



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2016 00985

(22) Data de depozit: 08/12/2016

(41) Data publicării cererii:
29/06/2018 BOPI nr. 6/2018

(71) Solicitant:

• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
MICROTEHNOLOGIE - IMT BUCUREȘTI,
STR. EROU IANCU NICOLAE NR. 126A
(32B), VOLUNTARI, IF, RO;
• OPTOELECTRONICA 2001 S.A.,
STR.ATOMIȘTILOR NR.409, MĂGURELE,
IF, RO;
• UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN
BUCUREȘTI, SPLAIUL INDEPENDENȚEI
NR.313, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:

• KUSKO CRISTIAN, INTRAREA BĂRSEI
NR. 4, BL. G8, BUCUREȘTI, B, RO;
• KUSKO MIHAI, STR.DR.FELIX NR.59,
BL.A 1, SC.1, ET.7, AP.32, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO;
• TUDOR REBECA, BD. UVERTURII NR. 85,
BL. O14, SC. C, ET. 8, AP. 94, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;
• MĂHĂILESCU MONA,
ALEEA SOMEȘUL RECE NR. 21, BL. 8,
SC. 3, ET. 1, AP. 40, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO;
• POPESCU FLORIN ADRIAN,
ȘOS. NICOLAE TITULESCU NR. 163,
BL. 20, SC. 2, ET. 7, AP. 64, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO

(54) METODĂ DE A REALIZA SUPERPOZIȚIA A DOUĂ SAU MAI MULTE VORTEXURI OPTICE CU MOMENTE CINETICE ORBITALE DIFERITE ÎN ACELAȘI FASCICUL PENTRU ECHIPAMENTE DE COMUNICAȚII OPTICE ÎN SPAȚIUL LIBER

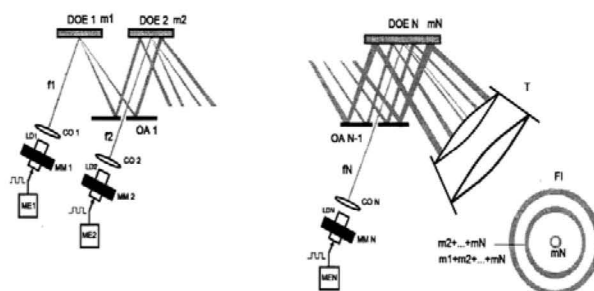
(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem de suprapunere, în același fascicul laser, a două sau mai multe fascicule laser, fiecare fascicul laser având o configurație a frontului de undă de tip helicoidal, cu un moment cinetic orbital bine definit. Sistemul conform invenției cuprinde: N diode laser (LD1, LD2, ..., LDN), N module electronice (ME1, ME2, ..., MEN) care modulează diodele laser în schema "on-off key", N sisteme (CO1, CO2, ..., CON) de colimare a fasciculelor laser, bazate pe lentile asferice, astfel încât fasciculele emise de diodele laser să aibă un profil al frontului de undă gaussian, colimat, N monturi (MM1, MM2, ..., MMN) optomecanice în care sunt dispuse diodele laser, și care sunt aliniate astfel încât fasciculele laser colimate să fie situate în același plan, paralele între ele, N elemente (DOE1, DOE2, ..., DOEN) optice difractive, care efectuează conversia fasciculelor de tip gaussian în fascicule cu front de undă helicoidal, cu momente

cinetice orbitale bine definite, N-1 oglinzi (OA1, ..., OAN-1) cu aperturi care au rolul de a suprapune fasciculele laser, și un expander de fascicul sau telescop cu rolul de a reduce divergența fasciculelor laser multiplexate.

Revendicări: 1

Figuri: 1



Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



DESCRIEREA INVENTIEI

Titlu:

METODA DE A REALIZA SUPERPOZITIA A DOUA SAU MAI MULTE VORTEXURI OPTICE CU MOMENTE CINETICE ORBITALE DIFERITE IN ACELASI FASCICUL PENTRU ECHIPAMENTE DE COMUNICATII OPTICE IN SPATIUL LIBER.

Inventia se refera la o metoda de a suprapune in acelasi fascicul de iesire a unui sistem de comunicatii optice a doua sau mai multe fascicule laser, fiecare fascicul laser avand o configuratie a frontului de unda de tip helicoidal cu un moment cinetic orbital bine definit.

Sunt cunoscute sisteme de comunicatii optice dedicate transmiterii datelor pe un canal optic in spatiu liber intre un emitator si un receptor care realizeaza o legatura punct la punct (brevet 122240/2005). In aceste sisteme de comunicatie se utilizeaza la emisie un fascicul optic generat de o componenta optoelectronica cum ar fi o dioda laser care emite in domeniile spectrale vizibil sau infrarosu. Radiatia optica generata este modulata in amplitudine si durata astfel incat informatia este encodata utilizandu-se, in general, schema ON-OFF-Key. Modulatia componentei optoelectronice se realizeaza utilizand module electronice care opereaza la frecvente de ordinul sutelor de MHz mergand pana la frecvente de ordinul a 1 GHz. Fasciculul de iesire modulat are, in general, un profil al frontului de unda de tip Gaussian, acesta trecand la iesirea din emitator printr-un sistem optic de tip expandor de fascicul sau telescop care are rolul de a reduce divergenta fasciculului.

