

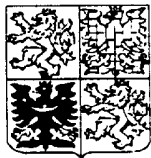
PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

282 893

(19)

ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **3476-92**

(22) Přihlášeno: **24. 11. 92**

(30) Právo přednosti:
25. 11. 91 EP 91/91120030

(40) Zveřejněno: **11. 08. 93**
(Věstník č. 8/93)

(47) Uděleno: **11. 09. 97**

(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: **12. 11. 97**
(Věstník č. 11/97)

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.⁶:

G 02 B 6/30

G 02 B 6/42

(73) Majitel patentu:

Corning Incorporated, Corning, NY, US;

(72) Původce vynálezu:

Dannoux Thierry Luc Alain, Avon, FR;

Herve Patrick Jean Pierre, Avon, FR;

(74) Zástupce:

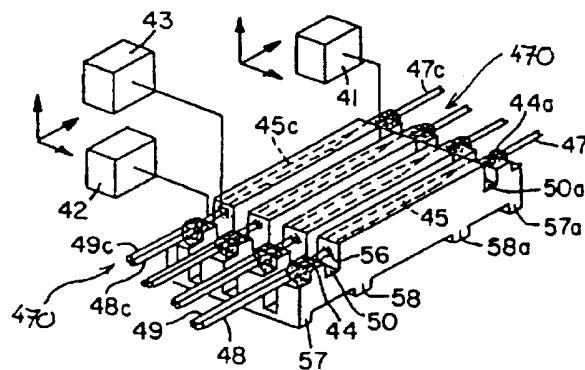
Švorčík Otakar JUDr. advokát, Žitná 25,
Praha 1, 11505;

(54) Název vynálezu:

**Způsob výroby integrovaných optických
zařízení**

(57) Anotace:

Při způsobu výroby integrovaných optických zařízení majících k optickým portům připojené optické vláknové vývodové prostředky (470) se vytvoří násobná jednotková struktura obsahující skupinu optických součástí (45-45n), majících každá nejméně jeden optický výstupní port (56), přičemž násobná jednotková struktura nese každý uvedený výstupní port (56) ve známém prostorovém vztahu ke každému jinému optickému výstupnímu portu (56). Na základě tohoto známého vztahu ukládá a postupně připojuje odpovídající nejméně jeden optický vláknový vývodový prostředek (470) v optickém spojení s odpovídajícím uvedeným nejméně jedním výstupním portem (56) na každé z uvedené skupiny optických součástí (45-45n), které jsou spojené v celek. Poté se uvedená násobná jednotková struktura se rozdělí do jednotlivých optických součástí (45-45n), majících každá k sobě připojené odpovídající optické vláknové vývodové prostředky (470).



CZ 282 893 B6

Způsob výroby integrovaných optických zařízení

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu výroby integrovaných optických zařízení se zkoušením jejich výkonu. Zejména se vynález týká výroby a zkoušení integrovaných optických součástek, které mají optické vláknové vývody.

Dosavadní stav techniky

Integrované optické součástky s vláknovými vývody jsou dobře známé, například z patentového spisu USA č. 4 765 702, patentového spisu USA č. 4 933 262 a patentového spisu USA č. 4 943 130. Tyto součástky se vyrábějí při použití postupů s iontovou výměnou. Další patentový spis USA č. 4 979 970 je zaměřen na způsob výroby integrované optické součástky, zahrnující například vazební člen pro vazbu blízkostí s 2x2 optickými vlnovody, kde každý konec vazebního členu má dvě optická vlákna (vývody) připojená ve vzájemném optickém polohovém vyřízení se dvěma vlnovody difundovanými iontovou výměnou uvnitř skleněného substrátu.

Osazování vývodů je rozhodující pochod při výrobě takových integrovaných optických součástek. Tento pochod zahrnuje jak vzájemné polohové vyřízení optických vlnovodových drah s iontově difundovanými vlnovodovými drahami, a připojení konců vláknových vývodů k povrchu součástky. Vzájemné polohové vyřízení musí být velmi přesné a připojení musí zajistit stabilitu vzájemného polohového vyřízení během výchylek okolního prostředí (obzvláště výchylek teploty). Přesné vzájemné polohové vyřízení je obtížné, obzvláště pro jednovidové vlnovody, jejichž průměry jádra jsou v rozmezí 5 až 10 mikronů.

Jak je popsáno v patentovém spisu USA č. 4 979 970, mohou být konce vláknových vývodů přesně vyřízeny s optickými obvodovými drahami použitím mikromanipulátoru, a to po počátečním přibližném polohovém vyřízení pomocí vnějšího přípravku, vztahujícímu se k tělu součástky. Mikromanipulátor se v typickém případě použije s optickým detekčním prostředkem pro vytvoření aktivního polohového vyřízení, tj. mikromanipulátor pohybuje koncem vlákna dozadu a dopředu v oblasti výstupního portu vlnovodu součástky, až má detekovaný signál maximální hodnotu. Přesnost pohybů mikromanipulátoru je řádově desetina mikrometru.

Jakmile se jednou dosáhlo přesného vzájemného polohového vyřízení pomocí mikromanipulátoru, vytvoří se ve spoji vlákna a povrchu součástky lepený spoj a lepidlo se vytvrdí (například ultrafialovým světelným zářením) pro připojení vláknového vývodu k součástce.

Podle známého řešení, které bude dále v úvodu popisu příkladů provedení vynálezu ještě jednou podrobněji popsáno s odvoláním na výkresy, je optická součástka je tvořena vlnovodovým kombinátorem nebo děličem, oddělovaným příčnou výstupní drážkou od přípojného nosiče holých vláken a přípojného nosiče povlečených vláken. Příčná výstupní drážka tvoří vyřizovací prostor, poskytující místo pro mikromanipulátor, aby držel optická vlákna a pohyboval jimi. Aby se provedlo aktivní polohové vyřízení, mohou být použity dva mikromanipulátory pro současné polohové vyřizování vstupního vlákna a prvního výstupního vlákna. Jakmile byla jednou vstupní vlákno a první výstupní vlákno takto polohově vyřizována, je jejich přesné polohové vyřízení udržováno lepenými spoji a vlákna jsou pevně připojena k součástce adhezivními prostředky. Pochod se opakuje pro druhé výstupní vlákno. Pro zařízení 1x2 mohou být všechna tři vlákna polohově vyřizována a připojována současně, a to v závislosti na účelném řešení mikromanipulátorů a softwaru, který je pohání.

Je známo, že vlnovodové dráhy jsou pro řadu součástek vytvářeny na jediném plátku fotolitografickými postupy. Poté se součástky drážkují a oddělují od sebe a všechny další pochody, jako je osazování vývodů a pouzdrění (sestava), měření, charakterizace a zkoušení jsou vykonávány odděleně na jednotlivých součástkách.

5

V postupu osazování vláknových vývodů zde popsaném se používá dvou samostatných vyřizovacích pochodů pro každou pasivní optickou součástku, a to počáteční přibližné vyřizování (řádově s přesností +/- 20 mikrometrů) a přesné vyřizování (s přesností řádově +/- 0,5 mikrometru). Toto je drahým a časově náročným nedostatkem. Počáteční přibližné vyřizování vyžaduje většinu času, neboť postranní povrch součástky je často špatným referenčním bodem. Jakmile byla přesně stanovena poloha výstupního portu pro jedno z vláken na více vláknové straně jediného zařízení, může být přesně stanovena poloha druhého výstupního portu nebo portů na této straně zařízení bez opakování pochodu přibližného polohového vyřízení. Je tomu tak proto, že vlnovodové dráhy jsou vzájemně spolu velmi přesně polohově vyřízeny fotolitografickými maskovacími fázemi postupu (přesnost vyšší než 1 mikrometr). Časově náročný pochod přibližného polohového vyřizování však musí být opakován pro každé nové zařízení.

Je rovněž známo, že v jednom plátku jsou vlnovodové dráhy různých součástek mezi sebou přesně polohově vyřízeny, a to vzhledem k dané přesnosti vyplývající z fotolitografického procesu. Když je však plátek rozdělován na jednotlivé součástky, je toto přesné vzájemné vyřízení zrušeno. Vynález se proto zaměřuje na to, aby se zachovalo přesné vzájemné polohové vyřízení z počátečního fotolitografického procesu až do okamžiku, kdy jsou vývody spolehlivě připojeny k integrovaným obvodomým součástkám.

Ostatní pochody ve výrobním způsobu podle známého stavu techniky jsou také nákladné a časově náročné, jsou-li prováděny odděleně pro každou jednotlivou součástku. Například příprava a manipulace s jednotlivými optickými vlákny pro připojení k řadě jednotlivých zařízení vyžaduje řadu samostatných opakujících se pochodů, jako odizolování a příprava koncové plochy vlákna (zmenšení odrazu směrem zpět). Je tomu tak zejména ve fázích polohového vyřizování a měření při výrobním postupu, kde konce vláken opačně vůči součástce musí být samostatně nacházeny za účelem injektování a detekce optického signálu. Dalším cílem vynálezu je proto provádět výrobní pochody sestavování, zapouzdřování a měření na velkém počtu součástek současně, místo aby se tyto pochody prováděly samostatně na jednotlivých součástkách, čímž se odstraní potřeba samostatného optického lokalizování a spojování s volným koncem každého vláknového vývodu.

Samostatná manipulace s jednotlivými součástkami v časných fázích výrobního způsobu je dále také časově náročná a nákladná. Cílem vynálezu je proto udržet kompaktní celistvost integrovaného optického plátku co možná nejdéle při výrobě a zkoušení jednotlivých integrovaných optických součástek.

