

피라미드 패턴으로 제작된 TFT-LCD용 도광판의 출력 특성

김영철^{1*}, 안성준², 안승준¹, 오태식¹, 김호섭¹, 김대욱¹

¹선문대학교 공과대학 정보디스플레이학과

²선문대학교 공과대학 정보통신공학과

Output Characteristics of a LGP for TFT-LCD with Pyramid Shaped Pattern

Young Chul Kim^{1*}, Seong Joon Ahn², Seungjoon Ahn¹, Tae-Sik Oh¹,

Ho-Seob Kim¹ and Dae-Wook Kim¹

¹Department of Information Display, Sun Moon University

²Department of I&C Engineering, Sun Moon University

요약 피라미드 패턴이 가공된 도광판(LGP: Light Guide Plate)의 광출력 특성을 전산 모사를 통하여 조사하였다. 피라미드 패턴의 크기, 패턴의 면적 점유율, 피라미드 에칭각 등이 도광판 출력에 미치는 영향을 각각 조사하였으며, 이를 일반적으로 사용되는 반구형 패턴과 비교하였다. 반구형 패턴과의 비교 결과 패턴의 모양은 출력의 세기에 큰 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 또한 각 변수들의 영향을 분석한 결과, 패턴의 크기 변화는 출력에 거의 영향을 주지 않는 반면에 패턴의 면적 점유율과 피라미드 에칭각은 도광판의 출력에 비교적 큰 영향을 주는 것으로 나타났다. 따라서 패턴의 면적 점유율 및 에칭각을 조절함으로써 도광판 성능을 개선할 수 있는 것으로 조사되었다.

Abstract We have analyzed the output characteristics of a LGP with pyramid shaped pattern by using a 3-D simulation tool. The influences on the LGP output of various parameters such as the pattern shape, pattern occupation ratio, pattern size, and etching angle were investigated. Comparing the pyramid shaped pattern with hemispherical patterns, little difference was observed. And, it was proved that the pattern occupation ratio and etching angle have relatively large effects on LGP output characteristics, while the pattern size has no effect. Therefore, we can improve the LGP characteristics by optimizing pattern structure and distribution.

Key Words : TFT-LCD, BLU, Pyramid Pattern, LGP

1. 서론

TFT-LCD (Thin Film Transistor Liquid Crystal Display)의 BLU(Back Light Unit)는 그림 1과 같이 광원, 도광판, 확산시트, 그리고 프리즘 시트 등으로 이루어져 있다. 그림 1에서 보여주는 바와 같이 광원으로부터 도광판으로 입사된 빛은 도광판을 따라 전반사되어 수평방향(y-축 방향)으로 진행하다 도광판에 가공된 패턴에 의해 반사, 굴절되어 진행 방향을 바꾸어 수직방향(z-축 방향)으로 배출된다. 도광판으로부터 나온 빛은 확산시트를 거

치면서 여러 방향으로 퍼져서 출력면의 휘도 균일도를 향상시키고, 다시 프리즘시트를 거치면서 z-축 방향으로의 방향성이 개선되어 디스플레이 면에서의 휘도를 증가시킨다. 현재 각 부품을 단일화 하거나 개수를 축소시키는 등의 기술 개발을 통해 광특성을 향상시키며 제조 단가를 낮추려는 노력이 이루어지고 있다.[1-2] 이러한 연구의 일환으로 도광판에 형성되는 패턴의 크기, 모양, 분포 등 패턴 최적화를 통하여 출력을 높이고 균일도를 향상시키기 위한 연구가 이루어지고 있다.

