

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

304 284

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

G02B 9/34 (2006.01)

G02B 3/14 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2013-129**
(22) Přihlášeno: **21.02.2013**
(30) Právo přednosti: **21.02.2013 CZ**
(40) Zveřejněno: **12.02.2014**
(Věstník č. 7/2014)
(47) Uděleno: **02.01.2014**
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **12.02.2014**
(Věstník č. 7/2014)

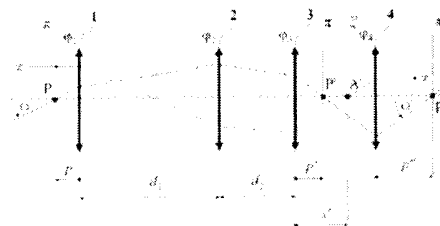
(56) Relevantní dokumenty:

CZ 24834 U; 71512; 71513.

(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
Novák Jiří Doc. Ing. Ph.D., Slaný, CZ
Novák Pavel Ing. Ph.D., Praha 8, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Hana Dušková, Na Kočově 180, Chotutice,
28103



(54) Název vynálezu:

Puškohled s proměnným zvětšením

(57) Anotace:

Optická soustava puškohledu s proměnným zvětšením je tvořena třemi optickými členy (1, 2, 3) a okulárem (4) ležícími na společné optické ose. Optické členy (1, 2, 3) jsou tvořeny jednou nebo více čočkami, z nichž alespoň jedna je čočka s plynule proměnnou ohniskovou vzdáleností. Vzdálenost (ρ') roviny (π') obrazu vstupní pupily, vytvořené třemi optickými členy (1, 2, 3), od třetího optického členu (3), vzdálenost (ρ'') roviny (π'') výstupní pupily od okuláru (4) a vzdálenost (s') obrazové roviny (ξ') od třetího optického členu (3) jsou pro zvolený rozsah hodnot zvětšení $\Gamma \in [\Gamma_{\min}, \Gamma_{\max}]$ puškohledu konstantní. Zároveň je konstantní i vzdálenost (d_1) mezi prvním optickým členem (1) a druhým optickým členem (2), jakož i vzdálenost (d_2) mezi druhým optickým členem (2) a třetím optickým členem (3). Lámovosti (φ_1), (φ_2), (φ_3) jednotlivých optických členů (1, 2, 3) puškohledu pro různá zvolená zvětšení (Γ) a celková lámavost (φ) soustavy tří optických členů (1, 2, 3) pro zvolené zvětšení Γ puškohledu a pro ohniskovou vzdálenost f'_4 použitého okuláru (4) jsou dány matematickými rovnicemi, uvedenými v patentovém nároku.

CZ 304284 B6

Puškohled s proměnným zvětšením

Oblast techniky

5

Vynález se týká optické soustavy puškohledu s proměnným zvětšením, který se skládá z optických členů s plynule proměnnou ohniskovou vzdáleností, které se při změně zvětšení neposouvají a zaujímají pevné místo v prostoru, a jejíž pozice roviny výstupní pupily a obrazové roviny zůstává neměnná pro různá zvětšení.

10

Dosavadní stav techniky

Puškohledy zaujímají významné postavení mezi teleskopickými optickými soustavami na trhu vzhledem k jejich masovému využití u střelných zbraní v oblasti sportovní i vojenské optiky. Optická soustava klasického puškohledu je tvořena objektivem, za kterým následuje převraccí soustava a okulár. Objektiv je nejčastěji tvořen tmelovým dubletem a u kvalitnějších puškohledů tripletem, složeným z tmeleného dubletu a z jednoduché čočky. Převraccí soustava je tvořena dvěma tmelenými dublety, které se v případě puškohledů s proměnným zvětšením vzájemně pohybují tak, aby poloha obrazu, vytvořeného objektivem a převraccí soustavou, zůstávala konstantní. Klasická konstrukce puškohledů, která je dnes komerčně nabízena, má několik nevýhod. Zejména se jedná o nutnost složité mechanické konstrukce, kde se dva členy převraccí soustavy musí velmi přesně pohybovat po nelineárních drahách, také mechanické dílce, ve kterých jsou uchyceny optické členy převraccí soustavy, musí být vyrobeny přesně, aby nedocházelo k rozostření obrazu při změně zvětšení puškohledu. Při změně zvětšení u těchto typů puškohledů dochází také k tomu, že poloha výstupní pupily za okulárem při změně zvětšení není konstantní a v určitých mezích se mění. Tyto zmiňované nedostatky odstraňuje navrhané řešení dle tohoto návrhu, kde nedochází k mechanickým pohybům jednotlivých členů, poloha výstupní pupily a obrazové roviny se při změně zvětšení nemění a zůstávají v konstantní vzdálenosti od okuláru, což současné typy puškohledů neumožňují.

