

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY 129 473

Patent dodatkowy
do patentu —

Zgłoszono: 79 12 31 /P. 221 050/

Pierwszeństwo: —

Zgłoszenie ogłoszono: 81 07 10

Opis patentowy opublikowano: 1986 05 30

CZYTELNIA

Urzędu Patentowego

Int. Cl.³ G01N 21/45
G01B 11/30

Twórcy wynalazku: Zygmunt Zawisławski, Joanna Jannson, Tomasz Jannson

Uprawniony z patentu: Politechnika Warszawska, Warszawa /Polska/

SPOSÓB OKREŚLANIA STOPNIA I OBSZARÓW ZMIAN ZACHODZĄCYCH W MIKROSKOPOWEJ STRUKTURZE POWIERZCHNI

D z i e d z i n a t e c h n i k i . Przedmiotem wynalazku jest sposób określania stopnia i obszarów zmian zachodzących w mikroskopowej strukturze powierzchni za pomocą interferometrii holograficznej przy użyciu światła spójnego, zwłaszcza laserowego, stosowany w produkcji podzespołów elektronicznych przy badaniu zużycia powierzchni w badaniach stopnia korozji lub innych czynników chemicznych.

S t a n t e c h n i k i . Znany jest sposób pomiaru odkształceń trójwymiarowych obiektów rozpraszających za pomocą interferometrii holograficznej. W sposobie tym dokonuje się pomiarów odkształceń lub przemieszczeń mechanicznych pod wpływem zewnętrznych lub wewnętrznych sił działających na badaną powierzchnię. Sposób ten umożliwia również badanie defektów wewnętrznych ciał stałych, stosując dodatkowe ciśnienie na badane ciało stałe, pod wpływem, którego zdefektowane ciało odkształca się nieregularnie, co uwidacznia się w postaci nieregularnego obrazu prążków.

Stosując znany sposób interferometrii holograficznej zakłada się, że struktura mikroskopowa powierzchni, zarówno przed jak i po odkształceniu nie ulega zmianie, jednakże w praktyce zachodzą zmiany powierzchni pod wpływem zmian chemicznych, mechanicznych. Zaistniałe zmiany powierzchniowe nie są brane pod uwagę w dotychczasowych pomiarach. Wadą tego sposobu jest to, że zmiany prowadzą do częściowego lub całkowitego zaniku prążków na interferogramie, co powoduje błędną interpretację i fałszywe wyniki.

I s t o t a w y n a l a z k u . Sposób według wynalazku polega na tym, że badaną powierzchnię określa się za pomocą dwóch ekspozycji, z których w pierwszej ekspozycji badaną powierzchnię oświetla się wiązką oświetlającą, po czym umieszcza się nad badaną powierzchnią płytę holograficzną tak, aby padało promieniowanie rozproszone wiązki oświetlającej od badanej powierzchni i równocześnie na płytę holograficzną kieruje się wiązką odniesienia światła spójnego. Po naświetleniu płyty holograficznej, zasłania się tę płytę. Następnie umieszcza się w tym samym położeniu badaną powierzchnię ze zmianami struktury powierzchniowej i odsłania się płytę holograficzną, po czym przeprowadza się drugą ekspozycję badanej powierzchni,

w której przemieszcza się badaną powierzchnię przez translację i obrót albo obrót względem położenia w pierwszej ekspozycji, przy czym wielkość przemieszczenia jest większa od 10-cio krotnej długości fali użytego światła spójnego i oświetla się badaną powierzchnię wiązką oświetlającą, której promieniowanie rozproszone od badanej powierzchni pada na płytę holograficzną i równocześnie na płytę holograficzną kieruje się wiązkę odniesienia światła spójnego. Po naświetleniu płyty holograficznej, płytę tę poddaje się obróbce fotochemicznej i z kontrastu między jasnymi oraz ciemnymi prążkami obrazu holograficznego określa się stopień i obszar zmian w mikroskopowej strukturze powierzchni.

