

Laboratorium Spektroskopii Dielektrycznej

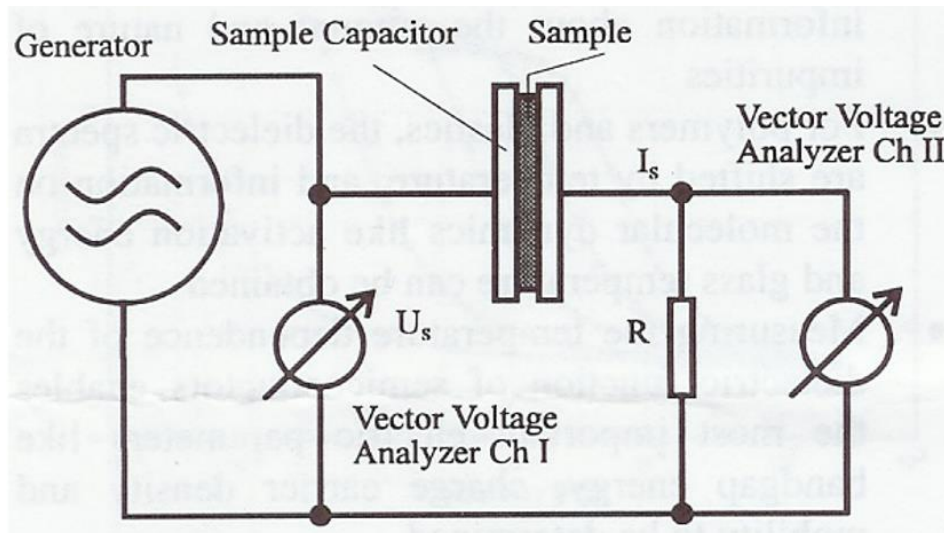
Szerokopasmowa spektroskopia dielektryczna (ang. Broadband Dielectric Spectroscopy) – technika przemiennie-prądowa (I-V) szczególnie użyteczna w badaniach właściwości fizycznych i elektrycznych materiałów niejednorodnych. Pozwala badać szeroką gamę zjawisk relaksacji i zjawisk transportu ładunku elektrycznego m.in. w dielektrykach (piezoelektrykach, piroelektrykach, ferroelektrykach) i półprzewodnikach. Ponadto umożliwia charakterystykę przemian fazowych zarówno w materiałach mono- jak i polikrystalicznych.

Wykaz urządzeń oraz aparatury pomiarowej:

1. Aparatura pomiarowa działająca w oparciu o analizę odpowiedzi częstotliwościowej (ang. Frequency Response Analyzer), p.104N:
 - analizator Alpha-AN High Performance Frequency Analyzer firmy Novocontrol (zakres pomiarowy częstotliwości: od 10^{-4} Hz do 10^7 Hz)
 - układ regulacji temperatury Quatro Cryosystem firmy Novocontrol (zakres pomiarowy temperatury: od -150°C do 400°C)
 - oprogramowanie WinDETA-ALL firmy Novocontrol
2. Mierniki impedancji,:
 - miernik LCR 4284A Agilent, (zakres pomiarowy częstotliwości: od 20 Hz do 1 MHz), p.104N
 - analizator impedancji HP4291B RF z linią koaksjalną BDS2230, p.104N
 - miernik LCR Agilent HP E4980A, p.106N
 - miernik HP E4991A, p.106N
3. Wzmacniacz prądowy 428 KEITHLEY, p.104N
4. Detektor fazoczuły SR850 firmy Stanford, p.104N
5. Układ do pomiaru właściwości elektrostrykcyjnych materiałów ferroelektrycznych metodą quasi-statyczną (40 Hz – 200 Hz). p.106N
 - oscyloskop analogowy oraz cyfrowy,
 - generator funkcyjny HM 8131-z,
 - wzmacniacz Lock-in SR830 firmy Stanford,
 - wzmacniacz operacyjny Kepco BOP 1000M,
 - miliwoltomierze Metex MXD 4660A,
 - układ Sawyera-Towera,
 - oprogramowanie pomiarowe
6. Układ do pomiaru właściwości piezoelektrycznych materiałów ferroelektrycznych metodą rezonansu dynamicznego. p.106N
 - generator funkcyjny HM 8131-z,
 - regulator temperatury,
 - miliwoltomierz Agilent 3410A,
 - oprogramowanie pomiarowe
7. Różnicowy kalorymetr skaningowy Firmy Netzch DSC 200 F3 Maia wraz z programem do akwizycji danych do badania właściwości termodynamicznych oraz dynamiki przemian fazowych w materiałach ferroelektrycznych. p.106N

