



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY  
A OBJEVY

# POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

238145

(11) (B1)

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>

G 01 B 9/02,  
H 01 S 3/02

/22/ Přihlášeno 13 03 84  
/21/ PV 1800-84

(40) Zveřejněno 14 02 85 .

(45) Vydáno 16 02 87

(75)

Autor vynálezu

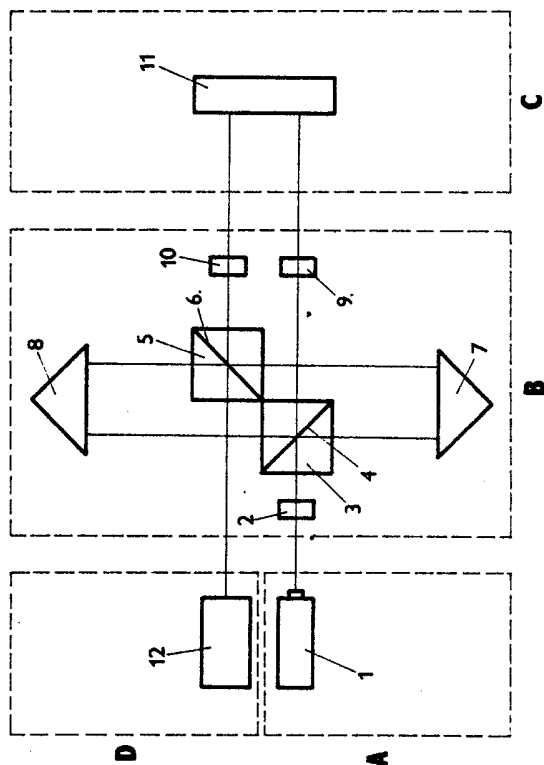
PETRŮ FRANTIŠEK ing. CSc., VESELÁ ZDEŇKA ing., BRNO

## (54) Diferenční laserový interferometr

Diferenční laserový interferometr sestává ze zdroje světla(A), dělicí jednotky(B), zpětného odrazného systému(C) a detekčního systému(D).

Podstatou řešení je, že dělicí jednotka(B) obsahuje v každé cestě svazků světla polarizující děliče(3, 5, 13, 16, 18, 22, 23), nejméně jeden koutový odrazeč(7, 8, 14) a polarizační elementy, přičemž zpětný odrazný systém(C) je tvořen nejméně jedním odrazečem(11, 15) v každé cestě svazků světla.

Interferometr je určen pro měření geometrických veličin jako přímosti, kolmosti apod.



Obr. 1a

Vynález se týká diferenčního laserového interferometru, pracujícího s ortogonálně lineárně polarizovanými svazky světla.

Laserový interferometr, který používá jedinou vlnovou délku světla laseru, tj. jedinou frekvenci ze spektra světelného záření, sestává ze zdroje světla, a to jednofrekvenčního laseru s lineárně polarizovaným zářením, z dělicí jednotky, pevného zpětného odrazného systému, posuvného zpětného odrazného systému a detekčního systému.

U dosavadního typu diferenčního laserového interferometru je dělicí jednotka tvořena dělicí deskou nebo polarizujícím děličem spolu s pevně připojeným odrazným zrcadlem a zpětný odrazný systém je tvořen obvykle koutovými odražeči.

Nevýhodou tohoto uspořádání diferenčního interferometru je, že prakticky nedovoluje posuv zpětného odrazného systému v rovině kolmé k ose svazků světla a zpětný odrazný systém musí být tvořen soustavou speciálních zpětných odražečů.

Tyto nevýhody odstraňuje diferenční laserový interferometr, sestávající ze zdroje světla, dělicí jednotky, zpětného odrazného systému a detekčního systému, jehož podstatou je, že dělicí jednotka obsahuje v každé cestě svazků světla, jak referenčního, tak měřicího, polarizující děliče, nejméně jeden koutový odražeč a polarizační elementy, například lineární zpožďovací destičky, přičemž zpětný odrazný systém je tvořen nejméně jedním rovinným odražečem v každé cestě svazků světla.

