



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY  
A OBJEVY

# POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

206398

(11)

(B1)

(22) Přihlášeno 29 11 79

(21) (PV 8231-79)

(40) Zveřejněno 29 08 80

(45) Vydáno 02 05 84

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>  
G 01 B 9/02

(75)

Autor vynálezu

PETRŮ FRANTIŠEK ing. CSc. a VESELÁ ZDENKA ing., PRAHA

(54) Způsob kontroly přerušení svazku světla v laserovém interferometru  
a zařízení k provádění tohoto způsobu

Vynález se týká způsobu a zařízení ke kontrole přerušení svazku světla v laserovém interferometru při měření.

Signály k vyhodnocení výsledků z laserového interferometru jsou vytvářeny v detekční jednotce, ve které jsou umístěny děliče světla pro rozdělení interferujících svazků světla na dva případně více svazků světla, které dopadají na příslušné fotoelektrické detektory. Detekční jednotka obsahuje kromě těchto částí některé další elementy, které slouží k vytváření signálů pro elektronické vyhodnocení výsledků z interferometru. Tyto signály musí být k dispozici kontinuálně, jelikož laserový interferometr je inkrementálním systémem. Nesmí tedy dojít v žádném okamžiku při měření ke ztrátě signálu, což znamená k přerušení svazku světla. V případě přerušení svazku světla je nutno indikovat nesprávný údaj měření.

Kontrola přerušení svazků světla při měření s laserovým interferometrem tedy je velmi důležitá pro řádnou funkci interferometru v provozních podmínkách. Laserový interferometr při poruše funkce, způsobené i velmi krátkodobým přerušením světla laseru, ztrácí v tomto okamžiku informaci o tom, co se děje v době poruchy. Porucha vznikne buď přerušením přímo svazku světla laseru nebo měřicího svazku světla nebo na výstupu z vlastního interferometru. Z těchto důvodů se provádí, pokud je to možné, ochrana prostoru, kterým svazky světla procházejí, například krytem nebo jinou nápadnou zábranou. V praktických případech prostor, kudy prochází referenční svazek, je omezen na uzavřený interferometr, takže jeho přerušení nepadá v úvahu. Provádí se tedy kontrola přerušení svazku světla vycházejícího z laseru, měřicího svazku světla ve vlastním interferometru a sjednoceného svazku světla z vlastního interferometru. Kontrola přerušení svazku světla musí dovolit jak pokles výkonu záření laseru během doby jeho životnosti, tak i částečné zeslabení například měřicího svazku světla v interferometru vlivem nedokonalé justáže a podobně. Nejvýhodnějším řešením pro odstranění dosavadních nedostatků je kontrola svazku světla v laserovém interferometru elektrickou cestou, při které by byl při poruše signál nulový.

Tuto problematiku řeší předložený způsob kontroly přerušení svazku světla v laserovém interferometru při měření, jehož podstatou je, že na výstupu z vlastního interferometru se odděluje ze sjednocených svazků světla, referenčního a měřicího, část svazků světla, přičemž referenční svazek světla, pokud není lineárně

polarizovaný, se mění na lineárně polarizovaný svazek světla, který se potlačuje, zatímco nadále propouštěný měřicí svazek světla signalizuje přerušení svazků světla v laserovém interferometru.

Způsob kontroly umožňuje zařízení, jehož podstatou je, že za výstupem z vlastního interferometru v ose sjednocených svazků světla je umístěn nepolarizující dělicí člen a v ose oddělené části sjednocených svazků zpožďovací destička, za ní polarizační filtr a detektor.

V jiném případě v ose oddělené části sjednocených svazků světla je umístěn mezi dělicím nepolarizujícím členem a zpožďovací destičkou částečně polarizující člen, například Mac-Neillův hranol.

Hlavní výhodou způsobu a zařízení je, že umožňuje okamžitou a spolehlivou kontrolu přerušení svazků světla v laserovém interferometru, bez ohledu na snížený nebo zvýšený příkon, a tím zabraňuje vzniku chyb při měření zvláště při výskytu krátkodobých přerušení některého ze svazků světla.

