

[F17p27]

# Reuse of Indium Wire for The Vacuum Sealing of Superconducting RF Cavities

M.SHIRATAKE\*, K.SAITO

High Energy Accelerator Research Organization (KEK)

1-1, Oho, Tsukuba-shi, Ibaraki-ken, 305-0801 JAPAN

\*; Nomura Plating, Co., Ltd

5, Satsuki-cho, Kanuma-shi, Tochigi-ken, 322-0014 JAPAN

## Abstract

Indium wire has been used for the vacuum sealing of various superconducting cavity. Recently, activities of performance test are increasing, consequently a lot indium wire is consumed. Its costs is expensive. We developed a recycle method of it and reformed indium wire 54m long from the used one. With this wire, 90 times of the cold tests could be done.

## インジウムワイヤーの再生方法

### 1. はじめに

現在、Lバンドグループの超伝導加速空洞の基礎性能測定が頻繁に行われている。真空シールに使用されるインジウムワイヤー(3400yen/m)は線径1mmφであり、1回の性能測定で加速空洞の両端のフランジ面に約30mm、合計60mm程使用される。昨年度の性能測定実績は約70回であったので、年間の使用量としては約42mであった。なお、2mm幅、0.3mm厚のインジウムテープ(5300yen/m)は年間31.7m(160000yen)使用している。インジウムの材料費、加工費の経費削減を目的として、今回は1mmφのインジウムワイヤーの再生を行い、性能測定に使用し、再生品の使用可否をテストした。

### 2. インジウムの特徴

インジウムの特徴としては、非常に柔軟で手で押しつけるだけで圧着させることができ、さらに融点が156.6°Cの低融点金属であるため、常温以下では加工硬化せず絞りが大きい。また、3.40K以下

で超伝導材料となるため、超伝導加速空洞の真空シール材として使用されている。

### 3. インジウムワイヤー押し出し型の製作

今回、製作した押し出し型の断面図を図-1に示す。図に示したように、上部と下部を六角ねじで締結する仕組みとし、上部はφ30mm×120mmのインジウムインゴットが入るように、下部にはφ1mmのインジウムワイヤーを絞り出すためにφ1mm穴の線引きダイスを組み込んだ。型の構成材料は事前にインジウムが材料に溶着しないことを確認して銅を採用した。型を上下に分割する構造にした理由は、圧力をかけてインジウムを押し出すため、型にインジウムが付いた場合でも、用意に除去できるよう考慮したためである。また、上部にある4つのφ10の穴は冷間加工でインジウムがうまく押し出せない場合にインジウムを昇温して押し出し易くするための棒ヒーター用のものだが、実際には冷間加工で十分に成形を行うことができた。

なお、制作前に内面荒さの指定をしていなかったため、内面が粗くなっていた。そのため、グラインダーを用いて切削を行った。

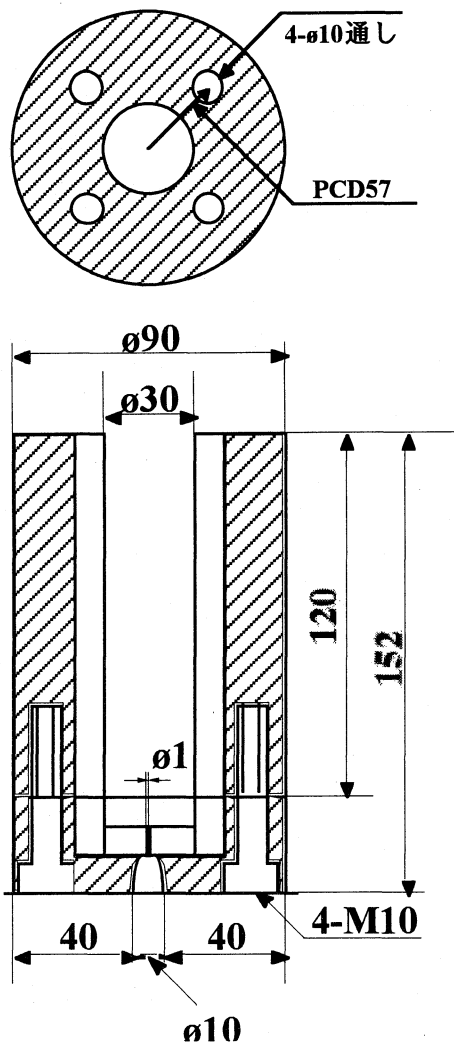


図-1. インジウム押し出し型の断面図

#### 4. インジウムワイヤー再生方法

##### a. インジウムインゴットの作成

まず、使用後のインジウムには酸化膜が付いているので、塩酸で洗い酸化膜を除去する。それを水洗し、乾燥させた後に試験管に入れ、ガスバーナーであぶり溶解する。その時に、試験管内で液体インジウムが対流し、残っている不純物が浮いてくるので、それを確認した後に火を止め冷却する。インジウムが冷却によって固まりインゴットになれば試験管を割って取り出し、インゴットの不純物部は切り落としておく。

