

中国地域半導体関連産業振興協議会 第1回会合



広島大学ナノデバイス研究所での 半導体人材育成の取組紹介

黒木 伸一郎

広島大学ナノデバイス研究所

広島大学ナノデバイス研究所

West Clean room

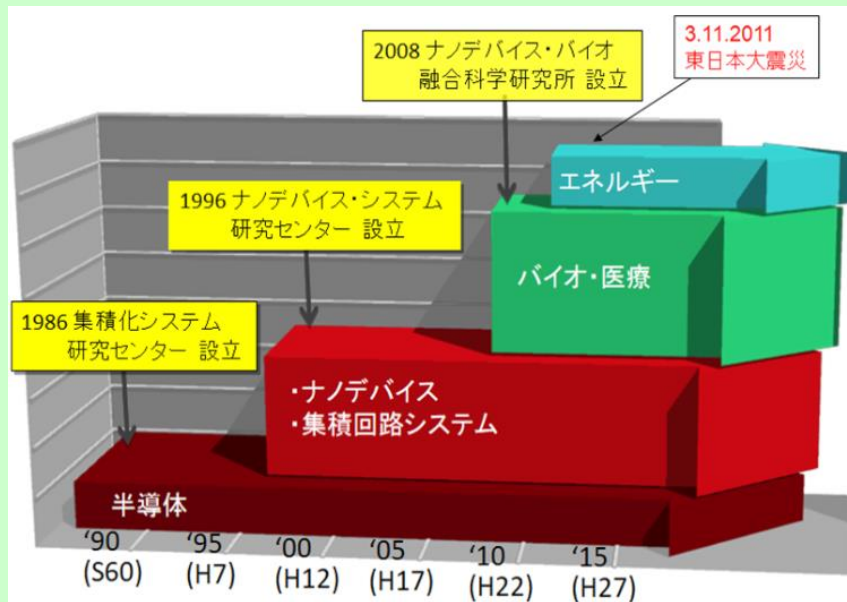
East Clean room

Si&SiC Fabrication Facilities in Hiroshima University

Established in 1986.

研究所設立経緯とミッション

- 第1期: 1986(昭和61)年4月 **集積化システム研究センター**設置
(省令による学内共同利用教育研究施設: 10年時限)
- 第2期: 1996(平成8)年5月 **ナノデバイス・システム研究センター**設置
(省令による学内共同利用教育研究施設: 10年時限)
- 第3期: 2008(平成20)年5月 **ナノデバイス・バイオ融合科学研究所**に改組
(国立大学法人学内措置: 10年時限)
- 2011(平成23)年6月 国立大学附置研究所・センター長会議入会承認
2016(平成28)年4月 文部科学大臣認定・生体医歯工学共同研究拠点
- 第4期: 2018(平成30)年4月 **ナノデバイス・バイオ融合科学研究所**として継続
(国立大学法人学内措置: 4年時限)
- 第5期 2022年(令和4年)4月 **ナノデバイス研究所**に改称



研究所のミッション (第5期2022年度～)

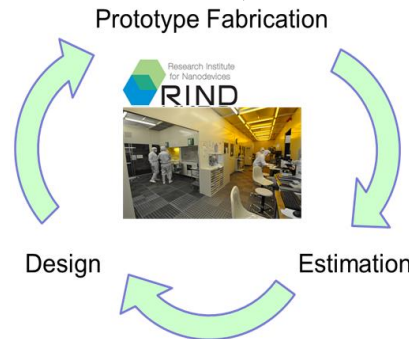
1. **半導体技術の基礎研究**を通して、**自立した思考**を持ち、**機動的な行動をとれる人材**を育成する。
2. 基盤技術としての半導体・集積回路・システムにおける**最先端研究**を推進する。
3. **全国共同利用・共同研究拠点**を基盤として、新学術領域として生体医歯工学を確立するとともに共同研究を推進してその成果の社会実装を行う。
4. **共用設備事業**を軸にした全国規模の**マテリアルインフォマティクス拠点構築**とデータ駆動型サイエンスを推進する。
5. 最先端半導体・集積回路システムの研究・開発を推進する**世界規模のプラットフォームを確立することを目指す**。

