

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

30 006

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

G01B 9/00 (2006.01)

G01B 11/00 (2006.01)

G01B 11/02 (2006.01)

G01B 15/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2016-32803**

(22) Přihlášeno: **13.09.2016**

(47) Zapsáno: **15.11.2016**

(73) Majitel:
Ústav přístrojové techniky AV ČR, v. v. i., Brno,
CZ
MESING, spol. s r.o., Brno, CZ

(72) Původce:
Ing. Zdeněk Buchta, Ph.D., Praha, CZ
Ing. Ondřej Číp, Ph.D., Brno, CZ
Ing. Martin Čížek, Ph.D., Brno, CZ
Ing. Václav Hucl, Uničov, CZ
prof. Ing. Josef Lazar, Dr., Brno, CZ

(74) Zástupce:
KANIA*SEDLÁK*SMOLA Patentová kancelář,
Ing. Veronika Zemanová, Mendlovo náměstí 1a,
603 00 Brno

(54) Název užitého vzoru:
Zařízení pro kalibraci délky předmětu

CZ 30006 U1

Zařízení pro kalibraci délky předmětu

Oblast techniky

Technické řešení se týká zařízení pro kalibraci délky předmětů, zvláště pravouhlých rovnoběžnostěnů, zejména koncových měrek.

5 Dosavadní stav techniky

Pro provádění přesných měření délek je základním předpokladem mít přesné měřidlo. Jako etalonů délek se používají koncové měrky. Tyto měrky jsou vytvořeny, např. jako pravidelné hranoly s rovnoběžnými čely, jejichž vzdálenost je kalibrovanou délkou, která by měla být stanovena s přesností o řád vyšší, než jaký je požadavek na přesnost měření.

10 Zařízení pro kalibraci délky předmětů, zejména koncových měrek, je známo například z českého patentu č. 302948, který popisuje zařízení obsahující zdroj světla, kde světlem je bílé světlo nebo kombinace několika koherentních svazků nebo kombinace koherentního a nekoherentního záření a dále děliče svazku a další optické komponenty, umožňující jednokrokové bezkontaktní měření délky předmětu.

15 Nevýhodou tohoto zařízení je, že neumožňuje automatické sesouhlasení osy měřeného předmětu s osou přiváděných dílčích měřicích svazků, takže v něm může docházet k nepřesnostem měření, pokud je předmět / koncová měrka uložena tak, že její osa není orientována rovnoběžně s osou měřicího svazku.

Podstata technického řešení

20 Výše uvedený nedostatek je eliminován zařízením pro kalibraci délky předmětů, zejména koncových měrek, které zahrnuje

- zdroj světla pro vysílání svazku světla,

- první polopropustné zrcadlo uspořádané v dráze svazku světla ze zdroje světla pro rozdělení svazku na referenční svazek a měřicí svazek,

25 - druhé polopropustné zrcadlo pro rozdělení měřicího svazku na první dílčí měřicí svazek a druhý dílčí měřicí svazek,

- první odraznou plochu a druhou odraznou plochu, přičemž první odrazná plocha je uspořádaná pro odrazení prvního dílčího měřicího svazku do oblasti středu druhé odrazné plochy a druhá odrazná plocha je uspořádána pro odrazení druhého dílčího měřicího svazku do oblasti středu první odrazné plochy,

30 - posuvnou odraznou plochu, uspořádanou kolmo na dráhu referenčního svazku s možností posuvu ve směru dráhy referenčního svazku,

- detekční jednotku, která je uzpůsobená pro přijímání referenčního svazku odraženého od posuvné odrazné plochy a pro přijímání prvního dílčího měřicího svazku po jeho odrazení od první odrazné plochy na druhou odraznou plochu, z druhé odrazné plochy na druhé polopropustné zrcadlo, z druhého polopropustného zrcadla na první polopropustné zrcadlo a z prvního polopropustného zrcadla na detekční jednotku a pro přijímání druhého dílčího měřicího svazku po jeho odrazení od druhé odrazné plochy na první odraznou plochu, z první odrazné plochy na druhé polopropustné zrcadlo, po jeho průchodu druhým polopropustným zrcadlem na první polopropustné zrcadlo a po jeho odrazu z prvního polopropustného zrcadla na detekční jednotku,

40 - kameru uzpůsobenou pro snímání prvního dílčího měřicího svazku po jeho odrazu od první odrazné plochy na druhou odraznou plochu a jeho průchodu druhým polopropustným zrcadlem a rovněž pro snímání druhého dílčího měřicího svazku po jeho odrazu od druhé odrazné plochy na první odraznou plochu, z první odrazné plochy na druhé polopropustné zrcadlo a z něj na kameru,

45

- polohovací zařízení, které obsahuje ložnou plochu pro uložení kalibrovaného předmětu a naklápěcí ústrojí pro nakládění ložné plochy.

