

INSTRUKCJA NANOSZENIA FARB SITODRUKOWYCH PETERS

wersja skrócona 1.5 (2015-08-16)

I. ZASADY OGÓLNE

Bezwzględnie podczas pracy z farbą należy unikać promieniowania UV. Zalecana jest praca przy żółtym świetle (żółte oświetlenie LED, żarówka żarowa z żółtą bańką) lub stosowanie żółtych filtrów na źródłach światła (folia, klosz). Ze względu na szkodliwe opary solwentów wchodzących w skład farby zalecana jest praca w dobrze wentylowanym pomieszczeniu z dala od otwartych źródeł ognia.

II. DIAGRAM PROCESU

Ogólny zarys procesu tworzenia soldermaski na powierzchni płytki drukowanej za pomocą farb Peters przedstawia diagram:

PRZYGOTOWANIE FARBY

Składniki mieszać w proporcji A:B = 4:1 (wagowo). Czas mieszania minimum 10-15 minut, aż do uzyskania jednolitej mieszaniny. Należy zwrócić uwagę na właściwe odgazowanie mieszaniny.

OCZYSZCZANIE POWIERZCHNI

Czyścić mechanicznie papierami ściernymi o nasypie 240-400 (max. 600) do uzyskania czystej, suchej, odtłuszczonej i wolnej od tlenków powierzchni. Zalecane jest uzyskanie chropowatości Ra = 1-2 mikrometry.

NANOSZENIE POWŁOKI

Nanosić sitodrukiem, przez sita poliestrowe o gęstości od 32T do 54T (bardzo dobre efekty uzyskuje się sitami o oczkach 60T i 80T) i napięciu ekranu co najmniej 25 N/cm. Używać rakli o twardości 65-75° Shore-A. Kąt przystawienia rakli 75-80°.

ODPAROWYWANIE

Około 10 minut w sposób swobodny, w tunelu powietrznym, lub piecu konwekcyjnym. W temperaturze nie przekraczającej 50°C.

PODSUSZANIE

Podsuszać najlepiej w piecu konwekcyjnym. Pierwsza strona około 15 minut w temperaturze 75°C, druga strona około 30-45 minut w temperaturze 75°C

PROCESOWANIE DRUGIEJ STRONY PCB

Powtarzamy proces nanoszenia, odparowania i podsuszania dla drugiej strony płytki drukowanej jeśli jest wymagana.

NAŚWIETLANIE

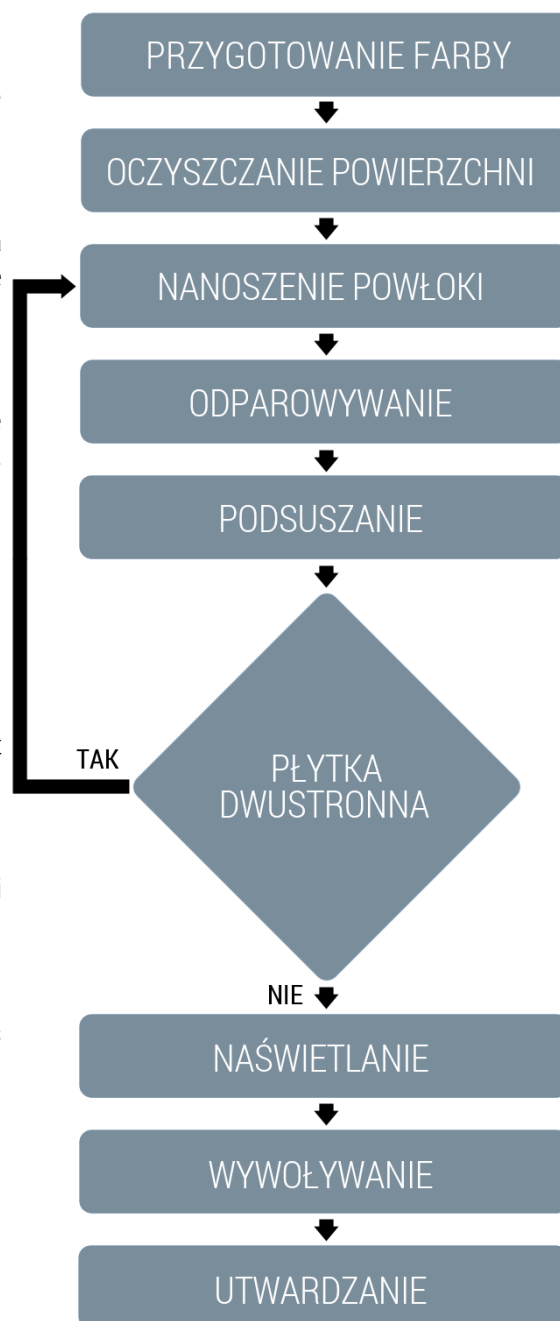
Naświetlać lampami UV o szczytowej długości fali 365nm lub 405-420nm. Czas ekspozycji dobrać doświadczalnie.

WYWOŁYWANIE

Wywoływać w 1% roztworze Na₂CO₃ o temperaturze 28-38°C, przez czas około 50-70 sekund, po czym płytkę dokładnie wyplukać.

UTWARDZANIE

Utwardzać przez 60 minut (od momentu ustabilizowania się temperatury) w piecu konwekcyjnym w temperaturze 150°C. Po czym swobodnie wychłodzić do temperatury pokojowej.



III. PRZYGOTOWANIE FARBY

Składniki farby jakie osiągnęły temperaturę pokojową (farba jest mniej gęsta co ułatwia mieszanie) mieszamy we właściwych proporcjach wagowych (A:B = 4:1). Mieszanie należy przeprowadzać skrupulatnie aż do uzyskania jednorodnej mieszaniny składników, upewniając się, że na ściankach pojemnika oraz w jego rogach nie pozostały niewymieszane składniki.

Do mieszania ręcznego najlepiej używać okrągłych lub płaskich szpatulek z równymi i gładkimi krawędziami, które pomocne są przy zgarnianiu mieszaniny z krawędzi a zarazem łatwo je oczyścić bez utraty materiału. Na mieszadła doskonale nadają się stalowe lub nierdzewne pręty, paski blachy lub kawałek płaskownika, paski laminatu szklanego, i tym podobne. Ze względu na swoją chłonność, należy unikać drewnianych listew.

Po procesie mieszania sugerowane jest odstawienie mieszaniny, na minimum 30 minut. Czas ten pozwala na jej odgazowanie w sposób samoczynny, co zapobiega przed powstawaniem mikro-pęcheżyków na powierzchni lakieru.

Prawidłowo wymieszana farba zachowuje swoją zdolność do użycia do 3 dni, jeśli zachowane zostaną odpowiednie warunki przechowywania (unikanie promieniowania UV, temperatura przechowywania 18°C – 23°C). W przypadku dłuższego składowania mieszaniny przed kolejnym użyciem zalecane jest jej ponowne mieszanie.

Jeśli to możliwe do mieszania można użyć mechanicznego urządzenia mieszającego z odpowiednim mieszadłem (mieszadła koszowe lub łopatkowe – więcej szczegółów na temat ich doboru w pełnym dokumencie).

Producent zaleca powolne mieszanie mechaniczne mieszadłami przez 15 minut, po czym sugeruje przełożenie do nowego pojemnika i ponowne mieszanie. Minimalizuje to ryzyko naniesienia na wytwarzaną płytkę drukowaną niewymieszanych komponentów farby. W domowych warunkach można uprościć ten proces o ile mieszanina w całej swojej objętości będzie dokładnie wymieszana i jednorodna.