30

Podstata vynálezu

Výše uvedené nevýhody nutnosti přesného mechanického posuvu optických členů puškohledu, složité optomechanické konstrukce a nezachování polohy výstupní pupily při změně zvětšení odstraňuje puškohled s proměnným zvětšením podle předkládaného vynálezu.

35

Podstatou nového řešení je, že optická soustava puškohledu je tvořena třemi optickými členy a okulárem ležícími na společné optické ose. Optické členy jsou tvořeny jednou nebo více čočkami, z nichž alespoň jedna je čočka s plynule proměnnou ohniskovou vzdáleností. Vzdálenost p' roviny π' obrazu vstupní pupily, vytvořené těmito třemi optickými členy od třetího optického členu, jakož i vzdálenost p'' roviny π'' výstupní pupily od okuláru a vzdálenost s' obrazové roviny ζ' od třetího optického členu, jsou pro zvolený rozsah hodnot zvětšení $\Gamma \in [\Gamma_{\min}, \Gamma_{\max}]$ puškohledu konstantní. Zároveň je také konstantní i vzdálenost d_1 mezi prvním a druhým optickým členem a vzdálenost d_2 mezi druhým a třetím optickým členem. Lámací $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ jednotlivých optických členů puškohledu pro různá zvolená zvětšení Γ jsou dány vztahy:

45

$$\varphi_1 = \frac{1}{d_1} + \frac{\varphi(s' - p')(d_2 + \varphi d_1 s')}{d_1[p\varphi^2 s'(p' - s') + p']},$$

$$\varphi_2 = \frac{d_1 + d_2 - \varphi p s' - p' / \varphi(p' - s')}{d_1 d_2},$$

$$\varphi_3 = \frac{1}{d_2} + \frac{d_2 + \varphi(s' - p')(d_1 - \varphi d_2 p)}{d_2[p\varphi^2 s'(p' - s') + p']},$$

- 5 kde p je vzdálenost středu vstupní pupily puškohledu od prvního optického členu a φ je celková lámavost soustavy tří optických členů, která je pro zvolené zvětšení Γ puškohledu a pro ohniskovou vzdálenost f'_4 použitého okuláru dána vztahem:

$$\varphi = -\frac{1}{\Gamma f'_4}.$$

- 10 Výhodou uvedeného řešení je, že při změně zvětšení puškohledu je poloha tří optických členů neměnná a není tedy třeba konstatovat a vyrábět složitou mechaniku, tak jak je tomu u stávajících klasických puškohledů. Další výhodou je to, že polohy výstupní pupily a obrazové roviny se při změně zvětšení nemění a zůstávají v konstantní vzdálenosti od okuláru, což současné typy puškohledů neumožňují. Navrhované řešení odstraňuje nedostatky dřívějších řešení, kde se dva členy optické soustavy puškohledu musely vzhledem k sobě posouvat podél optické osy, zatímco
- 15 v uvedeném řešení se členy optické soustavy neposouvají a zaujímají pevné místo v prostoru. Tímto řešením je též zjednodušena optomechanická konstrukce, může být snížena celková délka puškohledu a též je principiálně možno dosáhnout větších rozsahů zvětšení.

20 Objasnění výkresu

Puškohled s proměnným zvětšením a s neměnnou pozicí výstupní pupily je schematicky uveden na přiloženém výkrese.

25

Příklady uskutečnění vynálezu

- Na přiloženém výkrese je příkladně znázorněno jedno z možných řešení tohoto puškohledu, a to puškohled tvořený čtyřmi optickými členy, umístěnými na společné optické ose. První tři optické členy mají plynule proměnnou ohniskovou vzdálenost resp. lámavost a čtvrtý člen představuje klasický okulár. 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, kterým je okulár 4 s lámavostí φ_4 .

