



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

200 655

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 20 12 77
(21) PV 8568-77

(51) Int. Cl. ³/G 01 J 3/14
G 01 N 21/00
G 02 B 5/30
G 02 F 1/00

(40) Zveřejněno 31 01 80
(45) Vydáno 30 04 83

(75)
Autor vynálezu BARTA CESTMÍR ing. CSc., ČTYROKÝ JIRÍ ing. CSc., PRAHA (ČSSR),
SIÍVESTROVA IRAIDA MICHAJLOVNA dr.CSc. a PISAREVSKIJ JURIJ VLADIMIROVIC CSc.,
MOSKVA (SSSR)

(54) Akustooptická jednotka

1

Vynález se týká akustooptické jednotky k vychylování světelného paprsku a pro zpracování informace. Využívá ohybu světla na akustické vlně v opticky anizotropním prostředí monokrystalu halogenidu jednocenné rtuti.

Ve známých akustooptických jednotkách pro vychylování světelného paprsku a pro optické zpracování informace se využívá ohybu světelné vlny na akustických vlnách, vytvořených piezoelektrickým měničem v daném akustooptickém prostředí. Změnou kmitočtu akustické vlny se mění úhel odklonu světelného paprsku a změnou amplitudy akustické vlny se mění intenzita odkloněného paprsku. Při ohybu na akustické vlně se také může měnit polarizace světelné vlny. Nejdůležitějšími parametry akustooptické jednotky z hlediska jejího použití v zařízeních k vychylování světelného paprsku (deflektorech) a zařízeních pro zpracování informace jsou difrakční účinnost (poměr mezi intenzitou světla vychyleného a dopadajícího paprsku) a součin časové konstanty jednotky τ se šířkou kmitočtového pásma Δf . Tato šířka pásma je určena jednak elektrickými a akustickými vlastnostmi piezoelektrického měniče, jednak šířkou pásma vzájemného působení akustické a světelné vlny. Mimořádně velmi široké pásmo vzájemného akustooptického působení lze dosáhnout v opticky anizotropním prostředí využitím tzv. abnormální difrakce, při níž se mění polarizace vychyleného světelného svazku. V opticky jednoosých prostředích se zavádí příčná akustická vlna zpravidla rovnoběžně nebo kolmo k optické ose a směr dopadajícího paprsku se volí tak, aby vychylený paprsek

vystupoval kolmo k optické ose. Při použití známých druhů krystalů popsané uspořádání vede k příliš vysokým akustickým kmitočtům v oblasti gigahertzů a difrakční účinnost je malá.

V krystalu paratelluritu - kysličníku telurititého (TeO_2) lze ke konstrukci akustooptické jednotky s abnormální difrakcí a vysokou difrakční účinností využít silného stáčení roviny polarizace světla. Pracovní kmitočet takové akustooptické jednotky je relativně nízký, řádu desítek megahertz, a závisí na vlnové délce použitého světla. Dopadající světlo však musí být přitom kruhově polarizováno.

Je znám rovněž akustooptický deflektor využívající abnormální difrakce v pootočeném krystalu kysličníku telurititého. Akustická vlna se v krystalu kysličníku telurititého šíří ve směru odchýleném o 6° od osy $[110]$ v rovině (110) se směrem kmitání $[1\bar{1}0]$. Přitom se prakticky zachovává účinnost vzájemného působení a odstraňuje se tím pokles difrakční účinnosti ve středu kmitočtového pásma. Nedostatkem tohoto deflektoru je, že směr skupinové rychlosti akustické vlny je odchýlen od vlnové normály o velký úhel, jmenovitě $51,3^\circ$. To vyžaduje mimořádně velký objem krystalu pro výrobu takového deflektoru. Kromě toho deflektory vyrobené z krystalů kysličníku telurititého nemohou být použity v infračervené spektrální oblasti pro vlnové délky nad $5 \mu\text{m}$. Nevýhodou je také vysoká cena monokrystalů kysličníku telurititého o požadovaných rozměrech a požadované jakosti. Další nevýhodou akustooptické jednotky zhotovené z kysličníku telurititého je skutečnost, že pro difrakci na podélné vlně je činitel akustooptické kvality M_2 , na němž závisí difrakční účinnost, malý - asi $1/30$ hodnoty pro difrakci na příčné vlně.

