

超伝導高周波加速空洞高電界化の新技術 の開発



従来の加速空洞では加速勾配 $40\sim 50$ MV/mが限界
これをさらに引き上げるための新技術の開発

02122016 H. Hayano, KEK

分担研究者; 早野、佐伯、加藤、久保、及川(M2):KEK
岩下:京大、他

開発研究の状況 (2016/02/12 現在)

(1) ALD成膜装置の開発

装置組み上げがほぼ完了。ガスフロー制御のデバック中。

(2) 薄膜評価装置の開発

(a) AC臨界磁場計測装置

クライオスタットは納品済み。RRR計測で使用している小型冷凍機を組込んで完成させる予定。

(b) RF臨界磁場計測装置

測定空洞アルミモデルの性能を確認中。
プレス工法で製作するニオブ空洞実機は保留。

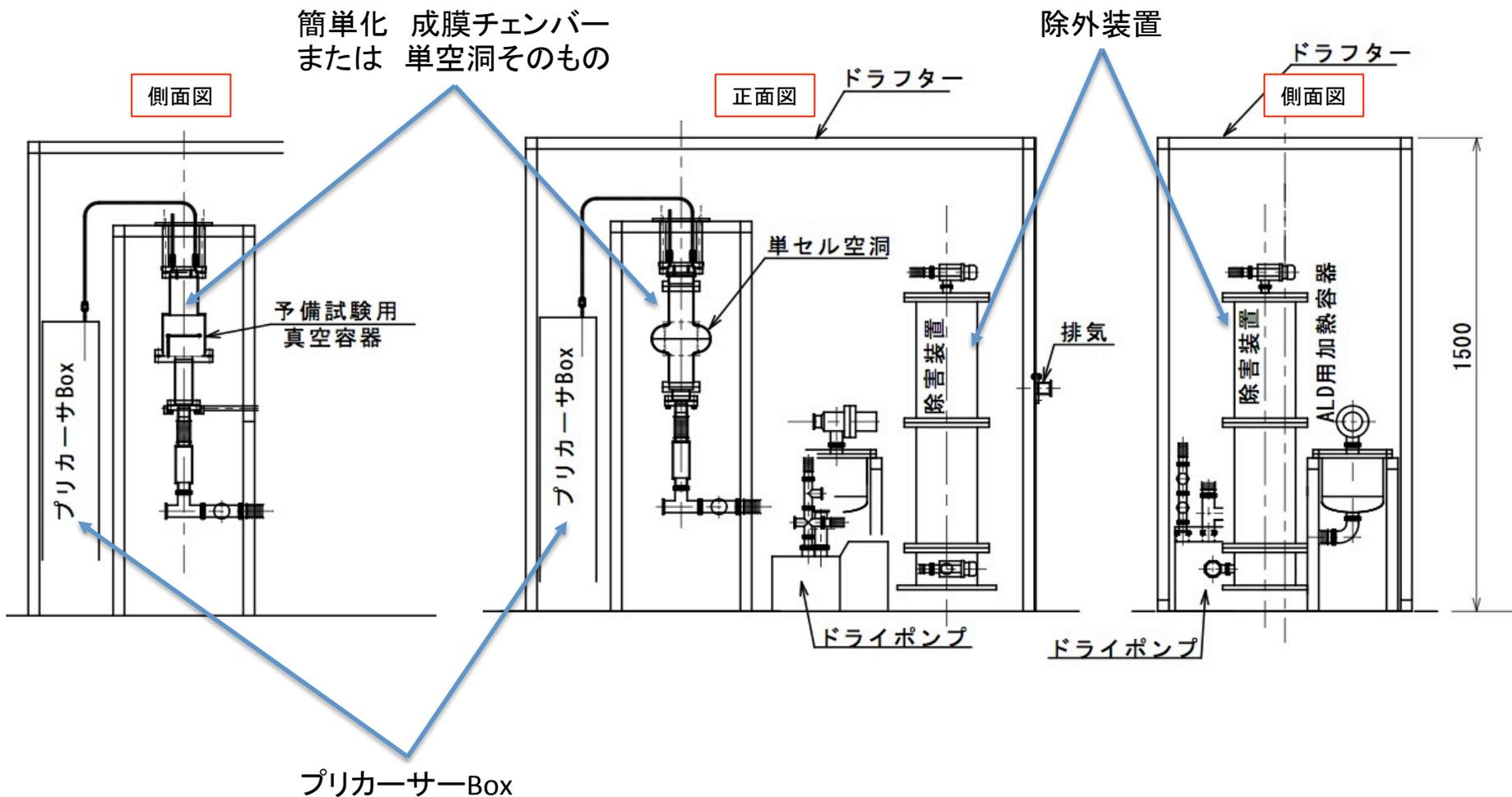
(c) 超伝導転移計測装置 (RRR計測)

