

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **223746**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **406081**

(22) Data zgłoszenia: **18.11.2013**

(51) Int.Cl.

G01N 22/00 (2006.01)

H05B 6/80 (2006.01)

G01N 33/00 (2006.01)

(54)

**Urządzenie do pomiaru właściwości dielektrycznych
w funkcji temperatury materiałów w postaci stałej, ciekłej i sypkiej**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

04.08.2014 BUP 16/14

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

31.10.2016 WUP 10/16

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA, Wrocław, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

KAZIMIERZ GRANAT, Oborniki Śląskie, PL

GRZEGORZ JAWORSKI, Wrocław, PL

DANIEL NOWAK, Wysoka, PL

BEATA OPYD, Krajów, PL

(74) Pełnomocnik:

rzec. pat. Katarzyna Paprzycka

PL 223746 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do pomiaru właściwości dielektrycznych to jest względnej przenikalności elektrycznej oraz współczynnika strat dielektrycznych materiałów w postaci stałej, ciekłej i sypkiej w funkcji temperatury, przeznaczone do stosowania we wszystkich gałęziach przemysłu, w których wykorzystuje się promieniowanie mikrofalowe.

Znane i powszechnie stosowane są różnorodne sposoby pomiaru właściwości dielektrycznych. Jak dotąd nie opracowano metody bezpośredniego pomiaru przenikalności dielektrycznej ϵ_r i współczynnika strat dielektrycznych $\tan\delta$. W celu ich zmierzenia wykonuje się pomiary innych wielkości, na przykład impedancji, macierzy rozproszenia, częstotliwości rezonansowej czy pojemności, na podstawie których następnie są one obliczane.

Znane jest z pracy „Design of a new high-temperature dielectrometer system” autorów W. Tinga i W. Xi stanowisko do pomiaru metodą perturbacyjną właściwości dielektrycznych materiałów w funkcji temperatury. Metoda perturbacyjna (Cavity perturbation method) wyznaczania parametrów elektrycznych opiera się na pomiarach zmiany dobroci i częstotliwości rezonansowej falowodowej wnęki rezonansowej, w której umieszczona jest próbka badanego materiału. W przedmiotowym rozwiązaniu falowodowa wnęki rezonansowa jest stosowana zarówno w fazie pomiaru jak i w fazie ogrzewania, w której wykorzystuje się moc mikrofalową do podgrzewania badanej próbki. Cylindryczna falowodowa wnęki rezonansowa jest sprzężona odbiciowo z portem pomiarowym i ze źródłem mocy poprzez pętlę. Zastosowanie pętli sprzęgającej powoduje pogorszenie dobroci wnęki i przestrojenie częstotliwości rezonansowej falowodowej wnęki rezonansowej. W stanowisku tym brak jest izolacji pomiędzy kanałem pomiarowym oraz grzejnym. Częstotliwość pracy generatora mocy grzejnej musi być dostrajana do częstotliwości rezonansowej wnęki.

Urządzenie do pomiaru właściwości dielektrycznych w funkcji temperatury materiałów w postaci stałej, ciekłej i sypkiej zawierające falowodową wnękę rezonansową według wynalazku charakteryzuje się tym, iż zbudowane jest z falowodowego toru transmisyjnego utworzonego z dwóch odcinków falowodów prostokątnych każdy wyposażony w port pomiarowy z których pierwszy umiejscowiony jest na wejściu a drugi na wyjściu falowodowego toru transmisyjnego oraz falowodowej wnęki rezonansowej sprzężonej transmisyjnie z portami pomiarowymi poprzez utworzone w ściankach bocznych falowodowej wnęki rezonansowej okrągłe otwory, ponadto falowodowa wnęki rezonansowa poprzez utworzoną w jej górnej albo dolnej ściance podłużną szczelinę sprzężona jest z falowodem wyposażonym w port, przez który doprowadzana jest moc mikrofalowa podgrzewająca próbkę badanego materiału oraz metalowy kołek o regulowanej długości, zapewniający dopasowanie i maksimum transmisji mocy mikrofalowej z falowodu do falowodowej wnęki rezonansowej, zamocowany naprzeciw podłużnej szczeliny.