도광판에 형성시키는 패턴의 제작 방식은 일반적으로

*교신저자 : 김영철(yckim@sunmoon.ac.kr)

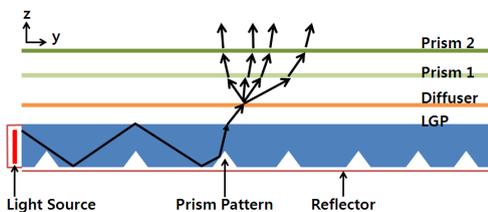
접수일 09년 07월 21일

수정일 (1차 09년 10월 07일, 2차 09년 11월 09일)

게재확정일 09년 11월 12일

인쇄 방식과 무인쇄 방식으로 나누어진다. 무인쇄 방식에서는 반구 모양의 패턴이 많이 사용되고 있으나, 피라미드 모양의 패턴이 제작상 많은 장점이 있고,[3-4] LGP에 역프리즘 패턴을 가공하여 기존의 프리즘 시트가 필요 없는 일체형 LGP로도 사용될 수 있기 때문에[5] 실리콘 웨이퍼를 이용한 피라미드 패턴에 관한 연구들이 진행되고 있다. 실리콘 웨이퍼를 이용한 피라미드 모양의 패턴 제작에 있어, 실리콘 웨이퍼 습식 식각 공정이 잘 정립되어 있기 때문에 크기와 모양이 균일한 패턴 제작이 용이하고 재현성이 매우 높다. 즉, 습식 식각 공정은 일반적으로 식각 용액에 웨이퍼를 넣어 액체-고체(liquid-solid) 화학반응에 의해 식각이 이루어지는 것을 말하며, 반도체 공정에서 광범위하게 사용되고 있다. 습식 식각은 웨이퍼의 결정면에 따라 등방성(isotropic) 식각, 이방성 식각이 있는데 이를 이용하여 원하는 형태의 패턴을 가공할 수 있다. Si의 경우 대표적인 비등방성 식각은 KOH나 TMAH 용액을 식각용액으로 사용할 경우 일어나는데, 실리콘과 같이 다이아몬드(diamond) 구조를 갖는 결정의 경우, (111)면은 (100)면보다 면간 거리가 좁기 때문에 (111)면의 식각 속도는 (100)면의 식각 속도보다 느리다. 예를 들어 80 °C의 식각 온도에서 (100)면의 식각 속도는 (111)면에 비해 약 100배정도 빠르기 때문에 (100)면을 기준으로 54.7°의 각을 이루면서 식각이 진행되게 된다. 그 결과 선 모양의 etch mask 패턴을 사용하여 식각하면 V-groove가 형성되고, 정사각형 모양의 etch mask 패턴을 사용하여 식각하면 피라미드 모양으로 식각이 이루어진다. [6]

또한 제작 공정이 비교적 간단하여 일반 도광판 가공 비용에 비해 제작비용이 매우 저렴하다. 본 연구에서는 전산모사를 이용하여 피라미드 패턴이 장착된 도광판 출력 특성을 조사하여 피라미드 패턴의 효율성을 조사하였다.

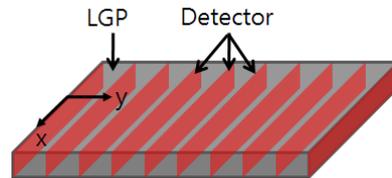


[그림 1] BLU 구조 및 개요

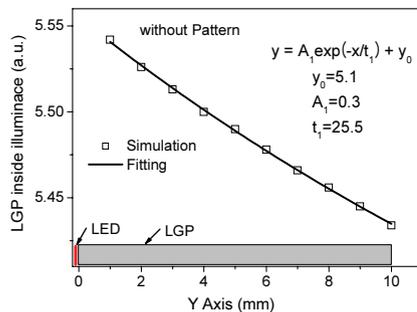
2. 전산모사를 이용한 분석

전산모사를 통해 도광판 출력 특성을 분석하기 위하여

SPEOS (OPTIS, Germany)를 활용하였다. 이 소프트웨어는 광선 추적 기법을 이용하여 빛의 세기 및 특성을 분석하는 것으로, 광원으로부터 방출된 광선이 LGP, 패턴, 반사판, 광학 시트 등과 같은 매질의 경계면에서 반사 또는 굴절되며 진행되는 빛을 매질 내에 가상적으로 설치한 디텍터 면에서 감지·분석하는 방식을 채택하였다. 본 연구에서는 10 mm X 10 mm X 1 mm 크기의 도광판을 기본구조로 채택하고, 광원은 면광원으로 550 nm 단일 파장 빛을 Lambertian 형태로 방출하도록 하였다. 그림 1에 제시된 좌표계에서 광원은 y = -0.1 mm 위치에 놓여있고, 빛은 +y 방향으로 진행하도록 하였다. 면광원 주위에 반사판을 설치하였으며, 도광판은 밑면에만 반사판을 설치하여 도광판의 밑면으로 빠져나오는 빛을 거울 반사시켰다. 도광판의 굴절률은 1.49이고 광 흡수율은 $1.70 \times 10^{-3}/\text{mm}$ 으로 설정하였고, 도광판 밑면에 반사판을 설치하여 빛이 아랫방향으로 빠져 나가는 것을 차단하였다. 또한 광원으로부터 방출되는 광선의 수는 100만 개로 고정하여 광특성을 조사하였다.



