



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2020 00681

(22) Data de depozit: 30/10/2020

(41) Data publicării cererii:
29/04/2022 BOPI nr. 4/2022

(71) Solicitant:

• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
FIZICA LASERILOR, PLASMEI ȘI
RADIĂȚIEI-INFLPR, STR. ATOMIȘTILOR
NR.409, MĂGURELE, IF, RO;
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
TEXTILE ȘI PIELĂRIE,
STR. LUCREȚIU PĂTRĂȘCANU NR. 16,
SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;
• MAJUTEX S.R.L., STR.DAFINA DOAMNA
NR.46, BĂRNOVA, IS, RO

(72) Inventatori:

• MITU BOGDANA MARIA,
STR. VALEA IALOMIȚEI NR.7, BL.D20,
AP.7, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;

• DINESCU GHEORGHE, STR. BÂRCĂ,
NR.17, BL.M8, AP.17, SECTOR 5,
BUCUREȘTI, B, RO;
• ACSENTE TOMY,
BLV. NICOLAE GRIGORESCU, NR.36,
BL.S1D, SC.A, ET.9, AP.45, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;
• RĂDULESCU ION RĂZVAN,
CALEA DOROBANȚI NR.116-122, BL.6,
SC.2, AP.39, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B,
RO;
• SURDU LILIOARA, ȘOS. PANTELIMON
NR.146, BL.101, SC.2, ET.8, AP.53,
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;
• MANCASI IULIAN, STR.PODIȘULUI NR.5,
IAȘI, IS, RO

(54) **STRUCTURĂ COMPOZITĂ TEXTIL/METAL CU PROPRIETĂȚI
DE ECRANARE ELECTROMAGNETICĂ OBTINUTE PRIN
ȚESERE ACOPERIRE ÎN PLASMĂ**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o structură compozită formată dintr-un material textil cu fire metalice inserate și acoperit pe ambele fețe cu un film subțire metalic, structura fiind utilizată pentru ecranare electromagnetică. Structura compozită conform invenției este constituită dintr-un material textil țesut cu fire naturale cât și sintetice sau cu amestecuri de fire naturale și sintetice, care sunt combinate cu fire metalice, din Ag, oțel inoxidabil, Cu sau alte metale, pe una sau două direcții, corespunzătoare pentru urzeală și bătătură, distanța dintre firele metalice inserate fiind de minim 4 mm pe direcția bătăturii și a urzelii, pe ambele fețe ale acestei țesături fiind aplicat, prin pulverizare magnetron, câte un film subțire metalic din Cu, Ag, inox sau alte metale, cu o grosime de minim 1200 nm pe ambele fețe, astfel încât structura compozită dobândește o eficiență de ecranare electromagnetică care poate fi controlată prin natura metalelor utilizate, modul de aranjare în structură și grosimea firelor depuse, ajungând la peste 50 dB în domeniul de frecvențe cuprins între 0,1...80 MHz.

Revendicări: 7
Figuri: 7

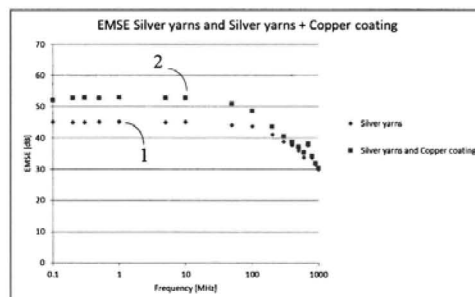


Fig. 6

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).



16

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
 Cerere de brevet de invenție
 Nr. a 2020 0681
 Data depozit 30-10-2020

STRUCTURA COMPOZITĂ TEXTIL /METAL CU PROPRIETĂȚI DE ECRANARE ELECTROMAGNETICĂ OBTINUTE PRIN ȚESERE ȘI ACOPERIRE ÎN PLASMĂ

DESCRIEREA INVENȚIEI

Domeniul invenției

Această invenție se referă la un nou tip de structură compozită textil/metal cu proprietăți de ecranare electromagnetică. Această structură este realizată în doi pași, în primul realizându-se un material textil țesut cu fire metalice inserate iar în al doilea pas această țesătură se acoperă pe ambele părți cu un strat metalic subțire folosind metoda pulverizării magnetron. Acest material compozit prezintă o eficiență de ecranare electromagnetică ridicată și care poate fi modificată prin caracteristicile individuale ale fiecăruia din componentele compozitului (adică material textil țesut cu fire metalice inserate, respectiv material textil acoperit cu un strat subțire metalic).

Baza invenției

Invenția este în strânsă legătură cu domeniul ecranării electromagnetice folosind materiale textile flexibile special realizate în acest scop. Protecția electromagnetică este necesară din cauza mediului actual intens poluat de unde electromagnetice (radiații neionizante) provenind din domeniul comunicațiilor dar și din diverse surse industriale sau casnice. Aplicațiile țesăturilor conductoare flexibile sunt legate de pe de o parte de protecția sănătății umane împotriva undelor radio și, pe de altă parte, de funcționarea adecvată a echipamentelor electronice prin asigurarea principiilor compatibilității electromagnetice. Exemple în acest sens sunt: echipamente individuale de protecție (EIP - de exemplu îmbrăcăminte) pentru personalul care operează surse de radiofrecvență de putere ridicată (cum ar fi antene de emisie ale posturilor radio sau de telefonie mobilă GSM), perdele pentru protecția împotriva semnalelor GSM sau WiFi, corturi pentru asigurarea confidențialității datelor manipulate în interior, împiedicând scurgerea lor în mediul exterior etc.

