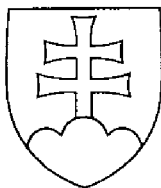


SLOVENSKÁ REPUBLIKA

(19) **SK**



ÚRAD  
PRIEMYSELNÉHO  
VLASTNÍCTVA  
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

## PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

**288589**

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl. (2018.01):

**G01Q 60/00**

**G01Q 20/00**

**G01Q 10/00**

**B82Y 35/00**

- (21) Číslo prihlášky: **78-2012**  
(22) Dátum podania prihlášky: **5. 10. 2012**  
(31) Číslo prioritnej prihlášky:  
(32) Dátum podania prioritnej prihlášky:  
(33) Krajina alebo regionálna organizácia priority:  
(40) Dátum zverejnenia prihlášky: **3. 6. 2014**  
Vestník ÚPV SR č.: **06/2014**  
(45) Dátum oznámenia o udelení patentu: **3. 9. 2018**  
Vestník ÚPV SR č.: **09/2018**  
(47) Dátum sprístupnenia patentu verejnosti: **21. 6. 2018**  
(62) Číslo pôvodnej prihlášky v prípade vylúčenej prihlášky:  
(67) Číslo pôvodnej prihlášky úžitkového vzoru v prípade odbočenia:  
(86) Číslo podania medzinárodnej prihlášky podľa PCT:  
(87) Číslo zverejnenia medzinárodnej prihlášky podľa PCT:  
(96) Číslo podania európskej patentovej prihlášky:

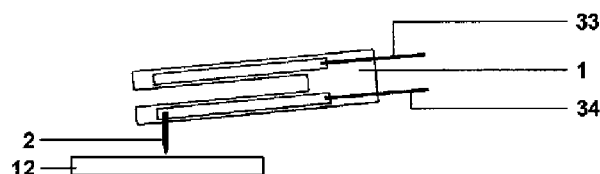
(73) Majiteľ: **Centrum vedecko-technických informácií SR, Bratislava, SK;**  
**Fyzikálny ústav SAV, Bratislava, SK;**

(72) Pôvodca: **Lányi Štefan, Ing., DrSc., Bratislava, SK;**  
**Nádaždy Vojtech, Ing., CSc., Bratislava, SK;**

(74) Zástupca: **Girmanová Zuzana, Ing., Nitra, SK;**

(54) Názov: **Spôsob uskutočňovania lokálnej nábojovej tranzientnej analýzy**

(57) Anotácia:  
Spôsob uskutočňovania lokálnej nábojovej tranzientnej analýzy pomocou sondy rastrovacieho tranzientného mikroskopu sa vyznačuje tým, že sonda je umiestnená a premiestňovaná v malej vzdialenosti od zobrazovaného povrchu, vo zvolenom bode sa nastaví vhodná vzdialenosť sondy od povrchu a napájanie senzora na riadenie vzdialenosti sondy od povrchu sa vypne, uskutoční sa lokálna nábojová tranzientná spektroskopická analýza a následne sa napájanie senzora na riadenie vzdialenosti sondy od povrchu znovu zapne. Spoľahlivá analýza tranzientov je umožnená oddelením analyzovaného tranzientného prúdu od prúdu napájajúceho senzor na riadenie vzdialenosti sondy od povrchu, a to oddelením kroku nastavenia polohy sondy od kroku vlastného merania veličiny.



**SK 288589 B6**

## Oblasť techniky

Technické riešenie sa týka špecifického spôsobu realizácie rastrovacej sondovej mikroskopie, a to rastrovacej tranzientnej mikroskopie, využívajúcej nábojovú tranzientnú spektroskopiu na analýzu materiálov na mikroskopickej úrovni.

## Doterajší stav techniky

Metóda DLTS (Deep Level Transient Spectroscopy) sa stala pravdepodobne najúspešnejšou metódou analýzy elektricky aktívnych hlbokých defektov v polovodičových štruktúrach. Pri konvenčnej metóde DLTS sa rýchlosť emisie nábojov zachytených v defektoch mení zahrievaním. Takýto prístup je nepraktický v mikroskopii, kde sa musia zaznamenať dáta z mnohých bodov, lebo by to vyžadovalo opakujúce sa cykly zahrievania a ochladzovania, a to by kládlo extrémne nároky na reprodukovateľnosť vzájomnej polohy sondy zariadenia a analyzovanej vzorky pri zmenách teploty, a malo veľké časové nároky na trvanie analýzy.

