

## EL 구동용 공진형 인버터 특성에 관한 연구

°이גיע\*, 윤석암\*, 임중열\*, 이정일\*, 율형상\*, 최장균\*, 차인수\*\*

\* 동신대학교 대학원 전기전자공학과

\*\* 동신대학교 전기전자공학과

## A Study on the Characteristic for EL Driving Resonant Inverter

°Ki-Je Lee\*, Suk-Am Yoon\*, Jung-Yeol Lim\*, Jung-Il Lee\*, Hyung-Sang Yoon\*,  
Jang-Gyun Cho\*, In-Su Cha\*\*

\* Dept. of Electrical & Electronics Eng. Graduate School of Dongshin Uni.

\*\* Dept. of Electrical & Electronics Eng. Dongshin Uni.

### ABSTRACT

This paper presents about EL(electro-luminescent) driver with inverter. Inverter is constructed by using characteristic of FET, and its output characteristics is analysed for the variation of gate bias frequency and load. The optimum operating condition of inverter is that the gate bias frequency of FET equal two resonant frequency of circuit.

### 1. 서론

최근 고도 정보화 시대를 맞이하여 인간과 기기와의 인터페이스로서 정보를 전달하는 정보표시용 소자에 대한 역할이 점차 중요시되고 있다.

발광(luminescence)은 형광체가 외부로부터 에너지를 공급받아 전자를 여기시키고 다시 기저 상태로 떨어지면서 그에 해당하는 에너지를 빛으로 방출하는 것을 말한다. 이 때에 외부 에너지의 종류에 따라 음극선 발광(cathodoluminescence : CL), 빛 발광(photoluminescence : PL), 열 발광(thermoluminescence : TL) 및 전계 발광(electroluminescence : EL) 등으로 구분될 수 있다.

형광을 발하는 물질에 에너지를 가했을 경우 전자가 기저상태에서 여기로 옮겨가 다시 아래의 준위로 돌아갈 때 에너지를 방출하는데 방출되는 에너지가 빛의 형태를 취하며 발광하는 것을 통틀어 전계발광(EL)이라 일컫는다.

국내외에서 현재 개발되고 있거나 생산되고 있는 평판디스플레이 종류 중 전계발광(electroluminescent) 소자가 있는데 이는 교류전압을 인가하였을 때, 빛이 발생하는 전계발광소자이다.

본 논문에서는 EL 구동용에 사용되어지는 공진형 인버터에 대한 공진 주파수와 입력 전압의 관계에 의한 회로에 대한 동작과 시뮬레이션을 통하여 구동응답특성을 분석하였다.

### 2. EL의 구조 및 특징

유기 EL의 구조는 그림 1과 같이 투명전극(ITO)/정공수송층/발광층/전자수송층/음극전극으로 구성되어 있다.

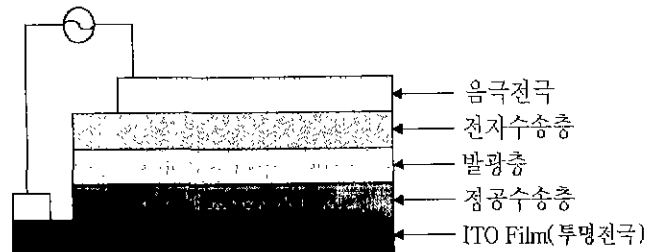


그림 1 EL의 구조

Fig. 1 Structure of EL

형광체로 구성된 발광층에 교류전압을 인가하면 형광체내의 고전계 부분에 의하여 전자가 가속되어 고 에너지 전자가 발생된 들뜬(여기)상태가 된다. 여기상태는 전계의 방향이 변할 때마다 얻어지기 때문에 교류전압을 인가하면 한 주기동안 두 번 발광한다.

투명전극과 음극전극 사이에 전압이 흐르게 되어 임계전압을 넘게되면 절연체와 형광체의 한쪽 계면에 존재하는 전자들이 형광체 내부로 tunnelling되면서 매우 강한 형광체 내부의 전계로부터 큰 운동에너지를 얻게 된다.

