

27. フォトリフラクティブ結晶を用いる光演算

山 田 博 道

フォトリフラクティブ効果とは、1) 空間的に強度分布を持った光の照射、2) 光の強度分布に応じた自由キャリアの生成、移動及び再結合、3) それに伴う電荷密度の分布の発生、従って電場の形成、4) 電気光学効果(ポッケルス効果)を介して屈折率が変化することである。LiNbO₃、Bi₁₂SiO₂₀(BSO)、BaTiO₃等のフォトリフラクティブ結晶に縮退四光波混合を用いると、結晶は実時間ホログラムとして働く。つまり、参照波と信号波でできる干渉縞が上記の効果により結晶中に体積位相ホログラムを形成し、参照波に対して逆向きに進む読み出し波がホログラムで回折されて、信号波の位相共役な波が発生する。

本研究では、(110)面を信号が入射する面としたBSO結晶(3mm×8mm×10mm)を用い、画像のconvolution(合成)、correlation(相関)演算を試みた。光源のArレーザービームを直径6mmの太さに広げ、互いに逆進する参照波A₁、読み出し波A₂と信号波A₃を結晶に入射させ、回折される共役波A₄を観察する。3本の入射光束中のそれぞれに画像u₁、u₂、u₃、f=200mmのレンズを入れ、結晶の位置がフーリエ変換面となるように配置した。このときレンズによりフーリエ逆変換された共役波出力は、

$$u_4(x,y) = \psi u_1(-x,-y) * u_2(-x,-y) \star u_3(-x,-y)$$

の形で表される。u₂としてピンホール(δ関数)を用いるとu₁とu₃のcorrelationが、u₃としてピンホールを用いるとu₁とu₂のconvolutionが得られる。画像の解像度に関係する結晶の空間周波数応答と、回折効率についても考察する。