

解析的位相回復法を用いた位相コントラストトモグラフィー

Phase-contrast tomography using a deterministic phase-retrieval method

静大工 ○中島 伸治

Shizuoka Univ., °Nobuharu Nakajima

E-mail: nakajima.nobuharu@shizuoka.ac.jp

近年, シンクロトロン放射光源からコヒーレンスの良い X 線が得られるようになり, 物体を透過する X 線の位相を測定する試みがいろいろと行われるようになった。例えば, $\pi/2$ 位相格子と吸収格子を用いたタルボ干渉計[1]やその発展形による位相測定が行われてきた。

物体を透過する X 線は, 物体の複素屈折率 $n=1-\delta+i\beta$ の実部 δ の影響で位相が変化し, 虚部 β によって振幅が減衰する。最近, この δ と β を光の分野で開発された種々の位相回復法を用いて再生する研究が盛んになっている[2]。しかし, 今まで適用された位相回復法は, 干渉計と比べて測定系が簡便であるが, 独立な δ と β を決定するためには 2 回以上の測定を必要とする。そのため, 物体内部の複素屈折率分布を X 線トモグラフィー (X 線 CT) で求める場合, 測定回数 (時間) が増える問題と X 線量増加による物体ダメージの問題が生じる。

本報告では, 1 回の強度測定から波面の振幅と位相の再生が可能である解析的位相回復法[3]を用いて物体の 3 次元複素屈折率分布を再生する新しい X 線 CT システムについて述べる。

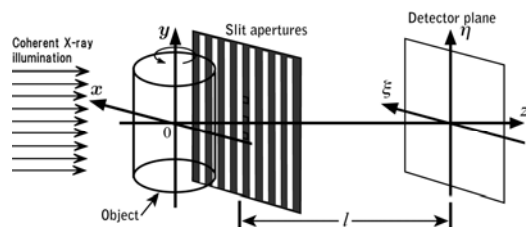


Fig.1. Schematic of the measurement system.

Fig. 1 は, 本方法で想定した計測装置の概略図であり, Fig. 2 が計算機シミュレーションの

再生例である。Fig. 1 のように, 左側からコヒーレント X 線 (波長 0.1nm) の平面波で円筒物体 (直径および高さ 1.28mm で Figs. 2(a) と 2(b) の δ と β をもつ物体) に照明し, y 軸回りに 3° ずつ 60 ステップ (計 180°) 回転させながら物体直後の y 軸に平行に置いた吸収格子 (開口幅 $7.5 \mu\text{m}$, 間隔 $40 \mu\text{m}$, 64 開口のスリット) によって回折した X 線のフレネル回折強度分布を距離 $l = 500\text{mm}$ の観測面上で求めた。その各強度分布の x 軸に平行なデータから位相回復法により横方向の位相分布を求め, 通常の CT と同じフィルター逆投影法で物体の xz 平面分布を再生し, 縦の y 軸方向沿って並べた再生 3 次元分布が Figs. 2(c) と 2(d) である。

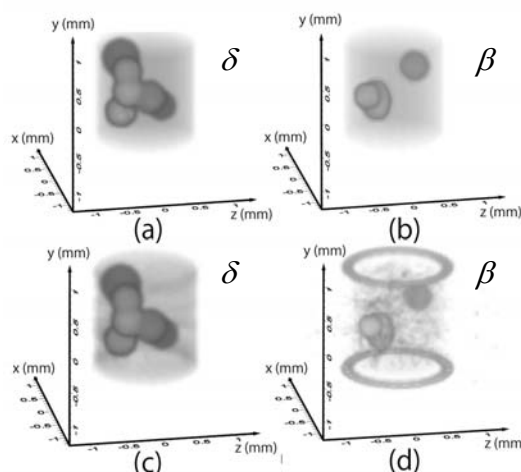


Fig. 2. 3D renderings of the original [(a), (b)] and the reconstructed [(c), (d)] objects.

参考文献

- [1] A. Momose *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **42**, L866 (2003).
- [2] A. Ruhlandt *et al.*, Phys. Rev. A **89**, 033847 (2014).
- [3] N. Nakajima, J. Opt. Soc. Am. A **25**, 742 (2008).