



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETA' INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA NUMERO	101995900471058
Data Deposito	13/10/1995
Data Pubblicazione	13/04/1997

Priorità	P4437325.2
Nazione Priorità	DE
Data Deposito Priorità	

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	02	F		

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	02	B		

Titolo

COMMUTATORE OTTICO E RELATIVO CAMPO DI ACCOPPIAMENTO OTTICO
--

STUDIO BREVETTI JAUMANN
di Jaumann P. & C. s.n.c.
MILANO - P.za Castello n. 2

2082/95/B.

Ditta: ROBERT BOSCH GMBH

MI 95 A 2110

con sede a: Stoccarda (REP. FED. DI GERMANIA)

13 OTT. 1995

Commutatore ottico e relativo campo di accoppiamento ottico

Stato della tecnica

L'invenzione prende spunto da un commutatore ottico secondo il preambolo della rivendicazione 1 e da un campo di accoppiamento ottico secondo il preambolo della rivendicazione 10.

Sono noti commutatori ottici digitali (DOS) che servono per la commutazione di un segnale di ingresso presente su una guida d'onda di ingresso del commutatore ottico digitale verso una delle due uscite del DOS. A tale scopo il DOS presenta un attuatore termico, per mezzo del quale viene sfruttato l'effetto termooptico di una guida d'onda polimerica per la variazione del comportamento di guida d'onda all'interno del commutatore. Per la compensazione di perdite ottiche, in particolare all'accoppiamento e al disaccoppiamento di segnali ottici, venivano finora utilizzati amplificatori ottici a fibre.

Vantaggi dell'invenzione

Il commutatore ottico secondo invenzione con le caratteristiche

qualificanti della rivendicazione 1 ha il vantaggio rispetto a ciò che mediante il drogaggio delle guide d'onda in uscita e/o di guide d'onda direttrici inserite a valle di esse è ottenibile un'amplificazione del segnale particolarmente economica e poco ingombrante per la compensazione di perdite ottiche in commutatori ottici. Inoltre migliora il comportamento di diafonia, poiché l'estinzione della guida d'onda di uscita che non conduce il segnale di ingresso ottico viene incrementata.

Mediante i provvedimenti elencati nelle rivendicazioni subordinate da 2 a 9 sono possibili perfezionamenti vantaggiosi e miglioramenti del commutatore ottico indicato nella rivendicazione 1.

È particolarmente vantaggioso prevedere un elemento di accoppiamento selettivo della lunghezza d'onda, per mezzo del quale la luce di pompaggio può essere accoppiata al segnale ottico di ingresso, poiché con ciò la luce di pompaggio può giungere nel commutatore ottico in maniera particolarmente semplice.

La disposizione sul lato di uscita di un elemento selettivo della lunghezza d'onda per il disaccoppiamento della luce di pompaggio serve in maniera vantaggiosa al miglioramento della qualità del segnale, poiché dietro l'ulteriore elemento di accoppiamento selettivo della lunghezza d'onda la parte di luce di pompaggio di disturbo quasi non esiste più.

L'accoppiamento di luce di pompaggio inversa tramite l'ulteriore elemento di accoppiamento selettivo della lunghezza d'onda è particolarmente vantaggioso, poiché in particolare con guide d'onda d'uscita piuttosto lunghe o guide d'onda direttrici l'attenuazione ottica può essere compensata mediante questa luce di pompaggio supplementare.

La disposizione di un pezzo di guida d'onda con un riflettore ottico rappresenta un provvedimento vantaggioso, poiché il riflettore ottico rappresenta un elemento costruttivo particolarmente economico, che serve contemporaneamente per il disaccoppiamento della luce di pompaggio e per il riaccoppiamento della parte riflessa della luce di pompaggio disaccoppiata quale luce di pompaggio inversa.