Powietrze, które zostało wmieszane, w farbę podczas agresywnego mieszania (ujawniające się przez nadmierne spienienie) może mieć negatywny wpływ na końcowe właściwości powłoki. Dlatego też jak już wcześniej wspomniano, należy zwrócić na to szczególną uwagę podczas mieszania.

Jeśli podczas procesu mieszania farba została mocno napowietrzona, i pęcheżyki powietrza nie uszły z farby w sposób samoczynny producent zaleca stosowanie odgazowywania wymuszonego w komorze próżniowej. W domowych warunkach można ten etap pominąć lub w prosty sposób przeprowadzić z użyciem sprężarki lodówkowej i szczelnego pojemnika. Najlepiej do tego celu nadają się pojemniki metalowe z grubej blachy (np. stalowe lub aluminiowe garnki, kawałek rury grubościennej z zaślepionym jednym końcem). Stanowczo odradzamy stosowanie pojemników ze zbyt cienkiej blachy (próżnia powoduje ich zapadanie się) oraz pojemników szklanych i ceramicznych (wysokie ryzyko implozji).

W razie potrzeby istnieje możliwość rozcieńczenia mieszaniny, do uzyskania odpowiedniej konsystencji. Do tego procesu można użyć wyłącznie dedykowanego rozcieńczalnika o oznaczeniu V 2467 SD. Rozcieńczalnik ten należy stosować z umiarem, by nie doprowadzić do utraty własności mechanicznych powłoki, jak również nie doprowadzić do nadmiernego wydłużenia procesów podszuszenia i suszenia w kolejnych krokach technologicznych.

IV. OCZYSZCZANIE POWIERZCHNI

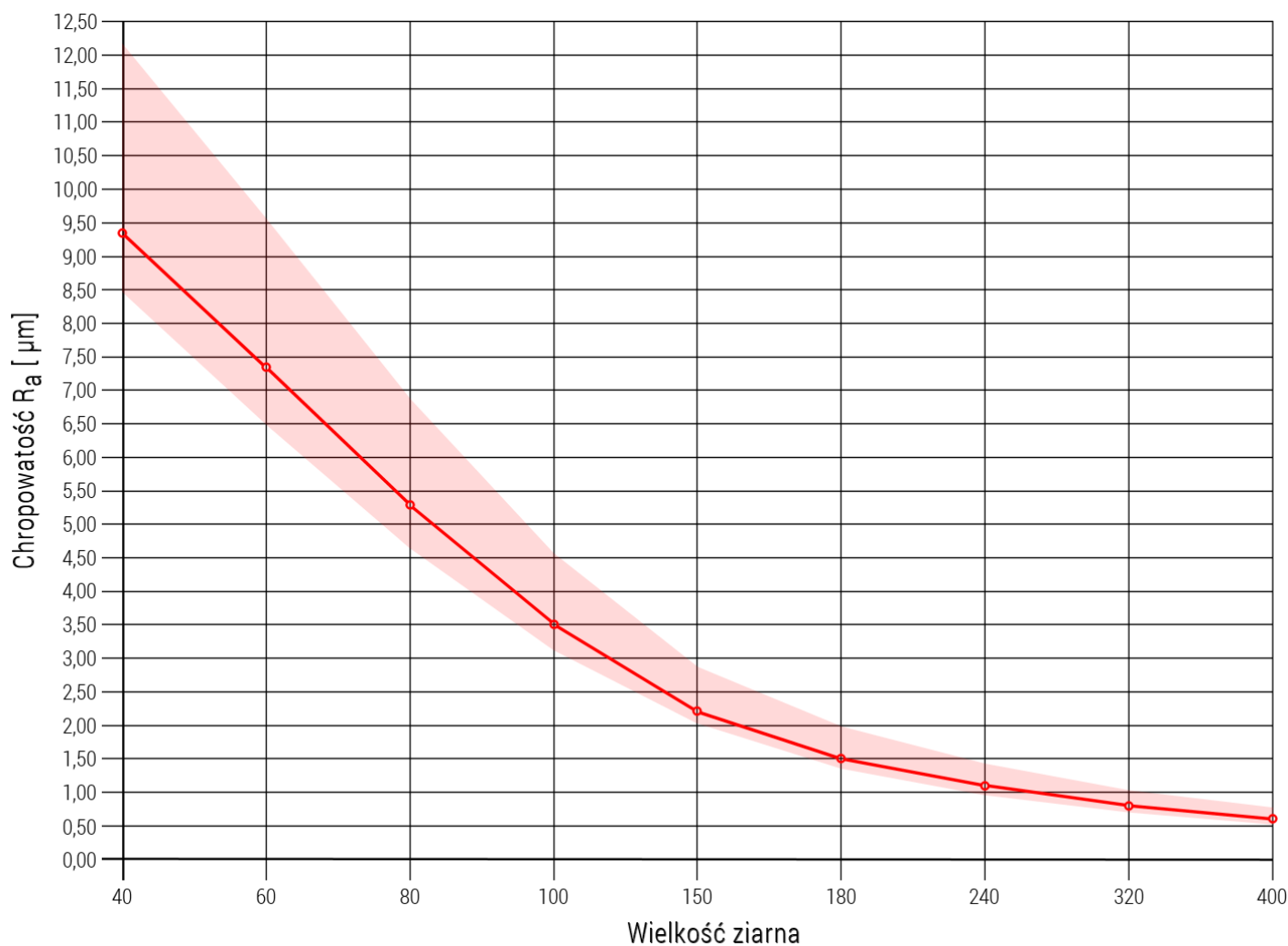
W domowych adaptacjach metod przemysłowych, do czyszczenia najlepiej używać papieru lub płótna ściernego o określonej gradacji. Czyszczenie najlepiej przeprowadzać papierami o gradacji 240-400 (do maksymalnie 600), przy czym należy zwrócić uwagę na właściwy i jednostajny docisk ścierniwa do powierzchni miedzi, tak by na powierzchni PCB powstały widoczne gołym okiem szeregi drobnych rysek o niewielkiej głębokości (wyczuwalnych pod palcami, ale jednocześnie uzyskanych w taki sposób by powierzchnia PCB nie uległa nadmiernemu starciu). Po przeszlifowaniu płytki należy ją oczyścić z resztek opiłków (zwracając szczególną uwagę na otwory w płycie) oraz odtłuścić rozpuszczalnikiem (aceton, nitro, IPA).

Maskę lutowniczą można również nakładać na powierzchnię oczyszczoną w sposób typowy dla obróbki przygotowawczej przed nanoszeniem emulsji światłoczułej POSITIV20, laminowaniu rezystu czy nakładaniem mozaiki ścieżek metodą „żelazkową”. Obróbka w tych przypadkach ogranicza się zazwyczaj do oczyszczenia powierzchni miedzi, drobnym papierem wodnym, zmywakiem do naczyń i mleczkiem do czyszczenia, a następnie odtłuszczeniu jej za pomocą alkoholu izopropylowego (IPA), acetonu lub innego rozpuszczalnika. W ten sposób otrzymujemy powierzchnię wolną od tlenków, ale w niektórych przypadkach trzeba się liczyć z faktem, że trwałość maski lutowniczej nałożonej na powierzchnię o tak małej chropowatości w niektórych przypadkach może okazać się niewystarczająca.

