

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

Zveřejněná podle §31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2012-897

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

G01B 5/004 (2006.01)
G01B 7/004 (2006.01)
G01B 21/04 (2006.01)
B25J 9/16 (2006.01)
B25J 19/00 (2006.01)

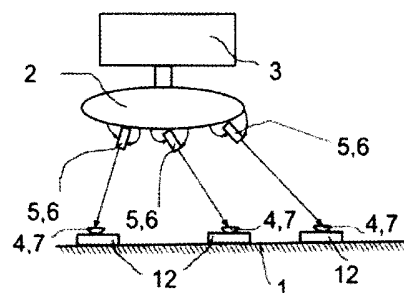
(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **12.12.2012**
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **28.05.2014**
(Věstník č. 22/2014)

- (71) Přihlašovatel:
ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Praha 6, CZ
- (72) Původce:
prof. Ing. Michael Valášek, DrSc., Praha 4, CZ
Ing. Martin Nečas, MSc.Ph.D., Praha 4, CZ
Ing. Petr Beneš, Praha 8, CZ
Ing. Jiří Švéda, Ph.D., Kladno, CZ
- (74) Zástupce:
Ing. Karel Novotný, Žufanova 2, 163 00 Praha 6



- (54) Název přihlášky vynálezu:
Zařízení pro optické měření a/nebo optickou kalibraci polohy tělesa v prostoru
- (57) Anotace:
Zařízení sestává z platformy (2) pro připojení na měřené nebo kalibrované těleso (3) a z alespoň jednoho vysílače (4) optického paprsku umístěného na platformě (2) a/nebo na rámu (1) a z alespoň jednoho přijímače (5) optického paprsku umístěného na rámu (1) a/nebo na platformě (2). Alespoň tři vysílače (4) optických paprsků jsou představovány odražeči (7) nebo referenčními prvky (9) nebo zdroji (10) laserového paprsku nebo kombinací odražečů (7) a/nebo referenčních prvků (9) a/nebo zdrojů (10) laserového paprsku uspořádaných na rámu (1) a/nebo platformě (2). Alespoň tři přijímače (5) optických paprsků jsou představovány laserovými sledovači (6) nebo optickými kamerami (8) nebo fotocitlivými prvky (11) nebo kombinací laserových sledovačů (6) a/nebo optických kamer (8) a/nebo fotocitlivých prvků (11) uspořádaných na platformě (2) a/nebo rámu (1).

2012-897

-1-

Zařízení pro optické měření a/nebo optickou kalibraci polohy tělesa v prostoru

Oblast techniky

Vynález se týká zařízení pro optické měření a/nebo optickou kalibraci polohy tělesa v prostoru sestávající z platformy pro připojení na měřené nebo kalibrované těleso a z alespoň jednoho vysílače optického paprsku umístěného na platformě a/nebo na rámu a z alespoň jednoho přijímače optického paprsku umístěného na rámu a/nebo na platformě.

Dosavadní stav techniky

Zařízení pro měření a/nebo kalibraci polohy tělesa v prostoru včetně způsobu měření a/nebo kalibrace jsou známa např. ze spisů EP 1968773B1 a patentové přihlášky PV 2010-178. Popsán je nový způsob měření a kalibrace objektu v prostoru pomocí redundantních měření, to znamená, že počet čidel je větší než počet stupňů volnosti měřeného a/nebo kalibrovaného tělesa v prostoru. V těchto přihláškách jsou uvedena mechanická zařízení pro provádění redundantních měření.

Jejich nevýhodou je omezený dosah a tedy použitelnost v menších pracovních prostorech. Pro větší pracovní prostory a větší stroje jsou obtížně použitelné a poměrně nákladné.

Další nevýhodou je, že mechanická zařízení, zvláště jsou-li větší, mohou být ovlivněna vnějšími působícími silami, zvláště tíhami, které mechanická zařízení deformují, a tak způsobí chybu měření.

Cílem tohoto vynálezu je uvedené nedostatky odstranit, zejména zvětšit dosah měření a odstranit vliv vnějších působících sil, zvláště tíhy.

Podstata vynálezu

Podstata zařízení pro optické měření a/nebo optickou kalibraci polohy tělesa v prostoru sestávající z platformy pro připojení na měřené nebo kalibrované těleso a z alespoň jednoho vysílače optického paprsku umístěného na platformě a/nebo na rámu a z alespoň jednoho přijímače optického paprsku umístěného na rámu a/nebo na platformě, spočívá v tom, že počet vysílačů optických paprsků je alespoň tři a počet přijímačů optických paprsků je alespoň tři.

Alespoň tři vysílače optických paprsků jsou představovány odražeči nebo referenčními prvky nebo zdroji laserového paprsku nebo kombinací odražečů a/nebo referenčních prvků a/nebo zdrojů laserového paprsku uspořádaných na rámu a/nebo platformě a alespoň tři přijímače optických paprsků jsou představovány laserovými sledovači nebo optickými kamerami nebo fotocitlivými prvky nebo kombinací laserových sledovačů a/nebo optických kamer a/nebo fotocitlivých prvků uspořádaných na platformě a/nebo rámu.