Se a valle di una guida d'onda di uscita si inserisce un filtro ottico, impermeabile alla luce prodotta mediante emissione spontanea amplificata, risulta il vantaggio che il segnale prelevabile dietro il filtro ottico è pressoché esente da questa luce riducente il rapporto segnale-rumore.

L'inserimento a monte di un isolatore ottico davanti al filtro ottico è vantaggioso in quanto vengono ridotte le riflessioni dovute al filtro in direzione verso la guida d'onda drogata, per cui rimane garantito il comportamento di stabilità con l'amplificazione ottenibile per mezzo di drogaggio e luce di

pompaggio.

L'integrazione almeno della parte di commutatore ottico con la guida d'onda di ingresso e le due guide d'onda di uscita su un substrato si rivela vantaggiosa in quanto si ottiene una disposizione del commutatore ottico di ingombro particolarmente esiguo.

La realizzazione di almeno una guida d'onda direttrice sotto forma di canale di guida d'onda riempito di adesivo polimerico è vantaggiosa in quanto l'adesivo polimerico può inoltre servire contemporaneamente per il fissaggio meccanico di un coperchio protettivo per il commutatore ottico integrato.

Se viene formato un campo di accoppiamento ottico con almeno due dei commutatori ottici secondo una delle rivendicazioni da 1 a 9 e con almeno un unificatore di segnale, il commutatore ottico, che si distingue per l'elevata amplificazione, diviene idoneo anche per il settore dei campi di accoppiamento ottici, nei quali è particolarmente importante un'amplificazione del segnale ottico. Poiché il commutatore ottico è realizzato integrabile, con esso è completamente integrabile un campo di accoppiamento ottico, compresa l'amplificazione del segnale.

La disposizione di due guide d'onda direttrici in un punto di incrocio con un angolo che minimizza la diafonia riduce in maniera

vantaggiosa la mescolanza dei segnali che si incrociano.

Disegno

Un esempio di esecuzione dell'invenzione è raffigurato nel disegno e illustrato più dettagliatamente nella seguente descrizione.

La figura mostra una raffigurazione schematica di un campo di accoppiamento ottico.

Descrizione dell'esempio di esecuzione

Nella figura un conduttore di luce 31 di ingresso è addotto insieme a una fibra di accoppiamento 33 a un elemento di accoppiamento 13 selettivo della lunghezza d'onda. Una fonte 10 di luce di pompaggio adduce luce di pompaggio P_1 a un divisore di segnale 11, che presenta due uscite. A un'uscita del divisore di segnale 11 è collegata la fibra di accoppiamento 33. La seconda uscita conduce parimenti luce di pompaggio P_1 a un ulteriore elemento di accoppiamento 12 selettivo della lunghezza d'onda, al quale è inoltre addotto un ulteriore conduttore di luce 30 di ingresso. Un substrato 50 presenta in forma integrata un commutatore ottico digitale 15, nonché un ulteriore commutatore ottico digitale 14. Il commutatore ottico digitale 15 presenta una guida d'onda 55 di ingresso che si trasforma in due guide d'onda 51, 53 di uscita. L'ulteriore commutatore ottico digitale 14

