



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2018 00812

(22) Data de depozit: 17/10/2018

(41) Data publicării cererii:
30/06/2020 BOPI nr. 6/2020

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
GEOLOGIE ȘI GEOECOLOGIE MARINĂ
GeoEcoMar, STR.DIMITRIE ONCIUL
NR.23-25, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• POJAR IULIAN, STR.VERONICA MICLE,
NR.13, BL.18, AP.11, SUCEAVA, SV, RO;
• JURCA IOAN, ALEEA ISTRU NR. 2B,
BL. A14C, SC. 6, ET. 3, AP. 86, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO

(54) SEPARATOR ELECTROSTATIC PENTRU MICROPLASTICE

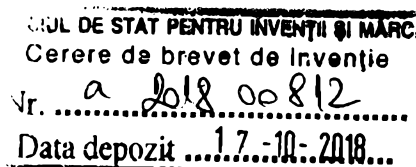
(57) Rezumat:

Invenția se referă la un separator electrostatic pentru particule microplastice, destinat determinării nivelului de poluare a sedimentelor din diferite medii naturale. Separatorul, conform invenției, cuprinde un generator (A) de înaltă tensiune, care produce un câmp electrostatic intens, care electrizează proba de amestec de sediment, un cilindru de separare (B) în care se introduce proba prelevată în teren, și o sursă de alimentare (C) reprezentată de un acumulator de 12 V, cilindrul de separare (B) fiind compus din două părți detașabile, între care este dispus un suport pentru electrozi (7) și

o tijă (8), care, datorită fenomenului de inducție electrostatică, servește la eliminarea sedimentului printr-o fantă laterală (11). Particulele microplastice, aflate pe platforma (4) rotită cu 180°, își pierd starea de electrizare datorită unui câmp electric variabil și, datorită gravitației, se desprind, putând fi recuperate și cuantificate.

Revendicări: 3
Figuri: 3





SEPARATOR ELECTROSTATIC PENTRU MICROPLASTICE

Invenția se referă la un separator electrostatic pentru particule microplastice, cu scopul colectării acestora dintr-o probă de sediment uscat, cu posibilitatea recuperării concentratului de particule microplastice, în vederea determinării nivelului de poluare a sedimentelor din diferite medii naturale.

Particulele microplastice sunt reprezentate de substanțe petroliere solide, de mărimi cuprinse între 1micron și 5mm. Abundența particulelor microplastice ca formă de poluare în medii naturale (acvatice și terestre) este în continuă creștere datorită producției masive de mase plastice (producția mondială de plastice în 1950 era de 1,5 megatone, ajungând în anul 2015 la 322 megatone), aceasta fiind o consecință a cererii din ce în ce mai mare a plasticului la nivel global. În momentul de față, întregul mapamond este afectat de astfel de poluare cu substanțe solide provenite din hidrocarburi (plastice), în același timp având de suferit întreaga lanț trofic (de la nevertebrate până la vârful lanțului trofic - omul).

Sunt cunoscute diverse tipuri de separatoare electrostatice pentru particule microplastice care sunt constituite dintr-o unitate care transportă sedimentul și un echipament electric care generează o tensiune înaltă continuă (HV DC) de ordinul 5-20 kV care, printr-o descărcare de tip *corona* realizează atât electrizarea particulelor de microplastice, cât și a sedimentului. Câmpul electrostatic generat poate fi reglat prin setarea valorii tensiunii înalte și, prin modificarea distanței dintre electrozi și tamburul care transportă amestecul de sediment și microplastice.

Patentul german DE19648373C1, prezintă o instalație clasică de separare a particulelor microplastice.

O instalație clasică de separare a particulelor microplastice cuprinde o parte electronică, care are atașat un tablou de comandă, prin care se reglează tensiunea de alimentare a electrozilor, amplitudinea și frecvența vibrației unei

platforme ce transportă proba către tambur și viteza de rotație a tamburului. Instalația mai cuprinde și o parte mecanică care constă într-o pâlnie de încărcare a probei (amestec sediment – particule microplastice), platforma vibrantă, tamburul de transport spre zona în care există câmpul electrostatic de electrizare, care este generat de niște electrozi cu vârful ascuțit confecționați din inox și trei tăvi de colectare a sedimentului și a amestecului sediment - particule microplastice. Pentru îndepărtarea particulelor rămase atașate tamburului, instalația are atașată o placă de cupru care vine în contact cu tamburul. Pentru o separare completă a particulelor microplastice din materialul prelevat din a doua și a treia tavă este necesară o etapă de laborator ce cuprinde o metodă de tratare a sedimentului cu un acid/bază puternică care ar dizolva carbonații și materia organică. O a doua etapă care are rolul de finaliza discriminarea particulelor microplastice de sedimentul rămas, constă printr-o separare gravitațională folosind un lichid de densitate ridicată (cel puțin $1,6\text{g/cm}^3$ – media densității specifice a polimerilor plastici).

