

超伝導量子回路のための高Q値超伝導共振器の作製と評価

SATテクノロジー・ショーケース2021

■ はじめに

量子情報科学技術は、量子計算、量子通信などの新しい性能を有する次世代の科学技術として期待されている。量子計算は、現在のコンピュータでは処理できない、重要な問題を効率的に解くことができる、新しい計算パラダイムである。これまでの情報処理技術は、情報処理のためのエネルギーの限界、ムーアの法則の限界、古典計算機の情報処理能力の原理的限界などの多くの限界をじきに迎えることになる。一方、量子コンピュータはこれらの限界にとらわれず、計算速度の指数関数的な増加や、計算に必要なエネルギーの桁違いな削減が可能となる注目すべき科学技術である。量子コンピュータは重ね合わせと干渉効果を利用することで、高速に解くことができると理論的に示されており、その基本的構成要素は量子ビットと共振器である。量子コンピュータの演算可能時間を長くするため、共振器Q値はとても重要なパラメータとなっている。

■ 活動内容

1. 目的

量子ビットのエネルギー緩和時間 T_1 は以下のような式で制限されている。

$$T_1 = Q_i / 2\pi f$$

Q_i は共振器の品質係数であり、品質係数をプロセスの改善によって向上させることが本研究目的である。

2. 超伝導共振器の作製

● 基板洗浄

オゾン、DHFを用いてSi基板の洗浄を行う

● 成膜

スパッタ装置を用いてSi基板上に超伝導体を成膜する。

● スピンコート

パターニングを行うためにレジストを塗布する

● 露光

レーザー露光装置を用いて超伝導共振器のパターニングを行う

● 現像

露光した部分のレジストを現像液で溶かしてエッチング部分を露出させる

● エッチング

SF6やCF4のエッチングガスで超伝導体を削る。

● レジスト剥離

アセトンとIPAを用いてレジストを取り除き、サンプルの洗浄を行う。

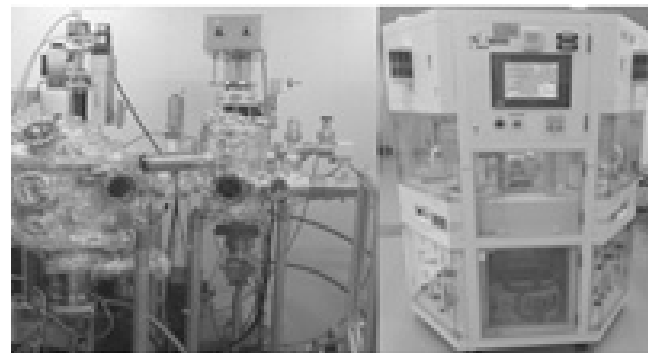
3. 超伝導共振器の評価

超伝導の品質係数は超伝導体と基板の表面や界面によるものと、超伝導体の結晶性による影響が考えられる。そのため、スパッタ条件を変えた超伝導体膜をXRDやSEMを用いた物性評価を行い、希釈冷凍機内にある超伝導共振器にVNAからマイクロ波を流しQ値の測定をして、比較、解析を行う。

■ 関連情報等(CRAVITY)

本研究は、超伝導デバイス開発を牽引してきた産総研と(公財)国際超伝導産業技術研究センター(ISTEC)の有する低温超伝導デバイス作製用機器と関連するノウハウを統合・集約した、超伝導アナログ/デジタル技術の両方をカバーした世界トップレベルの研究開発施設を利用して進められた。

本施設は、産総研の先端機器共用イノベーションプラットフォーム(IBEC)に属する共用施設として、内外に研究者に公開されている。本施設では露光装置、スパッタ装置、反応性イオンエッチング装置、洗浄装置、検査装置などの各種装置があり、全て自動化、レシピ化され、さらに安定した超伝導デバイスの作製プロセスを実現するため、材料や目的に応じて使い分けされた専用装置となっている



(引用) Cravity (aist.go.jp)
(<https://unit.aist.go.jp/neri/cravity/ja/>)

代表発表者
所属

大内 崇(おうち しゅう)

東京理科大学大学院
産業技術総合研究所

問合せ先 〒305-8568 つくば市梅園 1-1-1 つくば中央
2-10棟 123-3室

TEL: 080-2196-6603

shu.ouchi@aist.go.jp

1220510@ed.tus.ac.jp

■ キーワード: (1) 量子情報
(2) 超伝導デバイス
(3) 量子コンピュータ

■ 共同研究者: 牧瀬 圭正