

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

304 851

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

G01M 11/02 (2006.01)
G02B 21/06 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2013-919**
(22) Přihlášeno: **21.11.2013**
(40) Zveřejněno: **03.12.2014**
(Věstník č. 49/2014)
(47) Uděleno: **22.10.2014**
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **03.12.2014**
(Věstník č. 49/2014)

(56) Relevantní dokumenty:
(Mikš, A.: Jednoduché metody testování mikroskopových objektivů. Jemná mechanika a optika. 2011, roč. 2011, č. 2, s. 42-48), 02.2011.
EP 2587313 A; EP 1868035 A.

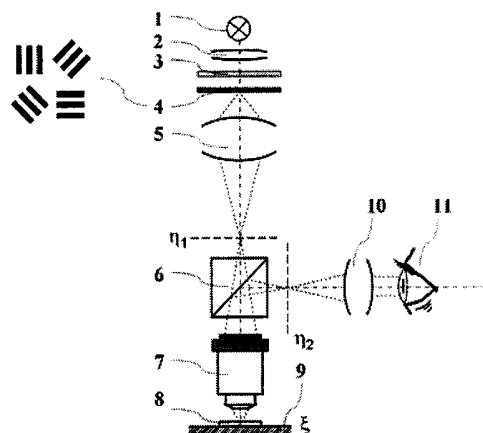
(73) Majitel patentu:
České vysoké učení technické v Praze - fakulta
stavební, Praha 6, CZ

(72) Původce:
doc. Ing. Jiří Novák, Ph.D., Slaný, CZ
prof. RNDr. Antonín Mikš, CSc., Praha 10 -
Křeslice, CZ
Ing. Pavel Novák, Ph.D., Praha 8, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Hana Dušková, Na Kočově 180, 281 03
Chotutice

(54) Název vynálezu:
**Zařízení pro měření rozlišovací schopnosti
mikroskopových objektivů**

(57) Anotace:
Zařízení pro měření rozlišovací schopnosti mikroskopových objektivů pomocí čárového testu rozlišovací schopnosti prosvětlovaného zdrojem záření je tvořeno osvětlovacím blokem sestávajícím se z na společné optické ose ležícího zdroje (1) záření, kondenzoru (2) a matnice (3). Na téže optické ose je umístěna pankratická optická soustava (5) s proměnným zvětšením, za kterou je zařazen dělicí hranol (6). Ve směru svazku procházejícího dělicím hranolem (6) je v předmětové rovině měřeného mikroskopového objektivu (7) umístěno rovinné zrcadlo (9). Ve směru svazku zpětně odraženého od dělicího hranolu (6) je umístěna pomocná optická soustava pro zobrazení obrazu čárového testu (4) rozlišovací schopnosti. Čárový test (4) rozlišovací schopnosti je umístěn na společné optické ose za osvětlovacím blokem a jeho umístění je zvoleno tak, že jeho obraz leží v obrazové rovině (η_1) měřeného mikroskopového objektivu (7).



CZ 304851 B6

Zařízení pro měření rozlišovací schopnosti mikroskopových objektivů

Oblast techniky

Technické řešení se týká zařízení pro vizuální i automatizované měření rozlišovací schopnosti mikroskopových objektivů.

Dosavadní stav techniky

Mikroskopové objektivy jsou jednou z nejdůležitějších částí optických mikroskopů. Na jejich zobrazovacích vlastnostech závisí množství informací o vyšetřovaném objektu, jež může mikroskop poskytnout. Čím kvalitnější bude mikroskopický objektiv, tím více informací o vyšetřovaném objektu lze získat a žádným dalším zařízením toto již nelze zlepšit. Kvalita mikroskopového objektivu závisí především na jeho zbytkových aberacích a množství parazitního světla v obraze. Vzhledem k tomu, že mikroskopové objektivy patří k nejlépe korigovaným běžně komerčně vyráběným optickým soustavám s vysokou kvalitou zobrazení, je nutné jejich kvalitu zobrazení vhodným způsobem posuzovat. Jedním ze způsobů hodnocení kvality mikroskopových objektivů je měření jejich rozlišovací schopnosti. Obvykle se rozlišovací schopnost hodnotí pozorováním čárových testů o různých prostorových frekvencích. Čárový test je tvořen celou skupinou čar o různých prostorových frekvencích. Maximální prostorová frekvence, určená počtem čar na milimetr, běžně komerčně dostupných čárových testů je 600 čar/mm. Vzhledem k tomu, že každý test obsahuje celou škálu prostorových frekvencí, lze s jeho pomocí testovat rozlišovací schopnost a kvalitu zobrazení řady mikroskopových objektivů. Jakákoliv optická soustava, to je i mikroskopový objektiv, není schopna jednotlivé struktury předmětu, například testu rozlišovací schopnosti, zobrazit se stejným kontrastem a obraz bude tedy mít vždy horší kontrast než předmět. Přitom hrubší struktury předmětu budou zobrazeny s větším kontrastem než jemné struktury. Velmi často se stává, že příliš jemné struktury předmětu nebudou optickou soustavou vůbec zobrazeny, neboť parametry optické soustavy to neumožňují. V případě zobrazení nekoherentním zářením je optická funkce přenosu fyzikálně dokonalé optické soustavy s rovnoměrně osvětlenou a propustnou kruhovou pupilou dána vztahem

