

# 光磁気ディスクの機械特性に対する成形条件の影響

伊 藤 謙 一  
石 川 朋 宏

## Effect of Molding Conditions on the Mechanical Characteristics of Magneto-Optical Disks

Kenichi ITOH  
Tomohiro ISHIKAWA

The effect of molding conditions on the mechanical characteristics of the injection-molded polycarbonate (PC) disks has been investigated. The molding conditions have a remarkable influence on the mechanical characteristic, especially tilt, which is one of the most important characteristics of the magneto-optical disks (MOD). Mold temperatures are quite effective for the control of the initial tilt and highly flat disks can be provided by optimizing the mold temperature difference between the fixed and moving molds. Stamping delay time and stamping pressure are also effective for the change of tilt during endurance test. The change of tilt becomes minimum at a stamping delay time of 0.75 sec, which is nearly equal to the filling time. The change of tilt decreases with the increase of stamping pressure.

### 1. 緒 言

光磁気ディスク (Magneto-Optical Disk) とは、光で記録再生する磁気ディスクで、磁気ディスクの特長である書換可能な性質と、光ディスクの特長である高密度大容量の性質を併せ持った、大容量の記録媒体である。

光磁気ディスクに用いられる基板は、射出圧縮成形法により成形される。射出圧縮成形は、射出成形に圧縮工程を加えた成形法である。射出成形法は、現在ディスク基板成形に用いられる最も一般的な成形法で、通常のプラスチック成形法をディスクに応用したものであり、Fig. 1 に示したようにフォーマット (ピット、グループなど) を形成したマスター原板 (スタンパ) を取り付けけた金型の中に加熱溶融した樹脂 (ポリカーボネート等) を射出し、成形する方法である。

光磁気ディスクは、高い信頼性、ドライブ間の互換性等を持たせるために、細部に渡って厳しい規格が定められている。したがって、光磁気ディスクに用いる成形基

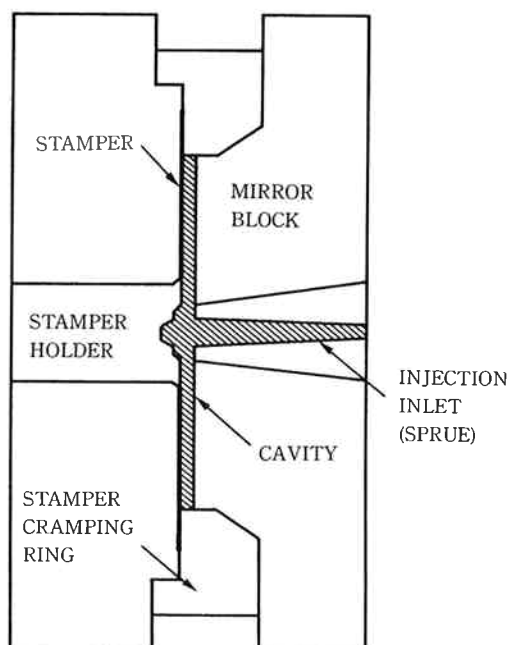


Fig. 1 Injection mold structure for magneto-optical disk.

板においても要求性能は、多項目に渡り厳しいものとなっている。また、現在開発が進められている次世代バージョンの光磁気ディスク（高密度化、オーバーライト仕様等）においては、さらに厳しい成形基板の性能が要求されている。

ディスク基板の成形は、樹脂材料、スタンプ、金型、射出成形機及び成形技術等の高度な技術が集約されている。成形基板に対する要求性能は、主要な特性として、

- 機械特性（反り角，面振れ，偏芯等）
- 低複屈折
- 転写性
- 寸法精度

などがある。これらの特性は、射出成形時の成形条件や金型構造により影響を受ける。

これら特性の中で機械特性、特に反り角（チルト）は樹脂の流動・冷却過程での残留応力や内部歪等の影響を受けることにより発生し、さらに耐久性試験における内部歪の緩和等により変化を生じる。特に従来の技術においては、φ90 mm 光磁気ディスクは Fig. 2 に示すよう