Vynález blíže objasní přiložený výkres, kde na obr. 1 a 2 jsou v blokovém uspořádání naznačeny dva praktické příklady zařízení.

Zařízení na obr. 1 sestává z laseru 20, vlastního interferometru 10, na jehož výstupu je v ose  $x$  sjednocených svazků před detekční jednotkou 11 umístěn nepolarizující dělicí člen 1. V ose  $x_1$  oddělené části sjednocených svazků pak zpožďovací destička 2, polarizační filtr 3 a detektor 4. Příklad na obr. 2 je v podobném uspořádání, avšak s tím rozdílem, že mezi nepolarizujícím dělicím členem 1 a zpožďovací destičkou 2 je umístěn částečně polarizující dělicí člen 6, například Mac-Neillův hranol. Zařízení lze zabudovat přímo do detekční jednotky 12, která obsahuje detekční systém 11.

Způsob kontroly přerušení svazku světla je v podstatě založen na využití různých forem polarizace sjednocených svazků světla, referenčního a měřicího, vycházejících z vlastního interferometru 10. Pomocí nepolarizujícího dělicího členu 1, případně částečně polarizujícího dělicího členu 6, Mac-Neillova hranolu, se z interferujících svazků světla nejprve oddělí část svazku světla a z něj referenční svazek se změní na lineárně polarizovaný svazek světla. Z tohoto odděleného svazku se pomocí polarizačních členů, například kombinací zpožďovací destičky 2 a polarizačního filtru 3, odfiltruje t.j. zadrží referenční svazek světla. Zůstávající měřicí svazek je detekován detektorem 4 a slouží pak ke kontrole přerušení svazku světla.

Způsob kontroly přerušení svazku světla lze matematicky zdůvodnit následovně.

Pro oddělenou část interferujících sjednocených svazků světla předpokládáme, že referenční svazek je např. definován Jonesovým vektorem:

$$e_0 = E_1 \cdot k_4 \frac{1}{2\sqrt{2}} \begin{bmatrix} -i \\ \sqrt{(1,4)} \end{bmatrix}$$

kde  $E_1$  je vektor el. pole referenčního svazku a  $k_4$  konstanta. Dále, jsou-li  $T_{H\perp}$  a  $T_{H\parallel}$  propustnosti hranolu pro složku el. pole kolmou a rovnoběžnou a  $\delta_H$  rozdíl fázového úhlu po průchodu mezi složkou el. pole kolmou a rovnoběžnou, vyjádříme Jonesovou matici vlastnosti částečně polarizujícího hranolu:

$$\begin{bmatrix} \sqrt{(T_{H\perp})} e^{i(\delta_H/2)} & 0 \\ 0 & \sqrt{(T_{H\parallel})} e^{-i(\delta_H/2)} \end{bmatrix} = [A]$$

Po průchodu referenčního svazku zpožďovací destičkou s fázovým posuvem  $q$  platí:

$$\begin{aligned} e_r &= \begin{bmatrix} e^{-iq/2} & 0 \\ 0 & e^{-is/2} \end{bmatrix} [A] \cdot E_1 \cdot k_4 \frac{1}{2\sqrt{2}} \begin{bmatrix} -i \\ \sqrt{(1,4)} \end{bmatrix} = \\ &= \frac{E_1 \cdot k_4 \cdot e^{-i(\pi/4)}}{2\sqrt{2}} \sqrt{(T_{H\perp})} \exp i \left( \frac{\delta_H + q}{2} - \frac{\pi}{4} \right) \\ &\quad \sqrt{(1,4)} \sqrt{(T_{H\parallel})} \exp -i \left( \frac{\delta_H + q}{2} - \frac{\pi}{4} \right) \end{aligned}$$

Dále za předpokladu

$$\frac{\delta_H + q}{2} - \frac{\pi}{4} = 0$$

čili

$$\delta_H + q = \frac{\pi}{2}$$

dostaneme:

$$e_r = \frac{E_1 \cdot k_4}{2\sqrt{2}} e^{-i(\pi/4)} \begin{bmatrix} \sqrt{(T_{H\perp})} \\ \sqrt{(1,4)} \sqrt{(T_{H\parallel})} \end{bmatrix}$$

Světlo odděleného referenčního svazku je tedy po průchodu zpožďovací destičkou lineárně polarizováno.

