

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ГЕТЕРОГЕННОСТЬ
ИОННО-ИМПЛАНТИРОВАННЫХ
ФЕРРИТ-ГРАНАТОВЫХ СТРУКТУРВ.Н. Бержанский, И.И. Е в с т а ф ь е в,
В.Л. К о к о з, В.Е. П е т р о в

Метод ионной имплантации широко применяется в ЦМД-технологии для подавления жестких доменов [1]. При этом важным является знание функции распределения ускоренных ионов по глубине напруги, которые они вызывают, и связанных с ними изменений магнитных характеристик. Однако исследование электрических свойств ионно-имплантированных феррит-гранатовых структур практически не проводилось, в то время как ферриты со структурой граната являются магнитными полупроводниками и модификация посредством ионной имплантации их электрических свойств представляет несомненный интерес.

Целью данной работы являлось исследование слоевой проводимости ЦМД-пленок $(YSmLu)_3(FeGe)_5O_{12}$ подвергнутых ионной имплантации ионами Ne^+ в зависимости от дозы имплантации, а также профиля проводимости при послойном химическом травлении. Толщина пленок 3 мкм. Размер ЦМД порядка 3 мкм. Проводимость измерялась двухзондовым методом на автоматизированном измерительном комплексе с использованием управляющей ЭВМ ДЗ-28. Намагниченность поверхностного слоя измерялась методом меридианального эффекта Керра. Длина волны света $\lambda = 360$ нм, что, согласно работе [2], соответствует глубине проникновения света 300 Å. Все образцы изготовлялись из одной пластины. Имплантированные и неимплантированные участки получались с использованием маски.

На рис. 1 представлена зависимость слоевой проводимости от дозы ионов Ne^+ при энергии 85 кэВ. Видно, что существует пороговая концентрация ионов Ne^+ , при которой происходит излом в зависимости $\sigma(N)$. Эта концентрация равна $7 \cdot 10^{14}$ см⁻². На этом же рисунке приведена зависимость величины эффекта Керра, который пропорционален поверхностной намагниченности. Видно, что эффект Керра сначала возрастает, а при дозе выше критической начинает падать.

Для выяснения природы такого поведения была исследована поверхностная проводимость при послойном химическом травлении. На рис. 2 изображен профиль проводимости при энергии ионов 90 кэВ и двух дозах, меньше пороговой - $2 \cdot 10^{14}$ см⁻² и близкой к пороговой - $8 \cdot 10^{14}$ см⁻². При малых дозах в зависимости проводимости от глубины выделяются три участка: поверхностный слой повышенной проводимости толщиной 200 Å, промежуточный слой с проводимостью, близкой к исходной, и слой максимальной проводимости, содержащий наибольшее количество радиационных дефектов.

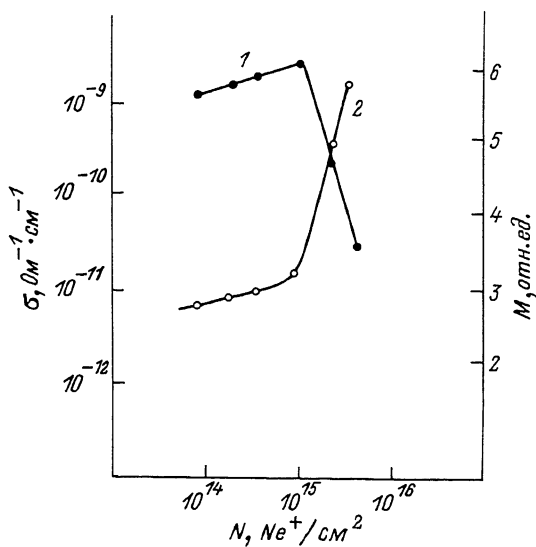


Рис. 1. Зависимость поверхностной проводимости и поверхностной намагниченности ионно-имплантированной ЦМД-пленки от дозы имплантации N ионов Ne^+ . 1 - поверхностная намагниченность, 2 - поверхностная проводимость. Энергия ионов 85 кэВ.

