

斜行揺動型磁石列を用いた円偏光アンジュレータの開発

山本 樹, 土屋 公央, 塩屋 達郎

高エネルギー加速器研究機構, 物質構造科学研究所

高エネルギー加速器研究機構 (KEK)・物質構造科学研究所では, EMPW#NEI (PF-AR に設置) および EMPW#28 (PF リングに設置) の開発を行い, 1988 年に世界に先駆けて X 線領域の楕円 (円) 偏光放射光の生成に成功した (EMPW は楕円偏光放射光源としての Multi-pole Wiggler/Undulator の意)。これらの挿入光源では, 水平直線・右 (円) 楕円・鉛直直線・左 (円) 楕円偏光の独立な切り替えが可能であるが, その機構上の問題として高速切り替えを行うことはできない: 左右円偏光の切り替えには約 5 分を要する。

今日的には, 円偏光アンジュレータには, 利用実験からは自動的に左右円偏光の高速切り替え (1Hz 以上) が期待されている。このような要求は, 1) 電磁石による円偏光アンジュレータ磁気回路の形成によって, または 2) 直線部に直列配置された左右円偏光アンジュレータ (各アンジュレータの有効長は直線部長の半分) からの放射を高速キッカー等により切り替えて用いることによって, 満たすことができると一般的には考えられている。実際, 多くの放射光施設においてこれらの方式を用いた円偏光ビームラインの建設が提案され実現しつつある。

一方で, KEK・PF において円偏光源の建設を検討する場合, 我々は電磁石には不適な比較的短周期を指向し, さらに与えられた直線部の長さを全て有効に利用できる方式を採用したいと考えた。この方針に沿って検討を続けた結果, 従来とは異なる方式によって右 (左) 利き螺旋磁場を発生でき, しかもメカニカルに螺旋の回転方向を反転できる磁気回路を考案することができた。

この磁気回路 (図 1 参照) では, 上下に対向する斜行配置の可能な磁石列を採用する: 磁気回路としてはここに示したものの以外にも幾つかの有用な方式を考案した。斜行角度を 0 に設定すると通常の水平偏光型アンジュレータの磁気回路と同一になる。一方で図 2 に示したような上下磁石列で反対称な斜行配置を取ると, 上下磁石列の中央部分でサイン型に変化する鉛直方向磁場を得ることができ, 磁石列周辺部分から鉛直磁場と $\pm \pi/2$ の位相差を持つ水平方向磁場を得ることができる。従って, ある斜行角度から逆向きの斜行角度まで, 磁石列を揺動させる往復運動 (斜行揺動運動) を行わせることにより右巻き磁場から直線磁場を経由して左巻き磁場を発生させることが可能になる。鉛直・水平磁場の強度比は最大斜行角度によって制御することができる。

ここではこの磁気回路に位相切り替え機構を取り付けて製作したアンジュレータ試験器 (周期長 6cm, 5 周期; $B_y = 3000\text{G}$; および $B_x = 1500\text{G}$ @ gap = 30mm) の磁場特性等に関する報告を行う。パルスモータ等を用いた簡単な駆動機構によって約 1Hz の位相切り替えを実現している。また, この試験器を PF-B04-05 直線部に設置して行っているマシンスタディの結果についても報告する。

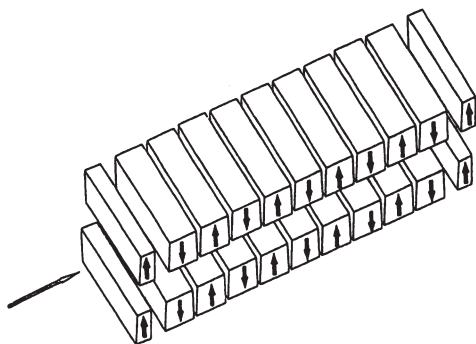


図 1. 水平偏光配置の例。

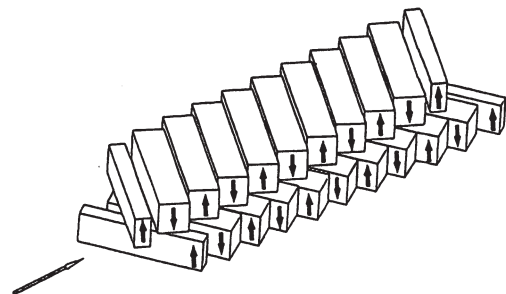


図 2. 円偏光配置の例。