presenta parimenti un'ulteriore guida d'onda 56 di ingresso che si trasforma in due ulteriori guide d'onda 52, 54 di uscita. I dispositivi di riscaldamento dei due commutatori ottici digitali 14, 15 sono accennati soltanto schematicamente. Inoltre il substrato 50 presenta due unificatori di segnale 16, 17, che possiedono ciascuno due ingressi e un'uscita. Rispettivamente un ingresso dei due unificatori di segnale 16, 17 è collegato a una delle guide d'onda 51, 53 di uscita del commutatore ottico digitale 15 tramite rispettivamente una guida d'onda direttrice 39, 41. Parimenti ciascuno dei due unificatori di segnale 16, 17 è collegato rispettivamente con una delle ulteriori guide d'onda 54, 52 di uscita dell'ulteriore commutatore ottico digitale 14 tramite ulteriori guide d'onda direttrici 38, 40. Due delle guida d'onda direttrici 38, 39, 40, 41 si incrociano in un punto di incrocio 18. Il punto di incrocio 18 è con ciò realizzato in modo che le due guida d'onda direttrici 40, 41 che si incrociano si incontrino con un angolo che mantiene minima la diafonia. La guida d'onda 55 di ingresso del commutatore ottico digitale 15 è collegata al pezzo 35 di fibra tramite un pezzo 37 di guida d'onda di ingresso. Parimenti l'ulteriore pezzo 34 di fibra è collegato tramite un ulteriore pezzo 36 di guida d'onda di ingresso con l'ulteriore guida d'onda 56 di ingresso dell'ulteriore commutatore ottico digitale 14. All'uscita dell'unificatore di segnale 16 è disposto un pezzo 42 di guida d'onda di uscita, collegato con un pezzo 44 di fibra. Inoltre l'uscita dell'ulteriore unificatore di segnale 17 è collegata tramite un ulteriore pezzo 43 di guida d'onda di

uscita con un ulteriore pezzo 45 di fibra. L'ulteriore pezzo 45 di fibra conduce a un elemento di accoppiamento 19 selettivo della lunghezza d'onda sul lato di uscita. Nell'elemento di accoppiamento 19 selettivo della lunghezza d'onda sul lato di uscita è disposta sul lato di uscita una fibra 57 di disaccoppiamento, all'estremità della quale è applicata un'ulteriore fonte 22 di luce di pompaggio. Il pezzo 44 di fibra è collegato con un ulteriore elemento di accoppiamento 20 selettivo della lunghezza d'onda sul lato di uscita. L'ulteriore elemento di accoppiamento 20 selettivo della lunghezza d'onda sul lato di uscita presenta sul suo lato opposto al substrato 50 un pezzo 58 di guida d'onda che presenta alla sua estremità un riflettore 21 ottico. Inoltre all'uscita dell'ulteriore elemento di accoppiamento 20 selettivo della lunghezza d'onda sul lato di uscita è collegato un conduttore di luce 46 di uscita, nel quale è introdotto un filtro 23 ottico con un isolatore 48 ottico inserito a monte. Dietro il filtro 23 ottico è disaccoppiabile dal conduttore di luce 46 di uscita una luce di segnale A_2 di uscita. Parimenti dietro l'elemento di accoppiamento 19 selettivo della lunghezza d'onda sul lato di uscita è inserito un ulteriore conduttore di luce 47 di uscita nel quale è introdotto un ulteriore filtro 24 ottico con un ulteriore isolatore 49 ottico inserito a monte. Dietro l'ulteriore filtro 24 ottico è prelevabile dall'ulteriore conduttore di luce 47 di uscita un ulteriore segnale luminoso A_1 di uscita. Nel conduttore di luce 31 di ingresso viene accoppiato un segnale di ingresso S_1 ottico.

Nell'ulteriore conduttore di luce 30 di ingresso viene accoppiato un ulteriore segnale di ingresso S_2 ottico.

Il segnale di ingresso S_1 ottico viene mischiato alla luce di pompaggio P_1 per mezzo dell'elemento di accoppiamento 13 selettivo della lunghezza d'onda. Il pezzo 35 di fibra conduce quindi sia il segnale di ingresso S_1 ottico che la luce di pompaggio P_1 . Questa luce giunge tramite il pezzo 37 di guida d'onda di ingresso al commutatore ottico digitale 15, dove viene condotta in una delle due guide d'onda 51, 53 di uscita. A seconda della regolazione termica del commutatore ottico digitale 15 il miscuglio di segnale di ingresso S_1 ottico e luce di pompaggio P_1 è presente su una guida d'onda 51 di uscita o su una guida d'onda 53 di uscita. Per mezzo di una delle guide d'onda direttrici 39, 41 questa luce viene addotta agli unificatori di segnale 16, 17. Analogamente al segnale di ingresso S_1 ottico nell'ulteriore elemento di accoppiamento 12 selettivo della lunghezza d'onda viene provocato un accoppiamento delle due parti di luce dell'ulteriore segnale di ingresso S_2 e della luce di pompaggio P_1 . La luce giunge tramite l'ulteriore pezzo 34 di fibra e l'ulteriore pezzo 36 di guida d'onda di ingresso all'ulteriore commutatore ottico digitale 14, dove a sua volta avviene un'assegnazione della luce a una delle ulteriori due guide d'onda 52, 54 di uscita in funzione dello stato di commutazione. Tramite le ulteriori guide d'onda direttrici 40, 38 avviene anche qui un accoppiamento delle ulteriori guide d'onda 52, 54 di uscita agli unificatori di

