



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2009 00720**

(22) Data de depozit: **14.09.2009**

(41) Data publicării cererii:
30.03.2011 BOPI nr. **3/2011**

(71) Solicitant:
• **UNIVERSITATEA POLITEHNICA
BUCUREȘTI,
FACULTATEA DE ELECTRONICĂ,
TELECOMUNICAȚII ȘI TEHNOLOGIA
INFORMAȚIEI, SPLAIUL INDEPENDENȚEI
NR.313, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:
• **MANOLESCU ANTON, STR.ARH.ȘTEFAN
BURCUȘ NR.16, PARTER, AP.1, SECTOR
1, BUCUREȘTI, B, RO;**

• **MOLDOVAN CARMEN AURA,
B-DUL ION MIHALACHE NR.166, BL.2,
SC.B, AP.35, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B,
RO;**
• **IOSUB RODICA, ȘOS.MIHAI BRAVU
NR.42-62, BL.P8, SC.4, ET.8, AP.166,
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **RADU CORNEL, STR.OLTULUI NR.106,
SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **MANOLESCU ANCA MANUELA,
STR.ARH.ȘTEFAN BURCUȘ NR.16,
PARTER, AP.1, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B,
RO**

(54) **PROCEDEU DE REALIZARE A DISPOZITIVELOR ȘI
CIRCUITELOR SEMICONDUCTOARE PE SUBSTRAT
FLEXIBIL**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu pentru obținerea unui dispozitiv semiconductor și a unui circuit pe un substrat flexibil, cu utilizare în realizarea unui senzor, a unei baterii sau a unui alt dispozitiv electric sau electronic, având aplicații diverse, cum ar fi în monitorizarea sportivilor, bolnavilor sau persoanelor cu handicap. Procedeu conform invenției constă în crearea configurației dorite, proiectată și decupată pe un strat flexibil care mai conține un strat transparent, din poliester, inferior, cu ajutorul unui program de calculator, acest substrat fiind în continuare curățat, după care are loc depunerea în vid înalt a unui strat metalic subțire, care poate fi constituit dintr-un aliaj de Cr-Au, cu o grosime de 200 nm, apoi este îndepărtat materialul metalic din părțile nedorite, prin exfolierea stratului colorat superior, care a acționat ca un strat de mascare, depunerea

metalică rămânând în zonele transparente definind geometria unui dispozitiv, ca și cea a traseelor conductoare de interconectare, iar în continuare are loc depunerea electrochimică a polianilinei dintr-o soluție acidă.

Revendicări: 5
Figuri: 7

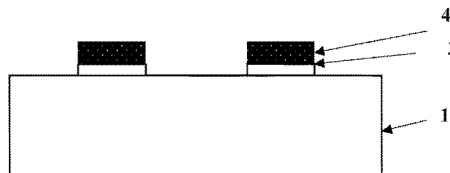
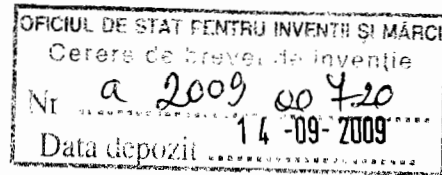


Fig. 5

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).





PROCEDEU DE REALIZARE A DISPOZITIVELOR ȘI CIRCUITELOR SEMICONDUCTOARE PE SUBSTRAT FLEXIBIL

DESCRIEREA INVENȚIEI

Invenția se referă la un procedeu de obținere a dispozitivelor semiconductoare și a circuitelor pe substrat flexibil cu utilizare în realizarea de senzori, baterii sau de alte dispozitive electrice și electronice, care prin specificul utilizării lor nu se pot realiza pe substraturi rigide, având aplicații diverse ca de exemplu la monitorizarea sportivilor, a bolnavilor, a persoanelor cu handicap, la realizarea de etichete electronice, etc.

Obiectul invenției se încadrează în cercetările intense din ultima decadă legate de „electronica flexibilă”, atât din motivul găsirii unor soluții mai ieftine de producție care să înlocuiască tehnologiile clasice pe siliciu, cât și datorită avantajelor oferite de substraturile flexibile în termeni de ușoară manipulare, posibilități de poziționare pe îmbrăcăminte, sau în spații înguste, supuse deformărilor dar și datorită tehnicilor și materialelor polimerice utilizate în fabricare care dau rezultate excelente în funcționare, la costuri de timp și materiale mult reduse față de soluțiile consacrate.