Polarizační děliče obsahují polarizující dělicí roviny, které spolu svírají zvolený úhel, například 80 až 100°.

Hlavní výhodou nového typu diferenčního interferometru je, že použití rovinných odrazných ploch ve zpětném odrazném systému umožňuje pohyb zpětného odrazného systému nejen ve směru osy svazku paprsků, ale i v rovině kolmé k ose svazku paprsků, aniž by byla znemožněna funkce interferometru.

Tato skutečnost umožní nová použití tohoto typu interferometru. Uspořádání diferenčního interferometru využívá vlastností polarizujících děličů v kombinaci s polarizačními elementy, a to tak, že například referenční svazek světla vystupuje z dělicí jednotky a vrací se od rovinného odrazného systému ve stejné ose a podobně tomu je u měřicího svazku, který může být rovnoběžný a nebo pod určitým úhlem ke svazku referenčnímu.

U referenčního, resp. u měřicího svazku světla působením dvojnásobného průchodu  $\lambda/4$  lineární zpožďovací destičkou dochází k otočení roviny kmitů o 90°, takže se tyto svazky mohou odrážet a procházet polarizujícími děliči.

Vynález blíže objasní přiložené výkresy, kde na obr. 1a a 2a jsou uvedena principiální uspořádání diferenčních interferometrů, obr. 1b a 2b představují praktická provedení polarizujících děličů s dělicími rovinami, a na obr. 1c je zobrazeno uspořádání diferenčního interferometru a jedním koutovým odražečem v druhé tzv. referenční větvi interferometru.

Diferenční laserový interferometr je rozčleněn na čtyři hlavní části, a to zdroj světla A, dělicí jednotku B, zpětný odrazný systém C a detekční systém D. Zdroj světla A podle obr. 1a, sestává z laseru 1, v jehož svazku světla je umístěna  $\lambda/2$  lineární zpožďovací destička 2, první a druhý polarizující dělič 3 a 5 s první a druhou polarizující dělicí rovinou 4 a 6, první a druhý koutový odražeč 7 a 8, první a druhá  $\lambda/4$  lineární zpožďovací destička 9 a 11, první rovinný zpětný odražeč 11 a detekční jednotka 12.

Na obr. 1b je příklad praktického provedení diferenčního interferometru, podle principu podle obr. 1a, přičemž třetí polarizující dělič 13 s polarizujícími dělicími rovinami 4 a 6 sestává ze základního pravouhlého hranolu 13' s polarizujícími dělicími rovinami 4 a 6,

k němuž jsou přitmeleny první a druhý pomocný pravouhlý hranol 13'' a 13'''. Uspořádání interferometru podle obr. 1c se liší pouze tím, že v cestě měřicího svazku interferometru je kromě druhého koutového odražeče 8 zařazen ještě třetí koutový odražeč 14 a zpětný odrazný systém sestává z prvního rovinného odražeče 11 a druhého rovinného odražeče 15.

Sestava diferenčního laserového interferometru podle obr. 2a je obdobná. Rozdíl je v použití odlišných typů polarizujících děličů; jsou to čtvrtý a pátý polarizující dělič 16 a 18 se čtvrtou a pátou polarizující dělicí rovinou 17 a 19 a zpětný odrazný systém je tvořen prvním a druhým rovinným odražečem 11 a 15.

Obr. 2b představuje opět praktické provedení principiálního uspořádání na obr. 2a. Odkláněcí hranoly 20 a 21 a polarizující děliče 16 a 18 nahrazuje jediný konstrukční celek, vytvořený z šestého a sedmého polarizujícího děliče 22 a 23.

Funkce diferenčního laserového interferometru podle obr. 1a je následující:

Z laseru 1 vychází lineárně polarizovaný svazek světla s rovinou kmitů světla buď v rovině nákresny, resp. v rovině dopadu nebo kolmo k ní.  $\lambda/2$  lineární zpožďovací destička 2 otočí rovinu kmitů o  $45^\circ$ , takže v prvním polarizujícím děliči 3 s první polarizující dělicí rovinou 4 dojde k rozdělení svazku na dva, jejichž roviny kmitů jsou vůči sobě o  $90^\circ$  otočené, z nichž jeden zvolíme jako referenční a druhý jako měřicí.

