

(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2023 00570

(22) Data de depozit: 12/10/2023

(41) Data publicării cererii:
29/03/2024 BOPI nr. 3/2024

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA "TRANSILVANIA" DIN
BRAȘOV, BD.EROILOR NR.29, BRAȘOV,
BV, RO

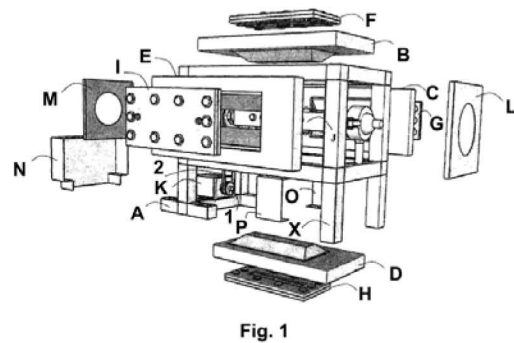
(72) Inventatori:
• ROIBU ANCA, STR.SITEI, NR.45,
BRAȘOV, BV, RO;
• ANDRONIC LUMINIȚA CAMELIA,
CALEA HĂRMANULUI, NR.164,
SÂNPETRU, BV, RO;
• UDROIU RĂZVAN, STR. POPASULUI,
NR.3, BRAȘOV, BV, RO

(54) **PLATFORMĂ MICROFLUIDICĂ PENTRU TESTAREA
ACTIVITĂȚII FOTOCATALITICE A FILMELOR SUBȚIRI
ÎN FLUX CONTINUU**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o platformă microfluidică destinată testării în flux continuu a activității fotocatalitice a materialelor depuse sub formă de filme subțiri. Platforma, conform invenției, constă din patru microreactoare (F, G, H, I), o sursă de lumină rotativă (J), care conține cel puțin patru grupuri de LED-uri (Q, R, S, T) diferite și un mecanism de rotire a sursei de lumină compus din două fulii (1, 17), o curea (2) și un motor pas cu pas (K), platforma permițând rotirea sursei de lumină (J) în timp ce un sistem de răcire al sursei de lumină rămâne imobil, testarea activității fotocatalitice pentru degradarea poluanților din apă, în prezența sau absența unui gaz inert sau cu o concentrație variabilă de oxigen și, de asemenea, testarea simultană și continuă a patru filme subțiri în cel puțin patru condiții diferite de iluminare pentru fiecare film subțire.

Revendicări: 4
Figuri: 11



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI	
Cerere de brevet de invenție	
Nr.	a 2023 ce 570
Data depozit	12-10-2023

Descrierea invenției

PLATFORMĂ MICROFLUIDICĂ PENTRU TESTAREA ACTIVITĂȚII FOTOCATALITICE
A FILMELOR SUBȚIRI ÎN FLUX CONTINUU

Invenția se referă la o platformă microfluidică conținând patru foto microreactoare cu film subțire și o sursă de lumină rotativă bazată pe LEDuri, **destinată** testării simultane și continue a activității fotocatalitice pentru depoluarea apei a patru materiale depuse în strat subțire, sub cel puțin patru condiții diferite de iluminare pentru fiecare material.

Este cunoscut un dispozitiv care conține o matrice de fotocatalizatori imobilizați pe un suport, o cameră care conține o soluție de electrolit, a sursă de lumină ce iluminează matricea de fotocatalizatori și un aparat pentru măsurarea variației de curent sau tensiune, destinat testării activității materialelor în fotoelectroliză pentru obținerea de combustibili (*High-Throughput screening and device for photocatalysts, brevet US20100051478A1/2009*). Acest dispozitiv are dezavantajul că nu permite înlocuirea facilă a materialelor depuse, nu este folosit pentru testarea activității materialelor pentru depoluarea fotocatalitică a apei și nu permite analiza chimică în mod continuu a soluției apoase care vine în contact cu materialele testate.

Mai este cunoscută o platformă de tip microreactor conținând o matrice de microcavități și un film de sigilare mobil, folosită pentru testarea simultană a mai multor reacții chimice (*Microreactor array platform, brevet US10850278B2/2020*). Această platformă are dezavantajul că nu conține o sursă de lumină și nu a fost folosită pentru testarea activității materialelor pentru depoluarea fotocatalitică a apei.

Mai este cunoscut un fotoreactor în flux, conținând un racord de intrare, a lampă cu multiple surse de lumină pe bază de LEDuri, un tub de reacție transparent pentru lumină UV și un racord de ieșire, destinat purificării apei prin degradarea fotocatalitică a poluanților (*Rotationally symmetric photoanalytic reactor for water purification, brevet US20190161367A1/2019*). Tubul de reacție conține un ansamblu de tije înlocuibile pe care este depus un film subțire de fotocatalizator și este înconjurat de un tub hexagonal pe care sunt poziționate 6 șiruri de LEDuri. Acest fotoreactor are dezavantajul că doar un singur fotocatalizator poate fi testat la un moment dat. Un alt dezavantaj este că LEDurile emit un singur tip de lumină, de exemplu lumină UV, și nu pot fi înlocuite într-un mod facil pentru testarea activității materialelor la diferite lungimi de undă în domeniile UV, vizibil și infraroșu.

