

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **219794**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **398223**

(51) Int.Cl.

G01R 31/00 (2006.01)

G01R 31/27 (2006.01)

H01L 21/66 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **24.02.2012**

(54) **Stanowisko pomiarowe elektrod zwłaszcza przednich krzemowego
ogniwa fotowoltaicznego**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
02.09.2013 BUP 18/13

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
31.07.2015 WUP 07/15

(73) Uprawniony z patentu:
POLITECHNIKA ŚLĄSKA, Gliwice, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
LESZEK A. DOBRZAŃSKI, Gliwice, PL
MAŁGORZATA MUSZTYFAGA, Knurów, PL
MARCIN STASZUK, Gliwice, PL

(74) Pełnomocnik:
rzech. pat. Urszula Ziółkowska

PL 219794 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest stanowisko pomiarowe elektrod zwłaszcza przednich krzemowego ogniwa fotowoltaicznego.

Znana jest metoda linii transmisyjnych TLM (ang. Transmission Line Model), niemniej praktycznej jej zastosowanie do pomiaru rezystancji elektrody przedniej krzemowych ogniw fotowoltaicznych nastąpiło znacznie później. Idea pomiaru rezystancji elektrody przedniej krzemowego ogniwa fotowoltaicznego metodą linii transmisyjnych polega na jednoczesnym wymuszeniu sygnału elektrycznego prądowego – J pomiędzy wybraną parą sąsiadujących elektrod przednich i samoistnym wygenerowaniu na nich różnicy potencjału – U . Uściślając, pomiar polega na pomiarze prądu stałego – J oraz napięcia – U pomiędzy parą sąsiadujących ścieżek elektrod przednich na powierzchni ogniwa krzemowego.

Pomiar rezystancji elektrody przedniej metodą linii transmisyjnych związany jest z następującymi działaniami: wykonaniem obiektu pomiaru; oraz pomiarem wraz z uzyskaniem zbioru wyników, a następnie dokonaniem niezbędnych obliczeń i analizy uzyskanych danych.

Celem wynalazku jest opracowanie nowego stanowiska pomiarowego elektrod zwłaszcza przednich krzemowego ogniwa fotowoltaicznego wykorzystującego pomiar rezystancji elektrody przedniej metodą linii transmisyjnych (TLM).

Stanowisko pomiarowe według wynalazku charakteryzuje się tym, że ma budowę modułową i składa się z: modułu anatomicznych przyrządów pomiarowych połączonego za pomocą korzystnie dwóch złączy to jest standardowych gniazd laboratoryjnych z zaciskami podwójnymi z modułem sterowania, a moduł sterowania poprzez przystawkę pomiarową połączony jest z matrycą pomiarową, przy czym przystawka pomiarowa poprzez korzystnie dwa złącza jest elementem sprzęgającym moduł sterowania z matrycą pomiarową.

Moduł anatomicznych przyrządów pomiarowych stanowi źródło prądowe – kalibrator oraz człon pomiaru napięcia V – woltomierz.

Moduł sterowania za pomocą przełączników pozwala na manualny wybór pary sąsiadujących elektrod przednich krzemowego ogniwa słonecznego.

Przystawka pomiarowa jest stołem pomiarowym, gdzie na górnej płaskiej izolowanej powierzchni umieszczany jest obiekt badany wraz z matrycą pomiarową.

Matryca pomiarowa zawiera zespół teleskopowych sond zasilających i pomiarowych umieszczonych trwale w polimerowej obudowie w odległościach odpowiadających odległościom linii transmisyjnych.

Zaletą rozwiązania według wynalazku jest łatwe i szybkie dokonanie pomiaru rezystancji elektrod przednich krzemowych ogniw słonecznych.

Modułowa budowa stanowiska pomiarowego według wynalazku umożliwia zastąpienie i wykorzystanie innych autonomicznych uniwersalnych przyrządów wielkości elektrycznych takich jak źródła prądowego I oraz członu pomiaru napięcia V .

Przedmiot wynalazku przedstawiono na rysunkach na których fig. 1 przedstawia widok stanowiska pomiarowe według wynalazku, fig. 2 widok modułu sterowania, fig. 3 widok przystawki pomiarowej wraz z matrycą pomiarową, fig. 4a widok z góry matrycy pomiarowej, fig. 5b widok z boku matrycy pomiarowej, natomiast fig. 5 przedstawia schemat budowy stanowiska pomiarowe według wynalazku.

