

6. Nanocevi

Vsebina 6.poglavja predavanj (4.UNI/RS)

Avtor:izr.prof. Miha Mraz

Šol.letno: 2010/2011

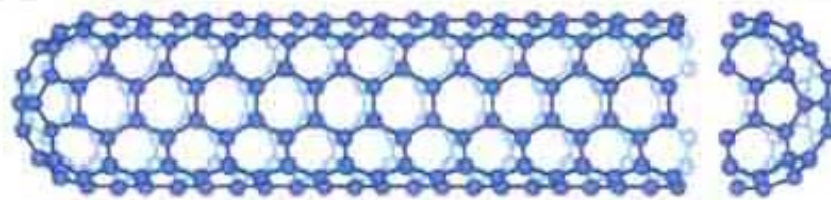
6.1. Uvod

- Nanocevi (angl. *nanotubes*): kategorija nanomaterialov in ustreznih tehnologij (sintez) izdelave
- Večinoma so osnovni gradniki cevi ogljikovi atomi -> karbonske nanocevi (angl. *carbon nanotubes* - CNT)
- Razmerje med dolžino in premerom cevi (cilindra) je velikostnega reda 10^6 , premer cevi velikostnega reda nanometra
- Dve osnovni vrsti cevi:
 - enostenske cevi (angl. *single walled nano tubes* – SWNT)
 - večstenske cevi (angl. *multi walled nano tubes* – MWNT)

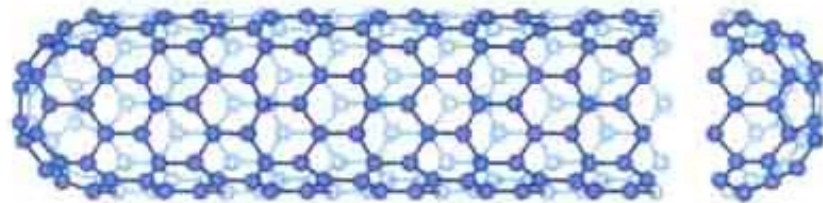
- Karbonske nanocevi: vsak atom je spojen s svojimi tremi sosedi (simetričnost in homogenost vezave)
- Razporeditve sosedov vodijo v različne načine vezav ->doseganje različnih kinetičnih, termoprevodniških in nenazadnje električnih lastnosti cevi - “materialov”

6.2. Enostenske cevi

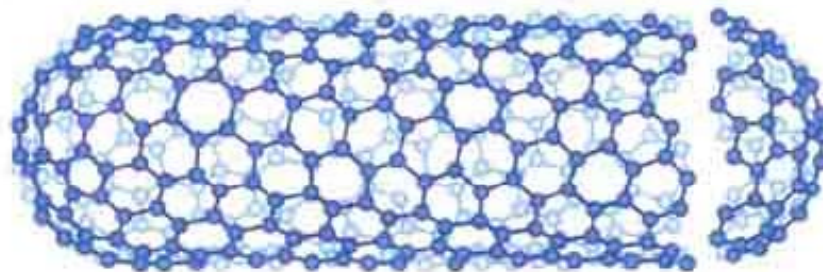
- Osnovna parametra arhitekture cevi:
 n, m
- Tri vrste SWNT:
 - $n=m$: “armchair” tip
 - $m=0$: “zig-zag” tip
 - vsi ostali pari n, m : “chiral” tip



