

ИНФРАНИЗКОЧАСТОТНЫЕ ФЛУКТУАЦИИ ПРОВОДИМОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК Co и Ag

А.А. Шульгинов, Н.С. Забейворота

Проведены исследования флуктуаций проводимости пленок кобальта и серебра. Главное отличие инфранизкочастотных флуктуаций проводимости кобальта и серебра в длительности скачков. У кобальта эта величина составляет 1–10 с, а у серебра 0,5–30 мин. Корреляционный анализ флуктуаций проводимости и индексов геомагнитной активности показал отсутствие взаимосвязи этих явлений.

Введение

Проводимость тонких металлических пленок подвержена флуктуациям разных временных масштабов, обусловленных внутренними и внешними причинами. На частотах выше ~ 10 Гц при комнатной температуре доминируют тепловые шумы. В диапазоне ниже 10 Гц преобладает фликкер-шум, обусловленный, например, рассеянием электронов на дефектах (вакансионный механизм) [1, 2]. В настоящее время продолжают исследования низкочастотных шумов проводимости металлов, полупроводников и контактов между ними [3]. Однако эти исследования ограничиваются частотным диапазоном не ниже 1 Гц, где наблюдается стационарный фликкер-шум. Цель нашей работы состояла в том, чтобы исследовать закономерности флуктуаций проводимости металлических пленок в инфранизкочастотной области (ниже 0,01 Гц). Возможно, что именно эти флуктуации приводят к разрушению тонкопленочных резисторов в микросхемах.

Следует отметить работы группы исследователей под руководством профессора Р. Нельсона директора GCP (Global Consciousness Project) [4]. Они проводят регистрацию редких всплесков в 37 генераторах случайных чисел, размещенных в разных странах. В моменты наступления крупных мировых событий эти генераторы дают статистически достоверные всплески. Это указывает на то, что инфранизкочастотные нестационарные шумы в системе могут быть вызваны явлениями, происходящими в ноосфере Земли.

С.Э. Шноль с сотрудниками более 40 лет исследовали особенности биохимических реакций и скорости радиоактивного распада [5]. Оказалось, что в процессах различной природы происходят изменения с периодами 24 ч, 27 суток и около 365 суток. Это свидетельствует об общей геокосмической основе феномена.

А.Г. Пархомов исследовал ритмы и флуктуации в ходе различных процессов (низкочастотный шум проводимости полупроводниковых приборов, генерация колебаний устройствами с кварцевыми резонаторами, альфа- и бета-распад) [6, 7]. В этих процессах также обнаружили годовые, месячные и суточные ритмы. Длительность рядов составила до 4 лет. Аналогичные результаты получили В.П. Измайлов с сотрудниками по измерению постоянной гравитации в течение 12 лет [8].

Таким образом, инфранизкочастотные флуктуации в различных процессах могут нести информацию о глобальных внешних воздействиях на систему. Тонкие металлические пленки были выбраны для регистрации таких воздействий, поскольку имеются возможности создать пленку любого состава, толщины и качества. В рамках данной работы были поставлены два вопроса: во-первых, существуют ли особенности инфранизкочастотных флуктуаций у пленок разного состава и качества поверхности? Во-вторых, существует ли корреляция между флуктуациями проводимости и флуктуациями земного магнитного поля? Впервые успешную попытку применить металлические пленки как детекторы полей сделал астрофизик Н.А. Козырев [9]. Такой детектор был помещен в фокус телескопа-рефлектора при закрытой крышке телескопа. Когда «изображение» звезды попадало на пленку, которая была встроена в мост Уитстона, сопротивление ее незначительно варьировалось в зависимости от ориентации телескопа.

Выяснилось, что геомагнитные явления не являются причиной этих флуктуаций ни у ферромагнитной пленки кобальта, ни у диамагнитной пленки серебра.

