



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

249432

(11) (B1)

(22) Přihlášeno 08 07 85
(21) PV 5102-85

(51) Int. Cl.⁴
G 01 P 5/04

(40) Zveřejněno 14 08 86
(45) Vydáno 15 04 88

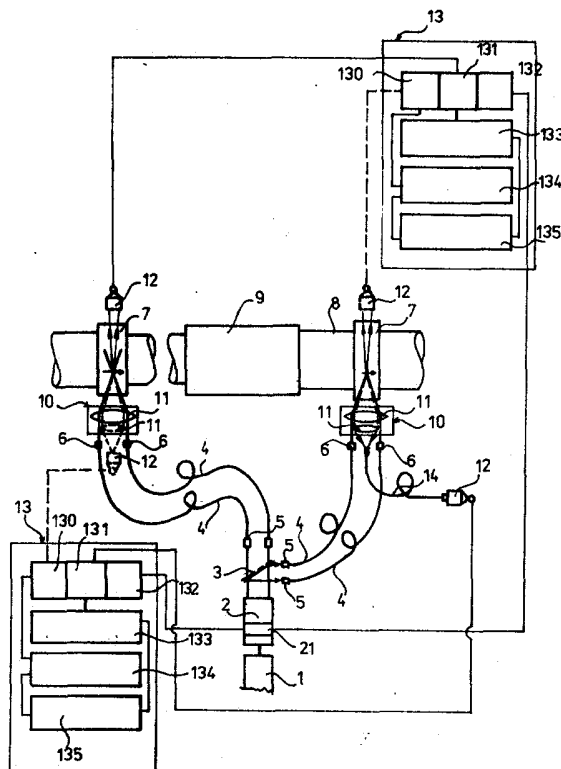
(75)
Autor vynálezu

HRABOVSKÝ MIROSLAV RNDr. CSc., OLOMOUČ
MAREK IVAN RNDr., ŠTERNBERK

(54) Zařízení pro synchronní stanovení střední hodnoty a dynamické složky rychlosti proudícího média

Řešení spadá do oblasti měřicí techniky a týká se zařízení pro synchronní stanovení střední hodnoty a dynamické složky rychlosti proudícího média.

Podstatou řešení je, že u zařízení sestávajícího z laseru, doplněného o optický systém a dělicí optický prvek a z měřené soustavy je mezi dělicím prvkem optickým a průhledy potrubí umístěna vysílací optická vlákna opatřená na koncích fokusačními a kolimačními elementy, přičemž v těsné blízkosti průhledů jsou upevněny optické hlavy. Optické hlavy jsou tvořeny jedním nebo dvěma objektivy.



Výsledky se týkají zařízení pro synchronní stanovení střední hodnoty a dynamické složky rychlosti proudícího média s využitím metody laser - dopplerovské anemometrie.

Měření požadovaných parametrů rychlosti proudění nebo průtoku média ve dvou bodech je možno provádět použitím dvou měřidel, dvou na sobě nezávislých čidel včetně vyhodnocovacích zařízení nebo pomocí dvou systémů laser - dopplerovské anemometrie.

Nevýhodou těchto řešení je skutečnost, že je používáno dvou samostatných systémů, přičemž stanovení střední hodnoty a dynamické složky naměřených parametrů je nutno provést zpravidla samostatně, což je nákladné a pracné. Konečně jsou známa dvě řešení, kdy je k měření použito jediného systému laser - dopplerovské anemometrie.

V prvním případě jde o systém laser - dopplerovské anemometrie, doplněný o optický systém, jehož příslušenstvím je rozmitací rotační zrcadlo a dvě rotační boční zrcadla proti průhledům v potrubí.

Druhé řešení se skládá ze základního vybavení laser - dopplerovské anemometrie a dále soustavy zrcadel, která jsou tvořena pevným frekvenčním nebo amplitudovým zrcadlem a odrazným zrcadlem, která jsou umístěna v optické ose laseru a optického systému a jsou doplněna dvojicí pevných bočních zrcadel, uložených proti průhledům v potrubí.

