強誘電性を示す 2-メチルベンゾイミダゾールを分散させた高分子膜の調製

Preparation of polymer films dispersed with ferroelectric 2-methylbenzimidazole

信州大・繊維 [1]　°吉田 哲也 [1]，市川 結 [1]
Shinshu Univ. [1], °Tetsuya Yoshida, Musubu Ichikawa[1]
E-mail: musubu@shinshu-u.ac.jp

【緒言】強誘電体は強誘電性に加えて、圧電性や焦電性を有するため多方面への応用が期待されている。現在、ジルコン酸チタン酸鉛などの無機材料が主流だが、毒性の高い鉛を含むため早期の代替が必要とされている。一方、有機材料は軽量、柔軟性が大きい、環境負荷が小さいという利点があるためその候補として期待されており、フレキシブルデバイスへの応用などの可能性も有する。そこで本研究では、優れた有機強誘電体として報告されている、2-メチルベンゾイミダゾール(MBI , Fig. 1a)[1)]を分散させた高分子膜の調製および評価を行った。

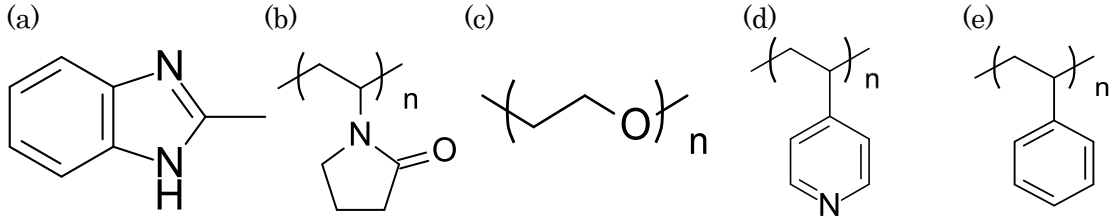

Fig. 1.　a) MBI, b) PVP, c) PEG, d) P4VP, e) PS の分子構造.

【実験】ポリマーとしてポリビニルピロリドン(PVP)、ポリエチレングリコール(PEG)、ポリ 4-ビニルピリジン(P4VP)、ポリスチレン(PS)を用いて溶液および分散液を作製後、滴下し室温大気下で静置、乾燥させることで薄膜を得た。薄膜中の強誘電性結晶の存在は、DSC および XRD により測定した。

【結果・考察】MBI 結晶は 175℃付近に融点のピークを持ち、この結晶相が強誘電性を示す。4 種類のポリマーそれぞれを用いた系の DSC 測定により得られた吸熱エンタルピーをグラフにしたものを Fig. 2 に示す。PS を用いた系は、MBI 単独系と似た挙動を示す。しかし、PEG、PVP、P4VP を用いた系は臨界濃度が高く、PVP と P4VP は互いに似た挙動を示すが PEG はそれらとも違う挙動を示す。ここでの臨界濃度とは、加えた MBI が析出し始める濃度を指す。PEG、PVP を用いた系の XRD の結果をそれぞれ Fig. 3 に示す。PEG を用いた系では、33、75 wt%膜のどちらにも結晶が確認できた。DSC と XRD の結果より、PEG 膜では DSC 測定時の加熱によって MBI 結晶が溶解し、見かけ上の臨界濃度が高くなったと考えられる。一方、PVP を用いた系では、75wt%膜で確認できた MBI に帰属できるピークが 33 wt%膜では確認できず、これは室温でも結晶が存在しないことを示し、MBI の PVP への溶解度が高いことを示す。この原因として MBI の水素原子と PVP のカルボニル基の水素結合が考えられる。このことは、PVP を延伸した状態で MBI と水素結合させることで MBI 結晶の配向を制御できることを示唆する。また、P4VP についても PVP より溶解度が低いが同様に水素結合により配向を制御できる可能性があると考えられる。

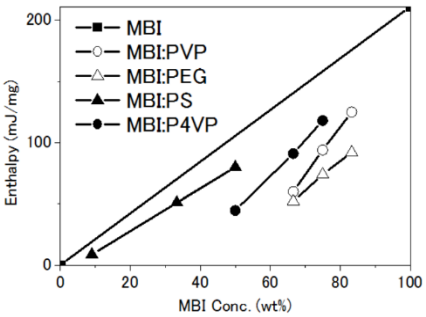

Fig. 2.　各ポリマーを用いた系の吸熱エンタルピーと MBI 添加量の関係.

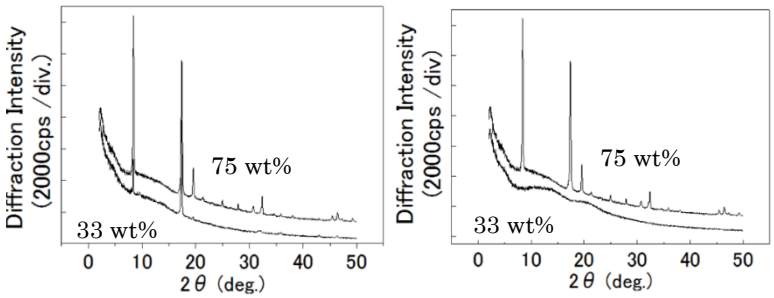

Fig. 3.　異なる MBI 濃度で調製した各ポリマー系の XRD パターン 左)PEG, 右)PVP.

参考文献 1)　S. Horiuchi *et at*. Nat. Commun. **3**, 1308 (2010).