

ELEMENTY I PODZESPOŁY ELEKTRONICZNE

Elementy półprzewodnikowe—część I

Zanim zaczniemy omawianie właściwości elementów półprzewodnikowych, należy wyjaśnić, dlaczego w naszym cyklu pominięte zostały lampy elektronowe. Stało się tak z kilku powodów. Oto najważniejsze z nich:

1. W Polsce, jak i na całym świecie, lampy elektronowe wychodzą z użycia i będą produkowane jedynie w celu wymiany w urządzeniach wyprodukowanych przed laty. W związku z tym większość typów lamp, obecnie jeszcze dość pospolitych, będzie coraz trudniej kupić i będą one coraz droższe. Jednocześnie produkcja elementów półprzewodnikowych rozwija się błyskawicznie, elementy te są coraz tańsze i coraz łatwiej dostępne.

2. Lampy elektronowe dość dawno osiągnęły kres możliwości technicznych. Natomiast technika półprzewodnikowa nadal gwałtownie się rozwija. Powszechnie dostępne dziś typy tranzystorów właściwościami technicznymi znacznie przewyższają lampy elektronowe w większości typowych zastosowań.

3. Uważamy, że budowa amatorskich urządzeń elektronicznych z zastosowaniem lamp elektronowych jest dziś zupełnie niecelowa. Składają się na to, zarówno przyczyny wymienione, jak i kilka innych: urządzenia lampowe wymagają wysokich napięć zasilających i zasilania obwodów żarzenia prądem o stosunkowo dużym natężeniu, a więc z reguły budowy zasilacza sieciowego wyposażonego w duże, ciężkie i kosztowne elementy. Urządzenia lampowe muszą być montowane na dużych, solidnych metalowych podstawach, wymagających wielce uciążliwej dla radioamatora obróbki mechanicznej. Istnienie w układzie źródeł silnych zakłóceń — przede wszy-

stkim obwodów żarzenia lamp — w połączeniu z innymi cechami elektrycznymi lamp (duże oporności wejściowe) powoduje konieczność niezwykle starannego montażu, przemyślanej konstrukcji urządzenia, ekranowania wielu przewodów i całych bloków urządzenia, co stwarza wiele trudności zwłaszcza radioamatorom mniej doświadczonym. Obecność w układzie wysokich napięć czyni eksperymenty trudniejszymi, a nawet niebezpiecznymi. Natomiast układy półprzewodnikowe, nawet jeśli mają być zasilane z sieci, można z reguły w czasie prób zasilac z baterii. Nic zawierają one na ogół podzespołów wielkich i ciężkich, co ogromnie ułatwia montaż mechaniczny. Wzajemne rozmieszczenie elementów nie ma w wielu wypadkach wpływu na działanie urządzenia, a pozbycie się ewentualnych zakłóceń jest z reguły łatwiejsze niż w urządzeniach lampowych.

4. Już w najbliższym czasie coraz większa ilość urządzeń, również amatorskich, będzie budowana przy użyciu układów scalonych. Urządzenia te będą miały wszystkie wymienione wyżej zalety układów tranzystorowych. Będą one jeszcze łatwiejsze do budowy i uruchamiania, a także znacznie tańsze. Chcąc za rok czy dwa budować urządzenia na układach scalonych, trzeba już dziś dobrze poznać właściwości elementów półprzewodnikowych i sposoby ich stosowania.

5. Lampy elektronowe były wielokrotnie omawiane w rozmaitych wydawnictwach radioamatorskich i w razie potrzeby zdobycie potrzebnych wiadomości o nich nie powinno być trudne.

