
자전거 안전 장치 시스템

이정익

인하공업전문대학 기계공학부 기계설계과

Safety Equipment System for Bicycle

Jeong-Ick Lee

Dept. of Mechanical Design, Division of Mechanical Eng., INHA Technical College

요약 본 연구는 자전거 안전 시스템¹⁾ 장치 개발에 관한 연구과제로 대상기술의 개요, 기술개발의 필요성 및 성공 시 파급효과, 기술개발의 목표, 개발방법, 기술개발 성공 시 판매·수출 등 사업화 방법, 시작품 성능 및 제원(speculation)에 대해 다음과 같은 연구 계획을 가지고 추진하였다. 대상기술(제품)의 개요는 이동시 안전운행을 위한 장치의 개발 및 고가의 자전거를 위한 보관 시 안전장치 개발에 있다. 기술개발의 필요성(기존의 예로사항 등) 및 성공 시 파급효과로는 자전거 보급 확대에 따른 이동량 증가에 따라 각종 안전사고 발생을 줄일 필요가 대두되었고, 육구의 다양화로 고가의 자전거 보급이 늘어남에 따라 도난, 분실 등의 사고가 우려되어 개발하게 되었고, 안전사고를 미연에 방지하므로 부상치료, 재산손실에 대한 경제적 손실 억제하는 효과를 가지고 있다. 기술개발의 목표는 자전거 운행시 안전한 방향전환을 위한 시그널장치, LED 헤드라이트와 도난을 대비한 도난방지 시스템을 사용자가 별도의 도움 없이 혼자서 손쉽게 장착할 수 있는 장치를 개발하는데 있다.

• **주제어** : 자전거, 안전, 장치, 신호장치, 헤드라이트, 이륜 운송, 도난방지

Abstract This paper is the product development of environment and safety. In growing society, the bicycle is need to have a common goals for consumers convenience and theft prevention. The bicycle is movable means. But as times passed, that bicycle is strongly recommended to replace other vehicles because that is not produced to air pollution and energy(gas, diesel etc) insufficiency. As workers using a bicycle are increased, road for only bicycle is made by additional. The bicycles happens to several moving accidents such as car accidents because of signal mismatch between bicycle users. However, using the development products of this paper, many accident problems for bicycle can be solved. As increasing of bicycles numbers, the high cost bicycles are too increased. So, the more theft of bicycle is also happened. The developed products(turn signal system and theft prevention system) through this study kept your bicycles from more convenience and more safe.

• **Key Words** : Bicycle, Safety, Equipment, Signal Equipment, Head Light, Two-wheel Driving Vehicle, Theft Prevention

1. 서론

본 연구는 자전거 안전 시스템¹⁾ 장치 개발에 관한 연

구과제로 대상기술의 개요, 기술개발의 필요성 및 성공 시 파급효과, 기술개발의 목표, 개발방법, 기술개발 성공 시 판매·수출 등 사업화 방법, 시작품 성능 및 제원

본 논문은 2010년 중소기업 산학연공동기술개발사업 연구과제로 수행되었음.

*교신저자 : 이정익(jilee@inhac.ac.kr)

접수일 2013년 2월 24일 수정일 2013년 3월 8일 게재확정일 2013년 3월 9일

(speculation)에 대해 다음과 같은 연구 계획을 가지고 추진하였다. 대수기술(제품)의 개요는 이동시 안전운행을 위한 장치의 개발 및 고가의 자전거를 위한 보관 시 안전 장치 개발에 있다. 기술개발의 필요성(기존의 예로서항 등) 및 성공 시 파급효과로는 자전거 보급 확대에 따른 이동량 증가에 따라 각종 안전사고 발생을 줄일 필요가 대두되었고, 욕구의 다양화로 고가의 자전거 보급이 늘어남에 따라 도난, 분실 등의 사고가 우려되어 개발하게 되었고, 안전사고를 미연에 방지하므로 부상치료, 재산손실에 대한 경제적 손실 억제하는 효과를 가지고 있다. 기술개발의 목표는 자전거 운행시 안전한 방향전환을 위한 시그널장치, LED 헤드라이트와 도난을 대비한 도난방지 시스템을 사용자가 별도의 도움 없이 혼자서 손쉽게 장착할 수 있는 장치를 개발하는데 있다.

