

住友電工ビームライン (BL16/17) の現状

山口浩司

住友電気工業株式会社

住友電気工業では 1999 年に放射光分析を本格的に利用開始し、各種の材料や部品の原子レベルの解析を基に製品競争力向上を図ってきた。更に、分析ニーズの拡大に対応するため、2015 年 2 月に佐賀 LS において、BL16(硬 X 線)と BL17(軟 X 線)の 2 本の新機関ビームライン建設に着工し、2016 年 11 月より本格的な稼働を開始した。

下表にビームラインの概要を記すが、利用可能な X 線のエネルギー範囲を 50 eV ~ 35 keV と広くとり、Li 以上の全元素の K 端又は L 端をカバーしていることが特徴の一つである。また、XAFS/X 線回折/小角散乱/光電子分光の 4 つの分析法を備えており、様々な材料開発における多様なニーズに対応できるようにしている。

2016 年 11 月の本格稼働以来、以下のような材料評価を実施してきた。

- ・金属材料中の微量添加元素の状態解析 (硬 X 線吸収分光、軟 X 線吸収分光)、析出物の解析 (硬 X 線吸収分光、X 線回折、小角散乱)
- ・各種構造材料の歪及び残留応力測定とその基礎的検討 (X 線回折)
- ・メッキ液等電解液中のイオンや錯体、析出物等の状態解析 (硬 X 線吸収分光)
- ・樹脂材料の組織解析 (小角散乱)
- ・炭素系材料の化学状態解析 (軟 X 線吸収分光)
- ・半導体ウエハや電子デバイスの極表面の汚染、化学結合状態の解析 (軟 X 線吸収分光、光電子分光)

当日は具体的な測定事例を交えて、ビームラインの現状について報告する。

Table 住友電工ビームラインの概要

ビームライン	BL16 : 硬 X 線 BL	BL17 : 軟 X 線 BL
光源	4T 超伝導ウイグラ	偏向電磁石
分光器	二結晶分光器 Si 111 / Si 311 / InSb 111	可変偏角型回折格子分光器 400/1000/1400/2200 Lines/mm
光子エネルギー	2 keV ~ 35 keV	50 eV ~ 2000 eV
光子数 (個/s)	~10 ¹⁰ @10 keV	~10 ⁹ @600 eV
集光サイズ (mm)	1 (水平) × 0.2 (垂直)	1 (水平) × 0.05 (垂直)
測定手法	吸収分光 / X 線回折 / 小角散乱	吸収分光 / 光電子分光

住友電工ビームラインの設計・建設・調整には、九州シンクロトロン光研究センターの各局の方々に多大なご支援・ご協力を頂きました。また、現在の利用に際しても様々なご協力を頂いております。この場をお借りしてお礼申し上げます。

住友電気 12th anniversary

住友電気ビームライン(BL16/17)の現状

1. ビームライン設置の目的
2. ビームラインの構成
3. 基本的な性能
4. 測定事例

2017年08月09日
住友電気工業株式会社
解析技術研究センター
山口浩司

2017-08-09 @科学技術振興機構 東京本部
物質・材料研究機構/九州シンクロトン光研究センター合同シンポジウム

住友電気 12th anniversary

1. ビームライン設置の目的

ニーズ

- 材料・プロセス開発の基礎検討
金属/半導体/セラミックス/めっき/焼結...
- 製品設計・製造条件の最適化
デバイス/線材/工具/電池/リサイクル...

→ 対象元素: Li~Bi, 非破壊/その場評価
広いエネルギー領域が必須

2本のBLで 50 eV ~ 30 keV のX線を利用可

使い方

- 日常的に利用・緊急案件にも対応
- 早期立上げ・安定した稼働

光源・輸送部: 実績のある技術/装置
分析装置: XAFS (H/S)、XPS、XRD、SAXS

住友電気 2017-08-09 @科学技術振興機構 東京本部
物質・材料研究機構/九州シンクロトン光研究センター合同シンポジウム

住友電気 12th anniversary

2. ビームラインの構成

2/20

線型加速器
実験ホール
BL17(軟X線)
BL16(硬X線)
0 1 2 3 4 5 (m)
遮蔽壁

住友電気 2017-08-09 @科学技術振興機構 東京本部
物質・材料研究機構/九州シンクロトン光研究センター合同シンポジウム

住友電気 12th anniversary

2. BL16(硬X線)の構成: 光源・輸送部

3/20

集光鏡: Pt / Ni
平面鏡: Ni / Rh
二結晶分光器
Si 111・Si 311
InSb 111
4T超伝導ウイグラー
第一結晶
第二結晶
平面鏡
集光鏡
ビームシャッター
DSS
Be窓
遮蔽壁
0 1 2 3 4 5 (m)

住友電気 2017-08-09 @科学技術振興機構 東京本部
物質・材料研究機構/九州シンクロトン光研究センター合同シンポジウム

住友電気 12th anniversary

2. BL16(硬X線)の構成: 測定装置

4/20

下流架台
回折計
Heチャンバー
(低エネルギー-XAFS)
蛍光/電流/転換電子
上流架台
XAFS
透過/蛍光/転換電子
/斜射
XRD
SAXS
0 1 2 3 4 5 (m)

住友電気 2017-08-09 @科学技術振興機構 東京本部
物質・材料研究機構/九州シンクロトン光研究センター合同シンポジウム

住友電気 12th anniversary

2. BL17(軟X線)の構成: 光源から測定装置



5/20

測定チャンバー
XAFS: 蛍光/電流
XPS
偏角可変型分光器
400 / 1000 / 1400
/ 2200 lines/mm
偏向電磁石
0 1 2 3 4 5 (m)

