

# Technologie alternatywne i technologie przyszłości, część 3

*Trzecią część artykułu o nowoczesnych trendach w elektronice poświęciliśmy omówieniu falowodowych i holograficznych połączeń optycznych, które są i będą stosowane w bardzo szybkich układach scalonych.*

## Optyczne połączenie falowodowe

Inną formą połączenia optycznego, która ostatnio cieszy się znacznym zainteresowaniem, są światłowody są tu wykonywane bezpośrednio w podłożu wieloukładowego modułu. Światłowody można wykonać wykorzystując standardowe procesy fotolitograficzne stosowane w technologii cienkich warstw. Jedną z takich technologii polega na wykonaniu światłowodu z dwutlenku krzemu (rys. 11).

Przy wykorzystaniu techniki montażu odwróconego układów (flipped-chip), diody laserowe i fototranzystory znajdujące się od strony elementów są zwrócone w kierunku podłoża. Jedną z najważniejszych zalet tej technologii jest możliwość wykonywania splitterów wiązki, dzięki czemu pewna ilość nadajników może wysterować pewną liczbę odbiorników. Wadą jest duża trudność, jaką sprawia poprowadzenie jednego światłowodu na drugim, ponieważ takie skrzyżowanie działa podobnie jak splitter i światło z jednego falowodu przedostaje się do drugiego.

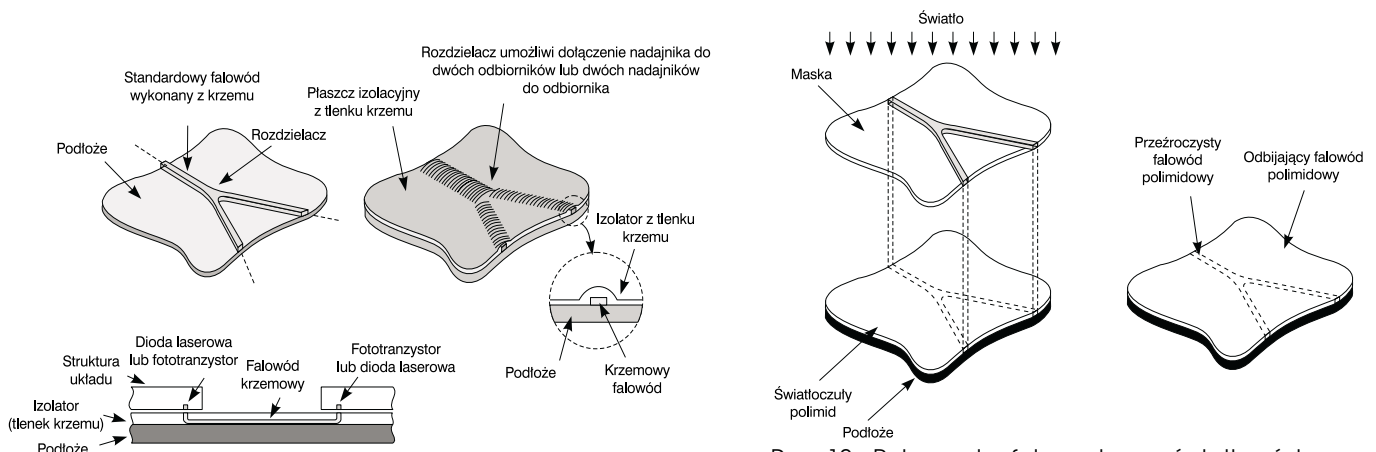
Alternatywę dla technologii falowoświatłowodowej stanowi uzyskiwane fotolitograficznie połączenie polimidowe, która to technika pojawiła się pod koniec roku 1993 i jest szczególnie interesująca w przypadku wieloukładowych modułów MCM-D. Urządzenia MCM-

D to „...ceramiczne, metalowe lub szklane podłoża pokryte warstwą dielektryka, np. polimidu. Warstwa dielektryka modyfikuje własności pojemnościowe podłoża, a ścieżki są tworzone na powierzchni dielektryka przy pomocy technologii cienkich warstw“.

Warstwa polimidu poddana przez odpowiednią maskę działaniu światła daje rysunki zbliżone do uzyskiwanych w fotografii. Po wywołaniu polimid zawiera ścieżki o niskich stratach optycznych otoczone odbijającymi obszarami nieprzezroczystymi (rys. 12).