Korzystnie podłużna szczelina umiejscowiona jest pośrodku falowodowej wnęki rezonansowej wzdłużnie względem falowodowego toru transmisyjnego.

Korzystnie pierwszy port pomiarowy i drugi port pomiarowy umiejscowiony jest na bocznej zewnętrznej ściance przynależnego mu odcinka falowodu prostokątnego przyłączonego do falowodowej wnęki rezonansowej.

Korzystnie falowód przez który doprowadzana jest moc mikrofalowa podgrzewająca próbkę badanego materiału zamocowany jest prostopadłe do falowodowego toru transmisyjnego do górnej albo dolnej ścianki falowodowej wnęki rezonansowej.

Korzystnie falowód przez który doprowadzana jest moc mikrofalowa podgrzewająca próbkę badanego materiału ma prostokątny przekrój poprzeczny.

Korzystnie falowodowa wnęki rezonansowa ma prostokątny przekrój poprzeczny.

Korzystnie metalowy kołek zamocowany jest do ścianki górnej albo dolnej falowodu naprzeciwległej ściance w której wykonana jest podłużna szczelina.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania został uwidoczniony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia urządzenie w widoku aksonometrycznym, fig. 2 sposób rozchodzenia się fali sygnału pomiarowego w urządzeniu według wynalazku a fig. 3 sposób rozchodzenia się mocy mikrofalowej podgrzewającej próbkę.

Urządzenie do pomiaru właściwości dielektrycznych w funkcji temperatury materiałów w postaci stałej, ciekłej i sypkiej w przykładzie wykonania według wynalazku zbudowane jest z falowodowego toru transmisyjnego 1 utworzonego z dwóch odcinków falowodów prostokątnych 1.4 i 1.5 każdy wyposażony w port pomiarowy 1.2 i 1.3 z których pierwszy umiejscowiony jest na wejściu a drugi na wyjściu falowodowego toru transmisyjnego 1 oraz z falowodowej wnęki rezonansowej 1.1 sprzężonej transmi-

syjnie z pierwszym i drugim portem pomiarowym 1.2 i 1.3 poprzez, utworzone w ściankach bocznych falowodowej wnęki rezonansowej 1.1, okrągłe otwory 2. Pierwszy port pomiarowy 1.2 utworzony jest na bocznej zewnętrznej ścianie odcinka falowodu 1.4 przyłączonego z jednej strony do falowodowej wnęki rezonansowej 1.1 a drugi port pomiarowy 1.3 utworzony jest na bocznej zewnętrznej ścianie odcinka falowodu 1.5 przyłączonego z drugiej strony do falowodowej wnęki rezonansowej 1.1. Falowodowa wnęką rezonansowa 1.1 ma prostopadłościenny kształt. Falowodowa wnęką rezonansowa 1.1 poprzez utworzoną w jej górnej ścianie podłużną szczelinę 3 sprzężona jest z falowodem 4 wyposażonym w port 5, przez który doprowadzana jest moc mikrofalowa podgrzewająca próbkę badanego materiału oraz metalowy kołek 6, o regulowanej długości, umiejscowiony naprzeciw podłużnej szczeliny 3. Metalowy kołek 6 zamocowany jest do ścianki górnej falowodu 4. Metalowy kołek 6 zapewnia dopasowanie i maksimum transmisji mocy mikrofalowej z falowodu 4 do falowodowej wnęki rezonansowej 1.1. Falowód 4 ma prostopadłościenny kształt. Falowód 4 umiejscowiony jest prostopadłe do falowodowego toru transmisyjnego 1 na górnej ścianie falowodowej wnęki rezonansowej 1.1. Podłużna szczelina 3 umiejscowiona jest pośrodku falowodowej wnęki rezonansowej 1.1 wzdłużnie względem falowodowego toru transmisyjnego 1.

