

サマリウム コバルト 四極磁石の試作
高エネルギー物理学研究所

竹中 たつる
船垣 慈見

§1. 序

KEKの陽子線形加速器に使用している収束用四極磁石の数は90で磁場勾配は11 KGauss/cm ~ 1.6 KGauss/cmである。

四極磁石の試作に使用した永久磁石(HICOREX22A 日立金属)は表面磁束密度が4.5 KGaussである。この永久磁石を四極磁石に使用するとNO.33以後60近(1)ものが置きかえられる。

永久磁石を四極磁石に使用すれば励磁電源は不要になり、冷却系は容易になる。今現在四極磁石や電源の故障もあり、修理に時間を費しているのでその悩みを解消され維持、保守は簡易になると思われる。

尚、外国の研究所¹⁾でも試作実験されている。

§2. 現在の四極磁石のパラメーター

四極磁石のパラメーター Fig.1 のデザイン値を見るとQM75は磁場勾配4.3 KGauss/cm, QM100は3.3 KGauss/cmである。

Fig.2は高調波成分を示し四極成分と八極成分の比はそれぞれ4.3mV, 0.2mVで-25dBである。

Fig.3は磁場中心と機械中心のズレを示したもので90個の四極磁石が全て20 μ の精度に納まっている。

§3. 永久磁石(HICOREX22A)のパラメーター

Fig.4にHICOREXの磁気特性を示す。使用した(HICOREX22A)は最大エネルギー積18~22(MGOe)である。Fig.5は各種永久磁石との比較である。(HICOREX22A)は26Aと18Aの中間である。試作に使用した永久磁石のZ軸方向表面磁束密度はFig.6に示してある。磁束密度が軸方向に一樣でなく5山の変化があるのは27 ϕ x20(mm)

の磁石を5個スタックしてあるからである。磁束密度の山と谷では1割の差がある。これは純鉄のポールチップを挿入することによって一様性を出すことを考えている。回転方向の表面磁束密度はFig. 7に示す通りである。

ヨークの設計

現在、KEK陽子線形加速器で使用している四極磁石は磁場中心と機械中心を20 μ m以下に押えてある。(Fig. 3参照)
試作した四極磁石は二重構造になっており、外枠に対して ± 1 mm磁気回路部分を動かして調整出来るようにしてある。構造と実物はFig. 8に示す。又、ヨークに永久磁石を挿入するとき特殊な挿入治具が必要となる。この挿入治具はポール向きを微調出来るようにしてある。

§4. 磁場測定

磁場測定装置にホール素子(コパル 8101A), ホールモータ(コパル 180)を使用した。

磁場測定は10k Gauss/cmで精度は $\pm 0.5\mu$ Vである。X-Y-Z方向の機械精度は10 μ m以下である。測定結果の磁場勾配はFig. 9, Z軸方向磁場分布, 中心附近磁場分布はFig. 10に示してある。

磁場勾配は4.0k Gauss/cmなのでNO.33より使用出来ると思われる。中心附近の磁場分布で20~30 Gaussバラツキがあるのは27 ϕ ×20(mm)の永久磁石をスタックしたこと, N,S極に少々の軸のくくりがあるためと思われる。

高調波成分の測定をFig. 11に示す。四極成分と八極成分を比較すると八極成分が-21dBである。又収束に強く影響あると思われる。現在の四極磁石の八極成分は-36dBですが, 試作した永久磁石は-45dBで非常に小さく見通しは明るい。