計測装置は3Kまで到達できている。
ニオブでの校正試験は終了。
Siウェハー上のNbN薄膜(200nm)サンプルが計測できた。

(1)

ALD装置の計画

当初は、サンプル成膜チェンバーによる薄膜を生成するシステムの完成を目指す。



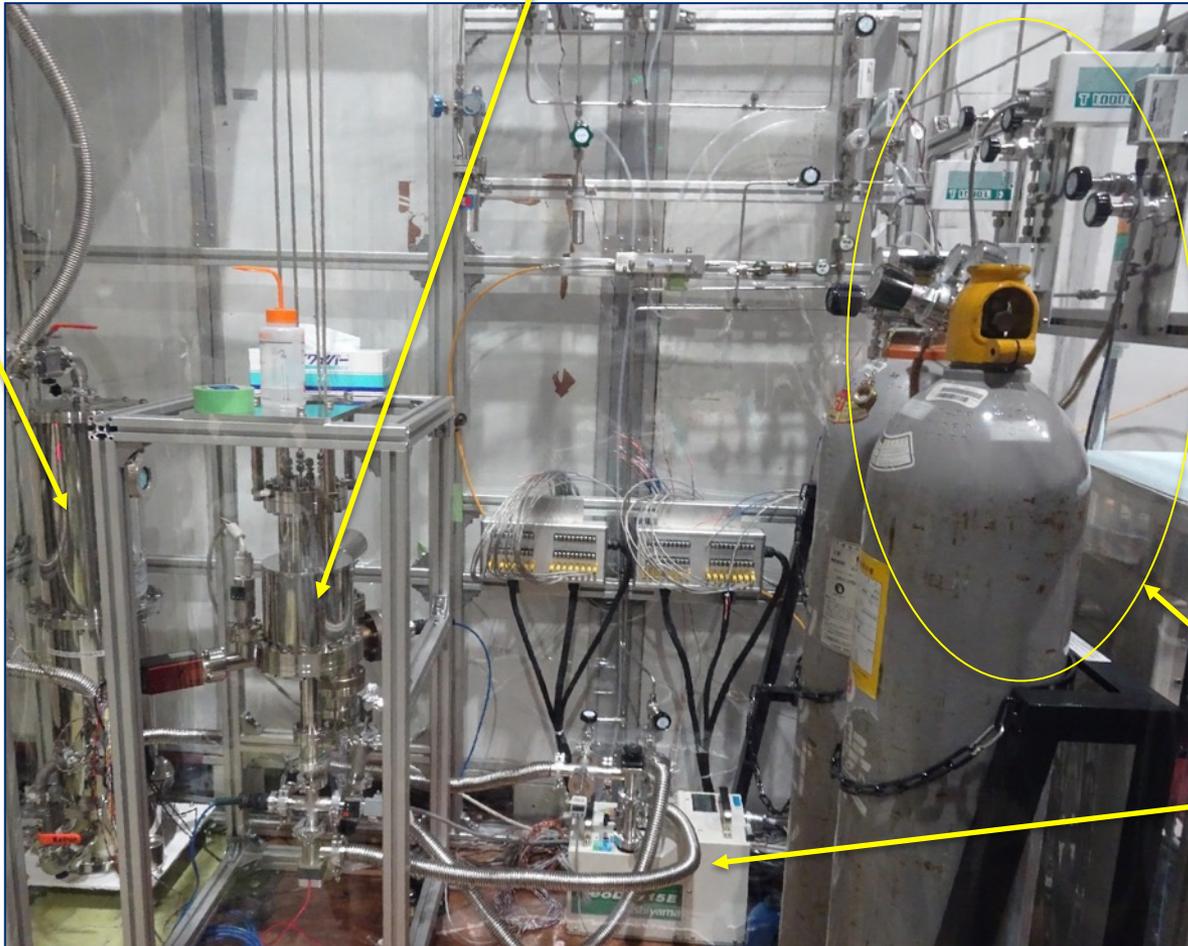
この成膜装置を、ばらばらで購入し自作で組み上げる。この時、できるだけ既存のものを流用