Alternativně jsou vysílače optických paprsků představovány alespoň třemi odražeči laserového paprsku uspořádanými na rámu a/nebo platformě a přijímače optických paprsků jsou představovány alespoň třemi laserovými sledovači uspořádanými na platformě a/nebo na rámu, nebo jsou vysílače optických paprsků představovány alespoň třemi referenčními prvky uspořádanými na rámu a/nebo platformě a přijímače optických paprsků jsou představovány alespoň třemi optickými kamerami uspořádanými na platformě a/nebo na rámu, nebo jsou vysílače optických paprsků představovány alespoň třemi zdroji laserového paprsku uspořádanými na platformě a/nebo na rámu a přijímače optických paprsků jsou představovány alespoň třemi fotocitlivými prvky uspořádanými na rámu a/nebo platformě.

Vysílače optických paprsků a/nebo přijímače optických paprsků jsou případně spojena s rámem odnímatelně, přičemž počet vysílačů optických paprsků je alespoň čtyři a počet přijímačů optických paprsků je alespoň čtyři.

Výhodou zařízení podle vynálezu je možnost podstatného zvětšení dosahu měření a tím možnost měření a /nebo kalibrace ve velkých pracovních prostorech, přičemž se dosáhne snížení, případně odstranění nepříznivého vlivu vnějších působících sil, zvláště tíhy, na přesnost měření.

Přehled obrázků na výkresech

Na přiložených obrázcích je schematicky znázorněno zařízení pro optické měření a/nebo optickou kalibraci polohy měřeného a/nebo kalibrovaného tělesa v prostoru, kde

obr.1 až obr.5 znázorňují jednotlivá alternativní provedení jeho rovinného průmětu

obr.6 znázorňuje prostorový pohled na zařízení podle obr. 1

Příklady provedení vynálezu

Na obr. 1 je znázorněno základní uspořádání zařízení pro optické měření a/nebo optickou kalibraci polohy tělesa v prostoru. Jde o rovinný průmět prostorového zařízení pro optické měření a/nebo optickou kalibraci polohy měřeného a/nebo kalibrovaného tělesa 3 v prostoru se 3 přijímači 5 optického nebo laserového paprsku, v tomto případě představovanými 3 laserovými sledovači 6 umístěnými na platformě 2 a 3 vysílači 4 optického nebo laserového paprsku, v tomto případě představovanými 3 odražeči 7 laserového paprsku umístěnými na rámu 1 přes připevňovací členy 12 optického prvku. Zařízení má 9 čidel, a to vždy dva úhlové snímače natočení laserového interferometru u každého přijímače 5 a rovněž vždy jeden snímač délky laserového paprsku mezi vysílačem 4 a přijímačem 5 laserového paprsku pro 6 stupňů volnosti. Toto zařízení umožňuje opticky realizovat postup měření popsany ve spisu EP 1968773B1 s redundantním měřením.

Na obr. 2 je znázorněna varianta uspořádání zařízení pro optické měření a/nebo optickou kalibraci polohy tělesa v prostoru z obr. 1. Jde o rovinný průmět prostorového zařízení pro optické měření a/nebo optickou kalibraci polohy měřeného a/nebo kalibrovaného tělesa 3 v prostoru se 3 přijímači 5 optického nebo laserového paprsku, v tomto případě představovanými 3 laserovými sledovači 6 umístěnými na rámu 1 přes připevňovací členy 12 a 3 vysílači 4 optického nebo laserového paprsku, v tomto případě představovanými 3 odražeči 7 laserového paprsku umístěnými na platformě 2.

Na obr. 3 je znázorněna další varianta uspořádání zařízení pro optické měření a/nebo optickou kalibraci polohy tělesa v prostoru z obr. 1. Jde o rovinný průmět prostorového zařízení pro optické měření a/nebo optickou kalibraci polohy měřeného a/nebo kalibrovaného tělesa 3 v prostoru se 3 vysílači 4 optického paprsku tvořenými odražečem 7 laserového paprsku, referenčním prvkem 9 a zdrojem 10 laserového paprsku pro fotocitlivý prvek 11, umístěnými na platformě 2, a 3 přijímači 5 optického paprsku tvořenými laserovým sledovačem 6, optickou kamerou 8 pro referenční prvek 9 a fotocitlivým prvkem 11, umístěnými na rámu 1 přes připevňovací členy 12 optického prvku k rámu 1. Zařízení má 8 čidel (jeden přijímač 5 má dva úhlové snímače natočení laserového interferometru a jeden snímač délky laserového paprsku mezi vysílačem 4 a přijímačem 5 laserového paprsku, jedna optická kamera 8 má dva úhlové snímače natočení kamery a ze sejmutého obrazu referenčního prvku 9 se určí vzdálenost mezi kamerou 8 a referenčním prvkem 9, jeden fotocitlivý prvek 11 měří dvě souřadnice dopadu laserového paprsku ze zdroje 10 laserového paprsku, pro 6 stupňů volnosti. Toto zařízení umožňuje opticky realizovat postup měření popsany v patentu EP 1968773B1 s redundantním měřením.

Je možná řada dalších variant uspořádání měřicího zařízení, například je užito jen 3 optických kamer 8 na rámu 1 oproti referenčním prvkům 9 na platformě 2 nebo jen 3 zdrojů 10 laserového paprsku na platformě 2 oproti fotocitlivým prvkům 11 na rámu 1 nebo jiné kombinace 3 vysílačů optického paprsku 4 a 3 přijímačů 5 optického paprsku. Vysílače 4 a přijímače 5 optického paprsku mohou být umístěny na platformě 2 nebo na rámu 1 v řadě různých kombinací.