Mai este cunoscut un purificator de aer care conține unul sau mai multe sisteme fotocatalitice și o lampă care iluminează fotocatalizatorul (*Photoactivated semiconductor photocatalytic air purification, brevet US11623018B2/2023*). Sistemul fotocatalitic este alcătuit din plăcuțe de tip PCB (*Printed Circuit Board*) dispuse paralel între ele, formând un canal în formă de serpentină pentru curgerea aerului. Fiecare plăcuță PCB are imobilizat un strat de fotocatalizator, iar aceste plăcuțe PCB pot fi aranjate în ansabluri poziționate în jurul lămpii centrale. Acest fotoreactor are dezavantajul că nu a fost folosit pentru testarea activității materialelor pentru depoluarea

fotocatalitică a apei. Un alt dezavantaj este că racordul de intrare al purificatorului este conectat la multiple sisteme fotocatalitice, și, astfel, în cazul folosirii unui amestec de apă și aer sub formă de gaz, aerul nu se va distribui uniform, și în consecință degradarea poluanților din apă se va realiza neuniform în sistemele fotocatalitice paralele. Un alt dezavantaj este că dispozitivul nu permite testarea simultană a mai multor fotocatalizatori, deoarece sistemele fotocatalitice care funcționează în paralel se conectează la un singur racord de ieșire.

Mai este cunoscut un fotoreactor cu film subțire de forma unui paralelipiped dreptunghic destinat îndepărtării poluanților din apă prin fotocataliză și adsorbție cu ajutorul radiației solare (*Fotoreactor cu film subțire pentru epurarea avansată a apelor prin fotocataliză și adsorbție, brevet RO132804A0/2018*). Fotoreactorul este constituit dintr-o cuvă demontabilă, un capac prevăzut cu o placă de sticlă transparentă pentru radiația luminoasă și un suport central amplasat în interiorul cuvei, prevăzut cu plăci de sticlă acoperite cu un film subțire de fotocatalizator ce pot fi înlocuite. Acest fotoreactor are dezavantajul că nu dispune de o sursă artificială de lumină integrată, ce poate fi folosită pentru o testare continuă, și nu permite folosirea unui regim controlat de gaz-lichid pentru a investiga influența concentrației de oxigen din apă asupra activității fotocatalitice.

Mai este cunoscut faptul că microreactoarele sunt folosite ca instrumente de testare a activității fotocatalitice datorită timpilor caracteristici de reacție scăzuți care sunt de ordinul minutelor. Photo microreactoarele sunt caracterizate și de un consum redus de material fotocatalitic și de apă (*Microfluidic chip-based analytical system for rapid screening of photocatalysts, Talanta, 2013*)

Mai este cunoscut faptul că influența concentrației oxigenului în apă este investigată adesea în studiile de depoluare a apei, deoarece concentrația oxigenului afectează cinetica reacțiilor fotocatalitice. O concentrație ridicată a oxigenului în apă a fost corelată cu o degradare mai avansată a poluanților prezenți în apă și a fost atribuită unei acoperiri mai mari a suprafeței fotocatalizatorului cu oxigen și captării de electroni de către oxigen. (*A mechanistic approach to modeling the effect of dissolved oxygen in photo-oxidation reactions on titanium dioxide in aqueous systems, Chem. Eng. Sci, 2001*)

Mai este cunoscut faptul că introducerea unei faze inerte sub formă de gaz (cum ar fi azot) și formarea unui sistem gaz-lichid de tip Taylor accelerează reacția de fotocataliză și reduce volumul de reactanți consumați în procesul de testare (*Photoproduction of hydrogen in microreactors: Catalytic coating or slurry configuration?, Catal. Today, 2022*).

Mai este cunoscut faptul că activitatea fotocatalitică depinde de lungimea de undă a radiației, aspect important, în special, în testarea unor noi materiale destinate fotoreactoarelor cu lumină vizibilă și în domeniul infraroșu. Lumina pseudo-monocromatică emisă de LEDuri permite testarea activității fotocatalitice la diferite lungimi de undă în domeniul UV, vizibil și infraroșu (*Wavelength dependence of the photocatalytic performance of pure and doped TiO₂ photocatalysts-A reflection on the importance of UV excitability, Catalysts, 2022*).

Scopul invenției este să creeze o platformă pe bază de microreactoare care să accelereze testarea activității fotocatalitice a filmelor subțiri pentru degradarea poluanților din apă și de a reduce consumul de materiale folosite în procesul de testare a fotocatalizatorilor.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în testarea accelerată, eficientă și sustenabilă a fotocatalizatorilor depuși în strat subțire pentru depoluarea apei, într-un mod continuu, sub iluminarea cu multiple lungimi de undă, în absența sau în prezența unui gaz adăugat.

Platforma microfluidică conform invenției **soluționează problema tehnică** prin utilizarea a patru foto microreactoare conectate în paralel, dar cu cu racorduri hidraulice de intrare și ieșire independente, care sunt fabricate prin tehnologia de printare 3D și conținând un film subțire depus pe o placă de sticlă și un canal milimetric, o sursă de lumină alcătuită din patru grupuri de LED-uri caracterizate de cel puțin patru lungimi de undă diferite, și un mecanism de rotire a sursei de lumină astfel încât testarea activității fotocatalitice pentru depoluarea apei a celor patru filme subțiri este realizată simultan și continuu sub cel puțin patru condiții diferite de iluminare pentru fiecare film subțire.

