



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVEDČENIU

201 642

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavná priorita

(22) Prihlášené 22 12 77

(21) PV 8667-77

(51) Int. Cl.³ G 01 N 27/02

(40) Zverejnené 31 03 80

(45) Vydané 01 02 83

(75)

Autor vynálezu LEŽOVIČ ALFONZ ing., PRIEVIDZA a LIHOTSKÝ ĽUBOMÍR, NOVÁKY

(54)

Článok kapacitného typu

Článok kapacitného typu, ktorý je predmetom vynálezu, sa týka merania vysokofrekvenčnej vodivosti kvapalín, dielektrickej konštanty látok a dielektrických strát látok. Článok kapacitného typu najmenej s dvoma elektródami, umiestnenými na dutom tvarovanom profile, z elektricky nevodivého materiálu, pričom na stene tvarovaného profilu je uchytená najmenej jedna elektróda $/S_2/$ s povrchom $0,01$ až 10 cm^2 o polarizačnej kapacite $0,1$ až $100 \mu\text{F}$ v priamom styku s meraným médiom a na opačnej stene je najmenej jedna ďalšia elektróda $/S_1/$ v porovnaní s predchádzajúcou elektródou $/S_2/$ od meraného média izolovaná a výsledná kapacita článku K_0 je $0,005$ až $0,5 \text{ pF}$.

Článok kapacitného typu sa týka merania vysokofrekvenčnej vodivosti kvapalín, dielektrickej konštanty látok a dielektrických strát látok. Tohto sa dá s výhodou použiť na stanovenie určitej zložky meraného média, ktorej obsah v médiu je úmerný buď vodivosti, dielektrickej konštante alebo dielektrickým stratám.

Doteraz používané články sa vyznačujú tým, že majú najmenej dve elektródy, pričom všetky sú galvanicky oddelené elektroizolačným materiálom od meraného média. Podľa charakteru média a spôsobu merania môžeme týmito článkami merať buď aktívnu zložku impedancie, prípadne admitancie alebo reaktívnu (imaginárnu) zložku impedancie (susceptanciu), potažne efektívnu kapacitu. Výsledná impedancia týchto článkov, ak sa meria pri konštantnom napätí je:

$$Z = \frac{Re}{1 + \omega^2 Re^2 K^2} - i \left(\frac{1}{\omega C} + \frac{\omega Re^2 K}{1 + Re^2 \omega^2 K^2} \right) \quad /1/$$

kde Re je nízkofrekvenčný odpor elektrolytu

ω je kruhová frekvencia

K je kapacita článku

C je kapacita stien článku

$$i = \sqrt{-1}$$

Pre celkovú admitanciu Y platí:

$$Y = \frac{Re \omega^2 C^2}{1 + Re^2 \omega^2 / C + K^2} + i \left(\frac{\omega C + Re^2 \omega^3 CK / C + K}{1 + Re^2 \omega^2 / C + K^2} \right) \quad /2/$$

Z rovníc 1 a 2 vyplýva, že najlepšie podmienky pre meranie dosiahneme, ak bude pomer $\frac{C}{K}$, čo možno najvyšší. Pri meraní vysokovodivých systémov /nad 10^{-3} S, S = Siemens/, K

frekvenciou nad 100 MHz hodnota aktívneho odporu sa blíži k nule. Hodnota reaktívneho odporu je závislá na dielektrickej konštante meraného média, pretože pomer $\frac{C}{K}$ sa nedá nezávisle zvyšovať. Je potrebné použiť elektroizolačný materiál s malou hrúbkou steny a vysokou dielektrickou konštantou, malým prierezom článku a veľkou vzdialenosťou medzi elektródami, čím sa konštrukčne tieto články veľmi komplikujú a vzhľadom na vysokú používanú frekvenciu sa už vlastne jedná o indukčno-kapacitné články.

Podľa tohoto vynálezu článok kapacitného typu pozostáva najmenej z dvoch elektród umiestnených na dutom tvarovanom profile z elektricky nevodivého materiálu, s výhodou rúrkovitého tvaru, ktorého podstata spočíva v tom, že na stene tvarovaného profilu je uchytaná aspoň jedna elektróda s povrchom 0,01 až 10 cm² o polarizačnej kapacite 0,1 až 100 μF v priamom styku s meraným médiom a na opačnej stene je aspoň jedna ďalšia elektróda, v porovnaní s predchádzajúcou elektródou, od meraného média izolovaná a výsledná kapacita článku K_0 je 0,005 až 0,5 pF.

Pri tomto umiestnení elektród je polarizačná kapacita elektródy ponorenej v meranom médiu veľká, rovná približne 10^{-5} F na 1 cm² povrchu. Kapacitná reaktancia tejto elektródy je už pri pomerne nízkych frekvenciách proti odporu média zanedbateľná. Napr.