Pierwszy wariant sposobu według wynalazku polega na tym, że badaną powierzchnię określa się za pomocą dwóch ekspozycji, z których w pierwszej ekspozycji badaną powierzchnię oświetla się wiązką oświetlającą, po czym umieszcza się nad badaną powierzchnią płytę holograficzną tak, ażeby padało promieniowanie rozproszone wiązki oświetlającej od badanej powierzchni i równocześnie na płytę holograficzną kieruje się wiązkę odniesienia światła spójnego. Po naświetleniu zasłania się płytę holograficzną. Następnie umieszcza się w tym samym położeniu badaną powierzchnię ze zmianami struktury powierzchniowej i odsłania się płytę holograficzną, po czym przeprowadza się drugą ekspozycję badanej powierzchni. W drugiej ekspozycji zmienia się kierunek wiązki oświetlającej i oświetla się następnie badaną powierzchnię, której promieniowanie rozproszone pada na płytę holograficzną i równocześnie na płytę holograficzną kieruje się wiązkę odniesienia światła spójnego. Po naświetleniu płyty holograficznej, płytę tę poddaje się obróbce fotochemicznej i z kontrastu pomiędzy jasnymi oraz ciemnymi prążkami obrazu holograficznego określa się stopień i obszar zmian w mikroskopowej strukturze powierzchni.

Drugi wariant sposobu według wynalazku, wyróżnia się tym, że badaną powierzchnię oświetla się wiązką oświetlającą, po czym umieszcza się nad badaną powierzchnią płytę holograficzną tak, ażeby padało promieniowanie rozproszone wiązki oświetlającej od badanej powierzchni i równocześnie na płytę holograficzną kieruje się wiązkę odniesienia światła spójnego. Po naświetleniu płyty holograficznej, płytę tę poddaje się obróbce fotochemicznej, po czym wywołaną płytę holograficzną z hologramem umieszcza się dokładnie w tym samym położeniu, zaś badaną powierzchnię ze zmianami struktury powierzchniowej przemieszcza się przez translację i obrót albo obrót względem położenia naświetlonej badanej powierzchni i oświetla się wiązką oświetlającą, której promieniowanie rozproszone od badanej powierzchni pada na płytę holograficzną i równocześnie na płytę holograficzną kieruje się wiązkę odtwarzającą, którą stanowi wiązka światła spójnego i obserwuje się poprzez tło hologramu strukturę prążków interferencyjnych badanej powierzchni określając stopień i obszar zmian w mikroskopowej strukturze powierzchni.

K o r z y s t n e s k u t k i t e c h n i c z n e w y n a l a z k u . Sposoby według wynalazku umożliwiają wykrywanie powolnych zmian zachodzących w mikroskopowej strukturze powierzchni w czasie oraz określenie szybkości tych zmian. Ponadto sposoby te pozwalają uzyskać dużą czułość wykrywania zmian w strukturze powierzchni.

O b j a ś n i e n i e r y s u n k u . Przykłady stosowania sposobów są bliżej objaśnione w oparciu o rysunek pozwalający lepiej zrozumieć proces stosowania, przedstawiający na fig. 1 rysunku układ badaną powierzchnię - płytę holograficzną do stosowania sposobu według wynalazku i drugiego wariantu sposobu, zaś na fig. 2 układ badaną powierzchnię - płytę holograficzną według pierwszego wariantu sposobu.

P r z y k ł a d y w y k o n a n i a . Jak uwidoczniona na fig. 1 rysunku, badaną powierzchnię 1 umieszcza się w położeniu pierwszej ekspozycji i oświetla się laserową wiązką 2 oświetlającą, po czym umieszcza się nad badaną powierzchnią 1 płytę 3 holograficzną tak, ażeby na płytę 3 padało promieniowanie 4 rozproszone wiązki 2 oświetlającej od badanej powierzchni 1. Równocześnie na płytę 3 holograficzną kieruje się laserową wiązkę odniesienia światła 5 spójnego i po naświetleniu uzyskuje się zapis hologramu badanej powierzchni 1 w położeniu pierwszej ekspozycji w postaci utajonych prążków interferencyjnych.

