

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

28 748

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

G02B 17/06 (2006.01)
G06T 5/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2015-31349**
(22) Přihlášeno: **22.07.2015**
(47) Zapsáno: **26.10.2015**

(73) Majitel:
České vysoké učení technické v Praze,
Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Praha 1, CZ

(72) Původce:
prof. doc. Ing. Goce Chadzitaskos, CSc., Ondřejov,
CZ
Ing. Vladislav Kosejk, Děčín 34, CZ
Ing. Jaroslav Červený, Praha 6, CZ

(74) Zástupce:
PatentCentrum Sedlák a Partners s.r.o., Husova 5,
370 01 České Budějovice

(54) Název užitého vzoru:
**Teleskopický systém pro pořizování obrazu
vzdálených astronomických objektů**

CZ 28748 U1

Teleskopický systém pro pořizování obrazu vzdálených astronomických objektů

Oblast techniky

Technické řešení se týká teleskopického systému vhodného pro pozorování vzdálených objektů v astronomii.

5 Dosavadní stav techniky

Nejrozšířeněji používaným zařízením pro pozorování vzdálených objektů v astronomii jsou zrcadlové teleskopické systémy, jejichž objektivы mají obvod ve tvaru kruhu nebo pravidelného n-úhelníku a jejichž úhlové rozlišení je téměř stejné ve všech směrech. Teleskopy jsou upevněny na nosných konstrukcích, které se nazývají montáže. Montáže slouží k citlivému polohování a směřování teleskopu vůči pozorované obloze. Zrcadlový teleskop neboli reflektor používá jako objektiv vyduté zrcadlo. Toto zrcadlo zobrazuje sledované objekty do obrazové roviny, kde může být umístěna kamera, sekundární zrcadlo, či malé rovinné zrcátko se sklonem 45° pro odraz obrazu na bok tubusu, aby nedošlo ke stínění hlavního zrcadla. V teleskopu typu Cassegrain se nachází sekundární vypouklé zrcadlo, které směřuje obraz do okuláru umístěného ve spodní části dalekohledu. Přesnost pozorování ovlivňuje úhlové rozlišení, které charakterizuje schopnost teleskopu rozlišit dva body přes nejmenší možný úhel. Jsou známé teleskopy s průměrem zrcadla v objektivu od desítek cm až do cca 30 metrů.

Nevýhody výše uvedeného řešení spočívají ve vysokých nárocích na přesně vyrobená zrcadla pro objektivы, která neobsahují vady. Každá sebemenší vada ovlivňuje pozorování a přináší chyby do pozorování, případně jej zcela znemožňuje. Konstrukčně jsou teleskopické systémy s velkými objektivы špatně obsluhovatelné, obtížně udržovatelné (např. čištění od prachových částic) a finančně nákladné z hlediska pořizovacích nákladů. Další nevýhodou klasických systémů je vysoká hmotnost primárních optických elementů, takže např. doprava na oběžnou dráhu Země je těžko realizovatelná.

Výše uvedené nevýhody standardních teleskopických systémů jsou odstraněny vytvořením teleskopického systému, jehož objektiv je tvořen pásovým vydutým segmentem pro odraz světla do obrazové roviny, kamery, či čočky okuláru umístěné v jeho ohnisku. Řešení je popsáno např. v patentovém dokumentu CZ 298313 B, či v dokumentu CN 2552029 Y. Tento segment tvořící objektiv rotuje, přičemž osou otáčení je osa zobrazení procházející objektivem, ohniskem pásového vydutého segmentu a středem pásového segmentu. Pásový segment je postupně otáčen okolo osy rotace a v každé pozici pootočení je vytvořen záznam obrazu nasnímaný z ohniska segmentu. Následně jsou všechny obrazy z kompletní otáčky teleskopu o 360° pomocí softwarového prostředku sloučeny do jediného vyobrazení, které odpovídá pozorování klasickým objektivem. Tím odpadá nutnost vyrábět technicky náročná vydutá zrcadla s velkým průměrem při požadovaném úhlovém rozlišení.

