14-ДӘРІС

Көміртекті нанотүтікшелердің түзілу механизмі

14

Синтез әдістері, құрылымдық параметрлер және қолданылуы

Оқу материалы негізінде

Көміртектен нанотүтікшеге дейін

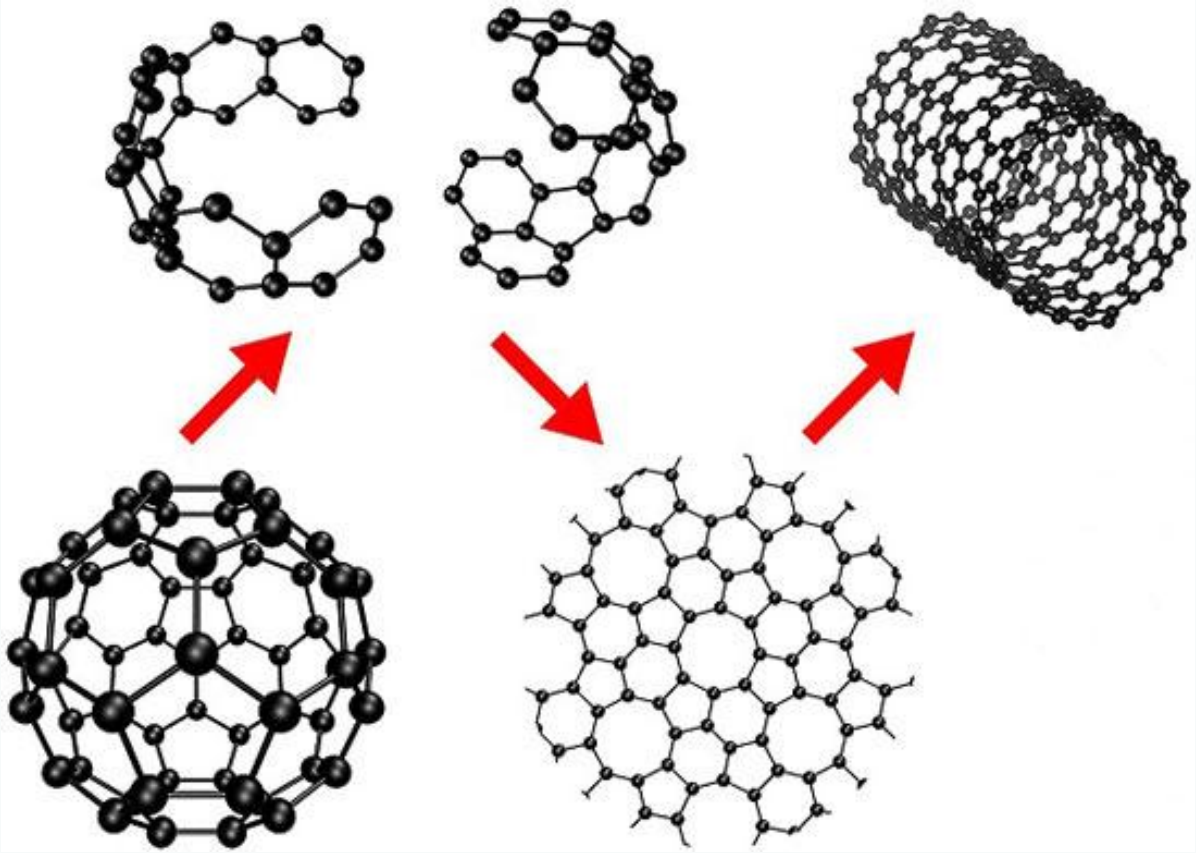
Өсу көбіне темір (Fe), кобальт (Co) немесе никель (Ni) нанобөлшектерінің бетінде басталады.

Көміртектің бөлінуі	Көміртек көзі катализатор бетінде ыдырап, көміртек атомдарын бөледі.
Диффузия	Көміртек атомдары бөлшек бетімен, ал кейбір жүйелерде оның көлемі арқылы да тасымалданады.
Өскіннің түзілуі	Катализаторда иілген графен қалпақшасы пайда болып, түтікшенің өскінін түзеді.
Түтікшенің ұзаруы	Көміртек атомдары түтікшенің жиегіне қосылған сайын оның қабырғасы ұзарады.

02

КНТ түзілуінің негізгі механизмі

Көміртек атомдары катализатор бетінде реттеліп, түтікшелі құрылым қалыптастырады



1. Көміртек көзінің ыдырауы

Жоғары температура көмірсутек молекулаларын белсенді көміртек атомдарына бөледі.

2. Катализаторда жинақталу

Ni, Co немесе Fe бөлшектері көміртекті ерітіп, түтікше ядросының түзілуін бастайды.

3. Түтікшенің өсуі

Көміртек қабаттары реттеліп қосылып, бір қабатты немесе көп қабатты нанотүтікше өседі.