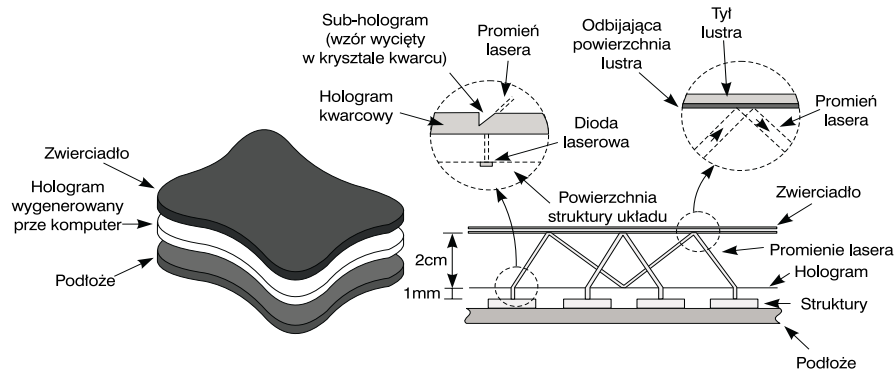
Oprócz prostoty kolejną zaletą tej technologii jest to, że zarówno naświetlone jak i nienaświetlone obszary polimidu wykazują niemal identyczne wartości stałej dielektrycznej. Tak więc, światło-falowody polimidowe nie tylko zapewniają możliwość wykorzystywania istniejących technologii, ale również w niewielkim stopniu wpływają na znajdujące się pod nimi cienkowarstwowe metalizacje.

Technologia ta cieszy się zainteresowaniem przede wszystkim wśród projektantów modułów wieloukładowych, a także rozważana jest jako rozwiązanie możliwe do zastosowania w przypadku druków wielowarstwowych. W przyszłości więc płytki będą być może produkowane z różnymi rodzajami połączeń - tradycyjnymi w postaci ścieżek miedzi oraz bardzo szybkimi połączeniami optycznymi.



Rys. 11. Połączenie falowodowe: falowody z krzemionki.

Rys. 12. Połączenie falowodowe: światłowód polimidowy.



Rys. 13. Połączenie holograficzne w module wieloukładowym.

### Połączenie holograficzne

Niestety, żadna z przedstawionych wcześniej technik realizacji połączeń optycznych nie jest wolna od wad i ograniczeń. Najbardziej obiecującą wydaje się być technologia połączeń w postaci falo-światłowodów, ale nawet i w tym przypadku występują problemy związane z prowadzeniem światłowodów nad sobą. Ponadto światłowody i falowody optyczne mają wspólną wadę, a mianowicie to, że liczba odbić światła w nich jest bardzo wysoka. W efekcie światło przebywa drogę cztero a nawet sześciokrotnie dłuższą niż wynosi mierzona w prostej linii odległość między nadajnikiem i odbiornikiem.

Oprócz powyższych problemów wątpliwe jest także, czy którakolwiek z wymienionych wyżej technik będzie w stanie zapewnić niezbędną olbrzymią liczbę fizycznych połączeń. Nowy konkurent na arenie połączeń nosi nazwę połączenia holograficznego. Użycie w tym kontekście terminu „holograficzny” może wyglądać dziwnie, ponieważ holografia jest znana przede wszystkim jako metoda uzyskiwania trójwymiarowych obrazów, nazywanych hologramami (od greckich wyrazów „holos” - cały i „gram” - wiadomość). Jednak termin „holograficzny” został tu użyty w sposób w pełni uzasadniony, ponieważ połączenie takie rzeczywiście oparte jest na trójwymiarowym obrazie.

W przypadku połączenia holograficznego w module wieloukładowym proces rozpoczyna się od wykonania przy pomocy lasera rysunku nacięć w bardzo cienkiej płytce kwarcu (rys. 13). Następnie płytka ta jest montowana ponad powierzchnią układu scalonego, w odległości około 1mm, a około 2cm nad płytką kwarcu montowane jest zwierciadło, którego powierzchnia odbijająca znajduje się od strony płytki kwarcowej.