Nevýhody řešení spočívají v tom, že pro dlouhé pásové segmenty se musí používat montáž, která nejenom správně a citlivě nastavuje směr teleskopu vůči pozorované obloze, ale také musí umožnit přesnou rotaci pásového segmentu. Montáž je nákladná, protože musí splňovat přísné nároky na přesnost automatického pohybu v rámci rotace a zaměřování nebeských objektů, aby dílčí snímky nebyly odlišné při každé otáčce vlivem mechanických nepřesností a opotřebení nosné konstrukce. Teleskop rovněž potřebuje velký prostor, aby mohl segment vykonávat nerušenou rotaci.

Úkolem technického řešení je vytvoření teleskopického systému pro pořizování obrazu vzdálených astronomických objektů, který bude levnější než známé systémy, bude mít menší nároky na prostor a bude schopen zrekonstruovat obraz s odlišnou rozlišovací schopností ve dvou na sebe kolmých směrech s přesností dostačující pro mnohé další astronomické aplikace.

Podstata technického řešení

Vytčený úkol je vyřešen vytvořením teleskopického systému podle tohoto následujícího technického řešení.

Teleskopický systém je opatřen optickým objektivem. Objektiv je podél jedné osy osového kříže
5 přímkový, podél druhé osy vyduť a jeho průmět do roviny kolmé k optické ose objektivu je pravoúhelníkový. Objektiv je v systému upevněn na polohovatelné nosné konstrukci a současně je teleskop opatřen alespoň jedním prostředkem pro příjem světelných paprsků odražených optickým objektivem do jeho ohniska.

Podstata technického řešení spočívá v tom, že nosná konstrukce je tvořena pevným podstavcem
10 opatřeným paralaktickou montáží, ke které je pevně připojen optický objektiv. Objektiv je podél druhé osy parabolicky vyduť pro vytvoření parabolického pásu. Prostředek pro příjem světla je tvořen astronomickou kamerou, která je propojena s alespoň jedním řídicím a vyhodnocovacím prostředkem. Parabolický pás je konstrukčně snáze proveditelný, nežli celé parabolické zrcadlo bez vad. Dále je možné kostru pásu vyrobit z levného materiálu, načež je na pás nanese re-
15 flexní vrstva. Teleskopický systém lze jednoduše vyrobit a kompletovat.

Ve výhodném provedení teleskopického systému podle technického řešení je objektiv odnímatelný od paralaktické montáže. Odnímatelnost usnadňuje převoz teleskopického systému.

Ve výhodném provedení teleskopického systému podle technického řešení jsou prostředky pro příjem světla v systému dva. První prostředek je uspořádán v ohnisku objektivu a je tvořen
20 sekundární optikou pro úpravu parametrů světelných paprsků odražených objektivem, a druhý prostředek je tvořen astronomickou kamerou uspořádanou v trajektorii světelných paprsků upravených sekundární optikou. Sekundární optika upravuje parametry odražených světelných paprsků. Může je filtrovat, či je fokusovat mimo ohnisko parabolického pásu tak, aby v oblasti ohniska bylo omezeno stínění parabolického pásu. Astronomická kamera je schopna záznamu
25 i velice jemných změn světelných paprsků přicházejících z mezihvězdného prostoru nebeské klenby.

Ve výhodném provedení teleskopického systému podle technického řešení je sekundární optika tvořena zrcadlovým parabolickým pásem, nebo zrcadlem, a astronomická kamera je uspořádána
30 v ohnisku zrcadlového parabolického pásu. Sekundární optika přenáší obraz z ohniska hlavního parabolického pásu na kameru umístěnou mimo aktivní oblast teleskopu.

Ve výhodném provedení teleskopického systému podle technického řešení je řídicí a vyhodnocovací prostředek tvořen sestavou zahrnující modul elektroniky ovládání paralaktické montáže a astronomické kamery, a dále zahrnující výpočetní zařízení pro zpracování zaznamenaných dat.
35 Výpočetní zařízení zahrnuje alespoň jedno datové úložiště pro uchování alespoň jednoho softwarového modulu a naměřených dat a alespoň jednu procesorovou jednotku pro provádění programů uložených v softwarových modulech. Teleskopický systém je nejenom ovládán při zaměřování objektů na nebeské klenbě, ale pořízené snímky jsou rovnou zpracovány v řídicím vyhodnocovacím prostředku.