Invenția prezintă următoarele avantaje

- Asigură un timp scurt de reacție/de testare a fiecărui material, permițând testarea unui număr ridicat de materiale într-un timp scurt
- Permite testarea simultană a patru materiale, determinând accelerarea testării
- Permite testarea continuă folosind patru tipuri de iluminare, fără a consuma material fotocatalitic adițional
- Permite înlocuirea facilă a filmelor subțiri fotocatalitice prin schimbarea plăcilor de sticlă
- Permite introducerea unui gaz inert sau cu concentrație variabilă de oxigen pentru accelerarea reacției fotocatalitice, reducerea cantității de apă și poluant, și testarea influenței concentrației de oxigen din apă
- Permite cuplarea microreactoarelor cu instrumente de analiză optice/chimice pentru monitorizarea continuă a concentrației de poluant
- Are o construcție simplă realizată în majoritate din materiale polimerice folosind tehnologia de printare 3D care determină costuri reduse de fabricație

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură și cu fig. 1...9 care prezintă:

Fig. 1. Vedere 3D în explozie a platformei microfluidice pentru testarea activității fotocatalitice a filmelor subțiri

Fig. 2. Vederi 3D ale platformei microfluidice pentru testarea activității fotocatalitice a filmelor subțiri

Fig. 3. Vederi 3D ale cadrului și sursei de lumină

Fig. 4. Vederi 3D ale sursei de lumină

Fig. 5. Vedere frontală, posterioară și laterală a unui suport de microreactor

Fig. 6. Vedere frontală, posterioară și laterală a unui microreactor

Fig. 7. Vedere 3D în explozie a unui microreactor

Fig. 8. Vedere frontală, posterioară și laterală a plăcii exterioare a microreactorului

Fig. 9. Vedere frontală și posterioară a plăcii interioare a microreactorului

Fig. 10. Diagramă pentru un exemplu de test al activității fotocatalitice realizată folosind patru filme subțiri

Fig. 11. Reprezentare schematică a unui sistem eterogen gaz-lichid obținut prin introducerea unui un gaz în timpul testării activității fotocatalitice

Platforma microfluidică, în legătură cu fig. 1...9 are o formă geometrică paralelipipedică și se compune dintr-un cadru **A**, pe care sunt ansamblate patru suporturi pentru microreactor **B**, **C**, **D**, **E**, patru microreactoare **F**, **G**, **H**, **I**, o sursă de lumină **J** cu LEDuri, un motor pas cu pas **K** la care este atașată o folie **1** necesară pentru a roti sursa de lumină **J** utilizând o curea **2**, două capace pentru sursa de lumină **L**, **M** și trei capace pentru motorul pas cu pas **N**, **O**, **P**. Capacele **L**, **M**, **N**, **O**, **P** (Fig. 1 și Fig. 2) au rolul de protecție a utilizatorului deoarece reduc cantitatea de radiație emisă de sursa de lumină **J** care ajunge în spațiul ambiental și rolul de limitare a cantității de lumină ambientală care ajunge la microreactoarele **F**, **G**, **H**, **I** pentru a asigura o testare precisă și reproductibilă. Sursa de lumină este răcită prin conectarea la un sistem recirculant cu apă sau alt agent termic cu ajutorul a două tuburi polimerice **3** și **4** cuplate la cuplele rapide (conectori mamă) **5** și **6**, care au rolurile de a conecta sistemul de răcire cu sursa de lumină **J** și de a permite rotirea sursei de lumină **J** cu ajutorul motorului pas cu pas **K**. Clemele **7** și **8** imobilizează cuplele rapide **5** și **6** și mențin poziția întregului sistem de răcire cu apă sau agent termic în momentul în care sursa de lumină **J** este rotită. Suporturile de microreactor **B**, **C**, **D**, **E** sunt atașate de cadrul **A** formând un spațiu interior de formă rectangulară și au rolul de a menține microreactoarele **F**, **G**, **H**, **I** la o distanță echidistantă față de sursa de lumină **J** și de a permite doar lumina emisă de LEDurile orientate către fiecare microreactor să ajungă la acesta.

Sursa de lumină **J** (Fig. 3 și Fig. 4) este alcătuită dintr-o țevă metalică **9** cu o conductivitate termică ridicată prin care circulă apă sau agent de răcire și patru grupuri de LEDuri **Q**, **R**, **S** și **T** care sunt poziționate pe fiecare latură a țevii metalice **9** și sunt alcătuite din LEDuri individuale **10** care sunt prevăzute sau nu cu lentile pentru focalizarea luminii, dar care sunt caracterizate de un unghi de iradiere mai mic de 60°. Două capace **11** și **12** sunt folosite pentru sigilarea hidraulică a țevii metalice **9**, pe care sunt fixați conectorii hidraulici **13** și **14** pe care sunt înfiletați conectorii (tată) pentru cuplă rapidă **15** și **16**. Pe conectorul hidraulic **14** este inserată o folie **17** care este conectată cu folia **1** prin intermediul unei curele **2**, care împreună cu motorul pas cu pas **K** formează mecanismul pentru rotirea sursei de lumină **J**.

Suporturile pentru microreactoare **B**, **C**, **D**, **E** (Fig. 5) au geometrie similară și dimensiunile adecvate pentru a fi atașate cadrului **A** prin inserare sau prin fixare cu ajutorul unor elemente de ansamblare demontabilă, de tip șurub, înfiletate în alezaje înfundate care pot fi realizate în corpul

18 al suporturilor de microreactor (nereprezentate). Dimensiunea suportului de microreactor D este ajustată prin reducerea lungimii corpului suportului 18 pentru a permite montarea mecanismului pentru rotirea sursei de lumină J. Toate suporturile pentru microreactoare B, C, D, E, conțin o ramă 19 pentru microreactor, care este folosită pentru imobilizarea microreactorului într-o poziție predeterminată și care asigură un optim de iradianță și uniformitate a luminii pe suprafața microreactorului. Rama 19 încadrează o fereastră 20 orientată spre sursa de lumină J și este prevăzută cu un selector de lumină 21. Selectorul de lumină este construit să capteze doar lumina emisă de grupul de LEDuri orientat către selectorul de lumină, iar dimensiunea acestuia este adecvată să colecteze fasciculele focalizate ale LEDurilor înainte să fie dispersate sau reflectate spre alte direcții.

