韓國精密工學會 2000年度 春季學術大會論文集 pp.963~966

PDP 격벽용 금형의 마이크로 홈 연삭 특성

조인호*(부산대 대학원 정밀기계과), 정상철(부산대 정밀기계과), 박준민(부산대 정밀기계과), 정해도 (부산대 기계공학부)

Characteristics of Micro Groove grinding for the Mold of PDP Barrier Ribs

In-Ho.Cho (Precision Mech. Eng. Dept., PNU), Sang-Cheol Jeong (Precision Mech. Eng. Dept., PNU), Jun-Min Park (Precision Mech. Eng. Dept., PNU) , Hae-Do Jeong (Mech. Eng. School, PNU)

ABSTRACT

Plasma display panel (PDP) is a type of flat panel display utilizing the light emission that is produced by gas discharge. Barrier Ribs of PDP separating each sub-pixel prevents optical and electrical crosstalk from adjacent sub-pixels. Mold for forming barrier ribs has been newly researched to overcome the disadvantages of conventional manufacturing process such as screen printing, sand-blasting and photosensitive glass methods. Mold for PDP barrier ribs have stripes of micro grooves transferring stripes of glass-material wall . In this paper , Stripes of grooves of which width 48 um, depth 124um , pitch 274um was acquired by machining the material of WC with dicing saw blade. Maximum roughness of the bottom and sidewall of the grooves was respectively 120 nm , 287 nm. Maximum tilt angle caused by difference between upper-most width and lower-most width was 2° . Maximum Radius of curvature of bottom was 7.75 ㎛. This results meets the specification for barrier ribs of 50 inch XGA PDP. Forming the glass paste will be followed by using mold in the near future.

Key Words : micro groove, tungsten carbide , plasma display panel, barrier rib, dicing saw blade

1. 서론

플라즈마 디스플레이 소자 (Plasma Display Panel)는 HDTV (High Definition Television) 가 시작되는 2001 년에는 약 1 조엔 규모의 사장이 형성될 것으로 예상된다[1]. 이러한 플라즈마 디스플레이 소자 (Plasma Display Panel)는 40 인치 이상의 대형화가 가능하며 160 ° 이상의 시야각과 500 cd/㎡ 이상의 고휘도를 가지는 장점을 지니지만 현재 PDP 가격이 인치당 2-3 만엔 정도의 고가이므로 기존의 공정수를 줄이고 단위공정에 소요되는 시간을 줄이려는 연구가 진행 중이다. PDP는 기체 방전시 생기는 플라즈마로부터 나오는 UV 광을 이용하여 개개의 서브픽셀의 형광체를 여기시켜 가시광 영역의 빛을 발하게 함으로써 문자 또는 그래픽을 표시하는 소자이다. 픽셀은 디스플레이의 최소단위이며 칼라 PDP의 경우 세가지 R(red) , G(green) , B(Blue) 서브픽셀을 가지는데 격벽(Barrier Rib)은 이러한 개개의 서브픽셀로 가스방전공간을 분리시켜 인접 픽셀과의 전기적 및 광학적 상호혼신 (Crosstalk)을 방지하며 방전형성을 위한 전극간 거리를 결정하게 된다. Fig.1에 도시한 PDP 격벽은 각사 마다 그 사양은 다르나 대략 40" VGA 급 PDP의 경우에 약 80㎛의 폭과 약 150㎛ 의 깊이, 격벽간격은 280 ㎛이다. 해상도를 결정짓는 격벽의 기존 제조 공정으로는 UV 필름의 선택적 현상으로 열린 부분을 블라스팅으로 격벽을 생성하는 샌드블라스팅법(Sand Blasting) , 일정두께의 글라스페이스트를 스크린 프린팅으로 10-15회 정도 적층하여 형성하는 스크린프린팅법(Screen Printing), 감광성유리를 이용하여 선택적으로 제거시켜 형성하는 감광성유리법(Photosensitive glass) 등이 있다. 이들 공정은 불필요한 재료소비와 공정의 복잡성, 균일하지 못한 격벽 높이, 격벽 에지(edge) 의 불완전한 형상 , 고해상도에 따르지 못하는 공정결함과 격벽 형성 공정에 걸리는 시간 및 비용 측면에서 불리하다. 상기 기술된 기존 방법들의 단점보완을 위해 최근 성형 몰드를 이용하여 유리페이스트를 성형하여 제작하는 방법이 현재 개발 중이다[2]. 이러

