

PATENTOVÝ SPIS

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2012-280**
(22) Přihlášeno: **24.04.2012**
(40) Zveřejněno: **09.05.2013**
(Věstník č. 19/2013)
(47) Uděleno: **27.03.2013**
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **09.05.2013**
(Věstník č. 19/2013)

(11) Číslo dokumentu:

303 800

(13) Druh dokumentu: **B6**

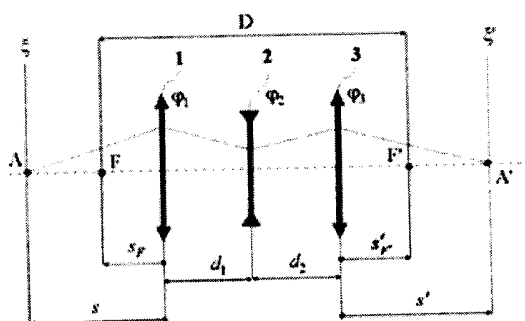
(51) Int. Cl.:
G02B 9/14 (2006.01)
G02B 9/36 (2006.01)
G02B 15/14 (2006.01)
G02B 15/20 (2006.01)

(56) Relevantní dokumenty:
CH 433801 A; RU 2339983 A; US 4813773 A; JP 5011188 A.

- (73) Majitel patentu:
České vysoké učení technické v Praze - fakulta stavební,
Praha 6, CZ
- (72) Původce:
Mikš Antonín Prof. RNDr. CSc., Praha 10 - Křeslice, CZ
- (74) Zástupce:
Ing. Hana Dušková, Na Kočově 180, Chotutice, 28103

(54) Název vynálezu:
Objektiv s proměnnou ohniskovou vzdáleností

- (57) Anotace:
Optická soustava objektivu má proměnnou ohniskovou vzdálenost a při její změně je zachována konstantní vzdálenost (D) mezi předmětovým ohniskem (F) a obrazovým ohniskem (F'). Počet členů (1, 2, 3, 4) optické soustavy objektivu je tři nebo čtyři, přičemž každý člen (1, 2, 3, 4) objektivu může být vytvořen z několika optických prvků, jako jsou čočky, zrcadla nebo difrakční elementy. Tohoto cíle se při zvolené požadované konstantní vzdálenosti (D) a známých lánavostech (ϕ_i) optických prvků a lámavosti (ϕ) celé soustavy dosáhne změnami vzdáleností (d_i) mezi jednotlivými optickými členy (1, 2, 3, 4).



CZ 303800 B6

Objektiv s proměnnou ohniskovou vzdálenostíOblast techniky

5

Vynález se týká objektivu s proměnnou ohniskovou vzdáleností, tzv. pankreatického objektivu, který má konstantní vzdálenosti mezi svým předmětovým a obrazovým ohniskem.

10 Dosavadní stav techniky

15 V současné době jsou k dispozici objektivy proměnnou ohniskovou vzdáleností, pankratické objektivy, které však nemají konstantní vzdálenosti mezi svým předmětovým a obrazovým ohniskem, nýbrž se tato vzdálenost se změnou ohniskové vzdálenosti objektivu mění. Jejich nevýhodou je, že je nelze použít v optických systémech pro zpracování informace a v optických měřicích systémech majících telecentrický chod paprsků jak na straně předmětové, tak i na straně obrazové.

