

ELEMENTY PÓŁPRZEWOD- NIKOWE	N O R M A B R A N Ż O W A	BN-74
	Elementy półprzewodnikowe Fotorezystory Metody badań własności fotoelektrycznych i elektrycznych fotorezystorów na promieniowanie widzialne	3375-25
		Zamiast BN-67/3271-46
		Grupa katalogowa XIX 23

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są metody badań własności fotoelektrycznych i elektrycznych fotorezystorów przeznaczonych do pracy w zakresie promieniowania widzialnego.

1.2. Zakres stosowania normy. Norma obejmuje następujące metody badań:

- pomiar maksymalnego prądu ciemnego,
- pomiar prądu jasnego,
- pomiar rezystancji ciemnej,
- pomiar rezystancji jasnej,
- pomiar rozkładu widmowego czułości względnej i charakterystyk widmowych,
- pomiar stałych czasu oraz czasów narastania i zaniku prądu fotoelektrycznego w funkcji natężenia oświetlenia,
- pomiar średnich procentowych współczynników temperaturowych czułości i charakterystyki widmowej $R_E(t)$,
- pomiar dopuszczalnej mocy strat w zależności od temperatury,
- pomiar charakterystyki rezystancyjno-oświetleniowej $R_E(E)$,
- pomiar rezystancji izolacji obudowy fotorezystora,
- pomiar odporności napięciowej fotorezystora,
- badanie odporności na długotrwałe ciągłe obciążenie elektryczne.

1.3. Określenia

1.3.1. Fotorezystor — element, który pod wpływem promieniowania świetlnego padającego na

powierzchnię czynną zmienia swoją rezystancję w wyniku zachodzącego wewnętrznego zjawiska fotoelektrycznego.

1.3.2. Powierzchnia czynna (F) — powierzchnia czuła na działanie promieniowania widzialnego.

1.3.3. Prąd ciemny (I_0) — prąd elektryczny płynący przez fotorezystor pod działaniem przyłożonego do niego określonego napięcia przy całkowitym zaciemnieniu powierzchni czynnej.

1.3.4. Prąd jasny (I_E) — prąd elektryczny płynący przez fotorezystor pod działaniem przyłożonego określonego napięcia i przy oświetleniu powierzchni czynnej.

1.3.5. Prąd fotoelektryczny (I) — prąd elektryczny równy różnicy między prądem jasnym a prądem ciemnym: $I = I_E - I_0$.

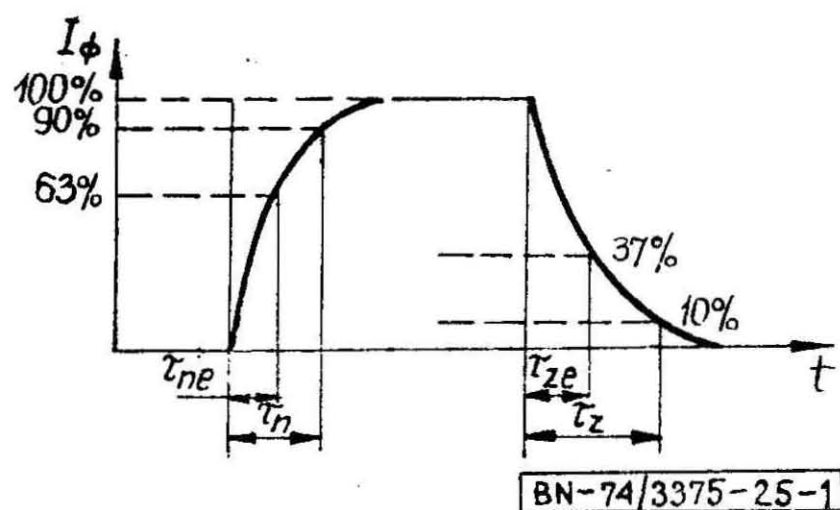
1.3.6. Rezystancja ciemna (R_0) — rezystancja fotorezystora przy całkowicie zaciemnionej powierzchni czynnej.