(1)

ALD装置の現在状況(2016年02月)

除害装置

サンプル成膜チェンバー



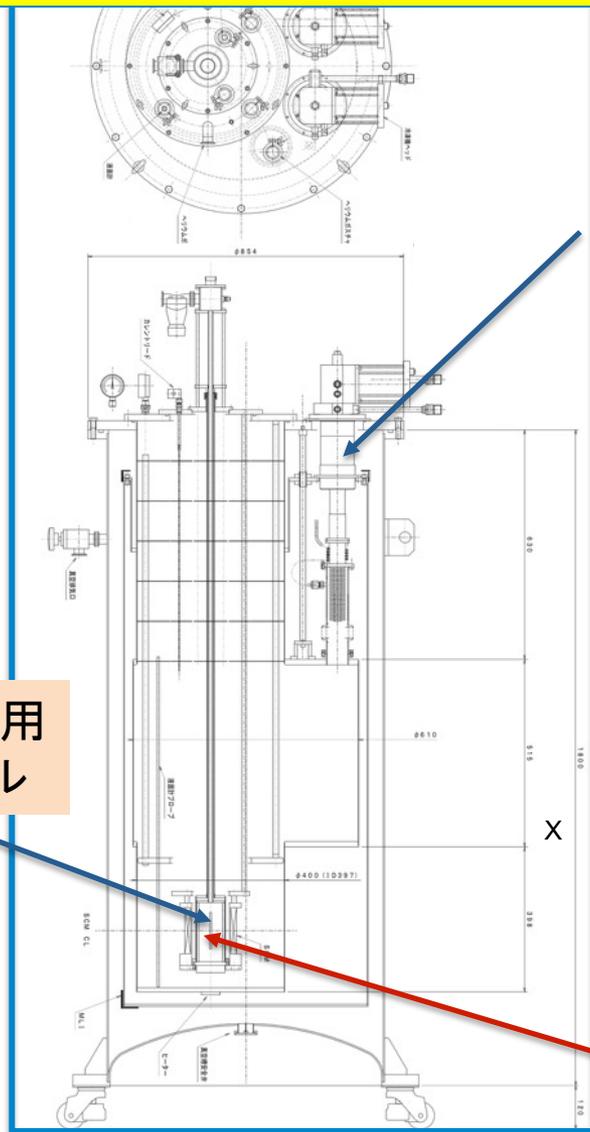
プリカーサ、
ガス

ドライポンプ

概略は組み上がっている。試験運転はこれから。

(2-a) AC下部臨界磁場 (B_{c1}) を測定するクライオスタット

磁場印可用小型コイルによる
AC下部臨界磁場測定セットアップ



小型冷凍機を
組み上げていく

磁場印加用
小型コイル

サンプル

$\phi 750$ mm
H 1800mm



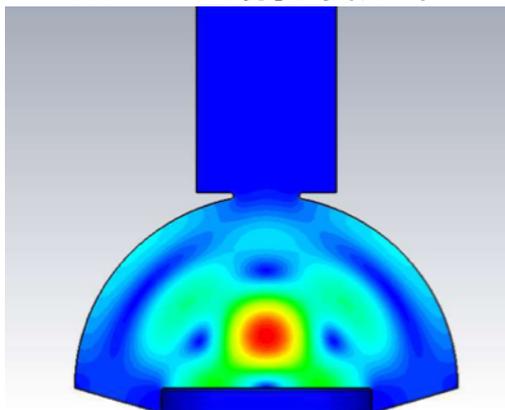
クライオスタット外観

(2-b) RF臨界磁場計測用空洞の電磁場評価用 アルミ空洞の電気設計

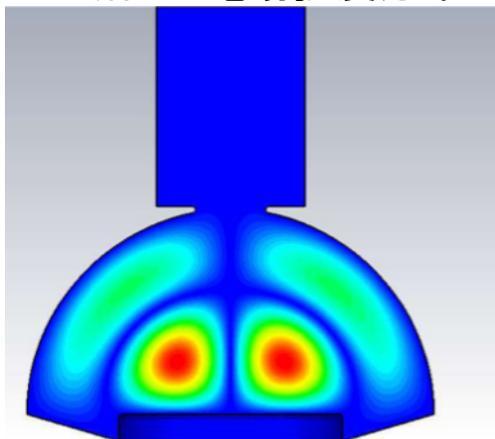
共振周波数：3.9GHz (1.3GHzの3倍高調波)

