

## Micro Fresnel Lens Array를 이용한 Backlight Unit 설계

유재성 · 정만호<sup>†</sup>

청주대학교 레이저 광정보공학과  
☎ 360-764 충북 청주시 상당구 내덕동 36

(2005년 3월 30일 받음, 2005년 4월 26일 수정본 받음)

LCD Backlight에서 Micro Fresnel Lens Array (MFLA)가 결합된 도광판을 설계·분석하였다. MFLA가 적용된 도광판과 기존의 프리즘 형태의 도광판의 광학적 특성을 전산모의하여 비교한 결과를 나타내었다. MFLA를 이용한 도광판을 사용할 경우 기존의 LCD backlight 장치에서 필요로 했던 프리즘 필름을 대체할 수 있음을 보였다.

주제어 : Backlight Unit, Micro Fresnel Lens Array.

### I. 서 론

인류 최대 발명 중 하나는 무선 이동통신의 발달이라고 할 수 있다. 이동통신의 발달은 인류의 생활을 편리하게 변화시켰을 뿐만 아니라 하루가 다르게 증가되는 정보의 홍수에서 필요한 정보를 손쉽게 얻을 수 있고 과거와 비교해 정보를 쉽게 공유할 수 있게 해준다. 이렇게 발생하는 정보를 원활하게 얻고 공유할 수 있는 접속장치 중 하나가 이동통신용 단말기이다. 정보전달의 핵심적인 역할을 하고 있는 이동통신용 단말기는 계속적으로 기능향상이 요구되고 있다. 중요 기술개발 과제 중 크게 부각되고 있는 것이 단말기의 소비전력을 낮춤으로서 장시간 사용할 수 있는 이동통신용 단말기를 개발하는 것이다.

이동통신용 단말기에 사용하는 LCD Backlight Unit은 백색 칩 LED, 반사필름, 도광판, 확산필름, 2장의 프리즘필름, 보호필름 그리고, 몰드 프레임으로 구성되어 있다.<sup>[1-3]</sup> 빛을 도광판 전면으로 올려주기 위해 도광판 밑면에 패턴이 들어가며 광학필름들에 의해 균일도와 휘도를 향상시킨다. 각각의 소자들 사이의 결합효율과 흡수를 때문에 손실이 생긴다. 프리즘필름은 전량 수입해 사용하기 때문에 원자재 가격이 부담으로 작용하게 되며, 조립과정 중 불량률이 증가하게 된다. Micropyramid,<sup>[4,5]</sup> 홀로그래프 기반의 도광판,<sup>[6]</sup> 그리고 Micro Lens Array<sup>[7,8]</sup> 등을 광학적 필름 대용으로 이용하기 위해 노력하고 있다.

본 논문에서는 프리즘필름을 대신할 수 있는 구조로 Micro Fresnel Lens Array(MFLA)를 도광판 윗면에 패턴으로 사용하는 방법을 연구하였다. MFLA<sup>[9,10]</sup>를 설계·분석하였고, MFLA 패턴이 있을 때와 없을 때를 비교하여 실제 적용 가능성에 대하여 검증하였다.

### II. Fresnel Lens의 이론적 배경

Fresnel Lens는 빛의 반사, 굴절 등을 이용한 기존의 광학소자들과는 달리 빛의 회절을 이용한 회절 광학소자 중의 하나이다. Fresnel Lens는 종래의 렌즈를 평면화한 것으로 생각할 수 있다. 즉 부피가 큰 렌즈의 초점까지 광 경로를 각각 반파장의 정수배가 되는 곳을 잘라서 평면에 붙인 것으로 이해할 수 있다. 이때 조각난 형태의 구면 또는 비구면 형상의 단일 렌즈가 각각의 segment에 따라 다른 굴절능을 갖는 것으로 생각하면 된다. 따라서 Fresnel Lens는 렌즈를 지나는 각각의 광선에 위상차를 줌으로써 원하는 평면에 광을 집속 시킨다.

파장  $\lambda$ 에서 초점거리  $f$ 를 갖는 일반적인 렌즈를 생각해 보자. 광축을 따라 입사한 평면파는 일정한 위상을 갖고 렌즈의 개구를 통과하여 초점거리에 수렴하게되며, 이때 수렴된 파의 위상 지연은

$$\psi(r) = x_0(f - \sqrt{f^2 - r^2}) \quad (1)$$

이다.<sup>[11]</sup> 여기서  $r$ 은 광축에서 반경이고,  $x_0 = \frac{2\pi}{\lambda}$ 이다.

