

超級量子芯片 加快電腦運算

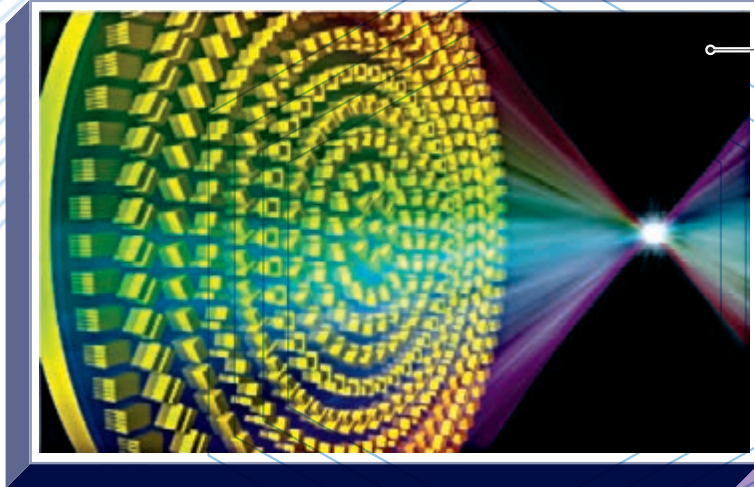
理大參與研究 有助日常應用 令通訊更保密

重大突破

量子科技有望為新通訊技術、另類能源、防黑客加密技術等領域帶來重大突破。香港理工大學教授蔡定平及其團隊以多個微型「超構透鏡」為基礎，不久前研發出高維量子糾纏光源芯片，其計算能力比一般電腦快許多，而因為芯片能在室溫下穩定操作，較現時的量子電腦更勝一籌。團隊表示，此項突破性的研究，將有助於量子資訊科學廣泛應用於未來日常生活，例如加密服務，使交易密碼更不易破解等等。

大公報記者 湯嘉平

高維量子糾纏光源芯片運作模擬圖



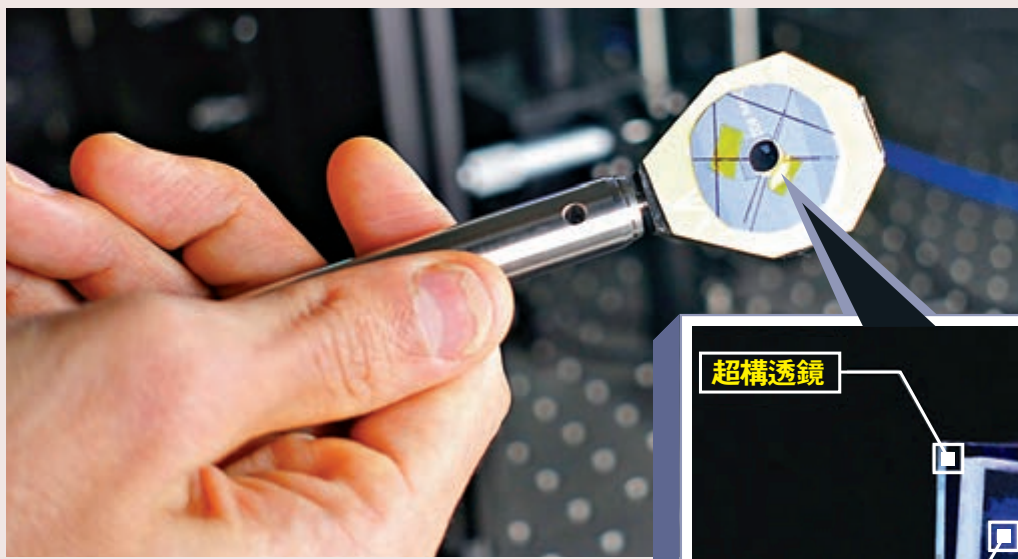
▲由眾多納米天線陣列組成的超構透鏡，鏡片直徑僅100微米。理大提供圖片

超構透鏡

激光

非線性晶體

糾纏光子對



▲►高維量子糾纏光源芯片可加快電腦計算能力。圖為芯片實物。理大提供圖片

超構透鏡

非線性晶體



▲理大蔡定平教授（左）相信人類在不久的將來會進入量子科技的時代。右為研發團隊人員之一陳沐谷博士。大公報記者湯嘉平攝

香港理工大學（理大）聯同兩岸三地多間著名大學的科研團隊，合力研發高維量子糾纏光源芯片。該研究工作為高維量子糾纏光源芯片的研發，結合量子光學與超構表面光學，設計並製作10×10超構透鏡數組，從實驗上證實了同源多光子對之間互相迭加與關聯的量子行為，實現了高維量子糾纏光源芯片。

