

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Laboratori Nazionali di Legnaro

INFN/TC-82/2
15 Febbraio 1982

A. Fois, S. Galassini, G. Moschini, M. Sorio e A. Zanon:
DISPOSITIVO PER LA GENERAZIONE DI RAMPE LINEARI DI
TEMPERATURA PER MISURE DI TERMOCORRENTE

INFN/TC-82/2
 15 Febbraio 1982

DISPOSITIVO PER LA GENERAZIONE DI RAMPE LINEARI DI TEMPERATURA PER MISURE DI TERMOCORRENTE

A. Fois, G. Moschini, A. Zanon
 INFN - Laboratori Nazionali di Legnaro

S. Galassini, M. Sorio
 INFN - Sezione di Bari, GNSM-CNR, Istituto di Fisica dell'Università di Lecce.



1. - INTRODUZIONE

E' noto che lo studio delle correnti stimulate termicamente (TSC) permette di determinare⁽¹⁻⁴⁾, nota la mobilità dei portatori, l'energia di attivazione e la densità dei livelli di intrappolamento presenti nel gap di materiali semiconduttori, dalle quali è possibile risalire all'energia depositata nel campione esposto a radiazioni. Per fare ciò è necessario poter utilizzare un dispositivo in grado di far variare linearmente la temperatura del campione in funzione del tempo. E' necessario inoltre che la velocità di riscaldamento sia bassa (~0.1 K/sec) in confronto alle velocità usate nelle normali tecniche di misura che utilizzano la termoluminescenza.

A tale scopo, per il riscaldamento dei campioni, è stato realizzato un forno a resistenza, sotto vuoto, raffreddato ad acqua, nel quale sono state praticate alcune finestre ottiche per l'irradiazione durante il riscaldamento. L'alimentazione della resistenza avviene tramite un generatore stabilizzato programmabile, pilotato da un microprocessore, in grado di generare rampe lineari di temperature a pendenza variabile.

La parte meccanica è stata realizzata presso l'Istituto di Fisica dell'Università di Lecce, mentre l'elettronica è stata progettata e realizzata presso i Laboratori Nazionali di Legnaro.

2. - DISPOSITIVO SPERIMENTALE

2.1. - Portacampioni

I campioni, di cui si vogliono tracciare le glow-curves, sono posti all'interno di un criostato ad azoto liquido a dito freddo (Fig. 1).

L'elemento riscaldante, costituito da un filo di nichel-cromo di 60 cm di lunghezza e resistività $\rho=1.07 \times 10^{-4}$

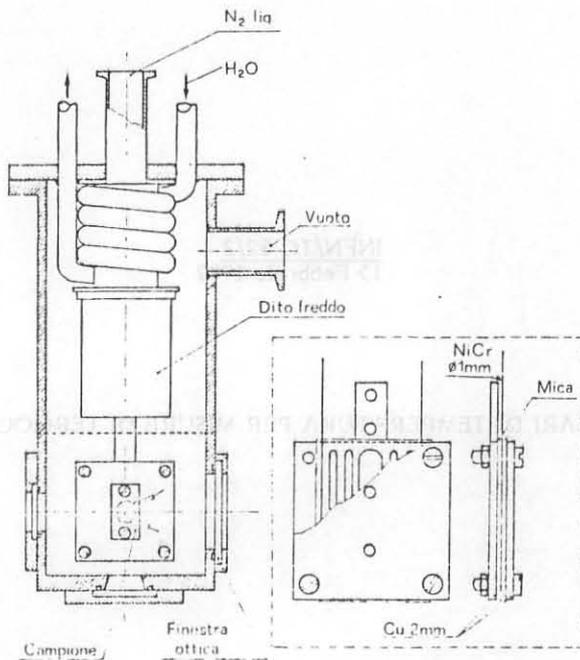


FIG. 1 - Riproduzione schematica del criostato ad azoto liquido. Nel riquadro è riportato il particolare dell'elemento riscaldante.