Deoarece materialele textile sunt materiale izolatoare din punct de vedere electric, preocuparea principală în acest domeniu este legată de realizarea unor structuri conductoare pe țesături, care să fie cât mai eficiente în ceea ce privește ecranarea electromagnetică. Componenta textilă asigură flexibilitatea materialului iar cea metalică ecranarea electromagnetică. În momentul de față tehnologia și literatura științifică din domeniu distinge două modalități principale de realizare a unor astfel de țesături cu proprietăți de ecranare electromagnetică: i) inserarea de fire conductoare în țesătura textilă și ii) acoperirea suprafețelor



țesăturilor textile cu un strat conductor. Fiecare din aceste metode implică tehnologii specifice, cum ar fi introducerea firelor conductive prin țesere sau tricotare pentru primul caz și aplicarea straturilor conductoare pe suprafața țesăturii pentru cel de-al doilea caz.

Invenția prezentă are ca obiect realizarea unui nou tip de structură compozită textil/metal, cu proprietăți de ecranare electromagnetică. Această structură combină cele două metode enunțate mai sus și este realizată în doi pași, în primul realizându-se o țesătură de material textil cu fire metalice inserate, iar în al doilea pas aceasta se acoperă pe ambele părți cu un strat metalic subțire prin metoda pulverizării magnetron. Acest material compozit prezintă o eficiență de ecranare electromagnetică sporită în comparație cu fiecare din componentele individuale ale compozitului (adică material textil cu fire metalice inserate, respectiv material textil acoperit cu un strat subțire metalic).

Mai multe lucrări din literatura științifică de specialitate prezintă producerea de țesături conductoare și evaluează eficacitatea acestor metode în ceea ce privește ecranarea electromagnetică.

Astfel:

J.S Roh și colaboratorii *studiază* în (Textile Res. J., Vol 78(9) (2008): 825–835 DOI: 10.1177/0040517507089748) *o țesătură textilă (poliester) în care sunt inserate fire metalice (Cu și otel)* și evaluează eficacitatea de ecranare EM a acestor țesături compozite metalice. S-a determinat că EMSE (ElectroMagnetic Shielding Effectiveness – atenuare electromagnetică) crește odată cu creșterea cantității de metal inserată în țesătură, însă dependența EMSE / frecvență este influențată de geometria grilei metalice (în particular de deschiderea grilei metalice formată din firele metalice de urzeala și bătătură). În concluzie EMSE poate fi adaptat modificând dimensiunea și geometria grilei metalice inserate în materialul textil.

Patentul de invenție RO127417 (A2) se referă la *un tricot compozit în structură patent 1:1* cu fire suplimentare de bătătură, destinat realizării unor suprafețe textile cu proprietăți de ecranare electromagnetică. Tricotul conform invenției este constituit dintr-un conducător de fir poziționat pe un fir de bătătură în poziție coborâtă, în marginea superioară a unor fonturi, astfel încât să asigure plasarea firului de bătătură în spatele unor ace de tricotat, respectiv, între ochiurile realizate de acele celor două fonturi.

Se cunoaște din patentul de invenție CN103510243A *o metodă de întrețesere a firelor de material textil cu fire de material semiconductor*. Firele semiconductoare constituie urzeala, numărul lor fiind de 2-4 ori mai mic decât cel al firelor textile. Pe lângă atenuarea undelor electromagnetice, acest tip de material s-a dovedit a fi mult mai confortabil și mai ușor de întreținut decât alte tipuri de haine rezistente la radiații.

R. Perumalraj și B. S. Dasaradan *studiază* în (Indian J. Fibre&Textile Res. Vol. 24 (2009) pp 149-154) *un tricot cu fire metalice de Cu inserate*, în care firul de Cu este în prealabil acoperit prin răsucire cu fibre naturale sau sintetice. Ei au observat că la o creștere a compactității tricotului, a densității rândurilor și șirurilor de ochiuri, atenuarea electromagnetică (EMSE) crește. Totodată, odată cu o creștere a diametrului firului de cupru, se observă o descreștere a atenuării.

Se cunoaște din patentul de invenție RO110836B1 un *process de metalizare al textilelor (poliamidă) printr-o metodă chimică* constând în sensibilizarea cu o soluție acidă Sn(II), activarea cu o soluție acidă bazată pe Pd (II) urmată de depunere chimică de metale (Cu, Ni, Co, Mo, Cr).

J. Avloni și colaboratorii raportează în (Journal of Industrial textiles, Vol. 38, No. 1— July 2008) *acoperirea printr-o metodă de chimie umedă* a poliesterului nețesut (disponibil comercial) *cu un strat subțire de polimer conductor (polipirol)* în vederea creșterii eficienței de ecranare electromagnetică; controlul ecranării se realizează prin modificarea conductivității electrice a compozitului material textile/polimer conductor.



