

*W Elektronice Praktycznej jest drukowana wkładka z mozaikami ścieżek płytek drukowanych do opisywanych urządzeń. Nasi Czytelnicy dość często pytają, w jaki sposób można to wykorzystać w praktyce, najwyższą zatem pora, aby opisać pokrótce sprawdzoną przez nas technologię sporządzania płytek drukowanych z wykorzystaniem dostępnych na rynku środków chemicznych.*



# Wykonanie płytek drukowanych z wykorzystaniem matryc z EP



Fot. 1. Zestaw środków do domowej produkcji płytek drukowanych

Otrzymane przez nas egzemplarze doświadczały odbiegają nieco jakością od produktów profesjonalnych, ale w zastosowaniach amatorskich doskonale zdają egzamin, znacznie upraszczając i przyspieszając wykonanie płytek o zadowalającej jakości.

Ponieważ głównymi narzędziami, z których korzystamy w czasie wykonywania płytek, są aerozole produkowane przez firmę Kontakt Chemie, należy zwracać baczną uwagę na termin ich przydatności. Autor kilkakrotnie spotkał się z ofertami sprzedaży emulsji z kilkutygodniowym terminem przydatności - przeprowadzone próby wykazały niewielką ich wartość (bardzo kłopotliwe, czasami wręcz niemożliwe było równomierne i pozbawione grudek rozprowadzenie emulsji).

## Co będzie potrzebne?

Przed rozpoczęciem prac należy zaopatrzyć się w:

- dwie lub trzy kuwety fotograficzne o pojemności dostosowanej do przewidywanych rozmiarów płytek drukowanych. Praktyka pokazała jednak, że nie należy stosować kuwet o pojemności mniejszej niż 2 litry (omówimy to zagadnienie dalej). Kuwety są dostępne w sklepach fotograficznych.

- niezbędna będzie jedna para rękawiczek gumowych, wykonanych z gumy odpornej na substancje żrące (do kupienia w większości sklepów chemicznych i gospodarstwa domowego). Nie należy lekceważyć tego zalecenia - proponowany przez nas proces wymaga stosowania żrącej sody kaustycznej.

- łopatkę z tworzywa odpornego na substancje żrące, które będą służyły do mieszania roztworów stosowanych w czasie wykonywania płytki;

- szybę ze szkła przepuszczającego ultrafiolet (360..410nm). W czasie prób wykorzystano szybę maskującą promienią UV ze starej lampy do opalania;

- lampę wyposażoną w promienią ultrafioletu mocy ok. 300W lub świetlówki stosowane w kasownikach EPROMów o łącznej mocy ok. 45W. Dość skutecznym rozwiązaniem jest bardzo popularne „sztuczne słońce” stosowane do opalania się w domowych warunkach;

- czerwoną żarówkę o mocy 15..25W, stosowaną w ciemniach fotograficznych. Można ją zakupić w większości sklepów fotograficznych;
- gruby koc do zasłonięcia okien w pomieszczeniu, w którym operować będziemy emulsją światłoczułą. Zachowanie ciemności w pomieszczeniu nie jest absolutnie niezbędne, ale bardzo wskazane. Wprawdzie podczas prowadzo-

nych prób okazało się, że nawet dwutrzynutowe pozostawienie płytki bez żadnej osłony przed światłem w normalnie oświetlonym pomieszczeniu nie spowodowało znaczących zmian w jakości otrzymanej reprodukcji;

- sodę kaustyczną w opakowaniu ok. 100..250g, przy czym należy pamiętać o zachowaniu środków ostrożności ponieważ jest to środek żrący! Możliwe jest stosowanie innego typu wywoływaczy ale wszystkie one opierają się na sodzie kaustycznej i są zdecydowanie droższe;

- chlorek żelazowy  $FeCl_3$  lub inny środek trawiący. Nie są zalecane kwasowe substancje trawiące, ponieważ niszczą one warstwę emulsji co powoduje podtrawianie ścieżek;

- pozytywową emulsję światłoczułą z serii KONTAKT CHEMIE Positiv 20;

- emulsję zapewniającą podniesienie stopnia przenikalności papieru dla ultrafioletu z serii KONTAKT CHEMIE Transparent 21;

- słaby 5..15% roztwór kwasu siarkowego. Zamiast niego można posłużyć się acetonem lub bardzo drobnym papierem ściernym.

Potrzebny będzie ponadto piec elektryczny lub gazowy (może być piekarnik) z termometrem o zakresie pomiarowym do ok. 90°C. Bardzo dobre efekty



Fot. 2. Sposób natryskiwania emulsji



Fot. 3. Do suszenia płytkę pokrytą emulsją warto umieścić w żaroodpornym naczyniu

można uzyskać w piecu wyposażonym w stabilizator temperatury (wymagane jest ok. 70°C) - mają je np. polskie kucharki gazowe Amica. Jeżeli będziemy korzystać z piekarnika, warto dodatkowo zaopatrzyć się w żaroodporne naczynie z przykryciem (trzeba je będzie przeznaczyć „na straty”), co pozwoli zapobiec pozostawianiu dość intensywnego zapachu emulsji we wnętrzu kucharki.

