

放電燈用 安定器의 技術現況

Technology Trends of Ballasts for Discharge Lamps
for Discharge Lamps

차 례

- I. 序 論
- II. 放電燈安定器의 機能
- III. 電子式點燈回路와 電子部品動向
- IV. 電子式安定器의 動向
- V. 電子式安定器의 評價
- VI. 電子化의 課題
- VII. 結 論

李 相 國

産業研究院 責任研究員

1. 序 論

최근 조명분야에서는 에너지절약 차원에서 각종 고효율광원의 개발에 따라 전력사용량이 많은 放電燈에의 기대는 크게 되었다. 특히 放電現象을 이용한 光源은 램프 점등시에 나타나는 負性抵抗特性 때문에 반드시 點燈回路가 필요하다. 따라서 이 방전램프의 점등회로 즉 安定器의 성능을 개선하기 위해 많은 노력이 기울어져 왔다.

放電燈安定器에 대한 개선은 먼저 磁氣回路式安定器의 磁氣回路와 구성재료의 개량이며 그 다음이 點燈回路의 전자화이다. 이 점등회로의 전자화는 新素材, 電子디바이스의 사용, 고주파변환과 같은 제 기술 특히 전자기술을 도입함으로써 小型輕量化, 高效率化, 高機能化가 활발하게 진전되어 그 기술적 양상도 변해가고 있다.

여기서는 放電燈安定器의 기능 및 종류, 선진 외국의 電子式點燈回路와 電子부품동향, 電子式安定器의 동향과 평가방법 및 과제에 대해 기술한다.

2. 放電燈安定器의 기능

자기회로식 안정기의 기능은 이미 여러가지 관점에서 논의되어 왔기 때문에 전자식안정기에 역점을 두고 안정기의 기능을 알아보기로 한다.

1) 동작원리

방전램프는 기체방전 중에서 勵起상태에 있는

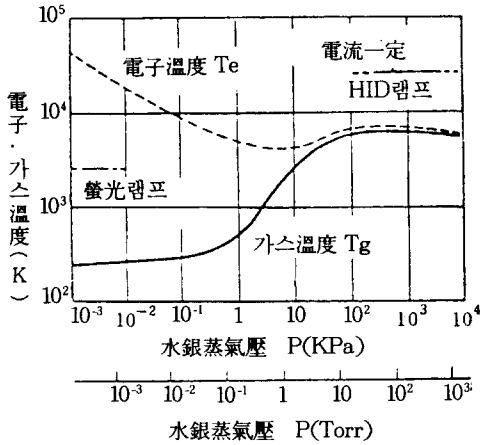


그림 1 水銀蒸氣의 壓力과 電子·가스溫度

원자가 基底상태로 이행할 때 에너지 차에 상응한 광을 방사하는 현상을 이용한 것이다. 방전램프의 종류는 램프관내의 압력에 따라 고압방전램프와 저압방전램프로 나눌 수 있으며 그 동작압력은 그림 1과 같다.

방전램프의 電氣特性은 기체의 종류, 램프의 종류, 용량, 주위온도, 시동특성, 램프의 점등주파수에 따라 변화하지만 방전램프의 기본동작은 시동시에 소정의 전압, 전류를 필요로 하고 방전상태에서는 그림 2와 같이 전압전류특성이 負抵抗特性을 보여 교류점등시에 아주 높은 再點弧電壓을 필요로 한다. 따라서 방전램프를 안정되게 점등하기 위해서는 이러한 조건들을 만족시키는 안정기를 필요로 한다.

2) 性能 및 機能

安定器에 요구되는 성능과 기능은 다음 사항을 들 수 있다.

- ① 전원전압변동 및 램프의 주위온도 변화에 대해 光出力이 안정되어 있을 것.
- ② 램프고유의 수명시간을 충분히 보장할 수 있는 점등방식일 것.
- ③ 소형경량일 것.
- ④ 安定器의 전력손실이 적고 램프의 광출력을 유효하게 끄집어 낼 것.
- ⑤ 고신뢰성이며 안전할 것.
- ⑥ 램프의 시동시간이 짧을 것.