이 고에너지 전자들은 형광체 내부에 주입된 발광원자와 충돌하여 발광원자의 전자들을 여기시키고 여기된 전자들이 다시 저 준위로 떨어지면서 빛을 발생시킨다. 충돌 후에 전자들은 다른쪽 계면에 포획되며 반대 극성의 신호가 인가되면 이미 계면에 포획된 전자들이 다시 형광체 내부로 tunnelling하면서 이와 같은 현상을 반복하면서 빛을 발생시킨다.

그림 2는 EL의 전압과 휘도의 특성을 나타낸다. EL는 인가전압이 증가함에 따라 휘도는 증가함을 나타낸다. 그림 3은 EL의 전압과 주파수의 특성을 나타낸다. EL는 주파수가 증가함에 따라 휘도가 증가함을 알 수 있다.<sup>[1]-[3]</sup>

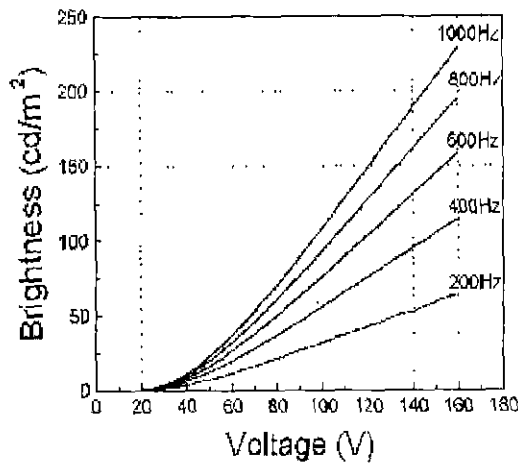


그림 2. 전압-휘도 특성  
Fig. 2 Characteristic of voltage-luminescence

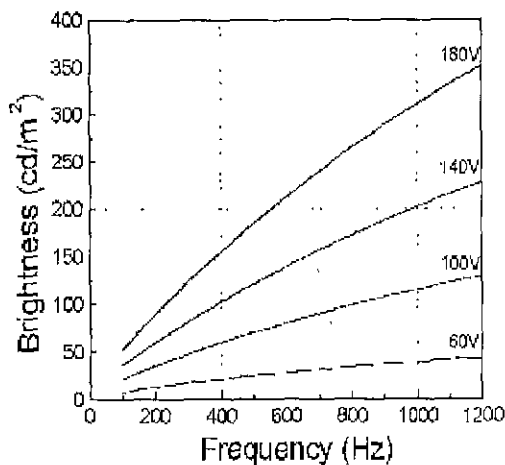
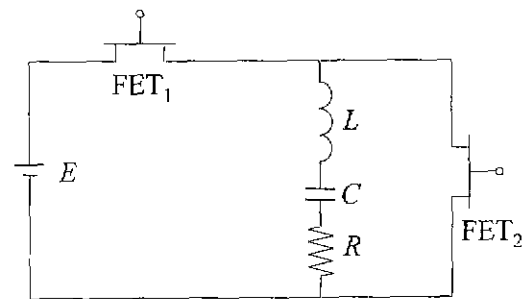


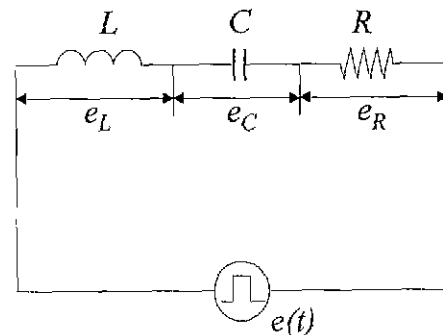
그림 3 전압-주파수 특성  
Fig. 3 Characteristic of voltage-frequency

### 3. 직렬 공진 인버터 회로

그림 4는 FET 직렬 공진형 인버터 회로와 등가 회로이다. 그림 4의 (a)에서 FET<sub>1</sub>, FET<sub>2</sub>의 ON-OFF 스위칭이 게이트 바이어스에 대하여 독립적으로 행하여지므로 그림 4의 (b)와 같이 등가 회로로 나타낼 수 있다. FET를 이용한 직렬 공진형 인버터는 ON-OFF 스위칭 동작이 게이트 바이어스에 의하여 독립적으로 행하여지므로 스위칭을 동작할 수 있다. 본 회로에서 FET를 2개 직렬로 연결한 것은 출력의 안정화 전원을 얻기 위해서이다.<sup>[5]</sup>