20 Podstata vynálezu

Výše uvedené nevýhody odstraňuje objektiv s proměnnou ohniskovou vzdáleností podle předkládaného vynálezu. Jeho podstatou je, že jeho optická soustava je tvořena třemi optickými členy, které leží na společné optické ose a vzdálenost mezi předmětovým a obrazovým ohniskem této optické soustavy je při změně ohniskové vzdálenosti objektivu konstantní. První až třetí optický člen mají dále lámavosti φ_1 , φ_2 , φ_3 a lámavost celé optické soustavy je φ . Vzdálenost d_1 mezi prvním a druhým optickým členem a vzdálenost d_2 mezi druhým a třetím optickým členem je měnitelná v závislosti na lámavosti celé optické soustavy a zvolených lámavostech jednotlivých optických členů a na zvolené vzdálenosti D mezi předmětovým a obrazovým ohniskem a je dána vztahy

30

$$-\delta + \gamma(d_1 + d_2) - \alpha = \gamma D$$

a

$$\gamma = -\varphi,$$

kde

$$\alpha = d_1 d_2 \varphi_1 \varphi_2 - d_2 (\varphi_1 + \varphi_2) - d_1 \varphi_1 + 1,$$

$$\gamma = -[d_1 d_2 \varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 - d_2 \varphi_3 (\varphi_1 + \varphi_2) - d_1 \varphi_1 (\varphi_2 + \varphi_3) + \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3],$$

$$\delta = d_1 d_2 \varphi_2 \varphi_3 - d_1 (\varphi_2 + \varphi_3) - d_2 \varphi_3 + 1.$$

35 V druhém provedení je objektivem s proměnnou ohniskovou vzdáleností tvořen optickou soustavou, která má čtyři optické členy ležící na společné optické ose a opět vzdálenost D mezi předmětovým a obrazovým ohniskem této optické soustavy je při změně ohniskové vzdálenosti objektivu konstantní. Optické členy mají dané lámavosti φ_1 , φ_2 , φ_3 a φ_4 a lámavost celé optické soustavy je φ . Jedna vzdálenost mezi kterýmikoli dvěma optickými členy je pevně zvolená.

Zbývající dvě vzdálenosti jsou měnitelné v závislosti na lámavosti celé optické soustavy, na zvolených lámavostech jednotlivých optických členů a na zvolené vzdálenosti mezi předmětovým a obrazovým ohniskem této optické soustavy a jsou dány vztahy

$$-\delta + \gamma(d_1 + d_2 + d_3) - \alpha = \gamma D,$$

a

$$\gamma = -\varphi,$$

kde

$$\alpha = \varphi_1\varphi_2d_1d_2 - \varphi_1d_2 - \varphi_1d_3 - \varphi_2d_2 - \varphi_2d_3 - \varphi_3d_3 - \varphi_1d_1 + \varphi_1\varphi_2d_1d_3 + \varphi_1\varphi_3d_1d_3 + \varphi_1\varphi_3d_2d_3 + \varphi_2\varphi_3d_2d_3 - \varphi_1\varphi_2\varphi_3d_1d_2d_3 + 1$$

$$\gamma = \varphi_1\varphi_2d_1 - (\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4) + \varphi_1\varphi_3d_1 + \varphi_1\varphi_3d_2 + \varphi_1\varphi_4d_1 + \varphi_1\varphi_4d_2 + \varphi_2\varphi_3d_2 + \varphi_1\varphi_4d_3 + \varphi_2\varphi_4d_2 + \varphi_2\varphi_4d_3 + \varphi_3\varphi_4d_3 - \varphi_1\varphi_2\varphi_3d_1d_2 - \varphi_1\varphi_2\varphi_4d_1d_2 - \varphi_1\varphi_2\varphi_4d_1d_3 - \varphi_1\varphi_3\varphi_4d_1d_3 - \varphi_1\varphi_3\varphi_4d_2d_3 - \varphi_2\varphi_3\varphi_4d_2d_3 + \varphi_1\varphi_2\varphi_3\varphi_4d_1d_2d_3$$

$$\delta = \varphi_2\varphi_3d_1d_2 - \varphi_3d_1 - \varphi_3d_2 - \varphi_4d_1 - \varphi_4d_2 - \varphi_4d_3 - \varphi_2d_1 + \varphi_2\varphi_4d_1d_2 + \varphi_2\varphi_4d_1d_3 + \varphi_3\varphi_4d_1d_3 + \varphi_3\varphi_4d_2d_3 - \varphi_2\varphi_3\varphi_4d_1d_2d_3 + 1$$

10

V obou výše uvedených provedeních může být každý z optických člen vytvořen z několika čoček a/nebo zrcadel a/nebo difrakčních elementů.

