

הדגמה סכמתית של אלומות אור שונות, בעלות תנע זוויתי, הבוקעות ממערכי ננו-אנטנות

טכנולוגיה שפיתח פרופ' ארז חסמן מהפקולטה להנדסת מכונות סוללת

הרדאר הפוטוני

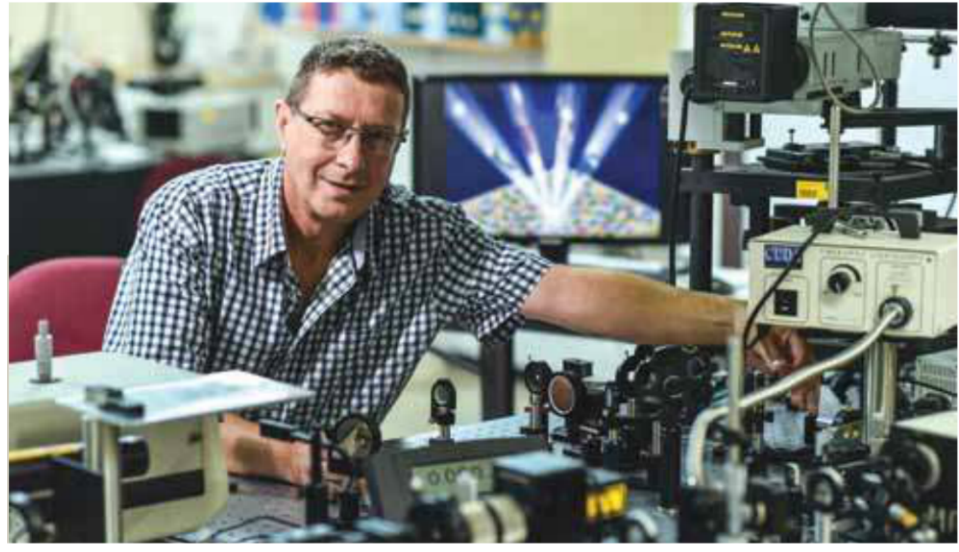
תב העת Science מדווח על טכנולוגיה חדשה שפיתחה קבוצת המחקר של פרופ' ארז חסמן מהפקולטה להנדסת מכונות בטכניון. טכנולוגיה זו מאפשרת דחיסה של עשרות עדשות על משטח ננומטרי. יישומים אפשריים: פיתוח ובדיקה של רכיבי מזון ותרופות, חיבורי תקשורת ואותות תקשורת, שיגור אלומות אור למקומות הרצויים, פיצול האור בקצה של סיב אופטי, חיבור של כמה אלומות אור, משקפי ראייה מולטיפוקליים ברמת דיוק חסרת תקדים והתקנים למחשוב קוונטי.

"מקור ההשראה שלנו, מסביר פרופ' חסמן, הוא הרדאר הרגיל, המבוסס על פריסה של אנטנות שמשדרות וקולטות חזיתות גל שונות. האתגר במעבר מרדאר של גלי רדיו לרדאר אופטי קשור בעובדה שכאן מדובר באורכי גל קצרים הרבה יותר - בערך 0.5 מיקרון - ואורך האנטנה חייב להיות קטן מאורך הגל."

המחקר בוצע על ידי קבוצת המחקר לננו-אופטיקה בראשותו של פרופ' חסמן, שבה משתתפים תלמידי המחקר אלחנן מגיד, איגור יולביץ', דקל וקסלר והחוקר ד"ר ולדימיר קליינר, בשיתוף פרופ' מרק ברונגרסמה מאוניברסיטת סטנפורד. הקבוצה הראתה שבעזרת ערבוב מרחבי של אנטנות שונות אפשר ליצר חזיתות גל רבות ממפתח אופטי משותף. "הגישה שפיתחנו צפויה לחולל מהפכת פונקציונליות באופטיקה", מסביר פרופ' חסמן, "והיא מבוססת על שילוב בין קונספט המפתח המשותף למטא-משטחים (Meta-Surfaces) - תחום שפיתחתי כבר בשנת 2001". השילוב הזה סולל דרך ליישום של רכיבים מולטי-פונקציונליים, כלומר רכיבים המסוגלים לבצע כמה פעולות בו בזמן, ולמעשה לסוגים חדשים של רכיבים אופטיים.

