WNIOSKI

Przeprowadzone prace eksperymentalne potwierdziły możliwość zastosowania techniki zgrzewania dyfuzyjnego w próżni do otrzymywania obudów ceramiczno-metalowych dla przemysłu elektronicznego. Na podstawie zdobytych doświadczeń opracowano technologię zgrzewania dyfuzyjnego dla obudowy do układów mikrofalowych w wersji miedziano-ceramicznej. Obudowę tę przedstawiono na rysunku 3.

Rys. 3. Obudowa ceromiczno-miedziana wykonana techniką zgrzewania dyfuzyjnego

Andrzej TACZANOWSKI
ONPMP

Problemy przemysłowej kontroli szczelności obudów elementów półprzewodnikowych za pomocą wykrywacza helowego*)

WSTĘP

Obudowy metalowo-ceramiczne elementów półprzewodnikowych muszą spełniać warunek szczelności. Najczęściej przyjmowana granica dopuszczalnego nacieku wynosi 10^{-8} Trl/s. Dla wykrywania nieszczelności tego rzędu stosuje się spektrometryczne helowe wykrywacze nieszczelności.

Przy użyciu nowoczesnego wykrywacza czas badania jednej obudowy wynosi od 1-1,5 minuty. Składają się na to czynności założenia względnie zdjęcia próbki, osiągnięcie dostatecznie wysokiej próżni, odmuchonie helem, zapowietrzenie badanego elementu. Przy seryjnej produkcji uzyskiwana przy opisanym cyklu badania wydajność wynosząca 40-60 szt./godz. jest niewystarczająca. Przy stosowaniu wielopozycjowych uchwytów próbek można wprawdzie uzyskać wydajność większą do 180 szt./godz., ale wiarygodność przeprowadzanych badań jest mniejsza na skutek zbytniego przeciążenia operatora.

*) Referowane na konferencji: "Technika próżni w przemyśle i badaniach naukowych", Swieradów, 3-5 maja 1973 r.

http://rcin.org.pl

Na rynkach światowych znane są obecnie dwie firmy produkujące automatyczne wykrywacze nieszczelności. Są to CIT-Alcatel Francja i Veeco - USA. Mimo, że wykrywacze obu firm przewidziane są dla masowej kontroli gotowych elementów półprzewodnikowych lub układów scalonych, to jest do kontroli objętości zamkniętych, można je jednak przystosować do kontroli detali otwartych, takich jak obudowy, izolatory itp.

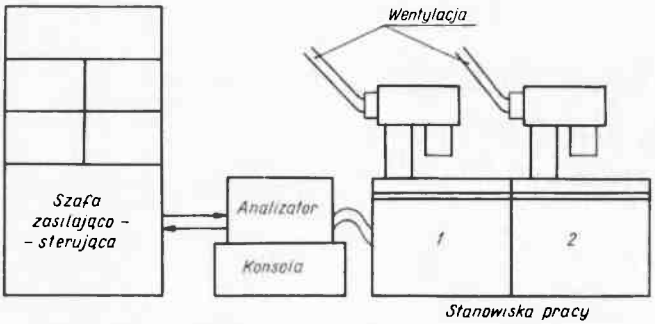
Zastosowanie automatycznego wykrywacza nieszczelności uniezależnia kontrolę od stanu zmęczenia operatora oraz zwiększa wydajność. W ONPMP do bieżącej kontroli produkowanych obudów elementów półprzewodnikowych zastosowano wykrywacz automatyczny typu DGC francuskiej firmy CIT-Alcatel.

W niniejszej pracy omówione zostaną niektóre problemy związane z kontrolą obudów za pomocą posiadanego wykrywacza, którego opis podany jest poniżej.

Wykrywacz DGC-2 składa się z trzech zasadniczych części:
- zespołu analizującego,
- stanowisk pracy,
- zespołu zasilająco-sterującego.

Rozmieszczenie części wykrywacza przedstawiono schematycznie na rys. 1.

W części analizującej znajdują się: pompa obrotowa, pompa dyfuzyjna, wymrażarka oraz komora analizatora. Pomiędzy wymrażarką a pompą dyfuzyjną umiejscowiony jest zawór odcinający, a na wejściu do części analizującej znajduje się zawór zabezpieczający.