Stanowisko pomiarowe ma budowę modułową i składa się z: modułu anatomicznych przyrządów pomiarowych **1** połączonego za pomocą dwóch złączy to jest standardowych gniazd laboratoryjnych z zaciskami podwójnymi **GI**, **GV** z modułem sterowania **2**, a moduł sterowania **2** poprzez przystawkę pomiarową **3** połączony jest z matrycą pomiarową, przy czym przystawka pomiarowa **3** poprzez korzystnie dwa złącza **LPT**, **D** jest elementem sprzęgającym moduł sterowania **2** z matrycą pomiarową **4**.

Moduł anatomicznych przyrządów pomiarowych **1** stanowi źródło prądowe – kalibrator **5** oraz człon pomiaru napięcia V – woltomierz **6**.

Moduł sterowania **2** za pomocą przełączników pozwala na manualny wybór pary sąsiadujących elektrod przednich krzemowego ogniwa słonecznego.

Przystawka pomiarowa **3** jest stołem pomiarowym, gdzie na górnej płaskiej izolowanej powierzchni umieszczany jest obiekt badany wraz z matrycą pomiarową **4**.

Matryca pomiarowa **4** zawiera zespół teleskopowych sond zasilających i pomiarowych **7** umieszczonych trwale w polimerowej obudowie w odległościach odpowiadających odległościom linii transmisyjnych.

Realizacja procedury pomiarowej

Schemat stanowiska pomiarowego przedstawiono na fig. 5. Komunikacja stanowiska pomiarowego z operatorem realizowana jest w:

- źródle prądowym I **5** – kalibratorze C401B: poprzez przyciski funkcyjne, pokrętkę nastawy prądu i wyświetlacza LCD (wskazanie wartości nastawionego prądu),
- module sterowania **2**: poprzez dwa przełączniki dźwigniowe S1, S2 oraz cztery przełączniki obrotowe P1 ÷ P4 i 10 diod LED D1 ÷ D10 (2 – niebieskich, 4 – czerwonych, 4 – zielonych),
- członie pomiaru napięcia V **6** – multimetrze BM859CF; poprzez przełącznik obrotowy zasilania i zmiany zakresu oraz wyświetlacz LCD.

Przed rozpoczęciem pomiaru stanowisko znajduje się w stanie neutralnym – pozycja „0” przełącznika dźwigniowego S1. Żądaną wartość nastawy prądu ładowania badanego obiektu pomiaru ustawia się na źródle prądowym I kalibratorze C401B opcjonalnie dla badania układu testowego I (pozycja „1” przełącznika dźwigniowego S1) lub dla badania układu testowego II (pozycja „2” przełącznika dźwigniowego S1). Stan aktywny toru prądowego sygnalizowany jest świeceniem diody elektroluminescencyjnej dla układu testowego I – LED A i dla układu testowego II – LED B barwy niebieskiej. W dalszej kolejności, dokonuje się wyboru pary sąsiadujących elektrod przełącznikiem obrotowym P1 (A1 ÷ A4) dla układu testowego I lub analogicznie dla układu testowego II przełącznikiem obrotowym P2 (B1 ÷ B4). Stan aktywny toru prądowego dla układu testowego I sygnalizowany jest świeceniem diody elektroluminescencyjnej LED A1 ÷ A4 – barwy czerwonej, natomiast dla układu testowego II diody LED B1B4 świecą w kolorze zielonym. Żądany pomiar napięcia badanej próbki ustawia się opcjonalnie dla badania układu testowego I (pozycja „1” przełącznika dźwigniowego S2) lub badania układu testowego II (pozycja „2” przełącznika dźwigniowego S2). Pomiar rozpoczyna się wyborem pary sąsiadujących elektrod $V_{A1} \div V_{A4}$ za pomocą przełącznika obrotowego P3, a kończy dokonaniem odczytu wyniku pomiaru na wyświetlaczu woltomierza. Analogicznie realizowany jest pomiar napięcia badanego obiektu pomiaru dla układu testowego II, który rozpoczyna się wyborem pary sąsiadujących elektrod $V_{B1} \div V_{B4}$ za pomocą przełącznika obrotowego P4 i także kończy się dokonaniem odczytu wyniku pomiaru na wyświetlaczu woltomierza.