Doteraz známe riešenie je opísané napríklad v EP 2325657, kde sa opisuje rastrovací mikroskop, ktorý obsahuje oscilačný obvod vytvárajúci signál indikujúci fázu budiaceho signálu, z ktorého je vytvorený budiaci signál. Zo signálu odchýlky je vygenerovaný komplexný signál. Výpočtový obvod vypočíta argument komplexného signálu. Výstupný signál zodpovedajúci veľkosti interakcie medzi sondou a vzorkou sa získa pomocou fázového komparátora, ktorý zistí rozdiel fázy argumentu a budiaceho signálu. Navyše doplnením o slučkový filter možno vytvoriť fázový záves a vytvoriť frekvenčný signál, ktorý odráža zmenu rezonančného kmitočtu sondy.

Patent US6094971 sa týka rastrovacieho sondového mikroskopu na zisťovanie interakcie medzi povrchom vzorky a hrotom sondy, pričom sonda nie je v priamom kontakte s povrchom vzorky. Zapojenie mikroskopu využíva fázovo citlivý detektor na zisťovanie fázového rozdielu medzi budiacim signálom a výstupom napäťového zosilňovača, pričom výstup uvedeného fázovo citlivého detektora je vstupom napätím riadeného oscilátora, čím sa vytvára zapojenie fázového závesu, kde sa interakcia medzi hrotom sondy a povrchom vzorky prejavuje ako posun v mechanickej rezonančnej frekvencii kryštálového oscilátora.

V patente EP0551814 je zase opísané zariadenie na pozorovanie povrchu materiálov a spôsob pozorovania. Pôsobenie síl na vibrujúcu sondu, bezkontaktné skenujúcu povrch materiálu, je snímané viacerými detektormi. V alternatívnom riešení je na vyhodnocovanie použitý obvod fázového závesu so zisťovaním fázového rozdielu medzi dvomi signálmi.

Popri zobrazovaní reliéfu povrchu nároky formulované v uvedených príkladoch zahŕňajú použitie opísaných zariadení na rôzne metódy analýzy, napr. EFM (elektrostatickej silovej mikroskopie), MFM (magnetickej silovej mikroskopie), KPM (mikroskopie Kelvinovou sondou), založené na silovom pôsobení na sondu. Iné nároky sú založené na nastavení vzdialenosti sondy od povrchu na vykonanie analýzy metódou optickej mikroskopie v blízkom poli (SNOM, NSOM) a kapacitnej mikroskopie (SCM).

Metóda DLTS (patent US3859595) sa používa na analýzu hlbokých defektov v polovodičoch. Hlbokými sa nazývajú defekty (pasce, zachytné centrá), vzdialené od hrany vodivostného alebo valenčného pásu o násobky súčiny  $kT$ , kde  $k$  je Boltzmannova konštanta a  $T$  absolútna teplota, v dôsledku čoho nosiče náboja po zachytení zotrávajú v takýchto defektoch dlhší čas. Obvykle sa aplikuje na vzorky (diódy, kondenzátory) s plochou elektród 0,1 až 1 mm<sup>2</sup>. Sťažená situácia nastávala pri aplikácii DLTS na štruktúry predstavujúce kondenzátor s veľmi malou kapacitou. Tu si riešenie vyžaduje zvýšiť citlivosť o viac rádov. Pri malých rozmeroch tranzistorových štruktúr bol problém riešený aplikáciou excitačných pulzov na vstupe a využívaním vlastného zosilnenia tranzistora pri meraní výstupného prúdu alebo konduktancie kanála. Takáto možnosť však nie je aplikovateľná pri jednoduchých tenkých filmoch, ktoré ako meraný objekt predstavujú dvojpol.

Aplikácia kapacitnej verzie DLTS v mikroskopii bola opísaná v práci C. K. Kim, I. T. Yoon, Y. Kuk a H. Lim, „Variable-temperature scanning capacitance microscopy: A way to probe charge traps in oxide or semiconductor“, Applied Physics Letters, 78, 613 (2001) a v práci A. L. Tóth, L. Dózsa, J. Gyulai, F. Giannazzo a V. Raineri, „SCTS: scanning capacitance transient spectroscopy“, Materials Science in Semiconductor Processing 4, 89 (2001). Nevýhodou a nedostatkom kapacitnej DLTS je, že je použiteľná len na polovodičové materiály s dostatočne veľkou vodivosťou. Nehodí sa napr. na analýzu dielektrických filmov alebo organických polovodičov. Širšie možnosti využitia poskytuje nábojová verzia DLTS, opísaná v práci T. J. Mego, „Improved feedback charge method for quasistatic CV measurements in semiconductors“, Review of Scientific Instruments, 57, 2798 (1986).