Użycie papierów ściernych o gradacji mniejszej niż 240, również nie jest wykluczone pod warunkiem stosowania zdecydowanie mniejszego nacisku. Wiąże się to również z faktem, że sam proces będzie musiał trwać nieco dłużej i będzie wymagał większej ostrożności, by nie doprowadzić do zbyt dużego ubytku miedzi.

Po użyciu papieru/plótna ściernego o gramaturze powyżej 600 uzyskujemy stosunkową gładką powierzchnię, której chropowatość może się okazać niewystarczająca do uzyskania parametrów wytrzymałości maski lutowniczej deklarowanej przez producenta. Nie oznacza to jednak, że nie spełnią one relatywnie mniejszych wymagań użytkownika domowego.

To czy podczas szlifowania stosujemy koliste ruchy, czy też ruchy posuwisto zwrotne, jest już kwestią wyboru. Jednak z teoretycznego punktu widzenia, w przypadku stosowania ruchów kolistych uzyskamy bardziej jednorodną powłokę na całej powierzchni płytki. Mniejsze jest również ryzyko starcia większej grubości miedzi.



Teoretyczna zależność pomiędzy gradacją nasypu ściernego a chropowatością powierzchni podczas obróbki miękkich metali nieżelaznych (w tym miedzi)
(© PFERD, http://www.pferd.com/images/Katalog_204_72dpi_pl.pdf)

V. NANOSZENIE POWŁOKI

Maskę lutowniczą nakładamy na powierzchnię PCB za pomocą sitodruku.

Sitodruk jest procesem druku kontaktowego, w którym farba jest przenoszona na powierzchnię przez siatkę sitodrukową za pomocą rakli.

Rakla to narzędzie ręczne lub element w maszynie, służący do przeciskania farby przez oczka siatki sitodrukowej. W przypadku sitodruku rakle wykonane są z pasa twardej gumy, o profilu i twardości zależnej od stosowanej metody sitodruku.

Siatki sitodrukowe to tkaniny (nylon, poliester, dawniej jedwab) lub siatki stalowe rozpięte na ramach drewnianych lub metalowych (stal, aluminium) z określoną siłą naciągu. Podobnie jak w przypadku rakli tak i w przypadku ram sitodrukowych jej parametry dobiera się zależnie do stosowanej odmiany procesu (siła naciągu siatki, rodzaj materiału siatki, rodzaj materiału ramy, rozmiar oczka siatki).

RAKLA SITODRUKOWA

Rakle podczas procesu sitodruku ręcznego powinny mieć twardość 65-75 stopni w skali Shore'a i profil prostokątny. W przypadku nanoszenia emulsji maski lutowniczej bardzo dobre efekty uzyskuje się stosując gumę raklową o twardości 75 stopni w skali Shore'a.

Nadruk emulsji na całą powierzchnię płytki drukowanej musi być przeprowadzany w jednym przejściu, oznacza to, że szerokość rakli należy dobrać tak by zagwarantować niewielki margines z każdej strony (minimum 1,5-2,0 centymetry). Jeśli wymiary wykonywanych płytek mają duży rozrzut wymiarowy, sugerowane jest posiadanie rakli o równych wymiarach dopasowanych do wykonywanych płytek. (na przykład : 10, 15 i 25 cm)

RAMA SITODRUKOWA Z SIATKĄ

Rama sitodrukowa do druku ręcznego wg zaleceń producenta emulsji powinna być siatką o oczkach od 32-100 do 54-64 (według starego nazewnictwa od 32T do 54T) i napięciu ekranu co najmniej 25 N/cm. W praktyce bardzo dobre efekty uzyskuje się również podczas sitodruku z użyciem siatek o oczkach 60T i 80T, przy jednoczesnym zachowaniu dobrych parametrów wytrzymałości oraz stosunkowo krótkich czasów podszuszenia (wyższy indeks siatki to cieńsza warstwa nanoszonej sitodrukiem farby).

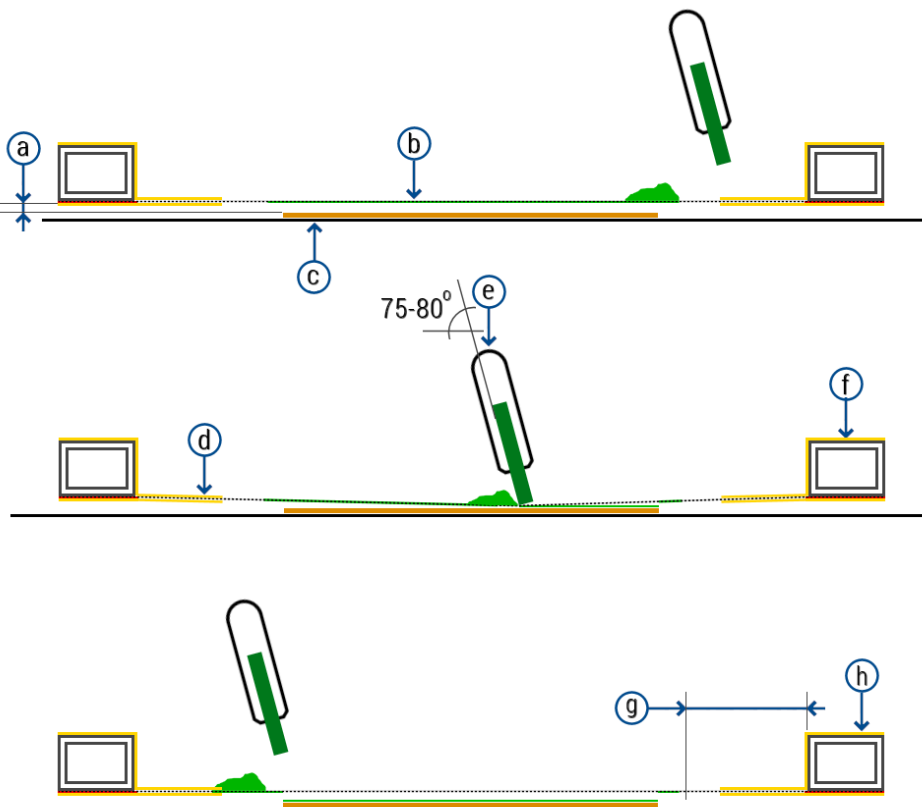
RĘCZNE NANOSZENIE POWŁOKI METODĄ SITODRUKU

W klasycznym sitodruku farbę przeciskamy przez siatkę sitodrukową której część oczek jest zaślepiona emulsją maskującą. Taki proces jest stosowany przy stosowaniu solder-masek termo utwardzalnych i utwardzalnych w promieniach UV (np. typowe farby „od chirczyka”). Sitodruk taki wymaga zatem od użytkownika stosowanych emulsji do maskowania siatki sitodrukowej rozpiętej na ramie sitodrukowej, oraz wszelkiej maści preparatów do jej usuwania (celem zwolnienia ramy potrzebnej do wykonania płytki PCB wg innego wzoru).

Jako, że do dyspozycji mamy tak zwaną farbę foto-obrazową, proces sitodruku można maksymalnie uprościć, w czym objawia się siła i prostota metody.

