

## LCD 백라이트 도광판의 광학 특성에 대한 연구

사 중 업<sup>†</sup> · 박 중 렬<sup>\*</sup>

(2003년 4월 15일 접수, 2004년 2월 13일 심사완료)

### Analysis on Optical Characteristics of LCD Backlight LGP

Jong-Youb Sah, Jong-Ryul Park

**Key Words:** Backlight(백라이트), LGP(도광판), Brightness(휘도), Pattern Design(패턴설계)

#### Abstract

LGP(Light-Guide Panel) of LCD backlight is one of the major componets which affect on the product quality of LCD. The optical relation between brightness and pattern has been investigated for LGP with the uniform distribution of brightness. When given the brightness distribution as target, the solutions of pattern distribution is not unique. Each solution of pattern designs shows the different brightness intensity even though they have the same brightness distribution with target's one. The manufacturing condition of pattern has an influence on the possibly-maximum-brightness intensity among the solutions of pattern design. The present study has examined the effects of LGP thickness, pattern shape errors, and reflection film on the optical characteristics of LGP.

#### 기호설명

- $d$  : 원형 패턴의 직경
- $x$  : 입광부로부터 도광판 길이방향 거리
- $\epsilon$  : 인쇄 패턴의 반경방향 인쇄 오차
- $\phi$  : 도광판의 휘도 분포
- $\bar{\phi}$  : 도광판의 목표 휘도 분포

#### 1. 서 론

정보사회의 발달에 따라 문자 및 영상정보의 표시장치로서 평판 디스플레이 산업이 크게 발전하고 있다. 평판 디스플레이 중에서 LCD는 가장 핵심적인 위치에 있으며, 향후 시장전망도 가장

밝은 산업 분야 중의 하나이다. LCD가 세계 시장에서의 지속적인 경쟁력을 확보하기 위하여서는 액정판넬 분야의 경쟁력이 가장 중요하지만 이에 못지 않게 백라이트의 경쟁력도 역시 중요하다. LCD는 수동소자로써 스스로 발광하지 못하고 배면에 위치한 평면광원 즉 백라이트로부터 방출되는 광의 개폐역할만을 수행한다. 따라서, LCD의 주요 품질 중에서 밝기와 휘도균일도 등은 백라이트의 품질에 크게 좌우된다. LCD 백라이트는 품질과 가격 그리고 생산성에서의 경쟁력을 확보하는 것이 중요하다.<sup>(1)</sup>

도광판은 LCD 백라이트의 품질을 좌우하는 주요부품으로써, 도광판 후면의 산란 패턴을 만드는 방법은 인쇄방식과 금형방식, v-cut 방식이 있다.<sup>(2)</sup> 인쇄방식은 시행착오에 의한 반복설계가 용이하므로 대부분의 업체에서 널리 사용하고 있다. 그러나 최근 인쇄방식이나 v-cut 방식과 같은 후가공 방식으로는 그 생산성이 한계에 도달하여 금형을 사용하여 패턴형상을 직접 성형할 수 있는 금형방식의 필요가 크게 대두되고 있다. 금형방식의 도광판을 개발하기 위하여서는, 많은 시간과 비용이 요구될 뿐만 아니라 도광판의 휘도

<sup>†</sup> 책임저자, 회원, 영남대학교 기계공학부

E-mail : jysah@yu.ac.kr

TEL : (053)810-2574 FAX : (053)813-3703

<sup>\*</sup> 주식회사 테크자인

분포가 사출조건에 민감하게 영향을 받으므로 기존의 인쇄도광판과 같은 시행착오 방식으로는 개발에 많은 어려움이 따른다.

최근에는 초정밀기술을 이용하여 확산 필름이나 프리즘 필름을 제거하기 위한 고기능성 도광판을 개발하고자 하는 노력이 크게 활성화하고 있다.<sup>(3)</sup> 이러한 고기능성 도광판을 개발하기 위하여서는 초정밀 가공 기술과 초정밀 성형 기술을 도광판에 성공적으로 적용시킬 수 있어야 하며, 이를 위하여 도광판 개발에 있어서 나노기술과의 접목이 요구된다. 그러나 나노기술의 산란특성에 맞는 도광판을 개발하기 위하여서는 기존 기술 방식과 나노기술 방식을 망라한 도광판 전반에 대한 광학적 특성에 대한 기초 연구가 필수적이다. 본 연구에서는 신기술을 활용한 새로운 도광판의 개발을 지원하기 위하여, 도광판의 광학적 특성들에 대하여 체계적인 연구를 수행하고자 한다.