Obě uspořádání usměrňují dvojice sbíhavých laserových paprsků přes průhledy v potrubí do měřicích bodů v jednotlivých synchronních řezech a za hydraulickým prvkem. Signály z měřicích bodů jsou snímány sběrnou optikou a zpracovávány známými způsoby.

Nevýhodou obou systémů je omezená vzdálenost mezi rovinami synchronních řezů před a za hydraulickým prvkem. Vzdálenost synchronních řezů je limitována ohniskovou vzdáleností objektivu vysílací optiky, který fokusuje laserové paprsky přes rotující popřípadě frekvenční nebo amplitudové zrcadlo a další zrcadla do měřicích bodů.

Ohnisková vzdálenost nemůže, s ohledem na přesnost měření z důvodů divergence gaussovského laserového paprsku při postupu prostředím a průniku fokusovaných paprsků vytvářejících v místě průniku objemový prostor daného bodu měření, přesáhnout hodnotu 1 000 mm. Proto je pro hydrodynamické aplikace z prostorové geometrie uspořádání zařízení známých řešení určena vzdálenost mezi synchronními řezy na hodnotu 1 200 až 1 500 mm.

Tato hodnota je nepostačující pro převážnou většinu praktických aplikací synchronních měření rychlosti nebo průtoku před a za hydraulickým prvkem. Další nevýhodou obou známých řešení je geometrické uspořádání synchronních větví a laserového zdroje včetně optického vybavení.

Tato uspořádání jsou značně náročná na justáž optických prvků synchronního anemometru, jak z hlediska průchodu paprsků, tak také extrémně přesné justáže vzdálenosti synchronních větví vůči laserovému zdroji a předřazené optice.

Uspořádání umožňují vzhledem k fokusaci paprsků pouze jedním objektivem do obou synchronních větví jen velmi obtížně asymetrické umístění synchronních řezů v přesně požadovaných vzdálenostech před a za hydraulickým prvkem, tak jak je to u synchronního měření před a za hydraulickým prvkem v převážné většině případů požadováno.

Další nevýhodou obou známých řešení je požadavek na průchodnost paprsků volným prostorem mezi zrcadly k synchronním měřicím bodům a na prostorové geometrické uspořádání synchronních větví vůči laserovému zdroji a související optiky tak, jak jsou situována v obou známých řešeních, což z hlediska zástavby experimentálního uspořádání hydrodynamického prvku a potrubního řádu činí potíže. Výše uvedená řešení nejsou odolná proti vibracím při nezávislém rozkmitání jednotlivých synchronních větví a laserového zdroje vůči potrubí

a hydrodynamickému prvku, což zapříčiňuje při vyšších amplitudách kmitání výpadek měření jedné, případně obou synchronních větví.

Další nevýhodou je při využití konfigurace zpětného příjmu záření značná ztráta snímaného signálu z měřeného bodu, zapříčiněná průchodem zpětně rozptýleného záření volnou atmosférou a odrazy na totálně odrazných, frekvenčních nebo amplitudovaných zrcadlech.

Nevýhody odstraňuje v podstatě vynález, kterým je zařízení pro synchronní stanovení střední hodnoty a dynamické složky rychlosti proudícího média, sestávající z laseru doplněného o optický systém a dělicí optický prvek pro rozdělení paprsku z laseru a z měřené soustavy tvořené hydraulickým prvkem zařazeným do potrubí opatřeného před a za hydraulickým prvkem průhledy, u nichž jsou umístěny fotonásobiče spojené s vyhodnocovacím blokem a jeho podstata spočívá v tom, že mezi dělicím optickým prvkem a průhledy potrubí jsou umístěna vysílací optická vlákna opatřená na vstupních koncích fokusačními optickými elementy a na výstupních koncích kolimačními optickými elementy, přičemž v těsné blízkosti průhledů jsou upevněny optické hlavy pro fokusaci paprsků do měřících bodů a pro sběr a fokusaci zpětně rozptýleného signálu.

