



(12) **BREVET DE INVENȚIE**

Hotărârea de acordare a brevetului de invenție poate fi revocată
în termen de 6 luni de la data publicării

(21) Nr. cerere: 97-00566

(22) Data de depozit: 21.03.1997

(30) Prioritate:

(41) Data publicării cererii:
BOPI nr.

(42) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului:
30.12.1997 BOPI nr. 12/1997

(45) Data eliberării și publicării brevetului:
BOPI nr.

(61) Perfecționare la brevet:
Nr.

(62) Divizată din cererea:
Nr.

(86) Cerere internațională PCT:
Nr.

(87) Publicare internațională:
Nr.

(56) Documente din stadiul tehnicii:
US 4658138

(71) Solicitant: INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU FIZICA LASERILOR,
PLASMEI ȘI RADIAȚIEI, MĂGURELE, RO;

(73) Titular: INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU FIZICA LASERILOR,
PLASMEI ȘI RADIAȚIEI, MĂGURELE, RO;

(72) Inventatori: POPA ALEXANDRU MIRCEA, BUCUREȘTI, RO; LĂZĂRESCU MIHAIL FLORIN,
BUCUREȘTI, RO; FENIC CONSTANTIN, BUCUREȘTI, RO;

(74) Mandatar:

(54) **METODĂ ȘI MICROSCOP CU BALEIAJ PENTRU ANALIZA
STRUCTURII SUPRAFEȚEI**

(57) **Rezumat:** Invenția se referă la o metodă și la un microscop cu baleiaj pentru analiza structurii suprafeței utilizate pentru detectarea defectelor de suprafață. Metoda de analiză a suprafeței constă în aceea că utilizează, ca radiație incidentă, cu care se baleiază proba, un fascicul laser pulsant sau continuu, iar ca semnal video, armonica a doua, generată prin interacțiunea acestui fascicul cu suprafața probei. Microscopul care pune în aplicare această metodă este constituit dintr-un laser (L), un sistem de baleiere a fasciculului laser (VSH), un dispozitiv de translație și rotire (DTR) pe care este fixat suportul probei (SP), un fotomultiplicator (PM) cu circuitele de polarizare și alimentare (CP și SA) anexe, un sistem de două filtre trece - bandă (F1 și F2), dintre care primul filtru (F1) lasă să treacă numai radiația de baleiere, iar al doilea filtru (F2) lasă să treacă numai o bandă în jurul frecvenței armonicii a doua, o interfață (IF) și un calculator (PC) care prelucrează informația primită de la circuitul digital (CD) al sistemului de baleiere (VSH) și de la fotomultiplicator (PM).

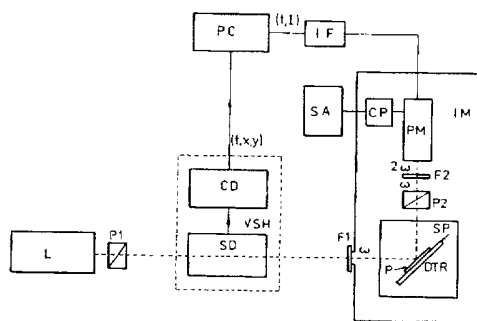


Fig. 1

Revendicări: 2
Figuri: 1

Invenția se referă la o metodă și la un microscop cu baleiaj, pentru analiza structurii suprafeței utilizată pentru detectarea defectelor de suprafață și în tehnicile de caracterizare optică a suprafeței.

Sunt cunoscute microscopice optice cu baleiaj, caracterizate prin aceea că un fascicul laser este baleiat pe suprafața analizată, iar semnalul video este proporțional cu radiația reflectată, rezultând o informație referitoare la detaliile topografice ale suprafeței.

Dezavantajele microscopelor cu baleiaj, optice, și a metodelor de analiză cu ajutorul lor sunt, ca în cazul general al tehnicilor optice, lipsa de specificitate și de sensibilitate. Dezavantajul major al metodelor bazate pe folosirea microscopelor cu baleiaj optice este faptul că informația pe care o oferă se referă numai la topografia suprafeței, spre deosebire de microscopicele cu baleiaj cu electroni, care oferă o multitudine de variante de imagine, care corespund la o serie de efecte care pot fi studiate.