## Podstata vynálezu

Nedostatky doterajších zariadení rieši spôsob riadenia sondy mikroskopu, výhodou ktorého je, že umožňuje mikroskopickú analýzu defektov tranzientnou spektroskopiou aj v málo vodivých polovodičových a dielektrických filmoch. Ďalšou výhodou je, že sonda nie je v kontakte s analyzovaným povrchom, nepoškodzuje ho a zároveň sa neopotrebováva.

Spôsob uskutočňovania lokálnej nábojovej tranzientnej analýzy pomocou sondy rastrovacieho tranzientného mikroskopu sa vyznačuje tým, že sonda je umiestnená a premiestňovaná v malej vzdialenosti od zobrazeného povrchu, vo zvolenom bode sa nastaví vhodná vzdialenosť sondy od povrchu a napájanie senzora na riadenie vzdialenosti sondy od povrchu sa vypne, uskutoční sa lokálna nábojová tranzientná spektroskopická analýza, a následne sa napájanie senzora na riadenie vzdialenosti sondy od povrchu znovu zapne. Spôľahlivá analýza tranzientov je umožnená oddelením analyzovaného tranzientného prúdu od prúdu napájajúceho senzor na riadenie vzdialenosti sondy od povrchu, a to oddelením kroku nastavenia polohy sondy od kroku vlastného merania veličiny.

Výhodou riešenia je, že umožňuje pripojenie sondy, tvorenej miniatúrnym rezonátorom s pripojeným hrotom snímajúcim analyzovanú veličinu k širokopásmovému zosilňovaču bez potreby ďalšieho prívodu, ktorý by komplikoval realizáciu sondy a znižoval jej mechanický činiteľ kvality  $Q$ , a tým aj citlivosť snímania interakcie s povrchom. Lokálna nábojová tranzientná analýza sa uskutoční po nastavení hrotu sondy do zvolenej vzdialenosti od povrchu, snímanej pomocou rezonátora. Prúd rozkmitávajúci rezonátor je zosilňovaný zosilňovačom, ktorý slúži aj na zosilňovanie prúdových tranzientov (prechodových javov). Súčasné privedenie obidvoch signálov na jediný zosilňovač by viedlo k ich vzájomnému ovplyvňovaniu a k ťažkostiam s ich spoľahlivým oddelením po zosilnení. Vynález preto rieši aj spôsob oddelenia obidvoch signálov.

Obrázok 1 ukazuje realizáciu rastrovacieho nábojového tranzientného mikroskopu na snímanie sily pôso-biacej medzi hrotom sondy 2 a analyzovaným povrchom vzorky 12, ktorá používa snímanie fázového posunu medzi napájacím napätím a deformáciou ladičky 1, pričom udržiavanie zvolenej vzdialenosti sa uskutočňuje stabilizáciou kmitočtu kmitov ladičky 1 pomocou obvodu fázového závesu 6, ktorého výstup je pripojený na aktuátor 4, nastavujúci polohu sondy v smere kolmom na analyzovaný povrch vzorky 12 tak, aby sa zabezpečil konštantný kmitočet kmitania hrotu 2, čomu zodpovedá konštantná vzdialenosť hrotu sondy 2 od povrchu 12.

Po nastavení zvolenej vzdialenosti si na to určený obvod 9 zapamätá a udržiava napätie na aktuátore 4 a napájanie ladičky sa vypne. Po zastavení jej kmitania sa na analyzovanú vzorku 12 privedú prúdové alebo svetelné impulzy a vzniknuté prúdové tranzienty sa integrujú, podľa potreby stredujú a vhodnou metódou analyzujú. Následne sa po ukončení analytickej fázy obnoví napájanie ladičky 1, po ustálení amplitúdy jej kmitov a kmitočtu riadiaceho napätia napätím riadeného osciloskopu 11 sa obnoví spojenie výstupu s aktuátorom 4, čím sa umožní korekcia vzdialenosti sondy od povrchu v prípade, že sa počas analytickej fázy zmenila.

