

FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

272 927

(21) PV 353-89.E
(22) Přihlášeno 19 01 89

(40) Zveřejněno 13 06 90
(45) Vydáno 16 12 91

(11)

(13) B1

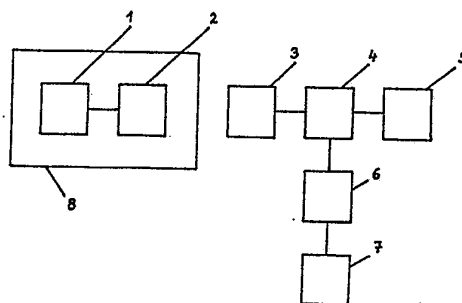
(51) Int. Cl. ⁵
G 01 R 27/02,
G 01 R 25/02,
G 01 R 27/06

(75) Autor vynálezu PAPEŽ VÁCLAV ing. CSc., PRAHA

(54)

Zařízení pro měření parametrů materiálů
při kryogenních teplotách

(57) Je řešeno zařízení umožňující měření parametrů materiálů, například komplexní permitivity nebo vodivosti při kryogenních teplotách, zejména v oblasti velmi vysokých kmitočtů. Zařízení se skládá z měřicího rezonátoru, v němž je umístěn měřený vzorek nebo který je celý či z části z měřeného materiálu. K měřicímu rezonátoru je připojena první anténa a je spolu s ním umístěna v chladicím prostoru. Mimo chladicí prostor je umístěna druhá anténa, která leží v poli první antény a zároveň první anténa leží v poli druhé antény. Ke druhé anténě je připojen duplexér, na jehož vstupní bránu je připojen pulsní vysokofrekvenční generátor a na jehož výstupní bránu je připojen přijímač, mající výstup spojen s indikátorem výstupního signálu.



Vynález se týká zařízení pro měření parametrů materiálů například komplexní permitivity nebo vodivosti při kryogenních teplotách, zejména v oblasti velmi vysokých kmitočtů.

Zařízení tohoto typu patří mezi speciální laboratorní zařízení, která nejsou sériově vyráběna a jsou individuálně konstruována podle možností jednotlivých laboratoří. U známých zařízení pro měření parametrů materiálů v oblasti velmi vysokých kmitočtů při nízkých teplotách jsou k měření využívány dutinové rezonátory nebo úseky vysokofrekvenčního vedení, v nichž je umístěn měřený vzorek materiálu, nebo jsou celé, nebo jejich části zhotoveny z měřeného materiálu.

Základním principem měření je buď určení rezonanční frekvence a činitele jakosti rezonátoru, nebo útlumu a fázového posunu na vedení.

Do rezonátoru či vedení je přiváděn vysokofrekvenční výkon z generátoru, indikátorem výkonu je určován oběžný výkon v rezonátoru a to prostřednictvím odraženého nebo průchozího výkonu. Při měření na vedení je opět určován průchozí nebo odražený výkon, navíc bývá určován i fázový posun prošlé nebo odražené vlny vůči vlně budící. Parametry materiálu jsou pak určovány nepřímo, u rezonátoru z parametrů rezonanční křivky rezonátoru, která je měřena jako frekvenční závislost odraženého nebo prošlého rezonátorem výkonu a nebo z nutné změny rozměrů rezonátoru, kompenzující vliv vloženého vzorku materiálu. Při měření na vedení je z útlumu a fázového posunu určována komplexní konstanta šíření na vedení a z ní, podle konfigurace vedení, vypočítávány parametry materiálu.

Část zařízení, v každém případě měřicí rezonátor nebo vedení, na kterém je měřený materiál, je chlazena umístěním v prostředí s kryogenní teplotou nebo spojením s výměníkem tepla. Při chlazení vznikají značné potíže, způsobené jednak velkým přívozem tepla z okolí přes vysokofrekvenční spoje s další částí měřicího zařízení, které musí být provedeny vlnovodným nebo koaxiálním vedením, které vykazuje i značnou tepelnou vodivost, dále možností kondenzace par ze vzduchu na všech ochlazovaných částech zařízení. Přívod tepla značně zvyšuje nároky na výkon chladicího zařízení, chlazená část zařízení musí být naplněna, eventuálně proplachována, vysušeným a ochlazeným plynem nebo evakuována, neboť kondenzace a vznik námrazy na dílech zařízení mohou znemožnit měření nebo zcela znehodnotit naměřené výsledky.

