

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 2, Number 410 (2015), 74 – 78

**PERMITTIVITY AND ELECTRICAL RESISTIVITY
OF NANOSIZED CUPRATE- MANGANITES $\text{LnMg}_2\text{CuMnO}_6$ (Ln - La, Nd)**

**B. K. Kassenov¹, E. E. Kuanyshebekov², Sh. B. Kassenova¹,
Zh. I. Sagintaeva¹, A. A. Seysenova¹**

¹J. Abishev Chemical-Metallurgical Institute, Karaganda, Kazakhstan,

²E. A. Buketov Karaganda State University, Karaganda, Kazakhstan.

E-mail: kassenov1946@mail.ru

Keywords: rare earth, alkaline earth metals, cuprate-manganite, electrical resistivity, permittivity.

Abstract. On the LCR instrument in the range of 293-483 K the temperature dependences of the dielectric permittivity and electrical resistivity cuprate-manganites $\text{LaMg}_2\text{CuMnO}_6$ and $\text{NdMg}_2\text{CuMnO}_6$ are studied. It was found that in this range of temperature compounds exhibit variable conductivity: semiconductor and metal. In $\text{LaMg}_2\text{CuMnO}_6$ range of 293-343 K, the semiconductor, 343-353 K - metal, 353-393 K - semiconductor, 393-473 K - metal, 473-483 K - semiconductor permeability; $\text{NdMg}_2\text{CuMnO}_6$ in the range of 293-383 K - shows a semiconductor at 383-453 K - metal, at 453-463 K - semiconductor, at 463-473 K - metal and 473-483 K semiconductor conductivity. In addition, at certain temperatures indicated in giant compounds permittivity values (up to 10^7) appear, which also indicate the prospects for their use in microelectronics.

УДК 537.226.1+549.5+546.65:442

**ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОНИЦАЕМОСТЬ
И ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ
КУПРАТО-МАНГАНИТОВ $\text{LnMg}_2\text{CuMnO}_6$ (Ln – La, Nd)**

**Б. К. Касенов¹, Е. Е. Куанышбеков², Ш. Б. Касенова¹,
Ж. И. Сагинтаева¹, А. А. Сейсенова¹**

¹ Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, Караганда, Казахстан,

² Карагандинский государственный университет им. Е. А. Букетова, Караганда, Казахстан

Ключевые слова: редкоземельные, щелочноземельные металлы, купрато-манганит, электросопротивление, диэлектрическая проницаемость.

Аннотация. На приборе LCR в интервале 293-483 К исследованы температурные зависимости диэлектрической проницаемости и электросопротивления купрато-манганитов $\text{LaMg}_2\text{CuMnO}_6$ и $\text{NdMg}_2\text{CuMnO}_6$. Установлено, что при этом интервале температуры соединения проявляют переменную проводимость: полупроводниковую и металлическую. У $\text{LaMg}_2\text{CuMnO}_6$ в интервале 293-343 К наблюдается полупроводниковая, 343-353 К – металлическая, 353-393 К – полупроводниковая, 393-473 К – металлическая, 473-483 К – полупроводниковая проницаемость; $\text{NdMg}_2\text{CuMnO}_6$ в интервале 293-383 К – проявляет полупроводниковую, при 383-453 К – металлическую, при 453-463 К – полупроводниковую, при 463-473 К – металлическую и при 473-483 К – полупроводниковую проводимость. Кроме того в указанном при определенных температурах у соединений появляются гигантские значения диэлектрической проницаемости (до 10^7), что также указывают на перспективу их использования в микроэлектронике.

Купраты и манганиты редкоземельных металлов, допированных оксидами щелочноземельных металлов обладают уникальными свойствами, как сверхпроводимостью и эффектом гигантского магнитного сопротивления [1].