40

Podstata vynálezu

Uvedeného cíle je dosaženo způsobem výroby integrovaných optických zařízení majících k optickým portům připojené optické vláknové vývodové prostředky, jehož podstatou je, že se vytvoří násobná jednotková struktura obsahující skupinu optických součástek, majících každá nejméně jeden optický výstupní port, přičemž násobná jednotková struktura nese každý uvedený výstupní port ve známém prostorovém vztahu ke každému jinému optickému výstupnímu portu, přičemž se na základě tohoto známého vztahu postupně ukládá a připojuje odpovídající nejméně jeden optický vláknový vývodový prostředek v optickém spojení s odpovídajícím uvedeným nejméně jedním výstupním portem na každé z uvedených skupiny optických součástek, které jsou stále spojené v celek, načež se uvedená násobná jednotková struktura rozdělí do jednotlivých

50

optických součástek, majících každá k sobě připojené odpovídající optické vláknové vývodové prostředky.

5 Podle dalšího znaku vynálezu se před připojováním optických vláknových vývodových prostředků uvedená násobná jednotková struktura místně oslabuje pro následné oddělování uvedených optických součástek které se však nechávají spojené v celek. Místní oslabení spočívá s výhodou ve vytvoření skupiny řezů rovnoběžných s osami uvedených vlnovodových drah, vytvořených v uvedených optických součástkách v optickém spojení s uvedeným nejméně jedním optickým výstupním portem, čímž se vytvoří mezisoučástkové drážky, přičemž optické vlnovodové dráhy 10 leží v blízkosti horního povrchu násobné jednotkové struktury a uvedená skupina řezů se vytváří z horního povrchu násobné jednotkové struktury nebo z jejího povrchu opačného vůči uvedenému hornímu povrchu. Při místním oslabování se dále účelně vytváří nejméně jeden řez kolmo na osy uvedených vlnovodových drah při ponechání příčné spojovacích segmentů na uvedené násobné jednotkové struktuře, pro usnadnění pozdějšího dělení, a dále se provádí naříznutí 15 příčné spojovacích segmentů ve směru rovnoběžném s mezisoučástkovými drážkami vruby pro usnadnění jejich rozlomení.

Podle dalšího znaku vynálezu se dále vrubuje nebo ryskuje povrch násobné jednotkové struktury pro usnadnění jejího pozdějšího rozdělení.

20 S výhodou uvedená násobná jednotková struktura dále obsahuje příčně spojovací pásky připojené k integrovanému optickému plátku, přičemž uvedené předběžně dělené optické součástky mohou být oddělovány zrušením uvedeného spojení.

25 Podle dalšího znaku vynálezu se před dělením uvedené skupiny optických součástek tato skupina optických součástek zapouzdřuje, přičemž popřípadě zapouzdřování uvedené skupiny optických součástek před uvedeným rozdělováním zahrnuje pochod, při kterém se osazují okolo uvedených optických součástek zapouzdřovací prvky ve formě objímky tvaru písmene U a tyto objímky se utěsňují kolo uvedených součástek, přičemž utěsňování spočívá ve vstřikování těsnicí hmoty do 30 uvedených objímek ve tvaru písmene U vícehlavým vstřikovacím prostředkem těsnicí hmoty, nebo kde uvedená násobná jednotková struktura obsahuje příčně spojovací prostředky pro udržování celistvosti struktury při současném ponechávání otevřených prostorů mezi optickými součástkami, přičemž utěsňování spočívá v ponoření násobné jednotkové struktury do lázně se těsnicí hmotou.

35 Po připojení vývodových prostředků a před rozdělováním násobné jednotkové struktury na jednotlivé součástky se může provádět podle dalšího znaku vynálezu zkoušení uvedené skupiny optických součástek.

40 Optické vývodové prostředky jsou podle dalšího provedení vynálezu tvořeny skupinou optických vláken kombinovaných do nejméně jedno stužkového útvaru, přičemž při připojování se koncové plochy vláken na prvním konci uvedené alespoň jedné stužky se udržují v pevném vzájemném vztahu a koncové části vláken na druhém konci uvedené alespoň jedné stužky se aktivně polohově vyřizují s odpovídajícím vlnovodovým výstupním portem skupiny integrovaných 45 optických součástek, při současném udržování uvedených koncových ploch vláken na uvedeném prvním konci uvedené nejméně jedné stužky v pevném vzájemném vztahu pro usnadňování injekce a detekce světelných signálů během uvedeného polohového vyřizování. S výhodou uvedená skupina integrovaných optických součástek obsahuje $M \times N$ kombinátory/děliče, mající M vstupů a N výstupů, přičemž se použije M vstupních stužek a/nebo N výstupních stužek 50 během pochodu aktivního polohového vyřizování koncových částí vláken, přičemž každá stužka obsahuje jedno vlákno pro připojení k obzvláštnímu výstupnímu portu každé z uvedené skupiny integrovaných optických součástek, a popřípadě když jsou konce uvedených stužek opačné vůči uvedeným součástkám uspořádány do seskupení nebo svazkovány.

V posledně jmenovaném provedení se s výhodou koncové plochy vláken na uvedeném druhém konci uvedené alespoň jedné stužky spolu seskupují před uvedeným aktivním polohovým vyřizováním a uvedené koncové plochy vláken na uvedeném druhém konci se zdrsňují v hromadném zdrsňovacím pochodu před uvedeným aktivním polohovým vyřizováním.

5

S výhodou se dále zkouší uvedená skupina integrovaných optických součástek, přičemž jsou uvedené koncové plochy vláken na uvedeném prvním konci uvedené nejméně jedné stužky nebo stužek udržovány v pevném vzájemném vztahu pro usnadňování injektování a detekce světelných signálů během uvedeného aktivního zkoušení.

10

Uvedené řešení způsobu podle vynálezu umožňuje zachovat přesné vzájemné polohové vyřízení z počátečního fotolitografického procesu až do okamžiku, kdy jsou vývody spolehlivě připojeny k integrovaným obvodovým součástkám. Výrobní pochody sestavování, zapouzdřování a měření se provádí na velkém počtu součástek současně, místo aby se tyto pochody prováděly samostatně na jednotlivých součástkách, čímž se odstraní potřeba samostatného optické lokalizování a spojování s volným koncem každého vláknového vývodu. Kompaktní celistvost integrovaného optického plátku je udržována prakticky při celé výrobě a zkoušení jednotlivých integrovaných optických součástek. Tím se podstatně zjednoduší a zlevní celý proces.

20

Přehled obrázků na výkresech

Vynález je blíže vysvětlen v následujícím popisu na příkladech provedení s odvoláním na připojené výkresy, na kterých znázorňuje obr. 1a až 1c perspektivní pohledy na integrované optické plátky podle známého stavu techniky s násobnými optickými prvky, ukazující plátek po oříznutí do čtverce (obr. 1a), po vyříznutí příčné výstupní drážky a nosičů vláken (obr. 1b) a poté, co byl plátek rozdělen na jednotlivé optické součástky (obr. 1c), obr. 2a a 2b perspektivní a boční pohled na integrovanou optickou součástku podle známého stavu techniky po připojení vláken, obr. 3a koncový pohled na integrovaný optický plátek během jedné fáze způsobu podle vynálezu s násobnými optickými součástkami předběžně dělenými naříznutím, ale ne zcela oddělenými, obr. 3b boční pohled na plátek z obr. 3a, obr. 3c perspektivní pohled na plátek z obr. 3a, obr. 4a perspektivní pohled na předběžně dělený plátek během fáze připojování vláken podle vynálezu, obr. 4b pohled shora na předběžně dělený plátek po připojení vláken, obr. 4c perspektivní pohled na předběžně dělený plátek s připojenými vlákny, ukazující připojení řady zapouzdřovacích jednotek z kovové fólie ve tvaru písmene U, obr. 5a koncový pohled na plátek se zapouzdřenými optickými součástkami během dělení, obr. 5b koncový pohled na plátek z obr. 5a bezprostředně po rozdělení, obr. 6 perspektivní pohled na skupinu zapouzdřených 1x2 optických součástek během další zapouzdřovací fáze používající mnohadutinovou formu, obr. 7 perspektivní pohled na skupinu zapouzdřených 1x2 optických součástek připravených pro tepelné a/nebo optické zkoušení, obr. 8 perspektivní pohled na jednu plně zapouzdřenou 1x2 optickou součástku, zabalenou do krabice pro expedici, obr. 9 perspektivní pohled na skupinu zapouzdřených 1x8 optických součástek připravených pro tepelné a/nebo optické zkoušení a obr. 10 perspektivní pohled na jednu plně zapouzdřenou 1x8 optickou součástku, zabalenou do krabice pro expedici.

45

Příklady provedení vynálezu

Nejprve bude znovu podrobně rekapitulována a vysvětlena problematika řešená vynálezem a nedostatky známého stavu techniky s odvoláním na obr. 1a až 1c a 2a a 2b. Jak ukazují obr. 2a a 2b, optická součástka 30 je tvořena vlnovodovým kombinátorem/děličem 25, oddělovaným příčnou výstupní drážkou 21 od přípojného nosiče 22 holých vláken a přípojného nosiče 23 povlečených vláken. Příčná výstupní drážka 21 tvoří vyřizovací prostor 20, poskytující místo pro mikromanipulátor, aby držel optická vlákna a pohyboval jimi. Aby se provedlo aktivní polohové

vyřízení, mohou být použity dva mikromanipulátory pro současné polohové vyřizování vstupního vlákna 27 a prvního výstupního vlákna 28. Jakmile byla jednou vlákna 27 a 28 takto polohově vyřizována, je jejich přesné polohové vyřízení udržováno lepenými spoji 26 a 26a a vlákna jsou pevně připojena k součástce adhezivními prostředky 24 a 24a. Pochod se opakuje pro vlákno 29.
 5 Pro zařízení 1x2 mohou být všechna tři vlákna polohově vyřizována a připojována současně, a to v závislosti na účelném řešení mikromanipulátorů a softwaru, který je pohání.

