

# 네온사인 기능을 수행하는 형광램프용 전자식 스타터

(A Electronic Starter for Fluorescent Lamps for use as Neon Signs)

송상빈\* · 곽재영 · 여인선 · 임건호

(Sang-Bin Song \* · Jae-Yong Gwarg · In-Seon Yeo · Keon-Ho Lim)

## Abstract

In this paper we develop an electronic starter circuit that is suitable for Neon sign operation of switch-start fluorescent lamps. The developed starter enable single pulse ignition of fluorescent lamp at the peak point of preheating current, irrespective of the position of the Turn-On signal. This is possible due to the sequential operation of two transistors different in their operation characteristics and a diode operation characteristic. The switching endurance test using this starter has been carried for more than 3000 hours for a single switch-start on a severe blinking condition of preheating of 0.1s and of successive lighting interval of 0.1s.

## 1. 서 론

현대 산업구조의 서비스 계통분야가 매우 빠른 속도로 발전함에 따라, 조명부분에서 상업광도에 사용되는 분야가 차지하는 비중이 계속적으로 증가되고 있는 실정에 있다. 그러나, 광고용 조명기구나 기구, 시스템은 아직까지 다른 조명분야에 비하여 효율이 낮고 비능률적인 요소를 많이 포함하고 있다. 특히 대부분의 광고판에는 네온관을 주로 사용하고 있으며, 이 네온관은 효율이 비교적 낮으며 가격이 비싸다. 또한 네온관에 누설변압기를 이용함으로써 효율은 떨어지고 점멸시에는 고전압이 연속적으로 개폐되어 아아크가 발생하는 문제점이 있다.

따라서 기존 네온관보다 전력량의 소비를 30[%]이상 줄일 수 있고 미적 효과를 극대화 할 수 있는 형광램프를 광고판용으로 사용하는 연구가 진행되고 있다. 그러나 현재 제품으로 나와있는 형광램프용 구동회로를 사용할 경우, 충분한 램프 및 안정기의 수명을 보장받을 수 없고 회로소자의 소손이나 과열에 따른 위험성을 내포하는 단점이 있다[1]. 그러므로 램프와 안정기의 수명을 보장할 수 있고 다양한 점멸에 의한 Sign효과를 극대화가 보장될 뿐만 아니라 기존의 자기식 안정기를 사용할 수 있는 구동회로의 개발이 시급하다.

이 연구에서는 현재 많이 사용되고 있는 20, 40[W] 직관형 형광램프와 자기식 안정기를 이용하여 네온사인 기능을 나타내는 형광램프용 전자식 스타터를 개발하는데 있으며, 잦은 점멸동작(약 5[Hz])에도 3,000시간 이상의 형광램프 수명이 가능하고 램프의 ON/OFF 동작신호에 따라 정확히 점등 동작하는 특성을 가지고 있도록

하였다. 또한 개발된 전자식 스타터를 이용하여 형광램프의 시동특성 시험과 점멸동작(약 5[Hz]) 시험을 하였으며, 이를 통하여 이 회로의 타당성을 규명하였다.

## 2. 형광램프용 점멸회로

### 2.1. 형광램프의 시동과 수명의 관계

#### 가. 형광램프의 시동 방법

형광램프의 시동시에는 필라멘트 전극에 충분한 전류를 흘려 전극의 에미터로부터 열전자가 방출되면, 양 전극사이에 충분한 전압을 인가함으로써 기체 방전을 일으켜서 점등시킨다. 일단 점등이 되면 시동 때보다는 낮은 전압으로 방전을 유지할 수 있게 된다.

그러나 형광램프의 시동 초기에는 자유전자와 수은원자의 비탄성충돌에 의한 여기와 전리가 일어나도록 하기 위해, 전원전압보다 훨씬 높은 시동전압이 필요하게 된다. 이러한 초기 높은 시동전압을 낮추어 형광램프가 확실하게 점등되도록 하기 위한 방법들이 여러 가지 제시되고 있다.

