PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

2014-854

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

G01B 11/26	(2006.01)
G01B 11/00	(2006.01)
G01B 9/02	(2006.01)

(19) ČESKÁ REPUBLIKA

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **04.12.2014**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **25.11.2015**

(Věstník č. 47/2015)

(71) Přihlašovatel:
VÚTS, a.s., Liberec XI- Růžodol I, CZ

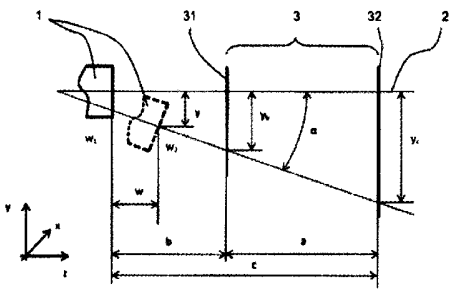
(72) Původce:
Ing. Pavel Šidlof, CSc., Liberec 14, CZ
Ing. Petr Škop, CSc., Liberec, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Dobroslav Musil, patentová kancelář, Zábrdovická 11, 615 00 Brno

(54) Název přihlášky vynálezu:

Způsob stanovení svěšení a/nebo průběhu svěšování a/nebo stanovení úhlu sklonění a/nebo průběhu sklánění horizontálního nebo šikmého vřetena, zejména horizontálního nebo šikmého vřetena obráběcího stroje, a snímací zařízení k jeho provádění

(57) Anotace:
Vynález se týká způsobu stanovení svěšení (y) a/nebo průběhu svěšování horizontálního nebo šikmého vřetena (1) a/nebo stanovení úhlu (α) sklonění a/nebo průběhu sklánění horizontálního nebo šikmého vřetena (1), zejména horizontálního nebo šikmého vřetena (1) obráběcího stroje. Jeho podstata přitom spočívá v tom, že do vřetena (1) se upne zdroj laserového paprsku (2) a v alespoň dvou různých optických vzdálenostech (b), (c) od konce vřetena (1) se při alespoň dvou různých vysunutích (w_1), (w_2) vřetena (1) z vřeteníku postupně nebo současně zaznamenají, resp. zaznamenávají místa dopadu laserového paprsku (2) nebo jeho složek (21), (22), nebo laserovým paprskem (2) nebo jeho složkami (21), (22) opisované geometrické tvary, přičemž svěšení (y) vřetena (1) a/nebo úhel (α) sklonění vřetena (1) se stanoví nebo průběžně stanovuje, resp. průběh svěšování vřetena (1) a/nebo průběh sklánění vřetena (1) se stanoví nebo průběžně stanovuje ze svislých nebo dolů orientovaných složek posunutí (y_b), (y_c) míst dopadu laserového paprsku (2) nebo jeho složek (21), (22) nebo středů laserovým paprskem (2) nebo jeho složkami (21), (22) opisovaných geometrických tvarů v těchto optických vzdálenostech (b), (c) od konce vřetena (1). Kromě toho se vynález týká také snímacího zařízení (3) k provádění tohoto způsobu.



CZ 2014 - 854 A3

Způsob stanovení svěšení a/nebo průběhu svěšování a/nebo stanovení úhlu sklonění a/nebo průběhu sklánění horizontálního nebo šikmého vřetena, zejména horizontálního nebo šikmého vřetena obráběcího stroje, a snímací zařízení k jeho provádění

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu stanovení svěšení a/nebo průběhu svěšování a/nebo stanovení úhlu sklonění a/nebo průběhu sklánění horizontálního nebo šikmého vřetena, zejména horizontálního nebo šikmého vřetena obráběcího stroje.

Kromě toho se vynález týká také snímacího zařízení k provádění tohoto způsobu.

Dosavadní stav techniky

Při vysouvání horizontálního nebo šikmého vřetena, zejména obráběcích, např. vyvrtávacích a frézovacích strojů z vřeteníku, dochází vlivem působení gravitační síly k jeho svěšování – tj. k prohnutí vřetena a ke změně deformace jeho uložení. Tím dojde k poklesu konce vřetena s upnutým nástrojem pod jeho původní osu, díky čemuž při obrábění vznikají nepřesnosti, které jsou, zejména u přesných výrobků, nebo u výrobků, při jejichž obrábění dochází k pohybu nástroje na větší vzdálenosti, nezanedbatelné. Pro eliminaci těchto nepřesností se vřeteníky obráběcích strojů běžně vyklápějí mírně nahoru ve svislé rovině, tj. proti působení gravitační síly, takže při následném vysouvání se konec daného vřetena nejprve vůči své původní ose zvedá, přičemž po dosažení určitého definovaného vysunutí vlivem prohnutí způsobeného gravitační silou, a případně i dalších deformací jiných součástí obráběcího stroje, pak zase klesá. Pro vhodné nastavení vyklopení vřeteníku a pro jeho kontrolu a případné další korekce je však nutno znát průběh svěšování daného vřetena. Ten se přitom v současné době obvykle měří vůči upínacímu stolu daného obráběcího stroje. Při tom však vznikají chyby způsobené nepřesnou polohou původní osy vřetena vůči upínacímu stolu, nepřesnostmi

upínacího stolu nebo jeho posuvu a řadou dalších vlivů. Další nevýhodou je pak i to, že průběh svěšování daného vřetena je těmito způsoby možné měřit až po montáži vřeteníku na daný obráběcí stroj a jeho seřízení, a nelze ho měřit např. na zkušebních stolicích nebo v průběhu montáže vřeteníku.

Pro měření chyb rotace vřetena obráběcího stroje, včetně jeho svěšování, byl v dokumentu CN 102322795 navržen způsob, u kterého se dané vřeteno osadí přírubou s kónickým reflexním čelem, na které pak během měření směřují čtyři laserové paprsky. Přitom se čtyřmi CCD snímači snímají odrazy těchto laserových paprsků od kónického čela příruby a chyby v rotaci vřetena se odvozují z posunů těchto odrazů na CCD snímačích. Nevýhodou popsaného způsobu je však zejména nutnost přestavení zdrojů laserových paprsků nebo CCD snímačů při změně vysunutí vřetena, požadavek na velmi vysokou přesnost a hladkost povrchu reflexního čela, který zvyšuje pořizovací náklady na danou přírubu, komplikované měřicí zařízení a způsob vyhodnocení, to, že vychýlení jednoho nebo více odražených laserových paprsků, které je následně vyhodnoceno jako chyba rotace, může být způsobeno i velmi malými nečistotami, které se zachytily na čele příruby před a/nebo během měření, a také to, že daná příruba sama zatěžuje vřeteno, čímž zkresluje výsledky měření, resp. sledování průběhu jeho svěšování.

Cílem vynálezu je navrhnout způsob pro stanovení svěšení a/nebo průběhu svěšování a/nebo stanovení úhlu sklonění a/nebo průběhu sklánění horizontálního nebo šikmého vřetena, zejména u obráběcích strojů, který by odstranil nevýhody stavu techniky tím, že by nebyl nijak vázán na další součásti daného obráběcího stroje, že by se jeho výsledky jen minimálně zkreslovaly přidaným zatížením vřetena, a zejména tím, že by se dal využít např. na zkušebních stolicích ještě před montáží vřeteníku.