Rys. 1. Części składowe wykrywacza nieszczelności typu DGC-2 CIT-Alcatel

W stanowisku pracy znajduje się komora, na wierzchu której zamocowany jest uchwyt próbek. Próżnię wstępną w komorze wytwarza pompa obrotowa. Z komorą połączone są trzy zawory. Zawór pneumatyczny /zp/ odcina komorę od pompy obrotowej, zawór elektromagnetyczny /ze/ odcina komorę od części analizującej, zaś zawór elektromagnetyczny /zz/ służy do zapowietrzania komory.

Zespół zasilająco-sterujący składa się z 5 wkładek, z których dwie sterują oba stanowiska pracy, trzy zaś stanowią część zasilająco-pomiarową analizatora.

Pełny cykl kontroli obejmuje następujące czynności:
a/ włożenie próbki do uchwytu /operator/,
b/ uruchomienie przycisku /operator/ powoduje zamknięcie próbki od góry przez klosz przyciskający próbkę do uszczelki uchwytu,
c/ odpompowanie wstępne komory z próbką,
d/ odpompowanie komory do wysokiej próżni, wdmuch helu do klosza otaczającego próbkę, analiza,
e/ zapowietrzenie komory, podniesienie się klosza, sygnalizacja wyniku badania, zdjęcie próbki /operator/.

http://rcin.org.pl

Z powyższego opisu widać, że operator spełnia tylko 3 czynności: mocuje próbkę, uruchamia cykl badania i zdejmuje próbkę. Wykrywacz nie segreguje automatycznie kontrolowanych obudów, lecz jedynie sygnalizuje optycznie wynik próby. Tak zwany próg odrzutu, tzn. granica, po przekroczeniu której urządzenie sygnalizuje, że element badany jest zły, ustawia się w zależności od wymagań stawianych obudowie.

Na rys. 2 przedstawiono układ próżniowy stanowiska pracy w różnych fazach cyklu roboczego. Zakłada się, że po drugiej stronie zaworu "ze" znajduje się analizator w stanie gotowości do pracy. Można wyróżnić 4 fazy pracy układu próżniowego:
1. zp - zamknięty, ze - zamknięty, zz - otwarty /punkt a/ cyklu kontroli/,
2. zz - zamknięty, zp - otwarty, ze - zamknięty /punkty b i c cyklu kontroli/,
3. zz - zamknięty, zp - zamknięty, ze - otwarty /punkt d cyklu kontroli/,
4. zz - otwarty, zp - zamknięty, ze - zamknięty /punkt e cyklu kontroli/.

Stanowiska pracy są sterowane automatycznie. System sterowania uniemożliwia jednoczesne połączenie się obu stanowisk z analizatorem.

DOŚWIADCZENIA W PRACY NA WYKRYWACZU O DUŻEJ WYDAJNOŚCI

Użytkownik wykrywacza nieszczelności żąda, aby przyrząd spełniał następujące wymagania:
- najmniejszy wykrywany sygnał rzędu $1 \cdot 10^{-10}$ atm·cm^3/s,
- krótki czas odpowiedzi,
- krótki czas trwania cyklu roboczego, tzn. dostatecznie duża wydajność,
- krótki czas powrotu do gotowości do pracy po dużym sygnale, helu, tzn. krótka pamięć helowa,
- prawdziwość odpowiedzi.

Zbadajmy obecnie, czy wymagania te spełnia opisywany wykrywacz. Konstrukcja urządzenia gwarantuje czułość sięgającą $1 \cdot 10^{-11}$ atm·cm^3/s oraz czas odpowiedzi na zakresie 10^{-6} atm·cm^3/s 0,5 sekundy. Są to parametry lepsze od wymaganych dla masowej kontroli szczelności.

Czas trwania cyklu roboczego można w pewnym zakresie regulować.

