

Sposób pomiaru mikro- odchyłeń kątowych względem wiązki laserowej zwłaszcza błędów rotacyjnych maszyn i interferometr do pomiaru mikro-odchyłeń kątowych względem wiązki laserowej, zwłaszcza błędów rotacyjnych maszyn

Przedmiotem wynalazku jest sposób pomiaru mikro- odchyłeń kątowych względem wiązki laserowej zwłaszcza błędów rotacyjnych maszyn oraz interferometr do pomiaru mikro-odchyłeń kątowych wiązki laserowej zwłaszcza błędów rotacyjnych maszyn, dotyczący zwłaszcza elementu/zespołu, który porusza się wzdłuż osi wiązki laserowej i odchyłeń kątowych urządzenia mierzącego lub elementu tego urządzenia względem wiązki laserowej.

Pomiar odchyłek kątowych elementu poruszającego się wzdłuż osi definiuje się jako pomiary tzw. błędów rotacyjnych.

Z opisu patentowego PL 219676 znany jest sposób pomiaru mikro odchyłeń kątowych względem wiązki laserowej, w którym wiązkę lasera rozdziela się na dwie wiązki w układzie powierzchni odbijających. Po odbiciu wiązek łączy się je ponownie we wspólnym kierunku propagacji tak, że interferują ze sobą tworząc obraz prążków interferencyjnych rejestrowanych przez fotodetektor czuły na zmianę okresu prążków. Ilość tych powierzchni odbijających dla obu wiązek różni się o liczbę nieparzystą. Szukane odchylenie kątowe wyznacza się na podstawie zarejestrowanej przez fotodetektor zmiany okresu prążków interferujących ze sobą wiązek.

Znany układ interferometryczny do pomiaru odchyłeń kątowych wiązki laserowej według tego sposobu wyposażony jest w dwuwiazkowy układ optyczny z układem powierzchni odbijających i zwierciadeł półprzepuszczalnych. Urządzenie charakteryzuje się tym, że pomiędzy laserem a fotodetektorem ilość powierzchni odbijających znajdujących się na drodze pierwszej wiązki jest różna o liczbę nieparzystą od ilości powierzchni odbijających znajdujących się na drodze drugiej wiązki. Urządzenie takie może być wykorzystane do pomiaru odchyłeń kątowych wiązki laserowej jak również do pomiaru odchyłeń całego zespołu interferometru względem wiązki laserowej.

W przypadku pomiarów tzw. błędów rotacyjnych maszyn, definiowanych jako pomiar odchyłek kątowych elementu poruszającego się wzdłuż osi, konieczny jest pomiar

odchylen kątowych zespołu w trakcie jego ruchu prostoliniowego. W takim przypadku przemieszczanie całego zespołu interferometru wraz układem fotodetekcyjnym, elektronicznym oraz kablami sygnałowymi i zasilającymi stanowi duże utrudnienie, lub wręcz uniemożliwia taki pomiar.

Celem wynalazku jest opracowanie rozwiązania umożliwiającego pomiary mikroodchylen kątowych w wybranej płaszczyźnie przemieszczających się zespołów, elementów lub maszyn.

Istota sposobu według wynalazku polega na tym, że wiązkę laserową odchyła się kątowo za pomocą pryzmatu prostokątnego wokół osi prostopadłej do płaszczyzny zawierającej dwusieczną kąta pomiędzy płaszczyznami odbijającymi pryzmatu oraz oś przecięcia się płaszczyzn odbijających pryzmatu.

Istota układu według wynalazku polega na tym, że ma pryzmat prostokątny odbijający wiązkę, który jest oddzielony od pozostałych elementów układu optycznego, obracający się wokół osi prostopadłej do płaszczyzny zawierającej dwusieczną kąta pomiędzy płaszczyznami odbijającymi pryzmatu oraz oś przecięcia się płaszczyzn odbijających pryzmatu. Pryzmat prostokątny zastąpiony jest układem dwóch wzajemnie prostopadłych zwierciadeł. Między pryzmatem prostokątnym a elementem światłodzielnym znajduje się element optyczny odchylający wiązkę wokół osi, korzystnie klin optyczny. Na drodze wiązki laserowej znajduje się element światłodzielną, oddzielający część tej wiązki jako wiązkę padającą na drugi interferometr.

Wynalazek jest objaśniony przykładowo na podstawie rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schematycznie układ optyczny interferometru z pryzmatem prostokątnym, fig. 2 przedstawia schematycznie układ optyczny interferometru z fig. 1 z zespołem zwierciadeł zamiast pryzmatu narożnego, fig. 3 przedstawia schematycznie układ optyczny interferometru z fig. 2 z klinem optycznym, a fig. 4 - schematycznie układ optyczny interferometru z układem kompensacji błędów spowodowanych niestabilnością kątową wiązki laserowej.

