

論文95-32B-10-4

# 액정 표시기의 화질 향상을 위한 중첩구동방식의 최적화에 관한 연구

(A study on the optimization of overlap scanning method for the enhancement of display quality in LC Displays)

崔善靜\*, 金容得\*\*

(Sun Jung Choi and Yong Deak Kim)

## 요약

본 논문에서는 단순매트릭스 액정표시기에 있어서 선행 제시된 중첩구동 방식이 갖는 동작전압 범위의 감소 문제를 개선하여 화면 명암비를 향상시키기 위한 최적화된 중첩구동 방식을 제시한다. 제시하는 방식의 특성평가는 주사전극수가 120개, 액정화소의 문턱치전압이 2V, 그리고 중첩율이 0% ~ 40% 까지 변화하는 조건에서 수행하였다. 평가결과로서 본 제안 방식은 선행 제시된 중첩구동 방식과 비교하여 20% 중첩시 액정소자의 동작전압 범위를 16% 개선하며 또한 이 전압범위는 중첩율이 증가할수록 더욱 크게 향상됨을 확인하였다. 결과적으로 제안방식은 화면 명암비를 크게 개선시키면서 선행 제시된 중첩구동 방식이 갖는 동작특성에서의 개선효과를 그대로 유지할수 있는 방식임을 확인하였다.

## Abstract

In this paper the optimized overlap driving scheme for improving the reduction problem of the operating voltage range occurred by the overlap driving scheme proposed precedently and increasing the contrast ratio of screen image in the simple matrix LCDs is proposed. The characteristic estimation of the proposed method was performed in a condition that the number of scan electrodes was 120 and the threshold voltage of LC pixel was 2V and the overlap rate of scan signal was varied from 0% to 40%. As a result of estimation compared with the overlap driving scheme proposed precedently, this new method was certified as a method which it could increase the operating voltage range of the LC pixel by 16% in 20% overlap condition and it's operating voltage range was also increased very much with the increase of the overlap rate. Consequently this newly proposed method was certified as a method which it could maintain the improvement effect of the operating characteristics obtained by the overlap driving scheme proposed precedently with the big improvement in the contrast ratio of screen image.

\* 正會員, 三星電管 綜合研究所

(R&D Center of SAMSUNG DISPLAY DEVICES)

\*\* 正會員, 亞州大學校 電子工學科

(Dept. of Elec. Eng. Ajou Univ.)

接受日字: 1994年6月9日, 수정완료일: 1995年10月2日

I. 서 론

최근 휴대용 컴퓨터 및 각종 정보기기를 응용범위를 광범위하게 넓혀가고있는 단순 매트릭스 구조의 액정 표시기는 저 가격, 저 소비전력등의 장점을 바탕으로 고화질화, 고정세화, 그리고 저소비전력화를 실현하기 위하여 집중적으로 연구되고있는 추세에 있다. 이들 연구방향들중 고화질화 실현을 위한 연구는 특히 액정표시기의 고속응답화<sup>[1][2]</sup> 및 표시 계조수 증가<sup>[3][4]</sup> 등에 대한 연구와 단순 매트릭스 구조가 갖는 가장 큰 문제점중의 하나인 휘도오차 해소<sup>[5][6]</sup> 등 특성개선을 위한 연구등으로 집중되고 있다. 한편 고정세화 실현을 위한 연구로서는 COG(Chip on Glass)기술<sup>[7]</sup> 등이 연구되고 있으며 저소비전력화를 위한 연구로서는 액정의 투과율 및 백 라이트 관련 기술<sup>[8]</sup> 등이 광범위하게 진행되고 있다.