Pomiar właściwości dielektrycznych próbki 7 badanego materiału wykonuje się za pomocą przyłączonego do portów pomiarowych 1.2, 1.3 analizatora obwodów i polega na wyznaczeniu charakterystyki częstotliwościowej strat transmisji (parametr S_{21}) w postaci krzywej rezonansowej wnęki. Przyłączenie obwodu wykonywane jest w formie przejścia falowód – przewód koncentryczny. Poprzez port 5, przyłączonego do falowodowej wnęki rezonansowej 1.1, falowodu 4 a następnie poprzez podłużną szczelinę 3 doprowadzana jest do falowodowej wnęki rezonansowej 1.1 moc mikrofalowa służąca do podgrzewania umieszczonej w niej próbki 7 badanego materiału. Jako źródło mocy mikrofalowej stosuje się magnetron pracujący na częstotliwości pasma ISM (2,45 GHz). Podłużna szczelina 3 wykonana jest w miejscu, w którym natężenie pola elektrycznego osiąga maksimum. Takie ułożenie podłużnej szczeliny 3 powoduje, że dla rodzaju fali TE_{101} podłużna szczelina 3 silnie promieniuje moc mikrofalową do wnętrza falowodowej wnęki rezonansowej 1.1 w której znajduje się próbka 7 badanego materiału. Zastosowanie w rozwiązaniu według wynalazku podłużnej szczeliny 3 umieszczonej pośrodku górnej ścianki falowodowej wnęki rezonansowej 1.1 wzdłużnie względem falowodowego toru transmisyjnego 1 zapewnia także nie promieniowanie energii EM z falowodowej wnęki rezonansowej 1.1 do falowodu 4 dla rodzaju pola TE_{101} . W trakcie pomiaru parametru S_{21} podłużna szczelina 3 ma bardzo niewielki wpływ na częstotliwość rezonansową i dobroć wnęki a co za tym idzie nie wpływa na wyniki pomiaru krzywej rezonansowej (S_{21}). Zaproponowane rozwiązanie pozwala na doprowadzenie mocy mikrofalowej do podgrzewania próbki 7 w fazie podgrzewania przy jednoczesnej izolacji falowodowej wnęki rezonansowej 1.1 od falowodu 4 doprowadzającego moc mikrofalową w fazie pomiaru parametrów elektrycznych próbki 7. Dopasowanie i maksimum transmisji mocy mikrofalowej z falowodu 4 do falowodowej wnęki rezonansowej 1.1 jest uzyskiwane za pomocą metalowego kołka 6 o regulowanej długości umieszczonego na przeciw podłużnej szczeliny 3. Metalowy kołek 6 zapewnia lepszą transmisję mocy mikrofalowej z falowodu 4 do falowodowej wnęki rezonansowej 1.1 obciążonej próbką 7 badanego materiału. W wyniku zastosowania metalowego kołka 6 częstotliwość magnetronu nie musi być dostrojona do częstotliwości rezonansowej falowodowej wnęki rezonansowej 1.1 w celu uzyskania efektywnego podgrzewania próbki 7 badanego materiału. Zastosowanie w rozwiązaniu według wynalazku prostopadłościennej falowodowej wnęki rezonansowej 1.1 pozwala na dogodne umieszczanie badanej próbki 7 równolegle, prostopadłe lub pod innym kątem do wektora pola elektrycznego co ma istotne znaczenie przy badaniu parametrów materiałów anizotropowych. W fazie podgrzewania współosiowe porty pomiarowe 1.2, 1.3 zabezpiecza się przed mocą mikrofalową przełącznikami SPDT zwierającymi przewód środkowy do masy układu.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do pomiaru właściwości dielektrycznych w funkcji temperatury materiałów w postaci stałej, ciekłej i sympkiej zawierające falowodową wnękę rezonansową, **znamienne tym**, że zbudowane jest z falowodowego toru transmisyjnego (1) utworzonego z dwóch odcinków falowodów prostokątnych (1.4, 1.5) każdy wyposażony w port pomiarowy (1.2, 1.3) z których pierwszy umiejscowiony jest na wejściu a drugi na wyjściu falowodowego toru transmisyjnego (1) oraz falowodowej wnęki rezonansowej (1.1) sprzężonej transmisyjnie z portami pomiarowymi (1.2, 1.3) poprzez, utworzone

