

ФУЛЛЕРЕНЭЭР ЧАНАРЖУУЛСАН ЗЭС НИМГЭН ХАЛЬСНЫ ТЕНЗОЦАХИЛГААН ЧАНАР БА ТҮҮНИЙ ЭСЭРГҮҮЦЭЛ ДАВТАМЖААС ХАМААРАХ

*К.В. Доброг^{2**}, Ц.Хандмаа^{1*}, Э.М. Шпилевский^{2**}, М.Э.Шпилевский^{2**}, И.И. Васильев^{2**},
Г.Шилагарди^{1*}, Д.Төмөрбаатар^{1*}, Х.Цоохүү^{1*}, Д.Эрдэнэбаатар^{1*}, Р.Нямдулам^{1*}*

3. *Монгол Улсын Их Сургууль, Улаанбаатар*

4. *Институт тепло и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси, Минск, Беларусь.*

**e-mail: handmaa_04@yahoo.com*

***e-mail: eshpilevsky@rambler.ru*

АННОТАЦИЯ

Сопротивление тонкой медной пленки, модифицированной фуллеренами возрастает при увеличении массой доли фуллерена в композите и в широкой области частот переменного тока имеет индуктивный характер.

ОРШИЛ

Орчин үед нүүрстөрөгчийн нанобөөмсөөр чанаржсан композиц материалын физик шинж чанарын судалгаа, тэдгээрийг сенсорын идэвхитэй элемент болгон ашиглах, молекуляр электроникт хэрэглэх зэрэг олон талын хэрэглээнээс болж их газар авчээ. Ялангуяа фуллерен, нанохоолой өндөр температурт тэсвэртэй, химийн хувьд тогтвортой, баг бөх чанар сайтайгаас болж шинэ дутам буй болж байгаа функционал материалын үндсэн компонент болж чадсан байна[1,2]. Бид энэ ажилдаа фуллеренээр чанаржсан зэсийн цахилгаан шинж чанар ба түүний эсэргүүцэл давтамжаас хэрхэн хамаарахыг судаллаа.

ФУЛЛЕРЕНЭЭР ЧАНАРЖУУЛСАН ЗЭС НИМГЭН ХАЛЬСНЫ ФИЗИК ШИНЖ ЧАНАР БА ТҮҮНИЙ ЗУЗААН ДАВТАМЖААС ХАМААРАХ

Судалгааны объект болгон авсан фуллеренээр чанаржсан зэсийн нимгэн хальсыг [2] ажилд дурдсаны нэг адил хоёр үл хамаарах ууршуулагчаас вакуумд ууршуулах аргаар гарган авч, тэдгээрийн зузаан ба эсэргүүцэл, тензомэдрэмж γ , зэсийн атом ба фуллерены молекулын тоог (N_{Cu}/N_{C60}) мөн энэ ажилд хэрэглэсэн аргаар тодорхойлов. Туршилтаас тодорхойлсон дээжийн параметруудийг доорх хүснэгтэд сийрүүлэн бичлээ.

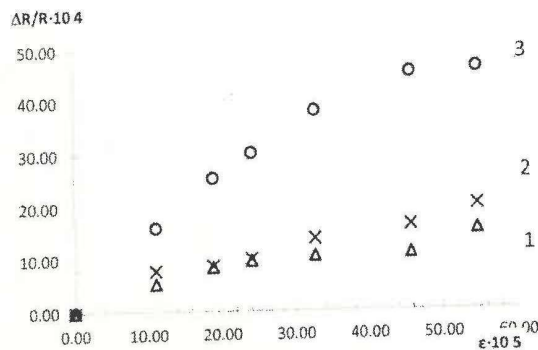
1-р хүснэгт

(Cu+C₆₀)-ын бүтцийг параметрууд

Дээжийн дугаар	N_{Cu}/N_{C60}	Зузаан d,нм	R,Ом	ρ , мОм*см
1	60	130	6,4	11,0
2	40	170	1,8	27,0
3	20	210	34,2	96

Дээрх хүснэгтээс үзвэл, нимгэн дээж буюу C_{60} -ийн молекул ихтэй дээжийн тензомэдрэмж хамгийн их байна.