Proba introdusă în pâlnie ajunge, distribuită în mod uniform printr-o mișcare vibratorie, pe tamburul rotitor, unde este electrizată printr-o descărcare de tip *corona*, de către câmpul electrostatic generat de electrozii de inox. După electrizare, o parte din probă (sedimentul) cade sub efectul gravitațional într-una dintre tăvi, o a doua parte din probă (amestec sediment – particule microplastice) cade într-o a doua tavă, iar ultima fracție din probă (amestec sediment – particule microplastice, majoritar în microplastice), ce necesită desprindere de pe tambur cu placa de cupru, este colectată în cea de-a treia tavă.

Sedimentele frecvent întâlnite în probele de interes sunt constituite din minerale argiloase și siliciclastice (majoritar), fracții fin-medii calcaroase (cochilii) și fragmente și resturi vegetale.

Dezavantajele acestor echipamente constau în aceea că pentru o separare completă a particulelor de microplastice este necesară o repetare a întregii operațiuni de câteva ori, care are ca urmare o eficiență scăzută a întregului proces. Echipamente actuale necesită o alimentare cu energie electrică de la priză (220V AC, 50Hz), ele neavând posibilitatea de a fi folosite în

campaniile de teren. Datorită faptului că lucrările se execută într-un laborator, există riscul major a contaminării probelor în tot timpul de la prelevarea probelor până în momentul supunerii operațiunii de separare a particulelor de microplastice.

Problema pe care o rezolvă instalația și procedeul conform invenției revendicate, constă în faptul că operațiunea de separare a particulelor de microplastice se realizează în locul de prelevare a sedimentelor (pe teren/in situ), eliminându-se pericolul de contaminare. Se simplifică de asemenea, procedura de lucru prin eliminarea repetării operațiunii de separare întâlnită la echipamentele actuale printr-o metodă nouă de electrizare și modificarea fazelor de lucru.

Separatorul electrostatic pentru microplastice înlătură dezavantajele menționate anterior prin aceea că, are în componență un cilindru din sticlă care are prevăzut în interior o primă platformă, pe care sunt montați electrozii, conectată la borna plus a generatorului de înaltă tensiune și o a doua platformă care servește drept suport pentru probă, conectată la borna minus. În interiorul cilindrului se mai găsește o tijă de metal care este introdusă lateral și o tavă de colectare pentru microplastice aflată la baza cilindrului.

Un alt obiectiv al separatorului electrostatic pentru particule microplastice constă în aceea că funcționarea sa face de la un generator de înaltă tensiune tensiune continuă reglabilă (10-18kV), alimentat la rândul său la un acumulator de 12V. Acest mod de alimentare conferă portabilitate acestui echipament.

Un alt obiectiv al separatorului electrostatic pentru particule microplastice constă în aceea că, noul procedeu de lucru al echipamentului propus, are o eficiență crescută deoarece necesită un timp de lucru mai scurt și o capacitate de discriminare mărită .

Separatorul electrostatic, conform invenției, este alcătuit dintr-un generator de tensiune înaltă de curent continuu (A) și dintr-un cilindru de separare (B) din sticlă, așezat pe un suport (1). Cilindrul (B) are montate o bornă

plus (2) și, respectiv, o bornă minus (3) care sunt conectate la generatorul de înaltă tensiune (A).

În interiorul cilindrului (B) este montată platforma metalică (4), conectată la borna minus (3) a generatorului, pe care se plasează proba (5) alcătuită din sediment și particule microplastice. În cilindrul (B) se mai găsește o a doua placă metalică (6), legată la borna plus (2) a generatorului, de care sunt atașați electrozi (7), având vârful ascuțit și care sunt plasați vertical, la o anumită distanță, și orientați către platforma (4).