Na obr. 4 je znázorněna varianta uspořádání zařízení pro optické měření a/nebo optickou kalibraci polohy tělesa v prostoru z obr. 3. Jde o opět rovinný průmět prostorového zařízení pro optické měření a/nebo optickou kalibraci polohy tělesa 3 v prostoru se 3 vysílači 4 optického paprsku tvořenými odražečem 7 laserového paprsku, referenčním prvkem 9, zdrojem 10 laserového paprsku pro fotocitlivý prvek 11, umístěnými ale na rámu 1 přes připevňovací členy 12 optického prvku a 3 přijímači 5 optického paprsku tvořenými sledovačem 6 laserového paprsku, optickou kamerou 8 pro referenční prvek 9 a fotocitlivým prvkem 11, umístěnými na platformě 2.

Na obr. 5 je znázorněna další varianta uspořádání zařízení pro optické měření a/nebo optickou kalibraci polohy tělesa v prostoru z obr. 1. Jde o rovinný průmět prostorového zařízení pro optické měření a/nebo optickou kalibraci polohy tělesa 3 v prostoru se 4 přijímači 5 optického paprsku představovaných laserovými sledovači 6 umístěnými na platformě 2 a 4 vysílači 4 optického paprsku představovaných odražeči 7 laserového paprsku umístěnými na rámu 1 přes připevňovací členy 12 optického prvku. Odražeče 7 laserového paprsku umístěné na rámu 1 přes připevňovací členy 12 optického prvku jsou od rámu 1 odnímatelné a znovu k rámu 1 připevnitelné. To například umožňují připevňovací členy 12 optického prvku představované magnetickými rychloupínači. Toto zařízení má 12 čidel, čtyři laserové sledovače se třemi čidly, obdobně, jak bylo uvedeno na obr. 1 pro 6 stupňů volnosti. Toto zařízení pak umožňuje opticky realizovat postup měření popsany v patentové přihlášce PV 2010-178 a popsany také dále s procházením rozsáhlým pracovním prostorem.

Optická měření jsou prováděna pomocí dvojic vysílač 4 a přijímač 5 optického paprsku, které měří vzájemnou kartézskou polohu ve třech souřadnicích vysílače a přijímače optického paprsku. Jako vysílače optického paprsku lze užít odražeč 7 laserového paprsku, referenční prvek 9, zdroj 10 laserového paprsku. Jako přijímače optického paprsku lze užít laserový sledovač 6, optickou kameru 8, fotocitlivý prvek 11.

Optický sledovač 6 je laserový interferometr s přiřazeným odražečem 7 laserového paprsku, kde laserový interferometr je připevněn na sférickém kloubu (se dvěma stupni volnosti) se zpětnovazebně řízenými pohony. Každý optický sledovač 6 uspořádaný na platformě 2 a/nebo na rámu 1 vysílá laserový paprsek, který se odráží od odražeče 7 laserového paprsku uspořádaného na rámu 1 a/nebo platformě 2 a dopadá zpět do optického sledovače 6, kde je zpracován laserovým interferometrem a známým, ale sofistikovaným zpětnovazebním řízením pro pohyb optického sledovače 6 ve sférickém kloubu je laserový interferometr natáčen tak, aby laserový sledovač 6 prostřednictvím laserového interferometru mohl stále sledovat laserový paprsek vyslaný odražečem laserového paprsku 7. Ze znalosti dvou úhlů natočení laserového paprsku měřených ve sférickém kloubu a ze znalosti délky laserového paprsku mezi laserovým interferometrem a odražečem laserového paprsku měřeném laserovým interferometrem, které představují sférické souřadnice, je určena pomocí přepočtu sférických souřadnic na kartézské souřadnice vzájemná kartézská poloha daná kartézskými souřadnicemi x , y , z laserového sledovače 6 a odražeče 7 laserového paprsku.

Optická kamera 8 s referenčním prvkem 9 je optická kamera 8, která snímá obraz referenčního prvku 9 a z těchto obrazů je metodami fotogrammetrie určena vzájemná poloha referenčního prvku 9 a optické kamery 8. Současně je tato vzájemná poloha referenčního prvku 9 a optické kamery 8 užita pro zpětnovazební řízení pohybu optických kamer 8 ve sférických kloubech tak, aby optické kamery 8 mohly stále sledovat referenční prvek 9. Referenční prvek 9 je tvořen nejméně třemi různými body, které může optická kamera 8 sejmut na obraz a zobrazit. Příkladem referenčního prvku 9 může být destička se 4 svítícími led diodami uspořádanými ve čtyřúhelníku o známých rozměrech. Znalost

rozměrů čtyřúhelníku urychlí proces měření, neboť není nutné nejdříve provádět jejich kalibraci. Jiným příkladem referenčního prvku 9 může být destička se známým geometrickým obrazcem s alespoň třemi rozlišitelnými vrcholy.