Ω cm, avvolto a serpentina (particolare di Fig. 1), è serrato tra due piastre di rame e isolato dalle stesse da due fogli di mica. Il collegamento con il dito freddo avviene tramite una staffa di alluminio dimensionata in modo tale da non avere un accoppiamento completo con la massa di rame. Al fine di rendere più rapido il raffreddamento successivo ad ogni ciclo, nel caso di misure a temperature più elevate della temperatura ambiente, la massa di rame è avvolta da una serpentina per la circolazione dell'acqua.

Sull'elemento riscaldante viene fissato il portacampioni, a fianco del quale è posta una termocoppia ferrocostantana. La temperatura (indicativa) del filo di Ni-Cr in funzione della intensità di corrente è riportata in Tabella I⁽⁵⁾.

TABELLA I - Temperatura di un filo di Ni-Cr in funzione dell'intensità di corrente.

ϕ (mm)	S (mm ²)	Carico in Ampère da dare per ottenere la seguente temperatura				
		300°	500°	700°	900°	1000°
0.60	0.28	2.80	4.45	6.30	8.45	9.66
0.80	0.50	4.10	6.30	9.15	15.8	13.9
1	0.78	5.45	8.50	12.8	16.9	19.2
1.2	1.13	6.75	10	15.9	18.9	24
1.5	1.77	9.35	14.9	22.1	30.6	32.2

Il sistema viene tenuto, durante il funzionamento, sotto vuoto di rotativa.

Sulla piastra di chiusura, infine, sono stati saldati 6 passanti elettrici da vuoto Desmar Quest tipo PE 73 da 3 KW, per l'alimentazione della resistenza e per le misure di corrente sul campione e di tensione della termocoppia.

2.2. - Generatore di Rampe di Temperatura

Il dispositivo per generare rampe di temperatura è realizzato con un microcomputer AIM 65 come elemento principale.

Tale scelta è motivata dalla necessità di realizzare un sistema che unisca alla massima flessibilità di impiego una buona precisione e stabilità nel tempo delle sue caratteristiche.

Un sistema analogico non permette, in generale, di realizzare rampe di durata $> 1h$, a meno di non ricorrere a particolari accorgimenti circuitali, ferma restando l'esigenza di realizzare generatori di corrente di elevata stabilità e disporre di condensatori di elevata capacità con basse correnti di perdita a basso coefficiente termico.

L'impiego di un microcomputer evita queste limitazioni, essendo la precisione delle rampe che si possono realizzare legata soltanto alla stabilità della sua base dei tempi; permette inoltre di linearizzare, se necessario, la risposta della termocoppia sia mediante tabella che con interpolazione polinomiale.

Un'altra possibilità offerta dal microcomputer è quella di poter rapidamente programmare una qualunque funzione di trasferimento del sistema, e quindi realizzare una dipendenza della temperatura (θ) dal tempo (t) di qualunque tipo.

Il microcomputer realizza le seguenti funzioni principali:

- genera via software un timer e calcola la temperatura $\theta(t)$ in funzione della pendenza (gradi/sec) prescelta per la rampa;
- converte (A-D) mediante approssimazioni successive l'uscita dell'amplificatore del segnale della termocoppia (T.C.Amp.) per acquisire la temperatura θ del forno;
- calcola $|\theta(t) - \theta|$ per valutare il segnale di errore;
- amplifica il segnale di errore e lo elabora per l'uscita verso l'alimentatore programmabile.

I parametri definibili da programma sono:

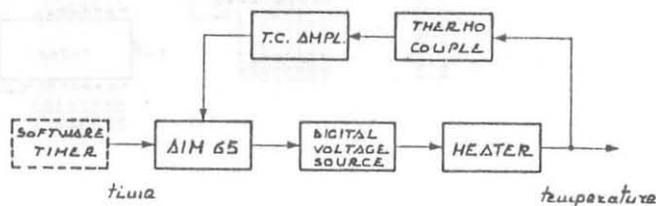
- la pendenza $d\theta(t)/dt$ della rampa fra un minimo $=0$ (temperatura costante) e massimo determinato dalla potenza erogabile dall'alimentatore e dalla capacità termica del sistema da riscaldare;
- l'amplificazione totale del sistema, per poterlo adattare alle caratteristiche del forno (massa, sistema di raffreddamento).