半導体人材育成:大学院生・学部生

総論として、高度な半導体専門知識を有し、総合的に俯瞰しマネージメントできる人材の育成

1. 半導体デバイス・プロセス・回路研究

- 1-1. 研究テーマ策定
- 1-2. プロセスシート作成
- 1-3. デバイス設計
- 1-4. デバイス試作
- 1-5. 測定・評価



2. 半導体施設・装置に関する実践教育

- 2-1. 半導体装置(真空・プラズマ)
- 2-2. クリーンルーム設備
- 2-3. 超純水設備
- 2-4. プロセスガス設備・排気
- 2-5. 中央監視・ガス警報システム



3. 海外研修

- 3-1. 国際学会発表



学習する主な半導体専門知識

半導体物理: 物性物理、デバイス物理

集積回路: 回路、回路レイアウト

デバイス技術:

CMOS, n/p MOSFETs、ダイオード、キャパシタ

デバイス材料: 半導体基板、ゲート酸化膜、ゲートメタル、シリサイド

プロセス技術:

酸化・薄膜形成、リソグラフィ、エッチング、洗浄
イオン注入・不純物拡散

プロセス材料: プロセスガス、レジスト

クリーンルーム技術:

クリーンルーム、高純度ガス供給・配管、
超純水施設、廃液施設、電源

測定及び材料評価技術

電流電圧特性、薄膜・界面評価、他

個々の技術に精通し、
全体最適化を思考できる人材

主な半導体人材育成プログラム(社会人実践研修等)

1. 半導体CMOS実践プログラム

(対象:社会人、大学院学生(学外)、他)

期間:夏季6日間

募集人数:タイプA(6日間コース) 12名程度

タイプB(3日間コース) 12名程度

参考:  YouTube^{JP}



2. SiC SBDの試作とパワー半導体デバイスの測定

(対象:社会人、大学院学生(学外)、他)

期間:冬季2日間

募集人数:2名程度



3. 太陽電池教室(対象:高校生、中学生)

期間:1日

参加人数:各回10名超

半導体CMOS実践プログラム：パンフレット

広島大学ナノデバイス研究所 2022年度半導体CMOS実践プログラム 参加者募集

応募締切 7月8日 (金)