Zdroj 10 laserového paprsku pro fotocitlivý prvek 11 je malý laser například v podobě laserového ukazovátka. Laserové paprsky vyslané zdrojem 10 laserového paprsku dopadají na fotocitlivý prvek 11. Fotocitlivý prvek 11 určuje kartézské souřadnice dopadu laserového paprsku v rovině dopadu laserových paprsků na fotocitlivý prvek 11 a z těchto souřadnic dopadu laserového paprsku se určí podmínka pro určení vzájemné kartézské polohy zdroje 10 laserového paprsku a fotocitlivého prvku 11. Počet dopadajících laserových paprsků na fotocitlivé prvky 11 pro úplné určení vzájemné kartézské polohy zdrojů 10 laserových paprsků a fotocitlivých prvků 11 je nejméně tři, ale pro vyšší přesnost a samokalibraci lépe čtyři a více. Je-li počet dopadajících laserových paprsků na fotocitlivé prvky 11 menší než tři, musí být pro optické měření a/nebo optickou kalibraci polohy tělesa v prostoru užity ještě další dvojice vysílač 4 a přijímač 5 optického paprsku. Zdroj 10 laserového paprsku může být upevněn ve sférickém kloubu a jeho natočení může být zpětnovazebně řízeno tak, aby laserový paprsek dopadal na fotocitlivý prvek 11.

Obr. 6 představuje prostorový pohled na zařízení podle obr. 1.

Při použití výše popsaného zařízení pro měření nebo kalibraci tělesa v prostoru, dále pro přehlednost nazývaného jako zkoumané (manipulované) těleso, je možné použít i tohoto zařízení, které samo o sobě není kalibrováno. Vlastní kalibrace zařízení je provedena buďto již před jeho použitím pro měření a/nebo kalibraci zkoumaného tělesa a nebo je provedena jeho samokalibrace ve spojení s měřením a/nebo kalibrováním zkoumaného tělesa.

Při postupu měření a/nebo kalibrace tělesa v prostoru včetně výše zmíněné samokalibrace zařízení je možno postupovat v následujících krocích:

- 1 - Platforma zařízení se pevně spojí se zkoumaným tělesem, kterým je např. vřetenem nebo chapadlo výrobního stroje
- 2 - Poté provede výrobní stroj pomocí svých pohonů různorodý pohyb s vřetenem nebo chapadlem přes většinu pracovního prostoru. Různorodým pohybem je přitom míněn takový pohyb, při kterém se platforma s připevněným tělesem pohybuje v podstatné části pracovního prostoru, což umožní získání široce podložené soustavy rovnic pro stanovení polohy a/nebo kalibrace zkoumaného tělesa a současně jsou aktivována měření všech snímačů zařízení. Při tomto pohybu jsou sejmuty měřené veličiny v počtu alespoň o jeden větší, než je počet stupňů volnosti
- 3 - Na základě všech změřených veličin je z přeúčtené soustavy rovnic popisujících vazbové podmínky měřicího zařízení stanovena poloha měřicího zařízení vůči výrobnímu stroji a současně vzájemná poloha vysílačů 4 a přijímačů 5 optických paprsků měřicího zařízení na rámu 1 a/nebo na platformě 2 měřicího zařízení, docílí se samokalibrace měřicího zařízení, tj. určení jeho polohy vůči měřenému tělesu v prostoru a určení rozměrů měřicího zařízení. Vazbové podmínky pro soustavu rovnic jsou formulovány jako vzájemná poloha přijímačů 5 optického nebo laserového paprsku a příslušných vysílačů 4 optického nebo laserového paprsku, která je určena shora popisovanými měřeními v přijímačích 5.
- 4 - Po této samokalibraci zařízení provádí zkoumané těleso, např. výrobní stroj, propojený s platformou zařízení, pomocí svých pohonů opětů různorodý pohyb s vřetenem nebo chapadlem

přes většinu pracovního prostoru. Při tomto pohybu jsou opět sejmuty měřené veličiny v počtu alespoň o jeden větším, než je počet stupňů volnosti.

5 - Na základě takto změřených redundantních veličin je z přeurené soustavy rovnic popisujících vazbové podmínky měřicího zařízení stanovena poloha zkoumaného tělesa nebo jeho kalibrace.

V případě, že zařízení pro měření a/nebo kalibraci polohy tělesa v prostoru je samo o sobě již před jeho použitím pro měření nebo kalibraci zkoumaného tělesa kalibrováno, provádí se samotné měření a/nebo kalibrace zkoumaného tělesa od výše popsaného bodu 4, tedy, že zkoumané těleso, např. výrobní stroj, např. jeho vřetenem nebo chapadlo, propojené s platformou zařízení, vykonává pomocí svých pohonů opětně různorodý pohyb s platformou zařízení přes většinu jeho pracovního prostoru. Při tomto pohybu jsou opět sejmuty měřené veličiny v počtu alespoň o jeden větším, než je počet stupňů volnosti. Na základě takto změřených redundantních veličin je z přeurené soustavy rovnic popisujících vazbové podmínky měřicího zařízení stanovena poloha zkoumaného tělesa nebo jeho kalibrace.