본 논문에서는 액정표시기의 휘도오차 발생 문제의 개선을 위하여 기존에 제시하였던 중첩구동 방식<sup>[9]</sup>에 있어서 이 방식이 갖는 액정화소의 동작전압 범위 감소 문제와 이로 인하여 발생하는 액정표시기의 화면 명암비 감소문제등을 개선하고 또한 액정표시기의 주사율 및 주사시간의 증가에 의한 구동특성 향상을 실현하기 위한 구동체계로서 최적화된 중첩구동 체계를 제시한다. 최적화된 중첩구동 체계는 주사신호와 보상신호를 포함하는 3개 레벨의 주사전압을 사용하고 또한 기존 제시된 중첩구동 방식과 같은 데이터신호 처리방식을 사용한다.

제시하는 방식의 특성평가를 위하여 중첩구동 체계의 최적화 방식 및 데이터신호 처리방식에 대한 수학적 관계식을 도출, 정의하였으며 이 관계식에 의한 특성고찰을 통하여 주사율 및 동작전압 범위등 제반 구동 특성들을 기존의 중첩구동 방식과 비교하였다. 여기서 비교평가는 주사신호의 중첩율이 0% ~ 40% 까지 변화하는 경우를 기준으로 하여 수행하였으며 주사율 및 동작전압 범위에 대한 평가는 기존의 최적 전압크기 선택방식<sup>[10]</sup>이 갖는 주사율 및 액정화소의 최대 선택율을 기준으로 수행하였다. 평가결과로서 본 제안 방식은 기존의 중첩구동 방식과 비교하여 액정화소의 동작전압 범위를 크게 증가시킬수 있어 액정화소의 명암비를 크게 향상시키며 또한 기존 제시된 중첩구동 방식이 갖는 동작특성에서의 개선효과를 그대로 유지할수 있는 방식임을 확인하였다.

II. 기존 중첩구동 체계에 의한 액정화소의 동작특성

기존 제시된 중첩구동 방식은 기본적으로 전극상에 서의 신호감쇄에 의한 화면 좌우측간의 실효전압 오차 및 표시화소간 간섭현상의 개선 효과가 크며 또한 주사율 증가에 의한 표시특성 개선 효과가 큼을 확인한 바 있다.<sup>[9]</sup> 그러나 이 방식은 단점으로서 액정화소의 선택율을 감소시켜 화소의 동작전압 범위를 축소시키며 따라서 화면의 명암비를 감소시키는 문제점을 갖는다. 그림 1은 액정화소의 선택율과 주사전극수의 관계를 나타낸다. 그림 1에서 그래프 "Max" 는 기존의 최적 전압크기 선택방식(APT 방식)<sup>[10]</sup>이 갖는 액정화소의 최대 선택율을 나타내며 이 값은 주사전극수가 증가할수록 감소하는 특징을 갖는다. 한편 기존의 중첩구동 방식은 그림 1에서 보이는바와 같이 최대선택율 보다 적은 선택율에서 동작하며 이 선택율은 중첩 비율이 증가할수록 더욱 감소됨을 알수있다.

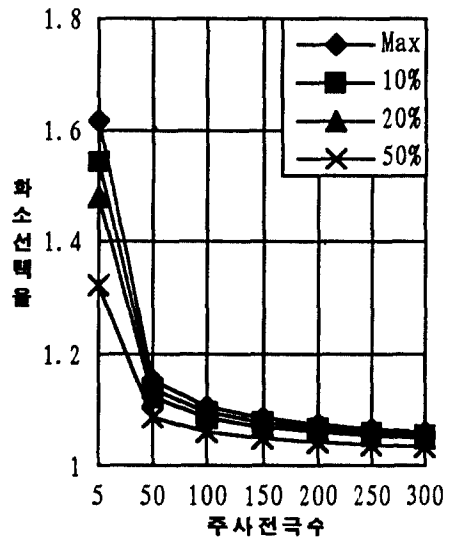


그림 1. 액정화소의 선택율과 주사전극수  
Fig. 1. The selection ratio of LC pixel and the number of scan electrodes.