1.3.7. Rezystancja jasna (R_E) — rezystancja fotorezystora przy oświetlonej powierzchni czynnej.

1.3.8. Czułość opornika fotoelektrycznego (S) — stosunek prądu fotoelektrycznego przy określonym napięciu, do natężenia oświetlenia powierzchni czynnej fotorezystora.

1.3.9. Stała czasu narastania prądu fotoelektrycznego (τ_{ne}) — czas od momentu oświetlenia powierzchni czynnej do momentu, gdy prąd fotoelektryczny osiąga 63% wartości maksymalnej dla danego, stałego natężenia oświetlenia (rys. 1).

Zgłoszona przez Naukowo-Produkcyjne Centrum Półprzewodników
Ustanowiona przez Naczelnego Dyrektora Zjednoczenia Przemysłu Elektronicznego UNITRA
dnia 20 czerwca 1974 r. jako norma obowiązująca w zakresie czynności określonych normą
od dnia 1 stycznia 1975 r. (Dz. Norm. i Miar nr 27/1974 poz. 85)



Rys. 1

1.3.10. Stała czasu zaniku prądu fotoelektrycznego (τ_{ze}) — czas od momentu zaniku stałego oświetlenia powierzchni czynnej do momentu, gdy prąd fotoelektryczny spada do 37% wartości maksymalnej.

1.3.11. Czas narastania prądu fotoelektrycznego (τ_n) — czas od momentu oświetlenia powierzchni czynnej prostokątnym impulsem świetlnym do momentu, gdy prąd fotoelektryczny osiąga 90% wartości maksymalnej dla danego oświetlenia.

1.3.12. Czas zaniku prądu fotoelektrycznego (τ_z) — czas od momentu zaniku prostokątnego impulsu oświetlenia powierzchni czynnej do momentu, gdy prąd fotoelektryczny spada do 10% wartości maksymalnej (rys. 1).

1.3.13. Dopuszczalna moc wydzielana w oporniku fotoelektrycznym (P_{max}) — moc, która w czasie pracy ciągłej może być wydzielana w fotorezystorze bez spowodowania nieodwracalnych zmian parametrów.

1.3.14. Maksymalne dopuszczalne napięcie ciemne (U_{0max}) — największa wartość napięcia, która może być przyłożona do elektrod fotorezystora znajdującego się w ciemności bez spowodowania nieodwracalnych zmian parametrów.

1.3.15. Dopuszczalne napięcie pracy fotorezystora (U_E) — napięcie nie większe od dopuszczalnego napięcia ciemnego, przy którym w warunkach pracy ciągłej dla określonego oświetlenia i określonej temperatury nie zostanie przekroczona dopuszczalna moc wydzielana w oporniku fotoelektrycznym ($U_E < U_{0max}$).

1.3.16. Średni procentowy współczynnik temperaturowy czułości — wielkość określająca procentową zmianę czułości przy zmianie temperatury fotorezystora o 1°C .

1.3.17. Charakterystyka prądowo-napięciowa (I_E/U_E) — zależność prądu jasnego I_E od napięcia

U_E przy ustalonym oświetleniu powierzchni czynnej.

1.3.18. Charakterystyka prądowo-oświetleniowa (I_E/E) — zależność prądu jasnego I_E od natężenia oświetlenia E przy ustalonej wartości napięcia U_E .

1.3.19. Rozkład widmowy względnej czułości (S/λ) — zależność względnych wartości czułości S od długości fali λ promieniowania padającego na powierzchnię czynną fotorezystora, przedstawiana graficznie.

1.3.20. Charakterystyka widmowa (R_E/λ) lub $I_E(\lambda)$ — zależność rezystancji jasnej lub prądu jasnego od długości fali promieniowania padającego na powierzchnię czynną fotorezystora.

1.3.21. Charakterystyka rezystancyjno-temperaturowa (R_E/t) — zależność rezystancji jasnej R_E od temperatury t dla określonych wartości natężenia oświetlenia.

1.3.22. Charakterystyka temperaturowa (P/t) — zależność mocy strat w fotorezystorze od temperatury.

1.3.23. Charakterystyka rezystancyjno-oświetleniowa (R_E/E) — zależność rezystancji jasnej R_E od natężenia oświetlenia E .

