

Magyar áttörések a grafénkutatásban – 2010.03.04.

Az új eljárás a jelenleginél jóval gyorsabb integrált áramkörök gyártását teszi lehetővé.

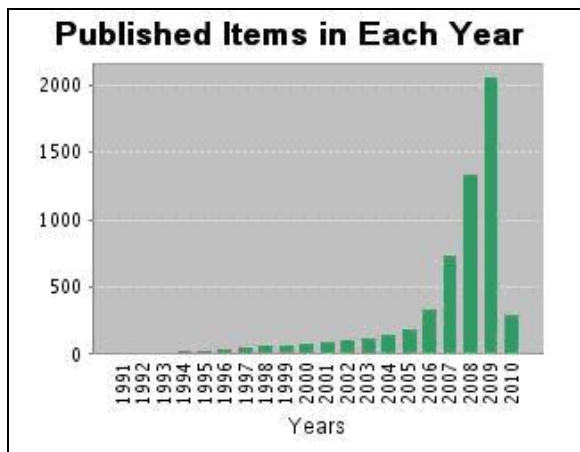
A grafén az egyik legesélyesebb anyag, hogy kiváltsa az integrált áramkörökben a fizikai határait rövidesen elérő szilíciumot, mivel anyagi tulajdonságai sok tekintetben, így a töltéshordozók mozgékonyságának tekintetében is felülmúlja a szilícium tulajdonságait – mondta az mta.hu-nak **Biró László Péter** az [MTA Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézet Nanoszerkezetek Osztályának](#) vezetője. A grafénkutatás terén a közelmúltban két olyan rendkívül jelentős eredmény is született Biró László Péter kutatócsoportjában, amely lehetővé teszi a különleges anyag gyakorlati felhasználását.



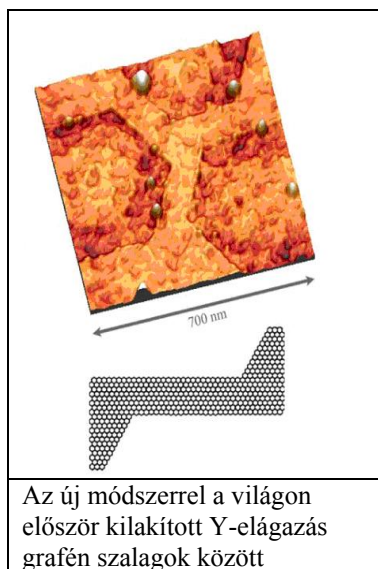
Biró László Péter

A grafén tulajdonképpen egy régi-új anyag. A grafitot már nagyon régóta ismeri és használja az emberiség, a grafén pedig nem más, mint egyetlen atom vastagságú grafit réteg – magyarázta Biró László Péter. A grafénnel kapcsolatos első kutatások 2004-ben indultak el, amikor angol kutatóknak először sikerült grafitból grafén lapokat előállítani és izolálni. Ezután a grafén nagyon gyorsan a nanotechnológiai kutatások középpontjába került, mivel számos, az alap kutatások szempontjából izgalmas fizikai sajátosságai mellett, főként különleges elektronszerkezete miatt ígéretesnek mutatkozott az integrált áramkörök gyártásában jelenleg egyeduralkodó szilícium kiváltására. A szakértők szerint a szilíciumon alapuló technológiák mintegy 10 év múlva elérik az évtizedek óta, a Moore törvény alapján töretlenül folytatott méretcsökkentés határát. Ennek fizikai okai vannak – fejtette ki az MFA vezető kutatója. A szilíciumon alapuló integrált áramkörök mérete folyamatosan csökken. Ha egy szilícium darabka eléri a mindössze néhány tíz nanométeres méretet, akkor bennük az elektronok viselkedése megváltozik, ezáltal az anyag elveszti eredeti tulajdonságait. A szilíciumon alapuló áramkörök napjai meg vannak számlálva, ezért meg kell találnunk, milyen anyaggal helyettesíthetjük – tette hozzá Biró László Péter. Korábban a fullerén molekuláról és a szén nanocsövekről gondolták azt a kutatók, hogy kiválthatják a szilíciumon alapuló technológiákat. Ezek az anyagok végül nem váltották be a hozzájuk fűzött reményeket, mivel rendkívül nehéz megoldani az ennyire apró szerkezetek pontos mozgatását és elhelyezését – mondta a fizikus, kihangsúlyozva: egyre inkább úgy tűnik, a grafén alkalmas lehet erre a feladatra.