実習テーマ：CMOSトランジスタ・IC作製実習

受講者：タイプA（回路設計・試作実習込み）

タイプB（講義および作製工程見学のみ）

期間（タイプA）：2022年7月25日（月）～7月30日（土）6日間

（タイプB）：2022年7月27日（水）～7月29日（金）3日間

募集人員（タイプA）：3名（参加費：6万円）

（タイプB）：5名（参加費：3万円）

受講方法：現地での実習・講義となります（遠隔講義可）。

場所：広島大学ナノデバイス研究所

（スーパークリーンルーム（最高クラス10、フロア面積830m²）使用）

スケジュール

第1日：トランジスタ・レイアウト設計（レイアウトエディタの使い方、NMOS/PMOS）

第2日：トランジスタ・レイアウト設計（CMOS、リングオシレータなどの回路）

第3日：チャネルストップインプラ（リソグラフィー、エッチング、イオン注入）

第4日：ソース/ドレイン、コンタクトホール形成（リソ、イオン注入）

第5日：Alゲート・配線形成（スパッタ、リソ、エッチング、アニール）

第6日：トランジスタ特性および回路特性測定

（ I_D-V_{DS} 、 V_{th} 、 I_{on} 、 I_{off} 、 I_{sub} 、論理回路動作、リングオシレータ発振波形観測など）

タイプA受講者：全ての日程を受講できます。

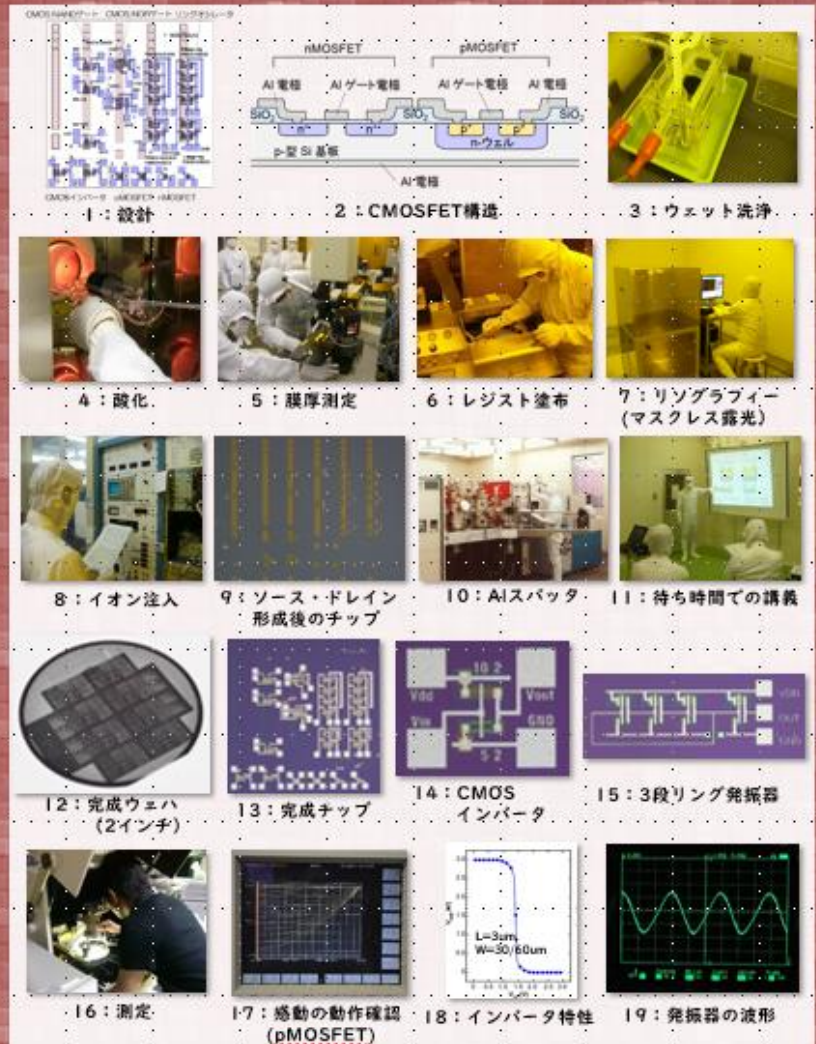
タイプB受講者：第3日～第5日での講義および作製工程のみの参加。

研修内容：NMOS、PMOSトランジスタを用いたCMOS-ICの試作実習を通じてプロセス基礎技術とトランジスタ・回路の基本技術全体を学びます。イオン注入、酸化、リソグラフィー、エッチングなど基本技術を学びます。作製する回路は、CMOSインバータを基本とするリングオシレータ、SRAMなど。時間短縮のためN-ウェル形成まではあらかじめ準備します。受講生（タイプA）は主にトランジスタ回路設計及びデバイス作製途中のパターン観察と完成後の特性評価を行います。受講生（タイプB）は講義と作製工程の説明のみですが、一貫した作製工程とその知識を学ぶことができます。



受講をご希望の方は、下記にご連絡ください
広島大学ナノデバイス研究所（黒水 伸一郎 田部井 智夫）
TEL：082-424-6265 FAX：082-424-3499
E-mail：nanofab@ml.hiroshima-u.ac.jp

自分で設計・試作したSi CMOSトランジスタが
動作する感動を体験してみませんか！



2022年度半導体CMOS実践プログラム:スケジュール

日時	Teams meeting	時間	内容	場所
7月25日(月)		8:45-10:15	Introduction 実習内容説明、安全講習	East building, 5F ナノデバイス研究所 東棟5F会議室
		10:30-17:50	CMOS & Circuits Design トランジスタ・回路設計	
7月26日(火)		8:45-17:50	CMOS fabrication (lectures during fabrication process) トランジスタ・回路試作 (実験の合間に講義)	Clean Room ナノデバイス研究所 スーパークリーンルーム
7月27日(水)	8:30~	8:45-17:50		
7月28日(木)	8:30~	8:45-17:50		
7月29日(金)	8:30~	8:45-17:50	Electrical measurement 測定	East building, 2F&4F ナノデバイス研究所 東棟2F、4F測定室
7月30日(土)		8:45-17:50		

タイプBは7/27~7/29

2022年度半導体CMOS実践プログラム:講義

July 27th (Wed) AM 講義担当: 黒木 Prof. Shin-Ichiro Kuroki

1. 全体概要説明 Overview (Only for Type B participants)

