



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

197632

(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
G 01 R 31/26

(22) Přihlášeno 23. 08. 77

(21) (PV 5516-77)

(40) Zveřejněno 31. 08. 79

(45) Vydáno 30. 07. 82

(75) Autor vynálezu PROVAZNIK JOSEF ing. a SKALICKÝ ARNOŠT ing., Praha

(54) Zařízení pro měření tepelného odporu polovodičů

Vynález se týká zařízení pro měření tepelného odporu polovodičů, zejména Gunnových diod.

Znalost hodnoty tepelného odporu Gunnových diod je velmi důležitá pro ekonomický návrh generátorů osazených těmito diodami a pro kalkulaci jejich životnosti.

Při stanovení tepelného odporu polovodičů je vždy třeba nějakou nepřímou metodou stanovit teplotu polovodiče v jistých přesně definovaných podmínkách. U většiny polovodičů lze k tomuto účelu využít závislosti průrazného napětí P-N přechodu na teplotě. U Gunnových diod, které nemají P-N, přechod pak zbývá pouze možno využít závislosti proudu diodou na teplotě. Tyto změny jsou však velmi malé, cca 10 až 12 % při změně teploty o cca 50 °C a navíc je třeba vlastní měření proudu diodou provést při daném napětí velmi rychle tak, aby vyhřátí polovodiče bylo zanedbatelné (např. doba měření kratší než 100 nsek při opakovací frekvenci menší 50 Hz), a teplota okolí mohla být považována za teplotu polovodiče.

Níže popsané poloautomatické zařízení vyhovuje těmto požadavkům a dovoluje měřit tepelný odpor tohoto typu polovodičů s absolutní chybou menší než 10 %.

Dosud užívané metody se opíraly o použití vzorkovacího osciloskopu, kdy však lze velmi těžko zajistit dlouhodobou reprodukovatelnost výsledků bez složitých a velmi pracných kalibračních měření a díky stejnosměrnému driftu a obtížnosti dostatečně přesné kalibrace zesilovače v oblasti

malých změn signálů, nelze dobře určit ani velikost absolutní chyby měření. Většinou rozptyl měřených výsledků dosahuje až 50 %. Chceme-li tento rozptyl zmenšit na alespoň 10 %, pak v případě Gunnových diod je třeba určit amplitudu impulsního proudu s přesností lepší než 1 %. Výše uvedené nedostatky jsou odstraněny zařízením pro měření tepelného odporu polovodičů, zejména Gunnových diod, podle vynálezu. Podstatou zařízení podle vynálezu je, že sestává z koncového stupně impulsního generátoru s konstantním vnitřním odporem určeným z kalibračního měření, na jehož výstup jsou paralelně připojeny Gunnova dioda a impulsní voltmetr, jehož převodní konstanta je určena z téhož kalibračního měření.

Měření tepelného odporu lze pomocí zařízení podle vynálezu provádět zcela nebo částečně automaticky, jestliže bude programovatelný kalkulátor ovládat ventily termostatů, a bude tak řídit vnější teplotu vyšetřovaného polovodiče.

Vynález je blíže objasněn na příkladech provedení pomocí přiložených výkresů, kde

na obr. 1 je nakresleno schéma zařízení pro měření tepelného odporu polovodičů a

na obr. 2 je znázorněna realizace impulsního voltmetru.

Zařízení pro měření tepelného odporu polovodičů sestává z impulsního generátoru 1, jehož výstup je připojen jednak na vstup koncového stupně 11 a jednak na druhý vstup impulsního volt-

metru 2, jehož první vstup je připojen na výstup koncového stupně 11 spolu s Gunnovou diodou 3, jejíž druhý vývod je spojen s držákem 4, v němž je Gunnova dioda 3 umístěna. Držák 4 je napojen přes ventily 9, 10 na termostaty 5, 6. Výstup impulsního voltmetru 2 je připojen na vstup programovatelného kalkulátoru 8.

Na vstup programovatelného kalkulátoru 8 je rovněž připojen výstup číslicového voltmetru 7, jehož vstup je připojen na zdroj napájecího koncový stupeň 11 impulsního generátoru 1.