§5. 結果

四極磁石NO.33からの設計値は4.3k Gauss/cmであるが, 現在80%の値で励磁されている。

今回試作した四極磁石は4.0k Gauss/cmで設計値に比し9%磁場勾配が低い, (がし現在使用している磁場勾配は3.5k Gauss/cmの

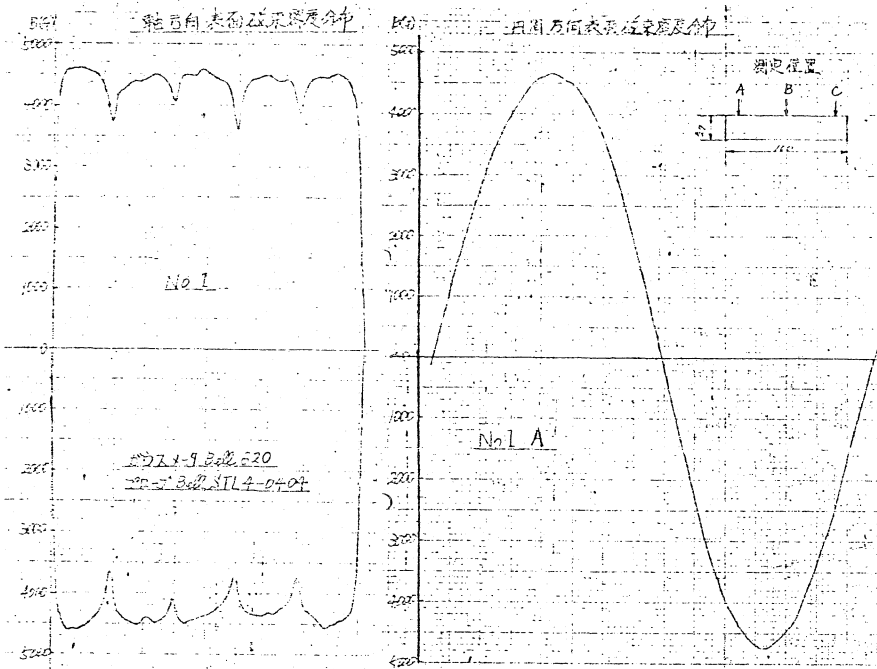


Fig. 6 軸方向表面磁場 Fig. 7 円周方向表面磁場

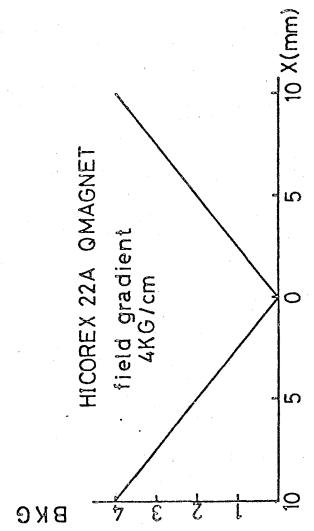


Fig. 9 磁場勾配

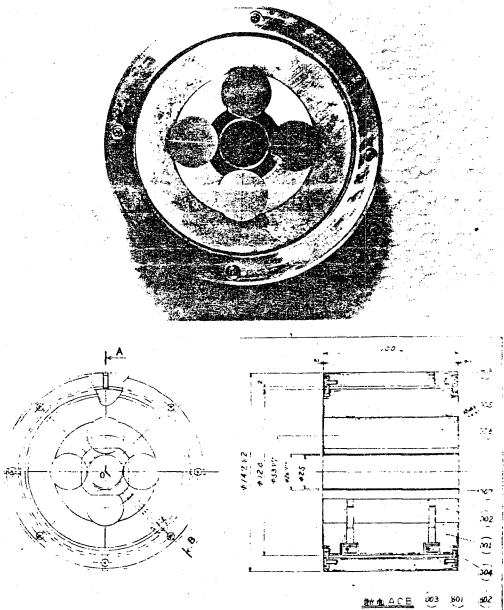


Fig. 8 ヲ-ク的设计と実物

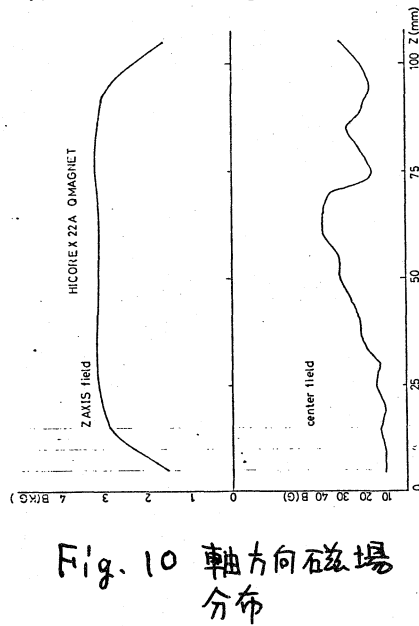


Fig. 10 軸方向磁場分布

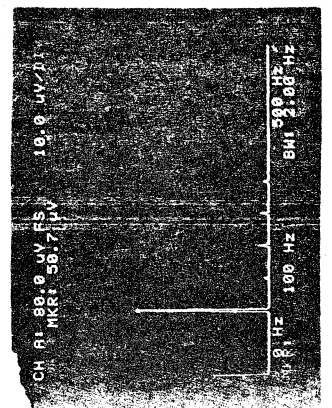


Fig. 11 永久磁石(ハイクロックス)高調波成分

references

- 1) N. Saito 他 los alamos Informal report LA-7232-M5
- 2) M. Kobayashi Design of the Focusing system for KEK Linear Accelerator KEK-73-4
- 3) 日立金属 HICOREX 技術資料

謝辞

日立中央研究所斎藤徳郎氏, KEK 福本貞義氏, 高崎榮一氏に色々アドバイスをしてもらったことを感謝します。