July 27th (Wed) PM 講義担当: 寺本 Prof. Akinobu Teramoto

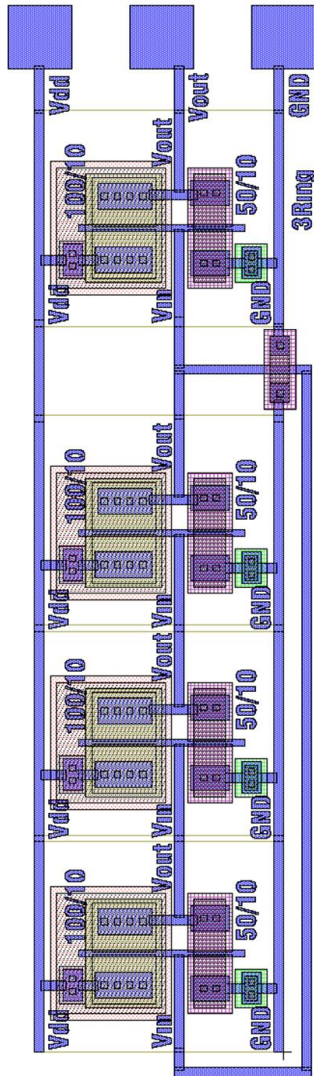
2. Si酸化膜(酸化方法・酸化機構)と薄膜形成(Si酸化膜、窒化膜、金属、シリサイド)
Si oxide and thin film formation technologies
3. 不純物拡散とイオン注入
Impurity diffusion and ion implantation
4. クリーンルーム技術
Clean room technologies

July 28th(Thu)-29th(Fri) 講義担当: 黒木 Prof. Shin-Ichiro Kuroki

5. MOSデバイスとスケーリング MOSFETs and its scaling
6. リソグラフィ(光、電子ビーム)
Lithography
7. エッチング(湿式、プラズマ)、CMP ダマシン法
Etching
8. 最新のMOSFETの構造と製作方法
Structures and fabrication methods for advanced MOSFETs

2022年度半導体CMOS実践プログラム:全体の流れ

1. デバイス設計



2. 半導体プロセス

CMOS作製工程表 (2022年7月CMOS実習用)

工程名	工程番号	工程内容	工程条件	工程時間	工程温度
ロット投入	1	ロット投入			
フィールド酸化	2	フィールド酸化			
酸化膜厚測定	3	酸化膜厚測定			
酸化膜厚調整	4	酸化膜厚調整			
酸化膜厚確認	5	酸化膜厚確認			
酸化膜厚調整	6	酸化膜厚調整			
酸化膜厚確認	7	酸化膜厚確認			
酸化膜厚調整	8	酸化膜厚調整			
酸化膜厚確認	9	酸化膜厚確認			
酸化膜厚調整	10	酸化膜厚調整			
酸化膜厚確認	11	酸化膜厚確認			
酸化膜厚調整	12	酸化膜厚調整			
酸化膜厚確認	13	酸化膜厚確認			
酸化膜厚調整	14	酸化膜厚調整			
酸化膜厚確認	15	酸化膜厚確認			
酸化膜厚調整	16	酸化膜厚調整			
酸化膜厚確認	17	酸化膜厚確認			
酸化膜厚調整	18	酸化膜厚調整			
酸化膜厚確認	19	酸化膜厚確認			

拡大

この演習では
104のプロセスステップ

工程名	工程番号	工程内容	工程条件	工程時間	工程温度
ロット投入	1	ロット投入			
フィールド酸化	2	フィールド酸化			
酸化膜厚測定	3	酸化膜厚測定			
酸化膜厚調整	4	酸化膜厚調整			
酸化膜厚確認	5	酸化膜厚確認			
酸化膜厚調整	6	酸化膜厚調整			
酸化膜厚確認	7	酸化膜厚確認			
酸化膜厚調整	8	酸化膜厚調整			
酸化膜厚確認	9	酸化膜厚確認			
酸化膜厚調整	10	酸化膜厚調整			
酸化膜厚確認	11	酸化膜厚確認			
酸化膜厚調整	12	酸化膜厚調整			
酸化膜厚確認	13	酸化膜厚確認			
酸化膜厚調整	14	酸化膜厚調整			
酸化膜厚確認	15	酸化膜厚確認			
酸化膜厚調整	16	酸化膜厚調整			
酸化膜厚確認	17	酸化膜厚確認			
酸化膜厚調整	18	酸化膜厚調整			
酸化膜厚確認	19	酸化膜厚確認			

CMOS作製工程表 (2022年7月CMOS実習用)

