양손을 자유롭게 사용할 수 있는 거치식 제논 탐조등 개발에 관한 연구

소방방재청 재난안전기술연구개발사업

1. 서론

화재 현장에서 재난구조장비로 사용 되는 일반 제논 탐조등은 연기나 먼지 등 부유물이 많은 조건에서 연기투시용 랜턴을 사용 하게 된다. 이때 소방공무원이 한 손에 랜턴을 다른 손에는 구조 장비를 들고 구조 활동이나 화재진압 작업을 해야 하므로, 소방대원의 안전성까지 확보하기 힘든 상황이다. 또한 짧은 사용 시간으로 랜턴이 방전되어 소방공무원이 고립되어 인사사고의 요인이 될 수가 있다. 이를 위하여 기존 제논 탐조등의 구조에서 벗어난, 랜턴 헤드부와 배터리 부를 분리시키고, 거치대를 이용하여 양손을 사용할 수 있게 함으로서 구조대원의 활동성과 인명구조 작업의 효율성을 증대 시킨 재난 구조 장비를 개발하려고 한다. 본 연구 개발은 화재 현장에서 사용되는 제논 탐조등을 크게 랜턴 헤드, 거치대 및 몸체의 3부분으로 구성하며, 이 중 랜턴 헤드 부분은 HID 램프와 Ignitor, 거치대에 고정 시킬 수 있는 어댑터가, 허리에 착용할 수 있는 몸체는 내부에 Ballast kit 와 Lithium-polymer 배터리팩이 포함한다. 접점 방식의 결합으로 거치대와 연결되어 있는 부분을 분리하여 헤드부와 몸체만으로 간단하게 결합하여 휴대용으로 사용 할 수 있는 PCB 부분이 포함된다. 이 두 부분에는 각각의 규격에 맞는 O-ring이 삽입되어 있는데, 이 부분이 제품 내부에 방수 역할을 담당한다. 거치대는 이 제품의 핵심으로, 현재 사용 되고 있는 통상의 제논 탐조등과의 차별화 되어 랜턴 헤드부와 몸체(배터리부)를 분리시켜 어깨 위로 장착 하는 방식으로 인간공학 적으로 설계 제작하여 소방공무원들의 화재진압이나 야간 인명구조, 또한 수중 인명구조 작업까지 병행하여 할 수 있는 제품을 개발하려는 것이 본 연구개발의 최종 목표이다.

2. 조명 기기 산업 및 국 · 내외 기술 현황

조명기기산업은 자연광을 대신한 인공광원을 이용하여 각 분야(경제, 산업, 사회 등)에서 필요로 하는 적절한 조명을 제공하는 산업이다. 차세대 조명기술 (LED, OLED, CNT 등)의 등장, 조명에 대한 사회적 패러다임의 변화와 에너지 절약에 대한 관심 고조로 조명산업의 중요성이 전 세계적으로 널리 확산되고 있다. 조명기기는 기능과 역할에 따라 광원분야, 등기구 분야, 안정기(점등장치) 분야 등으로 나눌 수 있으며, IEC(International Electrotechnical Commission)에서는 TC34 (조명기기)로 분류 된다. 조명기기로 분류될 수 있는 제품은 매우 다양하며, 한국 표준 산업 분류(KSIC, Korean standard industrial classification)에 의하면 기타 전기기계 및 전기 변환 장치 제조업 중에서 "전구 및 조명장치 제조업"에 대부분 포함 되나, 안정기와 램프 홀더, 소켓 등 일부 부품은 변환장치 또는 제어 장치류에 속한다. 현재 조명 산업은 혁신적인 광원의 변화, 경관 조명등 새로운 수요의 증가, 에너지 부족 상황, 친환경 시대를 맞이하여 기술적 파급 효과가 큰 첨단 기술의 융복합체로 향후 지속적인 성장 잠재력을 가지고 있는 유망산업이다. 조명 산업은 첨단 IT 기술, 인공지능, 컴퓨터 등과 융합되어 홈 네트워크, 최첨단 도시 조명등 이종산업간 시너지 효과가 있는 산업으로서, 최근 각광받고 있는 차세대 광원인 LED(Lighting Emitting Diode) 및 "OLED(Organic Lighting Eemitting Diode), CNT(Carbon Nano Tube) 등의 매우 다양한 인공광원이 보급 또는 개발되고 있다. 조명 산업 부문 중에서 제논 탐조등은 한축을 차지하는 부문으로서, 경쟁력을 갖춘 국내 기술 개발이 시급한 실정이다. 현재까지 생산되고 세계 시장에서 판매되는 제논 탐조등 및 수난 구조용 랜턴들은 모두 손에 들거나 어깨끈이 판매 품목에 포함되어 있다.

