



РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2001115134/28, 04.06.2001

(24) Дата начала действия патента: 04.06.2001

(46) Опубликовано: 10.08.2003

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: ГОСТ 25209-82. Пластмассы и пленки полимерные. Методы определения поверхностных зарядов электретов. RU 2084005 C1, 10.07.1997. RU 2029097 C1, 20.02.1995. US 5562345 A, 08.10.1996.

Адрес для переписки:

246050, г.Гомель, ул. Кирова, 32а, ГНУ НММС
им. В.А.Белого НАН Беларуси

(71) Заявитель(и):

Государственное научное учреждение Институт
механики металлополимерных систем им.
В.А.Белого НАН Беларуси (BY)

(72) Автор(ы):

Кравцов Александр Геннадьевич (BY),
Шаповалов Виталий Андреевич (BY),
Зотов Сергей Валентинович (BY),
Гольдаде Виктор Антонович (BY)

(73) Патентообладатель(ли):

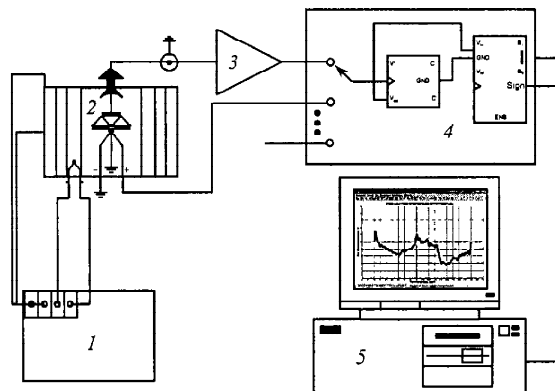
Государственное научное учреждение Институт
механики металлополимерных систем им.
В.А.Белого НАН Беларуси (BY)

(54) СПОСОБ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕРМОСТИМУЛИРОВАННОЙ ТОКОВОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

(57) Реферат:

Согласно заявляемому способу осуществляют размещение образца анализируемого диэлектрика между двумя электродами, помещение ячейки с образцом в зону линейного нагрева, установление требуемых параметров нагрева с помощью цифрового контроллера, получение возникающих при релаксации электретного заряда слабых токов, усиление их с помощью усилителя-преобразователя, передачу токов на персональный компьютер на базе схемы аналого-цифрового преобразования, визуальное наблюдение токовых спектров и сохранение результатов измерений в электронной форме с использованием программного обеспечения, ориентированного на графический интерфейс пользователя, предусматривающего возможность представления измеряемой величины в виде временной диаграммы и проведения хронологии измерений.

Компьютерная обработка полученных данных позволяет вычислять основные параметры, характеризующие электретный эффект. Технический результат - повышение адекватности спектра. 2 ил.



Фиг.1



RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** (11) **2 210 071** (13) **C2**
(51) Int. Cl.⁷ **G 01 N 25/18**

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2001115134/28, 04.06.2001**

(24) Effective date for property rights: **04.06.2001**

(46) Date of publication: **10.08.2003**

Mail address:

**246050, g.Gomel', ul. Kirova, 32a, GNU NMMS
im. V.A.Belogo NAN Belarusi**

(71) Applicant(s):

**Gosudarstvennoe nauchnoe uchrezhdenie
Institut mekhaniki metallopolimernykh sistem
im. V.A.Belogo NAN Belarusi (BY)**

(72) Inventor(s):

**Kravtsov Aleksandr Gennad'evich (BY),
Shapovalov Vitalij Andreevich (BY),
Zotov Sergej Valentinovich (BY),
Gol'dade Viktor Antonovich (BY)**

(73) Proprietor(s):

