

セルロースナノファイバーを用いる 溶媒・ガス透過性インプリント用モールドフィルム材料の創出

電子技術課 横山義之 富山県立大学 竹井敏

1. 緒言

ナノインプリント法は、電子・光学デバイス製造において重要な微細加工技術になりつつある。本研究では、ナノインプリント法に用いる微細な金型(モールド)に、溶媒・ガス透過性を新たに付与することにより、これまでナノインプリントプロセスでは成型の難しかった成形材料(溶剤・水分を含む樹脂材料や揮発成分を含む低分子系の成型材料)への良好な転写の実現を目的とした。ここで、溶媒・ガス透過性を有する金型の素材としては、天然高分子のセルロースナノファイバーの活用を試みた。セルロースナノファイバーは、強度が高く資源的にも豊富な素材として、化石資源利用削減の観点からも、近年注目を集めている素材である。本年度は、ナタデココ由来の天然セルロースナノファイバーを主成分として用い、モールドとして利用するための熱硬化性の付与を試みた。

2. 実験

ナタデココ由来のセルロースナノファイバーは、湿式微粒化装置で粉碎後、プレスして脱水し、固形分濃度を約8 wt%に調整した。次に、熱硬化性を付与するために、ナタデココにイソシアネート系の架橋剤を加えて混合した。この時、ナタデココ：架橋剤の割合を100：0～40：60 wt%まで20 wt%ごとに変化させた。種々の割合の混合物を、直径60 mm、厚さ1 mmの金型にそれぞれ充填し、70°Cで120分間真空乾燥した後、130°Cで60分間加熱し、熱硬化(架橋反応)を進行させた。

モールドとしての機械特性を評価するために、ナノインデンテーション試験を行った。測定点を各試料につき20点とし、稜角115°の三角錐圧子、及び、試験力10 mNによる負荷-除荷試験からマルテンス硬さ(HM)、及び、押し込み弾性率(Eit)を測定した。さらに、赤外分光分析のATR法により熱硬化反応の進行を追跡した。

3. 結果と考察

セルロースナノファイバー(ナタデココ)と架橋剤を種々の割合で混合し熱硬化を行ったサンプルに対して、ナノインデンテーション試験を行った(図1)。架橋剤の混合によって、HMとEitが大きくなったが混合割合を増やすに従って、値は小さくなった。セルロースナノファイバー：架橋剤=80：20 wt%のときが最大であった。

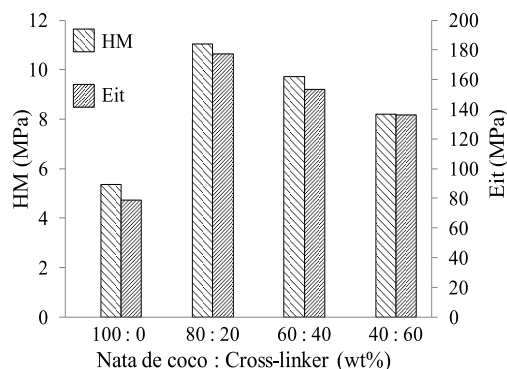


Fig. 1 Martens hardness (HM) and indentation elastic modulus (Eit) of samples.

図2に、セルロースナノファイバーのみ、架橋剤のみ、及び、セルロースファイバーと架橋剤を種々の割合で混合し熱硬化を行ったサンプルの赤外スペクトルを示す。架橋剤のみのスペクトルに見られるイソシアネート基(-NCO)由来の2260 cm⁻¹付近の吸収は、熱硬化させたサンプルでは完全に消失した。また、セルロースナノファイバー単独のスペクトルには観測されなかったウレタン結合(-NH-CO-O-)に由来する1720 cm⁻¹、1680 cm⁻¹付近のC=O伸縮振動、及び、1530 cm⁻¹付近のNH変角振動による吸収が、熱硬化させたサンプルにおいては確認された。この結果から、架橋剤由来のイソシアネート基が、セルロースナノファイバー由来の水酸基(-OH)と結合し、ウレタン結合が生じたことが確認できる。また、130°C、60分間の加熱で硬化反応が完了していることもわかった。

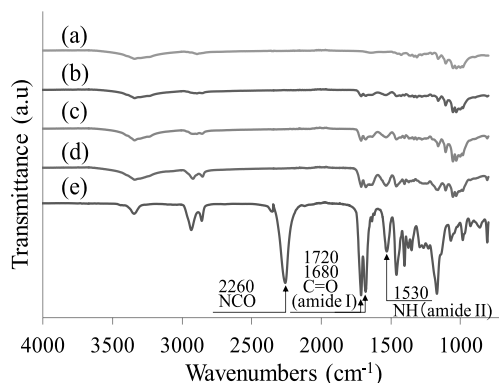


Fig. 2 FT-IR spectra of samples (cellulose :cross-linker = (a) 100:0 wt%, (b) 80:20 wt%, (c) 60:40 wt%, (d) 40:60 wt%, (e) cross-linker).

今後は、ナノインプリント用モールドとしての溶媒・ガス透過性を評価し、成型の難しかった成形材料への適用可能性を検証する予定である。