Azam Ali și colaboratorii prezintă în (Journal of Industrial Textiles, Volume: 48 issue: 2, page(s): 448-464) realizarea de materiale textile (bumbac) conductive și cu proprietăți de ecranare electromagnetică prin **depunerea de particule de Cu** pe suprafața materialului textil, folosind **o metodă de chimie umedă**.

R.R. Bonaldi și colaboratorii raportează în (Synthetic Metals 187 (2014) 1– 8) despre realizarea de noi țesături de ecranare electromagnetică obținute prin **acoperirea** materialelor textile (bumbac) folosind tehnica cuțit peste rulu (knife-over-roll) **cu un amestec de nanotuburi de carbon, polimeri conductori și nanoparticule metalice**.

A. Haji și colaboratorii raportează în (Applied Surface Science, 311, 593-601) despre o metoda de realizare a unor țesături pentru ecranare electromagnetică tratând în prealabil suprafața textilă (polietilena) într- o plasmă de microunde, urmată de înmuiere într- o soluție de **nanotuburi de carbon funcționalizate cu grupări aminice**.

Se cunoaște din patentul de invenție US5275861A o metodă de **placare cu un strat de metal** (de exemplu 15 g/m^2 de Cu) a unui material textil (de exemplu nailon neșut) care se poate ulterior folosi la realizarea de tapet (pentru pereții încăperilor) cu funcție de ecranare electromagnetică.

J. Koproska și colaboratorii raportează în (Fibres and Textiles in Eastern Europe 5(5):84-91, 2015) despre **metalizarea textilelor** (material netesut din polipropilena) **prin tehnica pulverizării magnetron (Zn)**, aratând ca valorile EMSE sunt influențate de structura 3D a suprafețelor textile acoperite.

Prezentarea pe scurt a figurilor

Figura 1 prezintă imaginile a două materiale textile cu fire metalice inserate: (a) fire metalice paralele în băutura materialului țesut și (b) fire metalice paralele atât în urzeala cât și în băutura materialului țesut.

Figura 2 prezintă contribuția la EMSE a firelor de Ag introduse după o singură direcție (urzeală) și după două direcții (urzeală și bătura);

Figura 3 prezintă schematic celula coaxială TEM și proba de testat conform standardului ASTM ES-07.

Figura 4 prezintă contribuția la EMSE a tipului metalului (Cu sau oțel inoxidabil) din care sunt fabricate firele metalice pentru inserarea în urzeala și bătura.

Figura 5 prezintă contribuția la EMSE a acoperirii metalice de Cu aplicată materialului textil țesut cu fire de Ag inserate în urzeală și bătura.

Figura 6 prezintă contribuția la EMSE a acoperirii metalice de Cu aplicată materialului textil țesut cu fire de oțel inoxidabil inserate în urzeala și bătura.

Figura 7 prezintă contribuția suplimentară la EMSE a acoperirii metalice de Cu aplicată pe ambele fețe ale materialului textil având fire de Ag inserate pe direcțiile corespunzătoare urzelii și băturii.

Definiția termenilor

În general termenii tehnici sau frazele care apar în acest text sunt folosiți ca atare, fiind uzuali persoanelor care au aptitudini în tehnologiile legate de materialele textile, realizarea de acoperiri de filme subțiri prin tehnica pulverizării magnetron, și ecranare electromagnetică; pentru o mai bună înțelegere a lor au fost selectate definiții, după cum urmează.

- **Interferența electromagnetică**, denumită și “interferența RF” când are loc în spectrul RF (radio frecvență) se produce atunci când o perturbare provenind de la o sursă externă de RF afectează negativ funcționarea unui circuit electric prin unul din fenomenele fizice de inducție

electromagnetică, cuplaj electrostatic sau conducție electrică. Interferențele au ca efect degradarea performanței circuitelor electronice, interpretarea greșită sau pierderea de informații care ar putea fi extrase în absența acestor perturbatii nedorite.

- **Ecranarea electromagnetică** se referă la reducerea câmpului electromagnetic într-un spațiu delimitat fizic de un "ecran electromagnetic", prin blocarea / atenuarea câmpului cu bariere din materiale conductoare sau magnetice. Ecranarea se aplică atât în sensul de a împiedica ieșirea câmpului electromagnetic din o incintă în care acesta este produs (perturbând astfel mediul ambiant), dar și pentru a evita intrarea câmpului electromagnetic în incintă respectivă (producând interferențe în circuitele electrice din incintă). Ecranarea electromagnetică reduce cuplajul dintre circuitele electrice aflate în incinta ecranată și cele din exterior, cuplaj care poate avea loc prin unde radio, câmpuri electromagnetice sau electrice.

- **Ecran electromagnetic** se referă la o incintă conductivă închisă cu rol de a bloca câmpurile electromagnetice externe; un ecran electromagnetic este cunoscut și sub numele de cușcă Faraday (după numele descoperitorului acesteia). Efectul de ecranare electromagnetică este o consecință intrinsecă a legilor electromagnetismului (anume legea lui Gauss, care afirmă că fluxul electric net prin orice suprafață închisă este direct proporțională cu sarcina electrică din interiorul acelei suprafețe. Această lege are o concluzie practică imediată: suprafețele închise conductoare ale unei incinte izolează exteriorul incintei de influențe electromagnetice și invers.

