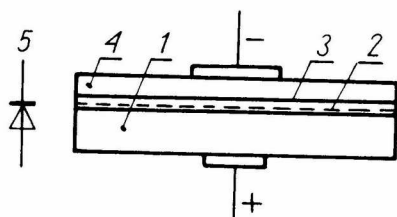


7.5. Prostowniki selenowe

Pierwszymi półprzewodnikami stosowanymi w budowie elementów prostownikowych były tlenek miedziawy (Cu_2O) oraz selen.

Prostownik miedziowy składa się z płytki miedzianej pokrytej w procesie wyżarzania warstewką tlenku miedziawego o grubości około 0,1 mm. Miedź stanowi jedną elektrodę prostownika, a drugą stanowi płytka ołowiana dociśnięta do warstwy tlenku miedziawego. Prostowniki miedziowe wyszły już z użycia.

Dość rozpowszechnione są jeszcze prostowniki selenowe. Na płytce aluminiowej lub stalowej umieszcza się selen i nagrzewa się ją do temperatury topliwości selenu. Selen w czasie chłodzenia krystalizuje. Na warstwę selenu, który jest półprzewodnikiem, natryskuje się cienką warstwę metalu o niskiej temperaturze topliwości, stanowiącego elektrodę zbierającą. Przekrój prostownika selenowego pokazano na rys. 7.11.



Rys. 7.11

Prostownik selenowy
1 — płytka aluminiowa, 2 —
warstwa selenu, 3 — warstwa
zaporowa, 4 — elektroda zbie-
rająca, 5 — kierunek przewodze-
nia

Warstwa zaporowa tworzy się między selenem a elektrodą zbierającą. Kierunek przewodzenia jest od płytki podstawy (np. aluminium) przez selen do elektrody zbierającej. Dopuszczalne napięcie wsteczne jednego elementu prostownika selenowego zawiera się w granicach 18 do 26 V, znamionowa gęstość prądu obciążenia około 500 A/m^2 , a przy zastosowaniu sztucznego chłodzenia do 1000 A/m^2 . Prostowniki selenowe są skutecznie wypierane przez prostowniki krzemowe i germanowe.

7.6. Tranzystory

Tranzystory są to elementy półprzewodnikowe o dwóch złączach p-n i n-p wykonanych w jednej płytce półprzewodnika.

Materiałem wyjściowym przy produkcji tranzystora jest cienka płytka półprzewodnika (germanu, krzemu) zawierającego domieszki donorowe (n) lub akceptorowe (p). Do

obu stron powierzchni płytki wprowadza się domieszki przeciwnego typu niż samym w półprzewodniku. Tak otrzymuje się tranzystory *p-n-p* lub *n-p-n*. Grubość płytki jest zwykle rzędu dziesiątych części milimetra. Płytką użytą do budowy tranzystora stanowi jego elektrodę środkową, zwaną **bazą**, a nałożone warstwy domieszkowe stanowią elektrody boczne. Między zaciski bazy i elektrod bocznych włącza się źródła napięcia tak, że jedna z elektrod ma potencjał niższy od potencjału bazy, a druga — wyższy od potencjału bazy.

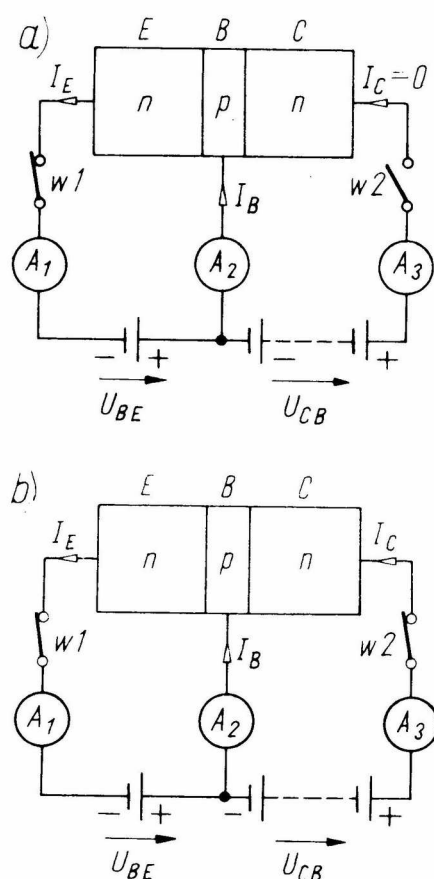
Elektrodę boczną spolaryzowaną w kierunku przewodzenia nazywamy **emiterem** i oznaczamy literą *E*, elektrodę spolaryzowaną w kierunku zaporowym nazywamy **kolektorem** i oznaczamy literą *C*. Samą bazę oznacza się przez *B*.

Na rys. 7.12 przedstawiono przekrój **tranzystora n-p-n** wraz ze źródłami zasilania i amperomierzami w gałęziach bazy, emitera i kolektora.