Cílem vynálezu je současně také návrh snímacího zařízení k provádění tohoto způsobu.

Podstata vynálezu

Cíle vynálezu se dosáhne způsobem stanovení svěšení a/nebo průběhu svěšování horizontálního nebo šikmého vřetena a/nebo způsobem stanovení

úhlu sklonění a/nebo průběhu sklánění horizontálního nebo šikmého vřetena, zejména horizontálního nebo šikmého vřetena obráběcího stroje, jehož podstata spočívá v tom, že se do vřetena upne zdroj laserového paprsku, a v alespoň dvou různých optických vzdálenostech od konce vřetena se při alespoň dvou různých vysunutích vřetena z vřeteníku postupně nebo současně zaznamenají, resp. zaznamenávají místa dopadu laserového paprsku nebo jeho složek, nebo laserovým paprskem nebo jeho složkami opisované geometrické tvary. Svěšení vřetena a/nebo úhel sklonění vřetena se pak stanoví, resp. průběh svěšování vřetena a/nebo průběh sklánění vřetena se stanovuje, ze svislých složek, resp. dolů orientovaných složek posunutí míst dopadu laserového paprsku nebo jeho složek, nebo středů laserovým paprskem nebo jeho složkami opisovaných geometrických tvarů v těchto optických vzdálenostech, rozdílu těchto optických vzdáleností, jedné z těchto optických vzdáleností od konce vřetena, a rozdílu vysunutí vřetena z vřeteníku.

Dle provedení snímacího zařízení se místa dopadu laserového paprsku nebo laserovým paprskem opisované geometrické tvary zaznamenají, resp. zaznamenávají na optické matrici jednoho elektronického optického snímače uspořádaného proti konci vřetena, který se pohybuje mezi alespoň dvěma polohami v různých optických vzdálenostech od konce vřetena, nebo se postupně zaznamenávají na optických matricích dvou elektronických optických snímačů, které jsou upořádány za sebou proti konci vřetena v různých optických vzdálenostech od něj, přičemž elektronický optický snímač uspořádaný v menší optické vzdálenosti od konce vřetena se pro zaznamenání místa dopadu laserového paprsku nebo laserovým paprskem opisovaného geometrického tvaru na optické matrici elektronického optického snímače uspořádaného ve větší optické vzdálenosti od konce vřetena přesune alespoň dočasně mimo dráhu laserového paprsku.

Při použití snímacího zařízení v jiné variantě provedení se laserový paprsek rozdělí, resp. rozděluje na dvě složky, přičemž se zaznamenají, resp. zaznamenávají místa dopadu těchto složek, nebo těmito složkami opisované geometrické tvary na optických matricích dvou elektronických optických snímačů, přičemž každá z těchto složek dopadá, nebo opisuje geometrický tvar

na optické matrici elektronického optického snímače umístěného v jiné optické vzdálenosti od konce vřetena.

Pro zvýšení přesnosti stanovení je výhodné, pokud se alespoň jedna složka laserového paprsku před dopadem na optickou matrici elektronického optického snímače alespoň jednou odrazí pomocným zrcadlem, čímž se prodlouží její dráha.

Ve všech variantách je dále výhodné, pokud se pro eliminaci případné nepřesnosti uložení zdroje laserového paprsku v ose rotace vřetena toto vřeteno při zaznamenávání míst dopadu laserového paprsku nebo jeho složek, nebo laserovým paprskem nebo jeho složkami opisovaných geometrických tvarů otáčí vhodnou rychlostí.

Kromě toho se cíle vynálezu dosáhne také snímacím zařízením pro stanovení svěšení a/nebo průběhu svěšování a/nebo úhlu sklonění a/nebo průběhu sklánění vřetena, zejména vřetena obráběcího stroje, jehož podstata spočívá v tom, že obsahuje dráhu laserového paprsku a elektronický optický snímač, který je svou optickou matricí přestavitelný v dráze laserového paprsku mezi alespoň dvěma polohami v různých optických vzdálenostech od konce vřetena.

V jiné variantě toto snímací zařízení obsahuje alespoň dva elektronické optické snímače, jejichž optické matrice jsou uspořádány za sebou v dráze laserového paprsku, přičemž elektronický optický snímač uspořádaný v menší optické vzdálenosti od konce vřetena je uložen s možností přesunutí své optické matrice mimo tuto dráhu.

V další variantě toto snímací zařízení obsahuje v dráze laserového paprsku uspořádaný dělič laserového paprsku, za kterým jsou uspořádány alespoň dva elektronické optické snímače – každý v dráze jiné složky laserového paprsku a v jiné optické vzdálenosti od konce vřetena. V této variantě je přitom výhodné, pokud je v dráze alespoň jedné složky laserového paprsku za děličem paprsku uspořádáno alespoň jedno pomocné zrcadlo, které tuto složku odráží a prodlužuje tak její dráhu, resp. vzdálenost příslušného elektronického optického snímače od konce vřetena, čímž zvyšuje přesnost měření.

Objasnění výkresů

Na přiložených výkresech je na obr. 1 schematicky znázorněn princip způsobu stanovení svěšení a/nebo průběhu svěšování a/nebo stanovení úhlu sklonění a/nebo stanovení průběhu sklánění horizontálního nebo šikmého vřetena, zejména horizontálního nebo šikmého vřetena obráběcího stroje, a současně i princip první varianty snímacího zařízení k provádění tohoto způsobu podle vynálezu, na obr. 2a druhá varianta snímacího zařízení k provádění tohoto způsobu podle vynálezu a její princip, na obr. 2b třetí varianta takového snímacího zařízení a její princip, a na obr. 3 princip způsobu stanovení a vyhodnocení svěšení a/nebo průběhu svěšování a/nebo stanovení úhlu sklonění a/nebo průběhu sklánění horizontálního nebo šikmého vřetena, zejména horizontálního nebo šikmého vřetena obráběcího stroje pro případ uložení zdroje laserového paprsku mimo osu rotace vřetena.

Příklady uskutečnění vynálezu

Způsob stanovení svěšení a/nebo průběhu svěšování a/nebo stanovení úhlu sklonění a/nebo průběhu sklánění horizontálního nebo šikmého vřetena, zejména horizontálního nebo šikmého vřetena obráběcího stroje, podle vynálezu bude s přihlédnutím k obr. 1 až obr. 3 vysvětlen na příkladu horizontálního vřetena obráběcího stroje, přičemž v případě šikmého vřetena je tento způsob, jak je odborníkovi v oboru zřejmé, zcela analogický.

