



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2014 00789

(22) Data de depozit: 24/10/2014

(41) Data publicării cererii:  
30/05/2016 BOPI nr. 5/2016

(71) Solicitant:  
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE  
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU  
FIZICA PĂMÂNTULUI - INCDFP,  
STR. CĂLUGĂRENI NR. 12, MĂGURELE,  
IF, RO

(72) Inventatori:  
• CHITARU CRISTIAN,  
ALEEA MARIUS EMANOIL BUTEICĂ  
NR. 12, BL. 60, SC. 1, AP. 1, SECTOR 3,  
BUCUREȘTI, B, RO;  
• IONESCU CONSTANTIN,  
STR. FIZICIENILOR NR. 8, BL. 5, SC. A,  
ET. 2, AP. 9, MĂGURELE, IF, RO

(54) CLINOMETRU OPTIC

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un clinometru optic, cu aplicabilitate în seismologie. Clinometrul conform invenției este alcătuit dintr-un vas (11) de sticlă, umplut parțial cu lichid (8), în care este imersat parțial un plutitor (7), de care sunt fixate: o fotocelulă (6), o grilă (5) realizată din porțiuni opace și porțiuni transparente, așezate alternativ, și o contragreutate (9) ce are rolul de a menține plutitorul orizontal, dintr-o fantă (4) fixată de marginea vasului (11), și dintr-un laser (1) fixat pe un suport (2), care emite un fascicul (3) ce străbate ansamblul fantă (4) - grilă (5), și ajunge în final la fotocelula (6) care va genera sau nu o tensiune electrică, în funcție de porțiunea grilei (5) pe care cade fasciculul (3) laser, respectiv, porțiunea opacă sau cea transparentă.

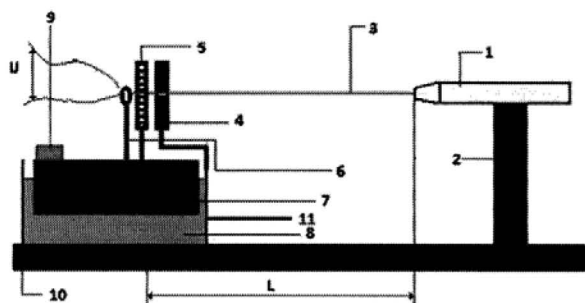


Fig. 1

Revendicări: 3

Figuri: 5



## CLINOMETRU OPTIC

### DESCRIEREA INVENȚIEI

Invenția se referă la un nou principiu de funcționare și realizare a unui clinometru (tiltmtru) optic cu aplicabilitate în seismologie.

Una dintre metodele cele mai eficiente de predicție a cutremurelor majore de Pământ este cea bazată pe măsurarea înclinației scoarței terestre. Eficiența acestui precursor constă în legătura directă dintre înclinație și procesele din focar (acumulare de tensiuni mecanice – stress) ce au loc anterior declanșării cutremurului. Subducția și coliziunea plăcilor tectonice produce deformații ale rocilor, deformații ce generează înclinații foarte mici ale scoarței, dar măsurabile.

Clinometrele utilizate în prezent în seismologie, indiferent de principiul lor de construcție și funcționare – electromagnetic sau chiar optic – și indiferent de tipul lor – “borehole” sau “long-baseline” -, prezintă o serie de dezavantaje majore:

- costuri de producție ridicate (borehole)
- complexitate ridicată (borehole)
- dependență semnificativă a amplitudinii semnalului de ieșire (tensiune) față de variațiile de temperatură (borehole, long-baseline) datorită subsansamblelor metalice
- instalare relativ dificilă datorită dimensiunilor (long-baseline)