Następnie po dokonaniu pierwszej ekspozycji, zasłania się płytę 3 holograficzną i element z badaną powierzchnią 1 poddaje się przewidzianym procesom technologicznym, takim jak obróbka chemiczna, termiczna, mechaniczna, w wyniku których występuje zmiana struktury powierzchniowej. Po wykonaniu czynności technologicznych, element z badaną powierzchnią 1' o zmienionej strukturze powierzchniowej umieszcza się w tym samym położeniu i odsłania płytę 3 holograficzną, po czym przeprowadza się drugą ekspozycję badanej powierzchni 1, w której przemieszcza się badaną powierzchnię 1' przez translację i obrót względem położenia w pierwszej ekspozycji. Wielkość tego przemieszczenia jest taka, że odległość pomiędzy punktami A_1 i A_2 oraz B_1 i B_2 wynosiła około kilkunastu długości fal użytego światła 5 spójnego, to jest od połowy mikronów do kilkunastu mikronów.

Podczas drugiej ekspozycji na płytę 3 holograficzną podaje się identyczną wiązkę odniesienia światła 5 spójnego oraz promieniowanie 4' rozproszone od badanej powierzchni 1' wiązki 2 oświetlającej. Na płycie 3 holograficznej podczas drugiej ekspozycji uzyskuje się drugi utajony zapis holograficzny w postaci prążków interferencyjnych, odpowiadający powierzchni o zmienionej strukturze powierzchniowej. Po naświetleniu płytę 3 holograficzną poddaje się obróbce fotochemicznej, po której w procesie odtwarzania otrzymuje się obraz nałożonych na siebie badanych powierzchni 1, 1' w pierwszej i drugiej ekspozycji. W wyniku zjawiska interferencji otrzymuje się na tle obrazów powierzchni 1, 1' strukturę prążków interferencyjnych o małej częstotliwości i z kontrastu między jasnymi i ciemnymi prążkami na otrzymanym obrazie holograficznym określa się stopień i obszar zaistniałych zmian jakie dokonały się na badanej powierzchni 1. Pomiar kontrastu przeprowadza się za pomocą fotopowielacza.

Na fig. 2 rysunku uwidocznił wariant sposobu, w którym badaną powierzchnię 1 umieszcza się w położeniu pierwszej ekspozycji i oświetla się laserową wiązką 2 oświetlającą, po czym umieszcza się nad badaną powierzchnią 1 płytę 3 holograficzną tak, ażeby na płytę 3 padało promieniowanie 4 rozproszone wiązki 2 oświetlającej od badanej powierzchni 1. Równocześnie na płytę 3 holograficzną kieruje się laserową wiązkę odniesienia światła 5 spójnego i po naświetleniu uzyskuje się zapis hologramu badanej powierzchni 1 w położeniu pierwszej ekspozycji w postaci utajonych prążków interferencyjnych. Następnie po dokonaniu pierwszej ekspozycji, zasłania się płytę 3 holograficzną i element z badaną powierzchnią 1 poddaje się przewidzianym procesom technologicznym takim jak obróbka chemiczna, termiczna, mechaniczna, w wyniku których występuje zmiana struktury powierzchniowej. Po wykonaniu czynności technologicznych, element z badaną powierzchnią 1' o zmienionej strukturze powierzchniowej umieszcza się w tym samym położeniu i odsłania płytę 3 holograficzną, po czym przeprowadza się drugą ekspozycję badanej powierzchni 1.

