

(独)情報通信研究機構 未来 ICT 研究所  
ナノ ICT 研究室 超伝導デバイスグループ

National Institute of Information and Communications Technology (NICT),  
Advanced ICT Research Institute, Nano ICT Laboratory, Superconducting Device Group

(1) 研究スタッフ(H25 年 9 月現在)

研究マネージャー: 寺井弘高

主任研究員: 川上彰、三木茂人、山下太郎

有期研究員・技術員: 牧瀬圭正、丘偉、梶野顕明、今村三郎、五月女誠

研修生: 堀川隼世(茨城大)、和木健太朗(阪大)、孫鋭、劉登寛(SIMIT)

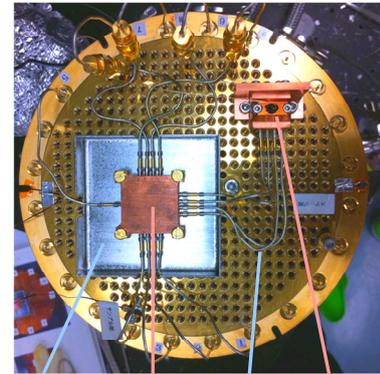
秘書: 高木佳寿代、渦岡美佐

(2) 研究室の簡単な紹介

独立行政法人 情報通信研究機構(NICT) ナノICT研究室 超伝導デバイスグループは、1991年にNICTにおける基礎研究の拠点として神戸市西区に設立された関西先端研究センター(現未来ICT研究所)の1研究室としてスタートしました。窒化物系超伝導材料(NbN、NbTiNなど)の高品質薄膜化技術をコアとして、高感度光子検出器や省エネルギー情報処理技術、テラヘルツ受信機、超伝導量子ビット等の研究開発に取り組んでいます。



図1 SSPDシステム



SFQ circuit SSPD array  
 $\mu$ -metal shield coaxial cables

図2 4ピクセルSSPDアレイ

(3) 特徴ある装置

高品質窒化物超伝導薄膜を成膜するための各種成膜装置を取りそろえています。特に、8インチの大口径ターゲットを有するスパッタ装置は、超伝導ナノワイヤ単一光子検出器(SSPD: Superconducting Nanowire Single-Photon Detector)用の高品質極薄膜(~5 nm)やエ

ピタキシャル NbN/AlN/NbN 接合の作製に不可欠となっています。また、加速電圧 125 kV の電子線描画装置、i 線ステップ、反応性エッチング(RIE)など、超伝導デバイス作製に不可欠な各種装置を取り揃えています。

また、デバイス評価においては、到達温度 2.2 K の小型 GM 冷凍機、到達温度 300 mK 無冷媒 He<sub>3</sub> 冷凍機、到達温度 20 mK 以下の希釈冷凍機を取り揃えており、極低温での光子検出器評価および高速回路測定環境が整備されています。

(4) これまでの成果と最近のトピックス

これまで、通信波長帯(1550 nm)に感度を持つ SSPD システムを開発し(図1)、東京量子鍵配送(QKD)ネットワークでNTTやNECが開発するQKDシステムに搭載され、システム実証実験の成功に貢献しています。また、東京大学や大阪大学で行われている量子光学基礎実験でも我々が開発した SSPD システムが活躍しています。我々のグループで開発した SSPD の検出効率は、現在暗計数率 40 カウント/秒で 80% に達しています。また、SSPD の特長として、高検出効率、低暗計数率に加えて、高計数率が挙げられますが、多ピクセル化して各々の受光面積を小型化することで、さらに高計数率化を図ることが可能です。NICT で開発を進めている超伝導単一磁束量子(SFQ)回路は、極低温環境で超高速・超低消費電力な動作が可能であり、多ピクセル SSPD の極低温信号処理に適しています。我々のグループでは、これまでに4ピクセル SSPD アレイと SFQ 回路を小型 GM 冷凍機に実

装し(図2)、完全動作を実証することに成功しています。SSPDとSFQ回路という2つのデバイス技術を有する研究室は世界的にもNICTだけで、この強みを活かした独自の光子検出技術を今後も開発していきたいと考えています。

これまで通信波長帯でSSPDの開発を進めてきましたが、今後は可視波長帯をはじめとする幅広い波長帯でも高感度化を図っていきたいと考えています。現在1  $\mu\text{m}$  以下の波長帯で幅広く使われている半導体アバランシェ・フォトダイオード(APD)はアフターパルスと呼ばれるノイズがありますが、アフターパルス・フリーで動作するSSPDは、高感度化に成功すれば、高計数率や低ジッタといった特長をあわせて、1  $\mu\text{m}$  以下の波長帯でもAPDに対して十分な優位性があります。バイオ・医療、標準、計測など幅広い分野での応用展開が期待されます。

#### (5) 連絡先、ホームページアドレス

寺井弘高

E-mail: [terai@nict.go.jp](mailto:terai@nict.go.jp)

TEL: 078-969-2191

[http://www2.nict.go.jp/advanced\\_ict/nano/102/](http://www2.nict.go.jp/advanced_ict/nano/102/)