### Know-how

Poniżej przedstawimy proponowaną kolejność wykonywania czynności, zoptimalizowaną pod kątem skrócenia czasu trwania całego procesu. Możliwa jest oczywiście dowolna modyfikacja opracowanego przez nas konspektu, jedynie parametry procesu (stężenia roztworów, temperatury, przybliżone czasy trwania suszenia itd.) powinny być utrzymane w zadanych granicach.

Pierwszym etapem prac powinno być przygotowanie roztworów wywoławcza (sody kaustycznej) i środka trawiącego. Zalecane stężenie sody kaustycznej wynosi 5..10g/1l wody. Do 2l wody o temperaturze minimum 15°C (nie większej niż 40°C), nalanej uprzednio do kufelki, wypujemy powoli odmierzoną ilość sody, jednocześnie mieszając. Mieszać należy aż do całkowitego rozpuszczenia kryształków sody. Podobnie postępujemy z chlorkiem żelazowym - stężenie roztworu trawiącego należy dobrać w zależności od posiadanego chlorku.

W obydwu przypadkach warto zwrócić uwagę na problem dobrze znany chemikom amatorom. Zarówno chlorek jak i roztwór sody kaustycznej, stosowane przez nas w procesie produkcyjnym, są roztworami bardzo nie-

stabilnymi w czasie swojej pracy, co oznacza, że nieco odmienne są właściwości i skuteczność działania roztworu na początku i na końcu procesu. Najprostszą możliwością zlikwidowania tej niedogodności jest zastosowanie większych niż proponowane ilości roztworów, przy utrzymaniu ich stężenia. Stąd właśnie wywodzi się zalecenie stosowania stosunkowo dużych kufelki. Bardzo dobre wyniki udało się osiągnąć stosując 2-litrową kufelkę wywołującą (ok. 7% roztwór sody kaustycznej w wodzie) oraz 1-litrową kufelkę trawiącą chlorku żelazowego. Kufelkę wywołującą nadaje się tylko do jedнокrotnego użytku, natomiast w roztworze chlorku jest możliwe kilkakrotne trawienie.

Kolejnym etapem jest przygotowanie powierzchni laminatu do nałożenia emulsji światłoczułej. Powierzchnię miedzi należy dokładnie zmyć acetonem lub przeszliować bardzo drobnym papierem ściernym. Doświadczenia wykazały, że czystość powłoki miedzi ma bardzo duże znaczenie dla efektu końcowego. Dość dobrą metodą (alternatywną w stosunku do poprzedniej) jest odtłuszczenie powierzchni miedzi w słabym roztworze kwasu siarkowego, ale wymagane jest dokładne opłukanie płytki i szybkie nałożenie emulsji światłoczułej. Jest to metoda nieco trudniejsza i wymagająca ogromnej ostrożności.

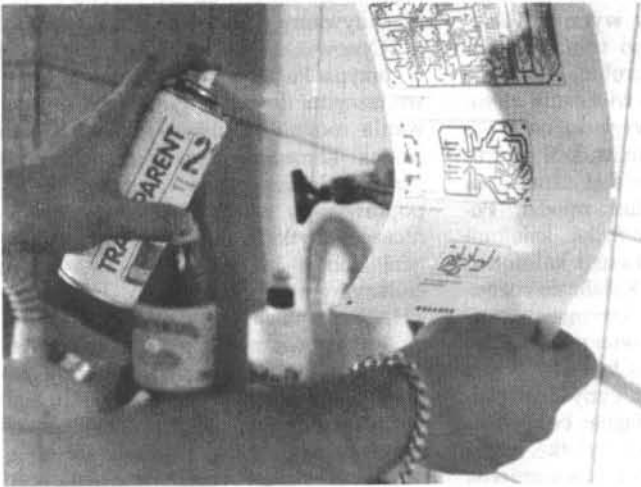
Po dokładnym przygotowaniu powierzchni płytki należy uruchomić piec i ustawić w jego wnętrzu temperaturę ok. 70°C (zalecany zakres: 65..75°C). Po ustaleniu się temperatury na żądanym poziomie przechodzimy do kolejnego etapu - nałożenia emulsji światłoczułej.

