

Приложение на лазерите за получаване на нови типове материали и структури е темата, която представя проф. Николай Недялков от Института по електроника на БАН на провела та се наскоро у нас Международна школа по вакуумни, електронни и йонни технологии (VEIT).

Зина СОКОЛОВА

Повечето лазерни технологии се базират на процеса на лазерна аблация, обяснява ученият. При този процес с лазерно лъчение се облъчва един материал и от него се изхвърля някакво количество. От една страна, е интересно какво точно се изхвърля, защото това може да бъдат различни компоненти – атоми, йони, електрони, молекули. Те може да се отложат върху материал, разположен срещу аблираната повърхност. От друга страна, материалът, върху който се стреля, може да бъде модифициран по отношение на морфология, химичен състав, структура. Всеки аспект от тези модификации може да намери съответно приложение.

„Нашата конкретна работа е свързана с модификация на нитридни керамики, които са много актуални и вече са навлезли в различни сфери – казва проф. Недялков. – Това са много твърди материали, с изключително висока устойчивост на химическо въздействие, на температура – разграждат се при над 2000°C. Използват се при високотемпературни приложения, устойчиви са към износване. Но в нашата работа разгледахме един друг аспект. При тези много високи температури нитридните керамики, които са азотни съединения, се разграждат. При това разграждане азотът напуска съединението и в алуминиевия нитрид остава само алуминий. Това означава, че при нагряване на повърхността на тази керамика може да се получи метал – в случая алуминий. Характерното тук е, че лазерно лъчение може да се фокусира в много малка област. Така може да се получи алуминий в конкретна област по желание. Може да направят следи от този алуминий с определена форма, геометрия, ширина. Това вече като структура – диелектричен материал с метална структура в него, може да се използва за елементи в терахерцовата оптика.“

Терахерцовата оптика е специален диапазон от дължини на вълните, обяснява ученият. Светлинният, което виждаме ние, е с дължини на вълните от около 400 до 700 нанометра, като всеки цвят съответства на определена дължина. Например рентгеновите снимки за диагностика на заболявания са с много по-ниска дължина на вълната – по-малка от нанометър. А терахерцовите са в областта около 30 микрона до 3 мм дължина на вълната.

„Това е много интересна област, защото тя е в резонанс с много молекулни вибрации – тоест, ако облъчите материал с такава дължина на вълната или например човешко тяло, можете да получите специфична информация за веществото, което ги изгражда, тяхното състояние, техния вид – подчертава проф. Недялков. – Освен това лъчението прониква през дрехи, кожа, дори през стени. Вече има скенери, които се използват в

Учени модифицират нитридни керамики

При нагряване на повърхността им с лазери от тях може да се получават метали



някои летищата, които могат да направят сканиране на тялото през дрехите.“

Проблемът е, че тази технология още не е разработена по отношение на генериране на такова лъчение, неговата детекция и управление, уточнява ученият. Това е електромагнитна вълна, която трябва да се генерира и преведе до определено място, където да се използва. Учените предлагат метод, с който в керамиката да се направят метални следи и различни структури, които да оказват ефективно въздействие върху разпространението на терахерцовото лъчение. Може да се направи тип леща, с която да се фокусира това лъчение. Може да се направи и така, че да се пропускат определени дължини на вълната, а други не – т.е. да се използват различни елементи, които да модифицират това разпространение.

„По време на форума показвахме няколко примера – една част са от експериментална работа, други – от теоретични изследвания – казва проф. Недялков. – Основният въпрос тук е какъв вид трябва да са тези структури, за да предизвикат желана модификация при разпространението на терахерцово лъчение. Това е част от проект, финансиран от ФНИ. Надяваме се скоро да имаме повече експериментални резултати. Засега сме на етап разработване на тази технология.“

Другото, което представят ученият от Института по електроника по време на Международната школа, е пример с обикновено стъкло, в което е сложен елемент,

който луминесцира. Ако стъклото се облъчва с ултравиолетова светлина, то свети в червено. Такова стъкло може да стане източник на лъчение, което от невидимо да стане видимо. Учените установяват, че ако с лазерно лъчение се аблира това стъкло и аблираният материал се отложи на подложка, на нея се получават наноразмерни частици от това стъкло. Т.е. от обемен материал се получават наноразмерни обекти. Интересното в случая е, че тези обекти запазват луминесцентните свойства на стъклото. Тези обекти може да се използват за детекция и наблюдение. Те са с наноразмери и могат да проникнат в клетки, в биологични обекти. След като бъдат осветени с ултравиолетова светлина, те луминесцират и може да се види къде се намират, да осветят определен обект в биологичен материал. Може да се използват за визуализация на много малки биологични материали. Вирусите са с размери средно от порядъка на 100 нанометра. Тези частици са от порядъка на 10 нанометра. Те дори могат да бъдат прикрепени към вируси.

