



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4697881/05  
(22) 31.05.89  
(46) 15.06.92. Бюл. № 22  
(71) Белорусский политехнический институт.  
(72) В.Н.Яглов, В.А.Красовский, Р.П.Дейч,  
Г.А.Бурак и Л.Г.Петрушенко  
(53) 667.657.2(088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 799023, кл. Н 01 В 1/02, 1978.  
Авторское свидетельство СССР  
№ 525722, кл. С 08 К 5/13, 1976.  
Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материа-  
лы для электронной техники. М., 1986, с.  
328.

Изобретение относится к электропрово-  
дящим материалам и может быть использо-  
вано в электронной промышленности в  
качестве наполнителя экранирующего по-  
крытия для защиты от электромагнитных из-  
лучений деталей приборов, конструкций,  
установок.

Известен электропроводящий наполни-  
тель для получения электропроводящих по-  
крытий, включающий карбонильный никель.  
Недостатком данного наполнителя является  
то, что он обладает высоким удельным со-  
противлением (70-110 Ом/10 см).

Известен электропроводящий наполни-  
тель, в состав которого входит мелкодиспер-  
сная медь в количестве, мас.%; марганец  
7-9; окись меди 20-25 и окись никеля 3-8.  
Однако этот наполнитель отличается много-  
компонентностью состава и на его основе  
невозможно получить тонкие пленки.

Наиболее близким к предполагаемому  
изобретению по технической сущности и до-

2

(54) ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЙ НАПОЛНИ-  
ТЕЛЬ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СОСТАВА ЭКРА-  
НИРУЮЩЕГО ПОКРЫТИЯ

(57) Изобретение относится к электропрово-  
дящим материалам и может быть использо-  
вано в качестве наполнителя для получения  
состава для экранирующего покрытия для  
защиты от электромагнитных излучений де-  
талей приборов, конструкций, установок.  
Изобретение позволяет увеличить электри-  
ческие свойства наполнителя при сохране-  
нии его магнитных свойств за счет  
использования меди, частицы которой  
осаждены на карбонильное железо. 42,5-50  
мас.% и 50-57,5 мас.%, карбонильного желе-  
за. 3 табл., 2 ил.

стигаемому результату является электро-  
проводящий наполнитель, состоящий из  
мелкодисперсной меди и наполнитель -  
карбонильное железо.

Недостатком мелкодисперсной меди  
является малая эффективность экранирова-  
ния в широком диапазоне частот и большой  
расход наполнителя (70-80 мас%), что при-  
водит к ухудшению механических свойств  
покрытий. Кроме того, при использовании  
мелкодисперсной меди невозможно варьи-  
ровать в широком диапазоне одновременно  
и электрические и магнитные свойства по-  
крытий.

Недостатком карбонильного железа яв-  
ляется более низкая электропроводимость,  
чем у предлагаемого наполнителя. Это свя-  
зано с формой частиц карбонильного желе-  
за, представляющих собой сферы, которые  
не позволяют получить плотную упаковку  
электропроводящей цепочки. Кроме того,  
при больших амплитудах помехонесущего

поля магнитный материал (карбонильное железо) насыщается и его максимальная проницаемость, а следовательно, и экранирующая способность падает.

Цель предполагаемого изобретения – увеличение электрических свойств наполнителя при сохранении его магнитных свойств.

Поставленная цель достигается тем, что электропроводящий наполнитель для покрытий, содержащий медь, дополнительно содержит карбонильное железо, на частицы которого высажена медь, при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Медь	42,5-50
Карбонильное железо	50-57,5

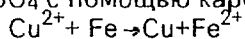
Суть изобретения заключается в том, что применение композиционного наполнителя позволяет получить высокие электропроводящие свойства покрытия за счет повышенной активности поверхности зерен металла и улучшенную эффективность экранирования при одновременном уменьшении в 1,3-1,7 раз количества введенного наполнителя.

Эффективность экранирования покрытия определяется во многом формой частиц наполнителя. На фиг.1 приведены частицы порошка карбонильного железа, представляющие собой сферы. Для получения высокой проводимости необходимо ввести большое количество такого наполнителя, чтобы создать высокую плотность упаковки и соответственно максимальное количество контактов.

Предполагаемый композиционный материал (см.фиг.2) представляет собой частицы карбонильного железа с выделившимися на их поверхности нитевидными кристаллами меди. Такая форма частиц обеспечивает распределение наполнителя в связке в виде отдельных частиц, образующих непрерывные цепочные структуры за счет кристаллов меди.