Ve výhodném provedení obsahuje zařízení řídicí jednotku, která je propojená se zdrojem světla, s detekční jednotkou, s kamerou a s naklápěcím ústrojím ložné plochy.

- 5 Naklápěcí ústrojí s výhodou zahrnuje alespoň dva se vzájemným rozestupem uspořádané piezoelektrické akční členy pro nakládění ložné plochy.

V dalším výhodném provedení zařízení dále zahrnuje hnací ústrojí pro posouvání posuvné odrazné plochy, které je propojené s řídicí jednotkou, přičemž s výhodou obsahuje rovněž naklápěcí zařízení pro nakládění posuvné odrazné plochy v jejích jednotlivých polohách na její dráze posuvu, které je propojené s řídicí jednotkou. Ve zvlášť výhodném provedení naklápěcí zařízení pro nakládění posuvné odrazné plochy zahrnuje alespoň dva se vzájemným rozestupem uspořádané piezoelektrické akční členy propojené s řídicí jednotkou.

S výhodou je zdroj světla uzpůsobený pro vysílání svazku světla kombinujícího širokospektrální záření a záření laserové jednofrekvenční, např. z HeNe laseru.

- 15 Detekční jednotka s výhodou zahrnuje dělič pro dělení svazku na širokospektrální záření a jednofrekvenční laserové záření a dvojici detektorů uspořádaných tak, že na jeden detektor je děličem nasměrováno širokospektrální záření a na druhý jednofrekvenční laserové záření.

Zařízení může s výhodou také zahrnovat směrovací zrcadlo pro směrování svazku ze zdroje světla na první polopropustné zrcadlo.

20 Objasnění výkresu

Příkladné provedení technického řešení je dále podrobněji popsáno s odkazy na výkresy, kde na obr. 1 je schematický náčrt zařízení.

Příklady uskutečnění technického řešení

Zařízení znázorněné na obr. 1 obsahuje zdroj světla 2, kterým může být s výhodou kombinace superkontinuálního laseru a HeNe laseru představující kombinaci širokospektrálního záření a jednofrekvenčního laserového záření. Například lze jako zdroj širokospektrálního záření použít 1,5 W laser SuperK Extreme Versa od firmy NKT Photonics, Dánsko a jako zdroj jednofrekvenčního laserového záření stabilizovaný HeNe laser 633 nm od firmy SIOS Meßtechnik GmbH, Německo. Místo laseru SuperK Extreme Versa lze použít i výkonovou žárovku či vícebarevnou LED diodu. Místo HeNe laseru lze použít laserovou diodu či jiný pevnolátkový laser, který dokáže emitovat do zařízení pouze jednofrekvenční laserové záření.

Příkladné provedení dále zahrnuje směrovací zrcadlo M0, které je určeno pro vhodné směrování svazku 4 ze zdroje 2 světla na první polopropustné zrcadlo M1.

Součástí zařízení je posuvné zrcadlo 10, které je uloženo s možností posuvu ve směru v podstatě kolmém na jeho pracovní (odraznou) plochu a současně s možností nakládění pro vyrovnávání sklonu posuvného zrcadla 10 vzhledem k ose přiváděného svazku v jednotlivých polohách na dráze posuvu. Nakládění posuvného zrcadla je prováděno pomocí neznázorněného naklápěcího zařízení, které obsahuje alespoň 2 piezoelektrické akční členy, na jejichž hrotech je posuvné zrcadlo přímo nebo nepřímě částečně uloženo a které nakládění zrcadla umožňují. Naklápěcí zařízení kompenzuje nerovnosti či odchylky na dráze posuvu posuvného zrcadla 10. S výhodou je toto vyrovnávání realizováno tak, že se nejprve zjistí nerovnosti na dráze posuvu v jejích jednotlivých úsecích, resp. nutnost vyrovnávání posuvného zrcadla v jednotlivých konkrétních polohách na dráze posuvu, zjištěné hodnoty se uloží do paměti v řídicí jednotce a za provozu se na základě hodnot uložených v paměti vždy při posuvu posuvného zrcadla 10 pro jeho jednotlivé pozice na dráze posuvu přivádí na piezoelektrické akční členy příslušné napětí za účelem úpravy sklonu posuvného zrcadla 10 do polohy kolmé na přiváděný referenční svazek 5.