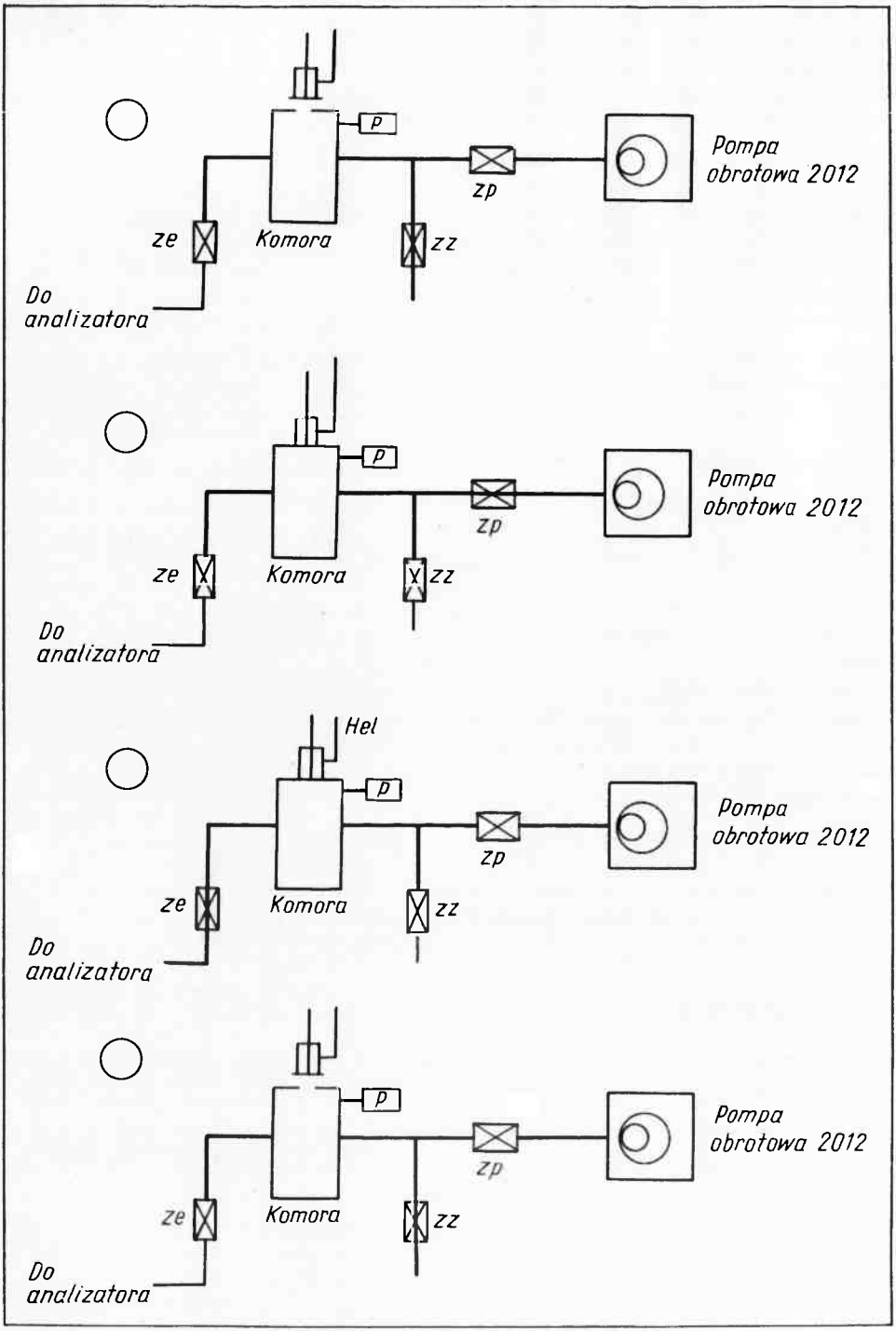
Tablica

Operacje składające się na cykl badania obudowy i czas ich trwania

Operacja	czas a/	czas b/
zakładanie próbki	2 s	2 s
odpompowanie wstępne	3,8 s	7 s
wykrywanie	5,8 s	5,8 s
zapowietrzenie	3 s	3 s
zdejmowanie próbki	1 s	1 s
	15,6 s	18,2 s

W tablicy podano przykłady czasów trwania cyklu w rozbiciu na zasadnicze operacje. Z podanych w tablicy operacji zmieniane mogą być czasy odpompowania wstępnego i wykrywania. Pierwszy czas wynika z ustawienia progowego ciśnienia otwarcia zaworu "ze". W przykładzie a/, podanym w tablicy 1 ciśnienie progowe ustawione było na poziomie $1 \cdot 10^{-1}$ Tr, w przypadku b/ na poziomie $2 \cdot 10^{-2}$ Tr. Otwarcie zaworu "ze" - łączącego stanowisko pracy z częścią analizującą - wywołuje wzrost ciśnienia w komorze