(a) 직렬 공진형 인버터



(b) 등가회로

그림 4 직렬 공진형 인버터와 등가회로  
Fig. 4 Series resonant inverter and equivalent circuit

전원 e(t)의 파형은 그림 5와 같으며 이것을 단위계단함수로 표시하면 식 (1)과 같다.

$$e(t) = E \left\{ U(t) - U\left(t - \frac{T}{2}\right) + U(t - T) - U\left(t - \frac{3}{2}T\right) + U(t - 2T) \dots \right\} \quad (1)$$

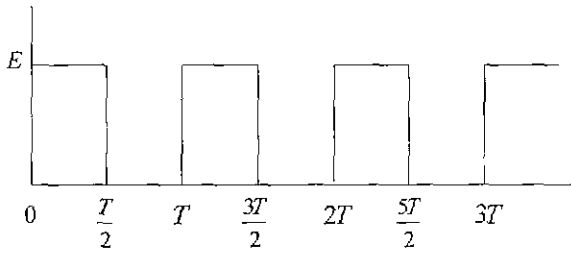


그림 5  $e(t)$ 의 파형  
Fig. 5 Wave form of  $e(t)$

식 (1)을 Laplace 변환하면

$$L\{e(t)\} = E \left\{ \frac{1}{S} - \frac{e^{-\frac{T}{2}S}}{S} + \frac{e^{-TS}}{S} - \frac{e^{-\frac{3}{2}TS}}{S} + \frac{e^{-2TS}}{S} \dots \right\} \quad (2)$$

$$= \frac{E}{S} \frac{1}{1 + e^{-\frac{T}{2}S}}$$

로 된다.

그리고, 그림 3 (b)의 등가회로에서 기본식은

$$e(t) = Ri + \frac{1}{C} \int_0^t i dt + L \frac{di}{dt} + e_c(0+) \quad (3)$$

여기서,  $e_c(0+)$ 는  $t=0$ 에서 콘덴서 C의 전압이다. 이 식을 Laplace 변환하여 식 (2)와 등가로 놓으면

$$\frac{E}{S} \frac{1}{1 + e^{-\frac{T}{2}S}} = \left( R + \frac{1}{CS} + LS \right) I(S) + \frac{e_c(0+)}{S} \quad (4)$$

로 된다. 이것을  $I(s)$ 에 관하여 풀면

$$I(s) = \frac{E}{L} \frac{1}{S^2 + \frac{R}{L}S + \frac{1}{LC}} \frac{1}{1 + e^{-\frac{T}{2}S}} - \frac{e_c(0+)}{L} \frac{1}{S^2 + \frac{R}{L}S + \frac{1}{LC}} \quad (5)$$

로 되며, 여기서  $i(t)$ 를 구하면 식 (6)과 같이 된다.

$$i(t) = -\frac{1}{L\omega} \left\{ e_c(0+) - \frac{E}{e^{\frac{R}{2L}\frac{T}{2}} - 1} \right\} e^{-\frac{R}{2L}t} \sin \omega t \quad (6)$$

$$+ \frac{E}{L\omega} \frac{e^{-\frac{R}{2L}(t - \frac{nT}{2})}}{e^{\frac{R}{2L}\frac{T}{2}} - 1} \sin \omega t$$

여기서,  $\omega = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}$ 이다. 그리고 공진주파수를 구하면 식 (7)과 같다.

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}} \quad (7)$$

#### 4. 시뮬레이션 및 실험

인버터 회로의 블록 다이어그램은 그림 6과 같다. EL을 점등시키기 위하여 타이머 IC를 사용하였다. 타이머 IC를 사용하여 발진시키고 직렬 공진형 인버터 회로의 FET의 게이트에 인가하여 EL을 점멸시켰다. 출력 트랜스는 히토류 자석을 사용한 High Frequency형을 이용하였다.<sup>[6],[7]</sup>

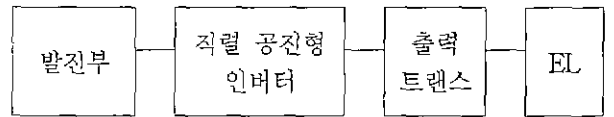


그림 6 인버터 회로의 블록 다이어그램  
Fig. 6 Block diagram of inverter circuit

직렬 공진형 인버터를 PSPICE로 시뮬레이션 한 결과는 그림 7과 같다.