Soldermaskę foto-obrazową nanosi się na powierzchnię płytki drukowanej przez otwarte sito (sito bez maski, tak zwana APLA), dlatego też nie są wymagane dodatkowe materiały eksploatacyjne, a sam proces sitodruku sprowadza się do niezbędnego minimum. Fakt, że sito nie posiada na swojej powierzchni wzorów maski dedykowanej dla jednej określonej płytki drukowanej (lub jej grupy), sprawia, że jest to narzędzie uniwersalne, i przy zachowaniu jego czystości po zakończonym zadruku płytki (lub ich partii), możliwe jest jego ponowne użycie bez żadnych dodatkowych zabiegów (także dla farb o innym kolorze, czy do wykonywania warstwy opisowej). w przeciwieństwie do sitodruku farbami tradycyjnymi (utwardzanymi w UV i termo utwardzalnymi), użycie emulsji foto-obrazowej ma również taką zaletę, że rozdzielczość wzoru jaki chcemy wykonać na finalnej płytce drukowanej, nie zależy od wielkości oczka siatki.

By zapewnić dobre pokrycie płytki emulsją, sugerowane jest rozprowadzenie farby po siatce sitodrukowej przed właściwym przeciągnięciem rakli nad powierzchnią PCB. Rozprowadzanie farby wykonujemy samą raklą przesuując ją po siatce raz z jednej raz z drugiej strony, proces rozprowadzania należy zakończyć przejazdem od strony, która będzie miała bezpośredni kontakt z powierzchnią płytki. Taki zabieg można stosować wyłącznie w przypadku sitodruku przez całkowicie otwartą siatką (w przypadku sitodruku przez siatkę z emulsją maskującą, robocza strona sita musi pozostać zawsze czysta, jest to priorytet do uzyskania prawidłowego druku).



Przebieg procesu sitodruku (a – odskok, b – emulsja, c – płytka drukowana ulokowana na podłożu, d – siatka sitodrukowa, e – rakla, f – rama sitodrukowa, g – minimalny margines pomiędzy obszarem zadruku a oknem ramy, h – zabezpieczenie ramy przed podsiągnięciem farby);

(© PROFOLIO Wojciech Daszczyk)

Podczas właściwego procesu nakładania emulsji, raklę należy prowadzić zdecydowanym ruchem i utrzymywać możliwie najmniejszy nacisk na siatkę w celu uniknięcia sączenia się farby na krawędziach ścieżek przewodzących i nadmiernego wypełnienia otworów emulsją. Kąt natarcia rakli na siatkę powinien wynosić typowo 75-80°.

Podczas nakładania emulsji na płytkę PCB, należy pamiętać o tak zwanym „odskoku”, czyli dystansowi pomiędzy powierzchnią płytki a powierzchnią siatki, w pozycji swobodnej. Dzięki obecności tego odstępu, kontakt siatki z płytką i zarazem transfer farby zachodzi wyłącznie wtedy gdy wymusza to nacisk rakli. Gdy nacisk ustępuje siatka automatycznie odrywa się od powierzchni płytki pozostawiając cienką i gładką powłokę emulsji. Dystans można zapewnić przez naklejenie na stole roboczym (lub, na rogach ramy) pasków z tektury lub laminatu szklanego. Wartość odskoku warto dobrać indywidualnie, w zależności od potrzeb, tak by przebieg procesu nie był problematyczny. Przykładowo podczas sitodruku płytki o wymiarach 10x10cm na ramie formatu 50x60cm, egzamin zdaje odskok o wartości 5-7mm, a dla małych ramek 20x30cm przeznaczonych do zadruku niewielkich PCB odskok o wartości 1,0-1,5mm jest wystarczający.

Podczas procesu bardzo ważne jest zachowanie minimalnego marginesu pomiędzy obszarem zadruku a oknem ramy sitodrukowej. Margines ten zapewnia siatce możliwość swobodnego odształcania się, podczas przejazdu rakli, i zapobiega zerwaniu siatki. Sugerowany margines to około 10-15cm z każdej strony dla ramy o polu zadruku formatu A4.

Innym istotnym elementem jest właściwe mocowanie pokrywanej PCB do powierzchni stołu roboczego, tak by po przejeździe rakli, płytka nie przywierała do mokrej od emulsji siatki sitodrukowej. W warunkach profesjonalnych i półprofesjonalnych stosuje się do tego celu stoły z podsysem (w warunkach amatorskich można takie stół wykonać własnymi siłami, a do podsysisu użyć odkurzacza). W najprostszym rozwiązaniu wystarczy kawałek taśmy klejącej jednostronnej (gdy mocujemy płytkę która nie została jeszcze docięta na wymagany wymiar) lub dwustronnej (o niezbyt dużej sile klejenia). W przypadku zadruku drugiej strony płytki warunkiem koniecznym jest dostateczne podsuszenie emulsji na pierwszej stronie.

Proces nanoszenia maski lutowniczej powinien być wykonywany w czystych, dobrze wentylowanych pomieszczeniach przy żółtym świetle. Czyszczenie siatki należy przeprowadzać skrupulatnie z użyciem rozpuszczalnika nitro oraz czyściwa (najlepiej bezpyłowego, lub czystej bawełny), tak by kontrola pod światło nie wskazywała na zamknięcie oczek siatki.

Ze względów praktycznych, sugerowane jest zabezpieczenie ramy przed zabrudzeniem (wraz ze spoiną siatka-rama). Najprostszym sposobem jest użycie szerokiej taśmy klejącej i oklejenie ramy z uwzględnieniem marginesu na samej siatce, zapobiegnie to podsiąkaniu farby (lub rozpuszczalnika podczas czyszczenia) do spoiny i znacząco ułatwi utrzymanie czystości siatki sitodrukowej i tym samym zapewni długi okres jej eksploatacji. Jeśli rama jest duża a wykonywane płytki stosunkowo małe, warto jest zabezpieczyć taśmą klejącą niewykorzystywany obszar siatki przed zabrudzeniem, uprości to późniejsze czyszczenie. Jeśli po czyszczeniu siatki stwierdzamy, że farba dostała się pod zabezpieczającą taśmę klejącą, należy zerwać taśmę i dokończyć czyszczenie, tak by cały obszar siatki był zdalny do pracy w przyszłości.

METODY ALTERNATYWNE NANOSZENIA POWŁOKI

W domowych warunkach, można próbować nanosić warstwę emulsji, alternatywnymi sposobami, np. pędzelkiem nylonowym, wałkiem lub rozprowadzając niewielką jej ilość pod cienką folią, jednakże nie są to metody rekomendowane ze względu, na:

- większe zużycie farby
- niejednorodna grubość powłoki na powierzchni płytki
- zdecydowanie niższe walory estetyczne powłoki
- niejednokrotnie zbyt cienką warstwę powłoki na krawędziach ścieżek
- większe ryzyko uwieżienia pęcherzyków powietrza w powłoce
- większe ryzyko wtrąceń obcych (jak kurz czy włosie pędzla)
- zatykanie się otworów do montażu przewlekane

ODPAROWYWANIE

Odparowanie to proces, który umożliwia „ucieczkę” wtrąceniom powietrza, jakie potencjalnie mogą się znajdować między przewodami po procesie nanoszenia. Ponadto umożliwia usunięcie znacznych ilości rozpuszczalnika z emulsji, którego nadmierna obecność podczas kolejnego procesu podsuszania odbywającego się w wyższej temperaturze, może spowodować powstawanie pęcherzy i nadmiernego nagromadzenia farby wokół otworów.

Odparowanie prowadzi się w temperaturze maksymalnej do 50°C. Proces odparowania intensyfikuje bezpośredni nawiew powietrza w poprzek obwodu drukowanego. W przemysłowych rozwiązaniach są to tunele powietrzne, lub piece konwekcyjne „HOT AIR”.