(a)



(b)

[그림 2] 패턴이 없는 도광판 내부의 조도 변화 계산을 위한 (a) 디텍터 (b) 시뮬레이션 결과.

먼저, 도광판 내부에서 진행되는 광의 특성을 분석하기 위하여 도광판에 패턴을 형성하지 않은 상태에서 사전 분석을 시도하였다. 그림 2(b)는 패턴이 형성되어 있지 않은 도광판 내부에서의 조도 변화를 조사한 것으로, 그림 2(a)와 같이 y-축에 수직인 가상의 디텍터 평면을

설치하여 각 평면에서의 조도를 계산한 것이다. 그림 2(b)에서 보는 바와 같이 y 가 증가함에 따라 디텍터 면에서 계산된 조도는 도광판 내부에서의 흡수에 의하여 세기가 점점 감소하는데 fitting 결과에 의하면 $\exp(-y/25.5)$ 식에 따라 감소하는 것으로 나타났다.

BLU 출력면에서 ('z = 일정'인 평면) 출력의 균일도를 높이기 위하여 광원으로부터의 거리에 따라 패턴 밀도를 다르게 조절함으로써 도광판 내부에서 빛의 세기가 감소하는 것을 보정해 주어야 한다. 즉, 광원에서 가까운 곳은 패턴 밀도를 낮게 하고, 광원으로부터 멀어질수록 패턴 밀도를 높여야 하는데, 본 계산에서는 패턴 간격을 지수 함수적으로 조절하는 방식으로 패턴 밀도를 조정하였다.

그림 3은 피라미드 패턴의 밀면 정사각형의 한 변의 크기가 $50 \mu\text{m}$ 인 피라미드 패턴에 대하여 LGP 출력면으로부터 0.1 mm 위에서 얻은 ($z = 0.6 \text{ mm}$) 출력광의 분포이다. 그림 3(a)는 피라미드 패턴을 등간격(패턴 간격 = d)으로 설치하였을 때 출력광 특성이다. 광원과 가까운 쪽은 출력광의 세기가 강하고 오른쪽으로 갈수록 약해지는 것을 확인할 수 있다. 이는 도광판 내부 빛의 세기 변화를 반영하기 때문이다. 이를 보정하기 위하여 그림 2 (b) 결과를 이용하여, 광원으로부터 멀어질수록 패턴간격이 좁아지도록 조정하여 새로운 패턴간격 d' 를 y 의 함수가 되도록 설정하되, 패턴의 폭을 고려하여 패턴들이 서로 겹치지 않도록 $d'(y)$ 를 다음 식과 같이 조정하였다.

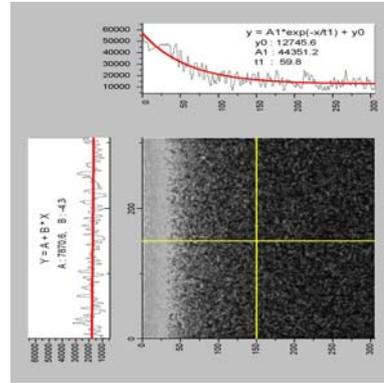
$$d'(y) = d(1.85 e^{-\frac{y}{25}} - 0.5) \quad (1)$$

여기서 길이의 단위는 모두 mm이고 d 는 패턴을 등간격으로 하였을 때 패턴간격, 즉 패턴의 밀면 중심에서 다음 패턴의 밀면 중심까지의 거리로 정의하였다. 패턴이 서로 겹치지 않도록 피라미드 패턴 밀면의 한 변의 길이 보다 작을 수 없으며 패턴의 점유율에 따라 d 가 결정된다. 그림 3 (b)는 패턴간격을 지수함수로 조절하여 설치하였을 때의 출력 특성으로, 빛의 세기가 전체적으로 균일하게 개선되었음을 보여준다. 이 논문에서 이후에 언급되는 모든 결과는 식(1)에 따라 패턴 간격을 적용하여 얻어진 것이다.

