

도시철도 LED형 신호기 특허 시제품 제작·설치·시험에 관한 보고

Metro LED Type Signal Test of a Patented Article Manufacture · Establishment · Examination Report

석태우* 박종선** 고양옥***
Seok, Tae-Woo Park, Jong-Seon Ko, Yang-ok

ABSTRACT

Metro Subway System is widely known as the leader of public transportation in a metropolitan area. The signal interlocking is one of the most important organs that plays a major role in the system. By improving the quality of signal lights on the traffic system and keeping its maintenance on a high level will not only repair the current state, but it will also let the LED type signal semi-permanent. The device, which underwent a process of fine manufacture · establishment and a close examination, obtained a patented article (2004, as a new device). Utilizing the equipment with cautious preservation on the system will enhance the current state of the signal device. Especially, the test for improvement and development based upon the technique that decreases the frequency of defect produced will further precipitate its efficiency. With authorization of imposing the LED lights on production, installment, and investigation of the system, the newly made equipment will bring improvement to the signal technology and to the industry at largest extent.

1. 서론

수도권 교통의 중심축을 담당하고 있는 서울지하철의 1~4호선 본선이나 본선 분기부, 또는 기지 등에서 중요한 기능을 수행하는 신호등은 신호 연동장치의 품질을 좌우하는 중요한 기본 신호설비의 하나이다. 신호등 설비는 기존의 전구형에서 빠르게 LED형으로 대체되어 가고 있으며, 본 논고에서는 특허 2004년 특허(실용신안)받은 LED형 신호등의 제작·설치·시험 전반에 걸친 결과 보고와 시험 중 보완이 요청된 사항 및 이의 개선사항(2006년 2월 실용신안 및 디자인 등록)등에 관하여 전반적이고도 실무적인 내용을 실었으며, 설비의 노후화로 인한 교체 수요를 충족시키고, 초고속 전철화에 대응해야할 필요성 및 신호보안의 안전측(fail safe) 관점의 포괄적인 적용, 유지보수의 합리화 및 효율성 증진을 기할 수 있도록 국내외 기술기준과 표준을 바탕으로 신호설비의 기능개선 및 발전 방안이 되도록 하였다.

* 서울메트로(구 서울특별시지하철공사) 기술연구센터, 회원

** 서울메트로(구 서울특별시지하철공사) 기술연구센터, 회원

*** 서울메트로(구 서울특별시지하철공사) 기술연구센터, 비회원

2. 본 문

2.1 요약

도시 대중교통을 주도하는 도시철도에서의 중요한 기능인 신호 연동조건 중 지상에서 하드웨어를 실현하는 신호기 신호등의 재질을 시인성이 좋고 유지·보수 필요성이 거의 없는 반영구적인 LED형으로 교체하기 위하여 특허(2004. 실용신안) 시제품의 제작·설치 및 시험과정을 거쳤으며, 신호설비 유지·보수의 합리화 및 효율화를 기할 수 있도록 신호설비의 기능개선 및 발전 방안에 대한 시험이 되도록 하였다. 특히 고장 발생 빈도를 낮추기 위한 방안과 LED등 소등 상태 확인 가능 시스템에 관하여 설비 보완 및 신설 등 종합적이고 실현 가능한 설비를 구현하고자 하였으며, 기존의 노후된 신호시설이나 교체 예정인 신호 설비들을 효율적으로 개량하기 위한 방안으로 신호 관련기술기준과 표준을 바탕으로 신호시스템의 합리적 발전에 일익을 담당코자 하였다.

2.2 정의 : LED(Light Emitted Diode) 반도체를 사용한 발광 Diode소자로 전압을 가할 때 특정한 파장의 빛을 내는 전기 루미네센스식 발광소자이다.