W drugiej ekspozycji zmienia się kierunek wiązki 2 oświetlającej i oświetla się badaną powierzchnię 1', której promieniowanie 4' rozproszone pada na płytę 3 holograficzną i równocześnie na płytę 3 kieruje się identyczną wiązkę odniesienia światła 5 spójnego. Na płycie 3 holograficznej podczas drugiej ekspozycji uzyskuje się drugi utajony zapis holograficzny w postaci prążków interferencyjnych, odpowiadający powierzchni o zmienionej strukturze powierzchniowej. Po naświetleniu płytę 3 holograficzną poddaje się obróbce fotochemicznej, po której w procesie odtwarzania otrzymuje się obraz nałożonych na siebie badanych powierzchni 1, 1' w pierwszej i drugiej ekspozycji. W wyniku zjawiska interferencji otrzymuje się na tle obrazów powierzchni 1, 1' strukturę prążków interferencyjnych o małej częstotliwości i z kontrastu między jasnymi i ciemnymi prążkami na otrzymanym obrazie holograficznym określa się stopień i obszar zaistniałych zmian, jakie dokonały się na badanej powierzchni 1. Pomiar kontrastu przeprowadza się za pomocą densytometru.

Drugi wariant sposobu polega na tym, że badaną powierzchnię 1, jak uwidoczniła na fig. 1 rysunku, oświetla się laserową wiązką 2 oświetlającą, po czym umieszcza się nad badaną powierzchnią 1 płytę 3 holograficzną tak, ażeby na płytę 3 padało promieniowanie 4 rozproszone wiązki 2 oświetlającej od badanej powierzchni 1. Równocześnie na płytę 3 kieru-

je się laserową wiązkę odniesienia światła 5 spójnego i po naświetleniu płyty 3 holograficznej, uzyskuje się zapis hologramu badanej powierzchni 1, w postaci utajonych prążków interferencyjnych. Następnie płytę 3 holograficzną poddaje się obróbce fotochemicznej i po wywołaniu, płytę 3 z hologramem umieszcza się dokładnie w tym samym położeniu. Element z badaną powierzchnią 1 poddaje się założonym procesom technologicznym, takim jak obróbka chemiczna, termiczna, mechaniczna, w wyniku których występuje zmiana struktury powierzchniowej. Po wykonaniu czynności technologicznych, element z badaną powierzchnią 1', jak uwidoczniło na fig. 1 rysunku, umieszcza się w tym samym położeniu, przemieszcza się przez translację i obrót, przy czym wielkość tego przemieszczenia jest taka, że odległość pomiędzy punktami A_1 i A_2 oraz B_1 i B_2 wynosiła około kilkunastu długości fal użytego światła 5 spójnego, po czym badaną powierzchnię 1' oświetla się wiązką 2 oświetlającą, której promieniowanie 4' rozproszone od badanej powierzchni 1' pada na płytę 3 holograficzną. Równocześnie na płytę 3 holograficzną kieruje się wiązkę odtwarzającą, którą stanowi wiązka światła 5 spójnego i obserwuje się poprzez tło hologramu strukturę prążków interferencyjnych badanych powierzchni 1, 1'. W wyniku zjawiska interferencji otrzymuje się na tle obrazów powierzchni 1, 1' strukturę prążków interferencyjnych o małej częstotliwości, które są następnie fotografowane i przez pomiar kontrastu za pomocą fotopowielacza określa się stopień i obszar zaistniałych zmian, jakie dokonały się na badanej powierzchni 1. W przypadku, gdy obszary zmian na badanej powierzchni są małe, to uzyskuje się taką odległość pomiędzy prążkami, aby była ona mniejsza niż rozmiary obszarów zmian na badanej powierzchni 1. Odległość tę dobiera się, stosując odpowiednią wielkość przemieszczenia, przy czym im większe przemieszczenie powierzchni, tym mniejsza długość między prążkami interferencyjnymi. Jeśli brak zmian na badanej powierzchni 1 otrzymuje się prążki o jednakowym kontraście na całej badanej powierzchni 1.

