

(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2014 00170

(22) Data de depozit: 28.02.2014

(41) Data publicării cererii:
30.10.2015 BOPI nr. 10/2015

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
OPTOELECTRONICĂ - INOE 2000,
STR.ATOMIȘTILOR NR.409, MĂGURELE,
IF, RO

(72) Inventatori:
• SAVASTRU DAN, STR.IANI BUZOIANI
NR.3, BL.16, SC.A, AP.2, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO;

• MICLOȘ SORIN, CALEA GRIVIȚEI
NR.160, BL.B, SC.A, ET.9, AP.42,
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;
• POPESCU AURELIAN, STR. ȘELIMBĂR
NR.27, MĂGURELE, IF, RO;
• SAVASTRU ROXANA,
STR.IANI BUZOIANI NR.3, BL.16, SC.A,
AP.2, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO

(54) PROCEDU ȘI DISPOZITIV DE SESIZARE A GHEȚII DE PE CĂILE RUTIERE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu de sesizare a gheții de pe căile rutiere, de la bordul unui autovehicul aflat în mișcare, și la un dispozitiv care aplică procedeul. Procedeul conform invenției constă în iluminarea unei fâșii înguste din lățimea drumului, cu un fascicul provenit de la un laser ce emite lumină verde, în impulsuri, cu comutație a factorului de calitate, iluminarea fiind făcută la o anumită distanță aleasă convenabil în fața autovehiculului, focalizarea luminii, cu ajutorul unui obiectiv prevăzut cu un filtru de absorbție, pe fanta unui spectrograf, cu ieșire pe o cameră CCD, conectată la un calculator PC, care stabilește prezența gheții, temperatura și grosimea acesteia, transmite informațiile computerului de bord al autovehiculului, și pornește dispozitivul dacă temperatura exterioară, furnizată de un senzor de temperatură al autovehiculului, este inferioară unei valori stabilite. Dispozitivul conform invenției este alcătuit dintr-un laser (1), o lentilă (2) cilindrică, un obiectiv (4) prevăzut cu un filtru optic de absorbție, ce lasă să treacă lungimile de undă mari, o lunetă de expandare a fasciculului laser, un spectrograf (5), o cameră CCD (6),

un calculator PC sau microcontroler (7), un senzor (8) de temperatură al autovehiculului, și o sursă (9) de alimentare a dispozitivului.

Revendicări: 2

Figuri: 3

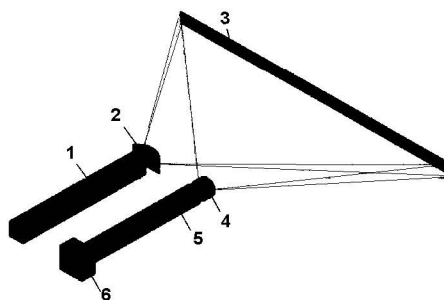


Fig. 3



PROCEDEU ȘI DISPOZITIV DE SESIZARE A GHEȚII DE PE CĂILE RUTIERE

Invenția se referă la un procedeu de sesizare a gheții de pe căile rutiere de la bordul unui autovehicul aflat în mișcare și la un dispozitiv care aplică procedeul.

Siguranța circulației autovehiculelor pe timp de iarnă, mai ales pe artere rutiere de mare viteză (autostrăzi) depinde în mod esențial de avertizarea conducătorului autovehiculului asupra prezenței gheții sau poleiului pe acel drum, la o distanță de autovehicul suficient de mare pentru a permite o reacție promptă a conducătorului sau a unui sistem automatizat. Această distanță considerăm că poate fi stabilită la 100 m, dar ea poate fi modificată corespunzător cerințelor autovehiculului respectiv.

Până în prezent singura metodă de avertizare asupra posibilității existenței gheții sau poleiului pe căile rutiere constă în măsurarea temperaturii la exteriorul autovehiculului și la emiterea unei avertizări atunci când aceasta scade sub o anumită valoare stabilită (de exemplu sub +4 °C).

Dezavantajul major al acestei metode constă în faptul că ea nu detectează prezența gheții sau poleiului pe artera rutieră ci doar semnalează existența unei temperaturi suficient de scăzute pentru a permite apariția înghețului. Existența condițiilor favorabile apariției gheții sau poleiului nu înseamnă însă că fenomenul respectiv chiar s-a produs, cu atât mai puțin amploarea sa.