מטא-משטחים הם אלמנטים אופטיים דקים, כמאית מעובי השערה, שעליהם פרוסות אנטנות זעירות (ננו-אנטנות). מיקומן וכיווןן של האנטנות קובע את תכונותיהם של הרכיבים האופטיים הזעירים, ולכן השליטה המדויקת בפריסת האנטנות חיונית לביצועי ההתקן. הקבוצה יישמה טכניקות ליצירת מערכי ננו-אנטנות כדי להשיג ריבוי חזיתות גל מיוחדות, כגון אלומות אור בעלות תנע זוויתי. הישג זה שימש למדידה סימולטנית של הספקטרום והקיטוב של האור, המאפשר ניתוח ספקטרו-פולרימטרי משולב בשבב.

במאמר ב-Science, שנבחר לפרסום מוקדם על ידי העורכים, מוצגות שיטות שונות ליישום של מולטי-פונקציונליות במטא-משטחים. הסידור הייחודי של הננו-אנטנות מאפשר לחוקרים למקד קרני אור ולהסיט אותן לכיוונים המבוקשים תוך שליטה בדרגת הסחרור (ספיין) של הפוטון. הספיין, כלומר התנע הזוויתי הפנימי, הוא תכונה של חלקיק האור המתארת את כיוון הסחרור של הפוטון.



פרופ' ארוז חסמן

נתיב חדש בעולם האופטיקה. המחקר התפרסם בכתב העת Science

למאמר: <http://bit.ly/29Ecxah>

החוקרים ניצלו תכונות אלה ופיתחו רכיב המסוגל למדוד את אורך הגל ואת קיטוב האור בו בזמן, במדידה אחת. זהו למעשה ספקטרו-פולרימטר בגודל של כ-50 מיקרון, המאפשר את שילובו במערכות דיאגנוסטיקה קטנות ומתקדמות ברפואה ובתחומים אחרים. במאמר הציגו אפיון ואבחנה בין שני סוגי גלוקוז - שמאלי (L) וימני (D). מבחינה מורפולוגית שני סוגי הגלוקוז הם אננטיומרים, כלומר תמונת מראה מדויקת זה של זה - כמו זוג ידיים. תכונה זו נקראת כיראליות. מאחר שהגלוקוז משנה את קיטוב האור מדדו החוקרים את תכונות האור המתפזר מתמיסת הגלוקוז באמצעות המטא-משטחים שפיתחו וכך הצליחו להבדיל בין שני סוגי הגלוקוז.

הבחנה זו בין שני סוגי הגלוקוז חשובה שכן ליונקים יש אנזימים שיודעים לפרק גלוקוז D אך לא גלוקוז L, ולכן רק אננטיומר D פעיל ביולוגית. יתר על כן, מאחר שמרבית המולקולות הביולוגיות הן כיראליות, להבחנה בין האננטיומרים השלכות נרחבות בתעשיות התרופות והמזון. תלודומיד, לדוגמה - אותה תרופה נגד בחילות שגרמה בשנות ה-50 לאלפי מקרים של מומים בקרב ילודים - התבססה על מולקולה כיראלית, שאננטיומר אחד שלה אכן מקל בחילות בוקר של נשים בהריון אך השני פוגע בהתפתחות העובר.

פרופ' חסמן עומד בראש המעבדה למיקרו ונגו-אופטיקה בפקולטה להנדסת מכונות וב-RBNI (מרכז ראסל ברי למחקר בננוטכנולוגיה) בטכניון. לדבריו, "מלבד הידע שצברנו כאן בעבודה של שנים רבות יש בטכניון תשתית מאוד מתקדמת ברמה עולמית, מה שמאפשר לנו לפתח ולייצר ננוטכנולוגיה חלוצית מאוד." הוא מציין בגאווה את מקומה של ישראל על מפת האופטיקה העולמית. "ישראל, ולא רק הטכניון, היא בהחלט אימפריה באופטיקה. יש כאן קבוצות מחקר מובילות בעולם כמו גם תעשייה מרשימה מאוד."

פרופ' חסמן השלים דוקטורט במכון ויצמן ולאחר מכן עבד והוביל פיתוח במשך עשור בתעשייה האזרחית והביטחונית. בשנת 1998, לנוכח המחסור במהנדסי אופטיקה, הוצע לו להקים בטכניון בפקולטה להנדסת מכונות מסלול להנדסה אופטית - והוא נענה להצעה. לדבריו, "כיום ברור שרקע הנדסי, נרחב ככל שיהיה, אינו שלם ללא רקע מדעי מעמיק, וזה הפער שאנחנו ממלאים כאן: הכשרת מהנדסים עם הבנה עמוקה במדעי האופטיקה."

המחקר נתמך על ידי KLA-Tenkor, FTA, BSF והקרן הלאומית למדע, המימוש בוצע במרכז לנגו-אלקטרוניקה ע"ש שרה ומשה זיסאפל ובמרכז למיקרוואלקטרוניקה על שם וולפסון בטכניון.