Z a s t r z e ż e n i a p a t e n t o w e

1. Sposób określenia stopnia i obszarów zmian zachodzących w mikroskopowej strukturze powierzchni za pomocą interferometrii holograficznej przy użyciu światła spójnego, z n a m i e n n y t y m , że badaną powierzchnię /1/ określa się za pomocą dwóch ekspozycji, z których w pierwszej ekspozycji badaną powierzchnię /1/ oświetla się wiązką /2/ oświetlającą, po czym umieszcza się nad powierzchnią /1/ płytę /3/ holograficzną tak, ażeby padało promieniowanie /4/ rozproszone wiązki /2/ oświetlającej od badanej powierzchni i równocześnie na płytę /3/ holograficzną kieruje się wiązkę odniesienia światła /5/ spójnego i po naświetleniu zasłania się płytę /3/ holograficzną, następnie umieszcza się w tym samym położeniu badaną powierzchnię /1'/ ze zmianami struktury powierzchniowej i odsłania się płytę /3/ holograficzną, po czym przeprowadza się drugą ekspozycję badanej powierzchni /1/, w której przemieszcza się badaną powierzchnię /1'/ przez translację i obrót albo obrót względem położenia w pierwszej ekspozycji, przy czym wielkość przemieszczenia jest większa od 10-cio krotnej długości fali użytego światła /5/ spójnego i oświetla się badaną powierzchnię /1'/ wiązką /2/ oświetlającą, której promieniowanie /4'/ rozproszone od badanej powierzchni /1'/ pada na płytę /3/ holograficzną i równocześnie na płytę /3/ holograficzną kieruje się wiązkę odniesienia światła /5/ spójnego, zaś po naświetleniu płyty /3/ holograficznej, płytę tę poddaje się obróbce fotochemicznej, a z kontrastu między jasnymi oraz ciemnymi prążkami obrazu holograficznego określa się stopień i obszar zmian w mikroskopowej strukturze powierzchni.

2. Sposób określenia stopnia i obszarów zmian zachodzących w mikroskopowej strukturze powierzchni, za pomocą interferometrii holograficznej przy użyciu światła spójnego, z n a m i e n n y t y m , że badaną powierzchnię /1/ określa się za pomocą dwóch ekspozycji, z których w pierwszej ekspozycji badaną powierzchnię /1/ oświetla się wiązką /2/ oświetlającą, po czym umieszcza się nad badaną powierzchnią /1/ płytę /3/ holograficzną tak, ażeby padało promieniowanie /4/ rozproszone wiązki /2/ oświetlającej od badanej po-

wierzchni /1/ i równocześnie na płytę /3/ holograficzną kieruje się wiązkę odniesienia światła /5/ spójnego i po naświetleniu zasłania się płytę /3/ holograficzną, następnie umieszcza się w tym samym położeniu badaną powierzchnię /1'/ ze zmianami struktury powierzchniowej i odsłania się płytę /3/ holograficzną, po czym przeprowadza się drugą ekspozycję badanej powierzchni /1'/, w której zmienia się kierunki wiązki /2/ oświetlającej i oświetla się badaną powierzchnię /1'/, której promieniowanie /4'/ rozproszone pada na płytę /3/ holograficzną i równocześnie na płytę /3/ holograficzną kieruje się wiązkę odniesienia światła /5/ spójnego, zaś po naświetleniu płyty /3/ holograficznej, płytę tę poddaje się obróbce fotochemicznej i z kontrastu pomiędzy jasnymi oraz ciemnymi prążkami obrazu holograficznego określa się stopień i obszar zmian w mikroskopowej strukturze powierzchni.