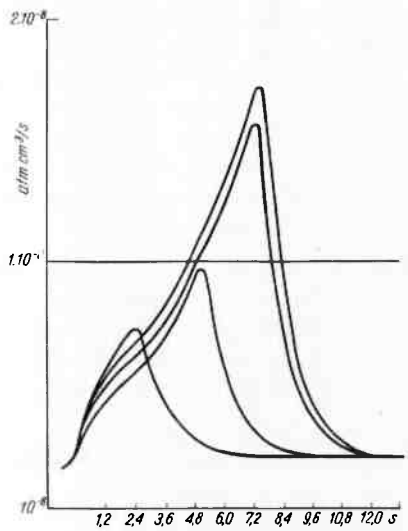
http://rcin.org.pl



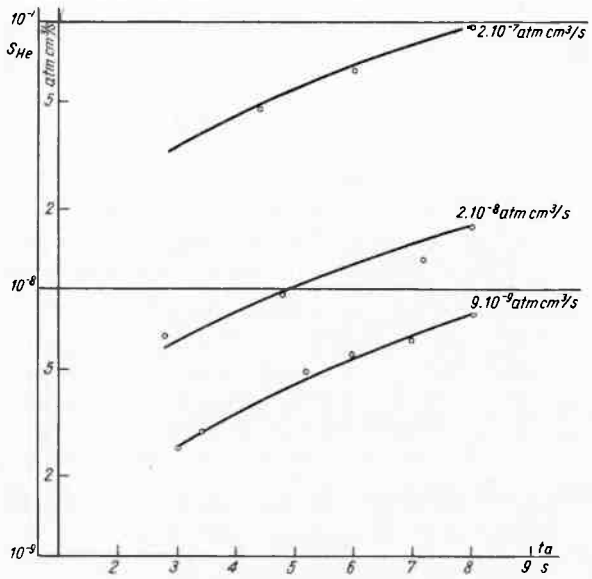
Rys. 2. Układ próżniowy stanowiska pracy w różnych fazach cyklu roboczego

http://rcin.org.pl

analizatora. Gdy zawór otwiera się przy ciśnieniu w komorze stanowiska pracy równym $1 \cdot 10^{-1}$ Tr, ciśnienie w komorze analizatora wzrasta do $1 \cdot 10^{-4}$ Tr. Jest to graniczne ciśnienie pracy analizatora. Można więc przyjąć, że w omawianym wykrywaczu minimalny czas potrzebny na odpompowanie wstępne próbki wynosi około 4 s. Drugim czasem, odgrywającym rolę w całości cyklu, jest czas wykrywania. Istnieje możliwość jego regulacji w zakresie od 2 - 8 s.



Rys. 3. Sygnały helu dla różnych czasów wykrywania. Naciek $2 \cdot 10^{-8}$ atm·cm^3/s



Rys. 4. Zależność wielkości sygnału helu od czasu wykrywania dla obudów o różnych naciekach

Na rys. 3 przedstawiono zapisane na rejestratorze sygnały helu odpowiadające różnym czasom wykrywania, dla obudowy o nacieku $2 \cdot 10^{-8}$ atm·cm^3/s. Wartość nacieku obudowy została określona na wykrywaczu nieszczelności typu ASM4-A /również firmy Alcatel/. Mierzoną obudowę wsadzano pod klosz szklany, pod którym doprowadzano hel. Notowano ustalony poziom sygnału helu.

Jak widać z rysunku 3, zbyt krótki czas trwania wykrywania może być niebezpieczny gdy nieszczelność badanej próbki zbliżona jest do wartości progu odrzutu.

Na rys. 4 przedstawiono zależność wielkości sygnału helu od czasu wykrywania dla 3 obudów o naciekach odpowiednio: $9 \cdot 10^{-9}$ atm·cm^3/s, $2 \cdot 10^{-8}$ atm·cm^3/s i $2 \cdot 10^{-7}$ atm·cm^3/s. Z wykresu widać, że dla ustalonego progu odrzutu na poziomie $1 \cdot 10^{-8}$ atm·cm^3/s minimalny czas detekcji wynosi 5 s.

