

AUTOMATYCZNY ZESTAW POMIAROWY
DLA OKRESLANIA OPORNOŚCI WŁAŚCIWEJ
METODĄ ROZPŁYWU OPORNOŚCI

1. INFORMACJE OGÓLNE

Zestaw jest przeznaczony do pomiaru i wykreślenia profilu oporności właściwej krzemu metodą rozptywu oporności. Metoda ta służy do badania mikrojednorodności monokryształów krzemu i związków półprzewodnikowych, która stanowi ich ocenę jakościową i określa przydatność do dalszej obróbki technologicznej. Przy pomiarach mikrojednorodności liczba punktów pomiarowych dochodzi do 5000.

Tradycyjną ręczną metodą pomiary te zajmowały ponad 55 godzin pracy operatora, przy zachowaniu jego stałej wysokiej wydajności pracy. Zastosowanie zestawu skraca ten czas do 8 1/2 godziny, czyli w ciągu jednego dnia pracy można zrealizować pomiary, które poprzednio zajmowały ponad tydzień.

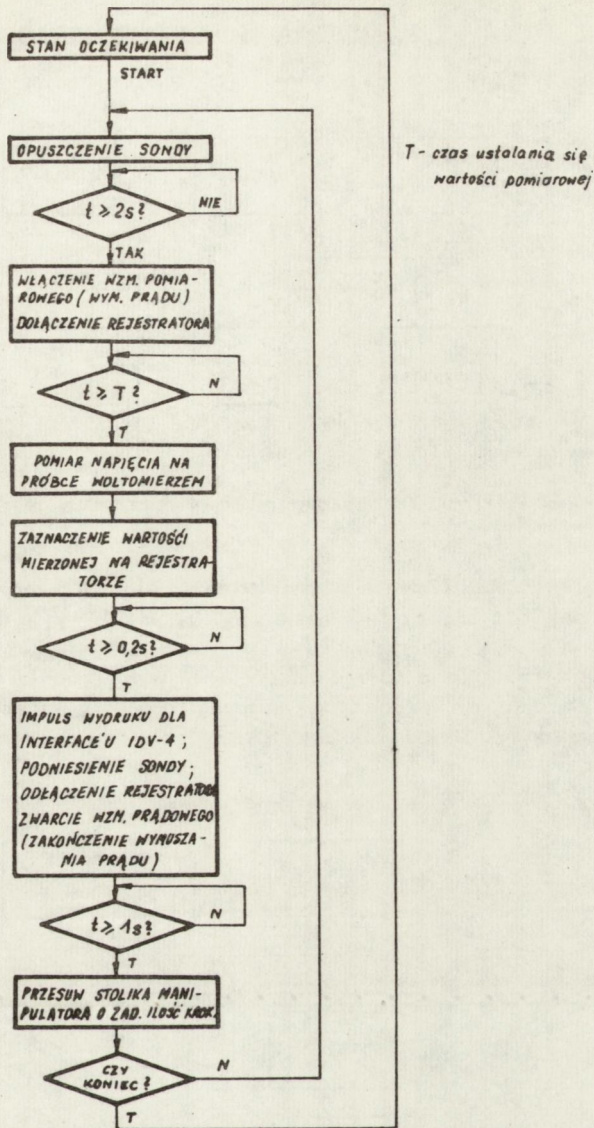
Zestaw ten składa się z następujących urządzeń:

- a/ manipulatora EPIPROBE firmy "Jandel",
- b/ zasilacza prądowego firmy "Radyne" Ltd.,
- c/ woltomierza cyfrowego V530 firmy "Meratronik",
- d/ rejestratora X-t SERVOGOR firmy "Goerz-Electro",
- e/ bloku sterującego AZP-78.

Urządzenia a-c stanowiące ręczny zestaw do pomiaru rozkładu oporności, zostały odpowiednio adaptowane do pracy w automatycznym cyklu pomiarowym, który jest realizowany przez blok AZP-78. Ponadto przystosowano do pracy w tym zestawie rejestrator X-t, na którym otrzymuje się krzywą rozkładu oporności. Wskazane jest, aby zestaw współpracował z jednostką interface'u IDV-4 /wykonaną w Z-21 CNPME/, która równocześnie umożliwia cyfrową rejestrację danych pomiarowych. Sama metoda pomiaru rozkładu oporności oraz specyficzne właściwości urządzeń a - d nie ulegają zmianie w wyniku zautomatyzowania zestawu. Oznacza to konieczność wstępnego ręcznego wyboru odpowiednich warunków pomiaru, po czym cały proces pomiarowy odbywa się bez udziału operatora.