1.3.24. Pozostałe określenia — wg PN-64/E-01005.

2. METODY BADAŃ

2.1. Ogólne zasady wykonywania pomiarów

2.1.1. Pomieszczenia pomiarowe. Pomiarów parametrów fotorezystorów należy przeprowadzać w zaciemnionym pomieszczeniu lub przy użyciu komór światłoszczelnych.

Temperatura pomieszczenia powinna wynosić $25 \pm 5^\circ\text{C}$.

Wilgotność względna nie powinna przekraczać 75%.

Oświetlenie stołu pomiarowego powinno wynosić 200 ± 20 lx.

Rezystancja izolacji urządzeń i elementów pomiarowych powinna być nie mniejsza niż $10^9 \Omega$.

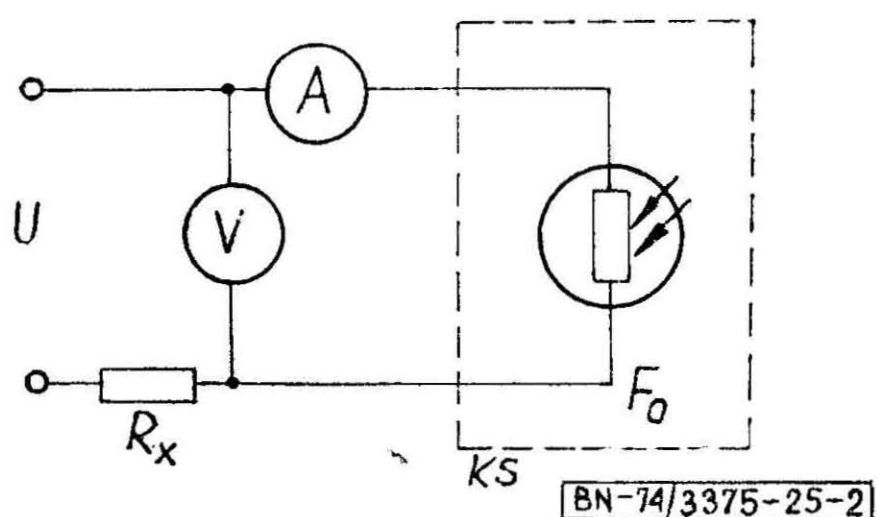
2.1.2. Źródło światła. Przy pomiarze prądu jasnego oraz w czasie pomiarów wykonywanych do charakterystyk fotorezystora należy stosować źródło promieniowania temperaturowego o temperaturze barwy 2854 K.

2.1.3. Zasilanie źródła światła. Źródło światła należy zasilac zgodnie z wartościami napięcia i prądu podanymi w świadectwie wzorcowania źródła, stosując mierniki klasy nie gorszej niż 0,5%. W przypadku zasilania prądem zmiennym należy stosować stabilizatory napięcia nie zniekształcające krzywej napięcia przy czym wahania napięcia na wyjściu stabilizatora nie powinny przekraczać 0,5%.

2.1.4. Przygotowanie fotorezystorów do pomiarów. Fotorezystory należy przetrzymywać przed pomiarami w ciemności przez czas nie krótszy niż 16 h.

2.1.5. Zasilanie fotorezystorów. Fotorezystory w czasie badań należy zasilac prądem stałym.

2.2. Pomiar maksymalnego prądu ciemnego — należy wykonać posługując się zestawem przedstawionym schematycznie na rys. 2.

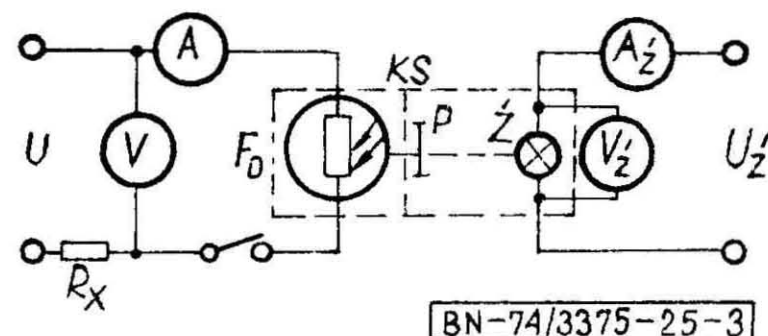


Rys. 2

U — napięcie zasilające, A — amperomierz, V — woltomierz, F_0 — badany fotorezystor, KS — komora światłoszczelna, R_x — rezystor ograniczający.

