15-ДӘРІС

Көміртекті нанотүтікшелерді электр өрісімен жалында синтездеу

15

Өрістің түзілу механизміне, бағытталуға және сапаға әсері

Оқу материалы негізінде

Нанотүтікшенің өсу механизмі

Көміртектің катализаторға жетуі

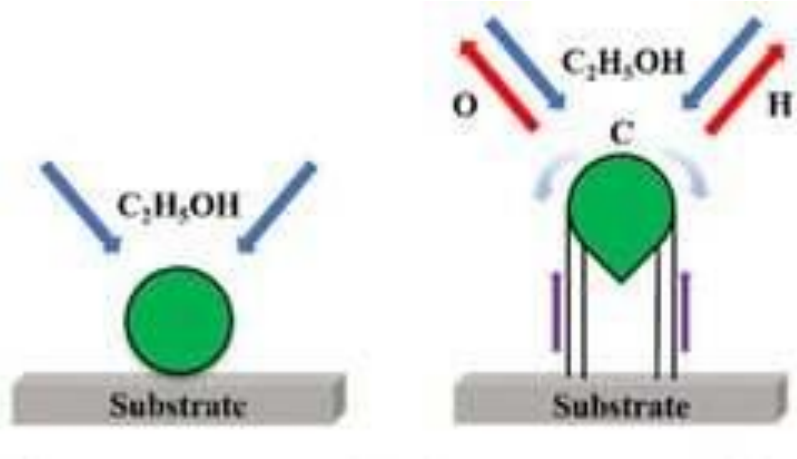
Отынның ыдырауынан түзілген көміртекті қосылыстар катализатор бетіне жетеді.

Графен қалпақшасының түзілуі

Көміртек атомдары катализатор бетінде қайта орналасып, иілген графен қабатын түзеді.

Түтікшенің ұзаруы

Көміртек қалпақша жиегіне қосылған сайын түтікше ұзарады.



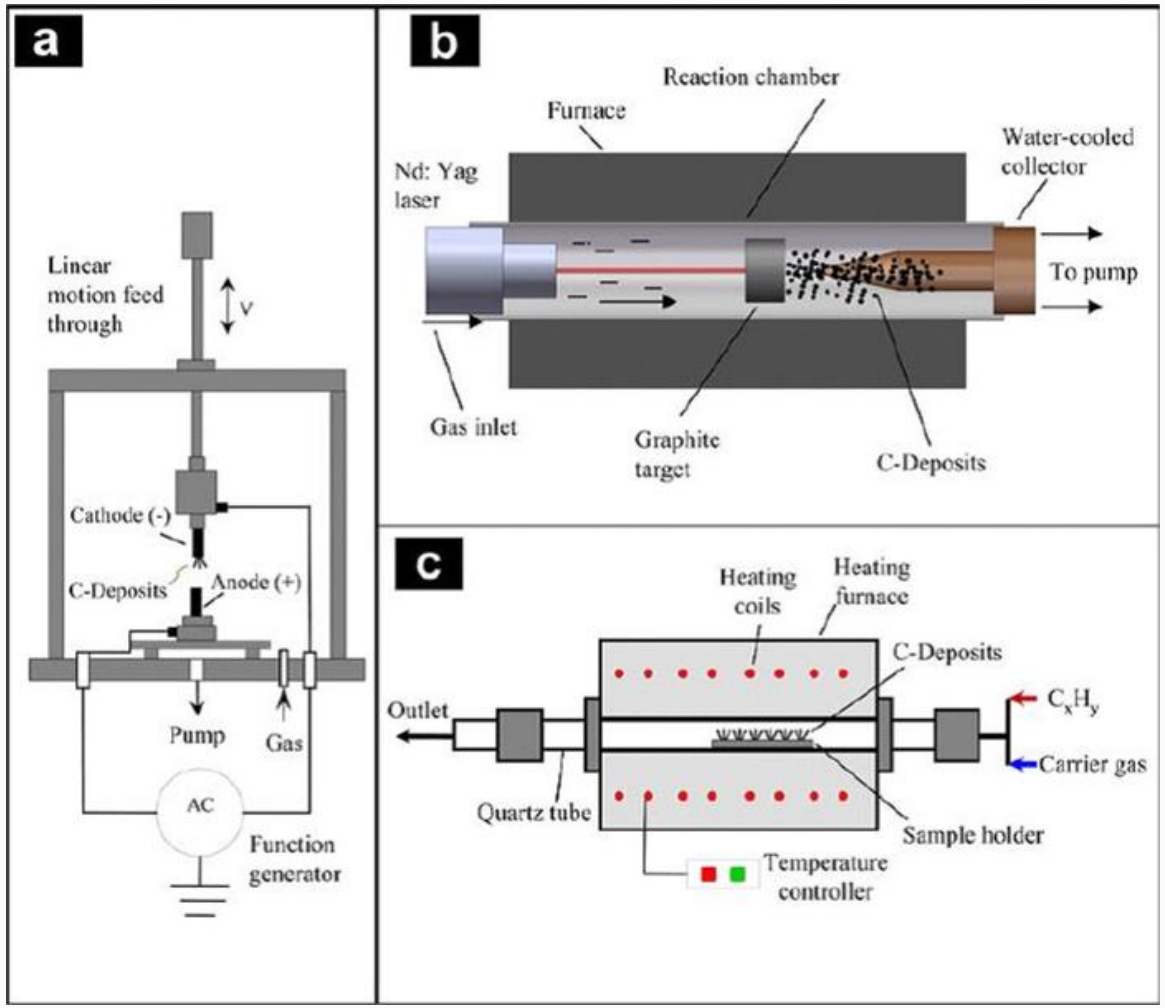
Катализатор бөлшегі түтікше ұшында орналасатын өсу үлгісі.