본 논문에서 사용할 Blazed-type Fresnel Lens의 경우를 살펴보기로 한다. 이 경우 그림 1에 나타낸바와 같이 위상 변위 함수가  $2\pi$ 의 구조를 갖는다. Blazed-type Fresnel Lens의 위상 변위 함수를  $\psi_F(r)$ 로 표기하면

$$\psi_F(r) = \psi(r) + 2m\pi \quad r_m < r < r_{m+1} \quad (2)$$

와 같이 표현된다.  $r_m$ 은  $m$ 차 zone의 안쪽 반경이라 하면

$$r_m = \sqrt{2m\lambda f + (m\lambda)^2} \quad (3)$$

이다. 이때 렌즈가 큰 f-number를 갖는다면 식 (3)은

<sup>†</sup> E-mail: manho@cju.ac.kr

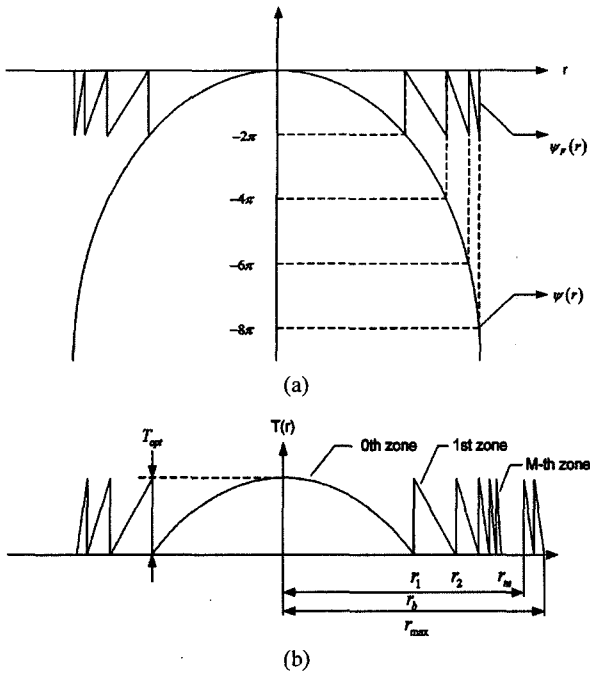


그림 1. (a) Fresnel Lens의 위상변위 함수, (b) 두께분포

$$r_m = \sqrt{2m\lambda f} \tag{4}$$

가 되며, (3), (4)로부터 초점거리  $f$ 는 다음 식으로 쓸 수 있다.

$$f = \frac{r_m^2 - (m\lambda)^2}{2m\lambda}, \text{ for small } F \tag{5}$$

$$f = \frac{r_m^2}{2m\lambda}, \text{ for large } F \tag{6}$$

위상 변위의 결과는 상대굴절률  $\Delta n$ 과 매질의 상대 두께  $T/\lambda$ 의 곱으로 나타낼 수 있다. 즉  $\frac{\Delta n T}{\lambda}$  이다. Fresnel lens는 굴절률의 변화 또는 두께의 변화로 변조됨으로써 만들어진다. 광학물질의 굴절률이 한계가 있으므로 두께 변조 형태를 고려해야 한다. 그 결과 gradient-thickness 구조는 다음의 식으로 표현할 수 있다.

$$T(r) = T_{opt} \cdot \left[ \frac{\phi_F(r)}{2\pi} + 1 \right] \tag{7}$$

식 (7)은 그림 (1b)의 형태를 나타내고 있다. 위상 변위  $2\pi$ 의 최적조건을 갖기 위한 최적의 두께  $T$ 는

$$T_{opt} = \frac{\lambda}{\Delta n} \tag{8}$$

주어진다.

렌즈의 반경  $R$ 과 f-number  $F$ 에 대한 zone의 전체 수는

$$M = \frac{R}{\lambda} (\sqrt{1 + 4F^2} - 2F) \tag{9}$$

가 된다. Zone의 최소주기  $\Lambda_{min}$ 는

$$\Lambda_{min} = r_m - r_{m-1} \tag{10}$$

이므로,

$$\Lambda_{min} = R \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2\lambda f + (2M-1)\lambda^2}{2M\lambda f + (M\lambda)^2}} \right) \tag{11}$$

이 되고,  $M \gg 1$  일 때 식 (12)와 같이 전개된다.

$$\Lambda_{min} = \frac{\lambda(f + M\lambda)}{R} \tag{12}$$

### III. Conventional Backlight Unit

#### 3.1 설계조건

상용화된 2.2 inch BLU를 기초로 하여 설계하였다. 본 논문에서의 설계조건은 상용화된 BLU와 유사한 값을 갖도록 하였으며 도광판의 재질로 가장 많이 사용하는 PMMA(Poly-methylmethacrylate)를 선택했다.

PMMA는 기계적 강도가 높아 깨지거나 변형되지 않으며 가볍고 내화성이 강하다. 또한 투명하여 가시광선 투과율이 높다. 백색광 칩 LED는 Nichia Chemical Co. LTD의 NECW 08T를 기초로 설계하였다. 백색광 LED는 Blue LED에 형광물질을 덮어 백색을 구현하는 방법을 취하고 있다. Blue LED는 GaN를 기초로 만들어진 제품으로 발광파장은 약 460 nm이다. 그러므로 LED의 기본적인 전기적 특성은 Blue LED와 비교하여 거의 동일한 값을 나타내고 있으며 백색광 LED의 색 좌표는 상온 25°C, 순방향 전류 15 mA에서 x축은 3.2이며, y축은 3.2를 나타낸다.<sup>[12]</sup>