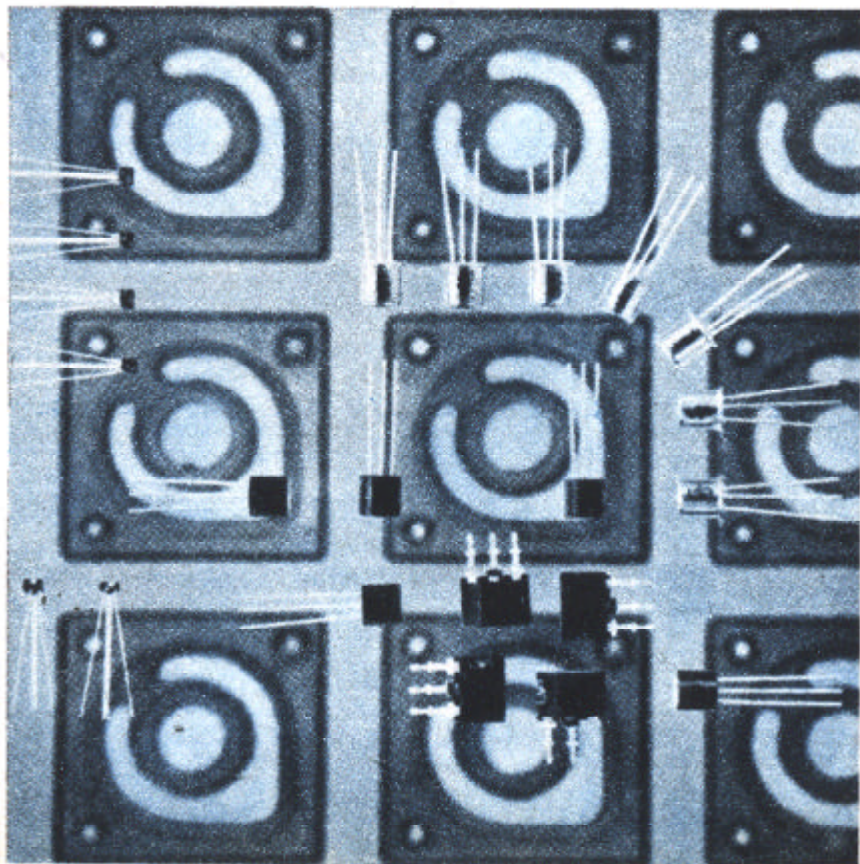
Omawianie właściwości elementów półprzewodnikowych zaczniemy od in-

formacji ogólnych. Musimy od razu uprzedzić, że w ramach niniejszego cyklu nie będziemy omawiali zasad działania elementów, wymagałoby to bowiem napisania kilku odrębnych artykułów o sporej objętości. Zakładamy, że Czytelnik ma podstawowe wiadomości o sposobie działania i najważniejszych właściwościach diod półprzewodnikowych i tranzystorów. Wiadomości te będziemy jednak, w miarę potrzeby, uzupełniać informacjami o mniej znanych zjawiskach.

Najważniejszymi z używanych obecnie elementów półprzewodnikowych są: diody prostownicze, detekcyjne, stabiliza-

cyjne i pojemnościowe, tranzystory „zwykłe”, zwane fachowo bipolarnymi, tranzystory polowe, zwane też unipolarnymi (ich konstrukcja i zasada działania — patrz „MT” nr 9/68), oraz tyristory. Osobną grupę, raczej podzespołów niż elementów, tworzy wielka już obecnie rodzina układów scalonych. W Polsce dostępne dla radioamatorów są wszystkie wymienione wyżej rodzaje diod (w każdym rodzaju kilka typów) oraz wiele typów tranzystorów bipolarnych, i te właśnie elementy będą omówione w następnych odcinkach cyklu. Pozostałe, na razie możliwe do nabycia jedynie za granicą (np. w Czechosło-

Struktury tranzystorów planarnych na płycie krzemowej w dużym powiększeniu (wielkość jednego tranzystora $0,5 \times 0,5$ mm). Na ich tle tranzystory w obudowach metalowych i z tworzywa sztucznego



wacji), będziemy omawiali wówczas, gdy staną się w kraju łatwiej dostępne, co zresztą, jak się wydaje, nastąpi niebawem. Układom scalonym poświęcimy w przyszłości specjalny cykl artykułów, ilustrowany przykładami urządzeń nadających się do amatorskiego wykonania przy ich użyciu.

