

Zastosowanie matryc DMD do bezpośredniego naświetlania obrazu ścieżek elektrycznych o wysokiej gęstości upakowania na płytkach drukowanych

mgr inż. ROBERT BARBUCHA¹⁾, dr MAREK KOCIK¹⁾, prof. dr hab. inż. JERZY MIZERACZYK^{1,2)}

¹⁾ Centrum Techniki Plazmowej i Laserowej, Instytut Maszyn Przepływowych PAN im. Roberta Szewalskiego, Gdańsk

²⁾ Akademia Morska, Wydział Elektryczny, Gdynia

Dzisiejszy przemysł elektroniczny wymaga mniejszych, lżejszych, tańszych i bardziej złożonych (szybka transmisja informacji) płytek drukowanych. Zwiększające się zapotrzebowanie na płytki drukowane o coraz większej gęstości upakowania wymaga nowych, dokładniejszych i szybkich technologii ich wytwarzania. Aby sprostać tym wymaganiom, konieczne jest opracowywanie nowych sposobów tworzenia mozaiki ścieżek elektrycznych na PD.

W ostatnich latach coraz więcej polskich firm zaczęło produkować tzw. płytki wielowarstwowe. Obwody drukowane na poszczególnych warstwach w takich płytkach coraz częściej są wykonywane na świecie w technologii HDI, co pozwala na znacząco optymalizację połączeń w procesie projektowania obwodu drukowanego (a tym samym miniaturyzację całej płytki drukowanej). Aby wykonać obwód drukowany w płytce wielowarstwowej o dużej gęstości połączeń, konieczne jest stosowanie laserowej metody bezpośredniego naświetlania laserowego mozaiki ścieżek na poszczególnych warstwach płytki drukowanej. Tzw. technologia LDI (*Laser Direct Imaging*) – jest jak na razie jedyną komercyjnie dostępną technologią, umożliwiającą wykonywanie połączeń w technologii HDI [1-8].

Technologię HDI definiuje się podając dwie charakterystyczne cechy płytek drukowanych: średnicę otworu oraz szerokość ścieżek i odstępów pomiędzy ścieżkami. Istnieje kilka klas technologii HDI charakteryzujących gęstość upakowania ścieżek elektrycznych na PD (np. 50 $\mu\text{m}/50 \mu\text{m}$, 25 $\mu\text{m}/25 \mu\text{m}$ – szerokość ścieżek/odstęp pomiędzy ścieżkami). Wprowadzenie ścieżek i odstępów o wymiarach poniżej 100 μm wymaga zastosowania drogiej technologii LDI. Jest to poważna bariera technologiczno-ekonomiczna dla małych i średnich polskich przedsiębiorstw zajmujących się wytwarzaniem obwodów elektrycznych na PD.

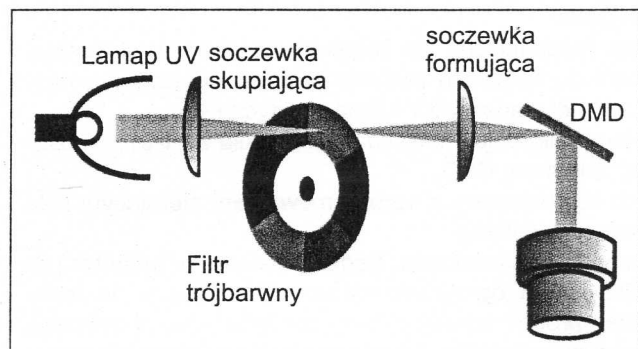
W latach 2004 – 2006 w Ośrodku Techniki Plazmowej i Laserowej (Instytut Maszyn Przepływowych PAN im. Roberta Szewalskiego w Gdańsku) prowadzono prace badawcze dotyczące opracowania metody bezpośredniego naświetlania laserowego. Badania te zakończyły się opracowaniem laboratoryjnego urządzenia do bezpośredniego naświetlania laserowego, które może pracować w technologii HDI. Zaproponowane przez nas urządzenie laserowe do bezpośredniego naświetlania mozaiki ścieżek na PD (cena szacunkowa ok. 0,5 mln PLN) pozwala wytwarzać mozaikę ścieżek o gęstości upakowania 50 $\mu\text{m}/50 \mu\text{m}$, a więc na poziomie wymaganym przez współczesne nowoczesne technologie obwodów drukowanych na PD. Przewidujemy, że opracowane przez nas urządzenie zostanie w najbliższym czasie wdrożone, stając się w ten sposób dostępne dla polskich MiŚP zajmujących się technologią wytwarzania obwodów elektronicznych na PD.