segnale 16, 17. Nel punto di incrocio 18 due guida d'onda direttrici 40, 41 si incontrano con un angolo grande (ottuso), per cui una diafonia viene ridotta al minimo. Mediante la disposizione costituita da commutatori ottici digitali 14, 15 e unificatori di segnale 16, 17 è possibile, mediante corrispondente commutazione dei DOS 14, 15, smistare i segnali di ingresso S_1 e S_2 ottici a una combinazione qualsiasi di pezzi 42, 43 di guida d'onda di uscita. Tramite i pezzi 44, 45 di fibra la luce riunita negli unificatori di segnale 16, 17 giunge agli elementi di accoppiamento 19, 20 selettivi della lunghezza d'onda sul lato di uscita. Ivi la luce di pompaggio P_1 viene nuovamente disaccoppiata. Inoltre tramite l'ulteriore fonte 22 di luce di pompaggio viene accoppiata nel pezzo 45 di fibra tramite l'elemento di accoppiamento 19 selettivo della lunghezza d'onda luce di pompaggio inversa P_3 in direzione esattamente opposta alla luce di pompaggio P_1 . Da lì la luce di pompaggio inversa P_3 si diffonde tramite l'ulteriore unificatore di segnale 17 nelle guide d'onda direttrici 40, 39. Mediante il riflettore 21 ottico applicato all'estremità del pezzo 58 di guida d'onda la luce di pompaggio P_1 , che era stata disaccoppiata dal pezzo 44 di fibra, viene riflessa e nuovamente accoppiata nel pezzo 44 di fibra per via inversa. La luce liberata dalla luce di pompaggio P_1 presente dietro gli elementi di accoppiamento 19, 20 selettivi della lunghezza d'onda sul lato di uscita giunge tramite i conduttori di luce 46, 47 di uscita ai filtri 23, 24 ottici tramite gli isolatori 48, 49.

Mediante il drogaggio dei pezzi 36, 37 di guida d'onda di ingresso, delle guide d'onda 55, 56 di ingresso, delle guide d'onda 51, 52, 53, 54 di uscita, delle guide d'onda direttrici 39, 40, 41, 38, degli unificatori di segnale 16, 17 e dei pezzi 42, 43 di guida d'onda di uscita viene causata un'amplificazione ottica della luce di segnale del segnale di ingresso S_1 , S_2 ottico. Il drogante assorbe con ciò la potenza ottica alla lunghezza d'onda λ_p della luce di pompaggio, e d'altra parte amplifica con ciò la potenza del segnale alla lunghezza d'onda λ_s della luce di segnale. Mediante il fatto che contemporaneamente viene commutata la luce di segnale dei segnali di ingresso S_1 , S_2 ottici insieme alla luce di pompaggio P_1 per mezzo dei commutatori ottici digitali 14, 15 avviene un'amplificazione soltanto dove viene condotta la luce di segnale. Viceversa il drogaggio non produce alcuna amplificazione nelle guide d'onda direttrici 39, 40, 41, 38 nelle quali non viene condotta la luce di segnale, poiché non è presente nemmeno la luce di pompaggio P_1 . In questo caso il drogaggio provoca addirittura un'ulteriore attenuazione per assorbimento di una parte di luce di segnale residua. Con ciò viene migliorato il comportamento di diafonia per i segnali luminosi A_1 , A_2 di uscita. Mediante la luce di pompaggio inversa P_3 o la luce di pompaggio P_1 riflessa viene ottenuta un'ulteriore amplificazione, che in particolare nei campi di accoppiamento grandi deve contrastare l'attenuazione dei segnali di ingresso S_1 , S_2 ottici nei percorsi ottici lunghi. Poiché in tutte le guide d'onda drogate avviene anche un'emissione spontanea di luce, che viene amplificata tramite il drogante