Dále prochází svazek světla polarizačním filtrem s azimutem  $\eta_1$ . Po průchodu pro referenční svazek platí:

$$\varepsilon_{r3} = \frac{E_1 \cdot k_4}{2\sqrt{2}} \cdot e^{-i(\pi/4)} \begin{bmatrix} C_1^2 & C_1 S_1 \\ C_1 S_1 & S_1^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sqrt{(T_{H\perp})} \\ \sqrt{(1,4) T_{H\parallel}} \end{bmatrix}$$

kde  $C_1 = \cos \eta_1$ ,  $S_1 = \sin \eta_1$

Za předpokladu, že

$$-\operatorname{tg} \eta_1 = \sqrt{\frac{T_{H\perp}}{1,4 \cdot T_{H\parallel}}}$$

platí, že

$$\varepsilon_{r3} = 0,$$

čili dojde k úplnému potlačení (zadržení) referenčního svazku.

Pro intenzitu propuštěného měřicího svazku, která slouží ke kontrole přerušení svazku, pak platí:

$$I_{m3} = \frac{1}{2} E_1^2 \cdot k_5^2 \frac{T_{H\perp} \cdot T_{H\parallel} \cdot 1,4}{T_{H\perp} + 1,4 \cdot T_{H\parallel}}$$

kde  $K_5$  je konstanta

Zařízení pracuje tak, že se nejdříve oddělí část interferujících svazků světla pomocí nepolarizujícího dělicího členu 1, případně pomocí dvou děličů a to přibližně nepolarizujícího dělicího členu 1 a částečně polarizujícího dělicího členu 6 umístěných za sebou. Svazek světla za nepolarizujícím dělicím členem 1, případně za oběma dělicími členy 1 a 6 obsahuje oba svazky, referenční a měřicí, s určitou intenzitou, přičemž obecně mají oba svazky obecnou formu polarizace. Zpožďovací destička 2 za posledním nepolarizujícím, případně částečně polarizujícím dělicím členem 6 je dimenzována takovým způsobem, že přeměnění procházející referenční svazek na lineárně polarizovaný. Následující polarizační filtr 3 je potom vůči rovině kmitů tohoto lineárně polarizovaného světla zkřížen (natočen o  $90^\circ$ ), takže tento svazek nepropustí. Polarizačním filtrem 3 prochází tedy pouze příslušná složka měřicího svazku světla kolmá k rovině kmitů lineárně polarizovaného referenčního svazku světla. Intenzita tohoto procházejícího měřicího svazku světla je přímo úměrná intenzitě světla laseru 20, příp. svazku světla v měřicí cestě interferometru a je nulová při nulové intenzitě světla laseru neboli úplném zclonění.