Ve známém stavu techniky, znázorněném na obr. 1 až 1c jsou vlnovodové dráhy pro řadu součástek vytvářeny na jediném plátku 5 fotolitografickými postupy. Po té se součástky drážkují (obr. 1b) a oddělují od sebe (obr. 1c) a všechny další pochody, jako je osazování vývodů a pouzdření (montáž), měření, charakterizace a zkoušení jsou vykonávány odděleně na jednotlivých součástkách.

V postupu osazování vláknových vývodů zde popsaném se používá dvou samostatných vyřizovacích pochodů pro každou pasivní optickou součástku, a to počáteční přibližné vyřizování (řádově s přesností +/- 20 mikronů) a přesné vyřizování (s přesností řádově +/- 0,5 mikronu). Toto je drahým a časově náročným nedostatkem. Počáteční přibližné vyřizování vyžaduje většinu času, neboť postranní povrch součástky je často špatným referenčním bodem. Jakmile byla přesně stanovena poloha výstupního portu pro jedno z vláken na vícevláknové straně jediného zařízení, může být poloha druhého výstupního port nebo portu na této straně zařízení stanovena bez opakování pochodu přibližného polohového vyřízení. Je tomu tak proto, že vlnovodové dráhy jsou vzájemně spolu velmi přesně polohově vyřizovány fotolitografickými maskovacími fázemi postupu (přesnost vyšší než 1 mikrometr). Časově náročný pochod přibližného polohového vyřizování však musí být opakován pro každé nové zařízení.

Obr. 1a, 1b a 1c zobrazují postup vytváření jednotlivé součástky podle známého stavu techniky. Obr. 1a znázorňuje integrovaný optický plátek, ve kterém byly vytvořeny neznázorněné vlnovodové dráhy pro desítky až stovky jednotlivých součástek. Obr. 1b znázorňuje plátek poté, co byly v plátku vytvořeny přípojné nosiče 2, 3 a 2a a 3a a příčné výstupní drážky 1 a 1a, v typickém případě broušením a poté, co byly v plátku vytvořeny vlnovodové dráhy. Plátek se potom dělí na jednotlivé součástky 10 obvyklými postupy.

Obr. 3 až 10 znázorňují způsob výroby integrovaných optických součástek způsobem podle vynálezu.

Integrovaná optická součástka ve formě plátku z obr. 3a, 3b a 3c s vlnovodovými drahami 35-35n je připravena pro připojení vláknového vývodu vytvořením nosičů 32/33 přípojů vláken a odkrytím portů 36 a 36a vytvořením příčné výstupní drážky. I když v typickém zařízení jsou některé z portů výstupní porty (například na jedné straně) a druhé porty jsou vstupní porty (například na druhé straně) v zájmu jednoduchosti, mohou zde používané optické porty také zahrnovat optické vstupní porty. Plátek byl částečně předem rozdělen pro vytvoření mezi-součástkových mezer 40 (obr. 3a), ale součástky zůstávají spojené příčně spojovacími segmenty 37 a 38 a 37a a 38a. Předběžné rozdělení může být provedeno použitím běžného řezání vibračním drátem a zastavením pochodu před tím, než dělicí drát zcela projde plátkem. Je možno také použít jiných dělicích prostředků, jako vícedrátový (vibrační) rezač nebo vícelistovou pilu.

V provedení vynálezu znázorněném na obr. 3a až 3c byly odstraněny části spodní vrstvy, čímž se stávají příčně spojovací segmenty relativně tenké za účelem usnadnění pozdějšího dělení. Kromě toho mohou být příčně spojovací segmenty nebo jiné v celku upravené spoje vrubovány nebo 50 rýskovány diamantovým vrubovacím prostředkem pro usnadnění tvorby vrubových značek, které usnadňují konečné oddělování po osazení vláknových vývodů a/nebo dalším zapouzdření.

Vnitřní příčně spojovací segmenty 38 a 38a nejsou s výhodou umístěny přímo pod příčnou výstupní drážkou 31, která představuje nejtěsnější oblast plátku. Když jsou jednotlivé součástky

odlomeny od sebe nebo rozřezány, mohou se v plátku objevit mikroskopické trhliny a je výhodné předem zabránit tvorbě mikroskopických trhlin přímo pod nejtenčí částí plátku.

5 Relativně tenké příčné spojovací segmenty usnadňují oddělování a umožňují vytvoření volných prostorů mezi součástkami pro vstříkování zapouzdřovacího lepidla před oddělením, když se používá kompozitní fólie pro vytvoření pouzdra ze objímek tvaru U, jak je podrobně znázorněno a vysvětleno v souvislosti s dále probíraným řešením dle obr. 4c.

10 V alternativních provedeníh vynálezu mohou být použity jiné integrované spojovací prostředky. Například mohou být pevně připojeny k plátku před předběžným dělením příčné spojovací pásky, podobné příčné spojovacím segmentům, při použití vhodného lepidla nebo jiných přípojných prostředků. V tomto provedení může být dělení provedeno úplným proříznutím plátku, takže jednotlivé součástky mohou být od sebe odděleny odstraňováním adhezivních prostředků při použití tepla v případě vosku, nebo rozpouštědla v případě epoxidu. Příčné spojovací pásky jsou s výhodou širší než příčné spojovací segmenty.

15 V ještě dalším provedení vynálezu může být předběžné dělení prováděno ze strany plátku opačně vůči vlnovodovým drahám místo strany vlnovodovů, jak je znázorněno na obr. 3a a 3c. Pro rozdělení plátku na jednotlivé součástky se vrch plátku mezi součástkami drážkuje a součástky se rozlomí. Toto provedení umožňuje větší hustotu součástek na plátku, neboť není zapotřebí relativně široký řez předběžného dělení mezi vlnovodovými drahami. Řezy na spodní straně plátku mohou být pod jednou nebo více vlnovodovými drahami. Součástky tohoto provedení mají v typickém případě tvar písmene T s vlnovody v příčné horní přírubě tvaru písmena T. Pro zařízení 1x2 tloušťky 0,8 mm je příčná příruba písmene T přibližně 0,8 mm tlustá, zatímco svíslá stojina může být pouze 0,5 mm tlustá. Pouzdření se v typickém případě provádí po rozdělení.

20 Plátek z obr. 3a až 3c má osm součástek 1x2, i když typický plátek může zahrnovat čtyřicet až osmdesát pět součástek 1x2. Na obr. 4a je znázorněna část plátku z obr. 3a až 3c během stadia uspořádávání vývodů a připojování. Uspořádávání vývodů a připojování může být prováděno postupně pro vlákna na každé straně vcelku spojených součástek, při použití postupů podobných, jaké jsou popsány Dannouxem a kol. v patentovém spisu USA č. 4 979 970, na který se zde odvoláváme. Na obr. 4a bylo uspořádávání a připojování provedeno pro první tři součástky a proces je v běhu pro čtvrtou součástku.

35 Ve výhodném provedení vynálezu jsou vlákna polohově uspořádávána pro první součástku mikromanipulačními prostředky 41, 42 a 43, používajícími první přibližné polohové vyřízení a druhé přesné polohové vyřízení, prováděné v příčných výstupních drážkách 50 a 50a. Jak je znázorněno na obr. 4a, pracují mikromanipulační prostředky 41, 42 a 43 spolu pro aktivní polohové vyřizování vstupního vlákna 47a a výstupních vláken 48n a 49n. Nejprve se polohově vyřídí a připojí vlákna 47n a 49n a poté se současně polohově vyřídí a připojí vlákno 48n. Mikromanipulační prostředky zahrnují zahnutý hřebenový prostředek s násobnými drážkami ve tvaru písmen V nebo prstovitý prostředek ve formě kleští pro ukládání vláken v příčných výstupních drážkách. V připojovacím stadiu se nanášejí lepidlový spoj 56 citlivý na ultrafialové záření a adhezivní prostředek 44 a vytvrzují se ultrafialovým zářením. Vlákna 47, 48, 49, 47n, 48n, 49n reprezentují vývodové prostředky 470 ve smyslu předmětu vynálezu, připojované k výstupním portům 36a, 36a.

50 Jakmile byla jednou první součástka polohově vyřizována a připojena, uloží se poloha výstupních portů vlnovodu do paměti a mikromanipulační prostředek se posune k příští součástce při použití těchto uložených poloh jako referenčních poloh. Tyto polohy se srovnávají se známými dělicími vzdálenostmi, které byly vytvořeny fotolitografickou maskou. Časově náročná a nákladná fáze prvního přibližného vyřizování tak již není pro žádnou součástku následující po první součástce potřebná.

V neznázorněném alternativním provedení vynálezu může být použit mikromanipulační prostředek pro manipulaci s více vlákny pro připojování více vláken k více součástkám současně, v závislosti na účelné úpravě mikromanipulačního prostředku a požadované přesnosti polohového vyřízení.

5

Poté, co bylo ukončeno vytvrzení ultrafialovým zářením pro vláknové vývody všech součástek, provádějí se s výhodou tepelně vytvrzovací fáze pro zlepšení mechanických vlastností lepidla a pro zlepšení rozhraní lepidlo/plátek.