15

Podstatou vynálezu je tedy v obou případech objektiv s proměnnou ohniskovou vzdáleností, tedy pankratický objektiv, který má konstantní vzdálenosti mezi svým předmětovým a obrazovým ohniskem.

20

Výhodou uvedeného řešení je, že vzdálenost mezi svým předmětovým a obrazovým ohniskem zůstává, při změně ohniskové vzdálenosti objektivu, konstantní.

Objasnění výkresu

25

Objektiv s proměnnou ohniskovou vzdáleností a s konstantní vzdáleností mezi svým předmětovým a obrazovým ohniskem v obou předkládaných provedeních je uveden na Obr. 1 a Obr. 2.

Příklady uskutečnění vynálezu

30

Na Obr. 1 je příkladně znázorněno jedno z možných řešení tohoto objektivu, a objektiv tvořený čtyřmi optickými členy, umístěnými na společné optické ose. Jedná se o první optický člen 1, který má lámavost φ_1 , druhý optický člen 2 mající lámavost φ_2 , třetí optický člen 3 s lámavostí φ_3 a čtvrtý optický člen 4 s lámavostí φ_4 . Lámavost celé optické soustavy je φ . Mezi předmětovým ohniskem F a obrazovým ohniskem F' této optické soustavy je δ vzdálenost D , která je předem

zvolená a je při změně ohniskové vzdálenosti objektivu konstantní. Bod A' je obrazem bodu A a spojnice těchto bodů je optická osa optické soustavy.

Význam dalších symbolů uvedených na Obr. 1 je následující ξ je rovina, ve které se nachází zobrazovaný předmět, tedy předmětová rovina a ξ' je rovina, ve které se nachází obraz předmětu vytvořený objektivem, tedy obrazová rovina. Vzdálenost předmětu od prvního optického členu 1 objektivu je označena jako s , s' značí vzdálenost obrazu od posledního, zde tedy čtvrtého optického členu 4 objektivu, s_F značí vzdálenost předmětového ohniska F od prvního optického členu 1 objektivu a s'_F značí vzdálenost obrazového ohniska F' od posledního, čtvrtého optického členu 4 objektivu. Dále jsou zde vyznačeny vzdálenosti mezi jednotlivými optickými prvky objektivu, a to d_1 mezi prvním optickým členem 1 a druhým optickým členem 2 , d_2 mezi druhým optickým členem 2 a třetím optickým členem 3 a d_3 mezi třetím optickým členem 3 a čtvrtým optickým členem 4 . Jedna z těchto vzdáleností mezi kterýmikoli dvěma sousedními optickými členy (1, 2), (2, 3), (3, 4) je pevně zvolená a zbývající dvě vzdálenosti jsou měnitelné v závislosti na lámavosti φ celé optické soustavy, na zvolených lámavostech $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$ jednotlivých optických členů $1, 2, 3, 4$ a na zvolené vzdálenosti D . Změnou vzdáleností těchto d_1, d_2 a d_3 se dosáhne změny ohniskové vzdálenosti objektivu složeného ze čtyř optických členů, přičemž vzdálenost D mezi ohnisky tohoto objektivu zůstane konstantní.