03

Негізгі синтез әдістері

Әдіс таңдау өнімнің тазалығына, өлшеміне және өндіріс құнына әсер етеді

CVD

Катализатор қатысында газ тәрізді көміртек көзі ыдырайды. SWCNT диаметрі көбіне 1–2 нм, ұзындығы 10–50 мкм.

Доғалық разряд

Жоғары ток графитті буландырады. Көбіне MWCNT түзіледі, диаметрі 1–100 нм, ұзындығы бірнеше сантиметрге жетуі мүмкін.

Плазма

Иондалған орта көміртекті жоғары энергиямен белсендіреді. Таза өнім береді, бірақ энергия шығыны жоғары.

Лазерлік буландыру

Лазер графитті буландырады. Біртекті SWCNT алуға қолайлы, алайда жабдық қымбат және өндіріс көлемі шектеулі.

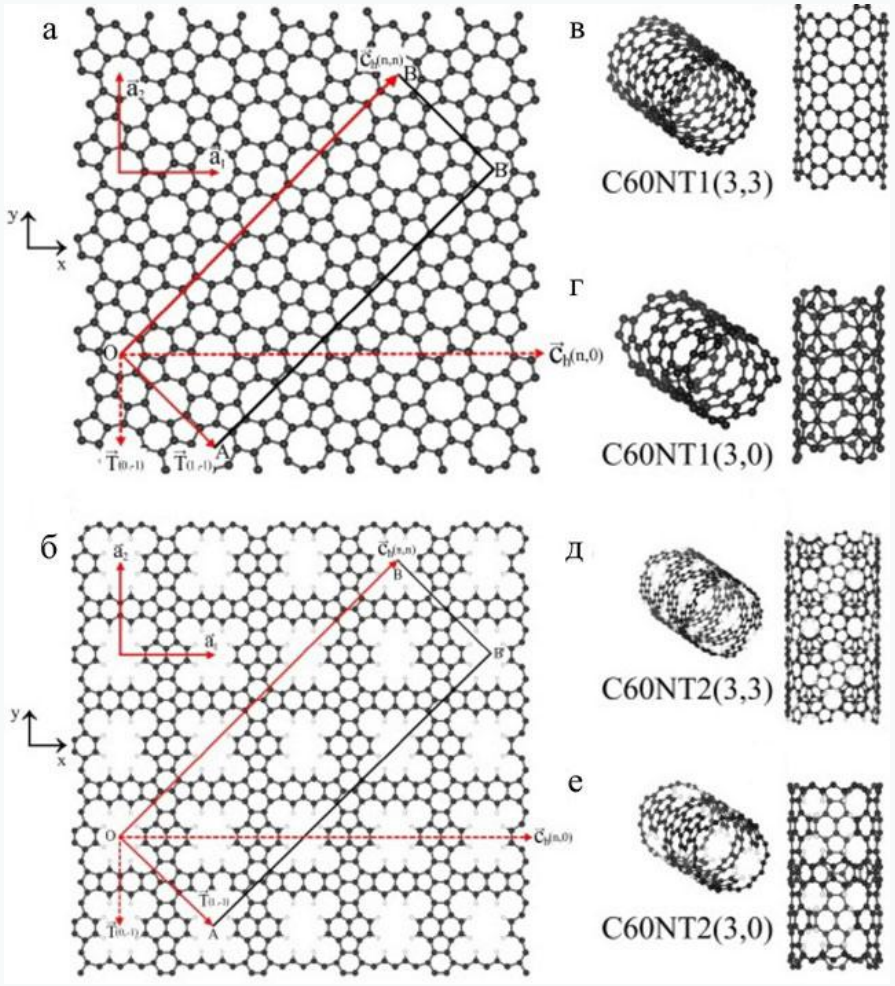
Жалпы таңдау өлшемдері

Өнім тазалығы, құрылым біртектілігі, энергия шығыны және масштабтау мүмкіндігі бірге бағаланады.

04

Құрылым және хиральдылық

Графен торының оралу бағыты нанотүтікшенің геометриясы мен электрондық қасиетін анықтайды



SWCNT

Бір графен қабатынан тұрады. Материалда диаметрі 1–2 нм болатын үлгілер көрсетілген.

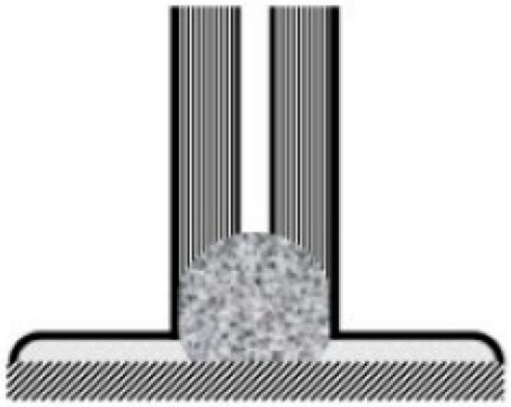
MWCNT

Бірнеше концентрлі қабаттан тұрады. Диаметрі 2–100 нм, ұзындығы ондаған микрометрден бірнеше сантиметрге дейін өзгереді.