Cele patru microreactoare F, G, H, I (Fig. 6 și Fig. 7) sunt subansambluri cu geometrie paralelipipedică și dimensiuni identice, dimensiunile fiind adecvate pentru ca microreactoarele să fie montate în fereastra suportului 20. Un microreactor este alcătuit dintr-o placă exterioară U care încorporează un canal 22 cu diametrul mai mic de 3 mm, o placă de sticlă 23 de formă paralelipipedică dreptunghică pe care se imobilizează materialul care este investigat în testele fotocatalitice și o placă interioară V care conține o fereastră 24 care este poziționată în timpul testării către sursa de lumină J. Geometria canalului 22 nu este limitată la o formă lineară, putând fi o serpentină sau o altă formă ce maximizează folosirea spațiului expus ferestrei 24. Cele trei componente principale ale subansamblului sunt montate cu ajutorul unor elemente de ansamblare demontabilă 25, compuse, de exemplu, din suruburi și piulițe.

Placa exterioară U (Fig. 8) este alcătuită dintr-un corp paralelipipedic dreptunghic care conține două orificii 26 la care sunt fixate două racorduri hidraulice 27, pentru intrarea și ieșirea apei din canalul 22, mai multe alezaje 28 pentru introducerea elementelor de ansamblare 25, și un strat subțire de silicon 29 depus prin pulverizare în jurul canalului 22. Stratul de silicon 29 este folosit pentru a etanșa canalul 22 și plăcuța de sticlă 23, atunci când microreactorul este ansamblat cu ajutorul elementelor de ansamblare 25.

Placa interioară V (Fig. 9) este alcătuită dintr-un corp paralelipipedic dreptunghic și conține o fereastră 30, o bordură 31 care susține fixarea plăcuței de sticlă 23 atunci când microreactorul este ansamblat, și mai multe alezaje 32 pentru introducerea elementelor de ansamblare 25.

Platforma microfluidică, conform invenției, se montează într-o instalație destinată testării activității fotocatalitice alcătuită din una sau mai multe pompe care asigură circulația apei cu o viteză redusă prin instalație și un instrument de măsurare în flux a concentrației poluantului. Pompa, instrumentul de măsurare a concentrației poluantului, sursa de lumină și motorul pas cu pas sunt conectate, monitorizate și controlate de un computer astfel încât platformă va realiza un test automatizat, fără intervenția unui operator. Un exemplu de test (Fig. 10) care cuprinde cel puțin 16 experimente individuale se desfășoară astfel: (i) în poziția sursei de lumină J nr. 1 cele patru microreactoare F, G, H, I sunt iluminate de către cele 4 grupurile de LEDuri Q, R, S și T diferențiate prin lungimea de undă emisă, (ii) în poziția sursei de lumină J nr. 2 obținută prin rotirea sursei de lumină J cu 90°, microreactoarele F, G, H, I sunt iluminate de către grupurile de LEDuri T, Q, R, S, (iii) în poziția sursei de lumină J nr. 3 obținută prin rotirea sursei de lumină J cu 180°, microreactoarele F, G, H, I sunt iluminate de către grupurile de LEDuri S, T, Q, R, iar

în (iv) în poziția sursei de lumină **J** nr. 4 obținută prin rotirea sursei de lumină **J** cu 270°, microreactoarele **F, G, H, I** sunt iluminate de către grupurile de LEDuri **R, S, T, Q**.

Fiecare grup de LEDuri poate emite mai multe lungimi de undă, cum este cazul LEDurilor de tip RGB (roșu, verde, albastru) sau RGBW (roșu, verde, albastru, alb), astfel numărul de experimente într-un test va fi mai mare de 16. Un test poate include și investigarea activității fotocatalitice a filmelor subțiri la mai multe intensități ale luminii obținută prin modificarea curentului sau tensiunii aplicate fiecărui grup de LEDuri sau la diferite debite ale apei pompată prin microreactoare, astfel și în aceste cazuri numărul de experimente dintr-un test va fi mai mare decât 16. În cazul unor materiale cu activitate fotocatalitică scăzută, **platforma microfluidică** poate fi utilizată și pentru testarea unui singur fotocatalizator prin depunerea aceluiași material în film subțire pe cele patru microreactoare care se vor conecta în serie. Acest tip de test necesită ca lumina emisă de cele patru grupuri de LEDuri să fie caracterizate de aceeași lungime de undă.

Prin introducerea unui gaz inert sau un gaz cu conținut variabil de oxigen (aer sau oxigen pur) în platforma microfluidică, testarea se realizează într-un sistem eterogen gaz-lichid de tip Taylor caracterizat de o succesiune de bule de gaz **33** într-o fază continuă de apă (Fig 11). Un sistem eterogen gaz-lichid cu conținut de peste 70% (volumetric) de gaz inert permite accelerarea reacției fotocatalitice și, în consecință, reducerea timpului necesar pentru un test, dar și diminuarea volumului de apă folosit în testare cu cel puțin 70%. Un sistem eterogen gaz-lichid cu conținut variabil de aer sau oxigen permite accelerarea reacției fotocatalitice, diminuarea volumul de apă folosit în testare, dar și investigarea influenței concentrației de oxigen din apă asupra reacției fotocatalitice.

Platforma microfluidică este realizată, cu excepția elementelor de ansamblare demontabilă, a plăcuței de sticlă, a motorului pas cu pas, a curelei și a țevii metalice din componența sursei de lumină, din materiale polimerice folosind tehnologia de printare 3D. O alternativă include fabricarea cadrului **A** prin conectarea unor țevi metalice și fabricarea fuliilor din material metalic. Se recomandă ca materialul polimeric folosit pentru fabricarea canalului **22** să fie inert din punct de vedere chimic și termostabil până la 50°C. Se mai recomandă ca țeava metalică folosită în construcția sursei de lumină **J** să fie fabricată dintr-un material metalic cu o conductivitate termică ridicată pentru a asigura un schimb eficient de căldură dintre LEDuri și apa/agentul de răcire. Se mai recomandă imobilizarea LEDurilor pe suprafața țevii de răcire cu un adeziv termoconductiv, deșus în strat subțire pentru a asigura un schimb de căldură eficient între LED și țeava metalică.