- 35 Každý z optických členů 1, 2 a 3 může být tvořen jednou nebo více čočkami, z nichž alespoň jedna má plynule proměnnou ohniskovou vzdálenost. Bod P'' je střed výstupní pupily, bod P' je obraz středu vstupní pupily vytvořený třemi optickými členy 1, 2, 3 optické soustavy, bod P je střed vstupní pupily optické soustavy puškohledu a spojnice těchto bodů je optická osa optické soustavy. Bod A' je obrazem osového bodu pozorovaného předmětu vytvořený prvními třemi
- 40 optickými členy 1, 2 a 3 optické soustavy. Poloha roviny vstupní pupily π , roviny výstupní pupily π' , roviny obrazu středu vstupní pupily π' a roviny obrazu předmětu ζ' , vytvořeného prvními

třemi členy optické soustavy puškohledu, zůstává neměnná při změně zvětšení, jež je realizována změnou lámavosti tří optických členů 1, 2, 3 optické soustavy puškohledu, jejichž vzájemná pozice je konstantní. To znamená, že vzdálenost $\underline{d}_1$ mezi prvním optickým členem 1 a druhým optickým členem 2 a vzdálenost $\underline{d}_2$ mezi druhým optickým členem 2 a třetím optickým členem 3 je neměnná. Vzdálenost $\underline{s}'$ bodu $\underline{A}'$ od třetího optického členu 3, vzdálenost $\underline{p}'$ bodu $\underline{P}'$ od třetího optického členu 3 a vzdálenost $\underline{p}''$ bodu $\underline{P}''$ od okuláru 4 jsou pro zvolený rozsah hodnot zvětšení $\Gamma \in [\Gamma_{\min}, \Gamma_{\max}]$ puškohledu konstantní, tj. nezávislé na zvětšení puškohledu. Při splnění této podmínky je také poloha bodu $\underline{P}''$ středu výstupní pupily konstantní, tj. nezávislá na zvětšení puškohledu. Dále jsou zde vyznačeny vzdálenosti mezi jednotlivými členy optické soustavy puškohledu, a to $\underline{d}_1$ mezi prvním optickým členem 1 a druhým optickým členem 2, $\underline{d}_2$ mezi druhým optickým členem 2 a třetím optickým členem 3.

Při realizaci tohoto řešení se předem volí vzdálenost $\underline{d}_1$ mezi prvním optickým členem 1 a druhým optickým členem 2 objektivu a vzdálenost $\underline{d}_2$ mezi druhým optickým členem 2 a třetím optickým členem 3 objektivu. Tyto vzdálenosti se poté nemění. Podle požadavků kladených na výslednou optickou soustavu puškohledu, tj. podle toho, kde se má nacházet rovina výstupní pupily $\underline{\pi}'$ se také zvolí $\underline{s}'$ roviny obrazu předmětu, vytvořené prvními třemi optickými členy 1, 2 a 3 optické soustavy puškohledu, od třetího optického členu 3, vzdálenost $\underline{p}$ roviny vstupní pupily od optického prvního členu 1 a vzdálenost $\underline{p}'$ roviny výstupní pupily od třetího optického členu 3. Dále se zvolí rozsah hodnot zvětšení objektivu $\Gamma \in [\Gamma_{\min}, \Gamma_{\max}]$, při kterém má puškohled pracovat a splňovat na něj kladené požadavky. V závislosti na ohniskové vzdálenosti f'_4 použitého okuláru 4 se poté vypočte ohnisková vzdálenost f' resp. lámavost $\varphi = 1/f'$ optické soustavy nacházející se před okulárem 4, to je soustavy optických členů 1, 2, 3, ze vztahu pro zvětšení Γ teleskopické soustavy puškohledu