w ściankach bocznych falowodowej wnęki rezonansowej (1.1), okrągłe otwory (2), ponadto falowodowa wnęka rezonansowa (1.1) poprzez utworzoną w jej górnej albo dolnej ścianie podłużną szczelinę (3) sprzężona jest z falowodem (4) wyposażonym w port (5) przez który doprowadzana jest moc mikrofalowa podgrzewająca próbkę badanego materiału oraz metalowy kołek (6) o regulowanej długości, zapewniający dopasowanie i maksimum transmisji mocy mikrofalowej z falowodu (4) do falowodowej wnęki rezonansowej (1.1) umiejscowiony naprzeciw podłużnej szczeliny (3).

2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamienne tym**, że podłużna szczelina (3) umiejscowiona jest pośrodku falowodowej wnęki rezonansowej (1.1) wzdłużnie względem falowodowego toru transmisyjnego (1).

3. Urządzenie według zastrz. 2, **znamienne tym**, że pierwszy port pomiarowy (1.2) i drugi port pomiarowy (1.3) umiejscowiony jest na zewnętrznej ścianie bocznej przynależnego mu odcinka falowodu prostokątnego (1.4, 1.5) przyłączonego do falowodowej wnęki rezonansowej (1.1).

4. Urządzenie według zastrz. 3, **znamienne tym**, że falowód (4) zamocowany jest prostopadłe do falowodowego toru transmisyjnego (1) do górnej albo dolnej ścianki falowodowej wnęki rezonansowej (1.1).

5. Urządzenie według zastrz. 4, **znamienne tym**, że falowodowa wnęka rezonansowa (1.1) ma prostokątny przekrój poprzeczny.

6. Urządzenie według zastrz. 5, **znamienne tym**, że falowód (4) ma prostokątny przekrój poprzeczny.

7. Urządzenie według zastrz. 1 albo 2 albo 3 albo 4 albo 5 albo 6, **znamienne tym**, że metalowy kołek (6) zamocowany jest do ścianki górnej albo dolnej falowodu (4) naprzeciwległej ścianie w której wykonana jest podłużna szczelina (3).