〔표-1〕 조명 산업 분류 표

대분류	중분류	소분류	대분류	중분류	소분류
광원 분야	방사 램프	백열전구	안정기 및 점등장치	기타점등장치	압전소자점등장치
		할로겐램프			디밍제어장치
	방전램프	형광램프(열/냉음극형 포함)			전력선제어장치(모뎀포함)
		저압나트륨램프		백열등기구	백열등기구
		고압나트륨램프		형광등기구	형광등기구
		고압수은램프		기타 등기구	투광등기구
		메탈핼라이드램프			터널등기구
		제논램프			가로등기구
	차세대 광원	무전극 형광램프 (직관, 환형, 평판, EEFL)			이미지 폴 (경관조명용 등기구 포함)
		무전극 마이크로파 조명기기			무대조명
		LED 램프		차세대 기구	Light Pipe System
		OLED			Optical Fiber System
		CNT를 이용한 램프		부품 · 소재	광원용부품소재
		화학발광램프			안정기 및 점등장치 부품 · 소재
안정기 및 점등 장치분야	형광램프용 안정기	자기식 안정기		응용 · 제어	등기구 부품소재
		전자식 안정기			주광제어시스템
	HID 램프용 안정기	자기식 안정기			전력선 제어 시스템
		전자식 안정기			음성인식 제어 시스템
	차세대광원용 점등장치	전자식 안정기			무대조명 제어 시스템
		R/F 발진 점등장치 (반도체, 마그네트론 포함)			에너지절약 제어 시스템 (센서 등 포함)

국내에서 시판되고 현장 일선에서 사용 되고 있는 제논 탐조등은 외국 유수의 기업들의 제품을 수입하고 있는 실정이다. 국외에서는 국내와는 달리 소방 설비와 보안설비의 중복설비가 가능하며 관련기술이 활발하게 진행되고 있으며, 또한 국제적 표준화를 위한 노력을 진행 중에 있다. 하지만 소방 설비는 공산품과는 달리 국가 간, 지역 간의 환경조건과 규격이 다른 특수성으로 인해 신제품 개발이 수출로 연계되는 일은 거의 발생하지 않는 현실이지만 제논 탐조등은 수출입으로 연계되는 제품이다. 미국의 소방산업은 소방기기만을 전문적으로 제조, 생산하는 제조업체의 유형이 대부분이며 다른 산업의 품목과 같이 생산하는 경우에는 다국적기업의 유형을 택하고 있다. 이는 소방기기의 제조, 생산, 기술개발 등을 겸비하여 경제성을 구비하도록 하는 생산체제에 있다고 볼 수 있다. 가장 장점으로는 기술력투자, 소방기기에 대한 신제품, 신기술 등을 집중적으로 연구 개발하여 자국뿐만 아니라 세계 각국에 까지 공급할 수 있는 생산 방식을 택하고 있다.

1) 슈어파이어.(www.surefire.com)

슈어파이어 社 의 구조대원용 LED 라이트로, 모양은 다음과 같다.

〈그림 1〉 슈어파이어 제품

2) 폴라리온(www.polarion-store.com)