전자식 스타터의 경우에는 전극을 가열하여 충분한 자유전자의 수를 증가시켜서, 초기 시동 전압을 낮추어 램프를 시동하는 방식이다.

#### 나. 시동특성이 램프수명에 미치는 영향

일반적으로 방전램프는 시동초기에 큰 시동전류가 흐르는데, 예열시동회로의 형광램프의 경우에는 양 필라멘트를 통한 큰 단락예열전류가 흐르기 때문에 전극의 수명을 짧게 할 가능성이 많다. 따라서 스위칭 횟수를

빈번히 할수록 램프수명은 짧아지게 된다.

그러나 예열전류가 너무 낮아도 좋지 못하다. 텅스텐 전극으로부터 충분한 자유전자가 방출할 수 있는 온도는 800[°C] 정도이므로, 예열전류는 이 값을 보장할 수 있는 정도여야 하며, 그렇지 못할 경우 램프는 냉음극 시동을 하게 된다. 그림 1은 냉음극 시동이 형광램프의 수명에 미치는 영향을 나타내는 것으로, 램프에서 일어나는 모든 시동 과정 중 반 정도가 냉음극 시동에 의한 것이라면 램프수명은 30[%]까지 단축될 수 있다[2][3].

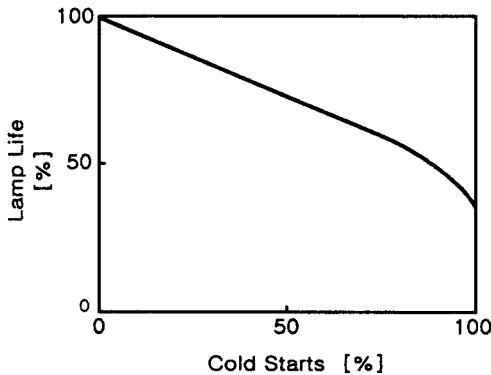


그림 1. 냉음극 시동이 형광램프의 수명에 미치는 영향

Fig. 1. Life according to the percentage of cold starts.

## 2.2. 전자식 스타터에 의한 예열시동회로

형광램프용 전자식 스타터는 기존의 자기식 안정기에 글로우 스타터를 사용하는 조명시스템에 있어서 글로우 스타터 부분을 전자회로로써 구현하여 대체하고자 한 것이다. 이는 반도체 스위칭소자의 스위칭 동작에 의해서 형광램프에 충분한 예열전류를 흘려주고, OFF시에  $e = L di/dt$ 의 높은 인덕션전압의 형태로 형광램프 양단에 인가하여 형광램프를 점등시키는 방식이다. 따라서 기존의 글로우 스타터와 마찬가지로 형광램프의 필라멘트를 충분히 예열하여 형광램프를 원활하게 시동시키는 것이 목적이지만, 시동특성에서 탁월한 우수성을 갖는다. 그림 2는 전자식 스타터의 기본회로도다 나타내고 있다.

그림 2에서 보인 기본 회로도에 있어서, 회로 구성은 정류회로(A), 스위칭회로(B), 타이머회로(C)로 이루어져 있다. 정류회로(A)는 보통 전파정류와 반파정류로 구분할 수 있으며, 전파정류는 반파정류보다 낮은 예열전류를 나타낼 수 있다. 또한 전자식 스타터는 저항과 캐패시터로 구성된 타이머회로(C)로써 캐패시터의 충전시간

을 조절할 수 있으므로, 이를 이용하여 예열 시간을 단축시킬 수 있어서 빠른 점등이 가능하다. 또한 반도체 스위칭소자의 ON, OFF로 인하여 일발점등이 가능하다. 이러한 일발점등은 기존 글로우 스타터의 바이메탈 접점 개폐에 의한 방식에 있어서 여러 차례의 높은 펄스 전압이 인가되는 것보다 필라멘트에 영향을 적게 주게 되어 형광램프의 수명을 대폭 늘릴 수 있으므로 기존의 글로우 스타터에 비하여 큰 장점이라고 할 수 있다[4].

