

※課題番号 : F-12-UT-0127
※支援課題名 (日本語) : 量子もつれ中継技術の研究開発
※Program Title (in English) : Development of Fundamental Techniques for Quantum Repeaters
※利用者名 (日本語) : 山崎歴舟
※Username (in English) : Rekishu Yamazaki
※所属名 (日本語) : 東京大学先端科学技術研究センター
※Affiliation (in English) : RCAST, The Univ. of Tokyo.

※概要 (Summary) :

超伝導量子回路における量子もつれ制御・評価技術
を確立し、量子もつれ配信への目処をつけることが本
課題の核である。そのために超伝導量子ビット、強磁
性体マグノン、固体中電子スピンなど異なる量子系の
インターフェイスについて結合強度およびコヒーレ
ンスの改善のための研究を進めている

課題の実現のために、マイクロ波領域における誘電
損失の特に低いサファイア基板を用いて超伝導量子
ビットの作成や、マイクロ波共振器の共鳴周波数の調
整などを行った。このためナノテクノロジー・プラッ
トフォームが有するブレードダイサーによる、サファ
イア基板の切断は本研究では必須となっている。本年
度はサンプル基板のカットが自分達でどの程度可能
であるかの条件出しカットを行い、実際カットした基
板で実験を行った。

※実験 (Experimental) :

平成 25 年 1 月 24 日に、メールにて問い合わせを行
ったのち、数度のメールの交換があり、平成 25 年 2
月 7 日にダイシングソーの利用講習会ならびにサンプ
ル (サファイア基板) のカットを行った。



図 1. 銅製マイクロ波空洞共振器と YIG 結晶 (共振
器中右端の黒い立方体)。共振器中にサファイア基板
(計 25 枚) を入れることで共鳴周波数を調整してい
る。

この基板を実際に実装したのが図 1 である。3 次元
マイクロ波共振器中にイトリウム鉄ガーネット (YIG)
のサンプルを入れ、YIG 中のマグノンとマイクロ波空

洞共振器との結合強度を測定した。この時マグノンの励
起周波数と共振器の共鳴周波数を合わせることで強い
結合が得られる。共振器中にサファイア基板を挿入し共
振器の共鳴周波数を調整することで YIG とマイクロ波
共振器との強い結合を観測している。

※結果と考察 (Results and Discussion) :

図 2 示すのは上記の実験結果である。グラフの縦軸が
照射したマイクロ波の周波数で横軸はサンプルに磁場
印加用の磁石の距離である。周波数 7.95 GHz 付近に見え
る黄色い横線は共振器の共鳴周波数を表しており、斜め
の黄色い線が磁石の距離に依存するマグノンの共鳴周
波数である。図が示す通り、この二つが反交差し $x = 0.5$
mm 付近で線が曲がっていることがわかる。これにより、
マグノンとマイクロ波共振器の強い結合が確認され、約
100 MHz の結合強度を測定した。

サファイア基板で共鳴周波数を調整することで、マイ
クロ波損失が少なくこのような測定を行う事が出来た。
ナノテクノロジー・プラットフォームの装置の有用性が
この測定を可能とした。

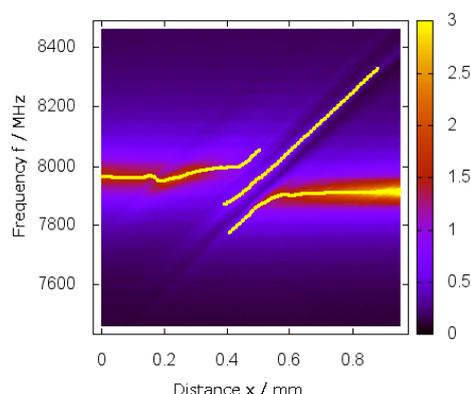


図 2. マイクロ波共振器のマイクロ波透過測定結果 : 7.95
GHz 付近のマイクロ波共振器 (横線) とマグノン励起 (斜
線) の共鳴周波数が磁石の距離 $x = 0.5$ mm 付近で等しく
なり、反交差を示している。黄色線はフィッティングに
よる最大値の軌跡。

※その他・特記事項 (Others) :

本年度 (24 年度) は上記の研究結果のみがハイライトとなっているが、それ以外にも超伝導量子ビットの基板作製、量子ナノメカニクスの実験装置に組み込まれる基板などを作製した。これらの実験の基盤となる装置としてナノテクノロジー・プラットフォームが有するブレードダイサーを来年度も使用する予定である。

共同研究者等 (Coauthor) :

中村泰信 : 東京大学・教授

論文・学会発表

(Publication/Presentation) :

なし

関連特許 (Patent) :

なし