

УДК 621.315.592

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА МАГНИТНОГО ПОЛЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ С ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКОЙ СИГНАЛА

Д. т. н. А. А. Дружинин, д. т. н. И. П. Островский, к. т. н. Ю. Н. Ховерко,
к. т. н. С. И. Ничкало, Е. И. Бережанский

Национальный университет «Львовская политехника»
Украина, г. Львов
druzh@polynet.lviv.ua

Представлены результаты исследования электрофизических свойств нитевидных кристаллов Si и твердых растворов $Si_{1-x}Ge_x$ разного диаметра и показана возможность их использования в качестве чувствительных элементов сенсоров магнитного поля и температуры. Предложены возможные способы улучшения выходных характеристик сенсоров, в частности за счет цифровой обработки сигналов.

Ключевые слова: нитевидные кристаллы, сенсор, магнитное поле, цифровая обработка.

Существует достаточное количество измерительных систем на основе датчиков физических величин, в том числе многофункциональных, т. е. датчиков, которые одновременно измеряют два и более параметра, например, сенсор деформации и температуры, температуры и магнитного поля и др. [1–4]. Однако такие системы имеют ряд существенных недостатков, среди которых стоит отметить следующие: высокая стоимость как отдельных составных частей, так и системы в целом; большое количество функциональных блоков, что затрудняет эксплуатацию измерительной системы; недостаточная стабильность и воспроизводимость характеристик [5–7]. Следовательно, важной задачей является разработка и создание новых современных систем, которые лишены вышеуказанных недостатков или обеспечивают существенное улучшение работы существующих. С точки зрения технологии необходимым условием создания таких систем является исследование свойств чувствительных элементов датчиков для обеспечения оптимального выходного сигнала.

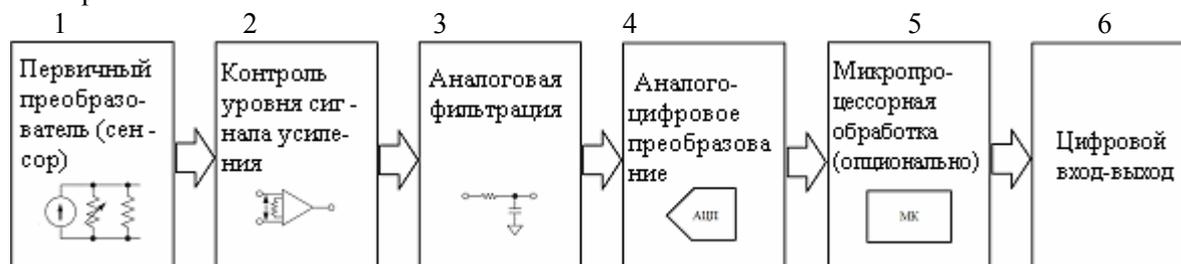
Цель настоящей работы состоит в исследовании электрофизических свойств нитевидных кристаллов Si и $Si_{1-x}Ge_x$ разного диаметра для создания на их основе многофункциональных датчиков и разработка измерительной системы индукции магнитного поля и температуры с улучшенными характеристиками за счет цифровой обработки сигналов.

Исследование электрофизических свойств нитевидных кристаллов показали, что в широком интервале температур (4,2–300 К) и магнитных полей до 14 Т температурная зависимость сопротивления и зависимость сопротивления от магнитного поля линейны, что в свою очередь позволяет создать многофункциональный сенсор магнитного поля и температуры с последующей интеграцией в автоматизированную измерительную систему. Следует отметить, что измерение температуры критически важно для реализации в промышленных системах таких ключевых функций, как: 1) контроль температуры; 2) калибровка различных первичных преобразователей; 3) защита компонентов и систем от повреждений, обусловленных повышением температуры за пределы допустимых границ. Иначе говоря, необходимо совершать температурную коррекцию выходного сигнала датчика, используя схемотехнические решения, и таким образом повысить надежность и стабильность функционирования системы.