표 1은 기존 중첩구동 방식의 화소 선택율 및 동작전압 범위 특성을 나타내며 기존 APT 방식에서의 구동 특성과 비교된다. 이들 값들은 액정화소의 문턱치전압,  $V_{th}$ 가 2.0V, 주사전극수가 120개인 조건에서 산출된 값들이다. 표 1에서 10% 중첩된 구동방식의 경우는 화소선택율이 기존 최대값과 비교하여 0.01(1%)

만큼 적으며 이 차이는 액정화소의 동작전압 범위를 0.02V 감소시킨다. 한편 20% 중첩된 구동방식의 경우는 화소선택율이 1.7% , 따라서 액정화소의 동작전압 범위가 0.035V 감소된다. 이러한 동작전압 범위의 감소는 중첩율의 증가와 함께 더욱 증가하며 또한 그림 2에서 나타남바와 같이 액정화소의 투과율(Ton)을 감소시켜 액정화면의 명암비(Ton / Toff)를 감소시키게 된다. 그림 2는 화소 선택율에 의한 액정화소의 동작전압 범위를 나타낸다.

표 1. 기존 중첩구동 방식의 구동특성 비교  
Table 1. The comparisons of driving characteristics of the conventional overlap scanning method.

항 목	APT 방식	10% 중첩	20% 중첩
화소선택율	1.096	1.086	1.078
동작전압 범위	0.19V	0.17V	0.155V

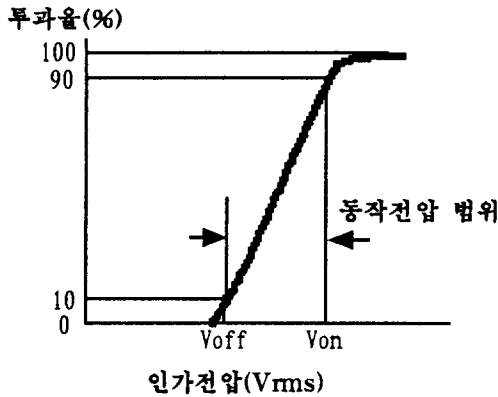
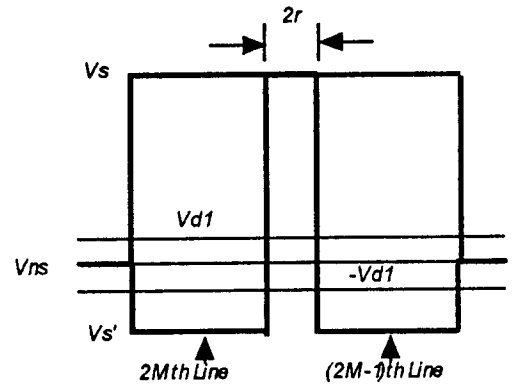


그림 2. 화소 선택율에 의한 액정의 동작전압 범위  
Fig. 2. The operating voltage range of LC by the pixel selection ratio.

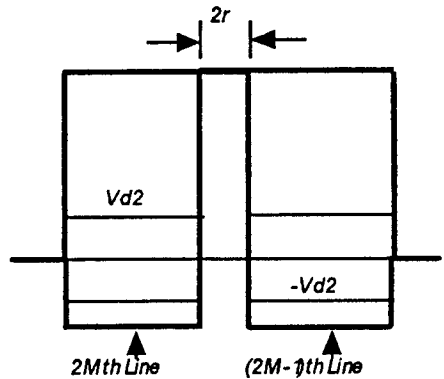
이러한 액정화면의 명암비 감소 문제는 액정표시기의 주사전극수가 증가할수록 화소의 최대 선택율이 낮아지고 또한 중첩구동 방식에 의한 화소선택율 감소량이 상대적으로 증가하므로 더욱 심각해진다. 따라서 대용량 액정표시기에서는 액정화소의 선택율을 증가시킬 수 있는 개선된 중첩구동 방식이 설계되어야 한다. 다음 장에서는 액정화소의 선택율을 증가시키기 위한 중첩구동 방식의 최적화 설계가 제시된다.