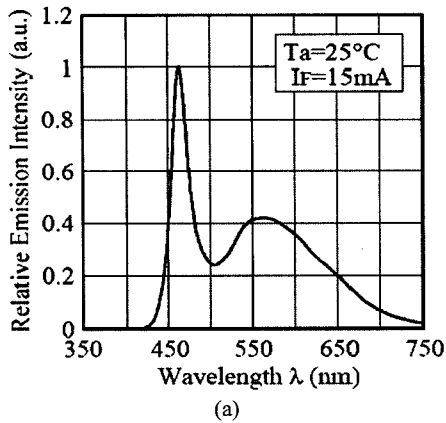
그림 2는 NECW08T의 스펙트럼과 방사각을 나타내고 있다. 방사각은 약 30에서 85%의 power angle을 갖고 60°에서 약 42%의 power angle을 갖는다.

광도는 Rank T 형태인 680 mcd로 하였다. 그림 3은 NECW08T의 실제 측정된 파장의 가중치 값이다.

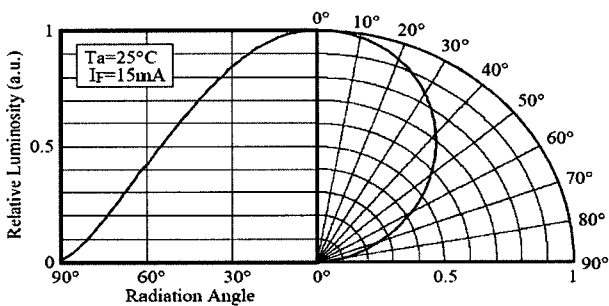
표 1. 상용화된 BLU와 본 논문의 BLU 설계 사양 비교

단위 : mm

	상용화된 BLU의 값	본 논문의 BLU 설계 값
Outer Dimension Size	(W)42×(L)55.60×(H)2.59	(W)42×(L)55.60×(H)2.6
Effective Lighting Area	(W)35.50×(L)44.00	(W)35.00×(L)44.00
Light Guided Thickness	0.8T	1T
LED (ea)	4	3



(a)



(b)

그림 2. NECW008T의 (a) spectrum, (b) Directivity.

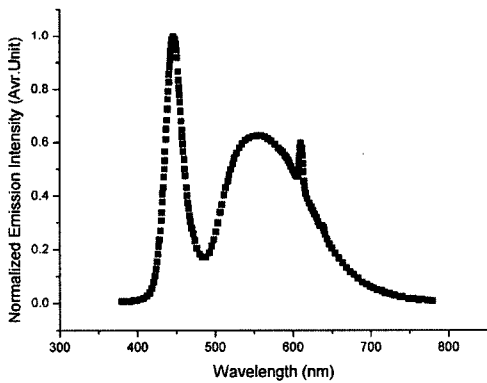


그림 3. LED 파장별 가중치.

### 3.2 도광판 밀면의 패턴 설계

BLU에서 패턴에 따라 균일도와 휘도의 차이가 대단히 많기 때문에 도광판의 밀면에 패턴을 설계하는 것이 핵심 기술이다. 광원에 가까운 부분은 산란자의 양을 줄이고, 광원과 멀리 떨어질수록 산란자의 양을 늘려 도광판의 윗면으로 광을 균일하게 분포시킨다. 그림 4는 도광판에 사용된 좌표축을 나타내고 있다. 도광판 중심의 좌표는 (0, 0, 0)이고, 본 논문에서 백색광 LED는 x축에 3개가 위치하고 있으며, 적절한 LED의 위치를 구하기 위하여 균일한 광분포값을 갖도록 전산모의를 한 결과 +12, 0, -12값으로 결정하였다. 도광판에 의해 유도된 빛은 y축으로 방사된다.

논문에서 사용하는 패턴은 V커팅 방식으로써 도광판에 V

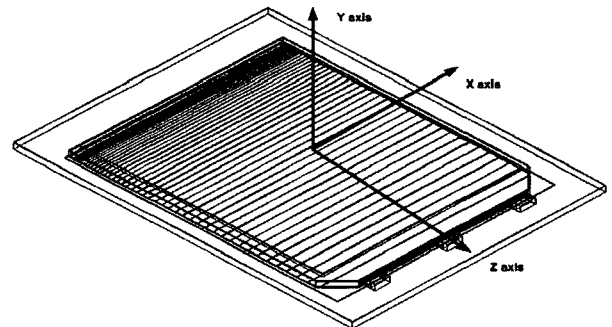


그림 4. 도광판에 사용된 좌표.

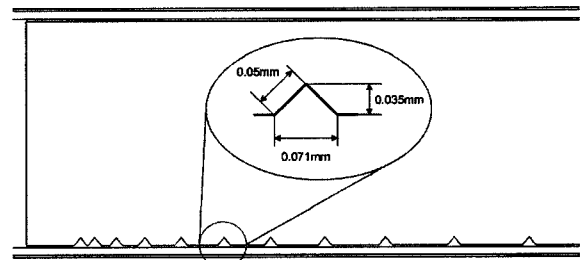


그림 5. 도광판 밀면 패턴.