Valorile extrem de mici ale înclinației scoarței terestre (zeci de microradian) impun o construcție cu toleranțe mecanice extrem de mici și o sensibilitate minimă față de variațiile de temperatură. Alungirea relativă depinde atât de dimensiunea obiectului supus variațiilor de temperatură, cât și de coeficientul de dilatație termică dependent de materialul din care este alcătuit. Clinometrele de tip “borehole” sunt compacte, însă traductorul mecano-electric propriu-zis este de tip electro-magnetic, realizat din materiale metalice cu coeficient de dilatație termică ridicat. Clinometrele de tip “long-baseline” au lungimi mari – zeci, chiar sute de metri – iar traductoarele mecano-electrice propriu-zise sunt de tip electro-magnetic. În cazul clinometrului “long-baseline”, chiar dacă tubul de legătură dintre cele două traductoare mecano-electrice, tub umplut parțial cu lichid este confecționat dintr-un material nemetalic, lungimea sa mare este susceptibilă de variații semnificative funcție de variații de temperatură chiar și de câteva grade. Variația lungimii tubului determină variația nivelului lichidului din tub. Întrucât cele două traductoare de la extremitățile tubului măsoară practic nivelul lichidului la cele două extremități, este evident că variațiile de temperatură reprezintă un factor perturbator semnificativ. Rezoluția clinometrului este direct proporțională cu lungimea tubului, însă, în cazul creșterii lungimii, crește și sensibilitatea raportată la variațiile de temperatură, raportul semnal/zgomot rămânând astfel constant.

Invenția prezentată – clinometru optic de tipul “long-baseline” -, rezolvă această influență a variațiilor de temperatură prin:

- înlocuirea tubului umplut parțial cu lichid cu un fascicol de lumină care este total insensibil la variațiile de temperatură.
- utilizarea unui traductor confecționat din materiale nemetalice – peliculă fotografică.
- întregul clinometru este realizat din sticlă. Coeficientul de dilatație termică a sticlei este *mult mai mic* decât al metalelor.

**Costul de producție** este mult mai mic decât cel al clinometrelor existente și utilizate pe scară largă datorită unei construcții a traductorului extrem de simplă și utilizând materiale extrem de ieftine (peliculă fotografică). Deasemeni, **tehnologia de fabricare a**

**traductorului mecano-optic** este extrem de simplă, dezvoltare fotografică.

Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu figurile 1, 2, 3, 4, 5 care reprezintă:

- Fig.1 - clinometrul optic
- Fig.2 - fanta
- Fig.3 - grila
- Fig.4 - detaliu al ansamblului fantă-grilă-fotocelulă
- Fig.5 - grila obținută pe peliculă fotografică

Referitor la Fig.1: într-un vas 11 umplut parțial cu lichid 8 este imersat parțial un plutitor 7. De plutitor sunt fixate o fotocelulă 6, o grilă 5 și o contragreutate 9 ce are rolul de a menține orizontal plutitorul. De unul din pereții vasului este fixată o fantă 4. Un laser 1 fixat pe suportul 2 emite un fascicol 3 ce trece prin fanta 4 de lățime "a" – reprezentată în Fig.2. Fascicolul laser 3 ajunge fie pe porțiunea opacă, fie pe cea transparentă a grilei 5 – reprezentată în Fig.3 -, iar în final ajunge pe fotocelula 6.

În momentul apariției unei înclinări, suprafața lichidului 8 rămâne orizontală; o dată cu ea și plutitorul 7; se înclină numai vasul 11. Apare astfel o deplasare relativă dintre fanta 4 și grila 5. Fascicolul laser ce trece prin fantă, va ilumina fie porțiunea opacă, fie pe cea transparentă a grilei. Fotodioda nu va genera, sau va genera o tensiune electrică ce este prelucrată ulterior (Fig.4). În Fig.2 și Fig.3 sunt reprezentate fanta și grila.

Rezoluția clinometrului depinde atât de rezoluția grilei (nr. linii / mm), cât și de distanța laser – ansamblu fantă/grilă. (Cu cât distanța dintre laser și ansamblul fantă / grilă este mai mare, cu atât rezoluția clinometrului este mai mare). Considerând o lățime a fantei și a liniilor grilei de 0,01 mm și o distanță laser – ansamblu fantă/grilă de 10m, se pot măsura înclinații de 1 microradian. Modificarea rezoluției se poate realiza mult mai ușor modificând distanța laser – ansamblu fantă/grilă decât micșorând dimensiunea "a" a fantei și a liniilor grilei. (dimensiuni "a" ale fantei și ale grilei mai mici de 0.01 mm sunt dificil de realizat la o rezoluție acceptabilă pe peliculă fotografică chiar profesională. Există pelicule fotografice tehnice, cu o rezoluție (acutanță) mult mai mare – 1000 linii/mm – însă prețul de cost este ridicat, iar dezvoltarea necesită un revelator special, ultramicrogranular. Deasemeni, rezoluția optică a obiectivului aparatului foto trebuie să fie comparabilă cu rezoluția peliculei foto, un obiectiv uzual de calitate având o rezoluție de cca. 200 linii/mm. Prețul unui astfel de obiectiv este foarte ridicat)