Dwuwiązkowy układ optyczny składa się z układu powierzchni odbijających 7,8, 9,10, pryzmatu narożnego 13 i elementu światłodzielnego 3, polaryzatora 11 umieszczonych między laserem 1 a fotodetekctorem 12. Powierzchnie odbijające mogą stanowić powierzchnie pryzmatów optycznych lub być w postaci odpowiednio ustawionych zwierciadeł.

Zgodnie ze sposobem według wynalazku laserową wiązkę światła rozdziela się na dwie wiązki 4,5, które doprowadza się do odbić od powierzchni odbijających w ilości różniące się o liczbę nieparzystą w układzie dwuwiaźkowego interferometru z układem powierzchni odbijających 7,8,9,10 utworzonych przez pryzmat narożny 13 i pryzmat prostokątny 6, w którym laserową wiązkę światła rozdziela się na dwie wiązki 4,5. Doprowadza się do różnej o liczbę nieparzystą ilości odbić obu rozdzielonych wiązek od powierzchni odbijających, a po odbiciu od układu powierzchni odbijających 7,8,9,10 obie wiązki 4,5 łączy się ponownie we wspólnym kierunku propagacji tak, że interferują ze sobą tworząc obraz prążków interferencyjnych padający na fotodetektor 12, czuły na zmianę okresu prążków. Odchylenie katowe wyznacza się na podstawie zarejestrowanej przez fotodetektor 12 zmiany okresu prążków interferujących ze sobą wiązek. Za pomocą pryzmatu prostokątnego 6 odbijającego pierwszą wiązkę 4 odchyła się ją katowo wokół osi Y prostopadłej do płaszczyzny zawierającej dwusieczną kąta pomiędzy płaszczyznami odbijającymi 7,8 pryzmatu 6 oraz oś przecięcia się płaszczyzn odbijających 7,8 pryzmatu 6.

Jak to jest przedstawione na fig.1 laser 1 emituje laserową wiązkę światła 2 o wysokiej koherencji w kierunku pryzmatu światłodzielnego 3, który rozdziela wiązkę światła 2 na dwie wiązki, pierwszą - 4 i drugą - 5. Pierwsza wiązka 4, przechodząca przez powierzchnię półprzepuszczalną pryzmatu światłodzielnego 3, biegnie w kierunku pryzmatu prostokątnego 6 zawierającego dwie prostopadle do siebie powierzchnie 7,8 odbijające światło. Pryzmat prostokątny 6 obraca się wokół osi Y tzn. w płaszczyźnie zawierającej dwusieczną kąta utworzonego przez powierzchnie odbijające (7,8) oraz oś przecięcia się płaszczyzn odbijających 7,8 pryzmatu 6.

Jak to jest przedstawione na fig.2 pryzmat prostokątny 6 jest zastąpiony dwoma usytuowanymi wzajemnie prostopadle zwierciadłami 9 i 10, obracającymi się wokół osi Y czyli w płaszczyźnie zawierającej dwusieczną kąta utworzonego przez płaszczyzny odbijające 9,10 oraz oś przecięcia się płaszczyzn odbijających 9,10.

Powierzchnie odbijające 7 i 8 pryzmatu 6 lub zwierciadła 9 i 10 odbijają wiązkę laserową 4 w kierunku elementu światłodzielnego 3 po czym wiązka ta ponownie przechodzi przez powierzchnię światłodzielną 3 następnie przez polaryzator 11 i trafia do fotodetektora 12.

Druga wiązka 5, odbita od elementu światłodzielnego 3, odbija się kolejno od trzech powierzchni pryzmatu narożnego 13, który kieruje ją z powrotem do powierzchni światłodzielnego 3, która odbija wiązkę 5 i kieruje do fotodetektora 12 za pośrednictwem polaryzatora 11. Odbita drugi raz od powierzchni 3 wiązka 5 pokrywa się z przechodzącą drugi raz przez powierzchnię 3 wiązką 4. Polaryzator 11 ustala taki sam kierunek polaryzacji przed fotodetektorem wiązek 4 i 5. Pryzmat narożny 13 może być zbudowany w postaci trzech prostopadle do siebie ustawionych zwierciadeł.