Włączona dioda laserowa znajdująca się na powierzchni jednego z układów wysyła wiązkę światła w stronę jednego z nacięć na płytce kwarcu. Nacięcie to powoduje załamanie wiązki w taki sposób, że następnie ulega ona wielokrotnym odbiciom między zwierciadłem a płytką kwarcu. Gdy wiązka padnie na powierzchnię płytki bezpośrednio nad fototranzystorem innego układu, znajdujące się tam nacięcie sprawia, że zostaje ona ponownie załamana i pada na powierzchnię odbiornika.

Należy pamiętać oczywiście o tym, że znajdujący się obok rysunek jest daleko posuniętym uproszczeniem rzeczywistości. Na ogół w płytce kwarcowej nad odbiornikiem wycinane są dwa rysunki, po każdej stronie płytki. Nacięcia znajdujące się na górnej powierzchni skierowuje wiązkę do wnętrza płytki kwarcowej, natomiast nacięcie od strony dolnej przejmuje wiązkę i skierowuje ją do odbiornika. Nacięcia te odgrywają zarazem rolę soczewek, ogniskując wiązkę dokładnie na powierzchni odbiornika.

Kąty nacięć płytki kwarcowej są bardzo precyzyjnie obliczone, podobnie jak liczba odbić między zwierciadłem oraz płytką, dzięki czemu każda wiązka laserowa trafia we właściwe miejsce. Obliczenia te są prowadzone komputerowo, podobnie jak proces laserowego wykonywania trójwymiarowych nacięć na powierzchni płytki kwarcu. Płytkę kwarcu nosi nazwę hologramu komputerowego, a rysunki nad każdym nadajnikiem i odbiornikiem określone są mianem subhologramów (rys. 14).

Liczba odbić wiązki laserowej od powierzchni zwierciadła i płyt-

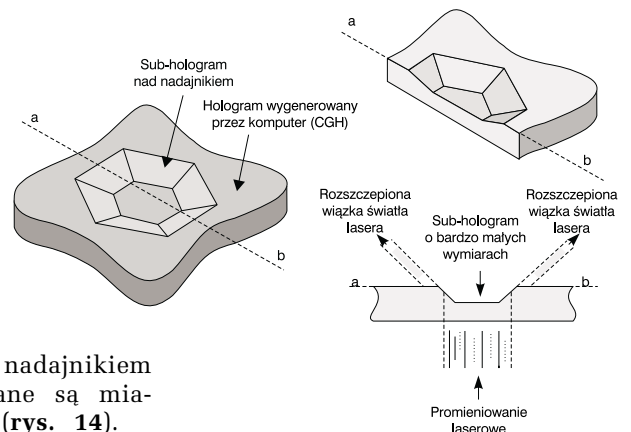
ki kwarcu jest znacznie niższa niż w przypadku wiązki światła przesyłanej światłowodem. Dzięki temu czas propagacji wiązki między nadajnikiem a odbiornikiem jest zbliżony do czasu propagacji w wolnej przestrzeni. Subhologram znajdujący się nad nadajnikiem jest wykonany w taki sposób, że wiązka światła jest rozszczepiana i może dotrzeć do dwóch różnych odbiorników.

Dla lepszego wyjaśnienia problemu poprzedni rysunek przedstawia subhologram heksagonalny, o jednakowych kątach między powierzchniami oraz o jednakowych kątach padania wiązki z każdej strony. Kąty między powierzchniami mogą być różne, a także różne mogą być kąty padania. Subhologramy usytuowane nad nadajnikami mogą być złożone i rozszczepiać wiązkę na wiele strumieni, z których każdy dotrze do innego odbiornika.

Oprócz możliwości zastosowania w modułach wieloukładowych połączenia holograficznego jest analizowane pod kątem przydatności do stworzenia odpowiednika płyty krosowej, mającej służyć do połączeń między płytkami drukowanymi. Takie płyty oferują jeszcze jedną bezcenną możliwość: możliwość wykonania wielu hologramów w zastosowanym tam odpowiedniku płyty krosowej. Dzięki temu przesunięcie płyty z rysunkiem holograficznym o część milimetra, równoległe do powierzchni zwierciadła, umożliwi zmianę konfiguracji i zupełnie inne połączenia między płytkami. Niewiarygodne!!!

### EPE

Artykuł publikujemy na podstawie umowy z redakcją miesięcznika "Everyday Practical Electronics".



Rys. 14. Połączenie holograficzne: rozszczepianie wiązki laserowej.