2.3 특성 : 옥외에 노출되고 점등시간이 길며, 점·소등 횟수가 많고 단색광을 필요로 하는 신호용 광원으로 적합수도권 교통의 중심축을 담당하고 있는 서울지하철의 1~4호선 본선이나 본선 분기부, 또는 기지 등에서 중요한 기능을 수행하는 신호등은 신호 연동장치의 품질을 좌우하는 중요한 기본 신호설비의 하나이다

《표 1》

발광특성	점등특성	전력소비특성
<ul style="list-style-type: none">특정파장대의 단색광 발광매우 작은 발열, 저 전력 소비	<ul style="list-style-type: none">장 수명 (백열전구 대비 10배 이상)양호한 반복 점등·충격특성주위 온도변화에 따른 동 특성 변화	<ul style="list-style-type: none">낮은 발열에 의한 발광 효율 향상 (20~30lm/W)단색광 발광에 의한 빛 손실 경감대폭적 에너지 절약 : 백열전구 대비 70~90% 절전(45W⇒5W)

2.4 검토방향 : 철도청 및 도시철도, 인천, 대구지하철공사 등에서 신형 신호기에 LED형으로 대체 사용되고 있으나 이를 기술적으로 더욱 향상된 방식으로 확장·보완하여 도입 할 필요성이 있음

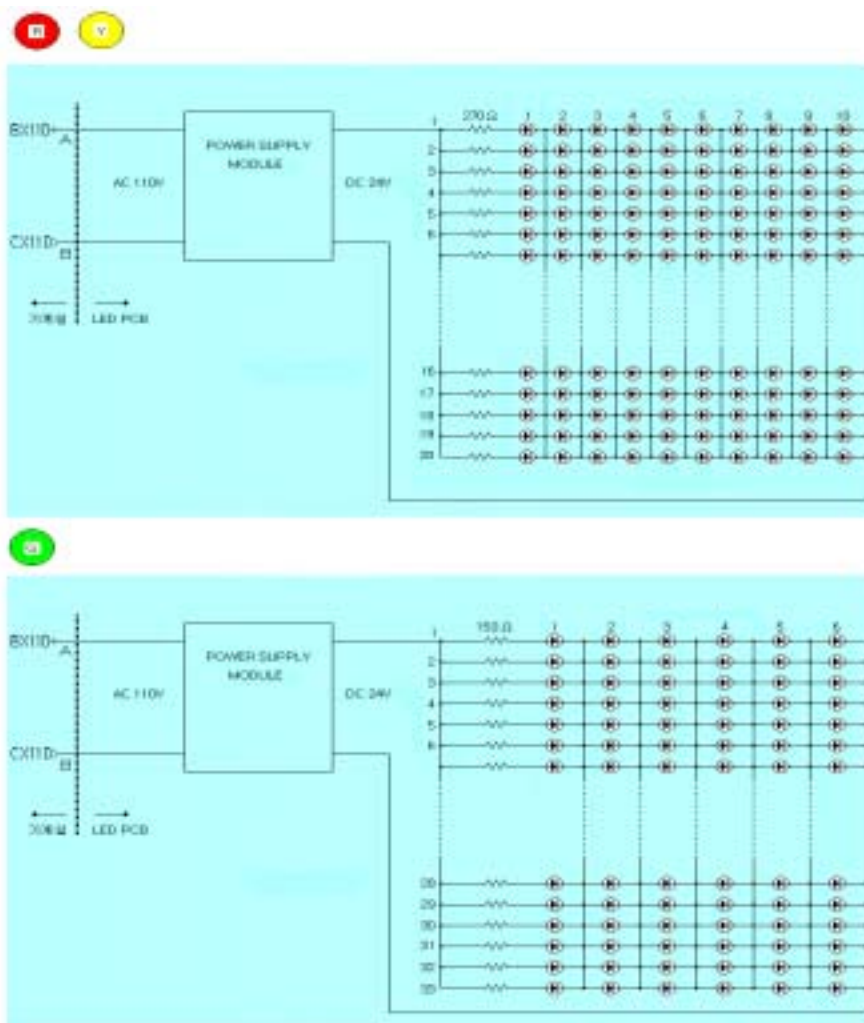
2.5 특허(2004. 실용신안)

