡이의 아래와 연결되고 외부에는 전기 공급에 의해 빛을 발광하는 발광장치가 있다. 발광장치는 EL소자를 사용하여 두께가 얇은 판지형으로 등산스틱의 외부를 감싸 발광할 수 있게 하였다. EL소자는 다양한 색의 빛을 표현할 수 있다. EL라이트 이외에도 LED와 같은 다른 발광소자로 야간에 조명역할을 할 수 있도록 하였다. 실험 결과 등산스틱이 지면에 닿으면 상승장치가 이동하는 시간이 0.5sec 소요되며 이때 마그네틱 회전자는 10회전을 하게 되고 이때 발생하는 전기는 약 4.5V로 측정되었다. 시험에 사용한 발전기의 크기는 직경 20mm, 길이 100mm의 발전기를 사용하였으나, 등산스틱의 구조상 길이는 길게 만들 수 없어 길이에 따라 발전량은 증가된다. 즉 철편에 코일의 수를 증가시키고, 회전 자석의 길이를 길게 하면 더 큰 용량의 전력을 얻을 수 있는 것으로 예상된다. 본 연구에서 구현한 등산스틱은 1회 사용 시 8V 300mA의 전력이 발생하여 1시간 산행 시 300mA의 전류로 리튬이온배터리(3.7V 2,600mA)를 만충전하는데 약 4시간이 소요되고, 충전된 배터리는 EL 조명 사용 시 소비전류가 100mA로 26시간 사용이 가능하다. 압전방식은 등산스틱이 지면에 닿았을 때 그 압력으로 발전하는 것으로 낮은 전압과 낮은 전류가 발생하였다. 유도방식은 외부에 코일이 있고 내부에 영구자석이 있어 등산스틱을 사용 시 지면에 닿으면 코일 안쪽의 영구자석이 상하운동에 의해 발전하는 방식으로 전압은 양호하나, 전류가 낮아 배터리 충전에 활용하기 어렵다. 본 연구에서 제시한 스크류 방식이 다른 방식에 비해 성능이

우수하다는 것이 입증되었다. Table 1은 발전방식에 의한 비교표이다.

**Table. 1 Comparison of discharging methods**

Method	Voltage(V)	Current(mA)
Screw	8	300
piezo	1	0.05
Induction	5	10

## 5. 결론

등산스틱 고효율 발전기는 기존의 발광 등산스틱에 비해 전기를 생성하는 발전기의 효율을 월등히 향상시켜 실제 사용자가 사용하기에 편리하고 실용성 있는 발전 가능 발광 등산스틱이다. 특히, 전기를 생산하는 발전기의 회전자가 승강장치의 승강 동작 시 스크류 구조에 의해 승강장치의 짧은 승강 구간에도 불구하고 고속회전이 이루어지면서 전기를 생성하기 때문에 등산스틱을 사용하는 과정에서 배터리의 충전효율을 높일 수 있어 야간 조명 및 식별 표시등의 역할을 충분히 수행할 수 있다. 또한 충전배터리가 내장되어 있어 외출이나 등산 등의 활동 시 긴급하게 휴대폰 충전할 수 있는 보조배터리 기능으로 응용이 가능하고, GPS 등의 센서를 장착하여 사용자의 휴대폰과 연동하여 실시간 사용자 위치 파악이 가능하여 등산 시 조난 사고를 예방할 수 있고, 블루투스 스피커를 내장하여 음악 및 휴대폰의 핸드프리로 사용이 가능한 등 다양한 기능으로 응용이 가능하여 확장성 높고 사용자의 안전을 위한 기능을 수행할 수 있다.

## REFERENCES

- [1] Wikipedia Electroluminescence. (2014). <https://en.wikipedia.org/wiki/Electroluminescence>
- [2] G.W. Bang. (2022). identifiable life vest signal generator in case of marine accident. *Journal of Digital Convergence*, 20(5), 317-322.
- [3] C.J. Park, N.I. Cho, & Y.O. Song. (2008). Dependence of Blue Organic Emitter Layer Thickness to Optical Property of 2-wavelength White Organic Light-emitting Diodes *Journal of Institute of Control, Robotics and Systems (J Inst Contr Robot Syst)*, 14(6), 511-514.
- [4] H.C. Jung, H.Y. Lee, S.W. Kang, B.K. An, K.S. Yug, Y.I. Park, B.J. Kim, & J.W. Park. (2016). Recent Progress on Organic Emitters for Organic Light Emitting Diode Lightings. *Applied Chemistry for Engineering (Appl. Chem. Eng.)*, 27(5), 455-466.
- [5] P.J. Jung, & M.J. Cho. (2005). Synthesis of Blue Emitting Materials for Organic Light Emitting Device. *Applied Chemistry for Engineering (Appl. Chem. Eng.)*, 16(6), 755-759.
- [6] S.M. Sim, J.W. Hong, H.S. Han, Y.K. Kang, & W.J. Kim. (2011). Effect on the Electrical Characteristics of OLEDs Depending on Amorphous Fluoropolymer J. *Korean Inst. Electr. Electron. Mater. Eng*, 24(9), 750-754.
- [7] Sankipedia.(2023).Why should I use a climbing stick. <https://papago.naver.com>.
- [8] Consumer Protection(2021). Necessity and pros and cons of climbing sticks. <https://2light.tistory.com/entry>
- [9] YNA. (2020). Climbing stick. <https://www.yna.co.kr/view/AKR20201006139700030>
- [10] Wolgansan, Season.(2009). Structure and Type of Climbing Stick. <http://san.chosun.com/news/articleView.html?idxno=4932>
- [11] S. H. Han, Y. J. Kim, J. H. Kim, J. Y. Jung, H. C. Kim, & G. S. Cho. (2012). Influence of Blue-Emission Peak Wavelength on the Reliability of LED Device. *Journal of the Korean Vacuum Society*, 21(3), 164-170.
- [12] G.W. Bang & Y.H. Kim. (2018). Panorama laser lane system based IoT. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(2.12), 46-49.
- [13] Y.K. Jeong, T.H. Um, G.H. Kim, & H.J. Choi. (2012). SA study on control of generators based on SMPS. *The Journal of The Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, 7(1), 107-115.
- [14] M.H. Jeon & C.H. Oh. (2012). Development of Power Management System for Efficient Energy Usage of Small Generator. *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, 16(12), 2601-2606.



- [15] S.J. Park, J.S. Ko, Y.J. Hong, H.B. Kim, H.K. Yum, & S. H.In. (2016). A Study on Generating efficiency of the Double Acting Stirling Engine/Generator. *Journal of Hydrogen and New Energy*, 27(1), 114-120.

방 걸 원(Gul-Won Bang)

[정회원]



- 1987년 9월 : 광주대학교 전자계산학과(이학사)
- 2002년 8월 : 전남대학교 소프트웨어공학(공학석사)
- 2008년 2월 : 전남대학교 소프트웨어공학(공학박사)

- 2015년 9월~현재 : 광주대학교 기계자동차공학부 교수
- 관심분야 : 사물인터넷, 센서, 전자제어
- E-Mail : bgcom@gwangju.ac.kr