Własności użytkowe i metrologiczne stanowiska pomiarowego

Stanowisko pomiarowe składa się z:

- źródła prądowego I **5** – kalibratora C401B,
- członu pomiaru napięcia V **6** – woltomierza BM859CF,
- modułu sterowania **2**,
- przystawki pomiarowej **3**,
- matrycy pomiarowej **4**.

Stanowisko pomiarowe umożliwia:

- nastawę wartości prądu na kalibratorze C401B:

w zakresie 0 ÷ 110 mA,

z rozdzielczością 0,01 mA,

z dokładnością $\pm (0,1\%$ wartości nastawionej + 6 cyfr).

- pomiar napięcia woltomierzem BM859CF:

w zakresie 0 ÷ 500 mV z rozdzielczością 0,01 mV,

w zakresie 0,5 ÷ 50 V z rozdzielczością 0,1 mV,

z dokładnością $\pm (0,02\%$ wartości nastawionej + 2 cyfry)

- badanie dedykowanych próbek ogniwa fotowoltaicznego.

Stanowisko pomiarowe zasilane jest:

- AC 230 V, 50 Hz – kalibrator C401B,
- DC 9 V – BM859CF.

Źródło prądowe I (5)

Jednym z podstawowych elementów stanowiska pomiarowego jest źródło prądowe – I dostarczające sygnał elektryczny prądowy o wymaganym poziomie i dokładności. W tym celu, wykorzystano kalibrator C401B, który jest m.in. elektronicznym sterowanym źródłem prądu stałego o określonej dokładności, umożliwiającym otrzymywanie żądanej wartości prądu do 110 mA ze wskazaniem w postaci cyfrowej na wyświetlaczu LED. Kalibrator sprzęgnięty jest poprzez przewody pomiarowe o dł. 1,2 m zakończone wtykami bananowymi bezpośrednio z układem pomiarowym, uściślając modulem sterowania poprzez laboratoryjne gniazdo GI.

Człon pomiaru napięcia V (6)

Zasadniczym elementem stanowiska pomiarowego jest przyrząd pomiarowy umożliwiający określenie różnicy potencjału pomiędzy wybraną parą sąsiadujących elektrod przednich. Tą funkcję realizuje woltomierz – multimetr cyfrowy klasy przemysłowej typu BM859CF. Multimetr, także sprzęgnięty jest z modułem sterowania poprzez przewody pomiarowe i laboratoryjne gniazdo GV.

Moduł sterowania (2)

Moduł sterowania (fig. 3), umożliwia manualny wybór pary sąsiadujących elektrod przednich obiektu pomiaru. W celu, umożliwienia połączenia modułu sterowania z autonomicznymi elementami stanowiska pomiarowego tj. kalibratorem prądu i multimetrem udostępniono do dyspozycji operatora dwa złącza – standardowe gniazda laboratoryjne z zaciskami podwójnymi (GI i GV). Do komunikacji z przystawką pomiarową wykorzystano kabel równoległy o dł. 0,8 m z wtykiem żeńskim D – sub 25 pin – złącze przyłączeniowe (LPT). Schemat modułu sterowania zamieszczono na fig. 5.

Przystawka pomiarowa (3)

Jest elementem składowy stanowiska pomiarowego pełniący funkcję stołu pomiarowego (fig. 3). Górna płaska powierzchnia stołu pomiarowego umożliwia umieszczenie na nim obiektu badanego wraz z matrycą pomiarową na płaskiej izolowanej powierzchni. Przystawka pomiarowa poprzez dwa złącza (w tym złącze LPT i D – sub 25 pin) jest elementem sprzęgającym moduł sterowania z matrycą pomiarową. Schemat przystawki pomiarowej zamieszczono na fig. 5.