홈을 내어 측면에서 들어오는 빛의 방향을 수직으로 전환시킨다. V커팅 방식은 산란패턴을 인쇄하는 방식에 비해 광 효율이 높은 것이 특징이다. 그림 5에 본 논문에서 사용된 V패턴의 규격을 나타내었다. 광원과 가장 멀리 있는 곳에서 도광판 윗면으로 산란시킬 수 있는 인자들이 가장 많이 있어야 되기 때문에 가장 먼 곳에 먼저 패턴을 넣은 후 다음 패턴은 바로 옆에 붙였다. z축 -21.7 mm에서 첫 번째 패턴이 위치해 있고 다음 패턴은 0.08 mm 떨어져 있다. 패턴이 증가할 때마다 광원쪽으로 접근하기 때문에 패턴의 밀집도를 감소시키기 위해 0.04 mm씩 증가시켜 선형적으로 패턴의 밀집도를 줄여 나갔다.

### 3.3 광선추적결과

설계한 도광판의 패턴에 대한 성능을 알아보기 위해 광선 추적을 하였다. Backlight Unit의 구성은 3개의 LED, 도광판, 반사필름, 몰드 프레임 및 도광판과 y축으로 1.5 mm 떨어져 있는 흡수판으로 구성되어 있다. 여기서 언급된 흡수판은 도광판에서 출사된 광의 분포를 정량화하기 위해 삽입된 광확소자이다. 각각의 LED는 33,000개의 광선을 출사시켰기 때문에 총 99,000개의 광선을 추적하게 된다. 그림 6은 도광판 윗면의 광선분포도이다. 그림 7의 왼쪽 그림에서 수평축과 수직축의 광선분포를 오른쪽 그림에서 보여주고 있으며, 약 1,400 lux의 균일 광 분포를 보여주고 있다. 그림 7은 흡수판에서 도착한 광선의 분포곡선이다. 광 조도의 최고값이 60 lux로 많이 떨어져 있고, 도광판 밀면의 패턴에 의해 윗면으로 진행되는 광선의 광 효율이 5%정도이므로 패턴의 최적화가 필요하다.

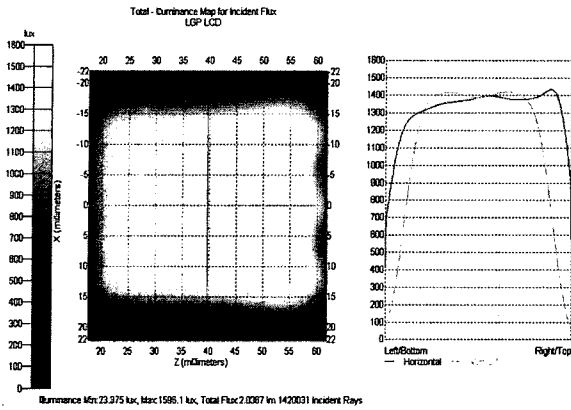


그림 6. 도광판 윗면에서 광 분포도.

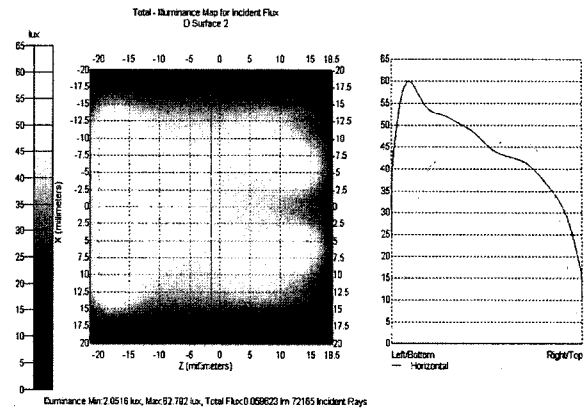


그림 7. 흡수판에서 광 분포도.

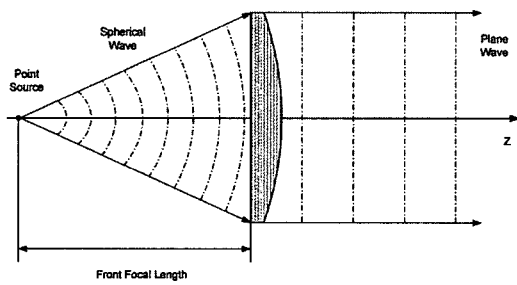


그림 8. 렌즈 앞 초점에 위치한 점광원의 파면변화.

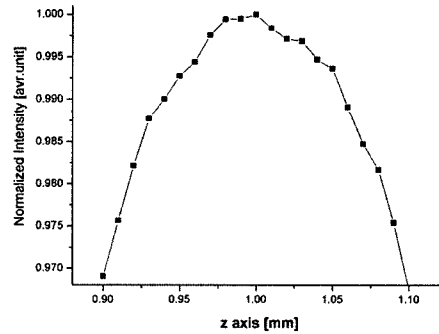


그림 9. MFLA의 초점 부근에 놓인 흡수판의 위치에 따른 광량.