„На ниво сме получаване на основните елементи, наночастици с лазерна аблация – казва проф. Недялков. – Има и допълнителна перспектива – частиците да се функционализират, покриват се с различни химични съединения, което дава възможност те селективно да се натрупат в определени клетки, например ракови. Могат да отидат там и като се направи сканиране, ще се види, че светят точно там, където има някакъв

проблем. Така може да се използват при диагностиката на тежки заболявания. Същественото от фундаментална гледна точка е, че чрез този процес, който е много прост – лазерна аблация, може от обемен материал с определени свойства да се получат наноразмерни обекти, които запазват свойствата на обемния материал – в случая това е луминесценцията на материала. Качествата не се запазват в пълен обем и затова този пренос на свойство е интересен. Защото откъсването на материал изисква висока температура, налягане. Не е ясно как при тези температури тези свойства се запазват.“

Лазерното лъчение дава възможност за висока концентрация на енергия във времето и в пространството. За много кратко време (кратки импулси) може да се внесе голяма енергия в материала и преди тя да се разсее, материалът ще се нагрее до висока температура. Фокусирането на лазерната енергия в много малък обем рефлектира във възможността за получаване на високи температури, като те могат да достигнат до хиляди градуси.

Екипът на проф. Недялков работи в лабораторията „Микро и нанофотоника“, където основно се прави лазерна обработка на материали за получаване на микро- и наноструктурирани обекти. Те се използват както за модификация на повърхности, така и за аблация – изхвърляне на материали и отлагане. Тази технология се нарича импулсно-лазерно отлагане. При нея може да се получи отлагане при много различни

материали. Може да се получат гладки и тънки слоеве, но може да се получат и високопорьозни микро- и наноструктури. Те имат висока свободна повърхност и се използват за сензори, което е и другото им приложение. Получаваме структури от оксиди, които са полупроводници. И при определени условия, оставени в определена среда, променят съпротивлението си. И се използват за газови сензори и откриването на въглероден оксид, въглероден диоксид, амониак. Те могат да сигнализират при опасност. Засега са на ниво разработки, но имат потенциал, защото са с много добра чувствителност.

Разработва се и метод, свързан с раманова спектроскопия. Това е мощен метод за анализ на вещества, тъй като рамановият спектър на всяко вещество е уникален. Така на базата на раманов спектрометър на някакво неизвестно вещество то може да се идентифицира с помощта на достъпни бази данни. Така например с този метод може да се установи дали диамантът в някакъв пръстен е истински. Но извън този по-екзотичен пример методът може да се използва за детекция на всякакви замърсители, химикали. Проблемът при него е, че има ниска чувствителност по отношение на количеството вещество. Ако това количество е много малко, този специфичен сигнал, който се получава, ще бъде много нисък и има опасност да не бъде разчетен. Затова е разработена т.нар. техника на повърхностно усилена раманова спектроскопия, при която, ако малкото количество вещество се разположи върху повърхност, която е наноструктурирана – т.е. се състои от наноразмерни обекти и от специфични материали, тя може значително да усилва рамановия спектър на изследваното вещество.

„По този начин са получени дори сигнали от единична молекула – подчертава проф. Недялков. – Това е другото, върху което работим – получаване на структури, които имат свойството да усилват рамановия сигнал и да се използват в повърхностно усилената раманова спектроскопия. И това, по което сме работили, е по-специално откриване на малки количества пестициди и нитрати. Ако във вода или някакъв плод има малки остатъци от нитрати, с този метод може да се подготви проба, която бързо и лесно да измери дали има такива остатъци. Методът е значително по-лесен като подготовка на пробата и бързина на действие от стандартната маспектрометрия, използвана например от Агенцията по безопасност на храните. С този метод се надяваме да стигнем до ниво, при което на базата на вече разработени т.нар. ръчни раманови спектрометри, които може да държите в ръка, да се правят анализи в полеви условия.“