### III. 중첩구동 방식의 최적화 설계

이장에서는 제 II장에서 고찰된 액정화소의 선택율 감소 문제를 개선하여 화면의 명암비를 향상시키기 위한 중첩구동 방식의 최적설계 방식이 제시하며 또한 제시한 방식에 대한 새로운 수학적 관계식들을 도출, 정의한다. 제시하는 최적설계 방식은 보상신호의 도입으로 선행방식<sup>[9]</sup>에서 나타난 액정화소의 선택율 감소를 크게 개선하고 또한 한 주사전극의 보상신호 구간을 다음 주사전극의 주사신호 구간과 중첩시켜 실질적인 중첩율 증가효과를 실현한다.



a) 데이터 변화가 없는 파형  
a) A waveform without data transition.



b) 데이터 변화가 있는 파형  
b) A waveform with data transition.

그림 3. 최적화된 중첩구동 방식의 파형  
Fig. 3. A waveform of the optimized overlap driving scheme.

그림 3은 본 논문에서 제시한 중첩구동 방식의 파형

을 나타낸다. 그림 3에서  $V_s, V_s'$  그리고  $V_{ns}$ 는 각각 선택된 주사신호 전위, 보상신호 전위 그리고 비선택 주사신호 전위를 나타내며  $V_{d1}, -V_{d1}, V_{d2}$  및  $-V_{d2}$ 는 각각 표시되는 데이터신호에 따른 데이터신호 전위를 나타낸다. 한편  $r$ 은 중첩비율을 나타내며 2M번째 Line과 (2M-1)번째 Line은 각각 선택되는 주사전극을 나타낸다.

그림 3에서 나타난바와 같이 본 방식은 중첩구간으로서  $2r$  시간동안 두개의 주사전극 주사신호들이 서로 중첩되며 나머지 시간 동안은 한 주사전극의 주사신호와 다른 전극의 보상신호가 서로 중첩되도록 구성된다. 따라서 실질적으로 두개의 주사전극들이 모든 구간에 걸쳐 서로 중첩되는 효과를 갖는다. 한편 데이터신호의 경우는 기존 제시된 선행방식과 유사한 방식으로서 두개의 인접한 화소들이 ON 혹은 OFF로 변화가 없을 경우는 그림 3 a)와 같이  $+V_{d1}$  혹은  $-V_{d1}$ 을 유지하며 두개의 인접한 화소들에서의 표시데이터가 ON/OFF 혹은 OFF/ON으로 변화할 경우는 데이터신호가 그림 3 b)에서와 같이 두전극의 주사시간동안  $-V_{d2} \rightarrow V_{ns} \rightarrow +V_{d2}$  혹은  $+V_{d2} \rightarrow V_{ns} \rightarrow -V_{d2}$ 로 순차 변화하게 된다. 여기서  $V_{ns}$ 는 중첩구간 동안의 전위가 된다. 즉 전체적으로 주사전극 신호는 3 레벨, 데이터전극 신호는 5 레벨들을 갖게 된다.

표 2는 본 방식의 적용에 따른 각 화소들의 데이터 상태 별 구동전압 신호들을 나타낸다.

표 2. 각 화소들의 데이터상태에 따른 데이터전압 신호

Table 2. The data voltage signal by the data status of each pixel.

