|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬTTP. HỒ CHÍ MINH**KHOA KHOA HỌC ỨNG DỤNG** | **Ngành đào tạo:** Các ngành kỹ thuật**Trình độ đào tạo:** Đại học **Chương trình đào tạo:** Công nghệ vật liệu  |

**Đề cương chi tiết học phần**

**1. Tên học phần: Hệ vi cơ điện tử (MEMS)**

**Mã học phần:** MEMS332212

##### 2. Tên Tiếng Anh: Micro Electro-Mechanical System (MEMS)

**3. Số tín chỉ: 3(2+1)** (2:2:4) (học kỳ 15 tuần)

**4. Các giảng viên phụ trách học phần**

1/ GV phụ trách chính: TS. Nguyễn Thụy Ngọc Thủy

2/ Danh sách giảng viên cùng GD: TS. Ngô Hải Đăng

**5. Điều kiện tham gia học tập học phần**

Môn học tiên quyết: Công nghệ vi chế tạo

Môn học song song:

**6. Mô tả tóm tắt học phần (Course Description)**

Học phần Hệ vi cơ điện tử (MEMS) ở trình độ đại học cung cấp cho SV các kiến thức cơ bản nhất về các loại linh kiện vi cơ điện tử (linh kiện MEMS), từ nguyên lý hoạt động đến quy trình thiết kế cấu trúc linh kiện để sau cùng đưa ra quy trình chế tạo linh kiện, đo đạc và ứng dụng trong thực tiễn.

**7. Chuẩn đầu ra của học phần**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **CLOs** | **Mô tả***(Sau khi học xong môn học này, người học có thể)* | **ELO(s)****/PI(s)** | **Trình độ năng lực** |
| **CLO1** | Hiểu rõ được các loại vật liệu và công nghệ vi chế tạo sử dụng để chế tạo một linh kiện vi cơ điện tử. | **PI7.1** | **3** |
| **CLO2** | Hiểu và Phân tích được nguyên lý hoạt động của các loại linh kiện vi cơ điện tử | **PI8.1** | **4** |
| **CLO3** | Hiểu rõ được nguyên lý thiết kế cấu trúc linh kiện vi điện tử kết hợp với công nghệ chế tạo để đưa ra quy trình chế tạo một linh kiện tối ưu nhất. | **PI9.1** | **4** |
| **CLO4** | Vận dụng kiến thức về tính chất vật liệu và công nghệ vi chế tạo để thiết kế (hoặc chế tạo) linh kiện vi điện tử (cảm biến và bộ chấp hành). | **PI9.2, PI9.3** | **4** |