La ieșirea fotodetectorului (fotodiodei) se va obține un tren de impulsuri dreptunghiulare. Cunoscând exact lățimea unei linii („a“), numărul de impulsuri în unitatea de timp (oră, zi, săptămână, lună) va indica valoarea înclinației. Lățimea unui impuls va indica viteza de înclinație. Cu cât lățimea impulsului este mai mare, cu atât viteza de înclinație este mai mică (spotul laser va „sta“ mai mult fie pe porțiunea transparentă a grilei, fie pe porțiunea opacă.

Modulele electronice realizează:

- amplificarea semnalului dreptunghiular generat de către fotodiodă și limitarea amplitudinii semnalului la o valoare convenabilă (5V)
- filtrarea semnalului – filtrare trece-jos
- transmisia datelor la un centru de prelucrare
- stabilizarea tensiunii de alimentare (nu este necesară o stabilizare de precizie)

Semnalul obținut este digital, ușor de prelucrat ulterior și insensibil la zgomote.

Grila și fanta utilizate ca traductor mecano-optic se obțin prin fotografierea de la o distanță bine determinată a grilei și a fantei realizate inițial pe hârtie format A4. În Fig.5 se prezintă grila obținută pe peliculă fotografică cu lățimea "a" a unei linii (transparente sau opace) – Fig.3 – de

0,02 mm. Realizarea grilei și fantei la dimensiunile dorite – sutimi, miimi de mm - direct pe un suport transparent prin gravură cu fascicol ionic este extrem de costisitoare.

S-a utilizat o peliculă fotografică alb/negru profesională Ilford de mică sensibilitate ISO 25 (rezoluție mare/granulație mică, contrast mare). Developarea s-a făcut cu un revelator Kodak D76. Pentru obținerea unei rezoluții cât mai mari, (granulație cât mai mică), temperatura revelatorului se menține la o valoare relativ mică (17 °C) iar agitația peliculei în tancul de developare, redusă la minimum.

Se utilizează un lichid greu volatil, ulei mineral sau glicerină. Vâscozitatea ridicată a acestor lichide realizează și o amortizare semnificativă a mișcării plutitorului realizandu-se astfel și o filtrare mecanică “trece-jos” a oscilațiilor solului. Oscilațiile cu perioadă relativ mică raportate la perioada oscilației de înclinație a solului (ore, zile, săptămâni) vor fi eliminate.

## REVENDICĂRI

Invenția se referă la un nou principiu de funcționare și realizare a unui clinometru optic cu aplicabilitate în seismologie.

Prin prezenta invenție se elimină dezavantajele majore existente la clinometrele existente:

- costuri de producție ridicate
- complexitate ridicată
- dependență semnificativă a amplitudinii semnalului de ieșire (tensiune) față de variațiile de temperatură datorită subansamblelor metalice
- instalare relativ dificilă datorită dimensiunilor

1. Clinometru optic de tipul "long-baseline" **caracterizat prin aceea ca** tubul de legătură umplut parțial cu lichid dintre cele două traductoare mecano-electrice este înlocuit cu un fascicol laser 3

2. Clinometru optic de tipul "long-baseline" **caracterizat prin aceea ca** cele două traductoare mecano-electrice confecționate din materiale metalice, sensibile la variații de temperatură, s-au înlocuit cu un singur traductor optic confecționat din materiale nemetalice, insensibil la variații de temperatură.

3. Conform revendicării "2", tehnologia de fabricație a traductorului optic fanta 4-grila 5 **caracterizată prin aceea că** se folosesc procedee fotografice cu preț redus, precise și reproductibile.