Dále zařízení zahrnuje detekční jednotku 11, kameru 12 typu CCD, polohovací zařízení pro kalibrovaný předmět 1 umožňující sesouhlasení osy kalibrovaného předmětu 1 s přiváděnými díl-

čími měřicími svazky, soustavu kompenzačních desek CP1, CP2, CP3, soustavu polopropustných zrcadel M1, M2 a soustavu odrazných ploch M3, M4.

Jednotlivé součásti zařízení jsou uspořádány tak, že zdroj světla 2, vysílá svazek 4 světla, který je veden na směrovací zrcadlo M0, odkud je tento svazek 4 přiváděn na první polopropustné zrcadlo M1, které ho rozdělí na referenční svazek 5 a měřicí svazek 6, a to tak, že se referenční svazek 5 odrazí na posuvné zrcadlo 10 a měřicí svazek 6 propustí na druhé polopropustné zrcadlo M2, které ho rozdělí tak, že první dílčí měřicí svazek 15 propustí na první odraznou plochu M3 a druhý dílčí měřicí svazek 16 odrazí na druhou odraznou plochu M4.

V dráze referenčního svazku 5 odraženého prvním polopropustným zrcadlem M1 na posuvné zrcadlo 10 jsou uspořádány první kompenzační deska CP1 a druhá kompenzační deska CP2, a to za účelem kompenzace části optické dráhy měřicího svazku 6, procházejícího polopropustným zrcadlem M1, kdy při použití vhodných kompenzačních desek CP1 a CP2 prochází stejnou optickou dráhou i referenční svazek 5.

V dráze druhého dílčího měřicího svazku 16 je uspořádána třetí kompenzační deska CP3 za účelem kompenzace části optické dráhy dílčího měřicího svazku 15, procházejícího polopropustným zrcadlem M2, kdy při použití vhodné kompenzační desky CP3 prochází stejnou optickou dráhou i dílčí měřicí svazek 16.

Detekční jednotka 11 je uspořádána tak, aby na ni dopadala část svazku, která byla odražena posuvným zrcadlem 10 (a byla propuštěna prvním polopropustným zrcadlem M1) a současně část svazku, která byla odražena odraznými plochami M3 a M4 (a byla odražena prvním polopropustným zrcadlem M1). Součástí detekční jednotky 11 je optický dělič pro dělení svazku na širokospektrální záření a HeNe záření a dvojice detektorů uspořádaných tak, že na jeden detektor je nasměrováno širokospektrální záření a na druhý HeNe záření.

Polopropustné zrcadlo M2 a první a druhá odrazná plocha M3, M4 jsou uspořádány tak, aby měřicí svazek 6, který byl propuštěn prvním zrcadlem M1 dopadl na druhé polopropustné zrcadlo M2, které ho rozdělí tak, aby propustilo první dílčí měřicí svazek 15, který pak dopadne na první odraznou plochu M3, a současně odrazilo druhý dílčí měřicí svazek 16 na druhou odraznou plochu M4. První odrazná plocha M3 a druhá odrazná plocha M4 jsou nastaveny tak, že odrazí tyto dílčí měřicí svazky 15, 16 v navzájem protilehlém směru souose a za provozu je kalibrováný předmět 1 uložený v dráze těchto odražených dílčích měřicích svazků 15, 16, ideálně souose s nimi. Jinými slovy, první odrazná plocha M3 je uspořádána tak, že odrazí první dílčí měřicí svazek 15 na kalibrováný předmět 1 z jedné strany, a druhá odrazná plocha M4 tak, že odrazí druhý dílčí měřicí svazek 16 na kalibrováný předmět 1 z druhé strany.

