



ΕΛΙΔΕΚ.
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

Περιγραφή Χρηματοδοτούμενου Ερευνητικού Έργου
1η Προκήρυξη Ερευνητικών Έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για την
ενίσχυση των Μελών ΔΕΠ και Ερευνητών/τριών και την
προμήθεια ερευνητικού εξοπλισμού μεγάλης αξίας

Τίτλος Ερευνητικού Έργου: Κβαντικά Ολοκληρωμένα Φωτονικά Κυκλώματα

Επιστημονικός Υπεύθυνος: Δρ. Χρήστος Ριζιώτης

Φιλικός προς τον αναγνώστη τίτλος: InPhoQuC

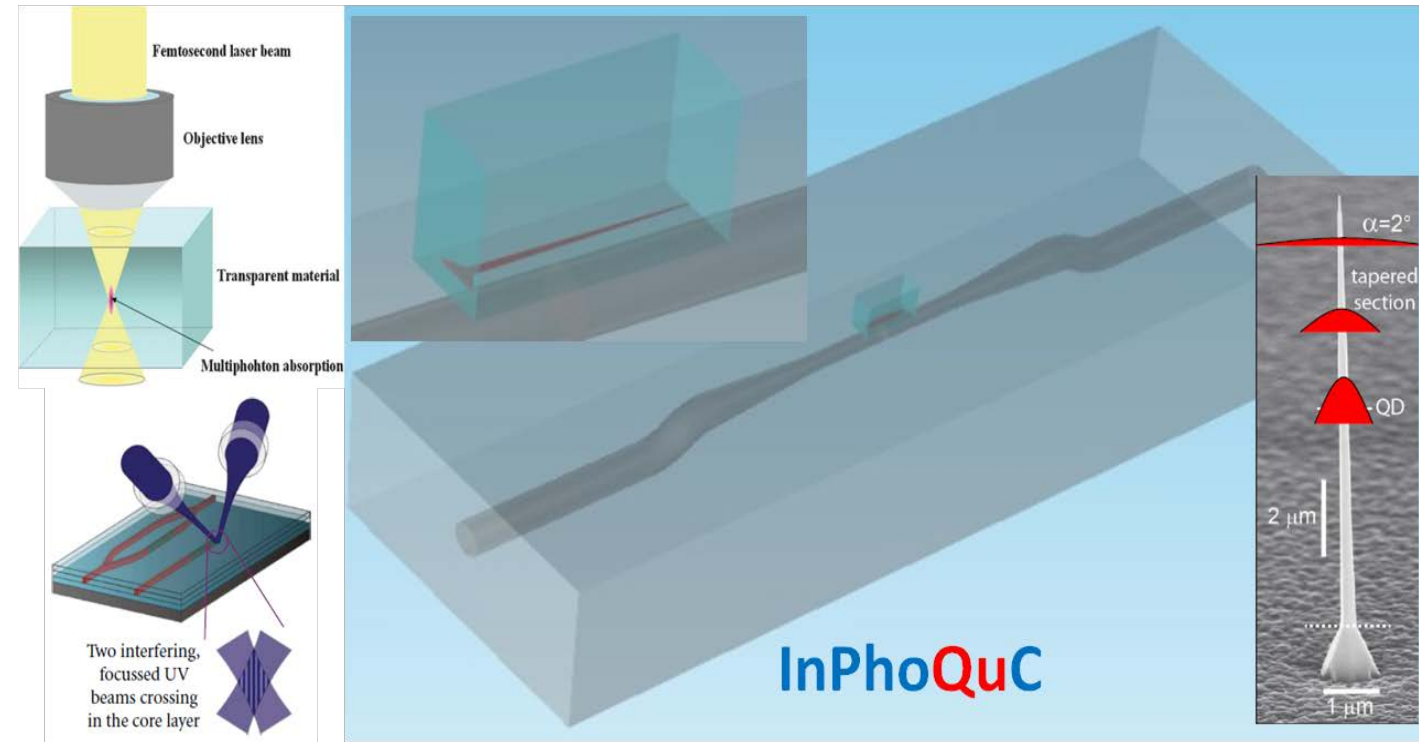
Επιστημονική Περιοχή: Φυσικές Επιστήμες

Φορέας Προέλευσης και Χώρα:
Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών, Ελλάδα

Φορέας Υποδοχής: Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών

Συνεργαζόμενοι Φορείς:

- 1) Πανεπιστήμιο Southampton, Αγγλία
- 2) Βασιλικό Ινστιτούτο Τεχνολογίας, Σουηδία



Ποσό Χρηματοδότησης: 199.650,00Ευρώ

Διάρκεια Χρηματοδότησης: 36 Μήνες



Σύνοψη Ερευνητικού Έργου

Έχει αποδειχθεί ότι ένα κβαντικός υπολογιστής μπορεί να υλοποιηθεί με το συνδυασμό κλασσικών οπτικών στοιχείων και πυλών και τέτοιοι Κβαντικοί Υπολογιστές Γραμμικής Οπτικής (Linear Optics Quantum Computers -LOQC) μπορούν συνεπώς να υλοποιηθούν και σε κλασσικά ολοκληρωμένα οπτικά κυκλώματα.