Jest ono stosunkowo proste - należy dokładnie wymieszać zawartość po-

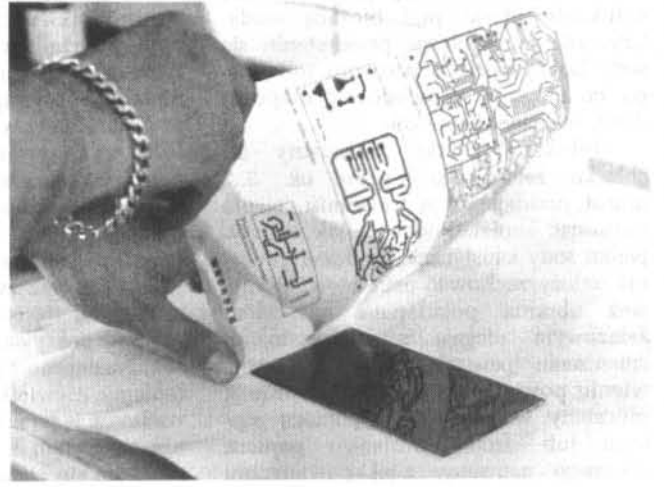
jemnika (kilkakrotnie wstrząsając) i z odległości 30..40cm pokryć równomiernie powierzchnię miedzi cienką warstwą emulsji (fot. 2). Wszelkie nierównomierności rozpylenia emulsji mogą powodować zniekształcenia odwzorowania rysunku ścieżek na powierzchni płytki. Teraz płytkę wkładamy do rozgrzanego pieca (emulsją do góry - fot. 3) i czekamy ok. 20..25 min. na wyschnięcie emulsji. Jak podaje instrukcja dołączona przez producenta do emulsji Positiv 20 możliwe jest suszenie w temperaturze pokojowej, ale w takim przypadku trwa ono nawet do 24 godzin (należy pamiętać o trzymania płytki w ciemnościach!). Suszenie w piecu czas ten znacznie skraca, ale wymaga od osoby nadzorującej cały proces dokładnej kontroli temperatury i czasu suszenia.

W czasie suszenia płytki można przygotować wycięty z EP rysunek z lustrzanym odbiciem druku. Rysunek ten stanowi naszą matrycę „produkcyjną”, będącą odpowiednikiem klisz naświetlanych przez fotoplotter lub naświetlarkę. Przygotowanie rysunku polega na dokładnym zwilżeniu całej powierzchni papieru emulsją Transparent 21 z serii aerozoli Kontakt Chemie (fot. 4). Zwilżyć należy obydwie strony (znacznie poprawia się przezroczystość papieru dla zakresu UV) i odczekać ok. 10 min. aż papier wyschnie; suszenie powinno przebiegać w temperaturze pokojowej. Po wyschnięciu papier wygląda tak, jakby był dokładnie nasączony tłuszczem.

Po odłożeniu „matrycy” do schnięcia włączamy promiennik ultrafioletu na ok. 10min., co umożliwi ustalenie jego parametrów emisyjnych (uwaga ta nie dotyczy promienników - świetłówek).



Fot. 4. Dokładne pokrycie papieru "transparentem" ma duży wpływ na jakość odwzorowania



Fot. 5. Matycę przykładamy do płytki stroną druku

Po upływie czasu suszenia płytki należy skontrolować stan emulsji i jeżeli płytka jest sucha na całej powierzchni odkładamy ją do ostygnięcia, cały czas chroniąc ją przed światłem. Następnie przykładamy uprzednio przygotowaną matycę do powierzchni płytki zwracając uwagę, aby rysunek ścieżek stykał się bezpośrednio z powierzchnią płytki (fot. 5). Tak przygotowaną „kanapkę” przyciskamy szybko i rozpoczynamy naświetlanie. Jest to najtrudniejszy etap produkcyjny, wymagający kilku indywidualnych eksperymentów. Trudności uniemożliwiające precyzyjne podanie czasu naświetlania wynikają z następujących przyczyn:

- starzenie się emulsji, co zmienia jej czułość;
- różne charakterystyki widmowe szyb, stanowiących swojego rodzaju filtr pasmowoprzepustowy dla promieniowania UV;
- trudna do precyzyjnego określenia grubość nałożonej na płytkę warstwy emulsji, co ma spore znaczenie dla czasu naświetlania;
- jakość czerni na wkładce drukowanej w EP. Jakość farby i papieru jest

w miarę stabilna ale mogą się zdarzyć przypadki spadku kontrastu nadruku, co należy indywidualnie korygować; - różne charakterystyki zastosowanych lamp.