Za účelem zjištění vzájemných vzdáleností jednotlivých optických členů objektivu jsou zavedeny následující veličiny:

$$\alpha = \varphi_1\varphi_2d_1d_2 - \varphi_1d_2 - \varphi_1d_3 - \varphi_2d_2 - \varphi_2d_3 - \varphi_3d_3 - \varphi_1d_1 + \varphi_1\varphi_2d_1d_3 + \varphi_1\varphi_3d_1d_3 + \varphi_1\varphi_3d_2d_3 + \varphi_2\varphi_3d_2d_3 - \varphi_1\varphi_2\varphi_3d_1d_2d_3 + 1 \quad (1)$$

$$\gamma = \varphi_1\varphi_2d_1 - (\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4) + \varphi_1\varphi_3d_1 + \varphi_1\varphi_3d_2 + \varphi_1\varphi_4d_1 + \varphi_1\varphi_4d_2 + \varphi_2\varphi_3d_2 + \varphi_1\varphi_4d_3 + \varphi_2\varphi_4d_2 + \varphi_2\varphi_4d_3 + \varphi_3\varphi_4d_3 - \varphi_1\varphi_2\varphi_3d_1d_2 - \varphi_1\varphi_2\varphi_4d_1d_2 - \varphi_1\varphi_2\varphi_4d_1d_3 - \varphi_1\varphi_3\varphi_4d_1d_3 - \varphi_1\varphi_3\varphi_4d_2d_3 - \varphi_2\varphi_3\varphi_4d_2d_3 + \varphi_1\varphi_2\varphi_3\varphi_4d_1d_2d_3 \quad (2)$$

$$\delta = \varphi_2\varphi_3d_1d_2 - \varphi_3d_1 - \varphi_3d_2 - \varphi_4d_1 - \varphi_4d_2 - \varphi_4d_3 - \varphi_2d_1 + \varphi_2\varphi_4d_1d_2 + \varphi_2\varphi_4d_1d_3 + \varphi_3\varphi_4d_1d_3 + \varphi_3\varphi_4d_2d_3 - \varphi_2\varphi_3\varphi_4d_1d_2d_3 + 1 \quad (3)$$

kde φ_i ($i = 1, 2, 3, 4$) značí lámavosti jednotlivých členů objektivu, d_k ($k = 1, 2, 3$) značí vzdálenosti mezi jednotlivými členy objektivu a φ značí celkovou lámavost objektivu. Zvolí-li se hodnoty lámavostí φ_i ($i = 1, 2, 3, 4$) jednotlivých členů objektivu, celková lámavost objektivu φ , vzdálenost D mezi předmětovým ohniskem F a obrazovým ohniskem F' objektivu a jedna ze vzdáleností d_k ($k = 1, 2, 3$), potom zbývající dvě vzdálenosti se určí řešením rovnic (4) a (5)

$$-\delta + \gamma(d_1 + d_2 + d_3) - \alpha = \gamma D, \quad (4)$$

$$\gamma = -\varphi, \quad (5)$$

kde veličiny α , γ a δ jsou dány vztahy (1), (2) a (3).

Na Obr. 2 je případně znázorněno další možné řešení tohoto objektivu a to objektiv tvořený třemi optickými členy, tedy prvním optickým členem 1 , druhým optickým členem 2 a třetím optickým členem 3 , které leží na společné optické ose. Význam jednotlivých symbolů je stejný jako na Obr. 1.

Vynechá-li se ve výše uvedené optické soustavě jeden, kterýkoli optický člen, například čtvrtý optický člen $\underline{4}$, tedy to znamená, že se ve vztazích (1) – (5) lámavost φ_4 čtvrtého optického členu $\underline{4}$ položí rovna nule a rovněž tak je nulová i vzdálenost $\underline{d}_3$ mezi třetím optickým členem $\underline{3}$ a čtvrtým optickým členem $\underline{4}$, tedy optická soustava se redukuje na tříčlennou, pak vztahy platné pro tříčlennou optickou soustavu jsou

$$\alpha = d_1 d_2 \varphi_1 \varphi_2 - d_2 (\varphi_1 + \varphi_2) - d_1 \varphi_1 + 1, \quad (6)$$

$$\gamma = -[d_1 d_2 \varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 - d_2 \varphi_3 (\varphi_1 + \varphi_2) - d_1 \varphi_1 (\varphi_2 + \varphi_3) + \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3], \quad (7)$$

$$\delta = d_1 d_2 \varphi_2 \varphi_3 - d_1 (\varphi_2 + \varphi_3) - d_2 \varphi_3 + 1, \quad (8)$$