Odražený svazek s rovinou kmitů kolmo k rovině dopadu zvolme například za referenční. Tento přichází na první koutový odražeč 7 a odražen od něj dopadá na druhou polarizující dělicí rovinu 6 druhého polarizujícího děliče 5, odkud se odráží s nezměněnou rovinou kmitů směrem na zpětný odrazný systém 11 s prvním rovinným odražečem, kde předřazená druhá  $\lambda/4$  lineární zpožďovací destička 10 způsobí, že průchodem svazku světla tam a zpět dochází k otočení roviny kmitů o  $90^\circ$ , takže svazek světla může dále projít druhým polarizujícím děličem 5 s druhou dělicí polarizující rovinou 6 až do detekční jednotky 12.

Svazek měřicí, procházející prvním polarizujícím děličem 3 s první polarizující dělicí rovinou 4, jehož rovina kmitů je rovnoběžná s rovinou dopadu, dopadá nejprve po průchodu první  $\lambda/4$  lineární zpožďovací destičkou 9 na zpětný odrazný systém s prvním rovinným odražečem 11 a po odrazu a novém průchodu první  $\lambda/4$  lineární zpožďovací destičkou 9 má rovinu kmitů otočenou o  $90^\circ$ , takže se může odrazit od první polarizující dělicí roviny 4 prvního polarizujícího děliče 3 na druhý koutový odražeč 8 a odražen od něj se odráží od druhé polarizující dělicí roviny 6 druhého polarizujícího děliče 5 přímo do detekční jednotky 12.

Do detekční jednotky 12 takto dopadají dva svazky, referenční a měřicí, jejich roviny kmitů jsou vůči sobě o  $90^\circ$  otočené. Detekce interferenčních signálů je popsána například v JMO, 25, 1980, č. 9, s. 259-267.

Na obr. 1c otočí třetí koutový odražeč 14 směr měřicího svazku paprsků o  $180^\circ$ , takže rovinné odrazné plochy prvního a druhého rovinného odražeče 11 a 15 jsou uspořádány proti sobě.

Pokud první a druhý rovinný odražeč 11, 15 jsou sjednoceny v jeden celek, potom interferometr může být použit jako lineární interferometr. Jsou možná též další uspořádání interferometru, kde referenční a měřicí svazek jsou navzájem kolmé apod.

Funkce diferenčního laserového interferometru podle obr. 2a je shodná s funkcí diferenčního laserového interferometru na obr. 1a a 1b. Každý z nich však slouží jinému účelu. Poněvadž interferometr pracuje s dvojicí referenčního a měřicího svazku, které nejsou rovnoběžné, nýbrž svírají spolu určitý ostrý úhel, musí být za výstupem z laseru 1 umístěn první odkláněcí hranol 20 a stejně tak před vstup do detekční jednotky 12 druhý odkláněcí hranol 21.

Polarizující děliče 16 a 18 s polarizujícími dělicími rovinami 17 a 19 mají svůj geometrický tvar přizpůsobený průchodu a odrazu referenčního a měřicího svazku. Zpětný odrazný systém sestává z prvního a druhého rovinného odražeče 11, 15.

Na obr. 2b je jedna z možných variant praktického uspořádání interferometru, kde k dělení svazků slouží šestý a sedmý polarizující dělič 22 a 23 se čtvrtou a pátou polarizující dělicí rovinou 17 a 19.

Zdrojem světla je laser 1 s vysokou koherencí, například jednofrekvenční laser nebo dvoufrekvenční laser se Zeemanovým rozštěpením aktivní linie apod.