이전까지 도광판 생산 업체에서 도광판과 관련된 많은 연구가 있었지만, 양산품의 개발 위주로 연구 개발이 진행되어 왔기 때문에 체계적인 도광판의 연구가 이루어질 수 없었다. 학문적인 연구들도 일부 시도되었으나, 도광판의 특성이 공정 오차에 대단히 민감하여 공정 상의 다양한 오차를 제대로 다룰 수 없었으므로 그 적용에 있어서 한계가 있었다. 따라서, LCD 백라이트의 도광판에 대한 체계적인 연구는 현재까지 학계에 보고된 바 없으며, 각 업체들이 내부적으로 시행착오에 의한 노하우들을 보유하고 있는 실정이다. 본 연구의 저자들은 공정 상의 다양한 오차에 대하여 설계 조건을 적용시킨 뒤 85% 이상의 정확도를 갖는 고품질의 도광판 설계 기술을 개발하였을 뿐만 아니라, 피드백 기법을 이용하여 2-3차례의 반복 설계로써 도광판 설계의 정확도를 90% 이상 획기적으로 향상시킬 수 있는 도광판 설계 기술을 개발하였다.<sup>(4)</sup>

본 연구에서는 이러한 설계 기술을 토대로 하여, 도광판의 다양한 광학적 특성들을 체계적으로 분석하였다. 도광판 설계에서 가장 중요한 휘도분포 조절과 그에 따른 산란패턴의 관계, 그리고 최대 가능 휘도를 개념적으로 분리하여 설명하였다. 도광판의 두께와 인쇄오차, 그리고 반사판 등에 따른 도광판 패턴 설계에 대한 영향 등을 종합적으로 분석하였다. 산란패턴은 다양한

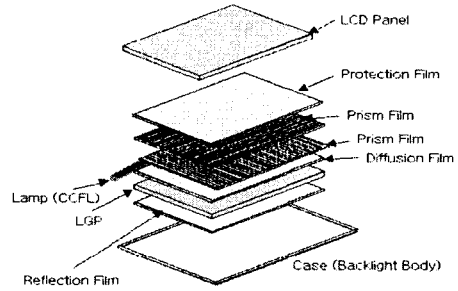


Fig. 1 Configuration of backlight unit

실험을 용이하게 하기 위하여 인쇄방식을 사용하여 가공하였다.

도광판의 다양한 광학적 특성을 이해함으로써 향후 보다 경쟁력있는 새로운 도광판을 개발하기 위한 학문적 토대를 마련할 수 있을 것이다.

## 2. 도광판의 설계 제작

### 2.1 도광판의 구조와 원리

LCD는 수동소자로써 자체 발광하지 못하므로, 배면에 균일한 휘도분포를 갖는 별도의 면광원(backlight)이 필요하다. 이것을 LCD 백라이트라 하며, 그 부품 구성은 Fig. 1과 같다. LCD 백라이트는 다수의 광학 필름들과 반사필름, 도광판, 그리고 냉음극관(CCFL)으로 구성된다. 프리즘 필름은 LCD 패널의 액정에 시야각이 있으므로 도광판에서 나온 빛을 전방으로 수직하게 모아 주기 위한 것이며 종방향 및 횡방향으로 모두 2개가 필요하다. 확산 필름은 도광판 후면의 산란패턴이 전면에서 보이게 되므로 이를 확산처리하기 위하여 사용한다. 도광판은 냉음극관에서 방출된 빛을 균일한 분포로 도광판 전면으로 방출시켜 면광원을 형성하도록 하는 중요한 부품이다. 반사 필름은 도광판 배면으로 방출되는 빛을 도광판 전면으로 다시 반사시켜 방출하기 위하여 사용한다.

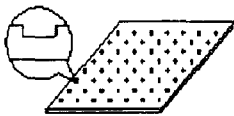
도광판의 원리는 Fig. 2와 같이 측면에서 유입된 광이 전반사를 통하여 도광판 내부로 전달되고, 도광판 후면의 산란 패턴에 부딪힌 광이 산란되어 상부로 방출되는 것이다. 이때 상부로 방출되는 빛의 밝기와 분포를 제어하기 위하여 도광판



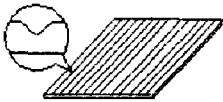
Fig. 2 Principles of LGP



(a) Print type



(b) Mold type



(c) V-cut type

Fig. 3 Types of LGP

하부의 산란 패턴을 조절한다. 상부로 방출되는 빛이 균일하게 되도록, 도광판 시작 부분에서는 전반사되어 진행하는 빛이 많아야하므로 패턴의 크기나 밀도를 작게, 도광판 뒷부분에서는 대부분의 빛이 난반사되어 진행하는 빛이 적으므로 패턴의 밀도나 크기를 크게 설계하여야 한다.