IV. Micro Fresnel Lens Array를 사용한 Backlight Unit

4.1 Micro Fresnel Lens 설계 및 평가

Micro Fresnel Lens(MFL)를 설계하기 위해 렌즈의 직경, 초점거리, 중심파장을 결정한다. 설계된 MFL은 그림 8에서와 같은 가정 하에 설계되었다. 도광판 밑면에 있는 패턴에 의해 광선의 방향이 윗면으로 향한다. 각각의 광선을 점광원으로 가정 한 후 렌즈의 앞 초점에 점광원이 위치해 있어 렌즈를 지나고 난 후에 평행광으로 진행한다라는 가정을 했다. 렌즈의 초점거리가 도광판의 두께와 같은 1 mm, 직경은 0.24 mm, 파장은 546.1 nm로 결정했다.

f-number가 약 4.16이기 때문에 일반적인 식을 이용하여 설계하였다. 설계된 zone의 반경이 제작 가능한가를 보이는 마지막 zone의 주기간격 즉 최소 주기는 4.5 μm로 계산되었다. 그림 9는 렌즈 앞 1mm에 직경이 0.24 mm인 평행광원이 있고, 렌즈 뒤 0.9 mm에서 1.1 mm에까지 0.01 mm씩 흡수판을 옮겨 각 영역에서의 광량의 계산값을 보여주고, 가장 큰 값을 갖는 영역을 best focus로 결정하였다. 원래의 설계와 같이 1 mm일 때 가장 높은 광량을 보여 MFL의 설계가 잘 이루어졌음을 알 수 있다.

4.2 Micro Fresnel Lens Array가 결합된 BLU의 성능평가

연산과정에서 데이터의 양이 방대하여 도광판 윗면 전체를 Micro Fresnel Lens Array(MFLA)로 결합시켜 분석할 수 없

었기 때문에 그림 10과 같이 일정한 영역에 대해서 MFLA의 유, 무에 따른 광 분포도를 비교·분석하였다. 그림 10은 25 × 25 MFLA를 A에서 반 시계 방향으로 D까지 이동시킨 후 그 위치에서 array가 있는 경우와 없는 경우를 1:1로 비교한 것이다.

편의상 MFLA가 없을 때는 영문 대문자로 쓰고 있을 때는 영문 대문자에 (')을 붙였다. 그림 11, 13은 A, B에 array를 놓았을 때 흡수판에 도달한 광의 전체적인 모습이다. 그림 12, 14는 도광판에 array가 있을 때와 없을 때 array 위치와 그에 해당하는 흡수판 위치에서의 광 분포도를 1:1로 비교해 변화를 구한 것이다.

그림 15은 각 영역에서의 평균값을 나타내고 있다. 평균적으로 MFLA이 없을 때보다 있을 때가 2배 이상 향상되었다.

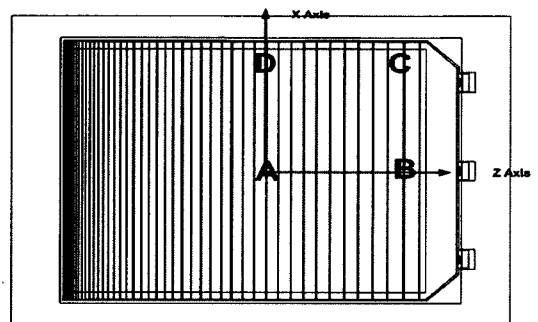
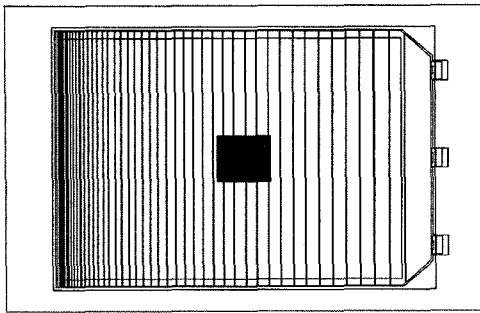
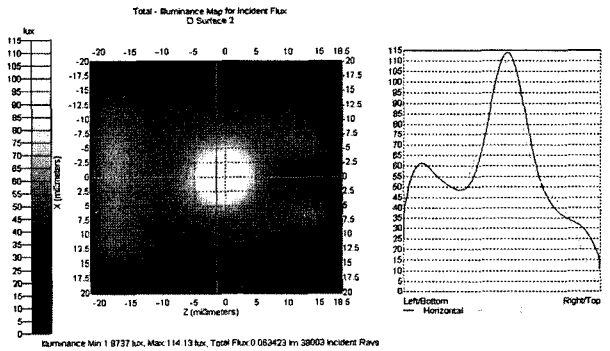


그림 10. Micro Fresnel Lens Array를 이동시킨 좌표위치.

