

ローラー型永久磁石式磁場源の設計

佐久間洋志, 菊地敏明*

(宇都宮大, *ハヤマ)

Design of mangle type magnetic field source using permanent magnets

H. Sakuma, T. Kikuchi*

(Utsunomiya Univ., *Hayama)

はじめに

Halbach シリンダー[1,2]はその内部に強力な均一な磁場を発生させることが可能であり、2つのシリンダーを組み合わせると、磁場強度を変化させることも可能である。しかしながら Halbach シリンダーは特殊なくさび型の永久磁石を必要とし、また強力な磁力に逆らって組み立てる必要があり、これらのことがコストを増大させる要因となっている。本研究では、円柱型の小型ネオジウム磁石を用いて、低コスト、小型・軽量、省エネ・冷却不要の永久磁石式磁場源を開発することを目的とする。本講演では、磁石の大きさや位置が磁場強度や均一性、磁石自体に働くトルクに及ぼす影響について検討する。

構造と計算方法

Fig. 1 に示すように、径方向に着磁した6本の円柱型ネオジウム磁石を正六角形に配置したローラー型磁場源を考える。各磁石の角度を Fig. 1(a)のように設定すると、磁石で囲まれた空間に最大の磁場が生じる。一方、磁石の角度が Fig. 1(b)のとき、内部の磁場はゼロとなる[3]。様々な磁石の大きさや距離、角度において磁石周辺の磁場と永久磁石に働くトルクを2次元有限要素法 (Field Precision, TriComp) により計算した。磁石の磁束密度は1.1 Tとした。また、減磁特性は理想的な傾き-1の直線と仮定した。

計算結果

Fig. 2 に示すように、磁石の直径を20 mmに固定して、磁石(の中心)間距離を近づけていくと、最大磁場は強くなるが、磁場の均一性は低くなる。また、当然ながら試料や測定器具を設置する空間は狭くなる。さらに、磁石を回転させるためのトルクも大きくなるため、用途に応じて最適な設計をする必要がある。一般的なホール効果測定や磁気光学効果測定において、最大磁束密度0.5 Tが一つの目安となるだろう。計算結果から、直径20 mmのネオジウム磁石を用いて、0.5 Tの磁束密度を得る場合、直径30 mm程度の空間を確保できることがわかる。また、最大トルクは30 Nm/m程度であり、小型のモーターとギアを用いて回転させることが可能である。講演では、試作機を製作し、計算と比較した結果も紹介する予定である。

参考文献

- 1) K. Halbach, *IEEE Trans. Nucl. Sci.* NS-26, 3882 (1979)
- 2) M. Kumada *et al.*, *CERN Courier* 41, 9 (2001)
- 3) R. Bjørk *et al.*, *J. Magn. Magn. Mater.* 322, 3664 (2010)

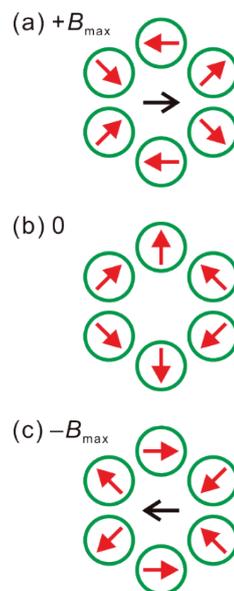


Fig. 1 Magnetic field produced by mangle type magnetic field source.

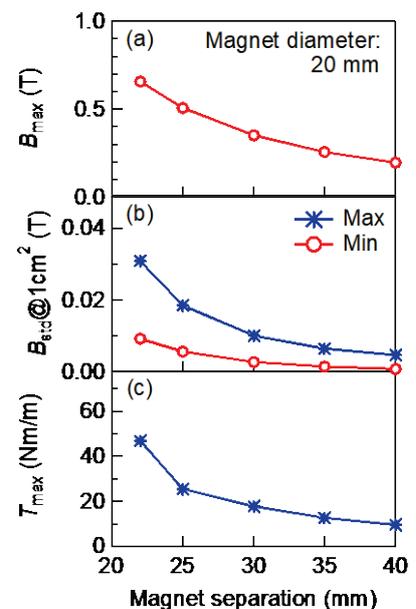


Fig. 2 Maximum flux density, standard deviation of flux density, and maximum torque as functions of magnet separation.