

Michał JAMBOR, Klaudia WALASZCZYK¹

Opiekun naukowy: Ewa STANIEWSKA

CHARAKTERYSTYKA PROCESU TECHNOLOGICZNEGO OBWODÓW DRUKOWANYCH W POSTACI PŁYTEK

Streszczenie: Artykuł ma na celu ukazanie zalet i korzyści wynikających z zastosowania w układach elektronicznych płytek drukowanych, o własnościach dielektrycznych. Płytki te stanowią materiał kompozytowy, składający się z osnowy i wypełniacza. W zależności przeznaczenia stosowane są odpowiednie rodzaje laminatów. W trakcie skomplikowanego procesu produkcyjnego oraz operacji wytrawiania uzyskuje się niewielkich rozmiarów układ, zdolny do przenoszenia prądu elektrycznego.

Słowa kluczowe: obwody drukowane, płytki, kompozyty, laminaty

CHARACTERISTICS OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF PRINTER CIRCUITS IN THE FORM OF TILES

Abstract: The article aims to show the advantages and benefits of using in electronic circuits of printed circuit boards with dielectric properties. These tiles are a composite material consisting of a matrix and filler. Depending on the purpose, appropriate types of laminates are used. During the complicated production process and pickling operations, a small system is obtained, capable of carrying electric current.

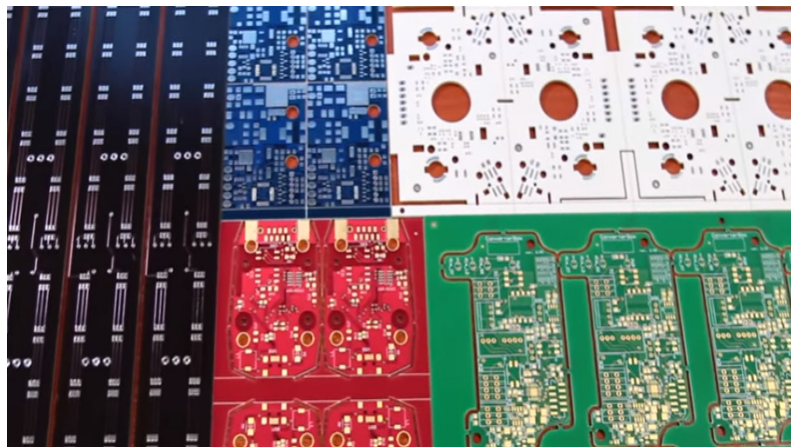
Keywords: printed circuits, boards, composites, laminates

1. Wstęp

Ogromna liczba elementów składających się na urządzenia elektroniczne stwarza problem właściwego ich rozmieszczenia i umocowania w obudowie oraz elektrycznego ich połączenia. Problem ten rozwiązuje się głównie za pomocą obwodów drukowanych, ukazanych na rysunku nr 1. Obwody drukowane w nowoczesnym sprzęcie elektronicznym to płytki dielektryczne pokryte folią miedzianą, która po selektywnym wytrawieniu stanowi system elektrycznych

¹ Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów, Instytut Przeróbki Plastycznej i Inżynierii Bezpieczeństwa, email: kwalaszczyk96@interia.pl

połączeń elementów. Przy stosunkowo małym zagęszczeniu elementów stosuje się obwody jednowarstwowe, w których mozaika miedziana, decydująca o przepływie prądu, znajduje się po jednej stronie płytki. Wraz ze zwiększeniem zagęszczenia elementów i koniecznością skrócenia dróg przesyłania sygnału stosuje się płytki dwu- i wielowarstwowe, w których warstwy elektryczne między warstwami są realizowane przez połączenia mostkowe, połączenia nitowe lub przez metalizowane otwory [1].



Rysunek 1. Obwody drukowane [4]

2. Materiały na laminaty

Płytki przeznaczone na obwody są zbudowane z podłoża o właściwościach dielektrycznych i folii miedzianej. Ze względu na właściwości podłoża rozróżnia się dielektryki sztywne i elastyczne. Są one kompozytami. W ich skład wchodzi osnowa i wypełniacz. Spośród wielu rodzajów laminatów do celów elektronicznych stosuje się najczęściej laminaty:

- celulozowo-fenolowy,
- celulozowo-epoksydowy,
- szklano-epoksydowy,
- szklano-fenolowy,
- szklano-teflonowy.

Laminaty te produkuje się w kilku odmianach wymiarowych o grubości 0,8-3,2 mm na jedno- i dwuwarstwowe płytki oraz o grubości 0,10-0,8 – na obwody wielowarstwowe. Grubość warstwy metalicznej jest również zróżnicowana i wynosi 0,018-0,110 mm.