**8. Nội dung môn học**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tuần** | **Nội dung** | **Chuẩn đầu ra học phần** | **TĐNL** | **Phương pháp dạy học** | **Phương pháp đánh giá** |
|  | ***Chương 1: Tổng quan về hệ vi cơ điện tử*** *(2/2/4)* |  |  |  |  |
| ***A/* Các nội dung và PPGD chính trên lớp***: (3)***Nội dung GD lý thuyết:**1.1. Thế nào là vi hệ thống cơ điện tử?1.2. Lịch sử phát triển của vi điện tử và phương pháp chế tạo1.3. Thành phần và chức năng của vi hệ thống cơ điện tử1.4. Các loại vi hệ thống cơ điện tử (Mechanical, electrical, optical, magnetic, bio – MEMS, microfuidic) | **CLO1** | **3** | Thuyết giảngThảo luận nhómTrình chiếu | Câu hỏi lý thuyết |
| ***B/*Các nội dung cần tự học ở nhà**: *(4)*Bài tập chương 1: Bài tập lấy ví dụ các loại linh kiện vi cơ điện tử và phân tích | **CLO1** |  |  |  |
|  | **C/Thực hành (4)**- Thực hành sử dụng các thiết bị, dụng cụ cơ bản trong phòng thí nghiệm CNVL | **CLO1** |  |  |  |
| ***2*** | ***Chương 2: Sơ lược về qui trình vi chế tạo (microfabrication) (2/2/4)*** |  |  |  |  |
| ***A/* Cácnội dung và PPGD chính trên lớp***: (3)***Nội dung GD lý thuyết:**2.1. Vật liệu trong công nghệ vi chế tạo (bán dẫn, kim loại, và điện môi)2.2. Vật liệu ban đầu (Vật liệu đế) - Si, glass … - Polymer (PI, PDMS, PEN, PMMA….) - Cách xử lý làm sạch vật liệu ban đầu (solution and plasma cleaning)2.3. Những vấn đề thiết yếu trong thiết kế cấu trúc MEMS: chọn vật liệu, kích thước, cấu trúc, nguyên lý hoạt động 🡪 chọn phương pháp, qui trình chế tạo linh kiện MEMS.  | **CLO1** | **3** | Thuyết giảngThảo luận nhómTrình chiếu | Câu hỏi lý thuyết |
| ***B/*Các nội dung cần tự học ở nhà**: *(6)*+ Thiết kế những cấu trúc MEMS đơn giản.Bài tập chương 2 |  |  |  |  |
|  | **C/Thực hành (4)**- Thực hành qui trình cắt mẫu, rửa mẫu thủy tinh, Silic. | **CLO1** |  |  |  |
| 3 | ***Chương 3: Qui trình chế tạo màng mỏng (thin film deposition process***) *(2/2/4)* |  |  |  |  |
| ***A/* Các nội dung và PPGD chính trên lớp***: (3)***Nội dung GD lý thuyết:**Giải thích rõ các phương pháp phủ màng, so sánh các phương pháp (khác nhau về năng lượng hạt, tốc độ và chất lượng màng phủ) và cách chọn một phương pháp chế tạo tùy theo vật liệu, kích thước, và cấu trúc MEMS.3.1. PP lắng đọng hơi hóa học: LPCVD, PECVD, ALD3.2. PP lắng đọng hơi vật lý: phún xạ (sputtering), bốc bay nhiệt (thermal evaporation), bốc bay bằng dòng electron (e-beam evaporation)3.3. PP điện hóa: electroplating3.4. PP nhúng dung dịch (dip coating) và ứng dụng tạo monolayer bằng SAM (self-assembly monolayer) | **CLO1, CLO2** | **3** | Thuyết giảngThảo luận nhómTrình chiếu | Câu hỏi lý thuyết |
| ***B/*Các nội dung cần tự học ở nhà**: *(6)*+ Tìm hiểu thêm về các pp phủ SiO2 và sự khác biệt về cấu trúc của SiO2 với các pp khác nhau.Bài tập chương 3 |  |  |  |  |
|  | **C/Thực hành (4)**- Thực hành tạo màng bằng phương pháp bốc bay nhiệt, phún xạ. | **CLO1** |  |  |  |
| 4 | ***Chương 4: Qui trình tạo hình (patterning process)*** *(2/2/4)* |  |  |  |  |
| ***A/* Cácnội dung và PPGD chính trên lớp***: (3)***Nội dung GD lý thuyết:**Giải thích các qui trình tạo hình ở các kích thước khác nhau, và các loại công nghệ tạo hình xuống đến kích thước nano.4.1. Qui trình tạo hình bằng quang khắc (photo-lithography): dùng cho kích thước micro- Thiết kế mặt nạ (photo-mask)4.2. Qui trình tạo hình bằng khắc dòng electron (e-beam-lithography): cho kích thước nano.4.3. Các kỹ thuật khác: soft lithography, thinning, molding, priting.4.4. Kỹ thuật stereo-lithography cho 3D MEMS. | **CLO1, CLO2** | **3** | Thuyết giảng;Thảo luận nhóm;Trình chiếu | Câu hỏi lý thuyết |
