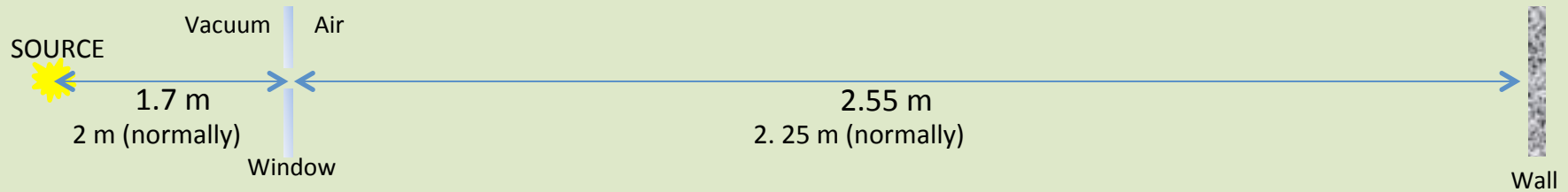


サブテーマ名
小型高輝度X線発生装置を用いた
X線位相イメージング法の開発

東北大学 多元物質科学研究所
百生 敦

Margie P. Olbinado

Fig. 1. Space for X-ray Talbot Interferometer using LCS at AIST



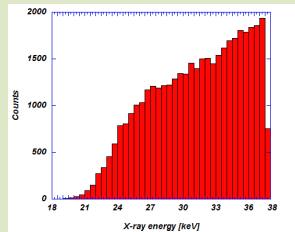
Source size, $\sigma \downarrow S$: 40 ~ 100 μm

Because the Spatial Coherence Length is less than $1\mu\text{m}$, **Talbot-Lau Configuration must be used.**

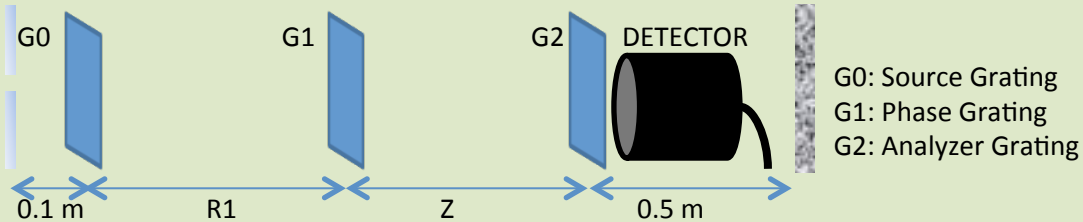
One option is by using a source grating, G0.

- 1.a. G0 is inside the vacuum chamber
- 1.b. G0 is outside the vacuum chamber

Fig. 2. X-ray Talbot-Lau Interferometer



Spectrum within $\pm 10\text{mrad}$



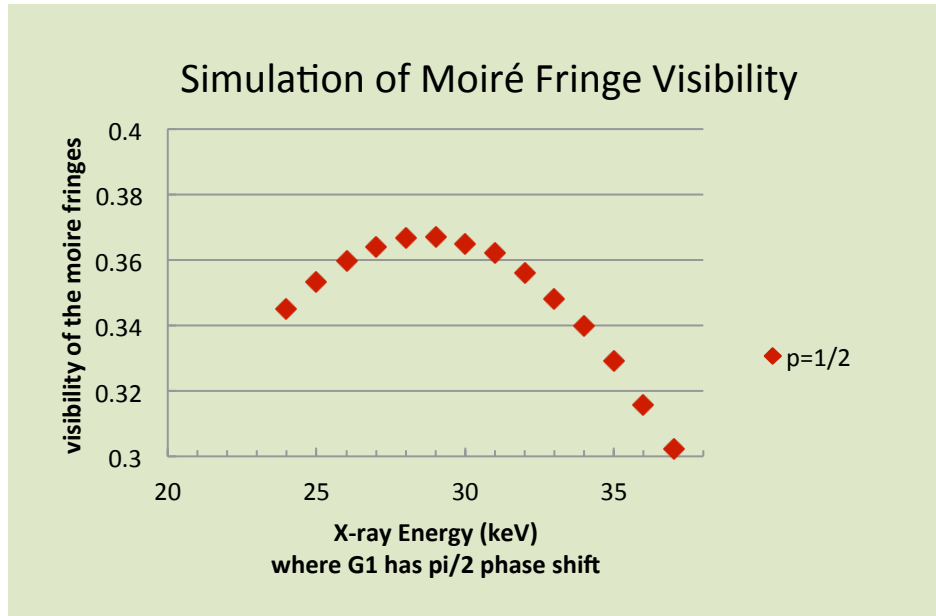
G0: Source Grating
G1: Phase Grating
G2: Analyzer Grating

$$z = p d \downarrow 1 \ d \downarrow 2 / \lambda \quad R2 = R1 + z$$

p: Talbot order
d: grating pitch
 λ : X-ray wavelength

When G0 is outside the vacuum chamber, the maximum allowed R2 is 1.95 m (1.65m for normal settings).

