

平成30年度 ナノテクキャリアアップアライアンス
京都大学 電子線描画装置入門コース《短期型》

■目的、対象者：

近年、微細加工技術で大いに注目を集めているのが MEMS・NEMS 技術であり、既に様々な分野で研究・開発・実用化が進んでいます。特に、センサ・情報通信・医療・バイオなどの分野で著しい発展をとげています。この技術の中で、微細構造作製におけるキープロセスのひとつが、電子線描画です。

本コースにおいては、微細加工の初心者を対象にし、最新鋭電子線描画装置を使用した Si ウェハへの描画をメインに、Si ドライエッチング装置による微細加工や FE-SEM による加工後の微細構造観察も含め、微細加工のための基本技術習得を目指します。

■募集人数： 3名

■期間： 平成30年7月23日（月）～ 8月2日（木）
講義：2日間（全員）、実習：2日間（個別） 合計4日間

■会場： 京都大学ナノテクノロジーハブ拠点
(京都市左京区吉田本町 京都大学吉田キャンパス内 工学部物理系校舎3階327号)
<http://www.mnhub.cpi.er.kyoto-u.ac.jp/access.html>

■内容：

1日目、2日目 7月23日（月）～ 7月24日（火）

① 電子線描画の基礎（講義） 参加者全員が対象

*以下の日程は受講者毎に連続した2日間で実施します。参加者により日程が異なりますのでご注意ください。
具体的な受講日程は、受講決定後、調整します。

3日目 7月25日（水）、7月30日（月）、8月1日（水） の何れかの日

② CADによるパターン設計（実習）
③ 基板準備と電子線描画装置による描画（実習）

4日目 7月26日（木）、7月31日（火）、8月2日（木） の何れかの日

④ 描画パターンの現像（実習）
⑤ Si ドライエッチング加工（実習）
⑥ 加工構造の FE-SEM 観察（実習）

■受講料：

アライアンス内の博士課程（後期）学生、若手研究者：無料（旅費の補助を予定）

一般：250,000円

■連絡先： 京都大学ナノテクノロジーハブ拠点
(kyodai-hub@saci.kyoto-u.ac.jp、電話：075-753-5231)

平成30年度 ナノテクキャリアアップアライアンス
京都大学 電子線描画装置アドバンスコース《短期型》

■目的、対象者：

近年、微細加工技術で大いに注目を集めているのが MEMS・NEMS 技術であり、既に様々な分野で研究・開発・実用化が進んでいます。特に、センサ・情報通信・医療・バイオなどの分野で著しい発展をとげています。この技術の中で、微細構造作製におけるキープロセスのひとつが、電子線描画です。

本コースにおいては、微細加工の中級者を対象にし、最新鋭電子線描画装置を使用した Si ウェハへの高度な描画（多層レジスト、重ね合わせ描画等）をメインに、より複雑なデバイス加工に対応した微細加工のための基本技術の習得を目指します。

■募集人数： 3名

■期間： 平成31年3月4日（月）～ 3月14日（木）
講義：2日間（全員）、実習：2日間（個別） 合計4日間

■会場： 京都大学ナノテクノロジーハブ拠点
（京都市左京区吉田本町 京都大学吉田キャンパス内 工学部物理系校舎3階327号）
<http://www.mnhub.cpi.er.kyoto-u.ac.jp/access.html>