Pro stanovení svěšení **y** a/nebo průběhu svěšování a/nebo stanovení úhlu **α** sklonění a/nebo průběhu sklánění horizontálního nebo šikmého vřetena **1**, zejména horizontálního nebo šikmého vřetena **1** obráběcího stroje způsobem podle vynálezu (viz obr. 1) se do daného vřetena **1** v ose jeho rotace upne neznázorněný zdroj laserového paprsku **2** (např. laserová dioda), a proti němu se do předem dané vzdálenosti na ose rotace vřetena **1** umístí snímací zařízení **3** (viz obr. 1 až obr. 2b), které obsahuje alespoň dva elektronické optické snímače **31** a **32** umístěné svými optickými matricemi v dráze laserového paprsku **2**. Přitom je známa optická vzdálenost **a** mezi optickými matricemi těchto elektronických optických snímačů **31**, **32**, a optické vzdálenosti **b** a **c** mezi koncem vřetena **1** a optickými matricemi jednotlivých elektronických

optických snímačů 31, 32. Optickou vzdáleností se přitom rozumí celková délka dráhy laserového paprsku 2 (a/nebo jeho složky) mezi danými dvěma prvky.

V jiné variantě stanovení svěšení y a/nebo průběhu svěšování a/nebo stanovení úhlu sklonění α a/nebo průběhu sklánění horizontálního nebo šikmého vřetena 1, zejména horizontálního nebo šikmého vřetena 1 obráběcího stroje podle vynálezu, se proti zdroji laserového paprsku 2 do předem dané vzdálenosti na ose rotace vřetena 1 umístí snímací zařízení 3, které obsahuje jeden elektronický optický snímač 31, který je uložený na přesném vedení, svou optickou matricí přestavitelně mezi alespoň dvěma polohami, přičemž jeho posuv mezi těmito polohami je manuální, nebo je tento elektronický optický snímač 31 spřažen s pohonem pro tento posuv. V okamžiku, kdy nastane potřeba dopadu laserového paprsku 2 na optickou matrici uspořádanou v jiné optické vzdálenosti od konce vřetena 1, přesune se tento elektronický optický snímač 31 po svém vedení požadovaným způsobem alespoň jednou směrem ke konci, nebo od konce vřetena 1. Optická vzdálenost a je pak dána vzdáleností, o kterou se snímač 31, resp. jeho optická matrice přesunula, a optická vzdálenost b např. nejmenší optickou vzdáleností (případně libovolnou jinou optickou vzdáleností) optické matrice elektronického optického snímače 31 od konce vřetena 1, a optická vzdálenost c např. největší optickou vzdáleností (případně libovolnou jinou optickou vzdáleností, jinou než optická vzdálenost b) optické matrice elektronického optického snímače 31 od konce vřetena 1, ve které došlo k zaznamenání místa dopadu laserového paprsku 2.

Hodnota svěšení y vřetena 1 při jeho vysunutí w a/nebo průběh svěšování vřetena 1, a/nebo úhel α sklonění a/nebo průběh sklánění horizontálního nebo šikmého vřetena 1 při jeho vysouvání (a/nebo zasouvání) se pak stanoví, jak bude popsáno dále, na základě posunu míst (pixelů) dopadu laserového paprsku 2, nebo jeho složek na optických matricích elektronických optických snímačů 31, 32, resp. na základě posunu míst (pixelů) dopadu laserového paprsku 2 na optické matrici elektronického optického snímače 31 ve dvou různých optických vzdálenostech b a c od konce vřetena 1. K určení tohoto posunu se přitom použije některá z níže popsaných variant snímacího zařízení 3 podle vynálezu. Vzhledem k tomu, že pro stanovení svěšení y i úhlu α sklonění vřetena 1 je u horizontálního vřetena 1 podstatná pouze svislá

složka celkového vychýlení vřetena 1 mimo jeho původní (teoretickou) osu, je další popis založen pouze na sledování této složky (tj. svislé složky ve směru osy y dle obr. 1). V případě potřeby však lze naprosto analogický postup a výpočet použít také pro stanovení vodorovné složky celkového vychýlení vřetena 1 mimo jeho původní (teoretickou) osu (tj. dle obr. 1 složky ve směru vodorovné osy x). V případě šikmého vřetena 1 se stanovuje dolů orientovaná složka jeho vychýlení v ose kolmé k ose rotace vřetena 1.

V první variantě provedení obsahuje snímací zařízení 3 podle vynálezu (obr. 1) dva elektronické optické snímače 31 a 32, jejichž optické matrice jsou uspořádány za sebou v optické vzdálenosti a v dráze laserového paprsku 2, přičemž elektronický optický snímač 31, který je uspořádaný v menší optické vzdálenosti b od konce vřetena 1 je uložený sklopně a/nebo otočně a/nebo posuvně, případně jinak pohyblivě, a je spřažen s neznázorněným pohonem nebo zařízením pro tento jeho pohyb. V okamžiku, kdy nastane potřeba dopadu laserového paprsku 2 na optickou matrici elektronického optického snímače 32, který je uspořádaný za ním, ve větší optické vzdálenosti c od konce vřetena 1, se tak tento elektronický optický snímač 31 odstraní z dráhy laserového paprsku 2, nebo se naopak v případě, kdy nastane potřeba dopadu laserového paprsku 2 na jeho optickou matrici, přesune do dráhy tohoto paprsku 2. Uložení a pohon elektronického optického snímače 31 přitom s výhodou umožňují také jeho přesunutí zpět do výchozí polohy pro další zaznamenávání.

Ve druhé variantě provedení obsahuje snímací zařízení 3 podle vynálezu (obr. 2a) dělič 4 paprsku (např. polopropustné zrcadlo, apod.), který je uspořádaný v dráze laserového paprsku 2, a dva elektronické optické snímače 31, 32, z nichž každý je svou optickou matricí uspořádán za děličem 4 paprsku v dráze jedné složky 21, 22 laserového paprsku 2. Dělič 4 paprsku pak rozděluje laserový paprsek 2, který na něj dopadá na dvě složky, přičemž složka 21 odražená děličem 4 paprsku dopadá na optickou matrici elektronického optického snímače 31 uspořádaného mimo osu rotace vřetena 1 (ve znázorněné variantě provedení elektronický optický snímač 31 v menší optické vzdálenosti od konce vřetena 1), zatímco složka 22 procházející děličem 4 paprsku dopadá na optickou matrici elektronického optického snímače 32 uspořádaného na ose rotace vřetena 1, nebo v její blízkosti (ve

znázorněné variantě provedení elektronický optický snímač **32** ve větší optické vzdálenosti od konce vřetena **1**). Optická vzdálenost **a** optických matric elektronických optických snímačů **31**, **32** se přitom v tomto případě určí jako rozdíl jejich optických vzdáleností od děliče **4** paprsku. Optické vzdálenosti **b** a **c** příslušné optické matrice elektronického optického snímače **31**, resp. **32**, se pak určí jako součet optické vzdálenosti konce vřetena **1** od děliče **4** paprsku a optické vzdálenosti děliče **4** paprsku od optické matrice příslušného elektronického optického snímače **31**, resp. **32**.

V neznázorněné variantě provedení snímacího zařízení **3** podle vynálezu, která vychází z varianty znázorněné na obr. 2a, může být optická vzdálenost optické matrice elektronického optického snímače **31**, který snímá odraženou složku **21** laserového paprsku **2** od děliče **4** paprsku větší, než optická vzdálenost optické matrice elektronického optického snímače **32**, který snímá průchozí složku **22** laserového paprsku **2** od tohoto děliče **4** paprsku. V důsledku toho se při výše uvedeném výpočtu změní matematické znaménko jejich optické vzdálenosti **a**.

