

Kwantowe lasery kaskadowe, zwane też krócej laserami kaskadowymi, to stosunkowo nowy rodzaj laserów półprzewodnikowych, o odmiennej zasadzie działania niż te, które są już w powszechnym użyciu: jako wskaźniki, w drukarkach czy w zastosowaniach medycznych. Lasery kaskadowe wykorzystują tylko jeden rodzaj nośników ładunku elektrycznego: elektrony, podczas gdy w innych laserach półprzewodnikowych (diodach laserowych) potrzebne są dwa rodzaje: elektrony i dziury. Z tej niewielkiej różnicy wynika wiele konsekwencji dotyczących sposobu działania tych laserów.

Jedną z takich konsekwencji jest zasada wyboru polaryzacji. Gdy światło jest generowane w ten sposób jak w laserach kaskadowych, z zasady powinno być spolaryzowane liniowo w ustalonym kierunku. Jednak przeprowadzone przez nas badania wstępne wykazały, że nie jest to ściśle spełnione. Owszem większość promieniowania ma polaryzację w tym kierunku, w którym powinna mieć, ale jest obecna również teoretycznie niedozwolona polaryzacja prostopadła do tego kierunku. Udział tej polaryzacji nie jest duży, ale zauważalny – największa wartość z jaką się spotkaliśmy to 11%. Wiemy zatem, że ta polaryzacja jest obecna, ale jeszcze nie wiemy dlaczego. Pod uwagę bierzemy kilka możliwości: Po pierwsze nieścisłość teorii, która zakłada, że mamy nieskończenie rozległe idealne warstwy idealnych półprzewodników. Po drugie to, że polaryzacja zmienia się, gdy światło odbija się od metalizacji wewnątrz lasera. W końcu po trzecie to, że kształt wnętrza lasera wymusza na świetle taką zmianę płaszczyzny jego polaryzacji, żeby mogło się tam propagować.

Aby sprawdzić które z powyższych hipotez są prawdziwe, zamierzamy przebadać kilka serii laserów kaskadowych różniących się pojedynczymi parametrami, np. szerokością, długością lub kształtem. Jednocześnie będziemy robić komputerowe symulacje tych laserów. Przeprowadzając symulacje można „włączać” i „wyłączać” poszczególne zjawiska i porównując otrzymane w ten sposób wyniki z wynikami doświadczalnymi oceniać, które ze zjawisk występują w rzeczywistości i w jakim natężeniu. W ten sposób będziemy mogli stwierdzić w jaki sposób pojawia się ta teoretycznie niedozwolona polaryzacja i która z naszych hipotez jest prawdziwa. Podejrzewamy, że jest to efekt współdziałania więcej niż jednego z wymienionych mechanizmów, a może nawet wszystkich trzech. W takim przypadku niezbędne będzie określenie znaczenia każdego z nich – który jest dominujący, a który jest tylko mało znaczącym dodatkiem.

Na koniec pozostaje najważniejsze pytanie – o znaczenie tych badań. Czy kilkuprocentowa różnica w polaryzacji emitowanego światła jest istotna? Tak, w niektórych zastosowaniach laserów kaskadowych dokładna znajomość polaryzacji jest kluczowa. Dotyczy to między innymi elipsometrii i niektórych rodzajów spektroskopii. Dodatkowo zrozumienie pochodzenia nietypowej dla laserów kaskadowych polaryzacji pozwoli na kontrolowanie polaryzacji i w razie potrzeby jej intencjonalną zmianę.