Подвергаемые к электрофизическому исследованию наноразмерные купрато-манганиты $\text{LaMg}_2\text{CuMnO}_6$ и $\text{NdMg}_2\text{CuMnO}_6$ получены по керамической технологии из оксидов Ln, Nd, Cu(II), Mn(III) и карбонатов Mg и Ca [1, 2]. Наноразмерные $\text{LaMg}_2\text{CuMnO}_6$ и $\text{NdMg}_2\text{CuMnO}_6$ кристаллизуются в кубической сингонии [1, 2].

Измерение электрофизических свойств проводили на LCR-800 (измерители L, C, R) при рабочей частоте 1 кГц непрерывно в сухом воздухе в термостатном режиме с временем выдержки при каждой фиксированной температуре. С этой целью были изготовлены плоскопараллельные образцы в виде дисков диаметром 10 мм со связующей добавкой (~1,5 %).

Образцы соединений были спрессованы под давлением 20 кг/см². Далее они выдерживались в течение 8 часов при температуре 100°C с целью придания им достаточной для проведения эксперимента прочности. Полученные образцы подвергались тщательной двухсторонней шлифовке. Применена двухэлектродная система, серебряные электроды нанесены вжиганием пасты.

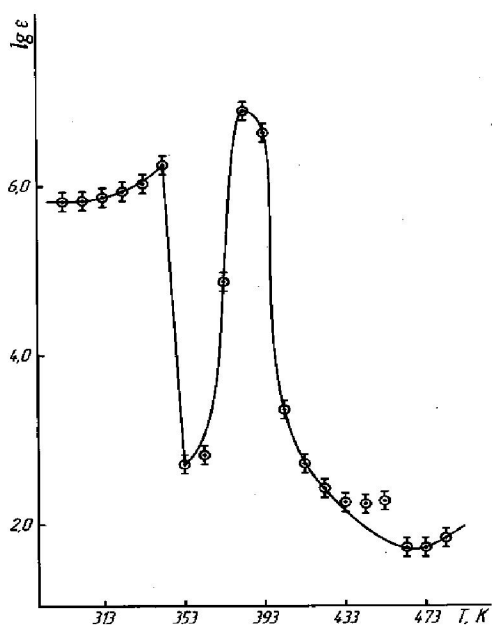
Диэлектрическая проницаемость определялась из электроемкости образца при известных значениях толщины образца и площади поверхности электродов. Для получения зависимости между электрической индукцией (D) и напряженностью электрического поля (E) использована схема Сойера-Тауэра. Визуальное наблюдение D (E петли гистерезиса) проводилось на осциллографе С1-83.

Для сравнения электрофизических измерений купрато-манганитов сняты аналогичные характеристики BaTiO_3 в качестве эталонного вещества. Результаты измерений представлены в таблице и на рисунке.

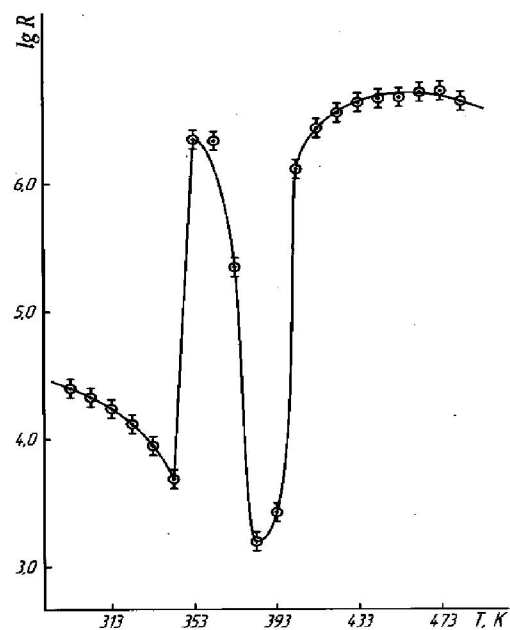
Зависимости электроемкости (C), диэлектрической проницаемости (ϵ) и электросопротивления (R) от температуры BaTiO_3 , $\text{LaMg}_2\text{CuMnO}_6$, $\text{NdMg}_2\text{CuMnO}_6$

