

タルボ型干渉計を用いたイメージング

百生 敦、東京大学大学院新領域創成科学研究科

Imaging by Talbot Interferometer

Atsushi Momose, Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo

<Synopsis>

An X-ray Talbot interferometer, which consists of two transmission gratings, has been attracting attention as a novel and simple phase imaging device. When the spatial coherence length is larger than the pitch of the gratings, a moiré-fringe pattern is generated, from which the structural information of a phase object located in front of the gratings is derived. An image mapping the differential phase is obtained by using the technology of digital phase measurement, such as the fringe-scanning method, allowing three-dimensional image reconstruction (phase tomography).

Because the X-ray Talbot interferometer functions with a cone beam of a broad energy band width, an imaging optics with a high throughput can be constructed. This enables the combination with various X-ray sources, and provides wide opportunities of phase-imaging applications. Since a Compton scattering X-ray source emits a cone beam with a band compatible with Talbot interferometry, almost 100% X-rays are available for phase imaging, allowing the construction of an ideal system.

<本文>

透過型 X 線格子を 2 枚用いる X 線 Talbot 干渉計[1-3]は、簡便な新しい X 線位相イメージングに利用できるとして最近注目されるようになっている。被写体とする位相物体の背後に位相格子を置き、格子のピッチと X 線波長で決まるある特定距離だけ下流に吸収格子を置く。X 線の空間的可干渉距離が格子のピッチより長ければ、吸収格子背後にはモアレ縞画像が観察される。位相物体における X 線の屈折を反映するモアレ縞の変形から、位相物体の構造を検知することができる。縞走査法などのデジタル位相計測技術を使い、屈折によって X 線が曲げられる角度分布（すなわち位相シフトの微分像）を取得することができる。位相物体を回転させてこの計測を繰り返して得るデータから、位相物体の屈折率分布を示す三次元画像を再構成することも可能である（位相 CT）。

X 線 Talbot 干渉計は、エネルギーバンド幅の広いコーンビームで機能するので、スループットの高い撮像光学系が構築できる。したがって、シンクロトロン放射光源以外の様々なタイプの X 線源とも組み合わせが可能であり、広い場面で X 線位相イメージングの利用が展開できるものと期待できる。レーザー逆コンプトン散乱 X 線は、X 線タルボ干渉計にとって適

度なエネルギーバンド幅を持つコーンビームであるので、ほぼ全ての発生 X 線がタルボ干渉計で使用できる。すなわち、理想的な位相イメージングシステムが構築できるものと期待できる。

最近、X 線 Talbot-Lau 干渉計による位相イメージングが報告されている[4]。これは、空間的可干渉性に乏しい、すなわち光源サイズの大きい X 線源を用いても位相イメージングを可能とする方式である。X 線 Talbot 干渉計の構成に加えて、その上流にマルチスリットを配置するものである。各々のスリットは Talbot 干渉計に要求される空間的干渉性を満たすように狭くしておく。各スリットからの X 線はそれぞれモアレ縞を生成するが、隣り合うスリットからの X 線が作るモアレ画像がちょうど一周期ずれて重なるようにスリット間隔を設計しておけば、モアレ縞が消滅することはない。こうすることにより、空間分解能は一定量低下するが、発光点サイズの大きい X 線源でも位相イメージングが可能となる。マルチスリットはコヒーレンスフィルター機能を果たす。

このように、X 線 Talbot 干渉計による位相イメージングは柔軟性に富み、レーザー逆コンプトン散乱 X 線との組み合わせは大いに期待できる。

[1] A. Momose et al., Jpn. J. Appl. Phys. 42, L866 (2003).

[2] T. Weitkamp et al., Appl. Phys. Lett. 86, 054101 (2005).

[3] A. Momose et al., Jpn. J. Appl. Phys. 45, 5254 (2006).

[4] F. Pfeiffer et al., Nat. Phys. 2, 258-261 (2006).