Działania te można niskim kosztem zrealizować w domowych warunkach. Dla przykładu, proces odparowywania w tunelach powietrznych można zaimprovizować z użyciem tunelu (z tektury, MDF'u, plastikowej butelki, itp.) oraz suszarki do włosów, lub stacji lutowniczej „HOT AIR”.

Metod z bezpośrednim nadmuchem powietrza na powierzchnie PCB w domowych warunkach należy stosować w taki sposób by uniknąć gromadzenia się zanieczyszczeń (np. kurzu) na powierzchni płytki. Z powodzeniem, można ten proces zrealizować również poprzez swobodne odparowywanie w temperaturze pokojowej lub temperaturze podwyższonej (ale nie przekraczającej 50°C).

Bez wymuszonego obiegu powietrza zabieg trwa dłużej ale pozytywnie wpływa na minimalizację zanieczyszczeń przyklejających się na powierzchni PCB. Warto rozważyć zastosowanie metalowej przykrywki lub metalowego pojemnika, który będzie redukowało do minimum prawdopodobieństwo inkluzji zanieczyszczeń (muszą one jednak umożliwiać swobodne ujście parującym rozpuszczalnikom).

Typowy czas odparowywania nie przekracza zazwyczaj 10 minut. Jeśli jednak na PCB nakładamy grubszą warstwę emulsji maski lutowniczej, lub pokrywamy laminat z grubą warstwą miedzi (np. 2oz = 70mikrometrów), i dochodzi do większego nagromadzenia emulsji pomiędzy ścieżkami, należy ten czas wydłużyć, w przeciwnym wypadku w dalszych etapach mogą powstać defekty powłoki.

PODSUSZANIE

Podsuszanie (zwane też suszeniem wstępnym) służy usunięciu pozostałości rozpuszczalników wciąż zawartych w naniesionej na powierzchnię PCB emulsji, i utwardzeniu wilgotnej jeszcze powłoki emulsji do takiego stopnia, by nie ulegała ona uszkodzeniu podczas nakładania emulsji na drugą stronę PCB, lub też umożliwiała bezproblemową ekspozycję emulsji przez folię z maską.

Temperatura w jakiej ten proces zachodzi nie powinna przekraczać 70-75°C. Suszenie w wyższej temperaturze skutkuje rozpoczęciem procesu sieciowania/polimeryzacji składników, w efekcie czego niemożliwa jest prawidłowa ekspozycja i wywoływanie maski lutowniczej (emulsja jest nieczuła na promieniowanie UV i nienaświetlone jej obszary nie „spływają” z powierzchni PCB podczas procesu wywoływania).

Czas podsuszania uzależniony jest od grubości emulsji na PCB. Przyjmuje się jednak, że dolna granica dla czasu jest ustalona przez minimalną wytrzymałość mechaniczną maski lutowniczej wymaganą podczas kolejnych etapów produkcji płytki drukowanej, a górny zakres parametrów procesu podsuszania, zarówno w zakresie temperatury i czasu, powinny być dobierane w taki sposób, by nie rozpoczęła się polimeryzacja maski lutowniczej, co gwarantuje optymalne warunki do wywoływania nienaświetlonych obszarów emulsji.

Podczas procesu przetwarzania płytek dwustronnych należy pamiętać, że powłoka pierwszej strony PCB jest poddawana procesowi podsuszania dwukrotnie.

W przemysłowych rozwiązaniach suszenie wstępne realizuje się w piecach konwekcyjnych „HOT AIR”, piecach z promiennikami IR (podczerwieni), lub linii technologicznej zestawionej z ich kombinacji.

Czas suszenia promiennikami IR zamyka się zazwyczaj w czasie 2 minut w temperaturze nie większej niż 120°C (mimo wyższej niż sugerowana temperatury proces sieciowania nie zachodzi, co wynika z bezwładności termicznej arkuszy laminatu i krótkiego czasu procesowania).

Suszenie konwekcyjne zachodzi w sposób bardziej łagodny, co pozytywnie wpływa na proces suszenia grubszych warstw powłoki. Zwyczajowo suszenie PCB w tym wariantie zachodzi w temperaturze nie większej niż 70-75°C i dla pierwszej strony PCB trwa około 10-15 minut, dla drugiej strony (wraz z pierwszą) około 30-45 minut. Dla cienkich warstw emulsji istnieje możliwość skrócenia tego czasu o ile spełnione są minimalne wymagania wytrzymałości dla dalszych procesów.

W domowych warunkach optymalnym rozwiązaniem jest stosowanie procesów suszenia konwekcyjnego. Podczas ich realizacji z powodzeniem można zastosować dowolny mini-piekarnik (może być konieczna niewielka modyfikacja układu regulacji), lub tunel powietrzny (wg konstrukcji zasugerowanej dla procesu odparowywania)

Po zakończeniu procesu podsuszania należy schłodzić płytkę drukowaną do temperatury poniżej 30°C, ponieważ na tym etapie produkcji powłoka emulsji jest nadal termoplastyczna i wrażliwa na uszkodzenia mechaniczne.

W niektórych sytuacjach, podczas podsuszania na powierzchni płytek drukowanych może skraplać się kondensat pary wodnej oraz rozpuszczalników zawartych pierwotnie w emulsji maski lutowniczej, by temu zapobiec w początkowej fazie podsuszania (pierwsze 5-10 minut) warto, okresowo wentylować komorę pieca, w przypadku stosowania tuneli powietrznych nie jest to konieczne.

ŹRÓDŁO CIEPŁA

W domowych warunkach jako źródło ciepła podczas podsuszania posłuży zazwyczaj mini-piekarnik kuchenny.

Niestety, w ich typowych rozwiązaniach konstrukcyjnych ma miejsce:

- duża bezwładność cieplna źródeł ciepła (promienników kwarcowych, spirali grzejnych itp.)
- duża bezwładność stalowej konstrukcji obudowy
- duże straty ciepła poprzez wypromieniowanie go przez niezaizolowaną obudowę
- regulacja temperatury odbywa się za pomocą czujnika termobimetalowego o dużej bezwładności cieplnej
- czujnik temperatury umiejscowiony jest zazwyczaj poza komorą roboczą pieca

Trzeba się zatem liczyć z faktem, że temperatura zadana na termoregulatorze nie zawsze jest zgodna z rzeczywistą temperaturą panującą w komorze pieca, co więcej różnica pomiędzy temperaturą zadaną a rzeczywistą może wynosić nawet 150°C! Taki rozrzut wystarczy by rozpocząć niepowołany na tym etapie proces sieciowania emulsji.

Należy się zatem upewnić, że stosując wybrany piec do podsuszania będziemy poruszać się w bezpiecznym dla przebiegu procesu zakresie temperatur. Można to zrealizować np. przez niezależny pomiar temperatury wewnątrz pieca za pomocą miernika temperatury z czujnikiem termoparowym o małej bezwładności cieplnej (wystarczający będzie prosty multimetr pomiarowy z termoparą typu K).

ADAPTACJA ŹRÓDŁA CIEPŁA

W zależności od pomiarów temperatury należy podjąć decyzję o sposobie prowadzenia procesu. W nielicznych przypadkach mini-piekarników ich adaptacja do wymaganych potrzeb, może wymagać jedynie przeskalowania skali wartości zadanej, w większości przypadków konieczna będzie jednak ich przeróbka, polegająca na wymianie mechanicznego regulatora bimetalowego na regulator elektroniczny, „uzbrojony” w czujnik temperatury o małej bezwładności termicznej, umiejscowiony możliwie blisko obszaru w którym znajdować się będą procesowane płytki drukowane.