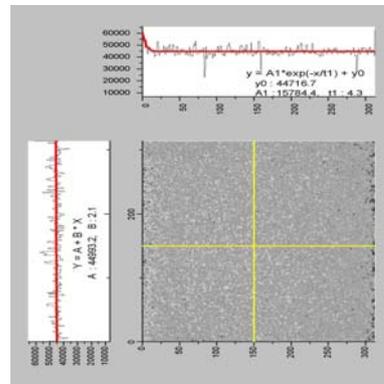
2.1 피라미드 모양 패턴과 반구형 패턴의 비교 분석

현재 가장 많이 쓰이고 있는 패턴 모양은 반구형 패턴인데 서론에서 언급한 바와 같이 최근에는 피라미드 모양의 패턴에 관한 관심이 증가하고 있다. 이 논문에서는

3-D 전산 모사를 이용하여 피라미드 패턴에 대한 광특성을 조사하고 반구형 패턴에서 얻은 결과와 비교분석하기로 한다.



(a)



(b)

[그림 3] LGP 출력 분포 (a) 등간격 패턴 (b) 간격이 조절된 패턴

그림 4는 반구형 패턴과 피라미드 모양의 패턴에 의한 광선의 굴절 및 반사를 도식적으로 표현한 것이다. 반구형 패턴에서는 평행빔이 입사하더라도 광선이 구 표면에 입사하는 위치에 따라 입사각이 다르고 반사광의 반사각 및 굴절각도 다르다. 반면 피라미드 형 패턴에서는 평행빔이 입사하면 광선이 피라미드 패턴의 어느 지점으로 입사하더라도 반사각과 굴절각이 같다. 이로 인해 도광판 내부에서의 빛의 세기 분포 및 출력광의 세기 분포가 달라진다. 즉, 반구형 패턴을 사용하는 경우 출력이 다양한 각도로 방출되고, 피라미드 패턴의 경우 출력이 특정 각도로 방출된다. 이에 따라 프리즘 시트로 휘도를 향상시키고자 할 때 프리즘 시트의 설계가 반구형 패턴에 비해 훨씬 용이할 것으로 판단된다.

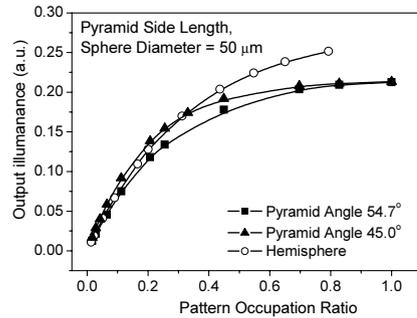


[그림 4] 반구형 패턴과 피라미드 패턴에 따른 빛의 반사 및 굴절.

