

## MASS PRODUCTION OF C-BAND ACCELERATOR SYSTEM

Sadao Miura<sup>1,A)</sup>, Tatsuomi Hashirano<sup>A)</sup>, Okihira Kazunori<sup>B)</sup>, Fumiaki Inoue<sup>B)</sup>,  
Tsumoru Shintake<sup>C)</sup>, Takahiro Inagaki<sup>C)</sup>, Hirokazu Maesaka<sup>C)</sup>

<sup>A)</sup> Mitsubishi Heavy Industries, LTD.

1-1, Itozaki Minami 1-chome, Mihara, Hiroshima Pref., 729-0393

<sup>B)</sup> Mitsubishi Heavy Industries, LTD.

1-1 Wadasaki-cho 1-chome, Hyogo-ku, Kobe, Hyogo Pref., 652-8585

<sup>C)</sup> RIKEN Harima Insitute/SPRing-8

1-1-1 Kouto, Sayo-cyo, Sayo-gun, Hyogo Pref., 679-5198

### Abstract

XFEL/SPRing-8 X-ray free electron laser is under construction at SPRing-8 site. The construction period is scheduled 2006~2010, and the first X-ray beam is scheduled in 2011. This facility consists of 400 m long 8 GeV electron linear accelerator and 80 m long undulator line. In order to make the facility compact size, the C-band accelerator technology has been employed which enables accelerating beams at 35 MV/m. The RF acceleration cavities and associated waveguide components are under mass production at MHI (Mitsubishi Heavy Industry).

## Cバンド加速器システム量産

### 1. はじめに

現在、MHI（三菱重工業）では、理化学研究所播磨研究所殿向けX線自由電子レーザー計画用Cバンド加速器システムの量産を行っている。今回はこの量産状況を報告する。

### 2. 加速器量産

#### 2.1 電子ライナック

X線自由電子レーザー施設は8GeVの電子ライナックと真空封止アンジュレータで構成され、電子ライナックの主加速部にはCバンド加速器が採用されている。図1にX線自由電子レーザー計画電子加速器部のシステムブロック図概略を示す。最上流の電子銃から始まり、238MHzのプリバンチャ空胴、476MHzブースター空胴、1428MHzのLバンド加速管、

2856MHzのSバンド加速管、5712MHzのCバンド加速管と5つの異なる周波数を使用している。MHIでは、Lバンド加速管を除くほとんどすべての加速空胴類及び真空導波管の製作を担当する。

#### 2.2 生産計画

表1にMHIで製作する主要機器と製作時期、担当工場を示す。機器の製作は、三原のプラント・交通システム事業センターと神戸造船所の2場所で行っている。三原では主にCバンドチョーク型加速管と導波管類を、神戸ではCバンドSLEDを担当しており、ダミーロード、RFモニター付導波管、3dBカップラーについては協力会社である日本高周波が担当している。

期間は3年少々で、Cバンド加速管128本、CバンドSLED64台、Cバンドダミーロード192台、Cバンド導波管類64式（全704台）他を製作する。年間最

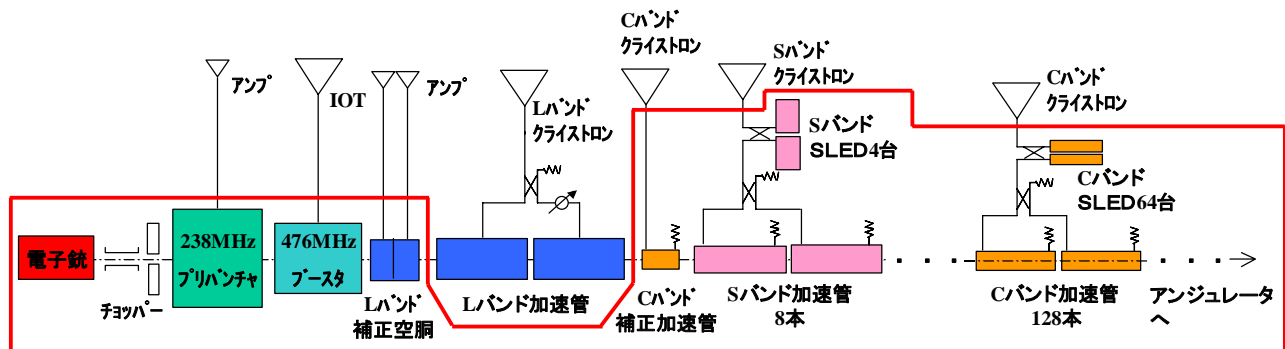


図1：X-FEL計画電子加速器部システムブロック図概略

MHI製作範囲

<sup>1</sup> E-mail: sadao\_miura@mhi.co.jp

表1：MHI主要製作物品、担当と製作時期

項目	2007年	2008年	2009～2010年	合計	担当工場
電子銃			1台	1台	神戸
プリバンチャ	1台			1台	三原
ブースター空胴	1台			1台	三原
Sバンド補正空胴			1台	1台	三原
Sバンド加速管	8台			8台	三原
SバンドSLED	4台			4台	三原(日本高周波)
Sバンド導波管	4式			4式	三原(一部日本高周波)
Sバンドダミロード	12台			12台	神戸(日本高周波)
Cバンド補正加速管			1台	1台	三原
Cバンド加速管	12台	62台	54台	128台	三原
CバンドSLED	10台	31台	23台	64台	神戸
Cバンド導波管	6式	31式	27式	64式	三原(一部日本高周波)
Cバンドダミロード	30台	93台	69台	192台	神戸(日本高周波)