Sunt cunoscute diferite tehnologii de realizare a dispozitivelor electronice și a senzorilor pe substrat flexibil (MARC CHASON, PAUL W. BRAZISJR., JIE ZHANG, KRISHNA KALYANASUNDARAM, AND DANIEL R. GAMOTA, „Printed Organic Semiconducting Devices” în PROCEEDINGS OF THE IEEE, VOL. 93, NO. 7, JULY 2005) și anume : (a) folosind tehnica fotolitografică combinată cu depuneri de materiale cu rol activ (metale, semiconductori anorganici, polimeri semiconductori) care constă în depunerea materialelor necesare pe întreaga suprafață a substraturilor, urmând ca excesul de material să fie îndepărtat prin folosirea unor măști corespunzătoare (metoda substractivă); (b) tehnica de depunere localizată a materialelor necesare, folosind fie măști de proximitate, fie scrierea directă pe substrat cu imprimante tip Ink Jet modificate, pentru a

utiliza în loc de cerneală paste metalice conductoare sau polimeri semiconductori sau izolatori (metoda aditivă) ; (c) metode de depunere uniformă prin stropire cu aerosoli, prin înmuiere sau prin centrifugare (pentru suprafețe plane), atunci când este necesară acoperirea cu materialele necesare a unor suprafețe mari de substrat.

Aceste tehnici sunt cunoscute și folosite, au rezultate bune cu avantaje importante (perfecta reproductibilitate, precizia mărită, rezoluția până la limitele nanometrice ale dimensiunilor atomilor), dar și **dezavantaje** importante în cazul când nu este nevoie de aceste performanțe maxime (sunt tehnologii scumpe, implicând echipamente specializate extrem de sofisticate, care necesită condiții speciale de lucru, se bazează pe utilizarea unor materiale speciale, foarte pure, scumpe și de multe ori nocive atât pentru oameni cât și pentru mediul înconjurător).

Ceea ce propunem în prezentul brevet este o tehnică mult mai simplă, perfect reproductibilă, ieftină și versatilă. Metoda prezentată poate fi aplicată la o gamă largă de aplicații în care este necesar un substrat flexibil. Spre deosebire de metodele de lucru descrise în US Patent 7,247,043, US Patent 7,514,866, US Patent 7,487,813, procedeul conform invenției prezintă o serie de avantaje : (a) nu implică tehnici de litografie, care sunt complexe și costisitoare, necesitând condiții de curățenie deosebite (camere curate); (b) configurarea dispozitivului se face printr-o exfoliere (lift-off) mecanică simplă, datorită de construcției speciale a materialului utilizat ca substrat (de tip rubilit), material disponibil de foarte mult timp la un preț de cost scăzut; (c) se poate folosi oricare din metodele de depunere deja cunoscute (metode chimice, metode electrochimice, depuneri în vid, depuneri prin centrifugare, depuneri prin stropire cu aerosoli, prin înmuiere în baie sau prin imprimare tip Ink Jet), metode care permit controlul precis asigurând reproductibilitatea, straturile depuse fiind de orice grosime de la zeci de nm la microni; (d) este perfect adaptată particularităților realizării produselor electronice ce trebuie să fie simple, ecologice și care nu cer dimensiuni micronice ale componentelor.

Conform invenției, procedeul de obținere a unor dispozitive semiconductoare sau circuite pe un substrat flexibil cuprinde următoarele etape, prezentate în Fig.1. Se folosește ca substrat pe care se vor realiza componentele dorite un material de plastic, flexibil care constă din 2 straturi lipite unul de altul (Fig.1a). Stratul inferior **1** este o folie de poliester transparent de cca. 60 micrometri grosime, care are rol de suport; stratul superior **2** este un strat colorat cu grosimea de cca. 20 micrometri, autoadeziv, perfect lipit pe stratul de poliester. Un material de acest tip se fabrică de foarte mulți ani (denumirea comercială a firmei producătoare Ulano este Rubilith® sau Amberlith®), fiind utilizat atât în tehnologia microelectronică clasică cât și în domeniul artelor grafice. Materialul este realizat astfel încât stratul superior colorat să poată fi tăiat cu un cuțit special, fie manual, fie comandat de un calculator electronic și exfoliat cu ușurință folosind o pensetă. În tehnologia microelectronică clasică el este fotografiat cu filme ortocromatice servind drept machetă în procesul de realizare a măștilor foliolitografice.