1.1 연구개발의 착안점 및 목적

현재 보급중인 자전거 전반에 대한 것으로 용도는 환경과 안전에 대한 제품으로서 소비자의 편의와 안전 및 도난 방지용 제품이다. 또한, 기능 및 목표²⁾는 첫째, 운행시 안전한 방향전환을 위한 시그널장치 및 LED 헤드라이트 개발한다. 둘째, 도난, 분실을 대비하여 안전한 잠금, 잠금장치 작동 후 일정거리 이상으로 벗어난다면 자동적으로 소유자에게 신호가 가는 도난 알림 장치를 개발한다. 셋째, 사용자가 별도의 도움 없이 혼자서 손쉽게 장착할 수 있는 장치개발에 목표를 둔다.

1.2 연구개발의 필요성 및 중대성

현재 정부 들어 녹색성장 및 이산화탄소 배출억제 등에 효과가 있는 자전거가 이동수단으로 각광받고 이에 따른 각 지자체에서 자전거 전용 도로 신설 등 노력을 기울인 결과 자전거 보급이 급속히 늘어나고 있는 추세이다. 이에 따라 자전거 관련 사고도 보급만큼 동일한 증가를 보이고 있어 보다 안전한 운행을 위한 용품개발³⁾이 시급해졌다. 또한 소비자의 욕구 다양화 및 자전거가 고급화되는 추세로 고가의 자전거 보급 또한 크게 증가하고 있는 실정이다. 따라서 이동 후 안전한 보관 문제 또한 야기되었으며, 도난 및 분실에 대한 방지장치 또한 개발이 시급한 문제로 대두되었다. “2009년 3월 녹색성장위원회, 교육과학기술부, 행정안전부, 문화체육관광부, 지식경제부, 보건복지가족부, 환경부, 국토해양부, 금융위원회, 경찰청에서공동으로 발표한 『자전거이용 활성화

종합대책』 추진전략 및 계획”에 따르면 다음과 같이 추진 예정이다. 안전성과 편의성을 제고하기위한 관련 법규 개정으로 자전거 전용차로 도입, 야간 운행 시 전조등·미등 등화 의무화, 자전거 전용 신호 등 도입을 기술하고 있으며 이에 대한 기술개발의 선행이 필요한 시점⁴⁾이다.

1.3 국내외 관련 기술의 현황

국내의 경우 자전거와 관련된 안전장치는 헤드라이트, 후미안전등이 시장에 나와 있는 상황이다. 그러나 공원 및 도로 등에서 발생하는 자전거 사고의 대부분이 앞서가거나 마주치는 자전거가 갑자기 방향을 바꾸면서 추돌 사고가 발생한다. 따라서 자동차처럼 방향 지시등을 장착하여 회전하고자 하는 방향을 지시할 수 있도록 전후방에 라이트를 장착하고 좌우 핸들에 손잡이 식 스위치를 장착하면 상대방의 방향전환 의도를 사전에 알 수 있어 추돌사고를 예방 할 수 있으나 현재 복합적인 기능을 가진 제품은 시장에서 찾아보기 힘든 상황이다. 또한, 국외의 경우 대부분의 자전거 용품이 고가의 MTB시장 및 인터넷 오픈마켓 등지에서 유통되고 있으나 국내 개발제품 보단 외산제품이 다량 유통되고 있는 현상에서 상기의도를 가진 제품은 아직 유통되지 않는 상황으로 국내와 마찬가지로 해외에서도 동일한 제품은 없는 것으로 파악된다.⁵⁻⁷⁾국내외 자전거 관련 주요통계는 아래 표 1과 같다.

[Table 1] Main statistics for relating with bicycle

구분	인구 (만명)	자동차 보유 (만대)	자전거 보유 (만대)	자전거 도로 연장(km)	자전거 보급률	자전거 교통 수단 부담률
한국	4,808	1,540	800	9,170	16.6%	1.2%
독일	8,249	4,552	7,200	30,000	87.3%	10%
일본	12,778	7,237	8,665	78,638	67.8%	14%
네덜란드	1,627	490	1,600	19,000	98.3%	27%

※ 자료 출처 : OECD, 일본교통성, 통계청, 한국교통연구원 ('06)

상기 자료에 의하면 아직까지 유럽국가나 일본등과 비교해도 우리나라의 자전거 보급률은 미미하다. 아울러 자전거이용 활성화 종합대책 추진전략 및 계획에 의해서

도 안전장치 장치가 관계 법률 개정으로 의무화될 것으로 판단되어 이에 따른 본 장치의 보급은 시장이 무궁무진하다 하겠다.

