

가압성형방식에 의한 도광판 제작 방법에 관한 실험적 연구

조광환* · 김종선* · 임재근* · 윤경환**

The Experimental Study on the Manufacturing Method for Light Guide by DSF(Direct Surface Forming)

K. H. Cho, J. S. Kim, J. K. Lim and K. H. Yoon

Abstract

Light guide can be manufactured with a several method dot-screen method, injection method and DSF method. The advantage of DSF method is three-dimensional optical distribution

Key Words : BLU(Backlight unit), DSF(direct surface forming), Light guide

1. 서 론

액정 디스플레이 기술의 비약적인 발전으로 모니터는 점차 TFT-LCD로 진행되는 추세이다.

TFT LCD의 부품중에서 백라이트 유닛에 들어가는 도광판(Light guide)은 광의 효율과 균일성 밝기 등을 결정하는 중요부품으로 전체 모듈에서 차지하는 비중이 점차 증대되고 있다.

도광판의 주 역할은 선광을 면광으로 바꾸는 역할로써 기존에 사용된 여러 가지 방법이 있는데 가장 많이 사용되는 방법으론 인쇄법과 사출성형법이 있다.

여러 가지 제작한계가 존재하는데 인쇄방식은 페인트의 변색 등 높은 온도와 습도에 약하고 인쇄패턴의 자유도 면에서 2차원에 국한된 기술적인 제약 때문에 확산 필름이나 프리즘 시트를 없애는 기술에서 많은 제한이 있다.

사출성형법은 기판의 한 면 또는 양면에 일정한 패턴의 홈을 만들어 광 효율을 증가시키고 확산 필름이나 프리즘 시트를 대체하려는 무인쇄 도광판의 개발이 시도되고 있으나 도광판이 커지고 두께가 사출에는 적합치 못할 정도로 두꺼운(15인치 이상에서는 8 mm와 10 mm를 사용)등 여러가지 제약조건으로 실제적인 제작에는 상당한 어려움이 따르고 있다.

본 연구에서는 기존의 인쇄방식을 개선하고 사출성형법으로 생산하기 힘든 두꺼운 아크릴판과 다양한 광 경로 변환이 비교적 자유로운 방식으로 부분 압축가열 가압성형하는 방식으로 도광판에 3차원적인 홈을 성형하여 광 효율을 극대화할 수 있으면서도 생산 단가를 줄이기에 적합한 기술로써 가압성형압축(DSF)에 관한 연구에 목적을 둔다.

* 단국대학교 대학원 기계공학과

** 단국대학교 기계공학과

2. 이론적 배경

2.1. TFT-LCD의 구성

일반적으로 모니터용으로 사용되고 있는 TFT-LCD의 구성은 다음과 같다.(Fig.1) 주요구성품으로는 반사판(Reflective film), 냉간형광램프(Flourescent lamp), 도광판(Light guide), 확산판(Diffusive film), TFT-LCD판넬로 구성되는데 이 중에서 도광판은 선광을 면광으로 바꾸는 중요한 역할을 담당한다.

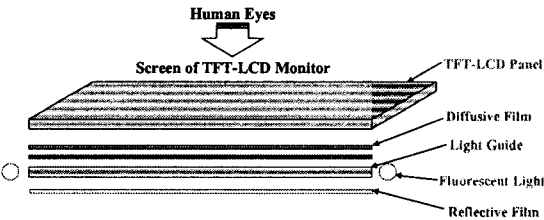


Fig. 1 Structure of TFT-LCD

2.1.1. 도광판(Light guide)의 구조

도광판의 역할은 측면광원에서 나오는 광의 진행일부를 광이 진행하는 도중에 도광판을 벗어나서 도광판의 표면 바깥으로 퍼져나가게 하는 것으로 주요역할은 광의 경로를 선광에서 면광으로 바꾸는 역할을 한다.

광 경로변환은 매질의 변화를 통해서 일어나거나 직접 경로변경을 통해 발생하는데, 매질의 변화를 응용한 경우는 인쇄법(dot screen)이고 광경로 직접변경방법은 사출성형법과 DSF이다. DSF에 의해 제작된 도광판의 구성은 다음과 같다.(Fig.2)

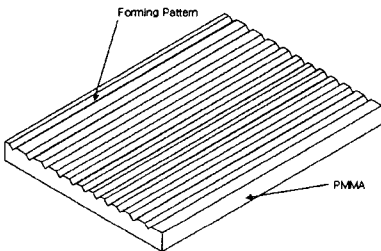


Fig. 2 Structure of Light Guide by DSF method

2.2. 도광판(LGP)의 제작방법

2.2.1. 인쇄법(Dot screen)

인쇄법(dot screen)은 도광판 하부 표면에 dot를 형성시키고 이 dot 안에 작은 유리구슬을 포함시켜 이 유리

구슬을 통해서 광을 산란시키는 방법이다. 미리 제작된 도광판 원판에 스크린 프린팅 기술을 이용하여 확산잉크를 인쇄한 확산패턴부를 인쇄하여 접착시킴으로서 광이 확산되어 나오도록 하는 효과를 가지는 것이다.