10

Obr. 4b znázorňuje pohled shora na předběžně rozdělený plátek poté, co byly vláknové vývody polohově vyřízeny a připojeny, připravený pro další zapouzdřování.

15

Obr. 4c je perspektivní pohled na jeden zapouzdřovací pochod pro skupinu připojených součástek, používající kompozitní fólii 60 sestávající ze soupravy pouzdřicích prvků 61 ve formě objímek tvaru písmene U. Objímky 61 tvaru písmene U kryjí jednotlivé součástky a vytvářejí vnější povrch utěsněného pouzdra. Tyto pouzdřicí prvky ze objímek ve tvaru písmene U jsou dále popisovány v patentové přihlášce USA č. 07/593 903 stejného přihlašovatele, na kterou se zde odvoláváme jako součást popisu. Ozubení 62 objímek tvaru U napomáhají v ochraně spoje vláknů a substrátu proti kolizi vzhledem k přítomnosti pouzdřicí zalévací hmoty.

20

25

Jakmile byla kompozitní fólie 60 osazena přes předběžně dělený plátek, mohou být jednotlivé součástky zalévány při použití vstřikovacího postupu těsnění pro jednu nebo více součástek současně, nebo ponorným zalévacím pochodem pro celý plátek. Pro příčné spojovací segmenty nebo příčné spojovací pásy, které pouze částečně kryjí spodek plátku, jsou mezi příčnými spojovacími prvky vystaveny otevřené prostory, které dovolují nanášení zalévací hmoty zespodu plátku. Při vstřikovacím postupu zalévání je možné použít vícehlavých vstřikovacích zařízení, například robotu, pro usměrnění zalévací hmoty obzvláštními otvory. Pro zalévání ponorem může být plátek částečně spuštěn do lázně zalévací hmoty, přičemž zalévací hmota vstupuje do krytů ze svěrku ve tvaru písmen U vzlínavým knotovým účinkem.

30

35

V tomto stavu jsou vcelku spojené součástky připraveny pro rozdělování. Obr. 5a a 5b ukazují rozřezávací pochod, při kterém se odstraňují příčné spojovací segmenty 57, 58, 57a a 58a, zanechávající jednotlivé součástky 70 až 70n s osazenými ohebnými vývody a s povlečenými vlákny 47, 48, 49 - 47n, 48n, 49n připravené pro další pouzdření, měření, charakterizaci a zkoušení. Alternativně mohou být použity vrubové značky 59 až 59n pro usnadnění odlamování jednotlivých součástek s ohebnými vývody bez řezání.

40

Jednotlivé pouzdřicí prvky z objímek tvaru U mohou být alternativně použity poté, co byly jednotlivé součástky rozděleny.

45

Obr. 6 znázorňuje další pouzdřicí pochod, ve kterém jsou jednotlivé součástky zapouzdřovány při použití vstřikovacích postupů. Je možné použít vícedutinovou formu 74, obsahující vstřikovací dutiny 73-73n, ve spojení s tvarově odpovídající neznázorněnou horní formou při použití standardních vstřikovacích postupů. Mohou být použity botkové formy 71-71n a 72-72n pro vytvoření botek 81 a 81a (obr. 7) pro chránění součástky proti uvolňování vláken z důvodů ohybu vývodů.

50

Část tohoto přídavného pouzdření, například vytváření botek 81 a 81a (obr. 7), může být prováděna před oddělovacím pochodem znázorněným na obr. 5a a 5b.

Obr. 6 a 7 ukazují další znak vynálezu, při kterém jsou vláknové konce vývodů opačné vůči substrátům součástek drženy pohromadě pro usnadnění hromadného osazování vývodů a hromadného pouzdření a pozdějšího měření, charakterizace a zkoušení skupiny součástek. Ve výhodném provedení vynálezu se používá sduřovacích prostředků 87 pro upevnění konců

přívodních vláken 47 až 47n. Konce vláken jsou přesně oddělovány pro usnadňování nacházení polohy jádra a injekce světla, požadovaných během měření, charakterizace a zkoušení. Jakmile jsou jednou konce vláken upevněny sdrůžovacími prostředky 87, jsou vlákna držena pohromadě ve formě stužky. Stužka vláken usnadňuje uspořádání a připojení jednotlivých vláken k předběžně děleným plátkům, jak je znázorněno na obr. 4a.

Stužka vláken kromě toho usnadňuje hromadnou přípravu vláken včetně dělení, odhalování a povlékání, a přípravu konců pro zmenšení zpětného odrazu, například pomocí leptání kyselinou fluorovodíkovou. Stužka vláken může být tvořena obvyklými prostředky, jako je vinutí jednoho vlákna okolo cívky. Pro vývody dlouhé 1,0 m je možno použít cívku mající průměr 0,5 m, což poskytuje přídavných 0,5 m vlákna. Navinutá vlákna mohou být sevřena na místě a dělena, čímž se tvoří stužka vláken, z nichž každé má délku rovnou obvodu cívky. Sevřená stužka vláken může být potom upevněna upevněním konců vláken na jednom konci stužky, například použitím sdrůžovacího prostředku 87. Je možné použít jakéhokoli stužkového prostředku, který dovoluje rozdělování na jednotlivá vlákna v jakémkoli bodě směrem ke konci výrobního procesu. Může být také použit oplášťovací prostředek z volné trubky pro chránění vláken ve stužce, a to tam, kde jsou požadovány kabelizované a/nebo konektorizované vývody.

Také se používají výstupní sdrůžovací (svazkovací) prostředky 88 a 89 pro vytváření stužek nebo jiných svazků pro odpovídající výstupní vlákna 48 až 48n a 49 až 49n. Jakmile byly vytvořeny dva výstupní vlákenné svazky, mohou být vlákna z obou svazků prokládána, takže všechna první výstupní vlákna 48 až 48n končí v prvním výstupním sdrůžovacím prostředku 88a všechna druhá výstupní vlákna 49 až 49n jsou zakončena ve svazkovacím prostředku 89 vláken. Prokládání může být dosaženo zploštěním obou vlákenných svazků do stužek a uložení stužky připojené ke sdrůžovacímu prostředku 89 nad stužku připojenou ke sdrůžovacímu prostředku 88, s horní stužkou posunutou směrem do strany od spodní stužky tak, že vlákno 49 leží nad prostorem mezi vlákny 48 a 48a. Když jsou obě stužky spojeny, dochází k prokládání vhodnými nástroji nebo jinými prostředky.

Není vůbec potřebné, aby konce výstupních vláken 48 až 48n a 49 až 49n byly přesně odděleny během aktivního polohového vyřizování a měření, charakterizace a zkoušení. Je tomu tak proto, že může být použit velký detektor pro měření světelného výstupu z každého úplného svazku, když je přívodní světlo přesně injektováno do vláken 47 až 47n pomocí seskupovacího prostředku 87. Když je světlo injektováno do jediného vstupního vlákna, např. vlákna 47, je výstup generován dvěma výstupními vlákny, například vlákny 48 a 49 v součástce 1x2 80. Oba velké detektory mohou být použity pro krytí koncových ploch všech vláken ve dvou svazcích vláken, takže přesně detekují světelný výstup dvou oddělených vláken, která dostávají světlo dělené z přívodního vlákna 47.

Pro aktivní polohové vyřizování vývodů na plátcích zařízení 1x2 je možné použít jediného pohyblivého jednovidového vlákna pro injektování světla do po sobě následujících přívodních vláken, a jedno nebo dvě vícevidová vlákna mohou být používána pro přenášení světla mezi jednotlivými výstupními vlákny a jedním nebo dvěma detektory. V takovém případě musí být konce výstupních vláken oddělovány s určitým stupněm přesnosti. Podobně pro zařízení 1x8, jak ukazuje dále uváděný obr. 9, může být použito jedno vícevidové vlákno pro injektování světla do uspořádaných přívodních vláken, a pro přenášení mezi jednotlivými výstupními vlákny v seskupeních osmi výstupních vláken a detektory může být použito osm vícevidových vláken. Volba mezi výstupními svazky a výstupními seskupeními je v typickém případě vzájemná kompenzace mezi cenou velkých detektorů a cenou přídavných prostředků pro ustavování polohy vláken.

Při měření konečné absolutní ztráty na vstupu se používá jednovidové spojovací vlákno pro vývody jednovidového zařízení, spolu s ořezáváním vláken. Hromadné vývody podle vynálezu usnadňují hromadné dělení při tomto ořezávacím pochodu.

Vynález tak vylučuje potřebu samostatně připojovat jednotlivá vlákna každé součástky ke vhodnému měřicímu nebo zkoušecímu zařízení. Poté, co bylo všechno zapouzdřováno a zkoušení dokončeno, mohou být jednotlivé součástky oddělovány, nebo jinak oddělují vlákna od seskupovacích prostředků 87 a sdužovacích prostředků 88 a 89. Jednotlivé složky mohou být
5 potom baleny v jednotlivých krabicích, jak je znázorněno na obr. 8.

