

## 薄型基板厚みばらつきの低減

Reduction of The Thickness Variation for a Thin Substrate

菅 圭二, 今井 哲也, 志田 宜義, 飯田 哲哉

Keiji Suga, Tetsuya Imai, Noriyoshi Shida, Tetsuya Iida

**要 旨** 次世代DVD基板成形技術においては,球面収差の原因となる基板厚みばらつきの低減が求められることになる。局部的厚み変化を起こす基板では,鏡面板の冷却溝形状(渦巻き形状)の屈曲部と基板薄肉部が一致する。また,通常の射出成形では金型は鏡面板を含めて射出圧力により径方向におわん形状の変形を生じている。そこで鏡面板の変形について簡易モデルを用いて解析を行ったところ,屈曲部の変形が小さくなっていることが判明した。そしてその結果より屈曲部のない鏡面板を作製して成形を行ったところ局部的に18 $\mu$ m薄かった部分が4 $\mu$ mの厚み差に低減した。この実験から,鏡面板冷却溝屈曲部形状が基板厚みばらつきに大きく影響を及ぼすことが分かった。

**Summary** It will be necessary to reduce the thickness variation in a substrate on the next generation DVD system. The place where has the thickness variation in a substrate conforms to the bending place of a cooling channel in the molding plate. In the conventional injection molding process, the molding plate warps in the radial direction by the injection pressure.

By the CAE analysis we realized that the warp of the molding plate indicated the minimum value at the bending place of the cooling channel in the molding plate. So we made a new molding plates which has no bending place of the cooling channel and then tried to same test. As the result, the local thickness variation reduced from 18 $\mu$ m to 4 $\mu$ m. From the mentioned above, we realized the shape of cooling channel had a relation to the thickness variation of molded substrate.

**キーワード** : 厚みばらつき, 球面収差, 射出成形, 鏡面板, 冷却水溝形状

### 1. はじめに

待望の波長400nm付近の青紫色半導体レーザーの製品化が間近に迫ってきている。現在のDVDプレーヤーのレーザー波長は650nm付近なので,大幅に短波長化されることになる。それに伴い光ディスクの分野においては,4.7GBの容量を持つ現在のDVDディスクシステムからさらに高密度な15GB以上の容量を持った次世代

DVDディスクシステム実現のための検討がなされている。(図1)この時光ディスク基板成形に求められる要素技術は次の4項目である。

1. 高精度な信号転写技術
2. 反りの低減
3. 複屈折の低減
4. 基板厚み精度の向上

射出成形基板の生産工程まで視野に入れてこれ

らの要素を満たすためには、成形機・金型の高精度化、高性能化、最適成形条件出しの探求が今以上に求められることになる。言わばこのメディアはディスク成形技術者にとってLD・CD・DVDと培ってきた成形技術の集大成とも言える開発ターゲットになると考えられる。

本稿では、(4)の基板厚み精度の向上に的を絞り、直径120mm・0.6mm厚み成形基板の局所的な厚み変化の発生原因となる金型の機械的な変形を究明し、その改善を試みたのでその報告を行う。

## 2. 収差と基板厚みばらつき

ディスク再生のためのレーザー波長が現在の

650nmから400nmに短波長化すると、基板厚みばらつきによる球面収差というフォーカスポケの影響が約1.6倍大きくなる。現行DVDも同じであるが球面収差は再生信号を劣化させる原因となるので可能な限り小さくする必要がある。特に基板面内で局所的に厚みの変化する部分があるとプレーヤーでの再生時に急激な球面収差の影響を受けるため補正をすることが困難になる。この面内の厚みばらつきの抑制は、基板成形技術において今以上に求められることが予測される。