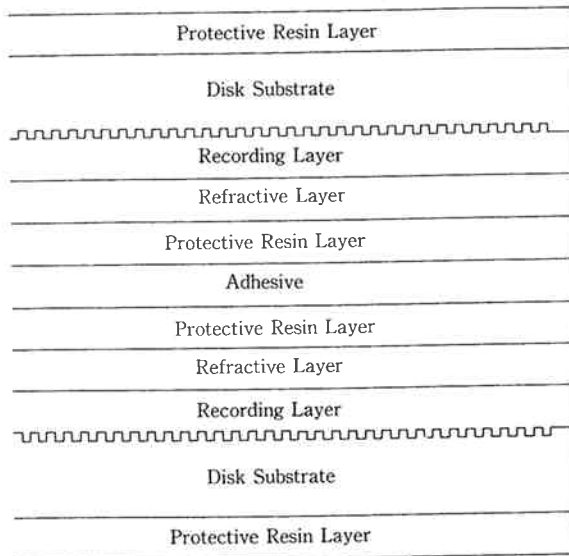


Fig. 2-(a) Structure of φ130 mm disk.

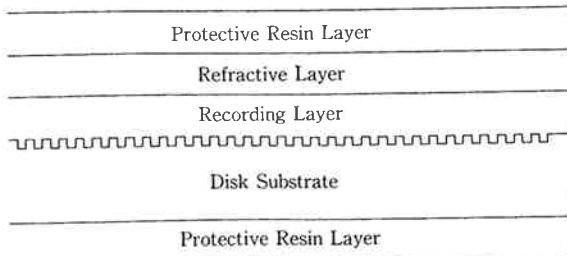
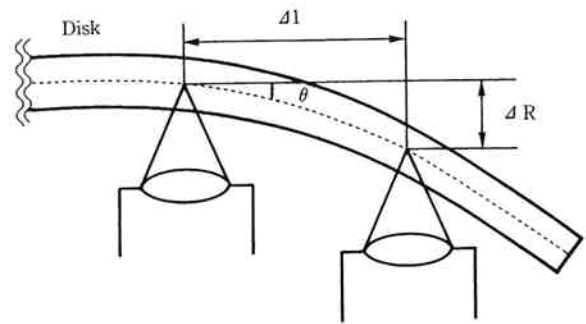


Fig. 2-(b) Structure of φ90 mm disk.



$$\text{Tilt } \theta = \tan^{-1} \frac{\Delta R}{\Delta l}$$

Fig. 3 Principle of tilt measurement.

に単板構造であるため、貼合せ構造を取る φ130 mm 光磁気ディスクと比較し、耐久性試験におけるチルトの変化量が大きく問題となっていた。

チルトとは、基板の反り角であり、Fig. 3 に示すように基板の基準面に直角な軸と、ディスクの光入射面の特定の領域に直角な軸とのなす角度として定義される。光磁気ディスクにおいて、ディスクがチルト（傾斜）を持っているとディスクからの反射光が、正確にレンズに戻らなくなる。これによってサーボのはずれや信号の誤読等が発生しやすくなる。このためディスクのチルトの最大量に対して ISO (International Organization for Standardization) や ANSI (American National Standards Institute) 等の規格で規定されていて、耐久性試験後においても規格を満足しなくてはならない。製品ディスクのチルトは、成形基板自体の残留応力、及び記録膜、保護コート剤等外部からの応力により大きく影響を受ける。この内、成形基板自体のチルト制御は基本的かつ重要な課題である。

機械特性、複屈折、転写性等の初期特性に関してはこれまで成形条件、金型設計の面から数多くの研究が行われてきている<sup>1~4)</sup>。しかしながら、耐久性試験におけるチルト等の基板特性の変化に対しては詳細な検討はほとんど行われていなかった。

射出成形プロセスにおけるチルト発生の主要因は、①射出、圧縮過程の樹脂流動による分子配向、②冷却過程における熱応力、及び③これらの緩和現象が信号面側と読出面側で異なるためであると考えられる。

本研究においては、初期チルトの制御、及び耐久性試験におけるチルト量の低減に対して効果が考えられる種々の成形条件の影響について検討を行った結果、特に金型温度、及び圧縮条件が大きな効果を有するとの有意義な知見が得られたので報告する。