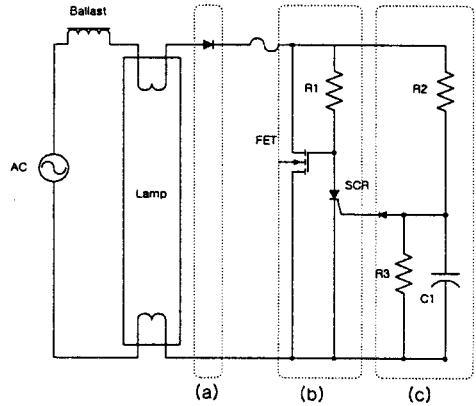


그림 2. 전자식 스타터에 의한 예열시동회로의 기본 회로도

Fig. 2. A Simple circuit of an electronic start to perform basic functions.

한편, 형광램프용 전자식 스타터는 여러 가지 부가기능을 가지는 회로를 첨가해야 한다. 이는 저온시나 램프 이상 상태로 인하여 램프가 일발점등을 실패할 경우에는 지속적으로 예열 및 점등시동펄스 전압을 인가할 수 있는 회로가 있어야 하고, 이 회로에 의한 지속적인 예열동작으로 인한 스위칭 소자의 과열을 방지하기 위한 보호회로도 필요하다[5].

## 2.3. 네온사인용 전자식 스타터의 요건

기존의 자기식 안정기에 전자식 스타터를 이용한 점멸회로는 자기식 안정기에 전자식 스타터의 스위칭 소자를 사용하여 충분한 예열전류를 공급한 후 램프 점등 펄스 전압을 공급하여 램프를 점등시킨다. 이러한 방식은 초기 설치 비용이 적게 들고 형광램프의 빠른 점멸 동작에도 램프수명은 양호한 특성을 가지고 있지만, 저온시나 불충분한 예열전류가 흐를 경우에는 램프 ON/OFF 동작이 매우 불안하고 스위칭 소자의 소손이 발생될 우려가 높은 단점이 있다.

이 연구에서는 기존의 자기식 안정기를 그대로 사용하되 네온사인용으로 적합한 전자식 스타터를 개발하고

자 한다. 이와같은 형광램프의 네온사인용 구동회로에는 다음과 같은 특성이 요구된다.

- 상용 주파수, 입력전압에 동작하고 상용 램프(20[W], 40[W])의 종류에 관계없이 동작
- 원하는 시간에 정확한 램프 ON/OFF 동작
  - 램프 ON/OFF 신호에 의한 스타터회로의 정확한 동작
  - 저온시나 램프 점등 실패시 지속적인 펄스전압의 공급으로 램프 점등
- 점멸 동작에도 충분한 램프 수명 보장
  - 점멸동작에도 램프 수명이 3,000시간 보장
  - 초기 예열동작시 나타나는 안정기에 의한 높은 피크 전류의 발생 방지
- 점멸 동작에 의한 스위칭 소자나 회로소자의 소손 방지 및 수명 보장

### 3. 네온사인용 전자식 스타터의 회로 구성

개발된 네온사인용 전자식 스타터는 크게 램프 ON/OFF 제어부, 정류부, 스위칭부, 스위칭 제어부로 나눌 수 있으며, 전자식 스타터의 회로도에는 그림 3과 같다.

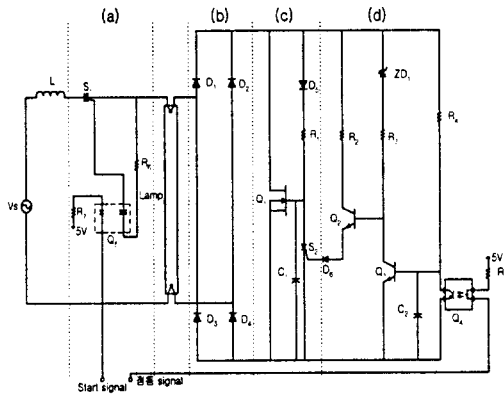


그림 3. 네온사인용 전자식 스타터의 회로도  
Fig. 3. A proposed circuit of an electronic starter for use as Neon signs.