한 홈을 가진 몰드를 제작하기 위하여 LIGA의 전주 공정이 있으나 비용적인 면에서 실용적이지 못하며 Wire EDM 의 경우 그 형상 및 표면 거칠기 측면에서 불리하다. 이에 본 연구에서는 반도체 공정에서 개개의 칩으로 웨이퍼를 절단하는데 사용하는 다이싱 블레이드를 이용하여 홈 가공을 수행하였다.

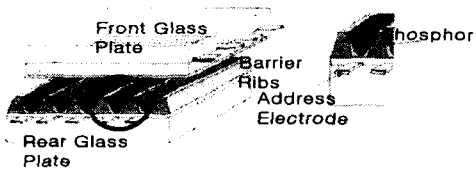

Fig.1 Schematic Structure of AC PDP

2. 몰드의 홈 가공 특성

2.1. 기존방식의 홈 가공의 예 및 가공전처리

Copper 나 Ni-P alloy 등을 다이아몬드 공구를 이용하여 홈 가공을 적용한 몰드의 경우에 그 적용은 플라스틱성형에 한정된다. 유리 성형을 목적으로 하는 경우는 상기 연질의 금형과 그 가공방법은 적합치 않으므로 본 연구에서는 HIP 처리된 WC 및 알루미나 재질에 대해 실험을 수행하였다. 프레즈넬용 성형 몰드의 재료로 WC 나 SiC를 적용한 연구사례가 있다[3] .

Table 1. Experiments Material and Preparation

	WC	Alumina
Spec.	V2(CIS019)	99.8 (Purity)
HRC	76	74.5
Preparation	Grinding Resin Bond Wheel #2000	Grinding Resin bond Wheel #400

재료의 사양 및 홈 가공 전처리는 Table 1 과 같으며 그 홈의 설계치수는 홈 폭은 50㎛ ,홈사이의 간격은 224 ㎛ , 홈 깊이는 127 ㎛ 로 이 치수는 50 인치 XGA급 PDP를 만족하는 임의의 치수이다.

2.2. 실험조건 및 실험결과

Table 2 Experimental Conditions

Blade Speed	30000 rpm
Depth of Cut	100-150㎛
Cutting Type	Down Cut
Coolant	Tap Water
Kerf	48 , 45 ㎛
Line Pitch	225 ㎛
Feed Rate	0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 7 mm/s

Micro Automation 사의 Model 1006 Dcing Saw를 이용하여 홈 가공을 행하였으며 그 실험조건은 상기의 Table 2와 같다.

Fig.1에 도시한 격벽(Barrier Rib)과 상부 유리판 사이에는 약 10㎛ 정도의 간격을 가지게 되며 이때 격벽 상부면의 거칠기는 상 ,하판 결합이후 배기 공정과 방전가스 주입 공정시간을 지연시키게 된다 . 따라서 격벽 형상을 전사하게 될 몰드에서의 바닥면의 거칠기 인자는 중요한 공정 변수가 된다.

Fig.2에 가공거리에 따른 바닥면의 표면거칠기를 표시한다. 측정은 인텍엔지니어링 사의 Optical Dimesional Metrolgy Center(광간섭 조도계)로 측정한 것이다. 그 측정예를 표시한 Fig.3에서 광학사진 속의 바닥면의 홈폭은 47um 이며 측정부분의 크기는 20㎛ × 67um 이다