- **EMSE (ElectroMagnetic Shielding Effectiveness)** se referă la eficiența de ecranare electromagnetică sau atenuarea electromagnetică, coeficient care evaluează atenuarea undei electromagnetice de către un material material conductor electric într-un domeniu de frecvență.

- **Celula coaxială TEM** se referă la un dispozitiv special conceput sub forma unui rezonator de radiofrecvență excitat cu o undă radio de frecvență controlată în domeniul 0.1 – 1000 MHz în modul TEM (transversal electro magnetic), în vederea determinării atenuării produse de probe de material introduse în celulă.

- **Plasma**: se referă la un mediu gazos ionizat ce conține purtători liberi de sarcină (electroni și ioni) și particule neutre excitate (atomi, molecule, radicali). Datorită prezenței purtătorilor liberi de sarcină, plasma este conductivă, prezintă un grad ridicat de interacție între constituenții săi și, în plus, răspunde la acțiunea câmpurilor electrice și magnetice. Mai mult, datorită interacției chimice și fizice a atomilor excitați, moleculelor, radicalilor, ionilor, electronilor, fotonilor cu suprafețe, proprietățile chimice și fizice ale acestora se modifică.

- **Pulverizare a unei ținte în plasmă**: ejectarea atomilor dintr-un material (denumit țintă, de obicei având forma unui disc) în urma bombardării țintei cu ioni produși în plasmă (de obicei ai unui gaz neutru, cum ar fi, dar nu numai, Ar⁺). În urma pulverizării țintei se obțin atomi din materialul țintei care pot fi direcționați către un obiect (substrat) pentru formarea unui film subțire (depunere, acoperire) pe suprafața acestuia. Acest proces este utilizat pe scară largă pentru acoperirea funcțională a diverse suprafețe cu filme subțiri.

- **Magnetron**: dispozitiv care combină câmpuri electrice și magnetice puternice pentru a confina plasma în vecinătatea țintei; în acest mod se mărește rata de pulverizare a țintei.

- **Substrat**: în contextul depunerilor de filme subțiri prin metode de plasmă, substratul este un obiect (suport) care este expus fluxului de plasmă, atomii de metal prezenți în plasmă



aderând astfel la substrat. În prezenta invenție substraturile sunt mostre de material textil având fire metalice întrețesute.

- **Urzeala:** Ansamblul firelor textile paralele montate pe sulul de urzeală al mașinii de țesut, printre care se trece firul de bătătură pentru a se obține structura țesută

- **Bătătura:** Firele perpendiculare care se introduc prin urzeala unei structuri țesute.

Prezentarea detaliată a invenției

Obiectul invenției îl constituie realizarea unei nou tip un nou tip de structură compozită textil/metal, cu proprietăți de ecranare electromagnetică, în care materialul metalic este distribuit atât în fire metalice inserate în materialul textil cât și în filmul subțire depus pe ambele suprafețe ale acestuia.

Fig.1 reprezintă imaginile foto a două materiale textile cu fire naturale și sintetice în care sunt inserate fire metalice: fire textile sintetice combinate cu fire metalice pe o singură direcție în bătătură (Fig.1.a); fire textile naturale, combinate cu fire metalice pe două direcții, în urzeală și bătătură (Fig.1.b). Aceste probe de material sunt folosite în continuare pentru realizarea materialului compozit textil/metal care este obiectul acestei invenții.

În acest scop, probe de material de tipul celor prezentate în Fig. 1 sunt introduse într-o incintă de depunere asistată de plasmă a filmelor subțiri metalice (prin pulverizare magnetron – magnetron sputtering), fiind folosite ca substrat. Fig. 2. a prezintă imaginea unui astfel de substrat înainte de metalizare iar Fig.2 b prezintă același substrat după acoperirea pe ambele fețe cu filme metalice cu grosimea de 1200 nm. Depunerea este vizibilă sub forma coroanei circulare cenușii (2). Forma de coroană circulară a substratului (diametrul extern 100 mm, diametrul intern 30 mm) este adecvată inserării acestuia într-o celulă coaxială de radiofrecvență TEM, pentru determinarea eficienței de ecranare electromagnetică (EMSE) a probelor de material în concordanță cu standardul ASTM ES-07.

Fig.3 prezintă schematic secțiunea transversală a unei astfel de celule de testare. Pentru determinarea EMSE funcție de frecvență, în portul de intrare (1) al celulei este injectat un semnal vobulat de radiofrecvență, care se propagă prin ghidul de undă TEM definit de pereții celulei (2), iar după ce este atenuat de proba (3), este detectat la portul de ieșire (4) și afișat pe un osciloscop sincronizat cu generatorul de semnal. Coeficientul EMSE se determină conform relației

$$EMSE = 10 \log_{10} \left(\frac{\text{power of incident signal}}{\text{power of transmitted signal}} \right) \quad (1)$$

Coeficientul EMSE a fost determinat în aceasta invenție în domeniul 0,1 MHz – 1000 MHz.