T, K	C, нФ	R, Ом	ϵ	lg ϵ	lgR
1	2	3	4	5	6
BaTiO_3					
293	4,2340	4763	1354	3,13	3,68
303	4,2530	5174	1360	3,13	3,71
313	4,2644	5379	1364	3,13	3,73
323	3,2832	5954	1370	3,14	3,77
333	4,3287	5614	1385	3,14	3,75
343	4,3711	6680	1398	3,15	3,82
353	4,4307	8666	1417	3,15	3,94
363	4,5006	10120	1440	3,16	4,01
373	4,5839	11360	1466	3,17	4,06
383	4,6572	11040	1490	3,17	4,04
393	4,7260	10350	1512	3,18	4,01
403	4,8041	9986	1537	3,19	4,00
413	4,8514	5848	1552	3,19	3,77
423	4,9411	4431	1581	3,20	3,65
433	5,0578	4203	1618	3,21	3,62
443	5,1773	3827	1656	3,22	3,58
453	5,3473	3772	1710	3,23	3,58
463	5,5571	3573	1778	3,25	3,55
473	5,7887	3190	1852	3,27	3,50
483	6,0587	3013	1938	3,29	3,48

<i>Продолжение таблицы</i>					
1	2	3	4	5	6
$\text{LaMg}_2\text{CuMnO}_6$					
293	103,79	25030	657348	5,82	4,40
303	107,59	21590	681415	5,83	4,33
313	117,62	17240	744939	5,87	4,24
323	137,11	13230	868378	5,94	4,12
333	170,85	8987	1082068	6,03	3,95
343	281,83	4883	1784954	6,25	3,69
353	0,0808	2249000	512	2,71	6,35
363	0,1033	2207000	654	2,82	6,34
373	11,679	222500	73968	4,87	5,35
383	1230,5	1580	7793300	6,89	3,20
393	679,23	2664	4301863	6,63	3,43
403	0,3642	1326000	2307	3,36	6,12
413	0,0835	2770000	529	2,72	6,44
423	0,0412	3672000	261	2,42	6,56
433	0,0294	4375000	186	2,27	6,64
443	0,0274	4701000	173	2,24	6,67
453	0,0292	4828000	185	2,27	6,68
463	0,0085	5281000	54	1,73	6,72
473	0,0085	5388000	53	1,73	6,73
483	0,0109	4416000	69	1,84	6,65
$\text{NdMg}_2\text{CuMnO}_6$					
293	1,5166	284100	10369	4,02	5,45
303	2,448	203000	16738	4,22	5,31
313	5,858	115300	40053	4,60	5,06
323	14,88	61280	101738	5,01	4,79
333	33,234	33380	227229	5,36	4,52
343	64,104	21070	438294	5,64	4,32
353	119,42	12730	816503	5,91	4,10
363	197,6	8241	1351038	6,13	3,92
373	315,95	5414	2160225	6,33	3,73
383	464,35	3793	3174871	6,50	3,58
393	342,23	4333	2339908	6,37	3,64
403	129,64	8527	886380	5,95	3,93
413	64,026	14040	437761	5,64	4,15
423	31,584	24360	215947	5,33	4,39
433	0,0381	5102000	261	2,42	6,71
443	0,02324	5592000	159	2,20	6,75
453	0,01885	7691000	129	2,11	6,89
463	0,02655	6696000	182	2,26	6,83
473	0,03861	6821000	264	2,42	6,83
483	0,04419	6558000	302	2,48	6,82

