

# UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

## 28 488

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

**G02B 1/04** (2006.01)

**G02B 6/125** (2006.01)

**G02B 6/14** (2006.01)

**G02F 1/295** (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2015-31033**

(22) Přihlášeno: **04.05.2015**

(47) Zapsáno: **16.07.2015**

(73) Majitel:  
České vysoké učení technické v Praze, Fakulta  
elektrotechnická, Praha 6, CZ

(72) Původce:  
doc. Ing. Václav Prajzler, Ph.D., Praha 13, CZ  
Bc. Radek Maštera, Havlíčkův Brod, CZ

(74) Zástupce:  
Ing. Hana Dušková, Na Kočově 180, 281 03  
Chotutice

(54) Název užitého vzoru:  
**Optická planární mnohavidová POF  
rozbočnice**

**CZ 28488 U1**

## Optická planární mnohavidová POF rozbočnice

### Oblast techniky

Předkládaná topologie optické planární mnohavidové vlnově selektivní POF rozbočnice řeší problém selektivního rozdělení optického signálu pro tři vlnové délky z jednoho vstupního POF vlákna, Plastic Optical Fiber, do třech výstupních POF vláken.

### Dosavadní stav techniky

Pro přenos optického signálu se používají v páteřních sítích křemenná optická jednovidová, jejichž geometrický rozměr průměr jádra/průměr pláště je 9/125  $\mu\text{m}$ , nebo mnohavidová vlákna s geometrickými rozměry 50/125  $\mu\text{m}$  nebo 62,5/125  $\mu\text{m}$ . Méně často se pro přenos dat s nižší přenosovou kapacitou na kratší vzdálenosti nebo pro senzorové aplikace používají také další typy mnohavidových optických vláken s rozměry např. 100/110  $\mu\text{m}$ , 200/230  $\mu\text{m}$ , 500/550  $\mu\text{m}$  apod. Telekomunikační optické systémy používají zpravidla pracovní vlnové délky 850 nm, takzvané první telekomunikační okno. Systémy využívající první telekomunikační okno jsou určeny pro méně náročný přenos dat, a to jak po ekonomické, tak i technické stránce, který probíhá na kratší vzdálenosti s nižším objemem přenášených dat a nižšími přenosovými rychlostmi. V páteřních sítích se používají vlnové délky 1310 nm, tzv. druhé telekomunikační okno, kdy křemenná vlákna mají nejmenší disperzi, nebo pak vlnové délky 1550 nm, tzv. třetí telekomunikační okno, kde křemenná optická vlákna mají nejnižší hodnotu optického útlumu.

Pro současný přenos více optických signálů v jednom optickém vlákně, aby bylo možno přenášet větší množství dat, se používá takzvaný optický vlnový multiplex. Nejčastěji se proto používá přenos dat po jediném optickém vlákně na vlnových délkách odpovídajících druhému a třetímu telekomunikačnímu oknu. V praxi se používá šířka kanálů v rozsahu vlnových délek od 1260 nm do 1360 nm a od 1460 nm do 1625 nm.

V současnosti se také rozvíjí optické přenosové systémy pro přenos dat na kratší vzdálenosti, které využívají místo standardních křemenných optických vláken mnohavidová plastová optická vlákna s průměrem jádra 980  $\mu\text{m}$  a průměrem pláště 1000  $\mu\text{m}$  označovaná POF, Plastic Optical Fiber. Optické systémy s POF vlákny se dají použít pro realizaci systémů s nižšími realizačními náklady při nižších přenosových rychlostech a menším objemu přenášených dat než u systémů s křemennými optickými vlákny. Přenos dat u POF vlákna probíhá na vlnových délkách 650 nm nebo 660 nm. POF vlákno, ale umožňuje díky nízkému optickému útlumu přenos dat na dalších vlnových délkách a to 532 nm a 590 nm. Optické systémy s POF vlákny, které pracují na vlnových délkách 650 nm a 660 nm, jsou již komerčně dostupné a jsou instalovány například do kanceláří menších a středních firem a do nových automobilů. Předpokládá se, že tyto systémy najdou uplatnění i v leteckém průmyslu. Pro tyto nové systémy bude potřeba vyvinout nové struktury, které budou sloužit k distribuci optických signálů. Aby bylo možno zvětšit šířku přenášeného pásma, tak se v praxi používá spektrální dělení optického signálu. Spektrální dělení je prováděno pomocí struktur s vlnovými děliči WDM, Wavelength Division Multiplex.

