

# 형광등 점등방식의 기술적 비교 검토

趙顯春(産業技術情報院(KINITI) 責任研究員, 工學博士)

孫鍾九(産業技術情報院(KINITI) 責任研究員, 經營學博士)

## 1. 서론

최근 형광램프의 수명연장과 안정기의 절전화를 위하여 많은 연구가 진행되고 있다. 이를 위하여 램프를 세관화하거나 크립톤계 혼합가스를 사용하여 동일 광출력에서 램프전력을 절감시키는 방법이 진행되고 있으며 안정기는 전력손의 저손실화 및 소형·경량화한 전자식 안정기가 현재 널리 보급되고 있다.

〈그림 1〉 및 〈그림 2〉에서 볼 수 있듯이 전자식 안정기의 생산실적은 1994년에 350만개에서 '97년에는 1,000만개에 이를 것으로 예상되고 있으며, 금액면으로는 '95년 이후부터 자기식 안정기를 추월하여 '97년에 자기식 안정기의 생산실적보다 2배 이상 생산될 것으로 보여진다. 이처럼 전자식 안정기의 사용이 크게 증가하는 것은 한국전력의 리베이트제도 도입과 생산업체의 증가에 기인한 것으로 사료된다.

그러나 전자식 안정기의 경우, 고주파 점등에 따른 전자파의 방출로 인체에 유해하고 통신장비의 교란 및 컴퓨터의 오동작을 유발시킬수 있으며 또한 가격이 비싸고 신뢰성에 대한 문제가 제기되고 있다.

자기식 안정기의 경우에도 점등방식으로 대부분 바이메탈에 의한 기계적 점접방식인 글루우스

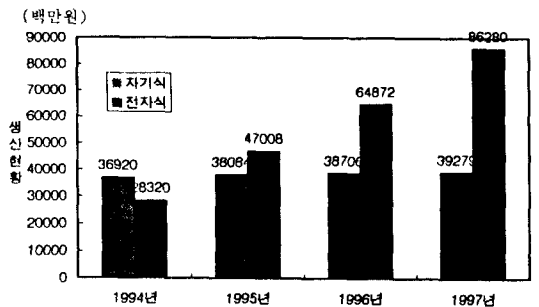


그림 1. 안정기의 연도별 생산현황 (금액기준)

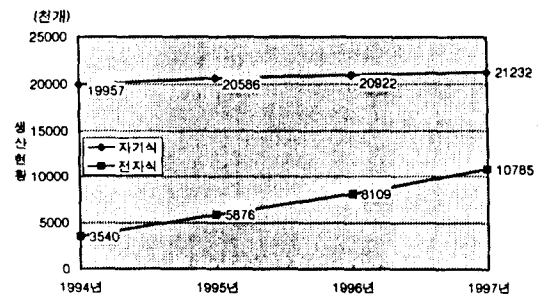


그림 2. 안정기의 연도별 생산현황 (수량기준)

타터를 사용하고 있는데 이 경우 자체수명이 짧고 예열-점등과정이 불규칙하여 램프의 조기 흑화현상 및 필라멘트의 단선이 발생하고, 전력낭비 및 램프의 잦은 교체로 인한 유지보수 비용과 램프의 폐기에 따른 환경오염이 발생하는 문

제점이 있다.

따라서 본고에서는 순간점등이 가능하고 램프의 수명연장 및 전자파 발생이 없는 전자식 스타터 점등방식에 대한 특징과 기존 방식과의 기술적 비교검토를 통하여 전자식 스타터의 사용촉진 방안에 대해서도 논의하고자 한다.

## 2. 형광램프의 점등방식

형광등은 전기에너지를 광에너지로 변환하는 기기로써 효과적으로 점등시키기 위해서는 필라멘트의 예열과 램프 양단간의 고전압 인가가 필요하다.

예열은 열전자 방출을 활발하게하여 시동을 용이하게 하고 고전압은 전극간에 아크방전을 일으키게 하는 중요한 역할을 한다.

형광램프의 점등방식은 위와 같은 조건을 수행하는 방법에 따라 아래와 같이 분류된다.

- 자기식안정기
  - 매뉴얼 스타터 (Manual Starter)
  - 글로우 스타터 (Glow Starter)
  - 전자 스타터 (Electronic Starter)
- 래피드 스타터(별도의 래피드식 안정기와 램프가 필수적임)
- 전자식 안정기(스타터가 필요없음)

### 2.1 스타터 방식

스타터 방식의 형광등 회로도는 <그림 3>과 같다. 전원이 인가되면 자기식 안정기(초크 코일형)와 필라멘트( $F_1$ ,  $F_2$ ) 및 스타터를 통해 예열전류가 흐르고 갑자기 스타터가 차단되면 자기식 안정기에서 역기전력이 발생하여 램프가 점등된다. 점등이 완료되면 스타터는 동작을 멈추고 램프의 방전전류는 자기식 안정기에 의해 제어된다.