#### 3.1. 램프 ON/OFF 제어부

램프에 교류전원을 공급하거나 제거함으로써 램프를 ON/OFF 제어할 수 있으며, 이를 위해 비교적 교류회로의 스위칭 소자로서 많이 쓰이는 3단자 교류스위치 TRIAC을 사용하였다. 게이트 제어회로는  $R_6$ 과 포토 트

라이악(MOC3041)을 사용하였으며, 저항  $R_6$ 은 트라이악의 MT1과 게이트 사이에 위치하여 게이트에 흐르는 전류를 억제하는 역할을 한다.

#### 3.2. 정류부

스타터의 정류부는 DC전압에서 동작하는 스위칭 소자인 FET를 위하여, AC를 DC로 변환하는 역할을 한다. 이러한 스타터의 정류부는 전파정류와 반파정류를 사용하는 데, 개발된 점멸용 전자식 스타터는 잦은 점멸 동작을 수행해야 하기 때문에 반파정류보다는 전파정류를 사용하였다. 만일 반파정류를 사용할 경우에는 약 3~4[A]의 전류가 흐르게 되어, 짧은 시간동안 예열과 점등이 지속적으로 이루어지는 점멸동작에서는 필라멘트에 많은 전류가 흐르게 된다. 따라서 램프의 필라멘트와 안정기의 온도 상승을 초래하게 되어 램프 및 안정기의 수명이 짧아지게 되는 단점을 가지게 된다.

#### 3.3. 스위칭부

필라멘트에 직접적으로 예열전류를 공급하고 램프 시동시 충분히 높은 시동 펄스 전압을 공급하는 역할을 한다. 개발된 전자식 스타터의 스위칭 소자  $Q_1$ 로서, 간단히 게이트 회로를 구성할 수 있고 빠른 스위칭 동작과 전원전압보다 충분히 높은 Breakdown 전압을 갖는 IRF830을 사용하였다.

스위칭 소자  $Q_1$ 의 게이트 전압을 제거하여 스위칭 소자를 OFF시키기 위해서, 게이트와 소오스 사이에 SCR을 삽입하였다. SCR은 램프 시동시나 램프 점등중에 계속적인 ON동작을 할 수 있도록 충분히 낮은 유지전류( $I_{H0}$ )를 가져야하며, SCR을 동작시키는 데 필요한 총 게이트 전류( $I_{GT}$ )가 낮으면서도 빠른 동작 특성을 가져야만 한다.

다이오드  $D_5$ 와 저항  $R_1$ 을 사용하여 스위칭 소자  $Q_1$ 의 게이트에 전류를 공급하고 이를 억제하여 예열동작 및 스위칭 동작을 원활하게 해 준다. 그리고 스위칭 소자  $Q_1$ 의 게이트와 소오스 사이에 캐패시터  $C_1$ 을 삽입하여 스위칭 소자의 초기 동작시 안정기에 의하여 발생하는 피크성 예열전류의 흐름을 방지하여 잦은 점멸동작에도 필라멘트의 수명을 보장한다.

#### 3.4. 스위칭 제어부

필라멘트 예열전류의 Peak점에서 SCR의 게이트전류가  $I_{GT}$ 에 도달됨으로서 램프에 높은 펄스전압이 공급되고, 램프점등 중에는 SCR이 계속적으로 동작할 수 있도록 게이트에 전류를 공급하는 역할을 담당한다.

트랜지스터  $Q_2$ 는 SCR의 게이트 전류를 직접적으로 제어하여 SCR의 스위칭 동작을 제어하는 소자로서, 비교적 소신호·소전류에서 동작 특성이 양호하고 빠른 ON/OFF 특성을 갖는다. 또한 트랜지스터  $Q_2$ 의 에미터와 SCR사이에는 다이오드  $D_6$ 를 삽입하여, 다이오드의 순바이어스 도통 전압에 의해 SCR의 게이트에 전류를 빠르게 공급할 수 있도록 하였다.