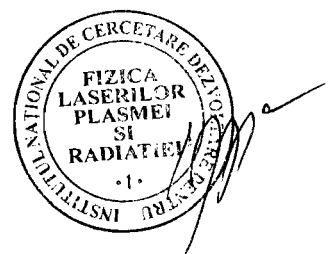
Fig. 4 prezintă graficul EMSE pentru țesături textile cu fire de Ag inserate la 4 mm distanță numai pe direcția bătăturii (1) și suplimentar și pe direcția urzelii (2); se observă că rețeaua de fire în două direcții produce o ecranare de până la 45 dB, iar valorile sunt sistematic mai mari față de cazul în care firele metalice sunt inserate pe o singură direcție de țesere, când se obțin maxim 35 dB atenuare. De asemenea la frecvențe ridicate EMSE se reduce substanțial pentru ambele tipuri de rețele.

Fig. 5 prezintă graficul EMSE pentru țesături textile cu fire metalice inserate pe direcțiile urzeală/bătătură, pentru fire de Ag (2) și pentru fire de oțel inoxidabil (1). Se observă că firele de Ag inserate conduc la valori EMSE sistematic mai mari față de cele de oțel (cu o creștere a EMSE de până la 35 dB). În domeniul frecvențelor înalte, de peste 900 MHz, ecranarea acestora devine comparabilă.



Fig. 6 demonstrează o creștere EMSE cu până la 10 dB în domeniul de frecvențe joase în cazul acoperirii pe două fețe cu un strat de 1200 nm de Cu pe ambele fețe, față de proba fără depunerea metalică de Cu; în acest caz materialul acoperit prezentând rețea de fire de Ag inserate în materialul textil pe direcțiile urzeală/bătătură,

În cazul folosirii firelor de Ag inserate în materialul textil pe direcțiile urzeala/bătătură, acoperirea pe ambele fețe cu 1200 nm de Cu duce la creșterea EMSE cu valori între 3-8 dB pe întregul domeniu de frecvențe explorat (vezi Fig.7). Se arată că peste o anumită grosime a depunerii creșterea EMSE este nesemnificativă (curba 3 în Fig.7).



Obiectivele invenției constau în:

Realizarea unui nou tip *de structură compozită textil/metal*, cu proprietăți de ecranare electromagnetică. Metalul este prezent sub forma unei rețele de fire metalice inserate în materialul textil, precum și sub forma de film subțire depus pe ambele părți ale materialului textil.



REVENDICĂRI:

1. Structură compozită de tip material textil/fire metalice inserate /film subțire metalic, caracterizată prin aceea că, în condițiile folosirii unor materiale adecvate, prezintă o eficiență de ecranare electromagnetică de peste 50 dB, în domeniul de frecvențe cuprins între 0.1-80 MHz.
2. Structura compozită textilă conform revendicării 1 este caracterizată prin aceea că poate fi țesută atât utilizând ca bază fire naturale, cât și fire sintetice sau amestecuri de fire naturale și sintetice.
3. Metodă de adaptare la aplicația finală a valorilor eficienței de ecranare electromagnetică a materialelor compozite obținute conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că modul de inserare a firelor metalice după direcția bătăturii sau a urzelii și bătăturii joacă un rol important în acest sens.
4. Structura compozită textilă conform revendicării 1 este caracterizată prin aceea că distanța între firele metalice inserate este de minim 4 mm pe direcția bătăturii și a urzelii.
5. Metodă de adaptare la aplicația finală a eficienței de ecranare electromagnetică a materialelor compozite obținute conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că natura metalului folosit pentru firele metalice inserate joacă un rol important în acest sens.
6. Metodă de adaptare la aplicația finală a eficienței de ecranare electromagnetică a materialelor compozite obținute conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că natura metalului și grosimea filmului subțire depus joacă un rol important în acest sens.
7. Structura compozită textilă conform revendicării 1 este caracterizată prin aceea că grosimea stratului metalic depus pe ambele fețe are grosimea de minim 1200 nm.