Základní fotonickou strukturou, která je používána ve všech optických sítích je optická rozbočnice, která rozděluje optický signál pomocí Y větvení, nebo v případě jednovidových vlnovodů lze rozdělení optického signálu provést pomocí struktury s mnohavidovou interferencí. V případě Y větvení není struktura vlnově selektivní a v případě optické děliče s mnohavidovou interferencí struktura pracuje jen s velice úzkou spektrální šířkou. Spektrální dělení optického signálu je prováděno pomocí spektrálně selektivních optických mřížek. Další možností jak provést vlnové dělení signálu je použít struktury s tenkovrstvými filtry TFF, Thin Film Filter. Všechny tyto struktury pracují s jednovidovými vlnovody. Další možností je využít struktur, které pracují na principu mnohavidové interference. Zde je, interferenční část multivodová, ale vstupní a výstupní optický signál musí být opět jednovidový.

Doposud byly popsány jen optické planární struktury, které umožní rozdělit jeden optický signál z POF vlnovodu do dvou, tří nebo čtyř výstupních POF vlnovodů. Tyto struktury nejsou vlnově selektivní, a tedy rozdělují přenášený optický signál bez vlivu na spektrální charakteristiku. Tyto vlnově neselektivní struktury byly realizovány na základě dvou principů.

- 5 V prvním případě byla do substrátu, kterým je kov nebo polymer, vytvořena pomocí CNC gravírování Y drážka a na vstup a na výstup byly připojeny POF vstupní/výstupní vlnovody. Na závěr byla na tuto strukturu připevněna horní krycí vrstva, která je ze stejného materiálu jako substrát. Přesný tvar Y drážky je navržen pomocí počítačové simulace za použití specializovaných programů tak, aby se optický signál šířil co možná s nejnižšími ztrátami optického výkonu, a aby byl  
10 dělicí poměr optického výkonu ve výstupních vlnovodech symetricky rozdělen. Signál je pak přenášen v uzavřené Y drážce ze vstupního POF vlnovodu do výstupních POF vlnovodů přes Y drážku.

- V druhém případě je opět pomocí CNC gravírování vytvořena do polymerního substrátu z polymeru PMMA Y drážka, do které jsou pak vloženy vstupní a výstupní POF vlákna. Po vložení  
15 těchto vláken je Y drážka zalita vlnovodnou vrstvou, která je pak vytvrzena pomocí UV světla. Na závěr je připevněna horní krycí vrstva, která je ze stejného materiálu jako substrát. Opět je tvar Y drážky navržen pomocí specializovaného softwaru tak, aby se signál šířil co s nejvyšší účinností.

- Tyto popsané a známé struktury nejsou vlnově selektivní, a tedy rozdělují přenášený optický  
20 signál bez vlivu na spektrální charakteristiku. V případě mnohavidových vláken POF (980/1000  $\mu\text{m}$ ) doposud byla popsána jen optická planární mnohavidová POF rozbočnice podle užitého vzoru CZ 25454, která je tvořena vstupním POF vláknovým vlnovodem, který je připojen na vstupní kanálkový vlnovod tvořený vrstvou NOA v substrátu z polymeru PMMA. Kanálkový vlnovod se přes taperovaný kanálkový vlnovod z polymeru NOA, který se rozšiřuje ve  
25 směru šíření optického signálu, je vyústěn do dvou kanálkových vlnovodů ve tvaru S tvořených opět z vlnovodné vrstvy NOA. Na konci jednoho kanálkového vlnovodu je vložen polymerní barevný filtr s propustností pro vlnové délky v oblasti 650 nm, za kterým je zařazen výstupní vláknový POF vlnovod. Obdobně je na konci druhého kanálkového vlnovodu je vložen polymerní barevný filtr s propustností pro vlnové délky v oblasti 532 nm a za ním je zařazen výstupní  
30 vláknový POF vlnovod. Nevýhodou tohoto řešení je, že umožňuje vlnové rozdělení signálu jen do dvou spektrálních kanálů. Doposud nebyl popsán případ pro vlnově selektivní rozbočnice s více než dvěma výstupními POF vlákny.