$$D(s) = \frac{2}{\pi} \left(\arccos s - s \sqrt{1 - s^2} \right),$$

kde

$$s = \lambda R c, s \in \langle 0, 1 \rangle$$

je normovaná prostorová frekvence, λ vlnová délka světla, R prostorová frekvence v obrazové rovině udaná počtem čar na jednotku délky, například počet čar/mm, a c clonové číslo optické soustavy v obrazovém prostoru (např. mikroskopového objektivu). Pro maximální prostorovou frekvenci $R_{\max}$, kterou je schopen objektiv ještě rozlišit, platí

$$R_{\max} = 2A/\lambda \text{ [čar/mm]},$$

kde A značí numerickou aperturu objektivu a λ je vlnová délka světla v mm. Tento vztah umožňuje určit, kolik čar/mm je schopna fyzikálně dokonalá optická soustava s clonovým číslem c rozlišit při zobrazení světlem o vlnové délce λ . Rozlišovací schopnost optické soustavy je tedy dána prostorovou frekvencí $R_{\max}$, kterou daná optická soustava přenese s nulovým kontrastem. Pro maximální frekvenci v obrazovém prostoru platí

$$R'_{\max} = \frac{2A}{m\lambda},$$

- 5 kde m je příčné zvětšení optické soustavy (např. mikroskopového objektivu). Hodnoty maximálních frekvencí, které může optická soustava přenést a rozlišit pro sadu achromatických mikroskopových objektivů pro vlnovou délku $\lambda = 546 \text{ nm}$, jsou uvedeny v následující tabulce.

m/A	$R'_{\max} [\text{čar/mm}]$	$R_{\max} [\text{čar/mm}]$
10/0,3	110	1100
20/0,45	82	1640
45/0,65	53	2380
60/0,85	52	3120
100/1,3	48	4800

- 10 Z uvedeného vyplývá, že pro měření rozlišovací schopnosti mikroskopových objektivů by bylo nutné vyrobit testy rozlišovací schopnosti s velmi vysokou prostorovou frekvencí, což je prakticky obtížně proveditelné a finančně nákladné. Jak je však z tabulky patrné, maximální prostorové frekvence v obrazové rovině jsou v poměru zvětšení menší a lze je tak již jednoduše prakticky realizovat. Abychom se vyhnuli vysokému počtu čar/mm u testů v předmětové rovině mikroskopového objektivu, lze při testování rozlišovací schopnosti mikroskopových objektivů s výhodou
15 užít čárových testů rozlišovací schopnosti na obrazové straně s daleko nižší hodnotou prostorové frekvence.

20 Podstata vynálezu

- Výše uvedené nedostatky metody určování rozlišovací schopnosti mikroskopových pomocí čárových testů na předmětové straně jsou odstraněny zařízením pro měření rozlišovací schopnosti mikroskopových objektivů pomocí čárového testu prosvětlovaného zdrojem záření dle tohoto technického řešení, které umožňuje jednoduše testovat rozlišovací schopnost mikroskopických
25 objektivů i pro velmi vysoké prostorové frekvence.

- V jednom základním provedení je toto nové zařízení je tvořeno osvětlovacím blokem sestávajícím se z na společné optické ose ležícího zdroje záření, kondenzoru a matnice. Na téže optické ose je umístěna pankratická optická soustava s proměnným zvětšením a dělicí hranol. Ve směru
30 svazku procházejícího dělicím hranolem je v předmětové rovině měřeného mikroskopového objektivu umístěno rovinné zrcadlo. Ve směru svazku zpětně odraženého od dělicího hranolu je pak umístěna pomocná optická soustava pro zobrazení obrazu čárového testu rozlišovací schopnosti. Čárový test rozlišovací schopnosti je umístěn na společné optické ose za osvětlovacím blokem a jeho umístění je zvoleno tak, že jeho obraz leží v obrazové rovině měřeného mikroskopového
35 objektivu.

