



„КОНКУРС ЗА ФИНАНСИРАНЕ НА НАУЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ – 2017 г.“

| |
|--|
| Наименование на конкурса: |
| Конкурс за финансиране на научни изследвания – 2017 г. |
| Основна научна област/тематично направление, в което проектът кандидатства: |
| Физически науки |
| Допълнителни научни области/тематични направления при интердисциплинарни проекти: |
| Технически науки |
| Заглавие на проекта: |
| “Експериментално и теоретично изследване на свръхбърза динамика на процеси, индуцирани при субпикосекундна лазерна нанообработка на полупроводници с широка забранена зона.” |
| Базова организация: |
| Институт по физика на твърдото тяло - БАН |
| Партньорски организации: |
| Институт по минералогия и кристалография “Акад. Ив. Костов” – БАН Нов Български Университет |
| Ръководител на научния колектив (академична длъжност, научна степен, име): |
| доц. д-р Тодор Стефанов Петров |
| Сума за изпълнение на проекта: |
| 120 000 лв |



Резюме на проекта:

Използването на фемтосекундните и субпикосекундните лазери в областта на микро- и нанотехнологиите, науката, медицината и биологията е незаменимо поради: пренебрежимо ниското топлинно въздействие на обработваната област; възможността за многофотонно поглъщане, позволяваща обработка под повърхността на "прозрачни" среди; постигане на размера на обработваната зона по-малка от дифракционно ограничената; отсъствието на плазмен факел в областта на аблация, което повишава коефициента на полезно действие. Въпреки все по-широкото приложение на този тип лазери, голяма част от физиката на фундаменталните процеси, протичащи при взаимодействието на свръхкъсите лазерни импулси с различни среди не са изяснени.

Един от основните параметри, които характеризират взаимодействието на субпикосекунден импулс с диелектрици и полупроводници е плазмената честота ω_p . При известна ω_p за дадена среда е възможно да се определи оптималната дължина на вълната λ_L на лазерният източник, за обработването на даден материал. Целите на предложеният проект са: 1) измерване на плазмените честоти на използвани в микро- и нано- индустрията диелектрици и полупроводници, облечени със субпикосекундни лазерни импулси 2) разработване на теоретичен модел за описание на възбуждането на електроните в облечените материали, чрез който да бъде пресметната плътността на генерираната електрон-дупчеста плазма и плътността на енергията депозирана в електронната система; 3) сравнение на експерименталните резултати с теоретичния модел.

Ще бъдат направени реалистични симулации, обхващащи няколко времеви и пространствени скали отвъд пертурбативната трактовка с отчитане на реалистична зонна структура и включващи разпространението на импулса в плътна среда. На микроскопична скала ще бъде използван метод, базиращ се на първи принципи, който описва ранния стадий на фотойонизация, посредством кохерентното поглъщане на фотони от облъчващото лазерно поле в допълнение на който ще бъде прибавен мезоскопичен квантово кинетичен подход, включващ некохерентно вътрешнозонно и междузонно кулоново разсейване. Като алтернатива ще бъде използван стандартния подход, основаващ се на уравненията на Болцман-Блох за много зони, в който плътността на заредените носители и поляризацията се третират като отделни променливи. Като резултат от пресмятанята ще бъде описан свръхбързият отклик на материала, който пряко зависи от параметрите на лазерния импулс и който включва лазерно индуцираните времезависещи (преходни) нелинейни оптични свойства, времезависеща плътност на генерираната електрон-дупчестата плазма (времезависещата плазмена честота), времезависещата плътност на енергията депозирана в електронната система и др. Колективният екраниран отклик на фотовъзбудените носители ще бъде описан посредством моделна времезависеща диелектрична. Експерименталните резултати ще бъдат сравнени с теоретичните пресмятания.

Предложените изследвания ще позволят: изясняване на физиката на процеса на взаимодействие на диелектрици със субпикосекундни импулси; повишаване на качеството и ефективността на микро- и нано-обработката на диелектрични материали със субпикосекундни и фемтосекундни импулси; повишаване на качеството на обучение на докторанти и млади специалисти в областта на ултрабързите взаимодействия на лазерното лъчение с материалите.

Разпределение на сумата по проекта между базовата организация и партньорите

Организация:

Институт по физика на твърдото тяло - БАН

Сума: 67 200 лв.

Организация:

Нов Български Университет

Сума: 24 000 лв.

Организация:

Институт по минералогия и кристалография "Акад. Ив. Костов" – БАН

Сума: 28 800 лв.

Обща сума за изпълнение на проекта:

120 000 лв



Членове на научния колектив

| <i>Организации/участници¹</i> | <i>Бележн а²</i> |
|---|---------------------------------|
| Базова организация: | |
| Институт по физика на твърдото тяло - БАН | |
| Ръководител на научния колектив | |
| доц. д-р Тодор Стефанов Петров | |
| Участници: | |
| физ. д-р Стефан Илиев Каратодоров | МУ |
| гл. ас. Красимир Димитров Димитров | УЧ |
| Проф. Хитоки Йонеда (Институт за Лазерни Науки, Университета по Електро-Комуникация, Токио) | |
| Партньорска организация: | |
| Нов Български Университет | |
| Участници: | |
| доц. д-р Цвета Тихомирова Апостолова | УЧ |
| д-р Стоян Райков Мишев | |
| доцент к. ф -м. н., Сергей Иванович Кудряшов (Физически Институт П.Н. Лебедев, Руска Академия на науките) | МУ, УЧ |
| Д-р Едуардо Олива Гозало (Политехнически Университет, Мадрид) | |
| Партньорска организация: | |
| Институт по минералогия и кристалография "Акад. Ив. Костов" – БАН | |
| Участници: | |
| Проф. д-р Борис Любомиров Шивачев | |
| Партньорска организация: | |
| | |
| Участници: | |
| | |