Tato opatření značně komplikují konstrukci měřicího zařízení a prakticky omezují jeho použitelnost pro měření na teploty vyšší než 77°K , protože při nižších teplotách nebývá k dispozici chladicí zařízení s potřebným výkonem nebo jeho provoz je extrémně drahý.

Zlepšení lze dosáhnout umístěním indikátoru výkonu do chlazeného prostoru, čímž se sníží počet vysokofrekvenčních spojů chlazené části zařízení na jeden, eventuálně buzením chlazené části zařízení vysokofrekvenčním výkonem přijímaným z ozařovače, který je umístěn mimo chlazený prostor. Nevýhodou této úpravy zařízení je však nutnost použití detektoru nebo detektorů výkonu, které jsou funkční i při teplotě, při které je prováděno měření.

Výše uvedené nedostatky odstraňuje zařízení pro měření parametrů materiálů při kryogenních teplotách podle vynálezu. Zařízení se skládá z měřicího rezonátoru, v němž je umístěn vzorek měřeného materiálu nebo který je celý či z části z tohoto měřeného materiálu, k němuž je připojena první anténa, spolu s níž je měřicí rezonátor umístěn v chladicím prostoru a z druhé antény, ležící mimo chladicí prostor. První anténa leží v poli druhé antény a naopak. Podstatou vynálezu je, že ke druhé anténě je připojen duplexér, na jehož vstupní bránu je připojen pulsní vysokofrekvenční generátor a na jehož výstupní bránu je připojen přijímač. Přijímač je spojen s indikátorem výstupního signálu. Duplexér může být tvořen přepínačem nebo cirkulátorem.

Zařízení podle vynálezu umožňuje provádět měření i tehdy, je-li v chlazeném prostoru pouze měřicí rezonátor, který je vázán s nechlazenou částí zařízení prostřednictvím dvěma anténami vyzářené a přijímané elektromagnetické vlny.

Činitel jakosti a rezonanční kmitočet rezonátoru není v tomto případě určován přímým měřením rezonanční křivky měřicího rezonátoru, ale je stanoven z průběhu doznívajících kmitů při přerušení buzení tohoto rezonátoru. Rezonanční frekvenci rezonátoru lze pak určit přímo jako frekvenci doznívajících kmitů nebo jako frekvenci budicího generátoru, pro kterou mají tyto kmity největší amplitudu. Činitel jakosti rezonátoru je dán průběhem exponenciální obálky odznívajících kmitů, resp. útlumem těchto kmitů za jednotku času.

Při měření jsou rezonátor spojený s anténou, které jsou umístěny v chlazeném prostoru, ozařovány vysokofrekvenčním výkonem pulsního vysokofrekvenčního generátoru. Výkon vyzářovaný anténou z rezonátoru v období mezi dvěma pulsy generátoru je přijímán přijímačem, který umožňuje stanovit velikost a časový průběh tohoto výkonu a z těchto veličin jsou výpočtem stanoveny parametry měřeného materiálu.

Výhodou zařízení podle vynálezu je možnost provádění měření v dutinovém rezonátoru, který není se zbývající částí zařízení žádným způsobem vodivě spojen. Vysokofrekvenční vedení mezi rezonátorem a měřicím zařízením je nahrazeno dvojicí antén, přičemž každá z nich je umístěna v poli druhé. Na teplotu, při které je prováděno měření, je chlazen pouze rezonátor s připojenou anténou, další části zařízení mohou pracovat při normální teplotě, nemusí tudíž být funkce schopné při teplotě, na které je měření prováděno. Toto opatření umožňuje provádět měření v celém rozsahu dosažitelných kryogenních teplot.

Galvanické i mechanické oddělení chlazené části zařízení od části zařízení pracující při normální teplotě značně snižuje množství tepla přiváděné do chlazené části zařízení. Při pulsním provozu je značně zmenšeno i množství tepla vznikající disipací elektrického výkonu v rezonátoru, event. i v měřeném materiálu. V důsledku toho stačí pro chlazení použít chladicí zařízení s poměrně malým výkonem. Použití zařízení podle vynálezu značně snižuje spotřebu drahých chladicích médií, například kapalného helia.