Další podstatou vynálezu je, že optická hlava je tvořena jedním objektivem. Další podstatou vynálezu je, že optická hlava je tvořena dvěma objektivy. Další podstatou vynálezu je, že fotonásobič je umístěn za optickou hlavou protilehle průhledu potrubí. Konečně je podstatou vynálezu, že mezi optickou hlavu a fotonásobič je vloženo přijímací optické vlákno.

Vyšší účinek vynálezu spočívá v tom, že namísto doposud známého provedení pevně uloženého zrcadla odrazného v ose laseru a pevně uložených bočních zrcadel je využito k přenosu laserových paprsků k synchronním řezům optických vláken, která jsou na obou koncích opatřena mikrošpičkami a fokusace paprsků laseru do měřeného bodu je prováděna až v těsné vzdálenosti před optickými průhledy v potrubí, namísto fokusace paprsků před rozdělením do jednotlivých synchronních větví.

Tím je dosaženo naprosté variability a nezávislosti prostorového geometrického uspořádání jednotlivých synchronních větví a laserového zdroje včetně optického vybavení vůči sobě a vzhledem k prostorovému uspořádání hydrodynamického prvku a potrubí.

Vyššího účinku je též dosaženo umístěním sběrné optiky v případě konfigurace zpětného příjmu signálu za fokusační objektiv, namísto přenosu signálové informace přes soustavu odrazných a frekvenčních nebo amplitudovaných zrcadel do základního optického systému.

Vyššího účinku vynálezu je dosaženo i odolností zařízení proti vibracím, vzhledem k tomu, že paprsky jsou přenášeny pomocí vláknové optiky, která má antivibrační účinky, namísto známých řešení, kde přenos paprsků je zajišťován odraznými zrcadly a jakékoliv rozfázování synchronních větví zařízení vůči hydrodynamickému prvkem, zapříčiněné vibracemi hydrodynamického systému se může projevit ztrátou přijímaného signálu.

Uvedeným provedením lze, při známé konfiguraci dvou, tří, čtyř nebo pěti paprsků z laseru provádět synchronní záznam složek vektorů rychlostí ve dvou bodech v libovolné vzdálenosti před a za hydraulickým prvkem v libovolném prostorovém uspořádání jednotlivých synchronních větví vzhledem k laserovému zdroji včetně optiky a vzhledem k hydrodynamickému prvkem a potrubí anebo vzhledem ke vstupním a výstupním částem hydraulického prvku s možností snímání i dynamických složek vektorů rychlostí při konfiguraci využití zpětného příjmu záření.

Příklad konkrétního provedení vynálezu jsou schematicky znázorněny na připojených výkresech, kde obr. 1 představuje zařízení s libovolnou vzdáleností jednotlivých synchronních větví před a za hydraulickým prvkem, kde k přenosu laserových paprsků je využito

optických vláken a fokusace paprsků je prováděna až těsně před vstupem do optických průhledů v potrubí a obr. 2 je alternativní provedení zařízení z obr. 1, naznačující variabilitu v prostorovém geometrickém uspořádání laserového zdroje a jednotlivých synchronních větví zařízení, vzhledem k hydraulickému prvku a potrubí.

Podle vynálezu sestává zařízení z laseru 1 doplněného optickým systémem 2, ve kterém je vložena Braggova cela 21 a který upravuje paprsek vystupující z laseru 1 do dvou, například tří, čtyř nebo pěti rovnoběžných paprsků. Před optickým systémem 2 je upevněn dělící optický prvek 3, například frekvenční nebo amplitudové zrcadlo či optická mřížka, v němž jsou paprsky vystupující z optického systému 2 děleny do dvou větví.

Za dělícím optickým prvkem 3 jsou umístěna vysílací optická vlákna 4, například jednomodová se zachováním polarizace nebo mnohomodová gradientní, jejichž vstupní konec je opatřen fokusačním optickým elementem 5 a výstupní konec kolimačním optickým elementem 6, přičemž oba elementy 5, 6 mohou být tvořeny například mikročočkami.