スペクトルの検討



Simulation parameters

Source standard deviation: $10 \mu\text{m} / 2.35$

G1: Au ($\pi/2$ phase grating)

d1: $4.5 \mu\text{m}$, opening: $2.25 \mu\text{m}$

G2: Au (height: $40 \mu\text{m}$)

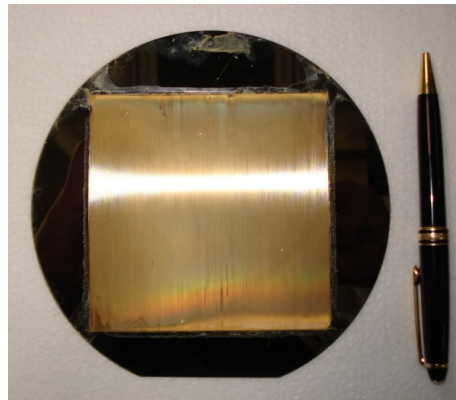
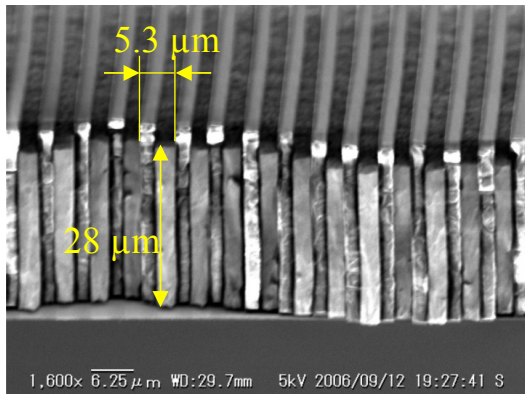
d2: $5.3 \mu\text{m}$, opening: $2.65 \mu\text{m}$

Talbot order: $1/2$

X-ray attenuation of $200\text{-}\mu\text{m}$ Si substrates and air were accounted for

Detector: $40\text{-}\mu\text{m}$ Gd2OS scintillator

Gratings distances for 29 keV is optimal.



註:

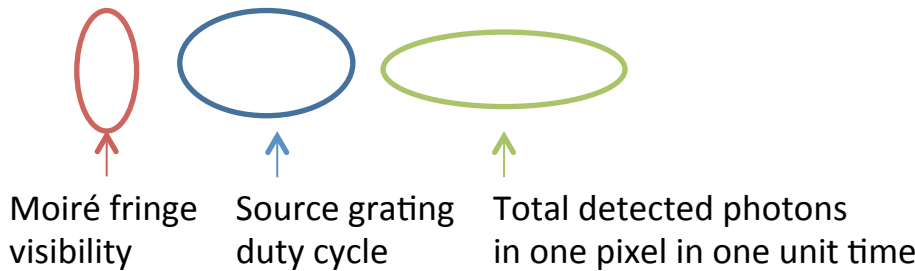
- スペクトルのカットオフ(38keV)に対して約3/4を最適エネルギーに選ぶ。
- ただし、G2の高アスペクト比化が進めばより高エネルギー側に最適値が移ると予想される(今後のシミュレーション検討)。

位相イメージングの感度指標

LCS(AIST)で位相イメージングを行う前提で、適した格子選びのためのシミュレーション検討を行った。 By Margie P. Olbinado



$$\Delta\phi_{x,s} = R_2 / R_s \sqrt{2\pi p d_2 / \lambda q_1 / q_0} \sqrt{(2.35 \sigma_s / d_0)^2 q_0 I_{total} \Delta S}$$



影響する項目

- ① 格子配置 (格子周期)
- ② 格子品質 (モアレ縞鮮明度)
- ③ 空間的コヒーレンス
- ④ Flux density (X線源からの距離)

Simulation Parameters:

- Design wavelength, λ
- Source grating opening, $s_0 = 2.35 \sigma_s$
- Source grating pitch, d_0
- Phase grating pitch, d_1
- Phase grating height ($\pi/2$ shift)
- Talbot order, $p=0.5$
- Phase grating position, R_1
- Absorption grating pitch, d_2
- Absorption grating position, R_2

Working Equations:

- (1) $d_2 / d_1 = R_2 / R_1$
- (2) $R_2 = R_1 \sqrt{2} / R_1 - p(d_1 / \lambda)$
- (3) $1/d_0 = 1/d_1 - 1/d_2$

Fixed Values

- Design wavelength, $\lambda \rightarrow E$: 25- 35 keV
- Grating pitch, d_1, d_2 : combination chosen from existing masks 2.40, 3.57, 4.12, 4.37, 4.80, 5.00, 5.40, 5.80, 7.49, 10.0, 14.54, 15.03, 24.39 μm