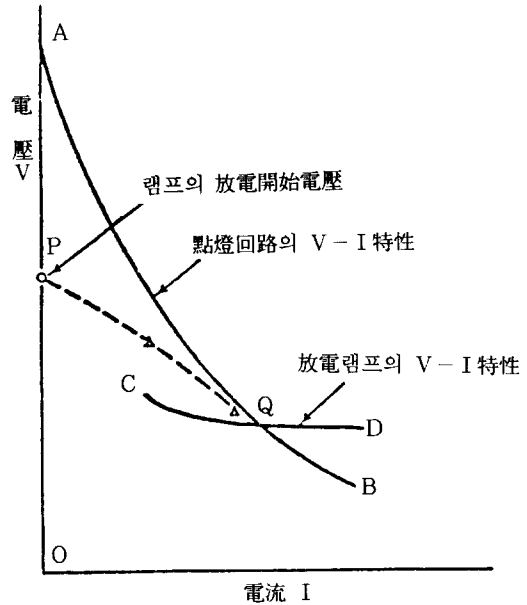


그림 2 點燈回路와 放電램프의 實效值 電壓-電流의 V-I 曲線
O-P-Q : 點燈動作曲線

- ⑦ 저렴할 것.
- ⑧ 低騒音일 것.

이들 중 ③, ④항목을 제외한 항목들은 이미 일정한 수준까지 도달되어 있다. 小型輕量化는 조명기구의 소형경량에 직접 영향을 미치므로 방전등을 사용하기 쉽게 하고 용도를 확대하기 위해서도 필요하다. 低損失化는 최근 에너지절약 측면에서 가장 중요시 되어야 할 사항이며 특히 선진외국에서 제품화되고 있는 安定器의 전자화에 대한 목적과 착안점은 다음과 같다.

- ① 半導體素子를 사용함으로써 종래의 磁氣回路式安定器 보다 소형경량화된다.
- ② 安定器의 손실을 저감시켜 高效率化함과 동시에 高周波點燈을 채택하여 램프의 발광효율을 높이고 방전점등시스템의 光源效率를 높인다.
- ③ 램프의 전기특성에 대한 유연한 대응, 즉 적절한 파형의 전압, 전류를 공급하는 것.
- ④ 調光이나 자동 온·오프 등 각종 제어성능을 부가한다.

한편 전자화에 따라 다음과 같은 점을 유의할 필요가 있다.

- ① 變換器, 制御回路, 램프로부터의 電磁放射, 즉

잡음전파를 방출하는 경우가 있다.

② 변환기로부터 발생하는 고주파전류가 전원으로 인으로 유입되는 것이 있다.

③ 초기 코스트가 높아지는 경향이 있다.

④ HID램프의 고주파점등시에는 음향적 공명이 발생하여 램프가 꺼지는 경우도 있다. 그러나 이러한 결점은 필터, 제조기술, 점등주파수나 파형 등 모든 면에서 검토되어 해결되고 있다.

3) 安定器의 종류

安定器는 회로원리나 사용램프에 따라 두가지로 나눌 수 있다. 회로원리에 따라서는 자기회로식과 전자회로식 안정기로, 사용램프에 따라서는 시동형 및 래피드스타터형 형광램프용, 저압나트륨용, 수은램프용, 금속화할로겐램프용, 고압나트륨램프용 등 여섯가지로 분류된다.

磁氣回路式安定器는 遲相型安定器(초크코일형, 누설변압기)와 進相型安定器(초크코일·콘덴서직렬형, 누설변압기 혹은 초크코일+可飽和트랜스의 2차측에 콘덴서를 직렬접속한 것)의 2종류로 나누어진다. 자기회로식안정기의 주요부품은 초크코일, 누설변압기, 콘덴서로 구성되어 있다. 초크코일 및 누설변압기의 구조는 규소강판을 적층한 철심에 코일이 감겨져 있다. 安定器의 코일도선으로는 A 종절연인 경우 형광램프용 안정기에서는 油性에나멜선, HID램프용 안정기에서는 포르말선이나 폴리 에스테르선을 사용하고 있다.

力率改善用이나 進相用인 콘덴서에는 油含浸金屬化紙 혹은 金屬化폴리에틸렌필름의 것이 사용된다.

일반적으로 안정기는 裸安定器를 제외하면 상기의 부품을 조립한 후 철판케이스에 넣어 熱放散을 좋게 하기 위해 硅砂를 혼입한 不飽和폴리에스테르樹脂를 충전하고 있다.