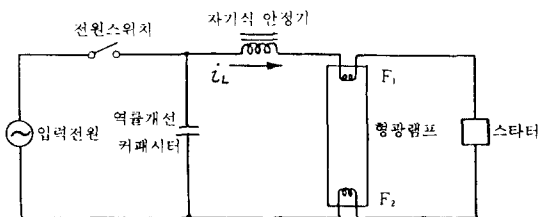


그림 3. 스타터 방식 형광등 회로도

### 2.2 래피드 스타터 방식

래피드 스타터 방식은 일반적인 스타터방식과는 달리 특수한 형태의 래피드식 안정기와 램프가 사용된다. 점등원리는 안정기의 2차 권선에 높은 무부하 전압과 전극 예열권선에 유기된 약 4V의 예열전압이 램프양단과 필라멘트에 동시에 인가되면 전극은 예열되어 열전자를 방사하고 2차 무부하 전압에 의해 램프는 시동되어 점등상태가 유지된다.

### 2.3 전자식 안정기 방식

반도체 스위치를 사용하여 AC 입력 전원을 오프라인 스위칭방식의 인버터를 통해 25 KHz ~ 45KHz 의 높은 고주파로 변환하여 스위치 온과 동시에 형광램프를 점등시키는 방식이다. 이 방식은 재래식 안정기와 비교하여 동일전력 사용시 고주파 점등으로 인한 발광효율이 최대 10% 까지 향상되어 인버터에 의한 소모전력이 안정기의 발열에 의한 소모전력보다 약 10% 정도 감소하므로 전체적으로 15% 정도 전력소모 감소 효과가 있다.

## 3. 전자식 스타터의 개발배경 및 특징

### 3.1 개발배경

앞에서 언급했듯이 형광램프에 요구되고 있는 성능으로는 스위치한 후 즉시 점등되는 것과 수명연장이다. 이를 달성하기 위하여 전자식 안정기를 채택하고 있으나 가격이 비싸고 신뢰성이 부족하며 특히 인체에 유해한 전자파를 발생시키기 때문에 이러한 문제가 전혀 없는 전자식 스타터에 의한 자기식안정기를 이용한 순간점등 방식의 보급이 필요하게 되고 있다.

이와같은 전자식 스타터는 1969년 미국에서 보조권선이 감긴 특수한 안정기에 트라이액 등 반도체 스위칭 소자를 이용한 것이 효시로, 그후 반도체 스위칭 소자의 급속한 발달로 인하여 1980년 비선형 가포화 캐패시터와 소형 고전압 스위칭용 트라이액 등을 사용하여 32W급의 램프를 시동시킬수 있는 전자식 스타터가 개발되었다. 1990년대에 들어서서는 반도체 스위칭 소자인

MOSFET를 이용하여 10~40W, 110~220V 곁용 순간점등 전자식 스타터를 개발하여 실용화하게 되었다.

### 3.2 전자식 스타터의 특성

기존의 글로우스타터는 점멸횟수로 3,000~5,000번 정도면 수명이 다하게 되고 또한 5,000번 이상부터는 형광램프에 흑화현상이 일어나고 20만번 정도면 필라멘트까지 단선되는게 일반적이다. 이에 따라 수명이 짧기 때문에 폐기처리 비용 및 환경문제가 초래되는 우려가 있다.

래피드 스타터 방식은 즉시 점등된다는 장점은 있으나 점등중에도 계속해서 필라멘트를 가열시켜야 하므로 전력소모가 많고 램프의 수명도 짧으며 가격이 비싸다는 문제가 있다.

한편 전자 안정기는 즉시 점등된다는 것과 절전의 장점은 있으나 고주파 발생으로 인체에 유해하고 통신장애를 일으킬수 있는 문제점을 가지고 있다.

이에 반하여 전자식 스타터는 순간점등이 가능하고 기존의 글로우스타터와 호환이 가능할 뿐만 아니라 전자파에 대한 유해도 없다. 전자식스타터는 무접점 반도체식으로 점멸횟수가 거의 무한정이며 형광램프에는 150만회까지 흑화현상을 거의 일으키지 않고 200만회 이상까지도 필라멘트의 손상없이 점등이 가능한 것으로 알려져 있다.

이 밖에도 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

- 불규칙하고 반복적인 점등현상이 발생하지 않아 전력손실을 방지하여 에너지 절감이 가능하다.

다.