Rysunki

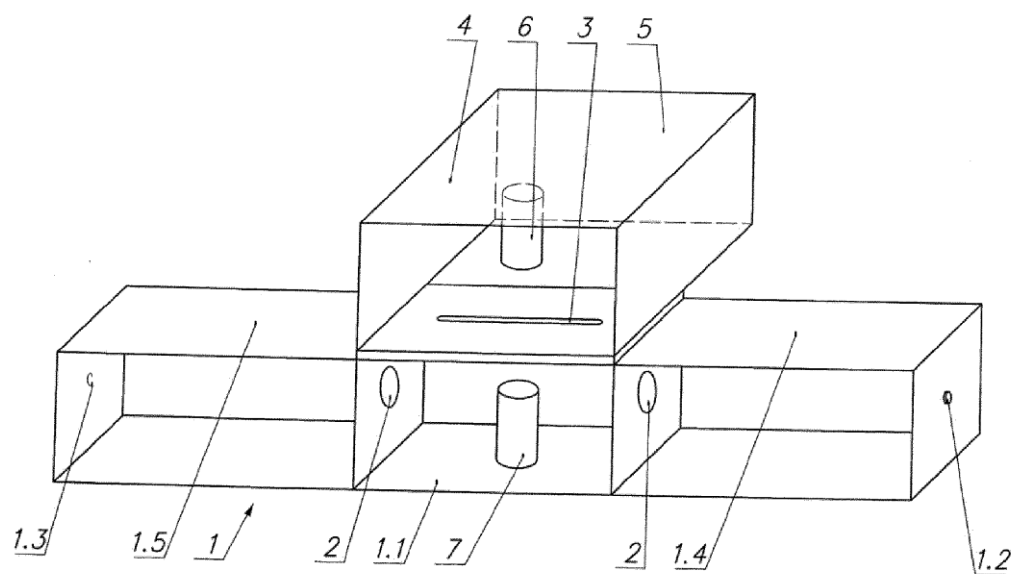


Fig. 1

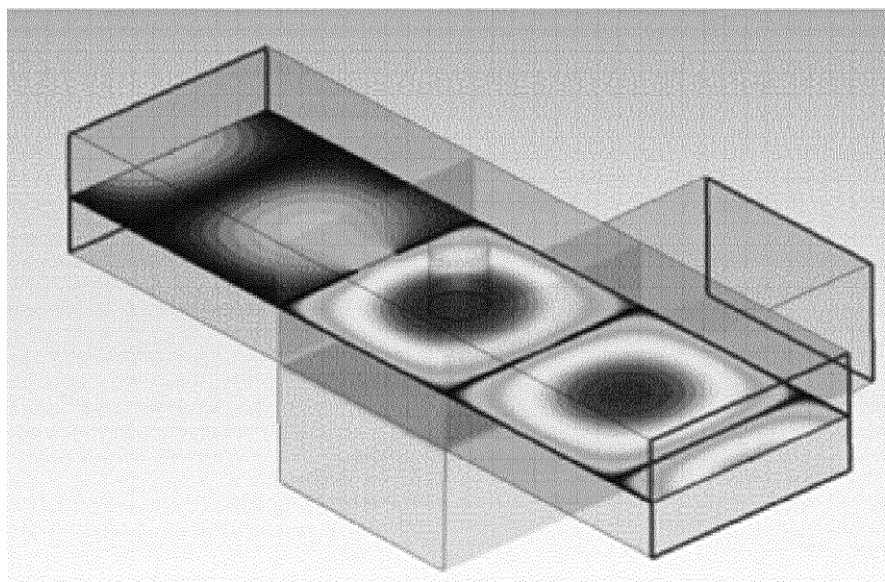


Fig. 2

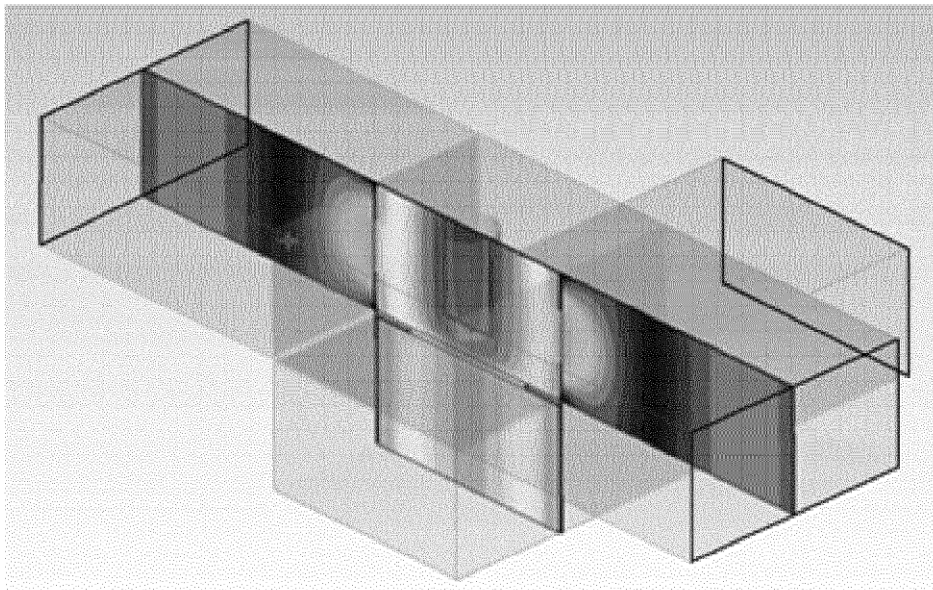


Fig. 3