Laminat o osnowie celulozowej (papierowej) nasycony żywicą fenolową jest tworzywem najtańszym. Ze względu na swoje właściwości dielektryczne i technologiczne bywa głównie stosowany w sprzęcie powszechnego użytku. Wykazuje dużą odporność na wilgoć. Laminat o osnowie celulozowej nasycony żywicą epoksydową ma dobre właściwości mechaniczne i elektryczne; nadaje się do wykrawania w temperaturze pokojowej. Jest trudno palny. Laminat o osnowie szklanej nasycony żywicą epoksydową odznacza się dużą wytrzymałością na zginanie oraz dużą stabilnością wymiarową.

Laminat o osnowie z włókien szklanych związanych teflonem jest ze względu na swe właściwości, zwłaszcza małą stratność elektryczną, stosowany w obwodach mikrofalowych.

Najczęściej stosowanym obecnie podłożem jest podłoże szklano-epoksydowe oraz obwody na bazie aluminium, które charakteryzują się dobrym odprowadzaniem ciepła [1].

3. Proces produkcyjny

Przebieg procesu technologicznego dzieli się na kilka operacji. Są to [1]:

- wykrawanie płytek z arkuszy folii,
- oczyszczenie powierzchni,
- wykonywanie rysunku na warstwie kopiowej,
- trawienie folii,
- usuwanie warstwy zabezpieczającej przed trawieniem,
- wiercenie otworów i czyszczenie,
- nakładanie warstw ochronnych metalowych,
- obróbka/wykończenie powierzchni,
- kontrola/testowanie.

Wykrawanie z arkusza laminatu płytek o wymiarach wyznaczonych przez konstruktora wykonuje się za pomocą automatycznych nożyc gilotynowych.

Oczyszczenie powierzchni mechaniczne i chemiczne ma na celu usunięcie z powierzchni laminatu zanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych oraz warstwy tlenków. Do operacji mechanicznego oczyszczenia poleca się szczotkowanie mechaniczne szczotkami rolkowymi lub polerowanie sproszkowanym pumeksem. Oczyszczenie chemiczne polega na myciu w detergentach oraz wytrawianiu w słabych roztworach kwasu solnego lub w roztworze wodnym amoniaku. Na zakończenie procesu oczyszczania należy powierzchnię płytek bardzo starannie spłukać i wysuszyć.

Nanoszenie rysunku (fotomozaiki) obwodu elektrycznego na warstwie kopiowej wykonuje się metodą sitodruku oraz metodą fotolitograficzną. Najpierw na płytce nakładany jest światłoczuły polimer.

Następnie płytka jest naświetlana przy użyciu odpowiednio przygotowanej kliszy, która odzwierciedla obraz ścieżek i połączeń elektrycznych. Należy tutaj wskazać, że powstający na folii miedzianej rysunek obwodu powinien być wykonany z tworzywa odpornego na wpływ odczynników trawiących tak, by pozostająca pod tworzywem folia nie uległa wytrawieniu.

Trawienie folii miedzianej prowadzi się w roztworze chlorku żelazowego FeCl_3 . Zachodzi wówczas reakcja:



Powstający w jej wyniku chlorek miedziawy Cu_2Cl_2 trudno rozpuszcza się w wodzie, a osiadając na folii utrudnia dalsze trawienie. Podczas trawienia zaleca się stosowanie

intensywnego zmywania oraz nagrzewania kąpeli do 35°C. Po zakończeniu trawienia obowiązuje bardzo dokładne spłukanie płytek w wodzie destylowanej.

Następne operacje to usunięcie z miejsc chronionych warstwy tworzywa odpornego na działanie odczynników trawiących (farby lub emulsje), a potem wiercenie otworów usytuowanych w polach lutowniczych.

W celu zabezpieczenia powierzchni metalowych stosuje się warstwę stopu lutowniczego. Można również zastosować ochronę mozaiki miedzianej maską lutowniczą utworzoną zwykle z powłoki epoksydowej odpornej na działanie wysokiej temperatury. Maskę lutowniczą wytwarza się metodą sitodruku, a następnie utwardza się ją w podwyższonej temperaturze. Osłania ona całą powierzchnię płytki z wyjątkiem pól lutowniczych, które pozostają odkryte, by następnie w procesie lutowania utworzyć połączenie obwodu elektrycznego z wyprowadzeniem elementu elektrycznego.

Kolejnym etapem produkcji jest nawiercanie otworów w płytce, w których później zostaną zamontowane układy scalone, rezystory, kondensatory, oporniki i inne niezbędne elementy. Ilość otworów na płytce może sięgać nawet 12.000. Często są tak małych rozmiarów, że trudno je dostrzec gołym okiem. Do wiercenia stosuje się sterowane numerycznie wiertarki odznaczające się wielką dokładnością i ogromną prędkością obrotową wynoszącą nawet 2000 obr/s. Z reguły na ciężkie warunki pracy, stosuje się wiertła z węglików spiekanych.

Kolejną bardzo kluczową operacją jest proces chemiczny polegający na metalizowaniu wykonanych uprzednio otworów na automatycznej linii galwanicznej [rys.2]. Proces metalizacji chemicznej, stosowany przemysłowo składa się z trzech zabiegów [1]:

- uczulenie powierzchni,
- uaktywnienie powierzchni,
- osadzanie miedzi na powierzchni otworów.