Softwarový modul zahrnuje alespoň jeden program pro rekonstrukci obrazu obsahující alespoň
40 jeden algoritmus pro zpracování snímku, při kterém program vyhledá aktivní pixely v jednotlivých sloupcích snímku a které postupně sloupec po sloupci převede inverzním zobrazováním na klasické vykreslení, načež vykreslí snímek klasického zobrazení integrací výsledků jednotlivých sloupců.

Výhody teleskopického systému jsou nízká konstrukční cena, dobrá přemístitelnost, jednoduchá
45 konstrukce parabolického pásu objektivu teleskopického systému, rychlost práce s teleskopickým systémem dle technického řešení a kvalita výsledků.

Objasnění výkresů

Uvedené technické řešení bude blíže objasněno na následujících vyobrazeních, kde:

obr. 1 znázorňuje schematické vyobrazení teleskopického systému,

obr. 2 znázorňuje schematické vyobrazení výpočetního zařízení,

5 obr. 3 schematicky vyobrazuje činnost teleskopického systému.

Příklad uskutečnění technického řešení

Rozumí se, že dále popsané a zobrazené konkrétní případy uskutečnění technického řešení jsou představovány pro ilustraci, nikoliv jako omezení technického řešení na uvedené příklady. Odborníci znalí stavu techniky najdou nebo budou schopni zajistit za použití rutinního experimentování větší či menší počet ekvivalentů ke specifickým uskutečněním technického řešení, která jsou zde popsána. I tyto ekvivalenty budou zahrnuty v rozsahu následujících nároků na ochranu.

Konstrukce teleskopického systému vyobrazena schematicky na obr. 1 zahrnuje pevný podstavec 6 s paralaktickou montáží 5, na které je upevněn pevným spojením 10 optický objektiv 3 v podobě parabolického pásu. Podstavec 6 zajišťuje stabilitu teleskopu a paralaktická montáž 5 umožňuje nastavení optické osy 16 objektivu 3 vůči vzdáleným objektům 15 pozorovaným na nebeské klenbě 17. Nastavení paralaktické montáže 5 je ovládáno přes modul 8 elektroniky ovládání.

Objektiv 3 je opatřen reflexní vrstvou pro odraz světelných paprsků 1 do svého ohniska 2. V oblasti ohniska 2 se nachází sekundární optika 4, která je konkrétním příkladem provedení tvořena soustavou optických filtrů a čoček pro úpravu a zaostření světelných paprsků 1 do astronomické kamery 7. V jiném příkladu provedení je sekundární optika 4 tvořena vypouklým zrcadlem pro odraz obrazu z primárního zrcadla 3 do astronomické kamery 7. Případně rovinným zrcadlem, či hranolem sloužícím k přenosu obrazu do kamery 7. Astronomická kamera 7 je tvořena digitálním čipem s vysokým rozlišením, tzn. s vysokou hustotou pixelů 21 - elementárních obrazových prvků, uspořádaných v pixelovém poli 19. Pixel 21 je bezrozměrná jednotka popisující nejmenší činnou plochu v bitmapovém obrazu. Pixely 21 jsou uspořádány paralelně ve sloupcích 20 s konečným počtem pixelů 21 v každém sloupci 20.

Digitální snímek 18 je z astronomické kamery 7 odeslán do výpočetní jednotky 9 pro zpracování. Výpočetní jednotka 9 schematicky vyobrazená na obr. 2 zahrnuje alespoň jedno datové úložiště 11 tvořené trvalou pamětí, do kterého je nahrán digitální snímek 18 z astronomické kamery 7 ve formě naměřených dat 13. Dále je v datovém úložišti 11 uložen alespoň jeden softwarový modul 12, který na základě softwaru zavedeného do procesorové jednotky vykonává způsob rekonstrukce obrazu vzdálených objektů 15. Výpočetní jednotka je tvořena přenosným, nebo stolním počítačem, přičemž modul elektroniky ovládání může být v počítači rovněž integrován.