(Amplified Spontaneous Emission, ASE), i filtri 23, 24 ottici servono a filtrare questa parte di luce che disturba la luce di segnale. Gli isolatori 48, 49 ottici servono alla riduzione di riflessioni dovute ai filtri dei filtri 23, 24 ottici in direzione verso il campo di accoppiamento. Dietro i filtri 23, 24 ottici sono infine prelevabili i segnali luminosi A_1 A_2 di uscita, che vengono ulteriormente trasportati o analizzati.

Quali elementi di accoppiamento 12, 13, 19, 20 sono utilizzabili accoppiatori direzionali, e quali unificatori di segnale possono essere impiegati connettori a Y. Quale drogante sono idonee in funzione della lunghezza d'onda λ_s del segnale le terre rare, come ad esempio l'erbio o il praseodimio, ma anche i coloranti organici. I DOS 14, 15 possono essere dotati di un dispositivo di riscaldamento oppure, per la commutazione rapida, di due dispositivi di riscaldamento (attuatori termici). Quale materiale per le guide d'onda direttrici 38, 39, 40, 41 sono idonei sia i polimeri che gli ormoceri. I DOS 14, 15 possono essere fatti funzionare anche quali commutatori ottici analogici, oppure essere intercambiabili con essi.

È inoltre previsto che sia gli elementi di accoppiamento 12, 13, 19, 20 selettivi della lunghezza d'onda che gli isolatori 48, 49 ottici e i filtri 23, 24 ottici siano integrabili sul substrato 50. Con ciò è possibile una forma di realizzazione di un campo di accoppiamento ottico particolarmente poco ingombrante. Inoltre è

previsto di aumentare ulteriormente l'integrazione, integrando sul substrato 50 le fonti 10, 22 di luce di pompaggio o addirittura l'intera disposizione raffigurata in figura, e accoppiando al substrato 50 soltanto i conduttori di luce 30, 31 di ingresso e i conduttori di luce 46, 47 di uscita proseguenti situati dietro i filtri 23, 24 ottici.

Oltre all'impiego in un commutatore ottico digitale 14, 15 è parimenti previsto di drogare in maniera analoga con un drogante un interferometro di Mach-Zehnder, e di alimentarlo con luce di pompaggio P_1 in modo che anche in esso avvenga un'amplificazione del segnale luminoso.

Invece degli unificatori di segnale 16, 17 possono essere impiegati anche ulteriori commutatori ottici digitali, cosicché possono essere realizzati altri collegamenti passanti.

Rivendicazioni

1. Commutatore ottico con almeno una guida d'onda (55, 56) di ingresso, alla quale è addotto un segnale di ingresso (S_1, S_2) ottico con una lunghezza d'onda (λ_s) del segnale prestabilita, e con almeno due guide d'onda (51, 52, 53, 54) di uscita dalle quali è prelevabile rispettivamente un segnale di uscita ottico, caratterizzato dal fatto che il segnale di ingresso (S_1, S_2) ottico è addotto alla guida d'onda (55, 56) di ingresso insieme a una luce di pompaggio (P_1) con una lunghezza d'onda (λ_p) della luce di pompaggio prestabilita, e che almeno le guide d'onda (51, 52, 53, 54) di uscita e/o le guide d'onda direttrici (38, 39, 40, 41) inserite a valle delle guide d'onda (51, 52, 53, 54) di uscita sono drogate con un drogante, che presenta un assorbimento alla lunghezza d'onda (λ_p) della luce di pompaggio, e un'emissione stimolata alla lunghezza d'onda (λ_s) del segnale.

