

SUPERION CONDUCTORS AND SUPERION MATERIALS

Meliboyeva Zulkhumor Yoqubjon qizi
Chirchik State Pedagogical University

ANNOTATION

In this work, the solid state physics of superionic conduction and the promising direction of superionic conductors, as well as information about devices based on them, are presented. Superionic conductors are an important component of devices such as fuel cells, and new generation medical devices. Superionic conductors are explained.

Keywords: Ionic bonding, ionic conductors, superionic conductors, superionic materials.

SUPERION O'TKAZGICHLAR VA SUPERION MATERIALLAR

Meliboyeva Zulkhumor Yoqubjon qizi
Chirchiq davlat pedagogika universiteti

ANNOTATSIYA

Ushbu ishda superion o'tkazuvchanlik qattiq jism fizikasi va superion o'tkazgichlarning istiqbolli yo'nalishi, shuningdek, ularga asoslangan qurilmalar haqida ma'lumotlar keltirilgan. Superion o'tkazgichlar yoqilg'i xujayralari, ionistorlar, yangi avlod tibbiy asboblari kabi qurilmalarning muhim tarkibiy qismidir. Superion o'tkazgichlar haqida yoritib berilgan.

Kalit so'zlar: Ion bog'lanish, ion o'tkazgichlar, Superion o'tkazgichlar, Superion materiallar.

Hozirgi vaqtda qattiq elektrolitlar bir necha yuz yangi yuqori ionli o'tkazuvchanlik birikmalarining kashf etilishi va sintezi tufayli ekzotik tadqiqot ob'ekti bo'lishni to'xtatdi. Ular to'liq qattiq yonilg'i xujayralari, gaz va suyuqlik sensorlari, miniatyura batareyalarini yaratishda ajralmas hisoblanadi (hamma lityum batareyalar haqida biladi, lekin hamma ham ular nimadan yasalganligi haqida o'ylamaydi). Bunday moddalarni samarali izlash uchun kondensatlangan muhitda g'ayritabiiy tez ion uzatish hodisalarini o'rganish va maxsus zamonaviy eksperimental usullarni ishlab chiqish uchun yangi nazariy yondashuvlar zarur edi. Bu fanning yangi bo'limi - qattiq jismlar fizikasi va kimyosi, elektronika va elektrokimyo, kristallografiya va noorganik kimyo, Materialshunoslik va energetika chorrahasida joylashgan qattiq jismlar ionikasining paydo bo'lishiga olib keladi.

Superion o'tkazuvchanligining mavjudligi ko'p jihatdan materialning struk-turaviy xususiyatlariga bog'liq:

- ionlar harakatlanishi uchun potentsial harakatlanuvchi ionlarni birlik hujayrasiga joylashtirish uchun energiyaga yaqin kristallografik pozitsiyalar ionlarning o'zidan kattaroq bo'lishi kerak;

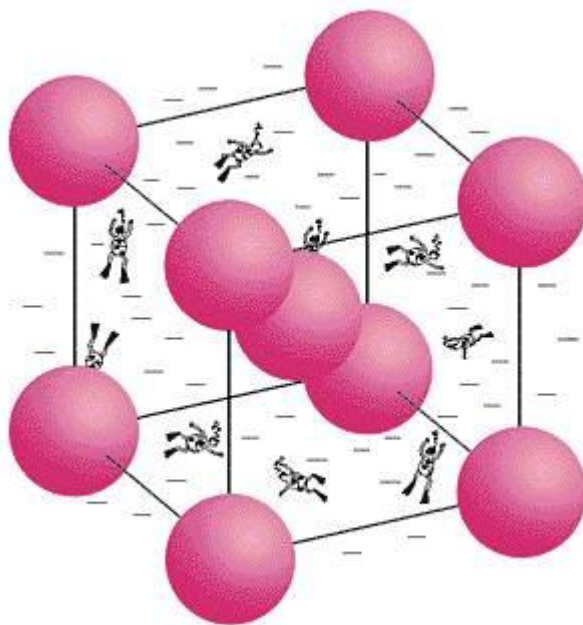
- kristall panjaradagi pozitsiyalar bo'yicha ionlarning tartibsizligi energiyasi va harakatga sarflangan energiya kichik bo'lishi kerak ($\sim kT$, bu erda odatdagidek k Boltsman doimiysi, t harorat). Qo'shni pozitsiyalar orasidagi energiya to'siqlari kichik bo'lishi kerak (kT bilan

taqqoslaganda), agar kristall panjarada bo'sh joylar bo'lsa, mobil ionlarning ruxsat etilgan pozitsiyalar bo'yicha statistik taqsimlanishiga olib keladi;

- kristalli tuzilishda ionlarning harakatlanishi uchun "kanallar tarmog'i" o'tishi kerak, aks holda zaryadlangan zarralarning tez harakatlanishi faqat bitta yoki bir nechta birlik hujayralarida mumkin bo'ladi [1].