Procedeul propus înlătură aceste neajunsuri.

Procedeul se bazează pe spectroscopia Raman a unei zone din artera rutieră aflată în fața autovehiculului. Apa dă spectre Raman complexe [1]. Analiza acestora, împreună cu modificările provocate de variațiile de temperatură și/sau presiune sau de prezența unor soluții, este considerată a fi capabilă să furnizeze informație detaliată referitoare la structurarea apei lichide. Spectroscopia Raman este o metodă promițătoare pentru detecția la distanță a prezenței gheții, apei și chiar a temperaturii sale [2-4].

Spectroscopia Raman este o tehnică spectroscopică folosită pentru a observa modurile vibraționale, rotaționale și alte moduri de frecvență joasă dintr-un sistem. Ea se bazează pe difuzia neelastică a luminii monocromatice, provenită de obicei de la un laser ce emite în domeniul vizibil, infraroșu apropiat sau ultraviolet apropiat. Lumina laser interacționează cu vibrațiile moleculare, fononi sau alte excitații din sistem, având drept rezultat că energia fotonilor laser este deplasată în sus sau în jos. Deplasarea energiei dă informații asupra modurilor vibraționale din sistem. Tipic, proba se iluminează cu un fascicul laser. Lumina provenită de la zona iluminată este colectată cu un obiectiv și trimisă printr-un monocromator.

Lungimile de undă apropiate de linia laser datorate difuziei Rayleigh elastice sunt filtrate în timp ce restul luminii colectate este dispersată pe un detector. Instrumentația modernă folosește în mod aproape universal filtre trece-bandă sau filtre trece-sus pentru rejecția laserului și spectrorafe și detectori CCD.

Efectul Raman atunci când lumina lovește o moleculă și interacționează cu norul de electroni și cu legăturile acelei molecule. Când molecula se relaxează, ea emite un foton și se întoarce la o stare rotațională sau vibrațională diferită. Diferența dintre energia stării originale și cea a noii stări duce la o deplasare a frecvenței fotonilor emiși față de lungimea de undă de excitație. Efectul Raman, care este un fenomen de difuziune a luminii, este un fenomen diferit de absorbție (și de fluorescență) în care molecula este excitată la un nivel de energie discret (nu virtual). Dacă starea vibrațională finală a moleculei este mai energetică decât starea inițială fotonul emis va fi deplasat la o frecvență mai mică pentru ca energia totală a sistemului să se conserve. Acest tip de deplasare se numește deplasare Stokes. Dacă starea vibrațională finală a moleculei este mai puțin energetică decât starea inițială fotonul emis va fi deplasat la o frecvență mai mare. Acest tip de deplasare se numește deplasare anti-Stokes.

Deplasările Raman sunt date de obicei în numere de undă, care au unități inversa lungimii (cm^{-1}). Deplasarea Raman se poate calcula astfel:

$$\Delta w = \frac{1}{\lambda_0} - \frac{1}{\lambda_1}$$

unde Δw este deplasarea Raman exprimată în număr de undă, λ_0 este lungimea de undă de excitație iar λ_1 este lungimea de undă a spectrului Raman.

Deplasarea Raman fiind dată în cm^{-1} iar lungimile de undă în nm, se poate scrie că:

$$\Delta w (\text{cm}^{-1}) = \left(\frac{1}{\lambda_0 (\text{nm})} - \frac{1}{\lambda_1 (\text{nm})} \right) \times \left(\frac{10^7 \text{ nm}}{\text{cm}} \right)$$

Gheața are o deplasare Raman cunoscută, care depinde și de temperatură. De exemplu, știind că la 0 °C deplasarea Raman a gheții este de 3148 cm^{-1} (Fig. 1 a), iar lungimea de undă de excitație este 527 nm, rezultă o lungime de undă a spectrului Raman de 631,8 nm.

Gheața aflată pe carosabil poate fi deosebită de asfalt, diverse alte substanțe și chiar de apă, deoarece fiecare substanță are propria deplasare Raman. În Fig. 1 b este prezentată variația deplasării Raman pentru apă funcție de temperatură. La aceeași temperatură, de 0 °C, și la aceeași lungime de undă de excitație de 527 nm, când deplasarea Raman a apei este de 3352 cm^{-1} , rezultă o lungime de undă a spectrului Raman de 640,1 nm, adică o diferență de 8,3 nm, sesizabilă cu un spectrograf.