- Pro vizuální zobrazení okem je pomocná optická soustava pro zobrazení obrazu čárového testu rozlišovací schopnosti tvořena okulárem se zvoleným zvětšením, jehož předmětová ohnisková rovina splývá s rovinou vytvoření obrazu čárového testu rozlišovací schopnosti.

- 40 V uspořádání pro digitální záznam je pomocná optická soustava pro zobrazení obrazu čárového testu rozlišovací schopnosti tvořena objektivem se zvoleným zvětšením pro přizpůsobení průměru vystupujícího svazku apertury za ním zařazené digitální kamery. Předmětová ohnisková rovina

objektivu splývá s rovinou vytvoření obrazu čárového testu rozlišovací schopnosti. Výstup z digitální kamery je pak propojen s vyhodnocovacím počítačem.

Čárový test rozlišovací schopnosti je s výhodou měnitelný. Může být ve výhodném provedení realizován programovatelným transmisním modulátorem světla s variabilní možností změny struktury, prostorové frekvence a orientace testu.

Rovinné zrcadlo je možné opatřit krycím sklem. V případě testování mikroskopových objektivů nekorigovaných pro krycí sklo se krycí sklo nepoužije.

Ve druhém základním provedení je zařízení tvořeno osvětlovacím blokem realizovaným programovatelným optoelektronickým mikrodisplejem s implementovaným čárovým testem rozlišovací schopnosti s možností variabilně měnit zobrazovaný čárový test rozlišovací schopnosti s různou prostorovou frekvencí a orientací. Čárový test rozlišovací schopnosti je umístěn v obrazové rovině měřeného mikroskopového objektivu. Za tímto programovatelným optoelektronickým mikrodisplejem je na téže optické ose umístěna pankratická optická soustava s proměnným zvětšením a dělicí hranol. Ve směru svazku procházejícího dělicím hranolem je v předmětové rovině měřeného objektivu umístěno rovinné zrcadlo a ve směru svazku zpětně odraženého od dělicího hranolu je umístěna pomocná optická soustava pro zobrazení obrazu čárového testu rozlišovací schopnosti.

Pro vizuální pozorování obrazu čárového testu rozlišovací schopnosti je pomocná optická soustava tvořena okulárem se zvoleným zvětšením, jehož předmětová ohnisková rovina splývá s rovinou vytvoření obrazu čárového testu rozlišovací schopnosti.

Pro digitální záznam je pomocná optická soustava pro zobrazení obrazu čárového testu rozlišovací schopnosti tvořena objektivem se zvoleným zvětšením pro přizpůsobení průměru vystupujícího svazku apertury za ním zařazené digitální kamery. Předmětová ohnisková rovina objektivu splývá s rovinou vytvoření obrazu čárového testu rozlišovací schopnosti. Výstup z digitální kamery je propojen s vyhodnocovacím počítačem.

I v tomto provedení je možné rovinné zrcadlo pokrýt krycím sklem s tím, že v případě testování mikroskopových objektivů nekorigovaných pro krycí sklo se krycí sklo nepoužije.

35 Objasnění výkresů

40 Zařízení pro měření rozlišovací schopnosti mikroskopových objektivů podle tohoto technického řešení bude podrobněji popsáno na konkrétním příkladu provedení dvou variant s pomocí příložených výkresů, kde na Obr. 1 je znázorněna schematicky v bokorysu sestava zařízení pro vizuální měření rozlišovací schopnosti mikroskopových objektivů se zdrojem záření osvětlujícím testovaný obrazec. Na Obr. 2 je uvedena sestava zařízení pro automatizované měření rozlišovací schopnosti mikroskopových objektivů se zdrojem záření osvětlujícím testový obrazec a na Obr. 3 příklad v podobě sestavy zařízení pro měření rozlišovací schopnosti s programovatelným mikrodisplejem jako zdrojem světla.