Za regulator temperatury posłużyć może dowolny regulator elektroniczny, jednak najlepsze efekty regulacyjne i najmniejsze różnice pomiędzy wartością zadaną a rzeczywistą uzyskamy stosując termoregulatory PID zdolne do współpracy z czujnikami PT100 i szerokim spektrum termopar. Dla potrzeb procesu w zupełności wystarczy termopara typu „K” do multimetrów, ze względu na swoje niewielkie wymiary ma bardzo małą bezwładność termiczną i szybko osiąga temperaturę panującą w otoczeniu, przy okazji jest ona niedroga (około 10PLN). Przy wyborze regulatora PID warto zwrócić uwagę na te posiadające funkcję AutoTune. Dzięki niej regulator „uczy się” właściwości regulacyjnych pieca i sam dobiera parametry P, I oraz D. W handlu dostępne są regulatory PID z wyjściem przekaźnikowym lub wyjściem na przekaźnik półprzewodnikowy SSR. Ze względu na częstotliwość włączania/wyłączania źródła ciepła oraz duże obciążenie jakie generuje, sugerowane jest użycie regulatora z wyjściem na przekaźnik SSR, lub szybką przeróbkę regulatora z wyjściem przekaźnikowym na wyjście SSR. Przeróbka niedrogiego Termoregulatora PID REX C100 z wyjściem przekaźnikowym (w cenie od 70-80PLN) polega na wylutowaniu jednego przekaźnika i wlutowaniu na jego miejsce dwóch zwór (instrukcję przeróbki można łatwo znaleźć na wielu forach, blogach oraz serwisie YouTube).

Całkowity koszt przeróbki piekarnika można zamknąć w kwocie 150PLN (Regulator REX C100 z wyjściem przekaźnikowym + samodzielna przeróbka, przekaźnik SSR 25A, termopara typu „K” do multimetrów).

Regulacji można również dokonywać całkowicie manualnie, jest to jednak sposób dość uciążliwy.

DYSTRYBUCJA CIEPŁA

Nawet w nowoczesnych suszarniach stosowanych w przemyśle, równomierny rozkład temperatury nie jest zawsze gwarantowany. Trzeba mieć zatem na uwadze i zadbać o to by cały obszar podsuszanej płytki drukowanej znajdował się w mniej więcej jednorodnej temperaturze, z zakresu temperatur bezpiecznych dla procesu. Równomierną dystrybucję ciepła w piecu w znacznym stopniu ułatwi wymuszana cyrkulacja powietrza (termo-obieg).

NAŚWIETLANIE

W procesie naświetlania, te części powleczonej płytki obwodu drukowanego, które mają być maskowane za pomocą maski lutowniczej są wystawione na działanie promieni światła UV.

WZORNIK

W przemyśle funkcję wzornika do naświetlania, pełnią klisze, wykonywane na drukarkach CTF o dużej rozdzielczości, w domowych warunkach, najbardziej kontrastowy obraz uzyskuje się stosując wydruki laserowe na przezroczystych foliach. Możliwe jest też stosowanie rozwiązań alternatywnych jak wydruk na kalce technicznej lub na zwykłej kartce pokrytej środkiem WD40, jednak przy ich zastosowaniu należy się liczyć z mniejszym kontrastem i mniejszą

rozdzielczością obrazu a nawet całkowitym nieporodzeniem procesu (gdy źródło światła jest zbyt słabe).

Do naświetlania emulsji maski lutowniczej potrzebujemy wzornika negatywowego (obszary zaciemnione zostaną zmyte podczas procesu wywoływania)

ŹRÓDŁO ŚWIATŁA UV

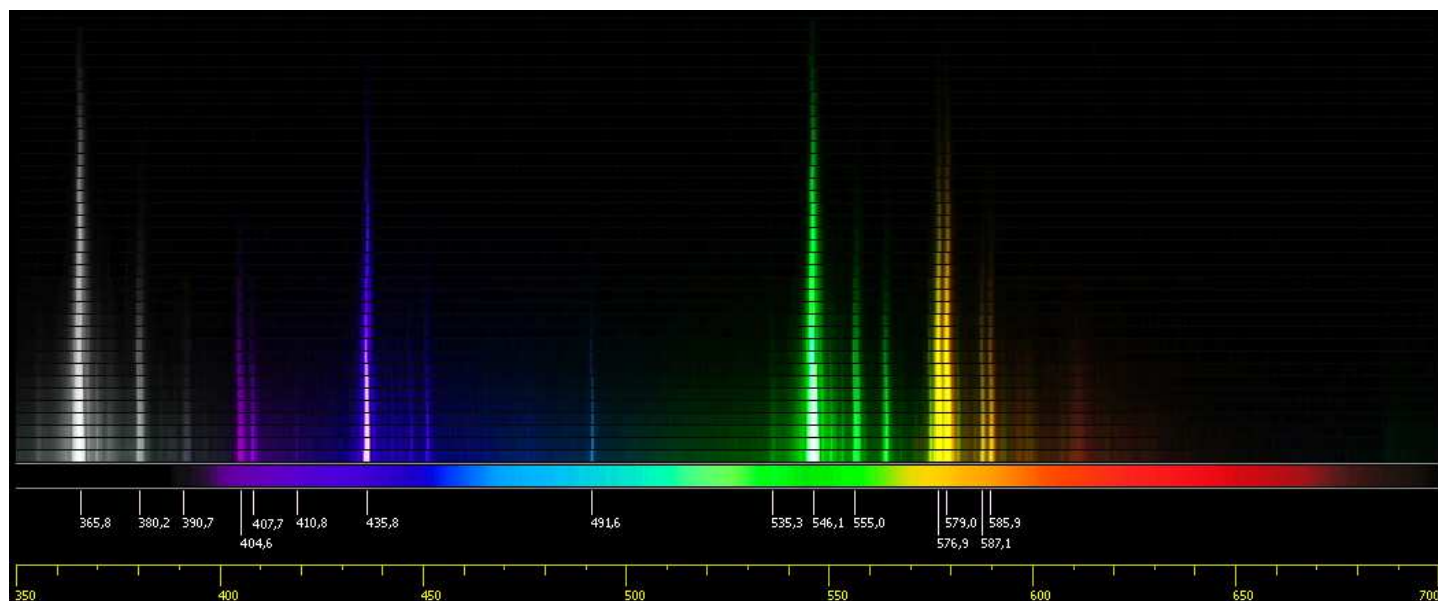
W rozwiązaniach przemysłowych, do ekspozycji płytek drukowanych przez folie maskujące, stosuje się naświetlarki z lampami na parach rtęci i domieszką żelaza, o mocy 5-10 kW (szczyt emisji fali świetlnej występuje przy długości 365nm). W przemyśle stosuje się również naświetlarki z lampami rtęciowymi i domieszką Galu (szczyt emisji fali świetlnej występuje przy długości 405-420nm), ich użycie umożliwia zmniejszenie „podcięcia” i skrócenie czasu ekspozycji o 30%.

Duże moce lamp zapewniają krótkie czasy ekspozycji i wyższe rozdzielczości uzyskanego obrazu, jednak wymagają chłodzenia komory ekspozycyjnej by temperatura laminatu nie przekraczała temperatury 25-30°C. Zachowanie niskiej temperatury w tym przypadku jest istotne, ponieważ nienaświetlona emulsja nadal posiada własności termoplastyczne i podczas mocnego docisku wzornika może ulec uszkodzeniu, lub mniej groźnemu „wybłyszczeniu”.