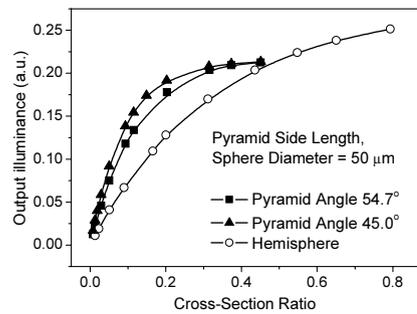
반구형 패턴을 사용하는 경우 도광판 출력에 영향을 주는 주요 요인 중 하나는 패턴 점유율이다.[7] 여기서 패턴 점유율은 도광판 밑면적에 대한 총 패턴 면적의 비로 정의된다. 이는 패턴 점유율이 클수록 도광판 내부에서 전반사되어 진행하던 빛이 패턴에 반사 또는 굴절되어 도광판 출력면으로 배출될 확률이 높아지기 때문이다. 그림 5는 패턴 점유율의 증가에 따른 BLU 출력의 변화율 ($z=0.6$ mm) 반구형 패턴과 에칭각이 서로 다른 두 가지 피라미드 모양 패턴에 대해 전산 모사를 통해 계산하고 결과를 비교한 것이다. 반구형 패턴의 지름과 피라미드 패턴의 밑면을 형성하는 정사각형의 한 변의 길이는 모두 $50 \mu\text{m}$ 이고, 두 경우 모두 패턴 간격을 식 (1)에 따라 조정하여 모델링한 후 계산한 것이다. 그림 5(a)는 반구형 패턴과 에칭각이 각각 45.0° , 54.7° 인 피라미드 패턴의 면적 점유율을 변화시키면서 BLU 출력 변화를 조사한 결과이다. 피라미드 에칭각을 54.7° 로 설정한 이유는 실리콘 웨이퍼를 습식 식각할 때, 실리콘 원자 배열면에 따라 에칭각이 결정되는데, 실리콘 (100) 면을 에칭하면 에칭각이 54.7° 이 되기 때문이다. 또한 45.0° 를 설정한 이유는 본 연구에서 도입한 굴절률 1.49 물질과 공기의 경계면에서 내부 전반사 임계각이 42.2° 이므로 이와 가장 가까운 특수각 45.0° 를 설정하였다.

구형 패턴과 45.0° , 54.7° 피라미드 패턴 모든 경우에 있어 면적 점유율이 높아지면 출력도 증가하고, 점차 포화 상태에 접근해 가는 것을 알 수 있다. 실제 패턴 설계할 때 패턴의 면적 점유율이 대략 10%를 넘지 않는 것을 감안하면 면적 점유율 10% 미만에서는 모양에 따른 출력에 큰 차이를 보이지 않는 것으로 보인다. 이를 다른 시각에서 이해하기 위하여 패턴의 면적 점유율이 아닌 수평방향으로 패턴의 단면적에 따른 출력 비율(즉, 전체 LGP 밑면적에 대한 수평방향으로 투영된 피라미드의 단면적 비율)을 그림 5(b)에 나타냈다. 대체적으로 단면적이 동일할 경우 피라미드 패턴이 구형 패턴보다 출력이 다소 높은 것으로 조사되었다. 이는 피라미드 패턴을 사용하는 경우 패턴의 면적 점유율뿐만 아니라 패턴의 에칭각 변화에 따른 수평방향으로의 단면적을 체계적으로 고려하면 출력과 휘도 균일도를 향상시킬 수 있음을 보여준다. 따라서 가공 공정에서 피라미드 모양 패턴의 장

점을 고려하면 피라미드 패턴에 대한 추가적인 연구가 의미 있을 것으로 판단된다.



(a)



(b)

