

kiej CIT-Alcatel. Praktyka przemysłowa narzuca jednak pewne ograniczenia w stosunku do teoretycznej wydajności urządzenia. Głównym powodem tego jest pamięć helowa w komorze stanowiska pracy wykrywacza.

Jeśli założy się, że bezbrakowa produkcja elementów złączowych nie istnieje, a wydajność dość szybko spada wraz z procentem obudów nieszczelnych, podniesienie wydajności urządzenia zależy w znacznej mierze od ograniczenia pamięci helowej.

Pamięć helowa może wpływać na wiarygodność wskazań. Tendencja do przekłamywania jest jednak wyraźnie skierowana - jedynie na niekorzyść producenta. W przypadku bowiem pamięci dobre obudowy mogą być uznane za złe, ale nigdy odwrotnie.

Janusz NOWACKI, Katarzyna SZYSZEJ
ONPMP

Obudowy z tworzyw sztucznych przeznaczone do hermetyzacji mikroukładów hybrydowych

Mikroukłady hybrydowe różnych typów i mocy stanowią dużą grupę przyrządów elektronicznych coraz powszechniej stosowanych. Wraz z rozwojem samych mikroukładów dąży się do znalezienia najbardziej właściwych dla nich obudów, które swoją trwałością będą odpowiadały trwałości działania mikroukładów i będą charakteryzowały się dobrymi własnościami elektroizolacyjnymi, odpornością na działanie wilgoci, wytrzymałością mechaniczną, odpornością na szoki termiczne itp. Od dawna do hermetyzacji przyrządów elektronicznych, w tym także i mikroukładów hybrydowych, stosuje się tzw. obudowy tradycyjne /metal-ceramika, metal-szkło/. Obecnie takie obudowy używane są przede wszystkim do tzw. zastosowań specjalnych - ze względu na ich podwyższone parametry, natomiast do przyrządów i mikroukładów stosowanych powszechnie używa się różnego typu obudów z tworzyw sztucznych, których niezawodność jest zupełnie wystarczająca, a koszty wytwarzania znacznie niższe niż obudów tradycyjnych.

Obudowy z tworzyw sztucznych uzyskiwane są różnymi technikami. Do najbardziej rozpowszechnionych i znanych od dawna należą: impregnacja, zalewanie /w formach lub kubku/ lub zatapianie, a także pokrywanie fluidyzacyjne i maczanie, które - chociaż nieco mniej znane - stosowane są również w praktyce. Znacznie ekonomiczniejsza jest jednak metoda otrzymywania obudów przyrządów półprzewodnikowych stosująca niskociśnieniowe prasowanie przetłoczone. Obudowy takie można uzyskiwać bezpośrednio zaprasowując przyrządy w tłoczywie /układy scalone, tranzystory, itp./ lub wykończając wypraski, np. w kształcie pudełek z wyprowadzeniami, w których montuje się układ - jak w przypadku mikroukładów hybrydowych. Metoda prasowania przetłoczonego ma wiele zalet; charakteryzuje się przede wszystkim krótkimi cyklami prasowania