1. N. S. Lewis, J. Katz, T. Gingrich, *High-Throughput screening and device for photocatalysts*, brevet US20100051478A1, 2009.
2. P. Wiktor, *Microreactor array platform*, brevet US10850278B2, 2020.
3. S. Fowler, J. Jiao, R. Catabay, *Rotationally symmetric photoanalytic reactor for water purification*, brevet US20190161367A1, 2019.
4. D. P. Scheg, X. I. Morgan-Lange, *Photoactivated semiconductor photocatalytic air purification*, brevet US11623018B2, 2023.
5. C. A. Duță, M. D. Moldovan, C. A. Bogatu, M. Covei, I. Vișa, D. Perniu, M. Neagoie, *Fotoreactor cu film subțire pentru epurarea avansată a apelor prin fotocataliză și adsorbție*, brevet RO132804 (A0), 2018.
6. H. Zhang, J.-J. Wang, J. Fan, Q. Fang, *Microfluidic chip-based analytical system for rapid screening of photocatalysts*, *Talanta* 116 (2013) 946-950.
7. C. B. Almquist, P. Biswas, *A mechanistic approach to modeling the effect of dissolved oxygen in photo-oxidation reactions on titanium dioxide in aqueous systems*, *Chem. Eng. Sci.* 56 (2001) 3421.
8. V. Chausse, J. Llorca, *Photoproduction of hydrogen in microreactors: Catalytic coating or slurry configuration?*, *Catal. Today* 383 (2022) 156-163.
9. G. Veréb, T. Gyulavári, O. Virág, T. Alapi, K. Hernadi, Z. Pap, *Wavelength dependence of the photocatalytic performance of pure and doped TiO₂ photocatalysts-A Reflection on the importance of UV excitability*, *Catalysts* 12 (2022) 1492.

REVENDICĂRI

1. Platforma microfluidică destinată testării activității fotocatalitice, **caracterizată prin aceea că** este compusă din patru foto microreactoare (F, G, H, I) care conțin un film subțire depus pe o placă de sticlă (23) și un canal (22) de dimensiune milimetrică, o sursă de lumină (J) care conține patru grupuri de LEDuri (Q, R, S și T) caracterizate de cel puțin patru lungimi de undă diferite, și un motor pas cu pas (K) care rotește sursa de lumină (J) astfel încât testarea celor patru filme subțiri este realizată simultan și continuu sub cel puțin patru condiții diferite de iluminare pentru fiecare film subțire.
2. Platforma microfluidică, *conform revendicării 1*, **caracterizată prin aceea că** folosește cuple rapide (5 și 6) care permit rotirea sursei de lumină (J) în timp ce sistemul de răcire al sursei de lumină (J) este imobil.
3. Platforma microfluidică, *conform revendicării 1*, **caracterizată prin aceea că** este alcătuită din microreactoare (F, G, H, I) fabricate prin tehnologia de printare 3D și care sunt subansambluri cu geometrie paralelipipedică alcătuite dintr-o placă exterioară (U), o placă de sticlă (23) și o placă interioară (V) care sunt etanșate printr-un strat de silicon (29) imobilizat prin pulverizare în jurul canalului (22) pe placa exterioară (U).
4. Platforma microfluidică, *conform revendicării 1*, **caracterizată prin aceea că** permite testarea activității fotocatalitice pentru degradarea poluanților din apă în prezența unui gaz inert sau a unui gaz cu concentrație variabilă de oxigen.