Příklady uskutečnění vynálezu

50 Schéma jedné varianty příkladného zařízení pro vizuální měření rozlišovací schopnosti mikroskopových objektivů se zdrojem záření osvětlujícím testový obrazec je znázorněno na Obr. 1. Zařízení je zde tvořeno osvětlovacím blokem sestávajícím se z na společné optické ose ležícího zdroje 1 záření, kondenzoru 2 a matnice 3. Na téže optické ose je umístěna pankratická optická soustava 5 s proměnným zvětšením, za níž je zařazen dělicí hranol 6. Ve směru svazku procházejícího dělicím hranolem 6 je v předmětové rovině 7 měřeného mikroskopového objektivu 7 umís-

těno rovinné zrcadlo 9, které je v zvedném příkladu pokryto krycím sklem 8. Ve směru svazku zpětně odraženého od dělicího hranolu 6 je umístěna pomocná optická soustava pro zobrazení obrazu čárového testu 4 rozlišovací schopnosti. Čárový test 4 rozlišovací schopnosti je umístěn na společné optické ose za osvětlovacím blokem a jeho umístění je zvoleno tak, že jeho obraz po zobrazení pankreatickou optickou soustavou 5 leží v obrazové rovině η_1 měřeného mikroskopového objektivu 7.

V případě vizuálního zobrazení výsledku okem 11 je pomocná optická soustava pro zobrazení obrazu čárového testu 4 rozlišovací schopnosti tvořena okulárem 10 se zvoleným zvětšením. Předmětová ohnisková rovina η_2 , okuláru 10 splývá s rovinou vytvoření obrazu čárového testu 4 rozlišovací schopnosti. Pokud je zařízení realizováno pro digitální záznam, je pomocná optická soustava pro zobrazení obrazu čárového testu 4 rozlišovací schopnosti tvořena objektivem 12 se zvoleným zvětšením pro přizpůsobení průměru vystupujícího svazku apertury za ním zařazené digitální kamery 13. Předmětová ohnisková rovina η_2 , objektivu 12 splývá s rovinou vytvoření obrazu čárového testu 4 rozlišovací schopnosti. Výstup z digitální kamery 13 je propojen s vyhodnocovacím počítačem.

Zobrazovaný čárový test 4 může být buď fixní nebo měnitelný, například pomocí otočného kotouče s testy nebo použitím programovatelného transmisního LC mikrod displeje, který umožňuje generovat požadované čárové testy s různou prostorovou frekvencí.

Zdroj záření 1 osvětluje pomocí kondenzoru 2 a matnice 3 čárový test 4 rozlišovací schopnosti. Čárový test 4 rozlišovací schopnosti je dále zobrazen pomocí pankreatické optické soustavy 5 do obrazové roviny η_1 měřeného mikroskopového objektivu 7. Tímto mikroskopovým objektivem 7 je potom zobrazen do jeho předmětové roviny ξ , v níž je umístěno rovinné zrcadlo 9 pokryté krycím sklem 8. V případě testování mikroskopových objektivů, které nejsou korigovány pro určitou tloušťku krycího skla 8, se krycí sklo 8 pro testování nepoužije. Světlo odražené od rovinného zrcadla 9 znovu prochází měřeným mikroskopovým objektivem 7, po odrazu na dělicím hranolu 6 vytváří obraz čárového testu 4 v předmětové ohniskové rovině η_2 okuláru 10, pomocí kterého je potom pozorován okem 11, popřípadě je možné místo okuláru 10 použít objektiv 12 a digitální kameru 13 pro záznam obrazu testu.

Zařízení je možno konstruovat jako zobrazovací adaptér k mikroskopu, který je možno jednoduše začlenit do sestavy mikroskopu, jehož objektivy mají být testovány. Zařízení lze též realizovat variantně s digitálním záznamem obrazu pozorovaného testu a následnou možností automatizovaného počítačového vyhodnocení rozlišovací schopnosti mikroskopového objektivu 7, Obr. 2. Zde je zařízení tvořeno osvětlovacím blokem realizovaným programovatelným optoelektronickým mikrod displejem 14 s implementovaným čárovým testem 4 rozlišovací schopnosti s možností variabilně měnit zobrazovaný čárový test 4 rozlišovací schopnosti s různou prostorovou frekvencí a orientací. Čárový test 4 rozlišovací schopnosti je umístěn v obrazové rovině η_1 měřeného mikroskopového objektivu 7. Za programovatelným optoelektronickým mikrod displejem 14 je na téže optické ose umístěna pankreatická optická soustava 5 s proměnným zvětšením a dělicí hranol 6. Ve směru svazku procházejícího dělicím hranolem 6 je v předmětové rovině ξ měřeného mikroskopového objektivu 7 umístěno rovinné zrcadlo 9, které opět může být opatřeno krycím sklem 8. Ve směru svazku zpětně odraženého od dělicího hranolu 6 je umístěna pomocná optická soustava pro zobrazení obrazu čárového testu 4 rozlišovací schopnosti. Analogicky jako u první varianty je pro vizuální pozorování obrazu čárového testu 4 rozlišovací schopnosti použita pomocná optická soustava tvořena okulárem 10 se zvoleným zvětšením, jejíž předmětová ohnisková rovina η_2 , splývá s rovinou vytvoření obrazu čárového testu 4, rozlišovací schopnosti. Pro digitální záznam je pak pomocná optická soustava pro zobrazení obrazu čárového testu 4 rozlišovací schopnosti tvořena objektivem 12 se zvoleným zvětšením pro přizpůsobení průměru vystupujícího svazku apertury za ním zařazené digitální kamery 13. Předmětová ohnisková rovina η_2 , objektivu 12 splývá s rovinou vytvoření obrazu čárového testu 4 rozlišovací schopnosti. Výstup z digitální kamery 13 je propojen s vyhodnocovacím počítačem.