201 842

pre $f = 1 \text{ MHz}$ povrch 1 cm^2 $C_p \approx 10^{-5} \text{ F}$, kapacitná reaktancia je $0,0159 \Omega$.

C_p = polarizačná kapacita

Pre doteraz používaný typ bezelektrodového kapacitného článku s dvoma izolovanými elektrodami S_1 ; S_2 je kapacita C stien článku:

$$C_I = \frac{C_{s1} \cdot C_{s2}}{C_{s1} + C_{s2}}$$

Pri $C_{s1} = C_{s2}$ je $C_I = \frac{C_{s1}}{2}$ a $F_1 = F_2$

Kapacita Ko_I je $Ko_I = \frac{\epsilon_0 \cdot F_1}{d}$; $\frac{C_I}{Ko_I} = \frac{d \cdot C_{s1}}{2 \cdot \epsilon_0 \cdot F_1}$,

C_{s1} kapacita steny - elektróda S_1

C_{s2} kapacita steny - elektróda S_2

ϵ_0 dielektrická konštanta vákua = $8,86 \cdot 10^{-12}$

d vzdialenosť elektród /m/

Ko_I kapacita prázdneho článku /I/

F_1 a F_2 povrch elektród

$$S_1 - S_2 \text{ v m}^2$$

$\frac{C}{Ko}$ je priamoúmerný, vzdialenosti elektród, kapacite steny článku a nepriamoúmerný ploche elektródy s menším povrchom.

Pre bezelektrodový kapacitný článok podľa vynálezu s jednou elektródou S_2 umiestnenou v meranom médiu, ktorej povrch je 10 až 1000 krát menší ako povrch izolovanej elektródy S_1 platí: $C_p \gg C_s$.

$$C_{II} = \frac{C_{s1} \cdot C_p}{C_{s1} + C_p} \approx C_{s1};$$

$$Ko_{II} = \frac{\epsilon_0 \cdot F_2}{d}$$

$$\frac{C_{II}}{Ko_{II}} = \frac{d \cdot C_{s1}}{\epsilon_0 \cdot F_2};$$

C_p polarizačná kapacita ponorenej elektródy S_2 /

C_{s1} kapacita steny článku - elektróda S_1 / izolovaná

C_I celková kapacita steny článku /I/

Ko_I kapacita prázdneho článku /I/

C_{II} celková kapacita steny článku /II/

Ko_{II} kapacita prázdneho článku /II/

C_{s2} kapacita steny článku - elektróda S_2 / izolovaná

$$Z_{Re} = \sqrt{\left(\frac{Re}{1 + \omega^2 Re^2 K^2} \right)^2 - \left[1 \left(\frac{1}{\omega C} + \frac{\omega Re^2 K}{1 + Re^2 \omega^2 K^2} \right)^2 \right]}$$

/3/

Z_{Re} = Celková impedancia článku pri nízkofrekvenčnom odpore Re počítaná z rovnice /3/,

$Z_{Re} \rightarrow 0$ Celková impedancia článku pri nízkofrekvenčnom odpore Re rovnom 0, počítaná z rovnice /4/.

$$Z_{Re} \rightarrow 0 = \sqrt{-\left(\frac{1}{\omega C}\right)^2} \quad /4/$$

Pomer $\frac{Cg}{Ko}$ je pre článok podľa vynálezu pri tých istých parametroch minimálne dvojnásobný, čo je zrejmé i z nasledujúcej tabuľky:

Závislosť ΔZ rozdielu celkovej impedancie článku na nízkofrekvenčnom odpore rovnom Re a pri nízkofrekvenčnom odpore Re rovnom 0,

$$\Delta Z = Z_{Re} - Z_{Re} \rightarrow 0$$

I

II

$Re \Omega$	$\Delta Z/\varepsilon = 10/\Omega \quad \Delta Z/\varepsilon = 80/\Omega$		$\Delta Z/\varepsilon = 10/\Omega \quad \Delta Z/\varepsilon = 80/\Omega$	
1	2	3	4	5
0	0	0	0	0
10	-	-	0,1	0,1
20	0,2	0,4	0,6	0,6
30	0,6	0,8	1,3	1,3
40	1,0	1,4	2,2	2,2
50	1,7	2,2	3,5	3,5
60	2,5	3,2	5,0	5,0
70	3,3	4,4	6,8	6,8
80	4,4	5,7	8,8	8,8
90	5,5	7,2	11,1	11,1
100	6,9	8,8	13,7	13,7
110	8,3	10,7	16,5	16,5
120	9,9	12,7	19,5	19,5
130	11,6	14,9	22,8	22,8
140	13,5	17,3	26,3	26,4
150	15,4	19,8	30,0	30,1
160	17,6	22,5	34,0	34,1
170	19,8	25,4	38,2	38,3
180	22,2	28,4	42,6	42,7
190	24,7	31,6	47,2	47,3
200	28,3	35,0	52,3	52,4
210	31,2	38,5	56,9	57,0
220	34,2	41,8	62,0	62,1
230	37,2	45,9	67,3	67,5
240	40,4	49,9	72,8	73,0

