



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY  
A OBJEVY

# POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

245614

(11)

(B1)

/22/ Přihlášeno 07 06 84

/21/ PV 4330-84

(40) Zveřejněno 16 12 85

(45) Vydáno 15 10 87

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

G 02 F 1/03,

G 01 B 9/02,

G 01 V 9/04

(75)

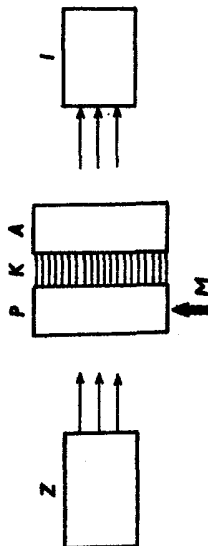
Autor vynálezu

KOTRBATÝ JIŘÍ, NEPOMUK, HAVEL VÁCLAV, TŘEMOŠNÁ

## (54) Zařízení k optické indikaci malých mechanických posunutí

Účelem zařízení je vytvořit jednoduché a citlivé zařízení k indikaci malých mechanických posunutí.

Tohoto účelu se dosáhne zařízením, kde mezi světelný zdroj /Z/ a indikátor světla /I/, tvořený například fotoodporem, fotodiodou nebo fototrazistorem, jsou vloženy dva polarizační filtry /P a A/, z nichž alespoň jeden polarizační filtr /P, A/ je posuvný ve směru své roviny. Polarizační roviny polarizačních filtrů /P, A/ svírají úhel  $90^\circ$  a mezi nimi je umístěna homeotropní vrstvička nematického krystalu /K/. Její tloušťka je řádově  $10^{-5}$  až  $10^{-4}$ m.



Obr. 1

Vynález se týká zařízení k optické indikaci malých mechanických posunutí řádově mikrometry, využívajícího vlastností tekutých krystalů.

Dosud užívané snímače malých mechanických posunutí, řádově 1 mikrometr, jsou zpravidla mechanické, indukční, kapacitní, optické a elektronkové. Mechanické snímače využívají obvykle pákových nebo ozubených mechanismů a jsou velmi náročné na přesné mechanické opracování.

Indukční a kapacitní snímače přeměňují mechanické posunutí ve změnu indukčnosti nebo kapacity. Rovněž tyto snímače kladou vysoké nároky na přesnost opracování a také další vyžítí signálu si vyžaduje složitých elektronických obvodů.

Optické snímače využívají systému zrcadel nebo planparalelních destiček a pro další zpracování signálu se užívá další optické soustavy. Jsou známy rovněž metody využívající moaré obrazců, u nichž se modulace světelného toku dosahuje soustavou dvou destiček s nanesenými soustavami čar, přičemž jedna z destiček je posuvná.

Všechny tyto typy snímačů mají zhruba stejnou hranici citlivosti  $10^{-7}$  m. Výjimkou jsou pouze optická interferenční zařízení, jejichž přesnost je o několik řádů vyšší. To jsou však zařízení velmi složitá a nákladná.

V soudobé elektronice je široce využíváno tekutých krystalů k optické indikaci různých údajů. K ovládní propustnosti nebo odrazivosti optoelektrických buněk s tekutými krystaly je užíváno elektrického napětí, přiváděného na elektrody těchto buněk. Ukázalo se, že propustnost buňky s tekutým krystalem lze při vhodném uspořádání ovládat i mechanicky.

Těchto skutečností využívá i zařízení podle vynálezu, které odstraňuje výše uvedené nedostatky, kde mezi světelný zdroj a indikátor světla jsou vloženy dva polarizační filtry, z nichž alespoň jeden je posuvný ve směru své roviny.

Podstatou vynálezu je, že polarizační roviny těchto filtrů svírají úhel  $90^\circ$ . Mezi nimi je umístěna homeotropní vrstvička nematického tekutého krystalu, jejíž šířka je řádově  $10^{-5}$  až  $10^{-4}$  m. Indikátor světla může být tvořen fotoodporem nebo fotodiodou nebo fototranzistorem.

Výhodou zařízení podle vynálezu je jednoduchost, malé pořizovací náklady a snadná přeměna mechanického posunutí v elektrický signál. Na zdroj světla ani na typ elektrooptického snímače nejsou kladeny speciální nároky. Ve srovnání s metodami moaré obrazců nevznikají v zařízení podle vynálezu složitě ohybové a interferenční jevy.

Schematicky je zařízení podle vynálezu znázorněno na přiloženém obr. 1, popis činnosti je objasněn pomocí obr. 2, 3.