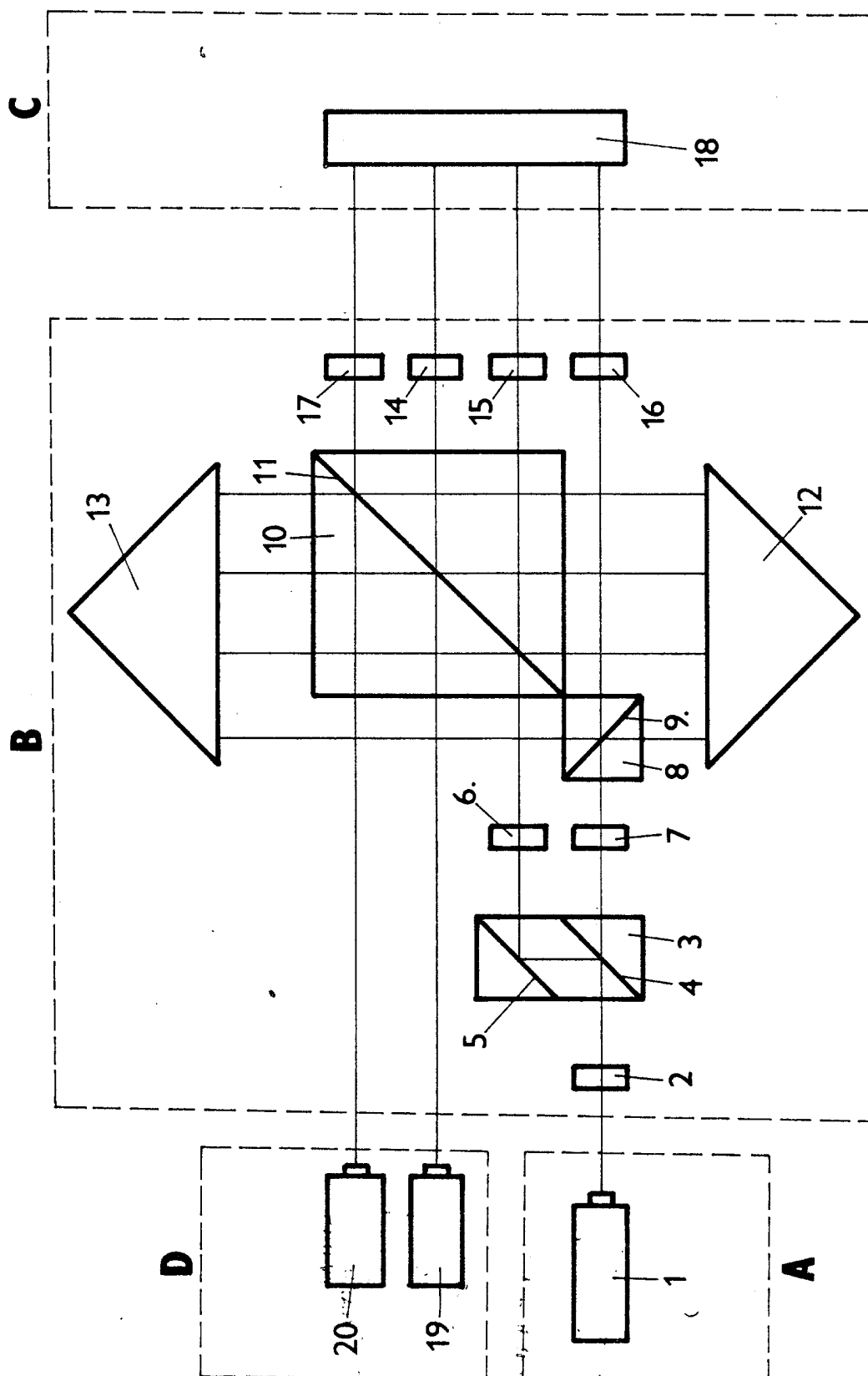
Diferenční laserový interferometr se zpětným odrazným systémem s rovinnými odražeči slouží k měření geometrických veličin jako je přímost, kolmost, přímočarost apod.

#### P R Ě D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Diferenční laserový interferometr, sestávající ze zdroje světla, dělicí jednotky, zpětného odrazného systému a detekčního systému, vyznačený tím, že dělicí jednotka /B/ obsahuje v každé cestě jak referenčního, tak měřicího svazku světla polarizující děliče /3, 5, 13, 16, 22, 23/, nejméně jeden koutový odražeč /7, 8, 14/ a polarizační elementy tvořené například lineárními zpožďovacími destičkami /9, 10/, přičemž zpětný odrazný systém /C/ je tvořen nejméně jedním rovinným odražečem /11, 15/ v každé cestě svazků světla.