În interiorul cilindrului (B) poate fi introdusă lateral o tijă (8) care, ca urmare a unui proces de inducție electrostatică, servește la recuperarea sedimentului. Pentru desprinderea particulelor de microplastice se aplică un câmp electric variabil, generat de o tensiune înaltă de curent alternativ (HV AC), care duce la pierderea stării de electrizare ale acestor particule.

În partea inferioară a cilindrului (B) se află o tavă de colectare (9) a particulelor de microplastice. Se mai utilizează o a doua tava de colectare (10), aflată în exteriorul cilindrului (B) pentru colectarea sedimentului.

Platforma metalică (4) are posibilitatea de a fi rotită cu 180° în jurul unei direcții perpendiculare pe axa cilindrului (B). Cilindrul de sticlă este prevăzut cu o fantă laterală (11), prin care se elimină sedimentul.

Cilindrul (B) are o structură compusă din două părți detașabile, având joncțiunea la o distanță egală între cele două platforme (4) și (6), pentru a asigura posibilitatea introducerii probei pe platforma (4).

Generatorul de tensiune înaltă (A) de curent continuu este alcătuit dintr-un convertor de tensiune curent continuu – curent continuu, alimentat de la o sursă (C) de 12V (acumulator), un transformator ridicător de tensiune și un multiplicator de înaltă tensiune de tipul diode – condensatori.

Acest generator (A) de tensiune înaltă de curent continuu mai are prevăzute două borne (12) și (13) la care este disponibilă tensiune înaltă de curent continuu (HV DC). Mai există două borne – (14) și (15) la care este disponibilă tensiunea înaltă de curent alternativ (HV AC).

Convertorul de tensiune curent continuu – curent continuu, alimentat de la 12V, este de tipul contratimp, având un circuit integrat care generează impulsuri de comandă cu frecvență de 50kHz, în antifază, care sunt trimise unei perechi de tranzistoare de putere (MOSFET), care sunt în legătură cu un transformator toroidal din ferită TR1, care realizează în înfășurarea secundară o tensiune alternativă de 250V curent alternativ. Această tensiune este preluată de un transformator TR2 care produce în înfășurarea secundară o tensiune alternativă cu amplitudinea de 750V. Multiplicatorul de înaltă tensiune de tip diode – condensatori (Cockroft Walton) este compus din două unități, înseriate, care generează fiecare o tensiune de 9KV. Tensiunea rezultată de 18KV este aplicată prin intermediul unor rezistoare pentru limitarea curentului, la bornele cilindrului (B).

Secvențele de pornire și oprire a generatorului se realizează în partea de joasă tensiune (12V) pentru a evita manipularea tensiunii înalte de curent continuu.

Separatorul electrostatic pentru microplastice, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- având o alimentare la acumulator, separatorul este portabil, analizele privind conținutul de particule microplastice se pot efectua în condiții de teren, la locul prelevării probei;
- măsurătorile făcându-se in situ se evită în acest fel contaminarea probelor datorită prelevării acestora în diferite tipuri de recipiente, în timpul transportului sau în timpul manevrării probelor în laborator;
- procesul de separare nu presupune utilizarea substanțelor chimice folosite ca completare la alte echipamente de separare, fapt ce conduce la o deteriorare a particulelor de microplastice, astfel rezultatele fiind oarecum eronate;
- prin această metodă uscată de separare a particulelor microplastice se pot realiza analize ulterioare a compușilor poluanți absorbiți de polimerii

din care sunt confecționate particulele microplastice. Aceste studii nu pot fi realizate dacă separarea presupune utilizarea de soluții chimice;

- durata de timp totală din momentul prelevării probelor până la obținerea rezultatelor se reduce simțitor, în felul acesta crescând eficiența folosirii timpului acordat analizelor;
- gabaritul și masa reduse în raport cu echipamentele similare aduc un plus de mobilitate a separatorului propus;
- nivelul ridicat de discriminare a microplasticelor în raport cu sedimentul asociat, fac din separatorul prezentat un echipament extrem de util în activitatea de cercetare din domeniul eco-toxicologiei.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu fig.1, fig.2 și fig.3 care reprezintă:

- fig.1, schema bloc a separatorului electrostatic pentru microplastice conform invenției;
- fig.2, structura cilindrului de separare a particulelor microplastice;
- fig.3, schema electrică de principiu a generatorului de înaltă tensiune.