DESENE EXPLICATIVE

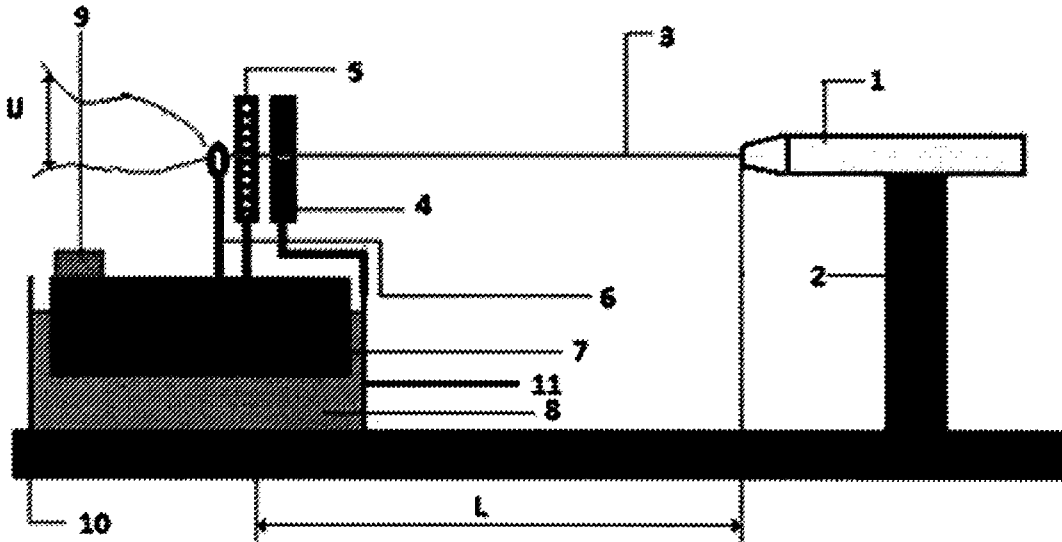


Fig.1 Clinometru optic

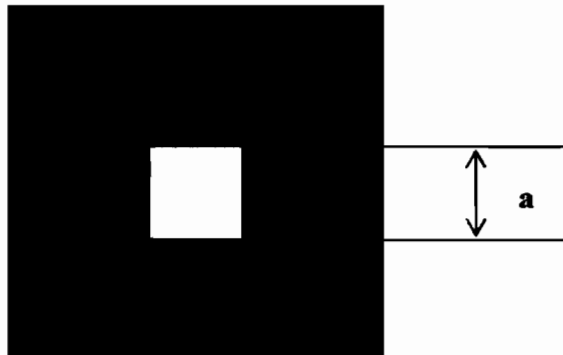


Fig.2 Fanta

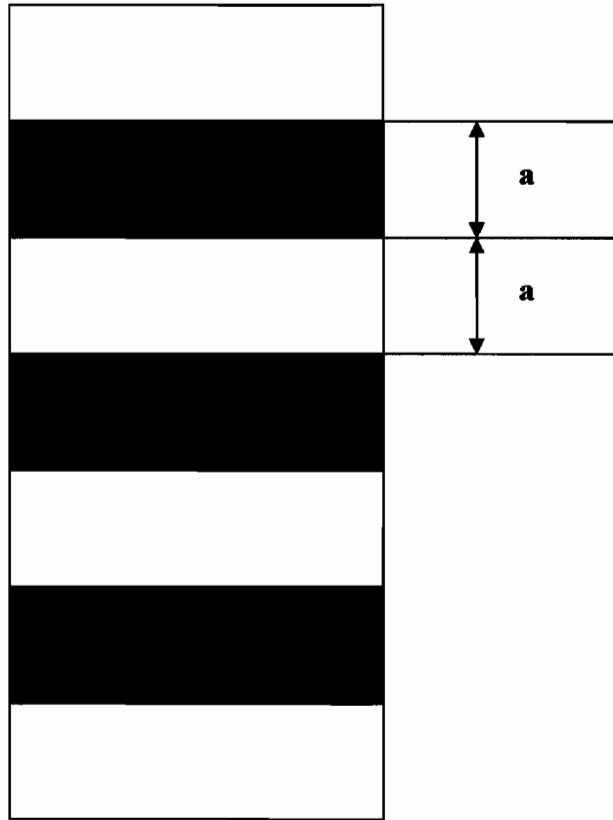