화소 상태 (2M-1)	화소 상태 (2M)	데이터 신호 (2M-1)	중첩 구간	데이터 신호 (2M)
ON	ON	$-V_{d1}$	$-V_{d1}$	$-V_{d1}$
ON	OFF	$-V_{d2}$	0	$+V_{d2}$
OFF	ON	$+V_{d2}$	0	$-V_{d2}$
OFF	OFF	$+V_{d1}$	$+V_{d1}$	$+V_{d1}$

그림 3 및 표 2를 통하여 최적화된 중첩구동 방식에 대한 수학적 관계식들이 다음과 같이 정의된다. 한 화소가 ON상태에 있을경우에 인가되는 실효치 전압,  $V_{onrms}$  및 Off상태에 있을경우에 인가되는 실효치 전압,  $V_{offrms}$  는 각각

$$V_{onrms} = \sqrt{\frac{(1+r)(V_s + V_{d1})^2 + (1-r)(V_s - V_{d1})^2 + (N-2)V_{d1}^2}{N}} \quad (1)$$

$$V_{offrms} = \sqrt{\frac{(1+r)(V_s - V_{d1})^2 + (1-r)(V_s + V_{d1})^2 + (N-2)V_{d1}^2}{N}} \quad (2)$$

가 된다. 여기서  $r$  및  $N$ 은 각각 주사신호의 중첩 및 화면을 구성하는 주사전극수를 의미한다. 한편  $V_{d1}$ 에 대한  $V_{d2}$ 값은 비선택구간에서 액정소자에 인가되는 실효전압 값인 다음 식으로부터 도출된다.

$$2V_{d1}^2 = 2(1-r)V_{d2}^2, \text{ 따라서 } V_{d2} = \sqrt{\frac{1}{1-r}} V_{d1} \text{ 이 된다.}$$

또한  $V_s'$ 값은 데이터신호가 ON 상태를 유지할 경우와 ON  $\rightarrow$  OFF 변환을 할 경우의 실효전압식으로부터 다음과 같이 얻어진다.

$$V_s' = \frac{1+r-\sqrt{1-r}}{1-r+\sqrt{1-r}} V_s \quad (3)$$

여기서  $\frac{1+r-\sqrt{1-r}}{1-r+\sqrt{1-r}} = a$  라고 하고 식 (1), (2), (3) 으로부터 ( $V_{offrms} = V_{th}$ )에 대한  $V_s$  와  $V_{d1}$ 을 구하면

$$V_s = \sqrt{\frac{N(1+r-a(1-r))}{(1+r)^2 + a(1-r)^2 + a^2(1-r^2) - a^3(1-r)}} V_{d1} \text{ 가 된다.}$$

여기서  $\sqrt{\frac{N(1+r-a(1-r))}{(1+r)^2 + a(1-r)^2 + a^2(1-r^2) - a^3(1-r)}} = b$ 라 하면

$$V_{d1} = \sqrt{\frac{N}{b^2(1+r) - 2b(1+2) + a^2b^2(1-r) - 2ab(1-r) + N}} V_{th} \text{ 가 된다.}$$

이들 식들로부터 얻어지는 액정화소의 동작특성들이 다음장에서 고찰된다.

#### IV. 특성 평가 결과

이 장에서는 본 논문에서 제시한 최적화된 중첩구동 방식에 대하여 본 논문의 주요 개선 방향인 화소선택율과 이로인한 액정화소의 동작전압 범위 특성을 중심으로 평가를 수행하며 구동전압 등 구동특성들도 고찰해 본다. 특성평가를 위하여 전장에서 정의한  $V_{onrms}, V_{offrms}, V_s, V_s', V_{d1}$  및  $V_{d2}$ 의 값들을 도출하였으며 이들 값들을 이용하여 기존의 APT 방식 및 선행 중첩구동 방식과 특성비교를 수행하였다. 특성평가를 위한 비교 데이터는 주사전극수가 120개, 액정화소의 문턱치 전압,  $V_{th}$ 가 2.0V, 그리고 주사신호의 중첩율이 20%인 조건에서 산출되었다. 표 3은 본 논문