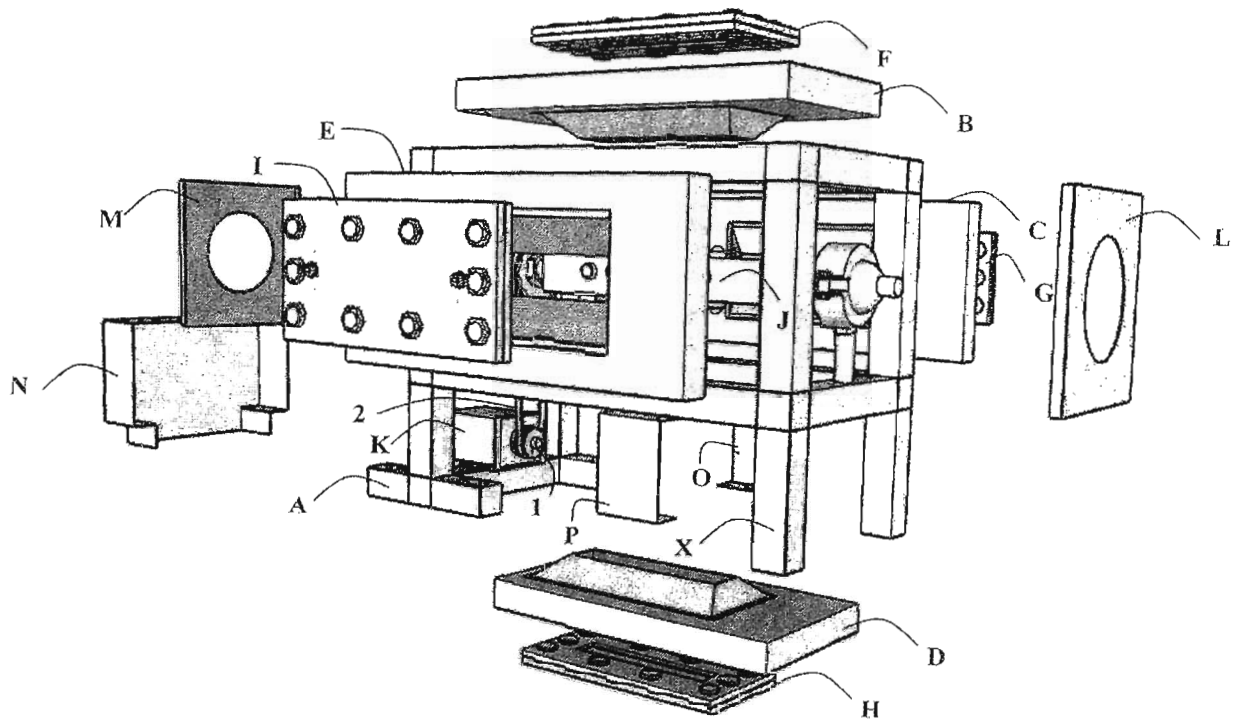


Fig. 1

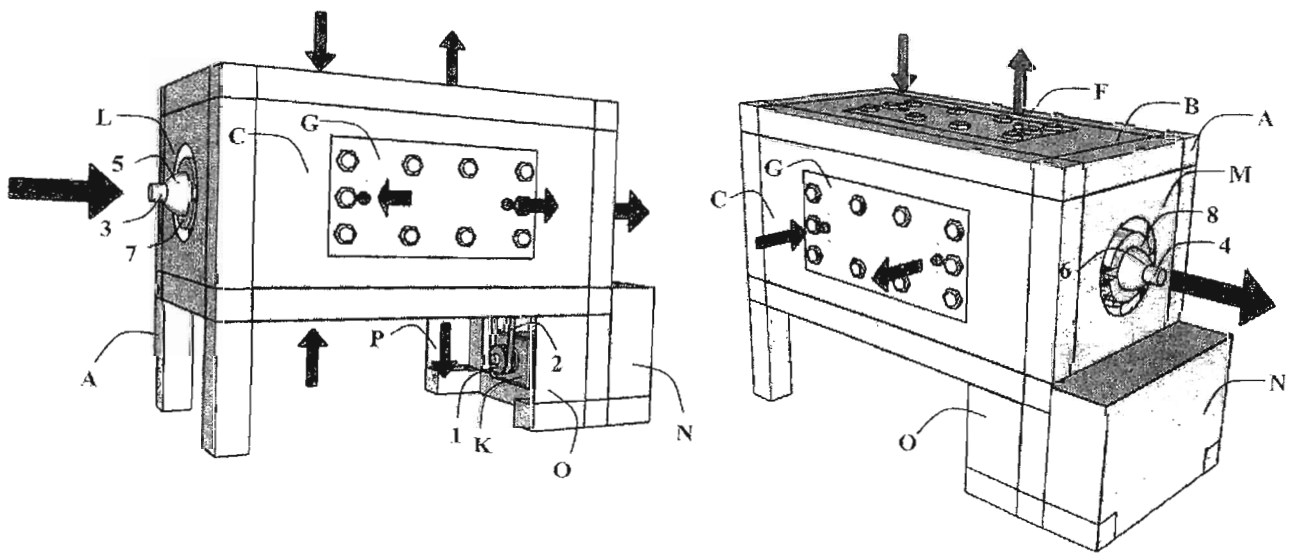


Fig. 2

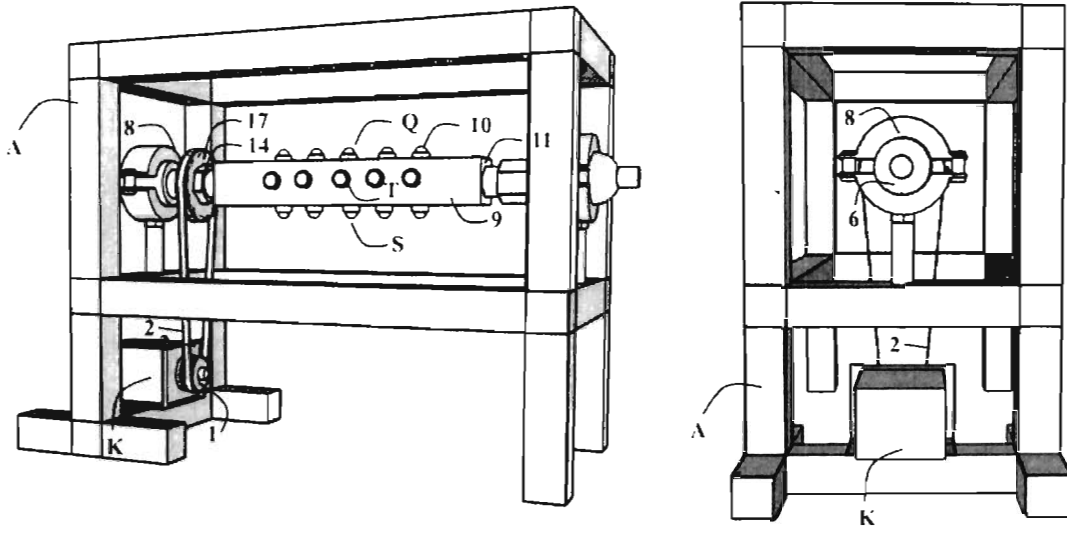


Fig. 3

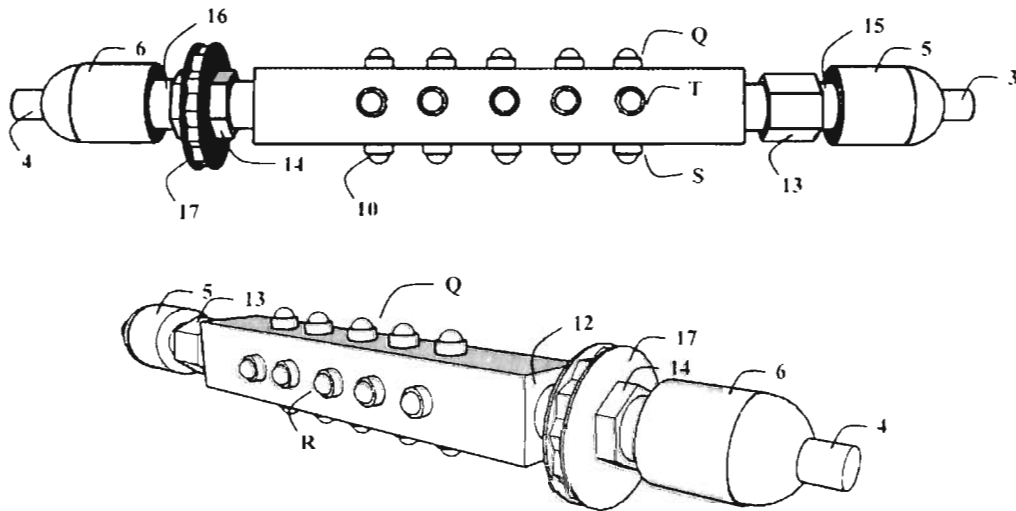