In partea de receptie fasciculul optic trece, de asemenea, printr - un telescop care are rolul de a reduce talia, dupa care este detectat de un dispozitiv optoelectronic (fotodioda, diode in avalansa) astfel incat informatia transmisa este decodata.

Problemele tehnice pe care le rezolva inventia sunt:

- Superpozitia a doua sau mai multe sub fascicule laser cu numere orbitale diferite in acelasi fascicul de iesire al comunicatorului optic
- Cresterea capacitatii canalului de transmitere a informatiei prin spatiu liber
- Utilizarea de elemente optice difractive care poti fi fabricate prin tehnologii standard de microfabricatie si de componente optice simple cum ar fi oglinzi cu aperturi.

Pentru a creste capacitatea canalului de comunicare se pot modula grade de libertate aditionale

cum ar fi polarizarea fasciculului laser care prezinta doua componente horizontal – vertical sau polarizare circulara stanga - dreapta. O alta metoda de a creste capacitatea de transmitere a informatiei este prin modularea frontului de unda al fascicului laser. Astfel, prin manipularea frontului de unda se pot realiza diferite clase speciale de fascicule optice cu un profil helicoidal al frontului de unda care pe langa parametrul de polarizare prezinta un nou grad de libertate distinct numit moment cinetic orbital sau numar orbital a carui valoare este un numar intreg m . Fiecare fascicul laser care poseda un numar orbital distinct m este caracterizat de un factor de faza $\exp(im\phi)$ unde ϕ este coordonata azimutala. De asemenea forma fasciculului laser are o forma inelara. Un fascicul laser care prezinta un factor de faza azimutal reprezinta o componenta a unei baze ortogonale.

Astfel, daca pe calea de iesire a blocului de emisie al unui sistem de comunicatii optice in spatiu liber sunt suprapuse doua sau mai multe subfascicule modulate independent, fiecare subfascicul avand un numar orbital diferit, acestea nu interfereaza unul cu altul, fiecare fascicul putand fi detectat independent de catre blocul de receptie al sistemului de comunicatii. In acest fel se poate realiza multiplexarea fasciculelor cu numere orbitale diferite respective fapt care conduce la cresterea capacitatii de informatie a canalului optic.

Exista diferite variante de a multiplexa doua sau mai multe subfascicule laser cu numere orbitale de iesire diferite in fasciculul de iesire al blocului de emisie a unui comunicator optic in spatiu liber. Aceste sisteme se bazeaza pe holograme de volum, pe retele de difractie cu structuri specifice si complexe, sau pe combinatii de retele difractive si componente optice de tip prisma. Aceste sisteme de multiplexare sunt relativ complicate, implica existenta unor componente optice specifice si cerinte de aliniere stricte.

Inventia se refera la un sistem simplu de multiplexare a doua sau mai multe subfascicule laser modulate independent utilizand componente optice simple oglinzi care prezinta aperturi si elemente optice difractive care genereaza fascicule cu front de unda helicoidal, elemente optice care pot fi obtinute prin tehnologii simple de microfabricatie.

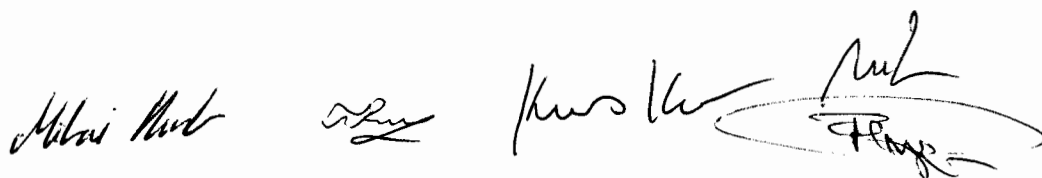
Sistemul de multiplexare a doua sau mai multe subfascicule laser, fiecare avand un numar orbital bine definit consta intr-o serie de N diode laser ($LD_1, LD_2, \dots, LD_N$). Diodele laser sunt modulate independent de catre o serie de N module electronice ($ME_1, ME_2, \dots, ME_N$) care genereaza pulsuri electrice in schema OOK. Fasciculele optice generate de catre diodele laser sunt divergente fiind necesar ca fiecare dintre acestea sa treaca printr-un sistem optic de colimare

(CO1,CO2,...CON) bazat pe lentile asferice astfel incat fasciculele emise de diodele laser sa aiba un profil al frontului de unda Gaussian colimat.

Diodele laser sunt dispuse in monturi optomecanice (MM1, MM2, ...,MMN) aliniat astfel incat fasciculele colimate emise de diodele laser sa fie situate in acelasi plan, paralele intre ele.

