

## マルチライン La 埋め込み X 線源を用いた X 線位相イメージング

### X-ray Phase-contrast Imaging with Multiline La Embedded X-ray Targets

阪大院工 °福田 椋南子, 塚本 大裕, 細井 卓治, 渡部 平司, 志村 考功

Osaka Univ., °Rinako Fukuda, Daisuke Tsukamoto, Takuji Hosoi,

Heiji Watanabe, and Takayoshi Shimura

E-mail: fukuda@ asf.mls.eng.osaka-u.ac.jp

マンモグラフィ (乳房 X 線検査) は、乳房中の腫瘍を検出する乳癌検診に広く利用されている。しかし、その診断には高度な読影技術が必要とされることや X 線の吸収コントラストを高めるために低エネルギー X 線 (15-23 keV) を使用することに起因する被曝リスクの増加が問題視されている。そこで、X 線吸収率の低い軽元素物質に対しても感度が高い X 線位相イメージングが検討されている。しかしながら、平均エネルギーが 30 keV 程度の連続 X 線を位相イメージングに用いた場合、従来の吸収像に比べて診断精度の向上は示唆されたが、基準値を超える高い被曝線量が課題となっている[1]。

そこで我々は高感度かつ低被曝でのマンモグラフィを実現するため、ダイヤモンド基板中へ La をマルチライン状に埋め込んだ X 線ターゲットを用いた X 線位相イメージングを検討している [2]。La の 33.4 keV の特性 X 線 (LaK $\alpha$  線) を利用することにより、乳房組織の X 線吸収率は 20 keV の場合の約 1/4 となり被曝線量の低減が期待でき、同時に単色 X 線による診断精度の向上が見込まれる。また、高熱伝導率のダイヤモンド基板中へ La を埋め込むことにより La の極端に低い熱伝導率を補償すると共に、保護膜で覆うことで La の化学的不安定性を克服することが可能である。

本研究では、埋め込みターゲットには多結晶ダイヤモンド基板を用い、反応性イオンエッチングにより周期 15  $\mu\text{m}$ 、深さ 5  $\mu\text{m}$  のマルチライン状の溝構造を形成した。スパッタ成膜と研磨を繰り返すことにより La を溝構造に埋め込んだ後、保護膜として厚さ 1  $\mu\text{m}$  の Al キャップ層を堆積した。Fig. 1(a), 1(b) に作製したマルチライン La ターゲットの光学顕微鏡像と La ターゲットからの X 線スペクトルを示す。管電圧が増加するにつれて LaK $\alpha$  線の強度が高くなっていることがわかる。100 keV の電子線は厚さ 3  $\mu\text{m}$  程度の La 層を透過するため、溝構造に La が十分埋め込まれていることを示唆している。また、33.4 keV の X 線用の  $\pi/2$  位相格子は Si 基板を用いて深掘り反応性イオンエッチングにより作製した。Fig. 1(c) に作製した位相格子の断面 SEM 像を示す。周期 3.6  $\mu\text{m}$  の高アスペクトの微細構造を確認することができる。

発表当日はこれらの埋め込みターゲットと位相格子を用いた Talbot-Lau 干渉計による X 線位相イメージングについて議論する。本研究は JSPS 科研費 16H00948, 18K18752 の助成を受けたものである。

[1] M. Stamanoni *et al.*, Invest. Radiol. **46**, 801 (2011).

[2] T. Shimura *et al.*, Opt. Lett. **38**, 157 (2013).

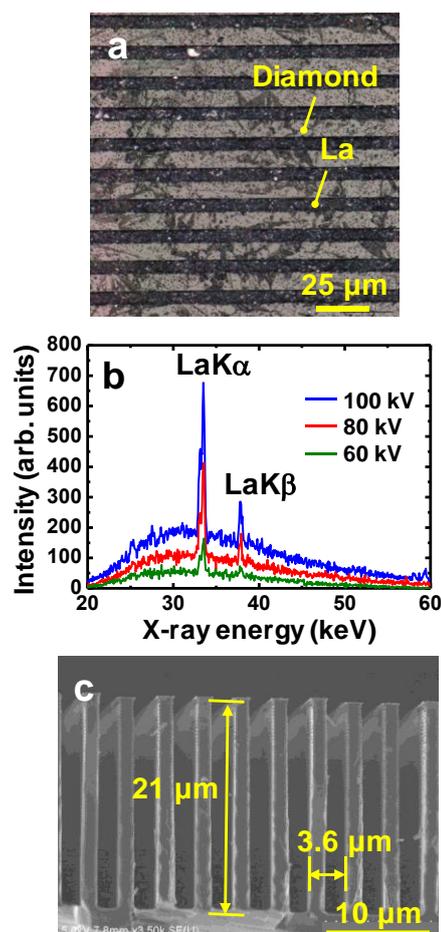


Fig. 1 (a) Optical microscope image of multiline La targets. (b) X-ray spectra from multiline La targets through 5-mm-thick SiO<sub>2</sub> and 4-mm-thick Al filter. (c) Cross-sectional SEM image of Si phase grating fabricated by deep reactive ion etching.