大で、Cバンド加速管62本、CバンドSLED31台を製作することとなる。既に2007年度分については納入済みである。

### 2.3 量産

Cバンドチョークモード型加速管<sup>[1], [2], [3]</sup>の材料は、日立電線の高純度無酸素銅をHIP処理したものを用いた。材料、HIP処理を含めて、超精密加工前までの機械加工は日立電線で行っている。日立電線では、超精密加工面取り代0.03mm残し、寸法精度±0.01mmまでの機械加工を行う。その後、社内にて、加速管1本あたり91枚のセル内面は超精密旋盤で鏡面仕上げし、真空ろう付けで組み立てる。個々の空胴の周波数は超精密旋盤で修正加工して調整しているために、最も負荷が高くなる超精密加工は昼夜勤で所内3台、協力会社1台（昼勤のみ）の旋盤で行っている。



図2：Cバンド加速管超精密加工

加工完了したセルには、タングステン製のばねをセットし、イビデン製SiCをプレスで圧入する。ろう付は所内大型炉2台と小型炉1台を使用し、導波管を含めて大型炉7～8バッチ/月、小型炉4バッチ/月で処理する。



図3：SiCを圧入したCバンド加速管セル

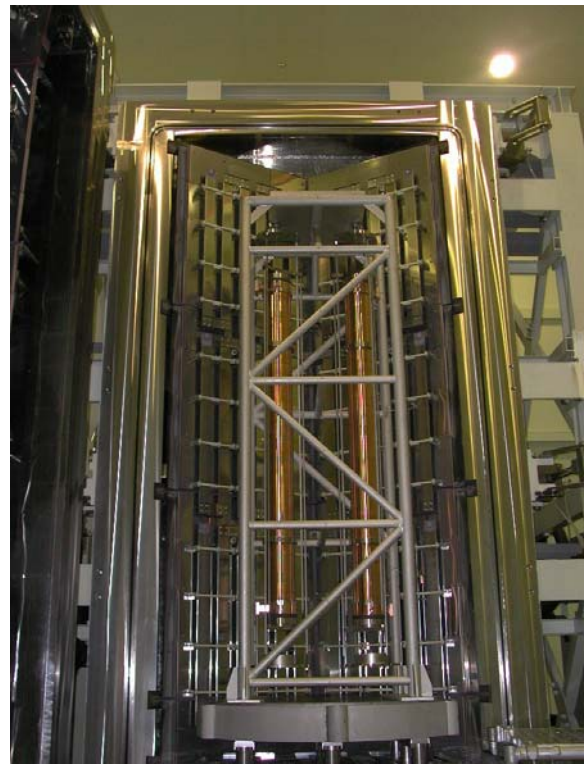


図4：Cバンド加速管ろう付

ろう付した加速管はクリーンルームで真空試験、耐圧試験、RF計測を行い、内部に乾燥窒素を封入して出荷する。RF計測は、ろう付前の単体計測を含めて全部で9台のネットワークアナライザーを使用して行っている。



図5：ろう付後真空試験、耐圧試験、RF計測試験

CバンドSLED<sup>[4]</sup>も材料は加速管と同じく日立電線の高純度無酸素銅を用い、これを機械加工、RF調整加工して、協力会社の真空炉でろう付して組み立てる。

ろう付したSLEDは内部を真空状態として、最終RF計測しながら、チューナーで周波数調整を行っている。



図6：CバンドSLED

### 3. まとめ

2007年度製作分は納入し、Cバンド加速器システムの量産が本格化した。今年度は既にCバンド加速管4本、導波管11式、CバンドSLED4台を納入し、工程は順調な滑り出しである。

今後、各協力会社の援助も受け、Cバンド加速器システムを量産し、予定通りに納入していく予定である。

### 参考文献

- [1] T. Shintake. "The Chork Mode Cavity", Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 31 (1992) pp.L1567-L1570, Part2, No.11A, 1 Nov. 1992
- [2] S. Miura et al., "Cバンドチョークモード型加速管の製作", Proceedings of the 28<sup>th</sup> Linear Accelerator Meeting in Japan
- [3] S. Miura et al., "Manufacturing of the C-band Chork-Mode Type Accelerating Structure for SASE-FEL of RIKEN", Proceedings of the 31<sup>th</sup> Linear Accelerator Meeting in Japan
- [4] K. Okihira., et al. "C-Band RFパルスコンプレッサーの開発", these proceedings.