



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2017 00323

(22) Data de depozit: 29/05/2017

(41) Data publicării cererii:
29/11/2018 BOPI nr. 11/2018

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
INGINERIE ELECTRICĂ ICPE-CA,
SPLAIUL UNIRII NR.313, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• BĂDIC MIHAI, STR.CÂMPIA LIBERTĂȚII,
NR.5, BL.PM60, SC.2, AP.86, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;
• MORARI CRISTIAN,
STR.TUDOR VLADIMIRESCU, NR.12,
BL.E1, SC.2, ET.5, AP.51, LUPENI, HD, RO;
• OVEZEA DRAGOȘ, CALEA CRÂNGAȘI,
NR.4, BL.16A, SC.A, ET 2, AP.5, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO

(54) ECRAN ELECTROMAGNETIC TIP GRILĂ, TRANSPARENT OPTIC, OBȚINUT PRIN IMPRIMARE TRIDIMENSIONALĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un ecran electromagnetic tip grilă, transparent optic, cu aplicații la realizarea incintelor ecranate, a camerelor anechoice, cuștilor Faraday și altele asemenea. Ecranul electromagnetic, conform invenției, are o structură de tip fagure, transparentă optic, realizată prin imprimare tridimensională, folosind un material plastic adecvat acestui tip de imprimare, suprafețele structurii tip fagure fiind acoperite, după imprimare, cu un strat de material metalic, conductor, cu grosime milimetrică.

Revendicări: 1

Figuri: 4



Fig. 1



Ecran electromagnetic tip grila transparent optic obtinut prin imprimare tridimensionala

Inventia se refera la un ecran electromagnetic tip grila, transparent optic, obtinut prin imprimare tridimensionala (3D) cu aplicatii in domeniul compatibilitatii electromagnetice la realizarea incintelor ecranate, camerelor anechoice, custilor Faraday, etc.

Se cunosc, pentru ecranarea electromagnetica a aperturilor pentru ventilatie aferente incintelor ecranate sau carcaselor dispozitivelor electronice, panouri de ventilatie cu structura tip fagure realizate din materiale metalice (de obicei din aluminiu) prin suprapunerea unor profile de tabla sau prin practicarea unor gauri intr-o placa de metal.

Dezavantajele solutiilor cunoscute sunt urmatoarele:

- este dificil de obtinut panouri cu structura fagure care sa aiba eficacitati de ecranare electromagnetica mari la frecvente foarte mari deoarece este dificil de obtinut structuri de tip fagure din aluminiu (sau alte metale) cu gauri de dimensiuni transversale (diametre) mici si foarte mici, sub 1 mm, (de exemplu compania Holand Shielding face panouri de ventilatie cu gauri de diametre cuprinse intre 1.6 si 19 mm, standard 3.2 mm [1]) iar eficacitatea ecranarii electromagnetice si frecventa limita de ecranat sunt invers proportionale cu diametrul gaurilor fagurelui;
- pentru obtinerea unor eficacitati de ecranare mari, de obicei se folosesc doua structuri de tip fagure suprapuse cu gaurile incrucisate (intretaiate) ceea ce creste grosimea si greutatea panourilor de ventilatie. Acest procedeu creste substantial costurile tehnologiei care oricum este destul de scumpa;
- de asemenea, aceasta tehnologie consuma inutil material metalic deoarece performantele ecranarii electromagnetice depind numai de dimensiunile gaurilor si sunt conditionate numai de stratul superficial metalic al structurii si nu de masa materialului;
- datorita consumului mare de material metalic, este nerentabil sa se foloseasca metale scumpe cu caracteristici superioare de ecranare electromagnetica.

Problema tehnica pe care o rezolva inventia consta in realizarea unui ecran electromagnetic de tip grila (fagure), transparent optic care, datorita tehnicii de imprimare 3D prin care este obtinut, asigura eficacitati de ecranare mari la frecvente foarte mari (determinate de diametrul si lungimea gaurilor) cu consum redus de material metalic; de exemplu, la un diametru al gaurilor de 1.75 mm si o lungime de 6.56 mm se obtine o eficacitate a ecranarii electromagnetice de 120 dB si o frecventa maxima de ecranare de 100 GHz.

Ecranul electromagnetic tip grila, transparent optic, conform inventiei, inlatura dezavantajele mentionate prin aceea ca se realizeaza prin imprimare tridimensionala, cu structura de baza a ecranului din material plastic, functia de ecranare este indeplinita de stratul de material metalic micrometric 10 - 100 μ m care se aplica ulterior, in functie de diametrul si lungimea gaurilor din grila se obtin valori ale eficacitatii ecranarii electromagnetice de peste 100 dB la frecvente de pana la 300 GHz, astfel la un diametru al gaurilor de 1.75 mm si o lungime de 6.56 mm se obtine o eficacitate a ecranarii electromagnetice de 120 dB si o frecventa maxima de ecranare de 100 GHz, se obtin orice forme de panouri de ventilatie cu functie de ecranare electromagnetica datorita tehnologiei de imprimare 3D; transparenta la radiatia luminoasa de peste 35% la incidenta normala.