1-р зурагт дээр дурьдсан гурван дээжийн харьцангуй эсэргүүцэл деформациас хамаарах хамаарлын графикийг үзүүлэв.

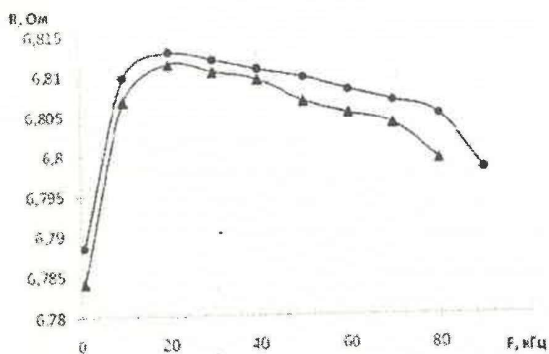


1-р зураг. $(Cu-C_{60})$ -ын нимгэн хальсны цахилгаан эсэргүүцлийн харьцангуй өөрчлөлт $\Delta R/R$ деформациас хамаарах хамаарал:

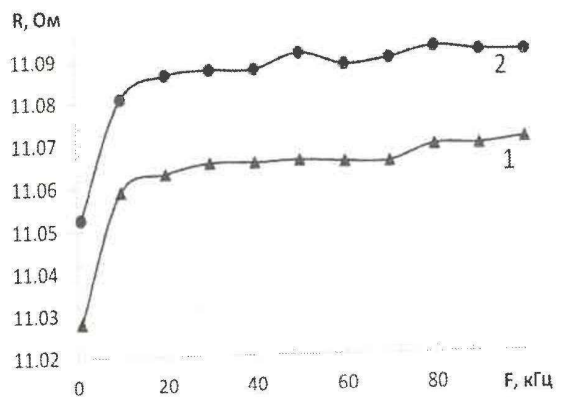
$$1. \frac{N_{Cu}}{C_{C60}} = 60 \quad \gamma = 2.8 \quad 2. \frac{N_{Cu}}{N_{C60}} = 40$$

$$\gamma = 3.7 \quad 3. \frac{N_{Cu}}{N_{C60}} = 20 \quad \gamma = 14$$

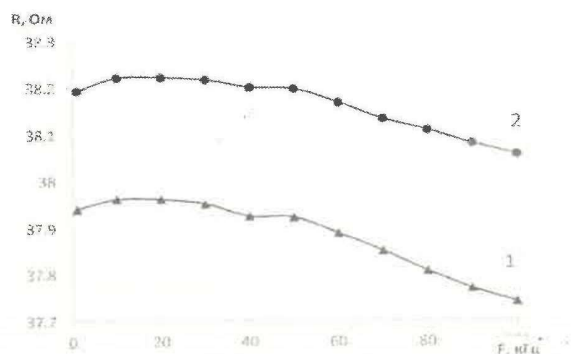
1-р зурагт үзүүлсэн графикийн эхний хэсгийн өнцгийн коэффициентийг ашиглан харилцан адилгүй тооны металлын атом ба фуллерены молекул агуулсан дээжүүдийн тензомэдрэмжийг тодорхойллоо. 2,3,4-р зурагт харилцан адилгүй тооны зэсий атом ба фуллерены молекул агуулсан деформацид орсон ба ороогүй дээжүүдийн эсэргүүцэл дамтамжаас хэрхэн хамаарахыг илэрхийлэн муруйг дүрслэн үзүүлээ.



2-р зураг. $N_{Cu}/C_{60}=60$ бүхий дээжийн эсэргүүцэл давтамжаас хамаарах хамаарал: 1. деформацид ороогүй; 2. харьцангуй деформаци $\epsilon=54.7 \cdot 10^{-5}$.