3. 電子式點燈回路와 電子部品の 動向

점등회로의 기본적인 기능은 ①램프를 시동시키는 기능 ② 램프의 점등을 유지시키고 ③ 램프전류를 적정치로 유지시키는 3가지를 통해서 실현이

가능하며 점등회로에는 다음의 5종류가 있다.

- ① 반도체스타터형 ② 每사이클점호형 ③ 위상제어형 ④ 고주파점등형 ⑤ 스위칭레귤레이터 등이다.

電子點燈回路에 사용되는 電力用半導體回路 즉 파워일렉트로닉스 회로로는 펄스전압발생회로, 정류회로, 인버터회로, 초퍼회로 및 위상제어회로 등인데 이러한 회로들은 복합적으로 사용되고 있다. 즉 펄스전압발생회로를 구성하면 반도체스타터식 안정기가 되고, 교류전원의 每반사이클마다 전원에 동시에 작용하도록 구성하면 每사이클점호식 안정기가 된다. 펄스시동용 펄스전압발생회로는 주로 LC공진형 펄스전압발생회로를 사용한다. 또한 글로우스타터를 SCR이나 쌍방향성다이오드로 대체하면 전자스위칭 예열회로를 얻는다. 위상제어형안정기는 안정기용 초크코일을 주초크코일과 보조 초크코일로 2분할하여 보조초크코일에 병렬로 트라이악을 접속하여 트라이악의 위상을 제어하여 始動 및 點燈시의 램프전류를 제어하도록 되어 있다.

1) 高周波點燈型 安定器

高周波安定器는 교류전원을 정류하는 정류평활회로와 직류를 수십 KHz 이상의 고주파로 변환하는 고주파인버터회로부로 구성된다. 정류 후 완전하게 평활되면 램프의 發光效率는 향상하지만 입력역률이 저하하는 단점이 있고, 무평활 상태에서 고주파변환으로 점등하면 입력역률이 개선되지만 램프의 발광효율은 그렇게 향상되지 않는다. 따라서 입력역률을 고역률로 유지하면서 발광효율도 향상시키는 평활회로가 필요하다. 高力率 整流回路는 LC필터평활방식, 부분평활방식, 스위칭평활방식 등을 이용한다.

고주파인버터회로에는 여러가지 회로가 있으며 점등회로에 주로 이용하는 것은 ① 一石블로킹인버터 ② 定電流푸시풀인버터 ③ 시리즈인버터 등이다.

2) 스위칭레귤레이터형 안정기

스위칭레귤레이터형에는 직류점등방식을 이용한 직류초퍼회로와 교류점호방식에 이용되는 브리지인버터회로가 있다. 또한 브리지인버터회로에는 쏘브리지회로와 半브리지회로가 있다.

表 1 電子式安定器의 技術적 效果

사용램프의 종류		기본적 효과 점등방식	소형경량					점등시스템의 고성능화					램프특성개선		
			시동기의 소형화	한류소자의 소형화	전력손실저감	정전력성	저시동전류화	조광가능	시동시간단축	명멸저감	저소음	순간재점등	발광효율향상	램프의장수명화	정색온도화*
형광램프	FL, FLR	반도체 스타터형 매사이클 점호형 고주파점등형 직류점등형	○												
	FL, FLR		○	○											
	FL, FLR, FG		○	○	○			○	○	○			○	○	○
	FL, FG														
HID램프	N, M, NH	반도체이그나이터형 매사이클 점호형 위상제어형 고주파점등형 무전극방전형 직류점등형	○	○											
	NH		○	○											
	H, M, NH		○	○	○	○	○								○
	H, M, NH		○	○											○
	H, M		○	○											○

FL : 스타터형 형광램프 FLR : 래피드스타트형 형광램프 FG : 전구형 형광램프
 N : 고압수은램프 M : 메탈할라이드 램프 NH : 고압나트륨램프 * : 램프점등회로의 경우

3) 電力電子用 電子部品の 動向

(1) 스위칭소자

電力用 스위칭소자로는 바이폴라트랜지스터, 다이리스터, 트라이악, SSS 등이 있으며 전자점등회로용으로 이용되고 있다. 최근 정전유도형트랜지스터, 다이리스터, 혹은 이것들을 복합시켜 실용화하는 등 新素子の 개발이 성행하고 있다. 이러한 소자들은 종류의 增大, 容量, 性能이 향상함으로써 소형, 고효율화, 회로의 간소화 등의 이점이 나타나고 있다.