Przy takim czasie wykrywania łączny czas trwania cyklu od umocowania obudowy przez operatora do jej zdjęcia wynosi 16 - 20 s. Odpowiada temu wydajność 220 do 180 szt /godz na stanowisko pracy. Jest to jednak wydajność teoretyczna, osiągalna przy całkowitym braku odpadu na nieszczelności. W rzeczywistości istnieją również obudowy nieszczelne.

http://rcin.org.pl

Nieszczelności te można podzielić na dwie grupy. Pierwsza to nieszczelności tak duże, że osiągnięcie progu ciśnienia, przy którym następuje połączenie z częścią analizującą, jest niemożliwe. Druga grupa to nieszczelności, pomimo istnienia których następuje połączenie komory z częścią analizującą. W przypadku nieszczelności grupy pierwszej cykl roboczy zostaje zatrzymany i operator, działając na odpowiedni przycisk, zapowietrza komorę z próbką celem jej usunięcia. Operacja ta stwarza oczywiście przerwę w normalnej pracy.

W drugiej grupie nieszczelności mogą znajdować się elementy o bardzo różnej wartości nacieku. Im większy naciek, tym dłuższy czas powrotu do stanu, w którym będzie można rozpocząć nowy cykl - czas martwy wówczas wydłuża się i wydajność spada. Istnieje jednak znacznie gorsza konsekwencja dużych nieszczelności - tak zwana pamięć helowa. Komora próżniowa, do której przymocowany jest uchwyt i system zaworów, ma 6 uszczelek gumowych. W przypadku dużej liczby elementów nieszczelnych następuje absorbcja helu przez uszczelki. Z kolei desorpcja helu z gumy może dać poziom sygnału helu odpowiadający natężeniu nieszczelności 10^{-5} atm·cm^3/s. Dla powstania pamięci helowej najbardziej niebezpieczne są oczywiście duże nieszczelności.

Na rys. 5 przedstawiono przykłady małej i dużej pamięci helowej. Na rys. 5a po dużym sygnale /czas oznaczony jako 0/ pamięć jest krótka i już po kilkudziesięciu sekundach wykrywacz gotowy jest do dalszej pracy. Na rys. 5b przedstawiono przykład długiej pamięci. Po dużym sygnale /czas 0/ powrót do poziomu sygnału umożliwiającego pracę wynosi kilka minut. Przez ten czas wykrywany sygnał helowy pochodzi z desorpcji helu, najprawdopodobniej z gumowych uszczelek.

W pierwszym przypadku ogólna ilość obudów nieszczelnych była niewielka. Przykład drugi dotyczy okresu, gdy odpad obudów był znaczny.

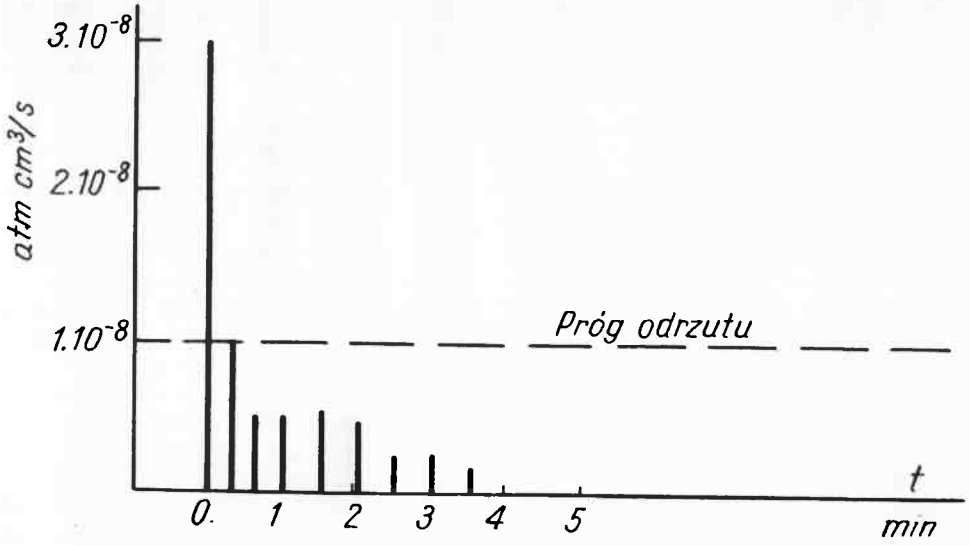
Pamięć helowa ma więc wpływ na:
- prawidłowość oceny obudowy - istnieje możliwość przekłamywania wyników na niekorzyść producenta,
- wydajność ogólną wykrywacza.