Q0 : 44000

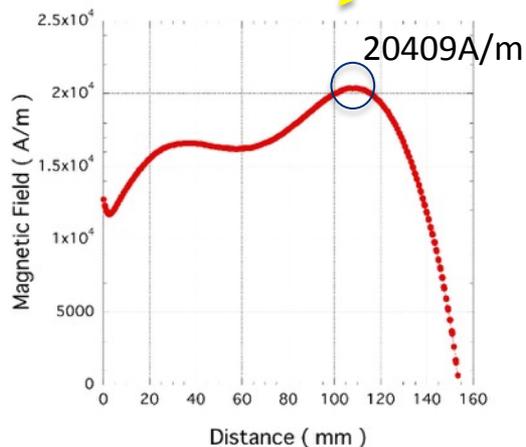
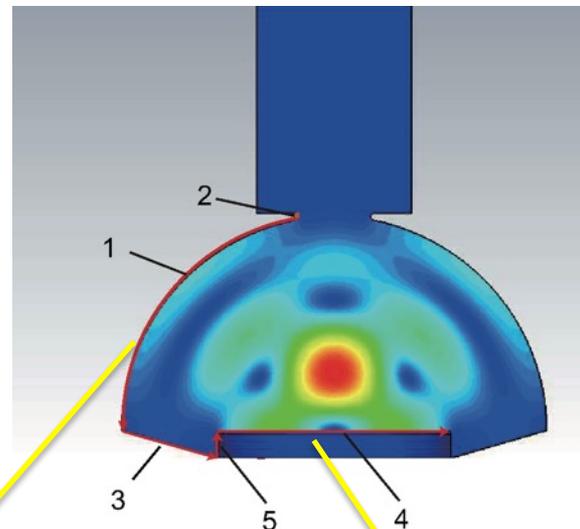
断面の磁場強度分布