3-р зураг. $N_{Cu}/C_{60}=40$ бүхий дээжийн эсэргүүцэл давтамжаас хамаарах хамаарал: 1. деформацид ороогүй 2. харьцангуй деформаци $\epsilon=54.7 \cdot 10^{-5}$

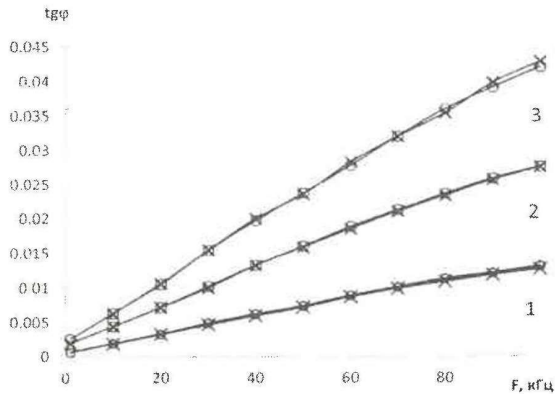


4-р зураг. $N_{Cu}/C_{60}=20$ байх дээжийн эсэргүүцэл давтамжаас хамаарах 1. Деформацид ороогүй 2. $\epsilon=54.7 \cdot 10^{-5}$.

Янз бүрийн дээжийн эсэргүүцэл давтамжын хамаарах хамаарлын графикаас харвал 1кГц-20кГц-ийн мужид эсэргүүцэл огцом өссөнөө давтамжийг цааш ихэсгэхэд бараг тогтмол байх буюу аажим буурах хандлага ажиглагдаж байна. Дээжийн доторх фуллерены молекулын тоо ихсэхэд дээжийн эсэргүүцлийн абсолют утга буурч байна. Фуллеренээр чанаржсан нимгэн хальсны тензомэдрэмж, хальсны зузаан ба фуллерены молекулын тооноос хамаарч $\gamma=3.8 \div 14$ хүртэл өөрчлөгдөж байна. Хувьсах гүйдлийн хэлхээн дэх чадлын алдагдал идэвхитэй эсэргүүцэл R ба идэвхигүй эсэргүүцэл $(L\omega - \frac{1}{C\omega})$ -ын харьцаагаар тодорхойлогдоно.

$$\text{tg } \varphi = \frac{R}{(L\omega - \frac{1}{C\omega})}$$

Үүнийг алдагдлын тангенс гэнэ. 5-р зурагт фуллеренээр чанаржсан зэс агуулсан дээжийн алдагдлын тангенс ба давтамж хоёрын хамаарлыг дүрслэн үзүүлэв.



5-р зураг. Алдагдлын тангенсийн давтамжийн хамаарал

1. $N_{cu}/C_{60}=60$, 2. $N_{cu}/C_{60}=40$, 3. $N_{cu}/C_{60}=20$

Алдагдлын тангенсын давтамжийн хамаарлаас харвал (1-120кгЦ)-ын мужид бүх дээжийн алдагдлын тангенс эерэг тэмдэгтэй байгаа нь фуллеренээр чанаржсан зэсийн нимгэн хальсны эсэргүүцэл индукцийн чанартайг харуулна. Мөн алдагдлын тангенс нимгэн хальсан доторх фуллерены молекулын тоо ихсэхэд өсч байна.

ДҮГНЭЛТ

1. Фуллеренээр чанаржсан зэс нимгэн хальсны эсэргүүцэл фуллерены молекулын тоо ихсэхэд өсч байна.
2. Нимгэн хальсны эсэргүүцэл 1кгЦ-10кгЦ-ын мужид огцом өссөнөө давтамж цааш ихсэхэд буурах буюу бараг тогтмол байна.
3. Фуллеренээр чанаржсан зэс нимгэн хальсны эсэргүүцэл давтамжийн өргөн мужид индукцийн чанартай байв.

НОМЗҮЙ

1. В.И.Трефилов, Б.П.Тарасов, Д.В.Щур и др. Фуллерены-основа материалов будущего. Киев: АДЕФ, 2001, стр. 148
2. В.Ф.Стельмах, Э.М.Шпилевский, М.Э.Шпилевский “Фуллерены и фуллереноподобные структуры –основа перспективных материалов” //ИФЖ.2001. Т.74, №6. стр.106-112