

КУРС ЗА ПОДГОТОВКА НА ДОКТОРАНТИ
ИНСТИТУТ ПО ЕЛЕКТРОНИКА

ЛАЗЕРНИ МЕТОДИ ЗА СЪЗДАВАНЕ НА МИКРО- И НАНОСТРУКТУРИ
LASER METHODS FOR FABRICATION OF MICRO- AND NANOSTRUCTURES

This course may also be held in English, upon request

ЛЕКТОР:

доц. д-р Анна Диковска
Assoc. Prof. Anna Dikovska

E-mail: dikovska@ie.bas.bg, annadikovska8@gmail.com

Хорариум:

20 лекционни часа

АНОТАЦИЯ

Една от основните приоритетни области в научната и научно-изследователската политика в световен мащаб е областта на нанотехнологиите. В тази област, основните насоки в научните изследвания са свързани със специфичните свойства на нанообектите и с идея за приложението им в областта на комуникациите, микро- и наноелектрониката, химията и медицината. От своя страна, това отваря огромно поле за изява на учени и технолози в областта на разработването и прилагането на подходящи технологии за създаване на наноразмерни образци. През последните години усилията на учените се насочиха към разработване на лесно приложими, гъвкави, енерго- и времеспестяващи технологии. Същевременно, приложението на нанообекти в области като медицината, наложи високи изисквания към технологията за тяхното получаване. Подобни приложения предполагат създаването на „химически чисти“ образци, което от своя страна придвижи на преден план разработването и прилагането на физични методи за получаване на нанообекти. Лазерната аблация е физичен процес, който лежи в основата на една от успешно прилаганите технологии за получаване на наноструктури и наночастици. Импулсното лазерно отлагане (PLD) е технология за израстване на тънки слоеве в основата, на която е процеса на лазерна аблация от мишена. Методът се прилага успешно и за израстване на наноструктури с определена композиция, морфология и ориентация на израстване за широк спектър от материали - диелектрици, полупроводници и метали. Чрез промяната на процесните параметри е възможно създаването на огромно многообразие от наноструктури, в това число нанопръчици, наноколони, наноленти и наномрежи. Лазерната аблация е и в основата на метод за директно формиране на наночастици в газова и течна среда.

В курса се разглеждат възможностите за създаване на микро- и наноструктури чрез прилагане на метода на импулсното лазерно отлагане. Разглежда се принципно взаимодействието на лазерното лъчение (с къси и ултракъси импулси) с веществото и процеса на лазерна аблация от мишена. Основно внимание се обръща на импулсното лазерно отлагане като метод за израстване на тънки слоеве и възможността за прилагането му за получаване на микро- и наноструктури. Разглежда се влиянието на процесните параметри върху създадените структури и основните методи за анализ на структурата, морфологията и физичните им свойства. Дискутират се и възможностите за получаване на структури чрез лазерна аблация на тънък слой, както и създаването на структури в течна среда. Разгледани са конкретни примери за създаване на микро- и наноструктури.

SUMMARY

Nanotechnology is determined as one of the basic areas of priority in the scientific and research politics of worldwide importance. The basic trends in the research are connected to the specific properties of the nanoobjects and to the idea for their application in the field of communications, micro- and nanoelectronic, and medicine. This, in turn, opened a huge area for scientists and technologists in the development and application of appropriate technologies to fabricate nanoscale samples.

During the last years, the efforts of the scientists have been directed to development of easy applicable, flexible, energy- and time-saving technologies. The application of nanoobjects in areas such as medicine imposed requirements towards the technology of their fabrication. Similar applications require chemicals-free samples to be fabricated, what, on its side, shift to the foreground the development and application of physical methods for production of nanoobjects.

Laser ablation is a physical process, which is the basis of one of the technologies successfully applied for fabrication of nanostructures and nanoparticles. Pulsed laser deposition (PLD) is a technology to grow thin films on whose base is the process of laser ablation from a target. The method is successfully applied to grow nanostructures of specific composition, morphology, and growing orientation. It is possible by a change of the processing parameters to fabricate a huge variety of nanostructures including nanorods, nanocolumns, nanosheets and nanonets. Laser ablation is also on the base of a method for direct formation of nanoparticles in gas and liquid medium.

The course examines the possibilities of fabrication of micro- and nanostructures by applying the method of pulsed laser deposition. The laser-matter interaction (with short and ultrashort pulses) and the process of laser ablation from a target, are considered. The main attention is paid to pulsed laser deposition as a method for growing thin films and the possibility of its application to the production of micro- and nanostructures. The influence of process parameters on the deposited structures and the main methods for analyzing their structure, morphology, and physical properties are considered. The possibilities of preparing structures by laser modification of a thin layer, as well as the fabrication of structures in a liquid medium, are also discussed. Specific examples of micro- and nanostructures deposition are discussed.

П Р О Г Р А М А

1. Методи за получаване на микро- и наноструктури. Химични и физични методи. – 2 часа.
2. Взаимодействие на лазерното лъчение с веществото. Лазерната аблация. – 2 часа.
3. Импулсно лазерно отлагане на тънки слоеве. Предимства и недостатъци. – 3 часа.
4. Създаване на структури чрез импулсно лазерно отлагане. Влияние на процесните параметри върху характеристиките на създадените структури. Примери. – 3 часа.
5. Методи за изследване на микро- и наноструктури. Изследане на структурата, микроструктурата, морфологията и физико-химичния състав на повърхността им. – 3 часа.
6. Методи за изследване на физичните свойства на създадените структури. Изследване на оптични, електрични и магнитни свойства на структурите. – 3 часа.
7. Създаване на микро- и наноструктури чрез лазерно отгряване на тънки слоевете. Анализ на структурите. Примери. – 2 час.

8. Създаване на структури в течна среда – лазерна аблация в течност. Примери за създаване на колоиди от благородни метали и композитни частици. – 2 часа.

К О Н С П Е К Т

по

ЛАЗЕРНИ МЕТОДИ ЗА СЪЗДАВАНЕ НА МИКРО- И НАНОСТРУКТУРИ

1. Химични и физични методи за създаване на микро- и наноструктури. Механизми на израстване на структурите.
2. Взаимодействие на лазерното лъчение с веществото. Особености при аблация със свръхкъси импулси. Лазерна аблация на метали, полупроводници и диелектрици.
3. Методи за получаване на тънки слоеве. Импулсно лазерно отлагане. Предимства и недостатъци.
4. Прилагане на метода на импулсното лазерно отлагане за създаване на микро- и наноструктури. Влияние на процесните параметри върху характеристиките на създадените образци.
5. Методи за изследване на структура, микроструктура, морфологията и физикохимичните свойства на създадените структури.
6. Изследване на физичните характеристики на микро- и наноструктури. Методи за измерване на оптични, електрични и магнитни им свойства.
7. Лазерно отгряване на тънки слоеве.
8. Лазерна аблация в течност.

ЛИТЕРАТУРА:

1. J.G. Lu et al., *Materials Science and Engineering R* 52 (2006) 49–91.
2. Z.L. Wang, *Appl. Phys. A* 88 (2007) 7–15.
3. J.G. Lu et al., *Mater. Sci.&Engineer.R: Reports* 52 (2006) 49–91.
4. R. Eason, *Pulsed laser deposition of thin films: applications-led growth of functional materials*, John Wiley & Sons, 2007.
5. G. Buchberger et al., *Ultrafast Laser Nanostructuring*, Springer, 2023.
6. V. Amendola et al., *Chem. Eur. J.* 26 (2020) 9206–9242.