Avantajele inventiei sunt urmatoarele:

- datorita posibilitatii de obtinere a unor grile cu gauri de diametre foarte mici, oferita de tehnologia de imprimare 3D, se pot realiza ecrane electromagnetice de tip grila transparente la lumina cu eficacitati de ecranare mari la frecvente foarte mari;
- nu este necesara suprapunerea mai multor structuri pentru a se obtine eficacitati de ecranare mari intrucat tehnologia de imprimare 3D permite si obtinerea unor lungimi ale gaurilor (care constituie de fapt grosimea ecranului) suficient de mari pentru a se putea obtine eficacitatea ecranarii dorita;
- datorita tehnologiei 3D, se poate realiza o proiectare si executie extrem de usoara, asemanatoare programelor de proiectare asistata de calculator;
- consumul foarte mic de metal; ceea ce permite, pe langa economiile de material, si aplicarea unor straturi subtiri de metale scumpe cu caracteristici superioare de ecranare electromagnetica (de exemplu Ag, Au);
- greutate redusa.

Se da in continuare un exemplu de realizare a inventiei in legatura cu figurile 1, 2, 3 si 4, care reprezinta:

Fig.1 – Dimensiunile de care depind performantele ecranarii electromagnetice ale ecranului tip grila;

Fig.2 – Imagine de ansamblu a unei structuri de tip fagure obtinuta prin tehnologia de imprimare 3D.

Fig.3 – Detaliu al unei structuri de tip fagure obtinuta prin tehnologia de imprimare 3D.

Fig.4 - Trecerea aerului prin ecranul electromagnetic, conform inventiei, la viteza aerului de 5 m/s.

Ecranul electromagnetic tip grila, transparent optic, obtinut prin imprimare 3D, conform inventiei, se realizeaza prin tehnologia de imprimare 3D care permite obtinerea unei structuri de tip fagure cu diametre foarte mici ale gaurilor si grosimi ale panourilor oricat de mari ceea ce conduce la obtinerea unor eficacitati de ecranare electromagnetica mari la frecvente foarte mari.

De asemenea, panourile de ventilatie obtinute astfel sunt structuri usoare cu consum extrem de redus de material metalic si, in consecinta, cu un pret de fabricatie scazut.

Datorita avantajelor tehnologiei de imprimare 3D, se proiecteaza si realizeaza structuri cu diverse forme geometrice, de tip fagure sau similare cu dimensiuni ale orificiilor foarte mici. Materialele folosite sunt usoare si rezistente (de tip rasina fotopolimerica, poliamida, ABS (Acrilonitril-butadien-stiren) etc.), caracteristici care se transfera structurii obtinute. Functia de ecranare se obtine prin acoperirea ulterioara a structurii cu un strat micronic de vopsea conductiva.

Prin utilizarea ecranului, conform inventiei, se obtin panouri de ventilatie foarte usoare, din materiale plastice sau rasini care pot fi folosite la imprimarea 3D, cu consum foarte mic de material metalic si cu caracteristici superioare de ecranare electromagnetica atat din punct de vedere al eficacitatii ecranarii cat si al valorii maxime a frecventei de ecranare.

Ecranul electromagnetic tip grila, transparent optic, obtinut prin imprimare 3D,

conform inventiei, se realizeaza conform urmatoarelor etape:

Etapa 1: Avand in vedere ca gaurile din grila se comporta ca niste ghiduri de unda, se calculeaza dimensiunea transversala, D , a gaurilor din grila si lungimea (L) lor (care constituie de fapt grosimea ecranului) (Fig. 1) in functie de frecventa maxima de ecranat (frecventa de taiere a ghidului de unda) (f_c) si eficacitatea ecranarii electromagnetice (SE) dorite. Exemplu de calcul (ghid de unda circular) [2, 3, 4]:

- pentru $f_c = 100$ GHz si $SE = 120$ dB, se obtin urmatoarele valori pentru diametrul (D) si lungimea (L) gaurilor (cu sectiune circulara) din grila:

$$f_c[\text{GHz}] = \frac{17.57}{D[\text{cm}]} \Rightarrow D = \frac{17.57}{f_c} = \frac{17.57}{100} \approx 0.175 \text{ cm} = 1.75 \text{ mm};$$

$$SE[\text{dB}] \approx \frac{32 \times L}{D} \Rightarrow L = \frac{SE \cdot D}{32} = \frac{120 \cdot 0.175}{32} \approx 0.656 \text{ cm} = 6.56 \text{ mm}.$$

Etapa 2: Intocmirea unui desen la scara, intr-un program specializat de proiectare asistata de calculator, pe baza dimensiunilor obtinute in cadrul Etapei 1 si a suprafetei ecranului dorita si generarea fisierului necesar pentru a comanda imprimanta tridimensionala folosita.