2. 実 験

(1) 材料 及び 成形品形状

射出成形には、ポリカーボネート樹脂（平均分子量=約15000のオプティカルグレード）を使用した。成形品は ISO 規格に準拠した外径=86 mm, 内径=15 mm, 板厚=1.2 mm の薄肉円板形状の基板である。

(2) 成形機 及び 成形条件

射出成形には、射出圧縮機構を有するスクリー式射出成形機を用いた。また、基板の成形は Table 1 に示したように、基板チルトへの影響が大きいとされる成形条件を変化させて成形を行った。

(3) チルト変化量の測定方法

成形検討を行った成形基板は、Fig. 4 に示すように ISO 規格に準ずる機械特性評価装置をもちいて評価測定を行なった。また、耐久性試験は、温度85℃、湿度90%の環境下で、初期、50時間後、及び100時間後において機械特性の測定を行ないチルト変化量を調べた。尚、機械特性の測定条件は、以下の通りである。

- 測定範囲            25 mmR~40 mmR
- 測定ピッチ        径方向 5 mm
- 周方向 5°
- 回転数             1800 rpm

Table 1 Main parameters of the injection molding conditions<sup>a)</sup>

Mold Temperature	Fixed Mold (°C)	110, <u>115</u> , 120				
	Moving Mold (°C)	110,	112,	<u>115</u> ,	118,	120
Stamping Delay Time (sec)		<u>0.0</u> ,	0.5,	0.75,	0.8,	1.0, 1.5
Stamping Pressure (kgf/cm <sup>2</sup> )		40,	<u>80</u> ,	90,	100,	120, <u>140</u>

a) Underlined ; base condition.

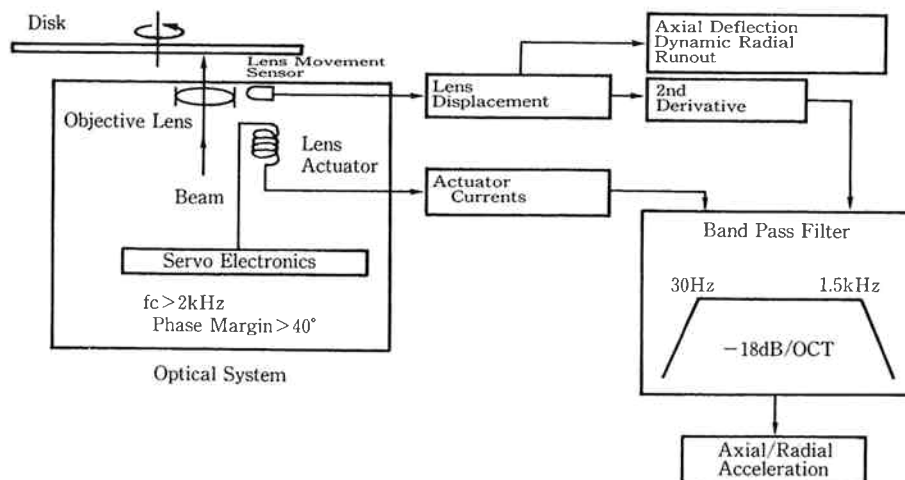


Fig. 4 Block Diagram of Mechanical Characteristics.

レーザーパワー 1.0 mW

3. 結果 及び 考察

(1) 金型温度の影響

Fig. 5 に、チルトに対する金型温度の影響を示す。固定側金型 (Fixed Mold Block; 信号面) の温度が一定の場合、可動側金型 (Moving Mold Block; 読出面) の温度を上昇させるに従い、チルトの値がマイナスからプラスへ変化する傾向が観察された。ここで、プラスのチルトとは、Fig. 6 に示す様に可動側 (信号面) 方向への基板の反りであり、マイナスのチルトとは固定側 (読出面) 方向への基板の反りである。

金型温度によるチルトの変化は、固定側/可動側金型表面の温度、冷却効率に差がある場合に基板表面 (信号面/読出面) に温度差が生じるため、流動時の樹脂配向、及び冷却時の配向緩和の状態が異なるために生じると考えられる。例えば、固定側金型 (読出面) に比べて可動側金型 (信号面) の温度が高い場合には、樹脂の冷却速度は信号面では遅く、読出面では速くなる。従って、読出面側では樹脂の配向が凍結されるのに対して、信号面側では冷却が遅いため、緩和が進み冷却による収縮が大きくなる。このために、基板は信号面側に反り、プラスのチルトを発生すると考えられる。