Vysílacími optickými vlákny 4 jsou paprsky přenášeny k průhledům 7, které jsou umístěny na potrubí 8 v libovolném místě před a za měřeným hydraulickým prvkem 9 a jsou v nich měřeny střední hodnota a dynamická složka rychlosti, například průtok protékajícího média. Mezi vysílací optická vlákna 4 a průhledy 7 jsou vloženy a upevněny optické hlavy 10 tvořené jedním nebo dvěma objektivy 11.

Za průhledy 7 jsou umístěny fotonásobiče 12 pro snímání měřeného signálu, který je pak veden do vyhodnocovacího bloku 13 tvořeného mixážními jednotkami 131, modulátorem 132, dvojicí procesorů 133, 134 a elektrickou jednotkou 135, kde je provedeno konečné zpracování měřicího signálu do požadovaných výstupů jako střední hodnotu obou složek vektorů rychlosti v_1 , v_2 a současně jako odpovídající dynamické složky rychlosti Δv_1 , Δv_2 .

Pokud není možno fotonásobič 12 umístit z provozních důvodů za průhled 7 v potrubí 8, je před optickou hlavou 10, opatřenou dvěma objektivy 11, umístěno přijímací optické vlákno 14 a pomocí něho je zpětný signál z měřicího bodu využívající vratného efektu paprsků veden k fotonásobiči 12 umístěnému v libovolném místě, jak je znázorněno na obr. 1 v pravé větvi paprsků.

V alternativním provedení podle obr. 2 je znázorněno použití zařízení pro proměňování rohového hydraulického prvku 9, přičemž jsou použity optické hlavy 10 s jedním objektivem 11.

Popsaná provedení nejsou jedinými možnými řešeními podle vynálezu, ale například pro stacionární proudění v potrubí 8 není nutno do optického systému 2 zařazovat Braggovu celu 21 a optické elementy 5, 6 mohou být tvořeny gradientními čočkami nebo mikroobjektivy.

Při více jak jednosložkovém měření vektoru rychlosti v , tedy při dělení laserového paprsku na více jak dva paprsky je nutno použít větší počet vysílacích optických vláken 4 a fotonásobičů 12 a s tím souvisejících prvků vyhodnocovacího bloku 13.

Při potřebě synchronního měření ve více místech potrubí 8 před a za hydraulickým prvkem 9 je možno při použití odpovídajícího množství měřicí techniky stanovit hodnoty proudění v požadovaném počtu měřicích bodů.

P R E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Zařízení pro synchronní stanovení střední hodnoty a dynamické složky rychlosti proudícího média, sestávající z laseru doplněného o optický systém a dělící optický prvek pro

rozdělení paprsku z laseru a z měřené soustavy tvořené hydraulickým prvkem zařazeným do potrubí opatřeného před a za hydraulickým prvkem průhledy, u nichž jsou umístěny fotonásobiče spojené s vyhodnocovacím blokem, vyznačující se tím, že mezi dělicím optickým prvkem (3) a průhledy (7) potrubí (8) jsou umístěna vysílací optická vlákna (4) opatřená na vstupních koncích fokusačními optickými elementy (5) a na výstupních koncích kolimačními elementy (6), přičemž mezi vysílací optická vlákna (4) a průhledy (7) jsou vloženy optické hlavy (10) pro fokusaci paprsků do měřících bodů a pro sběr a fokusaci zpětně rozptýleného signálu.