- [1] Y. Maréchal, "The molecular structure of liquid water delivered by absorption spectroscopy in the whole IR region completed with thermodynamics data", J. Mol. Structure 1004 (2011) 146-155.
- [2] S. M. Pershin, A. F. Bunkin, and V. A. Lukyanchenko, "Evolution of the spectral component of ice in the OH band of water at temperatures from 13 to 99 °C", Quantum Electron. 40, 1146–1148 (2010).
- [3] N. P. Andreeva, A. F. Bunkin, and S. M. Pershin, "Deformation of the Raman scattering spectrum of Ih ice under local laser heating near 0 °C", Opt. Spectrosc. 93, 252–256 (2002).
- [4] Q. Sun, "The Raman OH stretching bands of liquid water", Vib. Spectrosc. 51, 213–217 (2009).

Problema tehnică pe care prezenta invenție își propune să o rezolve constă în sesizarea prezenței gheții pe arterele rutiere de la bordul unui autovehicul aflat în mișcare la o distanță de acesta suficientă pentru a asigura un timp de răspuns corespunzător.

Procedeeul, conform invenției, în legătură cu Fig. 3, constă din iluminarea unei fâșii scurte și late (aproximativ 6 - 10 cm x 3,5 - 4 m) al arterei rutiere (3), la o distanță de 100 m în fața autovehiculului, cu un fascicul provenit de la un laser (1) ce emite radiație verde, în impulsuri, cu comutație a factorului de calitate (Q-switch), de înaltă energie, folosind optică cilindrică (2), excitând Raman porțiunea de drum analizată. Lumina provenită de la zona iluminată este colectată de un obiectiv (4), prevăzut cu un filtru de absorbție care taie radiația laserului de excitare dar lasă să treacă radiația din spectrul Raman. Obiectivul focalizează pe fanta unui spectrograf (5), care produce dispersia cromatică a luminii ce intră prin fantă în spectrograf pe senzorul unei camere CCD (6), legată la un PC. Alimentarea laserului, a spectrografului și a camerei CCD se face printr-o sursă ce este pornită doar atunci când senzorul de temperatură al autovehiculului indică o temperatură inferioară unui prag stabilit (de exemplu, +4 °C), deoarece funcționarea dispozitivului atunci când temperatura exterioară este prea ridicată nu se justifică. Imaginea achiziționată de la camera CCD de către PC este analizată și se caută prezența gheții la lungimile de undă deplasate Raman calculate. În cazul depistării acesteia, se generează un semnal de avertizare, care poate fi folosit la eventuale automatizări. În plus, din analiza spectrului Raman astfel obținut se pot extrage informații asupra stratului de gheață: temperatura și grosimea sa, care pot fi afișate de computerul de bord al autovehiculului.

Dispozitivul conform invenției este alcătuit dintr-un laser cu emisie de impulsuri de radiație verde de înaltă energie, o optică cilindrică, un filtru optic de absorbție ce lasă să treacă lungimile de undă mari, o optică de focalizare (obiectiv), un spectrograf cu fantă

orizontală, o cameră CCD, un PC (sau un microcontroler), senzorul de temperatură al autovehiculului și din sursa de alimentare a dispozitivului care este pornită la o temperatură exterioară inferioară unui prag setat.

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- sesizează prezența gheții pe artera rutieră.
- zona în care se caută prezența gheții se află la 100 m în fața autovehiculului .
- poate furniza informații referitoare la temperatura și grosimea stratului de gheață.

