



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 03.12.74 (P. 176149)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 19.06.76

Opis patentowy opublikowano: 31.08.1978

MKP G01c 1/00

Int. Cl.² G01C 1/00

CZYTELNIA

Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Twórca wynalazku: Ryszard Jabłoński

Uprawniony z patentu: Politechnika Warszawska, Warszawa (Polska)

Układ do interferencyjnego pomiaru kątów

1

Przedmiotem wynalazku jest układ służący do interferencyjnego pomiaru kątów.

Znane są układy umożliwiające pomiar kątów w dużym zakresie pomiarowym, mianowicie w zakresie kąta pełnego, lecz z niewielką dokładnością nie przekraczającą ± 2 sekund kątowych. Należą do nich powszechnie znane podzielnice optyczne, główce podziałowe, goniometry, teodolity i niwelatory.

Znane są dalej układy pozwalające uzyskać znacznie większą dokładność, lecz jedynie w zakresie małych lub bardzo małych kątów. W tej grupie znane są lunety autokolimacyjne oraz precyzyjne układy luneta-kolimator. Przy ich pomocy można mierzyć kąty rzędu kilku do kilkudziesięciu minut kątowych z praktycznie osiągalną dokładnością $\pm 0,5$ sekundy kątowej. Znane są też układy wykorzystujące przy pomiarze przesunięcie zespołu optycznego na pewnym ramieniu. Dokładność uzyskanych wyników zależy od dokładności pomiaru długości ramienia, dokładności czujnika mierzącego przesunięcie, jednoznacznego ustalenia osi obrotu oraz zapewnienia odpowiedniej stabilizacji warunków pomiaru. Zakres pomiarowy zależy od zakresu pomiarowego czujnika i zwykle nie przekracza 10 sekund kątowych. Przy zastosowaniu czujnika o wartości działki elementarnej $0,2 \mu\text{m}$, mierzącego na ramieniu 100 mm, osiąga się dokładność pomiarów rzędu $\pm 0,2$ sekundy kątowej.

2

Nie są dotąd znane układy, które umożliwiałyby pomiar kątów z dokładnością powyżej 0,1 sekundy kątowej w zakresie przynajmniej 10 stopni kątowych.

5 Wynalazek ma na celu skonstruowanie układu, który umożliwiłby uzyskiwanie bardzo wysokich dokładności pomiaru w zakresie do kilkudziesięciu nawet stopni kątowych, a więc w zakresie bardzo często spotykanym w praktyce. Doniosłość zagadnienia stanowiącego cel wynalazku określa fakt, że wśród wszelkich dokonywanych w świetle pomiarów — pomiary długości i kąta stanowią 85%, z czego 15—20% to pomiary kąta.

10 Cel według wynalazku osiągnięto przez zaopatrzenie układu w laserowe źródło światła i ustawienie na drodze wiązki laserowej płytki półprzepuszczającej. Za tą płytką jest umieszczone lustro. W kierunku wiązki odbitej od wspomnianej płytki półprzepuszczającej układ ma stół obrotowy, a na nim jest umocowane lustro kątowe. Na 20 drodze promieni odbitych od lustra kątowego znajduje się lustro kompensujące.

25 Wymienione lustro oraz płytka półprzepuszczająca są ustawione prostopadle do płaszczyzny stołu. Kąt wierzchołkowy między powierzchniami odbijającymi lustra kątowego wynosi 90° a dwusieczna tego kąta jest prostopadła do prostej łączącej wierzchołek lustra kątowego ze środkiem obrotu stołu.

30 Po drugiej stronie płytki półprzepuszczającej

układ ma ekran a w płaszczyźnie ekranu znajduje się fotoelektryczny różnicowy przetwornik impulsów. Na wyjściu przetwornika jest przyłączony rewersyjny cyfrowy licznik impulsów, zaliczający prążki interferencyjne.

Zastosowane w układzie środki techniczne umożliwiają cyfrowy pomiar kąta obrotu z dokładnością $\pm 0,06$ sekundy kątowej na ramieniu 100 mm. Zakres pomiarowy układu wynosi w zasadzie niemal 90° , w praktyce sięga 70 stopni kątowych.

