Юрій Скоренький

Нобелівська премія з фізики 2009 року

Тернопільський національний
технічний університет ім. Івана Пулюя

Наведено фактичний матеріал про винаходи, за які присуджено нобелівську премію з фізики у 2009 році.

Щороку нобелівський комітет відзначає наукові відкриття, які найбільшою мірою вплинули на прогрес людства, визначили напрямок його розвитку на десятиліття вперед. Цьогорічна премія з фізики присуджена вченим, роботи яких сформували технологічну базу так званого „інформаційного суспільства», у якому ми сьогодні живемо — Чарльзу Као (Charles K. Kao) за видатні досягнення, що стосуються поширення світла у волокнах оптичних ліній зв'язку, Віларду Бойлу (Willard S. Boyle) та Джорджу Сміту (George E. Smith) за винайдення світлочутливих напівпровідникових схем — CCD-сенсорів.

В сучасному світі надзвичайної ваги набула швидкість передачі даних. Оптичні лінії зв'язку роблять можливою трансляцію відео, фото, аудіоматеріалів на величезні віддалі за мізерний час. Для

цього світловий сигнал від лазера, модуляція якого і містить кодовану інформацію, передається хвилеводом до приймача. Хвилевід при цьому не обов'язково є прямим, але світло не виходить за його межі завдяки явищу повного внутрішнього відбивання, показаного на рисунку 1.

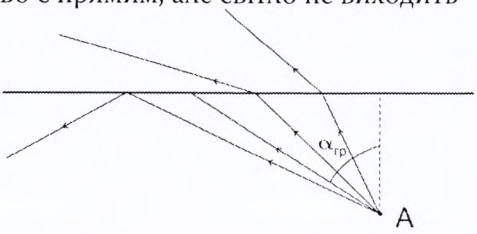


Рис. 1. Повне внутрішнє відбивання

Промені, які виходять із точки А у першому середовищі, можуть частково відбиватися від межі середовищ (горизонтальна лінія на рисунку) і частково проходити, заломлюючись, у друге середовище із меншим показником заломленням. Проте, якщо кут падіння є більшим від деякого граничного, заломлення неможливе, отже вся енергія променя залишається у першому середовищі — промінь відбивається повністю. Для забезпечення умови повного внутрішнього відбивання у телекомунікаційних системах використовують хвилевод, приклад якого показаний на рисунку 2.

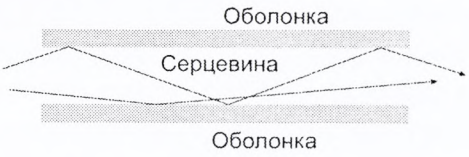


Рис. 2. Будова хвилевода

Серцевина, яку виготовляють із плавленого кварцу або прозорого пластику, оточена оболонкою із меншим показником заломлення. Промінь, зґенерований лазером, поширюється в серцевині, відбиваючись від оболонки, на великі віддалі майже без втрат.

Відкриття, зроблене Чарльзом Као, стосується явища поглинання світла у прозорих середовищах. Цей вчений народився в Китаї, але згодом разом із сім'єю емігрував до Великої Британії, де

отримав освіту і довгий час працював. Його основні досягнення стосуються теоретичної електродинаміки та технології оптичних ліній зв'язку. Разом із своїм колегою Дж. Гокхемом він експериментально довів у 1966 р., що серед багатьох матеріалів найкраще вимоги оптичної передачі даних задовільняє плавлений кварц (кварцеве скло) і теоретично розрахував, якої чистоти повинен бути матеріал для практичного використання (саме домішки, як було доведено Као і Гокхемом, зумовлюють оптичні втрати — роблять матеріал недостатньо прозорим).

Вибір в якості матеріалу хвилеводів для оптичної передачі даних саме плавленого кварцу, надзвичайно дешевого і поширеного (чого може бути більше, як піску на дні океану?!), та напівпровідникових лазерів у якості джерел випромінювання було зроблено завдяки Чарльзу Као. Протягом десяти років після його відкриття були створені технології виготовлення достатньо чистого плавленого кварцу та виробництва хвилеводів, а уже за двадцять два роки через Атлантичний океан було прокладено першу оптоволоконну лінію.

Яку саме інформацію ми передаємо через оптичні лінії зв'язку? Переважно це зображення в цифровому форматі. Отримати ці зображення дозволяє так званий пристрій зарядового зв'язку (charge coupled device — CCD), винайдений Вілардом Бойлом та Джорджем Смітом у 1969 р. в Лабораторії Белла (AT&T Bell Labs), де вони досліджували можливість створення пристроїв запису інформації на основі напівпровідників. В наукових термінах ПЗЗ-матриця — це спеціалізована аналогова інтегральна мікросхема, яка складається із світлочутливих напівпровідникових фотодіодів. На рисунку 3 показано принцип дії елемента ПЗЗ матриці. До пластини полікристалічного кремнію p-типу, покритої оксидом кремнію SiO_2, приєднано електроди, на які можна подавати додатній потенціал. Носії заряду (негативно заряджені електрони), створені внаслідок внутрішнього фотоефекту (під дією квантів

світла, показаних хвилястими стрілками) у напівпровідному p-Si, збираються біля електрода з додатнім потенціалом (рис.3, а). Таким чином фіксується зображення — на елементах, на які потрапило світло, накопичено заряд. Тепер сигнал необхідно зчитати, для цього на сусідній електрод подається додатній потенціал і заряд переходить вправо (рис.3,б), а потенціал лівого електрода після цього вимикається, і так далі.

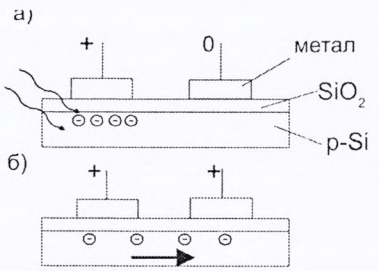


Рис. 3. Пристрій зарядового зв'язку

Таким чином, можна отримати кодоване зображення у цифровому форматі, зручному для зберігання та передачі. ПЗЗ-матриця набагато чутливіша, ніж фотоплівка, яку використовували до того часу, дозволяє повторне застосування і є доволі малих розмірів. Такі пристрої сьогодні використовуються у цифрових фото та відеокамерах, сканерах, факсах, зчитувачах штрих-кодів, медичному обладнанні, камерах супутникового стеження, в сучасних телескопах, дозволило візуалізувати складні фізичні, біологічні та хімічні процеси. Завдяки ПЗЗ-матриці не лише з'явилася можливість зберегти мить у всіх її неповторних барвах за допомогою цифрового фотоапарата, але і було зроблено багато відкриттів, особливо у астрономії.

Зроблені понад сорок років тому, винаходи нобелівських лауреатів з фізики 2009 р. повною мірою відповідають девізу, викарбуваному на нобелівській медалі — «Inventas vitam juvat excoluisse per artes» — «Винаходи покращують життя, прикрашене мистецтвом».