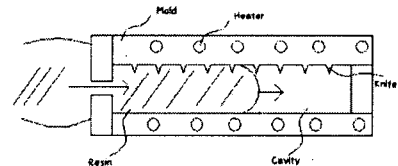
확산 잉크를 이용하여 만든 도광판의 면광원으로서 원하는 확산패턴부가 인쇄된 부분을 적절히 배열하면 일부분의 광은 도광판의 끝까지 진행을 하고 일부분의 광은 확산패턴부가 인쇄된 부분에서 산란되어 광의 각도가 바뀌면서 전반사 각도 이상으로 된 광은 도광판 바깥으로 튀어나온다.

면광원 장치용 도광판 제조 방법은 스크린 인쇄법을 이용함으로써 용이하게 도광판을 제작할 수 있는 장점이 있다. 그러나 인쇄된 확산패턴부는 광을 완전히 반사시키지 못하고 일부분을 흡수함으로써 광 이용 효율이 떨어지는 단점이 있다.

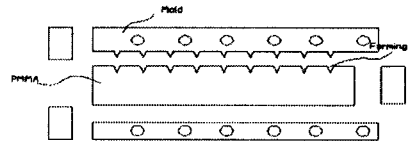
2.2.2. 사출성형방식

사출성형 방식은 광의 경로를 바꾸는 경로 변환부로서 도광판의 구멍에 홈을 형성한 구조를 가지고 있다.

Fig. 4에서 보는바와 같이 금형을 이용하여 원하는 패턴을 미리 형성시킨뒤 사출하는 방식으로 도광판을 제작하는 방법이다.



(a)



(b)

Fig. 4 Structure of Light Guide by DSF method

이 방법은 아크릴 재료를 가열하면 액화되어 유동성을 띄게 되는데 이 유동성물질을 이용하여 액화된 액체를 몰드속으로 주입시키고 온도를 낮추면 다시 굳어지는 특성을 이용하는 것이다.

이때 도광판의 표면에 미리 금형에 형성된 패턴이 전사된다.

인쇄법과 비교하여 동일한 광원을 이용할 때 금형법으로 만들어진 도광판의 광 효율이 증가한다.

그러나 사출성형을 이용한 방법은 아크릴 등과 같은 고분자 유기물 재료를 액상으로 만들어서 금형에 주입하고 이를 다시 온도를 낮춰서 고화 한 후 제작하므로 크기가 커질수록 도광판을 만드는 시간이 많이 걸리며(4mm두께의 15인치 도광판의 경우 20분 이상), 사출성형기의 크기가 커지기 때문에 제작할 수 있는 도광판의 크기에 제한이 있다.

2.2.3. DSF(가압성형방식)

사출성형법과 같이 광경로변경을 위해서 도광판에 홈을 새긴 구조로 되어있다. 아크릴계 수지에 압력을 가하면 표면에 홈이 생기면서 특정 형상이 새겨지는 원리를 이용하는 것으로서, 특히 아크릴계수지의 열연화특성을 이용하여, 미리 제작된 돌출부를 가진 금형을 가열하여 아크릴계 수지등 유기물로 이루어진 도광판의 표면에 압력을 가하면서 돌출부(knife)가 도광판 원판의 표면을 연화시키거나 녹이면서 돌출부가 도광판의 표면을 파고 들어감에 의해 홈(fin)을 만드는 방식이다.

금형의 크기는 사출성형과 달리 압축프레스에 장착하는 것으로 충분하여 크기의 변경에 의한 공간의 제약이 큰 사출성형법과는 달리 공간의 제약이 적다. 그래서 대면적 도광판의 제작이 가능하고 또한 3차원 형상의 도광판을 만들 수 있어서 사출성형법의 장점을 그대로 갖고 있다.

3. 성형방법

3.1. 금형의 제작

DSF 방식의 금형은 침상형(knife) 돌기가 있는 금형과 가열히터 그리고 금형이 동작할 수 있는 제어시스템으로 구성된다.