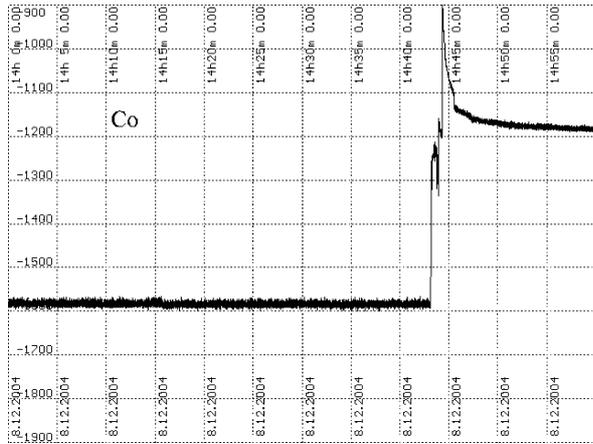


Рис. 1. Скачок проводимости кобальта

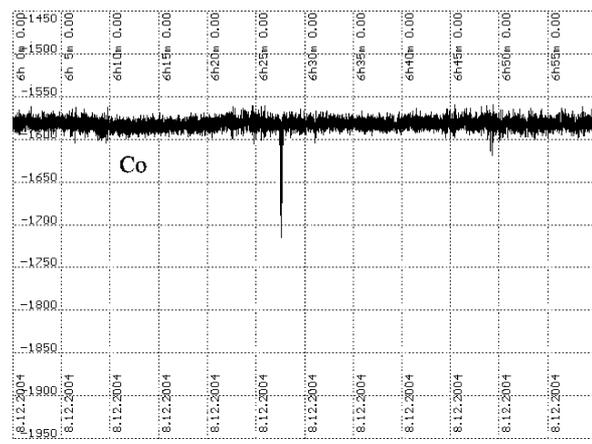


Рис. 2. Всплеск проводимости кобальта

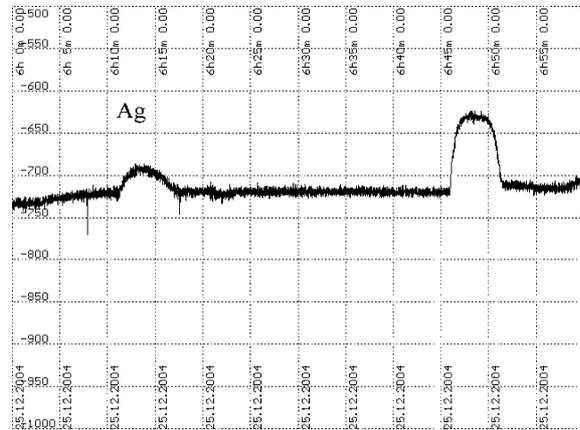


Рис. 3. Всплеск проводимости серебра (1)

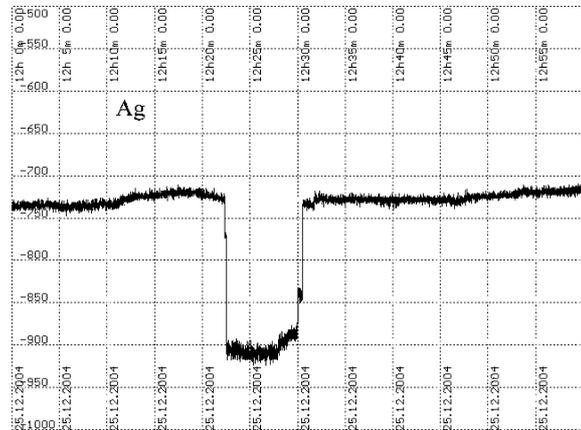


Рис. 4. Всплеск проводимости серебра (2)

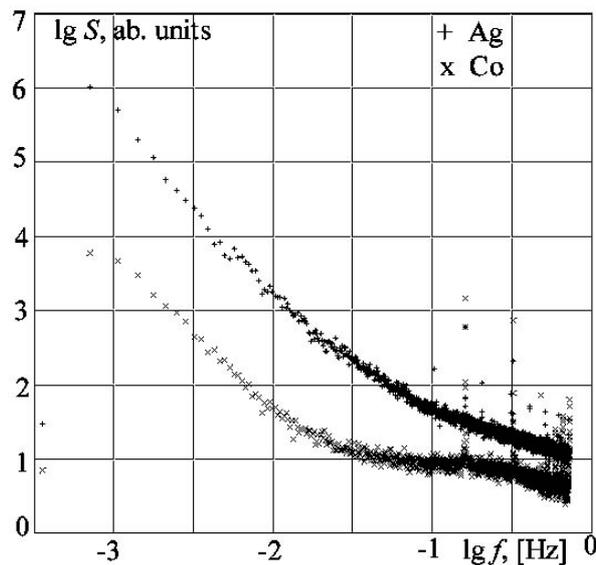


Рис. 5. Спектральная мощность флуктуаций проводимости кобальта и серебра

Авторы выражают глубокую благодарность Ю.В. Петрову, О.В. Карасёву, В.Г. Русину и С.Ю. Гуревичу за помощь в подготовке эксперимента.

Работа выполнена при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований и Администрации Челябинской области (проект № 04-02-96045).

Литература

1. Жигальский Г.П. Шум вида $1/f$ и нелинейные эффекты в тонких металлических пленках // УФН. – 1997. – Т. 167. – № 6. – С. 623–648.
2. Жигальский Г.П. Неравновесный $1/f^{\alpha}$ -шум в проводящих пленках и контактах // УФН. – 2003. – Т. 173. – № 5. – С. 465–490.
3. Park W.K., et. al. Noise Properties of Magnetic and nonmagnetic tunnel junctions // J.Appl.Phys. – 2003. – V. 93. – P. 7020–7022.
4. <http://noosphere.princeton.edu/terror.html>
5. Шноль С.Э., Коломбет В.А., Пожарский Э.В., Зенченко Т.А., Зверева И.М., Конрадов А.А. О реализации дискретных состояний в ходе флуктуаций в макроскопических процессах // УФН. – 1998. – Т. 168, № 10. – С. 1129–1140.
6. Пархомов А.Г. Вариации интенсивности низкочастотных флуктуаций в полупроводниках // Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. – М.: Научный мир, 1998. – Т. 2. – С. 310–312.
7. Пархомов А.Г. Исследование неслучайных вариаций результатов измерения радиоактивности // Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. – М.: Янус-К, 2002. – Т. 3. – С. 607–612.
8. Измайлов В.П., Карагиоз О.В. Пархомов А.Г. Вариации результатов измерений гравитационной постоянной // Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. – М.: Научный мир, 1998. – Т. 2. – С. 163–168.
9. Козырев Н.А. Избранные труды. – Л.: Изд. Лен. университета, 1991. – 448 с.
10. <http://www.izmiran.rssi.ru>

Поступила в редакцию 28 февраля 2005 г.