Czas procesu zależy od wielu czynników, orientacyjnie można przyjąć kilkanaście minut dla każdej kąpeli.

Dzięki metalizacji zostaną utworzone połączenia elektryczne pomiędzy dwoma warstwami obwodu drukowanego.



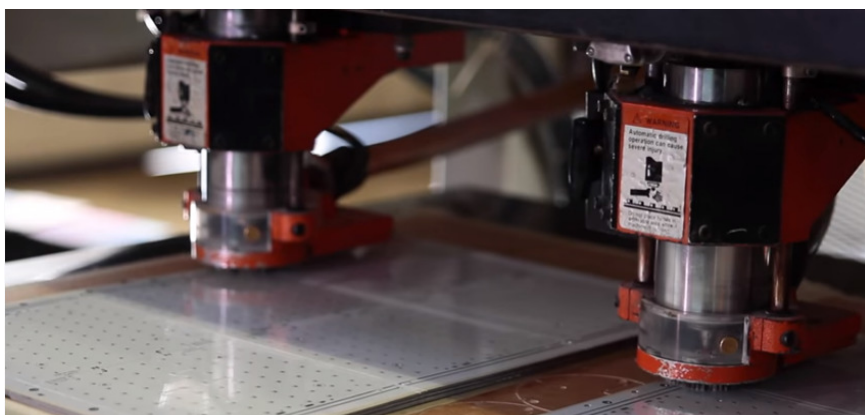
Rysunek 2. Metalizowaniu wykonanych uprzednio otworów na automatycznej linii galwanicznej [4]

Uzyskane w procesie osadzania chemicznego warstwy są zbyt cienkie, by mogły trwale ogrywać rolę połączeń elektrycznych między warstwami położonymi po przeciwnych stronach laminatów. Do ich wzmocnienia stosuje się miedziowanie elektrochemiczne, które prowadzi się w wannach elektrolitycznych. Kolejno na płytce nanoszona jest maska antylutownicza, pełniąca funkcję izolatora elektrycznego.

W celu ochrony selektywnego zabezpieczenia ścieżek drukowanych, pól lutowniczych i otworów metalizowanych pokrywa się galwanicznie powłoką cynowo-ołowiową. Następnie na obwody nanoszony jest opis za pomocą sitodruku.

Ostatnie procesy to obróbka mechaniczna za pomocą obrabiarek sterowanych numerycznie. Najpierw rylcowanie – czyli precyzyjne nacinanie, aby umożliwić późniejsze rozdzielanie pojedynczych płytek.

Następnie frezowanie [rys.3] – aby uzyskać założony w projekcie kształt płytki.



Rysunek 3. Proces frezowania [4]

Na końcu sprawdza się czy obwód poprawnie działa. Testowanie elektryczne daje pewność, że obwód i naniesione połączenia są sprawne. Testowanie odbywa się na testerach walcowych, gdzie automatyczny tester sprawdza ok. 3500 punktów na minutę, lub na testerach igłowych, gdzie test trwa około 5 sekund. Płytki ponadto poddaje się próbom na obciążalność prądową, na obciążalność temperaturową w zakresie przewidzianym dla pracy. Kontrole prawidłowości obwodów drukowanych metodami nieniszczącymi wykonuje się na wszystkich płytkach, natomiast próby niszczące – tylko na losowo wybranych egzemplarzach.

Przed wysyłką zostaje jeszcze kontrola optyczna jakości i estetyki wykonania oraz pakowanie próżniowe [1-3].

4. Podsumowanie

Obwody drukowane można znaleźć w większości urządzeń elektrycznych, którymi na co dzień się posługujemy. W naszym najbliższym otoczeniu znajdują się komputery, sprzęt gospodarstwa domowego, samochody, itp. We wszystkich tych urządzeniach i maszynach znajdują się obwody drukowane, które śmiało można porównać do krwioobiegu w organizmie człowieka.

Poprzez wytrawione na ich powierzchni ścieżki płynie prąd elektryczny, który „ożywia” dane urządzenie. Największe obecnie wyzwania z jakimi muszą zmagać się m.in. polskie przedsiębiorstwa produkujące te elementy to azjatycka konkurencja i tendencja do miniaturyzacji, szczególnie zauważalnej w XXI wieku. Coraz więcej wierconych otworów ma średnicę poniżej 0.3 mm a odległości między ścieżkami obwodów są często mniejsze niż 0,15mm.

LITERATURA

1. OKONIEWSKI S.: Technologia dla elektroników, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1998.
2. Serwis internetowy: www.ct.elhurt.com.pl/pcb-obwody-drukowane/, dostęp 11.10.2019
3. Serwis internetowy: www.eltar.pl/technologia/, dostęp 10.10.2019
4. Serwis internetowy: www.youtube.com/watch?v=gLhiWXOYGyE, dostęp 10.10.2019