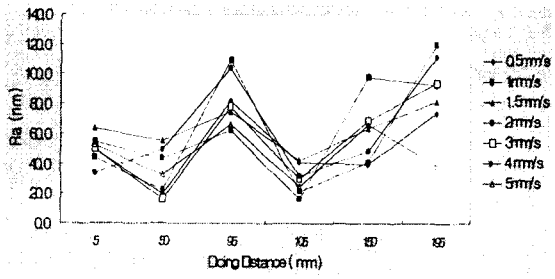

Fig.2 Roughness of Bottom Surface of Grooves

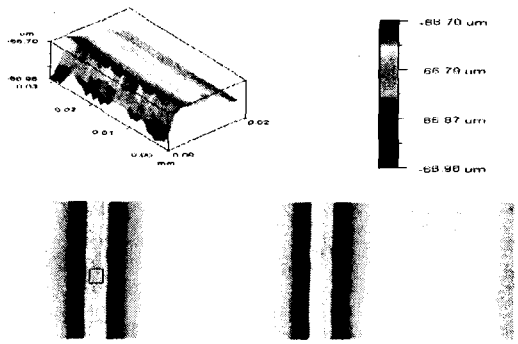

Fig.3 Example of Roughness of Boxed Area of Bottom Surface (WC material)

WC에 대하여 7 mm/s 의 이송속도로 가공시 블레이드의 파손이 일어났으며 바닥면 거칠기의 최소값은 1 mm/s 의 이송속도로 가공시 Ra = 16.4 nm , 최대값은 2mm/s 의 이송속도에서 Ra = 109.2 nm 으로 나타났다.

Alumina의 경우에는 3 mm/s 이상의 이송속도 구간에서 Fig.4와 같이 그 바닥면에서 소결 기공을 중심으로 크랙이 전파되어 연결되어 있음을 확인 할 수 있다.

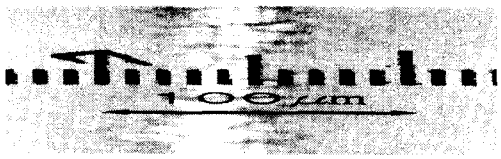

Fig.4 Bottom Surface of Grooves
(Alumina material)

2.3. 홈 측면의 거칠기와 측정방법

홈 가공면 중 측면의 거칠기는 격벽 성형시 몰드를 이형할 때 이형성공여부와 직접적인 관련이 있다. 이형시 모든 마찰력과 몰드의 미소한 좌우 흔들림에도 격벽의 완전한 이형을 위해서는 측면의 표면조도가 뛰어나야 한다. 미세홈의 옆면의 측정은 까다로운 작업이나 본 연구에서 제작된 홈의 측면을 관측하기 위해 Fig.5와 같은 새로운 방법을 시도하였다.

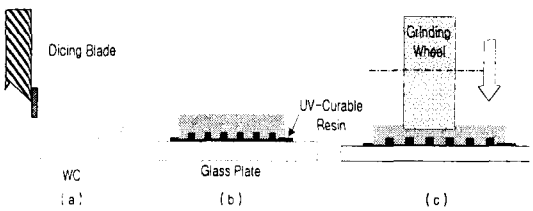

Fig.5 Preparation for measuring roughness of side wall of grooves

(a) 와 같이 홈 가공이 된 시편을 정밀 연삭된 유리기판 위에 자외선 경화 수지를 도포한 후 압력을 가한 상태로 자외선을 조사시켜 경화시킨다(b). 그리고 뒷면으로부터 홈의 바닥면까지 연삭을 진행한면(c) 개개의 사각형 단면을 가진 핀형상을 얻게 된다. 이후 초음파와 염화메틸렌을 이용하여 자외선 경화 수지를 제거한다. 이후 순수(DI)로 초음파 세척을 행하여 잔류 불순물을 제거한다. 상기 방법으로 준비된 시편을 Form Talysurf Series 2를 이용하여 측면 표면거칠기를 측정하였다.