V jiné neznázorněné variantě provedení může být složka **22** procházející děličem **4** paprsku vychýlena mimo osu rotace vřetena **1**, takže i příslušný elektronický optický snímač **32** je uložen mimo tuto osu.

Snímací zařízení **3** podle vynálezu ve výše popsaných variantách provedení může být dále modifikováno doplněním alespoň jednoho neznázorněného pomocného zrcadla, které zvětšuje délku dráhy odražené složky **21** a/nebo průchozí složky **22** laserového paprsku **2**, případně laserového paprsku **2**, a tím i optickou vzdálenost optické matrice příslušného elektronického optického snímače **31** a/nebo **32** od konce vřetena **1**, a optickou vzdálenost **a** mezi optickými matricemi elektronických optických snímačů **31** a **32**. To umožňuje zmenšení snímacího zařízení **3** při zachování nebo dokonce zvýšení požadované přesnosti stanovení svěšení **y** a/nebo průběhu svěšování a/nebo stanovení úhlu **α** sklonění a/nebo průběhu sklánění horizontálního nebo šikmého vřetena **1**. Variantně přitom může být optická vzdálenost optické matrice elektronického optického snímače **31**, který snímá odraženou složku **21** laserového paprsku **2**, od děliče **4** paprsku větší, než optická vzdálenost optické matrice elektronického optického snímače **32**, který snímá průchozí složku **22**

laserového paprsku **2**, od tohoto děliče **4** paprsku, takže i v tomto případě dojde ke změně matematického znaménka jejich optické vzdálenosti **a**. V další variantě provedení snímacího zařízení **3** mohou být oba elektronické optické snímače **31**, **32** uspořádány svou optickou matricí mimo osu rotace vřetena **1**.

V příkladné variantě provedení takto modifikovaného snímacího zařízení **3** znázorněné na obr. 2b, obsahuje toto snímací zařízení **3** dvě pomocná zrcadla **5** a **6**, která prodlužují dráhu průchozí složky **22** laserového paprsku **2** před jejím dopadem na optickou matrici příslušného elektronického optického snímače **32** uspořádaného ve znázorněné variantě provedení mimo osu rotace vřetena **1**, čímž současně zvětšují optickou vzdálenost **a** mezi optickými matricemi elektronických optických snímačů **31**, **32**. Ta je přitom v tomto případě dána rozdílem optické vzdálenosti optických matric elektronických optických snímačů **31**, **32** od děliče **4** paprsku. Optické vzdálenosti **b** a **c** konce vřetena **1** od optické matrice elektronického optického snímače **31**, resp. **32**, se pak určí jako součet optické vzdálenosti konce vřetena **1** od děliče **4** paprsku a optické vzdálenosti děliče **4** paprsku od optické matrice příslušného elektronického optického snímače **31**, resp. **32**.

Optická vzdálenost **a** optických matric elektronických optických snímačů **31**, **32** a optické vzdálenosti **b** a **c** optických matric elektronických optických snímačů **31** a **32** od konce vřetena **1** jsou přitom v těchto variantách jiné (větší), než jejich fyzické vzdálenosti.

V neznázorněné variantě provedení snímacího zařízení **3** podle vynálezu pak toto zařízení obsahuje pouze jeden elektronický optický snímač **31**. Tento elektronický optický snímač **31** je přitom uložen na přesném vedení, svou optickou matricí přestavitelně mezi alespoň dvěma polohami v dráze laserového paprsku **2**, a v případě potřeby je spřažen s pohonem pro tento jeho posuv. V okamžiku, kdy nastane potřeba dopadu laserového paprsku **2** na optickou matrici uspořádanou v jiné optické vzdálenosti od konce vřetena **1**, přesune se tento snímač **31** po svém vedení požadovaným způsobem alespoň jednou směrem k nebo od konce vřetena **1**. Optická vzdálenost **a** je pak dána vzdáleností, o kterou se snímač **31**, resp. jeho optická matrice přesunula, optická vzdálenost **b** např. nejmenší vzdáleností optické matrice tohoto elektronického optického snímače **31** od konce vřetena **1**, a optická vzdálenost

c např. největší vzdáleností optické matrice elektronického optického snímače **31** od konce vřetena **1**, ve které došlo k zaznamenání místa dopadu laserového paprsku **2**.

Snímací zařízení **3** podle vynálezu je ve všech výše popsaných variantách provedení opatřeno, resp. jeho elektronické optické snímače **31**, **32** jsou propojeny s vyhodnocovací jednotkou **7**. Ta přitom může být buď jednoúčelová, nebo může být tvořena např. (přenosným) počítačem či jiným obdobným zařízením.

Alespoň optické prvky snímacího zařízení **3** podle vynálezu, tj. elektronické optické snímače **31**, **32**, případně dělič **4** paprsku a pomocná zrcadla **5**, **6**, jsou pro ochranu před nežádoucím zašpiněním uloženy v neznázorněném obalu opatřeném vstupem laserového paprsku **2**.

Snímací zařízení **3** ve variantách znázorněných na obr. 2a a 2b a dalších popsaných variantách s děličem **4** paprsku umožňují, oproti variantě znázorněné na obr. 1, kontinuální snímání míst dopadu laserového paprsku **2** nebo jeho složek **21**, **22**, nebo laserovým paprskem nebo jeho složkami **21**, **22** opisovaných geometrických tvarů.

Při použití snímacího zařízení **3** ve variantě znázorněné na obr. 1 se do vřetena **1** obráběcího stroje upne neznázorněný zdroj laserového paprsku **2** (např. laserová dioda, apod.) a postupně se zaznamenávají místa (pixely) dopadu laserového paprsku **2** na optických matricích obou elektronických optických snímačů **31**, **32** snímacího zařízení **3**, resp. místa dopadu laserového paprsku **2** na optickou matrici jednoho elektronického snímače **31** ve dvou různých optických vzdálenostech **b** a **c** od konce vřetena **1**, při dvou různých předem daných vysunutích w_1, w_2 vřetena **1** z vřeteníku (z nichž jedno může být např. nulové vysunutí, resp. úplné zasunutí vřetena **1** ve vřeteníku a druhé např. maximální vysunutí vřetena **1** z vřeteníku). Ze svislé složky posunutí y_b a y_c těchto míst na optických matricích obou elektronických optických snímačů **31**, **32**, resp. optické matrici jednoho elektronického optického snímače **31** v optických vzdálenostech **b** a **c** od konce vřetena **1** se pak stanoví hodnota svěšení **y** vřetena **1** např. následovně:

$$y = y_b - \frac{(b - w)(y_c - y_b)}{a},$$

a úhel **α** sklonění osy vřetena **1** např. následovně:

$$\alpha = \operatorname{arctg}\left(\frac{y_c - y_b}{a}\right),$$

kde:

y_b je svislá, resp. dolů orientovaná složka posunutí místa dopadu laserového paprsku **2** na optické matrici elektronického optického snímače **31** v optické vzdálenosti **b** od konce vřetena **1**,

w je rozdíl vysunutí w_1 a w_2 vřetena **1**, při kterých se zaznamenávala místa dopadu laserového paprsku **2** na optické matrice elektronických optických snímačů **31**, **32**, resp. elektronického optického snímače **31**,

y_c je svislá, resp. dolů orientovaná složka posunutí místa dopadu laserového paprsku **2** na optické matrici elektronického optického snímače **32** resp. **31** (v případě použití pouze jednoho elektronického optického snímače **31**) v optické vzdálenosti **c** od konce vřetena **1**,

a **a** je optická vzdálenost optických matric elektronických optických snímačů **31** a **32** nebo posunutí optické matrice jednoho elektronického optického snímače **31**, která je rovna rozdílu **c** - **b**.