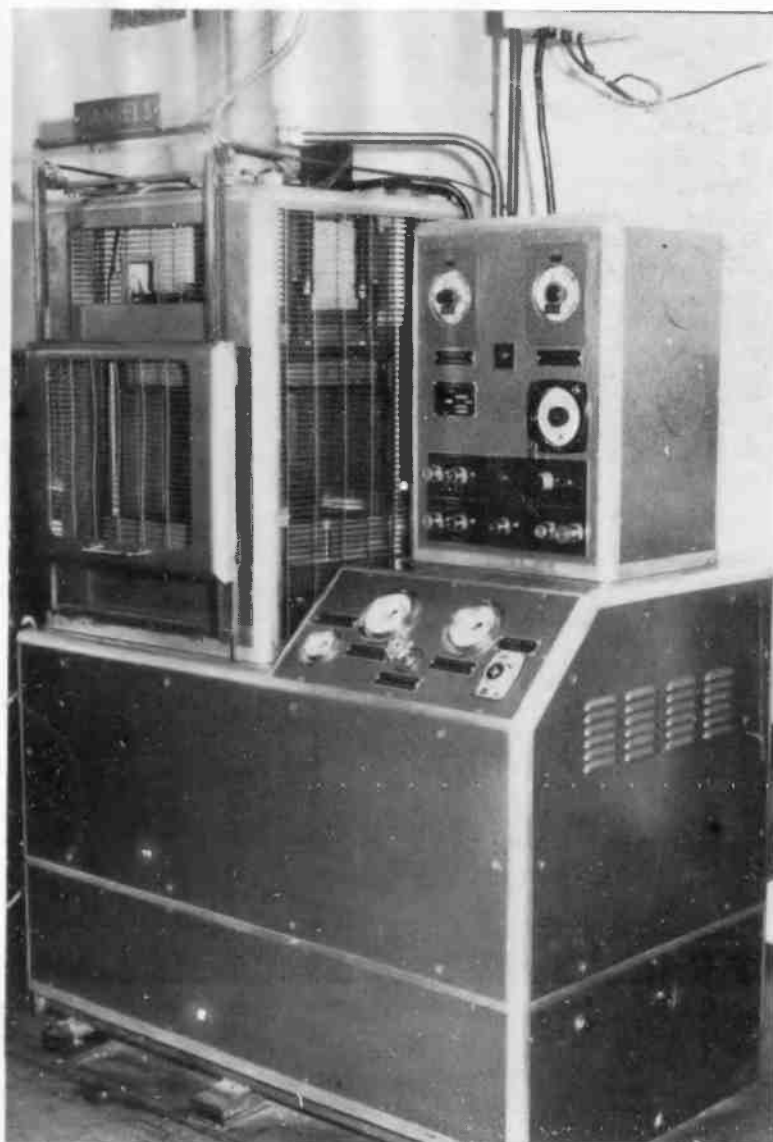
/dwie do czterech minut/ i przy zastosowaniu form wielogniazdowych z powodzeniem nadaje się do produkcji masowej.

W Ośrodku Naukowo-Produkcyjnym Materiałów Półprzewodnikowych opracowano technologię wytwarzania obudów z tworzyw sztucznych do hermetyzacji mikroukładów hybrydowych o wymiarach płytki podłożowej 30 x 20 mm. Obecnie prowadzone są również prace przygotowawcze do opracowania technologii obudów do hermetyzacji mikroukładów innych typów. Obudowy są wykonywane metodą prasowania przetłocznego tłoczywa niskociśnieniowego. Są one uformowane w postaci pudełek z 24 wyprowadzeniami oraz dopasowanych do nich pokrywek. Są w nich montowane układy hybrydowe małej mocy, które znajdują zastosowanie w automatyce i maszynach cyfrowych różnych typów.

