

FUTURE PLAN OF COMPACT SR RING HiSOR-II

Kohei Kanaoka^{A)}, Atsushi Miyamoto^{B)}, Hiroshi Tsutsui^{C)}, Kiminori Goto^{B)}, Toshitada Hori^{B)}

^{A)} Graduate school of science, Hiroshima University
1-3-1 Kagamiyama, Higashi-Hiroshima, 739-8526, Japan

^{B)} HSRC, Hiroshima University
2-313 Kagamiyama, Higashi-Hiroshima, 739-0046, Japan

^{C)} Sumitomo Heavy Industries, Ltd.
2-1-1, Yato, Nishi-Tokyo, Tokyo, 188-8585, Japan

Abstract

HiSOR is a compact SR ring having unique characteristics. The emittance of the ring, 400nmrad, is not small by reason of its configuration. However, by the remarkable activities recently produced, some amount of government fund to promote SR nano-science nationwide is approved from the fiscal year 2005. Thus, it is good opportunity to start considering about a new design for the practical facility, that is, a future plan HiSOR-II. The aim of the design is to keep leading position in the field of materials science, especially in solid state physics using VUV~soft x-ray HRPES and/or ARPES. So it is desirable for the new ring to be designed as compact and low-emittance ring as possible. We calculated natural emittance, etc. under the assumption of "UVSOR-II type ring" and "MAX-III type ring".

広島大学放射光センター将来計画 “HiSOR-II”

1. はじめに

広島大学放射光科学センターの小型放射光源 HiSOR^[1]は、小型であるがゆえにそのエミッタンスは決して小さくない。そこで、小型かつ低エミッタンスである後継機 “HiSOR-II^{[2][3]}” の計画が始動した。HiSOR-IIではビームエネルギー400~700MeV、周長~50m、エミッタンス~50nm-radを要求仕様とした。直線部の挿入光源を主な放射光源とする、数~数10eV領域の強い光を出すことが特徴である。小型である必要性は現在と変わらないことから、HiSORとほぼ同じエネルギーのリングであるMAX-III^[4]およびUVSOR-II^[5]を参考にし、建設予定のスペースにあわせて直線部の長さを最適化するなどした。それに加えて、一般的な低エミッタンスラティスであるDBAタイプリングの3タイプのリングを検討した。Theoretical Minimum Emittance^[6]よりエミッタンスを~50nm-radにするためにそれぞれ六角形、八角形タイプの計6種類のリングについて考察した。

2. UVSOR-IIタイプ

表1 スペック

	六角形	八角形
Beam energy [MeV]	700	
Circumference [m]	42.879	48.079
Natural emittance [nmrad]	69.47	35.24
Touschek life time [hour]	7.1	6.3
Straight sections	3.4 m×6	3.4 m×4 2.0 m×4

UVSOR-IIを基に直線部を長くとしたラティスを

組み、放射光のスペクトル計算をしたところ輝度はHiSORに比べて一桁上がることがわかった。

HiSORに比べてTouschek寿命が短いため将来的にはTop-up運転が望ましい。

クロマティシティ補正用の六極電磁石はスペース節約のために四極電磁石の中に入れるタイプにした。

2.1 六角形リング

六角形リングのエミッタンスを表すネクタイダイアグラムは図1のようになった。

動作点は左の島の右端にとる。右の島の方がエミッタンスは小さく、直線部の β_x も小さくなるが、同時にダイナミックアパーチャーも小さくなるためである。ツイスパラメーターは図2のようになった。ダイナミックアパーチャーは図3のようになった。