산란을 일으키기 위한 패턴을 만드는 방법은 Fig.3과 같이 여러가지 방법이 있으며, 산란잉크를 도광판 후면에 인쇄하여 도포하는 인쇄 방법과, 도광판 후면에 v-자 모양의 홈을 만드는 v-cut 방법, 금형의 코아 면에 요철형상의 패턴을 가공하여 사출성형함으로써 패턴을 만드는 금형 방법이 있다. v-cut 방법은 v-자 모양의 홈의 간격을 쉽게 조절할 수 있어 도광판의 개발이 쉽지만, 생산효율이 저하되는 문제점이 있다. 금형 방식은 금형의 코아를 수정하는데 많은 시간과 비용이 발생하므로 도광판의 개발이 어렵지만 생산효

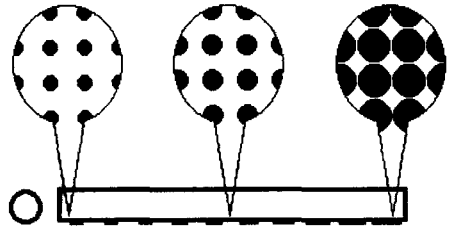


Fig. 4 Pattern sizes at bottom side of LGP

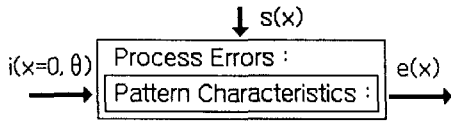
율을 크게 향상시키는 장점이 있다. 인쇄방식은 위의 두가지 방식의 중간에 해당하는 것으로 도광판의 패턴개발이 금형방식보다 쉽고, 생산효율도 v-cut 방식보다 높아 현재까지 가장 일반적으로 널리 사용되는 방법이다. 향후의 기술 변화추이는 금형방식의 패턴설계 개발 기술이 향상됨에 따라, 인쇄방식에서 보다 생산성이 높은 금형방식으로 서서히 바뀌어가고 있다.

인쇄방식의 산란패턴의 예가 Fig. 4에 나타나 있다. 광원에 가까운 쪽은 산란패턴의 크기(밀도)가 작고 광원으로부터 멀어질수록 산란패턴의 크기(밀도)가 증가하는 것을 알 수 있다.

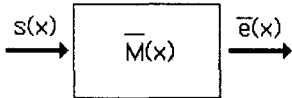
2.2 도광판의 패턴 설계

Fig. 4에서 보는 바와 같이 도광판의 후면에 광원으로부터 멀어질수록 크기가 증가하는 산란 패턴을 설계하여야 한다. 이러한 패턴 설계의 목적은 도광판 전면으로 방출되는 광의 휘도분포를 조절하기 위한 것이다. 통상적으로 패턴 데이터가 주어지면 도광판을 제작 및 측정하여 도광판의 휘도 특성을 알 수 있지만, 실제 설계과정은 원하는 휘도분포를 만족하는 패턴 데이터를 찾아야 하는 역설계 과정이다. 또한 도광판의 휘도분포는 공정 상의 오차에 민감한 영향을 받으므로, 이러한 다양한 공정 상의 오차를 고려하여 역설계를 수행하는 것이 도광판의 패턴 설계이다.

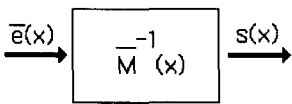
Fig. 5는 오차적용설계에 대한 전반적인 개념을 설명하고 있다. Fig. 5(a)에서 보는 바와 같이 입광부( $x=0$ )에서의 입사광선  $i(x=0, \theta)$ 에 대하여 패턴 분포  $s(x)$ 를 조절하므로써 원하는 휘도분포  $e(x)$ 를 얻을 수 있다. 입사광선  $i(x=0, \theta)$ 는 광원의 종류와 반사경 형상, 도광판 재질, 도광판의 입광부 가공상태 등에 따라 영향을 받