Obr. 9 znázorňuje podobnou hromadnou sestavu vláken pro skupinu 1x8 vlnovodových dělicích/kombinačních součástek 90 až 90n. Taková 1x8 zařízení mohou být tvořena lito-
10 grafickými postupy podobnými těm, jaké byly popsány výše pro 1x2 zařízení (viz například Bellerby a kol.: "Low cost silica-On-Silicon SM 1:16 Optical Power Splitter for 1550 nm", E-FOC LAN '90, IGI Europe, 27-29. červen 1990, str. 100-103). Ve znázorněném provedení je sdužovací prostředek 100 pro přívodní vlákna 99 až 99n (vycházejících ze součástky botkovým prostředkem 110 až 110n vláken) v podstatě stejný, jako sdužovací prostředek 87 na obr. 6.
15 Každé zařízení má osm výstupních vláken, například vláken 91 až 98 (vycházejících ze součástky botkovým prostředkem 111 až 111n) a je proto použito osmi sdužovacích prostředků 101 až 108 pro vytvoření osmi svazků vláken, přičemž každý svazek obsahuje jedno obzvláštní výstupní raménko (1-8) ze všech součástek. Během osazování vývodů mohou být vlákna z osmi svazků prokládána, jak je popsáno výše s ohledem na sdužovací prostředky 88 a 89 vláken pro
20 1x2 součástky. Osm souprav vláken je uloženo ve stužkách odstupňovaně uspořádaných jedna nad druhou, přičemž každá stužka je posunuta směrem do strany vzhledem ke stužce ležící pod ní. Když se stužky spojí, má toto za následek prokládání.

Měření, charakterizování a zkoušení soupravy 1x8 součástek se provádí způsobem podobným
25 tomu, jaký byl popsán s ohledem na obr. 7 pro součástky 1x2. V jednom provedení je světlo přesně injektováno do konkrétního přívodního vlákna, například vlákna 99, a výstupy osmi výstupních vláken, například vláken 91 až 98, jsou detekovány detektory uspořádanými před koncovými plochami vláken spolu seskupených sdužovacími prostředky 101 až 108 vláken. Způsob se opakuje pro každou součástku krokovým posouváním světelného přívodu přes
30 koncové plochy vstupních vláken, fixovaných sdužovacím prostředkem 100.

Obr. 10 znázorňuje jednotlivou součástku 1x8 90, uloženou do krabice pro dopravu, s přívodním vláknem 99 (vystupujícím ze součástky botkovým prostředkem 110) a výstupními vlákny 91 až 98 (vybíhajícími ze součástky botkovým prostředkem 111), uspořádanými v krabici 112 ve formě
35 smyčky.

V jednom příkladu podle vynálezu byl čtvercový plátek s třicetitřemi 1x2 vícevidovými děliči opatřen vývodem před dělením součástek. Použilo se opláštěvacího prostředku ve formě volné trubky. Dále se použilo svěrných tyčí pro přidržování násobných vývodů ve dvou stužkách, jeden
40 s třicetitřemi opláštěnými vlákny a druhý s šedesátíšesti opláštěnými vlákny. Konce třicetitří přívodních a šedesátíšesti výstupních vláken na opačné straně plátku byly zabezpečeny v seskupovacím prostředku tak, že devadesátdevět vláken bylo seskupeno s konci uspořádanými rovnoběžně. Plátek byl široký 33 mm, dlouhý 34 mm a tlustý 3 mm. Jednotlivé součástky byly přibližně 0,7 mm široké, s nařiznutím pro předběžné dělení o šířce zhruba 0,3 mm. Děliče byly
45 měřeny po osazení vývodů, přičemž byly stále spojeny v jeden celek, a všechny vykazaly nadměrnou vnitřní ztrátu <1dB.

Rozumí se, že se vynález neomezuje na přesné podrobnosti konstrukce, postupů, materiálů a znázorněná a popsaná provedení, neboť obměny a ekvivalenty budou zřejmé odborníkům
50 v oboru, aniž by se opustila myšlenka vynálezu. Například se vynález neomezuje na kombinátory a děliče, ale může být aplikován na výrobu jakékoli integrované optické součástky, která má vývody z optických vláken. Vynález může být aplikován na plátky se skupinou obecně MxN integrovaných optických součástek, používajících M vstupů a N výstupů, například zařízení 2x16

nebo vazebních členů MxN se spojováním blízkostí. Je výhodné vyrábět tato zařízení MxN při použití M vstupních stužek a N výstupních stužek, obsahující jedno vlákno pro připojení ke konkrétnímu výstupnímu portu každé z většího počtu integrovaných optických součástek. Konce těchto stužek na opačné straně součástek mohou být seskupeny nebo svazkovány pro usnadnění jejich uspořádávání a zkoušení.

Znaky vynálezu z hlediska hromadné výroby mohou být dále aplikovány na stadium hromadného osazování vývodů a/nebo hromadného pouzdrění a/nebo hromadného měření. Vynález je tak omezen pouze obsahem patentových nároků.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob výroby integrovaných optických zařízení majících k optickým portům připojené optické vláknové vývodové prostředky (470), **v y z n a ě n ý t í m**, že se vytvoří násobná jednotková struktura obsahující skupinu optických součástek (45-45n), majících každá nejméně jeden optický výstupní port (36, 36a), přičemž násobná jednotková struktura nese každý uvedený výstupní port (36, 36a) ve známém prostorovém vztahu ke každému jinému optickému výstupnímu portu (36, 36a), přičemž se na základě tohoto známého vztahu postupně ukládá a připojuje odpovídající nejméně jeden optický vláknový vývodový prostředek (470) v optickém spojení s odpovídajícím uvedeným nejméně jedním výstupním portem (36, 36a) na každé z uvedené skupiny optických součástek (45-45n), které jsou stále spojené v celek, načež se uvedená násobná jednotková struktura rozdělí do jednotlivých optických součástek (45-45n), majících každá k sobě připojené odpovídající optické vláknové vývodové prostředky (470).

2. Způsob podle nároku 1, **v y z n a ě n ý t í m**, že se před připojováním optických vláknových vývodových prostředků uvedená násobná jednotková struktura místně oslabuje pro následné oddělování uvedených optických součástek (45-45n), které se však nechávají spojené v celek.

3. Způsob podle nároku 2, **v y z n a ě n ý t í m**, že místní oslabení spočívá ve vytvoření skupiny řezů rovnoběžných s osami vlnovodových drah (35-35n), vytvořených v uvedených optických součástkách (45-45n) v optickém spojení s uvedeným nejméně jedním optickým výstupním portem (36, 36a), čímž se vytvoří mezisoučástkové drážky (40), přičemž optické vlnovodové dráhy (35-35n) leží v blízkosti horního povrchu násobné jednotkové struktury a uvedená skupina řezů se vytváří z horního povrchu násobné jednotkové struktury nebo z jejího povrchu opačného vůči uvedenému hornímu povrchu.

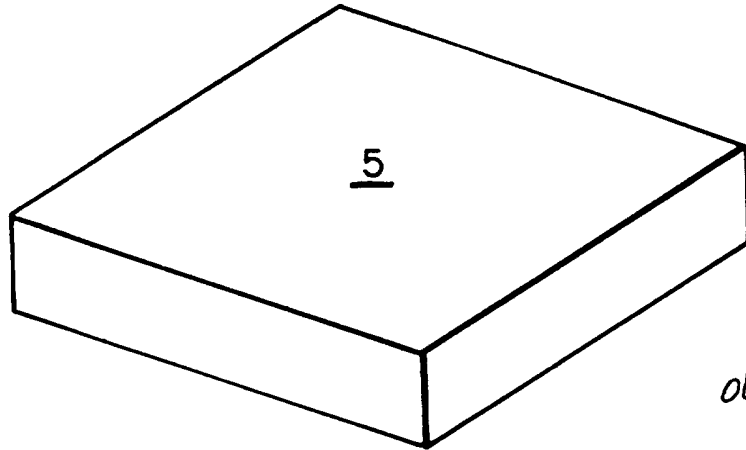
4. Způsob podle nároku 3, **v y z n a ě n ý t í m**, že se při místním oslabování dále vytváří nejméně jeden řez kolmo na osy uvedených vlnovodových drah (35-35n) při ponechání příčně spojovacích segmentů (37, 38, 37a, 38a) na uvedené násobné jednotkové struktuře, pro usnadnění pozdějšího dělení, a dále se provádí naříznutí příčně spojovacích segmentů (37, 38, 37a, 38a) ve směru rovnoběžném s mezisoučástkovými drážkami (40) vruby (39) pro usnadnění jejich rozlomení.

5. Způsob podle nároku 1, **v y z n a ě n ý t í m**, že se dále vrubuje nebo ryskuje povrch násobné jednotkové struktury pro usnadnění jejího pozdějšího rozdělení.

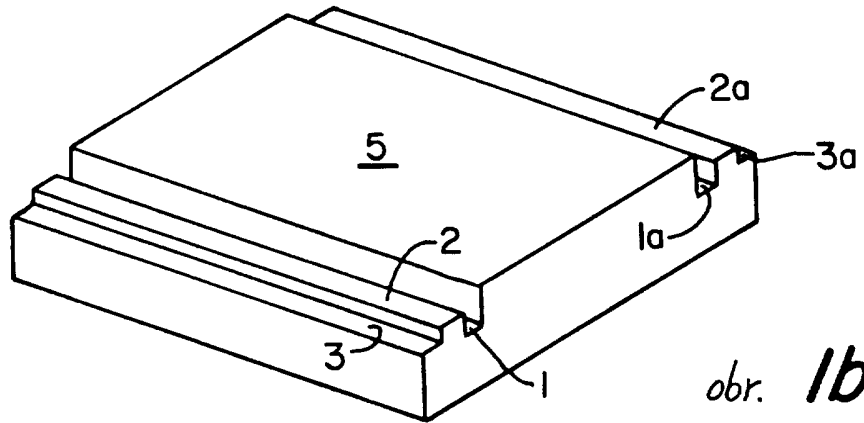
6. Způsob podle nároků 2 nebo 3, **v y z n a ě n ý t í m**, že uvedená násobná jednotková struktura dále obsahuje příčně spojovací pásy připojené k integrovanému optickému plátku,

příčemž uvedené předběžně dělené optické součástky mohou být oddělovány zrušením uvedeného spojení.

