

CLISTRON TYPE AMPLIFIER ON THE BASIS OF STIMULATED TRANSITION EFFECT

S. V. ABAJYAN

The theory of clistron type amplification based on stimulated transition effect on two plates is developed. It is shown, that the gain of transition laser increases order of magnitude.

Изв. НАН Армении, Физика, т. 28, № 1, 43—46 (1993)

УДК 548:537.611.44

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ МАЛЫХ ЧАСТИЦ КОБАЛЬТА

В. Э. ШАРОЯН, А. Р. АРУТЮНЯН

Институт физических исследований НАН Армении

(Поступила в редакцию 20 сентября 1992 г.)

Методом термического разложения (пиролиза) фталоцианина кобальта β -модификации (β - $\text{CoC}_{32}\text{H}_{16}\text{N}_8$) получены малые ферромагнитные частицы кобальта с линейными размерами 10^3 — 10^4 Å и коэрцитивной силой $H_c \sim 650$ — 700 Э.

Малые ферромагнитные частицы (ФЧ) обладают высокой коэрцитивной силой (H_c) и намагниченностью насыщения (M_s), благодаря чему широко применяются для производства новых магнитных материалов. На сегодняшний день известно несколько основных методов получения малых металлических частиц и среди них термическое разложение металлорганических соединений, как одна из разновидностей химического метода [1].

В данной работе описывается эксперимент по получению малых частиц Co методом термического разложения (пиролиза) фталоцианина кобальта β -модификации (β - CoPc , где $\text{Pc} = \text{C}_{32}\text{H}_{16}\text{N}_8$). Ранее [2, 3] экспериментально исследовалась термическая деструкция другого соединения из ряда металлофталоцианинов—фталоцианина железа (FePc). Было показано, что в результате пиролиза FePc выделяется высокотемпературная фаза железа.

Синтезированный нами CoPc очищался химически промывкой в кислой и щелочной средах (10% водные растворы H_2SO_4 и NaOH), затем двукратно возгонялся в вакууме. Дебаграмма исходного поликристаллического образца β - CoPc хорошо совпадает с имеющимися литературными данными [4].

Рентгеновские дифрактограммы образцов снимались на спектрометре ДРОН—3 с использованием CuK_α излучения ($\lambda = 1,54$ Å). Рассматриваемый интервал углов Брэгга 2θ составлял $14 \div 55^\circ$. Значения H_c при разных температурах отмечались из гистерезисных кривых

намагничивания $M=M(H)$, снятых в температурном интервале $4 \div 80\text{K}$. Максимальное значение внешнего поля было равно 50кЭ . Кривые $M=M(H)$ снимались на SQUID—магнитометре.

Пиролиз проводился в запаянных кварцевых ампулах в вакууме ($10^{-1}\text{мм. рт. ст.}$) или в атмосфере инертного газа аргона при давлении $150\text{—}200\text{ мм. рт. ст.}$ Температура термического разложения (T) варьировалась от 600 до 850°C , время термического разложения—от $4\text{—}5$ до $9\text{—}10$ ч. Магнитные и структурные кривые, снятые с образцов продуктов пиролиза (ПП) CoPc , полученных термическим разложением в различных средах (инертный газ, вакуум), практически идентичны при аналогичных условиях пиролиза.

На рис. 1 представлены рентгеновские дифрактограммы исходного $\beta\text{—CoPc}$ (кривая 1), а также ПП (кривая 2). Измерения проводились на образце, который прогревался в вакууме в течение 6ч. при $T=750^\circ\text{C}$. На кривой 2 отсутствуют максимумы, характеризующие

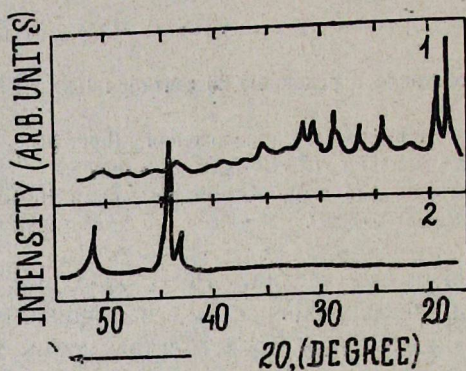


Рис. 1. Рентгеновские дифрактограммы исходного $\beta\text{—CoPc}$ (1) и ПП $\beta\text{—CoPc}$ (2). Режим пиролиза: $T=750^\circ\text{C}$, время— 6ч.

кристаллическую структуру исходного $\beta\text{—CoPc}$, что свидетельствует о разрушении последней. При этом четко просматриваются максимумы при $2\theta=43,4; 44,3; 51,6^\circ$, указывающие на наличие в ПП металлического Co . Частицы Co можно наблюдать в оптический микроскоп ($\times 100$ увеличение). Линейные размеры частиц можно оценить из особенностей H_c ПП. На рис. 2 приведена экспериментальная кривая $H_c=H_c(T^{1/2})$ для образца, дебаеграмма которого представлена на рис. 1. Видно, что H_c практически не зависит от T и достигает значений $650\text{—}700\text{Э}$. Известно, что одной из основных особенностей малых ФЧ является высокая H_c ($10^3\text{—}10^5\text{Э}$) [1,5]. Значения H_c максимальны для однодоменных частиц и при гелиевых температурах для Co могут достигать $H_c^{\text{max}} \sim 1,2\text{—}1,5\text{кЭ}$ [1,6]. Для суперпарамагнитных частиц (однодоменных частиц, линейные размеры (l) которых меньше l однодоменной ферромагнитной частицы) зависимость $H_c=H_c(T)$ задается следующей формулой [6,7]:

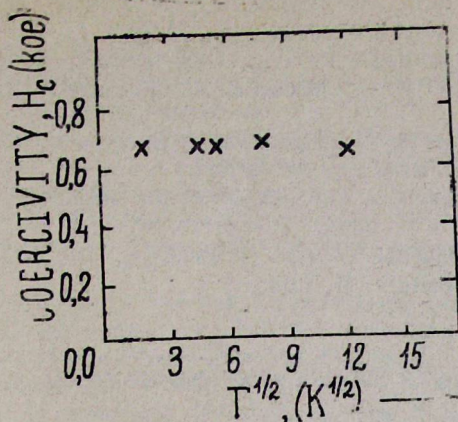


Рис. 2. Значения $H_c = H_c(T^{1/2})$ ПП β — $CoPc$. Режим пиролиза: $T = 750^\circ C$, время — 6ч.

$$H_c = \frac{2K}{M_s} \left[1 - \left(\frac{25kT}{Kv} \right)^{1/2} \right] = \frac{2K}{M_s} \left[1 - \left(\frac{T}{T_B} \right)^{1/2} \right],$$

где K —константа магнитной анизотропии, M_s —намагниченность насыщения, k —постоянная Больцмана, v —объем частицы, T_B —температура блокировки.

Отсутствие зависимости H_c от T в наших экспериментах указывает на то, что l частиц Co в ПП больше l одного ферромагнитного домена. Для Co l ферромагнитного домена имеет значение ~ 300 — $400 \text{ \AA}$ [1, 7]. В то же время высокие значения H_c этих частиц по сравнению H_c массивного металла ($\sim 10^3$ [8]) указывают на то, что частицы достаточно высокодисперсны и их l меньше минимальных l частиц, проявляющих свойства массивного металла (10^4 — $10^5 \text{ \AA}$ [1]). Исходя из вышесказанного, мы предполагаем, что ФЧ Co в продуктах пиролиза состоят из нескольких доменов и их l находится в пределах 10^3 — $10^4 \text{ \AA}$. Это примечательный результат, так как методом пиролиза обычно получают достаточно большие ($l = 10^5$ — $10^6 \text{ \AA}$ и выше) частицы металлов [1]. H_c ансамбля малых ФЧ зависит также от расстояния (l_0) между ними [5]. В предположении, что частицы Co распределены в ПП равномерно, можно показать, что l_0 между ближайшими частицами порядка 10^4 и $10^3 \text{ \AA}$ для частиц с $l = 10^3$ и $10^4 \text{ \AA}$ соответственно. Таким образом, в результате пиролиза образуется ансамбль невзаимодействующих малых ФЧ, растворенных в аморфной органической среде.

В заключение особо отметим тот факт, что размеры частиц прямо пропорционально зависят от времени термического воздействия. Нам представляется интересным получение малых и сверхмалых ($l \sim 10^1$ — $10^3 \text{ \AA}$) частиц Co пиролизом с малым временем термического разложения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петров Ю. И. Кластеры и малые частицы, М. 1986.
2. Кирич И. С., Мишин В. Я., Колядин А. Б. Ж. неорг. химии, 17, 348 (1972).
3. Стукан Р. А., Кирич И. С., Мишин В. Я., Колядин А. Б. Ж. неорг. химии, 17, 1923 (1972).
4. Moser F. H., Thomas A. L. Phthalocyanine Compounds. New York. p. 345, 1963.
5. Вонсовский С. В. Магнетизм, М, 1972.
6. Yiping L., Hadjipanayis G. C., Sorensen C. M., Klabunde K. J. Appl. Phys. 67, 4502 (1990).
7. Cullity B. D. Introduction to Magnetic Materials. New York, 1972.
8. Бозорт Р. Ферромагнетизм, М., 1956.

ԿՈՐԱԼՏԻ ՓՈՔՐ ՄԱՍՆԻԿՆԵՐԻ ՍՏԱՑՈՒՄԸ ԵՎ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ

Վ. Է. ՇԱՐՈՅԱՆ, Ա. Ռ. ՀԱՐՈՒՅՈՅՈՒՆՅԱՆ

β-Կոբալտ-ֆտալոցիանինի ($\beta\text{-CoC}_{32}\text{H}_{16}\text{N}_8$) ձեռմային բայթայմամբ (պիրոլիզով) ստացվել են կոբալտի ֆերրոմագնիսական փոքր մասնիկներ, որոնց զոսյին չափերը հավասար են $10^3\text{--}10^4$ Å, իսկ կոէրցիտիվ ուժը՝ $H_c \sim 650\text{--}700$ էրատեստի:

OBTAINING AND STUDY OF SMALL COBALT PARTICLES

V. E. SHAROYAN, A. R. HARUTYUNYAN

Small ferromagnetic Cobalt particles with $10^3\text{--}10^4$ Å linear sizes and coercivity $H_c \sim 650\text{--}700$ Oe have been obtained by thermal decomposition (pyrolysis) of β-Cobalt-Phthalocyanine ($\beta\text{-CoC}_{32}\text{H}_{16}\text{N}_8$).