Constraint

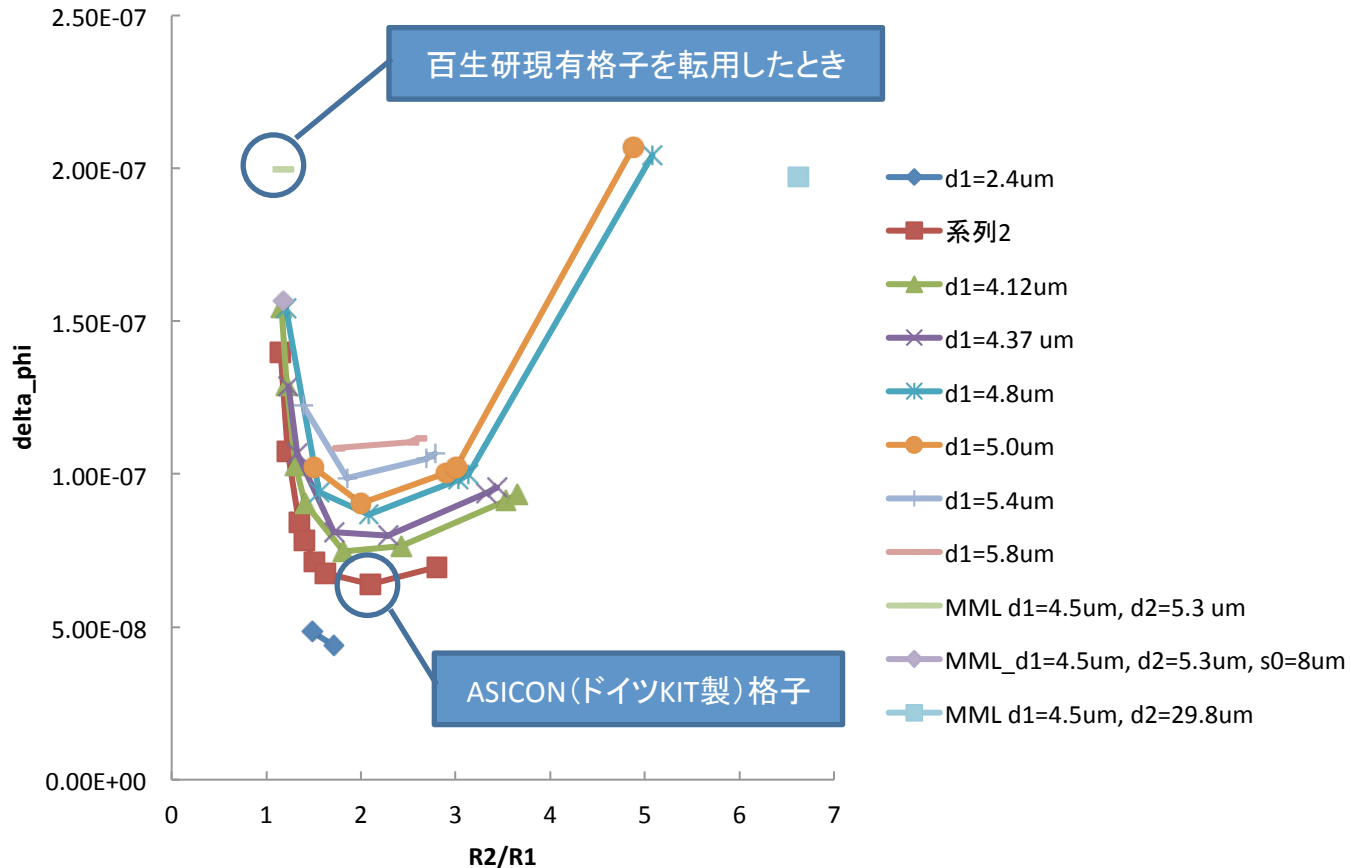
- $R_2 < 1.95 \text{ m}$

Assumption

- sample position is $R_s=R_1$

q_0, q_1 : Fourier coefficient of moiré fringes

sensitivity of XTLI vs R2/R1 Design Energy: 29 keV



- 対称配置X線Talbot-Lau干渉計で最も高感度化が実現。
- (株)ASICONより、既存マスクを利用する前提で、G1格子(p/2型、周期3.57 μ m)およびG2格子(周期7.49 μ m)を発注予定。G0格子(周期6.82 μ m、開口2.46 μ m)は来年度発注。

今後の予定

- AIST実験を想定したステージ群の準備
- シミュレーション研究を重ねることにより、異なる光源条件に応じた光学系設計の一般化。
- 21-24 JAN, 2014
[International Workshop on X-ray and Neutron Phase Imaging with Gratings \(XNPIG\)](#), Garmisch, Germany