Postup měření a/nebo kalibrace tělesa v prostoru, včetně výše zmíněné samokalibrace je možné provádět např. i následujícím způsobem, v následujících krocích:

1 - Vysílače 4 optických paprsků a/nebo přijímače 5 optických paprsků se připevní k rámu 1, kterým je např. pracovní stůl výrobního stroje a platforma 2 zařízení se pevně spojí se zkoumaným tělesem 3, kterým je např. vřetenem nebo chapadlo výrobního stroje

2 - Poté provede výrobní stroj pomocí svých pohonů různorodý pohyb se zkoumaným tělesem 3, např. s vřetenem nebo chapadlem přes většinu pracovního prostoru. Různorodým pohybem je přitom míněn takový pohyb, při kterém se platforma s připevněným tělesem 3 pohybuje v podstatné části pracovního prostoru, což umožní získání široce podložené soustavy rovnic pro stanovení polohy a/nebo kalibrace zkoumaného tělesa 3 a současně jsou aktivována měření všech snímačů přijímačů 5 optických paprsků zařízení. Při tomto pohybu jsou sejmuty měřené veličiny v počtu alespoň o jeden větším, než je počet stupňů volnosti volné platformy 2 před připevněním na měřené nebo kalibrované těleso 3

3 - Na základě všech změřených veličin z přeurené soustavy rovnic popisujících vazbové podmínky měřicího zařízení, je stanovena poloha měřicího zařízení vůči výrobnímu stroji a současně vzájemná poloha vysílačů 4 a přijímačů 5 optických paprsků měřicího zařízení na rámu 1 a/nebo na platformě 2, docílí se samokalibrace měřicího zařízení, tj. určení jeho polohy a konstrukčních parametrů, jako vzájemné vzdálenosti vysílačů 4 a/nebo přijímačů 5 optických paprsků, délky ramen, vzdálenosti os rotačních kloubů, úhly rotačních kloubů a pod. Vazbové podmínky se formulují shodně jako v popisu výše

4 - Po této samokalibraci zařízení provádí zkoumané těleso 3, např. výrobní stroj, propojený s platformou 2 zařízení, pomocí svých pohonů opětně různorodý pohyb s vřetenem nebo chapadlem přes většinu pracovního prostoru. Při tomto pohybu jsou opět sejmuty měřené veličiny v počtu alespoň o jeden větším, než je počet stupňů volnosti volné platformy 2 před připevněním na měřené nebo kalibrované těleso 3

5 - Na základě takto změřených redundantních veličin je z přeurené soustavy rovnic popisujících vazbové podmínky měřicího zařízení stanovena poloha zkoumaného tělesa 3 nebo jeho kalibrace.

6 - Je-li třeba provést měření v další části pracovního prostoru výrobního stroje, který je mimo rozsah pracovního prostoru měřicího zařízení s ohledem na momentální polohu vysílačů 4 a/nebo přijímačů

5 optických paprsků připevněných k rámu 1, provede se postupně přesun všech vysílačů 4 a/nebo přijímačů 5 optických paprsků uspořádaných na rámu 1 do nové polohy, kde má dojít k měření. To se provede tak, že se odpojí jeden vysílač 4 a/nebo přijímač 5 optických paprsků od rámu 1, přesune se do nové polohy a připevní se k rámu 1. Při tomto přemístění je počet měřených veličin při pohybu platformy 2 s měřeným nebo kalibrovaným tělesem 3 po odpojení jednoho libovolného vysílače 4 a/nebo přijímače 5 optických paprsků od rámu 1 alespoň roven počtu stupňů volnosti volné platformy 2 před připevněním na měřené nebo kalibrované těleso 3. Po připevnění přesunutého vysílače 4 a/nebo přijímače 5 optických paprsků k rámu 1 se provede jeho samokalibrace postupem podle bodu 2 a 3 shora. Pak se podle potřeby pokračuje přemístěním dalšího vysílače 4 a/nebo přijímače 5 optických paprsků a jeho samokalibrací. Vysílače 4 a/nebo přijímače 5 optických paprsků se takto mohou přemísťovat opakovaně.

7 - Po postupném přemístění potřebného počtu (např. všech) vysílačů 4 a/nebo přijímačů 5 optických paprsků do takové polohy, že je již možné provést měření v další části pracovního prostoru výrobního stroje, který je nyní již zahrnut v rozsahu pracovního prostoru měřicího zařízení v dané nové poloze dané připevněnými přemístěnými vysílači 4 a/nebo přijímači 5 optických paprsků k rámu 1, provede se požadované měření polohy výrobního stroje postupem podle bodu 4 a 5.

V případě, že zařízení pro měření a/nebo kalibraci polohy tělesa v prostoru je samo o sobě již před jeho použitím pro měření nebo kalibraci měřeného tělesa 3 kalibrováno, provádí se samotné měření a/nebo kalibrace zkoumaného tělesa 3 od výše popsaného bodu 4, tedy, že měřené těleso 3, např. výrobní stroj, nebo jeho vřetenlo nebo chapadlo, propojené s platformou 2 zařízení, vykonává pomocí svých pohonů opětovně různorodý pohyb s platformou 2 zařízení přes většinu jeho pracovního prostoru. Při tomto pohybu jsou opět sejmuty měřené veličiny v počtu alespoň o jeden větším, než je počet stupňů volnosti volné platformy 2 před připevněním na měřené nebo kalibrované těleso 3. Na základě takto změřených redundantních veličin je z přeuračené soustavy rovnic popisujících vazbové podmínky měřicího zařízení stanovena poloha zkoumaného tělesa 3 nebo jeho kalibrace.

Redundantní měření s redundancí aspoň 2 a s vyšší redundancí jsou výhodné, například počet čidel je nejméně o tři větší než počet stupňů volnosti objektu 3. Měření a jeho vyhodnocení je prováděno počítačem.