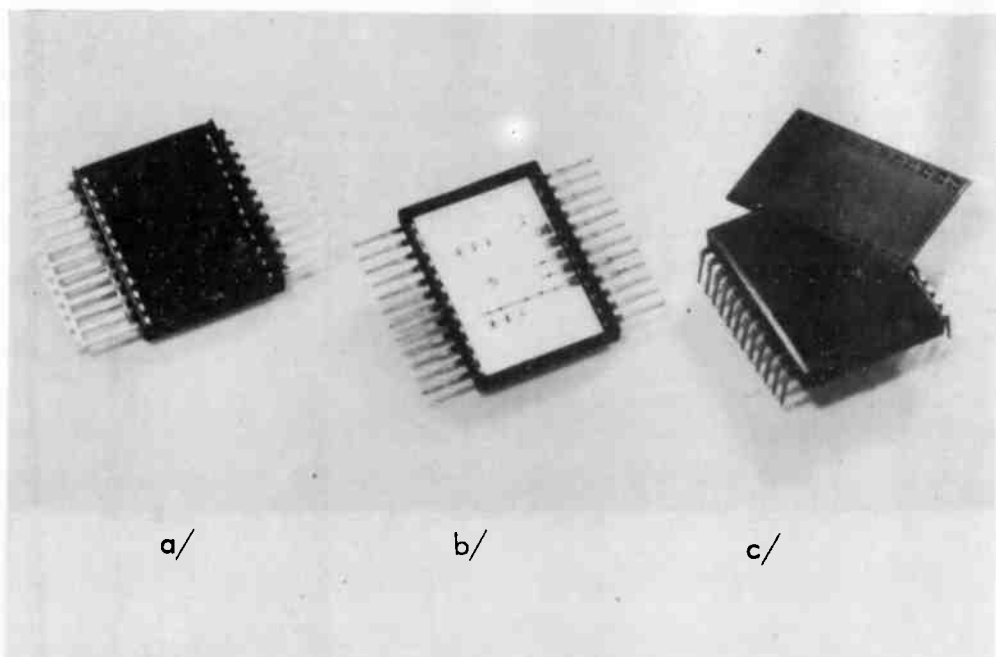
PRACE PROWADZONE W ONPMP

Opracowanie technologii obudów z tworzyw sztucznych do hermetyzacji mikroukładów hybrydowych poprzedziło studium literaturowe i opracowanie założeń wstępnych. Stwierdzono, że najodpowiedniejszą formą hermetyzacji mikroukładów hybrydowych tłoczywami jest wykonanie z nich pudełek z zaprasowanymi wyprowadzeniami oraz odpowiednio dopasowanych pokrywek. Zarówno pudełka, jak i pokrywki wykonuje się techniką niskociśnieniowego prasowania przetłocznego. W pudełka te wkleja się płytki podłożowe ze zmontowanym układem hybrydowym, a następnie zamyka się je przez przyklejenie pokrywki w celu całkowitego uszczelnienia obudowy. Połączenia między kontaktami na wklejanej płytce podłożowej a zaprasowanymi w pudełku wyprowadzeniami wykonuje się najczęściej termokompresyjnie, natomiast wklejanie płytki podłożowej i uszczelnianie pokrywki prowadzi się przy użyciu klejów na bazie żywic epoksydowych. Równoległe z opracowaniem studium literaturowego i założeń przygotowywano potrzebną aparaturę, oprzyrządowanie i surowce. ONPMP dysponuje prasą hydrauliczną firmy Daniels przeznaczoną do niskociśnieniowego prasowania przetłocznego tłoczywa /rys. 1/. Prasą ta charakteryzuje się regulowanym ciśnieniem przetłocznym w zakresie 0-70 kG/cm². Jest ona wyposażona w dwie płyty grzejne, dzięki którym można osiągać temperatury form do około 470 K /200°C/. Formy można instalować w prasie na stałe za pomocą śrub lub też obsługiwać ręcznie, tzn. załadowywać i rozładowywać po każdym cyklu prasowania na pomocniczym stole znajdującym się w pobliżu prasy. Czas prasowania ustala się za pomocą specjalnego wskaźnika, a po upływie nastawionego czasu prasa otwiera się automatycznie. Urządzeniem pomocniczym jest tabletkarka, przy użyciu której otrzymuje się tabletki z tłoczywa dostarczanego na ogół w postaci proszku lub granulek. Tabletkowanie jest procesem prasowania tłoczywa na zimno pod ciśnieniem ok. 80 kG/cm². Średnica tabletki uwarunkowana jest średnicą stempla, natomiast masę tabletki można regulować zmieniając grubość tabletki za pomocą odpowiedniego pokręta. Podgrzewanie wstępne tabletek przed prasowaniem prowadzi się w podgrzewaczu w.cz. lub w suszarce ogrzewanej elektrycznie.