- 스타터 및 램프의 수명연장으로 인하여 교체 및 교환 등에 소요되는 인건비를 포함한 제반 경비를 절감할수 있으며 이에 따라 환경보호 측면도 있다.

- 램프의 불규칙한 빛의 자극을 받지 않으므로 순간적인 시각장애를 일으키지 않아 시력을 보호할 수 있다.

한편 [표 1]은 종전의 점등방식과 전자식스타터의 특성을 비교한 것인데, 전자식 스타터는 순간점등에서는 전자식 안정기 방식과 거의 비슷하지만 내구성 및 가격적인 측면에서 매우 우수한 특성을 지니고 있다.

### 3.3. 전자식 스타터의 분류

전자식 스타터를 동작원리로부터 분류하면 4가지가 있다.

(a) 메이커 접점(+전자회로 방식 : 기본회로도로 바이메탈로부터 메카 접점을 통과해 SCR로 형광램프의 예열을 행하고 바이메탈 성능으로 일정시간후에 메이커 접점을 개폐시켜 형광램프를 시동시키는 방식이다. 본 방식은 메이커 접점에 의해 시동성능이 걸리는 예열시간 펄스전압이 결정되어 지는 것으로 신뢰성 확보를 위한 제조상의 주의가 필요하다.

(b) 비직선 콘덴서 이용방식 : 이 방식은 비직선콘덴서의 정전용량이 전압으로 충전에 High로부터 Low에 변화하는 것을 이용하여 시동 펄스 전압을 얻는 방식이다. 본 방식은 비직선 콘덴서를 자유진동으로 할 필요가 있으므로 성능상의

표 1. 형광램프의 점등방식 특성 비교

항 목	점등방식	자기식 안정기		래피드스타터식	전자식안정기
		전자스타터	글로우스타터		
점등시간	0.4~1.2초	불규칙	불규칙	0.8~1.2초	0.1~0.3초
내구성(수명)	반영구적	10년	10년	10년	5년
입력전력	48W	48W	48W	52W	42W
사용램프	일반램프	일반램프	일반램프	래피드식램프	일반램프
흑화시작	수만회	수천회	수천회	수천회	수천회
점등회수	(무한정)	(3,000회 내외)	(3,000회 내외)	(3,000회)	(2,000회)
가격	6,000~7,000원	2,500~3,000회	2,500~3,000회	3,500~6,000회	8,000~15,000원
서지대책	불필요	불필요	불필요	불필요	필요

표 2. 우리나라 스타터 생산업체 현황

방식	회사	사장	주소
전자식 스타터	세원전기	최홍운	안양 동안구 관양동 889-1 동일테크노타운
	일광기전	천병기	대전시 중구 용두동 161-4
	해외전자	이호성	경기도 군포시 당동 858-1
	카오스전자	이현도	전남 담양군 수북면 대방리 234
	제일조명	남용중	충남 천안시 성거읍 요방리 219-13
	진명라이팅	김진수	강원도 원주시 호저면 주산리 392-3
글로우 스타터	광원전자	고광수	경기도 파주군 파주읍 파주리 398-3
	다원전기공업사	송기욱	경기도 광명시 광명6동 350-8
	대영전자	이익재	경기도 수원시 권선구 오목천동 305
	동방전자기업사	국주환	경기도 화성군 태안면 안녕리 71
	미광전기	최광희	경기도 파주군 월롱읍 덕농리 414-2
	봉화전기	서창수	경기도 용인군 포곡면 둔전리 119-17
	삼성전기	이완표	경기도 포천군 군내면 직두리 546-2
	신화전기공업	신길휴	인천 남동구 고잔동 663-17 남동공단 96B-1
	오포전자	이헌규	경기도 광주군 오포면 문형리 761-3
	진광전자	최병헌	경기도 부천시 소사구 소사본동 65-14
	천일전자	천영용	충남 부여군 은산면 은산리 25-14
	행성전자	김행인	경기도 부천시 남구 범박동 33

배려가 필요하다.

(c) 스위칭단자의 차단성능을 이용한 방식 : SCR의 도통기간에 형광램프의 예열을 행하고 펄스전압은 SCR에 흐르는 전류가 감소한 시점에 SCR에 역바이어스 전류를 흐르는 것에 의해 SCR을 차단하고 안정기에 의해 발생되어진다. 이제 이 방식은 전원단자에 점점이 필요한 것으로 되고 3단자로 동작되도록 기존의 글로우스타터와 동일한 성능을 얻을 수 있다.

(d) 스위칭단자의 트리거 성능을 이용한 방식 : 스타터용으로서 개발되어진 고접압 고전류 증폭율의 다링톤 트랜지스터 Q를 이용하였다. 트랜지스터 Q를 반사이클 동안 예열시켜 예열전류가 흐르면 SCR을 도통시켜 고압을 얻는다.

