

Dynamics and structure analyses for various stretching PA6 films
and their physical properties

(金沢大院) ○ (学) 奥山佳宗、(学) 中山夏実、(正) 山田敏郎
(出光ユニテック株) (正) 高重真男、(出光興産株) (正) 金井俊孝

There are three different stretching methods which can produce polyamide 6 films, namely the simultaneous biaxial stretching, the sequential biaxial stretching, and the double bubble tubular stretching. There is no report which described the difference among three stretching methods and film properties, so it was not clarified why the film has big difference in its properties. For this reason, we studied the higher order structure and stretching behaviors of PA6 using three stretching methods. As a result, the sequential biaxial stretching shows high stretching effect and molecular orientation in the transverse direction. In the simultaneous biaxial stretching, the molecule orientation was equal both in the machine direction and in the transverse direction of the stretched plane. The double bubble tubular process produced good balance film in terms of the phase difference in plane of film.

Key words: polyamide 6 film, double bubble tubular film, biaxial stretching, molecule orientation

1. 緒言

ポリアミド6 (以下、PA6 と略す) フィルムは強靱性、耐摩耗性、ガスバリアー性等の優れた力学的特性を持つため、包装用途に主に用いられている。現在、PA6 フィルムは逐次二軸延伸法、同時二軸延伸法、チューブラー二軸延伸法の3つの製造方法で生産されているが、この製造方法の違いによりフィルムの物性も異なることが知られている。しかし、具体的にそれぞれの製造法及びフィルム性状の違いについて詳細に解析評価された報告はなく、なぜフィルム物性に大きな違いが生じるのかは不明であった。これはPA6のもつ分子間の強力な水素結合に起因する二軸延伸の難しさから、試験機によって高延伸倍率で延伸し解析した報告が少ないためである。

そこで、本研究ではこの3つの延伸方法の延伸挙動及び高次構造の違いから、延伸法の違いによって性状に違いが生じる理由について検討した。

2. 実験

出光ユニテック社製の厚み50 μ mのPA6原反をエトー社製の二軸延伸試験機を用いて、予熱時間10分、延伸温度106 $^{\circ}$ C、延伸速度1mm/sの条件で延伸倍率を変更した逐次および同時二軸延伸のサンプル
Yoshimune OKUYAMA, Natsumi NAKAYAMA,
Toshiro YAMADA*:

Graduate School of Natural Science & Technology
Kanazawa Univ.,

Masao TAKASHIGE : Idemitsu Unitech Co., Ltd

Toshitaka KANAI : Idemitsu Kosan Co., Ltd

*Kakuma-machi, Kanazawa, Ishikawa, 920-1192, Japan,

Tel. 076-234-4802, Fax. 076-234-4829

E-mail tyamada@t.kanazawa-u.ac.jp

を作成し、In-SituでのS-S曲線と複屈折の測定を行なった。延伸倍率条件は逐次二軸延伸では1.5 \times 1、2 \times 1、2.5 \times 1、3 \times 1、3 \times 1.5、3 \times 2、3 \times 2.5、3 \times 3倍延伸のサンプル8点、同時二軸延伸では2 \times 2、2.5 \times 2.5、3 \times 3倍延伸のサンプル3点を作成した。チューブラー延伸は3 \times 3で行なった。また、それぞれのサンプルに対し偏光板観察と3次元複屈折測定を行った。

3. 結果と考察

Fig.1に二軸延伸機で延伸した同時二軸延伸と逐次二軸延伸の偏光板観察写真を示す。同時二軸延伸されたサンプルは均一に延伸されているが、逐次二軸延伸されたサンプルは延伸むら(キンク現象)が見られた。

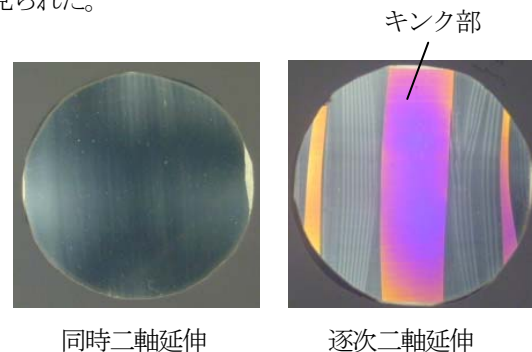


Fig.1 Pictures of polarizing plate of simultaneous biaxial stretching and sequential biaxial stretching

Fig.2に同時二軸延伸で3 \times 3倍延伸を行った時の応力と位相差の面積倍率に対する曲線を示す。同時二軸延伸ではXとYの応力がほぼ同じ値を示し、位相差は終始低い値を示した。Fig.3に3次元複屈折測

定で得られた同時二軸延伸の屈折率と面積倍率の関係を示す。延伸倍率が大きくなると屈折率 N_x 、 N_y の値も同様に大きくなり、面内で配向が進む事がわかる。したがって、同時二軸延伸は延伸と共に分子鎖が MD もしくは TD 方向を向きフィルム面に平行に面配向するため、位相差の少ない延伸であると考えられる。