Źródło światła ultrafioletowego w domowych konstrukcjach naświetlarek nie jest tak krytyczne jak w przypadku naświetlarek przemysłowych. Do budowy własnej naświetlarki z powodzeniem można użyć, świetlówek z solarium do twarzy, żarówek UV z lampy do tipsów, świetlówek z testerów banknotów, zmodyfikowanych lamp sodowych czy szeregu diod UV, itp.

Dopuszczalna jest również spora dowolność w sposobie naświetlania. W obudowie naświetlarki może pracować kilka świetlówek/żarówek pracujących równolegle, może to też być pojedyncza lampa przemieszczająca się nad naświetlanym laminatem. Kluczowe jest jednak to by promienie świetlne, padały w sposób równomierny na cały naświetlany obszar, a proces naświetlania był powtarzalny i łatwy do kontrolowania.

Jeśli posiadasz naświetlarkę na potrzeby stosowania metody fotochemicznej, to będzie ona prawdopodobnie wystarczająca. Jeśli jeszcze takiej nie posiadasz, rekomendujemy podczas jej budowy użyć podzespołów wyciągniętych z solarium do twarzy (startery, świetłówki, dławiki, odłbyśnik) i łącząc je z prostym timerem elektronicznym. Naszym zdaniem uzyskamy w ten sposób bardzo dobre parametry naświetlania w rozsądnej cenie (około 100-150PLN).



Widmo emitowane przez świetłówkę UV z typowego solarium do twarzy (PHILIPS CLEO 15W, w zakresie fal widzialnych).

(© PROFOLIO Wojciech Daszczyk)

NIEKORZYSTNE ZJAWISKA JAKICH WARTO UNIKAĆ

Efekt wybłyszczenia to błyszczące „plamy” na powierzchni maski lutowniczej. Nie mają one negatywnych następstw w kontekście wytrzymałości, pogarszają jednak walory estetyczne zwłaszcza w przypadku masek lutowniczych matowych. Najczęściej spowodowane są one zbyt krótkim czasem poduszania, lub niedostatecznym schłodzeniem płytki po jej poduszaniu, w efekcie silnie termoplastyczna powłoka jest podatna na odkształcenia wywołane naciskiem (np. przez szklaną kopioramę utrzymującą położenie maski na płytce drukowanej). Innym powodem powstawania wspomnianych plam jest nadmierne nagrzewanie się płytki drukowanej podczas naświetlania. W praktyce warto zatem zastosować odpowiednio długi czas poduszania oraz chłodzenia po poduszaniu, wypracować kompromis w zakresie docisku folii z wzornikiem a do płytki podczas naświetlania, a w konstrukcji naświetlarki uwzględnić chłodzenie źródła światła.

Podświetlanie to niekorzystne zjawisko naświetlenia materiału światłoczułego pomiędzy bazą płytki drukowanej a folią z wzornikiem do naświetlania. W przypadku naświetlania emulsji pod maskę lutowniczą, uzyskanie wysokiej rozdzielczości nie jest tak krytyczne jak w przypadku naświetlania maski naświetlanej przed trawieniem. Jednak z uwagi na ogólną jakość swoich płytek drukowanych warto minimalizować ten efekt w swoich realizacjach.

POPRAWA PARAMETRÓW NAŚWIETLANIA

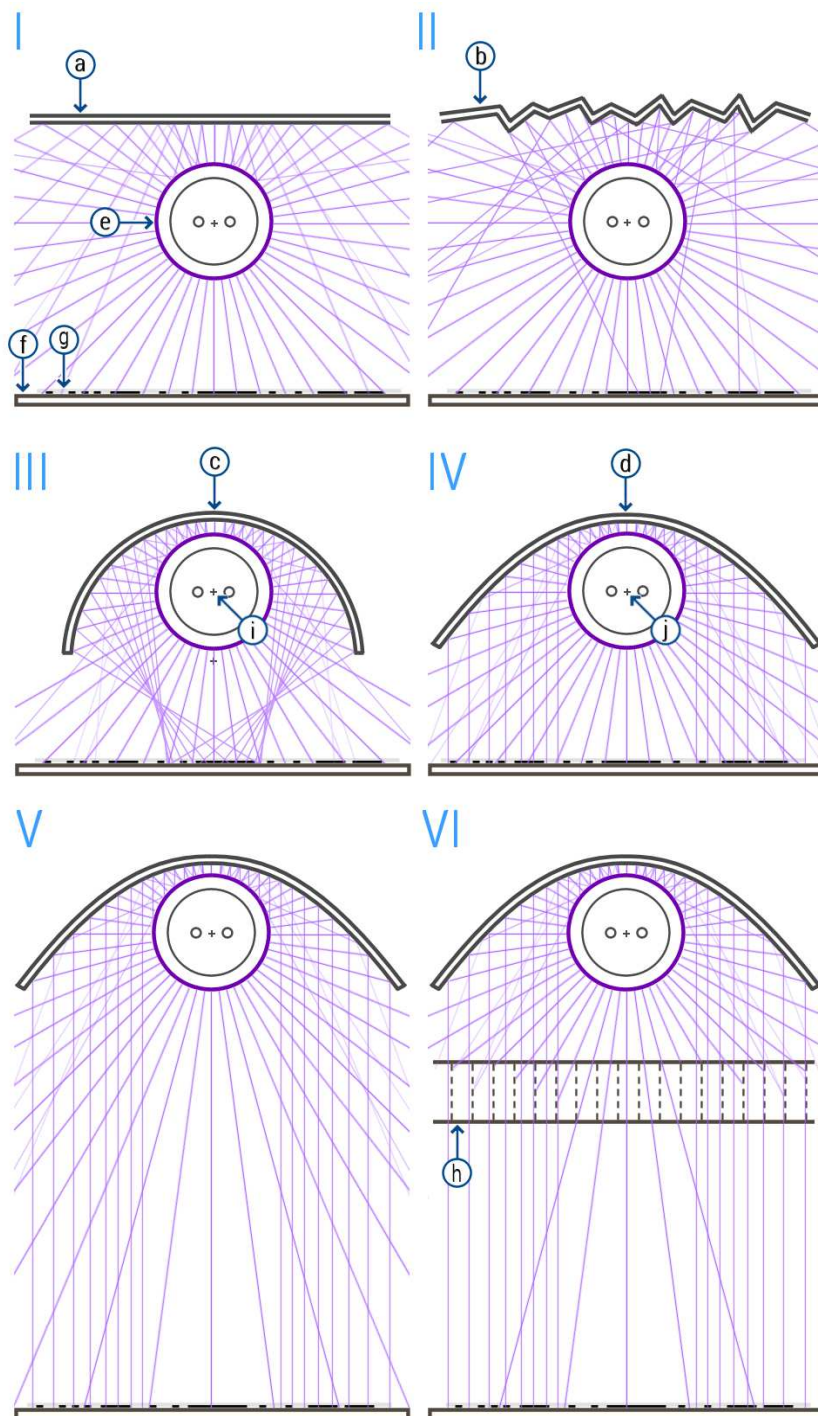
Jeśli naświetlarka w swojej konstrukcji posiada odbłyśnik o parabolicznym przekroju, jak na przykład w solariach do twarzy [variant IV.], to promienie świetlne emitowane przez świetłówki są od niego w pewnym zakresie kątów odbijane i kierowane prostopadłe do powierzchni płytki, a ilość promieni padających pod większym kątem, jest znacznie mniejsza niż w konstrukcjach z płaskim [variant I.] lub nieregularnym odbłyśnikiem [variant II.].