Matryca pomiarowa (4)

Jej podstawowym zadaniem jest dostarczenie oraz wyprowadzenie sygnału pomiarowego do oraz z obiektu pomiaru, opcja ta zdeterminowała budowę matrycy pomiarowej. Matrycę pomiarową (fig. 4a, fig. 4b) można zdefiniować jako zestaw składający się z sond (połączonych teleskopowych) oraz układu transmisji sygnału. Sondy, ze względu na realizowane funkcje można podzielić na zasilające i pomiarowe. Sondy zasilające umożliwiają przeniesienie zadanego sygnału prądowego do elektrod badanej próbki. Sondy pomiarowe umożliwiają pomiar wygenerowanego sygnału elektrycznego napięciowego na elektrodach badanego obiektu. Transmisja sygnału z matrycy pomiarowej do modułu sterowania zrealizowana jest przewodem wstążkowym z wykorzystaniem wtyku żeńskiego D – sub 25 pin. Schemat matrycy pomiarowej zamieszczono na fig. 5.

Wykaz parametrów i oznaczeń (fig. 5)

GI – gniazdo WE do źródła prądowego

GV – gniazdo WY woltomierza

S1, S2 – przełącznik dźwigowy miniaturowy 3 pozycyjny

P1, P2 – przełącznik obrotowy 2 sekcje, 5 pozycji

P3, P4 – przełącznik obrotowy 2 sekcje, 4 pozycji

LED: A1 – A4 – dioda elektroluminescencyjna 3 mm czerwona

LED: B1 – B4 – dioda elektroluminescencyjna 3 mm niebieska

X1 – listwa zaciskowa LZ 20 pin

K – kabel LPT z wtyczką L = 80 cm

T – przewód wstążkowy

LPT – gniazdo i złącze LPT 25 pin

D – sub-gniazdo i złącze D-sub 20 pin

Zastrzeżenia patentowe

1. Stanowisko pomiarowe elektrod zwłaszcza przednich krzemowego ogniwa fotowoltaicznego, **znamiennie tym**, że ma budowę modułową i składa się z: modułu anatomicznych przyrządów pomiarowych (1) połączonego za pomocą korzystnie dwóch złącz to jest standardowych gniazd laboratoryjnych z zaciskami podwójnymi (GI, GV) z modułem sterowania (2), a moduł sterowania (2) poprzez przystawkę pomiarową (3) połączony jest z matrycą pomiarową (4), przy czym przystawka pomiarowa (3) poprzez korzystnie dwa złącza (LPT, D) jest elementem sprzęgającym moduł sterowania (2) z matrycą pomiarową (4).

2. Stanowisko według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że moduł anatomicznych przyrządów pomiarowych (1) stanowi źródło prądowe – kalibrator (5) oraz człon pomiaru napięcia V – woltomierz (6).

3. Stanowisko według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że moduł sterowania (2) za pomocą przełączników pozwala na manualny wybór pary sąsiadujących elektrod przednich krzemowego ogniwa słonecznego.

4. Stanowisko według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że przystawka pomiarowa (3) jest stołem pomiarowym, gdzie na górnej płaskiej izolowanej powierzchni umieszczany jest obiekt badany wraz z matrycą pomiarową (4).

5. Stanowisko według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że matryca pomiarowa (4) zawiera zespół teleskopowych sond zasilających i pomiarowych (7) umieszczonych trwale w polimerowej obudowie w odległościach linii transmisyjnych.