Celem sprawdzenia, jak zmienia się wydajność wykrywacza w zależności od procentu braków, przeprowadzono próby na jednym i dwóch stanowiskach pracy. Jako próbki służyły obudowy w liczbie 60 sztuk, poprzednio uznane za szczelne. W partii tej stopniowo wymieniano obudowy szczelne na nieszczelne. Na rys. 6 pokazano orientacyjny przebieg zależności wydajności wykrywacza od procentu odpadu dla jednego i dwóch stanowisk pracy. Trzeba jednak zwrócić uwagę, że krzywa ta może przebiegać nieco inaczej, jeśli zmieni się wśród ogółu obudów nieszczelnych stosunek obudów z małymi naciekami do obudów z dużymi naciekami.

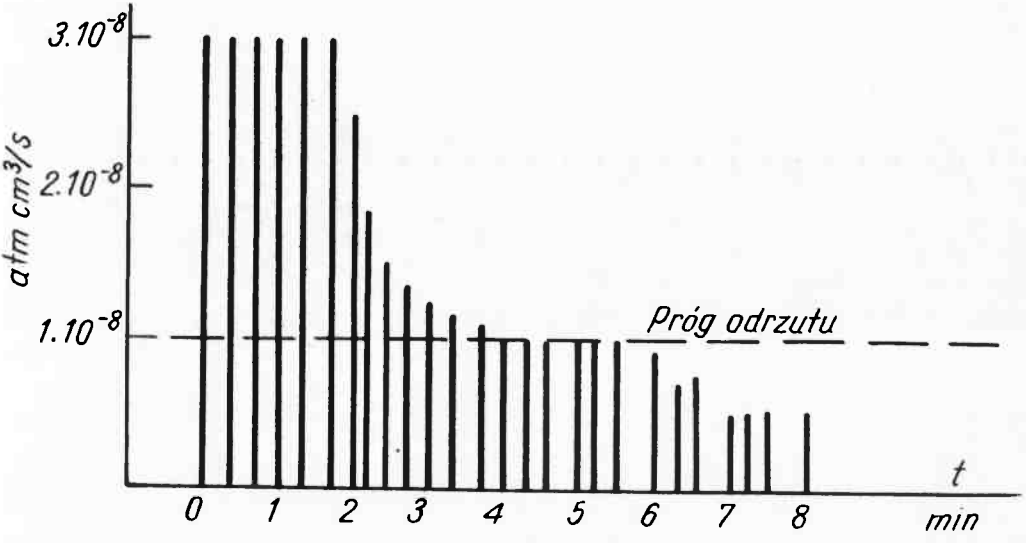
Przebieg pokazany na rysunku 7 został w swej początkowej części zweryfikowany przez porównanie z wynikami kontroli produkcji w różnych okresach czasu.

Jednym z istotnych problemów, na jakie użytkownik natrafia przy wykrywaniu nieszczelności obudów do elementów półprzewodnikowych są uchwyty próbek. Stopień trudności konstrukcji jest tym większy, im mniejsza jest badana obudowa.

