

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

19525

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2009 - 20817**
(22) Přihlášeno: **04.02.2009**
(47) Zapsáno: **14.04.2009**

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

G01B 9/02 (2006.01)
G01B 9/00 (2006.01)
G01B 11/10 (2006.01)
G01B 11/00 (2006.01)

(73) Majitel:

Univerzita Palackého, Olomouc, CZ

(72) Původce:

Šmíd Petr RNDr. Ph.D., Olomouc, CZ

Horváth Pavel RNDr. Ph.D., Olomouc, CZ

Hrabovský Miroslav Prof. RNDr. DrSc., Olomouc, CZ

(74) Zástupce:

Ing. Petr Soukup, Vídeňská 9, Olomouc, 77200

(54) Název užitého vzoru:

Zařízení pro detekci a vyhodnocení submikronových pohybů pole koherenční zrnitosti

CZ 19525 U1

Zařízení pro detekci a vyhodnocení submikronových pohybů pole koherenční zrnitosti

Oblast techniky

Technické řešení se týká zařízení pro detekci a vyhodnocení pohybů pole koherenční zrnitosti při dosažení úrovně rozlišení menší než 1 mikrometr užitím optického jevu interference.

5 Dosavadní stav techniky

Kvantitativní vyhodnocení pohybu pole koherenční zrnitosti bylo dosud řešeno různými způsoby. Ve fotografii na bázi koherenční zrnitosti popsané v člancích "*Recording of In-plane Surface Displacement by Double-exposure Speckle Photography*" (Archbold E., Burch J.M., Ennos A., J. Mod. Opt. 17, 1970, str. 883) a "*Displacement Measurement from Double-exposure Laser Photographs*" (Archbold, E., Ennos, A.E., J. Mod. Opt. 19, 1972, str. 253) jsou nejprve dvě struktury koherenční zrnitosti navzájem posunuté ve směru ortogonálním ke směru pozorování zaznamenány dvojexpozicí do vrstvy světlocitlivého materiálu. Po jejím vyvolání a osvětlení pak velikost vzájemného posunutí struktur plyne z analýzy periody interferenčních proužků v oblasti Fourierovy transformace.

15 V interferometrii na bázi koherenční zrnitosti jsou porovnávány superpoziční struktury vzniklé koherentním skládáním referenčního světelného pole a pole koherenční zrnitosti před a po změně jeho polohy. Obě pole (referenční a koherenční zrnitosti) mají identický směr šíření. Jak je popsáno v publikaci "*Laser speckle and related phenomena*" (Ed. by Dainty J.C., Springer-Verlag, Berlin, 1984, str. 215), jsou-li superpoziční struktury pozorovány okem v průběhu kmitavého
20 pohybu pole koherenční zrnitosti ve směru jeho šíření, v bodech superpoziční struktury, v nichž se struktura nepohybuje, má struktura vyšší kontrast než v bodech, které vykazují pohyb. Oblasti superpoziční struktury s vyšším kontrastem vytváří makroskopické zrnité proužky různých tvarů, proužky tvořené zrnité struktury koherenční zrnitosti, poskytující informaci o relativním pohybu pole koherenční zrnitosti. Modifikace výše uvedeného interferometru na bázi koherenční zrnitosti
25 jsou založeny na principu zviditelnění rozdílu dvou po sobě následujících superpozičních struktur. K tomu lze využít záznamu superpoziční struktury na fotografickou desku, jak je uvedeno v pramenu "*Interferometric displacement measurement on scattering surfaces utilizing speckle effect*" (Leendertz J.A., J. Phys. E: Sci. Instrum. 3, 1970, str. 214), nebo na snímací světlocitlivou kameru, jak je uvedeno v článku "*Holographic and video techniques applied to engineering measurements*" (Butters J.N., Leendertz J.A., Meas. Control 4, 1971, str. 349). Rozdíl mezi superpozičními strukturami se opět projevuje vznikem soustavy makroskopických zrnitých proužků různých tvarů.

Zatímco fotografie na bázi koherenční zrnitosti vyžaduje, aby posunutí pole koherenční zrnitosti přesáhlo rozměr samotných zrn, interferometrie na bázi koherenční zrnitosti má opačnou podmínku.
35 Modernější způsob kvantitativního vyhodnocení pohybu pole koherenční zrnitosti nevyžadující omezující podmínku na velikost zrn ve struktuře koherenční zrnitosti, který je prezentovaný v článku "*Theory and applications of dynamic laser speckles due to in-plane object motion*" (Yamaguchi I., Komatsu S.-I., Opt. Acta 24, 1977, str. 705) nebo monografii "*Koherenční zrnitost v optice*" (Hrabovský M., Bača Z., Horváth P., Univerz. Palackého v Olomouci, 2001), využívá statistického přístupu. Poloha maxima funkce vzájemné korelace struktur koherenční zrnitosti zaznamenaných světlocitlivou kamerou před a po změně polohy pole koherenční zrnitosti poskytuje informaci o velikosti posunutí pole koherenční zrnitosti.

