

課題番号 : F-14-TU- 0099
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 走査型透過電子顕微鏡用位相板の高度化
 Program Title (English) : Development of high quality phase plate for STEM
 利用者名(日本語) : 矢田 顕芳, 箕田 弘喜
 Username (English) : A. Yada, H. Minoda
 所属名(日本語) : 東京農工大学大学院工学研究院
 Affiliation (English) : Graduate School of Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology

1. 概要(Summary)

TEM 像の問題点として、生物分子など、軽元素で構成された試料は電子の位相のみに影響を与え、振幅に対する変化をほとんど与えない位相物体であるために、高い像コントラストを得ることができないことが挙げられる。それを解決するために透過電子顕微鏡(TEM)法に対して、位相差法を適用することで、位相物体のコントラストが増強することが知られている。

薄膜位相板の問題点は、位相板の準備に手間がかかることと、位相板に帯電が起きやすいことである。本研究ではそれを解決するために、半導体加工技術を利用して、帯電しにくい導電性の高い位相板として、窒化シリコン薄膜にキャリアをドーピングすることで実用に耐えうる高度位相板を作製することが目的である。そのキャリアドーピングとして、本利用では、B のドーピングを試みて、その可能性を調べることである。現状の Ga によるドーピングでは、十分な導電性はまだ得られていない。1 つの原因は、ドーピングした Ga が、ドーパントそして適切ではないという可能性と、ドーピングした Ga が薄膜中のある深さの領域に局在していることが考えられるので、Ga のかわりに B を使って、性能の比較を議論する。

2. 実験(Experimental)

日新イオン機器 NH-20SR を用いて、厚さ 50 nm の SiN メンブレンに B イオンを注入した。注入イオンのエネルギーは 30 kV であった。同じエネルギーで同程度の電流量で Ga イオンを注入した従来の我々の方法で得ている試料と比較し、より導電性が向上する条件を検討した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

膜を位相板として使用し、その結果を解析することによりイオン注入の効果を評価した。位相板を使って、アモルファスの膜の TEM 像を撮影し続けると、そのフーリエ変

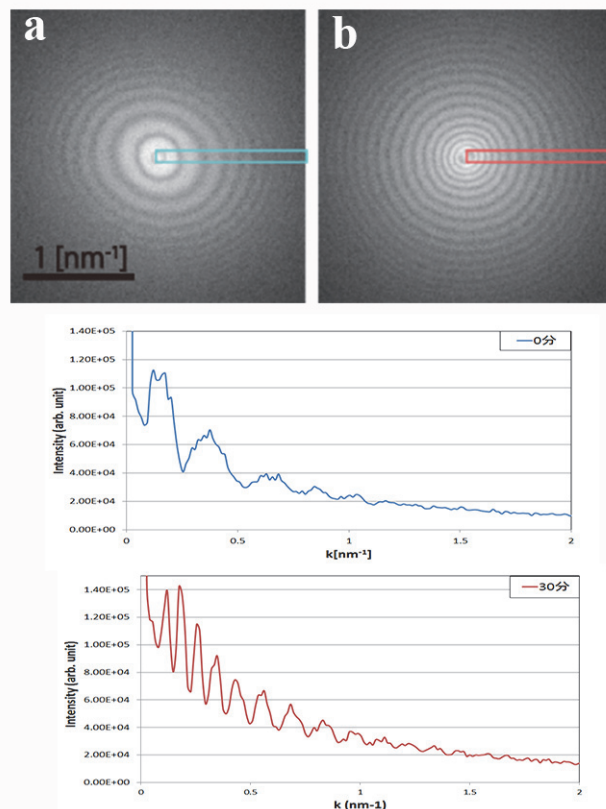


Fig. 1 Time evolution of the power spectrum during electron irradiation. (a) showed the initial stage and (b) was obtained after 30min electron irradiation.

換パターンは、時間とともに変化する(Fig. 1)。

それぞれのパターンのパワースペクトルを Fig. 1 の下に示すが、これを以下の式でフィッティングする。

$$F[I(r)] = I_b(k) + C \cdot \exp(-E \cdot k) \cdot \sin(2\pi(\chi(k) + \phi(k)))$$

$$= A \cdot \exp(-B \cdot k) + L + C \cdot \exp(-E \cdot k) \cdot \sin(2\pi(\chi(k) + \phi(k)))$$

ここで、

$$\sin(2\pi(\chi(k) + \phi(k)) = \sin(2\pi\chi(k) + G \cdot \exp(-B \cdot k) + \pi H)$$

$$= \sin(-\pi\lambda D k^2 + \pi/2 \lambda^3 C_s k^4 + \pi H + G \cdot \exp(-B \cdot k))$$

A, B, C, D, E, L, G, H は、フィッティングパラメーターであるが、このうちの G が帯電量に依存した量である。そこで、イ

オン種が、Ga と B で異なり、注入量がほぼ等しい場合について、G の値の時間変化の様子を比較したところ、Fig. 2 のグラフのようになり、値、およびその時間変化とも概ね同じような結果となった。以上より、Ga イオンと B イオンとの比較では、イオン種による違いは、ほとんどないことが分かった。

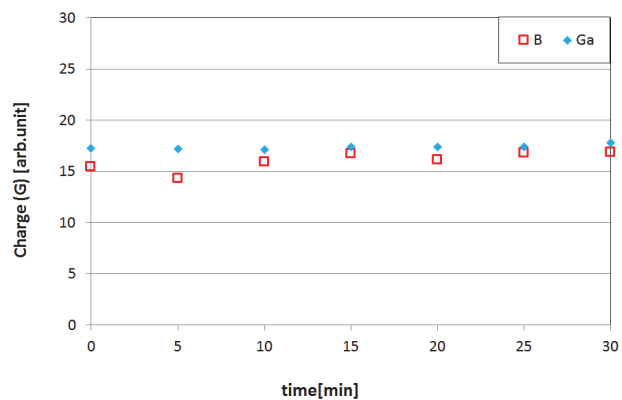


Fig. 2 Time evolution of the value G which corresponds to the total charge.

4. その他・特記事項 (Others)

謝辞 研究に協力、助言をいただいた東北大学の戸津先生、龍田様に感謝申し上げます。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許 (Patent)

なし。