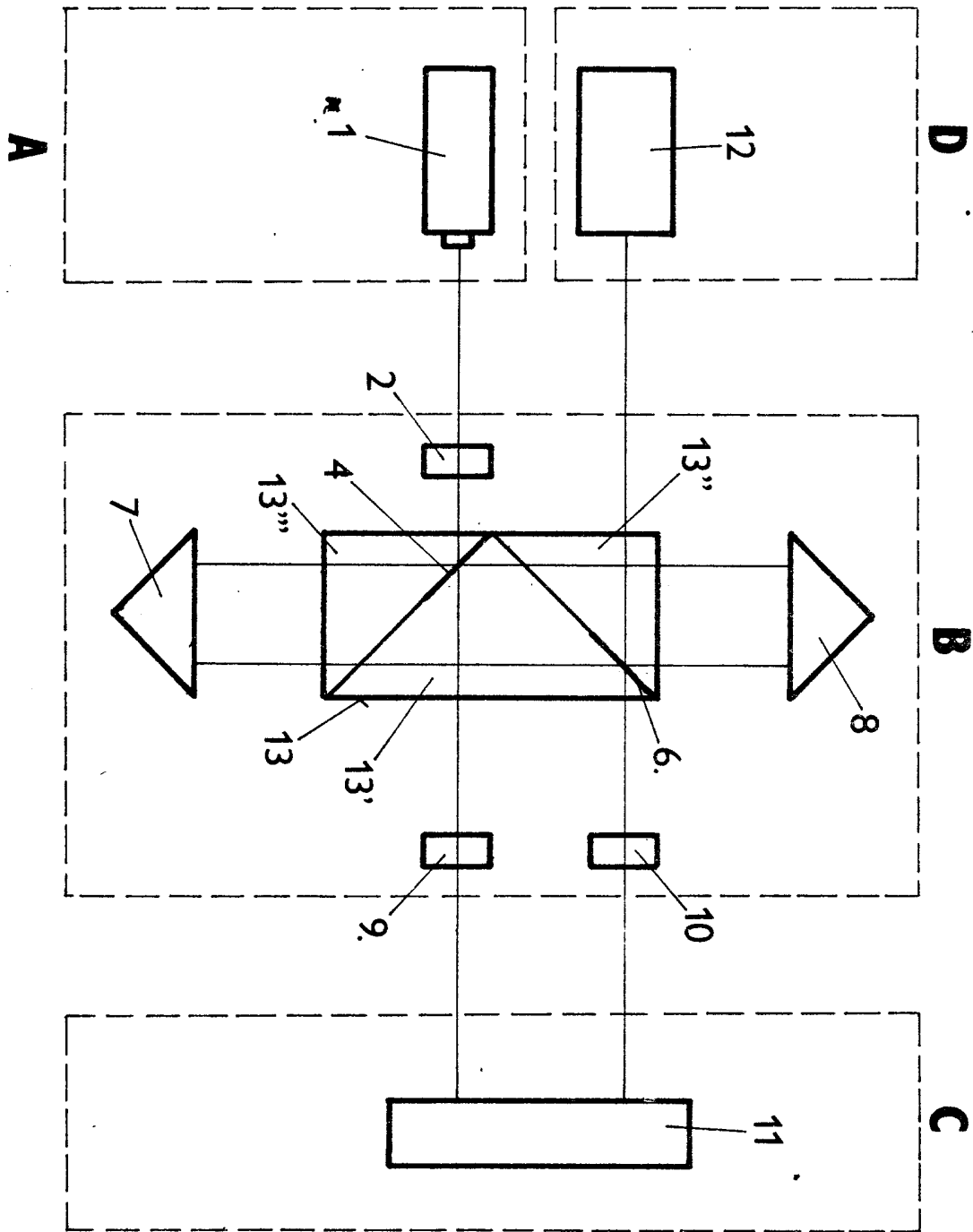
2. Diferenční laserový interferometr podle bodu 1, vyznačený tím, že polarizační děliče /3, 5, 13, 16, 18, 22, 23/ obsahují polarizující dělicí roviny /4, 6, 17, 19/, které spolu svírají zvolený úhel, například 80 až 100°.