Zařízení používá jako zdroj měrného impulsu zvláště konstruovaný koncový stupeň 11 impulsního generátoru 1, protože je třeba dosáhnout konstantní vnitřní odpor v poměrně širokém rozsahu výstupního napětí (1 až 4 V) při výstupním proudu až 1,5 A, čehož je dosaženo využitím tzv. pamatovací doby u koncových tranzistorů. Jako detektor signálů je použit opět zvláště konstruovaný paměťový impulsní voltmetr 2 s citlivostí lepší než 10 mV a vysoce lineárním zpracováním signálu v rozsahu alespoň 0 až 6 V.

Konstrukce impulsního voltmetru 2 je zřejmá z obr. 2. Sestává ze vzorkovače 20, převodníku 12, hradla 13, paměti 14, synchronizačního obvodu 15, logické výhybky 16, generátoru vzorkovacího impulsu 17, interface 18. Dále je možno připojovat kontrolní displej 19.

Funkce je následující: Po přivedení synchronizačního impulsu do bloku 15 se po zpoždění buď 20 nsek., nebo 1 nsek. v závislosti na výhybce 16 otevírá vzorkovač 20 a odebírá vzorek napětí po dobu 60 nsek. Tento vzorek se ihned zpracovává v převodníku 12 na číslo, které, je-li volné hradlo 13 je převedeno do paměti 14, odkud si je odebírá karta BCD počítače a současně lze je číst na displeji 19.

Impulsní voltmetr 2, jehož schéma je uvedeno na obr. 2, může v měřeních zastoupit osciloskop jedině tenkrát, je-li možno například na základní rozsah 1 V odečítat s přesností ± 5 mV. Jeho základní parametry jsou tyto: $C_{vst} = 100$ pF, $R_{vst} = 10^5 \Omega$, základní rozsah -0,5 až +6 V, linearity zpracování signálu ± 1 % při kalibraci s jedním tvarem impulsu lepší než 1 %, šířka odebíraného vzorku napětí - 60 nsek, potřebné zpoždění signálu oproti synchronizaci cca 10 nsek. Přístroj je koncipován pro rychlý sběr dat. Opakovací frekvence je v uvažovaném případě 10 kHz, ale nečinilo by obtíže rozšířit tento parametr až do 1 MHz.

Vlastní měření probíhá následovně. Vyšetřovaný polovodič je uložen ve zvláštním držáku 4 protékaném vodou z příslušného termostatu 5, 6. Nejprve se změří několik zvolených bodů (popřípadě pouze jeden) V-A charakteristicky obvyk-

lým způsobem, tj. kdy polovodič je současně vyhlíhván příslušným elektrickým příkonem. Odečtené hodnoty proudu při daných napětích se použijí později ve výpočtu tepelného odporu. Potom se provede měření proudu při těchto napětích pomocí krátkého impulsu, tj. kdy je možno elektrický příkon zanedbat. Toto měření se provede při alespoň dvou různých teplotách (postačující pro GaAs). Pro GaAs, kde v uvažovaném teplotním rozsahu platí

$$I_D = \frac{k}{T},$$

kde I_D je proud diodou a T je absolutní teplota,

lze tepelný odpor R_t odvodit:

$$R_t = \frac{T_{ss}}{P} = \frac{(T_2 - T_1) (1) I_{ss} - 1 (I_{T1})}{U_0 I_{ss} (1/I_{T2} - 1/I_{T1})}$$