Je známa rovněž akustooptická jednotka z monokrystalu halogenidu jednoduše rtuti popsaná Georgijem Dobržanským a kol. v šs. autorském osvědčení č. 170.007, která má vysokou hodnotu činitele akustooptické kvality M_2 pro podélnou i příčnou vlnu a propouští záření i v infračervené oblasti o vlnové délce větší než $5 \mu\text{m}$. Nevýhodou této jednotky je, že malá rychlost šíření akustické vlny vede k nutnosti používat pro dosažení dostatečné šířky kmitočtového pásma piezoelektrické měniče velmi malých rozměrů, čímž rostou nároky na akustickou hustotu generovanou měničem.

Výše uvedené nedostatky jsou odstraněny akustooptickou jednotkou z krystalu halogenidu jednoduše rtuti podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že alespoň jedna plocha z prvního páru vzájemně protilehlých ploch, určených pro vstup a výstup světelné vlny, je pootočená od krystalografické plochy (001) kolem krystalografického směru $[HKO]$ kolmého na směr $[001]$ o úhel α , jehož hodnota je v rozmezí $0,1$ až 15° a další plocha, k níž je připojen zdroj akustické vlny, je rovnoběžná s krystalografickou plochou (HKO) .

S výhodou lze také použít uspořádání, při kterém je krystalografický směr $[HKO]$ rovnoběžný se směrem $[110]$.

V ještě dalším uspořádání lze volit krystalografický směr $[HKO]$ rovnoběžný se směrem $[100]$.

S výhodou se volí zdroj akustické vlny jako zdroj podélné akustické vlny.

V jiném uspořádání je zdroj akustické vlny zdrojem příčné akustické vlny kmitající

ve směru $[\bar{K}HO]$.

Výhoda akustooptické jednotky podle vynálezu spočívá zejména v tom, že umožňuje současné využití vysokých hodnot činitele akustooptické kvality krystalů jedномоoné rtuti a jejich vysoké optické a elastické anizotropie, čímž se podstatně zlepšují parametry akustooptické jednotky.

Výhoda akustooptické jednotky podle vynálezu je, že při použití pomalé příčné akustické vlny lze oproti jednotkám zhotoveným z kysličníku teluričitého zpracovat signály delšího trvání.

Další výhodou je, že akustooptická jednotka podle vynálezu vyžaduje při srovnatelných ostatních parametrech menší rozměry krystalu než dosud známé akustooptické jednotky. Tak např. akustooptická jednotka z kysličníku teluričitého s šířkou světelného paprsku 40 mm a délkou vzájemného působení 10 mm při středním kmitočtu 70 MHz vyžaduje monokrystal o rozměru nejméně 63 mm ve směru šíření světla, zatímco jednotka podle vynálezu s akustooptickým prostředím z chloridu rtuťného má při stejné šířce světelného svazku 40 mm, délce oblasti vzájemného působení 10 mm a stejném středním kmitočtu 70 MHz ve směru šíření světla pouze 12 až 15 mm.

Výhoda akustooptické jednotky podle vynálezu ve srovnání s akustooptickou jednotkou z halogenidu jedномоoné rtuti podle čs. autorského osvědčení č. 170.007 spočívá ve využití optické anizotropie uvedených krystalů, takže akustooptická jednotka podle vynálezu pracuje v režimu abnormální difrakce. Tento režim umožňuje při zachování všech ostatních parametrů akustooptické jednotky několikanásobně prodloužit délku vzájemného působení akustické a světelné vlny a tím snížit potřebný budicí vysokofrekvenční elektrický příkon, nebo při téže délce a příkonu ve stejném poměru zvětšit šířku kmitočtového pásma jednotky, nebo odpovídajícím způsobem zvětšit šířku pásma i délku. Akustooptická jednotka z monokrystalu bromidu rtuťného s úhlem pootočení $\alpha = 2^\circ 25'$, délkou oblasti vzájemného působení 9,5 mm a středním kmitočtem 40 MHz má šířku kmitočtového pásma 15 MHz oproti akustooptické jednotce podle čs. autorského osvědčení č. 170.007, u které pro dosažení této šířky pásma je nutno zkrátit délku přibližně desetkrát. Potřebný vysokofrekvenční výkon u akustooptické jednotky podle vynálezu je přitom snížen přibližně na 1/5 a požadavek na výkonovou hustotu akustické vlny generované piezoelektrickým měničem a s tím související elektrické a tepelné zatížení měniče je snížen na 1/50 hodnoty vůči provedení podle čs. autorského osvědčení č. 170.007.

Na připojeném výkrese jsou schematicky znázorněny čtyři příklady provedení akustooptické jednotky podle vynálezu.