TISK

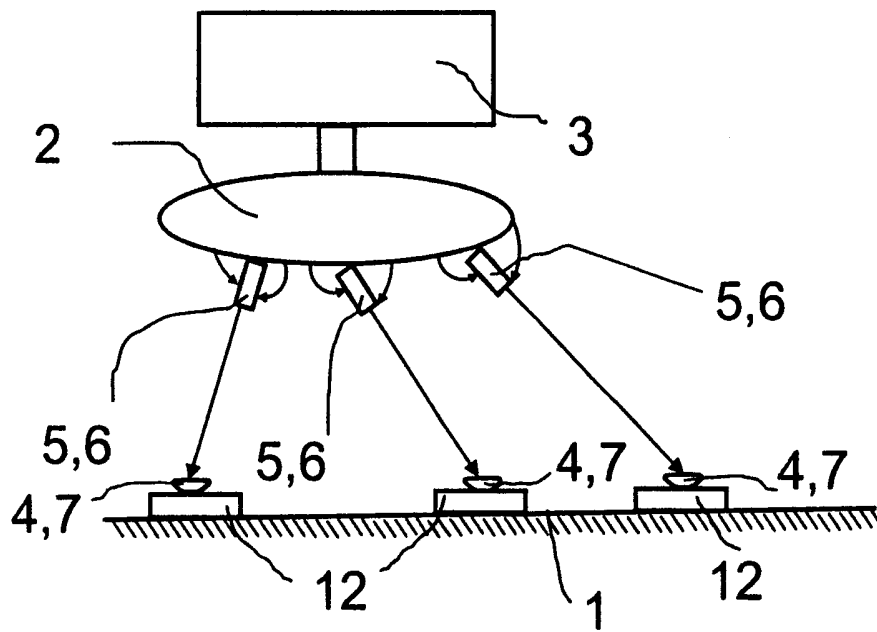
- 7 -

141 0014-8 712

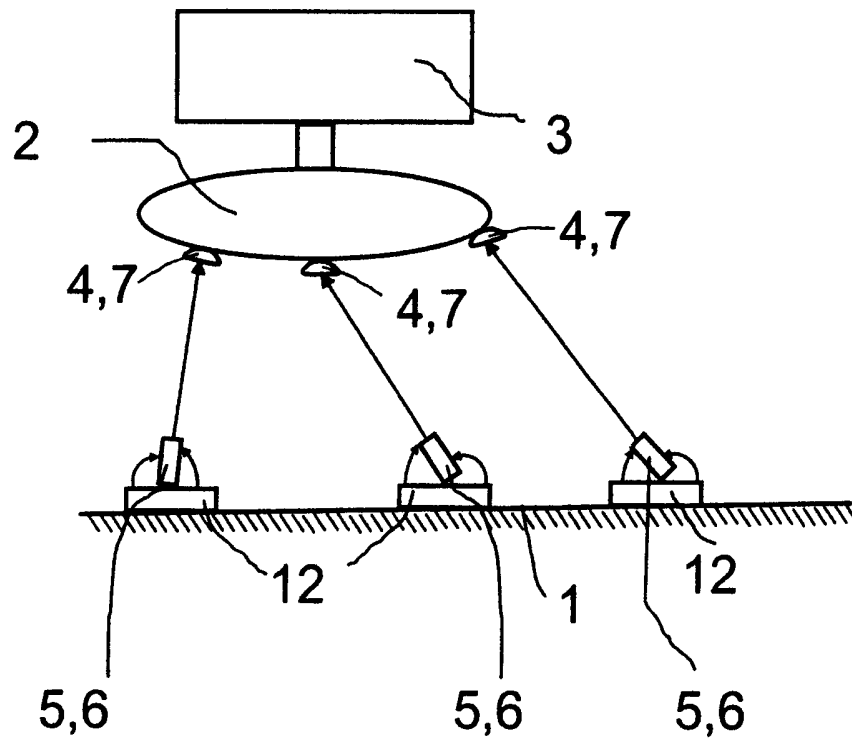
X

Patentové nároky

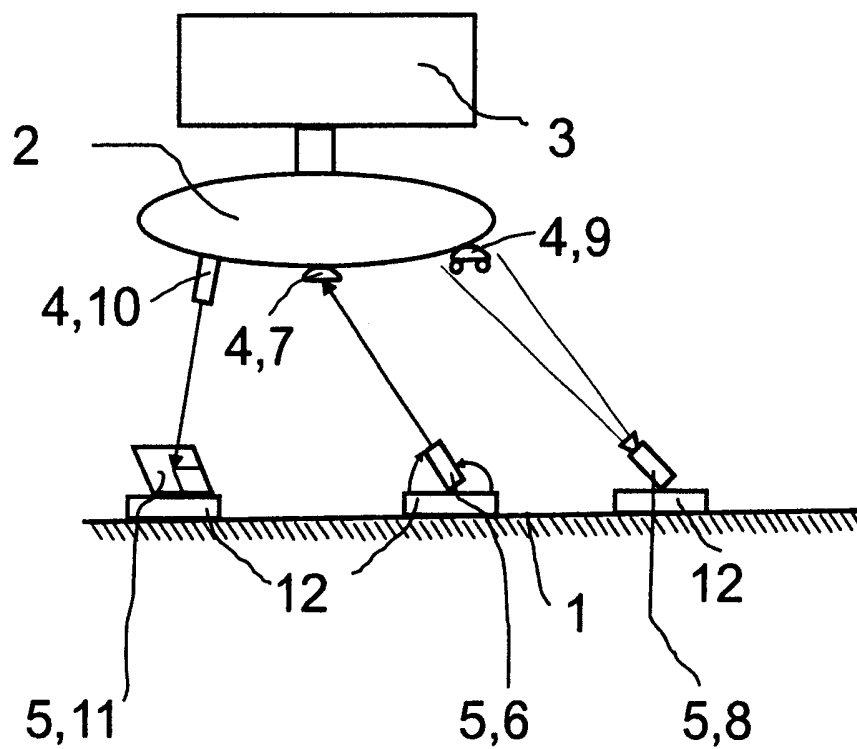
1. Zařízení pro optické měření a/nebo optickou kalibraci polohy tělesa v prostoru sestávající z platformy pro připojení na měřené nebo kalibrované těleso a z jednoho vysílače optického paprsku umístěného na platformě a/nebo na rámu a z jednoho přijímače optického paprsku umístěného na rámu a/nebo na platformě, vyznačené tím, že počet vysílačů (4) optických paprsků je alespoň tři a počet přijímačů (5) optických paprsků je alespoň tři.
2. Zařízení pro optické měření a/nebo optickou kalibraci polohy tělesa v prostoru podle nároku 1, vyznačené tím, že alespoň tři vysílače (4) optických paprsků jsou představovány odražeči (7) nebo referenčními prvky (9) nebo zdroji (10) laserového paprsku nebo kombinací odražečů (7) a/nebo referenčních prvků (9) a/nebo zdrojů (10) laserového paprsku uspořádaných na rámu (1) a/nebo platformě (2) a alespoň tři přijímače (5) optických paprsků jsou představovány laserovými sledovači (6) nebo optickými kamerami (8) nebo fotocitlivými prvky (11) nebo kombinací laserových sledovačů (6) a/nebo optických kamer (8) a/nebo fotocitlivých prvků (11) uspořádaných na platformě (2) a/nebo rámu (1).