大工程名	No.	詳細工程名	使用装置	詳細条件など	備考
ロット投入	1	ロット投入		半導体材料(本番用)を予備投入、モニタ用5枚 計9枚 p-Si 8-12Ωcm (100)レジスト	
フィールド酸化	2	モニタウェハ追加		酸化膜厚モニタ用 1枚 DIR 5+9分 → SO-1 80℃ 10分 → DIR 5+9分 → 0.5MHF (H2O2:HF=1000:20) 1分 → DIR 5+9分 → SO-1 4分 ※SO-1溶液(NH4OH:H2O2:H2O=86:728:1680)	
	3	SO1洗浄	酸化膜厚測定	1000℃, H2O2 0.23 lit/min, 175mm, 目標830 nm	
	4	フィールド酸化	フィールド酸化炉	酸化膜厚確認	SiO2 0.09 μm
	5	膜厚測定(ナノベック)	ナノベック	酸化膜厚確認	
	6	HMF洗浄	スピンコーター	膜厚前ベーク180℃3分 → HMF洗浄 → ベーク180℃3分 ボツ液1MHF/P-3000(濃度1%) → ベーク80℃30秒	
	7	レジスト塗布	スピンコーター	ニューマチックAF, fastモード, ドーズ量 360 mJ/cm2, デフォルトス-1, ポジ	Cell: Water No.1, Water No.2, Water No.3, Water No.4 GDS No.1 条件出必
	8	露光	新マススクリーン露光装置	110℃ 30秒	
	9	PEB(Post Exposure Bake)		トクサー-S01 90秒 DIR2分 SD4分	
	10	現像、露光確認		130℃ 2分	
	11	ポストベーク		BHF (HF=42, NH4F=210, H2O=840) 調整液BHF(63U)で8分(エッチングレート72nm/min) → DIR 5+9分 → SD4分	表面で板水確認
	12	酸化膜ウェットエッチ	HFドラフト	SH(H2SO4:H2O2=500:167) 10分 → DIR 5+9分 → SD4分 モニタウェハ新品1枚追加	
	13	SH洗浄	SHドラフト	DIR 5+9分 → SO-1 80℃ 10分 → DIR 5+9分 → 0.5MHF(H2O2:HF=1000:20) 1分 → DIR 5+9分 → SO-1 4分 ※SO-1溶液(NH4OH:H2O2:H2O=86:728:1680)	表面で板水確認
	14	モニタウェハ追加		80℃, H2O2 0.23 lit/min フィールド酸化, 20分	
	15	SO1洗浄	酸化膜厚測定	酸化膜厚確認	SiO2 21.1 μm
	16	フィールド酸化	Nanopac	エナジー 160V ドーズ 1.25e12cm-2 (400nm 0.9V)	
	17	膜厚測定		イオン注入装置	ビーム電流 0.8uA
	18	イオン注入		SH(H2SO4:H2O2=500:167) 10分 → DIR 5+9分	
	19	SH洗浄	SHドラフト		