V provedení pro digitální záznam je obraz testu 4 vytvořený v předmětové ohniskové rovině η_2 objektivu 12 zobrazen pomocí tohoto objektivu 12 a digitální kamery 13. Z obrazu zaznamenaného digitální kamerou 13 již lze vyhodnotit pomocí počítače rozlišovací schopnost testovaného mikroskopového objektivu 7.

5

Varianta zařízení, kde je jako zdroj použit programovatelný optoelektronický mikrod displej 14, například OLED nebo transmisní displej, je zobrazena na Obr. 3. Na mikrod displeji 14 lze variabilním způsobem pomocí počítače zobrazovat čárovou strukturu s různou prostorovou frekvencí pro různé části zorného pole mikroskopového objektivu. Tento testový obrazec na mikrod displeji 14 je poté přímo pomocí pankratické soustavy 5 s vhodným zvětšením opět zobrazen do předmětové roviny ξ mikroskopového objektivu 7 a odražené světlo od rovinného zrcadla 9 je tak jako v předchozí variantě pozorováno pomocí objektivu 12 a digitální kamery 13 použít okulár 10, pomocí kterého je potom obraz čárového testu 4 pozorován okem 11.

10

15 Zařízení je možno konstruovat jako zobrazovací adaptér k mikroskopu, který je možno jednoduše začlenit do sestavy mikroskopu, jehož objektivy mají být testovány.

Průmyslová využitelnost

20

Zařízení pro měření rozlišovací schopnosti mikroskopových objektivů je možno využít pro průmyslovou kontrolu vyráběných mikroskopových objektivů pomocí flexibilního vizuálního popř. automatizovaného měření rozlišovací schopnosti.

25

PATENTOVÉ NÁROKY

30

1. Zařízení pro měření rozlišovací schopnosti mikroskopových objektivů pomocí čárového testu rozlišovací schopnosti prosvětlovaného zdrojem záření, **vyznačující se tím**, že, je tvořeno osvětlovacím blokem sestávajícím se z na společné optické ose ležícího zdroje (1) záření, kondenzoru (2) a matnice (3), a dále na téže optické ose umístěnou pankratickou optickou soustavou (5) s proměnným zvětšením, za níž je zařazen dělicí hranol (6), kde ve směru svazku procházejícího dělicím hranolem (6) je v předmětové rovině měřeného mikroskopového objektivu (7) umístěno rovinné zrcadlo (9) a ve směru svazku zpětně odraženého od dělicího hranolu (6) je umístěna pomocná optická soustava pro zobrazení obrazu čárového testu (4) rozlišovací schopnosti, přičemž čárový test (4) rozlišovací schopnosti je umístěn na společné optické ose za osvětlovacím blokem a jeho umístění je zvoleno tak, že jeho obraz leží v obrazové rovině (η_1) měřeného mikroskopového objektivu (7).

35

40

2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že pro vizuální zobrazení okem (11) je pomocná optická soustava pro zobrazení obrazu čárového testu (4) rozlišovací schopnosti tvořena okulárem (10) se zvoleným zvětšením, jehož předmětová ohnisková rovina (η_2) splývá s rovinou vytvoření obrazu čárového testu (4) rozlišovací schopnosti.