Podľa potreby sa sonda premiestni do ďalšieho bodu a proces sa opakuje.

## Prehľad obrázkov na výkresoch

Na obrázku č. 1 je znázornené schematické zapojenie zariadenia sondy.

Na obrázku č. 2 je znázornené zapojenie sondy ako príklad konkrétneho uskutočnenia rastrovacej mikroskopie.

Na obrázku č. 3 je znázornené bežné usporiadanie, pri ktorom boky ramien ladičky zvierajú s povrchom analyzovanej vzorky uhol menší ako 15 stupňov.

Na obrázku č. 4 je usporiadanie, pri ktorom boky ramien ladičky zvierajú s povrchom analyzovanej vzorky uhol väčší než 15 stupňov a menší než 90 stupňov a medzi ladičku a analyzovanú vzorku je vložené tienenie.

## Príklady uskutočnenia vynálezu

V opise konkrétneho uskutočnenia sú analógové vstupy bezoznačenia, označené (*a*) alebo (*b*) a riadiace vstupy (*k*). Výstupy sú bez označenia alebo sú značené (*x*), (*u*) alebo (*v*).

Senzor snímajúci polohu sondy vzhľadom na analyzovaný povrch je tvorený piezoelektrickým rezonátorom – kremennou ladičkou 1, jeden z kontaktov ktorej je pripojený na zdroj striedavého signálu, predstavovaný napätím riadeným zdrojom 22 signálu na napájanie ladičky 1 a druhý kontakt je spojený s vodivým hrotom 2 a súčasne je pripojený na vstup (*a*) zosilňovača 5. Analyzovaná vzorka je vodivo spojená so stolíkom – elektródou 3, na ktorú je pripojené predpätie a excitačné impulzy zo zdroja 8 excitačných impulzov. Prúd ge-

nerovaný vo vzorke predpätím a budiacimi impulzmi je cez vodivý hrot 2 privedený na vstup (a) zosilňovača 5, v konkrétnom prípade spínaného integrátora. Výstup zosilňovača 5 je spojený so vstupom (a) procesora 13 prechodových javov a súčasne aj so vstupom (a) fázového detektora 16. Na vstup (b) fázového detektora 16 je pripojené výstupné napätie riadeného zdroja 22 signálu na napájanie ladičky 1. Výstup fázového detektora 16 je pripojený cez vstup (a) na pamäť 18 vstupného napätia regulátora 19 a súčasne cez jej výstup na vstup regulátora 19, a na pamäť 21 riadiaceho napätia riadeného zdroja signálu a súčasne cez jej výstup na riadený zdroj 22 signálu, v tomto prípade napätím riadený oscilátor. Prúd z výstupu riadeného zdroja 22 signálu na napájanie ladičky je privedený na kremennú ladičku 1, ktorú udržuje v rezonancii, prípadne v inom zvolenom bode rezonančnej krivky. Výstupným napätím regulátora 19 je ovládaný aktuátor 4, ktorý zabezpečuje potrebný pohyb sondy v smere kolmom na povrch 12 analyzovanej vzorky. Riadiaci impulz z výstupu (x) dátového riadiaceho procesora 7 cez vstup (k) zablokuje stav pamätí 18 vstupného napätia pre regulátor 19 a pamäť 21 riadiaceho napätia riadeného zdroja signálu s oneskorením zabezpečeným prvým oneskorovacím obvodom 14 vypne cez vstup (k) zdroj 8 excitačných impulzov a s oneskorením realizovaným druhým oneskorovacím obvodom 15 zablokuje cez vstup (k) fázový detektor 16.

