

## 理研リニアック ドリフトチューブ用 四重極電磁石の試作

理 研 岩沢佳敏 逸見政武 井上敏彦

理研リニアックは質量の大きい元素の加速を目的としている。その集束には大きい磁場勾配を採つ必要がある。これを收容するドリフトチューブの外径は $160^{\phi}$ と小さいので、コイルの占積率を大きくして、発熱量を可能な限り小さくし、効率の良い冷却方法をとる必要がある。カリフォルニア HILAC LAB. に於いて考察されたフレオン冷却のテープコイル<sup>1) 2)</sup>を試作して、その特性の測定を行った。

今回、試験をした Q 電磁石の諸量を表 1 に、断面図を図 1 に示した。コイルは 0.5 mm 厚の銅板と 0.18 mm のエポキシガラス・テープを重ね合わせて巻き上げ、全体をエポキシ真空含浸した。ポール穴および冷却端面等の加工后、コイル層間の電気絶縁を確保するために硝酸で 0.2 ~ 0.5 mm 程度のエッチングを施した。

抵抗法で求めたコイル全体の平均温度上昇を図 2 に示した。コイルの部分的な温度上昇を知るために、第 1, 4, 20, 30 および 48 層目に対して抵抗変化から求めた温度上昇を図 3 に示した。コイル最内層は電流密度が最大にもかかわらず、フレオンが内周面を流れているため温度上昇は小さい。実線はコイル最内層のエポキシを取り去り銅面を露出させた場合である。温度の最も高いのはコイル中心面(端面から)であるが、コイルの電力損失が大きくなると、銅テープの温度上昇  $\Delta T_{cu}$  よりも銅テープとフレオンの間に起る  $\Delta T_{FILM}$  が全温度上昇の大半を占めてしまう。定格電流 (150A) を通電したとき、図 4 に示されているコイル端面より取り去られるべき発熱量  $q_r$  は最大  $24 (W/cm^2)$  と計算された。

この方式による温度上昇の限界は、コイルの接着に使用しているエポキシ・ボンドの許容温度 ( $130^{\circ}C$ ) と冷却に使用しているフレオン 113 の沸騰 (約  $47^{\circ}C$ ) で限定される。コイルの冷却端面の温度を測定することは非常に困難であるため、Q 電磁石をアクリル板で作った容器に組み込み、フレオンの発泡の有無を観測した。

図 5 は励磁曲線である。鉄心部にはまだ過度の飽和現象が生じていない。Q 電磁石の機械中心と磁気的中心のズレは  $\pm 10 \mu$  程度であった。本体用ドリフトチューブの Q 電磁石はポールの断面積を可能な限り小さくし、コイルの空間を大きくした設計にした。

1) R. Main, J. Haughian and R. Measer, LA 3609, Proc. Linac Conf., 153, 1966.

2) R. Main, and R. Yourd, Proc. International Conf. on Magnet Tech. 349 (1972)

表 1

A25型 Q電磁石 諸量

ポール 間隙	$2R_g$	28	mm
" 長 (軸方向)		90	"
ヨーブ 外径		150	"
コイル 内径		42	"
" 外径		118	"
" 長 (軸方向)		119	"
銅テープ 厚さ	$2L$	0.5	"
絶縁物 厚さ		0.18	"
銅テープ 層数		52	"
巻 数	$N$	26	"
励磁電流 (DC)	$I$	150	A
アンペア・ターン	$NI$	3,900	AT
磁場勾配	$G$	5	KG/cm

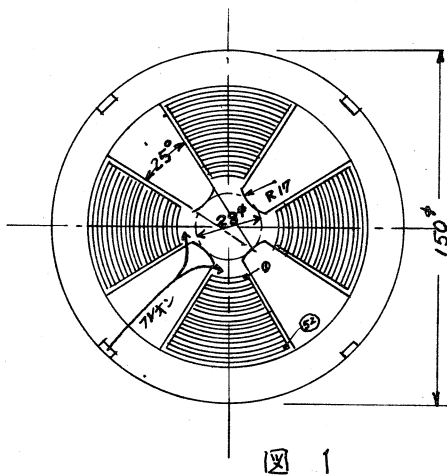


図 1

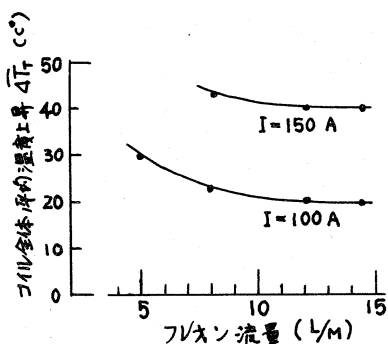


図 2

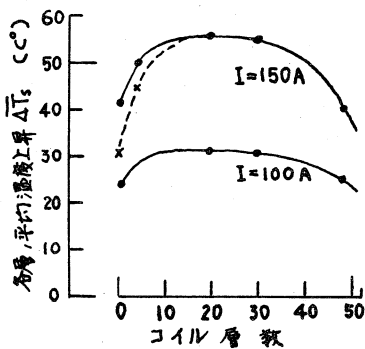


図 3

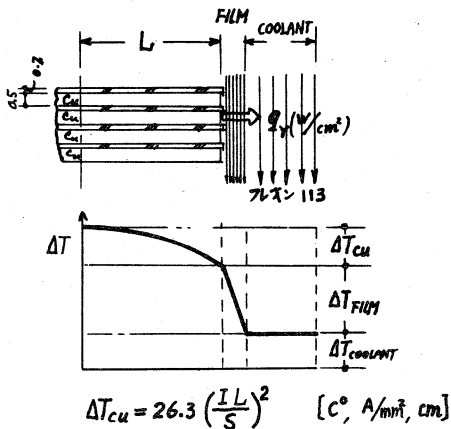


図 4

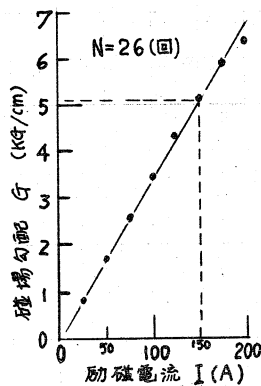


図 5