Bardzo istotnym zagadnieniem przy otrzymywaniu obudów metodą prasowania przetłocznego jest prawidłowe wykonanie form. Właściwa głębokość i wyprofilowanie gniazd formy wymaga wielkiej precyzji wykonawstwa; większa ilość gniazd zwiększa niewątpliwie wydajność produkcji, ale podnosi w znacznym stopniu i tak wysoki koszt formy. W przypadku obudów do hermetyzacji mikroukładów hybrydowych o wymiarach płytki podłożowej 30 x 20 mm ONPMP przygotował formy czterogniazdowe do pudełek i pokrywek, montowane na stałe w prasie. Formy wyposażone są w wyrzutniki, powierzchnie gniazd oraz kanałów doprowadzających tłoczywo są chromowane w celu ułatwienia wycięcia z form gotowych wyprasek i wlewów.



Rys. 1. Prasa hydrauliczna przeznaczona do niskociśnieniowego prasowania przetłocznego



Rys. 2. Obudowa mikroukładów hybrydowych:
a/ z nieobciętymi końcówkami ażurów
b/ z obciętymi końcówkami ażurów
c/ z pokrywką i zagiętymi wyprowadzeniami

Oprócz urządzeń podstawowych stosowane są również urządzenia pomocnicze, np. wykrojnik do przycinania zaprasowanych ażurów, płytki do prostowania wyprasek w czasie dotwardzenia. Podstawowymi materiałami są: tłoczywo do niskociśnieniowego prasowania i ażury ścieżkowe – na wyprowadzenia.

Tłoczywa przeznaczone do hermetyzacji przyrządów elektronicznych muszą charakteryzować się następującymi własnościami:

- niskim ciśnieniem prasowania,
- krótkim czasem prasowania,
- dobrymi własnościami elektrycznymi.

Takie własności mają zarówno tłoczywa silikonowe, jak i epoksydowe przeznaczone do niskociśnieniowego prasowania przetłocznego. Obudowy mikroukładów hybrydowych o wymiarach płytki podłożowej 30 x 20 mm były wykonywane z obu rodzajów tłoczyw. Po przeprowadzeniu prób wstępnych i badań, do wytwarzania obudów wybrano dwa typy tłoczyw epoksydowych firmy Hysol oraz tłoczywo silikonowe firmy Dow Corning.

Jak już wspomiano, obudowy mikroukładów stanowią pudełka z zaprasowanymi wyprowadzeniami i dopasowane do nich pokrywki. Zaprasowywane ażury wykonywane są techniką trawienia z blachy mosiężnej lub kowarowej o grubości 0,3 mm. Przed zaprasowaniem ażury są złączone galwanicznie w celu przystosowania ich do połączeń z kontaktami na wklejanej płytce podłożowej ze zmontowanym układem hybrydowym. Grubość warstwy złota wynosi około 3 μm .

Przed przystąpieniem do opracowania technologii wykonywania obudów do hermetyzacji mikroukładów hybrydowych przeprowadzono wiele prób wstępnych dla wytypowanych tłoczyw. Próby te różniły się temperaturą formy, ciśnieniem przetłaczania tłoczywa, prędkością tłoczenia i czasem prasowania.

W przypadku wykonywania pokrywek stwierdzono, że istnieje kilka kombinacji parametrów prasowania, przy których otrzymuje się dobre pokrywki. Sytuacja przedstawia się nieco gorzej podczas wykonywania pudełek. Bardzo istotnym zagadnieniem jest uzyskanie odśloniętych wewnętrznych części wyprowadzeń. W niektórych próbach były one częściowo lub całkowicie zalane tłoczywem. Poszukując właściwych parametrów przeprowadzono wiele prób, stosując różne kombinacje temperatury formy, ciśnienia i prędkości tłoczenia. Zmiany prędkości tłoczenia dają możliwość pewnej modyfikacji ciśnienia – przy większej prędkości tłoczenia następuje nieznaczne obniżenie ciśnienia w układzie i odwrotnie. Stwierdzono, że przy stosowanych niższych ciśnieniach prasowania końcówki wewnętrzne są wprawdzie dobrze widoczne, ale tłoczywo niejednokrotnie nie wypełnia całkowicie gniazda formy. Pęcherzyki występujące czasami w wypraskach mogły powstawać wskutek nieznacznego zawilgocenia tłoczywa /jest więc konieczne wstępne podgrzewanie tłoczywa bezpośrednio przed prasowaniem/ lub nierównomiernego nagrzania formy.