住友電気 2017-08-09 @科学技術振興機構 東京本部
物質・材料研究機構/九州シンクロトン光研究センター合同シンポジウム

2. ビームラインの計画から稼働

6/20

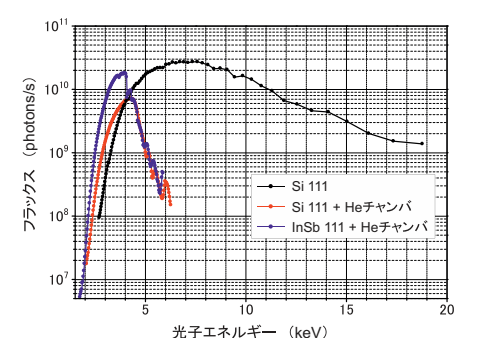
2013年	9月	BL設置計画書を提出
	10月	BL検討専門委員会(11月に設置承認)
2015年	1月	BL設置契約を締結
	2月	設置工事着工
	10月	BL17 First Light  @ SCM3
2016年	2月	BL16 First Light  @ 実験ハッチ
	6月	竣工届提出・竣工検査・漏洩X線検査
	8月	BL利用契約を締結
	11月	本格稼働

住友電気 2017-08-09 @科学技術振興機構 東京本部 ©2015 Sumitomo Electric Industries, Ltd. All Rights Reserved. 物質・材料研究機構/九州シンクロtron光研究センター合同シンポジウム

3. 基本性能:BL16(硬X線) フラックス

リング電流 300 mA 換算でのフラックス

7/20



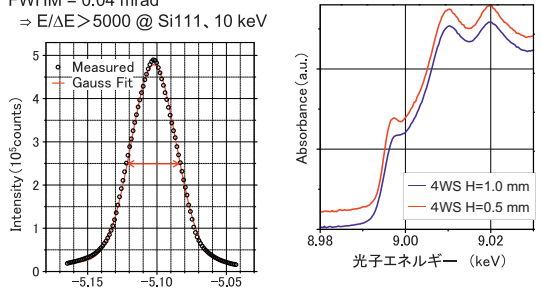
住友電気 2017-08-09 @科学技術振興機構 東京本部 ©2015 Sumitomo Electric Industries, Ltd. All Rights Reserved. 物質・材料研究機構/九州シンクロtron光研究センター合同シンポジウム

3. 基本性能:BL16(硬X線) エネルギー分解能

DCM $\Delta\theta_1$ スキャン Cu-K α 吸収端

FWHM = 0.04 mrad
 $\Rightarrow E/\Delta E > 5000$ @ Si111, 10 keV

8/20

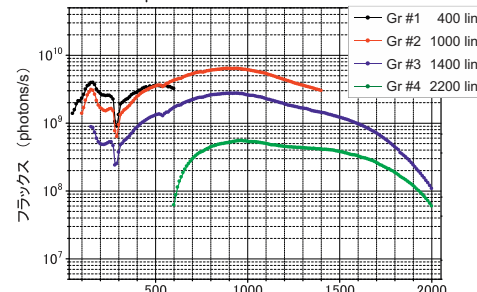


住友電気 2017-08-09 @科学技術振興機構 東京本部 ©2015 Sumitomo Electric Industries, Ltd. All Rights Reserved. 物質・材料研究機構/九州シンクロtron光研究センター合同シンポジウム

3. 基本性能:BL17(軟X線) フラックス

リング電流 300 mA 換算でのフラックス
 $S1 = S2 = 20 \mu\text{m}$

9/20

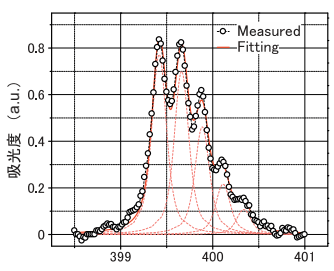


住友電気 2017-08-09 @科学技術振興機構 東京本部 ©2015 Sumitomo Electric Industries, Ltd. All Rights Reserved. 物質・材料研究機構/九州シンクロtron光研究センター合同シンポジウム

3. 基本性能:BL17(軟X線) エネルギー分解能

窒素ガス吸収スペクトルによる分解能測定
 $\Rightarrow E/\Delta E = 3480$

10/20



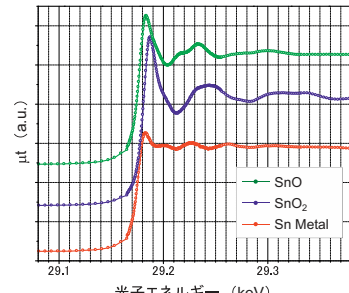
Grating: 1000 lines/mm
 Slit: $S1=S2=10 \mu\text{m}$
 Gas: N_2 10 Pa

住友電気 2017-08-09 @科学技術振興機構 東京本部 ©2015 Sumitomo Electric Industries, Ltd. All Rights Reserved. 物質・材料研究機構/九州シンクロtron光研究センター合同シンポジウム

4. 測定事例:BL16 XAFS 高エネルギー領域

Si 311 分光結晶を用いた Sn-K 端のXAFS測定

11/20



住友電気 2017-08-09 @科学技術振興機構 東京本部 ©2015 Sumitomo Electric Industries, Ltd. All Rights Reserved. 物質・材料研究機構/九州シンクロtron光研究センター合同シンポジウム