(a) Process errors in simulation



(b) Process-error-adaption



(c) Inverse design

Fig. 5 Process-Error-Adaptive design

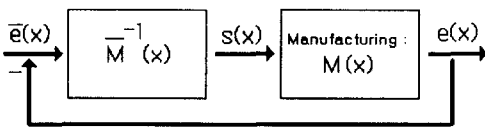


Fig. 6 Feedback design

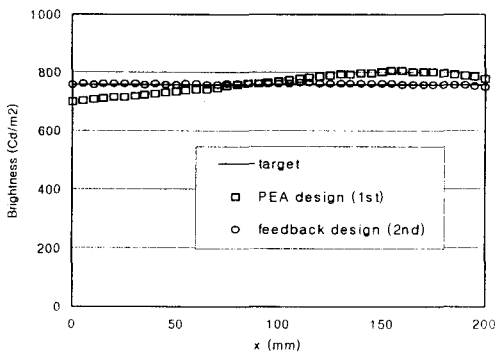


Fig. 7 Design example of LCD backlight LGP

지만, 패턴 설계 과정에서 상기의 조건들이 일단 결정되면 일정한 값을 갖는다. 기존의 통상적

Table 1 Samples of LGP prototype

#	t	brightness	print error	# of designs	pattern designs
1	4	high	×	2	PEA(1st)+feedback(2nd)
2	4	medium	×	2	PEA(1st)+feedback(2nd)
3	4	low	×	2	PEA(1st)+feedback(2nd)
4	3	high	×	2	PEA(1st)+feedback(2nd)
5	5	high	×	2	PEA(1st)+feedback(2nd)
6	4	high	○	0	-
7	4	low	○	0	-

인 설계 방법은 설계자가 목표로 하는 휘도분포  $e(x)$ 를 얻을 때까지 패턴 분포  $s(x)$ 를 반복적으로 조절하는 시행착오 방식에 의한 것이다. 그러나 이 과정에서 일일이 제어할 수 없는 수많은 공정 조건들의 오차가 도광판 휘도 분포에 민감한 영향을 미친다. 공정 상에서 나타나는 이러한 오차를 별도로 분리하여 정량화시키는 것은 바람직하지 않다. 일반적으로 공정상의 오차를 정확하게 측정하려는 시도는 오차의 임의성과 불확실성 때문에 바람직하지 않으며, 실제로 이러한 오차를 정확히 규명하여 도광판 설계에 성공한 사례가 보고된 바 없다. 따라서, Fig. 5(b)에서 보는 바와 같이 임의로 주어진 패턴 데이터  $s(x)$ 를 사용하여 도광판을 제작하고, 휘도 분포에 대한 측정 결과  $\bar{e}(x)$ 를 얻은 후, 패턴 데이터와 휘도 측정 결과 간의 인과관계를 분석하여 제작 및 측정 공정 상의 오차를 포함한 산란 패턴의 광학 특성  $\bar{M}(x)$ 를 예측한다. 이러한 공정 오차를 포함한 물성치를 예측하여 설계에 사용하는 것을 오차 적응 기법이라 한다. 공정 오차를 포함한 광학 특성  $\bar{M}(x)$ 를 예측한 후에는 Fig.5(c)에서 보는 바와 같이 역설계를 수행하여 목표 휘도분포  $\bar{e}(x)$ 에 대하여 공정 오차가 고려된 설계 패턴분포  $s(x)$ 를 얻을 수 있다. 오차 적응설계는 공정상의 오차를 포함하여 설계를 수행하는 것으로 오차에 상관없이 정확한 설계를 수행할 수 있는 장점이 있다. 목표 휘도  $\bar{e}(x)$ 에 대한 역설계를 수행하여 설계 패턴  $s(x)$ 를 구하고, 동일한 공정

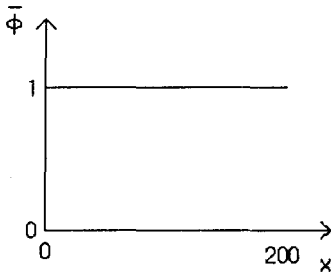
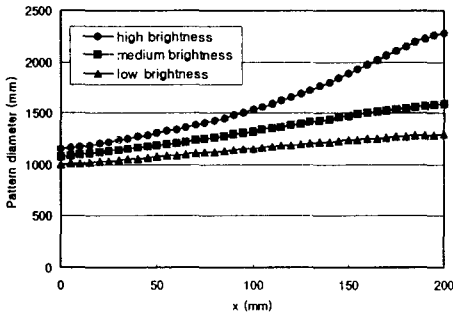
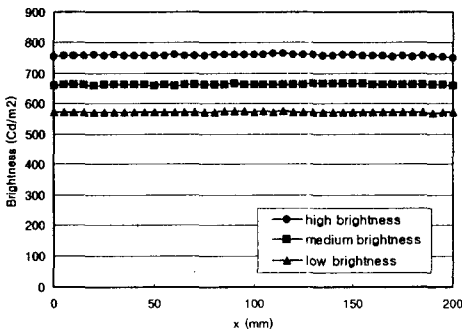