■内容：

1日目、2日目 3月4日（月）～ 3月5日（火）

① 電子線描画の基礎から応用（講義） 参加者全員が対象

*以下の日程は受講者毎に連続した2日間を実施します。参加者により日程が異なりますのでご注意ください。
具体的な受講日程は、受講決定後、調整します。

3日目 3月6日（水）、3月11日（月）、3月13日（水） の何れかの日

- ② CADによる描画パターンデータ作成
- ③ 露光前処理 -レジスト塗布等（実習）
- ④ 多層レジストを用いた描画（実習）

4日目 3月7日（木）、3月12日（火）、3月14日（木） の何れかの日

- ⑤ 高精度重ね合わせ描画（実習）
- ⑥ 描画パターンのSEM観察（実習）

■受講料：

アライアンス内の博士課程（後期）学生、若手研究者：無料（旅費の補助を予定）

一般：250,000円

■連絡先： 京都大学ナノテクノロジーハブ拠点
（kyodai-hub@saci.kyoto-u.ac.jp、電話：075-753-5231）

平成30年度 ナノテクキャリアアップアライアンス
京都大学 MEMS コース《中長期・分散型》《中長期・集中型》

■目的、対象者：

マイクロスケールからナノスケールにおける微細加工技術（フォトリソグラフィ、成膜、エッチング、接合）は、ナノテクノロジーを駆使する MEMS/NEMS、電子デバイス、マイクロ流体デバイスの研究推進には必要不可欠です。

本コースでは、微細加工技術の初心者を対象に、微細加工技術の基本原則を理解すると共にナノテクノロジーハブ拠点の微細加工装置を利用した実習により、微細加工技術全体を総合的に理解し、簡単なデバイスを自分で設計、試作できる技術の習得を目指します。

■募集人数： 前期・後期 各3名

■期間： 前期：平成30年 4月2日（月）～平成30年9月28日（金）
後期：平成30年10月1日（月）～平成31年3月29日（金）

■会場： 京都大学ナノテクノロジーハブ拠点

（京都市左京区吉田本町 京都大学吉田キャンパス内 工学部物理系校舎3階327号）

<http://www.mnhub.cpier.kyoto-u.ac.jp/access.html>

京都大学桂キャンパスCクラスター3棟

（京都市西京区京都大学桂）

<https://www.ce.t.kyoto-u.ac.jp/ja/access/684230ad30e330f330b9>（最寄バス停：桂御陵坂）

■内容：

受講者、本務の指導教員・指導者、技術支援担当者、CUPAL 運営委員による打ち合わせを行い、受講者の専門、ニーズに合わせて、個別に具体的な実施内容、実施形態を決定（オーダーメイドカリキュラム）します。オーダーメイドカリキュラムは、ナノテクノロジーハブ拠点（ナノハブ拠点）での微細加工装置の操作実習、デバイスの設計・試作実施、などのメニューから、適宜組み合わせで作成します。実施形態は、定期的（毎週、2週間毎、毎月）、集中（1週間、2週間など）、定期と集中を組み合わせた実施など多様な選択肢に対応します。

■受講料：

アライアンス内の博士課程（後期）学生、若手研究者：無料（旅費の補助を予定）

一般 1,000,000円

■連絡先： 京都大学ナノテクノロジーハブ拠点

(kyodai-hub@saci.kyoto-u.ac.jp、電話：075-753-5231)

京都大学ナノ・マイクロシステム工学研究室内 CUPAL 事務局

(cupal@nms.me.kyoto-u.ac.jp、電話：075-383-3693)

平成30年度 ナノテクキャリアアップアライアンス
京都大学 マイクロ・ナノスケール材料工学コース《短期型》

■目的、対象者：

エレクトロニクス・自動車・通信・エネルギー・医療等、多様な分野においてマイクロメートルからナノメートルスケールの材料が機能・構造材料として注目されています。本講義は MEMS (微小電気機械システム) やマイ・ナノシステムの性能、信頼性、寿命に大きな影響を与えるマイクロ・ナノスケール材料が示す特有の機械的特性や挙動を基礎メカニズムから理解すると共に、機械的特性の評価方法を学ぶ、京都大学工学研究科の夏期集中講義です。

■募集人数： 3名

■期間： 平成30年9月3日(月)～6日(木)

■会場： 京都大学桂キャンパス C クラスター3 棟 1 階 講義室 4

(京都市西京区京都大学桂)

<https://www.ce.t.kyoto-u.ac.jp/ja/access/684230ad30e330f330b9> (最寄バス停：桂御陵坂)