Разработанный датчик состоит из первичного преобразователя (чувствительного элемента-сенсора), схемы предварительной обработки сигнала и передачи данных. Обычно первичные преобразователи генерируют очень слабые сигналы, которые должны обрабатываться оптимизированными интерфейсными схемами для обеспечения адекватного усиления без внесения шумов, ухудшающих точность измерений. Датчики часто размещаются вдали от схем цифровой обработки, при этом разработчик сталкивается с требованиями обеспечения защиты от электромагнитных помех, гальванической изоляции и малого потребления энергии. Кроме требований к тракту прохождения сигнала, ино-

гда предъявляют жесткие требования к питанию, коммуникационным интерфейсам (между приборами/системами) и к защите передачи данных.

На рисунке показана блок-схема измерительной системы, которая удовлетворяет вышеизложенным требованиям.



Блок-схема системы обработки сигнала для измерений.

1 — преобразователь/мост; 2 — аналоговый интерфейс; 3 — фильтрация; 4 — АЦП; 5 — блок цифровой обработки; 6 — коммутация

В данном измерительном устройстве следует использовать основное преимущество цифровой техники в процессе обработки данных — это сравнительно простая реализация операций высокого уровня, которые сложно осуществляются посредством аналоговых устройств. К таким операциям относятся: подавление шумов, усиление, цифровая фильтрация и нелинейная обработка сигнала. При этом функциональная нагрузка на чувствительный элемент сенсора уменьшается, и снижаются требования к характеристикам элемента. Кроме того, благодаря цифровой обработке, становится возможным измерение достаточно малых величин. Разработанная нами измерительная система позволяет измерять индукцию магнитного поля и температуру с точностью 5 мТл и $\pm 0,1$ К соответственно.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Лепіх Я. І., Гордієнко Ю. О., Дзядевич С. В. та ін. Створення мікроелектронних датчиків нового покоління для інтелектуальних систем.— Одеса: Астропринт, 2010.
2. Лепіх Я. І., Гордієнко Ю. О., Дзядевич С. В. та ін. Інтелектуальні вимірювальні системи на основі мікроелектронних датчиків нового покоління.— Одеса: Астропринт, 2011.
3. Викулина Л. Ф., Глауберман М. А. Физика сенсоров температуры и магнитного поля.— Одесса: Маяк, 2000.
4. Дружинин А. А., Островский И. П., Ховерко Ю. Н. и др. Нанокристаллы $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ в роли чувствительных элементов сенсора магнитного поля и температуры // Технология и конструирование в электронной аппаратуре.— 2012.— № 5.— С. 19—21.
5. Дружинин А. О., Островський І. П., Когут Ю. Р. Ниткоподібні кристали кремнію, германію та їх твердих розчинів в сенсорній електроніці.— Львів: Вид. НУ «Львівська політехніка», 2010.
6. Druzhinin A., Khoverko Y., Ostrovskiy I. et al. Remote control measuring system based on strain sensors // Computational Problems of Electrical Engineering.— 2012.— Vol. 2, No. 1.— P. 11—14.
7. Druzhinin A. A., Ostrovskii I. P., Kogut Iu. R., Warchulska J. K. Magnetoresistance and magnetic susceptibility of doped Si-Ge whiskers // Functional Materials.— 2007.— Vol. 14 (1).— P. 480—484.

A. A. Druzhinin, I. P. Ostrovskii, Yu. N. Khoverko, S. I. Nichkalo, Ye. I. Berezhanskii
The measuring system of magnetic field and temperature with digital signal processing.

The paper deals with investigation of electrophysical properties of Si and $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ solid solution whiskers of various diameters and the possibility of their use as sensitive elements in sensors of magnetic field and temperature is considered. The possible ways are proposed to improve output characteristics of aforementioned sensors particularly through the use of measuring system with digital signal processing.

Keywords: *whisker, sensor, magnetic field, digital processing.*