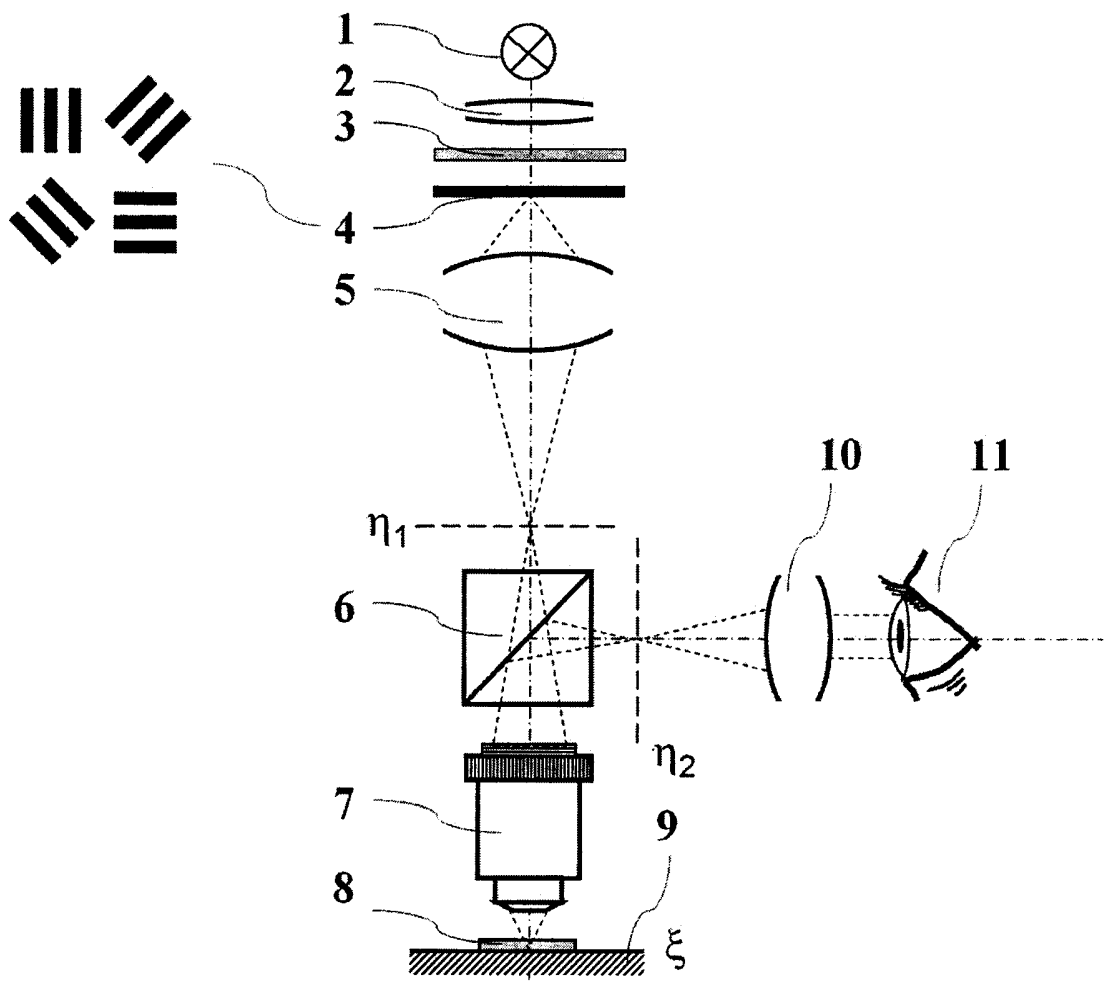
45

3. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že pro digitální záznam je pomocná optická soustava pro zobrazení obrazu čárového testu (4) rozlišovací schopnosti tvořena objektivem (12) se zvoleným zvětšením pro přizpůsobení průměru vystupujícího svazku apertury za ním zařazené digitální kamery (13), kde předmětová ohnisková rovina (η_2) objektivu (12) splývá s rovinou vytvoření obrazu čárového testu (4) rozlišovací schopnosti a kde výstup z digitální kamery (13) je propojen s vyhodnocovacím počítačem.

