

광통신 부품 Lid glass 고온압축성형의 관한 연구

장경천[†]·이동길^{*}·장훈^{**}

A Study on the Optical communication part Lid glass manufacture technology by high temperature and compression molding

K.C. Jang, D.G. Lee, H. Jang

Key Words: Pattern core(패턴코어), Cycle time(생산 시간), Lid-glass(리드 글래스)

Abstract

Data transmission capacity that is required in 2010 is forecasted that increase by optical communication capacity more than present centuple, and is doing increased demand of optical communication related industry product present. Specially, Lid glass' application that is one of optical communication parts is used in optical communication parts manufacture of Fiber array, Ferrule array, Fanout Black, Silica optical waveguide chip and splitter etc.

Also, it is used widely for communication network system, CATV, ATM-PON, FTTH and system. But, Lid glass need much processing times and becomes cause in rising prices of optical communication parts because production cost is expensive. The objectives, of this work is to suggest the micro concave and convex pattern manufacturing technology on borosilicate plate using high temperature and compression molding method. As a result, could developed micro pattern Mold more than 5 pattern, and reduce Lid Glass manufacture cycle time.

1. 서 론

광통신부품산업은 핵심 전략 산업으로 국가 차원의 체계적인 광산업 육성정책이 요구된다. 광통신부품산업이 활용되는 범위는 정보통신산업, 바이오, 유통, 에너지 등으로 확산되어 광범위하게 활용되는 기간산업으로 발전 중이다¹⁾.

또한, FTTH의 본격화로 어느 기지(CO)에서 밀집지역까지 하나의 광섬유를 포설하여 그 신호는 N개의 OUN(Optical Network Unit)으로 분할되고, 이 N개의 ONU은 다시 N'개의 OUN'로 연

속적으로 분배되는 네트워크 구조가 이루어질 것이므로 이에 소요될 광통신 부품들의 수요가 크게 증가될 전망이고, 약 2010년경에 요구되는 Data 전송 용량은 현재의 100배 이상으로 광통신 용량이 기하급수적으로 증가하는 추세가 전망되어 현재 보다 광통신 관련 제품의 수요급증이 예상 된다^{2,3)}. 또한 광통신부품은 기술 개발 속도가 가속화 되어 고속 성장이 예상되며 시장 경쟁이 매우 치열해질 것으로 전망되고 기술적 선점과 새로운 프로세스를 이용한 고부가 가치화가 절대적으로 요구되어지고 있다.^{4,5)} 특히 광통신 부품 중 Lid Glass의 Application은 Fiber array, fanout black, Silica optical waveguide chip 및 splitter 등의 광통신부품 제작에 필수적

†장경천, 한국생산기술연구원

E-mail : kcjang@kitech.re.kr

TEL : (062)600-6120 FAX : (062)600-6099

* 이동길, 한국생산기술연구원

** 장 훈, 한국생산기술연구원

으로 사용되며 통신망 시스템, CATV, Video 전송, ATM-PON, FTTH, DATA 통신, 광장비 및 시스템 등에 널리 활용되고 있으며, 낮은 삽입 손실과 PDL, 낮은 반사 손실 및 고정밀도, 높은 신뢰도 등이 요구되어지고 있다. 하지만 Lid Glass 제작비용이 높아 광통신 부품에 모듈가격 상승의 원인이 되고 있고, 기존에 생산 방식인 가공방법 보다 대량 생산이 가능하고 원가 절감을 할 수 있는 새로운 제조방법 개발이 절실히 요구되고 있다.

따라서 본 연구에서는 광통신 부품의 핵심 부품인 Lid Glass에 원가를 절감하고 대량 생산을 하기 위하여 Lid glass 제조에 금형을 이용한 고온 압축 성형법을 적용하고자 하였으며, 같은 Pattern depth를 가지는 Lid Glass의 성형 조건 DB화하고 Cycle time을 단축하고자 하였다.

2. 고온 압축 성형

2.1 Lid Glass 금형 설계

Lid Glass는 광섬유를 정렬하는 부분으로서 Fiber array, Fanout block, Silica optical waveguide chip 및 splitter 등의 광 부품 제작에 필수적인 부품이다. Lid Glass application을 고온 압축성형법으로 금형을 이용하여 제조하기 위해 먼저 같은 패턴을 가지는 금형 제작이 필요하다.