Optický polarizátor a analyzátor, uložené mezi zdrojem světla Z a indikátorem světla I, jsou tvořeny polarizačními filtry P a A, které jsou k sobě přiloženy tak, že jejich polarizační roviny svírají úhel  $90^\circ$ .

Alespoň jeden z těchto polarizačních filtrů P, A je posuvný ve směru své roviny. Mezi polarizačními filtry P a A je umístěna tenká vrstva nematického tekutého krystalu K, tloušťky řádově  $10^{-5}$  až  $10^{-4}$  m, se zápornou anizotropií elektrické permitivity.

Molekuly tekutého krystalu K jsou svými dlouhými osami orientovány kolmo k rovině polarizačních filtrů P a A, jsou tedy v homeotropním uspořádání.

Indikátor světla I může tvořit fotodioda nebo fotoodpor nebo fototranzistor. V homeotropní vrstvě nematického tekutého krystalu K jsou molekuly uspořádány kolmo na rovinu destiček filtrů P, A, takže takováto vrstva má ve všech směrech, ležících v rovině destiček, stejné vlastnosti.

O molekulách předpokládáme, že ve směru osy mají snadnou polarizovatelnost v optickém oboru. Nachází-li se mezi zkříženými polarizačními filtry P, A homeotropní vrstva tekutého krystalu K, nepropouští soustava světlo.

Směr elektrického dipólového momentu molekul je pro homeotropní vrstvu vyznačen na obr. 1 jako vektor p. Při posunutí polarizátoru ve směru M dojde k porušení homeotropní vrstvy a objeví se složka dipólového momentu p<sub>d</sub> ve směru posunutí. Dipólové momenty molekul se vychýlí o úhel alfa daný vztahem

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{x}{d}, \text{ kde}$$

$x$  je velikost mechanického posunutí,  
 $d$  je tloušťka homeotropní vrstvy.

Pro malé úhly alfa potom bude

$$\operatorname{tg} \alpha \approx \alpha \approx \frac{x}{d}$$

a pro složku dipólového momentu vychází

$$p_d \approx p \cdot \alpha$$

Předpokládáme-li /obr. 2/, že směr mechanického posunutí M svírá s kmitosměrem polarizátoru P úhel beta, uplatní se ve směru posunutí složka intenzity elektrického pole

$$E_0 \cdot \cos \beta,$$

kde  $E_0$  je intenzita elektrického pole ve světle prošlém polarizátorem P.

Na analyzátor A dopadá světlo, v němž je intenzita elektrického pole určena vztahem

$$E_1 \approx k \cdot p_d \cdot E_0 \cdot \cos \beta$$

a její složka do kmitosměru analyzátoru A bude

$$E \approx E_0 \cdot k \cdot p_d \cdot \cos \beta \cdot \sin \beta$$

Světelný tok prošlý celou soustavou bude dán vztahem

$$\Phi \approx \frac{1}{4} k^2 \cdot E_0^2 \cdot p^2 \cdot \frac{x}{d} \cdot \sin^2 2\beta$$

Zde  $k$  je konstanta úměrnosti. Má-li nastat změna optické propustnosti soustavy, musí být  $\Phi \neq 0$  a tedy  $\beta \neq 0$ ,  $\beta \neq \frac{\pi}{2}$ . Mechanické posunutí vyvolá maximální změnu propustnosti pro úhel  $\beta = \frac{\pi}{4}$ .

Zařízení pracuje tedy tak, že posune-li se jeden z polarizačních filtrů P nebo A tak, že vektor posunutí je rovnoběžný s povrchem filtrů a svírá s kmitosměrem světla prošlého polarizátorem P nenulový úhel, dojde k průchodu světla touto soustavou.

Posunutí o velikosti řádově 1 mikrometr již vyvolá intenzivní optický jev. Změna optické propustnosti této soustavy trvá jen po dobu posouvání filtru. Tato změna je indikována indikátorem světla I.