Etapa 3: Incarcarea fisierului obtinut in Etapa 2 in memoria imprimantei 3D, si executia propriu-zisa a structurii de tip fagure prin imprimare tridimensionala. Materialul folosit poate fi orice material care se preteaza la imprimarea tridimensionala (rasini fotopolimerice, poliamida, ABS (Acrilonitril-butadien-stiren) etc.) si care are o duritate suficient de buna pentru aplicatia in care urmeaza sa fie folosita.

Etapa 4: Acoperirea tuturor suprafetelor structurii de tip fagure cu un strat de material metalic, conductor (de exemplu, vopsea electric conductoare) de grosime micrometrica (10 - 100 μm).

Prin utilizarea ecranului electromagnetic tip grila, transparent optic, obtinut prin imprimare 3D conform inventiei, se obtin urmatoarele caracteristici:

- Valori ale eficacitatii ecranarii electromagnetice de peste 100 dB la frecvente de pana la 300 GHz, in functie de diametrul si lungimea gaurilor din grila;
- Transparenta la radiatia luminoasa de peste 35% la incidenta normala;
- Caracteristici de curgere a aerului similare cu ale panourilor de ventilatie clasice.

Ecranul electromagnetic tip grila, transparent optic, s-a testat si din punct de vedere al atenuarii radiatiei luminoase. In acest caz, pentru a determina atenuarea radiatiei luminoase la trecerea prin ecranul electromagnetic, a fost folosit un luxmetru portabil cu senzor de siliciu, cu un domeniu de masura cuprins intre 0 si 400000 lux si sensibilitate spectrala maxima la lungimea de unda de 565 nm. Drept sursa de radiatie luminoasa, a fost folosit Soarele la zenit.

Intensitatea radiatiei luminoase a fost masurata in aer liber, mai intai fara obstacol intre sursa de radiatie luminoasa si senzor si apoi cu proba (ecranul electromagnetic) interpusa intre sursa de radiatie luminoasa si senzor inclinand proba astfel incat sa se obtina o valoare maxima pentru intensitatea radiatiei luminoase iar atenuarea radiatiei luminoase s-a determinat (in decibeli) folosind ecuatiile:

$$a_{dB} = 10 \log_{10} \left(\frac{I_l}{I_i} \right)$$

unde I_i este intensitatea radiatiei luminoase masurata fara obstacol intre sursa de radiatie luminoasa si senzor iar I_l este intensitatea radiatiei luminoase masurata cu proba (ecranul electromagnetic) interpusa intre sursa de radiatie luminoasa si senzor.

Rezultatele obtinute sunt prezentate in Tabelul 1.

Tabel 1

Intensitatea luminii masurata [klux]		Atenuare [dB]	Transparenta [%]
Fara proba	Cu proba		
a)	0.42	4.47	35
b)	1.25	3.98	40

De asemenea, pentru a verifica comportarea probei de tip fagure (ecranul electromagnetic conform inventiei) la trecerea aerului prin ea, a fost folosit un tunel de vant pentru testarea structurilor aerodinamice. Acest tunel de vant are o lungime totala de 10 m, o zona de testare cu sectiune de 1 m x 1 m si lungime de 1 m si este capabil sa furnizeze curenti de aer cu viteze cuprinse intre 1 si 30 m/s.

Proba a fost supusa trecerii unor curenti de aer cu viteze cuprinse intre 3 si 10 m/s. Pentru a evidentia trecerea aerului prin proba, a fost folosit un generator de fum pe baza de ulei. (Figura 4)

Ecranul electromagnetic tip grila, transparent optic se realizeaza prin imprimare tridimensionala, tehnologie care nu s-a aplicat pana in prezent la realizarea unor ecrane electromagnetice.

Datorita tehnologiei de imprimare 3D, se obtin orice forme de panouri de ventilatie cu functie de ecranare electromagnetica, de exemplu cu gauri de sectiune circulara, dreptunghiulara, hexagonala, triunghiulara etc.

