

# CONSTRUCTION of T.I.T. HEAVY ION LINAC

T.Hattori, Y.Oguri, E.Arai, N.Okuda\* and H.Ueda\*

Research Laboratory for Nuclear Reactors, Tokyo Institute of Technology.

\* Mitsubishi Electric Coporation.

## ABSTRACT

Heavy Ion Linac was designed to accelerate particles with charge to mass ratio of  $1 - 1/4$  injected at 240 keV/u up to 2.5 MeV/u. The linac is now under construction. The acceleration cavity of interdigital-H structure with 48.5 MHz resonant frequency is 1.4 m in diameter and 7 m in length.

## 1. はじめに

小型タンデム・ペレトロン加速器を入射器とした重イオンライナックシステムを現在東京工業大学原子炉工学研究所に建設中である。このライナックは東大核研 I H ライナックグループが開発したインターデジタル・H 型ライナックのプロトタイプに対応した第ノ号の実用機である。モデル加速空洞テスト及び軌道解折の結果に基づき実機を設計すると共にドリフトチューブそう入用四重極電磁石及び R F 用コンタクターの試作と開発をおこなった。重イオンライナックの主要パラメータを表に示す。以下にドリフトチューブ用四重極電磁石の試作、R F 用コンタクターの開発及び加速空洞について述べる。

表 東工大 重イオンライナック 主要パラメータ

Frequency	48.5 MHz
Ions ( q/A )	p - Cl ( 1 - 1/4 )
Energy Input	240 keV/u
Output	2.5 MeV/u
Number of Cells	44
Tank Inner diameter	1.4 m
Length	7 m
Ridges Width	8.8 cm
Length	650 cm
Height	70 cm
Wing Tuners Length	94 cm 140 cm
Angle	53° 43°
End Ridge Tuner	40 cm
Drift Tubes Bore diameter	23 mm
Outer diameter	100 mm ( tank side ) 50 mm ( ridge side )
Gap to cell length ratio	1/2.5
Focusing Acceptance	98 ( H ) 70 ( V ) mm·mrad
Elements ( G )	Q Magnet ( Maximum field gradient 4 kG/cm )
Acceleration Phase	-30°
RF input power	100 kW
Vacuum System	3000 l/sec x 2 Turbo Pumps

## 2. ドリフト・チューブ用四重極電磁石の試作

ライナックに位相安定性を持たせると必然的に加速軸の直角方向に発散力を生じる。そのためドリフト・チューブ内に四重極電磁石（ドリフト Q）をそう入して発散力を押える。モデルテスト及び軌道解析から要請されるドリフト Q はボア径 25 mm、外径 100 mm、最大磁場こう配 4 kG/cm である。

このためドリフト Q として分割コイル型とテープコイル型の両方式を試作しテストをおこなった。東大核研の分割コイルのデータに基づけば要求される電流密度は十分にフロンで冷却可能である。実際にドリフト Q が製作できるかどうか問題なのでほぼ同じ条件で試作した。

図 1 が分割コイル型四重極電磁石である。磁場こう配、励磁電流コイルの平均温度上昇等各コイルのデータを図 2 に示す。その結果分割コイルでは 4 kG/cm を十分安全に励磁することができる。

しかしテープコイル型では実用に耐えられるのは 3 kG/cm 以下と思われる。その結果ドリフト・チューブ中の 2/個の Q 電磁石は分割コイル方式で製作した。ライナック入出射側のエンド・ドリフト・チューブ内の Q 電磁石（最大磁場こう配は 4 kG/cm）はテープコイル方式を採用した。

試作した Q 電磁石の磁場の高調波成分を、ローテティング・コイルにより測定した結果は四重極成分に対して六重極以上の成分が 0.5% 以下であった。さらに 500 時間の耐久試験も合格した。

## 3. RF コンタクター試験

実用機では高周波電流が流れる部分の部品の接合には RF コンタクターが必要である。RF コンタクターは小さい力で完全にコンタクトしかつ弾性があるのが理想的である。中空金属 O リングと銀線の RF コ