Problema pe care o rezolvă invenția este realizarea unei metode bazate pe folosirea unui microscop cu baleiaj, la care radiația laser incidentă este baleiată pe suprafață, iar semnul video este proporțional cu intensitatea radiației de armonica a doua. Efectul de generare a armonicii a doua depinde de o multitudine de factori (cum sunt simetria suprafeței, defectele de suprafață, natura atomilor absorbiți pe suprafață etc.), nu numai de topografia suprafeței.

Metoda pentru analiza structurii suprafeței înlătură dezavantajele prezentate mai sus, prin aceea că utilizează ca radiație incidentă, cu care se baleiază proba, un fascicul laser, pulsant sau continuu, iar ca semnal video, armonica a doua generată prin interacția acestui fascicul cu suprafața probei, semnal înregistrat prin achiziție în memoria calculatorului, sincron cu radiația cu baleiaj.

Microscopul cu baleiaj, care pune în aplicare metoda de mai sus, este constituit dintr-un laser, un sistem de baleiere a fasciculului laser, un dispozitiv de translație și rotire, pe care este fixat

un suport al probei, un fotomultiplicator cu circuitele de polarizare și alimentare anexe, un prim filtru trece bandă, care lasă să treacă numai radiația de baleiere și un al doilea filtru trece bandă, care lasă să treacă numai o bandă în jurul frecvenței armonicii a doua, o interfață și un calculator care prelucrează informația primită de la un circuit digital al sistemului de baleiere și de la fotomultiplicator.

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- metoda și microscopul cu baleiaj bazate pe generarea armonicii a doua sunt mai eficiente și mai versatile;
- radiația de ieșire este coerentă și monocromatică și poate fi ușor separată de semnalul de intrare și de lumina de fond sau de cea împrăștiată, prin filtrare spațială și spectrală;
- tehnica are o înaltă rezoluție spațială, spectrală și temporală;
- metoda și microscopul cu baleiaj sunt capabile pentru analiza nedistructivă chiar în timpul unui proces fizic, în cazul în care suprafața care se analizează este accesibilă luminii.

Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției în legătură cu figura care reprezintă schema bloc a microscopului cu baleiaj, conform invenției.

Fenomenul care stă la baza metodei și a utilizării microscopului cu baleiaj pentru studiul defectelor de suprafață este generarea radiației de armonica a doua de către suprafață, când aceasta este iradiată cu un fascicul laser, care baleiază pe suprafață. Succesiunea efectelor care au loc este următoarea: câmpul electromagnetic oscilant al radiației laser cade pe suprafața de analizat și duce la apariția unei forțe de polarizare, care acționează asupra electronilor exteriori sau de valență; se realizează o polarizare variabilă, caracterizată de un vector de polarizare oscilant, care conduce la un câmp oscilant resultant. Vectorul de polarizare, ca și câmpul emis de suprafață, se comportă neliniar, având armonici, dintre care cea mai importantă este armonica a doua.

Componenta de armonica a doua a vectorului polarizare este notată cu $P(2\omega)$

(ω fiind frecvența unghiulară a radiației incidente) și este dată de formula:

$$P_i(2\omega) = \sum_j \sum_k \chi_{ijk}^{(2)} E_j E_k$$

unde indicii i, j și k sunt înscriși pentru cele trei componente spațiale ale vectorilor E_j , $P_i(2\omega)$ și $\chi_{ijk}^{(2)}$ sunt, respectiv vectorul câmp electric, componenta de armonica a doua a vectorului de polarizare și tensorul susceptibilitate corespunzător armonicii a doua. Când suprafața analizată este izotropă, susceptibilitatea este un scalar.