Polohovací zařízení obsahuje jednak ložnou plochu pro kalibrováný předmět 1 a jednak alespoň dvojici piezoelektrických šroubových akčních členů, kterými je ovládán náklon ložné plochy a tedy i náklon kalibrováného předmětu 1 uloženého na ložné ploše.

Jak je zřejmé z výše uvedeného, ložná plocha pro kalibrováný předmět 1 je uspořádána tak, aby kalibrováný předmět 1 po uložení na ložnou plochu ležel v dráze prvního dílčího měřicího svazku 15 odraženého první odraznou plochou M3 na druhou odraznou plochu M4 (a naopak druhého dílčího měřicího svazku 16 odraženého druhou odraznou plochou M4 na první odraznou plochu M3).

Kamera 12 typu CCD je uspořádána tak, aby snímala druhý dílčí měřicí svazek 16 světla, který byl odražen z plochy kalibrováného předmětu 1 na druhou odraznou plochu M4 a z ní na druhé polopropustné zrcadlo M2 a druhým polopropustným zrcadlem M2 propuštěn, a současně první dílčí měřicí svazek 15 světla, který byl odražen z opačné plochy kalibrováného předmětu 1 na první odraznou plochou M3 a z ní na druhé zrcadlo M2 a jím odražen na kameru 12. Jinými slovy, kamera 12 snímá svazky světla původně odražené z čel kalibrováného předmětu 1. Po uložení kalibrováného předmětu 1 na ložnou plochu, kamera 12 zaznamenává snímek uvedených odražených svazků. Následně se provede analýza snímku za účelem zjištění přítomnosti interferenčních proužků, případně jejich počtu a orientace. Přítomnost většího počtu interferenčních proužků totiž indikuje odklon osy kalibrováného předmětu od os dílčích měřicích svazků 15, 16

dopadajících na čela kalibrovaného předmětu 1, čím větší počet interferenčních proužků, tím větší odklon.

Vlastní zpracování pořízeného snímku je zahájeno krokem, který pomocí vyčíslení úrovně intenzity záření v jednotlivých částech snímku určí, zda proběhlo pořízení snímku korektně a zda je snímek vhodný pro další zpracování. V případě, že tomu tak není, proběhne automaticky sejmutí nového snímku. Pokud je snímek vyhodnocen jako vyhovující pro další zpracování, proběhne uživatelsky nastavitelná úprava kontrastu snímku a provede se výřez části obrazu v okolí středu kalibrovaného předmětu. Interferenční obrazec z této oblasti je pak podroben analýze počtu a orientace interferenčních proužků.

Základním přístupem analýzy je intenzitní prahování snímku, kdy je nejprve vypočtena průměrná hodnota intenzity snímku a tento snímek, uložený původně v odstínech šedi, je převeden na černobílý podle klíče, kdy se černým stává každý bod obrazu s intenzitou nižší než vypočtený průměr a bílým bodem se stává každý bod obrazu s intenzitou vyšší než vypočtený průměr. Následně je v několika řezech v příčném i podélném směru proveden součet bílých oblastí, jejichž plocha je větší než nastavený minimální počet pixelů (toto opatření brání falešné detekci proužků).

Pokročilým implementovaným přístupem analýzy je využití Fourierovy transformace, kdy je pro definované řezy v podélném a příčném směru proveden přepočít intenzitního profilu proužků na spektrum, jehož maximální hodnota přímo odpovídá počtu proužků (intenzitních maxim) v analyzovaném obrazu. Ve srovnání se základním přístupem, pracujícím pouze s intenzitou obrazu je tento přístup spolehlivější v případě detekce většího množství proužků v obrazu (typicky více než 5), na druhou stranu občas vykazuje chybné hodnoty v případě komplikovanějšího tvaru interferenčních proužků. Z toho důvodu je vhodné využít kombinaci obou přístupů, což vede ke zvýšení spolehlivosti detekce počtu interferenčních proužků.

Řídicí jednotka řídí polohu ložné plochy pomocí alespoň dvojice piezoelektrických akčních členů, kterými naklápí ložnou plochu a tedy i na ní uložený kalibrovaný předmět 1. Řídicí jednotka je tedy propojená s piezoelektrickými akčními členy ložné plochy a kamerou 12, a dále je propojená také s detekční jednotkou 11, hnacím ústrojím pro posuv posuvného zrcadla 10, naklápacím zařízením posuvného zrcadla 10 a se zdrojem 2 světla.