Fig.1에 Lid glass에 패턴 설계도를 나타내었으며, Fig.2에 5패턴 이상이 가공된 금형을 나타내었다. Pattern은 4.14mm폭의 5이상 패턴이 얻어지도록 2.0mm폭의 홈 패턴을 가공하였고, 홈의 깊이는 50 μ m, 공차는 -2 μ m이하로 패턴을 가공 하였다.

Lid glass 금형 제작에 사용된 소재는 높은 열에 변형이 없고 열전도가 높은 카본 소재를 사용하여 제작을 하였으며, 금형 카본의 밀집도를 높이기 위하여 함침공정과 금형 표면을 코팅하여 제작하였다.

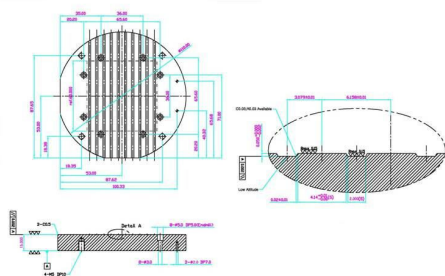


Fig.1 Design of Lid-Glass Mold

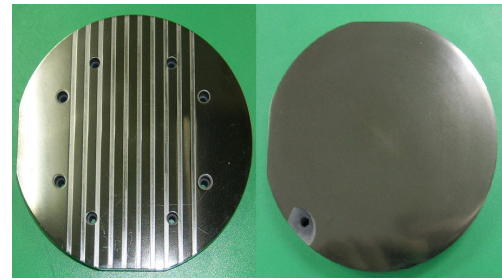


Fig.2 Lid-Glass mold

2.2 고온압축 성형법

고온압축 성형법은 성형체(pyrex)를 질소 분위기 및 진공 분위기에서 고온으로 가열하여 고압으로 성형체(pyrex)를 성형하는 유리 제품 성형 방법이다.

성형체(pyrex)를 성형할 때 고온까지 가열, 온도 보존과 추출 온도(200 $^{\circ}$ C전후)까지의 냉각에 다소 많은 시간이 필요한 단점을 가지고 있지만, 적외선램프를 이용하여 금형을 균일하게 가열하며, 상하 금형의 개별 온도 제어를 할 수 있다. 또한 압력과 위치 제어로 고정밀도의 프레스가 가능하고 프로세스 컨트롤로 성형 조건(온도, 압력, 위치, 시간)의 설정과 성형 상태를 리얼 타임으로 모니터에 표시할 수 있는 장점을 가지고 있다.

Fig.3은 고온 압축 성형법 시스템의 개요도 나타냈으며, Fig.4는 일반적인 고온압축법성형법에 사용되는 GMP207HV의 프로세스를 나타내었다.

GMP207HV는 가공된 금형 위에 성형체(Pyrex)를 정렬하고 밀폐 후 N₂가스를 투입하여 N₂가스 분위기를 만든다. 다음 단계인 1차 가압단계 까지 적외선램프를 이용하여 성형 온도까지 가열을 하고, 1차, 2차, 3차 가압단계 별로 온도를 컨트롤하며, 성형 가압 후 추출 온도까지 냉각을 하고 성형품을 추출하는 System을 가지고 있다.

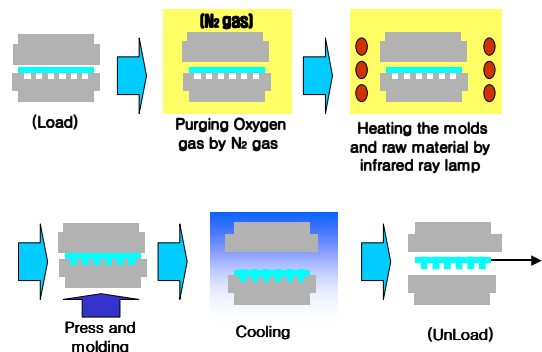


Fig.3 High temperature and compression molding system

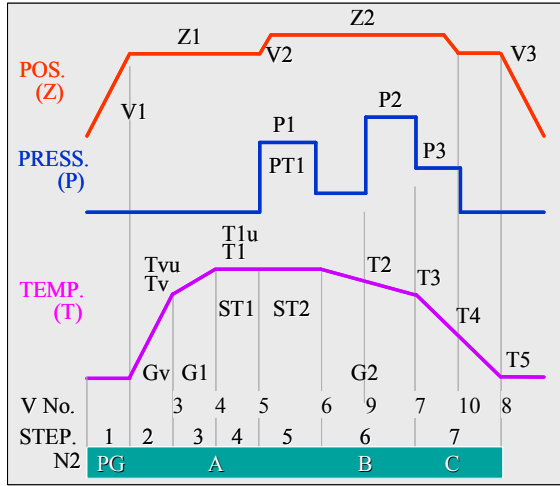


Fig.4 Process of GMP207HV

3. 성형 실험 방법 및 결과

3.1 실험 방법

Lid Glass의 Application를 성형하기 위하여 홈 깊이가 50 μ m으로 패턴 가공된 금형에 성형체(Pyrex)를 정렬 시키고, GMP207HV를 이용하여 고온압축 성형 방법으로 성형 실험을 실시하였다.