基板成形段階での厚みばらつきの発生原因を図2に示す。一口に基板の厚みばらつきと言っても面内の厚みばらつきと複数面での厚み差に大別さ

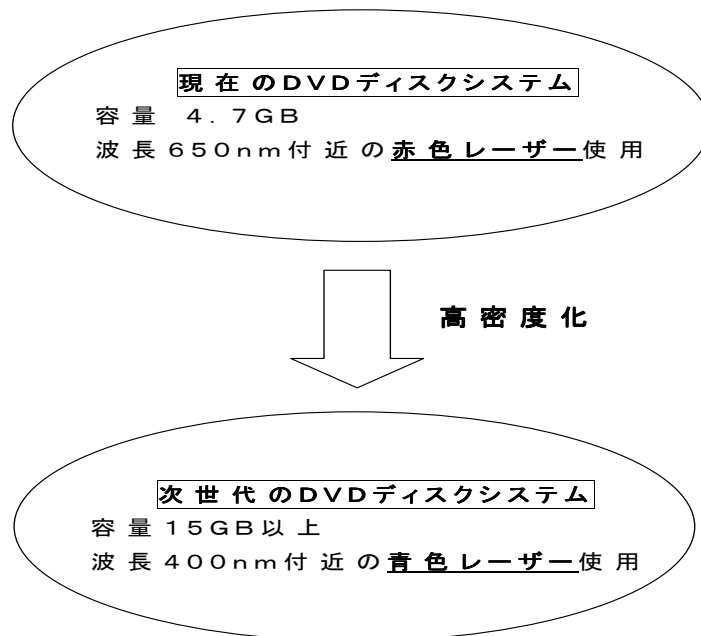


図1 DVDディスクの高密度化

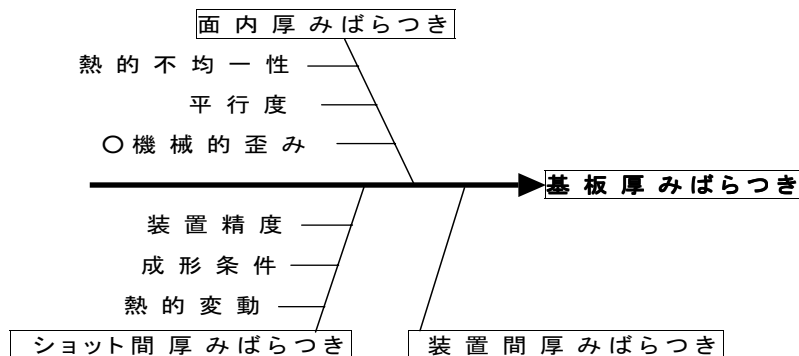


図2 基板厚みばらつき特性要因

れる。面内の厚みばらつきは、キャビティ熱分布の不均一や金型・成形機依存の平行度のずれ、射出圧力による金型などのたわみなどが原因となる。また複数面での厚み差は金型温度を含む成形条件や成形機の射出・型締め圧力精度、連続成形での熱的変動などが厚みの絶対値を変化させる要因となる。

### 3. 局部的厚みばらつき

図3に示すように、直径120mm・0.6mm厚み基板の半径46mmでの1周内において20  $\mu\text{m}$  近く基板厚みが薄くなる成形基板が存在している。この基板は金型での180度の位置で内周から外周まで局

所的に薄くなっている。その原因を探るために薄い部分の発生位置および範囲を調査すると、金型の中で面对称に設置している2枚の鏡面板の冷却水溝の屈曲部の位置（図4）と、一致することがわかった。ここで言う屈曲部とは各半径での円の一部を直線でつないだ場合の冷却水溝の屈曲個所の集合部分を指している。そこで屈曲部の影響と基板厚みばらつきの関係を探るために、CAEにより構造解析を行った。

### 4. 解析

通常の射出成形では、金型は鏡面板を含めて射出圧力により径方向におわん形状の変形を生じて

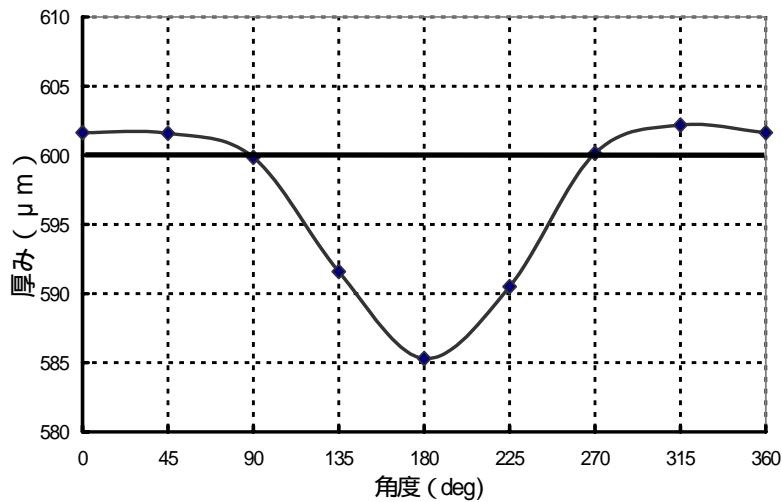


図3 周方向の基板厚みばらつき例(半径:46mm)

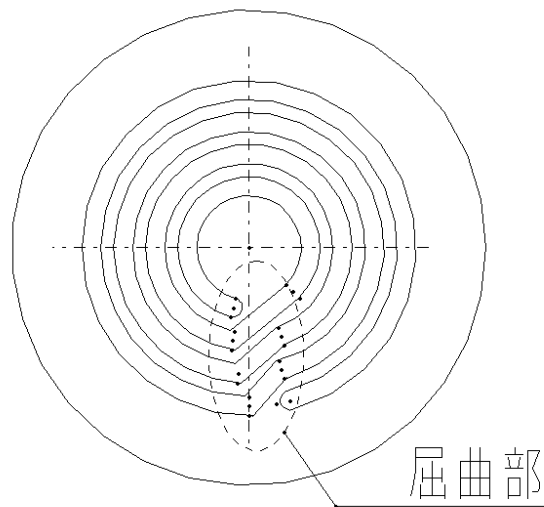


図4 金型冷却水溝形状

いる。そこで屈曲部を持った鏡面板の変形を図5に示すような簡易モデルを用いて解析を行った。

解析条件は鏡面板の中心部分に集中荷重をかけ、半径20mmの部分に30 μmたわむように設定した。図6に屈曲部の位置を180°方向になるように設定した場合の解析結果を示す。