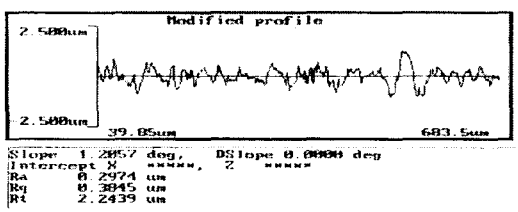

Fig.6 Roughness of Sidewall of Groove

홈 측면의 거칠기는 644㎛ 길이를 측정하였을 때 Ra=297nm 로 양호한 결과를 얻었다(Fig.6).

2.4. 홈의 형상 및 블레이드 마모 특성

블레이드 마모는 가공되어진 홈의 단면형상으로 간접적으로 측정하였다. WC 재질에 대하여 적용한 가공조건은 이송속도 1mm/s 로 총 가공거리 1300 mm 이다.. 홈 형상의 변화를 분해능 0.5um의 공구현미경(Olymus , 500x)으로 측정하였다.

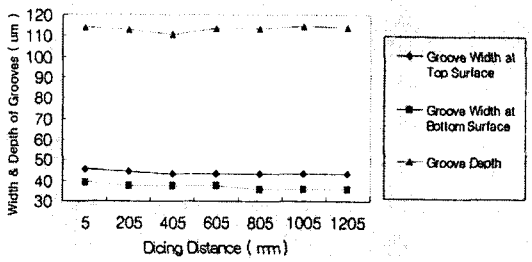

Fig.7 Variance of Groove Dimension According to Dicing Distance (WC material)

Fig.7과 같이 홈 폭차이는 홈상부면과 홈 바닥면 양쪽에서 측정한 결과 1205 mm 가공지점에서 홈 상부면의 홈폭의 변화는 2.5㎛ , 홈 하부면의 홈폭의 변화는 4.5㎛ 이었으며 이는 가공방향에 따른 경향성을 가지므로 블레이드의 축방향의 마모로 가정할 수 있다. 홈 깊이의 차이는 시편두께의 편차와 작업테이블의 이송오차 및 장착오차로 인하여 가공진행과의 경향성을 가지지 않으므로 마모로 가정할 수 없다. 가공 전후만의 블레이드의 돌출량(Exposure)를 실제 측정한 결과 2.3 ㎛ 의 반경방향 마모량을 보였다. Fig.8의 단면사진에서 양모서리를 제외한 직선부분의 홈바닥 폭을 Wa, 양모서리를 포함한 폭을 Wb , 홈의 깊이를 d 라고 하면 그 기울어진 각 θ는 $\theta = \arctan((Wb - Wa)/2d)$, 바닥면 양모서리의 곡률반경 $R = (Wb - Wa)/2$ 로 계산할 수 있다. 그 결과치를 Fig.8의 그래프에 나타낸다.

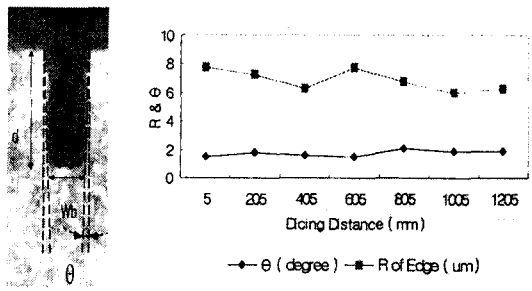

Fig.8 Radius of Curvature(R) and Tilt Angle (θ) of Grooves according to Dicing Distance (WC material)

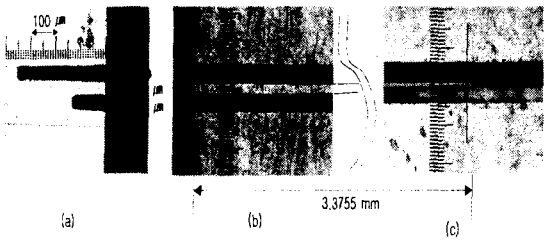

Fig.9 High aspect ratio groove and minimum distance between grooves

Fig.9에는 초경 다이싱 가공의 고종횡비 가공특성과 홈 간격의 최소치 특성에 대한 실험결과를 나타낸다. 윗쪽 홈가공선과 아랫쪽 홈 가공선과의 기울어짐 각도(β)를 임의의 각도 0.19° 로 설정하여 가공을 행한 결과 (a)의 단면 사진에 나타낸 윗쪽 홈의 경우 홈폭 35.3㎛ 홈깊이 355.5㎛로 종횡비 7.8의 형상가공이 가능하였다. (b)는 (a)의 평면사진이며 (c)에서와 같이 가공길이 3.3755mm에서 크랙이 발생하여 12.5㎛의 최소 홈간격 특성을 나타내었다.