Такой наполнитель обладает хорошей проводимостью, свойственной меди (удельное электрическое сопротивление меди 0,0168 мкОм·м) и магнитными свойствами, присущими карбонильному железу (магнитная проницаемость железа 2000-3000н/м). Изменяя соотношения между Fe и Cu в процессе осаждения можно соответственно изменять магнитные и электрические свойства наполнителя.

Композиционный наполнитель получили осаждением меди из водного раствора CuSO<sub>4</sub> с помощью карбонильного железа



при соблюдении следующих условий:

Кислотность среды поддерживалась в узком интервале (рН 1,5-2,0).

При недостаточной кислотности кинетика осаждения осложняется гидролизом солей железа, продукты которого затрудняют диффузию ионов меди к поверхности осадителя.

При высокой кислотности повышается растворимость железа, что уменьшает поверхность осадителя и соответственно повышает его расход.

Для предотвращения побочных реакций допускается минимум содержания окислителей (трехвалентного железа, растворенного кислорода) в исходном продукте, т.к. например, в присутствии кислорода двухвалентное железо окисляется до трехвалентного, которое как кислота, растворяет медь и железо.

Использовался осадитель (карбонильное железо) высокой чистоты, содержащий однородные по крупности частицы с развитой поверхностью.

Соблюдался оптимальный гидродинамический режим для достаточной продолжительности контакта раствора с осадителем.

Быстро удалялся осажденный наполнитель из реакционного пространства аппарата.

Полученный таким образом наполнитель обладает высокой электропроводностью и магнитными свойствами.

**Пример 1.** В термостойкую колбу заливают 450 мл воды, добавляют 80 г CuSO<sub>4</sub> и перемешивают. Полученный раствор отфильтровывают, затем добавляют 50 мл 2н. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. При непрерывном перемешивании постепенно вводят 28 г карбонильного железа. За счет химических реакций раствор нагревается и на поверхности частиц карбонильного железа выделяются нитевидные кристаллы меди. Полученный осадок отфильтровывают, промывают дистиллированной водой и спиртом. Высушенный при комнатной температуре осадок используют в качестве наполнителя для получения электропроводящих покрытий. Для этого, например, в полимерное связующее, состоящее из полистирола (1 мас.ч.) и растворителя (5 мас.ч.), вводят 5 мас.ч. наполнителя. Смесь перемешивают до однородной консистенции, а затем напылением или другим путем наносят на подложку из пластмассы. Испытания высушенных при комнатной температуре в течение 2-3 ч образцов показывают, что электросопротивление полученного слоя составляет 0,045 Ом, эффективность экранирования в диапа-

зоне частот 65-1000 МГц составляет 65-68 дБ, адгезия удовлетворительная.

Остальные примеры, выполненные согласно примеру 1, но отличающиеся соотношением компонентов, приведены в табл. 1 и 2.

Исследование электропроводящих свойств проводилось на термометре универсальном (ГОСТ 9763-67). Эффективность экранирования (ЭЭ) определялась в рабочем проеме испытательной экранированной камеры по известной методике проверки ЭЭ сооружений стандартной измерительной аппаратурой.

Из табл. 1 видно, что при недостатке восстановителя ( $\text{Cu}:\text{Fe}=55,6:44,4$ ) не обеспечивается полнота осаждения меди из раствора и часть меди находится в свободном состоянии. Избыток восстановителя ( $\text{Cu}:\text{Fe}=36,4:63,6$ ) приводит к избыточному содержанию железа в растворе и, как следствие к неполному покрытию поверхности частиц железа медью. С наибольшей скоростью протекает процесс осаждения меди при соотношении  $\text{Cu}:\text{Fe}=(40-52,6):(60-47,4)$  (мас. %), при этом же соотношении вся поверхность частиц Fe покрыта слоем Cu.

Как следует из табл. 2, цель изобретения достигается при введении в композиции 5-10 мас.ч. наполнителя, полученного при соотношении  $\text{Cu}:\text{Fe}=44,4:55,6$  (мас. %). Использование наполнителя, полученного при соотношении  $\text{Cu}:\text{Fe}=40:60$  (мас. %) приводит к падению электропроводности и экранирующей способности (по электрической составляющей), что связано с избытком частиц железа в наполнителе и соответственно в экранирующем слое.

Использование наполнителя, полученного при соотношении  $\text{Cu}:\text{Fe}=52,6:47,4$  (мас. %), приводит к падению электропро-

водности и экранирующей способности (по магнитной составляющей).

При использовании в качестве наполнителя карбонильного железа в количестве 5 мас.ч. эффективность экранирования составляет 16 дБ, 10 мас.ч. - 19 дБ в диапазоне 65-1000 МГц, что значительно ниже, чем у предлагаемого наполнителя. Использование 5 мас.ч. наполнителя при соотношении  $\text{Cu}:\text{Fe}=44,4:55,6$  нецелесообразно, т.к. эффективность экранирования ниже, чем у прототипа.