1	2	3	4	5
250	43,9	54,0	78,4	78,6
260	47,1	58,2	84,2	84,4
270	50,8	62,6	90,1	90,3
280	54,5	67,0	96,2	96,4
290	58,4	72,4	102,4	102,7
300	62,3	76,5	108,8	109,1
$\Delta Z_I = Z_{ReI} - Z_{oI} \quad Z_{oI} = 717,28 \Omega$			$\Delta Z_{II} = Z_{ReII} - Z_{oII} \quad Z_{oII} = 359,44 \Omega$	

V tabuľke je znázornená závislosť ΔZ na Re pre článok doteraz používaný I ΔZ_I a pre článok podľa vynálezu II ΔZ_{II} ; vypočítaný z rovnice /3/ $\Delta Z = Z_{Re} - Z_{Re} \rightarrow 0$. Hodnoty ΔZ sú počítané pre obidva články pre $\xi = 10$ a $\xi = 80$ /merané médium/. Parametre článku I. sklená trubka $\varnothing 3,0$ cm, $\xi = 5,0$, hrúbka steny v mieste elektródy S_1 0,05 cm, šírka elektródy 9,0 cm, dĺžka elektródy S_1 5,5 cm, povrch $F_1 \approx 50$ cm²; Rozmery a povrch druhej elektródy S_2 sú tie isté, vzdialenosť medzi nimi je 11 cm, odporová konštanta článku $d \approx 1,5$, uvažovaná meracia frekvencia: 1 MHz.

ξ^F pomerná dielektrická konštanta /ermitivita/

Parametre článku podľa tohoto vynálezu sú tie isté, len povrch druhej neizolovanej elektródy S_2 ponorenej v meranom médiu je zmenšený na 1 cm². Potom C_I pre článok pôvodného typu je 222 pF, $Ko_I = 0,4$ pF a $\frac{C_I}{Ko_I} = 555$.

Pre náš článok bude $C_{II} \approx 443$ pF, $Ko_I = 0,008$ pF,

$\frac{Co_{II}}{Ko_{II}} = 55\ 600$; čiže proti pôvodnému sa zvýšil približne 100 krát.

Z tabuľky vidno, že pre nami navrhovaný článok je prírastok ΔZ_{II} na jednotku Re väčší a prakticky v rozmedzí $Re = 0$ až 300Ω nezávislý na ξ meraného média.

Umiestnenie a počet elektród možno voliť podľa charakteru meraného média a zvoleného spôsobu merania. Udávaná kapacita z hľadiska konštrukčného môže byť aj súčtom kapacity niekoľkých elektród.

Na priložených obrázkoch 1 až 4 sú znázornené jednotlivé typy článkov, pričom podľa konštrukčnej úpravy ich môže byť ďaleko viac.

Článok tohoto typu znázornený na obrázku 1 sa dá s výhodou použiť pre meranie vodivosti najmä vysokovodivých systémov, kde pri vysokom pomere $\left(\frac{C}{K}\right)$ je pri meracej frekvencii menšej ako 10^7 Hz, pri odpore Re 10 až $1\ 000 \Omega$ /tento je možné meniť vzdialenosťou medzi ponorenou alebo ponorenými, od izolovanej alebo izolovaných elektród/, závislosť celkovej impedancie článku takmer priamková a málo závislá na ξ meraného systému.

Ak sa umiestní ponorená elektróda tak, aby ležala vo vnútri, prípadne na okraji izo-

lovanej elektródy, znázornenej na obr. 2, 3 a 4, potom kapacita tohto kondenzátoru je pre vzduch rovná kapacite medzi izolovanou a ponorenou elektródou $/K_0/$.