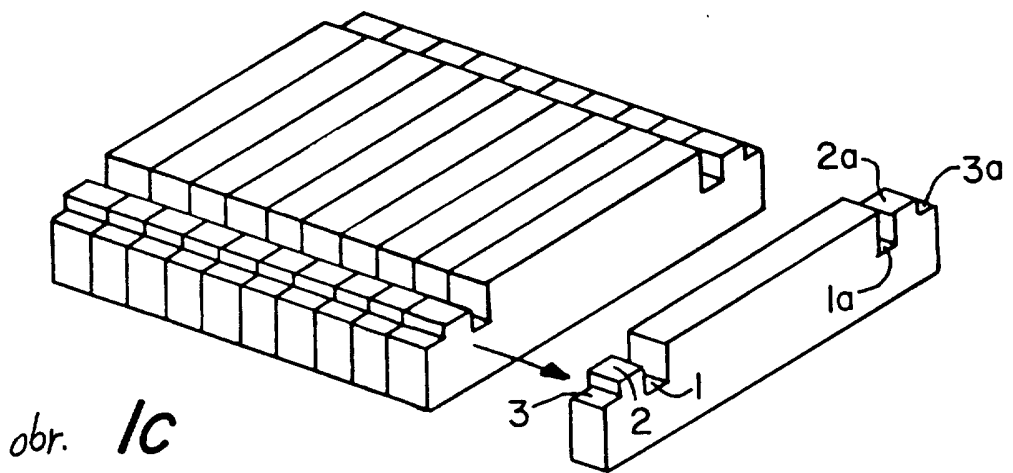
- 5 7. Způsob podle nároku 1, **v y z n a ě n ý t í m**, že se před dělením uvedené skupiny optických součástek (45-45n) tato skupina optických součástek zapouzdřuje, přičemž popřípadě zapouzdřování uvedené skupiny optických součástek před uvedeným rozdělováním zahrnuje pochod, při kterém se osazují okolo uvedených optických součástek zapouzdřovací prvky ve formě objímky (61) tvaru písmene U a tyto objímky se utěsňují okolo uvedených součástek (45-45n), přičemž utěsňování spočívá ve vstřikování těsnicí hmoty do uvedených objímek (61) ve tvaru písmene U vícehlavým vstřikovacím prostředkem těsnicí hmoty, nebo kde uvedená násobná jednotková struktura obsahuje příčně spojovací prostředky pro udržování celistvosti struktury při současném ponechávání otevřených prostorů mezi optickými součástkami, přičemž utěsňování spočívá v ponoření násobné jednotkové struktury do lázně s těsnicí hmotou.
- 10 8. Způsob podle nároku 1, **v y z n a ě n ý t í m**, že se po připojení vývodových prostředků (470) a před rozdělováním násobné jednotkové struktury na jednotlivé součástky (45-45n) provádí zkoušení uvedené skupiny optických součástek.
- 15 9. Způsob podle nároku 1, **v y z n a ě n ý t í m**, že optické vývodové prostředky (470) jsou tvořeny skupinou optických vláken (48, 49, 48n, 49n) kombinovaných do nejméně jedno stužkového útvaru, přičemž při připojování se koncové plochy vláken na prvním konci uvedené alespoň jedné stužky se udržují v pevném vzájemném vztahu a koncové části vláken na druhém konci uvedené alespoň jedné stužky se aktivně polohově vyřizují s odpovídajícím vlnovodovým výstupním portem skupiny integrovaných optických součástek, při současném udržování uvede-
20 ných koncových ploch vláken na uvedeném prvním konci uvedené nejméně jedné stužky v pevném vzájemném vztahu pro usnadňování injekce a detekce světelných signálů během uvedeného polohového vyřizování.
- 25 10. Způsob podle nároku 9, **v y z n a ě n ý t í m**, že uvedená skupina integrovaných optických součástek obsahuje MxN kombinátory/děliče, mající M vstupů a N výstupů.
- 30 11. Způsob podle nároku 9, **v y z n a ě n ý t í m**, že koncové plochy vláken na uvedeném druhém konci uvedené alespoň jedné stužky se spolu seskupují před uvedeným aktivním polohovým vyřizováním a uvedené koncové plochy vláken na uvedeném druhém konci se
35 zdrsňují v hromadném zdrsňovacím pochodu před uvedeným aktivním polohovým vyřizováním.



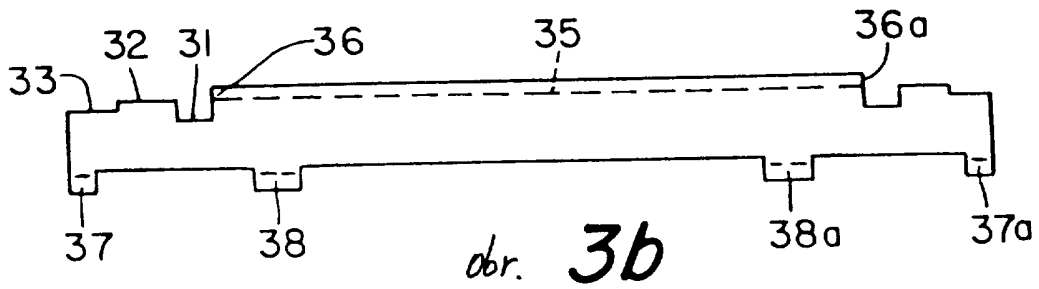
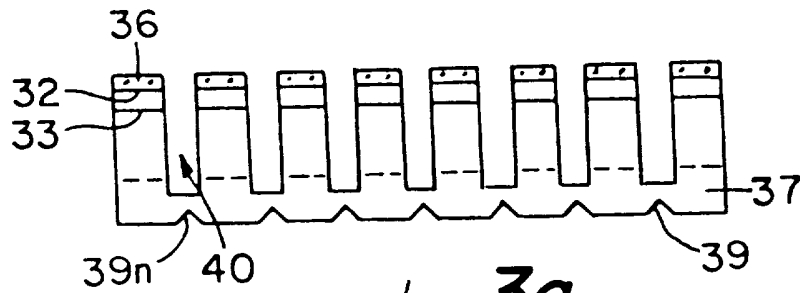
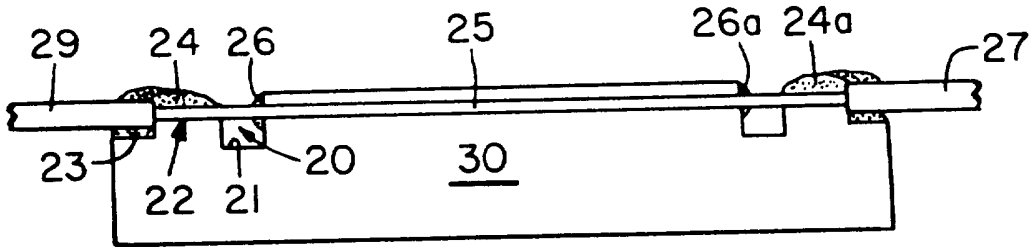
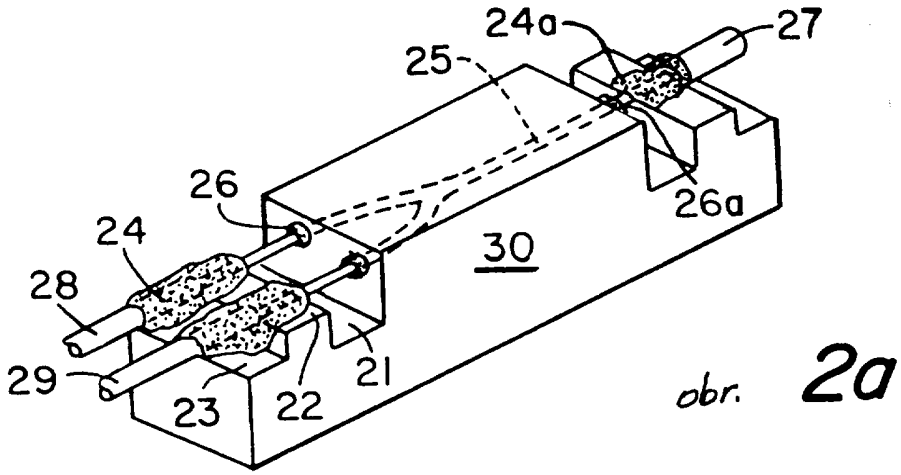
obr. **1a**