[그림 5] 반구형 패턴과 피라미드 모양의 패턴에 의한 BLU 출력

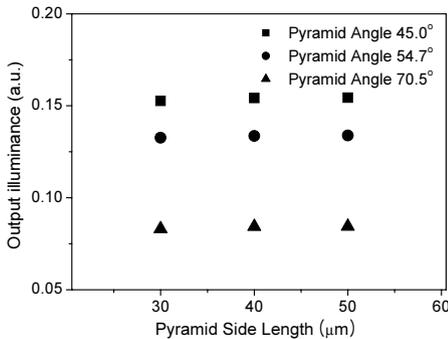
2.2 패턴의 크기가 미치는 영향

앞 절에서는 패턴의 면적 점유율에 따른 출력 변화를 조사하였다. 한편, 모든 가공 공정에서 패턴 크기가 작아지면 공정의 난이도가 증가한다는 점을 감안하면 패턴 크기를 크게 할 수 있다는 점은 실제 가공 공정에서는 매우 중요한 요소라고 할 수 있다. 따라서 이 절에서는 피라미드 패턴 크기에 따른 도광판 출력율($z=0.6$ 인 면) 조사하였다. 패턴의 크기 변화에 따른 출력의 변화를 조사하기 위해 $30 \sim 50 \mu\text{m}$ 범위에서 피라미드의 한 변의 길이를 변화시키면서 출력의 특성을 조사하였다. 이 경우에도 역시 패턴 간격을 식(1)에 따라 변화하도록 조정하였으며, 패턴 크기에 관계없이 패턴 점유율은 일정하게 고정하였다. 즉 피라미드 크기가 작을수록 패턴 수를 늘려 패턴 점유율을 $\sim 25\%$ 로 일정하게 유지시켰다. 피라미드 에칭각이 45.0° , 54.7° , 그리고 70.5° 세 가지 종류의 패턴에 대해 계산한 결과 그림 6과 같은 출력 특성을 얻었다. 여기서 에칭각 70.5° 는 실리콘 웨이퍼 (111)면을 식각할 때의 에칭각이다. 그림 6에 제시된 결과에 의하면 조

사한 범위 내에서 패턴의 크기 변화는 도광판 출력에 거의 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 피라미드 크기 변화에 따른 출력의 상대오차는 모든 패턴에 대해 2% 이내인 것으로 조사되었으므로 계산 오차는 무시할 만하다. 패턴의 점유율 혹은 단면적은 도광판 출력광 세기에 크게 영향을 주지만 패턴의 크기는 거의 영향을 주지 않기 때문에 피라미드 패턴을 사용하는 경우 패턴의 크기를 가공의 용이성을 고려하여 적절한 크기로 선택하면 될 것이다. 이러한 결과는 앞서 언급한대로 패턴 가공과정에서 어려운 미세가공 공정을 피할 수 있으므로 매우 유용한 결과라고 하겠다.

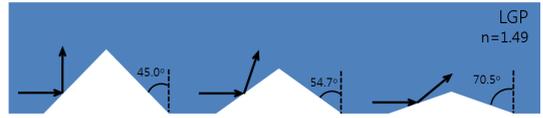
2.3 피라미드 에칭각의 영향

그림 6에서 볼 수 있듯이 피라미드 패턴은 에칭각에 따라 출력 특성이 달라진다. 이는 에칭각에 따라 피라미드 밀면이 같더라도 피라미드 패턴의 입체적인 형태가 달라지고, 이에 따라 피라미드의 측면으로 입사한 광선의 반사 특성 등 광학적인 변화가 일어나기 때문이다. 에칭각이 출력에 미치는 영향을 조사하기 위하여 위에서와 마찬가지로 에칭각이 45.0°, 54.7°, 그리고 70.5° 인 세 가지 패턴에 대하여 출력 특성을 조사하였다.



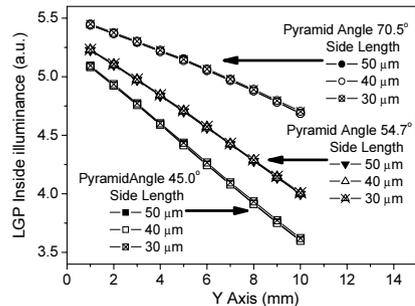
[그림 6] 피라미드 패턴 크기에 따른 도광판 출력의 변화.

본 연구에서는 굴절률을 1.49로 선택하였으며, 이 경우 전반사 임계각은 42.2°이다. 그림 7에서 보여 주고 있는 바와 같이 패턴의 에칭각에 따라 동일한 각으로 피라미드 옆면으로 입사된 빛은 전반사되는가 하면 굴절되기도 한다. 또한 패턴의 크기가 같을 경우 에칭각이 작은 피라미드의 높이가 상대적으로 높아서 보다 많은 광선을 산란시킬 수 있다.



[그림 7] 피라미드 패턴의 에칭각에 따른 반사광 변화.

그림 8에 피라미드 패턴의 에칭각의 변화에 따른 도광판 내부에서 빛의 세기를 계산한 결과를 제시하였다. 도광판 내부에서 y-축 방향으로 빛이 진행함에 따라 빛의 세기는 감소하는데, 패턴의 크기에 관계없이 에칭각이 작을수록 빨리 감소하고 클수록 천천히 감소하는 것을 확인할 수 있다. 따라서 에칭각이 작은 패턴을 쓰는 경우 광원으로부터 멀어질수록 빛의 세기가 급격히 줄어들기 때문에 광원과 가까운 쪽의 패턴 밀도를 더 줄이고 광원과 먼 쪽에는 패턴의 밀도를 더 높여주어야 도광판 전체의 휘도 균일도를 일정하게 유지할 수 있을 것이다.