Při volbě hodnot lámavostí φ_i ($i = 1, 2, 3$) jednotlivých optických členů $\underline{1}$, $\underline{2}$, $\underline{3}$ objektivu, celkové lámavosti φ objektivu a vzdálenosti $\underline{D}$ mezi předmětovým ohniskem $\underline{F}$ a obrazovým ohniskem $\underline{F'}$ objektivu, potom zbývající dvě vzdálenosti d_k ($k = 1, 2$), se získají řešením rovnic (9) a (10)

$$-\delta + \gamma(d_1 + d_2) - \alpha = \gamma D, \quad (9)$$

$$\gamma = -\varphi, \quad (10)$$

kde veličiny α , γ a δ jsou dány vztahy (6), (7) a (8). Úpravou vztahů (9) a (10) se pro výpočet vzdálenosti d_2 a d_1 získají rovnice (11) a (12). Vzdálenost d_2 se určí z rovnice (11)

$$d_2^2 (A_3 B_1 - A_1 A_4) + d_2 [A_4 (A_2 - A_3 - B_1) + A_1 B_2] + A_4^2 - A_2 B_2 = 0, \quad (11)$$

kde veličiny v rovnici (11) jsou dány jako

$$A_1 = \varphi_1 \varphi_2 \varphi_3, \quad A_2 = \varphi_1 (\varphi_2 + \varphi_3), \quad A_3 = \varphi_3 (\varphi_1 + \varphi_2), \quad A_4 = p - \varphi,$$

$$p = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3, \quad B_1 = \varphi_1 \varphi_2 + \varphi_2 \varphi_3, \quad B_2 = 2 - \varphi D,$$

a vzdálenost d_1 se určí z rovnice (12)

$$d_1 = (A_2 - d_2 A_1) / (A_4 - d_2 A_3) \quad (12)$$

Takto je zabezpečeno, že při změně ohniskové vzdálenosti objektivu zůstává vzdálenost $\underline{D}$ mezi předmětovým ohniskem $\underline{F}$ a obrazovým ohniskem $\underline{F'}$ dané optické soustavy konstantní. Je samozřejmé, že každý z optických členů v obou provedeních může být vytvořen z několika čoček a/nebo zrcadel a/nebo difrakčních elementů.

Průmyslová využitelnost

Optická soustava podle vynálezu najde uplatnění v oblasti průmyslové metrologie a v systémech pro optické zpracování informace.

PATENTOVÉ NÁROKY

- 5 1. Objektiv s proměnnou ohniskovou vzdáleností, **vyznačující se tím**, že jeho optická soustava je tvořena třemi optickými členy (1, 2, 3) ležícími na společné optické ose a vzdálenost (D) mezi předmětovým ohniskem (F) a obrazovým ohniskem (F') této optické soustavy je při změně ohniskové vzdálenosti objektivu konstantní, a kde první optický člen (1) má lámavost (φ_1), druhý optický člen (2) má lámavost (φ_2), třetí optický člen (3) má lámavost (φ_3) a lámavost celé optické soustavy je (φ), přičemž vzdálenost (d_1) mezi prvním optickým členem (1) a druhým optickým členem (2) a vzdálenost (d_2) mezi druhým optickým členem (2) a třetím optickým členem (3) je měnitelná v závislosti na lámavosti (φ) celé optické soustavy, na zvolených lámatovstech ($\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$) jednotlivých optických členů (1, 2, 3) a na zvolené vzdálenosti (D) je dána vztahy

$$15 \quad -\delta + \gamma(d_1 + d_2) - \alpha = \gamma D$$

a

$$\gamma = -\varphi,$$

kde

$$\alpha = d_1 d_2 \varphi_1 \varphi_2 - d_2 (\varphi_1 + \varphi_2) - d_1 \varphi_1 + 1,$$

$$\gamma = -[d_1 d_2 \varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 - d_2 \varphi_3 (\varphi_1 + \varphi_2) - d_1 \varphi_1 (\varphi_2 + \varphi_3) + \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3],$$

$$\delta = d_1 d_2 \varphi_2 \varphi_3 - d_1 (\varphi_2 + \varphi_3) - d_2 \varphi_3 + 1.$$