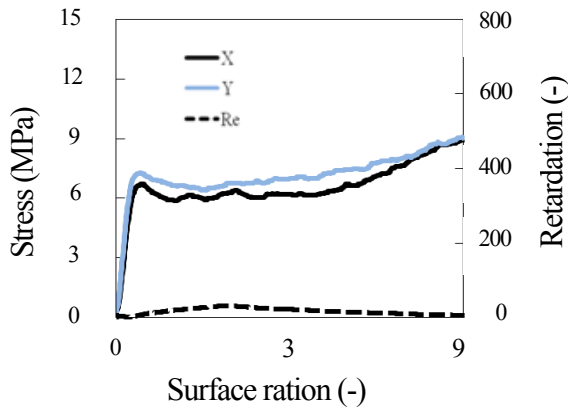


Fig.2 Stress-area stretching ratio curves and retardation-area stretching ratio curve of simultaneous biaxial stretching

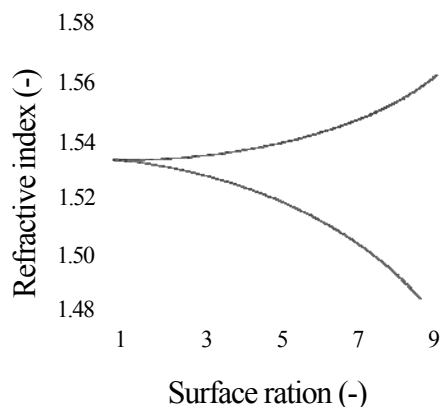


Fig.3 Refractive index and Area stretching ratio curve of simultaneous biaxial stretching

Fig.4 に逐次二軸延伸で 3×3 倍まで延伸を行った時の応力と位相差の関係を示す。Y の応力の二段目 (TD 延伸応力) が一段目の X の応力 (MD 延伸応力) よりも大きくなった。また位相差は一段目の延伸で増加し、二段目の延伸で減少した。Fig.5 に三次元複屈折測定より得られた逐次二軸延伸の屈折率と面積倍率の関係を示す。縦延伸では N_x のみ増加しており、これは MD 方向の配向を示している。次の横延伸では N_y が増加しているため TD 方向に配向を強めている事がわかる。また未延伸部分は横延伸時の屈折率が一定で配向が進んでいない。したがって逐次二軸延伸は、縦延伸によって水素結合の距離が縮まり水素結合が一層強固になるため、横延伸時の応力が大きくなる。また、この強い横延伸のため均一な延伸になりにくく、位相差も大きくなると考えられる。

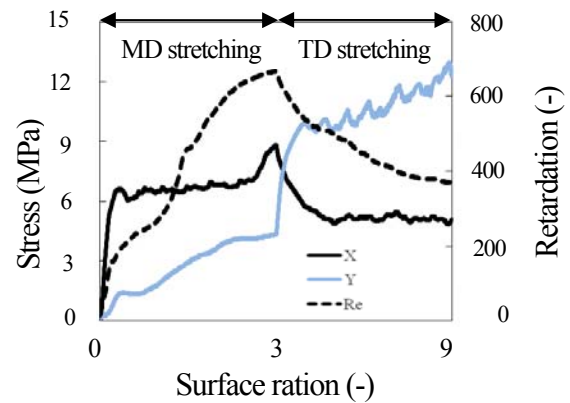


Fig.4 Stress-area stretching ratio curves and retardation-area stretching ratio curve of sequential biaxial stretching

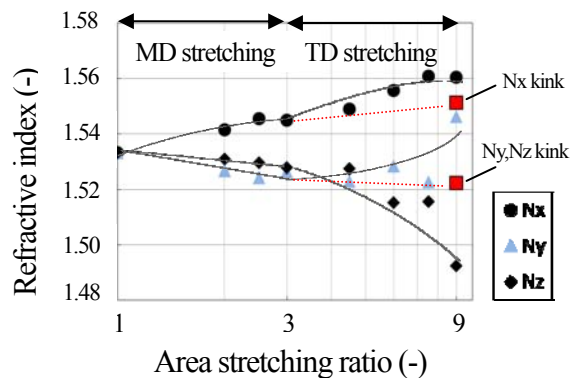


Fig.5 Refractive index and Area stretching ratio curve of sequential biaxial stretching

Fig.6 に各延伸方法のサンプルによる傾斜角 0° の位相差分布を示す。この結果から面内バランスは、チューブラー延伸フィルムが良く、逐次二軸延伸フィルムが悪いと言える。

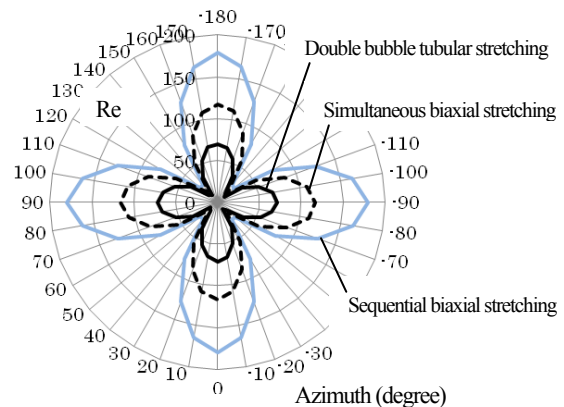


Fig.6 Distribution of phase contrast at different stretching methods

4. 結言

逐次二軸延伸は延伸と共に MD 方向から TD 方向に優先配向し、同時二軸延伸はフィルム面内で縦&横方向にほぼ等しく配向している。また、位相差はチューブラー延伸品が最も面内どの方向にもバランスが良く異方性のない延伸法であることがわかった。