În fig.1 este prezentată schema bloc a separatorului electrostatic pentru microplastice, care cuprinde generatorul de înaltă tensiune (A), cilindrul de separare (B) și sursa de alimentare cu energie electrică, un acumulator de 12V (C).

În fig.2 este prezentat cilindrul de separare (B).

Cilindrul (B) este confecționat din sticlă borosilicat cu grosimea de 3,5mm, având diametrul de 120mm și o înălțime de 250mm și are prevăzută o joncțiune între două părți detașabile pentru a permite introducerea probei. Zona de suprapunerii a celor două părți sticlă are suprafața mată pentru a realiza o bună etanșare. Cilindrul (B) are prevăzut o fantă laterală (11) în vederea eliminării sedimentului după etapa polarizării acestuia prin fenomenul de inducție electrostatică.

În cilindrul de de separare (B), în apropierea electrozilor (7) se află o platformă (4) realizată din tablă de cupru cu grosimea de 1mm, având formă de disc circular, care are posibilitatea de a fi rotită la 180° în raport cu poziția inițială, și care este conectată la borna minus a generatorului de înaltă tensiune (A).

În interiorul cilindrului de separare se găsește și o tijă din inox (8), care are posibilitatea de a fi mișcată între electrozii (7) și platforma (4).

Cilindrul (B) are asociate un număr de două tăvi (9) și (10). Tava (9) este atașată în partea de jos, din interiorul cilindrului (B) și servește la colectarea particulelor microplastice. Tava de colectare (10) se află în exteriorul cilindrului (B), în dreptul fantei (11) și servește la colectarea sedimentului.

În fig.3 este reprezentată schema de principiu a generatorului de înaltă tensiune. Acest generator este alcătuit dintr-un convertor de curent continuu - curent continuu (DC-DC), construit în jurul controlerului SG3524, care este un circuit integrat specializat pentru surse de tensiune în comutație stabilizate, prin modulația în durată a impulsurilor (PWM). În schema prezentată, circuitul integrat furnizează o serie de impulsuri în contratimp (defazate cu 180°) care comandă o pereche de tranzistoare MOSFET.

Cele două tranzistoare comută fluxul magnetic cu o frecvență de 50 KHz în ambele sensuri prin miezul magnetic al transformatorului TR1. Acesta este constituit dintr-un toroid realizat din ferită de înaltă frecvență cu un ciclu histerezis dreptunghiular, care permite o comutație a fluxului magnetic cu pierderi mici. Astfel se asigură un randament ridicat al transformării tensiunii continue de la acumulatorul de 12V, într-o tensiune alternativă cu o amplitudine de 250V, la o frecvență de 50KHz.

Această tensiune electrică alternativă, este preluată de un transformator de înaltă tensiune TR2, care crește amplitudinea până la o valoare de 750V. În continuare, această tensiune electrică de curent alternativ este introdusă în două multiplicatoare de tensiune care transformă tensiunea alternativă (AC) în tensiune continuă (DC) și, de asemenea, ridică valoarea tensiunii la câte 9 KV fiecare. Cele două multiplicatoare de tensiune sunt înseriate astfel încât, în final,

se obține o tensiune continuă (DC) de 18KV, la un curent de câțiva zeci de microamperi.

Separatorul electrostatic pentru microplastice, conform invenției, este alcătuit dintr-un generator (A) de tensiune înaltă, prezentat în cele de mai sus, care se cuplează cu cilindrul de separare (B), pentru obținerea electrizării amestecului sediment – microplastice prin intermediul câmpului electrostatic de înaltă intensitate. Acest câmp electrostatic este produs de electrozii (7) montați pe o platformă (6) reprezentați de niște conductori de cupru, cu diametrul de 2mm, având vârful ascuțit, care sunt conectați la borna (12) plus a generatorului de înaltă tensiune (A).

Funcționarea separatorul electrostatic pentru microplastice, se bazează pe fenomenul de electrizare a sedimentului și a particulelor microplastice prin intermediul unui câmp electrostatic intens produs de către niște electrozi conectați la un generator de înaltă tensiune de curent continuu (5 – 20KV DC). Pentru a obține acest lucru se realizează prin conectarea bornelor (2) și (3) al cilindrului (B), la bornele (12) și (13) al generatorului de înaltă tensiune (A). Bornele (2) și (3) sunt în legătură cu platformele (6) și, respectiv, (4) din interiorul cilindrului (B).