2. 자전거 안전 시스템 설계 및 고찰

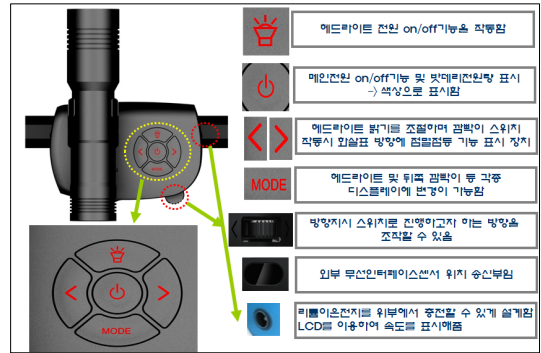
2.1 초기 자전거 안전 시스템 장치 개발 개략도

운행시 안전한 방향전환을 위한 시그널장치 및 LED 헤드라이트를 개발하고, 도난, 분실을 대비하여 안전한 잠금, 신호장치 및 사용자가 별도의 도움 없이 혼자서 손쉽게 장착할 수 있는 장치개발에 대한 개략도는 다음 그림 1과 같이 표시할 수 있다.



[Fig. 1] Concept light, alarm, led system for bicycle

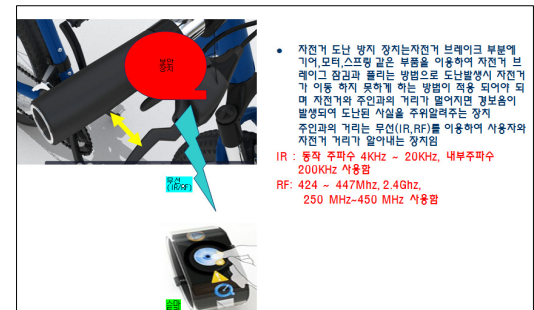
본 제품의 디자인으로 조작부분으로써 메인 헤드라이트 및 자전거에 뒷부분 및 바퀴에 적용되는 라이트를 수선으로 제어하는 조작부분이 있으며 헤드라이트는 LED를 사용하여 현존하는 LED중에서 가장 밝은 LED를 PWM 방식을 이용하여 발열 및 소비전력을 3.6 V(리튬이온, 2,600 mAh)를 사용하여 LED 밝기를 다양한 모드로 조절하여 SOS 기능 및 플래시 모드 등으로 조작되는 특성이 있다. Power LED PWM은 1 kHz에서 30 kHz 밝기 조절이 가능하고 깜빡임 모드 조절이 있다. 제품개발을 위한 중점요소로는 장치가 용이하고, 경량이며, 다양한 분야에서 활용이 가능하고, 충격에 강할 뿐 아니라 분리가 가능하다.



[Fig. 2] Concept mode system for bicycle

방향지시등 시스템은 그림 2와 같다. 뒷부분은 리튬이온 배터리를 장착하여 외부에서 충전하는 컨넥터 형태이며, 좌측부분은 브레이크 작동시 LED램프가 발광하는 부분이고, 그 외 조작부는 "MODE" 작동 시 여러 가지 LED를 디스플레이하는 형태로 되어 있다. 수신부가 장착되는 조작부에서 작동된 사양에 해당하는 부분을 디스플레이 시켜준다. 방향지시표시 LED램프 등이 양쪽으로 두 대가 설치되어 빨간색과 주황색(여러가지 색으로 표시 가능) 빨간색은 브레이크 작동시 점등된다. 방향지시 스위치 조작시 그에 해당하는 주황색 LED 램프가 작동된다.

"MODE" 작동시 여러 가지 LED 디스플레이어가 된다. 아래 그림 3은 IR, RF 방식의 도난 방지 시스템 개략도를 나타낸 것이다.



[Fig. 3] Concept theft protection system for bicycle

2.2 설계 변경된 자전거 안전 시스템 장치

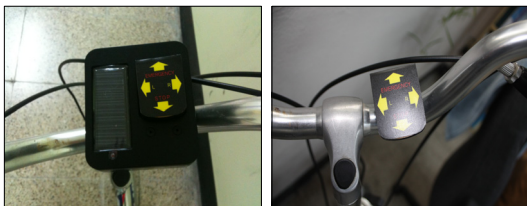
2.1의 초기 설계된 안전한 방향전환을 위한 시그널 장치, LED 헤드라이트, 도난을 대비한 도난방지 시스템은 연구비 예산상의 조정문제로 시제 개발 시 다음과 같이 설계변경 되었다. 계획대비 저비용으로 개발되었지만 각 시스템들은 기능적으로는 훨씬 뛰어난 성능을 보여주고 있다.