Práce s teleskopickým systémem zahrnující pořizování obrazu vzdálených objektů 15 ze snímku 18 pořízeného pomocí neotáčivého parabolického objektivu 3 a astronomické kamery 7 zahrnuje následující kroky:

Ustaví se podstavec 6 v terénu a paralaktická montáž 5 se nastaví tak, aby optická osa 16 sledovala pohyb vzdálených objektů 15 po nebeské klenbě 17.

40 K paralaktické montáži 5 se v pevném spojení 10 upevní objektiv 3 a astronomická kamera 7 teleskopu, přičemž se astronomická kamera 7 připojí k výpočetní jednotce 9 a modulu 8 elektroniky ovládání.

Přes modul 8 elektroniky ovládání se zadá pozice sledovaných objektů 15 na nebeské klenbě 17 a paralaktická montáž 5 se přesně nastaví na zadanou pozici, načte modul 8 elektroniky ovládání aktivuje astronomickou kameru 7, která pořídí snímek 18 vzdálených objektů 15.

Ve výpočetní jednotce 9 je snímek 18 uložen a procesorová jednotka 14 na základě programu ze softwarového modulu 12 zrekonstruuje ze snímku 18 výsledný obraz 23, načež je teleskopický systém připraven pro zachycení nového snímku 18 a vytvoření jeho obrazu 23.

Na obr. 3 je znázorněno schéma činnosti způsobu získání obrazu 23 a teleskopického systému. 5
Vzdálené objekty 15 na nebeské klenbě 17 jsou vyfoceny astronomickou kamerou 7, která na základě svého rozlišení vytvoří digitální snímek 18.

Vzdálený objekt 15 je hvězda, od které se šíří světelné paprsky 1 a jejichž světelná intenzita je pro každý vzdálený objekt 15 odlišná. Na digitálním snímku 18 se tyto světelné bodové objekty 15 zobrazují jako úsečky 22. Digitální snímek 18 je tvořen pixelovým polem 19 (na obr. 3 je 10
schéma velice zjednodušeno pro ilustraci, rozlišení pixelů a jejich sloupců je ve skutečnosti mnohonásobně vyšší) složeným ze sloupců 20 pixelů 21. Úsečky 22 jsou vyobrazeny konkrétním počtem aktivovaných pixelů 21. V případě, že jsou zaznamenány dva sousedící vzdálené objekty 15 nacházející se nad sebou, mohou se jejich úsečky 22 ve sloupcích 20 pixelů 21 překrývat.

S výsledným obrazem 23 lze dále pracovat v jiných dalších astronomických aplikacích, pro které 15
by se jinak musel použít klasický teleskopický systém.

Průmyslová využitelnost

Způsob rekonstrukce obrazu vzdálených astronomických objektů a teleskopický systém k provádění tohoto způsobu podle technického řešení naleznou uplatnění především na astronomických pracovištích zabývajících se výzkumem nebo preventivním sledováním nebeské klenby.

20

N Á R O K Y N A O C H R A N U

1. Teleskopický systém s optickým objektivem (3), který je podél jedné osy osového kříže přímkový, podél druhé osy vyduť a jehož průmět do roviny kolmé k optické ose objektivu (3) je pravoúhelníkový, je upevněn na polohovatelné nosné konstrukci a současně je opatřen alespoň 25
jedním prostředkem pro příjem světelných paprsků (1) odražených optickým objektivem (3), **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že nosná konstrukce je tvořena pevným podstavcem (6) opatřeným paralaktickou montáží (5), ke které je pevně připojen optický objektiv (3), který je podél druhé osy parabolicky vyduť pro vytvoření parabolického pásu, a prostředek pro příjem světla je tvořen astronomickou kamerou (7), která je propojena s alespoň jedním řídicím a vyhodnocovacím prostředkem.

30 2. Teleskopický systém podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že objektiv (3) je odnímatelný od paralaktické montáže.