Proba pentru analiză este introdusă în cilindrul de separare (B), aflat inițial în poziție verticală având electrozii orientați cu vârful înspre suport (în jos), prin detașarea capacului acestuia, și așezată pe platforma (4). Apoi, capacul este așezat în poziție inițială. Cilindrul de separare este conectat la generatorul de înaltă tensiune (A). Între electrozii (7) și platforma (4) este generat un câmp electrostatic de înaltă intensitate, se produce o descărcare de tip *corona*, care polarizează proba din punct de vedere electric (fenomen de electrizare). Datorită acestui proces de electrizare a amestecului sediment – microplastice, acesta din urmă se va fixa de platforma (4).

Următoarea fază a procesului de separare constă în rotirea cilindrului (B) cu 90° și deschiderea fantei de evacuare (11). Pentru declanșarea procesului de eliberare a sedimentului de pe platforma (4) se introduce tija (8) și se execută cu

aceasta o mișcare oscilatorie în plan vertical, între platforma (4) și electrozii (7) atașați de platforma (6). În acest mod are loc printr-un fenomen de inducție electrostatică, desprinderea sedimentului de pe platforma (4). Această fază a procesului de separare a sedimentului nu afectează particulele de microplastice, întrucât acestea rămân în continuare atașate de platforma (4) datorită proprietăților electrice diferite ale materialului plastic în raport cu sedimentul. Sedimentul eliberat prin fanta (11) este recuperat în tava (10) atașată în exteriorul cilindrului (B), pe suportul (1) al acestuia.

Ultima etapă a procesului de separare, este reprezentată de readucerea cilindrului (B) în poziție inițială (verticală), iar platforma (4) se rotește cu 180° . Prin conectarea bornelor (2) și (3) ale cilindrului (B), la bornele (14) și (15) de curent alternativ ale generatorului (A) de înaltă tensiune, se realizează pierderea stării de electrizare a particulelor microplastice. Acestea, nemaifiind electrizate, sub acțiunea gravitației, se vor desprinde de pe platforma (4) și vor fi colectate în tava (9), aflată la baza cilindrului (B).

REVENDICĂRI

1. Separatorul electrostatic pentru microplastice, realizează separarea particulelor microplastice din sedimente, în vederea evaluării nivelului de poluare a acestora din mediul natural, **caracterizată prin aceea că** are în componență un cilindru din sticlă (B) care are prevăzut în interior o primă platformă (6), pe care sunt montați electrozii (7), conectată la borna plus (12) a generatorului de înaltă tensiune și o a doua platformă (4) care servește drept suport pentru probă, conectată la borna minus (13). În interiorul cilindrului se mai găsește o tijă (8) de metal care este introdusă lateral și o tavă de colectare (9) pentru microplastice aflată la baza cilindrului.

2. Separatorul conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** funcționarea sa e asigurată de un generator de înaltă tensiune tensiune continuă reglabilă (10-18kV), care este alimentat de la un acumulator de 12V. Acest mod de alimentare conferă portabilitate acestui echipament.

3. Separatorul conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** noul procedeu de lucru al echipamentului propus, are o eficiență crescută deoarece necesită un timp de lucru mai scurt și o capacitate de discriminare mărită.