Z výstupu (v) dátového riadiaceho procesora 7 je riadiaci impulz privedený na vstup (k) zdroja 8 excitačných impulzov, ktoré sú prostredníctvom elektródy 3 pripojené spolu s predpätím na povrch 12 analyzovanej vzorky a súčasne aj na vstup (k) zosilňovača 5, ktorý zablokuje na čas potrebný na utlmenie kmitov ladičky 1 a trvania excitačného impulzu. Aby sa kmity kremennej ladičky 1 stačili utlmiť aj v prípade krátkych excitačných impulzov, excitačný impulz sa vygeneruje s oneskorením, zabezpečeným prvým oneskorovacím obvodom 14 pripojeným na riadiaci vstup (k) zdroja 8 excitačných impulzov. Po ukončení časového intervalu na záznam a spracovanie prechodových javov sa odblokuje fázový detektor 16 a zapne sa riadený zdroj 22 signálu na napájanie ladičky a po opätovnom rozkmitaní ladičky 1 a jej doladení na pracovný kmitočet sa s oneskorením realizovaným tretím oneskorovacím obvodom 17 odblokuje pamäte 18 vstupného napätia regulátora 19 a pamäte 21 riadiaceho napätia riadeného zdroja signálu a regulátor 19 pomocou aktuátora 4 obnoví reguláciu vzdialenosti vodivého hrotu 2 od povrchu 12 analyzovanej vzorky. Na uľahčenie rozkmitania kremennej ladičky 1 sa vzdialenosť vodivého hrotu 2 od povrchu 12 analyzovanej vzorky môže mierne zvýšiť. Aktuátor 4 umožní presun vodivého hrotu 2 do ďalších bodov nad povrchom 12 analyzovanej vzorky, kde sa celý cyklus opakuje. Výstup regulátora 19 je súčasne pripojený na topografický výstup 23, pomocou ktorého sa zobrazuje topografia (reliéf) povrchu 12 analyzovanej vzorky.

Spojenie vodivého hrotu s kremennou ladičkou v odlišnom usporiadaní bolo zahrnuté v patente US6094971. V súčasnosti používaných rastrovacích sondových mikroskopoch sa bežne používa usporiadanie sondy približne rovnobežné s povrchom vzorky (sonda zvierá s povrchom vzorky uhol maximálne do 15 stupňov). Takéto usporiadanie je nevýhodné pre veľkú parazitnú kapacitu medzi elektródami sondy a vzorkou.

Schéma na obr. 3 ukazuje bežné usporiadanie, pri ktorom ramená ladičky 1 zvierajú s povrchom 12 analyzovanej vzorky uhol menší ako 15 stupňov.

Schéma na obr. 4 ukazuje nové usporiadanie, pri ktorom ramená ladičky 1 zvierajú s povrchom 12 analyzovanej vzorky uhol väčší než 15 stupňov a menší ako 90 stupňov, a medzi ladičku 1 a analyzovanú vzorku je vložené tienenie 35.

Takéto riešenie parazitmi kapacitu medzi elektródami 3 ladičky 1 a vzorkou potláča. Tienenie je síce bežný spôsob redukcie vzájomných kapacít, ale v spojení so sondami rastrovacích sondových mikroskopov takéto usporiadanie zatiaľ nebolo použité.

Predmet technického riešenia možno použiť aj v spojení s vibrujúcimi sondami, ktoré na pohon používajú iný druh aktuátora, napr. samostatný piezoelektrický element poháňajúci kmitajúce ramienko silového mikroskopu alebo ramienko z feromagnetického materiálu rozkmitávané premenlivým magnetickým poľom.

### Priemyselná využiteľnosť

Rastrovacia sondová mikroskopia umožňuje zobrazovať reliéf alebo inú vlastnosť povrchu s vysokým priestorovým rozlíšením použitím sondy umiestnenej a premiestňovanej v malej vzdialenosti od zobrazovaného povrchu.

Vynález umožňuje spoľahlivú analýzu tranzientov vzájomným oddelením analyzovaného tranzientného prúdu od prúdu napájajúceho senzor na riadenie vzdialenosti sondy od povrchu. Metóda je vhodná na analýzu materiálov na mikroskopickú úroveň, aj na nanometrovú úroveň.

Zoznam vzťahových značiek:

- ladička (1)
- vodivý hrot (2)
- 5 elektróda (3)
- aktuátor (4)
- zosilňovač (5)
- obvod (6) fázového závesu
- riadiaci procesor (7)
- 10 zdroj (8) excitačných impulzov
- pamäťový obvod (9)
- zdroj (10) napájania aktuátora
- osciloskop (11)
- povrch (12) analyzovanej vzorky
- 15 procesor (13) prechodových javov
- prvý oneskorovací obvod (14)
- druhý oneskorovací obvod (15)
- fázový detektor (16)
- tretí oneskorovací obvod (17)
- 20 pamäť (18) vstupného napätia
- regulátor (19)
- štvrtý oneskorovací obvod (20)
- pamäť (21) riadiaceho napätia riadeného zdroja signálu
- riadený zdroj (22) signálu na napájanie ladičky
- 25 topografický výstup (23)
- prívod (33) od riadeného zdroja signálu (22)
- prívod (34) na vstup zosilňovača (5)
- tienenie (35)

