

中赤外自由電子レーザーを用いた有機薄膜の相変化観測 II -膜質の改善と薄膜温度の評価-

Real-time observation of phase-change in an organic film using a mid-infrared free-electron laser II

京大エネ研 溝端圭介, Maurya Sandeep, 中嶋 隆[○], 全炳俊, 紀井俊輝, 大垣英明

Kyoto Univ. K. Mizobata, S. Maurya, T. Nakajima[○], H. Zen, T. Kii, and H. Ohgaki

E-mail: nakajima@iae.kyoto-u.ac.jp

我々は、中赤外自由電子レーザー (KU-FEL) を用いた有機薄膜を対象とする分光実験に取り組んでおり、有機材料としては結晶性樹脂であるポリエチレンを採用している。

結晶性樹脂を加熱溶融すれば、融けている間は非晶性となることが予想されるが、振動モードによっては非晶性の場合には吸収が小さくなることが知られている。そこで、ポリエチレン薄膜をパルスレーザーで瞬時に溶融した際に生じる結晶性→非晶性の相変化を中赤外 FEL パルスの透過率変化として実時間観測し、さらには相変化を制御することを我々はめざしている。

純粋なポリエチレンを Nd:YAG レーザーで加熱することは出来ないため、色素 IR-165 をドーブし、900 - 1100 nm に吸収域を持つポリエチレン薄膜を湿式法により作成した。

これまでの実験で、我々は Nd:YAG レーザーを用いた加熱溶融による、ポリエチレンの結晶性から非晶性の相変化の観測に成功した。その結果を下図左に示す。しかしながら、自然冷却に伴う、非晶性から再度結晶性に戻る変化は観測することは出来なかった。薄膜温度を実験的に測定することが次の目標であるが、ナノ秒～マイクロ秒の時間スケールで瞬時温度をモニターすることはそれほど容易ではない。そこで、まずは、1次元熱伝導方程式を数値的に解くことによって薄膜温度の時間変化 (冷却過程) を評価した。計算結果の一例を下図右に示す。この計算結果を参考に、十分な冷却速度を得るための条件を考えた。特に、膜厚は薄くすることで冷却速度が速まるはずなので、必要な膜厚の算出とその作製を試みた。

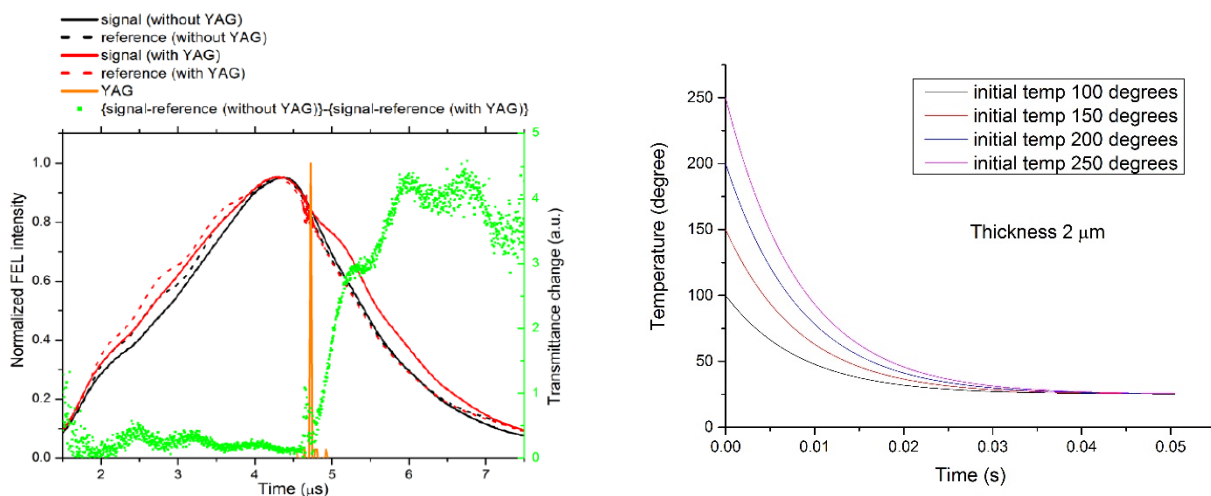


図. レーザー照射による色素ドーブ PE 薄膜の透過率の変化 (左) と、PE 薄膜(膜厚 2 μm)の自然冷却時温度変化の計算結果 (右).