Metoda folosită conform invenției pornește de la un proiect al configurației dispozitivului sau circuitului care se dorește a fi realizat, proiect obținut pe un calculator electronic folosind un soft specializat. Această configurație este apoi realizată pe suportul flexibil de tip Rubilith, respectându-se dimensiunile finale (scara 1:1), prin tăierea și exfolierea foliei colorate aflate pe fața superioară a ansamblului. Ca urmare după operația de exfoliere pe folia suport, pe care în continuare o vom numi rubilit, avem zone transparente unde stratul superior a fost exfoliat și zone opace unde există încă rubilit neexfoliat (Fig.1b).

Conform prezentei invenții pe acest substrat vom realiza depunerile de straturi subțiri **3** de care avem nevoie pentru obținerea dispozitivelor sau circuitelor electronice, prin oricare din metodele cunoscute și folosite în prezent: depuneri de materiale în vid înalt utilizând o instalație de depunere adecvată, depunere chimică, pulverizare de aerosoli sau centrifugare, depunere electrochimică în soluții sau folosind metoda imprimării cu ajutorul imprimantei tip Ink Jet

modificate. Oricare din aceste metode cunoscute poate fi utilizată în funcție de cerințele materialelor de depunere folosite (Fig.1c).

După această etapă în care materialele sunt depuse uniform pe toată suprafața substratului, materialul depus în zonele nedorite este înlăturat prin exfolierea foliei colorate rămase, aceasta fiind utilizată ca o mască mecanică de proximitate, așa cum se face în procedeele aditive (Fig.1d). În cazul unor materiale scumpe, prețioase (de exemplu, în cazul aurului), este posibilă și o recuperare simplă a lor prin dizolvarea în soluții chimice corespunzătoare, care nu reacționează chimic cu materialul plastic al foliei exfoliate. În acest fel s-au configurat straturile depuse pentru construcția viitorului dispozitiv sau circuit. Ele permit atât formarea componentelor, dar și interconectarea lor precum și atașarea pe substratul flexibil a unor componente suplimentare prin lipire (circuite hibride).

Exemplu de dispozitiv realizat conform acestui procedeu:

Se folosește ca substrat Rubilith® care în prealabil a fost supus unor teste pentru a se verifica rezistența sa în diferite medii chimice care vor fi folosite pentru operațiile tehnologice următoare. În acest fel se pot alege acele substanțe care nu reacționează cu materialul din substrat. S-au testat substanțe cum sunt solvenții: acetona, alcool izopropilic, alcool etilic; acizii: HCl, H₂SO₄; baze: KOH. Pe o bucată de substrat flexibil de tip rubilit se creează configurația dorită pentru realizarea unor celule din polianilină. Această configurație este proiectată și decupată pe stratul roșu al rubilitului cu ajutorul calculatorului electronic (Fig. 2a). Substratul astfel configurat este apoi curățat pentru asigurarea unei aderențe optime a materialelor care se vor depune pe suprafețele libere, neprotejate de folia roșie a rubilitului. Curățirea se poate face într-o instalație cu plasmă reactivă de oxigen sau cu un solvent corespunzător. Urmează o depunere în vid înalt a unui strat subțire metalic (de exemplu un aliaj Cr-Au, cu grosimea de 200nm) care va servi procesului de depunere electrochimică a polianilinei. Stratul metalic se depune uniform pe toată suprafața substratului flexibil.

După aceasta etapă se îndepărtează materialul metalic din părțile nedorite prin exfolierea stratului superior al rubilitului (stratul colorat), care a acționat ca un strat de mascare. În zonele transparente depunerea metalică va rămâne pe suportul de poliester, definind în acest fel geometria viitoarei celule, dar și traseele conductoare de interconectare a ei.