Stejný výpočet se pak použije i v dalších variantách způsobu stanovení svěšení **y** a/nebo průběhu svěšování a/nebo úhlu **α** sklonění a/nebo průběhu sklánění osy vřetena **1** podle vynálezu, bez ohledu na to, v jakém pořadí se zaznamenávají místa dopadu laserového paprsku **2** na optických matricích jednotlivých elektronických optických snímačů **31** nebo **32**, resp. optické matrici jednoho elektronického optického snímače **31** ve dvou různých vzdálenostech **b** a **c** od konce vřetena **1**.

V případě potřeby se mohou alespoň jednou zaznamenat také místa dopadu laserového paprsku **2** na optických matricích elektronických optických snímačů **31**, **32** resp. optické matrici jednoho elektronického optického snímače **31** ve dvou různých optických vzdálenostech **b** a **c** od konce vřetena **1**, mezi dvěma různými, předem danými vysunutími w_1, w_2 vřetena **1** z vřeteníku, což

umožňuje získat určitou představu o průběhu svěšování a/nebo průběhu sklánění osy daného vřetena **1** při jeho pohybu mezi těmito vysunutími w_1, w_2. Tento průběh přitom může být ze zjištěných posunutí např. aproximován vhodným matematickým modelem.

Při použití snímacího zařízení **3** ve variantách znázorněných na obr. 2a nebo 2b, kdy odražená složka **21** laserového paprsku **2** nepřerušovaně dopadá na optickou matrici elektronického optického snímače **31** a jeho průchozí složka **22** nepřerušovaně dopadá na optickou matrici elektronického optického snímače **32**, bez nutnosti přestavení elektronického optického snímače **31** v menší optické vzdálenosti **b** od konce vřetena **1**, může zaznamenávání míst dopadu složek **21**, **22** laserového paprsku **2**, resp. sledování jejich posunu, probíhat kontinuálně. Získané svislé složky y_b a y_c posunutí jednotlivých složek **21**, **22** laserového paprsku **2** na optických matricích jednotlivých elektronických optických snímačů **31**, **32** se pak použijí pro (průběžný) výpočet aktuální hodnoty svěšení **y** vřetena **1** a/nebo pro (průběžný) výpočet úhlu **α** sklonění osy vřetena **1** výše popsaným způsobem.

Hodnoty svěšení **y** a/nebo průběh svěšování vřetena **1**, a/nebo úhel **α** sklonění osy vřetena **1** a/nebo průběh sklánění osy vřetena **1** se přitom s výhodou stanovují v reálném nebo téměř reálném čase ve vyhodnocovací jednotce **7**, případně se i ukládají do její nebo jí přiřazené paměti, nebo se na této vyhodnocovací jednotce **7** nebo na jí přiřazeném zobrazovacím zařízení zobrazují, např. číselně a/nebo graficky.

Pro zvýšení přesnosti stanovení a zejména pro eliminaci případného nepřesného uložení zdroje laserového paprsku **2** mimo osu rotace vřetena **1** je výhodné, pokud se vřeteno **1** během stanovování svěšení **y** a/nebo průběhu svěšování a/nebo stanovení úhlu **α** sklonění a/nebo průběhu sklánění osy vřetena **1** otáčí rychlostí, která z hlediska vyhodnocení nesnižuje kvalitu obrazů zachycených elektronickým optickým snímačem/snímači **31**, **32** a nevyvolává nadměrné vibrace stroje. Dle typu použitých elektronických optických snímačů **31**, **32** a typu stroje se tato rychlost může pohybovat v rozsahu jednotek až tisíců otáček za minutu.

V případě uložení zdroje laserového paprsku **2** s určitou malou nepřesností mimo osu vřetena **1** (obr. 3) je pak laserový paprsek **2** obecně

mimoběžný s osou rotace vřetena **1** a při rotaci vřetena **1** opisuje povrch pláště jednodílného rotačního hyperboloidu **H**. Optické matrice jednotlivých elektronických optických snímačů **31**, **32**, resp. jednoho elektronického optického snímače **31** ve dvou různých optických vzdálenostech **b** a **c** od konce vřetena **1**, pak zaznamenávají, resp. zaznamenává řezy **S1**, **S1´** a **S2**, **S2´** hyperboloidy **H1** a **H2** vytvořenými při různých vysunutích w_1, w_2 vřetena **1**, které mají v případě, kdy je plocha optické matrice těchto optických snímačů **31**, **32**, resp. elektronického snímače **31** kolmá na osu hyperboloidu **H1** (tj. např. před vysunutím vřetena **1**) tvar kružnice, a při změně úhlu mezi plochou optické matrice a osou hyperboloidu **H2** (například vlivem svěšení vřetena **1**) přecházejí na elipsy. Středy těchto řezů **S1**, **S1´** a **S2**, **S2´** pak určují osu rotace zdroje laserového paprsku **2**, a tím také skutečnou osu rotace konce vřetena **1** obráběcího stroje, která je s ní shodná, přičemž hodnota svěšení **y** vřetena **1** a/nebo úhel **α** sklonění jeho osy se stanoví výše popsaným způsobem ze svislých, resp. dolů orientovaných složek y_b a y_c posunutí středů těchto řezů.

Chyba, která přitom vzniká v důsledku toho, že středy elips, které jsou řezy **S1** až **S2´** hyperboloidu **H1** nebo **H2** vytvářeného laserovým paprskem **2**, nejsou geometricky totožné s průsečíkem osy hyperboloidu **H1**, **H2**, je přitom naprosto zanedbatelná (za podmínek obvyklých u stávajících obráběcích strojů nepřesáhne 0,1 μm). V případě potřeby je však možné ji vhodným matematickým postupem odhadnout a použít ke korekci výpočtu.

Jako elektronické optické snímače **31**, **32** lze použít v podstatě libovolné známé plošné optické snímače, a v jednoduchém provedení snímacího zařízení **3** i lineární optické snímače – např. snímače CCD nebo CMOS, které mohou být v tomto případě s výhodou černobílé. Výhodné je přitom také použití kamer, které umožní řízené snímaní většího počtu snímků, a tím zpřesnění výsledků stanovení svěšení **y** a/nebo průběhu svěšování a/nebo stanovení úhlu **α** sklonění osy a/nebo průběhu sklánění osy vřetena **1**, neboť během otáčení vřetena **1** umožňují sejmutí celé řady obrazů dopadajícího laserového paprsku **2**. K vyhodnocení je možno použít známé metody a programy z teorie zpracování obrazů, které jsou snadno dostupné. Řada obrazů může případně poskytnout i další informace o chování vřetena **1**, když se např. jednotlivým sejmutým osvětleným místům (pixelům) optických matric elektronických

optických snímačů **31**, **32**, resp. optické matrici jednoho elektronického optického snímače **31** ve dvou různých vzdálenostech od konce vřetena **1**, přiřadí úhlová poloha vřetena **1** ve formě impulzu od neznázorněného čidla pootočení vřetena **1** (které je běžným vybavením obráběcích strojů), což umožní zejména provádět statistická zpracování výsledků z většího počtu otáček, zjištění chyb rotačního pohybu vřetena **1**, apod.