- 20 2. Objektiv s proměnnou ohniskovou vzdáleností, **vyznačující se tím**, že jeho optická soustava je tvořena čtyřmi optickými členy (1, 2, 3, 4) ležícími na společné optické ose a vzdálenost (D) mezi předmětovým ohniskem (F) a obrazovým ohniskem (F') této optické soustavy je při změně ohniskové vzdálenosti objektivu konstantní, a kde první optický člen (1) má lámavost (φ_1), druhý optický člen (2) má lámavost (φ_2), třetí optický člen (3) má lámavost (φ_3), čtvrtý optický člen (4) má lámavost (φ_4) a lámavost celé optické soustavy je (φ), přičemž jedna vzdálenost (d_k), kde $k = 1, 2, 3$, mezi kterýmikoli dvěma optickými členy (1, 2), (2, 3), (3, 4) je pevně zvolená a zbývající dvě vzdálenosti jsou měnitelné v závislosti na lámavosti (φ) celé optické soustavy, na zvolených lámatovstech ($\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$) jednotlivých optických členů (1, 2, 3, 4) a na zvolené vzdálenosti (D) a jsou dány vztahy

$$30 \quad -\delta + \gamma(d_1 + d_2 + d_3) - \alpha = \gamma D,$$

a

$$\gamma = -\varphi,$$

kde

$$\alpha = \varphi_1 \varphi_2 d_1 d_2 - \varphi_1 d_2 - \varphi_1 d_3 - \varphi_2 d_2 - \varphi_2 d_3 - \varphi_3 d_3 - \varphi_1 d_1 + \varphi_1 \varphi_2 d_1 d_3 + \varphi_1 \varphi_3 d_1 d_3 + \varphi_1 \varphi_3 d_2 d_3 + \varphi_2 \varphi_3 d_2 d_3 - \varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 d_1 d_2 d_3 + 1$$

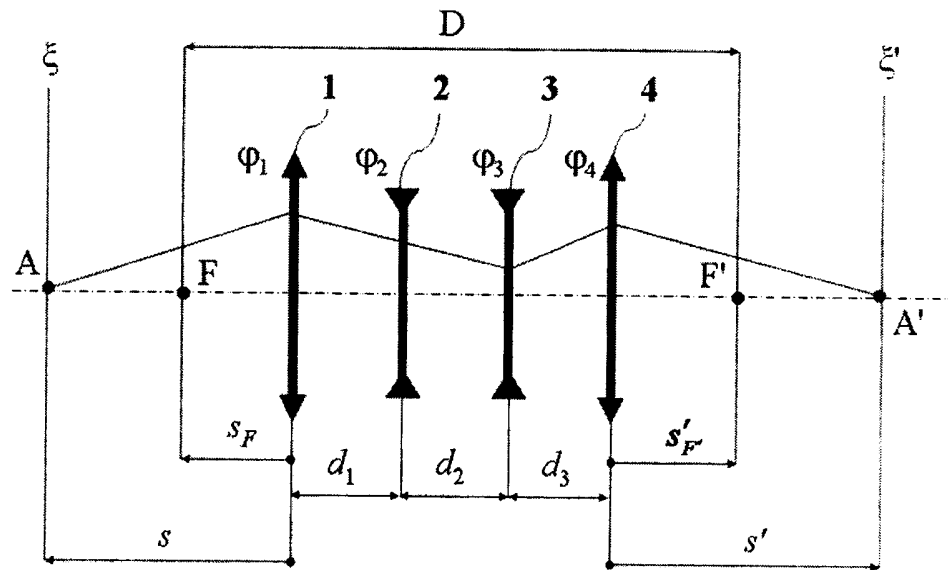
$$\gamma = \varphi_1 \varphi_2 d_1 - (\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4) + \varphi_1 \varphi_3 d_1 + \varphi_1 \varphi_3 d_2 + \varphi_1 \varphi_4 d_1 + \varphi_1 \varphi_4 d_2 + \varphi_2 \varphi_3 d_2 + \varphi_1 \varphi_4 d_3 + \varphi_2 \varphi_4 d_2 + \varphi_2 \varphi_4 d_3 + \varphi_3 \varphi_4 d_3 - \varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 d_1 d_2 - \varphi_1 \varphi_2 \varphi_4 d_1 d_2 - \varphi_1 \varphi_2 \varphi_4 d_1 d_3 - \varphi_1 \varphi_3 \varphi_4 d_1 d_3 - \varphi_1 \varphi_3 \varphi_4 d_2 d_3 - \varphi_2 \varphi_3 \varphi_4 d_2 d_3 + \varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 \varphi_4 d_1 d_2 d_3$$