Urmează depunerea electrochimică a polimerului semiconductor de polianilină într-o soluție acidă, formată dintr-un amestec de anilină și acid percloric, peste traseele metalice, mai puțin zonele de interconectare care sunt protejate în prealabil pentru a evita contactul cu baia electrochimică și deci depunerea (Fig.2b). Testele arată că se pot folosi diverse metode de depunere deoarece substratul flexibil de tip rubilit poate rezista la temperaturi de maxim 120 - 200 °C , poate rezista la depuneri în vid și în diverse soluții chimice necesare fie pentru curățire sau pentru depunere electrochimică, fie pentru depunere prin pulverizare sau Ink Jet.

În finalul acestei etape avem configurat un electrod de metal (aur în exemplul nostru) pe substratul flexibil, acoperit cu polimer semiconductor (polianilina) depusă electrochimic.

PROCEDEU DE REALIZARE A DISPOZITIVELOR ȘI CIRCUITELOR SEMICONDUCTOARE PE SUBSTRAT FLEXIBIL

Revendicări

1. Procedeu de realizare a dispozitivelor și circuitelor semiconductoare pe substrat flexibil, **caracterizat prin aceea că** utilizează ca substrat flexibil un material de tip Rubilith® sau echivalent, alcătuit dintr-un strat de bază transparent și un strat superior colorat.
2. Procedeu de realizare a dispozitivelor și circuitelor semiconductoare pe substrat flexibil conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** permite configurarea circuitului prin decuparea foliei colorate, depunerea de metal pe întreaga suprafață și îndepărtarea materialului în exces prin exfolierea foliei colorate rămase, pe suprafața foliei de bază păstrându-se doar metalul configurat conform proiectului și cerintelor dispozitivelor/circuitelor de realizat.
3. Procedeu de realizare a dispozitivelor și circuitelor semiconductoare pe substrat flexibil, **caracterizat prin aceea că** pentru depunerea pe substrat flexibil conform revendicării 1 a polimerilor conductori sau semiconductori (polianilina), utilizează un procedeu de depunere electrochimică pe structurile metalice configurate pe substrat conform revendicării 2 având o structura de tip nanofibre.
4. Procedeu de realizare a dispozitivelor și circuitelor semiconductoare pe substrat flexibil, **caracterizat prin aceea că** pentru curățirea și funcționalizarea suprafeței substratului flexibil conform revendicării 1 utilizează un tratament în Plasma reactivă de oxigen RIE (Reactive Ion Etching)
5. Procedeu de realizare a dispozitivelor și circuitelor semiconductoare pe substrat flexibil, **caracterizat prin aceea că** pentru depunerea straturilor metalice necesare pe substratul flexibil conform revendicării 1 utilizează depunerea în vid.

DESEN

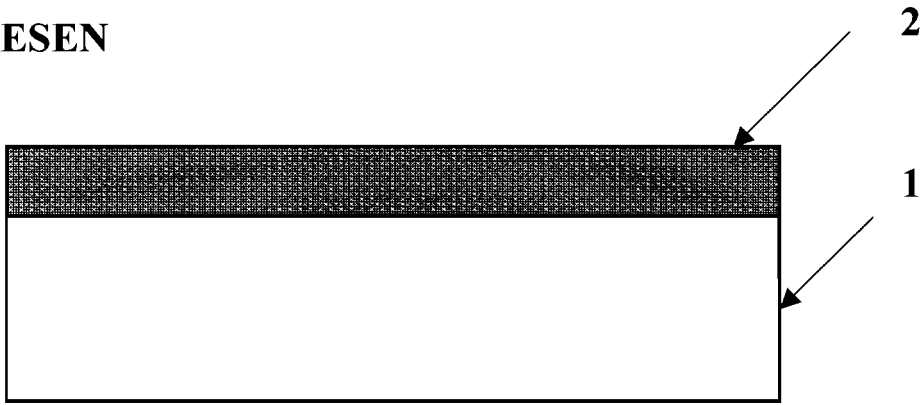


Fig. 1 (a)

