

# ローラー型永久磁石式磁場源による2次元ベクトル磁場の発生

佐久間洋志

(宇都宮大)

Generation of 2D vector magnetic field by mangle type magnetic field source using permanent magnets

H. Sakuma

(Utsunomiya Univ.)

## はじめに

円柱型の永久磁石を用いたローラー型永久磁石式磁場源は、磁場の発生には電源が不要で、永久磁石を回転させることにより任意強度の磁場を得ることができる<sup>1,2)</sup>。本講演ではこの永久磁石式磁場源を用いて、磁場の強度のみならず方向も任意に制御可能であることを示す。

## 構造と計算方法

径方向に着磁した4本の円柱型ネオジウム磁石を正方形に配置したローラー型磁場源を考える。磁場の強度を変化させるには、いくつかの磁石回転パターンが考えられるが<sup>3)</sup>、その中で対称性の高い2つのパターンをFig. 1に示す。磁場の方向を変化させるには、4つの磁石を同じ角度だけ回転させる。その回転角度を $\phi$ と定義し、Fig. 1の $\phi$ をゼロとする。さらに磁場の強度を決定する磁石の相対角度もTable 1のような定義を用いると、一つのパラメータ $\theta$ で表現できる。 $\theta, \phi$ による中心位置の磁場の強度と方向の変化を2次元有限要素法により求めた。磁石の直径は20 mm、磁石中心間の距離は60 mm、磁石の磁束密度は1.29 Tとした。

## 計算結果

磁束密度の大きさはどちらのパターンにおいても $\theta$ によって単調に変化したが、パターン1では $\phi$ 依存性が見られた。磁束密度の方向はFig. 2に示すように、パターン1では特定の $\phi$ において $\theta$ 依存性があり実用に適さない。一方、パターン2においては磁束密度の方向は $\phi$ に一致しており、 $\theta$ 依存性もない。 $(\theta = 0)$ では磁束密度の大きさがゼロに近いので、方向は定まらない。

以上のように、パターン2を用いると、磁場の大きさと方向を任意に制御できることが示された。講演では実証実験の結果も示す予定である。

## 参考文献

- 1) R. Bjørk *et al.*, *J. Magn. Magn. Mater.* **322**, 3664 (2010)
- 2) 佐久間洋志, 日本磁気学会論文特集号 **3**, 43 (2019)
- 3) 佐久間洋志, 菊地敏明, 電気学会マグネティックス研究会資料 MAG-18-160 (2018)

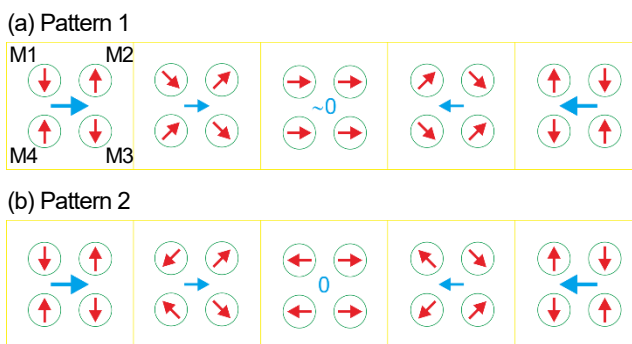


Fig. 1 Rotation patterns of magnets

| Table 1 Angles of magnets |                             |                 |                  |                             |
|---------------------------|-----------------------------|-----------------|------------------|-----------------------------|
| Pattern                   | M1                          | M2              | M3               | M4                          |
| 1                         | $-\theta - \phi$            | $\theta - \phi$ | $-\theta - \phi$ | $\theta - \phi$             |
| 2                         | $180^\circ + \theta - \phi$ | $\theta - \phi$ | $-\theta - \phi$ | $180^\circ - \theta - \phi$ |

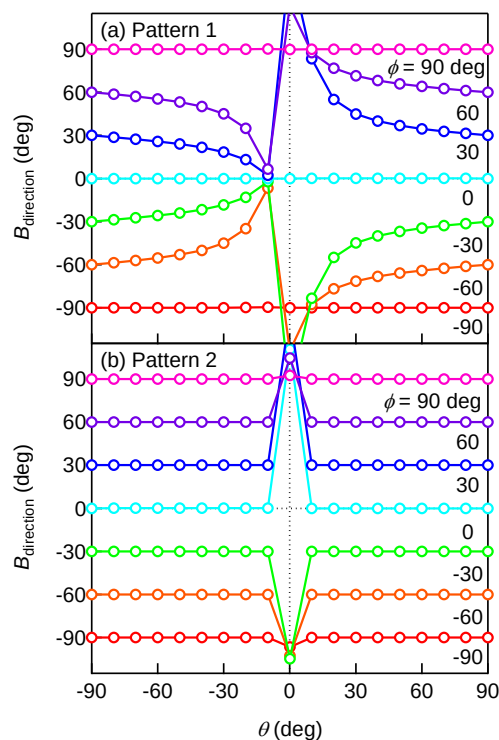


Fig. 2 Direction of magnetic flux density as a function of magnet angle  $\theta$ .