Desenele explicative

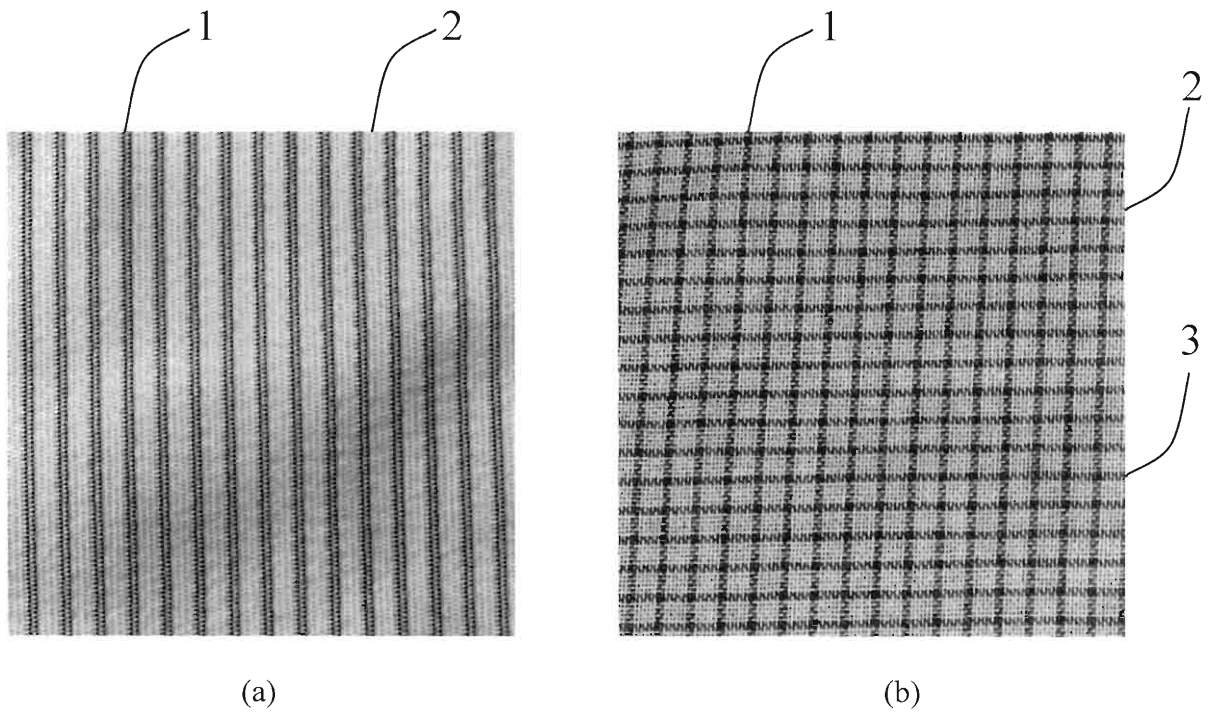


Figura 1

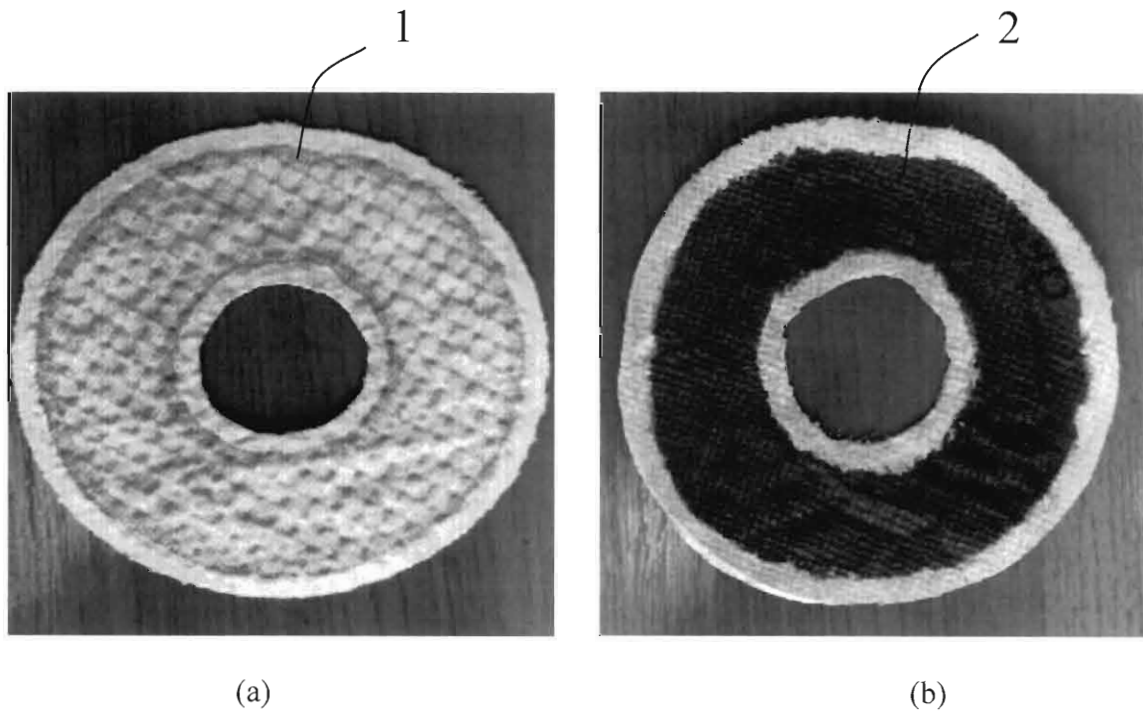


Figura 2