| ***B/*Các nội dung cần tự học ở nhà**: *(6)* + Một số công nghệ tạo hình khác + Áp dụng các kỹ thuật tạo hình cho các cấu trúc có kích thước khác nhau. Bài tập chương 4 |  |  |  |  |
| **C/Thực hành (4)**- Thực hành tạo màng bằng phương pháp bốc bay nhiệt, phún xạ. | **CLO1** |  |  |  |
| 5 | ***Chương 5: Qui trình khắc ăn mòn (etching process)*** *(6/0/12)* |  |  |  |
| ***A/* Cácnội dung và PPGD chính trên lớp***: (3)***Nội dung GD lý thuyết:**Giải thích qui trình ăn mòn ở dạng ướt (wet etching by solution) và dạng khô (dry etching by plasma), sự khác biệt cơ bản giữa các dạng ăn mòn.5.1. Qui trình tạo mặt nạ (mask) cho quá trình ăn mòn5.2. Ăn mòn ướt cho các loại vật liệu: Si, glass, kim loại.5.3. Ăn mòn khô bằng plasma - Môi trường plasma - Các hệ plasma cho ăn mòn: TCP, ICP, CCP  - Các quá trình ăn mòn khô cho vật liệu thông thường: Si, glass, polymer, kim loại. | **CLO1, CLO2** | **3** | Thuyết giảng;Thảo luận nhóm;Trình chiếu | Câu hỏi lý thuyết |
| ***B/*Các nội dung cần tự học ở nhà**: *(6)*+ Thiết kế mask cho qui trình ăn mòn khô.Bài tập chương 5 |  |  |  |  |
|  | **C/Thực hành (4)**- Thực hành tạo màng bằng phương pháp bốc bay nhiệt, phún xạ. | **CLO1** |  |  |  |
| 6 | ***Chương 6: Công nghệ LIGA và đóng gói (packaging)*** *(6/0/12)* |  |  |  |
| ***A/* Các nội dung và PPGD chính trên lớp***: (6)*6.1. LIGA và polymers trong vi chế tạo6.2. Các kỹ thuật transfer6.3. Kỹ thuật kết nối (bonding): anodic, plasma, và adhesive bonding.6.4. Kỹ thuật tích hợp (integration)6.5. Qui trình đóng gói (packaging process) | **CLO1, CLO2** | **3** | Thuyết giảng;Thảo luận nhóm;Trình chiếu | Câu hỏi lý thuyết |
| ***B/*Các nội dung cần tự học ở nhà**: *(12)*+ Áp dụng công nghệ LIGA cho một ứng dụng cụ thểBài tập chương 6 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 7 | ***Chương 7: Thiết kế và qui trình chế tạo hệ cơ MEMS*** *(6/0/12)* |  |  |  |  |
| ***A/* Các nội dung và PPGD chính trên lớp***: (6)***Nội dung GD lý thuyết:**7.1. Khảo sát tính chất cơ của vật liệu (ứng suất dư, ứng suất Young, sức bền vật liệu…)7.2. Phân tích một số hệ cơ MEMS đơn giản (sensor và actuator)7.3. Thiết kế (design) và phương pháp chế tạo hệ cơ MEMS**PPGD chính**:* Thuyết giảng
* Thảo luận nhóm
* Trình chiếu
 | **CLO3, CLO4** | **4** | Thuyết giảng;Thảo luận nhóm;Trình chiếu | Câu hỏi lý thuyết |
| ***B/*Các nội dung cần tự học ở nhà**: *(12)*+ Ứng dụng nguyên tắc thiết kế MEMS cơ cho bộ gia tốcBài tập chương 7 |  |  |  |  |
|  | **C/Thực hành (4)**- Thực hành tạo màng bằng phương pháp bốc bay nhiệt, phún xạ. |  |  |  |  |
| 8-11 | ***Chương 8: Thiết kế và qui trình chế tạo điện, từ, quang, RF MEMS*** *(6/0/12)* | **CLO3, CLO4** | **4** | Thuyết giảng;Thảo luận nhóm;Trình chiếu | Câu hỏi lý thuyết |
| ***A/* Cácnội dung và PPGD chính trên lớp***: (3)***Nội dung GD lý thuyết:**8.1. Khảo sát phương pháp chế tạo một số linh kiện điện tử cơ bản: field-effect transistor, diode 8.2. Phân tích một số hệ điện, từ, quang, RF MEMS đơn giản8.3. Thiết kế (design) và phương pháp chế tạo hệ điện, từ, quang, RF MEMS**PPGD chính**:* Thuyết giảng
* Thảo luận nhóm
* Trình chiếu
 | **CLO3, CLO4** |  |  |  |
| ***B/*Các nội dung cần tự học ở nhà**: *(12)*+ Thiết kế linh kiện FET trên vật liệu bán dẫn hữu cơ Bài tập chương 8 |  |  |  |  |
| 12-15 | ***Chương 9: Thiết kế và qui trình chế tạo bio – MEMS và vi dòng chất lỏng (microfuidic)*** *(6/0/12)* |  |  |  |
| ***A/* Cácnội dung và PPGD chính trên lớp***: (6)***Nội dung GD lý thuyết:**9.1. Phân tích một số hệ bio-MEMS cảm biến sinh học, và vi dòng chất lỏng9.2. Thiết kế và phương pháp chế tạo hệ bio-MEMS cảm biến sinh học, và vi dòng chất lỏng | **CLO3, CLO4** |  |  |  |
| ***B/*Các nội dung cần tự học ở nhà**: *(12)*+ Tìm một vài ứng dụng của bio-MEMS trong thực tế  |  |  |  |  |