■内容：

1 全体概要

マイクロ・ナノ材料のデバイスへの応用実例、および力学的特性や挙動がデバイスの特性に与える重要性について述べる。

2 マイクロ・ナノスケールにおける材料強度物性と破壊メカニズム①

マイクロ・ナノスケールにおける金属、無機、有機、複合材料の機械的特性と破壊・疲労メカニズムについて解説する。まず、薄膜・ワイヤー・ドット等の微小材料に固有の変形と破壊の特徴について、力学的観点から説明する。とくに、微小デバイスで問題となる異材界面の強度特性の考え方について詳述するとともに、疲労・環境・クリープ等による破壊についても述べる。また、金属微小材料の強度に及ぼす寸法効果の特徴と発現メカニズムについても触れる。

3 マイクロ・ナノスケールにおける材料強度物性と破壊メカニズム②

マイクロスケールの構造を持った代表例として、複合材料の特性について講述する。ここでは、構成要素である微小繊維および微小体積母材の評価とそのバルク材料との違いについて解説する。そして、繊維/母材界面の微視的な評価法およびその特性について説明する。また、微視的構成要素の変形・破壊がどのように蓄積してマクロな破壊に結びつくか、およびその異方性とメカニズムについて解説する。

4 シリコンの機械的物性

シリコンは半導体材料としてだけではなく、その優れた機械的特性によって機械構造材料としても有用でマイクロ・ナノデバイスの基本材料として幅広く用いられている。機械材料の観点でシリコンの特性について、基本物性、電気特性、弾性特性、ひずみ抵抗効果、さらには実用化に不可欠な強度や疲労など、デバイス設計に必要な知識を述べる。

5 マイクロ・ナノ材料試験法

マイクロ・ナノ材料の機械的特性とその評価方法について解説する。薄膜及び微小構造体の機械特性評価試験技術について紹介し、これらの技術によって理解される形状記憶合金など機能性材料の機能発現メカニズムとこれらの材料のデバイス応用について説明する。

6 ナノスケール材料のピエゾ抵抗効果

材料における電子の振る舞いの考え方を学ぶための電子状態理論の基礎と、周期的な原子配列・分子配列を持つ物質の電子状態を表現するバンド構造について解説し、材料に加わる応力やひずみが電子物性にどのように影響するかを議論する。とりわけ、材料の電気抵抗率が応力やひずみによって変化する現象（ピエゾ抵抗効果）の原理と特徴をバンド構造から導いて、シリコン・CNT・グラフェン等に見られるスケール依存性が発現するメカニズムについて紹介する。

7 バイオナノ材料①

細胞運動や分裂、分化・発生や再生などの様々な過程における細胞のダイナミクスは、分子レベルにおける力学・生化学因子の複雑な相互作用により制御されている。このナノスケールから階層化されたマイクロスケールレベルの細胞ダイナミクスを理解する上で重要となるバイオナノ材料としての生体分子・細胞の力学的ふるまいの解析手法について、数理モデリング・計算機シミュレーションおよび実験事例などを交えながら紹介する。

8 バイオナノ材料②

細胞は生体内において、「細胞外微小環境」によってその運命や機能が制御されている。その細胞外微小環境は、化学的因子・物理的因子・細胞間相互作用などによって構成され、それらがナノ・マイクロスケールレベルで細胞を制御している。細胞外微小環境を人工的に創出するために必要なバイオマテリアルの設計論や応用について紹介する。

9 バイオナノ材料③

モータタンパク質の運動をマイクロ・ナノ環境において人為的に再構築することで、そのアクチュエータとしての機能を工学応用することが可能になる。その際の機械材料的特性、分子設計論について紹介する。

10 バイオナノ材料④

DNA を構造材料として利用してナノスケールの構造物を製作する DNA ナノテクノロジー、特に DNA オリガミの基礎、設計論、応用について紹介する。

■受講料：

アライアンス内の博士課程（後期）学生、若手研究者：無料（旅費の補助を予定）

一般 250,000円（授業料）

博士課程（後期）学生は、「特別聴講学生」として京都大学工学研究科に受入れるために、受講者の所属している機関から、特別聴講学生の派遣申請を6月中旬までに行っていただきます。国立大学以外の所属の場合、大学間の協定と部局間の覚書を締結していなければ授業料が必要となりますが、これはCUPALが負担します。博士課程（後期）学生以外の若手研究者は一般聴講扱いとなります。