2. Commutatore ottico secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che è previsto un elemento di accoppiamento (12, 13) selettivo della lunghezza d'onda inserito a monte della guida d'onda (55, 56) di ingresso, per mezzo del quale la luce di pompaggio (P_1) è accoppiabile al segnale di ingresso (S_1, S_2) ottico.

3. Commutatore ottico secondo la rivendicazione 1 o 2, caratterizzato dal fatto che a valle di almeno una delle guide

d'onda (51, 52, 53, 54) di uscita è inserito un elemento di accoppiamento (19, 20) selettivo della lunghezza d'onda sul lato di uscita, che disaccoppia nuovamente la luce di pompaggio (P_1).

4. Commutatore ottico secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che l'ulteriore elemento di accoppiamento (19, 20) selettivo della lunghezza d'onda serve allo stesso modo per l'accoppiamento di luce di pompaggio inversa (P_3) in direzione verso la guida d'onda (55, 56) di ingresso.

5. Commutatore ottico secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che l'ulteriore elemento di accoppiamento (19, 20) selettivo della lunghezza d'onda presenta un pezzo (58) di guida d'onda sul quale è disposto un riflettore (21) ottico per la riflessione della luce di pompaggio (P_1).

6. Commutatore ottico secondo una delle rivendicazioni da 1 a 5, caratterizzato dal fatto che a valle di almeno una delle guide d'onda (51, 52, 53, 54) di uscita è inserito un filtro (23, 24) ottico, impermeabile alla luce prodotta mediante emissione spontanea amplificata.

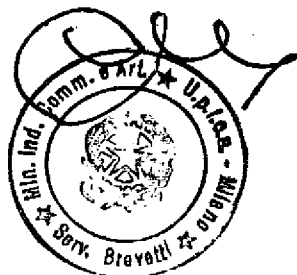
7. Commutatore ottico secondo la rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto che a monte del filtro (23, 24) ottico è inserito un isolatore (48, 49) ottico, che riduce le riflessioni dovute al filtro in direzione verso la guida d'onda (55, 56) di ingresso.

8. Commutatore ottico secondo una delle rivendicazioni da 1 a 7, caratterizzato dal fatto che almeno la parte del commutatore ottico ===== (14, 15) con la guida d'onda (55, 56) di ingresso e le due guide d'onda (51, 52, 53, 54) di uscita è integrata su un substrato (50), in particolare un substrato polimerico o ormocerico.

9. Commutatore ottico secondo una delle rivendicazioni da 1 a 8, caratterizzato dal fatto che almeno una delle guide d'onda direttrici (38, 39, 40, 41) è costituita da un canale di guida d'onda riempito con adesivo polimerico liquido termoindurente.