Na základě vyhodnocení snímků z kamery 12 se nalezne ideální poloha ložné plochy, tj. kalibrovaného předmětu 1, kdy osa kalibrovaného předmětu 1 souhlasí s osou dílčích měřicích svazků 15, 16, nebo se kalibrovaný předmět 1 vyhodnotí jako defektní.

Následně se provede měření délky kalibrovaného předmětu 1 obdobně, jako bylo popsáno v českém patentu č. 302948. Svazek 4 světla se dělí na prvním polopropustném zrcadle M1 na referenční svazek 5 a měřicí svazek 6. Měřicí svazek 6 se rozvětví na první dílčí měřicí svazek 15 a druhý dílčí měřicí svazek 16, které se nasměrují proti sobě, přičemž první dílčí měřicí svazek 15 se přivede na první čelo kalibrovaného předmětu 1 pro odrazení prvního dílčího měřicího svazku 15 od prvního čela kalibrovaného předmětu 1 a druhý dílčí měřicí svazek 16 se přivede na druhé čelo kalibrovaného předmětu 1 pro odrazení druhého dílčího měřicího svazku 16 od druhého čela kalibrovaného předmětu 1. Část prvního dílčího měřicího svazku 15 projde okolo kalibrovaného předmětu 1 a za ním se sloučí s druhým dílčím měřicí svazkem 16 odraženým od druhého čela kalibrovaného předmětu 1 a část druhého dílčího měřicího svazku 16 projde okolo kalibrovaného předmětu 1 a za ním se sloučí s prvním dílčím měřicí svazkem 15 odraženým od prvního čela kalibrovaného předmětu 1. Pak se odražený první dílčí měřicí svazek 15 sloučený s částí druhého dílčího měřicího svazku 16 prošlého okolo kalibrovaného předmětu 1, a odražený druhý dílčí měřicí svazek 16 sloučený s částí prvního dílčího měřicího svazku 15 prošlého okolo kalibrovaného předmětu sloučí s referenčním svazkem 5. Změnou délky dráhy referenčního svazku 5 na délku rovnou délce dráhy prvního dílčího měřicího svazku 15 od bodu rozvětvení referenčního svazku 5 a měřicího svazku 6 k bodu odrazu prvního dílčího měřicího svazku 15 od prvního čela kalibrovaného předmětu 1 a odtud odraženého prvního dílčího měřicího svazku 15 až k detekční jednotce 11 se dosáhne prvního měřicího stavu, přičemž dosažení shodnosti délky dráhy referenčního svazku 5 a prvního dílčího měřicího svazku 15 je na výstupu sestavy indikováno interferencí měřicího 6 a referenčního svazku 5. Současně se změnou

délky dráhy referenčního svazku 5 na délku rovnou délce dráhy druhého dílčího měřicího svazku 16 od bodu rozvětvení referenčního svazku 5 a měřicího svazku 6 k bodu odrazu druhého dílčího měřicího svazku 16 od druhého čela kalibrovaného předmětu 1 a odtud odraženého druhého dílčího měřicího svazku 16 až k detekční jednotce 11 se dosáhne druhého měřicího stavu, přičemž dosažení shodnosti délky dráhy referenčního svazku 5 a druhého dílčího měřicího svazku 16 je na výstupu sestavy indikováno interferencí měřicího svazku 6 a referenčního svazku 5. Poté se porovnají délky dráhy referenčního svazku 5 v prvním měřicím stavu a ve druhém měřicím stavu s délkou dráhy prvního i druhého dílčího měřicího svazku 15, 16 od bodu rozvětvení referenčního svazku 5 a měřicího svazku 6 k detekční jednotce 11, zjištěné změnou délky dráhy referenčního svazku 5 na hodnotu délky dráhy prvního i druhého dílčího měřicího svazku 15, 16 od bodu rozvětvení referenčního svazku 5 a měřicího svazku 6 k detekční jednotce 11. Dosažení shodnosti délky dráhy referenčního svazku 5 a prvního i druhého dílčího měřicího svazku 15, 16 je na výstupu sestavy indikováno interferencí měřicího svazku 6 a referenčního svazku 5, čímž se dosáhne třetího měřicího stavu. Pak se odečte délka dráhy referenčního svazku 5 ve třetím měřicím stavu od délky dráhy referenčního svazku 5 v prvním měřicím stavu a délka dráhy referenčního svazku 5 ve druhém měřicím stavu od délky dráhy referenčního svazku 5 ve třetím měřicím stavu, a součet těchto výsledků je roven změřené délce kalibrovaného předmětu 1.