3. Zařízení pro optické měření a/nebo optickou kalibraci polohy tělesa v prostoru podle nároku 2, vyznačené tím, že vysílače (4) optických paprsků jsou představovány alespoň třemi odražeči (7) laserového paprsku uspořádanými na rámu (1) a/nebo platformě (2) a přijímače (5) optických paprsků jsou představovány alespoň třemi laserovými sledovači (6) uspořádanými na platformě (2) a/nebo na rámu (1).
4. Zařízení pro optické měření a/nebo optickou kalibraci polohy tělesa v prostoru podle nároku 2, vyznačené tím, že vysílače (4) optických paprsků jsou představovány alespoň třemi referenčními prvky (9) uspořádanými na rámu (1) a/nebo platformě (2) a přijímače (5) optických paprsků jsou představovány alespoň třemi optickými kamerami (8) uspořádanými na platformě (2) a/nebo na rámu (1).
5. Zařízení pro optické měření a/nebo optickou kalibraci polohy tělesa v prostoru podle nároku 2, vyznačené tím, že vysílače (4) optických paprsků jsou představovány alespoň třemi zdroji (10) laserového paprsku uspořádanými na platformě (2) a/nebo na rámu (1) a přijímače (5) optických paprsků jsou představovány alespoň třemi fotocitlivými prvky (11) uspořádanými na rámu (1) a/nebo platformě (2).
6. Zařízení pro optické měření a/nebo optickou kalibraci polohy tělesa v prostoru podle některého z předchozích nároků, vyznačené tím, že vysílače (4) optických paprsků a/nebo přijímače (5) optických paprsků jsou spojena s rámem (1) odnímatelně, přičemž počet vysílačů (4) optických paprsků je alespoň čtyři a počet přijímačů (5) optických paprsků je alespoň čtyři.