Pattern depth이 50 μ m에 Lid Glass를 성형하기 위하여 Molding Press , Mold Position 및 Temperature 제어하면서 성형 실험을 하였고, Table 1은 Molding Press 조건, Table 2는 Mold Position 조건, Table 3은 Temperature 조건을 나타내었다. 성형된 Lid glass의 Application에 홈 깊이를 3차원 레이저 측정기를 사용하여 측정된 홈의 깊이를 설계 값(50 μ m, 공차-2 μ m)과 비교하였다.

또한 성형 조건마다 성형에 소요되는 시간을 측정하여 성형에 소요되는 Cycle time과, 최적에 성형 조건을 DB화하였다.

Fig. 5는 고온고압압축 성형기인 GMP207HV와 조립된 Lid Glass 금형을 나타내었다.

Table 1. Condition of molding Press

Test Number	P1 (kN)	P2 (kN)	P3 (kN)
1	8.0	6.0	0.2
2	20	18	0.4
3	20	18	0.4
4	20	18	0.4
5	20	18	0.4
6	20	18	0.4

Table 2. Condition of Mold position

Test Number	Z1 (mm)	Z2 (mm)	Z3 (mm)
1	68.0	70.32	69.95
2	68.1	70.06	69.95
3	68.1	70.15	69.95
4	68.1	70.15	96.95
5	68.1	70.15	69.95
6	68.1	70.15	69.95

Table 3. Condition of temperature

Test Number	Tv (°C)	Tvu (°C)	T1 (°C)	T1u (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)
1	660	660	680	680	670	650	620	280
2	680	680	680	680	650	610	520	280
3	720	720	720	720	690	690	630	280
4	720	720	720	720	720	620	580	280
5	720	720	720	720	690	620	560	280
6	720	720	720	720	690	620	580	280

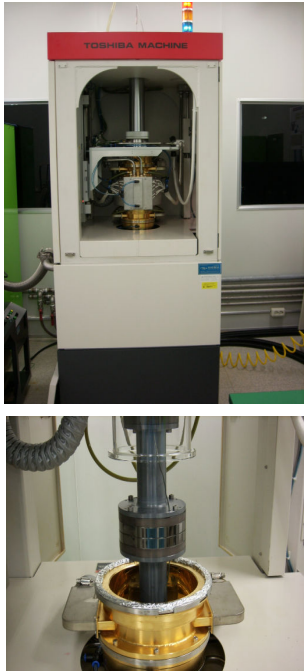


Fig.5 GMP207HV and Lid Glass Mold

3.2 Lid Glass 성형 실험 고찰

Lid Glass 성형체(Pyrex)를 조건에 따라 GMP207HV를 이용하여 성형 실험을 하였고, 성형된 Lid Glass를 3차원 레이저 측정기를 이용하여 Pattern depth를 측정하여 설계값과 비교 하였다.

Fig.8는 Pattern depth를 측정하기 위한 3차원 레이저 측정기이고, Fig.9는 5 Pattern 이상 성형된 Lid glass를 나타내었다.

Table 4.는 조건에 따라 성형된 Lid Glass의 Pattern depth 측정결과 값을 나타내었고, Table 5.는 성형 실험에 소요된 시간을 나타내었다.

조건1 Test 결과 Pattern depth 측정값이 약 $10\mu\text{m}$ 으로 성형이 이루어졌고, 13'21"에 성형 시간이 소요되었다.

성형된 Pattern depth는 설계값($50\mu\text{m}$, 공차- $2\mu\text{m}$)보다 $40\mu\text{m}$ 낮게 성형되었다.

$50\mu\text{m}$ 에 Pattern depth를 성형하기 위하여 조건1 보다 Tv, Tvu에 온도를 각각 20°C 씩 높이고 Press 압력 P1, P2, P3를 각각 20kN, 18kN, 0.4kN으로 높여 설정하고 조건2 Test를 하였다.