**9. Phương pháp giảng dạy**

Phương pháp thuyết trình, bài tập nhóm, đề tài nhóm, báo cáo tiểu luận.

**10. Đánh giá sinh viên**

- Thang điểm: **10**

- Kế hoạch kiểm tra như sau:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Hình thức KT** | **Nội dung** | **Thời điểm** | **Công cụ KT** | **Chuẩn đầu ra KT** | **Tỉ lệ (%)** |
| **Kiểm tra quá trình** |  | **50** |
| Lần 1 | Bài tập chế tạo màng vật liệu cụ thể từ các phương pháp khác nhau, từ so sánh ưu nhược điểm của các phương pháp chế tạo màng.Bài tập về áp dụng các kỹ thuật tạo hình (patterning) để tạo hình cho một kích thước linh kiện cụ thể.Bài tập về kỹ thuật ăn mòn đối với một vật liệu có kích thước cụ thể.  | Tuần 6 | Bài kiểm tra  | **CLO1, CLO2** | 20 |
| Lần 2 | Bài tập về thiết kế, chế tạo một linh kiện vi điện tử cho một ứng dụng cụ thể | Tuần 14 | Bài kiểm tra  | **CLO3, CLO4** | 20 |
| Bài tập nhóm | Về các qui trình chế tạo linh kiện vi điện tử |  |  | **CLO1, CLO2, CLO3** | 5 |
| Chuyên cần |  |  |  |  | 5 |
| **Thi cuối kỳ** |  |  | **50** |
|  | Đề tài cuối kỳ | Cuối học kỳ | Tiểu luận và báo cáo |  | 50 |

**11. Tài liệu học tập**

 **- Sách, giáo trình chính:**

[1] Fundamentals of microfabrication, Marc J. Madou, second edition, 2002

[2] Micromachined transducers source book, Gregory T.A. Kovacs, Stanford University, McGraw Hill, 1998

 **- Sách (TLTK) tham khảo:**

[1] Micro-Electro-Mechanical System Design, Taylor & Francis Group, LLC, 2005

[2] Microsensor, MEMS and Smart Devices, J. W. Gardner, V. K. Varadan, O. O. Awadelkarim, JOHN WILEY & SONS, LTD, 2001

[3] Cơ sở công nghệ vi điện tử và vi hệ thống, TS. Nguyễn Nam Trung, 1999

 [4] Điện tử nano – linh kiện và công nghệ, PGS.TS Đinh Sỹ Hiền, 2005

**12. Thông tin chung:**

**Đạo đức khoa học:**

Sinh viên phải tuân thủ nghiêm các quy định về Đạo đức khoa học của Nhà trường (số 1047/QĐ-ĐHSPKT ngày 14/3/2022). Nghiêm cấm bất kỳ hình thức đạo văn (sao chép) nào trong quá trình học cũng như khi làm báo cáo hay thi cử. Mọi vi phạm về đạo đức khoa học của SV sẽ được xử lý theo quy định.

**Lưu ý thay đổi:**

Các thông tin trong ĐCCT này có thể bị thay đổi trong quá trình giảng dạy tùy theo mục đích của GV. SV cần cập nhật thường xuyên thông tin của lớp học phần đã đăng ký.

**Quyền tác giả:**

Toàn bộ nội dung giảng dạy, tài liệu học tập của học phần này được bảo vệ bởi quy định về Sở hữu trí tuệ (số 934/QĐ-ĐHSPKT ngày 12/3/2020) của trường ĐH SPKT TPHCM. Nghiêm cấm bất kỳ hình thức sao chép, chia sẻ mà chưa được sự cho phép của tác giả.

**13. Ngày phê duyệt lần đầu:**

**14. Cấp phê duyệt:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Trưởng khoa** | **Trưởng BM** | **Nhóm biên soạn** |
|  |  |  |

**15. Tiến trình cập nhật ĐCCT**

|  |  |
| --- | --- |
| **Lần 1:** Nội Dung Cập nhật ĐCCT lần 1: ngày tháng năm  | **<**người cập nhật ký và ghi rõ họ tên)Tổ trưởng Bộ môn: |
| **Lần 2:** Nội Dung Cập nhật ĐCCT lần 2: ngày tháng năm | **<**người cập nhật ký và ghi rõ họ tên)Tổ trưởng Bộ môn: |