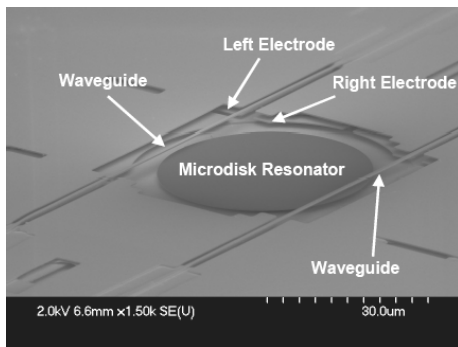


Πτυχιακές Εργασίες Εργαστηρίου Οπτικών Επικοινωνιών

Η έρευνα γύρω από τους συντονιστές μικροδακτυλίου (Microring Resonators) έχει τραβήξει την προσοχή της επιστημονικής κοινότητας τα τελευταία χρόνια. Οι συντονιστές μικροδακτυλίου έχουν αποδειχθεί εξαιρετικά υποσχόμενες συσκευές για μελλοντικά φωτονικά ολοκληρωμένα συστήματα αλλά και για πληθώρα εφαρμογών όπως για βιοχημικούς αισθητήρες, γυροσκοπία κ.α.

Ένας τέτοιος συντονιστής αποτελείται από έναν κυματοδηγό είτε σε σχήμα δίσκου ή δακτυλίου συζευγμένο με έναν ή δύο ευθείς κυματοδηγούς που χρησιμεύουν για εισαγωγή και απαγωγή του φωτός όπως φαίνεται και στο παραπάνω σχήμα. Εκτός από τη χρήση αμιγώς παθητικών υλικών, μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα ενεργά υλικά, με τα οποία μπορούν να κατασκευαστούν πηγές λέιζερ (laser) πολύ μικρού μεγέθους. Εκτός από το προηγούμενο πλεονέκτημα που μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλης κλίμακας ολοκλήρωσης φωτονικά κυκλώματα, τα λέιζερ μικροδακτυλίου επιτυγχάνουν την απαιτούμενη οπτική ανατροφοδότησης χωρίς να απαιτείται η χρήση ανακλαστικών επιφανειών ή φραγμάτων περίθλασης καθιστώντας εύκολη και οικονομική την κατασκευή τους.

I. Λείζερ Συντονιστών Μικροδακτυλίου Μεταβλητού Συντελεστή Σύζευξης με Χρήση Μικρο-Ηλεκτρο-Μηχανικών-Συστημάτων (MEMS) (Variable Coupling Coefficient Microring Resonator Lasers using Micro-Electro-Mechanical-Systems)



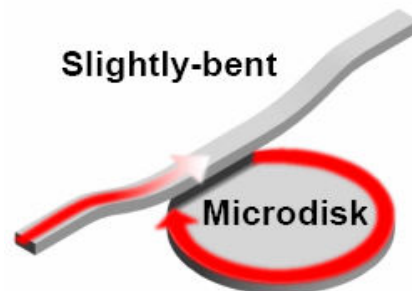
Η απόσταση του ευθύ κυματοδηγού, από τον κυκλικό καθορίζει και το ποσοστό της οπτικής ανατροφοδότησης (συντελεστής σύζευξης). Ένα πολύ ενδιαφέρον χαρακτηριστικό στα λέιζερ είναι ο ακριβής έλεγχος αυτού του ποσοστού και ακόμα περισσότερο η δυνατότητα μεταβολής του ως λειτουργικό χαρακτηριστικό.

Με τη χρήση Μικρο-Ηλεκτρο-Μηχανικών-Συστημάτων (MEMS actuators) μπορεί να ελεγχθεί με ακρίβεια η απόσταση

μεταξύ των κυματοδηγών, σε όλο το εύρος σύζευξης (0-100%) οδηγώντας τον ενεργό μικροδακτύλιο από λειτουργία λέιζερ (πάνω από το κατώφλι) σε λειτουργία οπτικού ενισχυτή SOA (κάτω από το κατώφλι).

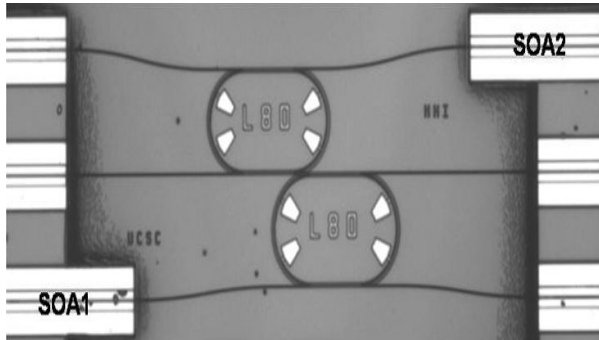
Πιθανές εφαρμογές μίας τέτοιας συσκευής περιλαμβάνουν τη χρήση σε συστήματα υλοποίησης ολόκληρου δικτυακού κόμβου σε ένα chip, τομογραφία χαμηλής συμφωνίας (low coherence tomography) και πολλές άλλες.

