

Nadprzewodniki żelazowo-arsenowe

Roman Puźniak

Instytut Fizyki PAN, Al. Lotników 32/46, 02-668 Warszawa

Związki o strukturze typu ZrCuSiAs zostały zsyntezowane po raz pierwszy w latach 70-tych ubiegłego wieku [1]. Jednak dopiero w roku 1995 pojawiło się pierwsze doniesienie o otrzymaniu pniktydku na bazie żelaza [2]. Zaprezentowano wówczas wyniki dokładnych badań strukturalnych, nie przedstawiono jednak wyników badań właściwości elektrycznych i magnetycznych. Taka sytuacja miała miejsce do roku 2006, kiedy to zostało odkryte nadprzewodnictwo z temperaturą przejścia fazowego $T_c \sim 5$ K w związku LaFePO_{1-x} [3]. Odkrycie nadprzewodnictwa w materiałach zawierających żelazo nie było jednak nowatorskie, gdyż związki U₆Fe, Th₇Fe, R₂Fe₃Si₅ (R = Sc, Y, Lu i Tm) oraz skuterudyty XFe₄P₁₂ (X = La, Y), charakteryzujące się temperaturą przejścia fazowego rzędu 7 K, znane były już od szeregu lat.

Sytuacja uległa drastycznej zmianie w roku 2008, kiedy to pojawiła się kolejna praca grupy Hosono, w której doniesiono, że związek LaFeAsO_{1-x}F_x ma $T_c \sim 26$ K [4]. W ciągu bardzo krótkiego czasu doniesienie to zainicjowało bardzo intensywne badania, które doprowadziły do odkrycia całej klasy nadprzewodzących pniktydków na bazie żelaza z temperaturą przejścia fazowego do 56 K. Bardzo spokrewnione ze związkiem odkrytym przez grupę Hosono okazały się nadprzewodniki o ogólnym wzorze LnFePnO_{1-x}F_x (Pn = P, As; Ln = La, Ce, Pr, Nd, Sm, Gd, Tb, Dy, Ho, Y), oznaczane w skrócie jako 1111. Nieco później doniesiono o odkryciu nadprzewodnictwa z $T_c = 38$ K w Ba_{1-x}K_xFe₂As – związku, o strukturze typu ThCr₂Si₂, nie zawierającym F lub O [5], a następnie stwierdzono nadprzewodnictwo w klasie związków tworzących rodzinę oznaczaną jako 122, do której należą zarówno związki domieszkowane dziurowo (np. Sr_{1-x}K_xFe₂As₂, Sr_{1-x}Cs_xFe₂As₂, Ca_{1-x}Na_xFe₂As₂) jak i domieszkowane elektronowo (np. BaFe_{2-x}Co_xAs₂, SrFe_{2-x}Co_xAs₂ i BaFe_{2-x}Ni_xAs₂). Stwierdzono również indukowane ciśnieniem nadprzewodnictwo w związkach CaFe₂As₂, SrFe₂As₂ i BaFe₂As₂. Kolejne klasy nadprzewodzących pniktydków na bazie żelaza stanowią należące do rodziny 111 związki takie jak LiFeAs i NaFeAs, należące do rodziny 1111 związki Fe_{1+x}Se_{1-x}Te₂ i należące do rodziny 21311 związki E₂MO₃FeAs (E = Ca, Sr, Ba; M = Sc, Ti, V, Cr, Co).

Dotychczas zostało zidentyfikowanych pięć rodzin nadprzewodzących pniktydków na bazie żelaza. Charakteryzują się one pewnymi wspólnymi właściwościami fizycznymi. Wszystkie pniktydki mają warstwową strukturę krystalograficzną, bardzo podobną do struktury miedzianów, co sugeruje bliski związek tych dwóch różnych klas nadprzewodników wysokotemperaturowych. Szereg eksperymentów wskazuje, że pniktydki są materiałami o złożonej strukturze pasmowej, z szeregiem przerw otwartych w stanie nadprzewodzącym, co świadczy o ich podobieństwie do MgB₂. Z analizy pomiarów magnetometrii torsyjnej wynika, że anizotropia głębokości wnikania jest różna od anizotropii górnego pola krytycznego [6], podobnie jak ma to miejsce w MgB₂. Górne pole krytyczne wszystkich tych związków jest nadzwyczaj wysokie. Pierwsze oszacowanie $\mu_0 H_{c2}^{||c}(0)$ dla LaFeAs_{1-x}F_x dało wartość rzędu 100 T, czyniąc pniktydki materiałami bardzo interesującymi z punktu widzenia zastosowań. Również gęstość prądu krytycznego przekraczająca znacznie 10¹⁰ A/m² w zerowym polu magnetycznym [7] jest porównywalna z gęstością prądu krytycznego miedzianów.

- [1] V. Johnson and W. Jeitschko, *J. Solid State Chem.* **11**, 161 (1974).
- [2] B. I. Zimmer, W. Jeitschko, J. H. Albering, *et al.*, *J. Alloys Comp.* **229**, 238 (1995).
- [3] Y. Kamihara, H. Hiramatsu, M. Hirano, *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.* **128**, 10012 (2006).
- [4] Y. Kamihara, T. Watanabe, M. Hirano, and H. Hosono, *J. Am. Chem. Soc.* **130**, 3296 (2008).
- [5] M. Rotter, M. Tegel, and D. Johrendt, *Phys. Rev. Lett.* **101**, 107006 (2008).
- [6] S. Weyeneth, R. Puźniak, N. D. Zhigadlo, *et al.*, *J. Supercond. Nov. Magn.* **22**, 347 (2009).
- [7] N. D. Zhigadlo, S. Katrych, Z. Bukowski, *et al.*, *J. Phys.: Condens. Matter* **20**, 342202 (2008).