Ο σκοπός του έργου InPhoQuC είναι ο σχεδιασμός τέτοιων κβαντικών διατάξεων μέσω κλασσικών ολοκληρωμένων οπτικών κυκλωμάτων βασισμένων σε πλατφόρμα πυριτίας (Silica on Silicon) που αποτελεί την κύρια πλατφόρμα οπτικής ολοκλήρωσης απόλυτα συμβατή για διασύνδεση χαμηλών απωλειών με το υπάρχον τηλεπικοινωνιακό δίκτυο οπτικών ινών. Στο έργο InPhoQuC θα χρησιμοποιηθούν ευέλικτες τεχνικές άμεσης εγγραφής μέσω χρήσης Laser υπεριώδους φωτός ή υπερβραχέων παλμών υπερύθρου για την κατασκευή πρωτότυπων πολύ-λειτουργικών δομών κυματοδότησης και κυκλωμάτων.

Οι κύριοι στόχοι του ερευνητικού έργου είναι:

- 1) Η αιτιοκρατική και ακριβής ενσωμάτωση ημιαγωγικών νανοκαλωδίων κβαντικών τελειών (Nanowire Quantum Dots - NQD) σε οπτικούς κυματοδηγούς για την ανάπτυξη κβαντικών πηγών φωτονίων στο κύκλωμα, που θα επιτρέψουν την επεκτασιμότητα του κυκλώματος με την ενσωμάτωση πολλαπλών πηγών εκπομπής. Κατάλληλες δομές κυματοδηγών και αδιαβατικοί μετατροπείς για την αποτελεσματική σύζευξη των φωτονίων των κβαντικών πηγών στο κύκλωμα θα σχεδιαστούν και θα κατασκευαστούν με τεχνικές άμεσης εγγραφής Laser.
- 2) Η ολοκλήρωση των κβαντικών πηγών φωτονίων NQDs θα επιτρέψει την ενσωμάτωση πολλαπλών μηκών κυμάτων φωτονίων εντός του κυκλώματος, επιτρέποντας με τη σειρά τους την πολυπλεξία με διαίρεση μήκους κύματος (Wavelength Division Multiplexing WDM) για την αύξηση του συνολικού ρυθμού κβαντικής πληροφορίας. Κατάλληλοι πολυπλέκτες WDM και πολυπλέκτες προσθαφαίρεσης καναλιού (Optical Add Drop Multiplexers -OADM) βασισμένοι σε δομές συζευκτών κυματοδηγού θα σχεδιαστούν και θα κατασκευαστούν για την επίδειξη φιλτραρίσματος της εκπομπής φωτονίων και χρωματικής πολυπλεξίας επί του κυκλώματος.

Πρωτοτυπία του Ερευνητικού Έργου

Έως σήμερα ολοκληρωμένα οπτικά κυκλώματα πυριτίας διασυνδέονται εξωτερικά με κβαντικές πηγές φωτονίων βασισμένες σε μη γραμμικές οπτικές διαδικασίες. Οι διαδικασίες αυτές παραγωγής φωτονίων είναι ιδιαίτερα μη-αποδοτικές και πιθανοκρατικές περιορίζοντας σημαντικά την οπτική ποιότητα και απόδοση παραγωγής των φωτονίων. Κυρίως όμως αυτή η προσέγγιση περιορίζει δραστικά και σε κρίσιμο βαθμό την επεκτασιμότητα και μέγεθος των κβαντικών υπολογιστών, μη παρέχοντας τη δυνατότητα πολλαπλών πηγών φωτονίων εντός του κυκλώματος.