この結果から射出圧による鏡面板の屈曲部における変形量は他の部分と比べて小さくなることがわかった。これは冷却溝の屈曲部のある部分が、他の屈曲部の無い部分がおわん形状に均一に変形していることに対し、凸形状となっていることを

意味する。そして金型キャビティ内においてこの凸部が対向することになりそこが成形基板に転写されると、局部的に薄い部分を作り出していると考えられる。

### 5. 実験と結果

今回筆者らは、解析結果をもとに局部的基板厚みばらつきの改善例として図7に示すような屈曲部の無い冷却溝形状を持った鏡面板を作製した。この鏡面板の冷却溝形状は、半径および中心の異なる半円を各々連結させ渦巻き形状にしたもので

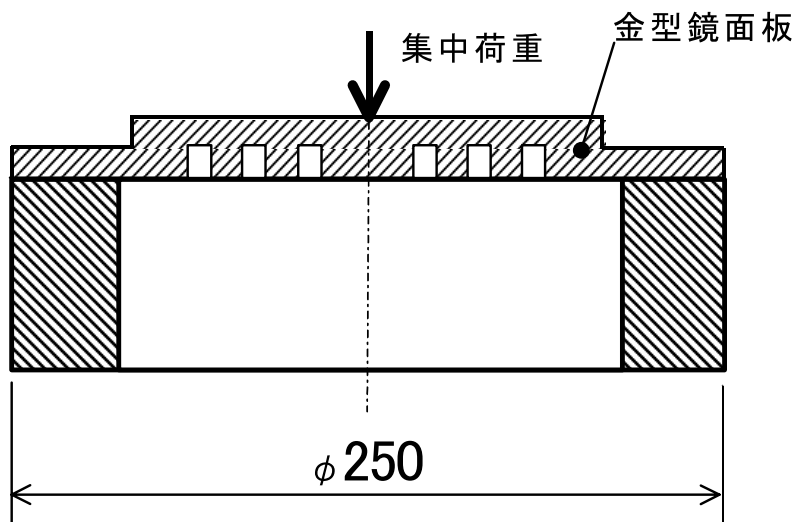


図5 解析モデル

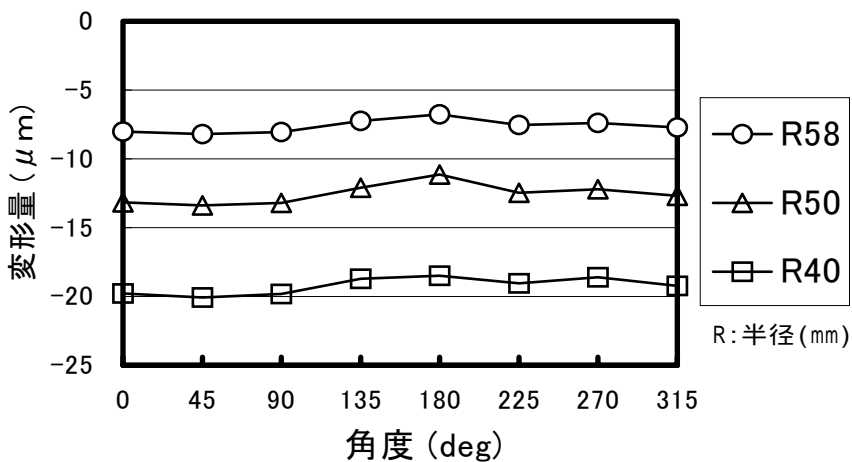


図6 解析結果

ある。この鏡面板を金型の可動側・固定側それぞれに設置して前回と同じ成形条件で成形を行った。前回との変化点は冷却溝形状のみである。その結果として、半径46mmでの周方向の基板厚みばらつきを図8に示す。

この結果からわかるように、基板の180deg方向にあった局所的な厚みばらつきは12 $\mu\text{m}$ 低減した。また内周部から外周部においても同様の効果が見られ非常にフラットな基板が成形されていることを確認した。

## 6.まとめ

本報告のまとめとして以下の2点を挙げる。

1. 局部的厚みばらつきの起こる原因として、金型および成形機取り付け板が射出圧により変形する時に、鏡面板冷却溝の屈曲部分の変形量が小さくなることがわかった。これが原因で成形基板において局部的に基板厚みが薄くなることをつきとめた。
2. 冷却溝屈曲部分のない鏡面板で成形をおこない、厚みばらつきの非常に小さい基板