Příklad 1

Akustooptická jednotka podle vynálezu pozůstává z monokrystalu 1 chloridu rtuťného, jehož alespoň jedna ze vzájemně protilehlých ploch 2, 2' je pootočena vůči krystalografické ploše (001) kolem krystalografického směru $[HKO]$ rovnajícím se ose $[110]$ o úhel α . Další plocha 2 krystalu je rovnoběžná s krystalografickou plochou (110) a je k ní připojen

zdroj 4 akustické vlny. Protilehlé plochy 2, 2' jsou vyleštěny pro vstup 2 a výstup 2' světelné vlny. Vyleštění ostatních ploch akustooptické jednotky není podmínkou její funkce, může však být v některých případech výhodné.

Podélná akustická vlna 6 se šíří akustooptickou jednotkou v krystalografickém směru $[HKO]$ rovnajícím se ose $[110]$. Dopadající světelná vlna 2 se uvnitř akustooptické jednotky šíří v rovině pootočené kolem směru šíření akustické vlny o úhel α a je polarizována mimořádně, tj. vektor intenzity jejího elektrického pole leží v rovině, určené směrem šíření světelné vlny a směrem optické osy $[001]$ krystalu. V rovině určené směrem šíření akustické vlny 6 a směrem šíření světelné vlny 2 dochází v akustooptické jednotce k difrakci světelné vlny. Vzniklá odohylená světelná vlna 2' vystupuje z akustooptické jednotky polarizována jako řádná světelná vlna, tj. vektor intenzity jejího elektrického pole leží kolmo k rovině, určené směrem šíření světelné vlny a směrem optické osy $[001]$ krystalu. Bez akustooptické interakce vychází světelná vlna ve směru 2'. Rychlost šíření akustické vlny činí v tomto případě 2054 m sec^{-1} .

Příklad 2

Akustooptická jednotka podle vynálezu, obdobná příkladu 1, ale pozůstávající z krystalu bromidu rtuťného, přičemž krystalografický směr $[HKO]$ je rovnoběžný s osou $[100]$. V tomto případě je rychlost šíření akustické vlny jen 148 msec^{-1} .

Příklad 3

Akustooptická jednotka podle vynálezu obdobná příkladu 1, ale pozůstávající z jodidu rtuťného a opatřená zdrojem 4 příčné akustické vlny kmitající ve směru $[110]$. U této jednotky je rychlost šíření akustické vlny pouhých 253 msec^{-1} .

Příklad 4

Akustooptická jednotka podle vynálezu obdobná příkladu 2, tj. pozůstávající z bromidu rtuťného, ale se zdrojem 4 příčné akustické vlny kmitající ve směru $[010]$. Zde se akustická vlna šíří rychlostí 1249 msec^{-1} . Je-li bromid rtuťný nahražen chloridem rtuťným, zvýší se rychlost šíření akustické vlny na 1305 msec^{-1} , a je-li nahražen jodidem rtuťným, sníží se rychlost šíření akustické vlny na 1204 msec^{-1} .

Akustooptickou jednotku podle vynálezu lze použít pro vychylování světelného paprsku v zařízeních pro záznam dat, ve velkoplošných laserových displejích, v holografických pamětech, v zařízeních pro optické zpracování informace - kde se provádí komprese signálů, přispůsobená filtrace, korelace - a jinde.

P R E D M E T V Y N Á L E Z U

1. Akustooptická jednotka z monokrystalu čistého, případně směsného halogenidu jednonočné rtuti ve tvaru hranolku, jehož první pár vzájemně protilehlých ploch je určen pro vstup a výstup světelné vlny, a k jehož další ploše je připojen zdroj akustické vlny, vyznačující se tím, že alespoň jedna z jeho prvního páru vzájemně protilehlých ploch (2, 2') pro vstup (5) a výstup (5', 5'') světelné vlny je pootočena od krystalografické plochy (001) kolem krystalografického směru $[HKO]$ kolmého na směr $[001]$ o úhel (α), jehož hodnota je v rozmezí $0,1$ až 15° a jeho další plocha (3), k níž je připojen zdroj (4) akustické vlny (6), je rovnoběžná s krystalografickou plochou (HKO).
2. Akustooptická jednotka podle bodu 1, vyznačující se tím, že směr $[HKO]$ je rovnoběžný se směrem $[110]$.
3. Akustooptická jednotka podle bodu 1, vyznačující se tím, že směr $[HKO]$ je rovnoběžný se směrem $[100]$.
4. Akustooptická jednotka podle bodů 1 až 3, vyznačující se tím, že zdroj (4) akustické vlny je zdrojem podélné akustické vlny.
5. Akustooptická jednotka podle bodů 1 až 3, vyznačující se tím, že zdroj (4) akustické vlny je zdrojem příčné akustické vlny, kmitající ve směru $[K\bar{H}O]$.

1 výkres