Zalecane przez producenta czasu naświetlania (do 2 minut) bardzo dobrze sprawdzają się dla promienników większej mocy (150..300W). Naświetlanie świetłówkami o mniejszej mocy wymaga zwiększenia czasu ekspozycji do ok. 3 min. Jest to czas maksymalny, ponieważ wraz z dalszym jego wzrostem wyraźnie obniża się jakość odwzorowania druku. Spowodowane jest to niewielkim kontrastem czerni na wkładce drukowanej w EP. Kilku prób wymaga także dobór odległości promiennika od naświetlanej płytki. W przypadku korzystania z promieniowania emitowanego przez świetłówkę odległość powinna wynosić ok. 10..50cm, zaś w przypadku lamp dużej mocy (150..300W) należy ją zwiększyć do ok. 1..1.5m. Naświetlanie jest jedynym trudnym etapem całego procesu. Wymaga przeprowadzenia kilku wstępnych prób, ale jednokrotne ustalenie optymalnego czasu

naświetlania i odległości zapewnia na długi czas dobre efekty jakościowe.

Po zakończeniu tego etapu płytkę studzimy przez kilkadziesiąt sekund, aż jej temperatura zrówna się z temperaturą otoczenia. Studzenie nie jest konieczne, jeżeli naświetlanie było wykonane przy pomocy świetłówek.

Wywołania obrazu ścieżek dokonujemy przy pomocy uprzednio przygotowanego roztworu sody kaustycznej (fot. 6 - należy pamiętać o założeniu rękawiczek gumowych!). Płytkę wkładamy do kuwety stroną pokrytą emulsją do góry. Przyspieszenie wywołania i jednocześnie zmniejszenie ryzyka uszkodzenia obrazu ścieżek możliwe jest jeżeli powierzchnię płytki będziemy delikatnie pocierać szmatką lub drobnoziarnistą gąbką. Z reguły wystarcza mieszanie roztworu specjalną łopatką. Powoduje to szybsze wmywanie fragmentów emulsji naświetlonych promieniowaniem UV. Wywoływanie nie powinno trwać dłużej niż 1..2 minuty, ponieważ emulsja pokrywająca powierzchnię płytki nie jest odporna na długotrwałe działanie sody kaustycznej.



Fot. 6. Podczas pracy z roztworami należy używać rękawic ochronnych



Fot. 7. Efekt końcowy

Kolejną czynnością jest dokładne splukanie płytki pod bieżącą wodą. Czynność ta zapobiega przedostaniu się sody kaustycznej do roztworu trawiącego, co mogłoby spowodować niepożądane reakcje chemiczne.

Opłukaną płytkę wkładamy do chlorku żelazowego i przez ok. 3..7 minut poddajemy ją trawieniu, ciągle mieszając kąpiel. Podobnie jak w przypadku sody kaustycznej, podczas trawienia należy zachować ostrożność, ponieważ ubrania pochłapane chlorkiem żelazowym ulegają nieodwracalnemu zniszczeniu (powstają dziury). Po wytrawieniu powierzchni płytki ponownie ją płuczemy w wodzie i za pomocą acetonu lub drobnziarnistego papieru ściernego usuwamy z jej powierzchni emulsję światłoczułą. Operacja ta kończy chemiczną część procesu.

W zasadzie można już rozpocząć docinanie płytki na żądany wymiar (idealnym przyrządem do tego celu jest gilotyna, ale można to zrobić piłką do metalu) i przystąpić do wiercenia otworów na elementy. Ze względu na trwałość wykonywanej konstrukcji warto przed wierceniem poświęcić chwilę na pocynowanie powierzchni miedzi. Potrzebna będzie cyna z żyłką kalafonii (tinol), odrobina spirytusu i kalafonii, lutownica oraz żyłtka. Kalafonię rozpuszczamy w spirytusie, a otrzymanym roztworem pokrywamy powierzchnię ścieżek. Następnie na grocie lutownicy roztopiamy niewielką ilość cyny i rozprowadzamy ją po miedzi, ciągnąc bezpośrednio za grotem lutownicy żyłtke. Cyna rozkłada się cienką i dość równomierną warstwą na całej szerokości ścieżek, co gwarantuje dość dobry efekt wizualny

i zapobiega korozji miedzi. Resztki kalafonii zmywamy spirytusem lub acetonem.

Cynowanie jest szczególnie zalecane w przypadku płytek ze ścieżkami przewodzącymi duże prądy. Zamiast cynowania można stosować FLUX 10 jako środek chroniący powierzchnię miedzi przed utlenianiem, a zarazem topnik poprawiający zwilżalność stopu lutowniczego. Płytkę z wlutowanymi elementami dobrze jest zabezpieczyć środkiem izolacyjnym PLASTIK 70 lub URETHAN 71.

Na koniec autor pragnie podziękować właścicielom firmy Elmax - panom R. Pietrasikowi oraz S. Galińskiemu - za ogromną cierpliwość i wsparcie własną wiedzą i doświadczeniem, udzielone w czasie przeprowadzania prób.

**Piotr Zbysiński**

**Zdjęcia: Marek Mańkowski**