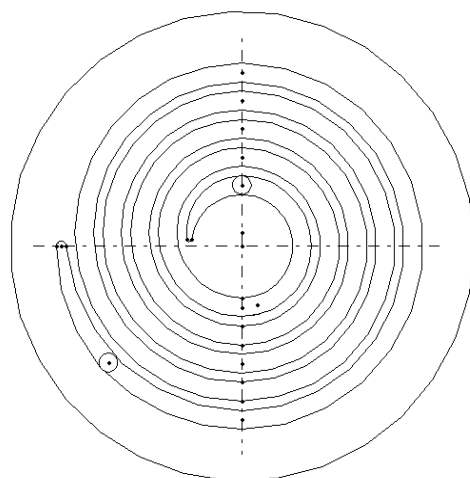


図7 屈曲部のない冷却水溝形状

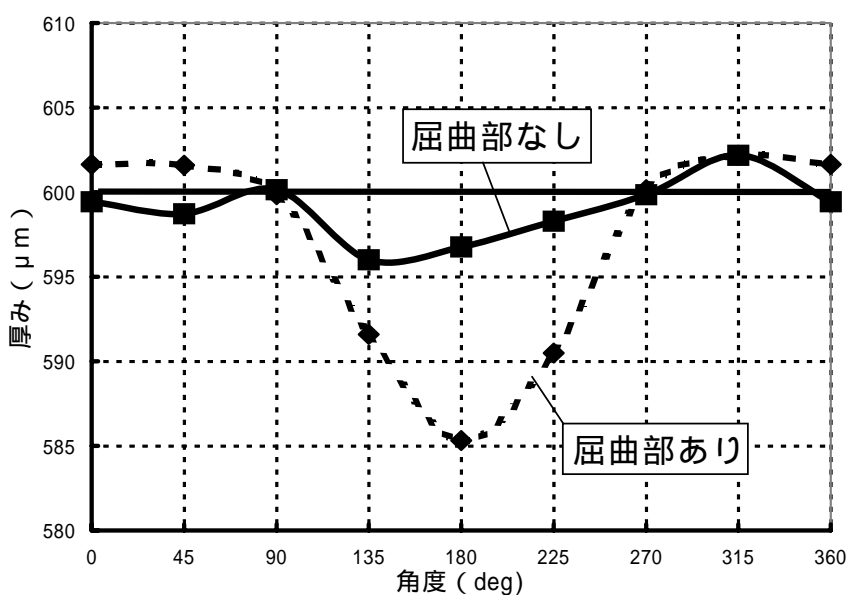


図8 新規鏡面基板による基板厚みばらつき(半径:46mm)

が成形されることを確認した。厚みばらつき  
の低減はP-Pで12 μ mであった。

今後の課題は、

1. 平行度ずれ量を最小に抑えるための金型  
キャビティ平行度・成形機プラテン平行度  
の高精度化や射出時に型の開かない射出成  
形の検討など。
2. 射出圧力による変形金型・成形機プラテ  
ンの変形を抑えるための金型・プラテンの  
剛性強化など。

である。

厚みばらつき要因が多岐にわたることは前述し  
たとおりである。本報告での局部的厚みばらつき  
はその一部であるが、これがヒントになりディス  
ク成形基板の高精度化の役に立てれば幸いである。

#### 参考文献

- 1) J. Braat APPLIED OPTICS Vol.36, No.32 P8459(1997)

#### 筆者

##### 菅 圭 二 (すが けいじ)

- a. 研究開発本部・総合研究所・ディスクシステム研究部
- b. 1986年4月
- c. 光ディスク基板成形・金型技術および開発，次世  
代光ディスクレプリケーション技術の研究開発に  
従事
- d. 成形技術のメカニズム論議にお役立て下さい。

##### 今井 哲 也 (いまい てつや)

- a. 研究開発本部・総合研究所・ディスクシステム研究部
- b. 1991年4月
- c. 光ディスク基板生産技術および開発，次世代光  
ディスク成形技術の開発に従事

##### 志田 宜 義 (しだ のりよし)

- a. 研究開発本部・総合研究所・ディスクシステム研究部
- b. 1993年4月
- c. オーディオ回路設計，次世代光ディスク成形技術  
の開発に従事

##### 飯田 哲 哉 (いい だてつや)

- a. 研究開発本部・総合研究所・ディスクシステム研究部
- b. 1981年4月
- c. ポリマーグラファイト振動板の開発，コンパクト  
ディスクの開発，相変化光ディスクの開発，マスタ  
リングプロセスおよび光ディスク成形技術に従事
- d. 得意分野：光ディスクプロセス，光ディスク材  
料全般