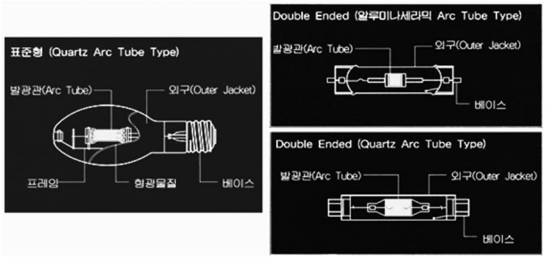
〈그림 2〉 폴라리온 제품들

3. HID 제논 탬조 등 개요.

HID램프는 High Intensity Discharge램프의 약칭으로 고휘도 방전램프를 의미한다. HID램프는 여러 종류가 있는데, 자동차 전조등에 사용되는 램프는 제논(Xenon) 가스가 유입된 HID램프이다. 제논(Xenon)램프는 가스방전의 원리를 근간으로 하는데, 금속염제와 불활성기체가 채워진 관에 들어있는 두 개의 전극사이에서 둥근호 모양의 빛이 만들어지게 된다. 이 가스 방전원리는 새로운 것이 아니라, 여러 용도로 지난 70년간 이용되어 왔다. 하지만, 엄격한 자동차산업의 기술적 요구조건 때문에 가스 방전기술을 이용하기 위해 램프기술의 발전이 필요했다. 이런 필요성으로 인해, 전극간의 간격을 4.2mm로 만들어 주는 극소 가스 방전기술이 개발되었는데, 이런 새 기술을 마이크로 파워 제논광(MPXL)이라고 정의하고 있다. 이 램프는 할로겐램프와는 달리 필라멘트가 없는 것이 특징이다. 고압의 전원을 공급해주며, 최적의 작동을 위해서는 빠른 점화장치와 Ballast(안정기)를 필요로 하게 된다. 램프의 종류에 따라, 발광관내의 봉입가스 및 첨가물이 다르지만, 기본구조는 거의 동일하다. 발광관은 프레임에 의해 외구내부에 견고하게 장착된 구조로 발광관 양단에는 방전이 쉽도록 특별히 고안된 전극이 있으며, 베이스를 통하여 전원이 공급된다.

1) 발광 원리

HID램프의 기본원리는 형광램프와 동일하며, 발광관내의 방전에 의해 빛을 발산한다. 그러나 형광램프에 비하



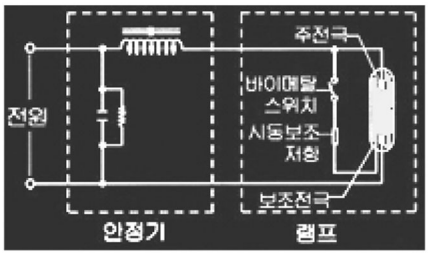
〈그림 3〉 램프 종류별 발광관 구조

여 발광관내에 첨가된 화합물의 내부압력(밀도)과 온도가 높기 때문에 다량의 가시광선이 발생하게 된다. 따라서 형광램프는 방전 시 낮은 증기압으로 자외선이 대부분이지만, HID램프는 발광관내의 첨가물(금속 할로겐화물)의 종류에 따라 다양한 광색을 고효율로 발광시킬 수 있다. 수은 및 고압나트륨 램프는 발광관내에 단일의 화합물을 첨가하여 각각 특유의 광색을 발산한다. 그러나 메탈 할라이드 램프는 수은, 나트륨, 토-륨, 인-듐, 스칸듐 등의 금속을 요소와 화합 시 폭 넓은 연속 스펙트럼을 발생시켜 자연광에 가까운 연색성이 우수한 백색광을 방출할 수 있다.

2) 점등 방식

HID램프를 점등하기 위해서는 백열램프와 달리 반드시 안정기가 필요하며, 램프를 시동시키는 방법에는 아래와 같이 2가지 방식이 주로 사용된다.

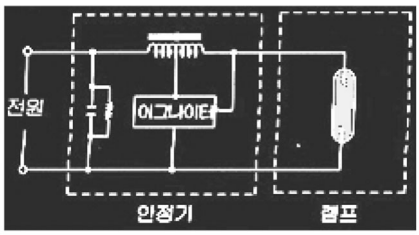
① 보조전극을 이용한 점등회로



〈그림 4〉 보조전극을 이용한 점등회로 구조

전원이 인가되면, 주 전극과 보조 전극사이에 미약한 방전이 발생한다. 방전의 열로 주 전극간의 주 방전으로 발전시켜 램프를 시동시키는 방식으로 주로 수은램프에 채택된다.

② 이그나이터를 이용한 점등회로



〈그림 5〉 이그나이터를 이용한 점등회로 구조

점등 보조장치(이그나이터)를 사용하여 고전압 펄스를 발생시켜 램프를 점등하는 방식으로, 주로 고압 나트륨 및 메탈 할라이드램프에 이용된다.

3) 구성품

① 전 구 (BULB)

▶ 성 분 : 제논(XENON) 가스 – 초기반응을 활성화시켜 점등이 빨리되도록 함. 몰리브텐 전극 – 양극에서 아크방전.메탈 핼리드 솔트(Metal Halide Salts) – 칼라 구성요소.