(2) 磁性部品

자성부품으로 이용되는 자성재료로는 규소강판, 퍼말로이, 페라이트코어, 아몰퍼스합금 등이 있다. 스위칭전원이나 전자안정기의 보급에 따라 최근에는 페라이트코어, 아몰퍼스합금의 개발연구가 성행하고 있다.

① 페라이트코어

페라이트코어는 산화제2철과 산화망간, 산화니켈 등 다른 금속산화물을 혼합하여 압축성형한 후 고온으로 소결시킨다. 페라이트코어는 소결체이기 때문에 치수精度가 나쁘고 기계적으로 취약하다. 또한 磁氣특성도 다른 자성재료에 비해 뒤떨어지

지만 체적 저항율이 기타 규소강판에 비해 10⁷ 정도 높다. 이 때문에 고주파용으로 광범위하게 이용되고 있다.

② 아몰퍼스합금

아몰퍼스합금은 조성에 따라 여러가지 종류가 있으며 트랜스나 코일에 사용하는 것은 Fe, Co, Ni 금속을 주체로 B, C, Si, P, Ge 등을 20% 정도 가한 메탈메타로이드계의 것을 사용하고 있다. 메탈메타로이드계로서 Fe를 주조성물로 한 Fe基 아몰퍼스합금은 高磁束密度, 低損失의 특징이 있고 트랜스, 코일용 재료로서 Co를 주조성물로 한 Co基 아몰퍼스합금은 高透磁率이기 때문에 노이즈필터, 可飽和리액터 등에 실용화 되고 있다.

4. 電子式安定器의 動向

1) 安定器 電子化의 效果

방전램프용 안정기를 전자회합으로써 얻게 되는 파급효과는 표1과 같다.

2) 형광램프용 安定器

(1) 半導體스타터

반도체스타터의 기술적효과는 시동시간의 단축, 순간재점등화, 스타터의 소형화를 들 수 있다. 시동펄스발생용 스위칭제어부, 예열제어부, 램프점등 관별회로와 같은 각종 制御回路를 일체화하고 IC화함으로써 신뢰성을 향상시켰으며 등기구의 구성도 간단하게 되었다.

(2) 每사이클점등형

每사이클점등회로에 예열회로와 調光회로를 일체화하여 성능의 향상과 高機能化, 경량화를 도모하고 있으며, 100V 전원에서 승압트랜스를 사용하여 30W 2燈적렬점등을 할 수 있는 것이 발표되어 있다.

(3) 高周波點燈型

고주파점등형 안정기는 ① 소형경량화 ② 고효율화 ③ 고기능화라는 관점에서 다른 안정기보다 우수한 특징을 갖고 있다.

회로구성을 극히 간소화한 것으로는 스탠드등으로 개발된 一石他勵式인버터방식과 40W 2燈用 一石自勵式인버터방식이 있다. 電子安定器는 중량, 가격면에서 트랜스가 점유하는 비중이 크기 때문에 트랜스부를 간소화하여 소형경량화를 도모한 他勵式반브리지방식이 제안되고 있다. 또 구동회로에 MOS FET를 사용하여 간소화함으로써 變換回路의 低損失化를 도모한 방식도 고안되어 있다. 이외에 동작주파수의 고주파화를 위해 Power MOS FET, SIT 등 新素子를 이용하는 것도 검토되고 있다.

최근 급속하게 보급되는 전구형형광램프는 점등회로와 램프를 일체화함으로써 점등회로의 경량화, 소형화를 도모하고 있으며 여기에는 一石自勵式인버터방식이 실용화되고 있다. 一石自勵式은 램프전류에 직류분이 포함되어 있어 電氣泳動現象이 발생하기 때문에 발광관에 아말감을 넣는 등 램프 자체의 개량과 회로의 변환효율을 높이는 방법도 검토되고 있다.

3) HID램프용 安定器

150W 고압나트륨램프의 순간재점등형 안정기로서는 반도체이그나이터와 고압나트륨 점등시 色溫度의 변화를 억제하기 위한 位相制御型이 있으나 이외의 응용 사례는 아직 없다.