Pro řešení specifických úloh či modelování specifických situací může být upínací kužel vřetena **1** uzpůsoben pro uchycení závaží nebo jiného přípravku k zatížení vřetena **1**.

Způsob stanovení svěšení **y** a/nebo průběhu svěšování a/nebo stanovení úhlu **α** sklonění a/nebo průběhu sklánění horizontálního nebo šikmého vřetena **1**, zejména horizontálního nebo šikmého vřetena obráběcího stroje, podle vynálezu je použitelný v podstatě u všech strojů či zařízení s horizontálním nebo šikmým rotačním vřetenem **1**, přičemž se s výhodou použije zejména u obráběcích strojů, např. vyvrtávacích a frézovacích strojů.

Výše popsaná snímací zařízení **3** však mohou být, kromě výše popsaných způsobů, bez další úpravy použita také pro stanovení, resp. stanovování lineární úchylky/úchylek a/nebo úhlové úchylky/úchylek (např. ve smyslu ČSN ISO 230-1) dráhy a/nebo plochy obrobku a/nebo části stroje (např. upínacího stolu, suportu, koníku, apod.), zejména obráběcího stroje, od osy rotace nebo bodu na ose rotace (pevného nebo výsuvného) vřetena **1** ve dvou vzájemně kolmých osách, které jsou současně kolmé k ose rotace vřetena **1**. Vřeteno **1** přitom během tohoto stanovování zůstává po celou dobu v pevné poloze (např. zasunuto ve vřeteníku), a snímací zařízení **3** dle kterékoliv z výše popsaných variant provedení, nebo jeho elektronický optický snímač/snímače **31**, **32** se pohybuje/pohybují vůči němu (směrem k němu a/nebo směrem od něj) v dráze a/nebo ploše obrobku a/nebo části stroje, jejíž lineární úchylka/úchylky a/nebo úhlová úchylka/úchylky od osy rotace nebo bodu na ose rotace vřetena **1** se stanovuje/stanovují.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob stanovení svěšení (y) a/nebo průběhu svěšování horizontálního nebo šikmého vřetena (1) a/nebo stanovení úhlu (α) sklonění a/nebo průběhu sklánění horizontálního nebo šikmého vřetena (1), zejména horizontálního nebo šikmého vřetena (1) obráběcího stroje, **vyznačující se tím, že** do vřetena (1) se upne zdroj laserového paprsku (2) a v alespoň dvou různých optických vzdálenostech (b), (c) od konce vřetena (1) se při alespoň dvou různých vysunutích (w_1), (w_2) vřetena (1) z vřeteníku postupně nebo současně zaznamenají, resp. zaznamenávají místa dopadu laserového paprsku (2) nebo jeho složek (21), (22), nebo laserovým paprskem (2) nebo jeho složkami (21), (22) opisované geometrické tvary, přičemž svěšení (y) vřetena (1) a/nebo úhel (α) sklonění vřetena (1) se stanoví nebo průběžně stanovuje, resp. průběh svěšování vřetena (1) a/nebo průběh sklánění vřetena (1) se stanoví nebo průběžně stanovuje, ze svislých nebo dolů orientovaných složek posunutí (y_b), (y_c) míst dopadu laserového paprsku (2) nebo jeho složek (21), (22), nebo středů laserovým paprskem (2) nebo jeho složkami (21), (22) opisovaných geometrických tvarů v těchto optických vzdálenostech (b), (c) od konce vřetena (1), rozdílu (a) těchto optických vzdáleností (b), (c), jedné z těchto optických vzdáleností (b) nebo (c) od konce vřetena (1), a rozdílu (w) vysunutí (w_1) a (w_2) vřetena (1) z vřeteníku.

2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** svěšení (y) vřetena (1) se stanoví nebo průběžně stanovuje jako:

$$y = y_b - \frac{(b - w)(y_c - y_b)}{a},$$

kde: (y_b) je svislá nebo dolů orientovaná složka posunutí místa dopadu laserového paprsku (2) nebo jeho složky (21), (22) nebo středu laserovým paprskem (2) nebo jeho složkou (21), (22) opisovaného geometrického tvaru v optické vzdálenosti (b) od konce vřetena (1),

(w) je rozdíl vysunutí vřetena (1) z vřeteníku při kterých se zaznamenaly, resp. zaznamenávaly místa dopadu laserového paprsku (2) nebo jeho složek (21),

(22), nebo středů laserovým paprskem (2) nebo jeho složkami (21), (22) opisovaných geometrických tvarů,

(y_c) je svislá nebo dolů orientovaná složka posunutí místa dopadu laserového paprsku (2) nebo jeho složky (21), (22) nebo středu laserovým paprskem (2) nebo jeho složkou (21), (22) opisovaného geometrického tvaru v optické vzdálenosti (c) od konce vřetena (1),

(a) je rozdíl optických vzdáleností (c) a (b) od konce vřetena (1).

3. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** úhel (α) sklonění vřetena (1) se stanoví nebo průběžně stanovuje jako:

$$\alpha = \operatorname{arctg}\left(\frac{y_c - y_b}{a}\right),$$

kde: y_c) je svislá nebo dolů orientovaná složka posunutí místa dopadu laserového paprsku (2) nebo jeho složky (21), (22) nebo středu laserovým paprskem (2) nebo jeho složkou (21), (22) opisovaného geometrického tvaru v optické vzdálenosti (c) od konce vřetena (1),

(y_b) je svislá nebo dolů orientovaná složka posunutí místa dopadu laserového paprsku (2) nebo jeho složky (21), (22) nebo středu laserovým paprskem (2) nebo jeho složkou (21), (22) opisovaného geometrického tvaru v optické vzdálenosti (b) od konce vřetena (1),

a (a) je rozdíl optických vzdáleností (c) a (b) od konce vřetena (1).

4. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** místa dopadu laserového paprsku (2) nebo laserovým paprskem (2) opisované geometrické tvary se zaznamenají, resp. zaznamenávají na optické matrici jednoho elektronického optického snímače (31) uspořádaného proti konci vřetena (1), který se pohybuje mezi alespoň dvěma polohami v optických vzdálenostech (b) a (c) od konce vřetena (1).

5. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** místa dopadu laserového paprsku (2) nebo laserovým paprskem (2) opisované geometrické tvary se zaznamenají, resp. zaznamenávají postupně na optických matricích dvou elektronických optických snímačů (31), (32) upořádaných za sebou proti

konci vřetena (1) v optických vzdálenostech (b) a (c) od konce vřetena (1), přičemž elektronický optický snímač (31) uspořádaný v menší optické vzdálenosti (b) od konce vřetena (1) se pro zaznamenání místa dopadu laserového paprsku (2) nebo laserovým paprskem (2) opisovaného geometrického tvaru na optické matrici optického snímače (32) uspořádaného ve větší optické vzdálenosti (c) od konce vřetena (1) přesune alespoň dočasně mimo dráhu laserového paprsku (2).

6. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** místa dopadu složek (21), (22) laserového paprsku (2) nebo složkami (21), (22) laserového paprsku opisované geometrické tvary se zaznamenají, resp. zaznamenávají na optických matricích dvou elektronických optických snímačů (31), (32), přičemž každá ze složek (21), (22) laserového paprsku (2) dopadá nebo opisuje geometrický tvar na optické matrici elektronického optického snímače (31), (32) umístěného v jiné optické vzdálenosti (b) a (c) od konce vřetena (1).

7. Způsob podle nároku 6, **vyznačující se tím, že** alespoň jedna složka (21), (22) laserového paprsku (2) se před dopadem na optickou matrici elektronického optického snímače (31), (32) alespoň jednou odrazí pomocným zrcadlem (5).

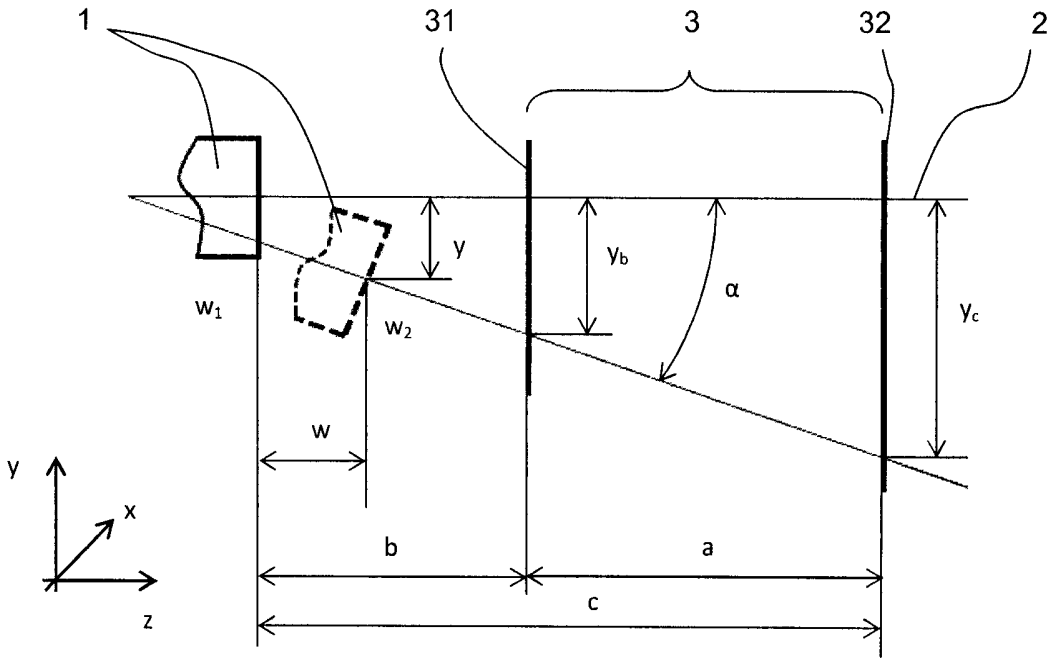
8. Způsob podle libovolného z předcházejících nároků, **vyznačující se tím, že** vřeteno (1) se spolu se zdrojem laserového paprsku (2) při zaznamenávání míst dopadu laserového paprsku (2) nebo jeho složek (21), (22), nebo laserovým paprskem (2) nebo jeho složkami (21), (22) opisovaných geometrických tvarů otáčí.

9. Snímací zařízení (3) pro stanovení svěšení (y) a/nebo průběhu svěšování a/nebo stanovení úhlu (α) sklonění a/nebo průběhu sklánění osy vřetena (1), zejména vřetena (1) obráběcího stroje, **vyznačující se tím, že** obsahuje dráhu laserového paprsku a elektronický optický snímač (31), který je svou optickou matricí přestavitelný v dráze laserového paprsku (2) mezi alespoň dvěma polohami v optických vzdálenostech (b) a (c) od konce vřetena (1).

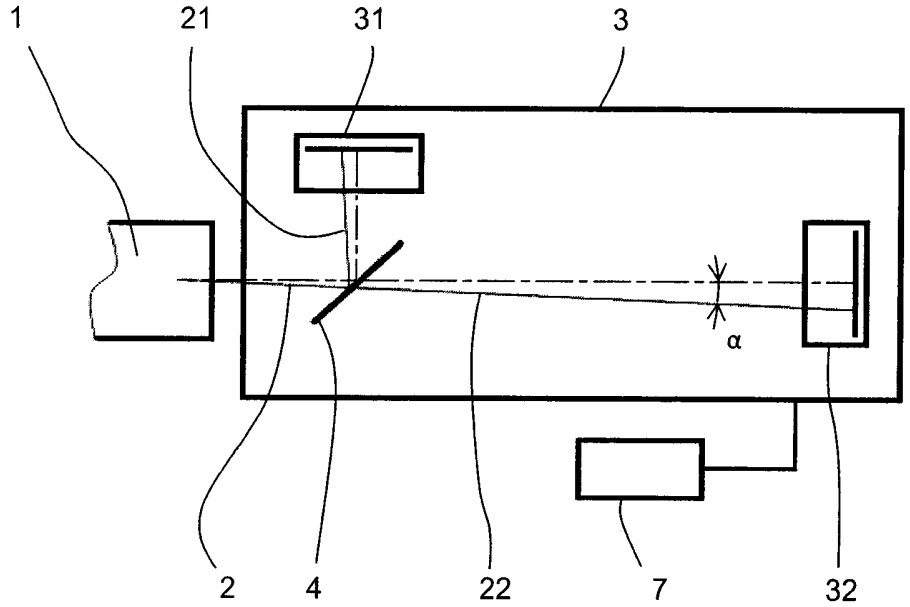
10. Snímací zařízení (3) pro stanovení svěšení (y) a/nebo průběhu svěšování a/nebo stanovení úhlu (α) sklonění a/nebo průběhu sklánění osy vřetena (1), zejména vřetena (1) obráběcího stroje, **vyznačující se tím, že** obsahuje dráhu laserového paprsku (2) a alespoň dva elektronické optické snímače (31), (32), jejichž optické matrice jsou uspořádány za sebou v dráze laserového paprsku (2), přičemž elektronický optický snímač (31) uspořádaný v menší optické vzdálenosti (b), (c) od konce vřetena (1) je uložen s možností přesunutí své optické matrice mimo tuto dráhu.