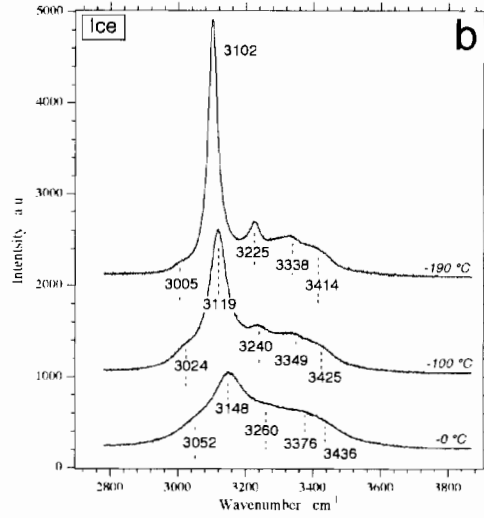
Fig. 1 prezintă deplasarea Raman (a) pentru gheață și (b) pentru apă, funcție de temperatură. Fig. 2 prezintă un mod de realizare a invenției. Fig. 3 prezintă principiul de funcționare a dispozitivului de sesizare a gheții pe arterele rutiere.

O formă preferată de realizare a invenției se prezintă în continuare, în legătură cu fig. 2. Dispozitivul de sesizare a gheții pe arterele rutiere realizat conform invenției este alcătuit dintr-un laser (1) ce emite în impulsuri de radiație verde de înaltă energie (se poate folosi un laser cu lungimea de undă de 527 nm și o energie pe impuls de circa 150 μ J), o lentilă cilindrică (2) care formează pe artera rutieră o zonă iluminată, de excitare (3), un obiectiv (4) (poate fi o lentilă Fresnel), prevăzut cu un filtru optic de absorbție ce lasă să treacă lungimile de undă mari lunetă de expandare a fasciculului laser (de exemplu, un filtru portocaliu OG570), care realizează imaginea zonei de excitare de pe drum pe fanta orizontală a spectrografului (5), un spectrograf (5) care realizează descompunerea spectrală a imaginii formate pe fanta sa de intrare, o cameră CCD (6) pe al cărei senzor se formează imaginea produsă de spectrograful (5), fiecare linie reprezentând o altă lungime de undă, un PC sau microcontroler (7) care citește imaginea transmisă de camera CCD (6) și analizează informația astfel achiziționată. De asemenea, acest PC (7) preia informația de temperatură exterioară de la senzorul (8) al autovehiculului și, dacă această temperatură este inferioară unui prag stabilit, pornește sursa de alimentare (9) a dispozitivului, pentru a evita funcționarea dispozitivului atunci când temperatura exterioară este în mod evident prea ridicată pentru a se produce polei sau gheață.

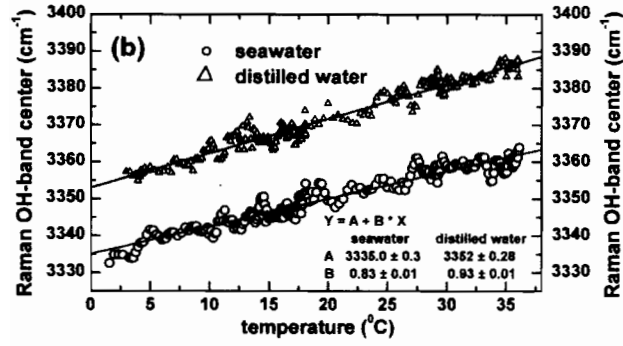
REVENDICĂRI

1. Procedeu de sesizare a gheții de pe căile rutiere de la bordul unui autovehicul aflat în mișcare **caracterizat prin aceea că** se iluminează o fâșie scurtă și lată aproximativ cât lățimea drumului cu un fascicul provenit de la un laser ce emite radiație verde, în impulsuri, cu comutație a factorului de calitate (Q-switch), de înaltă energie, folosind optică cilindrică, la o anumită distanță aleasă convenabil în fața autovehiculului, excitând Raman porțiunea de drum analizată, se colectează lumina provenită de la zona iluminată cu ajutorul unui obiectiv, prevăzut cu un filtru de absorbție care taie radiația laserului de excitare dar lasă să treacă radiația din spectrul Raman, și o focalizează pe fanta unui spectrograf, care produce dispersia cromatică a luminii ce intră prin fantă în spectrograf pe senzorul unei camere CCD, legată la un PC, care analizează imaginea transmisă de camera CCD, stabilește prezența gheții, temperatura și grosimea ei, transmite informațiile computerului de bord al autovehiculului și pornește dispozitivul dacă temperatura exterioară, furnizată de senzorul de temperatură al autovehiculului, este inferioară unei valori stabilite.