項目主要負責人、理大電子及資訊工程學系講座教授兼系主任蔡定平教授說，理大團隊研發的高維量子糾纏光源芯片，其「賣點」就在於高維度。高維度即同時可進行的計算空間和路徑增加了，維度愈多，電腦的運算能力就愈強大。「現時傳統電腦是64位元，其計算能力是2的64次方；但我們芯片中用到的10×10超構透鏡陣列，計算能力可以遠超過2的100次方。更令人振奮的是，我們相信這方法能夠輕易達至更強大的計算能力。」

超構透鏡保激光不被削弱

香港理工大學研發的芯片主要由超構透鏡和非線性晶體組成，其運作過程是激光通過超構透鏡到非線性晶體後，產生糾纏光子對。

而幫助產生高維度位元的，就是超構透鏡。蔡教授說，其設計原理是以氮化鎵為材料，製作納米等級的天線陣列平面。這些納米天線陣列藉以捕捉激光光束中的光子，再將之聚焦於同一點上。他續指，研究團隊所開發出的納米天線一般是45納米闊×80納米長×800納米高。合共超過250000支這些微型天線，組成一片直徑100微米（大約相等於人的一條頭髮）的鏡片。

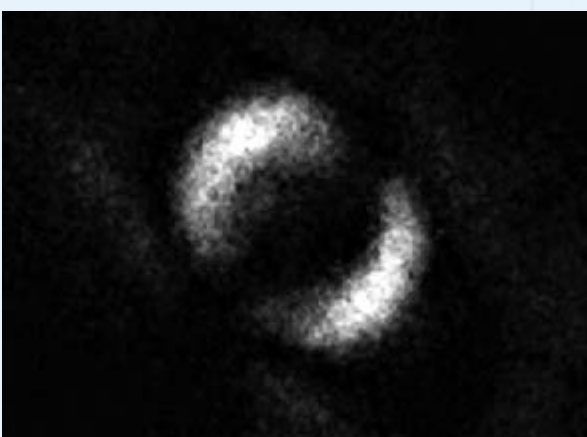
蔡教授團隊人員之一、理大電子及資訊工程學系助理教授（研究）陳沐谷博士說，相較於以前普通的鏡片，超構透鏡能保證激光穿過鏡片時不被削弱光線。「打個比方，激發光源是茶包，非線性晶體是茶杯中的水，糾纏光子對數量是茶包包泡出的濃度。傳統的技術，是先茶包泡第一杯茶，泡完再用這個茶包包第二杯，然後再用這個茶包包第三杯……愈到後面，則茶色愈淡，就像是激光通過第一個晶體後光會被削弱，愈到後面激光就被損害得愈厲害。」

陳博士續解釋，理大的新方法則相當於有100個茶包同時去泡100杯茶，這樣每一杯茶的顏色相若、濃度相若，同時又很快速，不用一杯接着一杯泡。「換句話說，同一束光照到傳統鏡片再到非線性晶體之後，只會產生一對糾纏光子對；但照到蔡教授的超構透鏡再到非線性晶體之後，就會產生超過100對糾纏光子對。」而糾纏光子對的數量愈多，就能產生愈多維度的量子位元，讓量子電腦的計算能力愈快愈強。

陳博士表示，該芯片已在試驗中取得98.4%的保真度，又可在室溫下操作，毋須再依賴液態氦或液態氮冷卻系統和超高真空設施。他續指，研發芯片的意義在於幫助量子科技的實際應用，例如加密服務。他以網上購物為例，指交易時一般要輸入六位數的交易密碼，倘若沒有時間限制，有不法分子就可能從000000、000001一直試到999999，以找到正確的數字組合，然後去盜刷持卡人的卡；若是利用量子技術，設置成100位數字組合，不法分子要試密碼的話，工作量就會大很多，「要試到天荒地老才有可能破譯你的密碼。」