Gli altri elementi del dispositivo sono:

- un alimentatore programmabile HP 6128C in grado di erogare 200W, la cui tensione di uscita viene controllata tramite un dato a 4 digit BCD generato dal microcomputer;
- una termocoppia con l'amplificatore associato realizzato mediante un amplificatore operazionale ICL7650 a bassa deriva e tensione di off-set.

Lo schema a blocchi del dispositivo è riportato in Fig. 2 e lo schema elettrico in Fig. 3.

FIG. 2 - Schema a blocchi del circuito.



3. - CONCLUSIONI

Il dispositivo è stato usato per misure di TSC su campioni di TLD 100 opportunamente preparati ed esposti alle radiazioni γ di una sorgente di Co^{60} .

Le misure effettuate sono perfettamente riproducibili e la precisione ottenuta (± 0.5 K) per la temperatura durante il riscaldamento è soddisfacente.

Molto importante si è rivelata la versatilità del sistema di generazione in quanto offre la possibilità di selezionare (Fig. 4) rampe lineari di temperatura con basse velocità di riscaldamento $[(0.02+0.20)\text{K/sec}]^{(6)}$, indispensabili perchè si abbia una situazione di quasi-equilibrio tra un eventuale livello di intrappolamento da

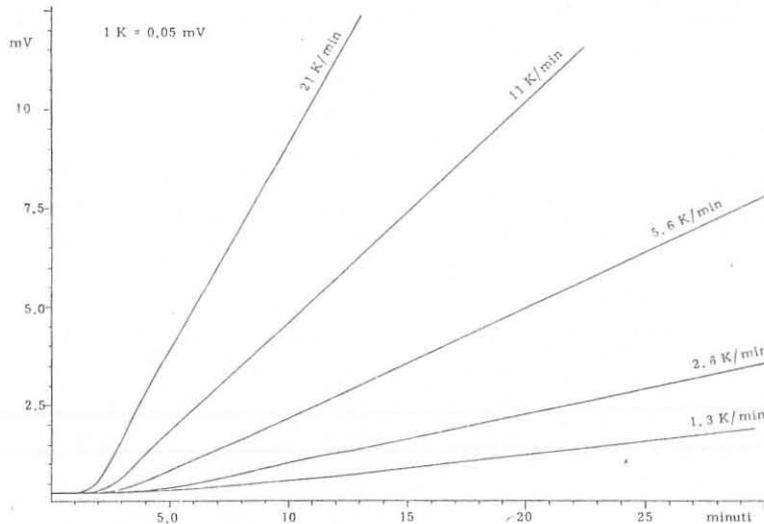


FIG. 4 - Rampe di temperatura per alcune velocità di riscaldamento.

svuotare e la banda del semiconduttore in considerazione.

Il sistema presenta lo svantaggio di lavorare fornendo impulsi di corrente alla resistenza di riscaldamento, generando perciò in prossimità del campione, un transiente che può disturbare la misura, quando si devono misurare correnti di 10^{-9} A o minori.

In futuro si pensa di migliorare il dispositivo, sia intervenendo sulla parte che riguarda il riscaldamento vero e proprio, sia sulla parte che riguarda la generazione delle rampe di temperatura, allo scopo di eliminare l'inconveniente.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori ringraziano i Sigg.ri G. D'Elia e R. Gerardi per l'assistenza tecnica fornita per la realizzazione della parte meccanica del dispositivo.

BIBLIOGRAFIA

- (1) G.F.J. Garlick and A.F. Gibson, Proc. Phys. Soc. 81, 141 (1948).
- (2) R. Chen, J. Electrochem. Soc. 116, 1254 (1969).
- (3) C. De Blasi, S. Galassini, C. Manfredotti, G. Micocci, L. Ruggiero and A. Tepore, Sol. St. Comm. 25, 149 (1978).
- (4) C. De Blasi, S. Galassini, C. Manfredotti, G. Micocci, L. Ruggiero and A. Tepore, Nuclear Instr. & Meth. 150, 103 (1978).
- (5) L. Massardi, Esercitazioni pratiche (S. Marco, 1961).
- (6) S.M. Ryvkin, Photoelectric Effects in Semiconductors (Consultans Bureau, New York, 1964).