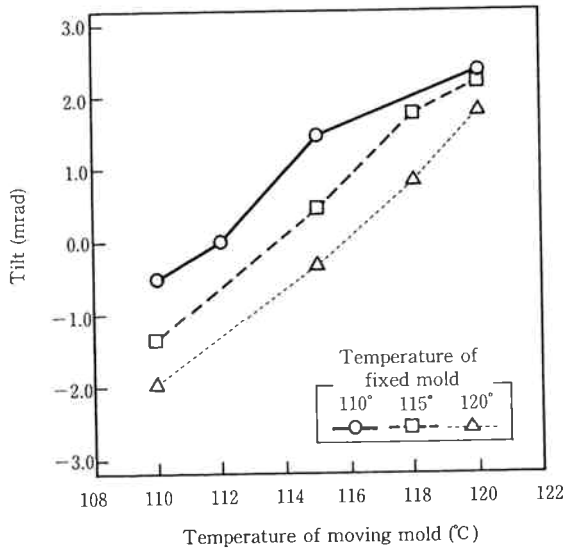


Fig. 5 Relationship between tilt and temperature of moving mold.

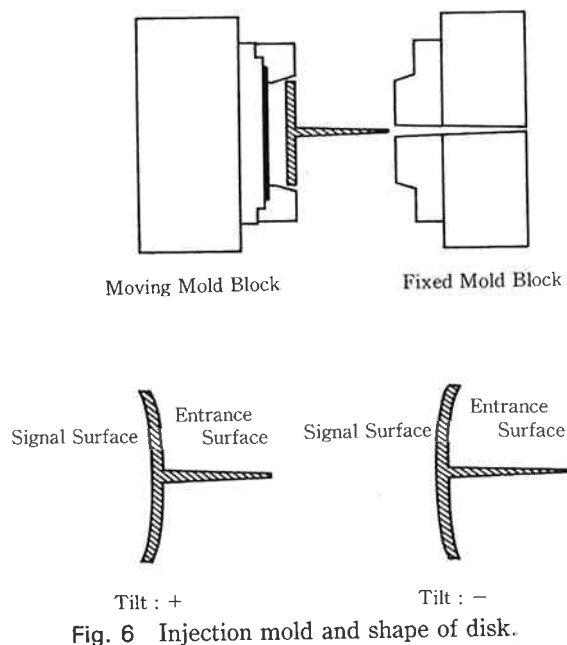


Fig. 6 Injection mold and shape of disk.

この結果に基づき金型温度、及び固定側/可動側金型の温度差を設定することによりチルトの面内分布の少ないフラットな基板の成形が可能となった。

実際には、金型の固定側、可動側で構造、材質が異なり、さらには可動側金型にはスタンプが装着されており、熱伝導等の条件が異なるため、金型の温度制御はこの考えに基づき、状況に応じて金型温度及び温度差の最適化が必要である。

一方、耐久性試験におけるチルト変化挙動を評価するために、異なる金型温度で成形された下記の2種類の基板について検討を行った。

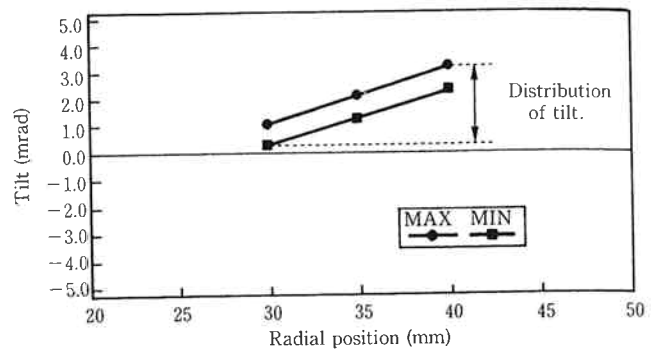


Fig. 7-(a) Relationship between tilt and radial position of Sample A.