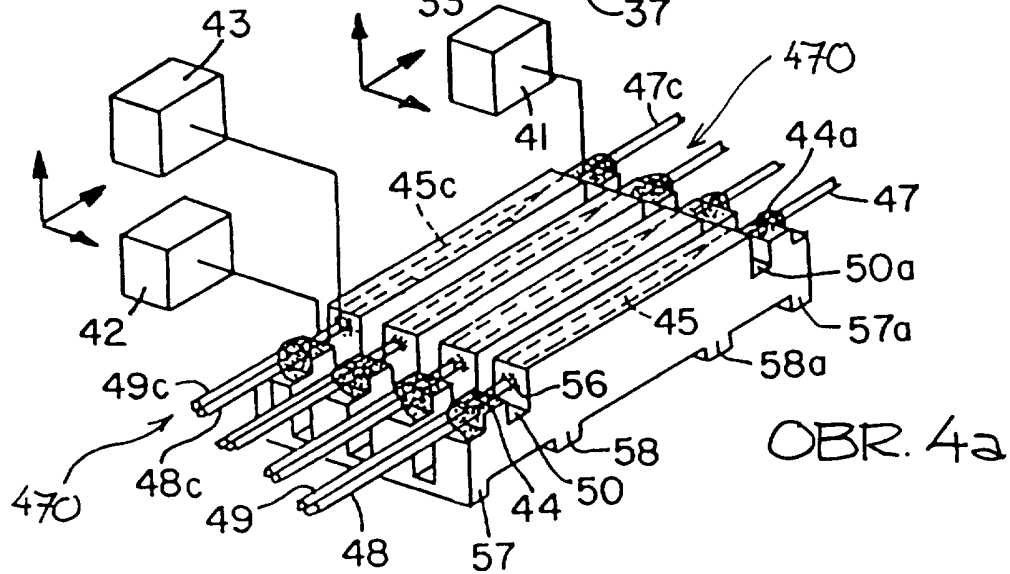
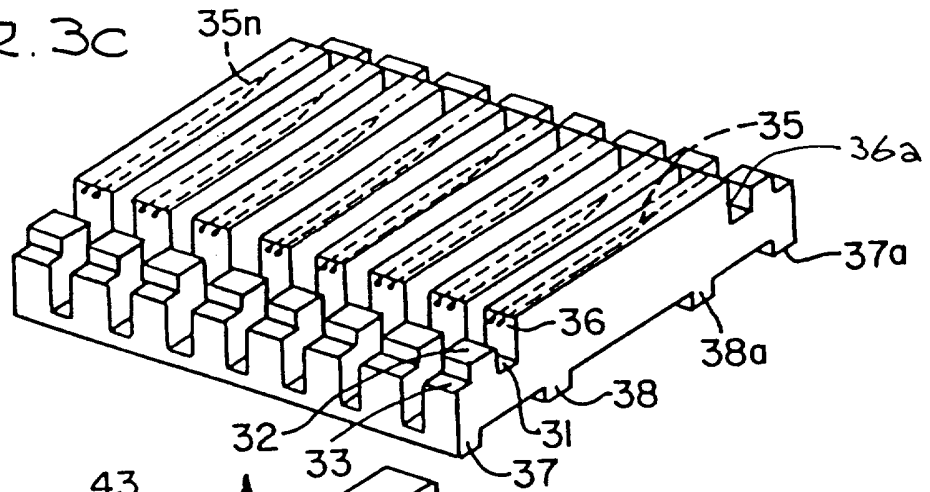
obr. **1b**



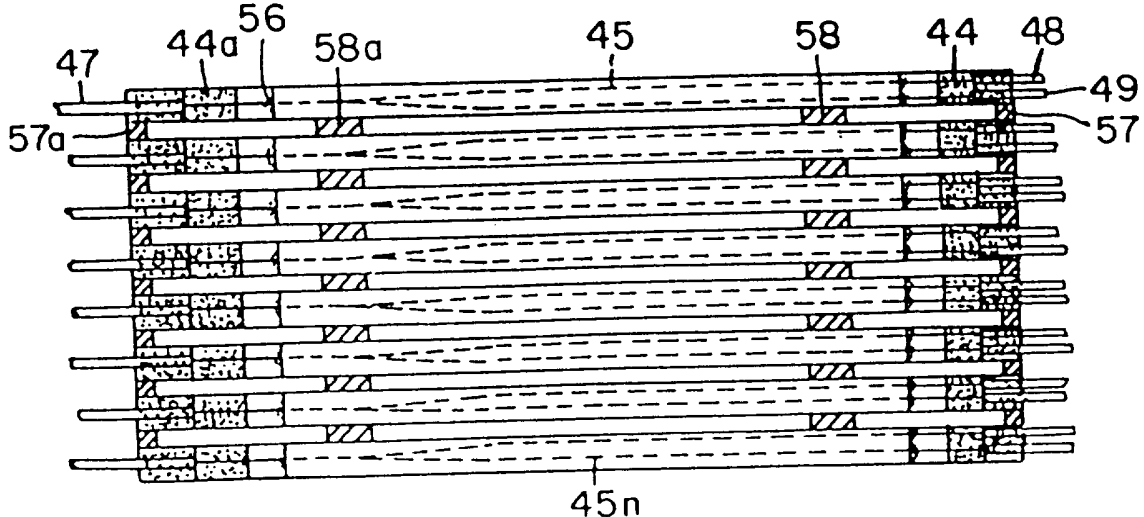
obr. **1c**



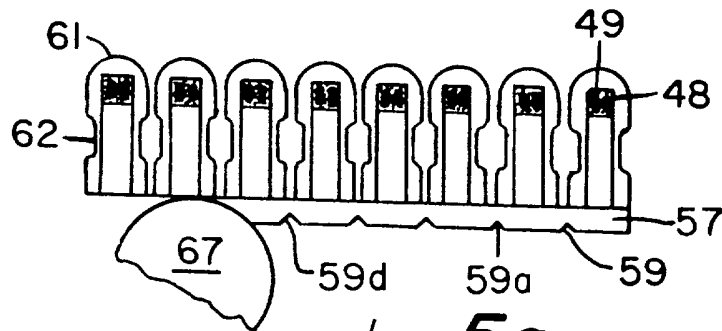
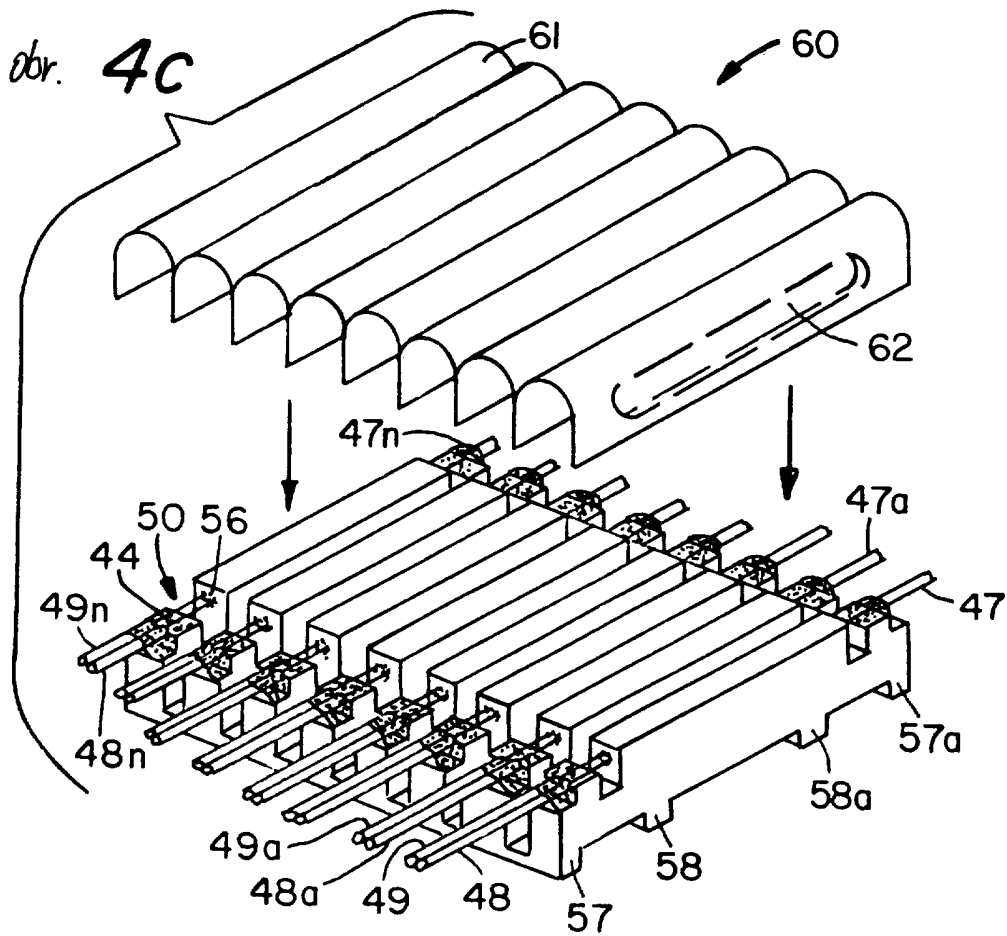
OBR. 3c