3. Sposób określania stopnia i obszarów zmian zachodzących w mikroskopowej strukturze powierzchni, za pomocą interferometrii holograficznej, przy użyciu światła spójnego, z n a m i e n n y t y m , że badaną powierzchnię /1/ oświetla się wiązką /2/ oświetlającą, po czym umieszcza się nad badaną powierzchnią /1/ płytę /3/ holograficzną tak, ażeby padało promieniowanie /4/ rozproszone wiązki /2/ oświetlającej od badanej powierzchni /1/ i równocześnie na płytę /3/ holograficzną kieruje się wiązkę odniesienia światła /5/ spójnego i po naświetleniu płyty /3/ holograficznej, płytę tę poddaje się obróbce fotochemicznej, po czym wywołaną płytę /3/ holograficzną z hologramem umieszcza się dokładnie w tym samym położeniu, zaś badaną powierzchnię /1'/ ze zmianami struktury powierzchniowej przemieszcza się przez translację i obrót albo obrót względem położenia naświetlonej badanej powierzchni i oświetla się wiązką /2/ oświetlającą, której promieniowanie /4'/ rozproszone od badanej powierzchni /1'/ pada na płytę /3/ holograficzną i równocześnie na płytę /3/ holograficzną kieruje się wiązkę odtwarzającą, którą stanowi wiązka światła /5/ spójnego i obserwuje się poprzez tło hologramu strukturę prążków interferencyjnych badanej powierzchni /1/, określając stopień i obszar zmian w mikroskopowej strukturze powierzchni.