Niekiedy wypraski bezpośrednio po wyjęciu z formy były zwichrowane. Zachodziła zatem konieczność wprowadzenia nowej operacji – prostowania.

Przeprowadzone próby pozwoliły na dobranie końcowych parametrów, przy jakich otrzymywane wypraski, zarówno pudełka jak i pokrywki, były zadowalające. Parametry te dla różnych tłoczyw były nieco inne, a ich wartości są podane w tablicach 1 i 2.

PARAMETRY PRASOWANIA PRZY OTRZYMYWANIU PUDEŁKA

Tablica 1

| Parametry | Tłoczywo epoksydowe I | Tłoczywo epoksydowe II | Tłoczywo silikonowe |
|---|-----------------------|------------------------|---------------------|
| Temperatura płyty górnej, K | 440 | 445 | 450 |
| Temperatura płyty dolnej, K | 450 | 450 | 455 |
| Temperatura formy, K | 430 | 430 | 440 |
| Ciśnienie przetłoczne, kG/cm^2 | 12 | 15 | 13 |
| Prędkość tłoczenia | A7 | A7 | B5 |
| Czas prasowania, min | 3 | 3 | 3 |
| Warunki dotwardzania | 4h/430 K | 2h/420 K | 2h/470 K |

PARAMETRY PRASOWANIA PRZY OTRZYMYWANIU POKRYWKI

Tablica 2

| Parametry | Tłoczywo epoksydowe I | Tłoczywo epoksydowe II | Tłoczywo silikonowe |
|---|-----------------------|------------------------|---------------------|
| Temperatura płyty górnej, K | 443 | 448 | 453 |
| Temperatura płyty dolnej, K | 448 | 453 | 458 |
| Temperatura formy, K | ~ 428 | ~ 433 | ~ 443 |
| Ciśnienie przetłoczne, kG/cm^2 | 7 | 12 | 10 |
| Prędkość tłoczenia | A7 | A7 | B5 |
| Czas prasowania, min. | 3 | 1,5 | 3 |
| Warunki dotwardzania | 4h/430 K | 2h/420 K | 2h/470 K |

Należy zauważyć, że własności tłoczyw zmieniają się w czasie przechowywania i w miarę upływu czasu ustalone parametry prasowania będą również ulegać pewnym zmianom. Także nowe partie tłoczywa mogą charakteryzować się nieco innymi własnościami, np. płynnością, dlatego też ustalone parametry prasowania stanowią podstawę do wykonywania zaprasowań, ale nie są stałe w czasie całego okresu produkcji obudów. Z tych względów należy przeprowadzać okresową kontrolę i badać przechowywane tłoczywa na płynność metodą "spiralii".

WŁASNOŚCI OBUDÓW

Wymagania stawiane obudowom mikroukładów hybrydowych są dosyć surowe. Obudowy z tworzyw sztucznych muszą mieć gładką powierzchnię bez zarysowań, wyprowadzenia muszą być proste i nie porysowane i nie mogą występować na nich ogniska korozji /rys. 2/.

Badania klimatyczne mają wykazać ich odporność na długotrwałą wilgoć, ciepło, zimno i szoki termiczne. Bardzo ważnym parametrem jest również hermetyczność /badana po przyklejeniu pokrywki do obudowy klejami na bazie Epidianu 5/. Badania mechaniczne odnoszą się przede wszystkim do wyprowadzeń, które mają być odporne na rozciąganie, zginanie, o także ich lutowność powinna być zadowalająca. Odporność między sąsiednimi wyprowadzeniami powinna wynosić nie mniej niż $10^{10} \Omega$.