2.2.1 방향 전환용 턴 시그널 장치 개발



[Fig. 4] Turn signal system layout powered by solar cell

그림 4는 방향전환용 턴 시그널 컨트롤러로 접촉용 스위치는 4방향으로 북쪽이 비상상태, 남쪽이 정지 상태, 서쪽이 좌회전상태, 동쪽이 우회전상태를 표시하는 4개의 접촉용 스위치로 구성되어 있으며 배터리 또한 기본적으로 솔라 셀(solar cell)에 의해 공급받을 수 있으며, 현재는 내장된 상태다. 전원은 9V의 건전지가 장착되어 있으나 이는 고밀도 LED 헤드라이트, 비상벨 및 USB추가 전원을 위해 필요할 뿐 기본적으로는 턴 시그널 컨트롤러를 작동시키는데 미소전류만을 필요로 한다.



[Fig. 5] Turn signal plus led headlight system(left), independent turn signal system(right)



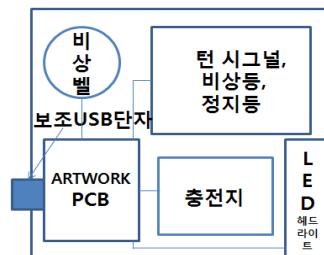
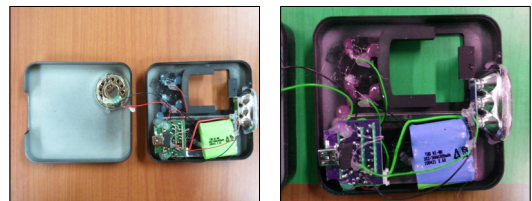
[Fig. 6] Emergency signal(left), stop signal(right)



[Fig. 7] Left turn(left), Right turn(right)

그림 5의 4 방향 턴 시그널 밑에 두 개의 컨트롤러 버튼이 있는데 왼쪽 버튼을 1회 누르면 연속적 등음이 들어오고 한 번 더 누르면 라이트가 깜빡이도록 설계 되어있다. 바로 오른쪽의 위치 버튼은 비상벨에 해당하는 버튼이다. 그림 6의 왼쪽, 오른쪽은 LED 라이트 시스템과 턴 시그널 시스템은 병행 또는 단독 사용 가능하도록 설계되어 있다. 그림 6과 그림 7은 그림 5의 턴 시그널의 작동 종류를 나타낸다. 비상표시는 그림 6 왼쪽이고, 정지신호는 그림 6의 오른쪽이다. 또한, 좌회전은 그림 7의 왼쪽이고, 우회전은 그림 7의 오른쪽이다.

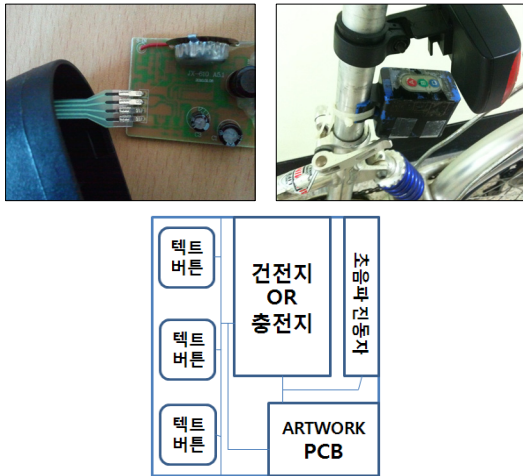
2.2.2 LED 헤드라이트 내부(비상벨+USB단자 포함)



[Fig. 8] Inside shape(left) including speaker, Detail inside shape(right), specific concept diagram(down) including USB connector