11. Snímací zařízení (3) pro stanovení svěšení (y) a/nebo průběhu svěšování a/nebo stanovení úhlu (α) sklonění a/nebo průběhu sklánění osy vřetena (1), zejména vřetena (1) obráběcího stroje, **vyznačující se tím, že** obsahuje dráhu laserového paprsku (2), dva elektronické optické snímače (31), (32) a dělič (4) paprsku, přičemž dělič (4) paprsku je uspořádán v dráze laserového paprsku (2) a každý z elektronických optických snímačů (31), (32) je svou optickou matricí uspořádán za děličem (4) paprsku v dráze jedné složky (21), (22) laserového paprsku (2) v jiné optické vzdálenosti (b), (c) od konce vřetena (1).

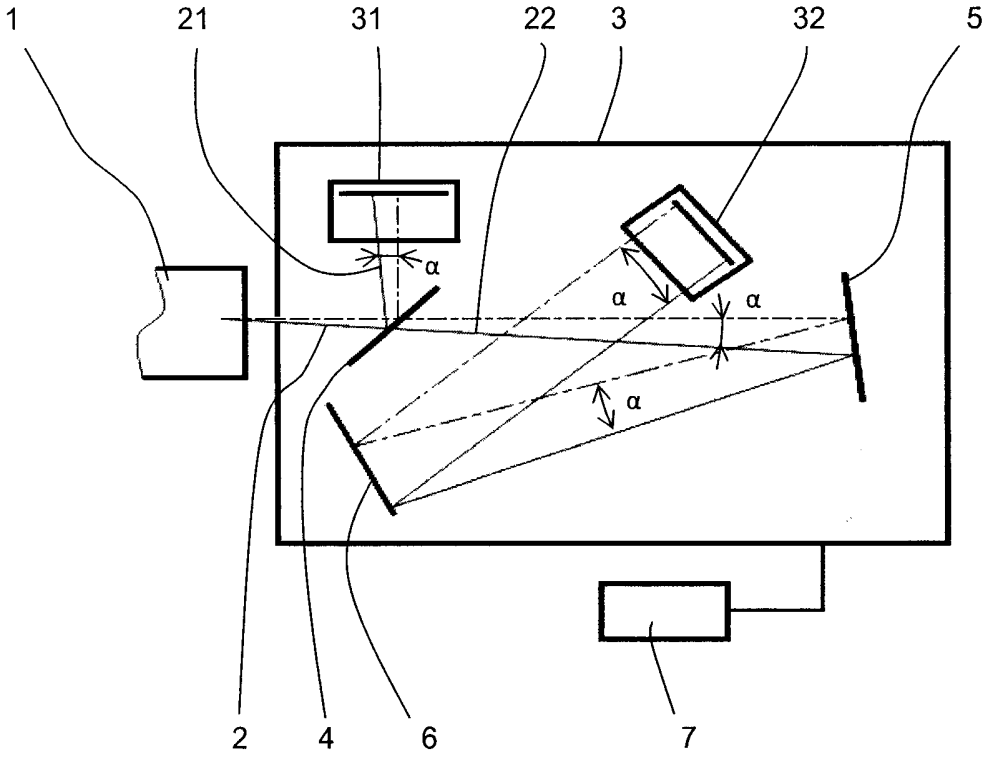
12. Snímací zařízení podle nároku 11, **vyznačující se tím, že** v dráze alespoň jedné složky (21), (22) laserového paprsku (2) je za děličem (4) paprsku uspořádáno alespoň jedno pomocné zrcadlo (5).



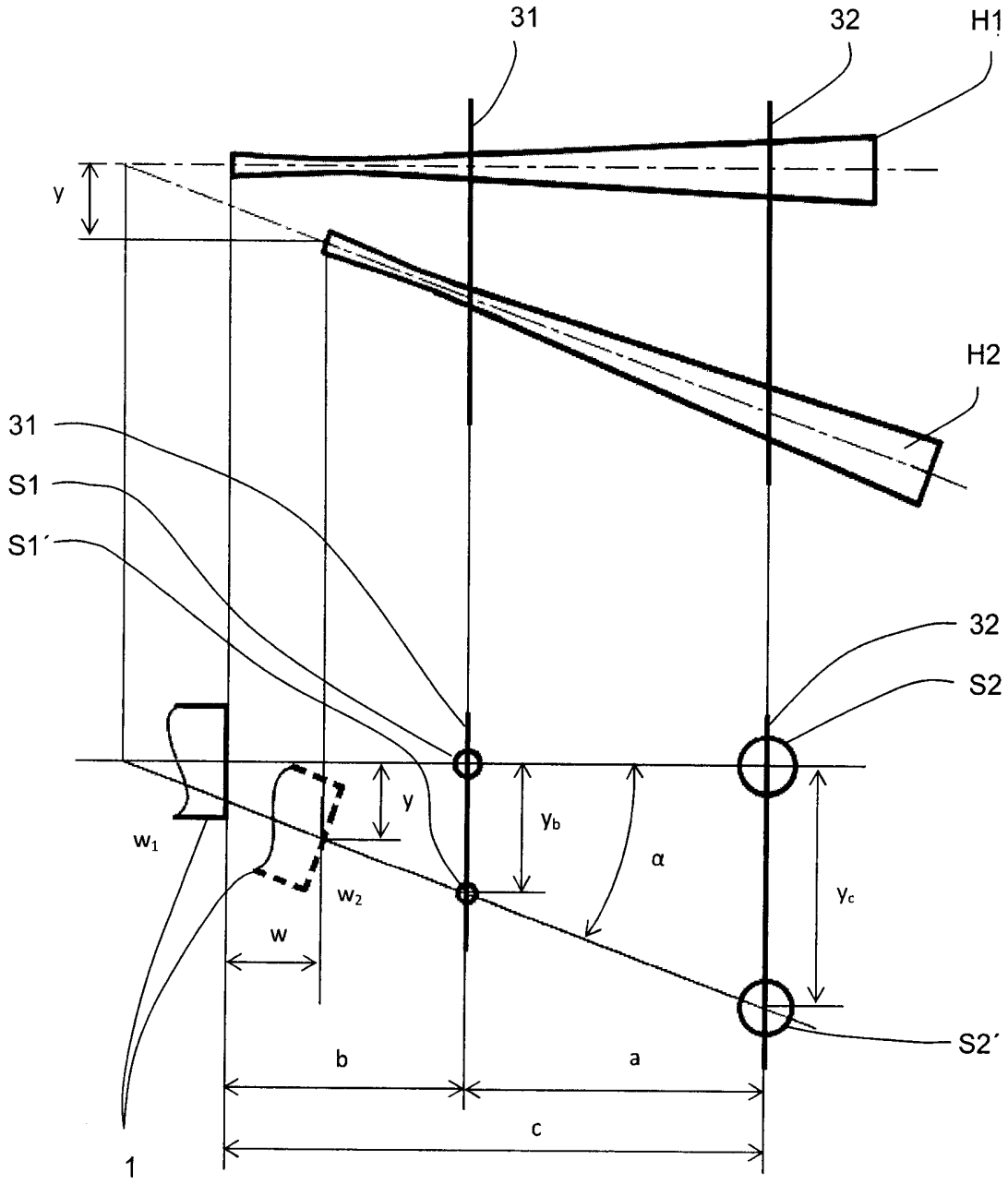
Obr. 1



Obr. 2a



Obr. 2b



Obr. 3