[그림 8] 에칭각에 따른 도광판 내부에서의 조도 변화.

3. 결과 및 논의

본 연구에서 가공상의 장점을 갖는 피라미드 패턴에 대하여 전산모사를 통하여 광특성을 조사하였다. 빛이 도광판 내부를 통과할 때 광원으로부터 멀어질수록 그 세기가 약해지기 때문에 지수함수로 패턴 간격을 조절하였다.

패턴의 크기와 패턴의 점유 면적 비율에 따른 출력의 세기 변화를 조사하였다. 패턴의 크기는 출력에 거의 영향을 주지 않는 반면 패턴의 면적 점유율은 출력에 큰 영향을 주는 것으로 조사되었다. 패턴 점유율을 ~25%로 일정하게 유지하고 도광판 출력을 계산한 결과, 패턴의 밀면의 길이 30 ~50 μm에 대하여 출력 평균값은 패턴 크기에 무관하게 거의 일정하고 상대 오차는 2% 이내인 것으로 조사되었다. 반면 패턴들 사이의 간격을 조절하여 패턴의 점유 면적을 변화시킨 경우 출력이 큰 변화를 보였다. 패턴의 면적 비율이 증가함에 따라 출력이 점차 증

가하였다.

실리콘을 습식식각으로 가공할 때, 실리콘은 원자 배열에 의해 특별한 에칭각이 정해지고 결정면에 따라 54.7°와 70.5°로 가공된다. 따라서 본 연구에서 패턴의 에칭각을 54.7°와 70.5° 그리고 내부 전반사 임계각에 가까운 특수각 45.0°에 대하여 출력 특성을 조사하였다. 도광판 내부에서 빛이 진행함에 따라 빛의 세기가 약해지는 정도는 에칭각이 작은 45.0° 경우 가장 급격하였고, 에칭각이 커질수록 감소율이 줄어드는 것으로 나타났다. 따라서 에칭각이 작은 피라미드를 쓸 경우 앞쪽에서의 피라미드 간격을 보다 넓게 하는 등 패턴 간격을 에칭각에 따라 조절해야 할 것이다. 결론적으로 피라미드 패턴의 유용성을 바탕으로 최적 구조의 BLU를 제작하기 위해서는 가공상 유리한 패턴 크기와 에칭각을 정하고 이에 가장 적절한 패턴 간격 조정 등에 대한 연구가 필요할 것이다.

참고문헌

[1] Taehun Kim, Sohee Park, Hungkuk Oh and Yongjin Shin, "Analysis of the laser patterning inside light guide panel" Optics & Laser Technology Vol. 39 No. 7 pp. 1437-1442, 2007.

[2] Won Yong Lee, Tong Kun Lim, Yun Woo Lee and In Won Lee, "Fast ray-tracing methods for LCD backlight simulation using the characteristics of the pattern" Optical Engineering, Vol. 44, No. 1, 014004. 2005.

[3] 최가을, 이준성, 송석호, 오차환, 김필수, "실리콘 결정면을 이용한 LCD-BLU용 도광판의 미세산란 구조 형성", 한국광학회지, 제16권 2호, pp. 113-120, 2005.

[4] 김성곤, 유영은, 서영호, 제태진, 황경현, 최두선, "미세 패턴 응용 도광판 제작에 관한 연구", 한국정밀광학회지, 제23권 9호, pp. 174-178, 2006.

[5] K. Kalantar, S. Matsumoto and T. Onish, "Functional Light-Guide Plate Characterized by Optical Micro-Deflector and Micro-Reflector for LCD Backlight" IEICE TRANSACTIONS on Electronics, Vol. E84-C, No. 11, 1637-1646, 2001.

[6] James D. Plummer, Michael D. Deal and Peter B. Griffin, "SILICON VLSI TECHNOLOGY" PRENTICE HALL, pp. 618, 2000.