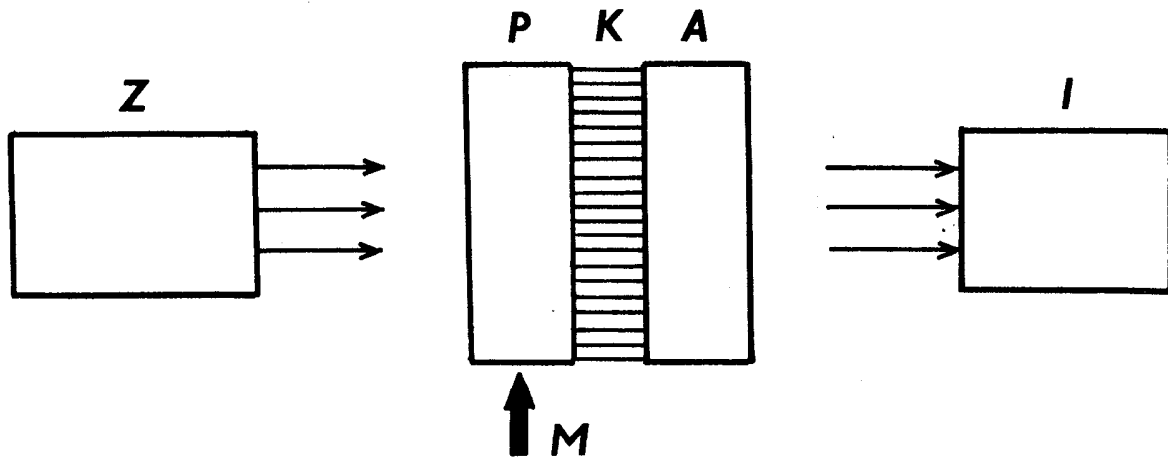
Popsané zařízení by se svou citlivostí mohlo uplatnit jako indikátor malých posunutí, vibrací, otřesů, jako součást zabezpečovacích zařízení nebo při kontrole nerovností povrchů.

## PŘEDMĚT VYNÁLEZU

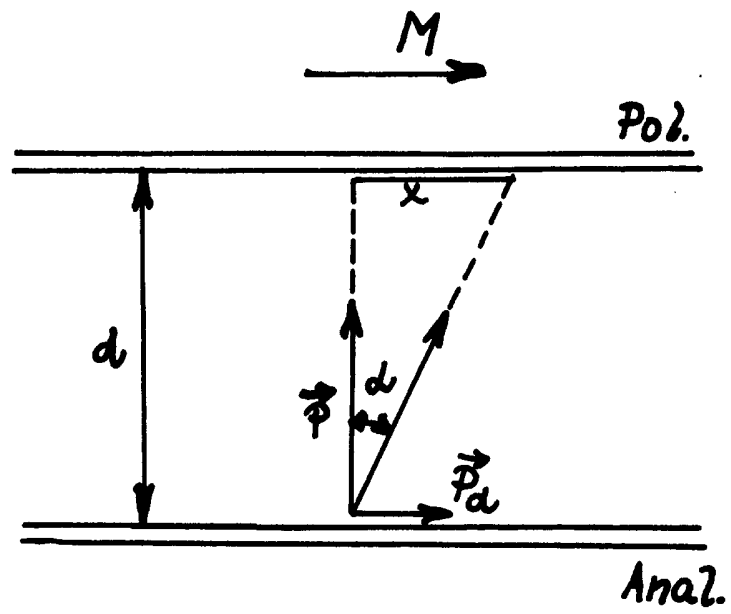
Zařízení k optické indikaci malých mechanických posunutí řádově mikrometry, opatřené světelným zdrojem a protilehlým indikátorem světla, kde mezi světelný zdroj a indikátor světla jsou vloženy dva polarizační filtry, z nichž alespoň jeden je posuvný ve směru své roviny, vyznačující se tím, že polarizační roviny filtrů /P, A/ svírají úhel  $90^\circ$  a mezi nimi je umístěna homeotropní vrstvička nematického tekutého krystalu /K/, jejíž tloušťka je řádově  $10^{-5}$  až  $10^{-4}$  m.

2 výkresy

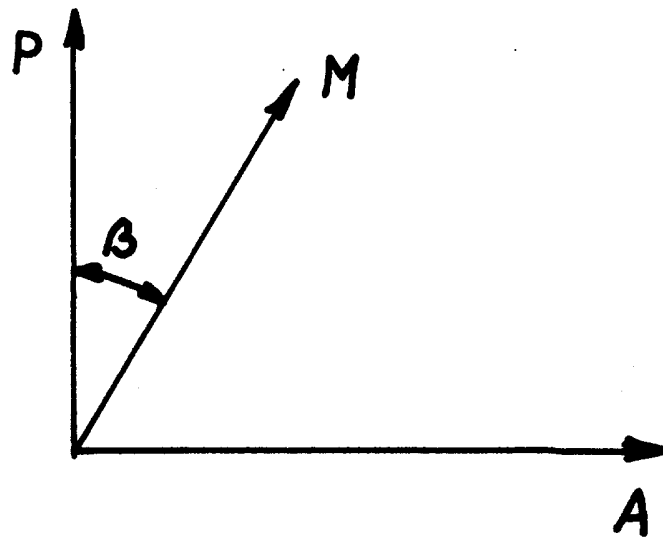
245614



245614



Obr. 2



Obr. 3