2.5.1 유관기관 신호등과 비교

《표 2》 유관기관 신호등과 비교

구분	서울메트로	도시철도(A사·B사)
기술 안정성	<ul style="list-style-type: none"> 단선시에 해당 LED만 교체 (단독 회로 구성) 정전압 기능으로 효율 안정화 (일정밝기)내구수명 강화 Free Voltage용 LED신호기 전압조정가능 (지상·지하용 구분 적용시) 	<ul style="list-style-type: none"> LED 1개 단선시에도 10개 소등 정전압 기능 없어 전압변동발생 및 효율저하(교류성분 발생으로 LED 수명저하 원인) 24V용 LED신호기 전압조정·불가
	<ul style="list-style-type: none"> 정전압 모듈1식 소비전력 적음 	<ul style="list-style-type: none"> 트랜스(전압강하용)사용 · 소비전력 많음
	<ul style="list-style-type: none"> 직렬10개 병렬 20개의 LED 개별 조합 회로로 구성(LED 200개) ※ 전량 개별회로 	<ul style="list-style-type: none"> 보호저항 1개에 10개 LED의 직렬 연결회로가 18개의 병렬 회로로 구성(LED 180개)
기능 시험	<ul style="list-style-type: none"> 개선형 시제품 제작 및 시험 (시험성적표 참조:별첨#5) 	<ul style="list-style-type: none"> 기존 제품의 회로 검토

《그림 1》 LED형 신호등 구성



《표 3》 LED 특성

항 목	조 건	최 소			적 정			최 대		
		적	황	녹	적	황	녹	적	황	녹
온도[°C]	I=20[mA]	-25	-25	-25	+25	+25	+25	+85	+85	+85
전압[V]	I=20[mA]	-	-	-	2.20	2.20	3.7	2.70	2.70	4.00
역전류[μA]	V = 4[V]	-	-	-	-	-	-	10	10	100
휘도[mcd]	I=20[mA]	2500	2500	2000	4000	4000	3300	-	-	-
방사파장[nm]	I=20[mA]	625	585	495	630	590	500	635	595	505
렌즈각도	I=20[mA]	-	-	-	± 15	± 15	± 15	-	-	-

위에서 살펴본 바와 같이 특허받은 제품은 단선시에 해당 LED만 교체(단독회로 구성)하여 모듈전체를 교체해야 하는 기술적, 유지보수 측면 모두에서의 불편을 감소시켰고, 정전압 기능으로 효율 안정화(일정밝기) 및 내구수명을 강화 시켰으며 도시철도의 특성을 감안 지상 및 지하에서 용도별 전압조정 기능을 갖추었다. 정전압 단독회로 구성을 위하여 소비전력이 적은 모듈 1식을 사용하였으며 직렬 10개, 병렬 20개의 LED개별 조합회로로 구성(LED 180개)하였다

2.5.2 전원공급장치(POWER SUPPLY)

《표 4》 LED 특성(VSF 15 - 24)

항 목	사 용 범 위
입력전압	AC 85[V] ~ AC254[V]
출력전압	DC 24[V]
1차측 허용전력	15[W]
2차측 허용전류	0.6[A]
사용온도	-20[°C] ~ +75[°C]

2.5.3 시험결과(시제품 비교)

2.5.3.1 동작 및 소비전력 시험

《표 5》 기존신호등 및 기타도시철도

항 목	1차 전압	2차 전압	소비전류	소비전력
기존신호등	110[V]	30[V]	0.40[A]	45[W]
기타도시철도	110[V]	21[V]	0.11[A]	12.1[W]

2.5.3.2 시험제작 SAMPLE

《표 6》 황색 LED신호등

1차전압 AC[V]	2차전압 DC[V]	소비전류 [A]	LED 개별전압[V]	소비전력 [W]	정격대비 소비전력
110	24	0.077	2.14	8.47	100.00[%]
110	23	0.064	2.08	7.04	83.11[%]
110	22	0.054	2.07	5.94	70.12[%]
110	21	0.044	2.01	4.84	57.14[%]
110	20	0.026	1.98	2.86	33.76[%]