Fig. 8 Uniform distribution of target brightness



(a) Pattern diameter designed along x axis



(b) Brightness measured along x axis

Fig. 9 Design examples for uniform brightness

조건 하에서 도광판을 제작하여 측정 휘도  $e(x)$ 를 얻는다. 패턴 분포  $s(x)$ 와 측정휘도  $\bar{e}(x)$ 의 상관관계로부터 예측된  $\bar{M}(x)$ 와, 도광판의 실제 제작 및 측정에 관여하는  $M(x)$ 가 서로 완전히

동일하지 않아서, 오차 적응 기법에 의한 1차 설계 데이터는 80% 내외의 정확도를 갖는다. 오차 적응 기법에 의한 설계 결과가 충분히 만족스럽지 않은 경우에는 Fig. 5(c)에서 보는 바와 같이 목표 휘도  $\bar{e}(x)$ 에 대하여 피드백 설계를 이용하여 2차 또는 3차 설계 데이터로 90% 이상의 정확도를 보장할 수 있다. Fig. 7은 오차 적응 기법에 의한 1차 설계의 우수성과 피드백 방식에 의한 2차 설계의 정확도를 잘 보여준다. 1차 설계는 공정 조건 변화 등으로 인하여 오차적응기법이 완전하지 않아서 87%의 휘도 균일도를 보여준다. 피드백을 이용한 2차 설계를 통하여 휘도 분포가 보정된 것을 알 수 있으며, 휘도 균일도는 98%까지 향상되었다.

### 2.3 도광판의 제작

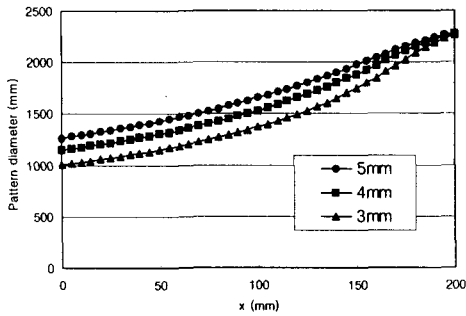
도광판의 산란 패턴을 인쇄할 때, Nagase 잉크를 사용하였으며, 305메쉬의 인쇄제판을 사용하였다. 반사판은 SKC의 RP10 모델을 사용하였다. 공정 오차의 재현성을 위하여 인쇄 공정에서의 스퀴즈 압력과 속도, 잉크의 점성 등 인쇄와 관련된 모든 공정 조건이 일정하게 유지되도록 하였다. 패턴 인쇄 시에 피치는 2.5mm로 하였다.

두께가 3, 4, 5mm이고 길이가 200mm인 투명 아크릴을 도광판으로 사용하였으며, 외경 2.6mm의 냉음극관을 광원으로 사용하였다. 오차 적응 기법(PEA, Process-Error-Adaptive)과 피드백 기법을 사용하여 각각 1, 2차 설계를 수행함으로써, 목표 휘도와 거의 동일한 수준에 도달한 7개의 도광판 모델을 제작하였다. Table 1에 나타난 7개의 도광판들의 광학적 특성들을 비교하여 연구를 수행하였다. 도광판의 입광부로부터 반입광부로의 휘도 분포는 BM7을 이용하여 측정하였다.

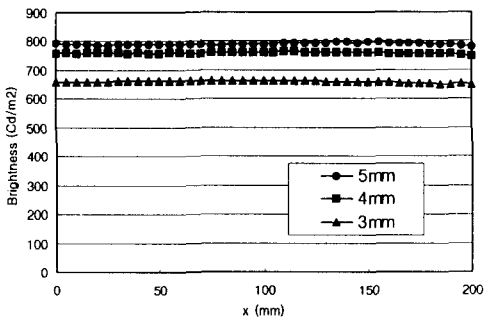
## 3. 도광판의 광학적 특성

### 3.1 휘도 분포와 패턴 분포

도광판의 산란패턴과 휘도는 밀접한 관계가 있다. 휘도는 통상 휘도 분포와 휘도 세기로 나눌 수 있다. 휘도 세기는 산란패턴에 영향을 받을 뿐만 아니라 광원의 세기에도 영향을 받으므로, 도광판 패턴 설계 시에는 휘도 세기는 고려하지 않고 휘도 분포만을 고려하는 것이 바람직하다. Fig.8은 패턴 설계 시에 사용할 목표 휘도분포의