Rysunki

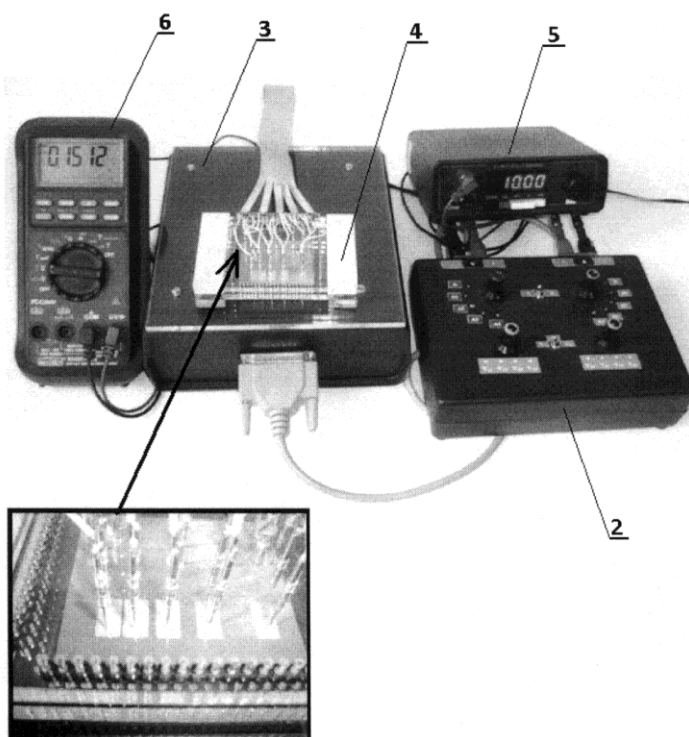


Fig. 1

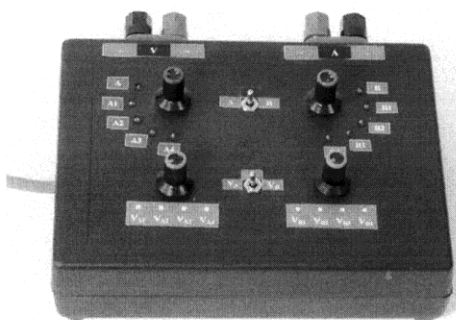


Fig. 2

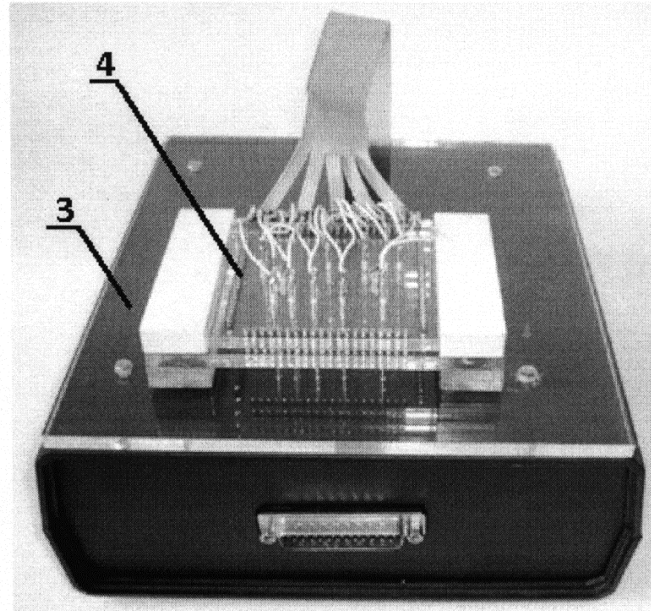


Fig.3