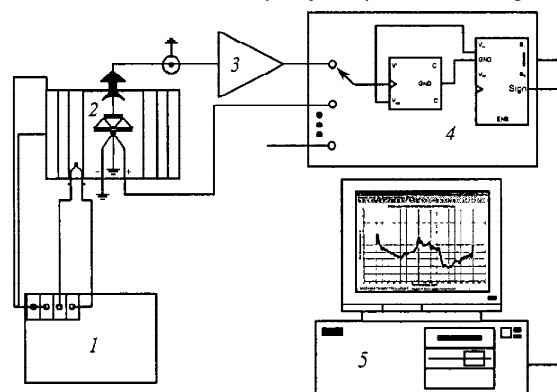
**Gosudarstvennoe nauchnoe uchrezhdenie
Institut mekhaniki metallopolimernykh sistem
im. V.A.Belogo NAN Belarusi (BY)**

(54) **PROCEDURE TO CONDUCT HEAT-STIMULATED CURRENT SPECTROSCOPY OF
DIELECTRIC MATERIALS**

(57) Abstract:

FIELD: analysis of dielectric materials.
SUBSTANCE: in compliance with procedure specimen of analyzed dielectric material is placed between two electrodes, cell with specimen is positioned in zone of linear heating, required heating parameters are set by means of digital controller, weak currents emerging with relaxation of electret charge are generated, they are amplified with the help of amplifier-converter, currents are fed into personal computer based on circuit of analog-to-digital conversion, current spectra are observed visually, measurement results are stored in electron form with use of software oriented on graphical interface of user that provides possibility of presentation of measured value in the form of time diagram and execution of

chronology of measurements. Computer processing of obtained data enables key parameters characterizing electret effect to be computed.
EFFECT: enhanced adequacy of spectrum. 2 dwg



Фиг.1

Изобретение относится к методам диагностики материалов, в частности способам проведения термостимулированной токовой спектроскопии диэлектриков, проявляющих свойства электретов, путем регистрации, визуального представления и анализа спектров термостимулированных токов, возникающих при релаксации электретного заряда.

5 Электреты (электрические аналоги постоянных магнитов) - вещества, длительное время сохраняющие остаточную электрическую поляризацию в отсутствие вызвавшего ее источника и создающие вокруг себя электрическое поле. Характер проявления электретного эффекта зависит от природы материала и несет информацию о типах центров захвата носителей заряда, их энергии и, в конечном счете, о внутренней
10 структуре электрета. Одним из важнейших средств характеристики электретного эффекта является токовая спектроскопия [1,2], сущность которой заключается в регистрации спектров термостимулированных токов (ТСТ), возникающих при высвобождении носителей зарядов при нагреве с постоянной скоростью электрета, помещенного между парой электродов. График тока в функции температуры представляет собой спектр ТСТ, по
15 характеру которого можно судить о механизмах, ответственных за проявление электретного эффекта в данном материале. Существуют способы расчета по спектрам ТСТ основных параметров, характеризующих электретный эффект [1,2]. Малая амплитуда термостимулированных токов (10^{-11} - 10^{-14} А) предполагает особые требования к условиям проведения эксперимента - высокоточный и равномерный нагрев, подавление
20 естественных шумов и адекватное отображение результата.

В отечественной технике физического эксперимента наряду с современными автоматизированными системами до сих пор не выходят из употребления и несут большую нагрузку морально устаревшие приборы и аппаратура (двухкоординатные самопишущие приборы, стрелочные или цифровые вольт- и амперметры и т.п.). Это вступает в
25 противоречие с растущими требованиями к современному научному эксперименту. Характер развития физики, физической химии, химической технологии, материаловедения и других естественных наук в настоящее время требует применения для экспериментальных целей надежных прецизионных приборов с возможностью индикации выходных данных. Так, известен целый ряд способов или устройств для определения и
30 удобного представления разнообразных физических величин: малых сопротивлений с помощью регистрового запоминающего устройства [3], диэлектрической проницаемости материалов [4], количества электрической энергии постоянного тока [5], данных вольтамперометрического анализа [6], ряда специфических параметров диэлектриков [7], характеристик быстропротекающих химических реакций [8], электропроводности, в т.ч. в
35 температурно-программируемом режиме [9,10], поверхностного и удельного электрического сопротивления [11]. Имеются разработки систем для контроля электрофоретических процессов [12], проведения электрохемилюминесцентных измерений [13], контроля температуры [14], кулонометрического анализа [15] и др. Во многих заявках и патентах решаются проблемы создания однородного температурного поля, гальванической развязки, борьбы с шумами и экранирования [16-23]. Однако наиболее
40 интересные решения либо неприемлемо сложны, либо не обеспечивают требуемых технических характеристик.