■連絡先： 京都大学ナノ・マイクロシステム工学研究室内 CUPAL 事務局

(cupal@nms.me.kyoto-u.ac.jp、電話：075-383-3693)

平成30年度 ナノテクキャリアアップアライアンス
京都大学 圧電デバイスコース《短期型》

■目的、対象者：

圧電デバイスは、携帯電話やカーナビゲーション等に搭載されているジャイロセンサやインクジェットプリンターの液滴吐出機構などに幅広く応用されています。圧電材料としては従来からジルコン・チタン酸鉛 ($\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ (通称：PZT)) が幅広く応用されてきました。しかしながら鉛は有毒であり、近年鉛を使用しない日本発のカリウムナトリウムニオブ酸 ($(\text{K}, \text{Na})\text{NbO}_3$ (通称：KNN)) の開発が盛んになってきており、一部企業では量産化に着手しています。

本コースにおいては、圧電デバイス初心者を対象に3日間に亘って圧電材料の基礎、圧電薄膜形成、デバイス化に関する講義およびスパッタ装置によるKNN成膜を実施し、その薄膜の結晶構造解析、圧電特性を調べることにより圧電薄膜の基本技術習得を目指します。

■募集人数： 3名

■期間： 平成30年9月12日（水）～14日（金）
実習：計3日間（2時間程度の講義を含む）

■会場： 京都大学ナノテクノロジーハブ拠点
(京都市左京区吉田本町 吉田キャンパス内 工学部物理系校舎3階327号および実験室)
<http://www.mnhub.cpi.er.kyoto-u.ac.jp/access.html>

■内容：

第1日目 9月12日（水）（10時30分から開始）

- ① 全体スケジュール説明、安全教育
- ② スパッタ装置によるPZT成膜（成膜の待ち時間内に講義）

第2日目 9月13日（木）

- ③ X線回折装置による結晶構造解析
- ④ SEMによる薄膜構造観察
- ⑤ 上部電極形成（真空蒸着装置）

第3日目 9月14日（金）

- ⑥ 強誘電体評価システムによるPEループ測定
- ⑦ データ整理およびまとめ

■受講料：

アライアンス内の博士課程（後期）学生、若手研究者：無料（旅費の補助を予定）

一般：250,000円

■連絡先： 京都大学ナノテクノロジーハブ拠点
(kyodai-hub@saci.kyoto-u.ac.jp、電話：075-753-5231)

平成30年度 ナノテクキャリアアップアライアンス
京都大学 マイクロ流路デバイスコース《短期型》

■目的、対象者：

本プログラムは、医療、バイオ、生体科学等の様々な分野にて創薬、生体研究、バイオセンサーに利用されているマイクロ流体デバイスの作製とその評価を行うことを課題とし、企業、研究機関、学生も含めた大学の若手研究者を対象に3日間の実習を行い、MEMSの基礎技術の体験習得を目的とするものである。京都大学ナノテクノロジーハブ拠点の最先端の施設・機器を利用しフォトリソグラフィーを主体としたMEMS技術を応用して2流体を混合制御するマイクロ流路デバイスを試作しその評価を行う。

■募集人数： 3名

■期間： 平成30年10月17日（水）～ 19日（金）

実習：計3日間（2時間程度の講義を含む）

■会場： 京都大学ナノテクノロジーハブ拠点

（京都市左京区吉田本町 京都大学吉田キャンパス内 工学部物理系校舎3階327号）

<http://www.mnhub.cpier.kyoto-u.ac.jp/access.html>

■内容：

1日目 10月17日（水）

- ① 講習会のスケジュール、MEMS技術を用いたマイクロ流路作製についての概要説明
- ② 簡易CADソフト（Layout editor）により各自の工夫をこらした簡単なマイクロ流路データを作成
- ③ マイクロ流路設計データに基づきフォトマスクを作成。