Dle pramenu "*Application of speckle decorrelation method for small translation measurements*" (Horváth P., Hrabovský M., Šmíd P., Opt. Appl. 34, 2004, str. 203) je citlivost korelační metody
45 závislá na úhlových a délkových (geometrických) parametrech měřicí sestavy. Zvýšení citlivosti korelační metody na úroveň jednotek mikrometrů lze docílit zařazením optického systému o příčném zvětšení $\beta > 1$ do detekčního řetězce, jak uvádí články "*Full theory of speckle displacement and decorrelation in the image field by wave and geometrical descriptions and its application in mechanics*" (Horváth P., Hrabovský M., Šmíd P., J. Mod. Opt. 51, 2004, str. 725), "*Application of speckle decorrelation method for small translation measurements*" (Horváth P.,
50

Hrabovský M., Šmíd P., Opt. Appl. 34, 2004, str. 203) a patent CZ 295817 o názvu "Zařízení pro bezkontaktní snímání stability polohy předmětu". Je rovněž známo zařízení dle spisu CZ 2007-797 A1, kde zdroj záření je součástí osvětlovacího bloku obsahujícího osvětlovací optickou soustavu polohovatelně ustavenou v motorickém translačním systému, který je uložen mezi pozorovaným subjektem a zdrojem záření a je propojen s řídicím a vyhodnocovacím systémem. Přestože je tohoto zařízení možno využít k přesné kvantitativní detekci změny pohybu sledovaného objektu, jeho nevýhodou je, že maximální dosažitelná úroveň rozlišení velikosti pohybu pole koherenční zmitosti a následně i sledovaného objektu je na hranici 1 mikrometru.

Je proto snahou předkládaného řešení za využití poznatků o interferenci velkého počtu světelných vln, uvedených například v monografiích "Fundamentals of photonics" (Saleh B.E.A., Teich M.C., John Wiley & Sons, New York, 1991) a "Principles of optics" (Born M., Wolf E., Pergamon Press, London, 1959), a znalostí společně s poznatky o sčítání pole koherenční zmitosti s koherentním pozadím, prezentovaných například v monografii "Laser speckle and related phenomena" (Dainty J.C., ed., Springer-Verlag, Berlin, 1975, str. 29), předložit takový způsob a zařízení detekce pohybu pole koherenční zmitosti, které by již při použití světla o vlnové délce z viditelné oblasti spektra detekovalo translační pohyby pole koherenční zmitosti menší než jeden mikrometr.

Podstata technického řešení

Uvedeného cíle je dosaženo technickým řešením, kterým je zařízení pro detekci a vyhodnocení submikronových pohybů pole koherenční zmitosti pomocí svazku koherentního nebo kvazikoherentního záření ze zdroje záření pracujícího ve viditelné, blízké infračervené nebo blízké ultrafialové, oblasti spektra, jehož podstatou je, že obsahuje dělič svazku záření vložený mezi zdroj záření a objekt generující pole koherenční zmitosti, přičemž za objektem nebo v jím odraženém poli je ustavena zvětšovací optická soustava pro pozorování interferenčního obrazce v oblasti zrna struktury koherenční zmitosti, za níž je umístěn obrazový snímač, který je napojen na vyhodnocovací systém.

Předloženým technickým řešením se dosahuje nového a vyššího účinku v tom, že interferometrickým porovnáním pohybujícího se pole koherenční zmitosti s koherentním referenčním světelným polem a následnou analýzou změny polohy interferenčního obrazce pozorovaného v oblasti libovolného zrna struktury koherenční zmitosti, lze detekovat translační pohyby pole koherenční zmitosti ve všech třech osách kartézského souřadného systému na úrovni zlomků vlnové délky použitého světla. V podstatě lze již při použití světla o vlnové délce z viditelné oblasti spektra bezproblémově detekovat translační pohyby pole koherenční zmitosti o velikosti pohybů pohybujících se v oblasti stovek nanometrů až 1 mikrometr.