Основная современная тенденция состоит в разработке измерительных систем, сочетающих высокую чувствительность к сигналам и помехозащищенность с
45 возможностями вычислительной техники. При этом использование измерительных комплексов, предусматривающих непосредственную распечатку результатов без сохранения их в памяти вычислительного модуля, а также получение результатов эксперимента в виде числовых рядов и запись их на диск компьютера, например в формате ASCII, решая ряд проблем, не позволяет ни программно управлять экспериментом, ни
50 наблюдать за его ходом. Важным в разработке новых приборов для физического эксперимента является не только обеспечение возможности получения результатов в удобном для пользователя электронном виде, но и визуальное представление сигнала, т.е. создание так называемого виртуального измерительного инструмента,

приспособленного к условиям конкретного эксперимента. При этом архитектура персонального компьютера (ПК) всегда диктует необходимость преобразования аналогового сигнала в цифровой. Однако абсолютное большинство заявляемых измерительных систем, в том числе полностью компьютеризованных измерительных комплексов не отвечает требованиям термостимулированной токовой спектроскопии как по назначению, так и в плане учета высокой специфичности электрофизических свойств диэлектриков [24-28]. Разработка [29] нацелена на проведение высокоразрешающего анализа и учитывает особенности полимерных диэлектриков (предусмотрена система изменения скорости задающего параметра, в т.ч. температуры), но аппаратная часть представляется достаточно сложной.

Известен также спектрометр для термической токовой спектроскопии TSC/RMA 9000 фирмы TherMold Partners [30]. Спектрометр представляет собой измерительную систему, сопряженную с персональным компьютером, оснащенный программным обеспечением для перевода данных в электронный формат, однако не является приемлемым для отечественного экспериментатора по критерию стоимости. Помимо этого, производитель не приводит сведений о патентовании данной разработки, не расшифровывает состав измерительного комплекса и большинство его характеристик.

Прототипом изобретения является известный способ проведения термостимулированной токовой спектроскопии по методике [31], основанный на использовании устройства, включающего специальную ячейку, помещенную в зону линейного нагрева, программируемый регулятор температуры, усилитель-преобразователь слабых токов и самопишущий прибор. В качестве примеров оборудования приводятся: программируемый регулятор температуры ПРТ-1000М (изготовлен Экспериментальным заводом научного приборостроения АН СССР), усилитель-преобразователь У5-11 (МПО им. В.А. Ленина, г. Москва) и самопишущий прибор Н307/2. Однако существующая нормативная документация [31] не акцентирует внимание на типах устройств, сопряженных для получения спектра ТСТ, и не рассматривает их совокупность как измерительный комплекс.

Основные недостатки прототипа:

- связанная с используемой в программируемом регуляторе температуры "контакторной" схемой регулировки малая помехозащищенность и сравнительно высокая нелинейность нагрева ячейки;
- высокая инерционность самопишущего прибора и как результат недостаточная адекватность спектра ТСТ;
- отсутствие сопряженности с персональным компьютером и условий для непосредственного получения данных в электронном виде.

Заявляемое изобретение направлено на создание способа проведения термостимулированной токовой спектроскопии диэлектрических материалов, обеспечивающего контролируемый линейный нагрев образца, визуальное представление поступающего токового сигнала в виде спектра ТСТ на мониторе персонального компьютера и получение окончательных результатов эксперимента в электронном виде.