$$\delta = \varphi_2 \varphi_3 d_1 d_2 - \varphi_3 d_1 - \varphi_3 d_2 - \varphi_4 d_1 - \varphi_4 d_2 - \varphi_4 d_3 - \varphi_2 d_1 + \varphi_2 \varphi_4 d_1 d_2 + \varphi_2 \varphi_4 d_1 d_3 + \varphi_3 \varphi_4 d_1 d_3 + \varphi_3 \varphi_4 d_2 d_3 - \varphi_2 \varphi_3 \varphi_4 d_1 d_2 d_3 + 1$$

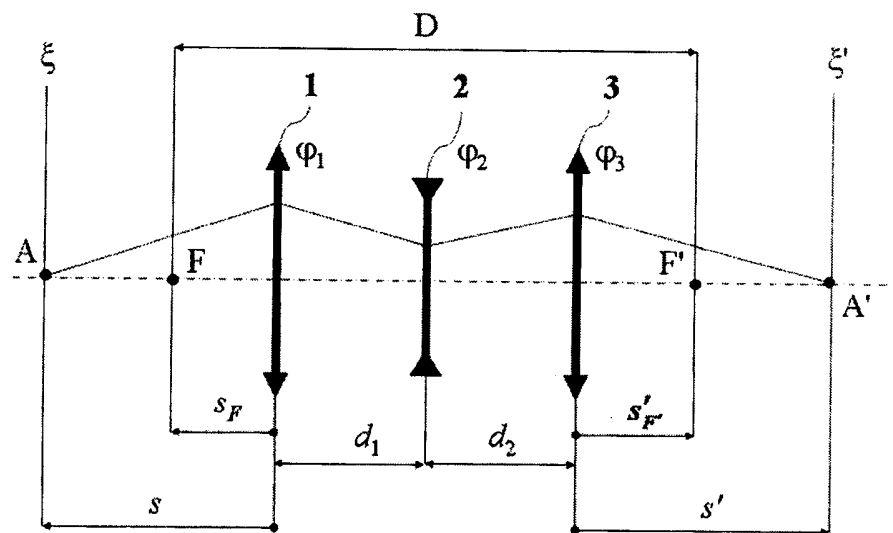
- 5 **3.** Objektiv s proměnnou ohniskovou vzdáleností podle nároku 1 nebo 2, **v y z n a ě u j í** **s e t í m**, že každý z optických členů (1, 2, 3) respektive (1, 2, 3, 4) je vytvořen z několika čoček a/nebo zrcadel a/nebo difrakčních elementů.

10

1 výkres



OBR. 1



OBR. 2

 Konec dokumentu