Zařízení podle tohoto technického řešení rovněž s výhodou zahrnuje čidla pro monitorování parametrů prostředí, zvláště teploty.

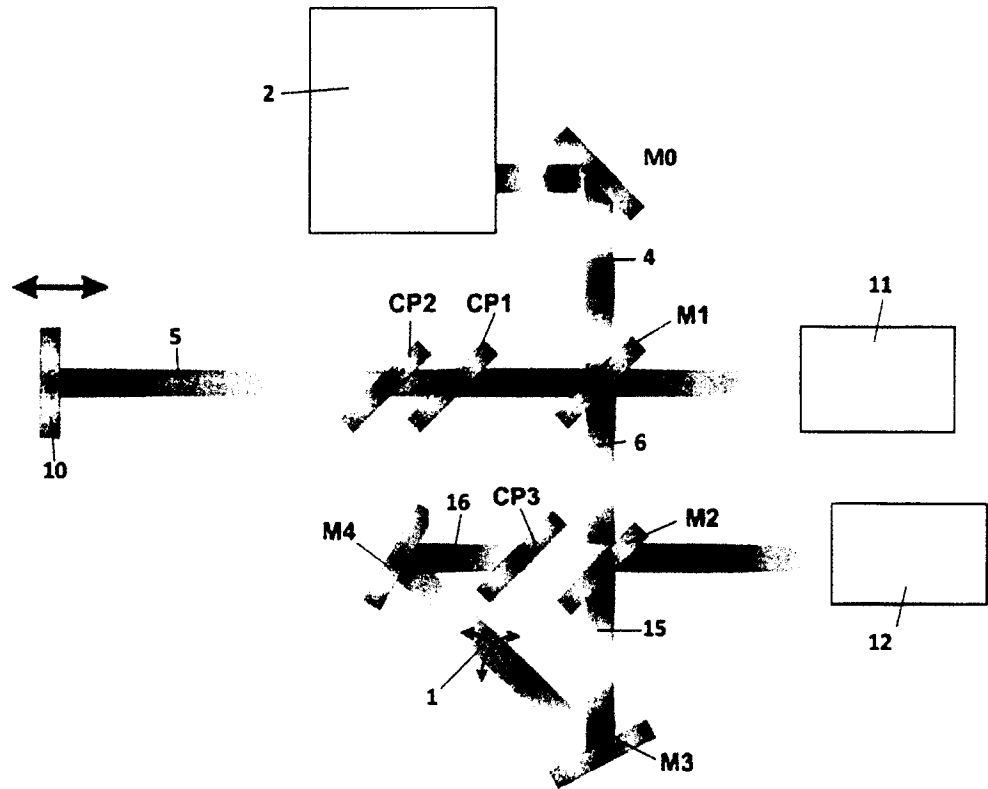
Ačkoli bylo popsáno konkrétní příkladné provedení, je zřejmé, že odborník z dané oblasti snadno nalezne další možné alternativy jednotlivých součástí nebo jejich uspořádání. Proto rozsah tohoto technického řešení není omezen na toto příkladné provedení, ale spíše je dán definicí přiložených Nároků na ochranu.