Wszystkie niemal produkowane obecnie elementy półprzewodnikowe wykonywane są z germanu lub krzemu. Elementy krzemowe, zwłaszcza tranzystory, wypierają obecnie zdecydowanie elementy germanowe, ponieważ po pierwsze, krzem ma wiele bardzo korzystnych właściwości fizycznych, a po drugie, tylko w przypadku krzemu możliwe jest zastosowanie do produkcji elementów tzw. technologii planarnej (jej opis można znaleźć w artykule o układach scalonych, nr 12/71 „MT”). Planarne tranzystory krzemowe wywołały prawdziwy przewrót w technice półprzewodnikowej, ponieważ mają właściwości lepsze zdecydowanie niż wszystkie inne rodzaje tranzystorów, a przy tym ich produkcja jest bardzo tania. Zarazem technologia planarna umożliwia opracowanie i produkcję monolitycznych półprzewodnikowych układów scalonych — szczytowego osiągnięcia elektroniki. Z tych powodów w Polsce, podobnie jak w innych krajach, w najbliższych latach niemal wszystkie produkowane tranzystory oraz znaczna część innych elementów będzie wytwarzana tą właśnie technologią. Tranzystory germanowe w najbliższym czasie wyjdą w ogóle z produkcji; wiele do niedawna pospolitych typów już dziś nie jest produkowanych.

Krzemowe tranzystory i diody planarne są dziś jeszcze stosunkowo drogie (40—60 zł za sztukę), jednak niewątpliwie w niedalekiej przyszłości ceny te wyraźnie spadną, zwłaszcza z chwilą wprowadzenia do sprzedaży tranzystorów w bardzo tanich obudowach z tworzyw sztucznych.

Zasadnicze zalety tranzystorów planarnych są następujące.

Prawidłowa praca w szerokim zakresie temperatur (aż do temperatur rzędu 150°C, a dla niektórych typów nawet 200°C). Właściwość ta pozwala m.in. obciążyć tranzystory znaczną mocą, ponieważ nie ulegają tak łatwo uszkodzeniu na skutek przekroczenia dopuszczalnej temperatury. Stosunkowo małe rozrzuty parametrów, przez co unikamy konieczności żmudnego dobierania tranzystorów w niektórych układach. Bardzo dobre właściwości wzmacniające, zarówno w zakresie małych częstotliwości (bardzo duże współczynniki wzmocnienia), jak i wielkich częstotliwości (wysokie częstotliwości graniczne). Bardzo małe szумы własne i bardzo dobra stałość parametrów w czasie eksploatacji oraz niezawodność.

Wymienione wyżej cechy sprawiają, że krzemowe tranzystory planarne są elementami niezwykle uniwersalnymi. Na przykład produkowany w Polsce tranzystor typu BF 520 można zastosować w radioodbiorniku z przemianą częstotliwości jako: mieszacz i oscylator (z zakresem fal krótkich włącznie), wzmacniacz pośredniej częstotliwości i wzmacniacz mocy (w układzie przeciwsobnym można uzyskać moc rzędu 0,5 W). A więc tranzystor ten można użyć z dobrym wynikiem we wszystkich stopniach radioodbiornika.

Na koniec tego odcinka chcemy więc gorąco polecić Czytelnikom, aby w swoich konstrukcjach stosowali krzemowe tranzystory planarne, a nie gorsze i sprawiające różne kłopoty tranzystory germanowe. Coraz więcej opisów urządzeń amatorskich uwzględnią te nowoczesne typy tranzystorów. Umożliwiają one budowę układów znacznie lepiej działających, a często także prostszych i łatwiejszych do uruchomienia. Podstawową przeszkodą (obok ceny) jest, jak sądzimy, brak informacji o tych elementach. Postaramy się tę przeszkodę usunąć w następnych odcinkach.

Mgr inż. Wiesław Kuźmicz