트랜지스터  $Q_3$ 는 트랜지스터  $Q_2$ 의 베이스 전류를 제어하여 필라멘트 예열전류가 피크점에 도달할 때  $Q_2$ 가 동작하도록 하는 역할을 한다. 여기서 저항  $R_3$ 를 충분히 높게 준다면,  $Q_2$ 의 베이스 전류가 정류전류의 피크점에서 동작하게 되는 것이다. 이러한 트랜지스터의 시퀀스 동작으로 인하여 예열전류의 피크점에서 램프시동 전압이 공급된다. 또한 트랜지스터  $Q_3$ 의 베이스에 연결된 저항  $R_4$ 와 캐패시터  $C_2$ 는 램프 점등실패시 커패시터의 충방전에 의해서  $Q_3$ 를 ON/OFF함으로써 지속적인 램프점등 펄스전압을 공급하게 한다.

## 4. 네온사인용 전자식 스타터의 회로 동작

### 4.1. 예열동작

#### 가) 램프에 전원전압 공급

먼저 Start 신호가 High에서 Low로 전환됨에 따라 포토 트라이악  $Q_6$ 내의 포토 다이오드가 순방향 전압이 걸리고, 이에 따라 포토 트라이악이 ON 동작을 하게 된다. 포토 트라이악이 동작하면, 저항  $R_6$ 을 통하여 주 회로내 트라이악( $S_1$ )의 게이트에 전류가 인가되어 램프에 전원이 공급된다.

#### 나) FET의 ON 동작

트라이악  $S_1$ 이 동작하면 전원전압이 안정기를 거쳐 램프 필라멘트로 전달되고, 필라멘트에 연결된 정류회로를 통해 전파 정류 전압이 전자식 스타터에 공급된다. 이러한 전파 정류 전압은 다이오드  $D_6$ 와 저항  $R_1$ 을 통하여 FET의 게이트에 전류가 공급되고 FET가 도통하게 된다. 이러한 FET의 도통은 필라멘트에 예열전류를 흐르게 하고, 점등 신호가 포토 커플러  $Q_4$ 에 인가되어 SCR이 도통될 까지 예열전류가 공급된다.

여기서 FET의 초기 도통 동작시에 안정기의 인덕턴스 성분의 영향으로 FET에 순간 높은 피크전류(약3[A] 정도)가 흐르게 된다. 이는 필라멘트에 순간적으로 높은 전류가 흐르게 되어 필라멘트에 Stress를 가하여 램프 수명이 짧아지게 된다. 이를 방지하기 위하여 FET의 게이트와 소오스 사이에 캐패시터  $C_1$ 을 삽입하여, 초기 인덕턴스 성분의 동작을 감소시켜서 이러한 현상을 방지한다.

### 4.2. 점등 펄스 동작

#### 가) 높은 시동펄스 전압 공급

예열시간이 지난 후 점등 신호가 High에서 Low로 전환하게 되면, 램프 예열전류의 Peak점과 전원전압이 중첩되는 부분에서 FET가 바로 OFF되어야만 형광램프에 높은 펄스 전압이 공급되어 일발점등이 된다. 그러나 점등 신호가 High에서 Low로 변환하여 FET가 바로 OFF된다면, 램프 예열전류는 교류성분이기 때문에 반드시 전류 피크점에서 스위칭 동작을 하지 않는다. 즉 높은 시동펄스 전압을 램프에 발생시키지 못하여 점등 실패의 원인이 된다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 개발된 네온사인용 전자식 스타터는 다음과 같은 방법으로 해결하였다.

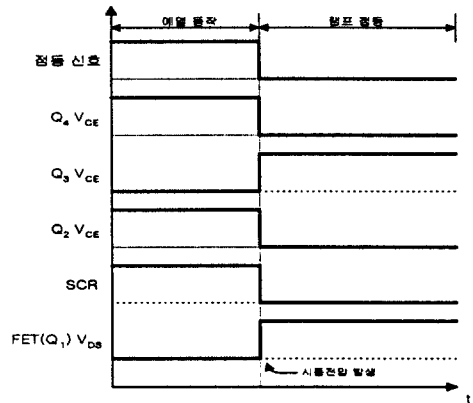


그림 4. 트랜지스터의 시퀀스 동작에 따른 타임차트  
Fig. 4. Time chart according to the sequential operation of tow transistors.