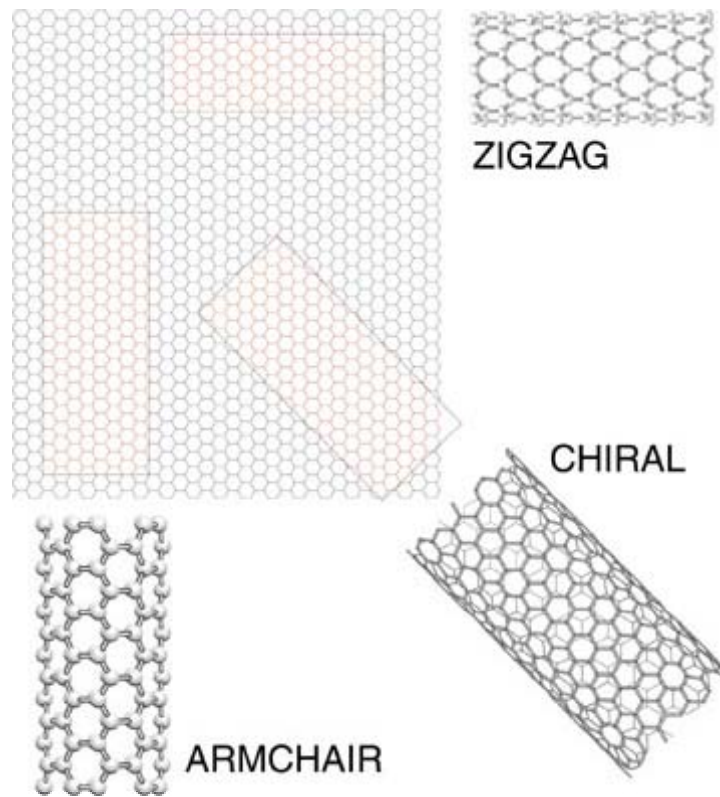
$(n,m) = (5,5)$



$(n,m) = (9,0)$



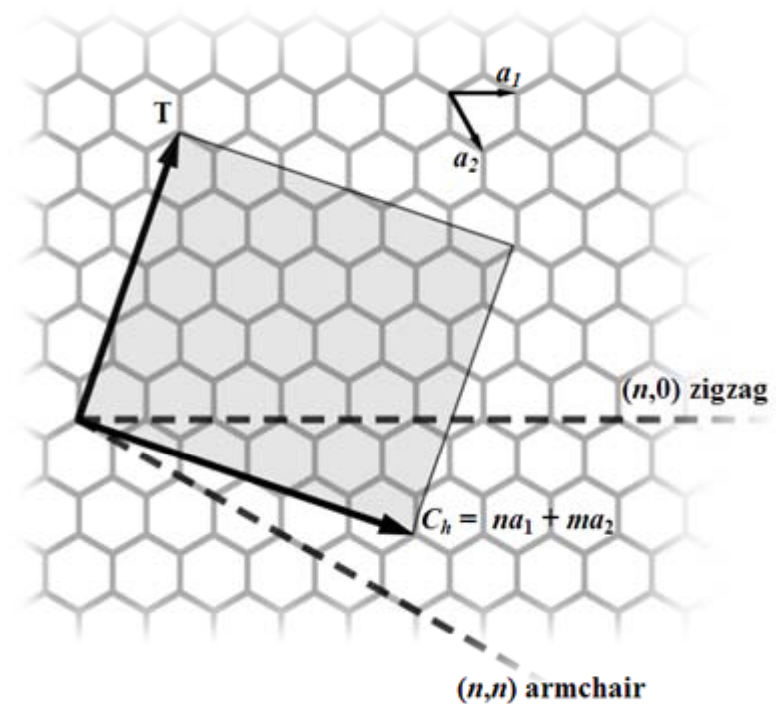
$(n,m) = (10,5)$

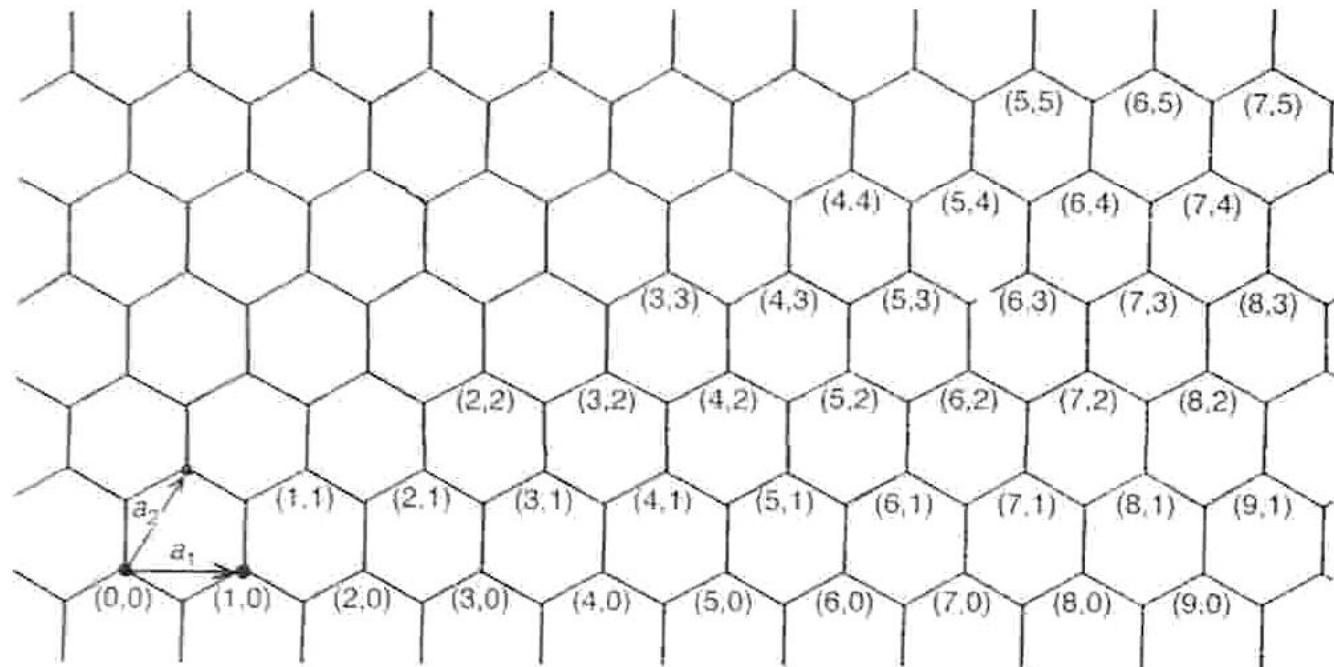


- Matematični zapis formacije vzorca:

- a_1, a_2 : enotska vektorja,
- n, m : horizontalni in vertikalni ničelni ali celoštevilčni pozitivni odmik od izhodišča koordinatnega sistema $(0,0)$

$$c = a_1 * n + a_2 * m$$





Lastnost enostenskih cevi

- Razvojni motivi -> izboljšani materiali
 - Velika trdnost
 - Toplotna odpornost in prevodnost
 - Posebne električne značilnosti:
 - Izredno dobre prevodnosti (upornost 10^{-6}ohm/m)
 - Enosmernost kanala: tok elektronov možen le vzdolž osi
- Vpliv vezave na električne značilnosti SWNT-CNT
 - $n=m$ (armchair): čisti prevodnik (angl. *metallic*) z 10^3 večjo gostoto električnega toka od klasičnih prevodniških medijev
 - $n-m$ je večkratnik števila 3: polprevodniki z majhno pasovno vrzeljo
 - Ostale relacije med n in m : značilnosti klasičnih polprevodnikov

- Procesna struktura: prevodniške in polprevodniške nanocevi (=kombinacija različnih nanocevi)
- Iz NCT izdelani že prvi FET tranzistorji (IN-VIVO delovanje v kontekstu temperature)
- Slabosti:
 - Majhne proizvodne zmoglosti
 - Cena 2007: 50-100 USD/gram
 - Možnost toksičnosti sinteze in materialov
 - Problematika spajanja cevi v kompleksnejše strukture

6.3. Razpoložljiva orodja

- NanoTubeModeller
- CoNTub
- Nanorex
- Wrapping
- Ascalaph Designer
- TubeAsp
- Tubegen
- Materials Studio v.4.2.