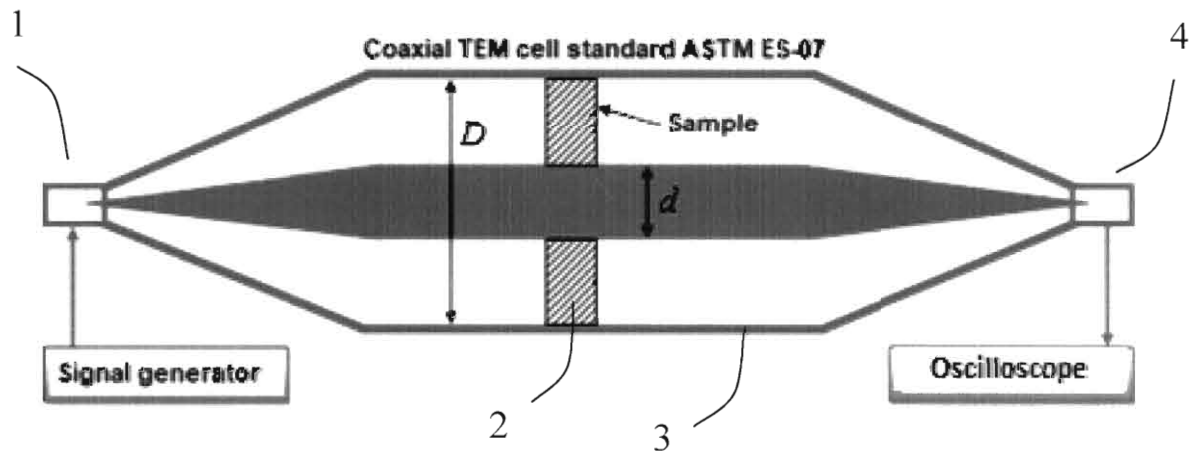


Figura 3

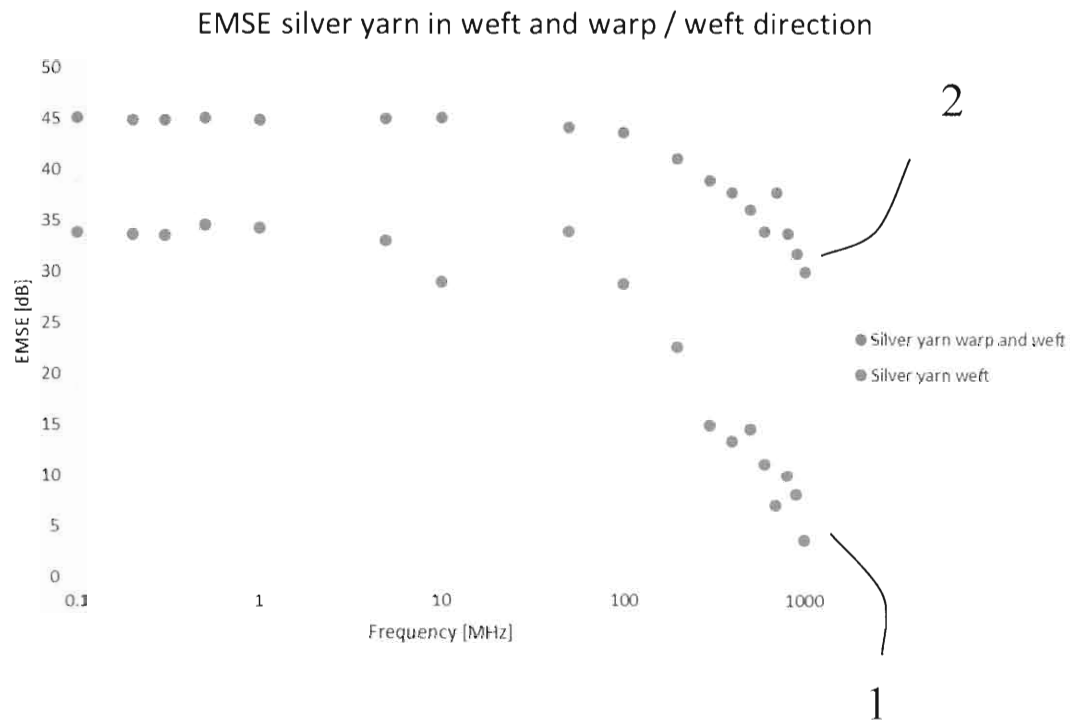


Figura 4



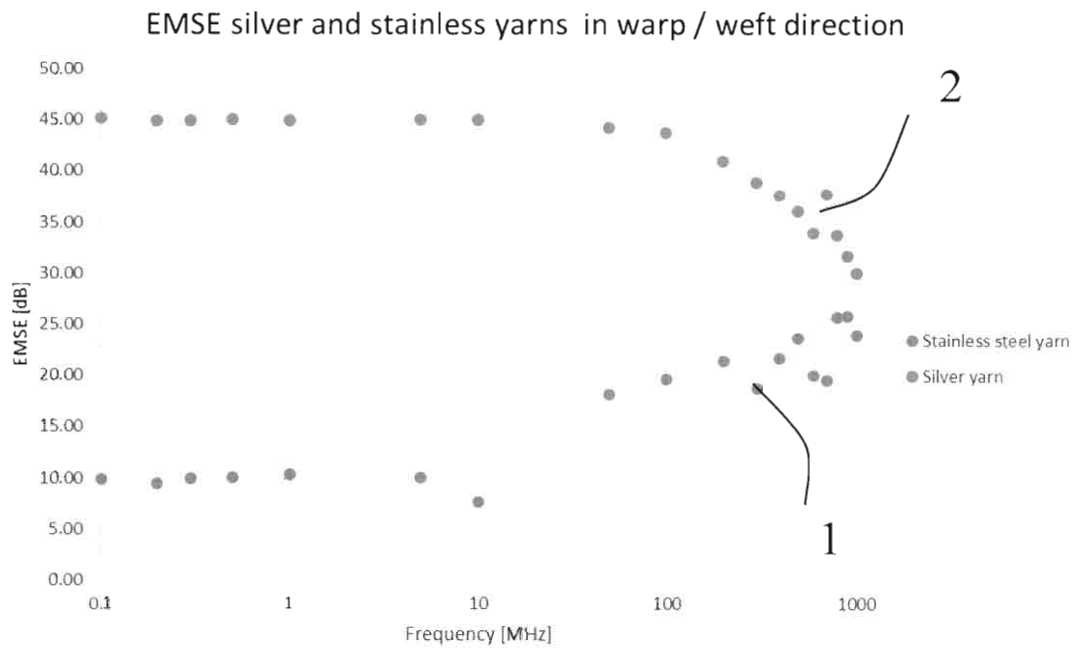