## PATENTOVÉ NÁROKY

1. Spôsob uskutočňovania lokálnej nábojovej tranzientnej analýzy pomocou sondy rastrovacieho tranzientného mikroskopu, pričom rastrovací tranzientný mikroskop obsahuje sondu tvorenú z ladičky (1), ku ktorej je pripojený vodivý hrot (2), a ladička (1) je pripojená k aktuátoru (4) na riadenie vzdialenosti medzi sondou a povrchom (12) analyzovanej vzorky, a elektródu (3), na ktorú je pripojený zdroj (8) excitačných impulzov na budenie nábojových tranzientov, **vyznačujúci sa tým**, že vodivý hrot (2) sondy je umiestnený a premiestňovaný v malej vzdialenosti od zobrazovaného povrchu (12) analyzovanej vzorky, vo zvolenom bode sa nastaví vzdialenosť sondy od povrchu (12) analyzovanej vzorky, potom sa napájanie ladičky (1) vypne, uskutoční sa lokálna nábojová tranzientná spektroskopická analýza a následne sa napájanie ladičky (1) zapne, pričom analyzovaný tranzientný prúd je vždy oddelený od prúdu napájania ladičky (1) na snímanie vzdialenosti sondy od povrchu (12) analyzovanej vzorky; a na snímanie sily pôsobiacej medzi hrotom (2) sondy a povrchom (12) analyzovanej vzorky sa používa snímanie fázového posunu medzi napájacím napätím a deformáciou ladičky (1), pričom udržiavanie zvolenej vzdialenosti sa realizuje stabilizáciou kmitočtu kmitov ladičky (1), a po nastavení vzdialenosti si parametre pamäťový obvod (9) zapamätá a udržuje napätie na aktuátore (4), napájanie ladičky (1) sa vypne, a po zastavení jej kmitania sa na analyzovanú vzorku privedú prúdové alebo svetelné impulzy a vzniknuté prúdové tranzienty sa integrujú, podľa potreby stredujú a analyzujú, a potom sa obnoví napájanie ladičky (1), a po ustálení kmitočtu a amplitúdy jej kmitov sa obnoví spojenie výstupu s aktuátorom (4) na korekciu vzdialenosti sondy od povrchu (12) analyzovanej vzorky.

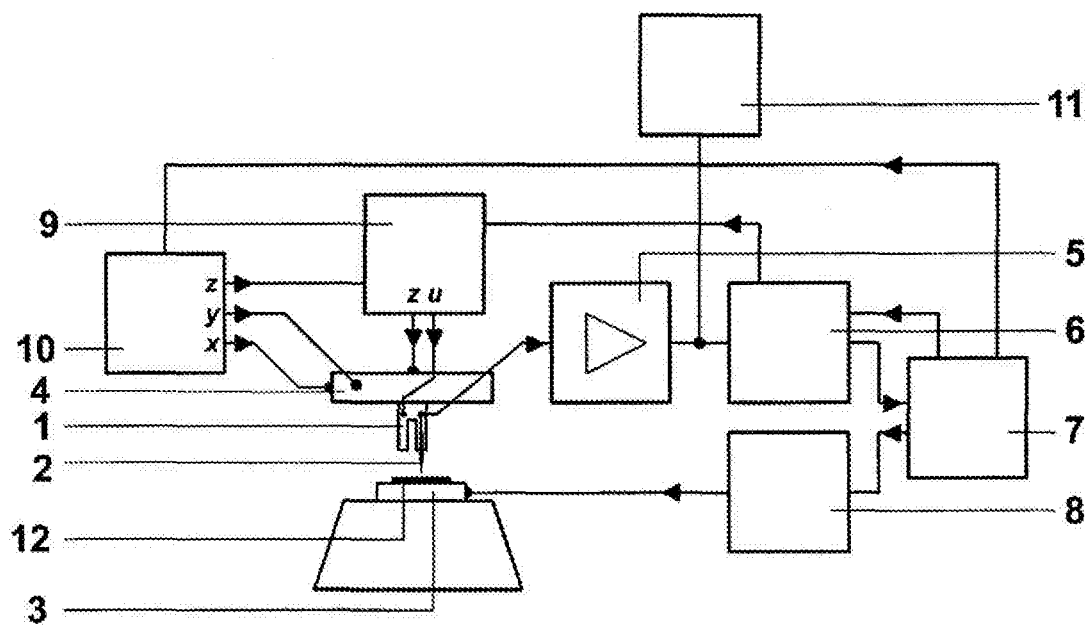
2. Spôsob uskutočňovania lokálnej nábojovej tranzientnej analýzy pomocou sondy rastrovacieho tranzientného mikroskopu podľa nároku 1, **vyznačujúci sa tým**, že pri snímaní fázového posunu medzi napájacím napätím a deformáciou ladičky (1) sa udržiavanie zvolenej vzdialenosti realizuje stabilizáciou kmitočtu kmitov ladičky (1) pomocou obvodu (6) fázového závesu, ktorého výstup je pripojený na aktuátor (4) nastavujúci polohu sondy v smere kolmom na povrch (12) analyzovanej vzorky.