Valorile tensorului $\chi_{ijk}^{(2)}$ sunt puternic dependente de natura suprafeței, de defectele de suprafață, natura atomilor absorbiți de suprafață și de orientarea moleculelor absorbite la suprafață. Principiul metodei împreună cu principiul de funcționare a microscopului cu baleiaj bazat pe generarea armonicii a doua rezultă din faptul că intensitatea semnalului de armonica a doua este corelată cu tensorul $\chi_{ijk}^{(2)}$, iar acesta este dependent de efectele de mai sus. Rezultă că prin măsurarea intensității de armonica a doua se pot evidenția și studia aceste efecte. Metoda și microscopul cu baleiaj sunt bazate pe aceea că fasciculul laser incident este baleiat cu ajutorul unui sistem de baleiere care permite obținerea unei imagini video dată de intensitatea radiației de armonica a doua. Metoda constă în faptul că spotul de lumină monocromatică este baleiat pe suprafața care se analizează, sincron cu baleierea spotului electronic pe un tub catodic, iar intensitatea luminoasă a spotului pe tubul catodic la un moment dat, este proporțională cu intensitatea semnalului de armonica a doua, măsurat cu ajutorul unui fotomultiplicator. Acest sistem de baleiere oferă o informație globală a distribuției semnalului de armonica a doua pe suprafața analizată și conduce la imagini în care sunt vizualizate defectele pe acea suprafață, sau alte elemente de care depinde intensitatea radiației de armonica a doua.

Conform invenției și în legătură cu figura, microscopul cu baleiaj este construit dintr-un laser **L** cu funcționare în impulsuri, dar care poate fi și un laser cu funcționare

continuă, un sistem de baleiere **VSH**, o incintă de măsură **IM** și dintr-un calculator **PC** care prelucrează în timp real semnalul măsurat și pe ecranul căruia se vizualizează imaginea corespunzătoare radiației de armonica a doua.

Laserul **L** este dotat cu un polarizor **P1**. Sistemul de baleiere **VSH** cuprinde un sistem mecanic de deflecție **SD** și un circuit digital **CD** care comandă deplasarea și transmite spre calculatorul **PC** coordonatele punctului de pe suprafața baleiată la un moment dat al timpului.

Incinta de măsură **IM** conține un dispozitiv de translație și rotire **DTR**, care permite translația și rotirea unei probe **P**, plasată pe un suport **SP**. Translația se face în planul probei **P**, iar rotirea în jurul unei axe perpendiculare pe acest plan. Incinta **IM** mai cuprinde un fotomultiplicator **PM**, un circuit de polarizare **CP** al fotomultiplicatorului **PM**, un polarizor **P2** și două filtre trece bandă **F1** și **F2** dintre care primul filtru **F1** lasă să treacă numai radiația de baleiaj în jurul frecvenței ω iar al doilea filtru și **F2** lasă să treacă numai o bandă în jurul frecvenței 2ω . Circuitul de polarizare **CP** al fotomultiplicatorului **CP** este conectat la o sursă de alimentare **SA**.

Semnalul de armonica a doua, detectat de fotomultiplicatorul **PM**, este prelucrat de o interfață **IF**, rezultând un semnal digital care conține mărimea **IF** a intensității impulsului corespunzător unui moment de timp **t**. Calculatorul **PC** prelucrează informația primită de la circuitul digital **CD** și de la interfața **I** și prezintă pe monitor imaginea distribuției semnalului de armonica a doua pe suprafața probei analizate.

Revendicări

1. Metodă pentru analiza structurii suprafeței, cu ajutorul unui microscop cu baleiaj, **caracterizată prin aceea că** utilizează ca radiație incidentă, cu care se baleiază proba, un fascicul laser pulsant sau continuu, iar ca semnal video armonica a doua generată prin interacția acestui

fascicul cu suprafața probei, semnal înregistrat prin achiziție în memoria calculatorului sincron cu radiația de cu baleiaj.

2. Microscop cu baleiaj, care pune în aplicare metoda de la revendicarea 1, **caracterizat prin aceea că** este constituit dintr-un laser (**L**), un sistem de baleiere a fasciculului laser (**VSH**), un dispozitiv de translație și rotire (**DTR**), pe care este fixat un suport al probei (**SP**), un fotomultipli-

cator (**PM**) cu circuitele de polarizare (**CP**) și alimentare (**SA**) anexe, un prim filtru (**F1**) trece bandă, care lasă să treacă numai radiația de baleiere și un al doilea filtru (**F2**) trece bandă, care lasă să treacă numai o bandă în jurul frecvenței armonicii a doua, o interfață (**IF**) și un calculator (**PC**) care prelucrează informația primită de la un circuit digital (**CD**) al sistemului de baleiere (**VSH**) și de la fotomultiplicator (**PM**).

Președintele comisiei de examinare: **ing. Erhan Valeriu**

Examinator: **ing. Popescu Livia**