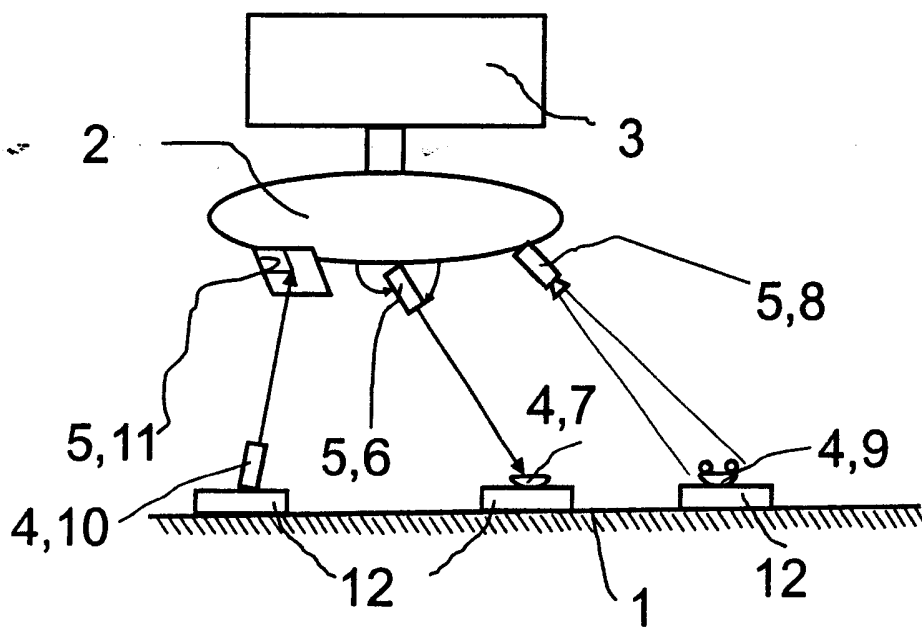
Obr. 1



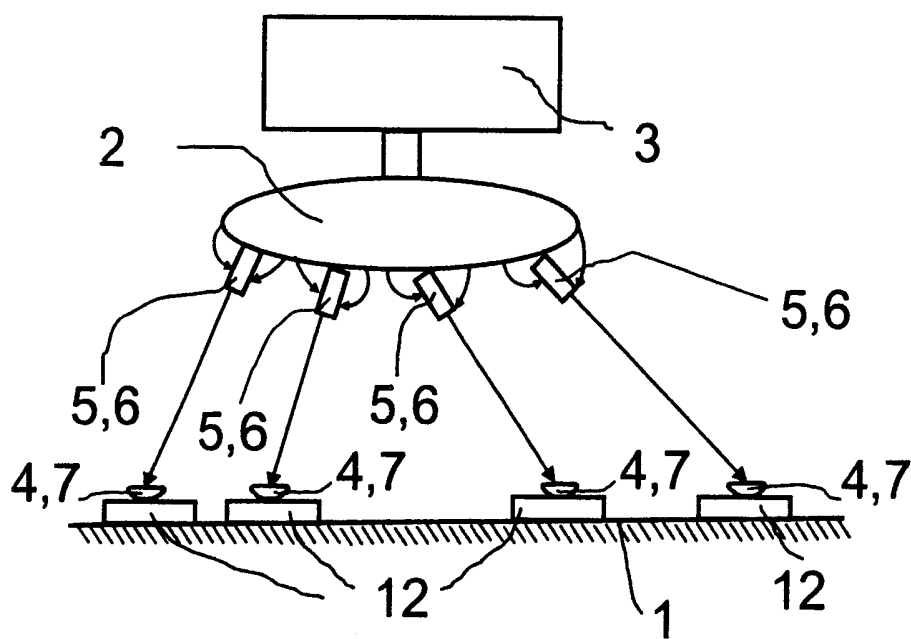
Obr. 2



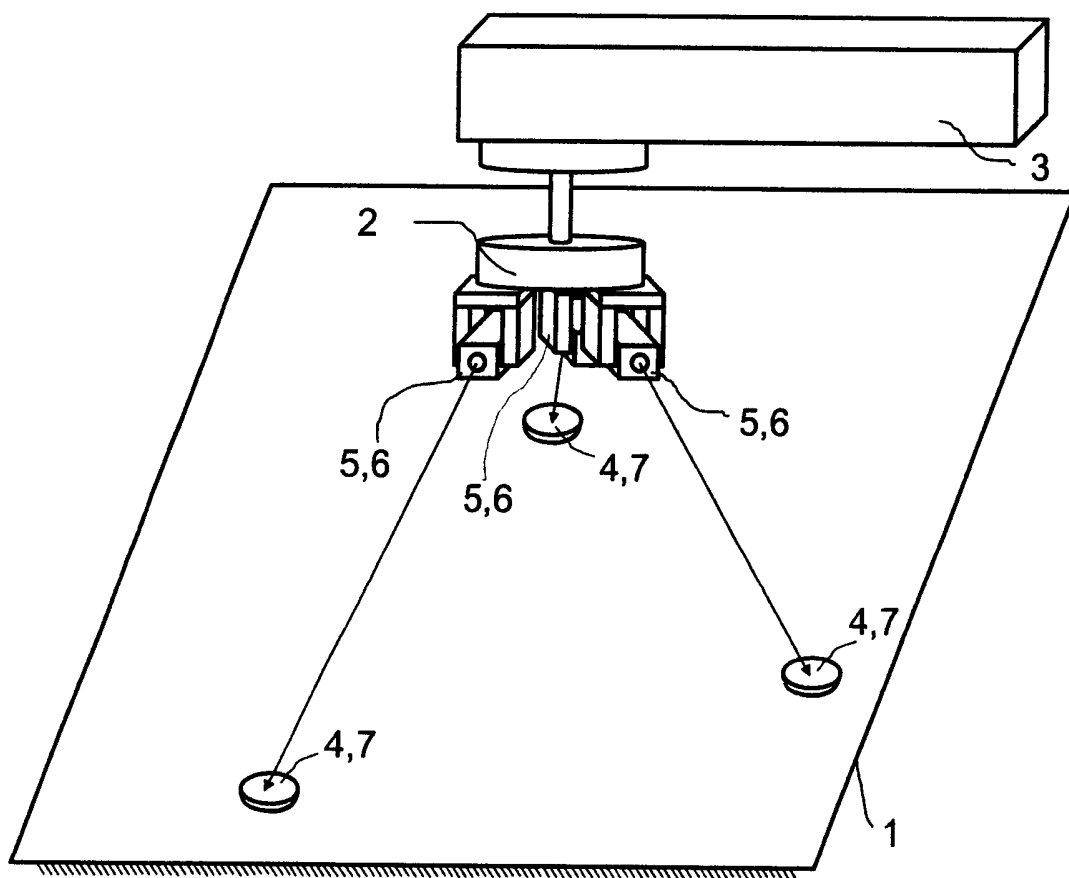
Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6