2. Dispozitiv de sesizare a gheții de pe căile rutiere de la bordul unui autovehicul aflat în mișcare prin procedeul definit în revendicarea 1, **caracterizat prin aceea că** este alcătuit dintr-un laser (1) ce emite în impulsuri de radiație verde de înaltă energie, o lentilă cilindrică (2) care formează pe artera rutieră o zonă iluminată, de excitare (3), un obiectiv (4), prevăzut cu un filtru optic de absorbție ce lasă să treacă lungimile de undă mari lunetă de expandare a fasciculului laser, care realizează imaginea zonei de excitare de pe drum pe fanta orizontală a unui spectrograf (5), care realizează descompunerea spectrală a imaginii formate pe fanta sa de intrare, o cameră CCD (6) pe al cărei senzor se formează imaginea produsă de spectrograf, un PC sau microcontroler (7) care citește imaginea transmisă de camera CCD, analizează informația astfel achiziționată, stabilește prezența gheții, temperatura și grosimea ei, preia informația de temperatură exterioară de la senzorul (8) al autovehiculului și, dacă această temperatură este inferioară unui prag stabilit, pornește sursa de alimentare (9) a dispozitivului, pentru a evita funcționarea dispozitivului atunci când temperatura exterioară este în mod evident prea ridicată pentru a se produce polei sau gheață.



a)



b)

Fig.1

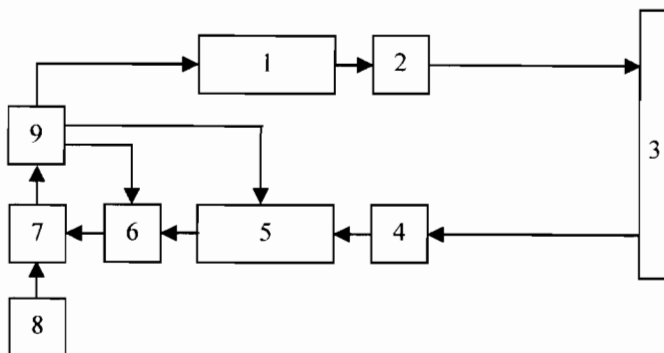


Fig. 2

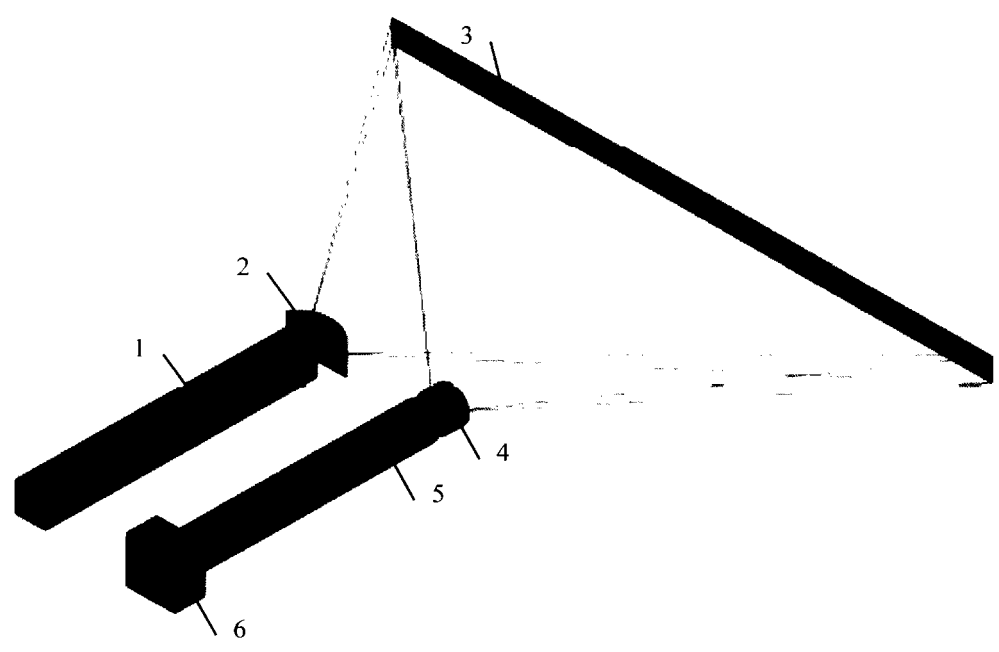


Fig. 3