조건2 Test 결과 조건1 Test의 Pattern depth 측정값 보다 약 $10\mu\text{m}$ 향상되어 $20\mu\text{m}$ 에 Pattern depth로 Lid Glass의 Pattern이 성형되었고,

15'32"에 성형 시간이 소요되었다.

그러나 조건2 Test도 조건1 Test와 같이 설계값($50\mu\text{m}$, 공차- $2\mu\text{m}$)에 성형이 이루어지지 않음을 알 수 있다.

이는 전체적인 성형 온도가 낮은 것으로 분석되어 조건3 Test에서 조건2 Test와 같은 Press 압력을 가하고 전반적인 성형 온도를 높여 성형 Test를 하였다.

조건3 Test에서 성형된 Pattern depth를 측정 결과 전반적인 Pattern이 설계값($50\mu\text{m}$, 공차- $2\mu\text{m}$)보다 깊게 성형되었다. 이는 3차 가압 시 온도 T3와 안정화 단계 온도가 높은 것으로 분석되어 이를 각각 620°C , 580°C 으로 수정하고 조건4 Test를 실시하였다.

조건4 Test의 Pattern depth를 측정 결과 조건3 Test와 같이 설계값($50\mu\text{m}$, 공차- $2\mu\text{m}$)보다 깊게 성형되었다.

설계값 보다 높게 성형이 이루어지는 것은 2차 성형 가압에 온도 T2와 안정화 단계 온도 T4가 높은 것으로 분석되어 온도를 각각 690°C , 560°C 로 설정하여 조건5 Test를 실시하였다.

조건5 Test에서는 성형된 시간이 15'11"로 약20"를 이전 Test 보다 Cycle time를 단축할 수 있었지만, Lid glass의 Pattern depth를 측정 결과 Pattern 2, Pattern 3, Pattern 4에서 설계값($50\mu\text{m}$, 공차- $2\mu\text{m}$)을 만족하며 성형이 이루어졌고, 그밖에 Pattern은 설계값 보다 작게 성형되었다.

조건5 Test에서 안정화 단계 온도 T4가 낮아 미흡한 성형이 이루어진 것으로 분석되었고, 조건6 Test에서 T4 온도를 20°C 높인 580°C 로 설정하고 성형 Test를 실시하였다.

조건6 Test 결과 각각 Pattern depth는 $48\mu\text{m}$, $50\mu\text{m}$, $49\mu\text{m}$, $50\mu\text{m}$, $50\mu\text{m}$, $49\mu\text{m}$, $48\mu\text{m}$ 로 설계값($50\mu\text{m}$, 공차- $2\mu\text{m}$)를 만족하며 성형이 이루어 졌고, 15'41"에 성형 Cycle time이 소요되었다.

$50\mu\text{m}$ 에 pattern depth를 가지는 Lid glass를 성형 실험한 결과 Press 압력 P1, P2, P3는 각각 20kN, 18kN, 0.4kN이 적합하며, 성형 온도 1차 가압까지는 720°C , 2차 가압 시 온도는 690°C , 3차 가압 시 온도는 620°C , 안정화 온도는 580°C 이 최적에 성형 조건으로 분석되었다.

Table 4. Result of Pattern depth

Test Number	Patter	Patter	Patter	Patter	Patter	Patter	Patter
	n.1 (μm)	n.2 (μm)	n.3 (μm)	n.4 (μm)	n.5 (μm)	n.6 (μm)	n.7 (μm)
1	12	10	10	10	9	8	10
2	19	21	21	20	18	20	21
3	58	57	58	59	58	58	58
4	55	55	55	57	56	56	57
5	47	48	50	50	47	47	46
6	48	50	49	50	50	49	48

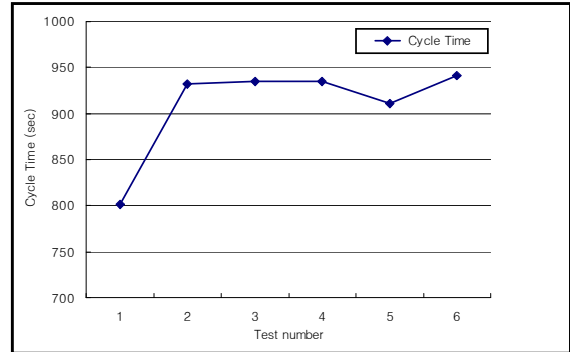


Fig.7 Cycle time result of Lid glass

Table 5. Cycle time result of Lid glass

Test Number	Cycle Time
1	13'21"
2	15'32"
3	15'35"
4	15'35"
5	15'11"
6	15'41"