Στα πλαίσια της εργασίας απαιτείται βιβλιογραφική έρευνα αλλά θα χρησιμοποιηθεί και ειδικό πρόγραμμα ανάλυσης των κυματοδηγικών ιδιοτήτων με χρήση των μεθόδων Beam Propagation Method (BPM) και Finite Difference in Time Domain (FDTD). Επίσης επιθυμητή είναι η τροποποίηση υπάρχοντος αριθμητικού μοντέλου για να περιγράψει τα λειτουργικά χαρακτηριστικά της συσκευής.



Απαραίτητες γνώσεις: Θεωρία Κυματοδηγών, Οπτικές επικοινωνίες, Προγραμματισμός (κατά προτίμηση Matlab)

II. Μελέτη Λείζερ Διπλών Συντονιστών Μικροδακτυλίου (Modeling of Double Microring Resonators)



Οι πηγές λέιζερ που χρησιμοποιούνται στις τηλεπικοινωνίες πρέπει να διαθέτουν ορισμένα χαρακτηριστικά όπως μεγάλη φασματική καθαρότητα (μονοχρωματικότητα), μικρό μέγεθος, απόκριση σε υψηλούς ρυθμούς διαμόρφωσης και τη δυνατότητα συντονισμού στο μήκος κύματος.

Τα λέιζερ συντονιστών μικροδακτυλίου, όπως και όλα τα διοδικά λέιζερ, παράγουν φως με έγχυση ρεύματος στην ενεργό περιοχή. Το παραγόμενο φως είναι τυχαίο σε φάση και συχνότητα και ονομάζεται αυθόρμητη εκπομπή. Η οπτική ανατροφοδότηση, που στα λέιζερ κοιλότητας Fabry-Perot επιτυγχάνεται με ανακλαστικές επιφάνειες, είναι εφικτή με την επανείσοδο του φωτός στον κυκλικό κυματοδηγό και παράγει σύμφωνη ακτινοβολία λέιζερ. Τα μήκη κύματος (τρόποι) που υποστηρίζει το λέιζερ πρέπει να είναι ακέραια πολλαπλάσια του οπτικού μονοπατιού $n \cdot L$, όπου n ο δείκτης διάθλασης και L η περιφέρεια του κυματοδηγού. Στους συντονιστές μικροδακτυλίου δεν υπάρχει κάποιος μηχανισμός επιλογής του εκπεμπόμενου μήκους κύματος όπως στα DFB λέιζερ όπως επίσης είναι περιορισμένες οι δυνατότητες συντονισμού με κάποιο ντετερμινιστικό τρόπο.

Η λύση μπορεί να επιτευχθεί με την προσθήκη ενός ακόμα μικροδακτυλίου με ελαφρώς διαφορετική ακτίνα. Τα δύο λέιζερ είναι συζευγμένα μέσω ενός κυματοδηγού και η εκπεμπόμενη ακτινοβολία είναι ο συνδυασμός των τρόπων που είναι κοινοί και στις δύο κοιλότητες. Λόγω της διαφορετικής ακτίνας, οι κοινά υποστηριζόμενοι τρόποι απέχουν φασματικά και λόγω του περιορισμένου εύρους της απολαβής επιτυγχάνεται μονότροπη λειτουργία (μονοχρωματική ακτινοβολία). Επιπρόσθετα, η αλλαγή του ρεύματος έγχυσης οδηγεί σε αλλαγή του δείκτη διάθλασης και κατ' επέκταση σε αλλαγή του οπτικού μονοπατιού. Αυτό οδηγεί σε φασματική μετακίνηση των υποστηριζόμενων τρόπων και συνεπώς ένα άλλο μήκος κύματος υποστηρίζεται από τις συζευγμένες κοιλότητες. Το εύρος συντονισμού που επιτυγχάνεται με αυτόν τον τρόπο είναι κατά πολύ μεγαλύτερος από ένα απλό συντονιστή μικροδακτυλίου.

Η ανάπτυξη ενός μοντέλου που θα περιγράφει τη λειτουργία ενός τέτοιου συστήματος συζευγμένων κοιλοτήτων είναι ένα πολύ σημαντικό έργο που θα βοηθήσει στην καλύτερη κατανόηση του φαινομένου και θα υποστηρίξει τα ήδη υπάρχοντα πειραματικά δεδομένα. Επίσης δίνεται η δυνατότητα ενασχόλησης με το εργαστήριο οπτικών επικοινωνιών και τον υψηλής τεχνολογίας εξοπλισμό του.

Επιθυμητές γνώσεις: Προγραμματισμός σε Matlab (κατά προτίμηση), στοιχεία θεωρίας διοδικών λέιζερ.

Υπεύθυνος Καθηγητής: Δημήτριος Συβρίδης

Επιβλέπων/επικοινωνία: Αλέξανδρος Καψάλης (υποψήφιος διδάκτορας)

Email: alex@di.uoa.gr

Τηλέφωνο: 2107275133