에서 제시한 최적화된 중첩구동 방식과 기존 구동방식과의 특성비교표를 나타낸다. 표 3에서 나타난바와 같이 본 논문에서 제시한 최적화된 중첩구동 방식은 화소선택율에 있어서 기존 APT 방식이 갖는 최대 화소선택율보다 0.005 만큼 작으며 이 비율은 선행 제시된 중첩구동 방식이 갖는 화소선택율 차 0.018과 비교하여 크게 개선된 것으로 개선 정도는 액정화소의 동작전압 범위 특성에 의하여 얻어진다. 본 제안방식에 의한 액정화소의 동작전압 범위는 최대 동작전압 범위의 95% 수준으로 선행 중첩방식에서의 82%와 비교된다. 즉 액정화소의 동작전압 범위가 선행 중첩방식에서의 동작전압 범위보다 16% 개선된 효과를 갖는다. 따라서 본 제안방식은 액정화소의 동작전압 범위 증가에 의한 화면 명암비 향상을 실현할수 있다. 한편 본 제안방식의 구동특성에 있어서는 이 방식이 주사전압으로서 3개의 전압레벨을 필요로 하고 데이터전압으로서 5개의 전압레벨을 필요로 하므로 기존 APT 방식이나 선행 제시한 중첩구동 방식과 비교하여 약간 복잡한 구동회로를 사용하여야 하는 단점을 가지나 구동 비용의 증가효과는 극히 낮다. 주사전압과 데이터전압 그리고 데이터신호 변화크기등의 특성들은 기존 중첩구동 방식과 비슷한 수준이다.

표 3. 본 논문에서 제시된 중첩구동 방식과 기존 구동방식의 특성비교표

Table 3. The characteristics comparison table of the overlap driving method proposed in this paper and the conventional driving method.

항 목	기존 APT 구동방식	기존중첩 구동방식	최적중첩 구동방식
화소 선택율	1.096	1.078	1.091
동작전압 범위	0.19V	0.155V	0.18V
주사율	1/120	1/100	1/100
주사전압 수	2	2	3
데이터전압 수	2	3	5
주사전압(Vs)	16.25V	14.7V	14.65V
주사전압(Vs')	-	-	-2.64V
데이터전압(Vd1)	1.48V	1.645V	1.48V
데이터전압(Vd2)	-	-	1.65V

그림 4는 구동방식별 동작전압 범위 특성의 평가 결

과로서 주사신호의 중첩율에 따른 동작전압 범위의 특성을 나타낸다. 그림 4에서 나타난바와 같이 선행 제시된 중첩구동 방식의 경우는 중첩율이 증가할수록 동작전압 범위가 급격히 감소하는 특성을 보이나 최적화된 중첩구동 방식은 중첩율의 증가에 따른 동작전압 범위가 비교적 완만하게 감소하고 또한 선행 제시된 중첩구동 방식과 비교하여 크게 개선된 효과를 나타낸다.

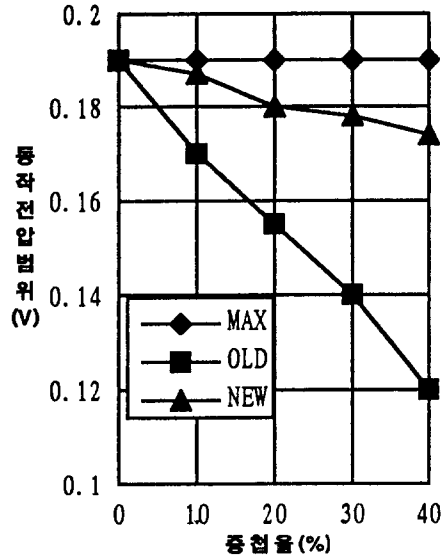


그림 4. 구동방식별 동작전압 범위 비교

Fig. 4. The comparison of the operating voltage range for each driving method.

결과적으로 본 제안방식은 선행 제시한 중첩구동 방식과 비교하여 약간 복잡한 구동회로를 사용하여 여야 하는 단점을 가지나 액정화소의 동작전압 범위를 크게 증가시켜 액정표시기의 표시성능을 결정하는 화면 명암비를 크게 향상시킬수 있는 방식임을 확인하였으며 또한 기존 APT 구동방식과 비교하여 선행 제시한 중첩구동 방식이 갖는 동작특성에서의 개선효과를 그대로 유지할수 있음을 확인하였다.