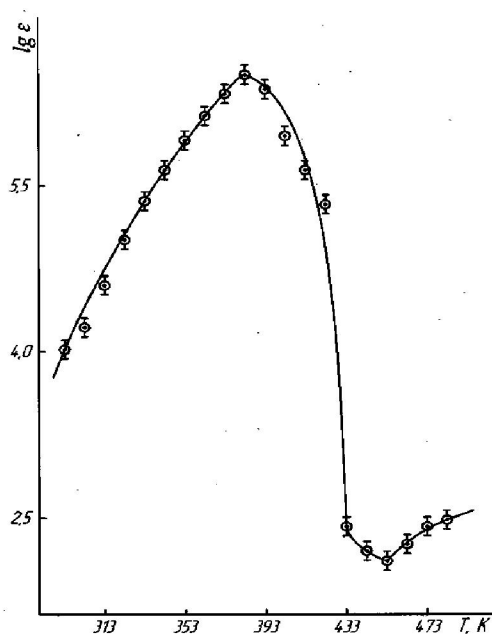


а

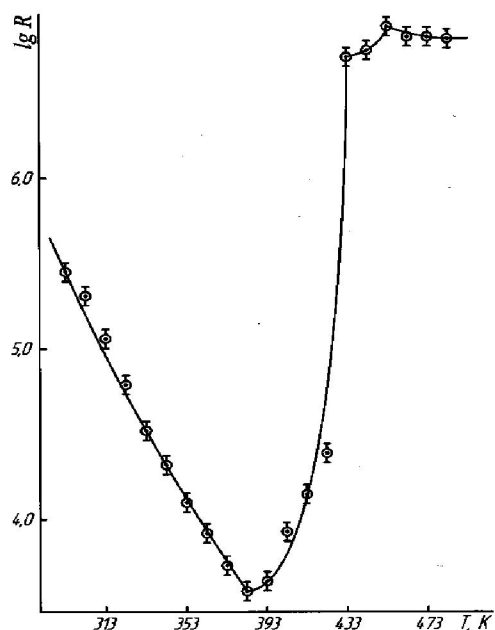


б

I



а



б

II

Температурная зависимость диэлектрической проницаемости (а) и электросопротивления (б) $\text{LaMg}_2\text{CuMnO}_6(\text{I})$ и $\text{NdMg}_2\text{CuMnO}_6(\text{II})$ от температуры

Как видно из данных таблицы и рисунка, что в интервале 293-483 К соединения проявляют переменные типы проводимости.

$\text{LaMg}_2\text{CuMnO}_6$. При $\Delta T = 293-343$ К – полупроводниковая, $\Delta T = 343-353$ К – металлическая, $\Delta T = 353-393$ К – полупроводниковая, $\Delta T = 393-473$ К – металлическая, $\Delta T = 473-483$ К – полупроводниковая проводимость.

$\text{NdMg}_2\text{CuMnO}_6$. При $\Delta T = 293\text{-}383\text{ K}$ – полупроводниковая, $\Delta T = 383\text{-}453\text{ K}$ – металлическая, $453\text{-}463\text{ K}$ – полупроводниковая, $463\text{-}473\text{ K}$ – металлическая, $473\text{-}483$ – полупроводниковая проводимость.

Следует отметить, что кроме полупроводникового характера проводимости исследуемые наноразмерные купрато-манганиты при определенных температурах показывают очень высокие значения диэлектрической проницаемости, которые превышают аналогичные характеристики эталонного BaTiO_3 в тысячи раз.

ВЫВОДЫ

1. Впервые в интервале $293\text{-}483\text{ K}$ измерены температурные зависимости, диэлектрической проницаемости наноразмерных купрато-манганитов $\text{LaMg}_2\text{CuMnO}_6$ и $\text{NdMg}_2\text{CuMnO}_6$.

2. Полупроводниковый характер проводимости и гигантские значения диэлектрической проницаемости при определенных температурах показывают, что соединения представляют определенный интерес для микроэлектроники.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Третьяков Ю.Д., Гудилин Е.А. // Успехи химии. – 2000. – Т. 69, № 1. – С. 1.
- [2] Касенов Б.К., Бектурганов Н.С., Толымбеков М.Ж., Ермагамбет Б.Т., Касенова Ш.Б. и др. Способ получения наноразмерных частиц купрато-манганитов щелочноземельных и редкоземельных металлов состава $\text{LnM}^{\text{II}}_2\text{CuMnO}_6$ ($\text{Ln} - \text{La, Nd}$; $\text{M}^{\text{II}} - \text{Mg, Ca, Sr, Ba}$) // Заключение о выдаче Инновационного патента на изобретение Комитетом по правам Интеллектуальной собственности МЮ РК от 04.05. 2014 г.
- [3] Касенова Ш.Б., Касенов Б.К., Сагинтаева Ж.И. и др. // Журнал неорганической химии. – 2014. – Т. 59, № 9. – С. 1243.