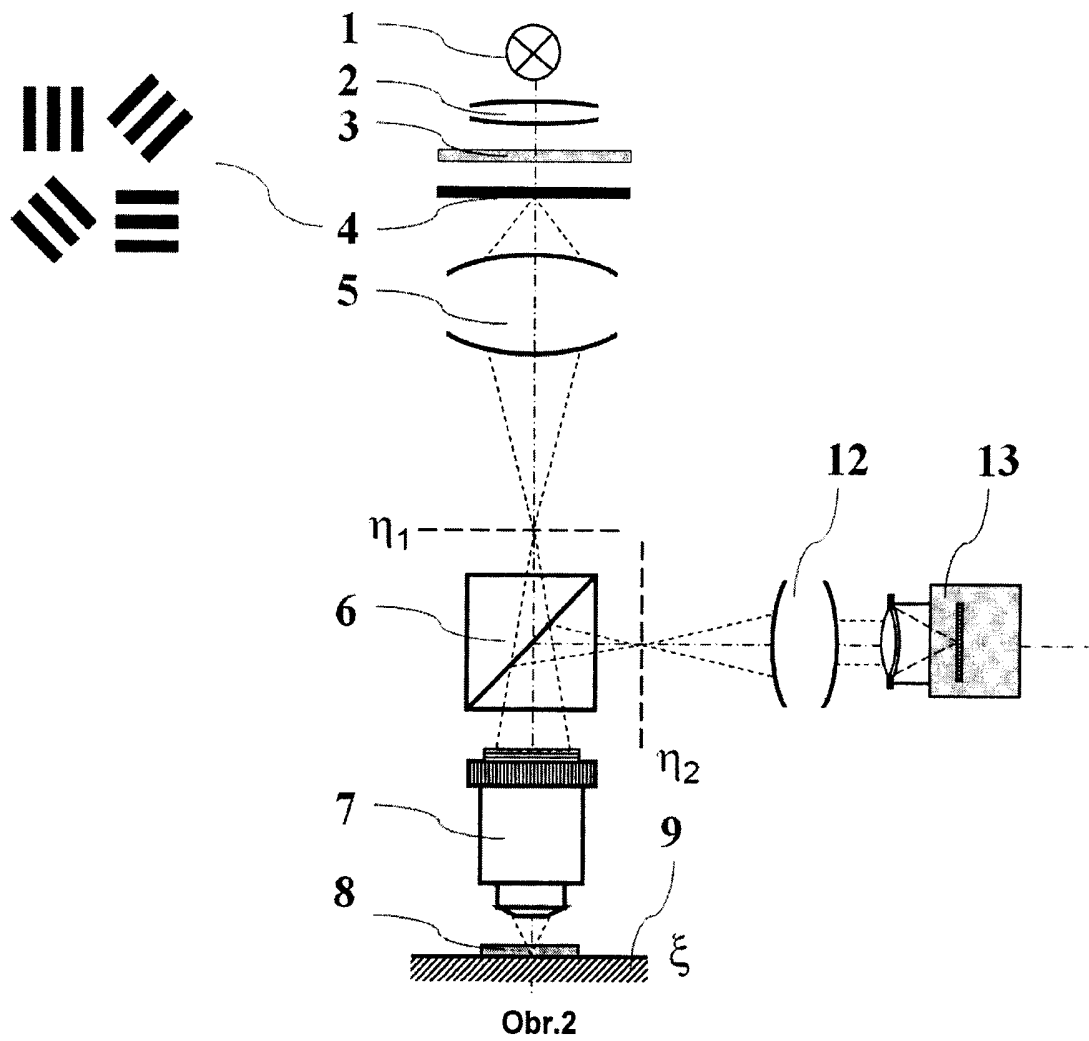
50

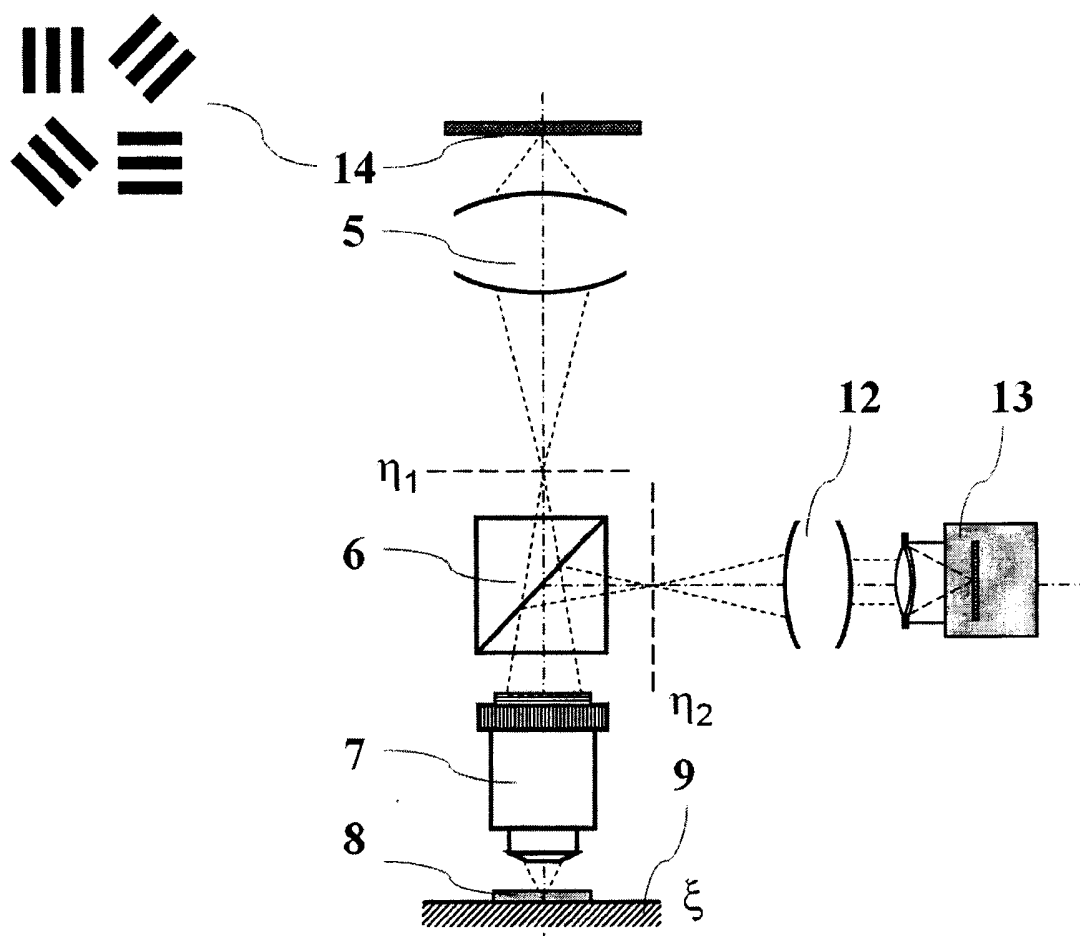
4. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 3, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že čárový test (4) rozlišovací schopnosti je měnitelný.
- 5 5. Zařízení podle nároku 4, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že čárový test (4) rozlišovací schopnosti je realizován programovatelným transmisním modulátorem světla s variabilní možností změny struktury, prostorové frekvence a orientace testu.
- 10 6. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 5, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že rovinné zrcadlo (9) je pokryté krycím sklem (8).
- 15 7. Zařízení pro měření rozlišovací schopnosti mikroskopových objektivů pomocí čárového testu rozlišovací schopnosti prosvětlovaného zdrojem záření, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že je tvořeno osvětlovacím blokem realizovaným programovatelným optoelektronickým mikrod displejem (14) s implementovaným čárovým testem (4) rozlišovací schopnosti s možností variabilně měnit zobrazovaný čárový test (4) rozlišovací schopnosti s různou prostorovou frekvencí a orientací, kde čárový test (4) rozlišovací schopnosti je umístěn v obrazové rovině (η_1) měřeného mikroskopového objektivu (7), a za tímto programovatelným optoelektronickým mikrod displejem (14) je na téže optické ose umístěna pankratická optická soustava (5) s proměnným zvětšením a