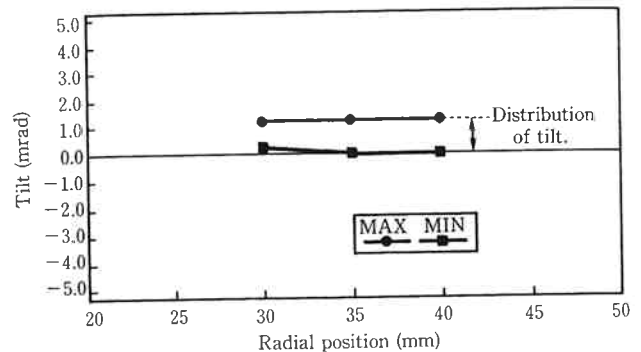


Fig. 7-(b) Relationship between tilt and radial position of Sample B.

サンプルA; 内面分布 大 (Fig. 7a)

金型温度 110/120°C (固定/可動)

サンプルB: 面内分布 小 (Fig. 7b)

金型温度 120/115°C (固定/可動)

Fig. 7 に初期チルトの測定結果を示す。ここで、チルトの面内分布とは、面内でのチルトの最大値と最小値の差である。Fig. 8 に耐久性試験の結果を示す。面内のチルト分布の大きいサンプルAは耐久性試験によるチルト変化も大きく、耐久性試験後スペックを越える可能性が大きい。一方、面内のチルト分布の小さいサンプルBは耐久性試験におけるチルト変化量が小さく、特性の安定性も良好であった。

サンプルAは、信号面/読出面での冷却速度の違い等により残留応力や内部歪が大きく、そのためチルトの面内分布が大きくなり、耐久性試験において熱、湿度による応力や歪の緩和によりさらにチルトの変化をもたらしたものであると考えられる。

サンプルBは、チルトの面内分布を小さく抑えるために冷却速度等が均一になるように制御されており、残留応力や内部歪等が小さく、このために耐久性試験におけ

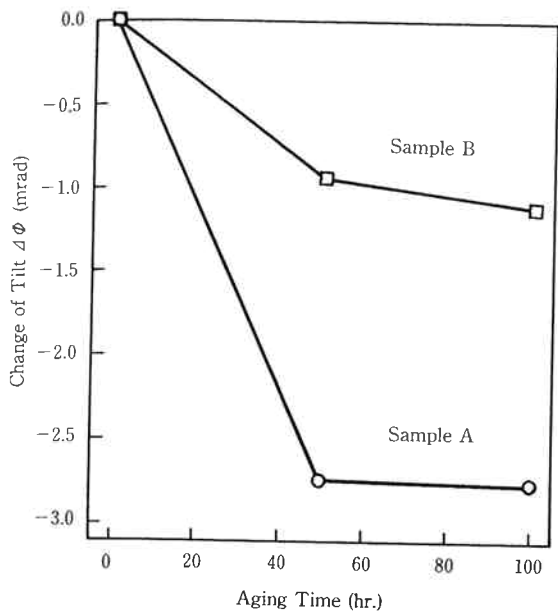


Fig. 8-(a) Changes of tilt on endurance test at 85°C 90%RH. Sample: A (○); B (□).

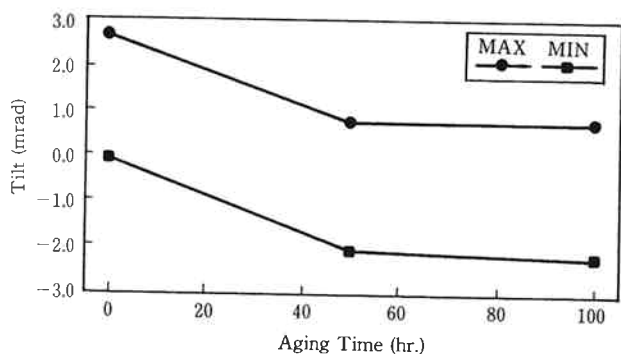


Fig. 8-(b) Tilt changes of Sample A on endurance test at 85°C 90%RH.