$$\Gamma = \frac{\tan \omega'}{\tan \omega} = -\frac{f'}{f'_4},$$

kde ω je úhel, jež svírá hlavní paprsek, to je paprsek procházející středem vstupní pupily optické soustavy, s optickou osou puškohledu v předmětovém prostoru a ω' je úhel, který svírá hlavní paprsek s optickou osou puškohledu v obrazovém prostoru za okulárem 4. Z výše uvedeného tedy pak vyplývá pro celkovou lámavost φ optické soustavy

$$\varphi = -\frac{1}{\Gamma f'_4}.$$

Na základě takto předem zvolených zobrazovacích parametrů se pro každou hodnotu zvětšení Γ z intervalu $[\Gamma_{\min}, \Gamma_{\max}]$ vypočítávají lámavosti φ_1 , φ_2 , φ_3 jednotlivých optických členů 1, 2, 3 s proměnnou ohniskovou vzdáleností. Lámavosti φ_1 , φ_2 , φ_3 jednotlivých optických členů 1, 2, 3 optické soustavy puškohledu pro různá zvětšení Γ jsou dány následujícími vztahy:

$$\varphi_1 = \frac{1}{d_1} + \frac{\varphi(s' - p')(d_2 + \varphi d_1 s')}{d_1[p\varphi^2 s'(p' - s') + p']},$$

$$\varphi_2 = \frac{d_1 + d_2 - \varphi p s' - p' / \varphi(p' - s')}{d_1 d_2},$$

$$\varphi_3 = \frac{1}{d_2} + \frac{d_2 + \varphi(s' - p')(d_1 - \varphi d_2 p)}{d_2[p\varphi^2 s'(p' - s') + p']}.$$

- kde p je vzdálenost středu vstupní pupily puškohledu od prvního optického členu 1, předmět se nachází v nekonečnu a φ je celková lámavost soustavy tří optických členů 1, 2 a 3 puškohledu. Obvykle se střed vstupní pupily ztotožňuje s polohou středu prvního optického členu 1 optické soustavy ($p = 0$). Při výpočtu parametrů tří optických členů 1, 2, 3 optické soustavy se postupuje
- 5 tedy tak, že se zvolí hodnoty: φ , s' , p , p' , d_1 a d_2 a z uvedených vztahů se pak vypočítají lámavosti φ_1 , φ_2 a φ_3 tří optických členů 1, 2, 3 optické soustavy před okulárem 4. Tento postup se opakuje pro různé hodnoty lámavosti φ resp. ohniskové vzdálenosti $f' = 1/\varphi$, přičemž hodnoty veličin s' , p , p' , d_1 a d_2 zůstávají konstantní.
- 10 Tyto lámavosti φ_1 , φ_2 , φ_3 tří optických členů 1, 2, 3 jsou nastavovány pomocí aktivních čoček s plynule měnitelnou lámavostí. Takto je zabezpečeno, že při změně zvětšení optické soustavy puškohledu zůstává obraz stále ostrý, poloha výstupní pupily se nemění a zároveň nedochází ke změně polohy jednotlivých optických členů puškohledu.
- 15 Změna zvětšení Γ optické soustavy puškohledu se realizuje pomocí změny ohniskové vzdálenosti resp. lámavosti tří optických členů 1, 2, 3 soustavy puškohledu před okulárem 4. Optické členy 1, 2, 3 jsou, jak bylo uvedeno, tvořeny alespoň jednou čočkou s plynule elektroaktivních čoček, u kterých se ohnisková vzdálenost dá pomocí elektromagnetického pole plynule měnit bez změny jejich pozice či geometrického uspořádání. Aktivní členy s plynule měnitelnou ohniskovou vzdá-
- 20 leností mohou být konstruovány i na jiných principech, např. na bázi membránových kapalino- vých čoček, čoček z tekutých krystalů, apod.

Průmyslová využitelnost

- 25 Optická soustava puškohledu podle vynálezu najde uplatnění zejména v oblasti sportovní a vojenské optiky jako součást zaměřovacích systémů střelných zbraní.

