

課題番号 : F-14-NU-0037
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : ポリマーアロイの弾性率マッピング
 Program Title (English) : Modulus mapping of the polymer alloy by atomic force microscopy
 利用者名(日本語) : 角谷信裕
 Username (English) : N. Sumiya
 所属名(日本語) : トヨタ紡織株式会社
 Affiliation (English) : Toyota Boshoku, Co., Ltd.

1. 概要(Summary)

2種類のポリマーをブレンドしたポリマーアロイについて、内部構造における局所的な物性変化として捉えるため、原子間力顕微鏡(AFM)を用いて検証を行なった。

2. 実験(Experimental)

・利用した主な装置

原子間力顕微鏡(AFM)

・実験方法

射出成形したポリマーアロイの試験片を液体窒素中で凍結切断し、切断面の測定を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

AFM測定による高さ像を Fig. 1 に示す。内部の構造はマトリックスと分散粒子による海島構造を形成している。今回の装置ではマッピングはできないため、マトリックスと分散粒子のフォースカーブ測定により弾性率の相対比較を行なった。Fig. 1(a)の画像中央にてマトリックスの測定、(b)の画像中央にて粒子の測定を行った。

得られた force-distance 曲線 (Fig. 2) を force-deformation (Fig. 3) 曲線へ変換した。今回は、相対比較のみの為、ばね定数は公称値を用い、deflection は感度を仮に 1 nm/V として変換を行った。弾性率の比較は JKR 法の 2 点法を用い、マトリックスのポアソン比 $\nu = 0.42$ 、粒子のポアソン比 $\nu = 0.37$ 、探針の局率半径 $R=20\text{nm}$ 、Figure 3 のグラフより、試料からカンチレバーの引き離し過程での凝着力が最大となる点 (δ_1, F_1) 、カンチレバーにかかる力が 0 となる点 $(\delta_0, 0)$ を式(1)に代入し、弾性率を算出し比較した。

$$E = \frac{3(1-\nu^2)}{4} \left(\frac{1+16^{1/3}}{3} \right)^{3/2} \frac{-F_1}{\sqrt{R(\delta_0 - \delta_1)}} \dots (1)$$

その結果、弾性率の比がマトリックス:粒子=107.7:166.8 となり、粒子の弾性率はマトリックスの弾性率の 1.5 倍であった。マトリックスを構成する材料、粒子を構成する材料、それぞれ単体の三点曲げ試験においては、マトリックスを構成する材料の方が弾性率が高い。今回のフォースカーブ測定では、弾性率の大小関係が逆転している。この現象が、アロイ化によって起こった事かを検証する必要がある。

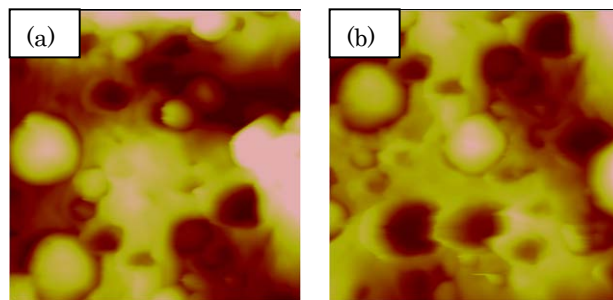


Fig. 1. Height imaging of polymer alloy

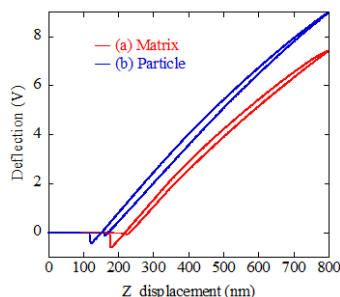


Fig. 2. Force-distance curve

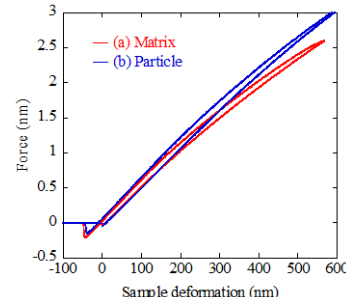


Fig. 3. Force-deformation curve

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献

永井さえ 他、日本レオロジー学会誌(2008), pp99-106

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。