3. Spôsob uskutočňovania lokálnej nábojovej tranzientnej analýzy pomocou sondy rastrovacieho tranzientného mikroskopu podľa nárokov 1 a 2, **vyznačujúci sa tým**, že po ukončení merania sa sonda premiestni do ďalšieho bodu a proces merania sa opakuje.

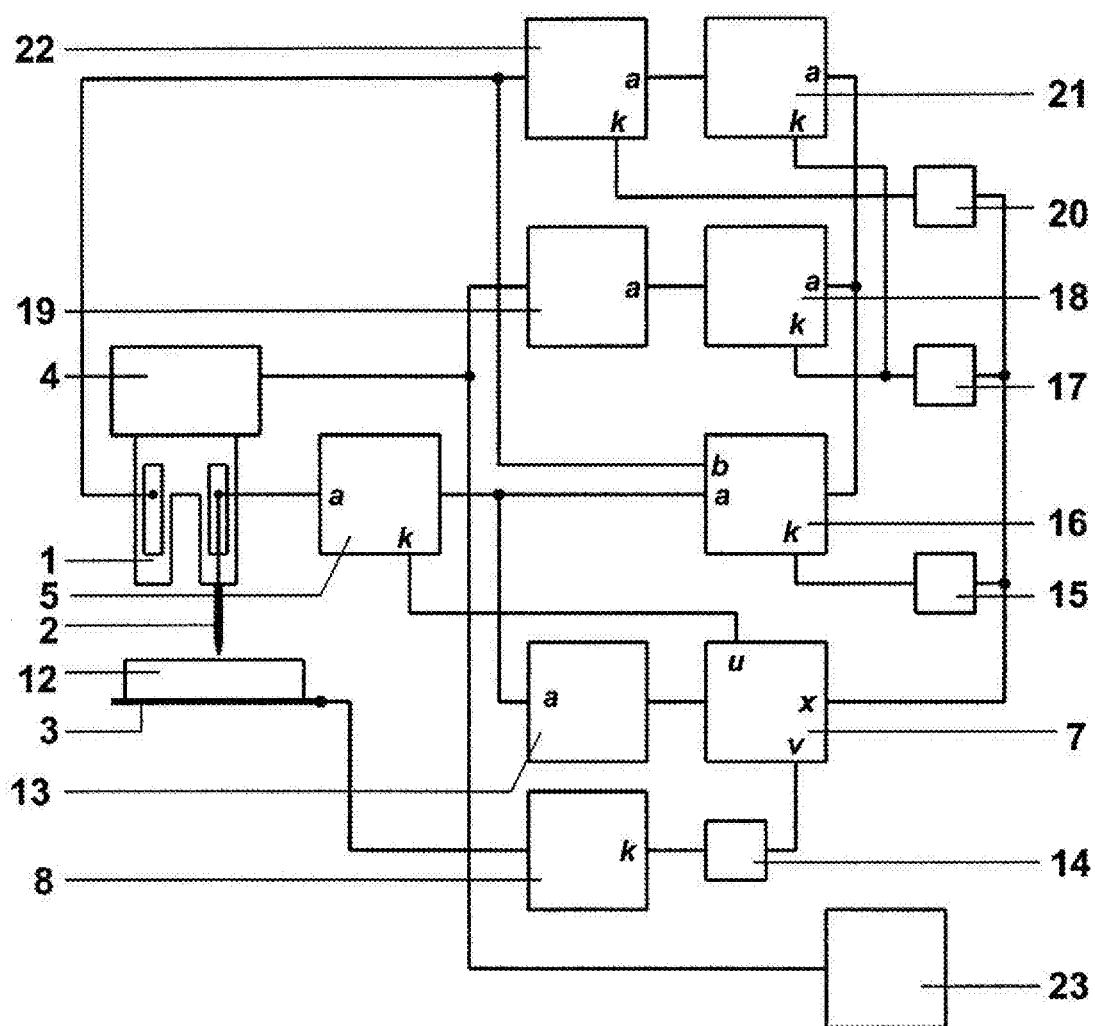
4. Spôsob uskutočňovania lokálnej nábojovej tranzientnej analýzy pomocou sondy rastrovacieho tranzientného mikroskopu podľa nárokov 1, 2 a 3, **vyznačujúci sa tým**, že ladička (1) sa nahradí vibrujúcimi sondami, ktoré na pohon používajú samostatný piezoelektrický element poháňajúci kmitajúce ramienko silového mikroskopu alebo ramienko z feromagnetického materiálu rozkmitávané premenlivým magnetickým poľom.