Fasciculul Gaussian colimat f_1 generat de dioda laser LD1 este difractat de elementul optic difractiv DOE1 care opereaza in reflexie si imprima fasciculului laser reflectat numarul orbital $m=m_1$. Fascicul capata un front de unda helicoidal si o forma inelara si este apoi reflectat de oglinda cu apertura OA 1 dupa care este difractat pe DOE2 care imprima fascicului un numar orbital $m=m_1+m_2$ rezultat din adunarea momentelor orbitale. Dioda laser LD2 modulata de ME2 genereaza un fascicul f_2 care este colimat de CO2. Acesta este partial transmis prin apertura oglinzii OA1. Montura optomecanica MM2 este ajustata astfel incat f_2 este suprapus peste fasciculul helicoidal. F_2 este difractat de DOE2 astfel incat acesta, poseda dupa reflexie numarul orbital m_2 . Ambele fascicule F_1 si F_2 cu numerele orbitale m_1+m_2 respectiv m_2 sunt aliniate pe aceeasi cale de iesire dupa care sunt reflectate pe urmatoarea oglinda cu apertura.

Prin utilizarea a unui numar N de module similare cu cele ilustrate conform Fig.1 care sunt dispuse in cascada, se poate obtine superpozitia a N fascicule laser modulate independent conform realizandu-se astfel multiplexarea numerelor orbitale $m_1, m_2, \dots, m_N$.



Revendicari

Sistem dedicat multiplexarii a N fascicule laser care poseda numerele orbitale $m_1, m_2, \dots, m_N$. Acest sistem este alcatuit din:

- (i) N module electronice ME care genereaza secvente de pulsuri OOK
- (ii) N diode laser LD modulate OOK de catre modulele electronice
- (iii) N Sisteme optice CO dedicate colimari fasciculelor laser.
- (iv) N module optomecanice MM care au rolul de a alinia fasciculele laser colimate
- (v) N elemente optice diffractive DOE care genereaza fascicule laser cu fronturi de unda helicoidale si cu momente orbitale $l_1, l_2, \dots, l_N$
- (vi) N-1 oglinzi cu aperturi OA care au rol de a suprapune fasciculele laser.
- (vii) Expandor de fascicul sau telescop cu rolul de a reduce divergenta fasciculelor laser multiplexate.

Mihai Kord *Paul* *Krus* *to* *Mih*

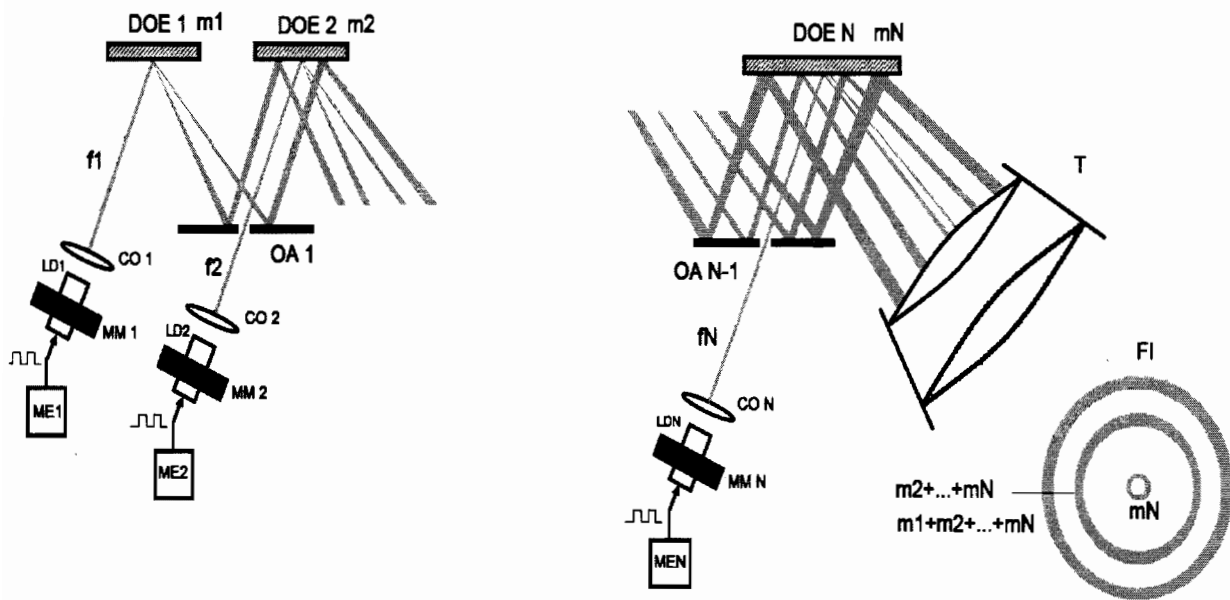


Figura 1 Sistem de multiplexare a N fascicule laser cu fronturi de unda helicoidale si momente orbitale diferite in acelasi fascicul de iesire.