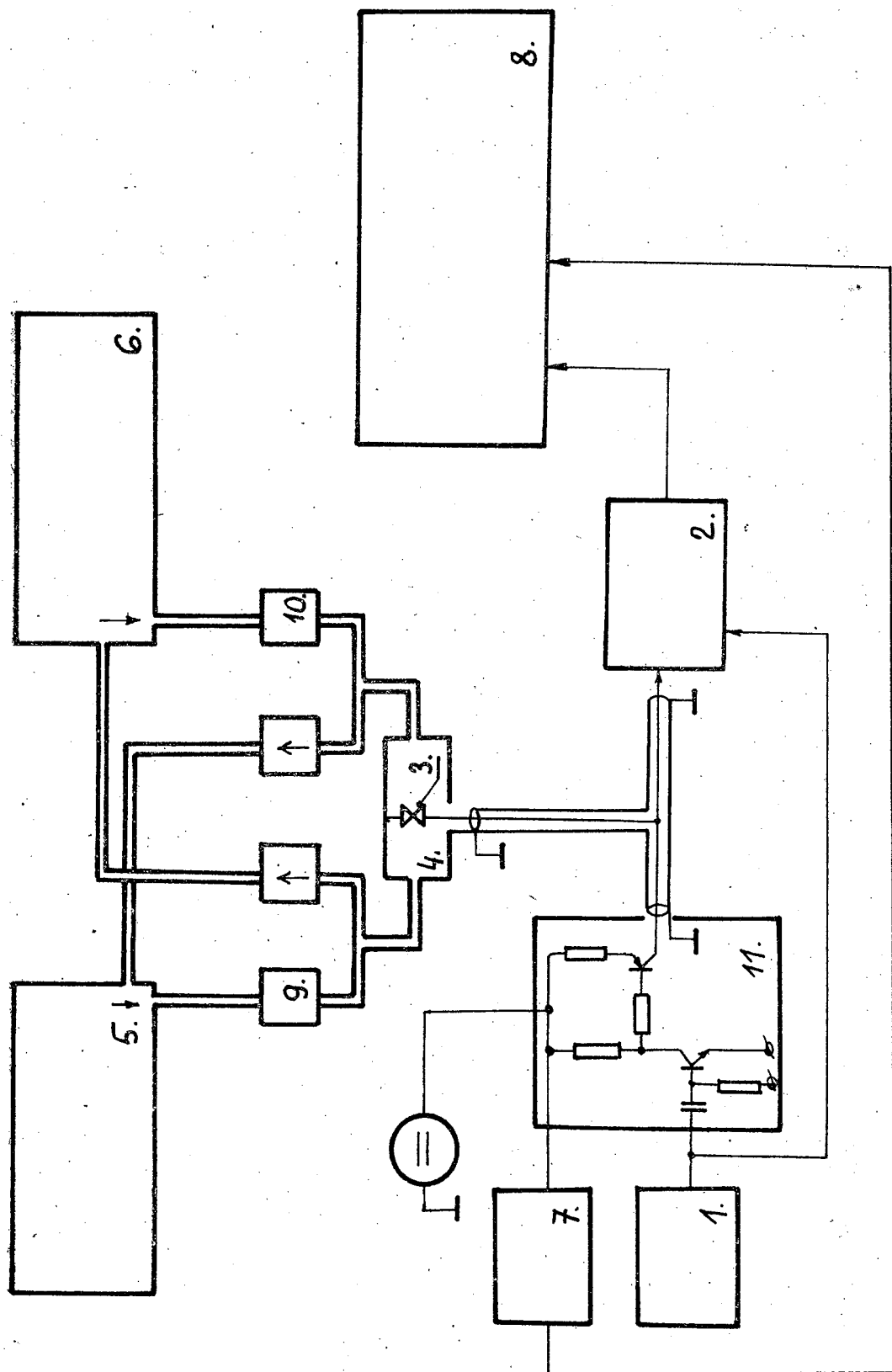
kde je

T_{ss}	hledaná teplota,
T_1	teplota na termostatu 5,
T_2	teplota na termostatu 6,
P	stejnoseměrný příkon při teplotě T_{ss} ,
U_0	zvolené napětí na voltampérové charakteristice diody a
I_0	proud příslušný U_0 na voltampérové charakteristice diody.

Výstupní napětí z paměťového impulsního voltmetru 2 je v BCD kódu a je tedy umožněn přímý přepis do řídicího programovatelného kalkulátoru 8 pomocí něhož lze měření z velké části popřípadě i zcela zautomatizovat. Po ustálení teploty odečte hodnotu měřenou impulsním voltmetrem 2 a k němu příslušnou hodnotu napětí na zdroji koncového stupně 11 impulsního generátoru 1. Výsledek se počítá podle předchozí formule.

Předmět vynálezu

Zařízení pro měření tepelného odporu polovodičů sestávající z impulsního generátoru na jehož výstup je paralelně připojen impulsní voltmetr a Gunnova dioda, jejíž držák je připojen přes ventily k dvěma termostatům, vyznačující se tím, že mezi impulsní generátor (1) a Gunnovou diodu (3) je zařazen koncový stupeň (11) s konstantním vnitřním odporem určeným z kalibračního měření, k jehož výstupu je paralelně s Gunnovou diodou (3) připojen impulsní voltmetr (2) s převodní konstantou určenou z téhož kalibračního měření.



Obz. 1