Bibliografie

- [1] Technical Datasheet, *9500 series - Honeycomb ventilation panels*, Holland Shielding Company, <http://hollandshielding.com/113-Honeycomb%20vents>.
- [2] H. W. Ott, *Electromagnetic Compatibility Engineering*, John Wiley & Sons, New York, 2009.
- [3] Adolf J. Schwab, Wolfgang W. Kürner, *Compatibilitate Electromagnetica*, Editura Agir, Bucuresti, 2013.
- [4] Praveen Pothapragada, *Steps in Designing Shielded Enclosures*, Equipto Electronics Corporation, Oct. 2010, www.ieee.li/pdf/viewgraphs/designing_shielded_enclosures.pdf.

Revendicare

Ecranul electromagnetic tip grila, transparent optic, caracterizat prin aceea ca se realizeaza prin imprimare tridimensionala, cu structura de baza a ecranului din material plastic, functia de ecranare este indeplinita de stratul superficial de material metalic de grosime micrometrica 10 - 100 μm care se aplica ulterior, in functie de diametrul si lungimea gaurilor din grila se obtin valori ale eficacitatii ecranarii electromagnetice de peste 100 dB la frecvente de pana la 300 GHz, astfel la un diametru al gaurilor de 1.75 mm si o lungime de 6.56 mm se obtine o eficacitate a ecranarii electromagnetice de 120 dB si o frecventa maxima de ecranare de 100 GHz, se obtin orice forme de panouri de ventilatie cu functie de ecranare electromagnetica datorita tehnologiei de imprimare 3D; transparenta la radiatia luminoasa de peste 35% la incidenta normala.

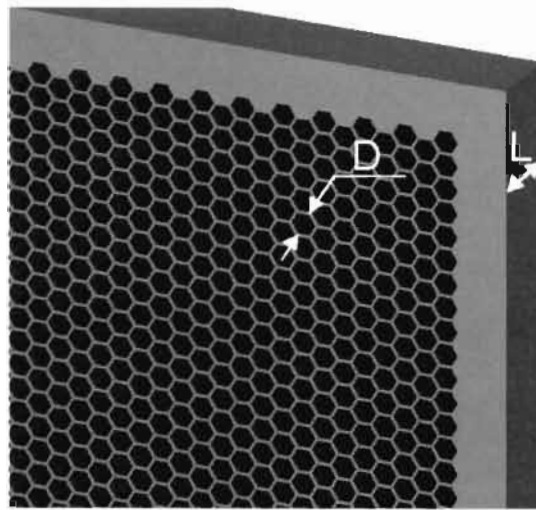


Figura 1

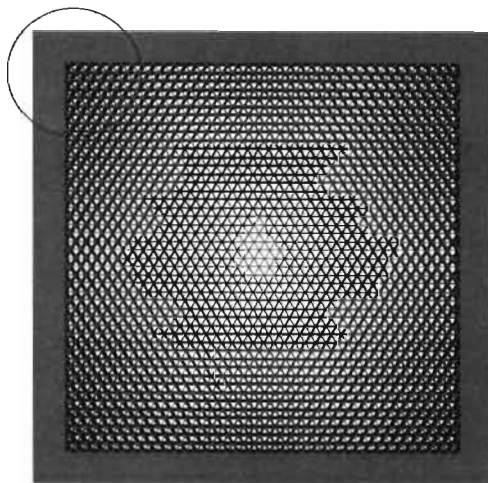


Figura 2

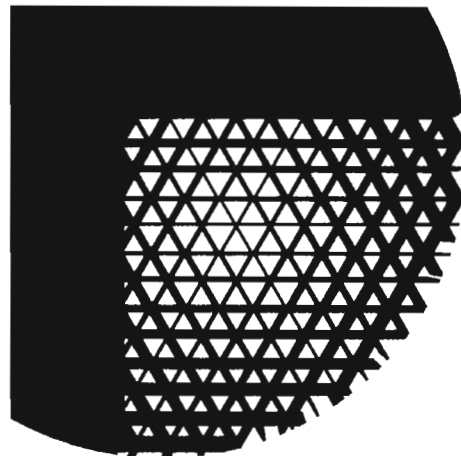


Figura 3

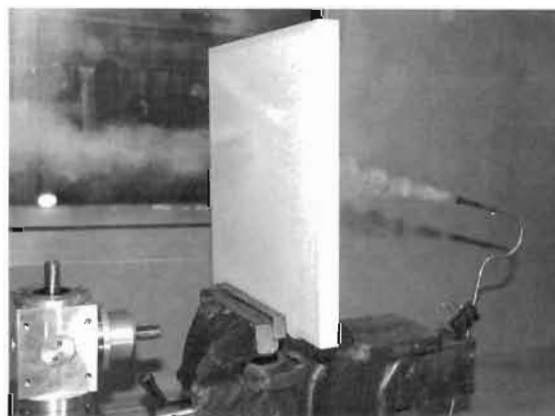


Figura 4