Figura 5

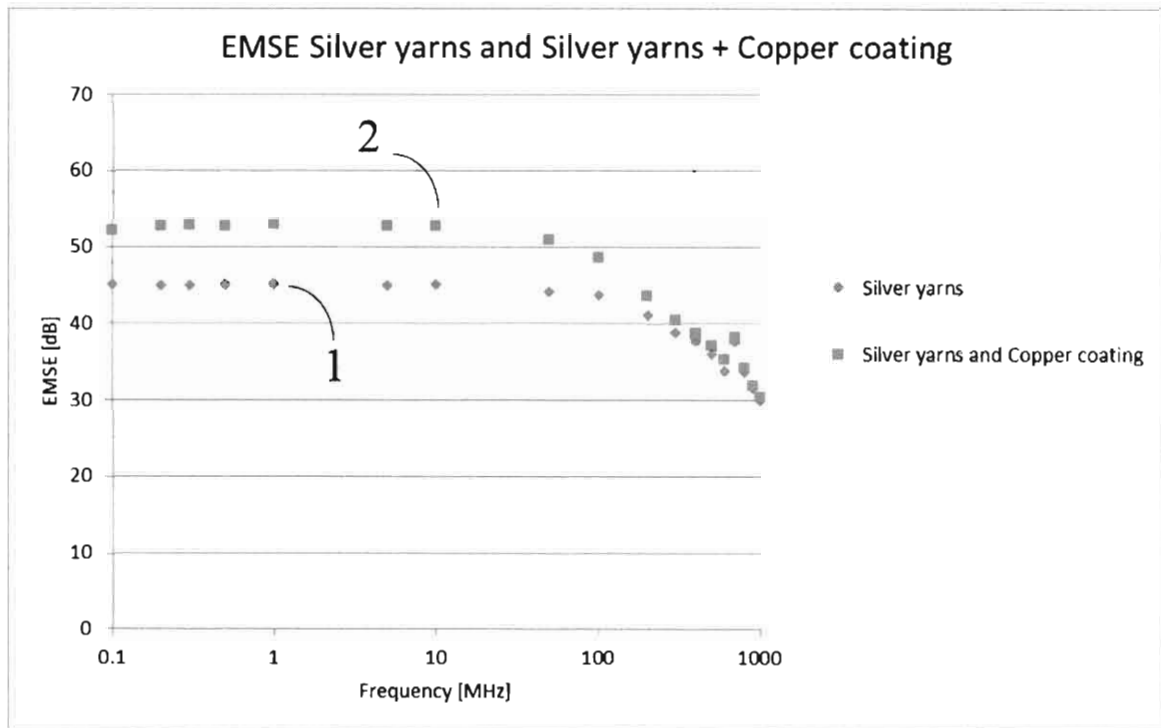


Figura 6

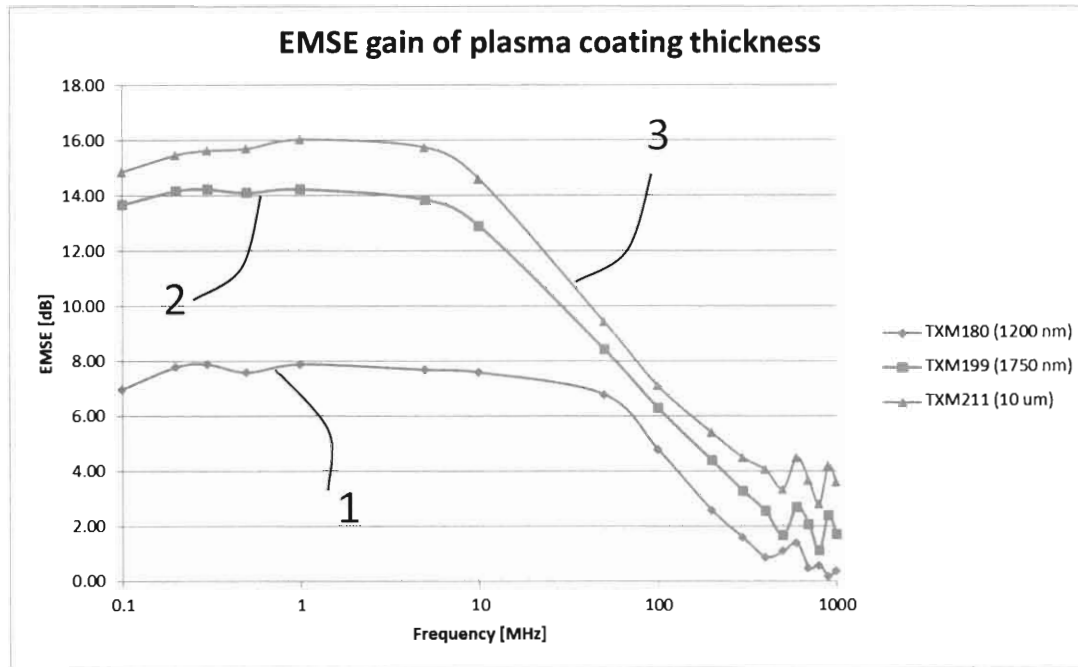


Figura 7