#### 4. 국내 스타터 생산업체 현황 및 전망

##### 4.1 글로우 스타터

우리나라의 형광등용 글로우 스타터 생산업체는 '97.2월말 현재 광원전자, 다원전기, 대영전자, 동방전자, 미광전기, 봉화전기, 삼성전기, 신화전기, 오포전자, 진광전자, 행성전자 등이 있으며, 대량생산 업체로는 동방전자(2,400만개/년),

다원전기(400만개/년) 등을 들수 있다.

이들 글로우 스타터 생산업체들은 기업규모가 매우 영세하며 경쟁관계가 심하며 최근에는 스타터를 사용하지 않는 전자식 안정기 시장점유 확대로 업체들의 어려움이 예상되고 있다.

한편 글로우 스타터 생산량의 많은 부분은 일본, 브라질, 미국 등에 수출되고 있으며, 수입량은 매우 미미한 상황이다.

##### 4.2 전자식 스타터

우리나라의 전자식 스타터 생산업체는 세원전기, 일광기전, 해외전자, 카오스전자, 제일조명, 진명라이팅 등이 있으며, 이중 가장 활발하게 생산 및 판매를 하고 있는 업체는 세원전기, 해외전자 등이다.

본 제품은 시장형성이 제대로 되어 있지 않아 대부분 주문시 마다 생산 및 판매에 응하는 형태를 취하거나 생산기술만 보유하고 시장이 형성될 때를 기다리고 있는 형편이다. 따라서 업체들은 기존의 글로우스타터 및 전자식안정기와 경쟁을 최소화하면서 반도체식 스타터 특유의 경쟁력을 가지고 있는 새로운 시장분야인 ON-OFF 동작이 많은 곳, 냉장고, 살균기, 엘리베이터, 지하철,

통신기기 설치건물 등의 시장개척에 노력하고 있다. 또한 최근에는 일부업체에서 전자식 스타터의 시장이 이미 형성되어 있는 해외시장 개척에도 노력하고 있다.

## 5. 결 론

앞에서 설명하였듯이 전자식 스타터는 자기식 안정기와 결합함으로써 전자식 안정기의 장점과 기존의 글로우 스타터의 장점을 만족시킬수 있어 국가적 에너지 절감 및 비용절감, 환경문제 등을 일부 해결할수 있기 때문에 전자식 스타터의 사용확대가 기대되고 있으나, 현재 전자식 스타터는 가격이 저렴한 글로우 스타터 및 최근에 시장 규모가 급격하게 증가되고 있는 전자식 안정기와 의 경쟁관계로 당분간은 시장확대에 어려움이 예상되고 있다.

따라서 앞으로 전자식 스타터의 사용을 확대하

기 위해서는 다음과 같은 지원이 있어야 할 것으로 사료된다.

첫째, 전자식 스타터의 사용촉진을 위해 전자식 안정기의 예에서와 같이 전자식 스타터 채용업체에 대해서 리베이트제도를 도입해야 할 것임.

둘째, 정부에서는 기능 및 부품의 축소·대체를 통한 VALUE ENGINEERING 으로 전자식 스타터의 생산원가를 인하하기 위한 기술개발 자금지원을 확대해야 할 것임.

셋째, 전자식 스타터의 장점을 지속적으로 홍보해야 할 것임.

넷째, 업체에서는 기존의 글로우스타터 및 전자식 안정기와 의 경쟁을 최소화하면서 전자식 스타터 특유의 경쟁력을 가지고 있는 새로운 수요처를 계속해서 발굴해야 할 것임.

다섯째, 자기식 안정기 업체와 전자식 스타터 업체의 공동개발 노력이 있어야 할 것임.

## ◇ 著 者 紹 介 ◇



조 현 춘(趙顯春)

1961년 10월 13일생. 1984년 한양대 금속공학과 졸업. 1986년 한양대 재료공학과 대학원 졸업 (공학석사). 1992년 한양대 재료공학과 대학원 졸업 (공학박사). 1995~1996년 프랑스 INSA de Lyon (Post-Doc). 1989~현재 산업기술정보원 전자전기부 및 산업무역부 책임연구원.



손 종 구(孫鍾九)

1966년 11월 28일생. 1988년 명지대 무역학과 졸업. 1991년 명지대 무역학과 대학원 졸업 (경영학석사). 1995년 명지대 무역학과 대학원 졸업 (경영학박사). 1988~1989년 (주)럭키 노무부 근무. 1993~현재 명지대·관동대 강사. 1996~현재 산업기술정보원 산업무역부 책임연구원.