2日目 10月18日（木）

- ④ 厚膜レジストを用いてフォトリソグラフィーによりマイクロ流路パターン原盤を作成
- ⑤ PDMS（シリコーンゴム）を調合し原盤に流し込み熱硬化してPDMS流路を作成

3日目 10月19日（金）

- ⑥ マイクロ流路が形成されたPDMSを加工し、レジスト原盤の出来上がりをデジタル顕微鏡による観察とレジスト高さ測定を表面段差計を用いて行う
- ⑦ チューブ、治具等を取り付けてマイクロ流路デバイスシステムを組み立てたのち、液体（インク）を実際に流路に流し込み、2流体が二層流から管路途中で混ざり合うのを確認する

■受講料：

アライアンス内の博士課程（後期）学生、若手研究者：無料（旅費の補助を予定）

一般：250,000円

■連絡先： 京都大学ナノテクノロジーハブ拠点

（kyodai-hub@saci.kyoto-u.ac.jp、電話：075-753-5231）

■ Purpose and intended persons:

In the most-advanced semiconductor devices and MEMS, the requirement for nanoscale patterns have become important. The key technology to meet those requirement is the electron-beam lithography which can draw the fine patterns in the nanometer order.

This course is intended for the beginners of Electron-beam Lithography. The participants will learn the basic knowledge about the nanoscale patterning through the designing a nanoscale pattern by CAD, exposing the pattern on silicon wafers with oxide film by the most-advanced electron-beam lithography equipment, dry etching the pattern, and the observing the fabricated pattern with SEM.

■ Number of participants: 3 persons (maximum)

■ Time and period: From July 23 (Mon) to August 2 (Thu), 2018

4 days in total (lecture: 2 days [all participants]; practice: 2 days [individually])

■ Venue: Kyoto University Nanotechnology Hub (* Yoshida Campus, Kyoto University)

<http://www.mnhub.cpier.kyoto-u.ac.jp/access.html>

■ Contents:

Day 1 and Day 2 – July 23 (Mon) and July 24 (Tue)

[1] Fundamentals of electron-beam lithography (lecture) For all the participants

*) The following schedule will be implemented for each participant for two consecutive days. Please note that the schedule is different for each participant. The specific schedule will be adjusted after the participation has been determined.

Day 3 – July 25 (Wed), July 30 (Mon) or August 1 (Wed)

[2] Pattern design by CAD (practice)

[3] Photoresist coating by spin coater (practice)

[4] Drawing patterns by an electron-beam lithography equipment (practice)

Day 4 – July 26 (Thu), July 31 (Tue) or August 2 (Thu)

[5] Development of drawing pattern (practice)

[6] Dry etching of oxide film (practice)

[7] Observation of fabricated structures by SEM (practice)

[8] Preparation of report

■ Tuition:

Free of charge for the doctoral students and young researchers belonging to CUPAL Alliance institutions

Others: 250,000 yen (* Not including consumption tax)

■ Contact: Kyoto University Nanotechnology Hub

(kyodai-hub@saci.kyoto-u.ac.jp Phone: +81-75-753-5231)

■ Purpose and intended persons:

In the most-advanced semiconductor devices and MEMS, the requirement for nanoscale patterns have become important. The key technology to meet those requirement is the electron-beam lithography which can draw the fine patterns in the nanometer order.

This course is intended for intermediate participants of Electron-beam Lithography. The participants will learn the advanced knowledge about electron-beam lithography technologies through the designing complex devices by CAD, exposing the pattern (multilayer resist/superposition drawing) on silicon wafers with oxide film by the most-advanced electron-beam lithography equipment.