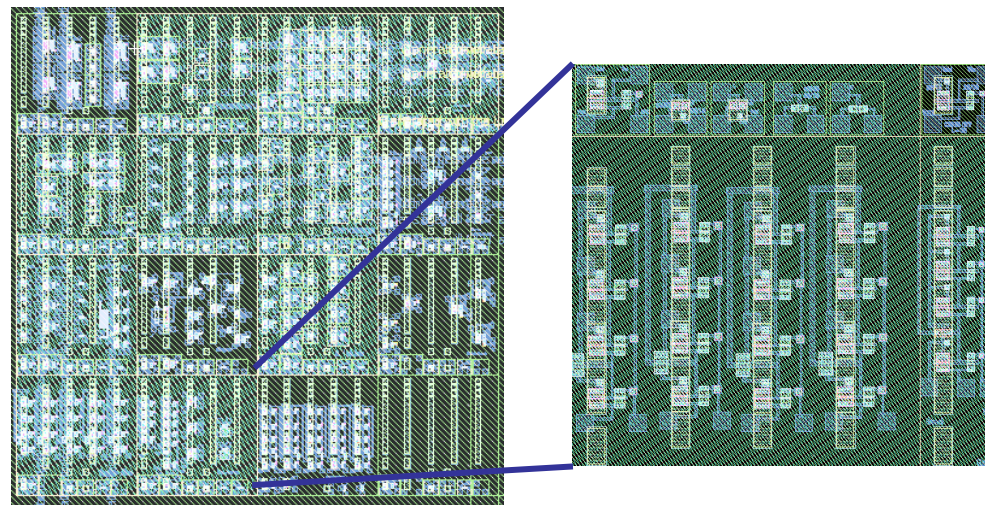
●
●
●

3. 測定 半導体パラメータアナライザなど

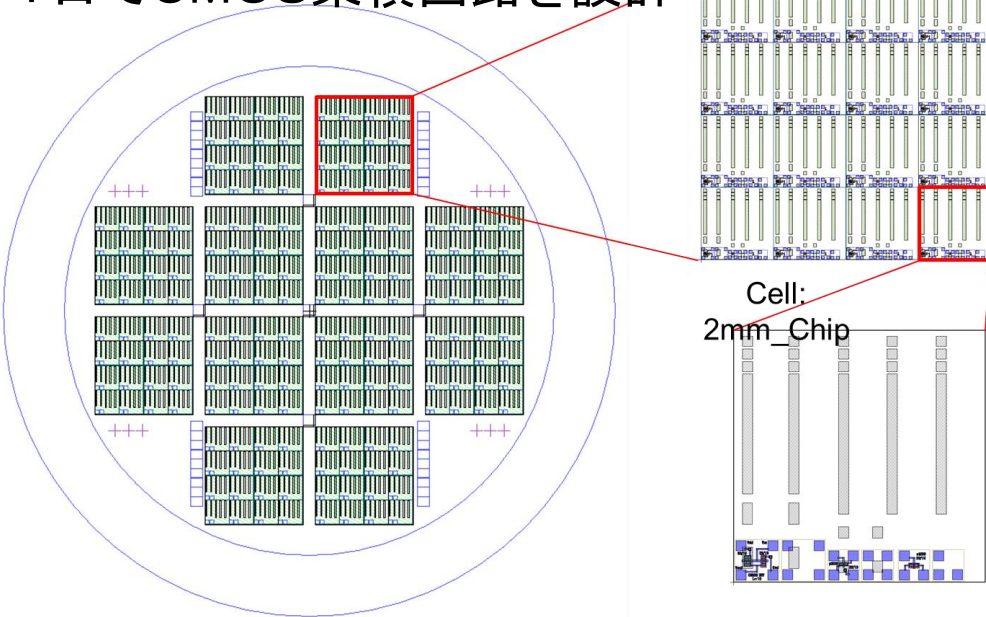


2022年度半導体CMOS実践プログラム:回路設計

日時	Teams meeting	時間	内容	場所
7月25日(月)		8:45-10:15	Introduction 実習内容説明、安全講習	East building, 5F ナノデバイス研究所 東棟5F会議室
		10:30-17:50	CMOS & Circuits Design トランジスタ・回路設計	
7月26日(火)		8:45-17:50	CMOS fabrication (lectures during fabrication process)	Clean Room ナノデバイス研究所 スーパークリーンルーム
7月27日(水)	8:30~	8:45-17:50	トランジスタ・回路試作 (実験の合間に講義)	
7月28日(木)	8:30~	8:45-17:50		
7月29日(金)	8:30~	8:45-17:50	Electrical measurement 測定	East building, 2F&4F ナノデバイス研究所 東棟2F、4F測定室
7月30日(土)		8:45-17:50		