Удельное электросопротивление покрытия на основе полистирола растворителя Р647 при введении 5 мас.ч. карбонильного железа равно 5,9 Ом, при введении 10 мас.ч. - 4,2 Ом. Увеличение содержания наполнителя свыше 10 мас.ч. приводит к падению проводимости и экранирующей способности, т.к. увеличивается вязкость массы, что не позволяет получить однородное покрытие. Снижение содержания порошка менее 5 мас.ч. приводит к резкому падению проводимости из-за разрывов в электропроводящей цепочке.

Оптимальная толщина наносимой пленки 150-250 мкм. Применение предлагаемого наполнителя позволит увеличить эффективность экранирования на 10-14%.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Электропроводящий наполнитель для получения состава экранирующего покрытия, включающий карбонильное железо, отличающийся тем, что, с целью увеличения электрических свойств наполнителя при сохранении его магнитных свойств, он дополнительно содержит медь, осажденную на частицы карбонильного железа, при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Медь	42,5-50
Карбонильное железо	50-57,5

45

50

55

Таблица 1

## Составы компонентов для получения наполнителя

Пример	Содержание Cu в растворе, г	Навеска карбонильного Fe для восстановления Cu, г	Соотношение Cu:Fe, мас.ч.	Соотношение Cu:Fe, мас.%	Примечание
1	1,270	0,95	1:0,8	55,6:44,4	Часть высокодисперсной меди находится в свободном состоянии, а не на поверхности частиц Fe карбонильного
2	1,270	1,07	1:0,9	52,6:47,4	
3	1,270	1,19	1:1	50:50	
4	1,270	1,47	1:1,25	44,4:55,6	
5	1,270	1,61	1:1,35	42:57,5	
6	1,270	1,74	1:1,50	40:60	
7	1,270	2,02	1:1,75	36,4:63,6	

Таблица 2

## Состав и свойства покрытий

Пример	Соотношение в наполнителе Cu:Fe, мас.%	К-во наполнителя, мас.ч.	Удельное поверхностное сопротивление, Ом	Эффективность экранирования дБ, диапазон 65-1000 МГц
1	2	3	4	5
1	52,6:47,4	5,0	20,4	24-28
2	52,6:47,4	10,0	8,7	31-40
3	50:50	5,0	0,045	65-68
4	50:50	10,0	0,035	72-75
5	42,5:57,5	5,0	0,29	61-64
6	42,5:57,5	10,0	0,22	65-67
7	44,4:55,6	5,0	3,1	43-45
8	44,4:55,6	10,0	0,3	60-65
9	40:60	5,0	4,8	36-40
10	44,4:60	10,0	3,0	41-50
11	Прототип (мелкодисперсная медь)		0,73	54,3

Продолжение табл.2

1	2	3	4	5
12	Прототип (карбонильное железо)	5.0 10.0	5.9 4.2	16 19

Т а б л и ц а 3

Составы и свойства покрытий

Состав	Наполнитель	Степень дисперсности, мкм	Удельная поверхность, см <sup>2</sup> /г	рН водной вытяжки	Магнитная проницаемость	
					M <sub>н</sub>	M <sub>макс</sub>
1	Прототип (карбонильное железо)	5-8	3000	-	2000-3000	20000-21500
3	50:50	1-3,5	5800	2,0	3500	22300
4	"	"	"	"	"	"
5	42,5:57,5	"	5670	1,8	3500	22000
6	"	"	"	"	"	"
7	44,4:55,6	"	5100	1,5	3100	21500
8	"	"	"	"	"	"

Продолжение табл. 3

Состав	Коэрцитивная сила, А/м	Индукция насыщения, T <sub>Δ</sub>	Объемное удельное электрическое сопротивление, Ом·м
1	6,4	2,18	0,1 · 10 <sup>-6</sup>
3	6,2	2,18	0,051 · 10 <sup>-6</sup>
4	"	"	0,05 · 10 <sup>-6</sup>
5	"	"	0,087 · 10 <sup>-6</sup>
6	"	"	0,096 · 10 <sup>-6</sup>
7	"	"	0,084 · 10 <sup>-6</sup>
8	"	"	0,082 · 10 <sup>-6</sup>

*Fig. 1**Fig. 2*

Редактор М. Самарханов      Составитель Г.А.Бурак      Корректор О. Ципле  
Техред М.Моргентал

Заказ 2050      Тираж      Подписное  
ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101