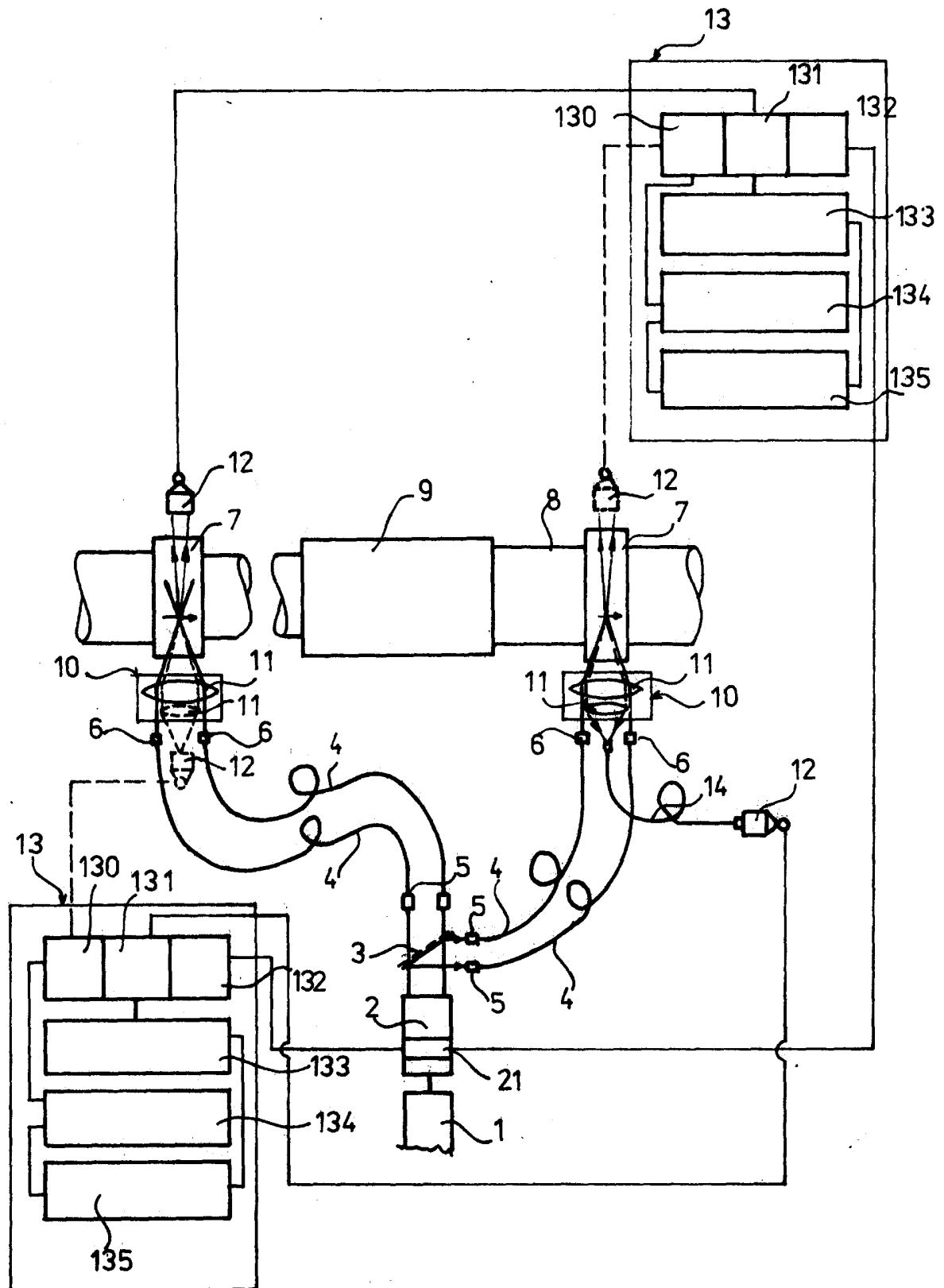
2. Zařízení podle bodu 1 vyznačující se tím, že optická hlava (10) je tvořena jedním objektivem (11).