#### 1) 트랜지스터의 시퀀스 동작

트랜지스터의 시퀀스 동작에 의하여 예열전류 피크점에서 FET가 동작하게 함으로서 램프에 높은 펄스 전압을 발생시키도록 하였다.

먼저 예열 동작시 트랜지스터  $Q_3$ 는 포토 커플러  $Q_4$ 가 동작하지 않기 때문에, 저항  $R_4$ 에 의해 안정적으로 ON상태를 유지하고 트랜지스터  $Q_2$ 는 OFF 상태를 유지한다. 이 상태에서 점등 신호에 의해 포토 커플러가 도통되고, 이로 인하여 트랜지스터  $Q_3$ 는 베이스 전류의 감소에 의해 OFF상태가 되어 트랜지스터  $Q_2$ 를 도통시킨다. 그러나 트랜지스터  $Q_2$ 는  $Q_3$ 에 비해 상대적으로 높은 베이스 전류가 흘러야만 도통되기 때문에, 충분히 높은 저항  $R_3$ 에 의해 예열전류가 낮은 구간에서는  $Q_2$ 가 도통되지 않고 어느 정도 높은 예열전류 구간에서 트랜지스터  $Q_2$ 가 동작하게 된다. 즉, 높은 예열전류 구간에

서 SCR을 도통시킴으로서 높은 펄스 전압을 발생시킬 수 있는 가능성이 증가하게 된다.

위의 그림 4는 점등신호에 의한 스위칭 소자의 시퀀스 동작을 나타낸 그림이다.

2) SCR의 게이트 회로에 다이오드(D<sub>6</sub>)와 제너다이오드(ZD<sub>1</sub>)을 채용

이렇게 높은 예열전류 구간에서 트랜지스터 Q<sub>2</sub>가 동작되더라도 전자식 스타터에 공급되는 전과정류 전압이 너무 낮게 되면, 이것 역시 매우 낮은 시동 펄스 전압이 나타나게 된다.

이를 해결하기 위해, SCR의 게이트 회로에 다이오드 D<sub>6</sub>과 제너다이오드 ZD<sub>1</sub>를 삽입함으로써 공급되는 전압이 어느 정도의 전압 이상이 될 때 게이트에 전류가 흐르게 됨으로서 램프에 충분히 높은 시동 펄스 전압이 발생하게 된다.

그림 5는 반전된 점등 신호에 의해 램프 예열 전류의 Peak값에서 램프가 점등됨을 보이고 있다.

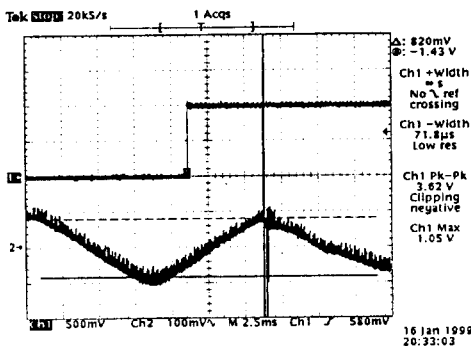


그림 5. 점등 신호에 의한 시동펄스 전압  
Fig. 5. Single pulse Voltage by the Turn-On signal.

#### 나) 점등 후 SCR의 안정적인 동작

이렇게 높은 시동 펄스 전압에 의하여 램프가 점등된 후에는 전자식 스타터의 양단 전압은 램프 전압과 동일하게 된다. 이러한 스타터의 양단전압은 SCR의 게이트 회로소자인 다이오드, 트랜지스터의 동작전압보다 매우 높기 때문에 충분히 SCR을 도통시켜서 램프가 안정적으로 점등되게 한다.

그러나 램프 종류가 20[W]나 40[W]일 경우에는 전자식 스타터의 양단전압이 매우 다르고 램프 전류도 다르기 때문에, 각각의 스위칭 소자의 전류 제어 저항이나 회로소자를 적당한 값으로 선정해야 한다.