Fig. 4

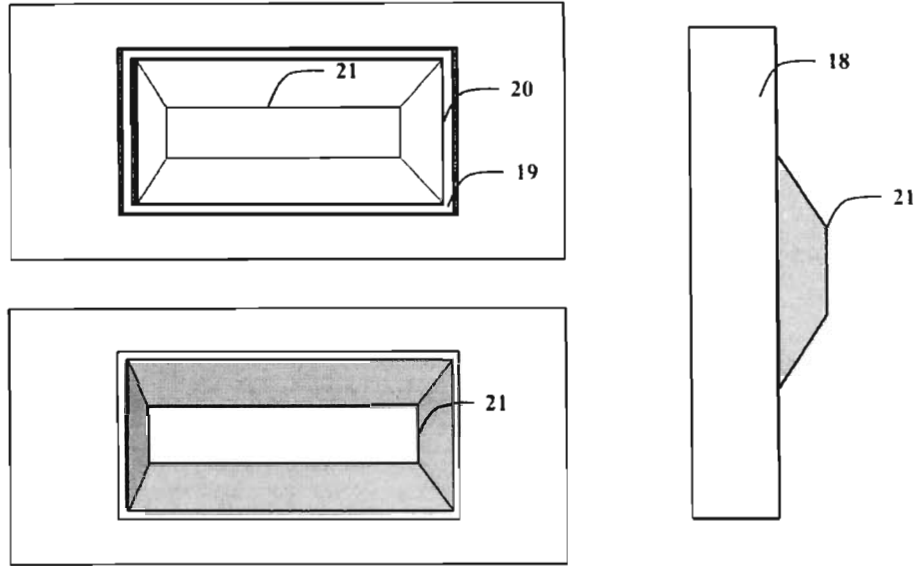


Fig. 5

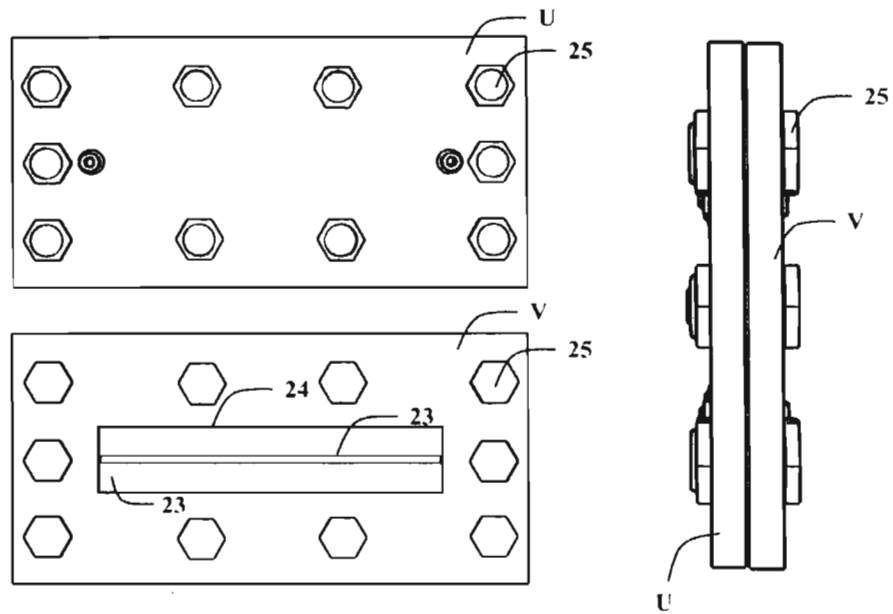


Fig. 6

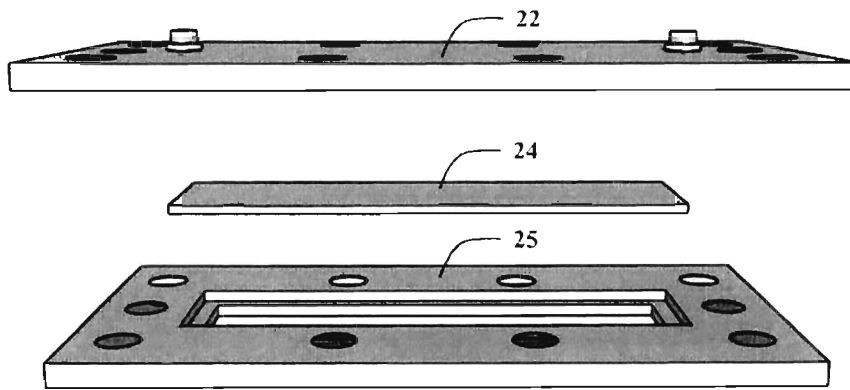


Fig. 7

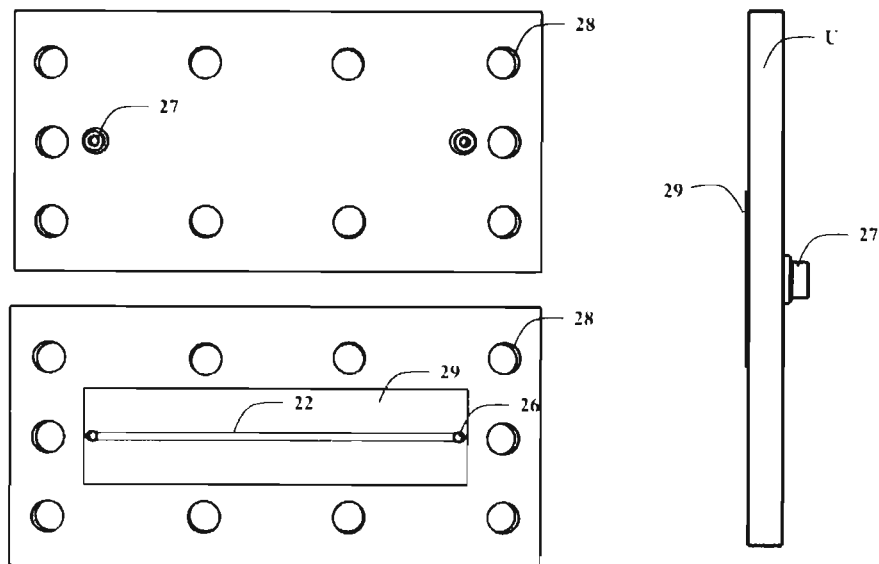