2.5.3.3 조도시험

《표 7》 기존신호등 및 기타지하철

구분	기존신호등	○○지하철
조도측정	660[lx]	510[lx]

《표 8》 시험제작 SAMPLE(황색 LED신호등)

비교 전압	투명렌즈	요철렌즈	
		착색	투명
24[V]	4,800[lx]	2,500[lx]	4,100[lx]
23[V]	3,350[lx]	1,830[lx]	3,000[lx]
22[V]	2,330[lx]	1,280[lx]	2,100[lx]
21[V]	1,340[lx]	760[lx]	1,250[lx]
20[V]	610[lx]	350[lx]	570[lx]

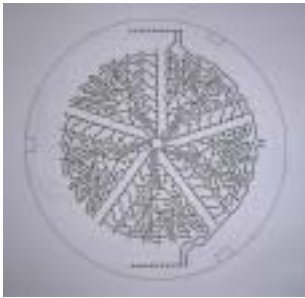
※ 조도측정은 거리제한 없이 동일조건으로 실시

2.5.4 보완 및 개선 사항 - 특허(2005. 실용신안)

《표 9》 특허출원 내용

구분		개선사항 및 효과	특허 (실용신안·디자인등록)	비고
트랜스	부하상태	부하경감 - 소비전력 경감 및 발열상태 개선 - 입 · 출력 전압안정	실용신안 (PCB패턴구성)	
	취부상태	舊 : 밖에서 안으로 취부 新 : 안에서 직접취부 - 취부 및 유지 · 보수용이		
	방열판	방열판 자중감소 : 1.5Kg→420g		
제어모듈 덮개		G, R, Y燈 색등별 식별용이 차폐, 안전, 점검용이, 운반용이	디자인 (등색식별 디스크)	

PCB에 발광원반으로 배열되는 LED군과 발광원반 LED들의 부분집합인 직렬 LED들을 구비하고 직렬 LED들의 Anode단을 병렬 접속한 것에 있어서, 동심각에 LED들을 배열하여 발광원반과 동심각 LED들을 방사선으로 등분, LED sector들을 동수의 LED집합으로 나누는 직렬 LED군끼리 직렬접속하고, 직렬접속 LED들의 Anode단을 병렬접속하는 PCB의 1면 패턴 및 2면 패턴으로 구성하였다. 또한 직렬회로와 병렬회로를 결합하여 정형 발광원반의 조성, 발광원반 LED 집합을 동심각에 균일 분포로 배열, 동심각 LED배열을 동수 LED sector로 분할하여 구동하고, 1 sector내의 LED를 동수의 직렬 LED군으로 구별하여 구동, PCB의 양면 pattern으로 직렬 LED군의 집합인 발광원반의 직렬회로와 병렬회로를 조합하고(그림2), 구동부 보호 및 발광색 식별이 용이하도록 등색식별디스크를 하우징에 부가 설치하였다(그림3).



《그림 2》



《그림 3》



《그림 4》

3. 결론

본 논고는 철도 및 도시철도 전 기관에서 사용이 확대되고 있는 LED형 신호등에 기존설비와의 원활한 인터페이스 및 충분한 안전성 확보를 위하여 이미 특허받은 시제품에 대한 제작·설치 및 시험에 관한 시험결과 보고서이며, 시험과정 중 보완한 내용으로 2005년 특허(실용신안 등록)한 사항에 관한 보고서이다. 보완이 요구된 고장발생빈도를 낮추는 방안과 램프소등검지기능 및 경보시스템 개발 방안에 대한 보고 내용을 추가하였으며, 특히 신호설비 안전관리 우선 수행에 관한 종합적이고 실현 가능한 설비 구현에 관한 사항과, 기존의 노후된 신호시설이나 교체 예정인 신호 설비들을 효율적으로 개량하기 위한 방안으로 신호 관련기술기준과 표준을 바탕으로 신호시스템의 합리적 발전에 일익을 담당코자 하였다.