Fotorezystor przechowywany w ciemności należy wyjąć ze światłoszczelnego opakowania i oświetlić na stole pomiarowym (p. 2.1.1) w czasie nie krótszym niż 15 s. Po naświetleniu należy umieścić go w komorze światłoszczelnej na czas od 30 do 60 s i dokonać pomiaru prądu.

2.3. Pomiar prądu jasnego. Schemat układu do pomiaru prądu jasnego podano na rys. 3.

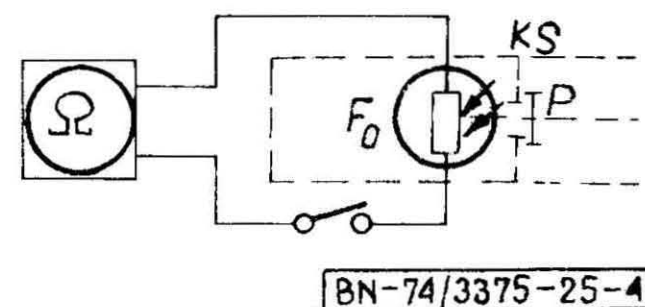


Rys. 3

F_0 — badany fotorezystor, KS — komora światłoszczelna, U — napięcie zasilające, Z — źródło światła, A — amperomierz, V — woltomierz, A_z — amperomierz źródła światła, V_z — woltomierz źródła światła, U_z — napięcie zasilające źródło światła, P — ruchoma przesłona.

Fotorezystor należy umieścić w komorze światłoszczelnej i oświetlić zgodnie z normą przedmiotową. Odczytu wartości prądu jasnego należy dokonać po 30 s.

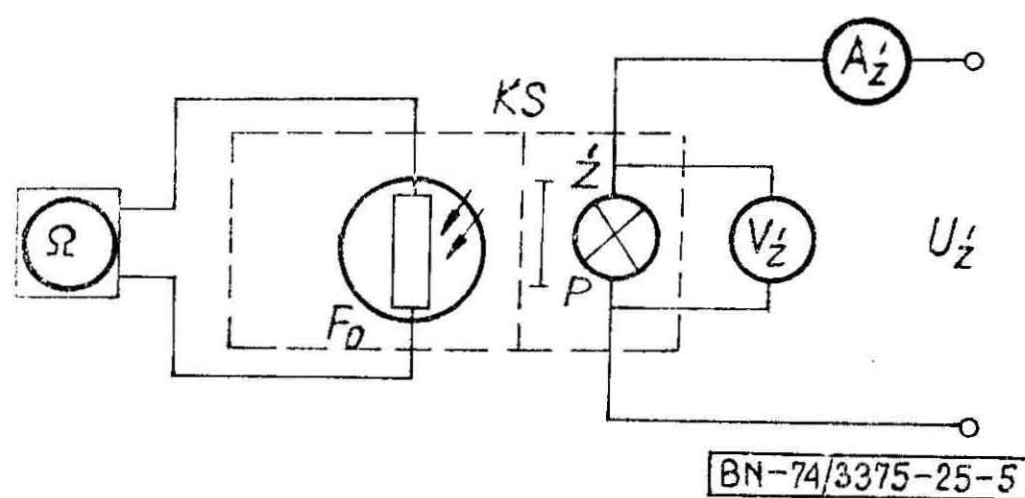
2.4. Pomiar rezystancji ciemnej — należy wykonać pomoc omomierza o klasie dokładności $\pm 10\%$ w układzie jak na rys. 4, zachowując kolejność czynności podanych w p. 2.2.



Rys. 4

Ω — omomierz, F_0 — badany fotorezystor.