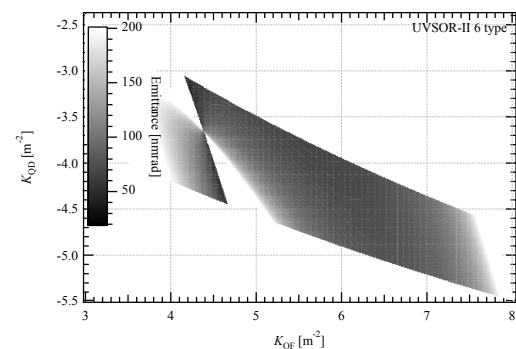


図1 UVSOR-II type(六角形)ネクタイダイアグラム

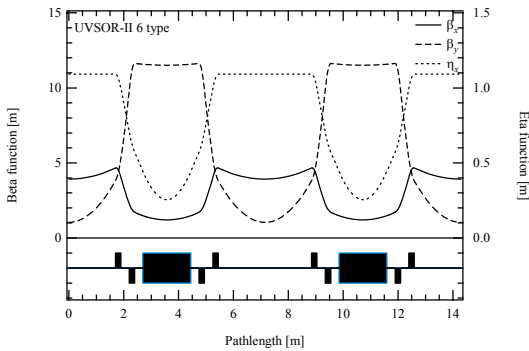


図2 UVSOR-II type(6角形)ツイスパラメーター

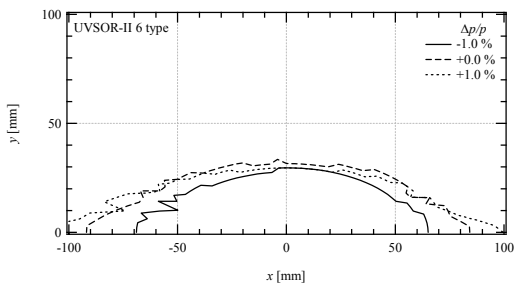


図3 UVSOR-II type(6角形)ダイナミックアパーチャー

2.2 8角形リング

八角形リングの計算結果も同様に記す。右の島はダイナミックアパーチャーが小さくなるようなので左下の島を選択した。ダイナミックアパーチャーは図6のようになった。

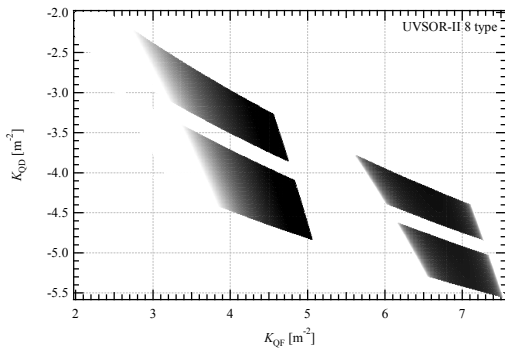


図4 UVSOR-II type(8角形)のネクタイダイアグラム

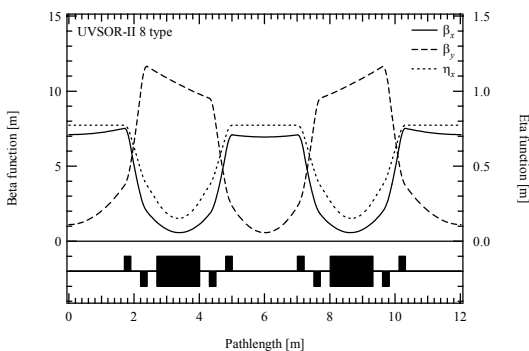


図5 UVSOR-II type(8角形)ツイスパラメーター

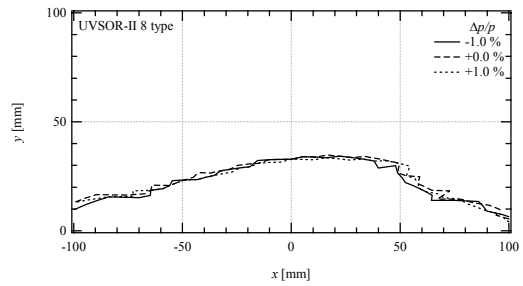


図6 UVSOR-II type(8角形)ダイナミックアパーチャー

3. MAX-IIIタイプ

表2 スペック

	6角形	8角形
Beam energy [MeV]	700	
Circumference [m]	36.879	40.079
Natural emittance [nmrad]	37.74	13.57
Touschek life time [hour]	4.6	2.7
Straight sections	3.4 m×6	3.4 m×4 2.0 m×4

スウェーデンLUND大のMAX-IIIを基に直線部を長くとしたラティスを組み、放射光のスペクトル計算をした。UVSOR-II typeと同様に輝度はHiSORに比べて一桁上がることがわかったが、Touschek寿命が短い将来的にはTop-up運転が望ましい。

MAX-III同様、偏向電磁石に四極成分をもたせ、六極成分は偏向電磁石端部、四極電磁石にもたせた。

3.1 6角形リング

動作点は左の島の右端にとる。右の島の方がエミッタンスは小さく、次に示すように直線部の β_x も小さくなるが、同時にダイナミックアパーチャーも小さくなるためである。ツイスパラメーターは図8のようになった。ダイナミックアパーチャーは図9のようになった。

