

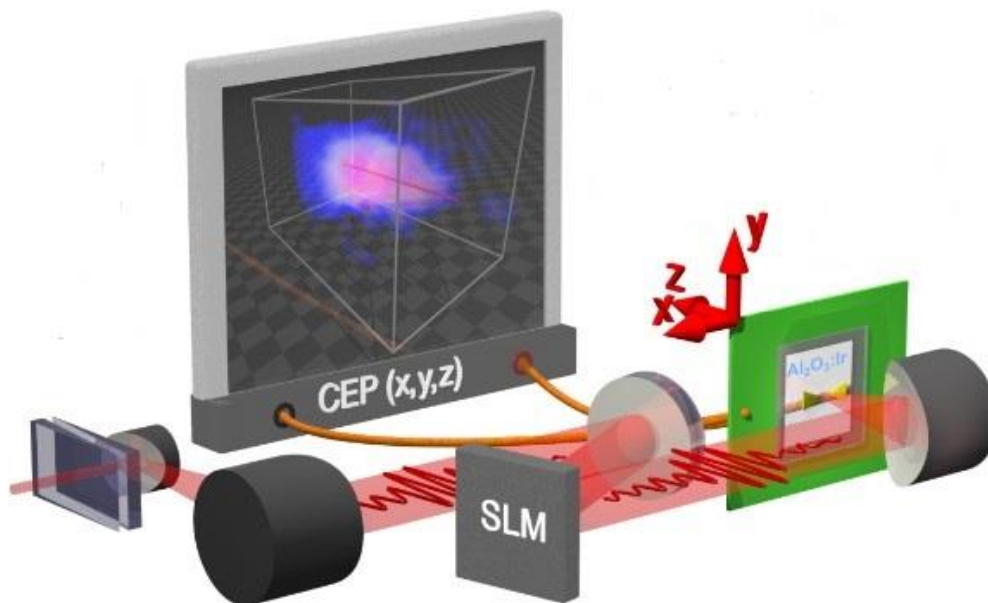


Lézernyalábok feltérképezése optikai chippel

Lead: A Wigner Fizikai Kutatóközpont munkatársai egy olyan optikai chipet fejlesztettek ki, amely alkalmas ultrarövid időtartamú lézernyalábok fázisának mérésére. Az eszköz fontos szerepet játszik majd a fény és az anyag kölcsönhatásának megismerésében, így a jövőben hozzájárulhat az elektronikus áramköröknél gyorsabb rendszerek kifejlesztéséhez.

A minket körülvevő világban az élet legtöbb területét elektronikus áramkörök irányítják, legyen szó akár az épületek fűtéséről, akár a telekommunikációról, akár közlekedési eszközökről. Mivel azonban a modern elektronikus eszközöknek korlátozott a sebessége, ezért a kutatók olyan módszerek vizsgálatával is foglalkoznak, melyeknél a fényt használják különböző folyamatok irányítására. Tudjuk, hogy léteznek olyan, az elektronikai folyamatoknál sokkal gyorsabb jelenségek, pl. bizonyos kémiai reakciók, amelyek irányíthatók lézerefénnyel, hiszen a fény elektromos tere több tízezereszer gyorsabban változik, mint amilyen gyorsan az áramot a leggyorsabb áramkörökben változtatni tudjuk.

A fény elektromos terének a manipulálása azonban jelentős kihívást jelent. Ugyan rendelkezésünkre állnak olyan ultrarövid fényimpulzusokat adó lézerek, amikkel a másodperc milliárdodrészeinek a milliomodrésze alatt be lehet indítani bizonyos kémiai reakciókat, viszont nagyon nehéz kontrollálni a lézerimpulzusok fázisát, vagyis azt, hogy a lézerefény-felvillanáson belül pontosan melyik időpillanatban legyen maximális az elektromos tér erőssége. A Wigner Fizikai Kutatóközpont Dombi Péter által vezetett Lendület-kutatócsoportja most ennek a problémának a megoldására fejlesztett ki egy olyan, radikálisan új optikai chipet, amivel meg lehet mérni a lézerimpulzusok fázisát.



Lézerimpulzusok fázisának feltérképezése: egy ultrarövid fényimpulzust fókuszálnak az optikai chipre, ami a nanoméretű érzékelőt rövid időre fémessé teszi. Ez a folyamat függ a lézerimpulzus fázisától, így lehetővé válik a fázis 3 dimenziós szkennelése.

A rangos Nature Communications folyóiratban megjelent cikkükben továbbá egy olyan új módszert is demonstrálnak, amivel a fázist egy lézernyalábon belül változtatni is lehet. (<https://www.nature.com/articles/s41467-023-40802-z>)

Az új módszer amiatt is kiemelkedő, mert ugyan intenzív lézerimpulzusok fázisának mérésére már van bevett gyakorlat, ahhoz azonban nagyméretű vákuumkamra szükséges, és 3 dimenziós szkennelést nem lehet vele megvalósítani. Ehhez képest az új eszközzel sikerült a korábbiaknál sok nagyságrenddel gyengébb, mindössze 1 nanojoule energiájú lézerimpulzus fókusza környékén a fázist nagy térbeli felbontással kimérni. “Az optikai chip megalkotásánál a korábbi tapasztalatainkra építettünk, amelyek azzal kapcsolatosak, hogy miként lehet szigetelő közegeket lézerfény segítségével vezetővé tenni. Ezt kihasználva terveztünk meg egy olyan optikai áramkört, amivel aztán egy lézernyaláb fókuszának a környezetében pontosan, 3 dimenziós szkenneléssel ki tudjuk mérni a fázist – mondta el Václav Hanus, az ezzel kapcsolatos tanulmány első szerzője, a Wigner FK kutatócsoportjának tagja. – Izzalmas új lehetőségeket teremt az, hogy a lézernyalábok jellemzését ilyen könnyen meg tudjuk oldani az új eszközzel, amit fázisszkennereknek nevezünk el” – tette hozzá.

“Fontos előrelépés, hogy egy ilyen korszerű technológiát ki tudunk fejleszteni a rövid impulzusú lézerek felhasználói számára. Arra vonatkozóan is van jó pár elképzelésünk, hogy hogyan használjuk majd a fázisszkennereinket saját kutatásainkban, melyek a lézerfény és különböző nanorendszerek kölcsönhatását vizsgálják – mondta el Dombi Péter. – Az optikai chip előállítása pedig igazi csapatmunka eredménye volt, hiszen a jenai Fraunhofer Intézetben és a szegedi ELI Lézerközpont nanofabrikációs laboratóriumában lévő high-tech berendezésekre is szükség volt ahhoz, hogy megvalósíthassunk egy ilyen eszközt, amivel aztán Budapesten végeztünk el sikeres fázisszkennelési kísérleteket.”