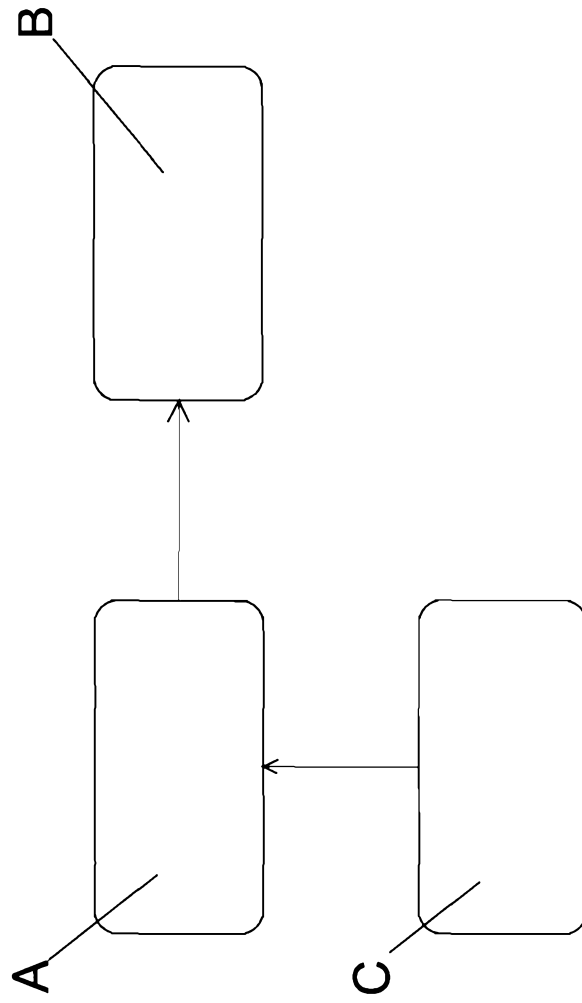


FIG. 1

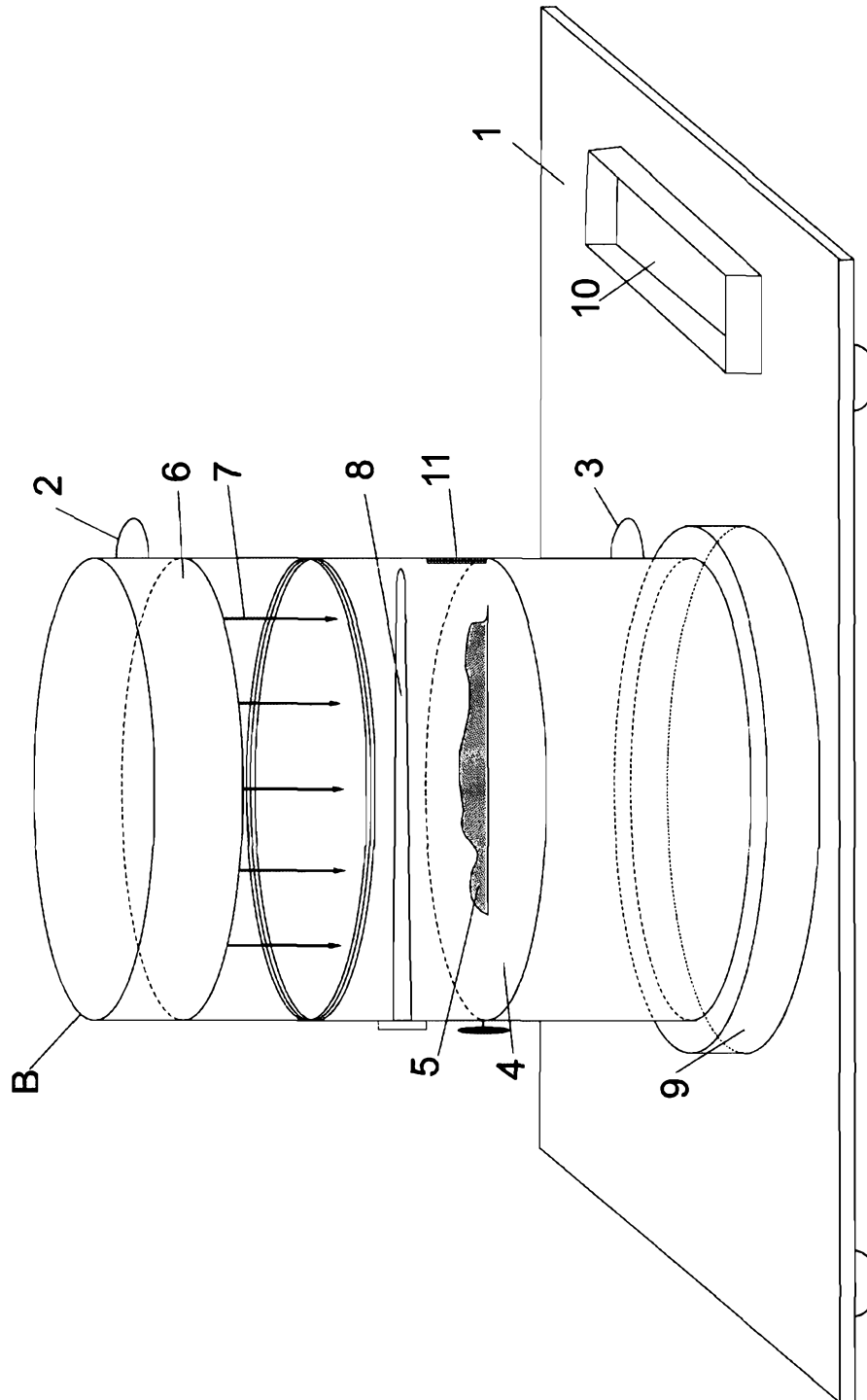