Przy zamkniętym tylko wyłączniku *w*₁ płynie jednakowy prąd przez amperomierze *A*₁ i *A*₂, tak jak w diodzie półprzewodnikowej. Elektrony z obszaru *n* emitera przechodzą przez obniżoną barierę potencjału, a następnie ich ubytek jest uzupełniany przez biegun ujemny źródła napięcia *U*_{BE}. Jeżeli teraz zamkniemy wyłącznik *w*₂ (rys. 7.12b), stwierdzimy nie zmienione odchylenia wskazówki amperomierza *A*₁, znaczne zmniejszenie odchylenia wskazówki amperomierza *A*₂ i jednocześnie odchylenie wskazówki amperomierza *A*₃. Na rys. 7.12 zaznaczono prądy *I*_E w gałęzi emitera, *I*_B w gałęzi bazy oraz *I*_C w gałęzi kolektora. Zwroty strzałek prądów są oczywiście przeciwne do kierunków ruchu elektronów. Zgodnie z pierwszym prawem Kirchhoffa

$$I_E = I_C + I_B \quad (7.1)$$

Przedstawione wyżej zjawisko tłumaczymy w ten sposób, że elektrony przeskakują obniżoną barierę potencjału złącza emiter-baza i rozpę-



Rys. 7.12

Złącze *n-p-n*: pomiary prądów przy otwartym (a) i zamkniętym (b) obwodzie kolektora

dzzone przechodzą łatwo niewielką grubość bazy dostając się do złącza baza-kolektor, skąd zostają wychwytywane przez kolektor połączony z biegunem dodatnim U_{CB} .

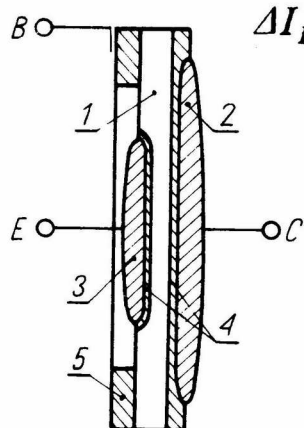
Praktycznie od 90% do 98% nośników ładunku oddawanych przez emiter do bazy dochodzi do kolektora: $I_C = = 0,90 \dots 0,98 I_E$. Prąd w gałęzi bazy

$$I_B = I_E - I_C \quad (7.1a)$$

Małym zmianom prądu bazy odpowiadają wielokrotnie większe zmiany prądu kolektora.

Stosunek zmian prądu kolektora ΔI_C do zmian prądu bazy ΔI_B nazywamy **wzmocnieniem prądowym** tranzystora

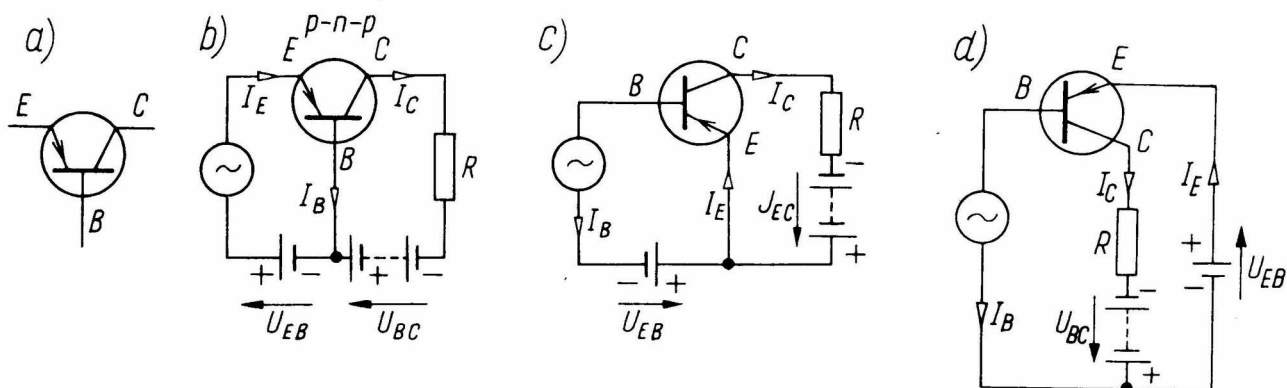
$$\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} \quad (7.2)$$



Rys. 7.13
Przykładowy przekrój tranzystora warstwowego

1 — german typu n ,
2 — ind (kolektor),
3 — ind (emiter), 4 —
warstwy półprzewodzące
 p , 5 — pierścień metalowy
(zacisk bazy)

Podobnie działa **tranzystor $p-n-p$** , z tym że **nośnikami ładunku elektrycznego są w nim dziury elektronowe**. Na rys. 7.13 pokazano przekrój tranzystora germanowego typu $p-n-p$. Emiter jest mniejszy od kolektora, tak że pokrywa tylko środkową część jednostronnej powierzchni bazy. Symbol tranzystora schematy jego połączeń przedstawiono na rys. 7.14. Bazę oznacza się jako płytkę; prostopadle do niej zaznacza się doprowadzenie. Emiter wyróżnia się za pomocą strzałki skierowanej do bazy w tranzystorach $p-n-p$, a od bazy w tranzystorach $n-p-n$. Strzałka jest zgodna ze zwrotem umownego prądu, tj. z kierunkiem przepływu ładunków dodatnich.



Rys. 7.14

Tranzystor: a) symbol, b) układ o wspólnej bazie (WB); c) układ o wspólnym emiterze (WE); d) układ o wspólnym kolektorze (WC)