2. ALGORYTM DZIAŁANIA BLOKU STERUJĄCEGO AZP-78

Metodyka pomiaru jest następująca: na płytkę półprzewodnikową opuszcza się specjalną sondę trójstrzową i wymusza się przepływ prądu /z zasilacza prądowego/ między dwoma skrajnymi ostrzami, na ostrzu środkowym względem jednego skrajnego mierzy się spadek napięcia, który odpowiada pewnej określonej wartości oporności właściwej, podnosi się sondę i dokonuje pomiaru w innym punkcie płytki. Do przemieszczania płytki półprzewodnikowej służy manipulator, na którym jest zamocowana również sonda. Z powyższego wynika uproszczony algorytm, według którego powinien działać blok sterujący AZP-78. Algorytm ten jest przedstawiony w postaci sieci działań na rys. 1. W sieci działań uwzględniono dodatkowo następujące możliwości bloku sterującego:

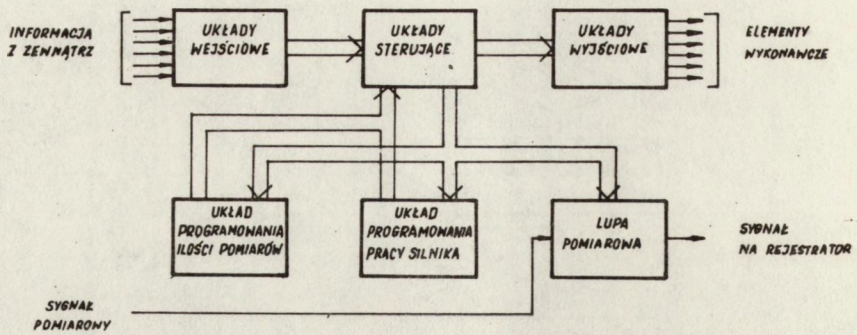


Rys. 1. Uproszczony algorytm działania bloku AZP-78

- programowana liczba pomiarów /sprawdzanie warunku "czy koniec?"/,
- programowany przesuw stolika,
- programowany czas ustalania się pomiaru,
- współpraca z interfejsem IDV-4.

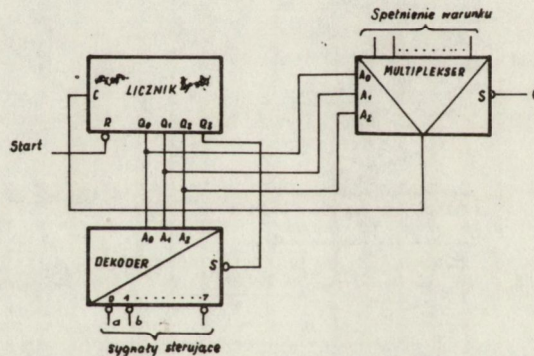
3. BUDOWA BLOKU STERUJĄCEGO AZP-78

Uproszczony schemat blokowy urządzenia przedstawiony jest na rys. 2.



Rys. 2. Schemat blokowy AZP-78

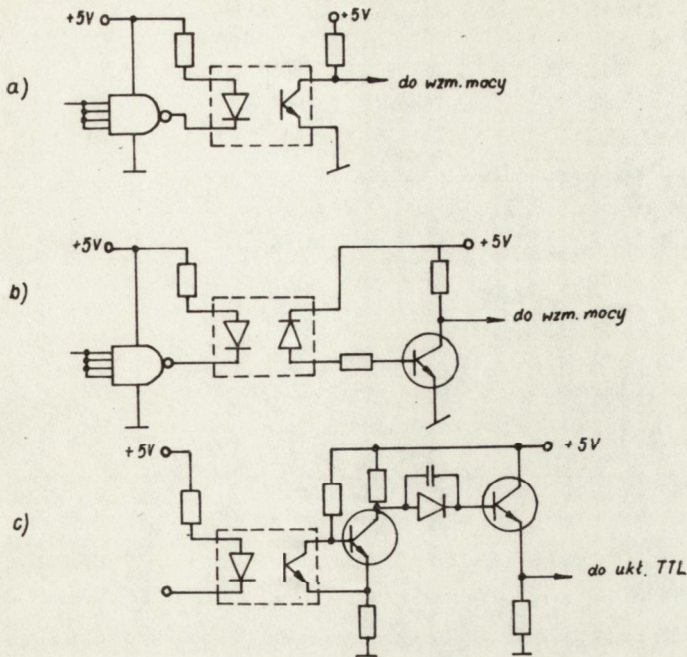
Układy sterujące są zrealizowane w postaci rozdzielacza przedstawionego na rys. 3. Układ zaczerpnięto z pracy [1]. Sygnały a, b, \dots z wyjść dekodera stanowią sygnały sterujące i mają swoje odpowiedniki w sieci działań. Na wejście multiplexera są podawane sygnały oznaczające zakończenie wykonywania operacji spowodowanej sygnałem sterującym. Rozpoczęcie następnej operacji jest możliwe dopiero po zakończeniu poprzedniej. Układ działa w takt sygnału zegarowego C .