### V. 결론 및 향후 연구방향

본 논문에서는 실효치전압에 의하여 반응하는 특성을 갖는 단순 매트릭스 액정 표시기의 동작특성을 향상시키기 위한 중첩구동의 최적화 설계방식을 제시하고 이 방식에 대한 수학적 관계식을 도출, 정의하였으

며 선행 제시된 중첩구동 방식과의 비교를 통하여 동작특성의 평가를 수행하였다. 특성평가는 선행 제시된 중첩구동 방식이 갖는 문제점인 액정화소의 동작전압 범위 감소 문제에 대하여 집중적으로 수행하였다. 평가 결과로서 본 제안 방식은 기존의 중첩구동 방식과 비교하여 주사전극수가 120개이고 주사신호 중첩율이 20%일 경우에 액정화소의 동작전압 범위를 16% 증가시키며 또한 이러한 동작전압 범위의 개선정도는 주사신호의 중첩율이 증가할수록 더욱 증가함을 확인하였다. 따라서 본 제안방식은 선행 제시한 중첩구동 방식보다 액정표시기의 화면 명암비를 크게 향상시킬 수 있으며 또한 기존의 APT 방식과 비교하여 선행 제시한 중첩구동 방식이 갖는 동작특성에서의 개선효과를 그대로 유지할 수 있는 방식으로서 응용가능성이 높은 구동방식으로 기대된다. 앞으로는 본 제안방식이 갖는 단점인 주사전압수와 데이터전압수 증가를 낮은 비용으로 구동 IC내에 집적시키기위한 연구를 수행할 것이다.

#### 참 고 문 헌

- [1] T. J. Scheffer and B.Clifton, "Active Addressing Method for High-Contrast Video-Rate STN Displays," *SID 92 digest*, pp. 228-231, 1992.
- [2] T. N. Ruckmongathan, et. al, "A New Addressing Technique for Fast Responding STN LCDs" *Japan Display*, pp.65-68, 1992.
- [3] A. R. Conner and T.J.Scheffer, "Pulse-height modulation(PHM) grey shading methods for passive matrix LCDs," *Proc. 12th IDRC, Japan display '92*, pp.69,1992.
- [4] H. Mano, et al., "An eight-gray-level drive method for fast-responding STN-LCDs," *SID93 Digest* pp.93- 96, 1993.
- [5] Yoshiya Kaneko, et al, "Crosstalk-Free Driving Methods for STN-LCDs," *SID 90 digest*, pp. 412- 415, 1990.
- [6] S. Nishitani, et, al, "New Drive Method to Eliminate Crosstalk in STN-LCDs," *SID 93 digest*, pp. 97-100, 1993.
- [7] H.Otsuki, et. al, "Chip-on-Glass Packaging Technology using Conductive Particles," *IMC 1992 proceeding*, pp.99-103, June 3-June 5, 1992.
- [8] S.Lu, et. al, "Bright and Thin LCD Backlights for Monochrome and Color LCDs," *SID 93 digest*, pp. 33-36, 1993.
- [9] 최선정, 김용득, "액정표시기의 구동효율 개선을 위한 중첩구동방식에 관한 연구," *전자공학 회론문지*, 제 31권, A편, 제 7호, 1994년 7월
- [10] P.M.Alt and P.Pleshko, "Scanning Limitation of Liquid-crystal Displays," *IEEE Trans. Electron Devices*, ED-21, pp.146-155, Feb. 1974.

#### 저 자 소 개

崔善靜(正會員) 第30卷 A編 第 7號 參照

金容得(正會員) 第29卷 6號 參照

현재 이주대학교 전자공학과 교수