W efekcie obie połączone wiązki 4, 5 interferują ze sobą tworząc pole periodycznie naprzemiennych jasnych i ciemnych prążków interferencyjnych o ustalonym okresie. Okres prążków interferencyjnych zależy od wzajemnego ustawienia poszczególnych powierzchni odbijających w układzie optycznym interferometru oraz od kąta padania laserowej wiązki światła 2 na powierzchnię półprzepuszczalną 3. Powstałe z interferencji wiązek 4 i 5 prążki padają na fotodetektor 12, którego sygnał wyjściowy zależy od okresu analizowanych prążków.

Każda zmiana kąta pochylenia pryzmatu prostokątnego 6 wokół osi Y tzn. w płaszczyźnie zawierającej dwusieczną kąta utworzonego przez powierzchnie odbijające 7,8 oraz oś przecięcia się płaszczyzn odbijających 7,8 pryzmatu 6 lub zmiana pochylenia zespołu zwierciadeł 9 i 10 wokół osi Y tzn. w płaszczyźnie zawierającej dwusieczną kąta utworzonego przez powierzchnie odbijające 9,10 oraz oś przecięcia się płaszczyzn odbijających 9,10 powoduje zmiany kąta interferencji pomiędzy wiązkami 4 i 5 przed fotodetektorem 12 i w efekcie zmiany okresu prążków interferencyjnych rejestrowanych przez fotodetektor 12, generując zmianę sygnału wyjściowego fotodetektora 12. Pozwala to na wyznaczenie odchylen kątowych pryzmatu 6 i zespołu zwierciadeł 9 i 10.

Opisany sposób pomiaru oraz interferometr może być przeznaczony do pomiaru mikro-odchyłek kątowych elementu 6, który porusza się wzdłuż osi wiązki laserowej, co odpowiada osi współrzędnych X na rysunku fig. 1. Odchylenia kątowe elementu poruszającego się wzdłuż osi definiuje się jako tzw. błąd rotacyjny.

Interferometr przedstawiony na fig. 3 różni się tym od interferometru z fig. 1, że między nieruchomym zespołem lusterek 9 i 10 a powierzchnią półprzepuszczalną 3 usytuowany jest, jako element ruchomy, klin optyczny 14 lub inny element optyczny, który odchyła wiązkę wokół osi Y.

Interferometr przedstawiony na fig. 4 stanowi interferometr przedstawiony na fig. 1, który na drodze wiązki 2 z lasera 1 ma drugą powierzchnię półprzepuszczalną 15 usytuowaną prostopadle do powierzchni półprzepuszczalnej 3, z której wiązka 16 pada na trzecią powierzchnię półprzepuszczalną 17. Powierzchnie odbijające 7 i 8 pryzmatu 6 lub zwierciadła 9 i 10 odbijają wiązkę laserową 4 w kierunku elementu światłodzielnego 3 po czym wiązka ta ponownie przechodzi przez powierzchnię światłodzielną 3 następnie przez polaryzator 11 i trafia do fotodetektora 12.

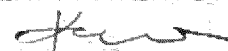
Druga wiązka 5, odbita od elementu światłodzielnego 3, odbija się kolejno od trzech powierzchni pryzmatu narożnego 13, który kieruje ją z powrotem do powierzchni światłodzielną 3, która odbija wiązkę 5 i kieruje do fotodetektora 12 za pośrednictwem polaryzatora 11. Odbita drugi raz od powierzchni 3 wiązka 5 pokrywa się z przechodzącą drugi raz przez powierzchnię 3 wiązką 4. Polaryzator 11 ustala taki sam kierunek polaryzacji przed fotodetektorem wiązek 4 i 5. Pryzmat narożny 13 może być zbudowany w postaci trzech prostopadle do siebie ustawionych zwierciadeł.

Interferometr przedstawiony na fig. 4 różni się tym od przykładu z fig. 1, że wprowadzono drugi układ optyczny interferometru 17, który służy do pomiarów odchyżeń kątowych wiązki laserowej celem kompensacji ich wpływu na pomiar odchyżeń kątowych pryzmatu 6.

Zastosowanie dwóch układów optycznych interferometru według wynalazku, umieszczonych w dwóch wzajemnie prostopadłych płaszczyznach, pozwala na pomiary odchyżeń kątowych wokół dwóch prostopadłych osi.

Jako fotodetektor 12 mogą być zastosowane różne układy fotoelementów: np. fotodetektor składający się z czterech, ośmiu lub więcej szeregowo ustawionych fotoelementów, tzw. fotolinijka, lub kamera CCD. Rolę zwierciadeł mogą pełnić pryzmaty optyczne z powierzchnią odbijającą pochyloną odpowiednio do kierunku propagacji wiązek.

RZECZNIK PATENTOWY



mgr inż. Krystyna Lewińska