「人類將進入量子科技時代」

蔡教授的團隊已把成果刊登於國際頂尖學術期刊《科學》，蔡教授表示，團隊不久前獲研究資助局的「卓越學科領域計劃」撥款7000萬港元，撥款將用於超構光學、超構聲學和超構元件的研發工作中。「從工業革命到現在的工業4.0時代，人類的科技文明在不斷快速地成長，就好像激光，也不過是大約70年前才發明的。我相信人類在不久的將來會進入量子科技的時代。」



量子糾纏照片曝光

視覺證據

英國物理學家2019年首次拍攝到一種量子糾纏的照片（見圖），捕獲到這種難以捉摸現象的視覺證據。雖然量子糾纏在量子計算和密碼學等實際應用中「大顯身手」，但它從未被單張圖像捕獲過。最新研究中，格拉斯哥大學的物理學家建立了一個複雜的實驗，用一張圖像捕捉到量子糾纏現象。

他們放置了一台超靈敏的相機，能夠檢測單個光子。在看到光子和與它發生糾纏的「雙胞胎」同時出現時，相機拍攝了圖像，首次為光子糾纏留下了珍貴的影像，得到的圖像顯示兩個光子似乎相互反射並形成了一個指環形狀。

量子手機杜絕竊聽

加密保護

中國電信和三星公司去年都宣布將推出量子智能手機。這種手機在通話上與傳統手機沒有差別，並未用到量子糾纏、量子隱形傳態等量子技術。不過量子手機用戶可以選擇調用量子密鑰來保護自己的通話過程不被竊聽。這是量子密鑰分發（QKD）在信息領域進一步落地的嘗試。

這種量子手機撥打電話時可以選擇採用量子安全通話或普通通話。如果使用量子安全通話功能，雙方手機都需要支持這個功能。

►量子手機面世後，用戶可以選擇調用量子密鑰來保護自己的通話不被竊聽。



項目太難 技術太專 申科研資金曾遭拒

得來不易

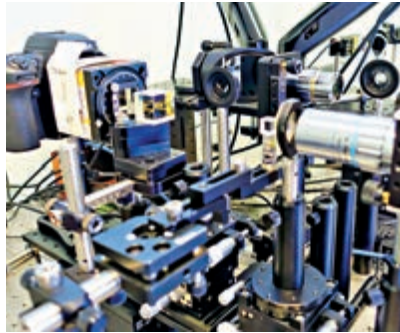
香港理工大學日前獲得研究資助局2020/21年度卓越學科領域計劃（第九輪）的撥款。當中蔡定平教授所統籌的「超構光學、超構聲學和超構元件」項目是今次獲批撥款的四個研究項目之一。

是項研究的預算約為7000萬元，其中6500萬元由研資局資助，餘額則由理大及其他協作大學配對。蔡教授表示，「之前有試過幾次的申請碰壁經歷，拒絕原因是覺得這個項目太難，不可能做到。」

但蔡教授團隊沒有放棄，雖聽聞申請卓越學科領域計劃的難度較大，仍願意一試。「很幸運地一關一關過了，去年12月30號才通知我們說拿到了這個為期八年的計劃。」

►理大實驗室內用於研究超構光學和超構元件的儀器。

大公報記者 湯嘉平攝



量子理論造就半導體互聯網

話你知

量子是最小的、不可再分割的能量單位。分子、原子、電子，其實都是量子的不同形式。

在宏觀世界，任何物體在某一時刻都有確定的狀態和位置。但在微觀世界，量子同時處於多種狀態和多個位置的「疊加」。

奧地利物理學家薛定諤曾用一隻貓比喻量子疊加：箱子裏有一隻貓，在宏觀世界中它要麼是活的，要麼是死的。但在量子世界中，它可以同時處於生和死兩種狀態的疊加。如果用一個人來比喻，他不僅同時處於生和死兩種狀態的疊加，還可以同時身處多個地點，比如既在香港又在廣州。

當兩個量子「糾纏」在一起，那種奇怪連愛因斯坦都難以接受。如果兩個量子之間形成「糾纏態」，那麼無論相隔多遠，當一個量子的狀態發生變化，另一個也會「瞬間」發生相應變化。量子理論的出現，在上世紀引發第一次量子革命，催生了現代信息技術。基於量子理論，核能、激光、半導體等科技得以問世，進而發展出互聯網、手機等重大應用。