http://rcin.org.pl

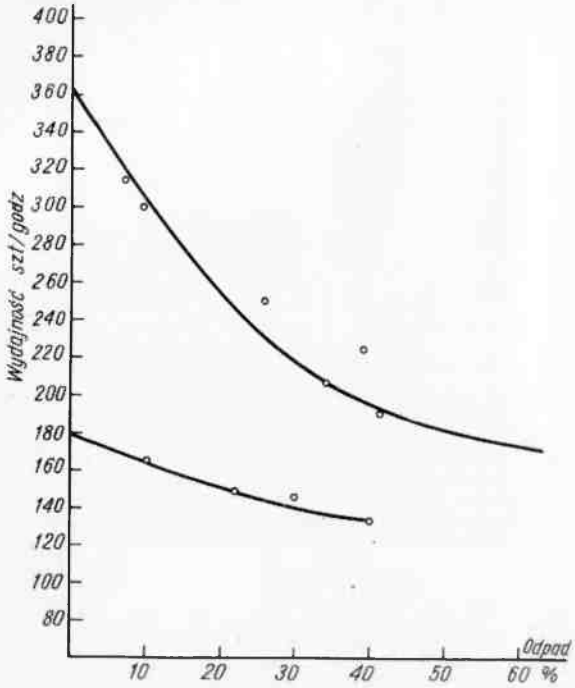


Rys. 5. Przykłady pamięci helowej:
a/ pamięć krótka



b/ pamięć długa

http://rcin.org.pl



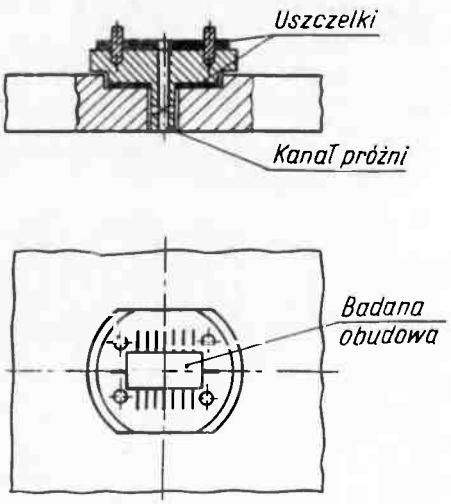
Rys. 6. Zależność wydajności wykrywacza dla jednego i dwóch stanowisk pracy w zależności od procentu obudów nieszczelnych

Oto warunki, które musi spełnić uchwyt:
- łatwość wkładania badanego detalu,
- niezawodność działania,
- mała pamięć helowa.

Pierwszy warunek musi być spełniony ze względu na wydajność wykrywacza - czas mocowania próbki musi być bardzo krótki. Spełnienie drugiego warunku daje gwarancję, że wykryta nieszczelność jest rzeczywista, a nie pozorno, tzn. że jest nieszczelnością na granicy detal-uszczelka. Wreszcie trzeci warunek pociąga za sobą konieczność takiej konstrukcji, by kontakt uszczelki z helem był jak najmniejszy. Warunek trzeci stoi w sprzeczności z warunkiem drugim, bowiem na ogół większe uszczelki gwarantują większą niezawodność uchwytu.

Na rys. 7 przedstawiono szkic uchwytu do obudowy układu scalonego. Konstrukcja ta opracowana została w firmie Alcatel. Stosunkowo duża uszczelka gumowa okazała się konieczna dla zapewnienia niezawodności działania. Jednak doświadczenie wykazało, że pamięć helowa uszczelki wzrasta w ciągu kilku godzin do poziomu odpowiadającemu naciekowi $7 \cdot 10^{-9}$ atm·cm^3/s. Z tego powodu konstruktorzy przewidzieli łatwą wymianę uszczelki przez proste wykręcenie jej wraz z podłożem z uchwytu. Nie mogąc więc spełnić jednocześnie warunków drugiego i trzeciego, znaleziono kompromis zadowalający użytkownika.

Trzeba wyraźnie podkreślić, że pamięć helowa uszczelki uchwytu nie jest jedynym źródłem zakłóceń pracy wykrywacza. Zmniejszenie jednak pamięci tej uszczelki stanowi element ułatwiający obniżenie pamięci helowej w obszarze całej komory.



Rys. 7. Uchwyt do mocowania obudów układów scalonych

ZAKOŃCZENIE

Wymagania postawione przez użytkownika przemysłowemu wykrywaczowi nieszczelności zostały spełnione dzięki zastosowaniu urządzenia typu DGC-2 firmy francus-

http://rcin.org.pl

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 przetłoczne. Obudowy takie można uzyskiwać bezpośrednio zaprasowując przyrządy w tłoczywie /układy scalone, tranzystory, itp./ lub wykonując wypraski, np. w kształcie pudełek z wyprowadzeniami, w których montuje się układ - jak w przypadku mikroukładów hybrydowych. Metoda prasowania przetłoczne-go ma wiele zalet; charakteryzuje się przede wszystkim krótkimi cyklami prasowania

http://rcin.org.pl