1日でCMOS集積回路を設計



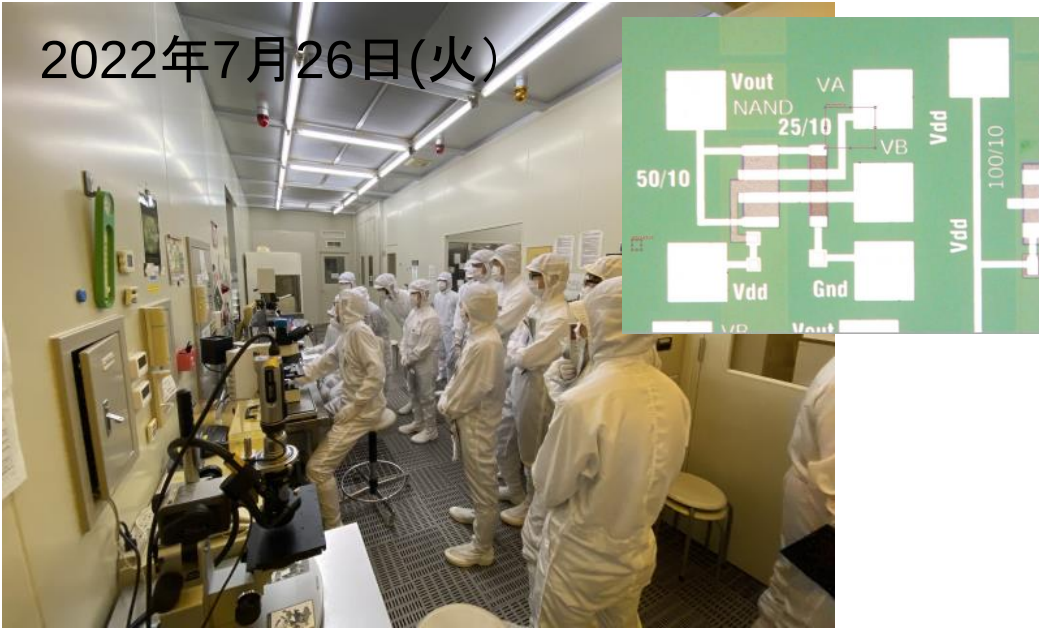
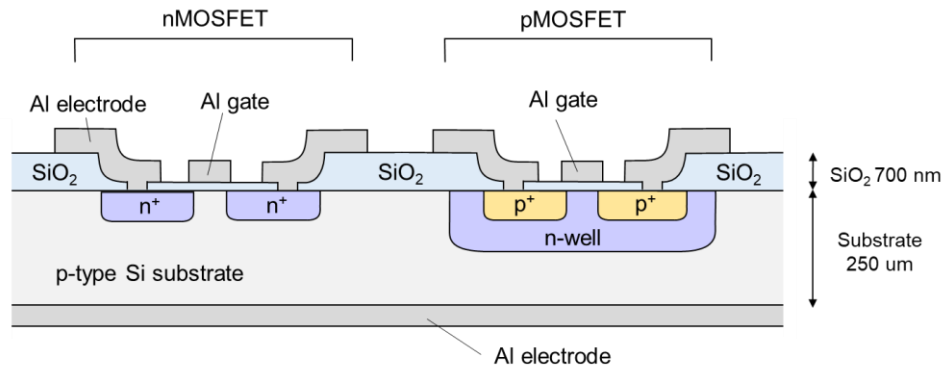
2022年7月25日(月)
Aコース受講生



2022年度半導体CMOS実践プログラム:半導体プロセス

日時	Teams meeting	時間	内容	場所
7月25日(月)		8:45-10:15	Introduction 実習内容説明、安全講習	East building, 5F ナノデバイス研究所 東棟5F会議室
		10:30-17:50	CMOS & Circuits Design トランジスタ・回路設計	
7月26日(火)		8:45-17:50	CMOS fabrication (lectures during fabrication process)	Clean Room ナノデバイス研究所 スーパークリーンルーム
7月27日(水)	8:30~	8:45-17:50	トランジスタ・回路試作	
7月28日(木)	8:30~	8:45-17:50	(実験の合間に講義)	
7月29日(金)	8:30~	8:45-17:50	Electrical measurement 測定	East building, 2F&4F ナノデバイス研究所 東棟2F、4F測定室
7月30日(土)		8:45-17:50		

3日間でCMOS集積回路を作製
(本コース用に短期間作製プロセスを
検討し提供.)



2022年度半導体CMOS実践プログラム:測定

日時	Teams meeting	時間	内容	場所
7月25日(月)		8:45-10:15	Introduction 実習内容説明、安全講習	East building, 5F ナノデバイス研究所 東棟5F会議室
		10:30-17:50	CMOS & Circuits Design トランジスタ・回路設計	
7月26日(火)		8:45-17:50	CMOS fabrication (lectures during fabrication process)	Clean Room ナノデバイス研究所 スーパークリーンルーム
7月27日(水)	8:30~	8:45-17:50	トランジスタ・回路試作 (実験の合間に講義)	
7月28日(木)	8:30~	8:45-17:50	(実験の合間に講義)	
7月29日(金)	8:30~	8:45-17:50	Electrical measurement 測定	East building, 2F&4F ナノデバイス研究所 東棟2F、4F測定室
7月30日(土)		8:45-17:50		



TEAMSの画面



最後の2日間で測定。
デバイス特性から測定方法までを習得。



2022年7月29日(金)

2022年度半導体CMOS実践プログラム:修了証

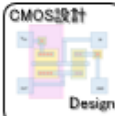
Type A受講生用



Research Institute
for Nanodevices
RIND

広島大学ナノデバイス研究所
Research Institute for Nanodevices,
Hiroshima University

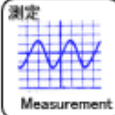
半導体CMOS実践プログラム
CMOS Training Course



CMOS設計
Design



製造プロセス
Fabrication



測定
Measurement

修了証
Certificate

名前 ナノデバイス 花子
所属 広島大学ナノデバイス研究所

上記の者は2022年7月25日-30日に
広島大学ナノデバイス研究所が実施した
半導体CMOS実践プログラム (タイプA) を
修了したことを証明します。
2022年7月30日