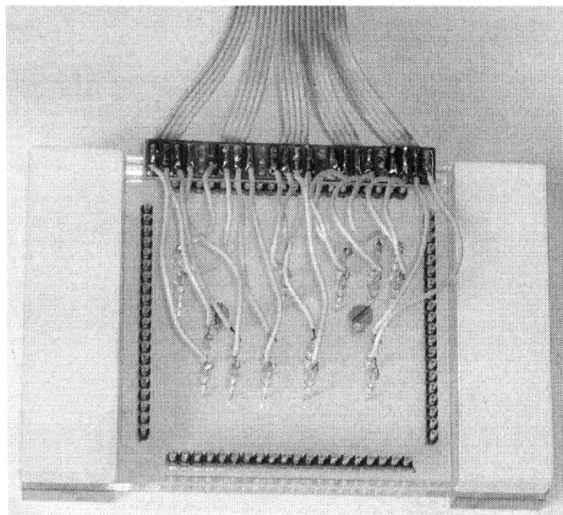


Fig. 4A

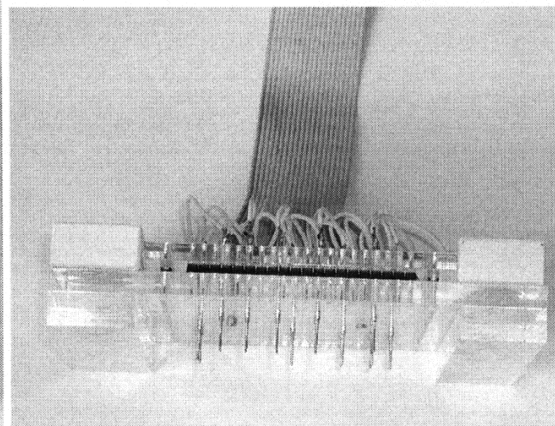


Fig. 4B

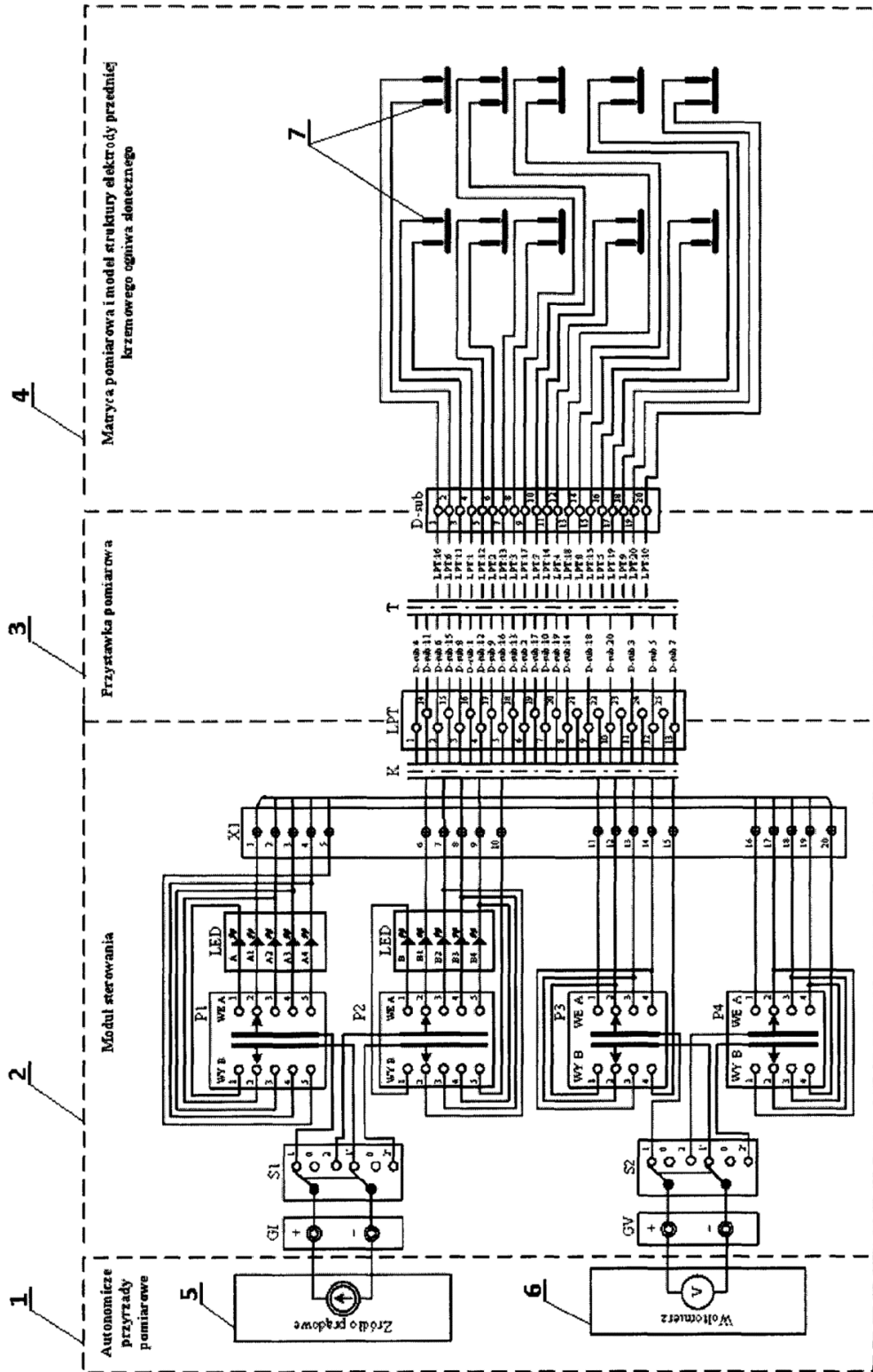


Fig. 5