(a) Pattern diameter designed along x axis



(b) Brightness measured along x axis

Fig. 10 Design examples for various thicknesses

한 예이다. 실제로 도광판을 개발하는 경우에 목표 휘도 분포는 일반적으로 도광판의 중앙 부분이 양끝단보다 더 높은 휘도를 갖는 볼록한 휘도 분포가 요구된다. 하지만, 그러한 목표 휘도 분포는 도광판의 모델마다 제각기 다르므로 광학특성을 비교하는데 적절하지 않다. 본 연구에서는 체계적인 광학 특성의 비교가 가능하도록 목표 휘도 분포를 Fig. 8에서 보는 바와 같이 일정하게 하여 도광판을 설계 및 제작하였다. 이러한 휘도 분포를 균일 휘도 분포라 하며, 균일 휘도 분포를 갖는 도광판을 균일 휘도 도광판이라 한다. 균일 휘도 도광판은 본 연구와 같은 도광판의 광학적 특성 분석에 요긴하게 사용될 수 있으나, 실제 도광판으로 사용하기에는 부적절할 수도 있다. 본 연구에서 제작된 모든 턴 분포의 역설계 결과는 Fig. 9과 같이 여러 개의 답을 가질 수 있다. Fig. 9(a)는 3개의 패턴 설계를 보여 주고 있으며, 도광판은 특별한 언급이 없더라도 모두 균일 휘도 분포를 목표 휘도 분포로 하여 설계된 균일 휘도 도광판이다.

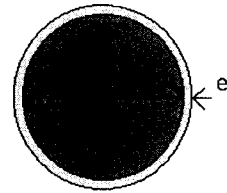
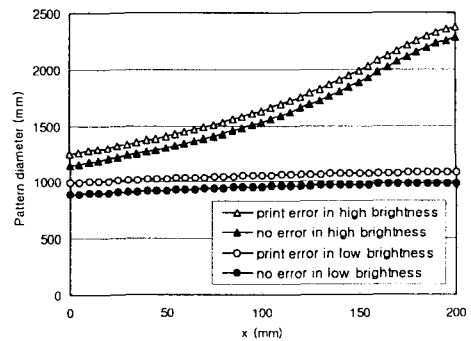
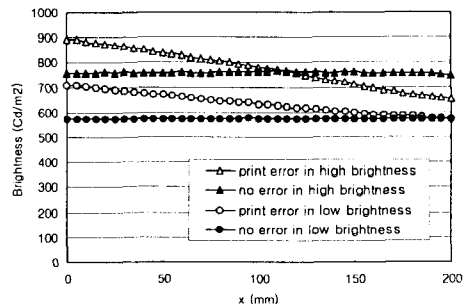


Fig. 11 Error of dot size in printing



(a) Pattern diameter along x axis



(b) Brightness measured along x axis

Fig. 12 Influence of print error

도광판의 대표적인 광학적 특성 중의 하나는 휘도분포가 패턴 분포와 유일한 관계를 갖지 않는다는 것이다. 즉, 생산공정과 공정오차가 일정한 경우라 하더라도, 주어진 휘도분포를 갖는 패턴 3개의 패턴 설계에 의한 결과는 모두 Fig. 9(b)에서와 같이 균일 휘도 분포를 보여주고 있다. 즉, 주어진 휘도분포를 만족하는 패턴 데이터는 수없이 많은 답을 가질 수 있다. 위쪽에 위치한 패턴 분포가 전반적으로 더 큰 직경의 패턴을 가지며

로 제작 결과 더 밝은 휘도 세기를 갖는다.