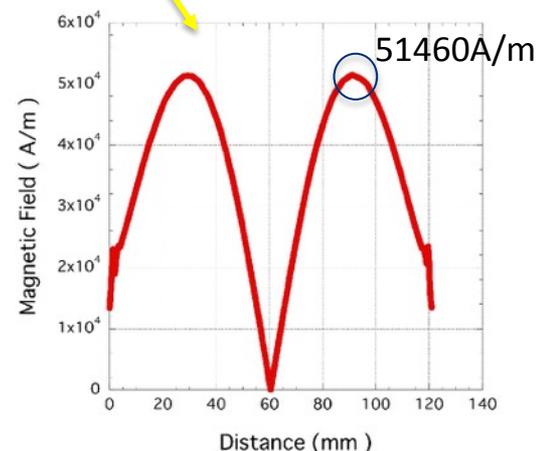
断面の電場強度分布



表面磁場強度分布計算のためのパス



パス1の磁場強度分布



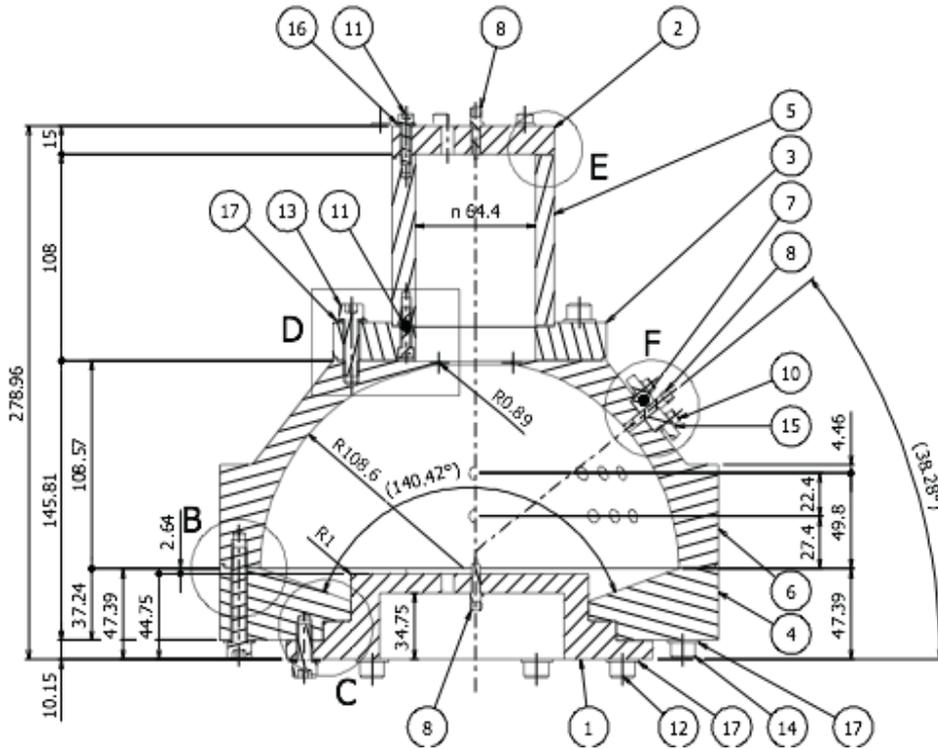
パス4の磁場強度分布

$$51460(\text{A/m})/20409(\text{A/m}) = 2.5 \text{ 倍}$$

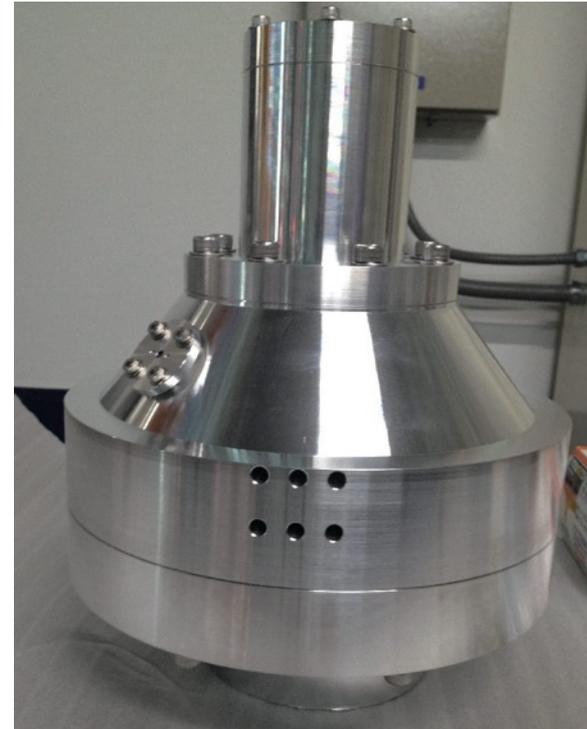
NbのRF臨界磁場の2.5倍のRF臨界磁場まで計測可能