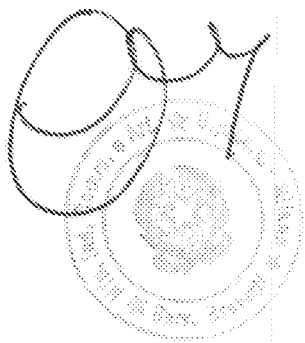
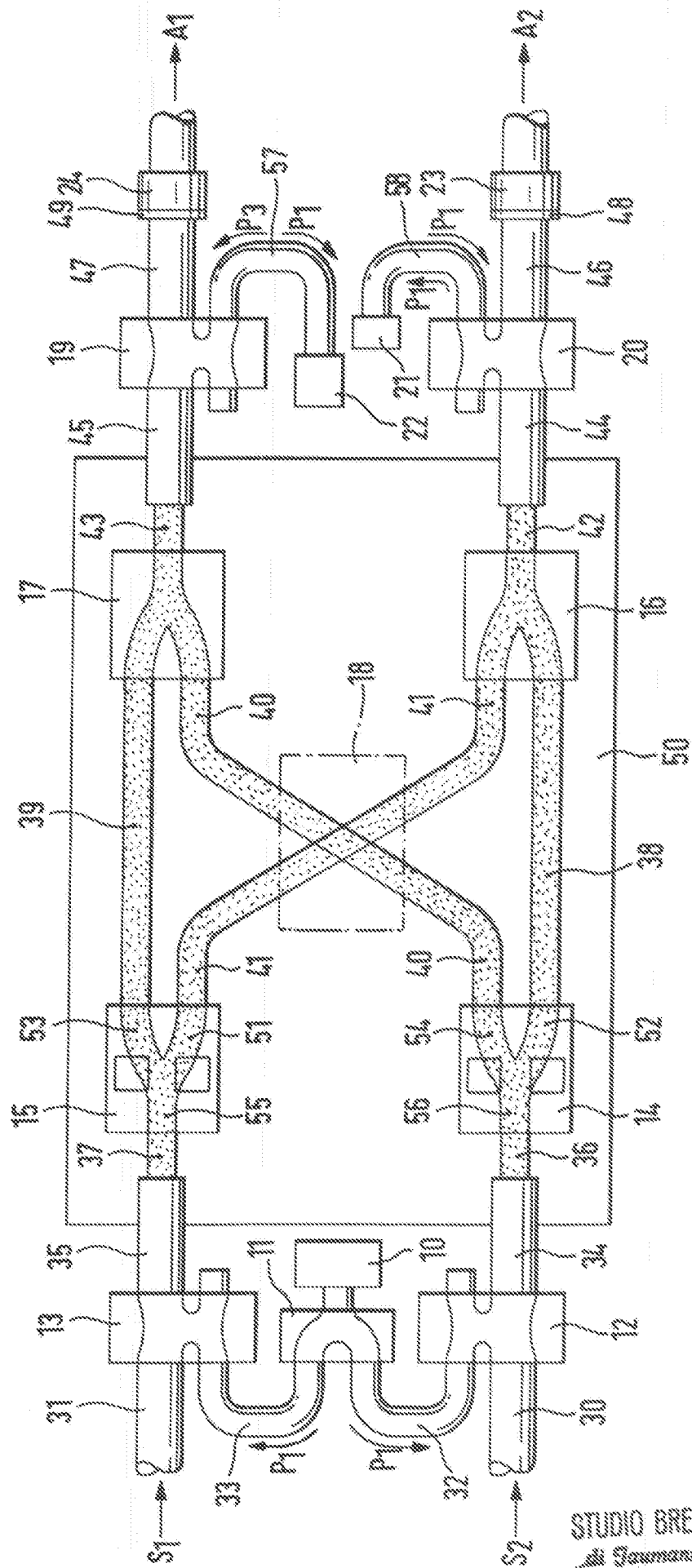
10. Campo di accoppiamento ottico con almeno due commutatori ottici secondo una delle rivendicazioni da 1 a 9, caratterizzato dal fatto che è previsto almeno un unificatore di segnale, in particolare un connettore a Y (16, 17), i cui ingressi sono addotti ciascuno a uno dei segnali di uscita dei commutatori ottici (14, 15).

11. Campo di accoppiamento ottico secondo la rivendicazione 10, caratterizzato dal fatto che per gli incroci fra due delle guide d'onda direttrici (38, 39, 40, 41) le guide d'onda direttrici (38, 39, 40, 41) sono disposte nel punto di incrocio (18) ad angolo approssimativamente retto una rispetto all'altra.



Il Mandatario (Paolo Jaumann)
dello

STUDIO BREVETTI JAUMANN
di Jaumann P. & C. s.n.c.



STUDIO BREVETTI JAUMANN
di Jaumann P. & C. s.p.a.