Fig.3 Grila



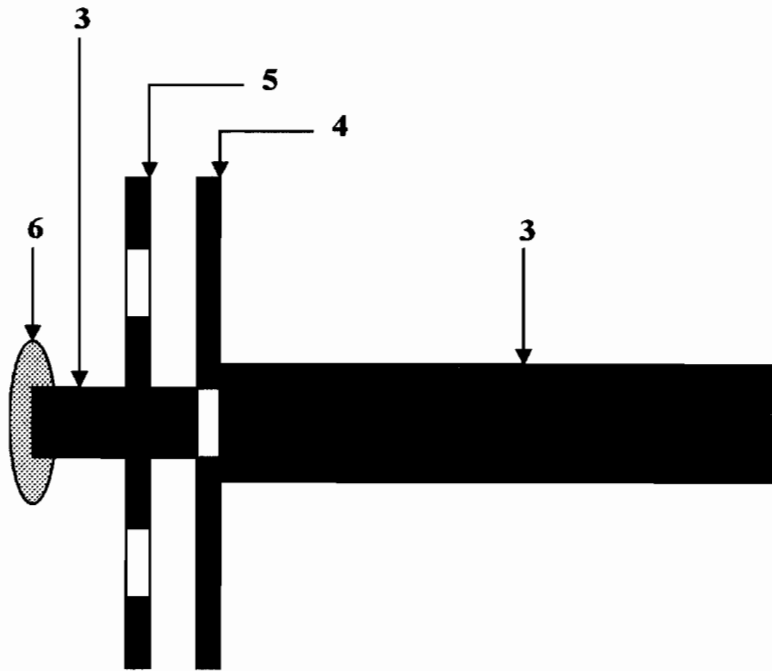


Fig.4 Detaliu al ansamblului fanta-grila-fotocelula

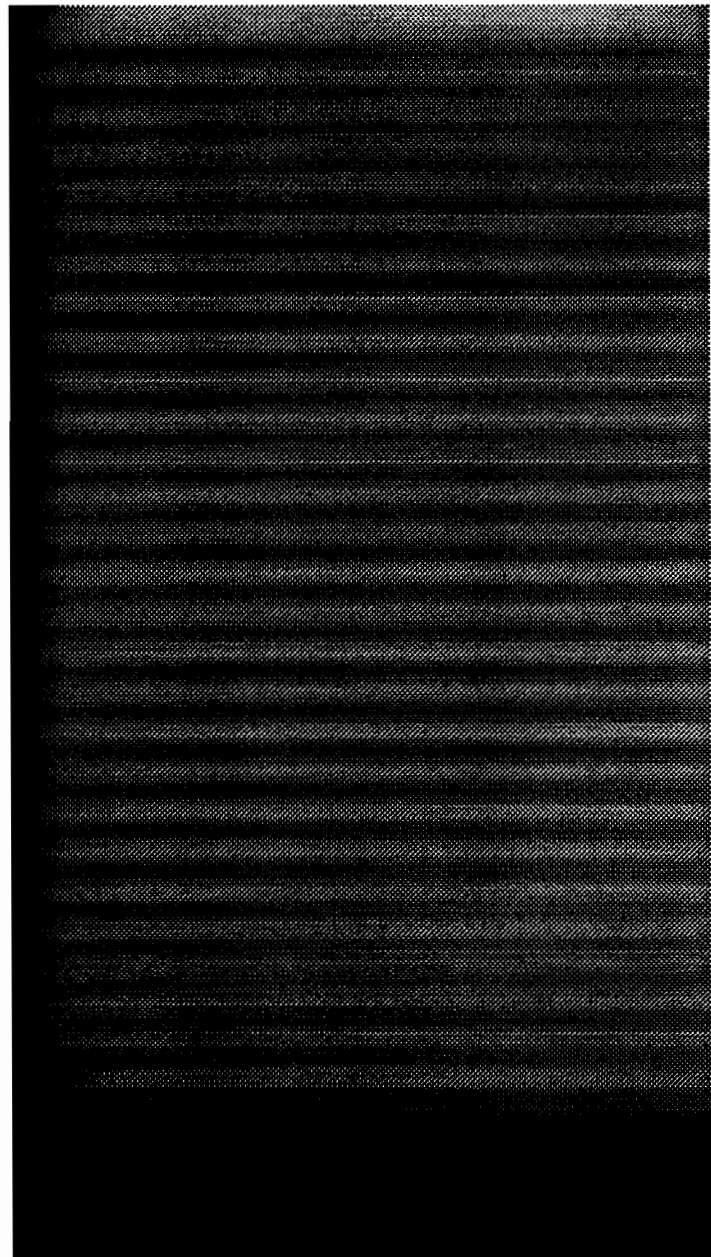


Fig.5 Grila obtinuta pe pelicula fotografica