Xiong және т.б., 2019, 6а-сурет

02

КНТ синтезінің үш негізгі тәсілі

Құжаттағы сызба доғалық разряд, лазерлік абляция және CVD қондырғыларын салыстырады



Доғалық разряд

Электродтар арасындағы разряд көміртекті буландырып, шөгінді түзеді.

Лазерлік абляция

Лазер графит нысанасын буландырады, өнім салқындатылатын коллекторда жиналады.

CVD

Көмірсутек газдары катализатор бетінде ыдырап, КНТ өсіреді.

Синтезге әсер ететін факторлар

Жалын түрі

Отын мен тотықтырғыш алдын ала араласқан жалында жануға дейін, ал диффузиялық жалында жану аймағында араласады.

Газ құрамы

Отын мен тотықтырғыштың арақатынасы көміртекті қосылыстардың түзілуіне және тотығуына әсер етеді.

Температура және өсу уақыты

Температура катализатор белсенділігіне, ал өсу уақыты түтікшенің ұзындығына ықпал етеді.

Катализатор

Fe, Co және Ni жиі қолданылады. Бөлшек өлшемі түтікшенің диаметріне әсер етеді.

03

Электр өрісі бар жалындағы түзілу механизмі

Жалын көміртек атомдарын түзеді, ал электр өрісі олардың қозғалысы мен қосылуын реттейді

1

Көміртек көзінің ыдырауы

Жоғары температура көмірсутек молекулаларын атомдар мен белсенді бөлшектерге бөледі.

2

Өрістің әсері

Электр өрісі зарядталған бөлшектердің қозғалысын бағыттап, катализаторға жеткізілуін өзгертеді.

3

Реттеліп қосылу

Көміртек атомдары біркелкі қосылып, түтікшенің ядросы мен қабырғасын қалыптастырады.

4

Бағытталған өсу

Өріс бағыты мен кернеуі түтікшелердің өсу бағытына, ұзындығына және диаметріне әсер етеді.

04

Электр өрісі басқаратын параметрлер

Өрістің күші мен бағыты құрылымдық біртектілікті жақсартуға мүмкіндік береді

Бағытталу

Түтікшелер электр күш сызықтарына сәйкес бағдарланып өсуі мүмкін.

Диаметр

Көміртек ағыны мен катализатордағы жинақталу өзгергенде түтікше диаметрі де өзгереді.

Ұзындық

Өсу жылдамдығының артуы синтез уақытында ұзын түтікшелердің қалыптасуына ықпал етеді.

Біртектілік

Тұрақты өріс көміртек бөлшектерінің реттелуін жақсартады. Дұрыс бапталмаған өріс өнім сапасын тұрақсыз етуі мүмкін.

05

Синтез тәсілдерінің артықшылықтары мен шектеулері

Әр әдістің сапа, жабдық және энергия шығыны бойынша өзіндік ерекшелігі бар

Электр өрісі бар жалын

Артықшылығы

Құрылым мен бағытты бақылауға, синтезді жылдамдатуға мүмкіндік береді.

Шектеуі

Арнайы кернеу көзі мен күрделі бақылау жүйесі қажет.

Жалын әдісі

Артықшылығы

Қарапайым, жылдам және көп көлемде өнім алуға қолайлы.

Шектеуі

Температура мен газ қатынасы өзгерсе, өлшем біркелкілігі төмендейді және қоспалар түзіледі.