▶ 발광 원리 : 얇은 캡슐안에 제논가스, 메탈 핼리드 솔트가 양극의 몰리브텐 전극에 방전을 하면 에너지화 되어 빛을 방출한다.

② 이그나이터(IGNITOR) – 안전기(BALLAST)로부터 전류를 받고, 모든 환경에서 아크 라이트 전원을 점등하기 위해 승압시키는 전자기 변압기.

▶ BALLAST

– Ignitor전극에 순간 고압의 펄스를 전달함으로써 방전 초기화.

– 아크 초기화와 아크 정상상태동안 전구와 Ignitor에 안정된 전원공급을 조절하는 제어 부품.

4) 특 성

– 필라멘트가 없음으로 진동에 강함.

– 기존 램프(Halogen)에 비해 수명 연장. (2 ~ 2.5배)

– +, –가 바뀔 경우 작동이 안 됨.

– 작동 입력 전압 범위 : 9 ~ 16V

HID Xenon 램프는 할로겐램프보다 절반의 전력을 사용하여, 두 배 이상의 발광을 가능하게 한다. 야간에 발생되는 교통사고의 60%이상이 부적절한 조명장치에 기인하고 있으며, 고령자일수록 저 연령층보다는 좀 더 밝은 조명을 필요로 한다. HID 램프는 기존의 제품보다 2배 이상의 조명을 공급해 줄 수 있으며, 안전과 편안함을 제공하며, 환경 친화적이며, 적은 양의 전력을 사용 한다.

4. 연구 개발 제품 개요

연구 개발된 제품의 주요 부분은 다음과 같다.

○ 램프 헤드 : HID 램프와 Ignitor 가 들어가 있다.

○ 몸체(바디) : ballast 와 battery pack 이이 들어가 있다.

○ 헤드 홀더 : 램프 헤드와 브라켓이 결합되는 부분

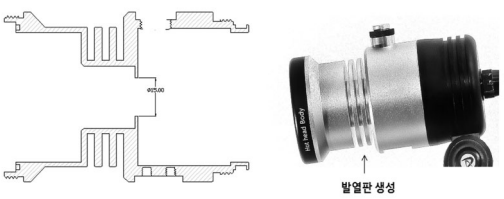
○ 바디 홀더 : 몸체(바디)와 브라켓이 결합되는 부분

○ 브라켓 홀더 : 브라켓을 공기탱크에 결합시켜 고정시키는 부분

〈그림 6〉 연구 개발된 제품의 구성품 사진

4.1 램프 해드

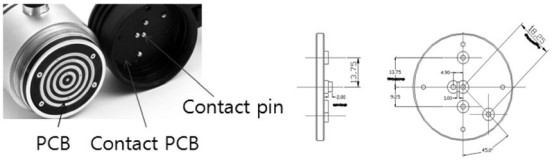
소형화를 목표로 제작 하였으며 HID lamp에서 나오는 열을 줄이기 위해 발열판을 만들어 헤드부와 공기가 맞닿는 면을 넓혀 열 방출량을 늘리고, 홀의 크기를 15ø로 하였다.



〈그림 7〉 램프 해드

4.2 컨택트 PCB

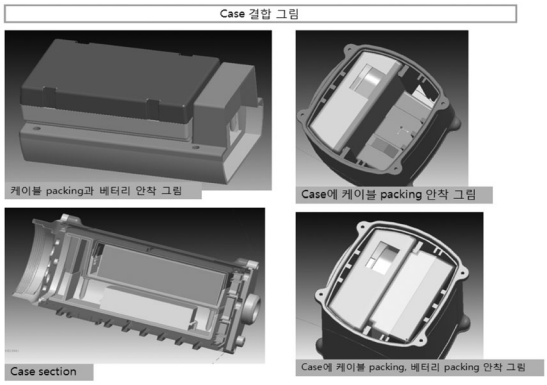
다음 그림. 8 과 같이 램프부분과 전선부분의 접점 방식을 채택하여 산소통에 부착된 거치대에 사용할 수 있는 분리형과 수중 또는 일반 재난 현장에서 사용할 수 있는 분리하지 않고 사용하는 일반형의 2가지의 형태로 사용할 수 있게 설계 개발 하였다.