3. Teleskopický systém podle nároku 1 nebo 2, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že prostředky pro příjem světla jsou v systému dva, kde první je uspořádán v ohnisku (2) objektivu (3) a je tvořen sekundární optikou (4) pro úpravu parametrů světelných paprsků (1) odražených objektivem (3), a druhý prostředek je tvořen astronomickou kamerou (7) uspořádanou v trajektorii světelných paprsků upravených sekundární optikou (4). 35

4. Teleskopický systém podle nároku 3, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že sekundární optika (4) je tvořena zrcadlovým parabolickým pásem a astronomická kamera (7) je uspořádána v ohnisku zrcadlového parabolického pásu.

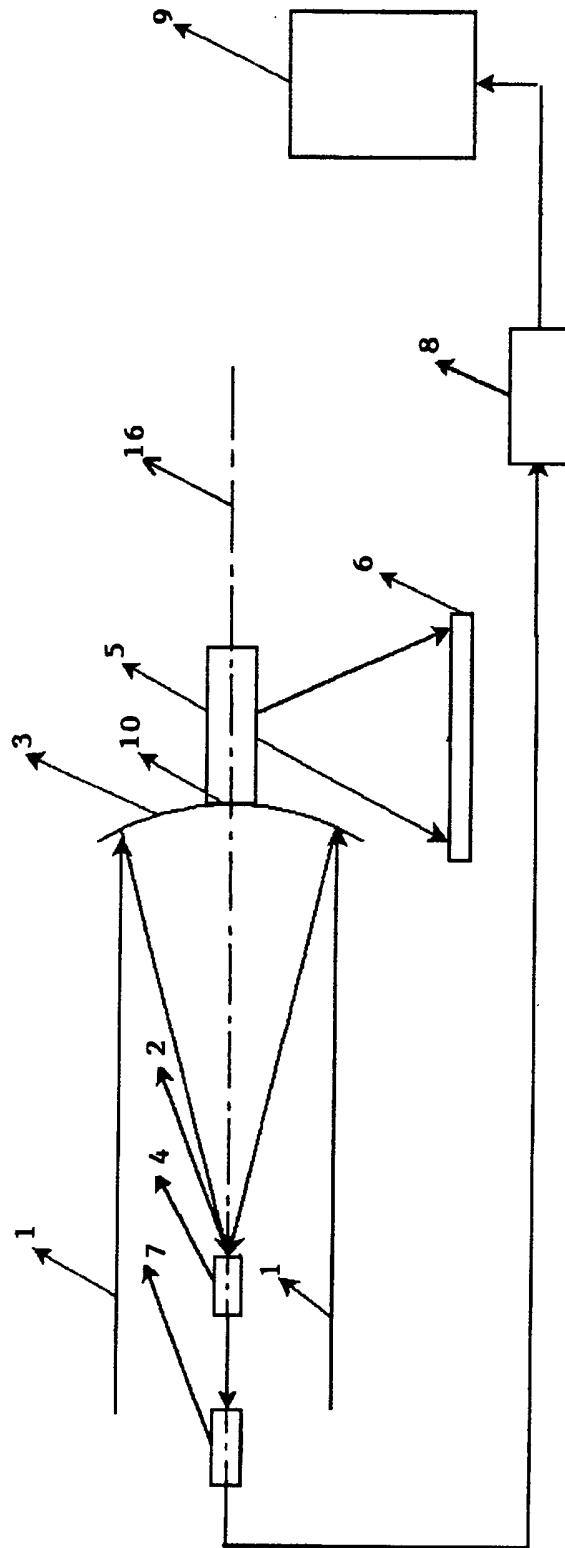
40 5. Teleskopický systém podle některého z nároků 1 až 4, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že řídicí a vyhodnocovací prostředek je tvořen sestavou zahrnující modul (8) elektroniky ovládání paralaktické montáže (5) a astronomické kamery (7), a výpočetní zařízení (9) pro zpracování zaznamenaných dat.