Popis obrázků na připojených výkresech

Konkrétní příklad provedení zařízení dle technického řešení a grafické znázornění způsobu vyhodnocování pohybu pole koherenční zmitosti jsou schématicky znázorněny na připojených výkresech, kde:

obr. 1 je blokové schéma základního provedení zařízení pro transmisní předměty s naznačením alternativy užití pro difúzně reflexní předměty,

obr. 2 je příklad grafického znázornění průběhu intenzity světla v řezu oblasti zrna struktury koherenční zmitosti,

obr. 3 je příklad grafického znázornění průběhu intenzity světla v řezu oblasti zrna struktury koherenční zmitosti modulovaného interferenčním obrazcem s vyznačením bodů x_1 a x_2 na horizontální ose, mezi kterými je sledován pohyb interferenčního obrazce,

obr. 4 je zobrazení průběhu interferenčního obrazce uvedeného na obr. 3 mezi body x_1 a x_2 před posunutím pole koherenční zmitosti,

obr. 5 je příklad průběhů interferenčních obrazců po (a) jednom a (b) dvou identických posunutí pole koherenční zrnitosti.

Příklady provedení technického řešení

5 Zařízení k detekci pohybu pole koherenční zrnitosti je v základním provedení tvořeno zdrojem 2 záření, kterým je například laser nebo laserová dioda, pracující ve viditelné, blízké infračervené nebo blízké ultrafialové oblasti spektra, pomocí něhož je objekt 3 generující pole koherenční zrnitosti osvětlován úzkým svazkem paprsků. Mezi zdrojem 2 záření a objektem 3 je vložen dělič 1 polí a za objektem 3 nebo v jím odraženém poli je ustavena zvětšovací optická soustava 4 pro pozorování interferenčního obrazce v oblasti zrna struktury koherenční zrnitosti, za níž je umístěn obrazový snímač 5, například lineární nebo maticový, který je napojen na vyhodnocovací systém 6.

15 Při detekci pohybu pole koherenční zrnitosti generovaného objektem 3 je tento osvětlován ze zdroje 2 záření svazkem koherentního nebo kvazikoherentního záření, který po průchodu děličem 1, který vytváří dvě světelná pole, a to referenční pole a pole, které je průchodem objektem 3 průhledným pro užití záření nebo difúzním odrazem na objektu 3 neprůhledným pro záření transformováno na pole koherenční zrnitosti, přičemž směry šíření referenčního pole a pole koherenční zrnitosti mohou být kolineární nebo svírat nenulový úhel, a tato dvě pole spolu interferují. Interferenční pole je pomocí zvětšovací optické soustavy 4 snímáno maticovým nebo lineárním obrazovým snímačem 5 v oblasti, ve které je pozorováno zrno ve struktuře koherenční zrnitosti, jak je znázorněno na obr. 2. Obrazový snímač 5 je napojen na vyhodnocovací systém 6 analyzující interferenční obrazce před a po změně polohy pole koherenční zrnitosti a určující kvantitativně vzájemnou změnu jejich poloh, jak je příkladně uvedeno na obr. 3 až obr. 5.

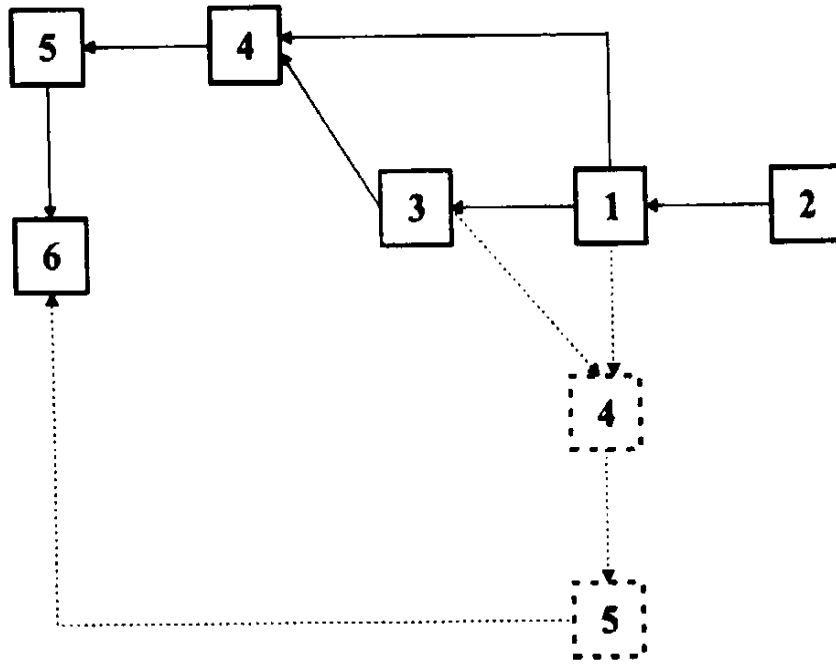
Průmyslová využitelnost

25 Zařízení podle technického řešení lze použít v případě požadavku na zvýšení citlivosti metody korelace polí koherenční zrnitosti, a k přesnému kvantitativnímu vyhodnocení změny polohy sledovaného objektu generující pole koherenční zrnitosti.