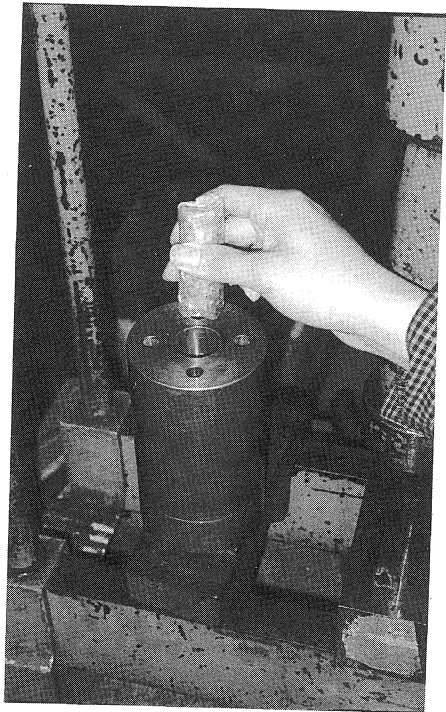


写真1. インゴットを型に入れるときの状況

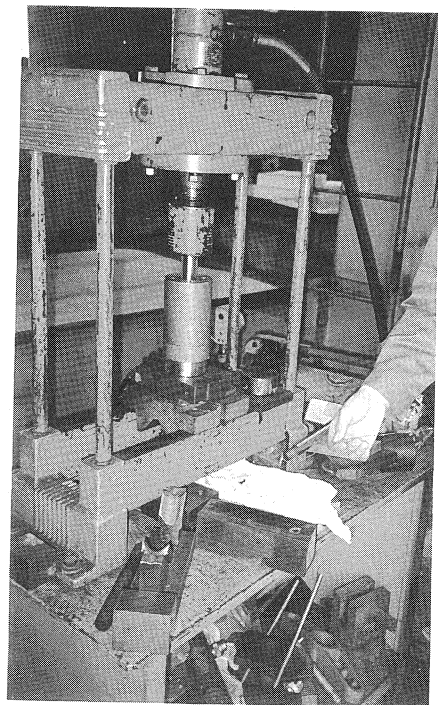


写真2. インジウムワイヤーの作成

## b. インジウムワイヤーの作成とシール性の試験

押し出し型を手動圧縮機にセットする。そこにインゴットを入れ(写真1), ふたをし, 押し棒を乗せる。最後に約 $350\text{kgf/cm}^2$ で圧縮し, インジウムを $\phi 1\text{mm}$ のワイヤー状にしぼりだす(写真2)。それとワイヤーが接触しないように紙を挟んで巻き取る。

今回, 作成したインゴットより約 $54\text{m}$ のインジウムワイヤーが完成した(写真3)。 昨年の使用量から考えると1年以上は使用できると考えられる。

再生したインジウムワイヤーを空洞真空シールに使用して性能測定を実施した結果を図-2に示す。測定前の真空引き及び性能測定を行っている間のLHeリークは起こらなかった。よって, 再生インジウムを性能測定上使用しても何ら問題はないことが確認された。

## c. インジウムワイヤーの再々生

今後, インジウムワイヤーの再生を繰り返すことが予想される。その際, 重なる再生により, 不純物(特に酸素)が増加し, 真空シールとしてのインジウムの特性が悪化することが懸念される。対策として, 高純度ニオブ材料の製法で採用されている電子ビーム溶解法[1]が大いに参考になる。インジウムの場合, 融点が低いので簡単に真空溶解装置が作ることができる。

この方法によりインジウム材中の不純物を除去できるものと期待し, 実験を進めていく予定である。

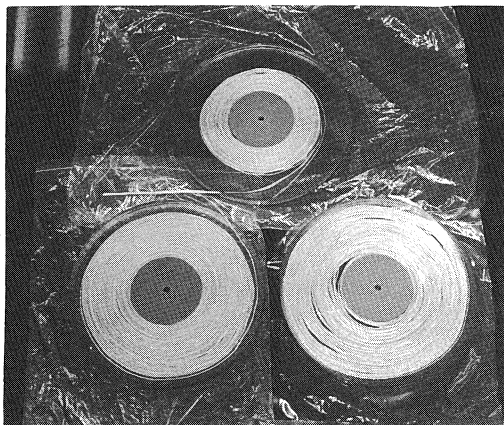


写真3. 完成したインジウムワイヤー

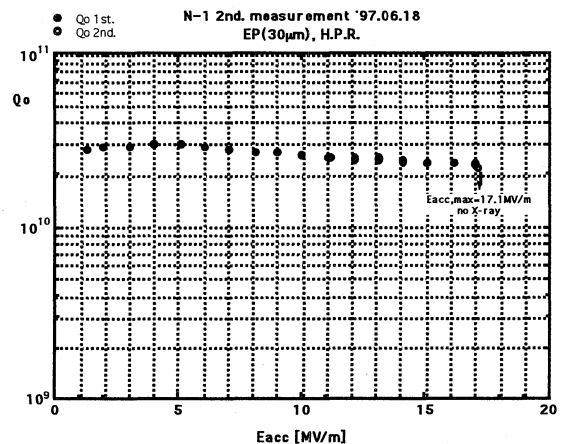


図-2 再生インジウムを用いた性能測定の結果

## 6. まとめ

今回, インジウムワイヤーを再生し空洞の真空シールに使用したところ, 問題は発生しなかった。今後, 再生を繰り返すことによる, 不純物増加を防ぐために真空溶解法を適用したいと考えている。

## 参考文献

- [1] H.Umezawa et al., "Development Of High Purity Niobium Material For Superconducting Cavities", Proc. of the 18th Linear Accelerator Meeting in JAPAN, July. 1993, pp.318-322