■ Number of participants: 3persons (maximum)

■ Time and period: From March 4 (Mon) to March 14 (Thu), 2019

4 days in total (lecture: 2 days [all participants]; practice: 2 days [individually])

■ Venue: Kyoto University Nanotechnology Hub (* Yoshida Campus, Kyoto University)

<http://www.mnhub.cpier.kyoto-u.ac.jp/access.html>

■ Contents:

Day 1 and Day 2 – March 4 (Mon) and March 5 (Tue)

[1] From the fundamentals to advanced knowledge of electron-beam lithography (lecture). For all the participants

*) The following schedule will be implemented for each participant for two consecutive days. Please note that the schedule is different for each participant. The specific schedule will be adjusted after the participation has been determined.

Day 3 – March 6 (Wed), March 11 (Mon) or March 13 (Wed)

[2] Pattern design by CAD

[3] Treatment before exposure – Photoresist application, etc. (practice)

[4] Drawing patterns using multilayer resist (practice)

Day 4 – March 7 (Thu), March 12 (Tue) or March 14 (Thu)

[5] High-precision superposition drawing (practice)

[6] Observation of drawing pattern by SEM (practice)

■ Tuition:

Free of charge for the doctoral students and young researchers belonging to CUPAL Alliance institutions

Others: 250,000 yen (* Not including consumption tax)

■ Contact: Kyoto University Nanotechnology Hub

(kyodai-hub@saci.kyoto-u.ac.jp Phone: +81-75-753-5231)

FY 2018 Nanotech Career-up Alliance

Kyoto University, MEMS Course << Mid- and long-term type/ dispersed type & concentrated type >>

■ Purpose and intended persons:

The Micro/Nano fabrication technologies (photolithography, thin film deposition, etching and bonding) from microscale to nanoscale are indispensable to the research of MEMS/NEMS, electronic devices and microfluidic devices which make full use of nanotechnologies.

This course is intended for the beginners of Micro/Nano fabrication technologies to understand the basic principles of the technologies. It also aims to acquire the Micro/Nano fabrication skills comprehensively through the practices of design and fabrication of simple devices using the equipments at Nanotechnology Hub.

■ Number of participants: 3 persons each for the 1st term and the 2nd term (maximum)

■ Time and period:

1st term: From April 2 (Mon) 2018 to September 28 (Fri) 2018

2nd term: From October 1 (Mon) 2018 to March 29 (Fri) 2019

■ Venue:

Kyoto University Nanotechnology Hub Base

(<http://www.mnhub.cpier.kyoto-u.ac.jp/access.html>)

Kyoto University, Katsura Campus, C Cluster

(<https://www.ce.t.kyoto-u.ac.jp/ja/access/684230ad30e330f330b9> (Nearest Bus Stop : Katsura Goryozaka))

■ Contents:

The participants, the supervisors of the participants, the persons in charge of technical assistance, and the CUPAL operation committee members will have a meeting to determine the specific curriculum according to the specialty and the needs of each participant (custom-made curriculum).

The custom-made curriculum will be made by combining the practice of the operation of the Micro/Nano fabrication equipments at Nanotechnology Hub, the device design and fabrication training etc. according to the needs of each participant.

The style of the course has various options such as the periodical courses (every week, every 2 weeks, or every month), the intensive courses (for one week, two weeks, etc.), or the combination of the above.

■ Tuition:

Free of charge for the doctoral students and young researchers belonging to CUPAL Alliance institutions

Others: 1,000,000 yen (* Not including consumption tax)

■ Contact:

Kyoto University Nanotechnology Hub Base (kyodai-hub@saci.kyoto-u.ac.jp Phone: +81-75-753-5231)

Kyoto University Nano/Micro System laboratory, CUPAL secretariat

(cupal@nms.me.kyoto-u.ac.jp Phone: +81-75-383-3693)

■ Purpose and intended persons:

Recently, there are increasing needs for various functional and structural materials of micro/nano size in a wide range of fields such as electronics, car industry, communication, energy and medicine. This series of lectures aims to develop a fundamental understanding in mechanical properties or distinct phenomena related to such micro/nano scale materials, which is essential in evaluating performance, reliability and lifespan of MEMS (Microelectromechanical system) devices and other micro/nano systems. These lectures are summer intensive course in the department of engineering, Kyoto University.