도광판의 설계에서 휘도 분포도 중요하지만 휘도 세기도 밝을수록 유리하므로, Fig. 9의 세 가지 도광판 설계에 있어서 저휘도(low brightness)보다는 중휘도(medium brightness)가, 그보다는 고휘도(high brightness)가 유리하다. 도광판이 가질 수 있는 가장 밝은 휘도 세기를 최대 가능 휘도라 한다. 이러한 최대 가능 휘도는 패턴의 형상과 가공 방법에 의하여 결정된다. Fig. 4의 패턴 형상은 Fig. 9의 고휘도 도광판의 패턴 설계 결과를 보여준다. Fig. 4에서 광원으로부터 가장 먼 곳의 패턴의 직경은 이웃한 패턴과 접촉하기 직전의 상태임을 알 수 있다. 패턴 크기를 더 증가시키면 이웃한 패턴들이 서로 접촉하게 되어 인쇄 공정 상에서 제어하기 어려운 오차를 유발시키게 된다. 따라서, Fig. 9의 고휘도 도광판이 균일 휘도 분포를 갖는 최대 가능 휘도를 나타내고 있음을 알 수 있다.

Fig. 9의 세 가지 결과는 도광판의 광효율과도 밀접한 관계가 있다. 저휘도 도광판은 동일한 세기의 광원으로부터 평균 570 Cd/m<sup>2</sup>의 휘도를 도광판 전면으로 방출시키지만, 중휘도와 고휘도 도광판은 각각 660, 760 Cd/m<sup>2</sup>의 휘도를 방출하고 있다. Fig. 9에서 알 수 있는 것은 도광판의 방출광량의 효율이 높을수록 도광판의 길이 방향을 따라서 패턴 크기의 변화가 심하다는 점을 알 수 있다. 또한 최대 가능 휘도에서 도광판 방출광량의 효율이 최대임을 알 수 있다.

### 3.2 도광판 두께와 패턴 분포

도광판의 산란 패턴 설계는 도광판의 두께에 큰 영향을 받는다. 도광판의 두께가 3, 4, 5mm인 경우, 최대 가능 휘도를 갖는 도광판의 설계 결과가 Fig. 10에 나타나 있다. 동일한 피치와 동일한 패턴최대직경에 대하여 각각 최적 설계를 수행하여 도광판의 두께 변화에 대한 휘도 측정 결과를 비교하였다. 도광판이 두꺼울수록 산란패턴의 크기가 커져서 패턴 분포의 변화가 완만해진다. 휘도의 세기는 도광판이 두꺼울수록 더 강한 것을 알 수 있다.

### 3.3 인쇄오차와 패턴 분포

Fig. 9의 저휘도 및 고휘도 설계에 대하여 인쇄오차의 영향을 분석하였다. 실제 도광판의 제작

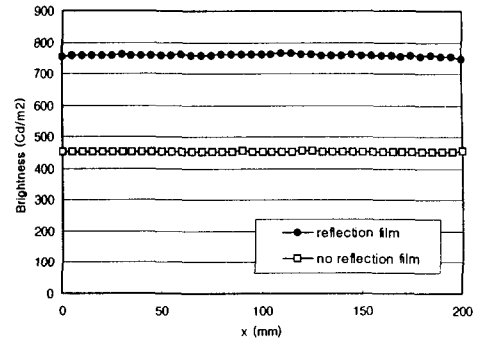


Fig. 13 Influence of reflection film

과정에 있어서 패턴 크기의 설계 데이터는 실제 인쇄된 패턴 크기와 동일할 수 없다. 이러한 인쇄오차는 많은 변수들에 의하여 영향을 받으므로 정량화시켜 분석하는데 어려움이 있다. 본 연구에서는 인쇄 오차를 모사하기 위하여 Fig. 11에서 보는 바와 같이 설계된 패턴 직경  $d$ 와 변경된 패턴 직경  $(d+2\epsilon)$ 에 대하여 도광판의 휘도분포를 비교하였다. 패턴 면적의 상대오차는 Fig. 9에서 다음과 같다.

$$\frac{\pi d \epsilon}{\pi/4 d^2} = \frac{4\epsilon}{d}$$

Fig. 9(a)에 나타난 고휘도 및 저휘도 도광판의 설계 패턴 직경과 그 직경에 100um을 더한 패턴 직경들의 분포가 Fig. 12(a)에 잘 나타나 있다. 균일 휘도 설계의 패턴 직경 분포에 오차가 수반되어 직경이 변화하면 Fig. 12(b)에 나타난 것과 같이 균일 휘도 분포가 깨어짐을 알 수 있다.