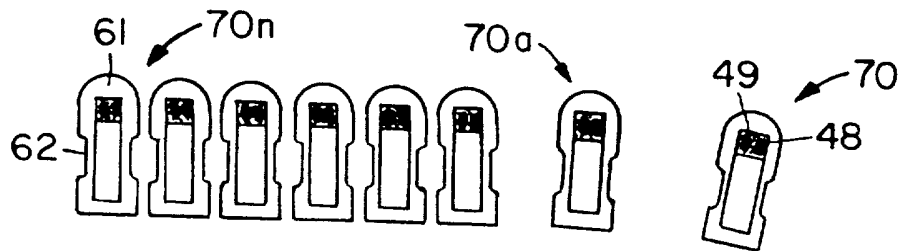
OBR. 4a



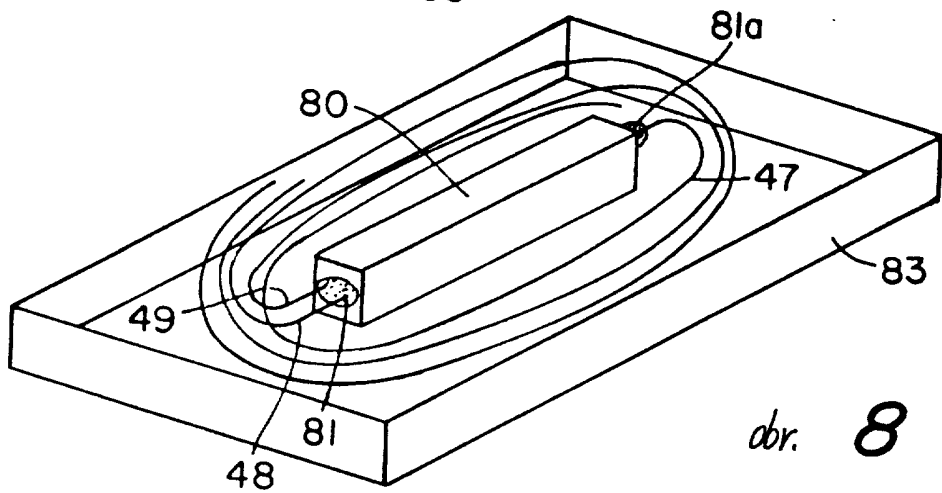
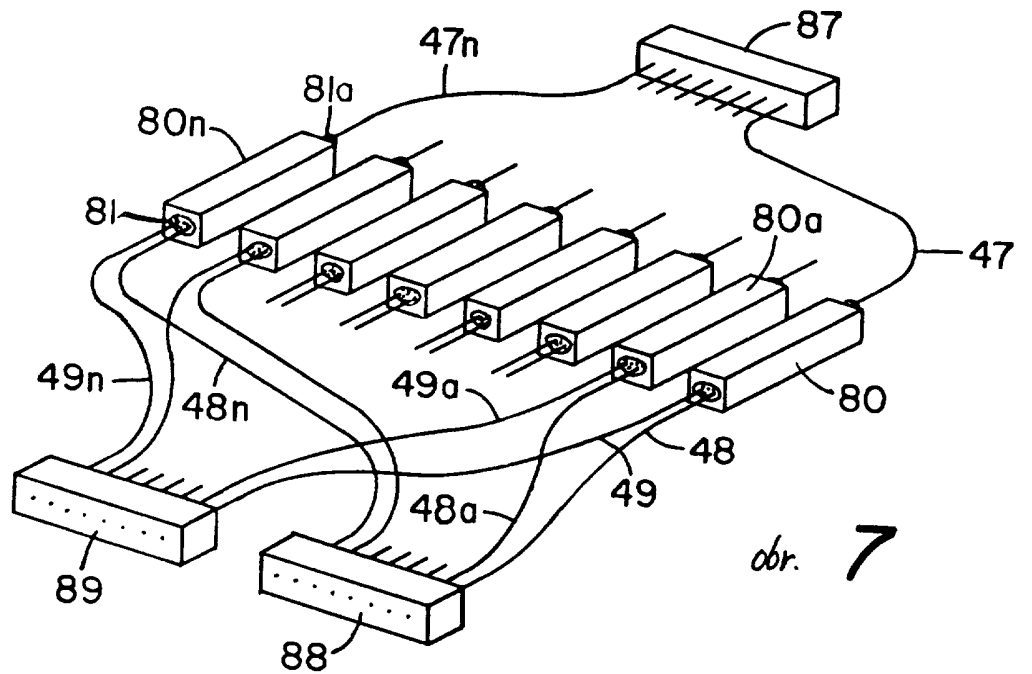
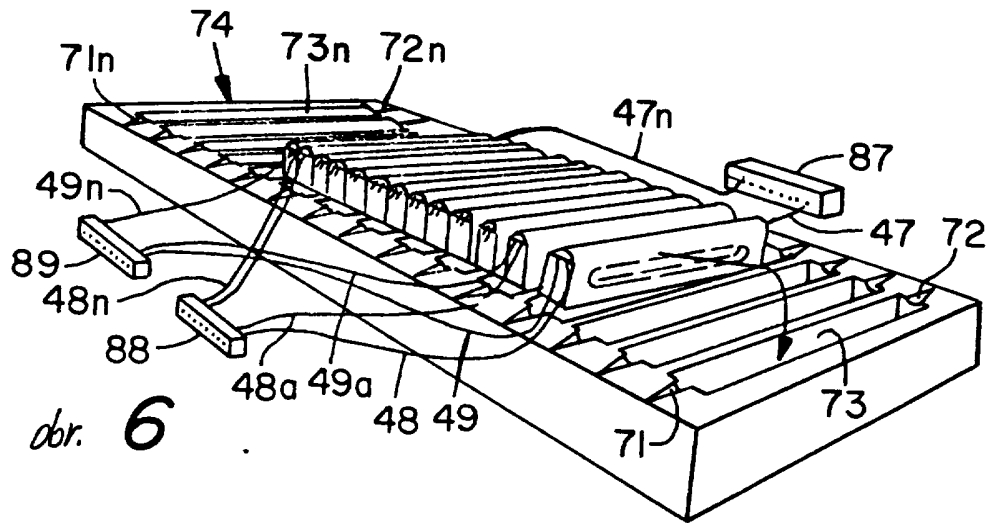
OBR. 4b

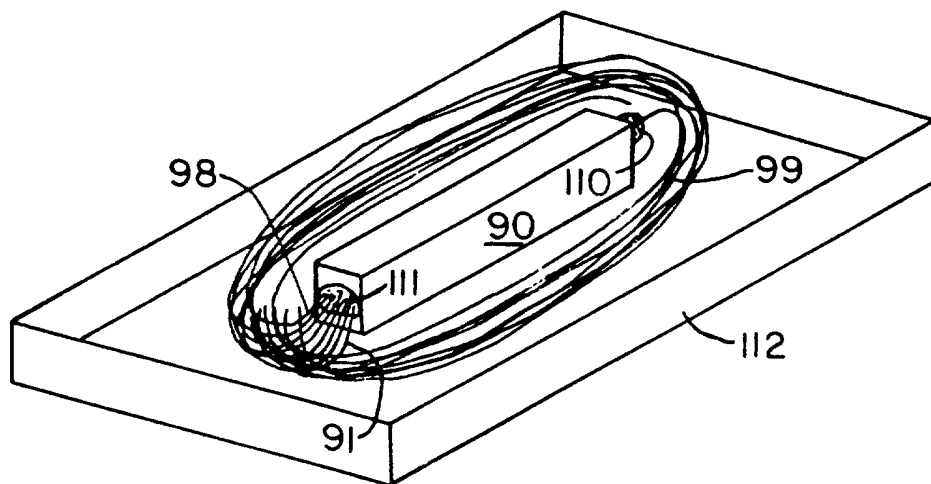
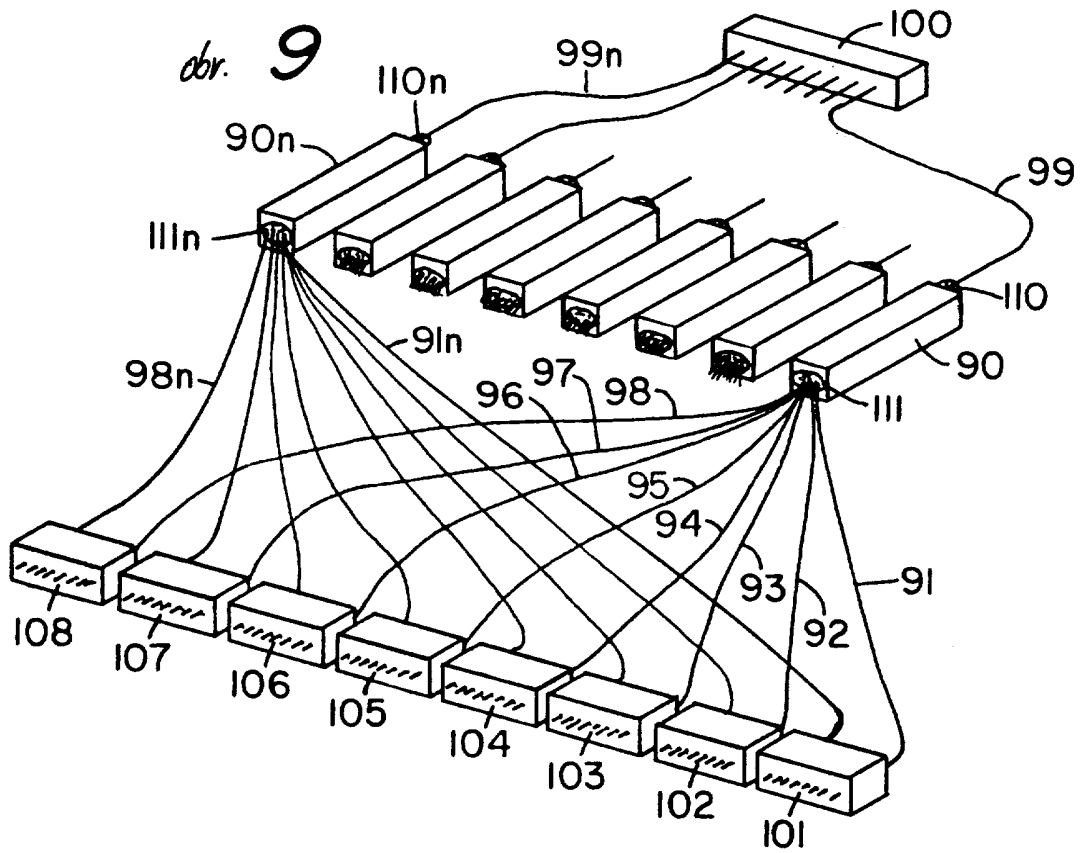


obr. 5a



obr. 5b





obr. 10

Konec dokumentu