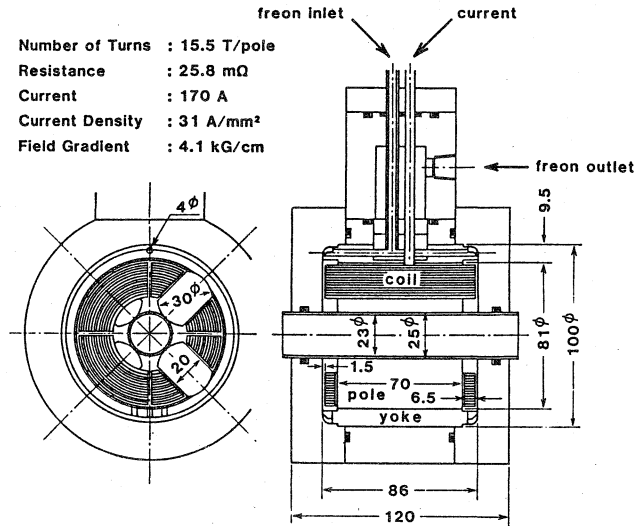


図 1 試験用分割コイル四重極電磁石

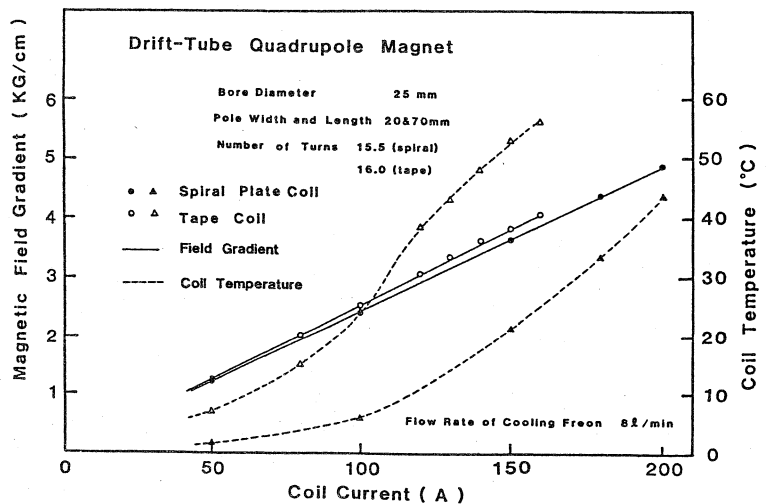


図 2 分割コイルとテープコイル型四重極電磁石の特性

ンタクトに関するデータ<sup>1, 2</sup>は存在する。そこでヘリコフレックスタイプの弾性材と被覆材を別々に選定できるガasketのRFコンタクトのテストをおこなった。テストは東大核研の同軸型共振器<sup>2</sup>のQ値を測定することで求めた。標準品よりうす肉のステンレス中空Oリングと標準品よりやわらかい弾性材と銀又はなまし銅の被覆材による試作品を入手してテストをおこなった。その結果を図3に示す。

測定結果及びコンタクト面の硬度、弾性等を考慮した。タンク両端面の大フランジ及びリッジと側板、リッジ台座と側板等の部分には銀被覆のトライバックを採用した。ドリフト・チューブ・ステムの接合部と各チューナ類フランジのコンタクトには銀メッキされたうす肉の中空Oリングを採用した。

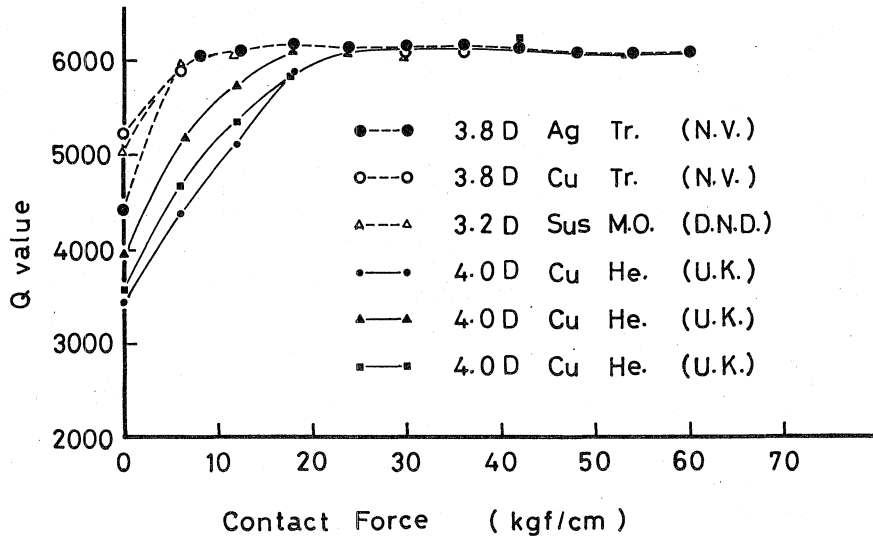


図 3 RF コンタクターのしめ圧力依存性

#### 4. 加速空洞

実機の加速空洞は内直径 $\phi$  4 m、長さは7 mである。2対のウイング・チューナがかり、設計値に対して $\pm 5$ 度調整できる。又それらの長さも $\pm 10$  cm調整できる。エンドリッジのチューナ部分の長さは40 cmである。ドリフト・チューブはエンドも含めて45個ある。Q電磁石がそう入された2/個のドリフト・チューブは給電、フロン冷却のことを考えて直接加速空洞からつりさがつている。ダイヤフラム構造により空洞に結合しているため位置が調整できる。1/個の誘導性、2/個の容量性チューナを備えている。40 W / 100000 E 最終段で100 kWに増幅された高周波は120 D同軸管を通して空洞に供給される。RFピックアップとチューナの組み合わせによりAGCとAFCを実現する。真空排気は2台の分子ポンプ(3000 l/sec)でおこなっている。