#### 4.3. 점등실패시 계속적인 펄스 신호 공급

저온시나 램프 이상 동작시에는 높은 시동 펄스전압을 공급하여도 점등이 실패되는 경우가 높다. 특히 형광램프를 네온사인용으로 사용할 경우에는 실외에서 동작하기 때문에 이러한 현상이 많이 나타나게 되어 이러한 문제가 두드러지게 나타날 것이다. 따라서 개발된 전자식 스타터는 트랜지스터 Q<sub>3</sub>의 베이스와 에미터 사이에 캐패시터를 첨가하여 이를 해결하였다.

동작을 살펴보면, 먼저 점등 신호가 변환하여 포토커플러 Q<sub>4</sub>가 도통하게 되고, 트랜지스터 Q<sub>3</sub>는 OFF상태가 되어 램프의 시동 펄스 전압이 공급된다. 이 때 램프가 점등이 되면 전자식 스타터의 양단 전압이 전원전압보다 낮아서 높은 저항값을 가진 R<sub>4</sub>에 의해 C<sub>2</sub>에 충·방전 전류는 매우 낮아진다. 이렇게 낮은 충·방전 전류는 Q<sub>3</sub>의 베이스에 충분한 전류를 공급하지 못하게 되어 Q<sub>3</sub>가 OFF상태를 유지하게 됨으로써 SCR이 계속적으로 동작하게 된다. 그러나 점등이 실패되면 전원전압이 전자식 스타터의 양단에 공급되기 때문에, 이 전압의 피크지점에서 R<sub>4</sub>에 의한 C<sub>2</sub>의 충·방전 전류가 충분히 높게 되어 Q<sub>3</sub>를 매우 짧은 시간 동안 동작시킴으로서 전원전압의 피크지점에서 펄스 전압이 지속적으로 발생하게 된다. 이에 따라 램프가 점등될 때까지 계속적으로 펄스동작을 하게 된다.

그림 6에서는 예열동작 후 시동 펄스전압이 발생되어도 램프가 점등되지 않을 경우에 있어서의 재점호 펄스 전압이 나타나는 것을 보여주고 있다. 여기서 펄스전압은 전원전압의 피크점에서 발생하게 되고 이 동작은 램프가 점등될 때까지 계속적으로 동작하게 된다.

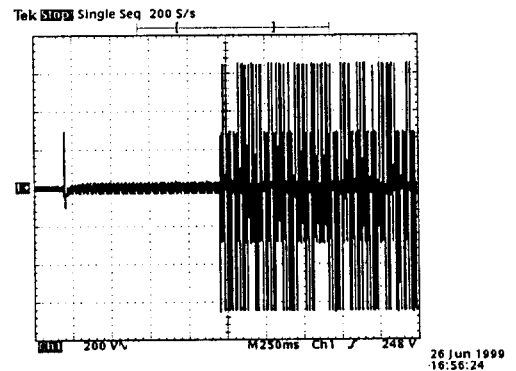


그림 6. 점등 실패시 재점호전압이 발생하는 램프 전압 파형  
Fig. 6. Lamp voltage waveform showing re-striking voltage at the ignition failure.

## 5. 점멸동작시 형광램프의 수명시험

이 논문에서 제안한 전자식 스타터를 이용하여 T12/40[W] 형광램프를 점멸시켰으며, 100[msec] 예열과 100[msec] 점멸주기로 램프를 동작시켜서 램프의 상태와 안정기의 상태를 알아보았다. 빈번한 예열은 램프의 필라멘트와 안정기에 나쁜 영향을 주게 되는데, 시험결과 안정기는 주위온도 25[°C] 부근에서 약 60[°C]의 온도를 유지하고 있어서 매우 양호한 특성을 보이고 있음을 알 수 있다.