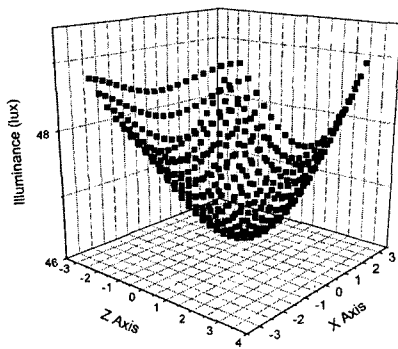


(a) Array의 형태

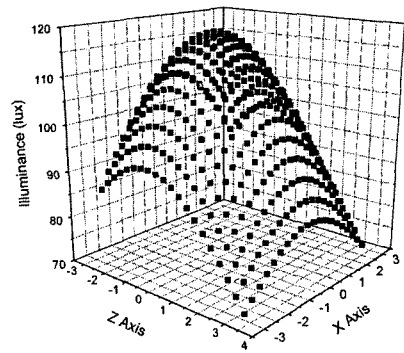


(b) 광 분포도

그림 11. Micro Fresnel Lens Array가 A에 있을 때 흡수판에서 조도량.

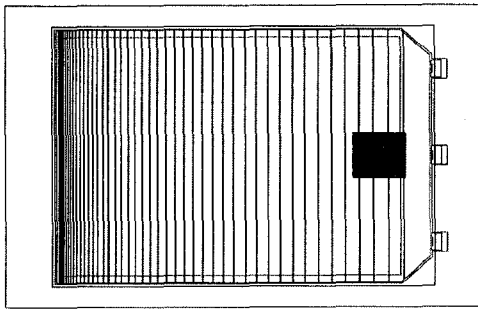


(a)

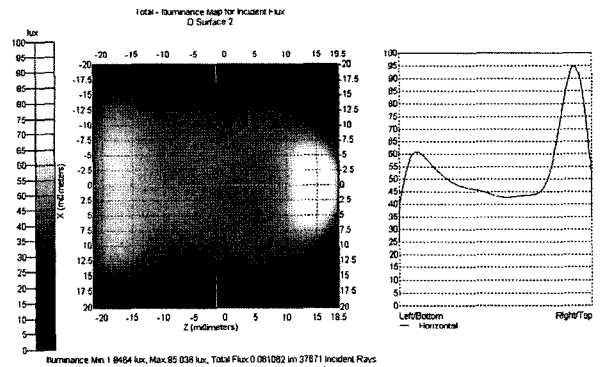


(b)

그림 12. A에서 Micro Fresnel Lens Array가 (a) 없을 때, (b) 있을 때.

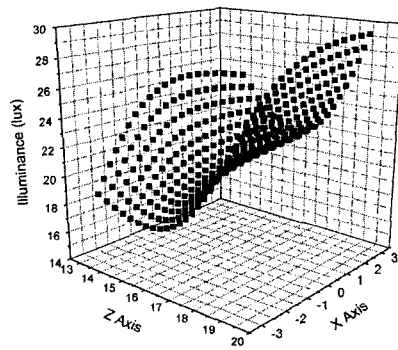


(a) Array의 형태

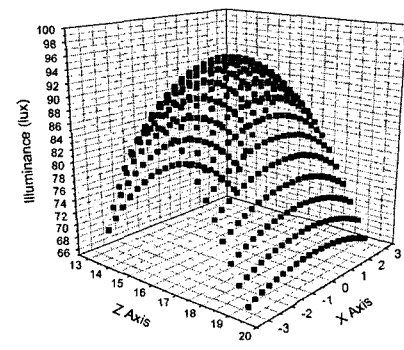


(b) 광 분포도

그림 13. Micro Fresnel Lens Array가 B에 있을 때 흡수판에서 조도량.



(a)



(b)

그림 14. B에서 Micro Fresnel Lens Array가 (a) 없을 때, (b) 있을 때.

A'은 B', C', D'의 평균값에 비해 약 10 lux정도 높다. 이 현상은 MFLA를 도광판 뒷면 전체에 위치시키더라도 충분히 일어날 수 있는 현상이다. 이런 문제를 해결하기 위해 두 가지 방법을 생각해 볼 수 있다. 첫 번째로 초점이 다른 Micro Fresnel Lens를 이용하는 방법, 두 번째는 도광판 밑면에 사용한 패턴과 같이 MFL의 밀도를 조절하는 방법이다. 본 논문에서는 두 번째 방법을 이용해 전산모의 했다. 광 균일도를 높이기 위해 3×3 array를 1 mm씩 띄어 7×7 array를 만들었다. 그 결과 그림 16과 같이 최고 조도가 97 lux, 평균 88 lux로써 평균 약 11 lux정도 감소시켰다.