Rys. 3. Rozdzielacz sterujący

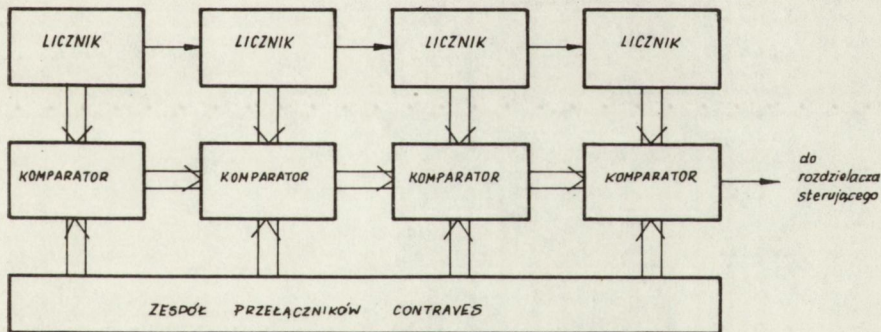
Układy wejściowe są to bramki dopasowujące sygnały ze styków /Isostat, mikro-wyłącznik krańcowy/ do wymagań układów TTL. Znajdują się tu również: układ automatycznego zerowania po włączeniu zasilania oraz układy sygnalizacji odpowiednich stanów urządzenia.

Układy wyjściowe bezpośrednio sterują następującymi elementami: przekaźnikami podnoszenia i opuszczania sondy, kontraktronem włączającym wymuszenie prądowe, rejestratorem, woltomierzem, IDV-4, silnikiem krokowym do przesuwu stolika manipulatora. Sterowanie zrealizowano poprzez transoptory w celu maksymalnego zredukowania wpływu zakłóceń od elementów wykonawczych na układ sterujący. Na rys. 4 przedstawiono zastosowane układy.



Rys. 4. Układy z transoptorami

Układ programowania liczby pomiarów w sposób uproszczony jest przedstawiony na rys. 5. Układ pozwala na zaprogramowanie 10^4-1 pomiarów.



Rys. 5. Układ programowania liczby pomiarów

Układ programowania pracy silnika krokowego zawiera licznik w kodzie Graya do sterowania uzwojeniami silnika oraz układ analogiczny do układu z rys. 5. do programowania liczby kroków silnika. Opis sterowania uzwojeniami silnika krokowego zawarty jest w pracy [2].

Lupa pomiarowa służy do rozciągania skali rejestracji analogowej. Jest to typowy układ wzmacniacza różnicowego, na którego wejścia podaje się napięcie pomiarowe i napięcie kompensujące z wewnętrznego zasilacza.

10

20

30

40

50

60

70

10

20

30

40

50

60

4. REJESTRACJA ANALOGOWA

Zaletą zestawu jest zastosowanie rejestratora X-t, zamiast używanych w tego typu zestawach rejestratorów X-Y. Rejestrator X-t jest łatwiej dostępny, tańszy i prostszy w sterowaniu. Ponadto umożliwia on rejestrację rozkładu napięcia na próbce na odciinkach o praktycznie dowolnej długości, bez potrzeby zmiany papieru. Blok AZP-78 steruje rejestratorem w następujący sposób: z chwilą gdy ma nastąpić zaznaczenie wartości pomiarowej na papierze, piórko rejestratora zostaje opuszczone; zaraz potem jest odłączane od rejestratora napięcie pomiarowe, co powoduje, że piórko powraca do pozycji zerowej rysując kreskę, której długość odpowiada wartości pomiarowej; przed wykonaniem następnego pomiaru papier rejestratora jest przesuwany o pewną /programowaną/ wartość. Przykład wykresu pokazany jest na rys. 6. Przystosowanie rejestratora do pracy w takim zestawie polegało na skonstruowaniu elektrycznego sterowania opuszczaniem pisaka i umożliwieniu pracy START-STOP rejestratora X-t.

5. ZAKOŃCZENIE

W celu umożliwienia pracy zasilacza prądowego w automatycznym cyklu pracy dobudowano zwieranie wejścia wzmacniacza pomiarowego /wymuszanie prądu/ zewnętrznym sygnałem elektrycznym.

W manipulatorze dobudowano następujące funkcje:

- przesuw stolika w osi y za pomocą silnika krokowego,
- ograniczenie przesuwu w osi y za pomocą wyłączników krańcowych,
- elektryczne opuszczanie i podnoszenie sondy.

PODSTAWOWE DANE TECHNICZNE

| | |
|--|---|
| Liczba punktów pomiarowych | programowana, maks. $10^4 - 1$ |
| Wielkość przesuwu stolika | programowana, skok min. $2,5 \mu\text{m}$ |
| Czas ustalania się wartości pomiarowej | programowany, 1-9 s |
| Dokładność lupy pomiarowej | lepsza niż 0,5 mV |
| Szybkość pomiarów | średnia ok. 10/min |
| Pełna dokumentacja techniczno-ruchowa | znajduje się w [3]. |

LITERATURA

1. Misiurewicz P., Grzybek M.: Półprzewodnikowe układy logiczne, WNT, W-wa 1975
2. Peatman B.J.: Projektowanie systemów cyfrowych, WNT, Warszawa 1976
3. Sprawozdanie z tematu: Automatyzacja zestawu pomiarowego dla określania oporności właściwej metodą rozplywu oporności, ONPMP nr zlec. 28/80611/78
4. Katalogi: Elementy półprzewodnikowe i układy scalone 1977/78, The TTL Date Book - Texas Instruments