상기 그림 8은 LED 헤드라이트 내부를 나타낸 것으로 실리콘으로 접합한 것으로 비상벨을 울릴 수 있는 스피커와 충전지, 콘덴서, 작은 PCB회로들이 있으며 오른쪽 그림에는 쏘라 셀 장치를 염두한 USB단자 이음도 나타나 있어 본 장치가 자전거 등의 스포츠 용구에 사용될 경우 다른 레저 디바이스를 부착할 수 있는 잉여전력을 제공할 수 있음을 알 수 있다. 보다 자세히 설명하면, LED 헤드라이트 시스템 및 비상벨이 한 몸체로 제작되었다. 먼저 작은 IC회로와 스피커를 이용한 LED 헤드라이트의 모습이 그림 8에 나타나 있다. 특히 그림 8 오른쪽에는 쏘라 셀에서 만들어지는 잉여 전력으로 회로 설계상 USB단자를 추가 제작하여 필요시 단자를 시스템 바깥으로 빼내면 사용자가 음향기계나 자전거를 타면서 다른 디바이스를 연결해 사용할 수 있도록 용량을 여유 있게 설계하였다. 특히, 그림 8의 라이트와 관련된 쏘라판은 2시간이상 연속적으로 순백색의 라이트를 직사할 수 있다. 그 아래는 개발 제품의 참고 회로도를 나타내었다.

2.2.3 도난, 분실을 대비한 안전한 잠금, 경보장치 개발



[Fig. 9] Inside circuit board of lock system(left), Lock system installed in bicycle(right) and specific concept diagram(down)

그림 9의 도난방지 장치는 왼쪽에 나오는 회로로 작동되며 이 회로에는 진동을 소리에너지로 바꾸어 주는 릴레이가 붙어 있다. 진동의 크기는 3Hz이상 진동에서는 헤지 전까지는 계속해서 작동하도록 설계되어 있다. 설계에 있어 자동차와 같이 견고한 하우징 내부에 설치될

수가 없으므로 가장 외부인의 눈에 띄지 않으면서 도난시 효과를 발휘할 수 있는 안장 밑에 개발품을 장착하였다. 작동 방법은 도난방지장치 윗면에 A, B, C 모양의 데코레이션물(메모리 및 해지가 가능한 키패드)에서 “B”를 길게 누르면 ”뽁뽁“소리가 나고 시스템이 작동된다. 그 후 약간의 진동만 주어도 사이렌 형태의 찢어지는 소음이 일어나므로 주위를 환기시키기에 충분하다. 소음 제거를 위해서는 A -> B -> C -> A를 순차적으로 누르면 사이렌 음을 제거 가능하다. 아래는 제작회로도를 나타내었다. 본 연구물은 시작품 형태로 제작되었으므로 실용화를 위해서는 다소 제품화 형태의 작업이 요망된다.

2.2.4 DIY형태의 탈거가 용이한 자전거 안전 시스템



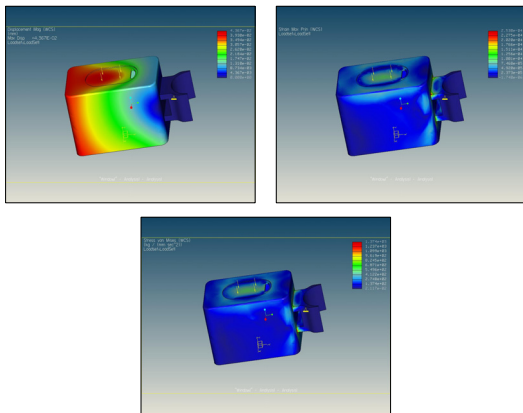
[Fig. 10] The shape of safety system for bicycle

그림 10과 같이 자전거 전체에 LED 헤드라이트, 턴 시그널(4가지 용도), 비상경고음을 발생시키는 턴 시그널 시스템이 자전거 핸들 중앙부에 후방 신호 디스플레이가 안장 바로 밑에 위치하며 그 밑에 도난방지 시스템이 부착되어 있다. 그림과 같이 청소년용 자전거 전체에 여유 있게 시스템이 부착 및 동작 가능하고 최초 시작품 개발에 제원인 LED 밝기를 25루멘, 도난 방지 장치의 감지거리를 15 m이상에서도 작동 확인이 가능하며, 턴 시그널 및 비상벨 시스템과 안장 및 후방 신호 디스플레이 장치와는 직선거리에서 15 m 이상 충분히 작동 가능하다. 따라서 핸들과 안장과의 작동 거리를 생각하면 성인용 자전거, 다인승 자전거에도 충분히 적용 가능하다.