Το έργο στοχεύει στην πρώτη διεθνή επίδειξη της αιτιοκρατικής ενσωμάτωσης και αποδοτικής λειτουργίας πολλαπλών κβαντικών πηγών φωτονίων σε οπτικά ολοκληρωμένα κυκλώματα πλατφόρμας πυριτίας (Silica on Silicon). Η υβριδική αυτή ολοκλήρωση θα επιτρέψει με τη σειρά της την επίδειξη επεξεργασίας και πολυπλεξίας πολλαπλών μηκών κύματος σε πολυχρωματικά φωτόνια στο ίδιο κύκλωμα. Η ενσωμάτωση πολλαπλών και πολυχρωματικών κβαντικών πηγών σε κυματοδηγούς πυριτίας θα επιτρέψει την ανάπτυξη αναβαθμισμένων κβαντικών κυκλωμάτων πολλαπλών φωτονίων αυξημένης λειτουργικότητας και υψηλής κβαντικής ρυθμοδότησης / ταχύτητας.

Αναμενόμενα αποτελέσματα & Αντίκτυπος του Ερευνητικού Έργου

Τα κύρια αναμενόμενα αποτελέσματα του ερευνητικού έργου InPhoQuC είναι:

- α) Η επιτυχής υβριδική ολοκλήρωση αποδοτικών κβαντικών εκπομπών φωτονίων σε κυματοδηγούς ολοκληρωμένων φωτονικών κυκλωμάτων.*
- β) Η επίδειξη αμιγώς οπτικής επεξεργασίας πολυχρωματικών φωτονίων εντός του κυκλώματος, μέσω ειδικών στοιχείων πολυπλεξίας μηκών κύματος (WDM).*

Τα δύο αυτά κρίσιμα αποτελέσματα αναμένεται να έχουν ένα ιδιαίτερα σημαντικό αντίκτυπο στην αναβάθμιση της επεκτασιμότητας των κβαντικών κυκλωμάτων & διατάξεων επιτρέποντας την επιτυχή υλοποίηση αρχιτεκτονικών κβαντικών υπολογιστών και συστημάτων κβαντικής επεξεργασίας πληροφορίας κλιμακούμενης διάστασης.

Η υλοποίηση τέτοιων επεκτάσιμων κβαντικών υπολογιστών μεγάλου μεγέθους αναμένεται να προσφέρει εξαιρετικά υψηλή υπολογιστική ισχύ που θα μεταβάλει δραστικά την υπάρχουσα διεθνή επιστημονική και τεχνολογική στάθμη μέσω εφαρμογών σε τομείς όπως Επικοινωνίες και Πληροφορική, κρυπτογραφία, βιοπληροφορική, σχεδιασμό φαρμάκων, ιατρική διαγνωστική, και προγνώσεις μεγάλης κλίμακας.

Αναμένεται ότι τα πρωτότυπα συστήματα που θα επιδειχθούν στο πλαίσιο του έργου θα βρίσκονται σε ένα επίπεδο τεχνολογικής ωριμότητας TRL 3 έως 4.

Η σημασία της χρηματοδότησης

Το ερευνητικό έργο InPhoQuC συνοδεύεται από σημαντικές προκλήσεις και απαιτεί στενή συνεργασία μεταξύ Επιστήμης Υλικών, Φωτονικής, και Κβαντικής Οπτικής, τόσο σε θεωρητικό όσο και σε πειραματικό επίπεδο. Το έργο στοχεύει στην εξεύρεση λύσεων σε πολύπλοκα ανοιχτά θέματα, γεγονός που σημαίνει ότι περικλείει σαφείς και σημαντικούς κινδύνους για την επιτυχή υλοποίηση του. Αν και ο αναμενόμενος τεχνολογικός αντίκτυπος του έργου είναι σημαντικός, δεν θεωρείται ότι είναι επαρκώς άμεσος ώστε να διασφαλιστεί η υποστήριξη στο πλαίσιο κλασικών σχημάτων βιομηχανικής χρηματοδότησης. Ωστόσο το ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. παρείχε την απαιτούμενη χρηματοδότηση για την υποστήριξη ενός τέτοιου φιλόδοξου έργου βασικής έρευνας.

Η χρηματοδότηση του ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. είναι κρίσιμη για την υλοποίηση της φυσικής συνεργασίας και των πειραματικών υλοποιήσεων με τους εξωτερικούς συνεργάτες ORC (Αγγλία) και ΚΤΗ (Σουηδία). Η επιτυχής υλοποίηση του έργου συνοδευόμενη από τυχόν εμπορική κατοχύρωση (πατέντες) θα συμβάλει στην ένταξη της ομάδας μου και της χώρας σε μια ανταγωνιστική διεθνή θέση στην ταχύτατα αναπτυσσόμενη βιομηχανία κβαντικών υπολογιστών.



ΕΛΙΔΕΚ.
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

Λ. Συγγρού 185 & Σάρδεων 2
ΤΚ. 17121, Νέα Σμύρνη, Ελλάδα
210 64 12 410, 420
communication@elidek.gr
www.elidek.gr