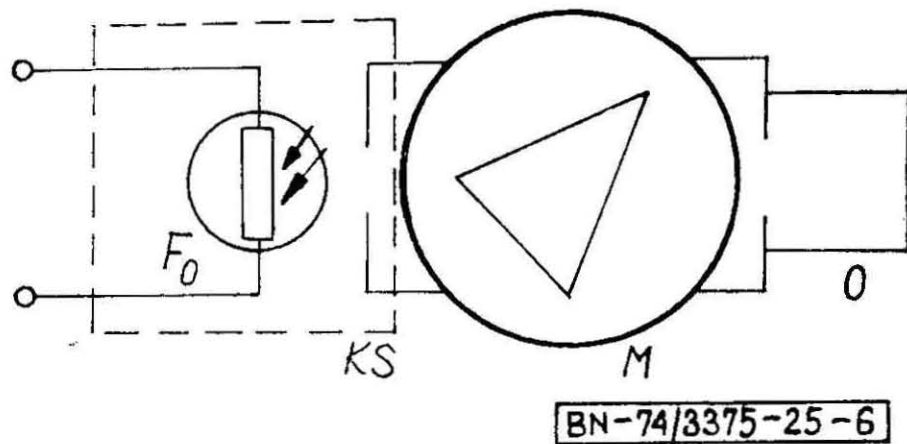
2.5. Pomiar rezystancji jasnej — należy wykonać pomoc omomierza o klasie dokładności $\pm 10\%$ w układzie jak na rys. 5, zachowując kolejność czynności podanych w p. 2.3.



Rys. 5

Ω — omomierz, F_0 — badany fotorezystor, KS — komora światłoszczelna, P — ruchoma przesłona, Z — źródło światła, V_z — woltomierz źródła światła, A_z — amperomierz źródła światła, U_z — napięcie zasilające źródło światła, P — ruchoma przesłona.

2.6. Pomiar rozkładu widmowego czułości względnej — należy wykonać w układzie przedstawionym na rys. 6.



Rys. 6

F_0 — badany fotorezystor, KS — komora światłoszczelna, M — monochromator, O — oświetlacz.

Co najmniej na 10 min przed rozpoczęciem pomiaru należy włączyć oświetlacz.

Fotorezystor należy umieścić w komorze światłoszczelnej za szczeliną wyjściową monochromatora, tak aby cała powierzchnia czynna fotorezystora była oświetlona światłem monochromatycznym. Napięcie zasilające nie powinno przekraczać 50% maksymalnego napięcia pracy fotorezystora (określonego w normie przedmiotowej). Szerokość wiązki światła monochromatycznego powinna być mniejsza/równa 15 nm.

Względną wartość czułości w danej długości fali (S_λ) należy obliczyć wg wzoru

$$S_\lambda = \frac{I_{\phi\lambda n}}{B_\lambda N_\lambda} \cdot K$$

w którym: $I_{\phi\lambda n}$ — wartość prądu fotoelektrycznego przy określonej długości fali obliczona wg wzoru