#### Podstata technického řešení

- Výše uvedené nedostatky odstraňuje optická planární mnohavidová POF rozbočnice tvořená  
35 vstupním POF vláknovým vlnovodem, který je připojen na vstupní kanálkový vlnovod tvořený vrstvou NOA v substrátu z polymeru PMMA. Vstupní kanálkový vlnovod je přes taperovaný kanálkový vlnovod z polymeru NOA, který se rozšiřuje ve směru šíření optického signálu, vyústěn do levého a pravého kanálkového vlnovodu ve tvaru S, které jsou vytvořeny opět z vlnovodné vrstvy NOA. Na konci levého kanálkového vlnovodu je vložen první optický filtr s propustností  
40 pro vlnové délky v oblasti 532 nm. Za ním je zařazen první výstupní vláknový POF vlnovod. Na konci pravého kanálkového vlnovodu je vložen druhý optický filtr s propustností pro vlnové délky v oblasti 650 nm a za ním je zařazen druhý výstupní vláknový POF vlnovod. Podstatou nového řešení je, že mezi prvním kanálkovým vlnovodem a druhým kanálkovým vlnovodem je taperovaný kanálkový vlnovod vyústěn do přímého prostředního kanálkového vlnovodu tvořeného vrstvou NOA. Za přímým výstupním kanálkovým vlnovodem je vložen třetí optický filtr  
45 pro vlnové délky v oblasti 590 nm a za ním je zařazen třetí výstupní vláknový POF vlnovod. První, druhý a třetí filtr zde jsou tenkovrstvé filtry.

Výhodou tohoto řešení je, že umožňuje přenos třech kanálů a tedy trojnásobně násobně zvyšuje přenosovou kapacitu soustavy vůči systému bez optických filtrů. Kromě toho o třetinu zvyšuje

přenosovou kapacitu oproti planární mnohavidové POF rozbočnici podle užitého vzoru CZ 25454.

### Objasnění výkresu

- 5 Příklad provedení topologie optické planární mnohavidové POF rozbočnice podle předkládaného řešení je uveden na přiloženém výkrese.

### Příklady uskutečnění technického řešení

- Topologické schéma optické planární mnohavidové POF rozbočnice je uvedeno na přiloženém výkrese. Tato planární mnohavidová POF rozbočnice je tvořena vstupním POF vláknovým vlnovodem 1, který je připojen na vstupní kanálkový vlnovod 2 tvořený vrstvou NOA v substrátu 3 z polymeru PMMA. Vstupní kanálkový vlnovod 2 je přes taperovaný kanálkový vlnovod 4 z polymeru NOA, který se rozšiřuje ve směru šíření optického signálu, vyústěn do levého kanálkového vlnovodu 5, do pravého kanálkového vlnovodu 7 a do výstupního prostředního kanálkového vlnovodu 6. Levý kanálkový vlnovod 5 a pravý kanálkový vlnovod 7 mají tvar S. Prostřední kanálkový vlnovod 6 je přímý. Všechny tyto vlnovody 5, 6 a 7 jsou vytvořeny rovněž z vlnovodné vrstvy NOA. Na konci levého kanálkového vlnovodu 5 je vložen tenkovrstvý první optický filtr 8 s propustností pro vlnové délky v oblasti 532 nm. Za ním je zařazen první výstupní vláknový POF vlnovod 11. Na konci pravého kanálkového vlnovodu 7 je vložen tenkovrstvý druhý optický filtr 10 s propustností pro vlnové délky v oblasti 650 nm a za ním je zařazen druhý výstupní vláknový POF vlnovod 13. Na konci přímého prostředního kanálkového vlnovodu 6 je vložen tenkovrstvý třetí optický filtr 9 pro vlnové délky v oblasti 590 nm a za ním je zařazen třetí výstupní vláknový POF vlnovod 12. Pořadí zařazovaných tenkovrstvých optických filtrů 8, 10 a 9 je zde uvedeno jen jako příklad. Jsou možné všechny varianty, tedy například uspořádání, kdy bude na konci levého kanálkového vlnovodu 5 tenkovrstvý optický filtr s vlnovou délkou 590 nm, na konci prostředního kanálkového vlnovodu 6 bude tenkovrstvý optický filtr s vlnovou délkou 650 nm a na konci pravého kanálkového vlnovodu 7 bude tenkovrstvý optický filtr s vlnovou délkou 532 nm.

- Tenkovrstvé optické filtry tedy umožní selektivní rozdělení optického signálu. První optický filtr 8 umožní průchod optického signálu o vlnové délce 532 nm a zabrání průchodu signálů o vlnových délkách 590 nm a 650 nm. Druhý optický filtr 10 umožní průchod optického signálu o vlnové délce 650 nm a zabrání průchodu signálů o vlnových délkách 532 nm a 590 nm. Třetí optický filtr 9 umožní průchod optického signálu o vlnové délce 590 nm a zabrání průchodu signálů o vlnových délkách 532 nm a 650 nm. Přesné spektrální rozdělení optického signálů je dáno spektrální charakteristikou použitých filtrů.