Jeśli naświetlarka w swojej konstrukcji posiada odbłyśnik w formie lustra [variant I.], odbłyśnik nieregularny z pogniezionej folii [variant II.] lub w formie półokręgu [variant III.], warto rozważyć poprawę jej parametrów przez zwiększenie odległości pomiędzy źródłem światła a naświetlaną płytką, tak by promienie o dużym kącie padania w pewnym stopniu ominęły płaszczyznę płytek PCB [porównanie wariantu IV. i V.].

Innym bardzo skutecznym rozwiązaniem jest zastosowanie przesłony w formie plastra miodu, lub kratki (można ją wykonać np. z tektury) umiejscowionej pomiędzy płytką drukowaną a źródłem światła [variant VI]. Należy jednak pamiętać, że zastosowanie takiej przesłony wpływa w sposób znaczny na równomierną dystrybucję promieni UV na całej powierzchni płytki, wymaga zatem zwiększenia odległości pomiędzy źródłem światła a płytką drukowaną, i nie jest zalecane w przypadku gdy naświetlarka dysponuje pojedynczym punktowym źródłem światła. Należy się również liczyć z wydłużeniem wymaganych czasów ekspozycji.

Przykładowe konstrukcje naświetlarek: I – z płaskim odbłyśnikiem, II – z nieregularnym odbłyśnikiem, III – z odbłyśnikiem o przekroju kołowym, IV – z odbłyśnikiem o przekroju parabolicznym i zwiększoną odległością PCB od źródła światła, V – z odbłyśnikiem parabolicznym, zwiększoną odległością PCB od źródła światła i przesłoną w formie plastra miodu, VI – z odbłyśnikiem parabolicznym, zwiększoną odległością PCB od źródła światła i przesłoną w formie kratki. a – odbłyśnik płaski, b – odbłyśnik nieregularny, c – odbłyśnik o przekroju kołowym, d – odbłyśnik o przekroju parabolicznym, e – źródło światła UV, f – płytki drukowana ulokowana na podłożu, g – wzornik, h – plaster miodu lub kratka, i – ogniskowa zwierciadła kołowego, j – ogniskowa zwierciadła parabolicznego

(© PROFOLIO Wojciech Daszczyk)



CZAS EKSPOZYCJI

Producent emulsji do maski lutowniczej informuje, że energia promieniowania UV wystarczająca do prawidłowego naświetlenia to 250-350mJ/cm² (przy maksimum emisji 365nm) i przekłada się bezpośrednio na wymagany czas ekspozycji.

Energia promieniowania UV absorbowana przez emulsję podczas naświetlania zależy od wielu czynników (moc lamp UV, widmo emisji lamp, odległość źródła światła od powierzchni PCB, rodzaj wzornika itp.). W warunkach amatorskich, bez specjalistycznego przyrządu do pomiaru energii promieniowania, wynikający z niej czas ekspozycji najlepiej dobrać doświadczalnie, tak by naświetlane obszary emulsji nie ulegały degradacji podczas procesu wywoływania, a obszary nienaświetlane swobodnie rozpuszczały się w kąpeli wywołującej (Definiuje to osobny parametr - tak zwany stopień Stouffera).

O dobrych efektach naświetlania decyduje również jakość stosowanego wzornika do naświetlania, jeśli zaciemnione obszary wzornika będą nieprzepuszczalne dla promieni UV, dobór właściwego czasu ekspozycji będzie łatwiejszy, a otrzymana powłoka będzie bez wad.

Przy zastosowaniu typowej amatorskiej konstrukcji naświetlarki, bazującej na komponentach solarium do twarzy (4 lampy CLEO 15W), wystarczający czas ekspozycji to 30-45 sekund.

Celem zakończenia fotochemicznych procesów polimeryzacji emulsji zalecane jest odczekanie co najmniej 10 minut przed rozpoczęciem procesu wywoływania.

WYWOŁYWANIE

Emulsja przystosowana jest do wywoływania w środowisku wodno-alkalicznym. A jako wywoływacz stosuje się powszechnie dostępny węglan sodu - Na_2CO_3 (soda kalcynowana) o stężeniu 1%. Podczas procesu wywoływania grupy karboksylowe w żywicy lakieru przekształcają się w sól rozpuszczalną w wodzie i ulegają wypłukaniu.

Proces wywoływania wymaga pewnej określonej temperatury podczas reakcji, wynoszącej z reguły 28-38°C.

Czas wywoływania trwa zazwyczaj od 50 do 70 sekund i powinien być wspomagany przez delikatne obmywanie. Dłuższe przetrzymywanie naświetlonej płytki w roztworze, może skutkować niepożądanym wzrostem podcięcia. Z tego też względu po zakończonym procesie, wywołaną płytkę należy dokładnie wypłukać czystą wodą, z wszelkich pozostałości wywoływacza.

UTWARDZANIE

Utwardzanie to końcowy proces chemicznego sieciowania składników lakieru (wypalania). Wypalanie odpowiedzialne jest za ostateczne własności mechaniczne, chemiczne i elektryczne maski lutowniczej, dlatego też przestrzeganie parametrów tego etapu jest koniecznością.

Bez względu na to w jakim piecu przeprowadzany jest proces wypalania (piec konwekcyjny, piec bez termoobiegu), należy zwrócić szczególną uwagę na równomierne nagrzewanie całej powierzchni płytki. W początkowej fazie procesu warto zadbać o okresową wentylację komory pieca, by uniknąć skraplania (podobnie jak to ma miejsce w przypadku fazy podsuszania).

Temperatura wypalania powinna wynosić 150°C, a czas przetrzymania płytki w tej temperaturze to około 60minut. Czas należy liczyć od momentu umieszczenia płytki w piecu, ale od momentu gdy temperatura komory pieca i laminatu osiągnie wymaganą w procesie temperaturę, a ta zależy w znacznym stopniu od grubości laminatu i budowy pieca. Czas normowania się parametrów pracy, dla każdego pieca ustala się indywidualnie, nie jest on jednak zazwyczaj dłuższy niż 10-15 minut.

Pozytywny efekt przynosi również dodatkowe naświetlanie utwardzające wywołanej emulsji przed właściwym wypalaniem. Zalecana energia jaką powinno się w tym procesie przekazać emulsji to 500-2000 mJ/cm^2 . Czas takiego naświetlania można dobrać z proporcji w stosunku do naświetlania przed wywoływaniem, w tym przypadku powinien on być od 2 do 8 razy dłuższy niż czas naświetlania przed wywoływaniem.

JEDNCZESNE UTWARDZANIE WIELU WARSTW

Jeśli obwody pokrywane są powłoką dwa lub więcej razy, lub jeśli po warstwie soldermaski nanoszone są warstwy opisowe (np. emulsją do maski lutowniczej o innym kolorze, lub materiałami dedykowanymi do noszenia warstwy opisowej), sugerowane jest pominięcie procesu wypalania dla wcześniejszych warstw, i wykonanie go na samym końcu dla wszystkich powłok jednocześnie.

Dzięki takiej zmianie, po wypaleniu uzyskujemy nie tylko docelowe parametry wytrzymałościowe, ale również doskonałą przyczepność pomiędzy warstwami.