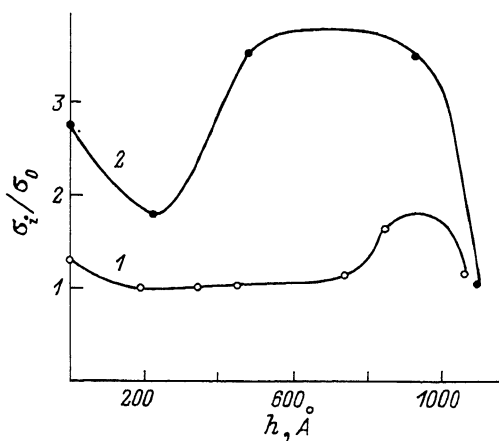


Рис. 2. Профиль проводимости ионно-имплантированной ЦМД-пленки. σ_z - проводимость имплантированной пленки; σ_0 - проводимость неимплантированной пленки. Доза имплантации ионов Ne^+ (1) $N = 2 \cdot 10^{14} cm^{-2}$, (2) $N = 8 \cdot 10^{14} cm^{-2}$. Энергия ионов $F = 92$ кэВ.

Повышенная проводимость в поверхностном слое обусловлена распылением отдельных ионов с поверхности и соответствующим нарушением электронейтральности феррита-граната. В первую очередь распылению подвергаются ионы кислорода, имеющего наибольший ионный радиус. Кислородные вакансии стимулируют образование ионов Fe^{2+} [3]. В связи с этим увеличивается проводимость, которая, по-видимому, осуществляется по $3d'$ зоне [4]. Поскольку координационное число октаэдрических позиций больше, чем тетраэдрических, то число разрушенных октаэдров больше, чем число разрушенных тетраэдров. Это приводит к росту поверхностной намагниченности при дозах ниже пороговой и увеличению эффекта Керра.

Ширина промежуточного слоя и его проводимость зависят от дозы. При дозе, близкой к пороговой, протяженность промежуточного слоя уменьшается и его проводимость становится выше. Увеличивается и ширина наиболее дефектного слоя. Глубина этого слоя определяется средней длиной свободного пробега ионов Ne^+ , которая может быть найдена из данных рис. 2. При энергии 92 кэВ глубина пробега составляет $\lambda = 0.07$ мкм. При увеличении дозы проводимость этого слоя растет и становится максимальной при его аморфизации [5]. Пороговая доза, при которой наблюдается излом в зависимости $\sigma(N)$ (рис. 1), соответствует дозе, при которой аморфный слой начинает выходить на поверхность пленки. Проводимость поверхностного слоя определяется уже двумя факторами - вакансиями, возникающими при распылении, и выходом аморфного слоя, вклад которого в проводимость растет с увеличением дозы.

Известно, что ионы Fe^{2+} , обладая большой спин-орбитальной связью, вносят заметный вклад в анизотропию, магнитострикцию, релаксацию и динамику доменных границ в ферритах-гранатах. Наличие поверхностного слоя с сильно измененными магнитными и электрическими свойствами может существенно влиять на работу ЦМД-устройств.

Л и т е р а т у р а

- [1] Э ш е н ф е л ь д е р А. Физика и техника цилиндрических магнитных доменов. М.: Мир, 1983. 496 с.
- [2] Martens J.W.D., Godlieb W.F. - J. Appl. Phys., 1958, v. 1, N 8, p. 3180-3184.
- [3] T u s s i a r o n e and G a s p e r i s. - Thin Solid Films, 1984, v. 114, p. 109-134.
- [4] Л я х и м е д С.Н., К о в а л е н к о В.Ф., К у ц П.С. - УФЖ, 1985, т. 30, № 10, с. 1522-1527.
- [5] Р а с с е Х., Р у г е И. Ионная имплантация. М.: Наука, 1983. 320 с.

Поступило в Редакцию
14 июля 1987 г.