

有機結晶の 2 次非線形光学定数精密計測

Precise measurement of 2nd-order nonlinear optical coefficients for organic materials

¹理研テラヘルツ光源研究チーム, ²理研先端光学素子開発チーム, ³理研技術基盤支援チーム

○野竹孝志¹、竹田真宏^{2,3}、細島拓也²、山形豊^{2,3}、南出泰亜¹

¹RIKEN Teraphotonics team, ²RIKEN Ultrahigh Precision Optics Technology Team, ³RIKEN Advanced Manufacturing Support Team, °T Notake¹, M.Takeda^{2,3}, T.Hosobata², Y. Yamagata^{2,3}, H. Minamide¹

E-mail: notake@riken.jp

有機材料は従来の無機強誘電体を凌駕する光学的非線形性を有している。一方、その絶対値に関しては、例えば有機イオン塩結晶 DAST の d_{11} では 3 倍、 d_{12} に関しては 7 倍もの差異が報告されている[1-2]。 d 値を正確に計測する為には、表面粗さがコヒーレンス長以下でかつ両面平行度の極めて高い薄型平板に対してメーカーフリッジ計測を行う必要がある。しかし、脆弱な有機材料は精密加工が難しく、専ら as-grown や劈開結晶が用いられており d 値の評価に大きな誤差が生じている。また加工が困難な故に d テンソルの一部の成分しか利用出来ず、その性能が充分に発揮されていない。一般に有機結晶の電荷移動軸は結晶軸にほぼ一致するので、最大 d テンソルは対角成分となるが、様々な位相整合を利用する事で、非対角成分による高効率波長変換も可能であり、有機結晶を任意の結晶面、軸方位で精密加工し、 d テンソルの全成分を評価し活用する事は極めて重要である。更には有機デバイスの導波路化を考える上でも精密加工技術は必須である。

そこで我々は、脆弱材料である有機分子性結晶 BNA に対して、ダイヤモンド切削による超精密加工を試みた。切削条件や旋盤への試料固定法等を最適化し、厚さ数百 μm で表面粗さが 10 nm 以下の光学面を有する平行薄平板を得る事に成功した。この BNA 試料に対しては、図 1 に示す様に理論と極めて良く一致するメーカーフリッジパターンが得られ、 d_{33} 値を $221 \pm 4 \text{ pm/V}@1064\text{nm}$ と評価した。この値は文献[3]の報告に近いが、誤差は一桁改善しており高精度に同定できている事を示している。また、 d_{15} 等のこれまで未知であった d テンソル成分の計測にも成功している。

この様な有機結晶の非線形性は、分子内ドナー・アクセプター間の電荷移動 (CT) を伴う CT 励起の影響で、一般に強い波長分散を示す。この CT 励起状態への共鳴を利用する事で、励起波長を適切に選べば非線形光学効果の更なる高効率化も狙える。実際に BNA の d_{33} に関して波長分散を計測したところ、図 2 に示す様に吸収端に近づくにつれ急激に d 値が増大する事も確認した。

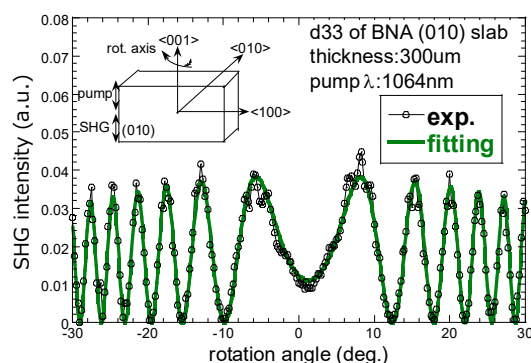


図 1. BNA の d_{33} に対するメーカーフリッジ

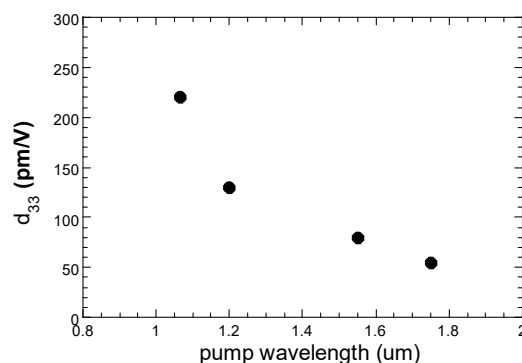


図 2. BNA の d_{33} 波長分散

- [1] B. Lawrence, Masters Thesis, Massachusetts Institute of Technology, (1992).
- [2] U. Meier, M. Bosch, Ch. Bosshard, F. Pan and P. Gunter, Appl. Phys. Lett. 82, 2383 (2003).
- [3] M. Fujiwara, et al., JJAP, vol.46, No.4A, 1528-1530, (2007).