Fig. 8

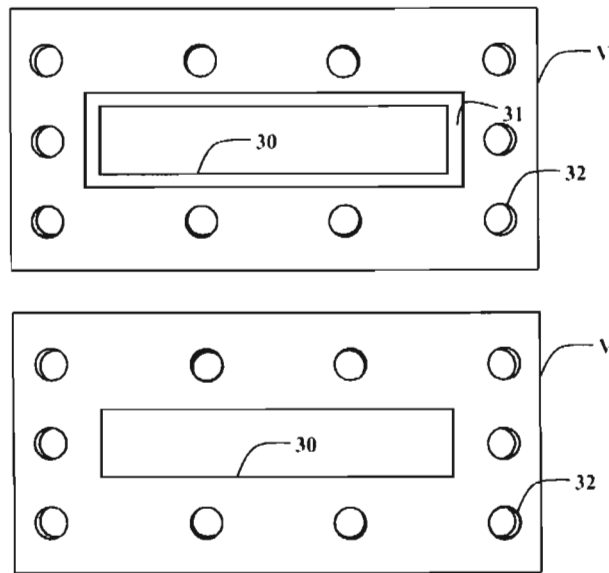


Fig. 9

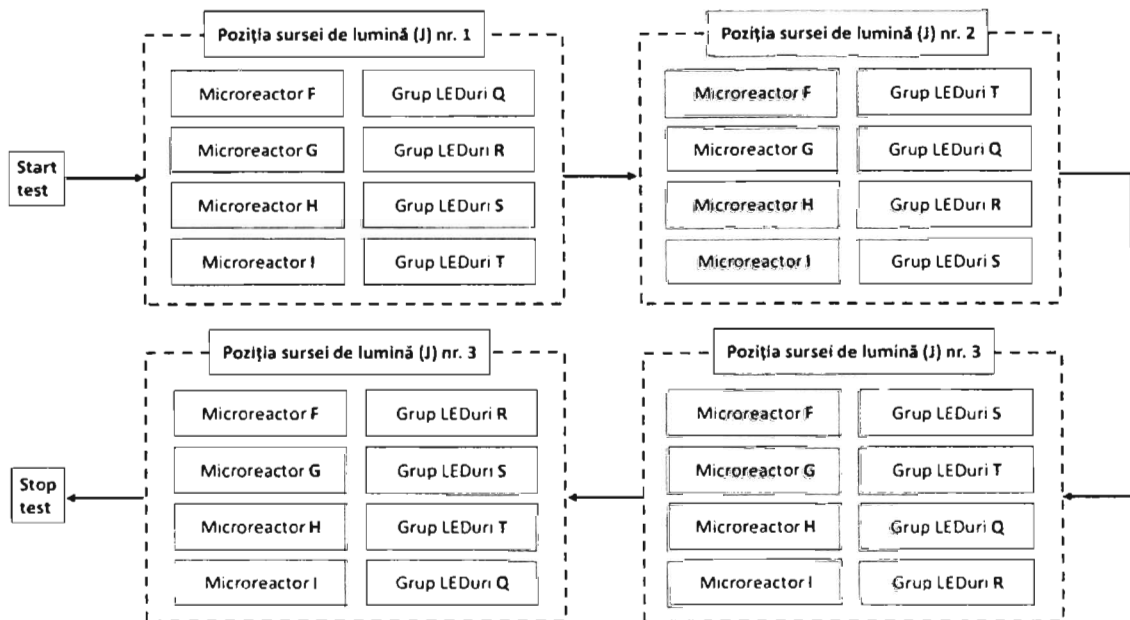


Fig. 10

Controler de gaz

Pompă

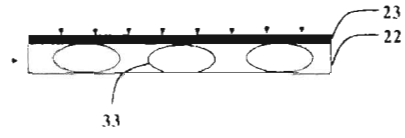


Fig. 11