$$I_{\phi\lambda n} = I_{\lambda n} - \frac{I_{0k} + I_{0p}}{m} \cdot n$$

$I_{\lambda n}$ — wartość prądu jasnego przy określonej długości fali,

I_{0p} — wartość prądu ciemnego przed rozpoczęciem pomiaru,

I_{0k} — wartość prądu ciemnego po zakończeniu pomiaru,

m — liczba punktów pomiarowych,

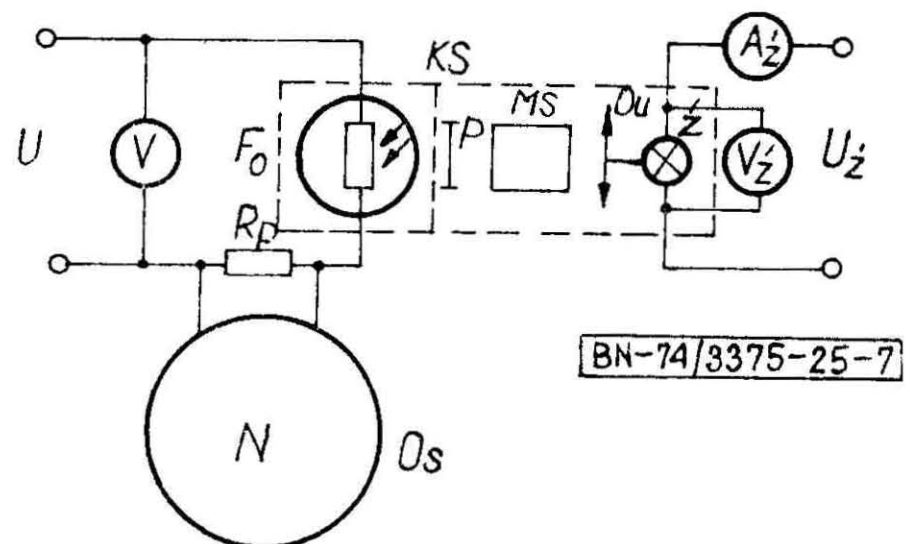
n — liczba oznaczająca kolejny pomiar,

B_λ, N_λ, K — zgodnie z instrukcją fabryczną monochromatora.

2.7. Pomiar wartości rezystancji jasnej lub prądu jasnego w zależności od długości fali promieniowania padającego na powierzchnię czynną fotorezystora. Dla charakterystyk widmowych: $R_E(\lambda)$ lub $I_E(\lambda)$, pomiary rezystancji jasnej lub

prądu jasnego powinno dokonać się w układzie przedstawionym na rys. 6.

2.8. Pomiar wartości stałych czasu oraz czasów narastania i zaniku prądu fotoelektrycznego w funkcji natężenia oświetlenia. Pomiar należy wykonać w układzie przedstawionym na rys. 7.



Rys. 7

Ou — układ optyczny, O_s — oscyloskop, MS — modulator światła, KS — komora światłoszczelna, R_p — rezystor pomiarowy, U — napięcie zasilające fotorezystor, V — voltomierz, F_0 — badany fotorezystor, P — ruchoma przesłona, Z — źródło światła, A_z — amperomierz źródła światła, V_z — voltomierz źródła światła, U_z — napięcie zasilające źródło światła.

Podczas pomiaru stałych czasu i czasów narastania i zaniku oświetlenie powierzchni czynnej fotorezystora powinno wynosić 200 ± 20 lx, jeśli w normie przedmiotowej nie podano inaczej. Napięcie na fotorezystorze nie może przekraczać U_E .

Należy stosować modulację światła, której czasy narastania i gaśnięcia impulsów są krótsze od 1% wartości stałych czasu mierzonego fotorezystora. Czas trwania impulsu światła musi być co najmniej pięciokrotnie dłuższy od stałej czasu narastania prądu fotoelektrycznego, a minimalny czas zaciemnienia co najmniej pięciokrotnie dłuższy od stałej zaniku prądu.

Maksymalna rezystancja (R_p) w obwodzie fotorezystora musi być mniejsza od 1% najmniejszej wartości rezystancji mierzonego fotorezystora.

Dopuszcza się pomiary stałych czasu i czasów narastania i zaniku innymi metodami zapewniającymi dokładność nie gorszą od opisaną metody.

2.9. Pomiar średnich procentowych współczynników temperaturowych czułości i charakterystyki $R_E(t)$. Pomiary dla wyznaczenia współczynników temperaturowych czułości należy wykonać w układzie przedstawionym na rys. 3. Do pomiaru prądu jasnego wg p. 2.3 należy przystąpić po upływie czasu koniecznego do osiągnięcia przez fotorezystor wymaganej temperatury. Należy dokonać kolejno pomiarów prądu jasnego fotorezystora:

I_{E1} — prąd jasny mierzony w temperaturze $t_1=25^\circ\text{C}$,

I_{E2} — prąd jasny mierzony w temperaturze t_2 równej minimalnej temperaturze pracy fotorezystora wg normy przedmiotowej,

I_{E3} — prąd jasny mierzony w temperaturze t_3 równej maksymalnej temperaturze pracy fotorezystora wg normy przedmiotowej.

Czas reklimatyzacji powinien być zgodny z czasem podanym w odpowiedniej normie przedmiotowej.

Pomiar temperatury powinien być wykonany z dokładnością $\pm 2^\circ\text{C}$.

