

## Отвъд дифракционните ограничения<sup>1</sup>

К. Пеникот

Изследователи от Германия са получили най-резките изображения, постигнати със средства на оптиката. S. Hell и M. DuBa от Института Макс Планк по биофизична химия използват конвенционална оптика, за да получат образ на група от бактерии с диаметър едва 33 нанометра, представляващ само 1/33 от дължината на вълната, използвана за осветяването им. Това постижение показва, че далечнополевите (far-field) оптични микроскопи могат да служат далеч зад т.нар. дифракционна граница, без да се опират на квантовата природа на светлината (M. DuBa S. Hell 2002 *Phys. Rev. Lett.* 88 163901).

Дълго време учените вярваха, че максималната разделителна способност на микроскопите е приблизително половината дължина на вълната на светлината, използвана за облъчване на наблюдавания обект – едно ограничение, известно като дифракционна граница. Един начин за увеличаване на разделителната способност на микроскопа е да се използват лъчения с по-малка дължина на вълната – например рентгенови лъчи, но този метод не преодолява дифракционната граница, а освен това не е приложим за някои биологични обекти. Техниката за сканиране на пробата, при която обектът се осветява с малък светлинен източник, наскоро постигна разделителна способност, по-голяма от допустимата от дифракционната граница.

Сега Hell и DuBa комбинират двете техники, за да получат оцветен образ на бактерията с безпрецедентни детайли и показват, че дифракционната граница може да бъде премината.

Първо, един лазерен импулс осветява допустимата от дифракционната граница най-малка възможна площ от бактерията и възбужда оцветяващите молекули. След това втори лазерен импулс осветява площ, която отчасти припокрива петното с възбудени молекули. Това принуждава възбудените молекули в припокриваната област да излъчат енергия във вид на светлина и да се върнат в основното си състояние. След известно време останалите възбудени молекули се връщат в основното си състояние чрез “естествена релаксация”, т.е. вече без да бъдат принуждавани, излъчвайки светлина от област с размери, по-малки от допустимото от дифракционната граница. С помощта на тази техника се постига разделителна способност от около една десета от дължината на използваната светлина.

Hell и DuBa увеличават още разделителната способност чрез промяна на етапа на “естествената релаксация”. Малко преди молекулите на оцветителя да излъчат светлина, два допълнителни лазерни импулса осветяват, но не възбуждат образеца. Тези импулси се отразяват от образеца, след което се комбинират и образуват стояща вълна с единичен централен минимум. Тази вълна действа като филтър и пропуска само светлината, излъчена от малка част от молекулите на оцветителя. В резултат размерът на излъчващата площ се намалява до 1/23 от дължината на вълната на лазерния импулс.

Hell и DuBa използват импулси във видимото и близката инфрачервена област, които са подходящи за забранената енергетична зона на техния оцветител. Те са оптимисти, че с помощта на система, способна да реагира на ултравиолетова светлина, биха могли да достигнат разделителна способност 17 нанометра. Авторите вярват, че в рамките на 2–3 години новите техники могат да доведат до създаване на устройства, които да намерят приложение в микролитографията и в оптичния запис на информация.

<sup>1</sup> Превод от *PhysicsWeb*, 2002.