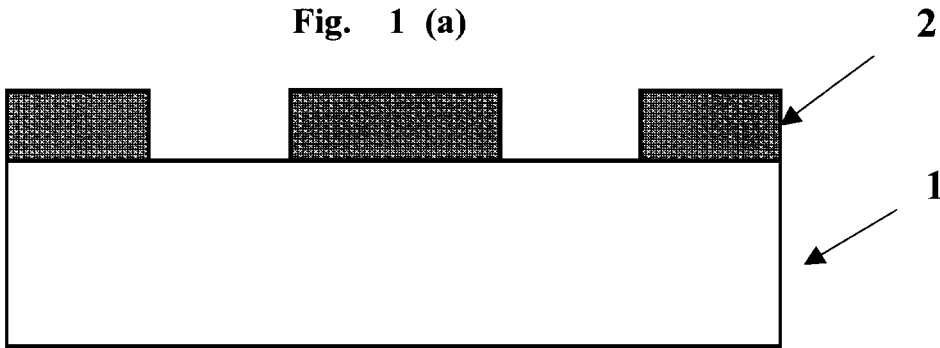


Fig. 1 (b)

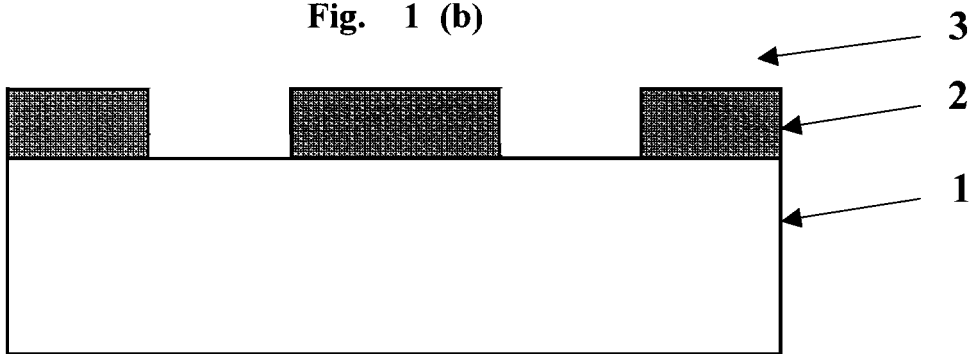


Fig. 1 (c)

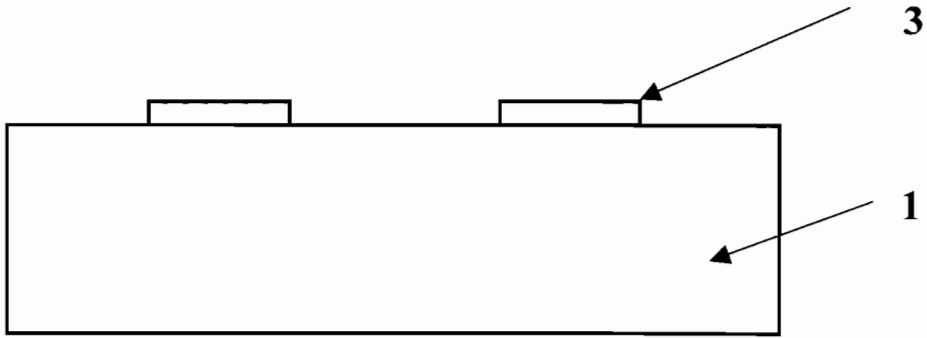


Fig. 1 (d)

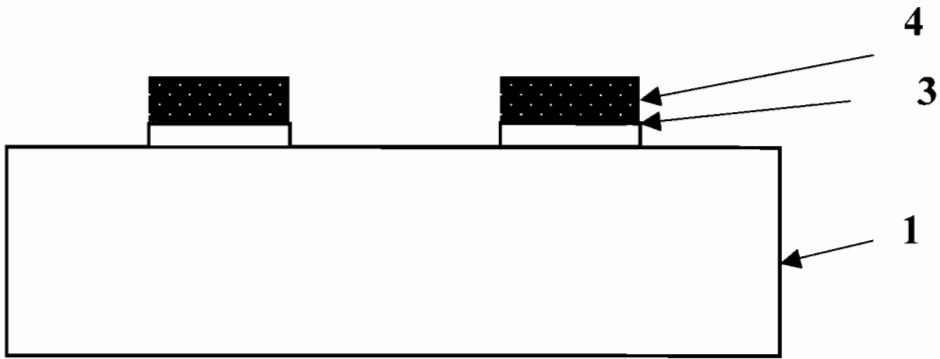


Fig. 1 (e).