N Á R O K Y N A O C H R A N U

1. Zařízení pro kalibraci délky předmětů (1), zejména koncových měrek, které zahrnuje
 - zdroj (2) světla pro vysílání svazku (4) světla,
 - první polopropustné zrcadlo (M1) uspořádané v dráze svazku (4) světla ze zdroje (2) světla pro rozdělení svazku (4) na referenční svazek (5) a měřicí svazek (6),
 - druhé polopropustné zrcadlo (M2) uspořádané pro rozdělení měřicího svazku (6) na první dílčí měřicí svazek (15) a druhý dílčí měřicí svazek (16),
 - první odraznou plochu (M3) a druhou odraznou plochu (M4), přičemž první odrazná plocha (M3) je uspořádaná pro odražení prvního dílčího měřicího svazku (15) do oblasti středu druhé odrazné plochy (M4) a druhá odrazná plocha (M4) je uspořádána pro odražení druhého dílčího měřicího svazku (16) do oblasti středu první odrazné plochy (M3),
 - posuvnou odraznou plochu (10), uspořádanou kolmo na dráhu referenčního svazku (5) s možností posuvu ve směru dráhy referenčního svazku (5),
 - detekční jednotku (11), která je uzpůsobená pro přijímání referenčního svazku (5) odraženého od posuvné odrazné plochy a pro přijímání prvního dílčího měřicího svazku (15) po jeho odražení od první odrazné plochy (M3) na druhou odraznou plochu (M4), z druhé odrazné plochy (M4) na druhé polopropustné zrcadlo (M2), z druhého polopropustného zrcadla (M2) na první polopropustné zrcadlo (M1) a z prvního polopropustného zrcadla (M1) na detekční jednotku (11) a pro přijímání druhého dílčího měřicího svazku (16) po jeho odražení od druhé odrazné plochy (M4) na první odraznou plochu (M3), z první odrazné plochy (M3) na druhé polopropustné zrcadlo (M2), po jeho průchodu druhým polopropustným zrcadlem (M2) na první polopropustné zrcadlo (M1) a po jeho odrazu z prvního polopropustného zrcadla (M1) na detekční jednotku (11),
- v y z n a ě u j í c í s e t í m ,** že dále zahrnuje

- 5 - kameru (12) uzpůsobenou pro snímání prvního dílčího měřicího svazku (15) po jeho odrazu od první odrazné plochy (M3) na druhou odraznou plochu (M4) a jeho průchodu druhým polopropustným zrcadlem (M2) a rovněž pro snímání druhého dílčího měřicího svazku (16) po jeho odrazu od druhé odrazné plochy (M4) na první odraznou plochu (M3), z první odrazné plochy (M3) na druhé polopropustné zrcadlo (M2) a z něj na kameru (12),
- polohovací zařízení, které obsahuje ložnou plochu pro uložení kalibrovaného předmětu (1) do dráhy prvního a druhého dílčího měřicího svazku (15, 16) mezi první odraznou plochou (M3) a druhou odraznou plochou (M4) a naklápací ústrojí pro nakládání ložné plochy.
- 10 2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že obsahuje řídicí jednotku, která je propojená se zdrojem (2) světla, s detekční jednotkou (11), s kamerou (12) a s naklápacím ústrojím ložné plochy.
3. Zařízení podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že naklápací ústrojí zahrnuje alespoň dva se vzájemným rozstupem uspořádané piezoelektrické akční členy pro nakládání ložné plochy.
- 15 4. Zařízení podle nároku 2 nebo 3, **vyznačující se tím**, že dále zahrnuje hnací ústrojí pro posouvání posuvné odrazné plochy (10), které je propojené s řídicí jednotkou.
5. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 2 až 4, **vyznačující se tím**, že obsahuje naklápací zařízení pro nakládání posuvné odrazné plochy (10) v jejích jednotlivých polohách na její dráze posuvu, které je propojené s řídicí jednotkou.
- 20 6. Zařízení podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že naklápací zařízení pro nakládání posuvné odrazné plochy (10) zahrnuje alespoň dva se vzájemným rozstupem uspořádané piezoelektrické akční členy propojené s řídicí jednotkou.
7. Zařízení podle kteréhokoli z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že zdroj (2) světla je uzpůsobený pro vysílání svazku světla kombinujícího širokospektrální záření a jednofrekvenční laserové záření.
- 25 8. Zařízení podle nároku 7, **vyznačující se tím**, že detekční jednotka (11) zahrnuje dělič pro dělení svazku na širokospektrální záření a jednofrekvenční laserové záření a dvojici detektorů uspořádaných tak, že na jeden detektor je děličem nasměrováno širokospektrální záření a na druhý jednofrekvenční záření.
- 30 9. Zařízení podle kteréhokoli z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že zahrnuje směrovací zrcadlo (M0) pro směřování svazku (4) ze zdroje (2) světla na první polopropustné zrcadlo (M1).

1 výkres



Obr. 1

Konec dokumentu