■ Number of participants: 3 persons (maximum)

■ Time and period: From September 3 (Mon) to September 6 (Thu), 2018

■ Venue: Kyoto University, Katsura Campus, C Cluster

(<https://www.ce.t.kyoto-u.ac.jp/ja/access/684230ad30e330f330b9> (Nearest Bus Stop: Katsura Goryozaka))

■ Contents:

1. Outline

In this lecture, application examples of micro and nanoscale material on devices and importance of mechanical properties and its behavior on device characteristics are described.

2. Fracture and fatigue mechanism of materials in the micro- and nano- meter scale ①

We explain fundamentals on the fracture and fatigue mechanism of materials in the micro- and nano-meter scale. At first, the characteristic properties of deformation and fracture in small components such as thin films, wires, dots etc. are discussed in terms of the solid mechanics. Focus is put on the interface strength of dissimilar materials as well including the effect of fatigue, creep and environment. Then, we explain the characteristics and mechanisms of “size effects” on the strength of micro- and nano-materials.

3. Fracture and fatigue mechanism of materials in the micro- and nano- meter scale ②

As a representative example of materials with microscale structures, properties of composite materials are lectured. Characterization of microscopic components such as fibers and matrices are explained from the view points of the difference from bulk materials. Testing methods and properties of fiber/matrix interface are described. The relationship between the deformation and fracture of microscopic components and those of macroscopic composite materials are explained including the underlying mechanism. Explanation is also made to anisotropy of elastic properties and strength.

4. Mechanical properties of Silicon

Silicon, one of the most widely used materials in micro/nano devices, is used not only as a semiconductor material but also as a mechanical material because of its superior mechanical properties. In this lecture, the properties of silicon, such as physical, electrical, mechanical, electro-mechanical properties, will be presented in the view point of a mechanical structural material. Especially the lecture will focus on the elastic properties, piezoresistive effect, and fracture/fatigue properties of silicon, indispensable for designing micro/nano-devices.

5. Characterization of micro nano material

In this class, first I will lecture the evaluation method for the mechanical properties of micro and nano-scale materials used for MEMS and semiconductor devices. Several representative experimental techniques for micro and nano mechanical testing will be presented and explained. Then I will lecture representative functional materials, such as shape memory alloy films and self-propagating exothermic foils, and lecture regarding the possibility of their application to MEMS.

6. Piezoresistive effect in nanoscale materials

In this theme, we will study the fundamental concepts of electronic-state theory and band structures to represent behavior of electrons in materials, and will discuss the electromechanical properties of materials based on the electronic-state theory. In particular, the principle and features of the piezoresistive effect, the change in the electrical resistivity due to mechanical stresses and strains, will be derived from the band structures of materials. The mechanisms of scale dependence of piezoresistivity in nanoscale materials such as silicon, carbon nanotube, and graphene will be also discussed.

7. Bio/Nano material ①

In tissue adaptation, regeneration and stem cell differentiation in tissue morphogenesis, cellular functional activities such as cell migration and division are regulated by complex mechano-chemical couplings at molecular level. To understand such a hierarchical dynamics from nanoscopic molecular events to microscopic cellular dynamics, we will discuss analysis of the molecular and cellular mechanical behaviors as bio-nano materials by integrating experiments, mathematical modeling and computer simulations.

8. Bio/Nano material ②

Cells are well regulated their fates and functions by extracellular microenvironments, consisted with chemical/physical cues and cell-cell interaction at a nano/micro-meter scale. This lecture provides an insight of design methods of biomaterials and their applications to recapitulate extracellular microenvironments.

9. Bio/Nano material ③

Motor proteins are nano-scale actuators in vivo. Their active functions can be reconstructed in vitro to be utilized as a driving source of micro/nano systems. This lecture introduces fundamentals of their mechanical properties and molecular design methods.

10. Bio/Nano material ④

This lecture describes DNA nanotechnology to construct nanoscale structures using DNA as a structural material. Fundamental knowledge, design methodology and application of DNA origami technique are focused.