Қабат саны мен оралу бұрышы өткізгіштікке және беріктікке әсер етеді.

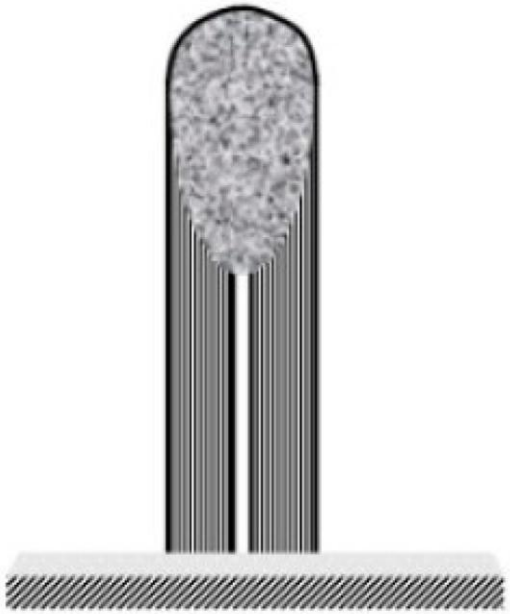
Нанотүтікшенің түбінен және ұшынан өсуі

Түбінен өсу



Катализатор бөлшегі төсемде қалады,
ал түтікше одан әрі қарай ұзарады.

Ұшынан өсу



Өсіп келе жатқан түтікше катализаторды
төсемнен көтереді. Бөлшек ұшында қалады.

Жалында өсуге әсер ететін факторлар

Жалын катализаторды қыздырады. Газ фазасындағы көміртекті қосылыстар түтікшенің өсуіне көміртек береді.

Жалын ортасы

Температура мен газ құрамы көміртектің катализаторға жеткізілуіне және түтіктің өсуіне әсер етеді.

Катализатор

Катализатордың құрамы мен бөлшек өлшемі түтікшенің түзілуіне және диаметріне ықпал етеді.

Өсудің тоқтауы

Артық көміртек катализатор бетін жауып қалса, түтікшенің өсуі тоқтауы мүмкін.

05

Құрылымдық параметрлерді басқару

Синтез жағдайлары диаметрді, ұзындықты және қабат санын өзгертеді

Температура

Көміртек көзінің ыдырау жылдамдығын және катализатордағы диффузияны анықтайды.

Катализатор

Металл түрі мен бөлшек өлшемі түтікшенің қабат санына және диаметріне тікелей әсер етеді.

Қысым және газ құрамы

Көміртек ағынын, жанама өнімдердің мөлшерін және өсу тұрақтылығын өзгертеді.

Синтез уақыты

Өсу ұзақтығы түтікшенің ұзындығына әсер етеді. Ұзақ процесс ақаулар мен қоспалардың жиналуын арттыруы мүмкін.

Нәтиже Бақыланатын жағдайлар біртекті әрі таза КНТ алуға мүмкіндік береді.

06

Қасиеттері және қолданылу салалары

КНТ-нің беріктігі мен өткізгіштігі бірнеше технологиялық бағытта маңызды

Механикалық беріктік

Төмен массада жоғары беріктік береді. Нанокомпозиттерде, көлік және аэроғарыш материалдарында қолданылады.

Электр өткізгіштік

Транзисторлар, сенсорлар, аккумуляторлар және суперконденсаторлар үшін өткізгіш арна қызметін атқарады.

Жылу өткізгіштік

Жылу алмасу жүйелерінде және электрондық құрылғыларды салқындататын материалдарда қолданылады.

Химиялық тұрақтылық

Биосенсорлар, дәрі тасымалдау жүйелері, су тазарту және газ сүзу технологияларына негіз болады.

07

Даму бағыттары және қорытынды

Өндіріс құнын төмендету

Катализаторды тиімді пайдалану және энергия шығынын азайту өнеркәсіптік масштабтауды жеңілдетеді.

Қасиеттерді дәл реттеу

Бетті функционализациялау мен құрылымды басқару жаңа композиттер және биомедициналық жүйелер жасауға жол ашады.

Қорытынды

КНТ сапасын синтез әдісі, температура, қысым, газ құрамы және катализатор анықтайды. Қолдану бағыты осы құрылымдық параметрлерге тәуелді.

Бақылау сұрағы

Электр өрісі жалында түзілетін нанотүтікшелердің бағыты мен өлшеміне қалай әсер етеді?