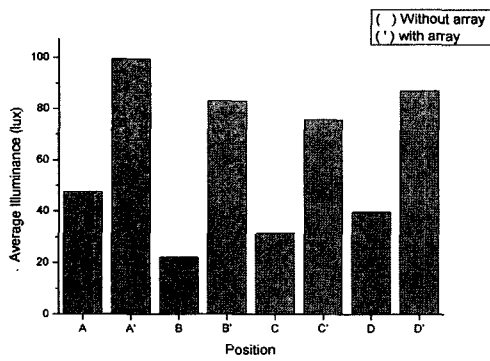
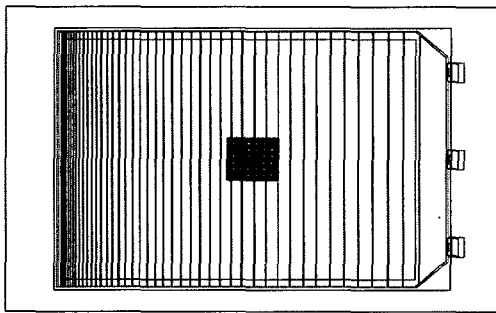


그림 15. 각 영역에서 Micro Fresnel Lens Array가 없을 때와 있을 때의 조도의 평균 값.

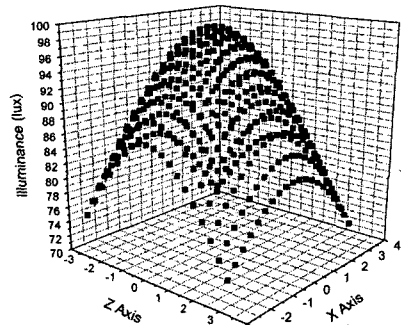
다음은 좀 더 넓은 영역에 대해서 Micro Fresnel Lens Array가 위치해 있을 때 영향이 있는지를 알아보았다. 그림 17은 2×2 Micro Fresnel Lens Array를 사용해서 각각의 lens array를 1 mm 간격을 두어 넓은 면적에 대한 경우 빛의 분포도를 계산했다. 비록 같은 양의 Micro Fresnel Lens를 갖고 좀더 넓은 영역에 대해서 어떤 영향이 있는지 알아 본 결과, 없을 때는 조도가 약 46 lux였지만, 있을 때는 약 65 lux로 20 lux 향상되었으며 MFLA가 위치된 부분에 대해서는 균일한 빛 분포도를 보였다.

V. 결 론

본 논문에서는 Backlight Unit에서 표시장치의 질적향상과 단말기의 소비전력을 낮춤으로서 장시간 사용할 수 있는 이동통신용 단말기를 위해 기존의 BLU에서 사용하던 휘도 강화 필름인 프리즘필름을 제거하는 대신 도광판 뒷면에 Micro Fresnel Lens Array를 패턴으로 사용하는 방법에 관하여 연구하였다. Array가 있을 때와 없을 때를 비교하기 위해 프리즘필름과 확산필름을 사용하지 않은 BLU를 설계하였다. BLU에 사용된 도광판의 밑면 패턴은 V 커팅 방식으로 도광판 뒷면으로 빛이 출사하는 효율이 5% 정도로 낮아 효율을 높이기 위해 패턴의 최적화가 필요했다. 앞 초점에 위치한 점광원이 렌즈를 통과하고 나면 평행광으로 진행한다는 가정 하에 렌즈의 설계변수인 초점거리를 정해 Micro Fresnel Lens를 설계하였고, 원하는 초점을 갖는 렌즈인가를 확인하기 위해

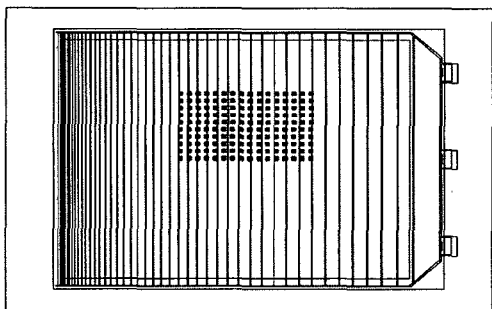


(a) 수정된 Array의 형태

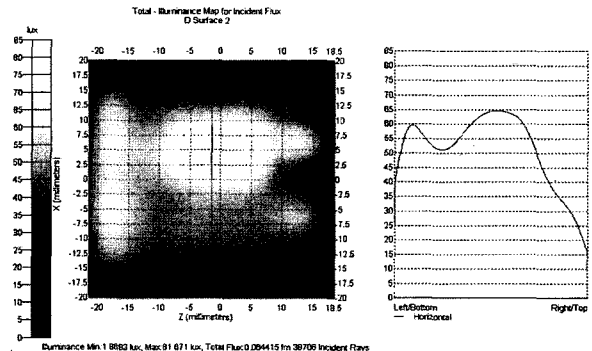


(b) 수정된 Array가 A에 있을 때 조도변화

그림 16. 일정영역에서 조도를 조절하기 위해 수정된 Array 형태.