Srednie procentowe współczynniki temperaturowe czułości należy obliczyć wg wzorów:

$$\alpha_1 = \frac{I_{E2} - I_{E1}}{I_{E1}(t_2 - t_1)} \cdot 100$$

$$\alpha_2 = \frac{I_{E3} - I_{E1}}{I_{E1}(t_3 - t_1)} \cdot 100$$

Dla pełnej informacji o danym fotorezystorze należy podać charakterystykę $R_E(t)$ w pełnym zakresie temperaturowym pracy opornika fotoelektrycznego zgodnie z normą przedmiotową.

2.10. Pomiar dopuszczalnej mocy strat w zależności od temperatury. Pomiar dopuszczalnej mocy strat podczas pracy ciągłej polega na wyznaczeniu punktu zagięcia charakterystyki prądowo-napięciowej danego fotorezystora w różnych temperaturach otoczenia dla oświetleń i temperatur określonych w normie przedmiotowej. Pomiar powinien być prowadzony w kierunku wzrastających napięć, przy czym kolejne punkty pomiarowe nie mogą znajdować się w odstępach większych niż 10% wartości dopuszczalnego napięcia pracy.

W przypadku pomiaru rodziny charakterystyk pomiarów należy prowadzić w kierunku wzrastających oświetleń.

2.11. Pomiar rezystancji jasnej do charakterystyki rezystancyjno-oświetleniowej $R_E(E)$. Pomiarów rezystancji jasnej należy dokonać nie przerywając pracy fotorezystora w czasie badania dla oświetleń określonych w normie przedmiotowej.

2.12. Pomiar rezystancji izolacji należy wykonać za pomocą miernika rezystancji o napięciu pracy zawartym w przedziale od 100 V do 500 V. Rezystancję należy mierzyć pomiędzy zwartymi wyprowadzeniami i korpusem fotorezystora. Odczyt należy wykonać po czasie nie krótszym niż 1 min od chwili przyłożenia napięcia. Dokładność pomiaru powinna być nie mniejsza niż $\pm 10\%$.

2.13. Sprawdzenie odporności napięciowej. Badanie należy przeprowadzić zgodnie z zasadami pomiaru prądu ciemnego, przykładając napięcie U_{\max} wyższe o 20% na czas 1 min. Po tym czasie należy napięcie obniżyć do wartości dopuszczalnego napięcia ciemnego dla danego typu fotorezystora dokonać pomiaru prądu ciemnego.

2.14. Badanie odporności na długotrwałe ciągłe obciążenie elektryczne. Fotorezystory należy obciążyć mocą elektryczną wg warunków określonych w normie przedmiotowej na dany typ fotorezystora. Rozróżnia się dwa rodzaje badań: badania przyspieszone w warunkach przeciążenia i badania długotrwałe w normalnych warunkach. Badania przyspieszone przeprowadza się przy 1000 lx i obciążeniu dopuszczalną mocą. Efektywną równowartość czasu pracy dla przeprowadzonych badań przyspieszonych przyjmuje się jako dziesięciokrotnie dłuższą od czasu trwania próby. Badanie długotrwałe przeprowadza się przy oświetleniu 200 lx i obciążeniu nie przekraczającym 50% mocy dopuszczalnej, jeżeli w normie przedmiotowej nie ustalono inaczej. Szczegółowe warunki przeprowadzania badań i ocenę niezawodności określa norma przedmiotowa.

KONIEC

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę — Naukowo-Produkcyjne Centrum Półprzewodników, Warszawa.

2. Istotne zmiany w stosunku do BN-67/3271-46

a) ujednolicono metody pomiarowe podstawowych parametrów w porównaniu z normami krajów zachodnioeuropejskich,

b) zdefiniowano dodatkowo

— charakterystyki widmowe,

— charakterystyki rezystancyjno-oświetleniowe w za-

leżności od temperatury,

— charakterystyki rezystancyjno-oświetleniowe w zależności od oświetlenia.

3. Normy związane

PN-64/E-01005 Technika świetlna. Podstawowe pojęcia, wielkości i jednostki

4. Autor projektu normy — mgr inż. Tadeusz Korbutt — Zakład Doświadczalny Półprzewodników, Toruń.