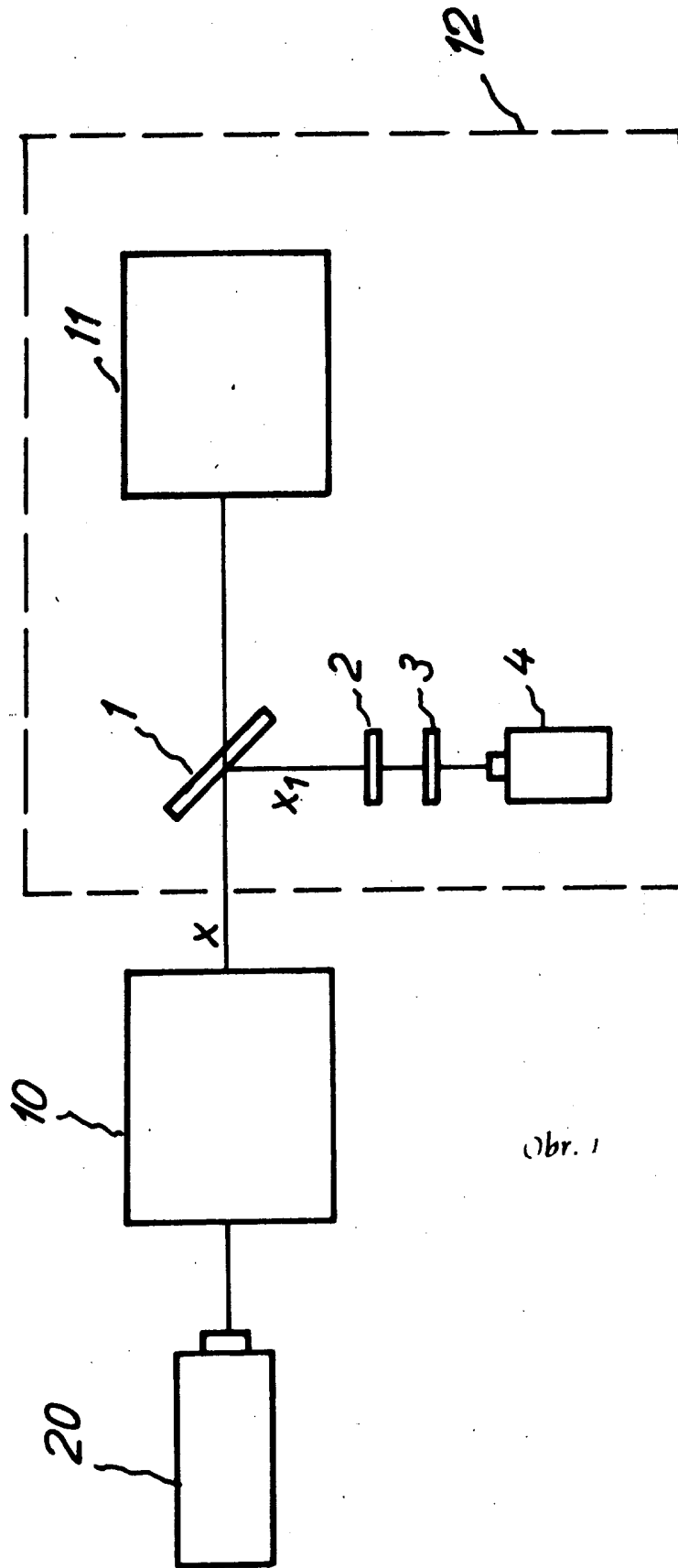
Zařízení, sloužící k indikaci přerušení svazku světla je potom možné nastavit tak, že signalizuje přerušení pouze v případě, kdy intenzita měřicího svazku světla, který slouží ke kontrole, klesne pod předem stanovenou mezní hodnotu, pod kterou by nebylo možné zaručit spolehlivou funkci interferometru. Pouhý pokles výkonu záření laseru anebo částečné zeslabení měřicího svazku, při kterém interferometr ještě spolehlivě pracuje, nezpůsobí signalizaci přerušení svazku.

V některých případech jsou referenční a měřicí svazky světla v oddělené části sjednocených interferujících svazků ortogonálně lineárně polarizovány.