〈그림 8〉 접합부연결 핀 사진 및 도면

4.3 내부 KIT 설계 및 건전지

배터리 및 발라스터(Ballast)를 외부의 충격이나 디자인을 고려하여 아래 그림 9. 처럼 KIT화 하였으며 수중에서 사용할 수 있도록 방수처리 하였다. 건전지는 2시간이상 사용을 위하여 용량을 5800mAh으로 하였으며 기존의 리튬이온 배터리 폭발을 방지하기 위하여 리듐폴리머 건전지를 사용하였다.

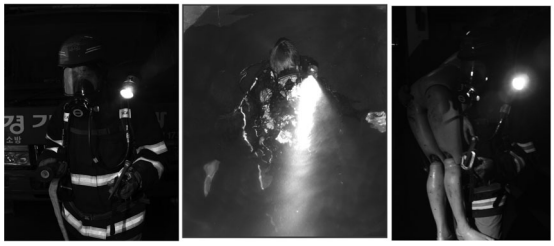


〈그림 9〉 내부 KIT 최초 모식도

4.4 브라켓 (Bracket: 거치대)

사용자가 공기탱크의 등 지게를 착용하였을 때, 브라켓이 최대한 자연스럽게 느껴져야 하므로 거치대가 산소탱크와 결합되는 부분은 거치대의 베이스로서, 공기실리더를 고정시키는 등지게의 스트랩(결합밴드)과 맞물려 공기탱크로부터 밀착하여 부착된다. 따라서 거치대의 무게중심은 산소탱크의 무게중심과 동일하게 되어 사용자가 착용 시 무게감을 최대한 덜 느끼게 하고, 중심의 쏠림현상이 없이 자연스럽게 운용되도록 하였다. 거치대 베이스(Base)로부터 곧게 뻗어 올라간 거치대의 봉(pipe)은 사용자의 어깨위에서 한번 꺾인다. 이것은 소방대원이 면체와 방화헬멧을 착용한 상태임을 감안하여 몸 바깥쪽으로 꺾여 고개를 움직일 수 있는 충분한 공간을 확보하게 하였다. 그 다음 거치대의 봉은 전면을 향하여 90도로 꺾이는데 이것은 등지게 뒤쪽에서 시작한 거치대의 봉이 전면을 향하게 되어 사용자의 전방을 조명(照明)하기 위함이다. 이때 봉 끝에 거치된 제논탐조등의 램프부분은 소방대원의 어깨 범위를 넘지 않고 높이 역시 머리 안쪽으로 위치할 수 있도록 하였다. 이렇게 함으로서 사용자는 행동반경에 제약을 받지 않으면서도 밀폐된 공간에서 거치대가 외부의 사물에 걸리지 않게 된다. 거치대의 봉이 꺾이는 부위는 디자인을 고려하여 곡선 형태로 부드럽게 처리하였다. 거치대를 원터치 형식으로 접었을 때 공기 실린더 안쪽에 겹쳐지도록 기능적인 이유도 가지고 있다. 이것은 거치대는 산소실린더의 외벽을 따라 안쪽으로 접혀다 펴는

〈그림 10〉 공기탱크에 착용한 시작품 모습



〈그림 11〉 실제 착용한 상태 사진들

방식으로 장비의 보관이 편리하도록 하기 위함이다.

5. 결론

현재 국내에서 사용되고 있는 많은 제존 탐조등은 수입품 및 고가의 장비이고 휴대용 및 방수가 제대로 되지 않아 화재 진화 시 많은 어려움이 있다. 이에 본 연구 개발을 통하여 개발된 제품은 핸즈프리 형태로 소방관들이 사용하는 산소통에 거치대를 장착하여 라이트 헤드부분을 어깨 쪽에 고정시키고 또한 배터리 팩은 허리에 착용할 수 있도록 하여 화재 진화 씨 양손을 자유롭게 활용할 수 있도록 함과 동시에 방수처리를 하여 수중에서도 사용할 수 있게 함으로써 화재 진화 시 및 해난 사고 시 수중에서 효과적인 진화 및 구조 작업을 통하여 많은 인명과 재산을 보호 할 뿐 아니라 수입 대체 효과를 기대할 수 있다.

국내 최초의 거치식 HID 제논 탐조등의 개발로 경쟁력을 가지며, 이를 토대로 해외 시장의 공략이 가능 할 것으로 예상 됩니다. 이를 위해서는 대량 생산을 위한 공정과정의 변화와, 제품 내부의 내구성 및 안정성을 높이는 연구 개발이 진행 되어야 할 것이다.