Pre frekvencie ω pod 10^5 , odpor pod $10^3 \Omega$ $C = 100$ až $1\ 000$ pF, z rovnice /2/ vyplýva, že admitancia Y tohto članku sa rovná:

$$Y \approx i\omega C.$$

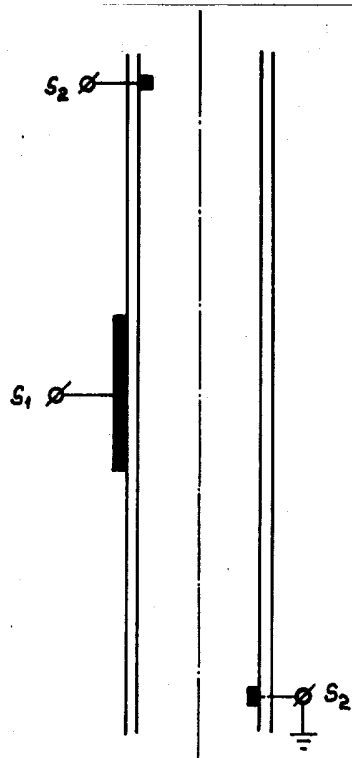
Kapacita steny C bude v tomto prípade priamoúmerná výške meraného média a v uvažovanom rozmedzí nezávislá na jeho nízkofrekvenčnom odpore R_e .

Tohto sa dá s výhodou použiť na meranie hladiny vodivých kvapalín, kde pri použití bezelektrodového članku s dvojicou izolovaných elektród táto závislosť nie je priamková.

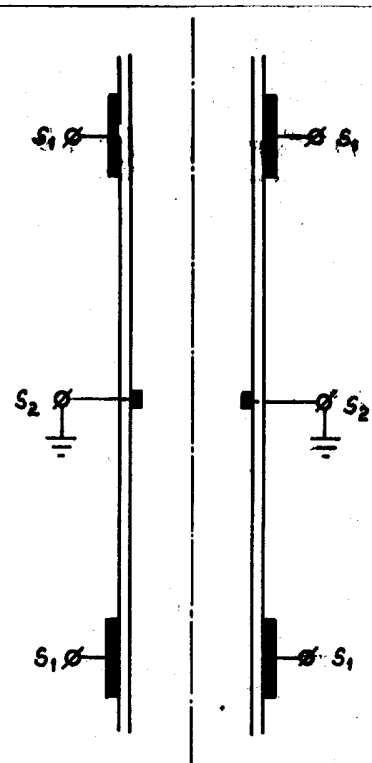
P R E D M E T V Y N Á L E Z U

Článok kapacitného typu najmenej s dvoma elektródami, umiestnenými na dutom tvarovanom profile, z elektricky nevodivého materiálu, s výhodou rúrkovitého tvaru, vyznačujúci sa tým, že na stene tvarovaného profilu je uchytaná najmenej jedna elektróda $/S_2/$ s povrchom $0,01$ až 10 cm^2 o polarizačnej kapacite $0,1$ až $100\ \mu\text{F}$ v priamom styku s meraným médiom a na opačnej stene je najmenej jedna ďalšia elektróda $/S_1/$ v porovnaní s predchádzajúcou elektródou $/S_2/$ od meraného média izolovaná a výsledná kapacita članku K_0 je $0,005$ až $0,5$ pF.

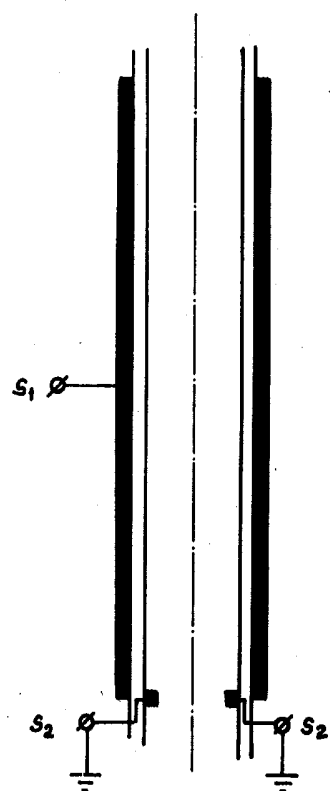
4 výkresy



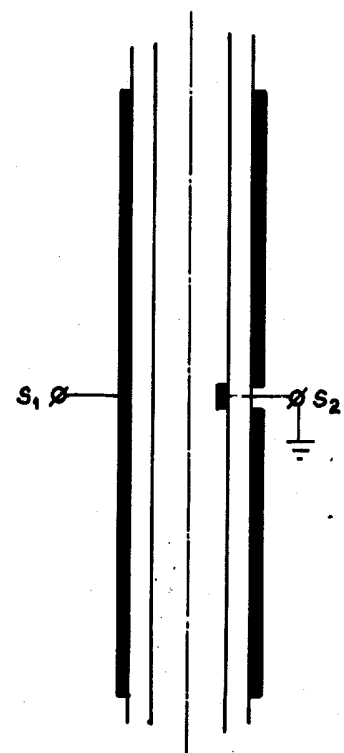
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4