dělicí hranol (6), přičemž ve směru svazku procházejícího dělicím hranolem (6) je v předmětové rovině měřeného mikroskopového objektivu (7) umístěno rovinné zrcadlo (9) a ve směru svazku zpětně odraženého od dělicího hranolu (6) je umístěna pomocná optická soustava pro zobrazení obrazu čárového testu (4) rozlišovací schopnosti.
- 20 8. Zařízení podle nároku 7, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že pro vizuální pozorování obrazu čárového testu (4) rozlišovací schopnosti je pomocná optická soustava tvořena okulárem (10) se zvoleným zvětšením, jehož předmětová ohnisková rovina (η_2) splývá s rovinou vytvoření obrazu čárového testu (4) rozlišovací schopnosti.
- 25 9. Zařízení podle nároku 7, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že pro digitální záznam je pomocná optická soustava pro zobrazení obrazu čárového testu (4) rozlišovací schopnosti tvořena objektivem (12) se zvoleným zvětšením pro přizpůsobení průměru vystupujícího svazku apertury za ním zařazené digitální kamery (13), kde předmětová ohnisková rovina (η_2) objektivu (12) splývá s rovinou vytvoření obrazu čárového testu (4) rozlišovací schopnosti a kde výstup z digitální kamery (13) je propojen s vyhodnocovacím počítačem.
- 30 10. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 7 až 9, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že rovinné zrcadlo (9) je pokryté krycím sklem (8).
- 35
- 40

3 výkresy



Obr.1





Obr.3

Konec dokumentu