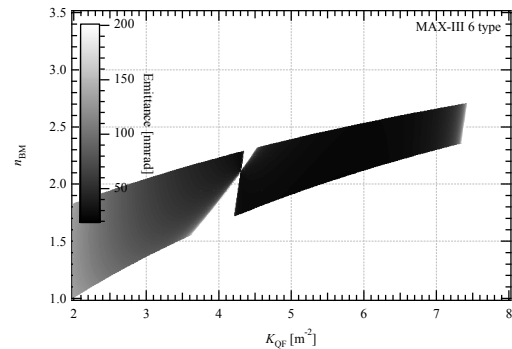


図7 MAX-III type(6角形)ネクタイダイアグラム

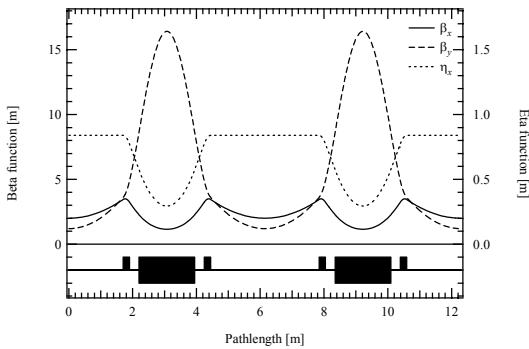


図8 MAX-III type(6角形)ツイスパラメーター

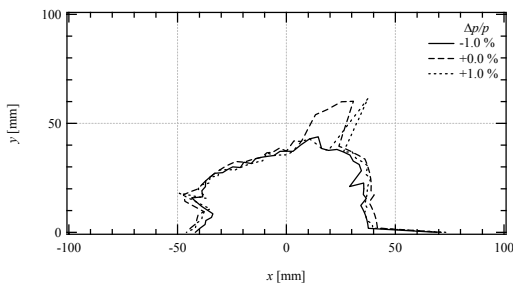


図9 MAX-III type(6角形)ダイナミックアパーチャー

3.2 8角形リング

八角形リングの計算結果も同様に記す。右の島はダイナミックアパーチャーが小さくなるようなので左上の島を選択した。ダイナミックアパーチャーは図12のようになった。六角形でも八角形でもMAX-IIIタイプはUVSOR-IIタイプに比べて小型化で優るがダイナミックアパーチャーの広さで劣る。

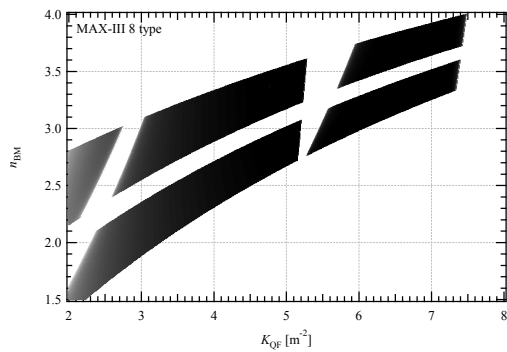


図10 MAX-III type(8角形)ネクタイダイアグラム

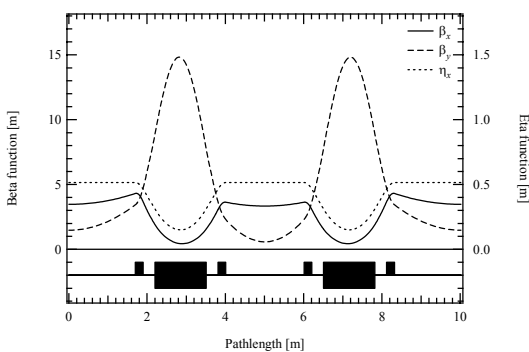


図11 MAX-III type(8角形)ツイスパラメーター

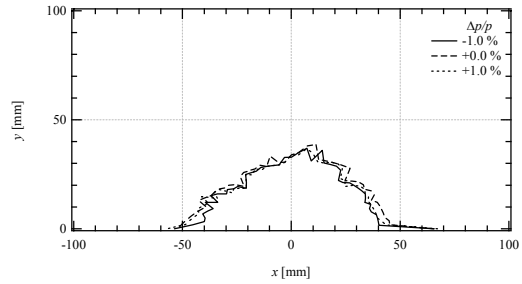


図12 MAX-III type(8角形)ダイナミックアパーチャー

4. DBAタイプ

低エミッタンスリングで通常採用されるDBAでラティスを組み、放射光のスペクトル計算をしたところ輝度はHiSORに比べて一桁上がることがわかった。

問題点として、HiSORに比べてTouschck寿命が短いこと、他のタイプに比べ使える直線部が短くまた数も少ないことが挙げられるため他の2タイプを選ぶ方が現実的である。

5. まとめ

MAX-IIIおよびUVSOR-IIタイプのリングではそれぞれ一長一短あるものの、仕様要求を満たすリングを設計することはできた。しかし寿命が短い問題に加え、150MeVでの放射減衰時間が非常に長い為に入射が困難になると予想され、将来的にTop-up運転が必要となることは明らかである。

今後は、低エネルギー入射の可否や各種誤差によるCODの見積もりとステアリング磁石の配置と補正、挿入光源のラティスに対する影響、RF空洞の設計とCoupled bunch instability、Landau空洞の効果、磁石の設計、BT系などを検討していく必要がある。

本研究はKEKの「加速器科学総合支援事業における大学等連携支援事業」の支援のもとに実施された。

参考文献

- [1] K. Yoshida, et al., "Commissioning of a Compact Synchrotron Radiation Source at Hiroshima University" APAC '98, KEK, 1998, pp.653-657.
- [2] 住友重機械工業, HiSOR-IIのための基本設計検討
- [3] T.Hori, et al., "Future Plan of Compact SR Ring HiSOR [HiSOR-II]", Activity Report 2004, pp.12.
- [4] G.Lebanc, et al., "MAX-III, A 700 MeV storage ring for synchrotron radiation", Proceedings of EPAC 2000, Vienna, Austria, pp.643-644.
- [5] M.Hosaka, et al., "UVSOR-IIの現状", Proceedings of the 14th Symposium on Accelerator Science and Technology, Tsukuba, Japan 2003 pp.670-672.
- [6] S. Y. Lee, "Accelerator Physics", World Scientific, 1999.