HID램프는 형광램프와 같이 安定器의 손실을 경

감함으로써 효율을 향상시킬 수 있으며 소형경량화할 수 있다. 이것들은 高周波點燈이 가장 효과적 인 방법인데 HID램프는 음향적 공명현상과 같은 문제가 있다. 지금까지 검토된 점등방식은 ① 100KHz 이상의 高周波點燈方式 ② 矩形波點燈方式 ③ 第3 高周波重疊方式 ④ 周波數變調方式 등이 있으며, 모두 회로가 복잡하여 일장일단이 있어 검토해야 할 과제가 많고 아직 확립된 방식은 없다. 이외에 시동시간의 단축, 순간재점등화의 과제도 있고 램프 자체의 개선과 함께 이런 과제를 해결하는 것이 點燈回路電子化의 큰 과제이다.

5. 電子式安定器의 평가

安定器의 평가기준은 각종 電氣·光學特性, 노이즈문제, 램프수명에의 영향, 경제성 등을 열거할 수 있다.

電氣特性은 국제적으로 IEC의 기준에 따라 검토하고 있으며 電子式安定器用 標準測定回路가 아직 결정되어 있지 않고 평가에 필요한 高周波電力測定用 計器의 개발도 필요하다.

安定器나 램프에서 발생하여 放射되는 노이즈의 측정법과 허용치는 규격으로 규정되어 있다. 노이즈의 측정법은 현재 국제규격(CISPR)과의 통합이 검토되고 있으며 측정 주파수, 허용치 등도 검토되고 있다.

경제성은 등기구의 가격을 저렴하게 하고 종합효율의 향상을 통해 운전경비를 절감시킬 수 있다.

경제성의 평가는 전력요금과 관계가 있는데 동일한 밝기의 백열전구와 비교하면 전자안정기를 내장한 전구형형광램프가 약 2,500시간 이상을 점등할 수 있는 유리한 점이 있다. 이것은 일반주택에서 1일 8시간 점등한다면 1년 이상 사용할 수 있으며 24시간 연속적으로 점등한다면 약 4개월 이상 사용할 수가 있다.

6. 電子化의 課題

1) 형광램프용 安定器

형광램프용 안정기의 전자화는 오랫동안의 실적이 있어 기술적 과제들은 실용상 어느정도 해결되

고 있다. 남아있는 당면과제는 磁氣回路式安定器에 대한 경제성의 문제이며 이것이 電子安定器의 보급을 저해하는 요인이다. 따라서 이것을 해결하기 위한 기술개발이 요청되고 있으며 ① 종합효율을 개선하여 코스트를 절감하고 ② 전자부품과 회로방식을 개량, 간소화함으로써 경제성을 향상시키고 ③ 고주파점등 방식의 특징을 살릴 수 있는 분야로 용도를 확대 개척하는 노력이 필요하다.

2) HID 램프용 안정기

HID램프에서는 고주파점등에 의한 발광효율의 향상이 저조하고 전체손실에서 점하는 안정기 손실의 비율도 적다. 따라서 電子化에 따른 에너지절약 효과는 적지만 소형경량화의 효과는 크다.

HID램프의 최근 동향은 램프를 소형소출력화하여 옥내조명, 산업용광원 등으로 확대 이용되고 있다.

HID램프를 고주파 점등하면 음향적공명 현상과 같은 현상때문에 이것을 방지할 수 있는 高周波點燈方式을 개발하는 것이 금후의 과제이다.

3) 信賴性

電子式安定器는 구성요소가 복잡하고 제품의 역사가 짧아 수명의 신뢰성 평가법이 확립되어 있지 않은 실정이다. 일반적으로 MIL규격-217에 따라 신뢰도를 예측하고 있다.

안정성에 대해서는 수명말기의 보전, 전원 혹은 너서어지로부터의 보호, 정전과과방지 등 환경조건으로부터의 대응책이 필요하며 시급히 통일된 신뢰성평가법을 확립해야 한다.

4) 노이즈의 억제

최근에는 외부로부터의 노이즈에대한 영향을 받기쉬운 각종 컴퓨터, 전자장치가 많이 보급되었다. 따라서 이에 대한 노이즈억제책 및 기기 상호간의 조화를 이루도록 대비해야 한다.