238145

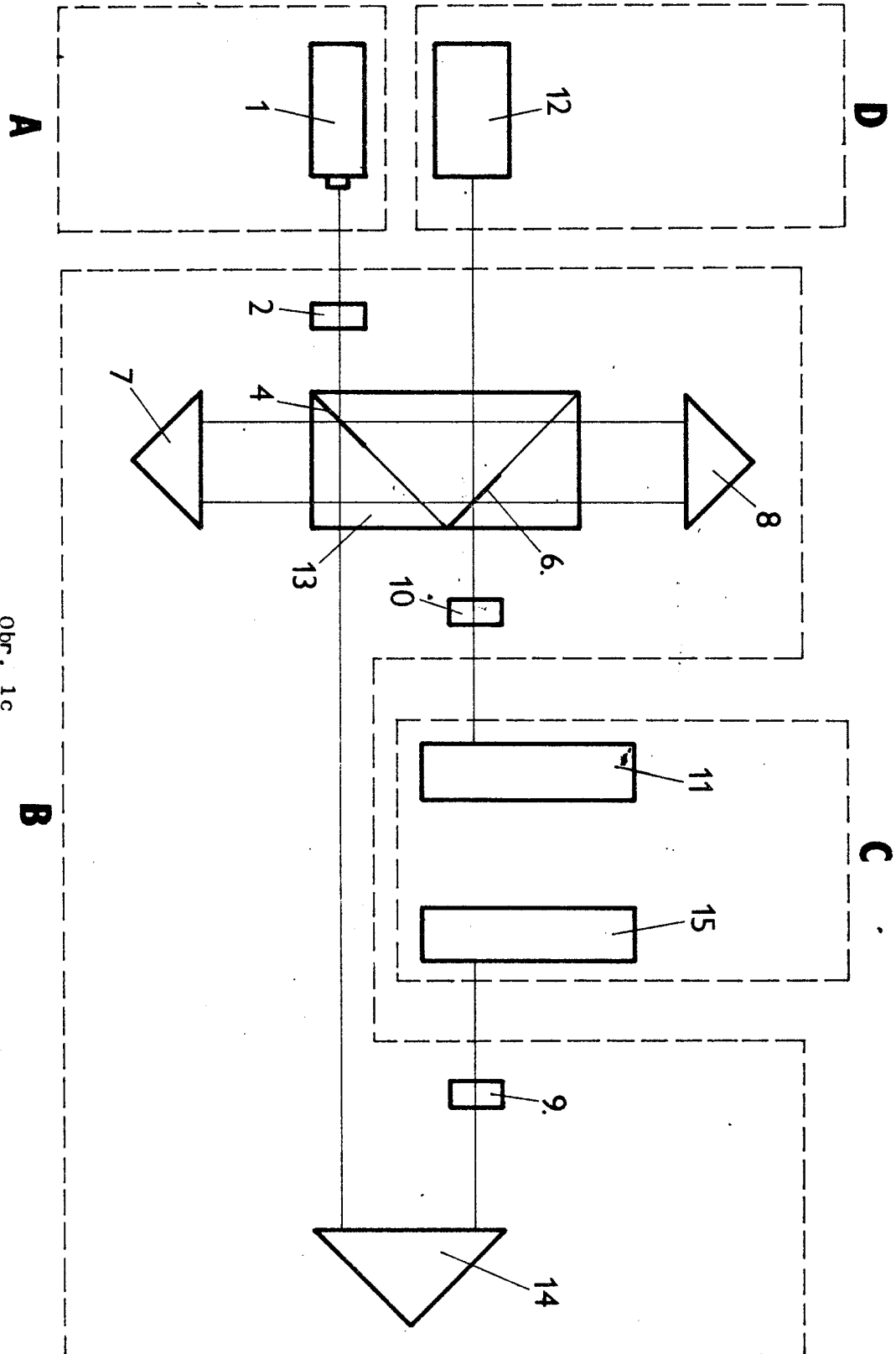


Obr. 1a