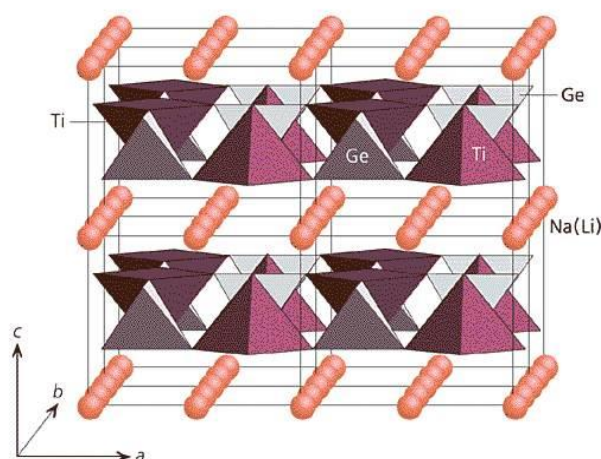
Ro'yxatda keltirilgan talablarga faqat maxsus kristallar javob beradi, ularning tarkibida bir yoki bir nechta navlarning atomlari uchun ularning fazoviy joylashuvida uzoq tartib yo'q, ammo boshqa zarralar uchun uzoq tartib saqlanib qoladi. Bunday birikmalar o'zlarining tarkibiy tartibsizliklari bo'lgan kristallar sifatida qaraladi.

A-AgI model kristalining tuzilishi yaxshi misoldir [2]. Kristalli ramka yod anionlari tomonidan" ushlab turiladi " va ikkita kumush kation birlik hujayraning 12 tetraedral holatiga joylashtirilishi mumkin. Xuddi shu turdagi atomlar uchun uzoq masofali tartib buzilgan bunday ochiq ish tuzilishi uchun "kvazi-eritilgan pastki panjara" tushunchasi vizual (ehtimol unchalik muvaffaqiyatli emas) kiritildi va qattiq anionli pastki panjara "kation eritmasida" ekanligiga ishonishdi [3].



rasm- Harakatlanuvchi musbat kumush ionlari (animatsion adamlar- akvatorlar shaklida ko'rsatilgan), akvatorlar singari, riflari orasidagi bo'shliqda - agi kristalidagi yod (shar) atomlari orasida osongina harakatlanadi.

Harakatlanuvchi zarralar kristalning butun hajmi bo'ylab nisbatan erkin harakatlanadi, faqat uning stasionar yadro ionlari egallagan qismi bundan mustasno. Shuning uchun, bu erda "ion eritmasi" haqida emas, balki matritsada "o'tkazuvchan bo'shliq" kristalining mavjudligi haqida gapirish yanada oqilona. Bunday yuqori sifatli ko'rib chiqish kristalning pastki panjaralaridan birining poliester tasvirida tasdiqlangan (masalan 7-rasm) [4].



rasm. Na ning kristalli tuzilishi $\text{Na}_2\text{TiGeO}_5$ qattiq bog'langan tetraedrlar $[\text{GeO}_4]$ va piramidalar $[\text{TiO}_5]$ qatlamlari ajratilgan. Qatlamlar orasidagi bo'shliqda harakatlanuvchi ionlar erkin harakatlanishi mumkin.

Superion materiallarga bo'lgan ehtiyojning ortishi - yangi birikmalar ham, boshqa sifatda ham ma'lum bo'lgan (gaz zich keramika, kino qoplamalari, nanostrukturaviy tizimlar) - faqat yarim empirik yondashuvlar va klassik sintez usullari bilan cheklanib, qondirilmaydi. Ushbu murakkab muammoni hal qilish, agar siz yangi materiallar sintezini va ulardagi ion tashish jarayonlarini o'rganishda o'rnatilgan fundamental qonunlarga tayansangiz mumkin. Sof shaklda bunday naqshlar monokristalli qattiq elektrolitlarni o'rganishda eng aniq kuzatiladi. Shu bilan birga, qattiq elektrolitlarni funksional elementlarning ish muhiti sifatida ishlatganda, ma'lum bir turdagi va shakldagi materiallar, masalan, zich keramika yoki kino qoplamasi shaklida kerakligini yodda tutish kerak. Va bu erda nanomateriallar yordamga kelishi mumkin, ular ko'pincha hajmli monokristallarga nisbatan yaxshilangan xususiyatlarga ega yoki hatto qo'shimcha ravishda yangi xususiyatlarga ega bo'ladi. Barcha turdagi nanomateriallarning (nanoporous, nanokristalli, nanokompozit tizimlar) asosiy xususiyati hajm emas, balki sirtning ustun rolidir. Qattiq muhit interfeysi sifatida sirt tuzilishi hajm tuzilishidan sezilarli darajada farq qilganligi sababli, sezilarli darajada nuqsonli (hajmga nisbatan) sirt tuzilishi haqida gapirish va material xususiyatlarida sezilarli o'zgarishlarni kutish mumkin [5-13].