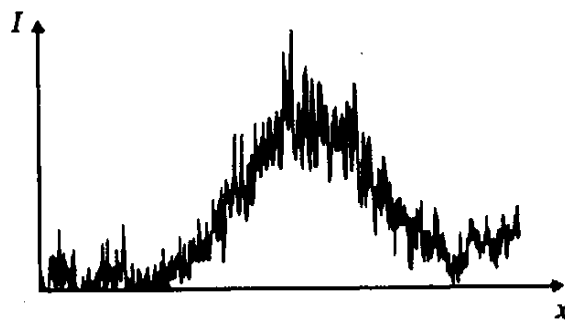
N Á R O K Y N A O C H R A N U

30 1. Zařízení pro detekci a vyhodnocení submikronových pohybů pole koherenční zrnitosti pomocí svazku koherentního nebo kvazikoherentního záření ze zdroje (2) záření pracujícího ve viditelné, blízké infračervené nebo blízké ultrafialové, oblasti spektra, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že obsahuje dělič (1) svazku záření vložený mezi zdroj (2) záření a objekt (3) generující pole koherenční zrnitosti, přičemž za objektem (3) nebo v jím odraženém poli je ustavena zvětšovací optická soustava (4) pro pozorování interferenčního obrazce v oblasti zrna struktury koherenční zrnitosti, za níž je umístěn obrazový snímač (5), který je napojen na vyhodnocovací systém (6).

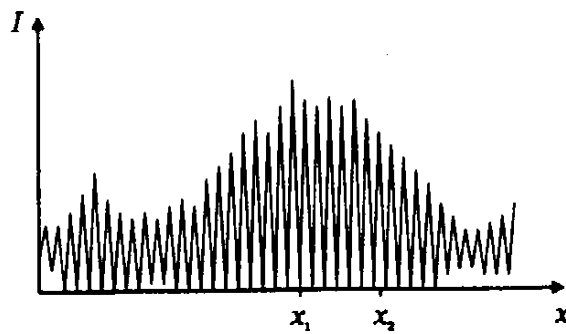
2 výkresy



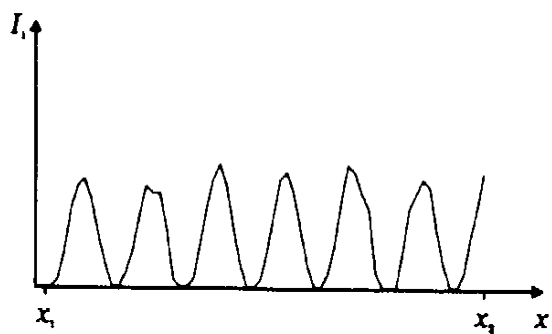
OBR. 1



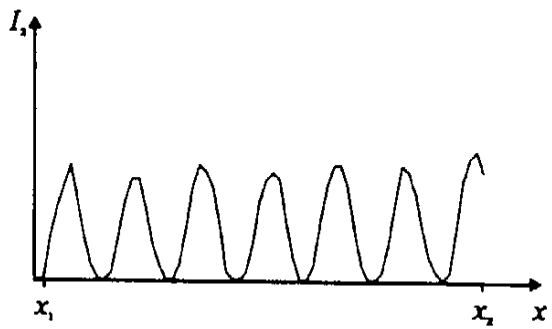
OBR. 2



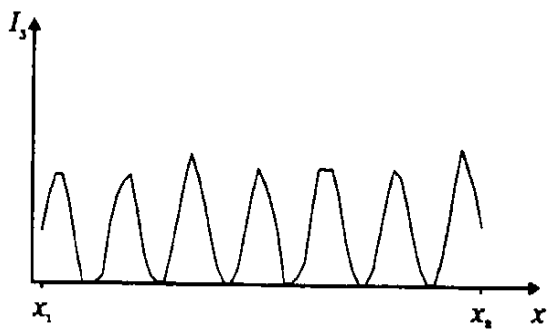
OBR. 3



OBR. 4



OBR. 5(a)



OBR. 5(b)

Konec dokumentu