Příklad uspořádání zařízení pro měření parametrů materiálů při kryogenních teplotách podle vynálezu je blokově uveden na výkresu.

Měřicí rezonátor 1, ve kterém je umístěn měřený vzorek materiálu nebo který je z části či celý z měřeného materiálu zhotoven, je spojen s první anténou 2. V poli první antény 2 je umístěna druhá anténa 3 tak, aby se zároveň první anténa 2 nacházela v poli druhé antény 3. Druhá anténa 3 je spojena s duplexérem 4, tvořeným cirkulátorem nebo přepínačem. Na vstupní bránu duplexéru 4, umožňující průchod výkonu směrem k bráně, k níž je připojena druhá anténa 3, je připojen pulsní vysokofrekvenční generátor 5, který může být přeladitelný, na výstupní bránu duplexéru 4, umožňující průchod výkonu od brány, k níž je připojena druhá anténa 3, je připojen přijímač 6, který je naladěn na rezonanční frekvenci měřicího rezonátoru 1. Na výstup přijímače 6 je připojen indikátor 7 výstupního signálu, indikující velikost a časový průběh výkonu přijímaného přijímačem 6. Měřicí rezonátor 1 s měřeným materiálem a první anténou 2 jsou umístěny v akčním prostoru chladicího zařízení 8, případně mohou být teplotně spojeny s výměníkem tepla chladicího zařízení.

Vysokofrekvenční výkon budicí měřicí rezonátor 1 je generován pulsním vysokofrekvenčním generátorem 5, z kterého postupuje přes duplexér 4, tedy přes cirkulátor nebo přepínač, který je v době generování radioimpulsu příslušným způsobem sepnut na druhou anténu 3, kterou je vyzářován. První anténou 2 je část tohoto výkonu přijata a přiveдена do měřicího rezonátoru 1, který je vybuzen a během části doby trvání radioimpulsu v něm dochází k akumulaci energie. Po skončení radioimpulsu je energie akumulovaná v měřicím rezonátoru 1 částečně disipována vlivem jeho ztrát i ztrát v

měřeném materiálu a částečně vyzařován první anténou 2. Signál vyzářený první anténou 2 je přijímán druhou anténou 3 a přes duplexér 4, kterým je vstup přijímače 6 připnut k druhé anténě 3, veden na přijímač 6.

Po zpracování například zesílení a kmítočtové konverzi přijímačem 6 je signál veden na indikátor 7 výstupního signálu umožňující stanovení průběhu výkonu přijímaného signálu v čase.

Jako indikátor 7 výstupního signálu může být použit například osciloskop, umožňující přímo zobrazit průběh doznívajícího signálu. Z rychlosti poklesu výkonu doznívajícího signálu v čase a jeho kmítočtu lze stanovit výpočtem činitel jakosti rezonátoru a dále v závislosti na konfiguraci měřicího obvodu i parametry měřeného materiálu.

P Ř E D M Ě T V Ý N Á L E Z U

1. Zařízení pro měření parametrů materiálů při kryogenních teplotách, skládající se z měřicího rezonátoru, v němž je umístěn vzorek měřeného materiálu nebo který je celý či z části zhotoven z měřeného materiálu a který je spolu s k němu připojenou první anténou umístěn v chladicím prostoru, a z druhé antény, umístěné mimo chladicí prostor, přičemž první anténa je umístěna v poli druhé antény a zároveň druhá anténa je umístěna v poli první antény, vyznačující se tím, že ke druhé anténě (3) je připojen duplexér (4), na jehož vstupní bránu je připojen pulsní vysokofrekvenční generátor (5) a na jehož výstupní bránu je připojen přijímač (6), který má výstup spojen s indikátorem (7) výstupního signálu.

2. Zařízení podle bodu 1, vyznačující se tím, že duplexér (4) je tvořen přepínačem.

3. Zařízení podle bodu 1, vyznačující se tím, že duplexér (4) je tvořen cirkulátorem.