Sajátos elektronszerkezetükből adódóan a grafén lapok módosítások nélkül nem alkalmazhatóak a digitális technológiában, mivel a belőlük készült tranzisztoroknak nincsen ún. kikapcsolt állapotuk. Ahhoz, hogy a grafén a mindennapi elektronikai eszközökben átvehesse a szilícium szerepét a kutatóknak meg kell oldaniuk, hogy a grafénből készült tranzisztorok kikapcsolhatóak legyenek, azaz rendelkezzenek olyan állapottal, amikor nem folyik bennük áram. Ezt úgy lehet elérni, hogy a grafén lapból jól meghatározott kristálytani irányokban nagyon keskeny szalagokat kell kivágni. Ezt a bonyolult technológiai problémát a világon elsőként az MTA MFA kutatóinak sikerült megoldaniuk. Két reményteli eredményünk is született ezen a terén – mondta Biró László Péter. [Első kutatásunkban](#) egy pásztázó alagútmikroszkóp tűjével adott irányokban tetszőleges alakzatokat tudunk kivágni grafén lapokból. Mi voltunk az elsők, akik meg tudtuk mutatni, hogy a kivágott grafén szalag olyan keskeny, hogy az elektronok viselkedése már eléggé megváltozik ahhoz, hogy az ilyen szalagokból felépülő nanoelektronika szobahőmérsékleten is működőképes legyen – magyarázta a fizikus, majd hozzátette: az így előállított grafénből készült tranzisztor elméletileg már kikapcsolható lett volna. Gyakorlatilag ez csak nehezen valósulhatott volna meg mivel az alagútmikroszkópos vágási művelet elvégzéséhez a grafén lapot vezető felületre kell helyezni, majd később a kivágás után a mintegy 20 atom széles szalagot tranzisztor készítéséhez szigetelő hordozóra kellett volna áthelyezni. Viszont ez a munka kísérletileg igazolta, hogy az elméleti jóslatok szerint, ha elég keskenyek a jól meghatározott kristálytani irányú, ún. „karosszék élű” grafén szalagok, megfelelő tiltott sávval rendelkeznek a szobahőmérsékleten működő, ugyanakkor kikapcsolható tranzisztorok készítéséhez.



Grafén témakörben megjelent referált folyóiratcikkek száma (2010. március 3) Web of Science alapján



Nemrégiben az [MTA MFA Nanoszerkezetek Osztályának](#) fiatal doktorandusza: **Nemes-Incze Péter** munkája eredményeként egy még ígéretesebb módszert publikáltak a kutatók a [Nano Research](#) című folyóiratban (DOI 10.1007/s12274-010-1015-3). Az új eljárás segítségével SiO₂ (szilícium-dioxid) felületre helyezett egyetlen atom vastag grafén réteget tudtak kristálytani irányok szerint nanométeres pontossággal megmunkálni. A módszer újdonsága, hogy ebben az eljárásban a grafén lap már eleve szigetelő felületen helyezkedik el – magyarázta az új eljárás előnyét Biró László Péter. A módszer lényege, hogy a szilícium-dioxid felületén elhelyezkedő grafén a hordozóból származó oxigén hatására oxidálódik. A folyamat lassan megy végbe, ezért nagyon jól kézben tartható és irányítható. A kutatók az oxidáció kiindulásának helyét is meg tudják határozni azáltal, hogy a kristályszerkezet bizonyos pontjain mesterséges hibákat hoznak létre. Ezután az oxidáció gyakorlatilag önmagától, a meghatározott kristálytani

irányokban lezajlik. Ezzel az oxidációs eljárással a kutatók különböző alakzatokat vághatnak ki a grafén lapokból. Az MFA vezető kutatója úgy véli, az új eredményeik utat nyitnak a grafén digitális technológiában való alkalmazása felé, ami a közeljövőben nagyságrendekkel gyorsabb tranzisztorok gyártását teszi majd lehetővé.