Указанный результат достигается тем, что способ проведения термостимулированной токовой спектроскопии диэлектрических материалов, предусматривающий размещение анализируемого образца между двумя электродами в ячейке с линейным нагревом, регистрацию и усиление слабых токов, графическое представление токового спектра, дополняется тем, что регулировку температуры в зоне эксперимента осуществляют с помощью цифрового контроллера, позволяющего устанавливать скорость и пределы нагрева, обеспечивают сопряжение измерительной системы с персональным компьютером на базе схемы аналого-цифрового преобразования при снятии спектра термостимулированного тока, возникающего при термостимулированном разряде электрета, а для визуального представления и сохранения результатов эксперимента в электронном виде используют программное обеспечение для представления измеряемой величины в виде временной диаграммы и предусматривающее возможность проведения

хронологии измерений.

Отличительными признаками заявляемого способа являются:

- осуществление регулировки температуры в зоне эксперимента с помощью цифрового контроллера, позволяющего устанавливать скорость и пределы нагрева;

5 - сопряжение измерительной системы с персональным компьютером на базе схемы аналого-цифрового преобразования при снятии спектра термостимулированного тока, возникающего при термостимулированном разряде электрета, причем для визуального представления и сохранения результатов эксперимента в электронном виде используют программное обеспечение, позволяющее представлять измеряемую величину в виде
10 временной диаграммы и предусматривающее возможность проведения хронологии измерений.

Регулировка температуры в зоне эксперимента с помощью цифрового контроллера позволит обеспечить контролируемый линейный нагрев ячейки в диапазоне $-200 \dots 450^{\circ}\text{C}$,
15 устанавливать точную скорость нагрева в пределах $0 \dots 10^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ и существенно уменьшить уровень шумов.

Сопряжение измерительной системы с персональным компьютером на базе схемы аналого-цифрового преобразования позволит производить цифровую обработку аналогового сигнала в диапазоне $\pm 5 \text{ В}$ и обеспечивает обмен данных с компьютером. Применение программного обеспечения на базе графического интерфейса пользователя
20 позволит визуально представлять результаты эксперимента и сохранять их в электронном виде.

Способ осуществляют следующим образом.

Образец диэлектрического материала помещают в измерительную ячейку, после чего запуская установленную на ПК программу NVL03 Driver. Далее с помощью кнопок и
25 команд меню интерфейса программы задают требуемые параметры сигнала и вид шкалы. После этого устанавливают с помощью контроллера требуемую скорость нагрева, пределы нагрева, включают контроллер в режим нагрева и одновременным нажатием соответствующей кнопки на панели инструментов программы начинают аналого-цифровое преобразование - снятие спектра ТСТ, возникающего при термостимулированном
30 разряде электрета.

На фиг. 1 представлена схема устройства для проведения термостимулированной токовой спектроскопии: 1 - блок управления нагревом и термостатированием с трансформатором, контроллером, тиристорной парой и слабошумным реле; 2 - блок
35 нагрева и термостатирования с измерительной ячейкой; 3 - электрометрический усилитель; 4 - многоканальное устройство аналого-цифрового преобразования; 5 - персональный компьютер. На фиг.2 представлен внешний вид интерфейса программы по окончании ее работы (исследованный образец - короноэлектрет на основе пленки из полиэтилена высокого давления ПЭВД 15803-020, скорость нагрева $5^{\circ}\text{C}/\text{мин}$, диапазон нагрева от 20
40 до 180°C).