(2-b) 電磁場評価用 アルミ空洞の製作と評価

断面図



外形写真



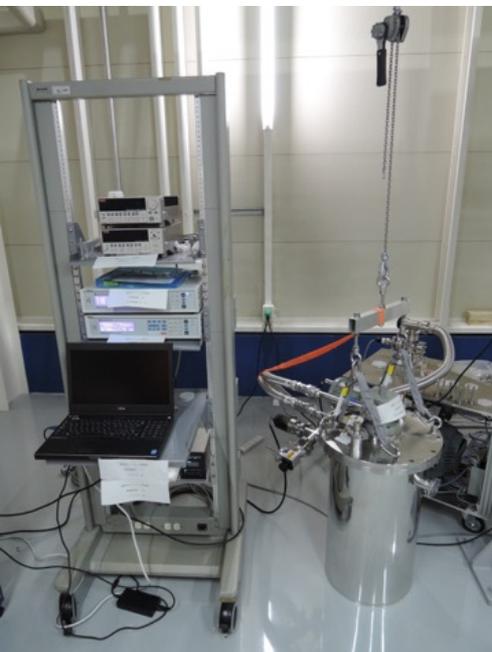
外直径 260mm
空洞内半球 半径 108.6mm
外部高さ 279mm

目的のモードの計測結果

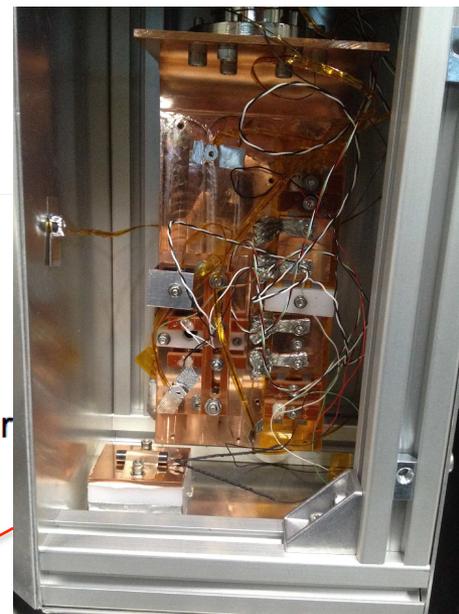
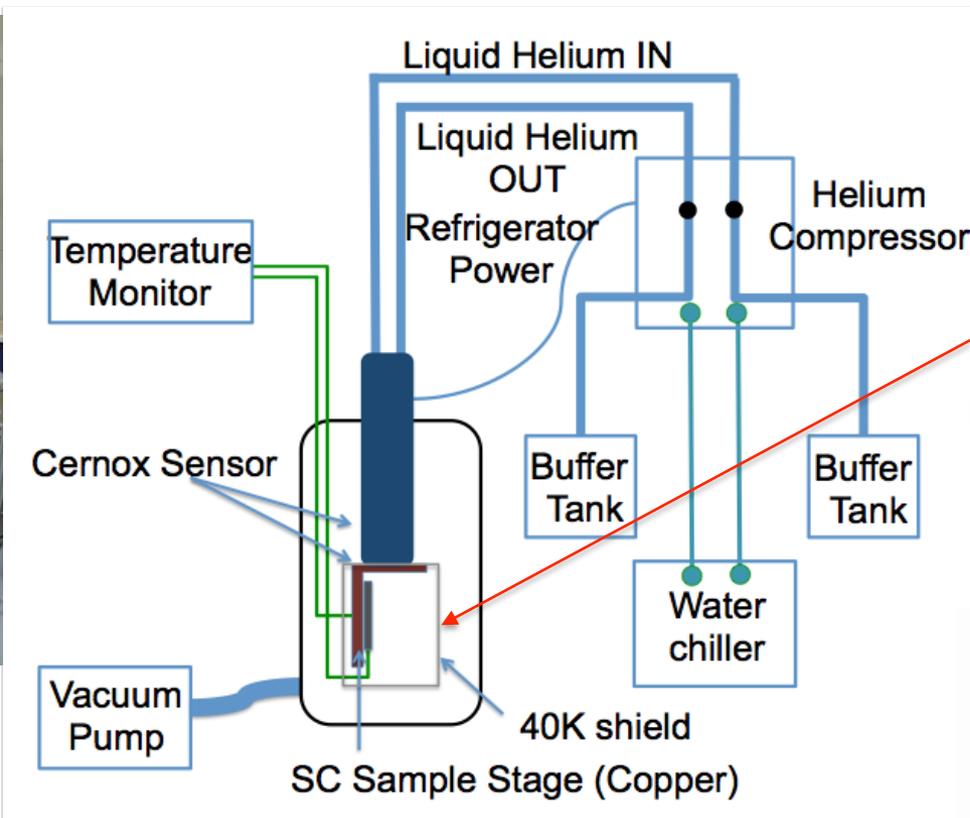
共振周波数	計算	3.9193 GHz
	実測	(3.916 GHz)
Q値	計算	43900
	実測	(16200)