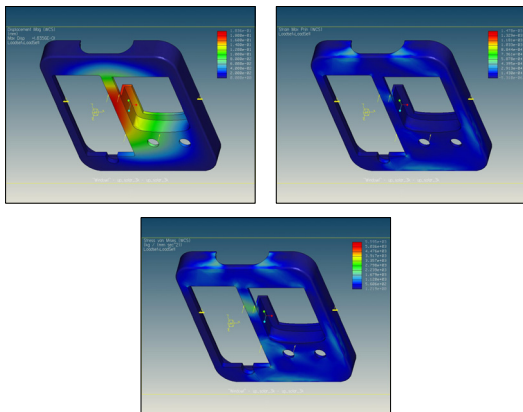
2.3 양산을 위한 자전거 안전 시스템 장치의 CAE 해석

도난 방지 시스템 부와 턴 시그널 및 비상벨 시스템 부의 외압이 3 kg, 5 kg(자전거 등의 탈것에 나사 고정물로 보통 성인(60kg)이 당겼을 때 견디는 힘)가해졌을 경우로 가정해 변위(displacement), 변형력(strain), 응력(stress)을 아래 그림 11, 12에 걸쳐 해석하였다. 해석 툴

은 설계에 이용된 PRO-E Wildfire 5.0 Ver.의 성형해석 모듈(mold module)을 이용하였다. 3, 5 kg의 외압의 기준은 자전거에 큰 하중이 가해지거나 충격에 의해 쓰러진다 해도 순간적 압력이 5 kg 이상은 가해지지 않는다는 업체 요청사항을 근거로 해석하였으며, 결과적으로는 3kg과 5kg때를 비교함에 있어 표 2에서 보듯이 변위, 변형률, 응력값이 조금씩은 차이가 있으나 5kg때가 3kg때의 약 2배 정도값을 보여준다. 그러나 이것은 3kg을 선택하여도 수치전체로 봐서는 미소량이므로 양산에 치명적인 영향을 줄만큼의 중대한 결과는 나타나지 않았다. 다음은 대표적인 도난방지 시스템 부와 턴 시그널 시스템 부의 3 kg일 때 변위, 응력, 변형률만을 그림 11, 12에 나타내었다. 그리고 표 2는 3kg, 5kg의 외력이 가해졌을 경우의 도난 방지 시스템과 턴 시그널 시스템의 변위, 변형률, 응력을 나타낸 것이다.



[Fig. 11] CAE of theft protection system: displacement(left), strain(right), stress(down) (3kg)



[Fig. 12] CAE of turn signal system: displacement(left), strain(right), stress(down) (3kg)

[Table 2] Analysis comparison theft protection system and turn signal system at 3 kg and 5 kg of external force (단위: mm)

external forces	theft protection system		turn signal system	
	3 kg	5 kg	3 kg	5 kg
displacement	4.367e-02	7.278e-02	1.836e-01	3.059e-01
strain	2.530e-04	4.216e-04	1.478e-03	2.463e-03
stress	1.374e+03	2.290e+03	5.595e+03	9.325e+03

3. 자전거 안전 시스템 개발을 통한 성과

3.1 연구개발을 통한 기술적 성과

자전거 이용자의 안전 확보 및 이용증대효과로 DIY 가능하도록 염가의 턴 시그널 부, 비상벨, LED 헤드라이트 시스템 및 도난 방지시스템 기술적 제작 성공하게 되었고, 자전거 도난방지 시스템 자체 개발로 초기의 RF방식의 무선 도난 방지 장치에서는 개념이 벗어났지만 자체 개발한 릴레이가 탑재된 PCB로 진동에너지를 전기에너지에서 소리에너지로 변환시킴으로써 목표한 거리 15 m 이상에서도 도난을 방지하게 되었다. 무선시스템 도입을 통한 이용자의 편리도모로 일단 좌, 우회전, 비상등, 정지 등의 4가지 기능을 하는 턴 시그널부와 비상벨 시스템은 한 하우징에 설계하여 자전거 핸들에 보기 좋게 설치 가능하도록 제작되었으며 디스플레이 장치도 설계 목적인 15 m 떨어진 곳에서도 무선으로 작동하게 하여 소형에서 대형 자전거 및 다인승 자전거 및 원동기에도 설치 가능하게 되었다. 비접촉식 충전장치로 환경오염 방지로 현실적으로 도난 방지 시스템은 9V 짜리 배터리가 현재 작동되고 있으나 전원 소모량이 미소하여 반영구적이며 특히, 턴 시그널부와 비상벨이 한 몸체로 된 시스템은 전체가 쏠라 패널이 설치되어 영구 불변적으로 연속적 사용이 가능하게 되었다. 특히 잉여 전력을 USB 전원으로 사용 가능하도록 PCB를 설계하였다.