Плазмалық әдіс

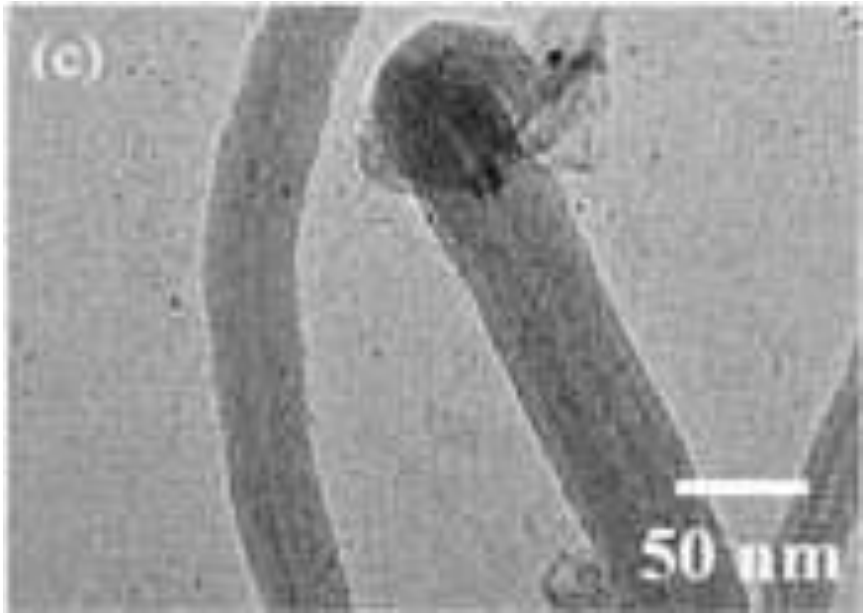
Артықшылығы

Таза, ұзын және біртекті КНТ алуға мүмкіндік береді.

Шектеуі

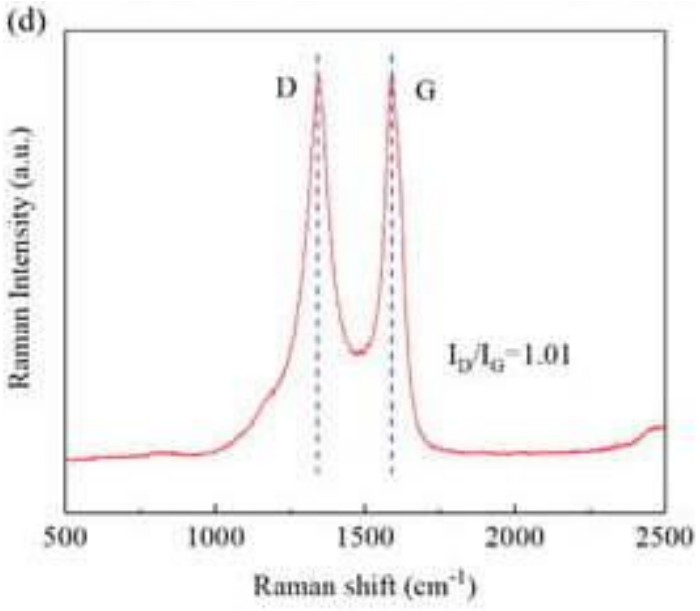
Қымбат жабдық, жоғары температура және көп энергия қажет.

Нанотүтікшелерді қалай анықтайды?



Трансмиссиялық электрондық микроскопия (TEM)

Түтікшенің қуысын, диаметрін және қабырғаларын көруге мүмкіндік береді.



Раман спектроскопиясы

D және G жолақтарының қарқындылық қатынасы құрылымдағы ретсіздікті бағалауға көмектеседі.

Xiong және т.б., 2019, 4c және 4d-суреттер

06

Қолданылу салалары

Бақыланатын құрылым КНТ-ні электроникада, материалтануда және биотехнологияда қолдануға негіз болады

Микроэлектроника

Жоғары өткізгіштік транзисторлар, интегралды схемалар және сезімтал сенсорлар жасауға мүмкіндік береді.

Нанокомпозиттер

Жоғары беріктік пен төмен масса құрылыс және функционалдық материалдарды нығайтады.

Энергия сақтау

Үлкен меншікті бет аккумуляторлар мен суперконденсаторлардың электродтарына қолайлы.

Биотехнология

Функционалданған КНТ дәрілік заттарды тасымалдау жүйелері мен биосенсорларда зерттеледі.

07

Қорытынды және зерттеу міндеттері

Негізгі қорытынды

Электр өрісі жалындағы көміртек бөлшектерінің қозғалысын басқарып, КНТ бағыты мен өлшемін реттеуге көмектеседі.

Технологиялық міндет

Өріс кернеуін, жалын температурасын және газ құрамын тұрақты бақылау қажет.

Бақылау сұрақтары

Электр өрісінің бағыты өзгергенде КНТ өсу бағыты қалай өзгереді?

Өріс кернеуін арттыру өнімнің біртектілігіне қандай әсер етуі мүмкін?

Бұл әдісті өндірістік масштабқа көшіруге не кедергі жасайды?