6. Teleskopický systém podle nároku 5, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že výpočetní zařízení (9) zahrnuje alespoň jedno datové úložiště (11) pro uchování alespoň jednoho softwarového modulu (12) a naměřených dat (13) a alespoň jednu procesorovou jednotku (14) pro provádění programů uložených v softwarových modulech (12).
- 5 7. Teleskopický systém podle nároku 6, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že softwarový modul (12) zahrnuje alespoň jeden program pro rekonstrukci obrazu obsahující alespoň jeden algoritmus pro zpracování snímku (18).

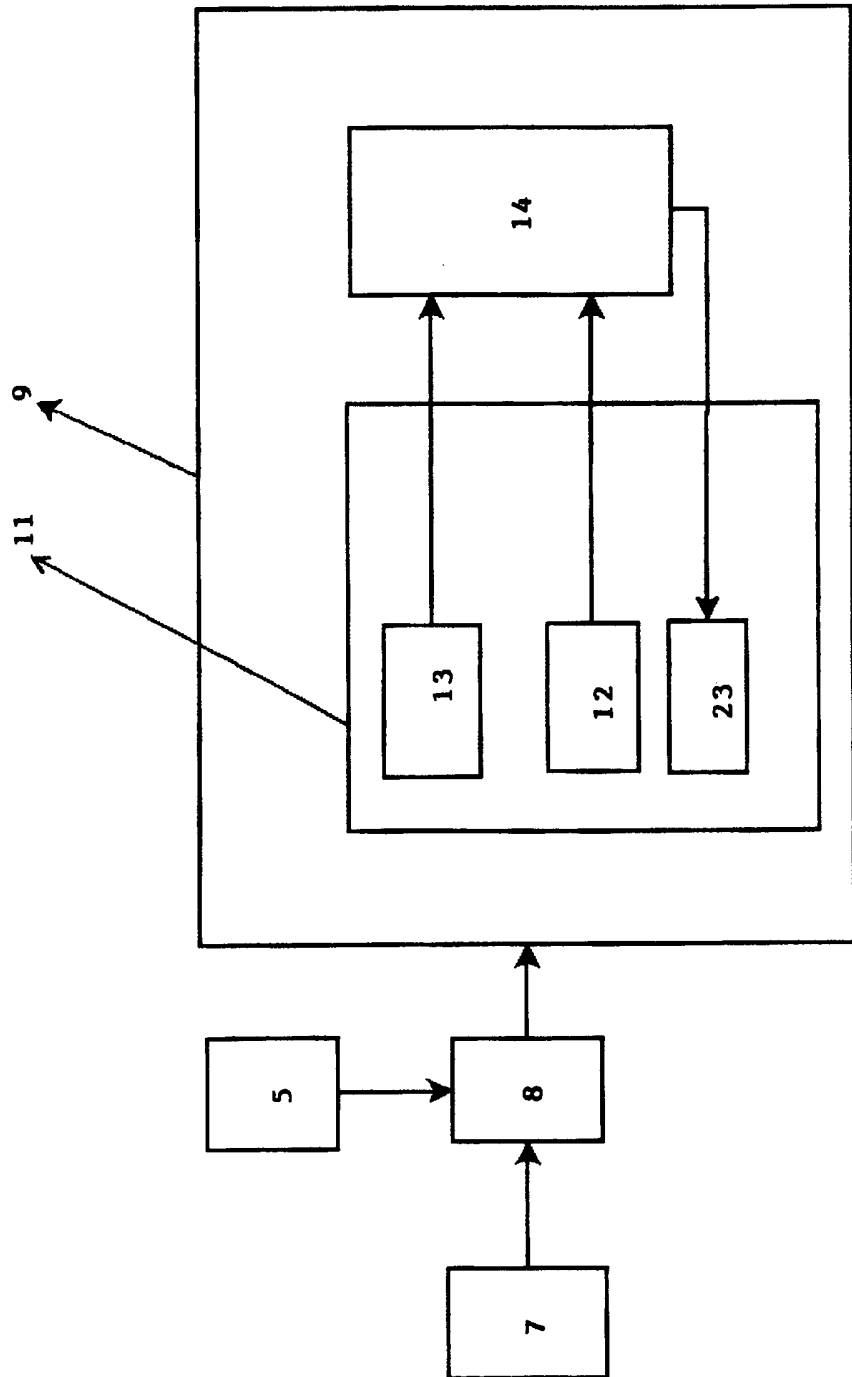
3 výkresy

Seznam vztahových značek:

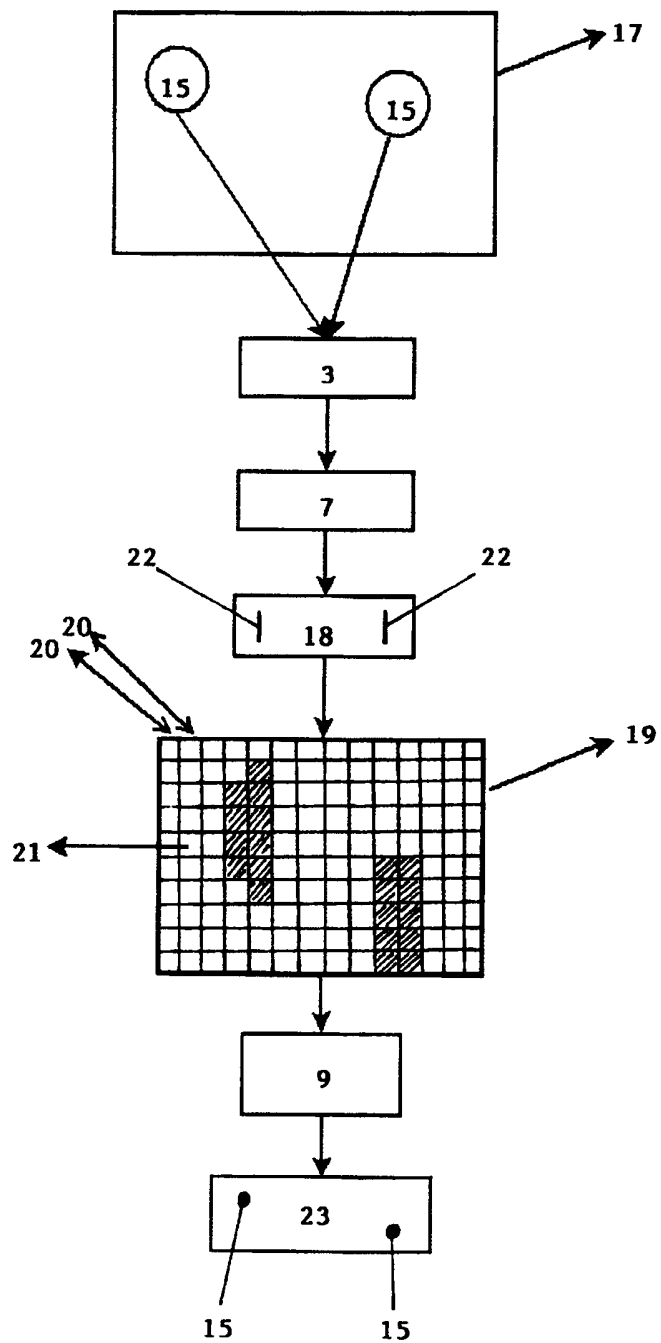
10	1	světelné paprsky
	2	ohnisko optického objektivu
	3	optický objektiv
	4	sekundární optika
	5	paralaktická montáž
15	6	podstavec
	7	astronomická kamera
	8	modul elektroniky ovládání kamery a montáže
	9	výpočetní zařízení
	10	pevné spojení objektivu a paralaktické montáže
20	11	datové úložiště
	12	softwarový modul
	13	naměřená data
	14	procesorová jednotka
	15	vzdálený objekt
25	16	optická osa
	17	nebeská klenba
	18	snímek z astronomické kamery
	19	pixelové pole
	20	sloupec pixelů
30	21	pixel
	22	úsečka
	23	klasický snímek.



OBR. 1



OBR. 2



OBR. 3

Konec dokumentu