이러한 실험은 인쇄오차 등에 의하여 패턴 직경이 변화하는 경우, 도광판의 휘도분포가 크게 영향을 받는다는 사실을 보여준다. 특히, 방출광량의 효율이 높은 고휘도 도광판의 경우에는 저휘도 도광판에 비하여 설계된 패턴 면적이 크기 때문에 패턴 면적의 상대오차가 더 작음에도 불구하고 휘도분포의 영향은 더 크게 받는다는 점을 알 수 있다. 즉, 저휘도의 경우 570 Cd/m<sup>2</sup>의 균일휘도값이 710 - 570 Cd/m<sup>2</sup>으로 휘도균일도가 80%로 떨어지는 반면, 고휘도의 경우에는 760 Cd/m<sup>2</sup>의 균일휘도값이 890 - 650 Cd/m<sup>2</sup>으로 휘도분포의 균일도가 약 73%로 더 심하게 떨어진

다. 이것은 방출광량의 효율이 높을수록 패턴의 변화가 심하여지고, 패턴에 대한 공정 오차의 영향이 더 민감하게 나타나기 때문이다. 따라서, 최대 가능 휘도를 구현하고자 할 때에는 공정 오차의 제어가 대단히 중요함을 알 수 있다.

### 3.4 반사판과 패턴 분포

반사판이 도광판의 방출 광에 미치는 영향을 조사하였다. Fig.9의 고휘도 도광판에 대하여 반사판을 사용한 경우와 반사판 대신에 검은색 종이를 낸 경우를 비교하였다. Fig.13의 결과로부터 반사판의 사용이 휘도의 세기에는 영향을 주지만 휘도 분포에는 영향을 거의 주지 않는다는 사실을 확인할 수 있었다. 반사판이 없는 경우와 반사판이 있는 경우의 휘도 세기는 각각  $460 \text{ Cd/m}^2$ 과  $760 \text{ Cd/m}^2$ 으로 약 60 : 100의 휘도 세기의 향상이 있음을 알 수 있다. 즉, 반사판의 역할은 도광판의 방출 광량의 효율에서 상당한 역할을 차지하고 있음을 알 수 있다.

## 4. 결론

본 연구를 통하여 반사판이 도광판에 미치는 영향을 명확하게 분석하였다. 반사판은 휘도 분포에는 영향을 미치지 않지만 휘도분포의 세기에는 상당한 영향을 미친다. 최대 가능 휘도 설계에서 총 방출광량의 약 40%를 반사판이 감당하고 있음을 알 수 있다.

주어진 휘도분포에 대하여 패턴 분포는 많은 답을 가질 수 있다. 그러나 패턴 형상의 가공 조건에 따라 최대 가능 휘도가 결정될 수 있으므로, 최대 가능 휘도를 갖는 도광판의 패턴 설계 데이터는 유일한 해를 갖는다.

방출광량의 효율이 높아질수록 산란 패턴의 변화가 심해지고 작은 오차에도 민감하게 영향을 받는다는 것을 알 수 있다. 따라서, 최고 효율을 갖는 최대 가능 휘도에 가까울수록 공정 오차에 대한 영향이 민감하여져서 휘도분포를 제대로 맞추기가 어려워짐을 알 수 있다.

도광판의 두께는 두꺼워질수록 산란패턴의 크기 변화가 완만하여지고, 휘도분포의 세기가 증가함을 알 수 있다. 이는 두께 증가에 의하여 입광부에서 광원으로부터 입사되는 광량이 늘었기 때문이다. 그러나, 패턴의 변화가 완만하여진다는 것은 방출광량의 효율은 오히려 감소한 것으로 볼 수 있지만, 입광부의 입사광량이 늘었기 때문에 총방출광량은 두께 증가에 의하여 증가한 것으로 볼 수 있다.

## 참고문헌

- (1) Choi, Dong-Hun, and Oh, Sang-Joon, 2001, "Technical Trends of LCD part material," *Korean Information Display Society*, Vol. 2 No. 6, pp. 9~21.
- (2) Kim, Cha-Youn, 2001, "Technical Trends of Back Light Unit(BLU)" *Korean Information Display Society*, Vol. 2 No. 1, pp. 45~51.
- (3) Ide, T., Numata, H., Mizuta, H., Taira, Y., Suzuki, M., Noguchi, M., and Katsu, Y., "Moire-Free Collimating Light Guide with Low-Discrepancy Dot Patterns," 2002, SID '02 DIGEST, pp.1232~1235.
- (4) Jong-Youb Sah, Jong-Ryul Park, 2003, "Pattern Design of LCD Backlight LGP," *J. of the Institute of Industrial Technology, Yeungnam Univ.*, Vol. 31, No. 1, pp. 15~22.