8. Mikroskop polaryzacyjny Nikon LV 100 POL z przystawką temperaturową LINKAM THMS600 (zakres temperatury od -160°C do 600°C) do badania przemian fazowych i struktury domenowej kryształów ferroelektrycznych. p.106N

Schemat ideowy analizatora odpowiedzi częstotliwościowej (Frequency Response Analyzer - FRA)

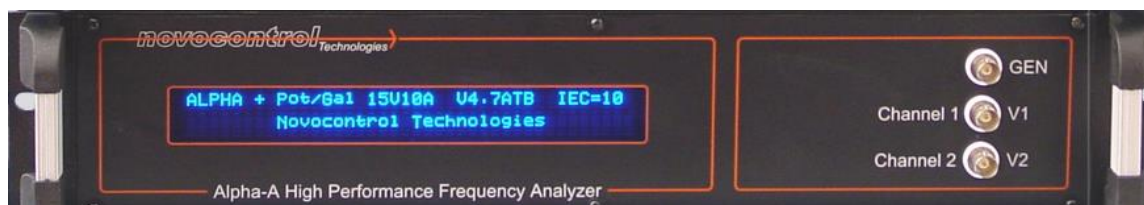


Główne urządzenia stanowiska pomiarowego w zakresie spektroskopii dielektrycznej

Quatro Cryosystem



Analizator Alpha-AN



ALPHA - High Grade Dielectric Analyzer V6.3 ANBF

- szeroki zakres częstotliwości: 3 μHz ... 20 MHz
- szeroki zakres impedancji: 10 m Ω ... 100 T Ω
- pomiary bardzo małych pojemności: do 0.001 pF
- rozdzielczość kąta fazowego: 0.001° ($\tan\delta > 3 \cdot 10^{-5}$)

Quatro Cryosystem

Uniwersalny układ regulacji temperatury

- szeroki zakres: -160°C to +400°C
- stabilność: 0.01°C
- czas stabilizacji temperatury dla 0.1°C poniżej 8 minut
- szybkość zmian od 0.01°C/min do 20°C/min
- kriostat i połączenie z dewarem izolowane próżniowo

Przykłady pomiarów:

- ☐ molecular relaxations,
- ☐ conductivity,
- ☐ phase separation,
- ☐ phase transitions,
- ☐ activation energy,
- ☐ glass temperature,
- ☐ rate of blending,
- ☐ ageing,

Dane dielektryczne przedstawiane w następujących reprezentacjach zespolonych:

- **Impedancji**

$$Z^*(\omega) = R(\omega) + iX(\omega)$$

- **Admitancji**

$$Y^*(\omega) = G(\omega) + iB(\omega)$$

- **Przenikalności elektrycznej**

$$\varepsilon^*(\omega) = \varepsilon'(\omega) + i\varepsilon''(\omega)$$

- **Modułu elektrycznego**

$$M^*(\omega) = M'(\omega) + iM''(\omega)$$

- **Przewodnictwa elektrycznego**

$$\sigma^*(\omega) = \sigma'(\omega) + i\sigma''(\omega)$$

$$\varepsilon(\omega) = \frac{Y(\omega)}{i\omega C_0} = \frac{1}{i\omega C_0 Z(\omega)}$$

$$M(\omega) = \frac{i\omega C_0}{Y(\omega)} = i\omega C_0 Z(\omega)$$

$$\varepsilon(\omega) = \frac{1}{M(\omega)} = \frac{\sigma(\omega)}{i\omega \varepsilon_0}$$

Przykładowe wyniki pomiarów