(a) 확장된 Array의 형태



(b) 확장된 Array가 A에 있을 때 조도변화

그림 17. 영역을 확장시킨 Micro Fresnel Lens Array.

best focus를 계산해 보았다. 데이터 양이 방대해 전산모의에 문제점이 발생해 도광판 윗면의 전체에 Micro Fresnel Lens Array를 결합시켜 분석하지 못했고, 특정부분에 25×25 Micro Fresnel Lens Array 패턴을 놓고 그 위치에서 array가 있을 때와 없을 때를 분석하였다. 도광판의 중심에서 반 시계 방향으로 옮겨가며 해 보았으며, 있을 때와 없을 때의 평균값이 2배 이상 차이가 생겼다. 그리고 중앙에 array 패턴을 놓았을 때가 바깥에 array 패턴을 놓았을 때보다 평균 10 lux정도 밝았다. 다른 영역과 조도를 비슷하게 만들어 주기 위해 Micro Fresnel Lens의 밀집도를 낮게 하는 방법을 사용했다. 마지막으로 넓은 영역에 array패턴이 존재할 경우에 대해서 고려해 보았다. 2×2 array에 1 mm씩 띄어 29 mm×14.5 mm에 대해서 연산한 결과 완벽한 array보다는 조도가 떨어지지만, array가 위치되어 있는 부분은 없을 때 보다 밝게 나타나는 것을 알 수 있었다. 전산모의 결과 MFLA가 있을 때 2배 이상 휘도를 높여주는 것을 알 수 있어 프리즘필름을 대신할 수 있는 가능성을 확인하였다. 차후 실제 제작을 하기 위해 Blazed 형태의 MFL에서 Binary 형태로 연구되어야 하며, Electron-beam,<sup>[9]</sup> Laser-beam<sup>[13]</sup> lithography와, Etching 또는 Thin Film disposition<sup>[14,15]</sup> 기술 등의 연구도 이루어져야 할 것이다.

### 참고문헌

- [1] Munisamy Anandan, "LCD Backlighting," Society for Informational Display Seminar Lecture Notes., pp. 169-250, 2002.
- [2] K.Kalantar, "Optical Design of Light-Guide Plates for Illumination Systems used in Mobile Phones and PDAs," Asia Display, IDW 2001, pp. 517-520, 2001.
- [3] Daniel M. Brown, Robert Dean, Jeremiah D. Brown, "LED Backlight : design, Fabrication, and Testing," Proceedings of SPIE vol. 3938, pp. 180-186, 2000.
- [4] Liwei Lin, T K Shia, C-J Chiu, "Silicon-Processed Plastic Micropyramids for Brightness Enhancement Applications," Institute of Physics Publishing, vol. 10, no.3, pp. 395-400, 2000.
- [5] L. Lin, Y.T Cheng, C.J. Chiu, "Comparative Study of Hot Embossed Micro Structures Fabricated by Laboratory and Commercial Environments," Microsystem Technologies, vol. 4, no. 3, pp.113-116, 1998.
- [6] H.Y. Choi, M.G. Lee, J.H. Min and J.S. Choi, "Hologram Based Light-Guide Plate for LCD-Backlights," Asia Display, IDW 2001 , pp.521-524, 2001.
- [7] M.C Hutley, "Microlens Arrays," IOP Short Meetings Series No 30 Institute of Physics, pp. 109-122, 1991.
- [8] 홍경희, "Micro Lens Array 설계", Journal of Optical Society of Korea, vol. 5, no. 2, pp. 204-211, 1994.
- [9] H. Nishihara and T. Suhara, "Micro Fresnel Lenses," In Progress in Optics, E. Wolf, ed. (North-Holland, Amsterdam, 1987), vol. XXIV, pp. 1-40.
- [10] K. Miyamoto, "The Phase Fresnel lens," J. Opt. Soc. Am., vol. 51, pp. 17-20, 1961.
- [11] Joseph W. Goodman, "Introduction to Fourier Optics," McGRAW-HILL INTERNATIONAL EDITIONS, pp.96-101, 1996. structures," Appl. Opt., vol. 31, no. 8, pp. 1059-1066, 1992.
- [12] Nichia Corporation, "Specifications For Nichia Chip Type White LED Model : NECW008T," No. STSE\_CC3002B < Cat.No.030401 >
- [13] M. Haruna, M. Takahashi, K. Wakahayashi, H. Nishihara, "Laser Beam Lithographed Micro-Fresnel Lenses," APPL. Opt. 29, pp. 5120-5126, 1990.
- [14] L. d'Auria, J. P. Huignard, A. M. Roy, E. Spitz, "Photolithographic Fabrication of Thin Film Lenses," Opt. Commun. 5, pp. 232-235, 1972.
- [15] J. Jahns, S. J. Walker, "Two-Dimensional Array of Diffractive Microlenses Fabricated by Thin Film Deposition," Appl. Opt. 29, pp. 931-936, 1990.

## **Design of Backlight Unit using Micro Fresnel Lens Array**

Jae Sung Ryu and Man Ho Jeong<sup>†</sup>

*Department of Laser and Optical Information Engineering, Chongju University, Chongju 360-764, KOREA*

<sup>†</sup>*E-mail: manho@cju.ac.kr*

(Received March 30, 2005, Revised manuscript April 25, 2005)

A light-guide plate of an LCD backlight coupled with a microfresnel lens array (MFLA) is designed and analyzed. Computer simulated results of optical characteristics of our MFLA-type light-guided plate compared with the conventional prism-type one are presented. We show that the MFLA-type light-guide plate can replace well the conventional prism-type plate.

OCIS Codes : 090.1970, 230.1950, 120.4570.