직렬 공진형 인버터의 실험 출력 파형은 그림 8과 같다. 인버터의 입력단에 직류 전압을 9[V]를 인가했을 때 EL을 구동시키는 인버터의 출력 파형은 최대 전압은 160[V-AC]를 얻었다.

#### 5. 결론

본 연구에서는 EL구동을 위한 직렬 공진형 인버터의 시스템을 설계하여 구동시킨 결과 본 EL용 인버터는 FET의 게이트 바이어스 주파수와 회로의 공진 주파수가 일치할 때 정현파에 가까운 출력을 얻었다. 앞으로 출력 트랜스의 전류 용량에 따라 EL의 단면적에 흐르는 전류와 전압의 크기를 측정하여 EL용 인버터의 최적 동작점 설계 및 구동 특성을 얻고자 한다.

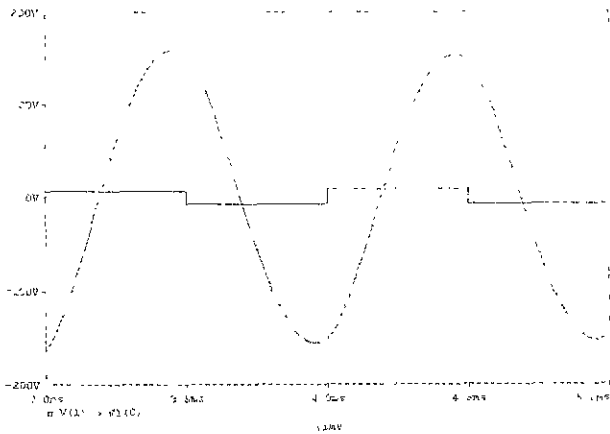


그림 7 인버터의 시뮬레이션 파형

Fig. 7 Simulation wave form of inverter

11-Jun-88  
4 05 39

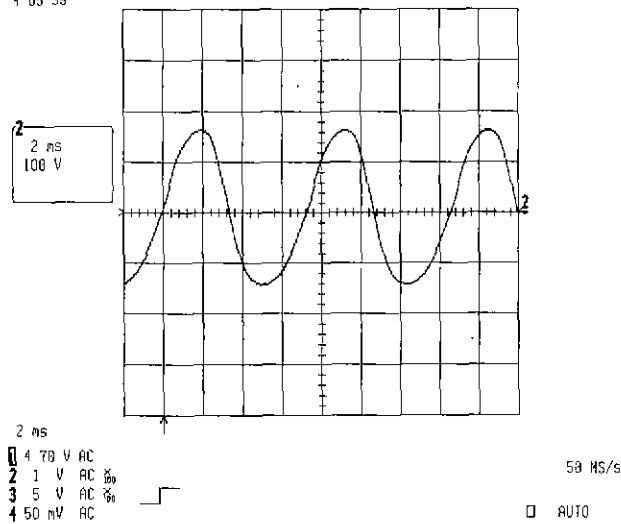


그림 8 인버터의 출력 파형

Fig. 8 Output wave of inverter

### 참 고 문 헌

- [1] E.Soinine, M.Leppanen, R.Tornqvist, and J.Viljanen, "Recent Progress in Color Thin-Film EL Displays," EL '94 Digest, pp. 19~20(1994)
- [2] S.Tanaka and H.Kobayashi, "White Thin-Film EL Phosphors with Filters for Full Color EL Display Panels," EL '94 Digest, pp.21~22(1994)
- [3] Reiner H.Mauch, "Electroluminescence Based on Rare Earth Alkaline-Earth-Sulfides" EL'94 Digest, pp. 17~18(1994)
- [4] Y.A.Ono, Electroluminescence, Encyclopedia of Applied Physics, vol 5, VCH Publishers Inc., Japan (1992)
- [5] 최부귀, 김동훈, "FET를 이용한 직렬인버터 회로의 구성에 관한 연구, 전자공학회지, pp. 18-24. 1977
- [6] 이영근, 김중동 "직렬 Inverter 출력파형의 분해", 전