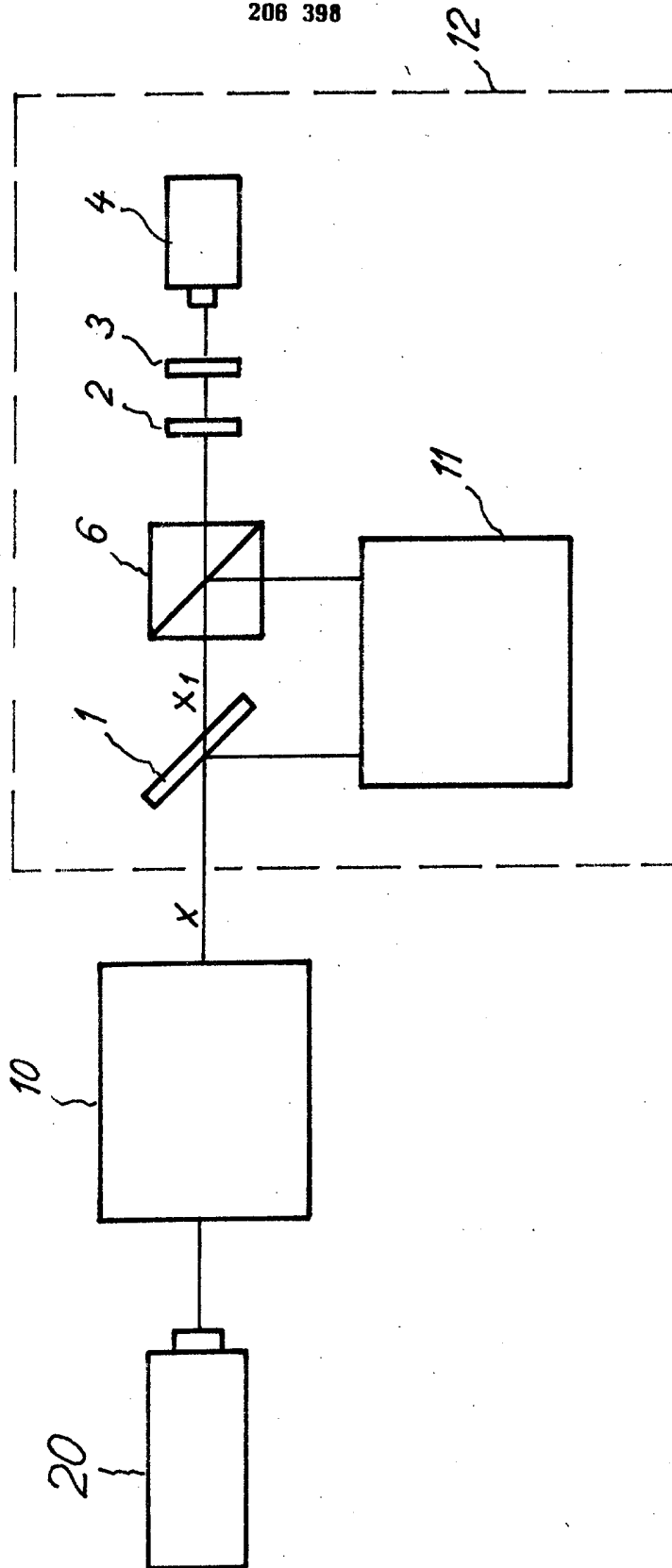
Pak se provede pouze odfiltrování referenčního svazku světla polarizačním filtrem 3 a procházející měřicí svazek světla slouží ke kontrole přerušení svazku světla.

## PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob kontroly přerušení svazku světla v laserovém interferometru při měření vyznačený tím, že na výstupu z vlastního interferometru se odděluje ze sjednocených svazků světla, referenčního a měřicího, část svazků světla, přičemž referenční svazek světla, pokud není lineárně polarizovaný, se mění na lineárně polarizovaný svazek světla, který se potlačuje, zatímco nadále propuštěný měřicí svazek světla signalizuje přerušení svazků světla v laserovém interferometru.
2. Zařízení k provedení způsobu kontroly podle bodu 1 vyznačené tím, že za výstupem z vlastního interferometru (10) v ose (x) sjednocených svazků světla je umístěn nepolarizující dělicí člen (1) a v ose ( $x_1$ ) oddělené části sjednocených svazků zpožďovací destička (2), za ní polarizační filtr (3) a detektor (4).
3. Zařízení podle bodu 2 vyznačené tím, že v ose ( $x_1$ ) oddělené části sjednocených svazků světla je umístěn mezi dělicím nepolarizujícím členem (1) a zpožďovací destičkou (2) částečně polarizující dělicí člen (6), například Mac-Neillův hranol.



(br. 1



Obr. 2