fig 5

DESEN

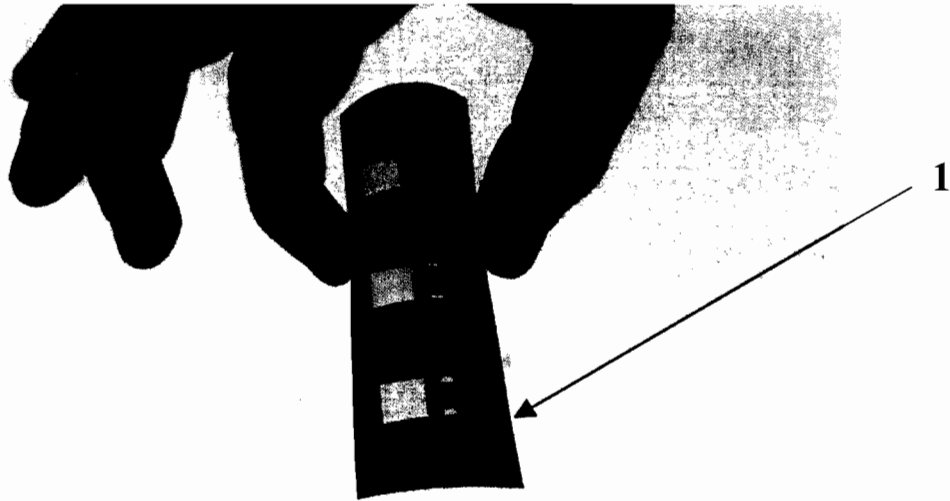


Fig. 2 (a).

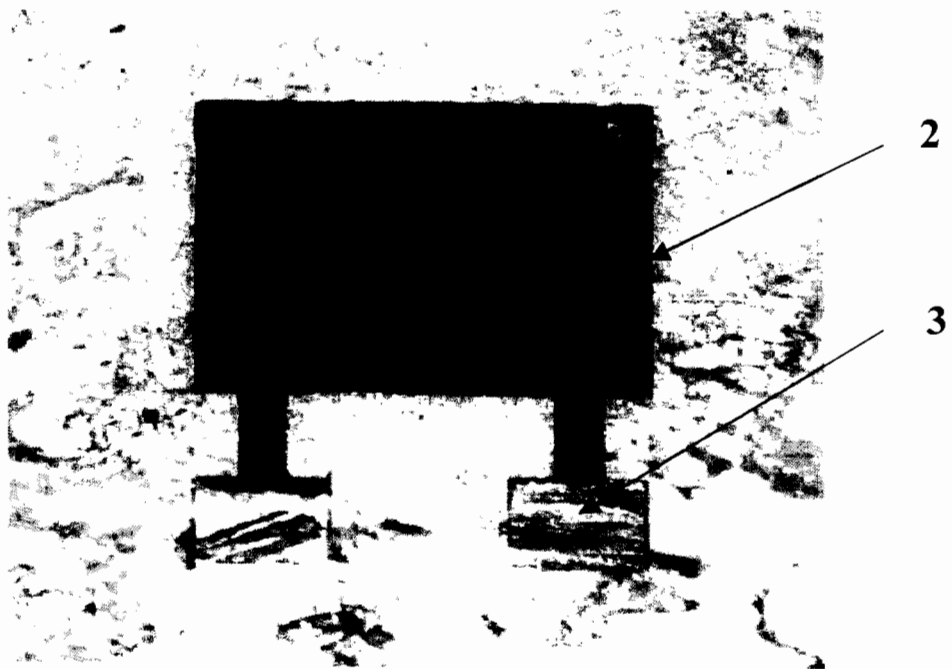


Fig. 2 (b).