3. Zařízení podle bodu 1 vyznačující se tím, že optická hlava (10) je tvořena dvěma objektivy (11).

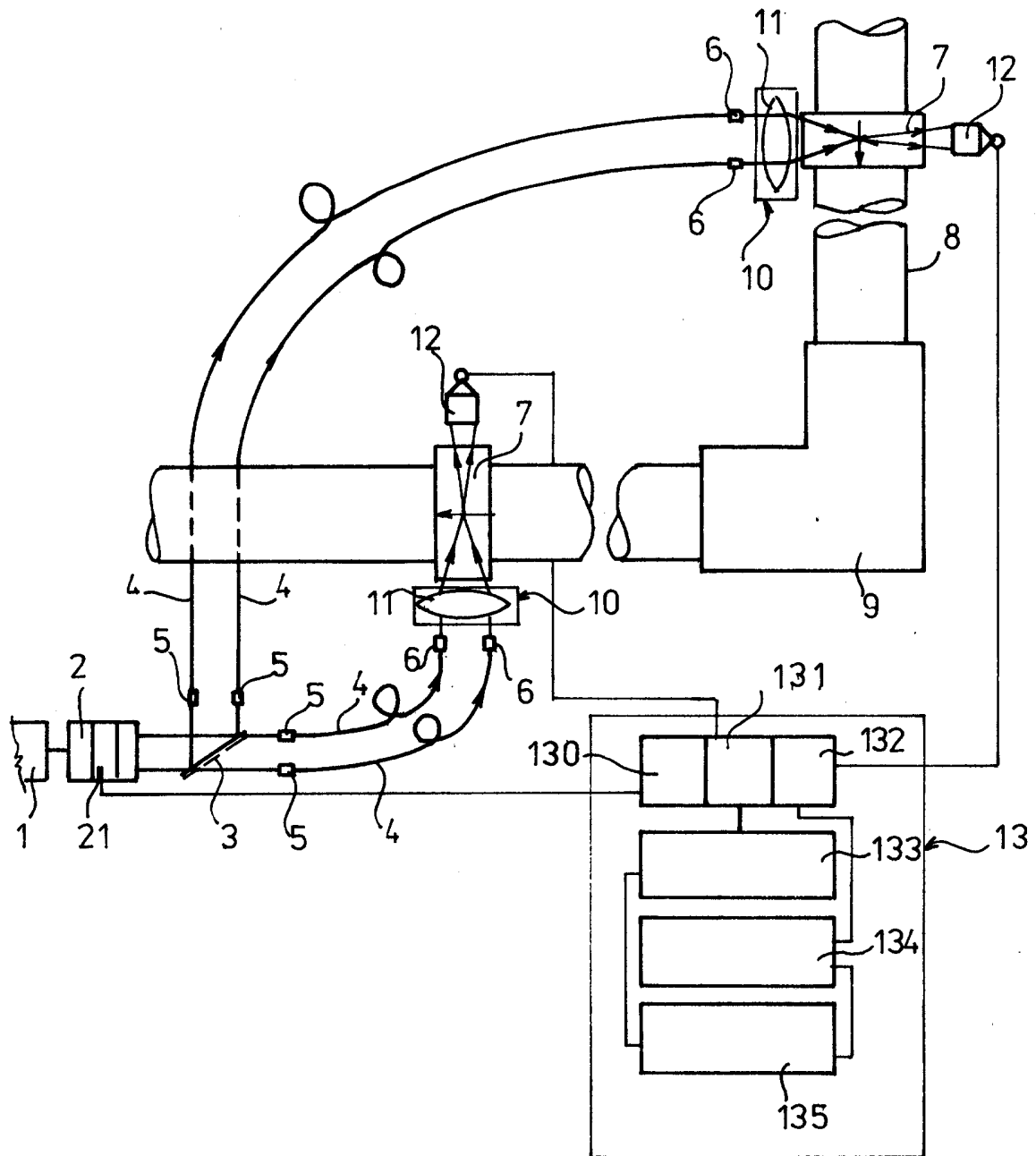
4. Zařízení podle bodů 1 a 3 vyznačující se tím, že za optickou hlavou (10) protilehle průhledu (7) potrubí (8) je umístěn fotonásobič (12).

5. Zařízení podle bodu 1, 3 a 4 vyznačující se tím, že mezi optickou hlavou (10) a fotonásobičem (12) je vloženo přijímací optické vlákno (14).

2 výkresy



OBR. 1



OBR.2