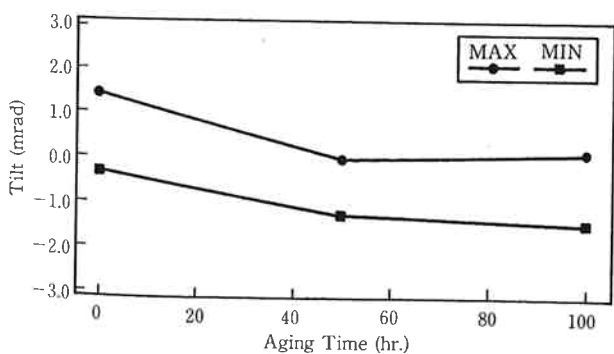


Fig. 8-(c) Tilt changes of Sample B on endurance test at 85°C 90%RH.

るチルト変化も小さくなったものと考えられる。したがって、チルトの面内分布を小さく抑えることにより、耐久性試験におけるチルト変化も小さく抑えることができ

る。

(2) 圧縮遅延条件の影響

圧縮遅延の導入は、Fig. 9 に示した様に圧縮を遅延している時間だけキャビティー間隔が広がる。このため、ゲート間隔も同時に広がることになり、圧縮遅延条件の制御により樹脂の流動挙動に影響を与えることができると考えられる。

(1) 圧縮遅延時間の影響

圧縮遅延時間と耐久性試験におけるチルト変化量 ( $\Delta\phi$ ) の関係を Fig. 10 に示す。圧縮遅延時間を 0 sec から 1.5 sec の間で変化させた結果、0.75 sec 付近でチルト変化量が最小値をとることが観測された。チルト変化量とは、耐久性試験における初期のチルトと試験後のチルトの差の絶対値である。

圧縮遅延はとくに樹脂の流動過程への影響が大きいいため、樹脂の流動時間すなわち射出時間との関連が強いと考えられる。本実験における、射出時間は 0.8 sec である。圧縮遅延時間が 0.75 sec でチルト変化量が最小となるのは、樹脂の流動中は圧縮が遅延状態にあるためゲート間隔が広がっており、射出完了後、保圧・冷却過程に入るのとはほぼ同時に圧縮が開始されるために、流動時の樹脂の配向が阻害されずより均一になるためであると考えられる。一方、圧縮遅延時間が 0.75 sec より短い場合には射出途中で圧縮が開始するために、また 0.85 sec 以上の場合には、樹脂の冷却が進んでいるため

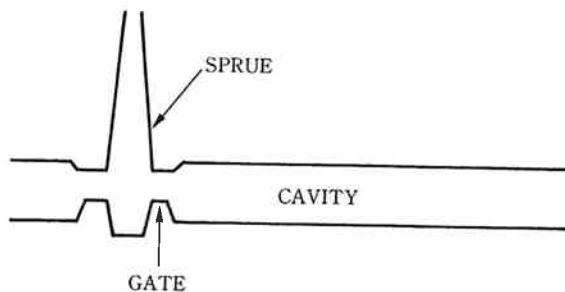


Fig. 9-(a) Injection mold not used for stamping delay operation.

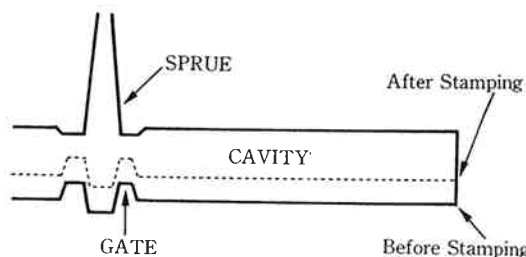


Fig. 9-(b) Injection mold used for stamping delay operation.

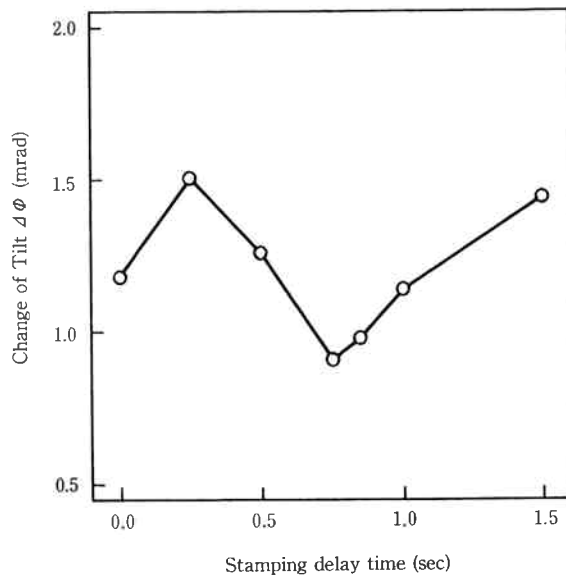


Fig. 10 Relationship between changes of tilt and stamping delay time on endurance test at 85°C 90%RH 100hr.