REFERENCES

- [1] Tretyakov Yu.D., Gudilin E.A. *Uspekhi khimii*, **2000**, 69, 1, 1 (in Russ).
- [2] Kasenov B.K., Bekturganov N.S., Tolymbekov M.Zh., Ermagambet B.T., Kasenova Sh.B. et al. A method for producing nanoparticles cuprates, manganites, alkaline earth and rare earth metals of $\text{LnM}^{\text{II}}_2\text{CuMnO}_6$ ($\text{Ln} - \text{La, Nd}$; $\text{M}^{\text{II}} - \text{Mg, Ca, Sr, Ba}$) // Conclusion extradition innovative patent for the invention of the Committee on Intellectual Property Rights MJ RK from 04.05. 2014. (in Russ).
- [3] Kasenova Sh.B., Kasenov B.K., Sagintaeva Zh.I. et al. *Journal of nonorgan. chem.* **2014**, 59, 9,1243 (in Russ).

$\text{LnMg}_2\text{CuMnO}_6$ ($\text{Ln} - \text{La, Nd}$) НАНОӨЛШЕМДІ КУПРАТ-МАНГАНИТТЕРДІҢ ДИЭЛЕКТРЛІК ӨТІМДІЛІКТЕРІ МЕН ЭЛЕКТРҚАРСЫЛЫҚТАРЫ

**Б. Қ. Қасенов¹, Е. Е. Қуанышбеков², Ш. Б. Қасенова¹,
Ж. И. Сағынтаева¹, А. А. Сейсенова¹**

¹Ж. Өбішев атындағы Химия-металлургия институты, Қарағанды, Қазақстан,

²Е. А. Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, Қарағанды, Қазақстан

Тірек сөздер: сирек-жер, сирек-жер, сілтілік-жер металдары, купрат-манганит, электрқарсылық, диэлектрлік өтімділік.

Аннотация. LCR құралында $293\text{-}483\text{ K}$ аралықта $\text{LaMg}_2\text{CuMnO}_6$ және $\text{NdMg}_2\text{CuMnO}_6$ купрат-манганиттерінің диэлектрлік өтімділіктері мен электрқарсылықтарының температураға тәуелділіктері зерттелді.

Қосылыстар келтірілген температуралар аралығында ауыспалы өткізгіштік көрсетеді: жартылайөткізгіштік және металдық $\text{LaMg}_2\text{CuMnO}_6$ қосылысында $293\text{-}343\text{ K}$ аралықта жартылайөткізгіштік; $343\text{-}353\text{ K}$ – металдық; $353\text{-}393\text{ K}$ – жартылайөткізгіштік; $393\text{-}473\text{ K}$ – металдық; $473\text{-}483\text{ K}$ – жартылайөткізгіштік; $\text{NdMg}_2\text{CuMnO}_6$ қосылысында $293\text{-}383\text{ K}$ аралықта жартылайөткізгіштік; $383\text{-}453\text{ K}$ – металдық; $453\text{-}463\text{ K}$ – жартылайөткізгіштік; $463\text{-}473\text{ K}$ – металдық және $473\text{-}483\text{ K}$ – жартылайөткізгіштік өтімділіктер байқалады. Бұдан басқа көрсетілген белгілі температураларда қосылыстар диэлектрлік өтімділіктердің (10^7 дейін) үлкен мәндерін көрсетеді, яғни бұл оларды микроэлектроникада қолдануға тиімді етеді.

Поступила 03.04.2015г.