現在、ビーズ法により、モード確認評価中

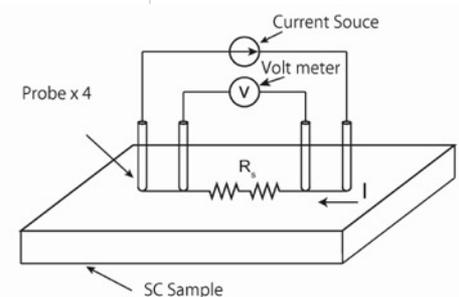
小型冷凍機を使った計測装置



コンパクトな計測装置の全体写真



輻射シールドボックス内の試料を固定し、冷却する銅プレート



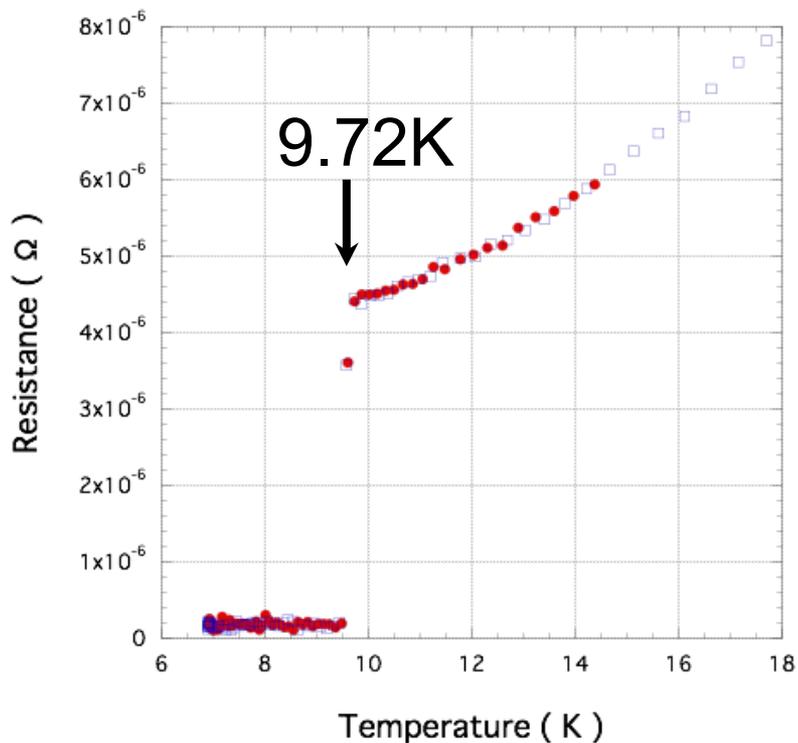
4端子抵抗値計測法により抵抗値を計測

銅ベースプレートは3Kまで到達できる。
試料は伝導で冷却する。

(2-c) 転移温度測定とRRR測定 (Nb試料:校正用、NbN薄膜試料)

Nb バルク試料

30mA RRR



電流を流していない方のNb試料温度

$1.54 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm} (293.2\text{K})$

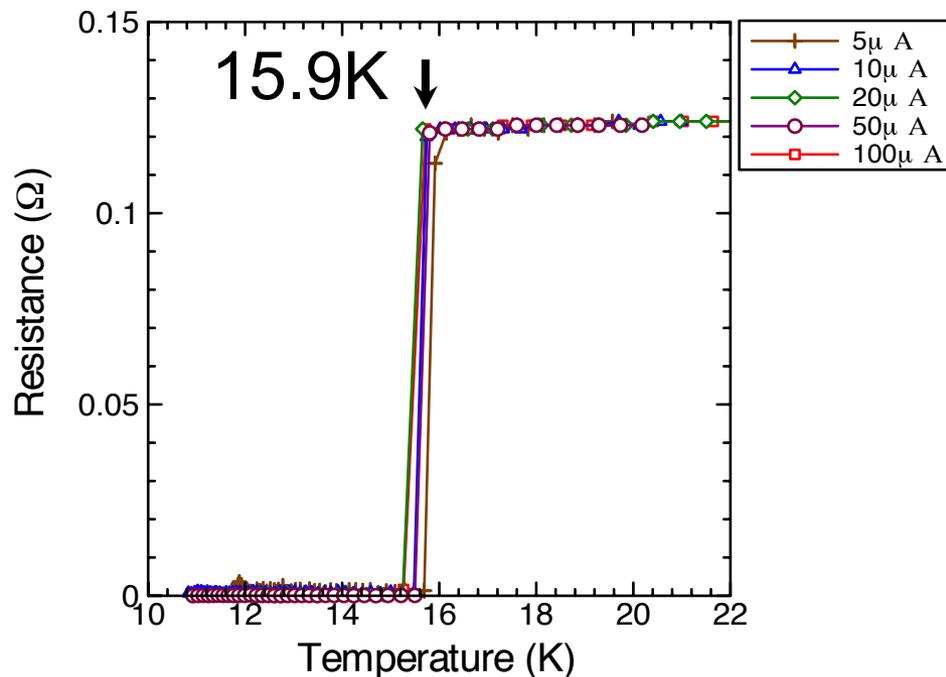
RRR= 289

$5.34 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{cm} (9.72\text{K})$

NbN シリコン基板上200nm薄膜試料

Saclay 製, スパッタで Si ウェハに製膜。

Si - SiO₂ - Nb - Al₂O₃ - NbN の構造。試料形状 5 mm × 20 mm × 200nm



熱アンカーを施し、薄膜に接触させているセルノックスによるNbN薄膜試料温度

RRR= 3.9

参考用 T_c(NbN) = 16.2K

終わり