FIG. 2

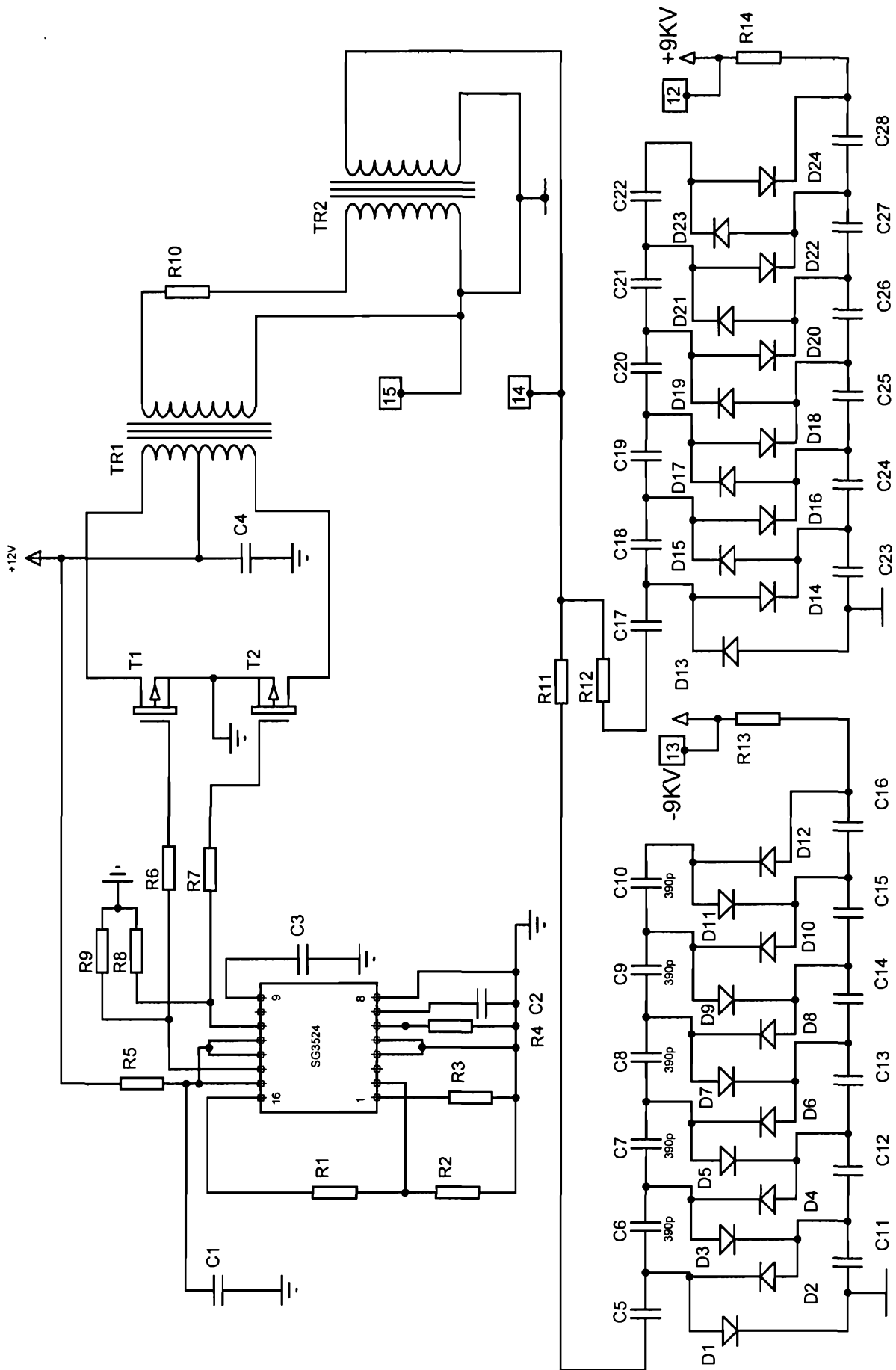


FIG. 3