Fig.8 3D Three coordinate measuring M/C

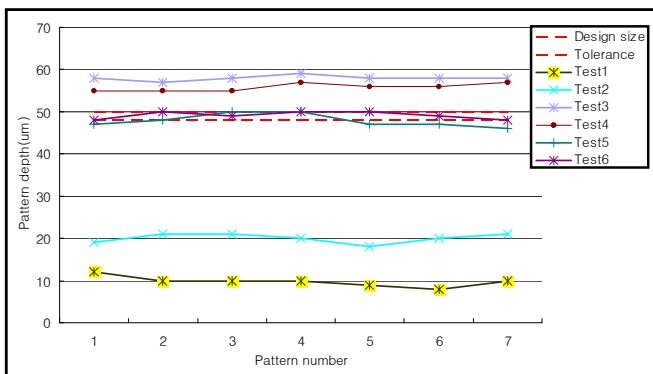


Fig.6 Pattern depth of Lid Glass

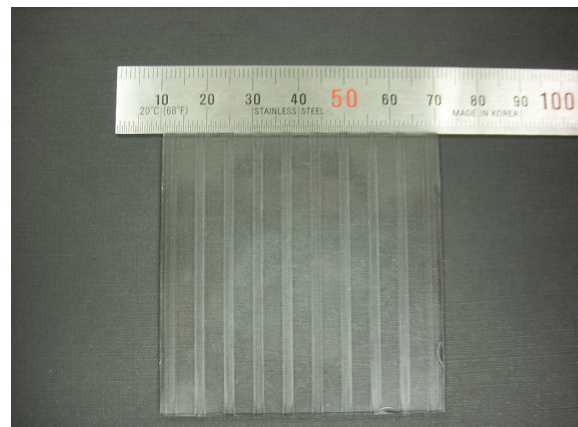


Fig.9 Lid-Glass manufacture

4. 결 론

Lid Glass를 성형하기 위하여 GMP207HV를 이용하여 고온압축 성형 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 50 μ m에 Pattern depth를 가지는 Lid Glass를 성형하기 위하여 카본을 소재로 사용하여 금형을 가공 하였고, GMP207HV를 이용하여 고온 압축 성형 실험한 결과 5줄 이상에 Pattern을 가지는 Lid Glass를 성형할 수 있었다.

2) 최적에 성형 조건은 1차, 2차, 3차 압력을 각각 20kN, 18kN, 0.4kN과 각각 압력에서 온도 유지를 720 $^{\circ}$ C, 690 $^{\circ}$ C, 620 $^{\circ}$ C일 때 Lid Glass 설계값(50 μ m, 공차-2 μ m)이내 Pattern depth가지는 Lid Glass를 성형할 수 있었다.

3) 설계값(50 μ m, 공차-2 μ m)이내 Pattern depth를 가지는 Lid glass에 성형 조건을 DB화하였고, 성형 시 소요되는 Cycle Time은 15'41"로 측정 되었다.

후 기

이 연구는 2006년도 한국생산기술연구원의 첨단부품사업으로 수행되었습니다.

참고문헌

- (1) H. Jang, K. C. Jang and D. G. Lee, 2006, "A Study on the moulding of a aspherical glass lens using Glass molding press," *of the KSPE*, Proceedings of the KSPE 2006 spring annual Meeting, pp. 191~192.
- (2) Park, Sooyong., 2002, "An Experimental Study on a Rectangular Parallelepiped Sodium Heat Pipe for High Temperature Class Forming," *of the KSME(B)*, Vol. 26, No. 11, pp. 1622~1629.

- (3) Tea-Whan. Leem, Tea-Suk Jang., 2005, "A Study on the Fabrication of Porous Sintered Materials for Glass Mold ," *of the KIVT*, Vol. 6, No. 6, pp. 468~472.
- (4) S.H Choi, H.K. Min 2007, "A Study on the Molding Technology for the Preform of Blow Molding Through Compression Molding " *of the KSTP*, Vol. 16, No. 1, pp. 3~8.
- (5) Y.H Oh, H.C. Kim 1999, "A Study on the Compression Mold ability for Continuous Fiber-Reinforced Polymeric Composites –Part 1 : The Mechanical Propertis and the Cup-type Compression Moldability for Numbers of Needling" *of the KSCM*, Vol. 12, No. 5, pp. 31~39.