■ Tuition:

Free of charge for the doctoral students and young researchers belonging to CUPAL Alliance institutions
Others: 250,000 yen (Tuition fee)

■ Contact: Kyoto University Nano/Micro System laboratory, CUPAL secretariat

(cupal@nms.me.kyoto-u.ac.jp Phone: +81-75-383-3693)

■ Purpose and intended persons:

Piezoelectric $\text{Pb}(\text{Zr,Ti})\text{O}_3$ thin films has been actually used for the MEMS device such as gyro sensors and inkjet printers. However the use of toxic lead has restricted in the world, development of lead free piezoelectric thin films has been anticipated. In this course, participants take a lecture of basis of piezoelectric materials, and practical experiment of $(\text{K},\text{Na})\text{NbO}_3$ thin films deposition by sputtering, evaluation technique by X-ray diffractometer and PE hysteresis measuring system.

■ Number of participants: 3persons (maximum)

■ Time and period: From September 12 (Wed) to 14 (Fri), 2018

■ Venue: Kyoto University Nanotechnology Hub (* Yoshida Campus, Kyoto University)

<http://www.mnhub.cpi.er.kyoto-u.ac.jp/access.html>

■ Schedule:

Day 1 – September 12 (Wed) (10:30 am start)

[1] Guidance

[2] PZT thin films deposition by RF magnetron sputtering

We will lecture on basic study on piezoelectric material during waiting time of sputtering(2h).

Day 2 – September 13 (Thu)

[3] Crystal structure analysis by X-ray diffractometer

[4] Observation of surface and/or cross section of PZT thin film by SEM

[5] Deposition of upper electrode by thermal evaporator

Day 3 – September 14 (Fri)

[6] Evaluation of PE-hysteresis loop of PZT thin film by piezoelectric measuring system.

[7] Summarizing

■ Tuition:

Free of charge for the doctoral students and young researchers belonging to CUPAL Alliance institutions

Others: 250,000 yen (* Not including consumption tax)

■ Contact: Kyoto University Nanotechnology Hub

(kyodai-hub@saci.kyoto-u.ac.jp Phone: +81-75-753-5231)

■ Purpose and intended persons:

In various fields such as medical and biological science and so on, micro fluidic devices are applied for drug development, biological science and bio-sensor. This course is held for researchers of enterprise, research institute and university including student to learn the MEMS basic technology fabricating the micro fluidic devices. The participants will use mainly Nanotechnology Hub's photolithography process including cutting edge equipment and tools to fabricate the micro fluidic device which works for 2 liquids mixing and finally evaluate it.

■ Number of participants: 3 persons (maximum)

■ Time and period: October 17 (Wed) to October 19 (Fri) , 2018

■ Venue: Kyoto University Nanotechnology Hub (* Yoshida Campus, Kyoto University)

<http://www.mnhub.cpi.kyoto-u.ac.jp/access.html>

■ Contents:

Day 1 - October 17 (Wed)

[1] Introduction of the program schedule and outline of the micro fluid device fabrication using MEMS technology

[2] Designing micro fluid device and make the pattern data by CAD soft (L-Edit).

[3] Fabrication of photo-mask based on micro fluid device CAD data.

Day 2 - October 18 (Thu)

[4] Fabrication of the photo resist master for micro fluid device using photolithography.

[5] Mixing up of PDMS and forming the PDMS micro fluid using the resist master.

Day 3 - October 19 (Fri)

[6] Processing the PDMS micro fluid device and observe the photo resist master micro fluid and measure the resist height corresponded to micro fluid depth.

[7] Attaching the tubes and small tools to the micro fluid device and observe

[8] Observation of 2 fluids behavior through designed micro fluid channel

■ Tuition:

Free of charge for the doctoral students and young researchers belonging to CUPAL Alliance institutions

Others: 250,000 yen (* Not including consumption tax)

■ Contact: Kyoto University Nanotechnology Hub

(kyodai-hub@saci.kyoto-u.ac.jp Phone: +81-75-753-5231)