Qattiq elektrolitlarning ion o'tkazuvchanligi turli xil ionlarning o'tkazilishi bilan ta'minlanadi - bitta, ikki, uch zaryadli kationlar (Ag^+ , Cu^+ , Li^+ , Na^+ , K^+ , Rb^+ , Tl^+ , Cs^+ , Ca^+ , Zn_2^+ , Mg_2^+ , Pb_2^+ , Al_3^+ , Sc_3^+ , Ce_3^+ , Eu_3^+) va anionlar (Fe^- , Br^- , O_2^- , S_2^-). Ikki yoki hatto uchta navning ionlari va aralash ion-elektron o'tkazuvchanligi bo'lgan moddalar zaryad tashuvchisi bo'lgan materiallar mavjud. Li^+ - va Na^+ - ion o'tkazuvchanligiga ega superion o'tkazgichlar alohida qiziqish uyg'otadi, chunki ular elektr energiyasi uchun miniatyurali lityum batareyalar va tortish batareyalarini ishlab chiqarishda kelajakni kafolatlaydigan maksimal energiya yutug'ini beradi. Shuning uchun hamma ma'lum birikmalarning xususiyatlarini yaxshilashga yoki bu ionlar uchun tubdan yangi o'tkazuvchan matritsalarini topishga intiladi.

1. Физика суперионных проводников / Под ред. М. Б. Саламона. Рига: «Зинатне», 1982. 315 с.
2. Иванов-Шиц А. К. Компьютерное моделирование суперионных проводников. II. Катионные проводники: Обзор // Кристаллография. 2007. Т. 52. № 2. С. 318–331
3. Гуревич Ю. Я., Харкац Ю. И. Суперионная проводимость твердых тел. М., 1987.
4. Векслер Г.И., Евстропьев К.К., Кондратьева Б.С. Неорганические материалы 10,1, 171 (1974).
5. Физика и техника полупроводников, 2011, том 45, вып. 11 УДК 621.315.592. Суперионная проводимость, эффекты переключения и памяти в кристаллах TlInSe₂ и TlInTe₂ © Р.М. Сардарлы¶, О.А. Самедов, А.П. Абдуллаев, .Т. Салманов, О.З. Алекперов*, Э.К. Гусейнов*, Н.А. Алиева
6. Н. Р. Абдулхаликова, А. Э. Алиев, “Исследование теплопроводности суперионных материалов импульсным методом”, *ТВТ*, 29:3 (1991), 618–620
7. Н.Р. Абдулхаликова, А.Э. Алиев. ФТТ 37, 7, 2084 (1995) Теплопроводность суперионных алюмофосфатных стекол 0.2Al(PO₃)₃+(0.8-x) LiF+ xNaF/ NR Abdulkhalikova, AÉ Aliev – *Physics of the Solid State*, 1995 – ui.adsabs.harvard.edu
8. С.И. Бредихин, М.В. Богатыренко. Влияние полей упругих напряжений на ионный перенос через гетеропереход суперионный кристалл-электрод © *Физика твердого тела*, 1999, том 41, вып. 10
9. Ван, Юйчэнь; Акин, Мерт; Цяо, Сяояо; Янь, Чживэй; Чжоу, Сянъян (сентябрь 2021 года). «Значительно повышенная плотность энергии полностью твердотельной аккумуляторной батареи, работающей в условиях высокой влажности». *Международный журнал энергетических исследований*. 45 (11): 16794-16805. doi:10.1002/er.6928.
10. В. Ф. Криворотов, Г. С. Нуждов, А. А. Фридман, Е. В. Чарная Российский электрохимический журнал, том 49, страницы 1154-1159 (2013) Krivorotov, V.F., Nuzhdov, G.S., Fridman, A.A. et al. Quantum chemical calculations of intracell potential profile in superionic transition range in LaF₃. *Russ J Electrochem* 49, 1154–1159 (2013). <https://doi.org/10.1134/S1023193513010096>
11. Милло, Мариус; Кошпари, Федерика; Ригг, Дж. Райан; Корреа Барриос, Антонио; Хэмел, Себастьян; Свифт, Камиан К.; Эггерт, Джон Х. «Наносекундная рентгеновская дифракция ударно-сжатого суперионного водяного льда». *Природа*. 569 (7755): 251–255. doi:10.1038/s41586-019-1114-6. OSTI 1568026. PMID 31068720.
12. Деспотули, А. Л.; Андреева, А. В. (январь 2009). «Краткий обзор наноэлектроники с низким напряжением и связанных с ней технологий». *Международный журнал наноуки*. 8 (4 и 5): 389–402. doi:10.1142/S0219581X09006328
13. Акин, Мерт; Ван, Юйчэнь; Цяо, Сяояо; Янь, Чживэй; Чжоу, Сянъян (20 сентября 2020 года). «Влияние относительной влажности на кинетику реакции в твердотельной батарее на основе иодида серебра рублидия». *Электрохимика Acta*. 355: 136779. doi:10.1016/j.electacta.2020.136779.