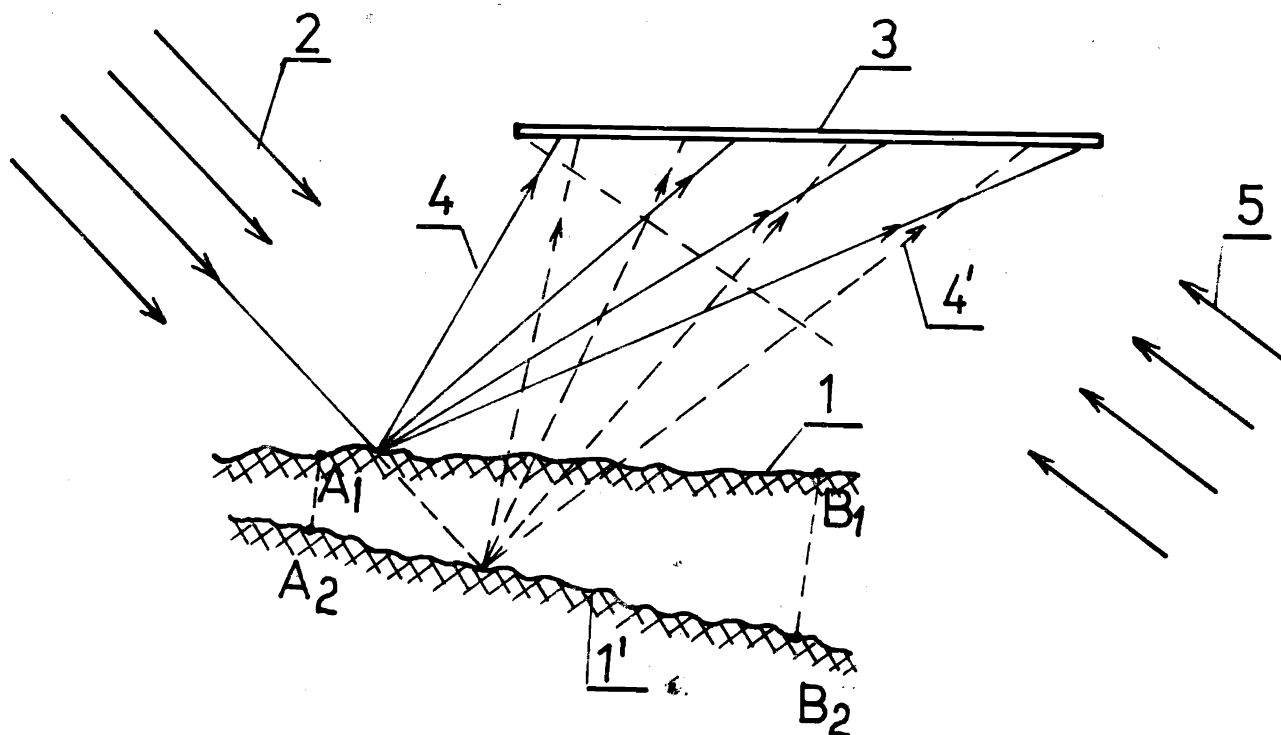


FIG.1

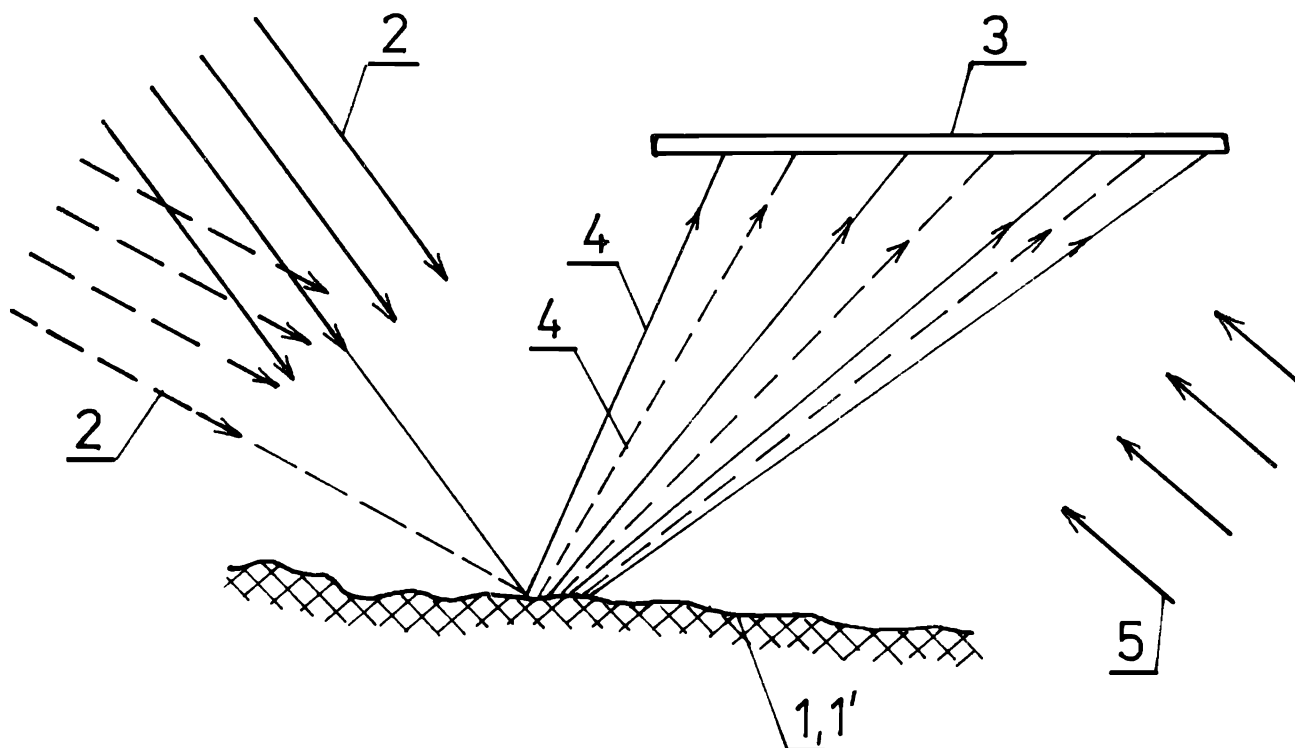


FIG. 2