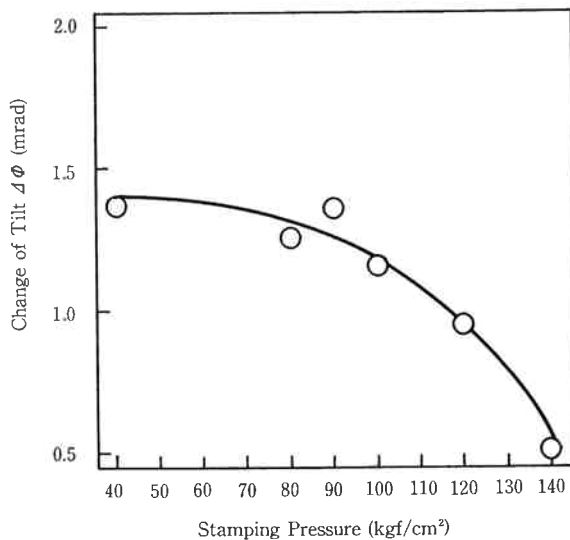


Fig. 11 Relationship between changes of tilt and stamping pressure on endurance test at 85°C 90%RH 100hr.

に、圧縮により歪が発生し、チルト変化量が大きくなっているものと考えられる。

#### (2) 圧縮圧力の影響

Fig. 11 に圧縮遅延時間 0.5 sec におけるチルト変化

量の圧縮圧力への依存性を示す。

圧縮圧力が低くなるに従いチルト変化量は大きくなり、圧縮圧力が 90 kgf/cm<sup>2</sup> 以下においては、ほぼ一定の変化量となる。圧縮圧力の影響は、樹脂の流動配向状態の緩和に効果があるため、樹脂の冷却が行われるまでの段階（射出、保圧過程）で特に効果が大きいと考えられる。従って、圧縮圧力が低い場合には、樹脂配向の緩和効果が低く、チルト変化量の低減効果が見られていないと考えられる。一方、90 kgf/cm<sup>2</sup> 以上の高圧縮圧力になると、樹脂の配向緩和効果が発生し、チルト変化量の減少が顕著に見られるようになると思われる。

## 4. 結 論

### (1) 金型温度の影響

金型内の樹脂の冷却による配向を考慮して、金型温度、及び固定側/可動側金型の温度差を設定することにより、初期チルトの値を任意に制御することが可能となった。

また、チルトの面内分布を小さく抑えることにより、耐久性試験におけるチルト変化も小さく抑えることが可能であることを見出した。

### (2) 圧縮遅延条件の影響

#### (1) 圧縮遅延時間の影響

流動時の樹脂の配向が阻害されずより均一になるように、圧縮遅延時間を射出時間と同一にすることにより、チルト変化量が小さな基板の成形が可能となった。

#### (2) 圧縮圧力の影響

圧縮遅延を導入し成形を行う場合、圧縮を高い圧力に設定することにより、耐久性試験におけるチルト変化量の減少に効果のあることが明らかになった。

## 文 献

- 1) 竹島幹夫, 船越宣博, 高分子論文集, 41 (3), 125 (1984).
- 2) 竹島幹夫, 船越宣博, 高分子論文集, 42 (5), 317 (1985).
- 3) 吉井正樹, 蔵本浩樹, 金田愛三, 高分子論文集, 48 (3), 129 (1991).
- 4) T. Kanai, K. Shimizu, Y. Uryu, Intern. Polymer Processing IV, 3, 132 (1989).



著 者

氏名 伊 藤 謙 一  
Kenichi ITOH

入社 平成3年4月1日

所属 新材料研究所  
薄膜メディア研究室



著 者

氏名 石 川 朋 宏  
Tomohiro ISHIKAWA

入社 昭和55年4月1日

所属 新材料研究所  
薄膜メディア研究室  
主任研究員