メンブレンを用いた STJ 検出器の基板除去によるノイズ低減評価

Evaluation of noise reduction by substrate removal for STJ detectors with Membranes

埼玉大院 [1]，産総研 [2]　○(M1)野口 剛志 [1,2]，柴﨑 大我 [1]，藤井 剛 [2]，志岐 成友 [2]，菊地 貴大 [2]，田井野 徹 [1]

Saitama Univ. [1], AIST[2], °T. Noguchi[1], T. Shibasaki[1], G. Fujii[2], S. Shiki[2], T. Kikuchi[2], and T. Taino[1]

E-mail: t.noguchi.711@ms.saitama-u.ac.jp

背景：

SiC や GaN などの次世代パワー半導体をはじめとした材料開発において、特性 X 線による材料分析は重要な役割を果たしている。一般的に X 線検出器として用いられているシリコンドリフト検出器(Silicon Drift Detector : SDD)は、微量軽元素の特性 X 線ピークを明確に分離できるエネルギー分解能を有していない。一方で、我々が開発する超伝導トンネル接合 (Superconducting tunnel Junction：STJ)検出器は、SDD と比較して数倍優れたエネルギー分解能を有し [1]、STJ 検出器を用いることで n 型 SiC の窒素ドーパント(300 ppm)の XAFS 分析に成功している[2]。通常、STJ 検出器は、厚さ数 100 nm の STJ を厚さ数 100 μm の Si 基板上に作製している。そのため、入射した高エネルギーX 線の多くは、STJ を透過し、Si 基板で吸収される。Si 基板で吸収された X 線は大量のフォノンを発生させ、これが STJ 検出器の大きなノイズ要因となっている。このようなノイズの対策として Si 基板と STJ の間に SiO_2 や Al_2O_3 などからなる Buffer 層を成膜する方法が提案されて、音響インピーダンスのミスマッチに基づき、フォノンノイズの低減が期待できる。これまで、Buffer 層としてポリイミドを成膜することでフォノンノイズを 1/10 程度までに低減したことが報告されている[3]。

本研究では、フォノンノイズの最も大きな発生源となっている Si 基板を除去した構造を実現させるため、SiO_2/SiN/SiO_2 からなる自立メンブレン上に形成される STJ 検出器の開発を行っている。

実験：

今回、Si 基板除去によるフォノンノイズ低減効果を評価するため、Si 基板を除去したメンブレン STJ(Fig1.(a)) と、除去していないメンブレン STJ(Fig1.(b))を同一チップ上に作製し、X 線照射試験を行った。

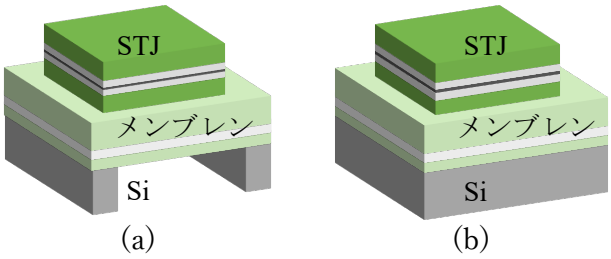

Fig1. メンブレン STJ の概略図

参考文献：

[1] G. Fujii, et al., X-Ray Spec., 46, pp.325–329, 2017.

[2] S. Shiki, et al., J. Low Temp. Phys., 167, pp.748-753, 2012.

[3] M. Yoshida, et al., IEEE trans. appl. supercond., 15, 2, pp.606-608, 2005.

© 2023年 応用物理学会