[7] 김영철 "BLU 패턴 크기에 따른 LGP 출력 특성 연구" 한국광학회지, 제19권 1호, pp. 43-47, 2008.

김 영 철(Young Chul Kim)

[정회원]



- 1991년 2월 : 인하대학교 물리학과(이학사)
- 1993년 2월 : 인하대학교 물리학과(이학석사)
- 2000년 8월 : 인하대학교 물리학과(이학박사)
- 2001년 8월 : 충북대학교 박사후 연구원
- 2002년 2월 : 한국표준과학연구원 위촉연구원
- 2003년 9월 ~ 현재 : 선문대학교 정보디스플레이학과 계약교수

<관심분야>

Microcolumn, 전자빔 기술, 디스플레이광학, 빛의 비고전성, 빛의 얽힘성

안 성 준(Seong Joon Ahn)

[정회원]



- 1987년 2월 : 서울대학교 물리학과(이학사)
- 1989년 2월 : 한국과학기술원 물리학과(이학석사)
- 1992년 8월 : 한국과학기술원 물리학과(이학박사)
- 1992년 9월 : 삼성전자 반도체연구소 선임연구원
- 1996년 5월 : 한전전력연구원 선임연구원
- 2002년 3월 ~ 현재 : 선문대학교 정보통신공학과 부교수

<관심분야>

반도체 공정, 광섬유 통신 및 센서, 전자빔 기술, 레이저 미세가공, 접지기술

안 승 준(Seongjoon Ahn)

[정회원]



- 1985년 2월 : 경북대학교 자연과학대학 물리학과(이학사)
- 1989년 2월 : 한국과학기술원 물리학과(이학석사)
- 1993년 2월 : 한국과학기술원 물리학과(이학박사)
- 1989년 2월 ~ 1997년 2월 : 삼성전자 반도체연구소 선임연구원
- 1993년 3월 ~ 현재 : 선문대학교 정보디스플레이학과 교수

<관심분야>

반도체 공정 및 장비기술, 레이저 annealing, 레이저 미세가공, 전자빔 기술, 접지기술

오 태 식(Tae Sik Oh)

[정회원]



- 1985년 2월 : 성균관대학교 전자공학과(공학사)
- 1990년 8월 : 경희대학교 산업정보대학원 전자공학과(공학석사)
- 2005년 2월 : 성균관대학교 나노과학공학과(공학박사)
- 1984년 12월 ~ 2003년 7월 : 삼성 SDI 중앙연구소 수석연구원
- 2003년 7월 ~ 2006년 2월 : 삼성종합기술원 디스플레이 Lab 전문연구원
- 2006년 3월 ~ 현재 : 선문대학교 정보디스플레이학과 부교수

<관심분야>

전자 렌즈 설계 및 전자빔 기술, 디스플레이 소자 구조 해석, 설계 및 평가

김 대 옥(Dae Wook Kim)

[정회원]



- 1984년 2월 : 서울대학교 전자공학과 (공학사)
- 1988년 12월 : 서울대학교 물리학과 (이학석사)
- 1992년 3월 : 서울대학교 물리학과 (이학박사)
- 1999년 2월 : 선문대학교 물리학과 교수
- 2009년 2월 : 선문대학교 신소재과학과 교수
- 2009년 3월 ~ 현재 : 선문대학교 정보디스플레이학과 교수

<관심분야>

레이저 스펙트로스코피, 반도체, 나노과학

김 호 섭(Ho Seob Kim)

[정회원]



- 1984년 2월 : 인하대학교 물리학과(이학사)
- 1986년 12월 : 미국 미조리주립대학교 물리학과(이학석사)
- 1992년 5월 : 미국 미조리주립대학교 물리학과(이학박사)
- 1996년 10월 : IBM Watson Research Center 연구원
- 1999년 2월 : Etec System, Inc 전자빔 리소그래피 설계/제작 팀장
- 1999년 3월 ~ 현재 : 선문대학교 정보디스플레이학과 교수

<관심분야>

전자빔 리소그래피, Microcolumn, Multi microcolumn, 전자빔 기술, 반도체 장비