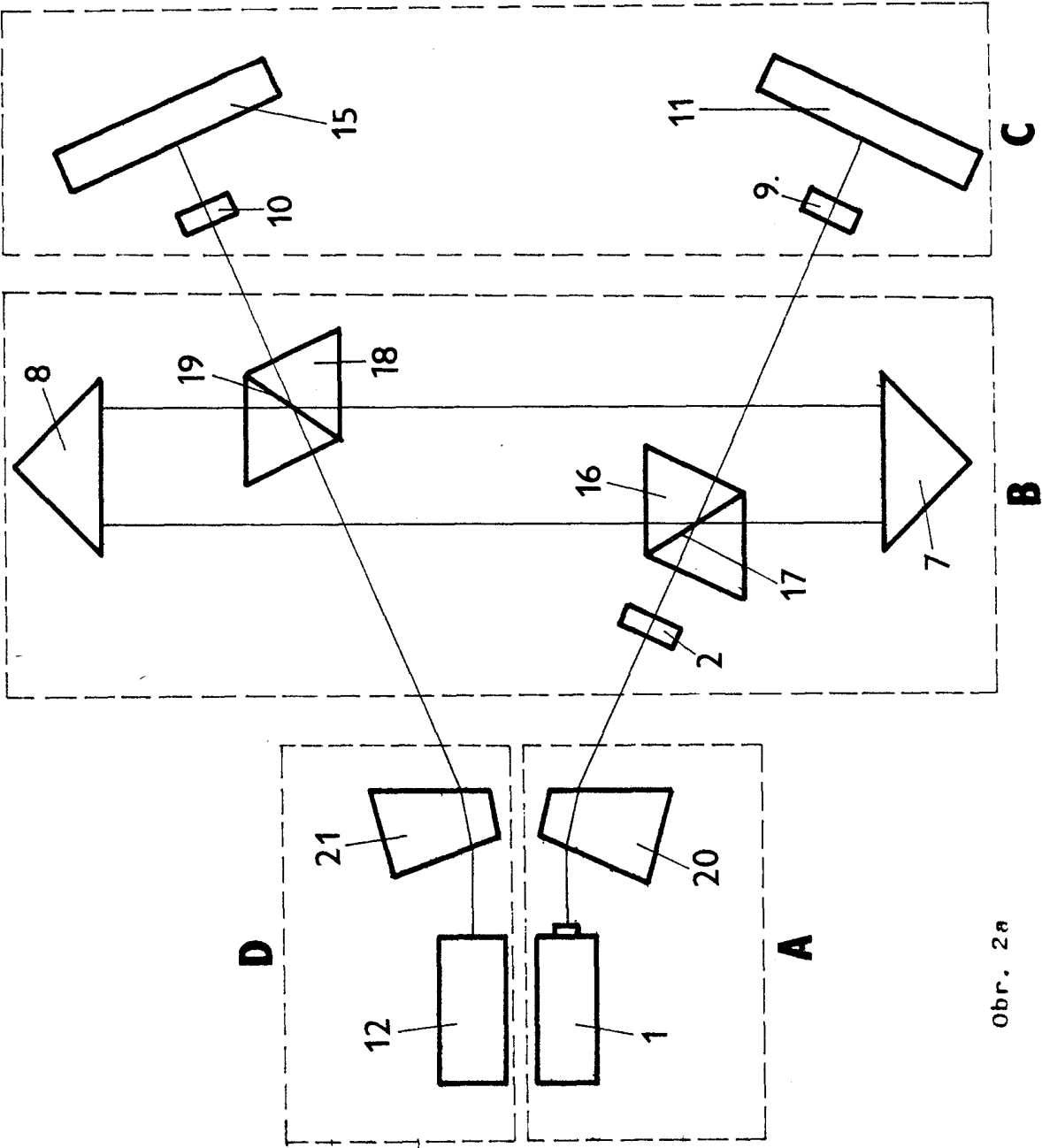
238145



Obv. 1b