Alumina의 경우 블레이드 파손은 일어나지 않으며 Table 3에 블레이드의 반경방향 마모량을 표시한다.

Table 3 Axial wear of blade (Alumina)

Feed Rate	Axial Wear at 300 mm of Dicing Distance
1mm/s	25㎛
2mm/s	12㎛
3mm/s	20㎛
5mm/s	10㎛

2.5. 치핑 특성

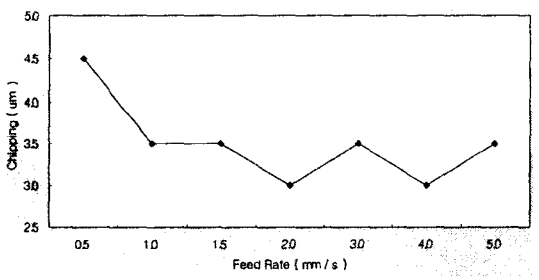

Fig..10 Chipping according to dicing distance

실리콘 웨이퍼 재료에 대한 다이싱의 경우 다양한 이송속도 범위(30-60mm/s) 에서의 치핑 결과는 일정 블레이드 속도에 대해 이송속도가 증가하면 그 치핑은 증가한다고 보고되었다[4]. 본 연구에서의 초경 다이싱의 경우는 이송속도 0.5 - 5 mm/s의 좁은 범위에서의 가공이므로 그 치핑의 경향은 뚜렷하지 않다(Fig.10). 공구현미경(500x)으로 초점을 조절하면서 연삭 결함과 구별하였으며 치핑의 최대크기는 0.5mm/s에서 4.5 ㎛ 로 나타났다.

3. 결론 및 연구과제

본 연구는 PDP 격벽성형용 몰드제작을 목적으로 WC와 Alumina 에 대해 다이싱 공정을 도입하였다. Alumina 는 그 마모량 및 바닥면 균열로 볼 때 본 연구에 부합되지 않았다. 다이싱 공정으로 가공된 홈은 형상측면에서 그 기울어진 각 (θ)은 최대 2° 였으며 바닥면 모서리 부분의 곡률반경은 최대 7.75㎛ 계산되어졌다. 가공거칠기 측면에서는 바닥면은 Ra = 120 nm , 측면은 Ra=297nm 로 양호한 결과를 얻었다. 마모면에서는 1300mm의 가공거리, 1mm/s 의 이송속도 조건에서 그 마모는 축방향마모 4 ㎛ , 반경방향 마모 2.3㎛ 의 마모특성을 보였다. 이러한 결과로 볼 때 다이싱 쏘(Dicing Saw)의 정밀도 및 시편 자체의 두께편차가 보완되어진다면 현재의 결과 홈 깊이 최대편차 4㎛의 보완이 가능하며 제작된 몰드를 이용한 격벽 성형의 연구가 진행 중이다.

후기

본 연구는 산업기반 기술 개발사업인 Milli-Structure 생산기술개발과제의 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드리며 다이싱 가공에 협조해주신 코디스 사 분들에게 감사드립니다.

참고문헌

1. 이 준신," Display 기술 Roadmap 과 신기술동향 ", vol . 1. . NO.1.2000한국정보디스플레이 학회지

2 . 류재화 , PDP Cell 구조와 격벽형성기술 , 평판 디스플레이 기술 심포지엄

3 . H.Suzuki , Ultra Precesion Grinding of Micro Fresnel shape . pp 59-64 . ABTEC'99

4) Toshiharu MIWA , " Blade wear and wafer chipping in dicing process" , ICPE'97 Taipei , Taiwan , pp 401