30

PATENTOVÉ NÁROKY

- 35 1. Optická soustava puškohledu s proměnným zvětšením, **v y z n a č u j í s e t í m**, že je tvořena třemi optickými členy (1, 2, 3) a okulárem (4) ležícími na společné optické ose, kde první optický člen (1), druhý optický člen (2) a třetí optický člen (3) jsou tvořeny jednou nebo více čočkami, z nichž alespoň jedna je čočka s plynule proměnnou ohniskovou vzdáleností a kde vzdálenost (p') roviny (π') obrazu vstupní pupily, vytvořené
- 40 třemi optickými členy (1, 2, 3), od třetího optického členu (3), vzdálenost (p'') roviny (π'') výstupní pupily od okuláru (4) a vzdálenost (s') obrazové roviny (ζ') od třetího optického členu (3) jsou pro zvolený rozsah hodnot zvětšení $\Gamma \in [\Gamma_{\min}, \Gamma_{\max}]$ puškohledu konstantní, a zároveň je konstantní i vzdálenost (d_1) mezi prvním optickým členem (1) a druhým optickým členem (2), jakož i vzdálenost (d_2) mezi druhým optickým členem (2)
- 45 a třetím optickým členem (3), přičemž lámavosti (φ_1), (φ_2), (φ_3) jednotlivých optických členů (1, 2, 3) puškohledu pro různá zvolená zvětšení (Γ) jsou dány vztahy:

$$\varphi_1 = \frac{1}{d_1} + \frac{\varphi(s' - p')(d_2 + \varphi d_1 s')}{d_1[p\varphi^2 s'(p' - s') + p']},$$

$$\varphi_2 = \frac{d_1 + d_2 - \varphi p s' - p' / \varphi(p' - s')}{d_1 d_2},$$

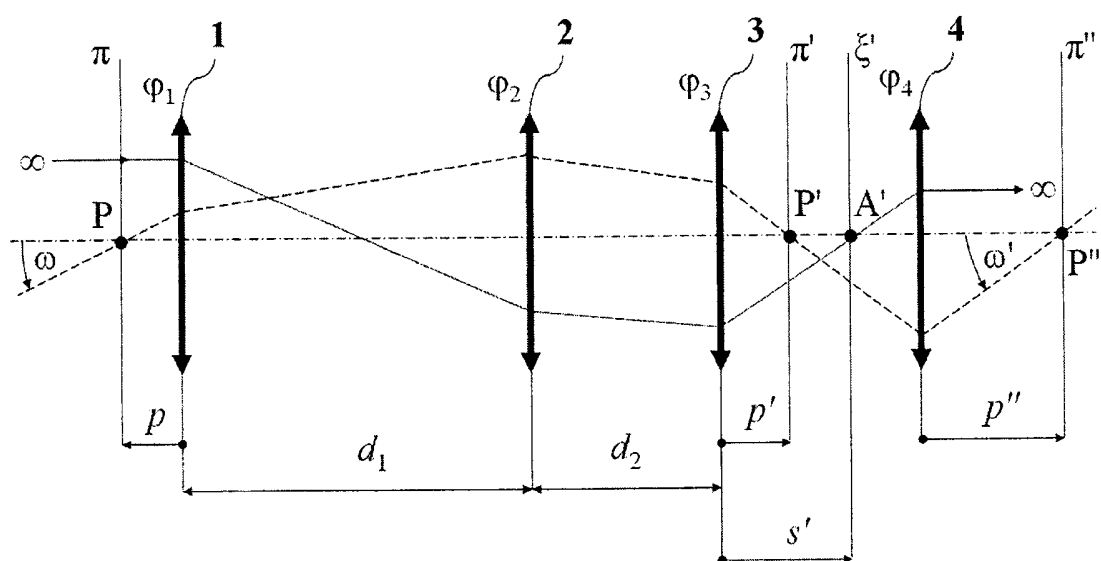
$$\varphi_3 = \frac{1}{d_2} + \frac{d_2 + \varphi(s' - p')(d_1 - \varphi d_2 p)}{d_2[p\varphi^2 s'(p' - s') + p']},$$

- 5 kde (p) je vzdálenost středu vstupní pupily puškohledu od prvního optického členu (1) a φ je celková lámavost soustavy tří optických členů (1, 2, 3), která je pro zvolené zvětšení Γ puškohledu a pro ohniskovou vzdálenost f'_4 použitého okuláru (4) dána vztahem:

$$\varphi = -\frac{1}{\Gamma f'_4}.$$

10

1 výkres



Obr. 1

Konec dokumentu