教授 黒木 伸一郎 特任准教授 田部井 哲夫

所長・教授 寺本 章伸

 HIROSHIMA UNIVERSITY

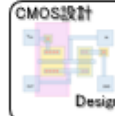
Type B受講生用



Research Institute
for Nanodevices
RIND

広島大学ナノデバイス研究所
Research Institute for Nanodevices,
Hiroshima University

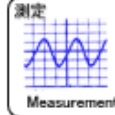
半導体CMOS実践プログラム
CMOS Training Course



CMOS設計
Design



製造プロセス
Fabrication



測定
Measurement

修了証
Certificate

名前 ナノデバイス 太郎
所属 広島大学ナノデバイス研究所

上記の者は2022年7月27日-29日に
広島大学ナノデバイス研究所が実施した
半導体CMOS実践プログラム (タイプB) を
修了したことを証明します。
2022年7月29日

教授 黒木 伸一郎 特任准教授 田部井 哲夫

所長・教授 寺本 章伸

 HIROSHIMA UNIVERSITY

中高生対象・太陽電池教室/研究所見学

毎年多くの中学・高校の生徒さんが、研究所の装置を使って太陽電池を試作したり、スーパークリーンルーム見学に訪れています。



2022年7月16日(土)



イノベーション創出に向けた仕組み ～オープンイノベーション拠点としての3つの柱～

文部科学大臣認定
生体医歯工学共同研究拠点

Research Center for Biomedical Engineering

第一期:2016-2021年度

第二期:2022-2027年度

共同研究(公募型)の
推進と共同研究拠点形成

文部科学省 ARIM
マテリアル先端リサーチインフラ
2021-2030年度

全国規模の
共用設備・装置事業



各競争的資金プロジェクト
最先端研究の推進
～より尖がった研究

新しい価値を見つけ
イノベーションにつなげる仕組み



半導体拠点

文部科学省
次世代X-nics半導体創生拠点
2022-2031年度



集積Green-niX研究・人材育成拠点

オープンイノベーションの
仕組み作り



経済産業省 J-Innovation HUB
地域オープンイノベーション拠点
(国際拠点型)に選出 (2020年12月)
～経産省が優先的に活動支援
～Jイノプラ事業(R3補正予算事業)



新半導体交流施設：Jイノベ棟

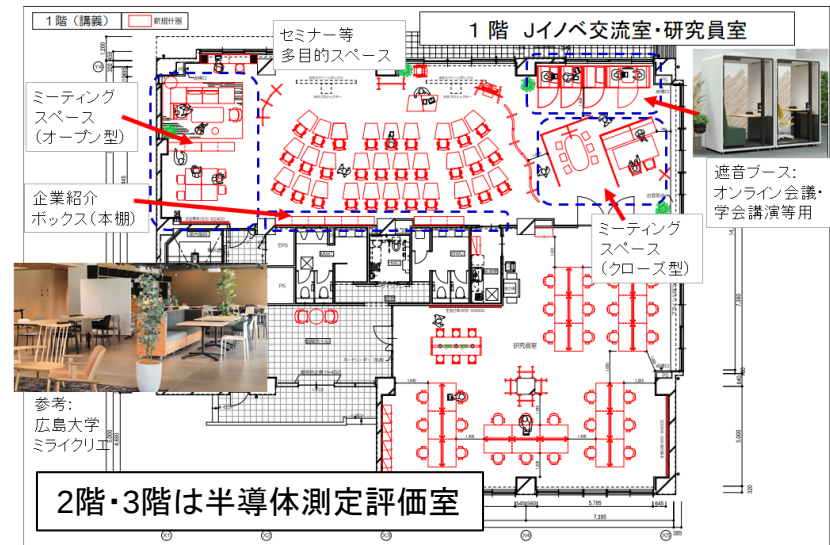


2023年2月竣工予定

経済産業省 令和4年度産学融合拠点創出事業
「地域の中核大学の産学融合の拠点の整備」
総事業費：12.5億円

(経産省：10億円、企業ご寄附：2億円、自主財源：0.5億円)

～ 拠点形成において東広島市からも多大なご支援頂いております。



ご清聴頂きありがとうございました。



文部科学大臣認定
生体医歯工学共同研究拠点
Research Center for Biomedical Engineering