3.2 연구개발을 통한 경제·산업적 성과

자전거 이용자의 안전 확보로 방향전환 표시 장치 개발되게 되어 이를 통해 자전거 뿐 만이 아닌 타 원동기나

다양한 탈것에 부착 가능하고 사업화 가능하게 되었다. 자전거 도난방지 시스템 개발로 저렴한 릴레이를 이용한 보안장치 개발하게 되어 릴레이 형태의 PCB를 자체 개발하여 진동에너지를 전기에너지를 소리에너지로 변환하여 자동차의 도난방지 시스템과 같은 효과를 얻도록 저렴하게 제작하게 되었다. 경량화 및 스포츠 활동 시 거슬림 방지를 위해 무선시스템 장치 개발하게 되어 쉽게 탈부착이 가능한 턴 시그널, 비상벨 시스템(무선으로 작동, 쏘라 셀로 반영구적 사용, 별도 전원 필요 없음), 릴레이를 이용한 도난 방지시스템으로 경량화 및 거슬림 방지를 실현화 하게 되었다. 환경오염 방지로 비접촉식 충전장치 개발되게 되어 턴 시그널 부 및 비상벨 시스템 부는 위쪽에 쏘라 셀을 장착하여 비접촉식 충전 기술을 도입하였다. 또한, LED 헤드라이트와 턴 시그널 부를 동시에 사용하면서 비상벨을 사용하여도 전원이 2시간 이상 독립적으로 사용 가능하며 또한 접촉 없이 호리건 맑건 상관없이 충전이 되도록 하였다.

4. 자전거 안전 시스템 장치 개발을 통한 결과

1. 최초의 자전거 안전 시스템 장치의 개략도가 완성되었다. 즉, CAE를 거친 제품의 완성으로 대량생산의 바탕이 마련되었다.
2. 최초 개념설계에 다소 변화가 주어졌으나 이는 양산을 위한 과정으로 보다 합리적이고 견고한 양산 과정을 위해 중간에 설계변경이 필요했다.
3. 방향 전환용 턴 시그널 장치 개발, LED 헤드라이트 내부를 제작하고, 도난 및 분실을 대비한 안전한 잠금 및 경보장치를 개발했고, DIY형태의 탈거가 용이한 자전거 안전 시스템이 제작되었다.

후 기

본 과제는 2010년 중소기업 산학연공동기술개발사업인 “자전거 안전 시스템 장치 개발”에 관한 연구로 인하공업전문대학산학협력단과 참여기업인 가람정공(주)의 연구결과입니다.

REFERENCES

- [1] Jang Won Jin, "Traffic Safety Studies", Judge Transportation Science Research Group, pp. 48-58, 2007.
- [2] Ju-Hyun Park, "Private Security Practice", hakmunsa, pp. 87-93, 2004.
- [3] Hyun Sook Kim, "Urban Planning", gwangmungak, pp. 128-136, 2006.
- [4] Jong Ha Nam, "High-power lithium battery pack for electric bicycle, and tube Lee System ", Proceedings of the 40th Institute of Electrical Engineers, 2009 Summer Conference Competition, pp. 1217-1218, 2009.
- [5] Jae Hwan Choe, Yeon Seong Kim, Ui Sik Jeon, "Car-mounted folding nanny Mechanism design of the car", added the 2008 Academic Industrial Society Korea Proceedings, pp. 453-455, 2008.

저자소개

이 정 익(Jeong-Ick Lee)

[정회원]



- 1991년 2월 : 한양대학교 공과대학. 기계공학과 (공학사)
- 1993년 2월 : 한양대학교 공과대학. 정밀기계공학과 (공학석사)
- 1999년 8월 : 한양대학교 공과대학. 정밀기계공학과 (공학박사)

- 1993년 1월~1999년 12월 : (주)대우전자. 중앙연구소 (선임연구원)
- 2000년 3월~2007년 2월 : 용인송담대. 자동차기계설계 전공 (교수)
- 2007년 3월~현재 : 인하공전. 기계공학부. 기계설계과 (교수)

<관심분야>: CAD/CAM/CAE, 공장자동화, 생산자동화, 사출금형, 유비쿼터스, MEMS, BIOMECHANICS