Układ według wynalazku w połączeniu z urządzeniem wykonawczym znajduje zastosowanie przy nanoszeniu podziałek kątowych na wzorcach najwyższej dokładności lub limbusach urządzeń pomiarowych, w astronomii, lotnictwie i innych dziedzinach przy precyzyjnym odmierzaniu kątów i pomiarach przesunięć kątowych. Układ może też być stosowany do precyzyjnych pomiarów kątów między różnymi częściami maszynowymi.

Wynalazek jest dokładniej opisany na przykładzie wykonania w związku z rysunkiem, na którym pokazano schemat układu optyczno-elektro-nicznego.

Układ jest zaopatrzony w laser He-Ne 1. Na drodze wiązki promieniowania laserowego jest umieszczona półprzepuszczająca płytka 2 a za nią, prostopadle do wiązki docierającego światła, nieruchome lustro 3. W kierunku wiązki odbijanej od płytki 2 układ ma obrotowy stół 4, na którym jest przytwierdzone kątowe lustro 5 o kącie 90° między powierzchniami odbijającymi. Powierzchnie odbijające są prostopadle do płaszczyzny stołu 4, a krawędź ich przecięcia wyznacza na powierzchni stołu punkt, w którym przecinają się dwusieczna kąta lustra i prostopadła do niej prosta przechodząca przez środek obrotu stołu.

Obok stołu 4, na drodze promieni odbitych od lustra 5 i prostopadle do ich kierunku, jest umocowane kompensujące lustro. 6. Lustra 3 i 6 oraz płytka 2 są ustawione prostopadle do płaszczyzny określającej powierzchnię stołu obrotowego.

Po przeciwnej niż stół 4 stronie płytki 2 jest umieszczony ekran 7 z fotoelektrycznym przetwornikiem 8, na wyjściu którego jest przyłączony rewersyjny cyfrowy licznik 9 impulsów.

Układ działa w następujący sposób. Promienie świetlne padają z lasera 1 na płytkę 2, a po rozdzieleniu wiązek odpowiednio na kątowe lustro 5 oraz na lustro 3. Wiązka skierowana na kątowe lustro 5 po odbiciu od jego dwóch powierzchni i lu-

stra 6 wraca do płytki 2 i dalej na ekran 7. Wiązka odniesienia po odbiciu od lustra 3 wraca do płytki 2 i po odbiciu od niej również zostaje skierowana na płaszczyznę ekranu 7. Zastosowane w układzie lustro 6 kompensuje przesunięcie wiązek interferencyjnych i jednocześnie podwaja różnicę dróg optycznych.

Pomiar kąta φ obrotu stołu 4 odbywa się poprzez zliczenie przesuwających się prążków interferencyjnych. Liczba tych prążków jest zależna od różnicy dróg optycznych między wiązkami interferującymi i wynosi:

$$n = \frac{\Delta l}{\lambda} = \frac{4r \sin \varphi}{\lambda}$$

gdzie:

n — liczba prążków

r — promień obrotu

φ — kąt obrotu

λ — długość fali światła lasera

Zgodnie z dalszą cechą wynalazku układ może być pozbawiony kompensującego lustra 6. Wówczas płaskie lustro 3 zostaje zastąpione lustrem kątowym o budowie podobnej do budowy lustra 5, zaś

$$n = \frac{\Delta l}{\lambda} = \frac{2r \sin \varphi}{\lambda}$$

a przesunięcie wiązek interferujących wynosi

$$p = 2r (1 - \cos \varphi)$$

Zastrzeżenie patentowe

Układ do interferencyjnego pomiaru kątów zaopatrzony w laserowe źródło światła, znamienny tym, że na drodze wiązki laserowej ma półprzepuszczającą płytkę (2) i za nią lustro (3), w kierunku wiązki odbitej od płytki (2) ma obrotowy stół (4) z kątowym lustrem (5) oraz kompensujące lustro (6), przy czym lustro (3 i 6) oraz płytka (2) są ustawione prostopadle do płaszczyzny stołu (4), kąt wierzchołkowy między powierzchniami odbijającymi kątowego lustra (5) wynosi 90° a dwusieczna tego kąta jest prostopadła do prostej łączącej wierzchołek kątowego lustra (5) ze środkiem obrotu stołu (4), zaś po przeciwnej niż stół (4) stronie płytki (2) znajdują się ekran (7) z różnicowym fotoelektrycznym przetwornikiem (8) impulsów i rewersyjny cyfrowy licznik (9) tych impulsów.