- Optické planární vlnovody se skládají z vlnovodné vrstvy, substrátu a horní krycí vrstvy. Aby optický signál byl veden vlnovodnou vrstvou, tak hodnota indexu lomu vlnovodné vrstvy musí být vyšší než hodnota indexu substrátu i než hodnota indexu lomu krycí vrstvy. V uvedeném příkladu jsou substrát 3 a horní krycí vrstva, která není na výkrese vyznačena, tvořeny polymerem z PMMA a jako vlnovodná vrstva je použito UV lepidlo NOA. Pro vlnovou délku 650 nm se hodnota indexu lomu vrstvy NOA pohybuje v rozsahu od 1,55 do 1,625 a hodnota indexu lomu vrstvy PMMA je přibližně 1,485, a tedy index lomu vlnovodné vrstvy NOA je vyšší než hodnota indexu lomu PMMA, což znamená, že požadovaná podmínka pro optický vlnovod je splněna.

### Průmyslová využitelnost

- Předkládané řešení je využitelné pro rozdělení optického signálu, který přenáší datovou informaci standardním POF vláknem. Struktura umožňuje selektivní rozdělení třech přenosových kanálů o vlnových délkách 532 nm, 590 nm a 650 nm. Tohoto může být využito při distribuci signálu na kratší vzdálenosti jak v optických sítích v malých firmách, tak například v automobi-

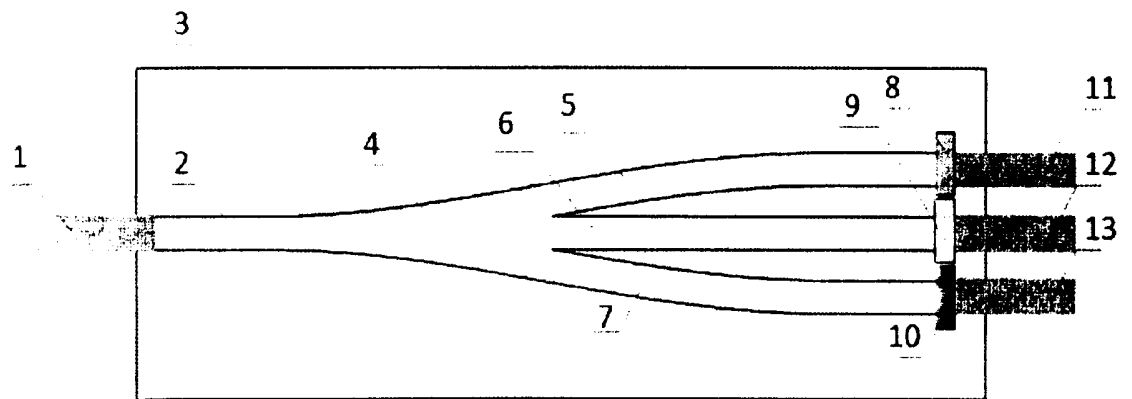
lech. Použití třech přenosových kanálů umožňuje trojnásobně zvýšit přenosovou kapacitu přenosové soustavy.

## N Á R O K Y   N A   O C H R A N U

1. Optická planární mnohavidová POF rozbočnice je tvořena vstupním POF vláknovým vlnovodem (1), který je připojen na vstupní kanálkový vlnovod (2) tvořený vrstvou NOA v substrátu (3) z polymeru PMMA a přes taperovaný kanálkový vlnovod (4) z polymeru NOA, který se rozšiřuje ve směru šíření optického signálu, je vyústěn do dvou kanálkových vlnovodů ve tvaru S vytvořených opět z vlnovodné vrstvy NOA, a to do levého kanálkového vlnovodu (5) a pravého kanálkového vlnovodu (7), kde na konci levého kanálkového vlnovodu (5) je vložen první optický filtr (8), s propustností pro vlnové délky v oblasti 532 nm, za nímž je zařazen první výstupní vláknový POF vlnovod (11) a na konci pravého kanálkového vlnovodu (7) je vložen druhý optický filtr (10) s propustností pro vlnové délky v oblasti 650 nm, za ním je zařazen druhý výstupní vláknový POF vlnovod (13), **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že mezi levým kanálkovým vlnovodem (5) a pravým kanálkovým vlnovodem (7) je taperovaný kanálkový vlnovod (4) vyústěn do přímého prostředního kanálkového vlnovodu (6) tvořeného vrstvou NOA, za kterým je vložen třetí optický filtr (9) pro vlnové délky v oblasti 590 nm, za nímž je zařazen třetí výstupní vláknový POF vlnovod (12), přičemž první optický filtr (8), druhý optický filtr (10) a třetí optický filtr (9) jsou tenkovrstvé filtry.

20

1 výkres



Konec dokumentu