(1) 放射노이즈의 억제

외래 노이즈에 의한 영향은 많은 분야에서 문제가 되고 있다. 照明分野에서는 高周波點燈에 사용하는 주파수영역과 赤外線리모콘의 반송주파수영역에서 중대한 각종 장애가 발생하고 있다. 이러한 문제에 관한 검토도 IEC에서 수행되어지고 있다.

(2) 입력전류 高周波의 억제

정지형 전력변환기의 보급에 따라 전력계통에 유입하는 高周波電流가 증가함으로써 계통에 연결된 他 機器에도 영향을 끼치는 문제가 발생하고 있다. IEC에서 이 문제도 검토하여 조명기구에 대한 장래의 규제치를 제안하고 있다.

今後 이 규제치를 만족하는 등기구의 개발 또한 과제로 남아있다.

7. 結 論

以上과 같이 電子點燈回路를 구성하는 기본電子回路의 동작, 전자점등회로의 실용화에 있어서의 기술개발동향과 今後의 과제에 대해 알아보았다.

點燈回路의 電子化에는 아직 해결해야 할 많은 과제가 남아 있으며 이러한 과제에 대한 구체적인 조사연구가 진행되어야 할 필요가 있다. 또한 점등 시스템은 放電램프와 點燈回路가 서로 최적상태에서 결합되어야 하므로 앞으로 전자화에 적합한 램프를 개발하여 종합 점등 시스템을 구축해야 할 것이다.

參 考 文 獻

- 1) “チヨーク式 定電力型安定器의設計法”, 「照明學會誌」 Vol. 62, No. 7, 1978, pp. 314-321
- 2) “最近의 HID 램프 用安定器” 「東芝レビュー」 Vol. 32, No. 9, 1977. pp. 736-739
- 3) 野村儕 等, “點燈回路と安定器—その發達の回顧と展望”, 「照明學會誌」 Vol. 64, No. 3, 1980, pp. 103-109
- 4) 越 村 等, “HID 램프의 高周波點燈における放電安定化方法”, 「照明學會誌」 Vol. 67, No. 2, 1983, pp. 55-61.
- 5) 中西宣一郎, “放電燈點燈回路의 技術進步” 「照明學會誌」 Vol. 67, No. 11, 1983, pp. 578-583
- 6) “放電燈安定器とその動向” 「電氣學會技術報告」 1984, pp. 12-13
- 7) 立原昭夫 “省電力形 けい光燈安定器 “ 「東芝レビュー」 Vol. 35, No. 8, 1980, pp. 701-704
- 8) T. M. Lemons, “A New HID Ballast Concept”, J. Illum Eng. Soe. Vol. 5, No. 4, 1976, pp. 229-

234

- 9) 兒玉, “けい光ランプ用半導体スタータ”, 「照明學會誌」 Vol. 57, No. 3, 1973, pp. 154-162
- 10) 野村 等, “けい 光燈電子ラピット點燈方式”, 「東芝レビュー」 Vol. 25, No. 10, 1970, pp.1, 269-1, 272
- 11) 小山 等, “サイリスタを用いたけい光ランプ 速時起動方式”, National Tech, Rep., Vol. 15, No. 4, 1969, pp. 489-498
- 12) 金田, “けい光燈用電子スタータ”, 「新日本電氣技報」 Vol. 7, No. 12, 1972, pp. 90-93
- 13) 青池 等, “ハイブリット電子安定器”, 「東芝レビュー」 Vol. 28, No. 9, 1973, pp. 979-982
- 14) 吉田 等, “進相ハイブリット安定器とその應用器具 「フルバリエ」”, 「松下電工技報」 No. 19, Aug. 1979, pp. 62-66
- 15) 矢島 等, “省電力形電子安定器スーパーバラスト新シリーズ”, 「東芝レビュー」 Vol. 34, No. 7, 1979, pp. 585-588
- 16) 田中千秋, “高壓水銀ランプ”, 「照明學會誌」 Vol. 62, No. 2, 1978, pp. 87-91
- 17) 坪 季三, “高壓ナトリウムランプ”, 「照明學會誌」 Vol. 62, No. 2, 1978, pp. 83-86
- 18) 前田 等, “HID ハイブリット定電力形安定器の開発”, 「松下電工技報」 No.20, Feb, 1980, pp.25-30