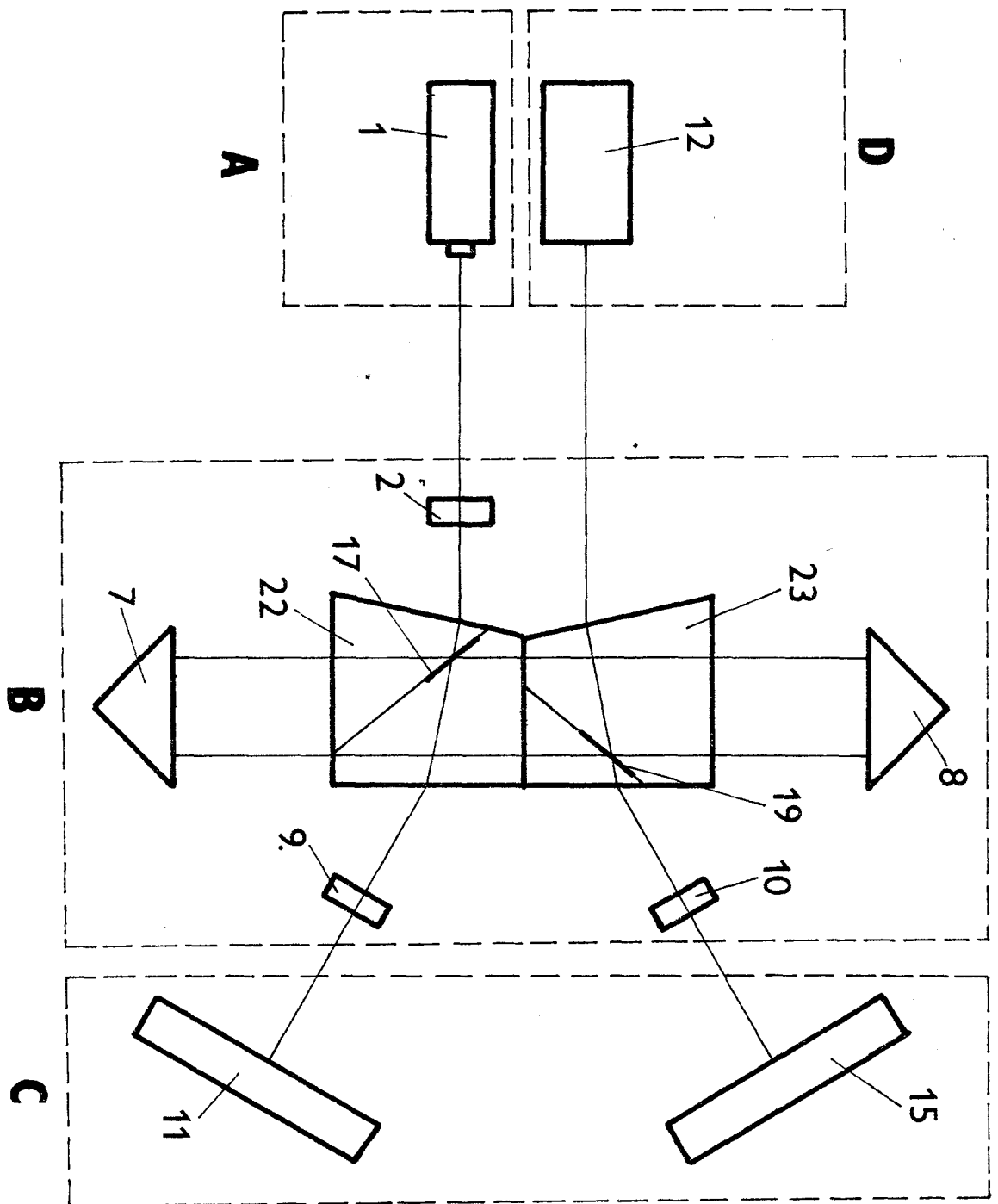


Obv. 1c



Obr. 2a





Obf. 2b