加速空洞を一体で製作する場合、鏡面あつ膜銅メッキと大きさを同時に満たす技術を持ったメーカーは日本に存在しないと思われる。空洞タンクは銅クラッド板で製作した。チューナと大きなポート類は電気抵抗を考慮して銅パイプ又は銅クラッドパイプによりノズルを銅溶接した。銅の溶接は溶接棒の中で最も電気抵抗の小さい(IACS% 55) MG 995を使っておこなった。ドリフト・チューブとステム及びリッジはステンレス製で50  $\mu$ m以上の銅メッキが施してある。しかしリッジ側ドリフト・チューブ自身だけは銅製である。その他リッジ側板、ウイング・チューナは冷却パイプが溶接された銅板製である。

加速空洞全体図を図4に示す。

図5が納入された加速空洞タンクの写真である。

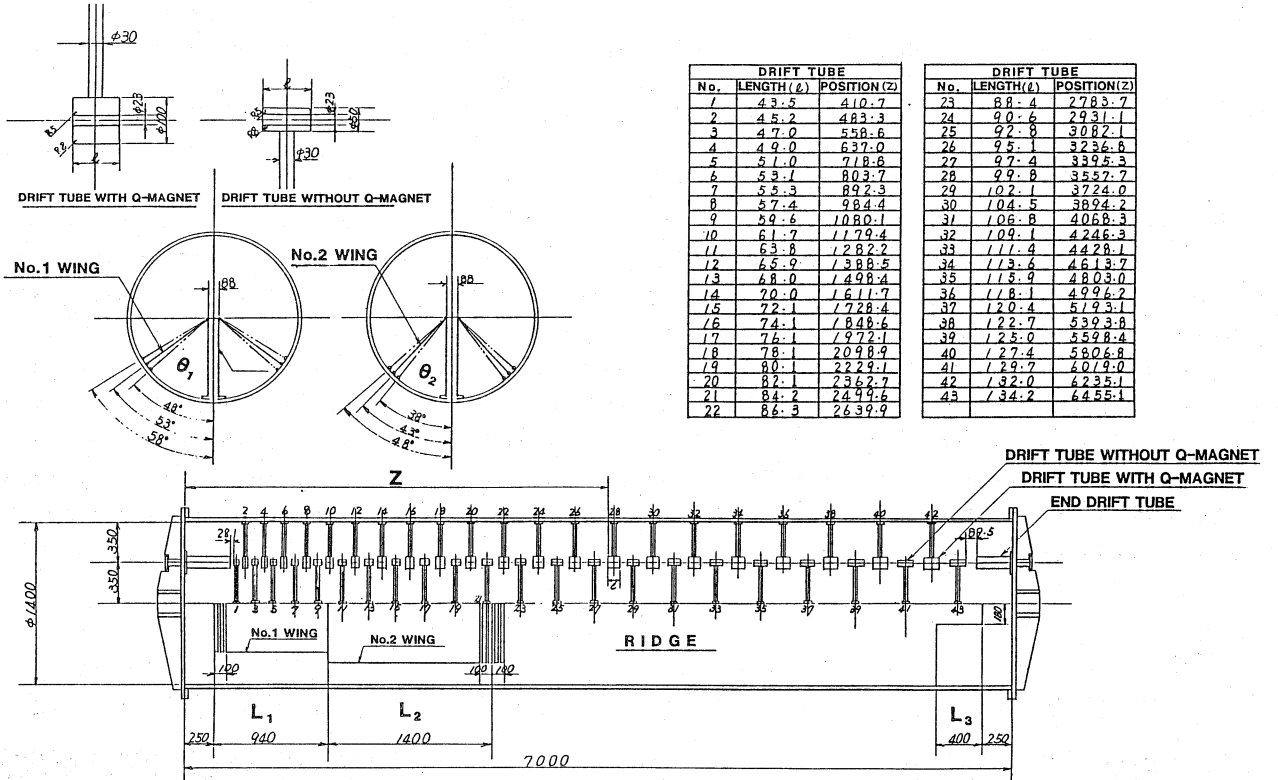


図 4 加速空洞 全体図

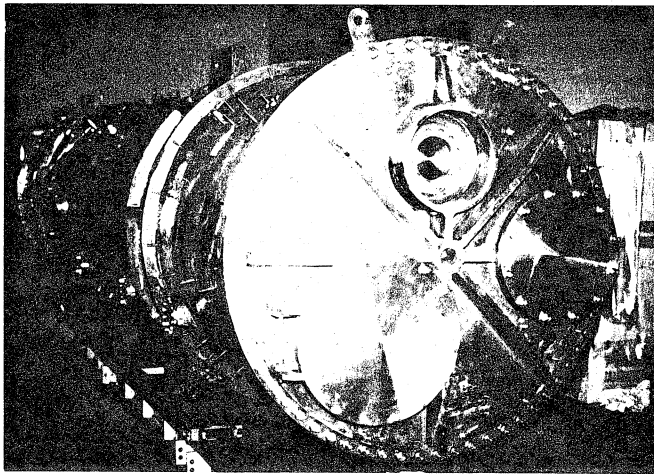


図 5 加速空洞タンク 写真

References

- 1) L.D.Hansborough et al., Proc. 1981 Linear Acc, Conf. LA-9234-C
- 2) N.Ueda, T.Nakanishi, A.Itano and K.Inoue. Proc.Meeting on Linear Acc. 1983 pl47.