W czasie pracy nad własną metodą i modelem urządzenia laserowego do bezpośredniego naświetlania mozaiki ścieżek na PD zauważyliśmy, że przy obecnym stanie technologii modułów MEMS (w 2006 roku pojawiły się w sprzedaży nowe moduły MEMS, zwane DMD [1]) możliwe jest dalsze udoskonalenie technologii naświetlania mozaiki ścieżek na PD, łączą-

ce zalety metody konwencjonalnej (jednorazowe naświetlenie całkowitego obrazu mozaiki, niestety – jak dotychczas – z rozdzielczością 100 $\mu\text{m}/100 \mu\text{m}$) z metodą LDI (wysoka rozdzielczość 50 $\mu\text{m}/50 \mu\text{m}$, ale „rysowanie” mozaiki „linia po linii”). W niniejszym artykule przedstawiona jest idea zastosowania modułów DMD do naświetlania mozaiki ścieżek na PD.

Proces naświetlania mozaiki ścieżek na PD przy użyciu modułu DMD

Jedyną jak dotychczas moduły DMD oferuje firma Texas Instruments. Weszły one na rynek dopiero w zeszłym roku i są stosowane w popularnych projektorach multimedialnych (cena około 5000 zł). Na rys. 1. przedstawiono schemat projektora z układem DMD, pracującego w technologii DLP™ (*Digital Light Projecting*) [2]. Moduły DMD składają się z macierzy 1024 x 768 mikrozwierciadeł o wymiarach 13 μm x 13 μm , poruszających się na „zawiasach” zamontowanych po przekątnej zwierciadeł (nazwa fabryczna tych mikrozwierciadeł to półprzewodnikowy przełącznik światła – *semiconductor light switch*). Każde z mikrozwierciadeł ma możliwość ruchu w granicach kątowych $\pm 10^\circ$ ($+10^\circ$ – całkowite „odbijanie” światła, -10° – całkowite „wygaszanie” światła) z maksymalną częstotliwością 1 kHz [3]. Zaletą modułów DMD jest wysoki kontrast obrazu wynoszący 2000:1.



Rys. 1. Schemat projektora z układem DMD [2]

Fig. 1. A multimedia projector schema with DMD inside [2]

Proces naświetlania bezpośredniego płytki drukowanej przy wykorzystaniu modułu DMD zilustrowano na rys. 2. Idea naświetlania mozaiki ścieżek polega na tym, że cały obraz mozaiki generowany w komputerze zostaje podzielony na podobszary, odpowiadające powierzchni modułu DMD. Następnie obraz wybranego podobszaru mozaiki ścieżek zostaje wygenerowany na module DMD i przeniesiony za pomocą układu optycznego na powierzchnię fotonopolimeru na płytce drukowanej. Każdy z podobszarów mozaiki będzie naświetlany na fotonopolimerze na PD przez czas, jaki jest potrzebny na utwardzenie fotonopolimeru. Następnie stół planarny XY przemieści płytkę drukowaną do kolejnego przylegającego obszaru, w którym będzie naświetlany już kolejny fragment całego wzoru mozaiki. Po zakończeniu ostatniej operacji przesuwania stołu i naświetleniu ostatniego