5. Spôsob uskutočňovania lokálnej nábojovej tranzientnej analýzy pomocou sondy rastrovacieho tranzientného mikroskopu podľa nárokov 1, 2 a 3, **vyznačujúci sa tým**, že boky ramien ladičky (1) zvierajú s povrchom (12) analyzovanej vzorky uhol väčší než 15 stupňov a menší než 90 stupňov, a medzi ladičku (1) a analyzovanú vzorku je vložené tienenie (35).

4 výkresy

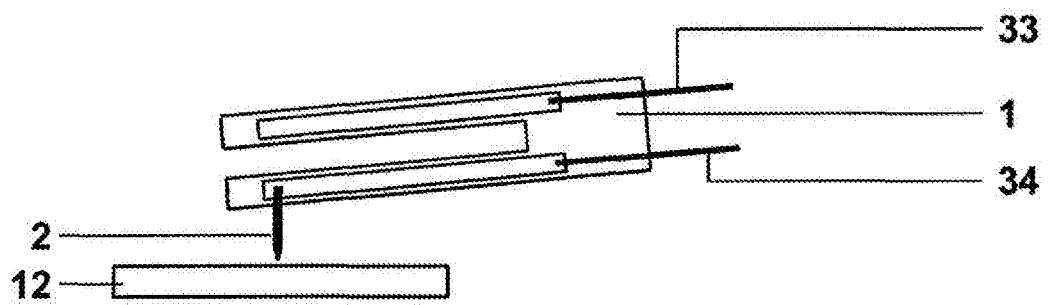


Obrázok 1

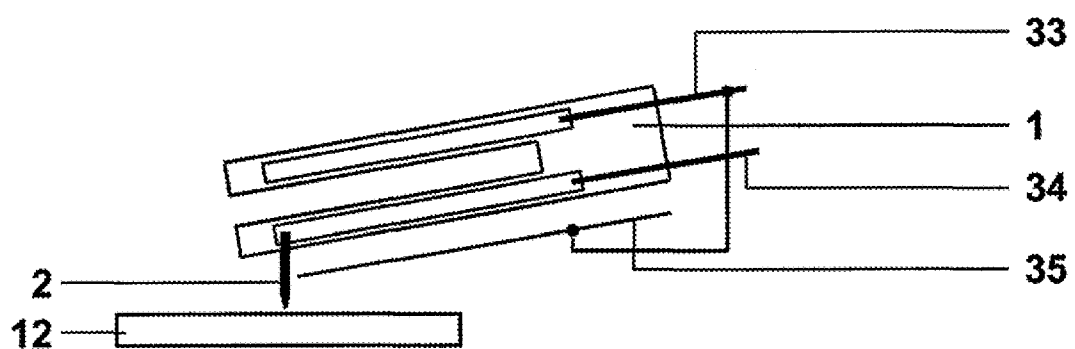


Obrázok 2





Obrázok 3



Obrázok 4

Koniec dokumentu