침상형 돌기는 새기는 홈의 형상에 따라 다양한 구조로 제작할 수 있고 가열히터는 고르게 열이 분포하도록 만드는 것이 관건이다.

금형은 압축 프레스에 장착하여 미세조절이 가능하도록 제작하였다(실험에서 사용된 성형홈의(forming)깊이는 200 μ m이다).

도광판의 크기의 증가는 성형품에 맞는 금형에 맞는 프레스의 크기 증가 외에는 어려움이 없다.

3.2. 단계별 금형의 작동

단계별 금형의 작동은 Fig. 5과 같이 진행된다. 가열된

침상구조의 금형(Fig. 5(a))이 홈이 새겨지지 않은 도광판을 가열하여 부분 용융상태로 만든 후(Fig. 5(b)) 침상형 돌기 모양의 홈을 도광판에 남기고 순간적으로 금형이 떨어지면서 용융된 부분이 침상형 모양 그대로 남은 채 굳어져 도광판을 완성하게 된다(Fig. 5(c)).

금형의 동작은 동시에 일어나야 하며 깊이가 다를 경우 다단 압축이 가능하도록 제어 시스템을 설계할 수도 있다.

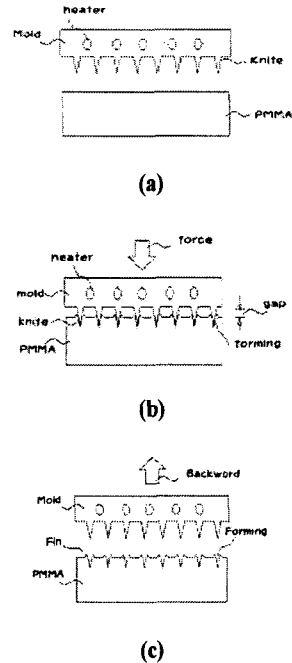


Fig. 5 The process of DSF forming

4. 결과

DSF 방식에 의해 침상형 구조를 갖는 금형의 시편 제작 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

성형품 단면의 형상은 원하는 V홈의 구조를 가지고 실험하였으며 각각의 온도와 깊이에 따라서 열용량에 있어서 차이를 가진다.

Fig.7에서 보는 것처럼 낮은온도(Fig.7(a))와 높은 온도(Fig.7(c))에서 성형성은 좋지 않으며 원하는 형상을 얻기 위해서 적절한 온도설정이 중요하다(Fig.7(b)).

본 실험에 사용된 범용 PMMA의 성질에 맞는 온도 조건은 230도 근처이다. 차후 실험시 열적 해석이 포함된다면 보다 좋은 결과를 얻을 수 있다.

5. 결 론

아크릴의 열 연화적 특성을 이용하여 제작된 도광판은 형성된 홈을 통하여 3차원적으로 광을 분산시킴으로 홈의 형태에 따라서 다양한 형태의 광 확산을 유도할 수 있다.

DSF 방법은 기존의 인쇄방법과 사출방식에 비해서 광의 세기와 제작방법의 간단성, 대면제작이 가능한 면에서 장점을 보유하고 있다.

DSF 방법은 금형을 가열 가압하기 때문에 재료의 열적 특성에 많이 좌우된다. 플라스틱 수지에서는 그에 맞는 여러 가지 열적 특성에 맞도록 적절한 성형조건이 요구된다.

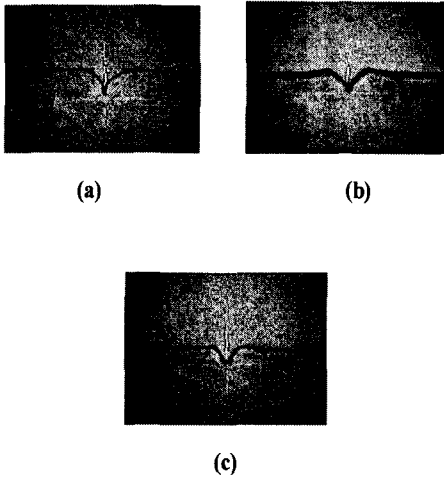


Fig. 7 Result from experiment for (a) low temp.(200°C), (b) optimal temp.(230°C) and (c) high temp.(250°C), respectively

참 고 문 헌

- (1) Font: 영문 신명조 9pt., 문자폭95%, 자간-7, Hill, R., 1950, "The Mathematical Theory of Plasticity", Oxford University Press.