

マイクロ流路形成用樹脂の開発

材料技術課 大永 崇

富士フィルム 生産技術センター 藤原盛男、繁定啓司、河崎英敏、澤田和年

1. 背景

μ TAS やバイオチップなどの次世代技術の研究において、微細な流路やウエルなどの構造を持つマイクロチップを利用することにより、医療や化学分析などの分野に関連した様々なアプリケーションが提案されている。このようなマイクロチップとしては、研究開発段階においては、主にガラスやシリコンをドライエッチングなどにより微細加工して作製したものが用いられる。しかしこれらのチップは、加工設備や材料コストのために極めて高価であったり、低い生産性でしか製造できなかったりして、そのままでは実用には向かない。

アプリケーションを実用化していくためには、量産可能で安価なマイクロチップの提供が不可欠であり、材料、加工設備が安く、速い加工プロセスで製造できるマイクロチップが開発されなければならない。このような観点からの、樹脂を用いたマイクロチップ成形の研究が既に盛んに行われており、射出成形や光硬化による検討がなされている。

富士フィルムにおいては、これまでにマイクロチップを応用した用途開発を進めており、射出成形によるマイクロチップ成形についても検討を進めてきた。しかし、プラスチックの射出成形によるチップ製造は一般的にも未だ容易でなく、富士フィルムにおいては設計した流路形状を満足な精度で形成するまでには至っていなかった。工業技術センターにおいては、これまでに「とやま医薬バイオクラスター」研究等をとおして、樹脂の微細成形について材料面からの蓄積が有り、富士フィルムからの依頼により共同研究を開始した。

2. 射出成形における微細構造成形と樹脂物性

工業技術センターを中心とした以前の検討から、転写性、離型性にすぐれた樹脂を開発し、射出成形により寸法精度の高いマイクロチップを提供する技術を開発している（特許第3867126号参照）。この樹脂はPPとエラストマー（スチレン系ブロック共重合体の熱可塑性エラストマー：STPE）からなるポリマーアロイであり、本研究ではこの樹脂の基礎物性と微細構造成形の関係を下記の観点から考察しながら、新たなマイクロ流路形成用樹脂について探索し、試験を行なった。

（2-1）微細構造の転写性

このような転写性を向上することが、微細構造先

端にまで樹脂を到達させることと考えれば、基本的にはMFRで表されるような樹脂の流動性は、高いことが好ましいと考えられる。ここで前記PP系樹脂について見てみると、MFR（PP）>MFR（STPE）であるにも関わらず、PPへのSTPE添加量を増やすに従い転写性は向上した（プラスチック成形加工学会予稿集「成形加工'06」P1～2参照）。しかしこのようなSTPE量の増加は、MFR以外にも転写性に関わる因子に影響しており、それらの変化も考慮する必要がある。他因子としては、主に粘度のせん断速度依存性、結晶性が考えられる。粘度については、一般に知られているようにSTPEがブロック共重合体であるため高せん断速度での粘度低下が大きいので、微小な空間に樹脂が充填される状況ではブレンドの方がPPより有利であることが起こりうる。結晶性については、STPEが非晶性であるためブレンドの結晶化度、結晶化速度がPPよりも低下したことにより、固化時間が長くなり転写性が向上したことが推定される（PPへSTPEを添加した時の結晶性変化については、MATERIAL STAGE Vol.5, No.7, 116(2005)参照）。

このようにブレンドによる転写性向上は、結晶性低下、粘度挙動の変化が効果的に働いていると考えられる。

（2-2）微細構造の離型性

微細構造の中でも流路のような離型方向と平行な離型面がある場合、成形品が硬質であると、その面やその周辺で割れや変形が発生し、設計した微細構造は得られない。一方、前記PP系樹脂においては、エラストマー添加により素材が柔軟なために、離型時に問題は起こらない。またこの樹脂では離型時の樹脂温度 T_r が、

ガラス転移温度 $< T_r <$ 結晶融解温度
と設定しやすいため、成形品がエラスティックな状態で離型できることも有利に働いていると考えられる。

以上のような考察をもとに本検討では、市販アクリル系樹脂を改質して、射出成形によるマイクロ流路成形を実施した。改質は、粘度のせん断速度依存性を変化させ、固化時間を長くし（2-1より）、エラスティックな性質を付与する（2-2より）ように改質剤を添加することにより行なった。成形の結果、求める寸法精度のマイクロ流路チップが得られており、今後さらに樹脂の種類を拡大して検討する。