또한 램프의 수명은 램프 양단의 흑화 정도로서 알아볼 수 있는데, 그림 7은 램프의 점멸동작의 시간 경과에 따른 램프의 흑화 정도를 나타내고 있다. 이로부터 과도한 점멸에도 불구하고 램프의 흑화 진행 상태가 비교적 양호함을 알 수 있다.

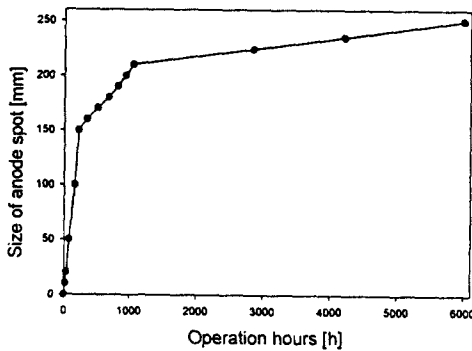


그림 7. 점멸동작에 의한 흑화의 크기

Fig. 7. Growth of anode spot according to operation hours.

또한 형광램프 수명은 약 6,000시간 정도 경과한 후에 일발점등 실패로 형광램프가 정상 동작 되지 않음을 알 수 있었고, 이때의 점멸횟수는 약 1억번 정도로 매우 양호한 특성을 나타내었다.

## 5. 결 론

형광램프를 네온사인으로 사용할 경우에는 램프의 ON/OFF 동작에 매우 빠르게 반응해야 하며, 다양한 점멸동작에서도 양호한 특성을 나타내어야 한다. 또한 지속적인 빠른 ON/OFF 동작에서도 램프의 수명 및 안정기의 영향을 최소화시켜야 한다. 이 연구에서는 기존의 자기식 안정기와 직관형 형광램프를 사용하여 네온사인 기능을 수행할 수 있는 전자식 스타터를 개발하고, 개발된 전자식 스타터를 이용하여 형광램프와 안정기의

특성시험을 통하여 다음과 같은 결과를 알 수 있었다.

1. 점등신호에 따라 형광램프의 일발 점등이 가능하도록, FET 스위칭 소자와 SCR의 동작에 의한 예열전류 및 펄스전압의 발생 시점을 TR의 시퀀스적인 동작에 의해 예열전류의 피크점에서 이루어지도록 함으로써 단발 펄스 전압에 의한 점등이 가능하였다.
2. 캐패시터의 충전전 전류에 의한 TR의 동작으로 빠른 재점화 시동전압을 발생시킴으로써, 예열시간 100[msec]와 같은 짧은 예열전류 구간에서도 시동 및 점멸이 가능하게 되었다.
3. 점멸주기가 200[msec]의 매우 빠른 램프 동작에서도 스위칭 소자의 과열없이 약 3000시간 이상의 램프 수명을 나타내는 매우 양호한 특성을 나타내었다.
4. 앞으로 개발된 전자식 스타터를 이용하여 형광램프를 네온사인으로 사용할 수 있도록 하는 최적의 전자식 스타터의 제어회로를 개발해야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- (1) M. Gyoten, K. Ito and N. Yoshikawa, "Development of an electronic starter for fluorescent lamps," J. of IES, Vol. 24, No. 2, Summer 1995, pp.86-90.
- (2) I. S. Yeo, J. Y. Gwark, and Y. C. Jung, "Development of an electronic starter for fluorescent lamps with optimum filament preheating by FET switching," Conference Proceedings of the 3rd Lux Pacifica '97, Nagoya, Japan, 1997, pp.B120-B124.
- (3) D. J. Martin, "Electronic Starter for Discharge Lamps," UK Patent GB 2201307A, Aug. 1988.
- (4) D. H. Lee, S. B. Song, and I. S. Yeo, "Development of an electronic starter using a half-wave rectifier for fluorescent lamps," Proceedings of KIEE Summer Annual Conference 98, Kyungju, Korea, 1998, pp.2088-2090.
- (5) In-Seon Yeo, Dong-Ho Lee, Sang-Bin Song, "A Simple Electronic Start Capable of End-Of-Life Protection for Fluorescent Lamps," Proceedings of 14th Annual IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC99), Dallas, USA, March 14-18, 1999.