Аппаратными элементами измерительного комплекса являются: два датчика температуры, ячейка для исследуемых образцов с нагревом в диапазоне температур $-100 \dots +300^{\circ}\text{C}$ и возможностью внешнего задания скорости нагрева, усилитель-преобразователь "ток-напряжение" в диапазоне входных токов $10^{-5} \dots 10^{-13} \text{ А}$ и выходных
45 напряжений $-5 \dots +5 \text{ В}$, а также совместимый с ПК измерительный модуль, на который поступают сигналы с устройств. Управление нагревом (фиг.1, поз. 1) осуществляют с помощью "тиристорной" схемы, включающей тиристорную пару, реле, трансформатор и температурный регулятор - контроллер типа RE14 фирмы Lumel, позволяющий задавать температуру нагрева в пределах $-200 \dots 450^{\circ}\text{C}$ и устанавливать скорость нагрева в
50 пределах $0 \dots 10^{\circ}\text{C}/\text{мин}$. Применение такой схемы позволяет существенно уменьшить уровень шумов. Для усиления-преобразования малых токов в диапазоне $10^{-5} \dots 10^{-13} \text{ А}$ использован электрометрический усилитель У5-11М или аналогичный (фиг.1, поз.3).

Вывод на компьютер осуществлен на базе схемы аналого-цифрового преобразования.

Использована многофункциональная плата NVL03 (изготовитель - фирма "Сигнал", г. Москва) с аналого-цифровым преобразователем (АЦП, фиг.1, поз. 4), являющаяся ядром интерфейсной части измерительной системы. Цифровая обработка сигнала обеспечивается АЦП, соединенным через шину ISA с персональным компьютером.

- 5 Измерительный модуль обеспечивает прием сигналов в динамическом диапазоне $\pm 5\text{В}$, имеет линейную передаточную характеристику, низкий уровень собственных шумов, высокую помехозащищенность, является надежным и способен находиться в рабочем состоянии длительное время. Перечисленные характеристики обеспечиваются техническими параметрами используемых аналого-цифровых преобразователей - 10-разрядных АЦП серии K1113ВП, и применением специальных методов цифровой фильтрации на программном уровне, а также схематическими и конструктивными решениями.

- Дискретизация аналоговых сигналов в цифровой аналог в измерительном модуле осуществляется АЦП K1113ВП1, временные параметры которой задаются
15 программируемым счетчиком-таймером KP580ВИ53, состоящим из трех 16-разрядных счетчиков. Два из них используются для задания схемы программного запуска - времени задержки и интервала дискретизации для АЦП, а третий может быть использован по усмотрению пользователя, для чего на выходной разъем был выведен вход и выход третьего канала таймера. Измерительная карта занимает 20 последовательных позиций в
20 адресном пространстве, зарезервированном для устройств пользователя. Базовый адрес карты выбирается при помощи переключателей, расположенных на плате.

Система сбора данных состоит из следующих компонентов:

- 10-разрядного АЦП K1113ВП1 с максимальной частотой преобразования 2 МГц;
- программно коммутирующих 16 каналов с частотой синхронизации каналов 0...2,5 МГц;
- 25 - трехканального программируемого таймера KP580МИ53;
- программируемого устройства ввода/вывода параллельной информации KP580ВВ55А;
- выходного буфера с повышенной нагрузочной способностью, реализованного на KP15334Р33 (допускает работу на длинную линию).

- Программная плата NVL 03 представляется в виде ряда адресов регистров в адресном
30 пространстве ввода/вывода, соединенная с шиной ПК, базовый адрес которой устанавливается из возможных (300h, 220h и 200h) переключкой. Также переключкой устанавливается один из векторов прерывания (IRQ3, IRQ5 или IRQ7) и входной диапазон сигналов ($\pm 5\text{В}$, $\pm 2,5\text{В}$, $\pm 1,25\text{В}$, $\pm 1\text{В}$). Это дает возможность гибкого использования платы под конкретную задачу.

- 35 Для заявляемого способа с использованием современных средств программирования (пакет программ Borland, языки программирования Object Pascal, Assembler [32-34]) разработано оригинальное программное обеспечение, ориентированное на графический интерфейс пользователя (NVL03 Driver). Работа программы осуществляется в операционной среде Windows 95/98 (интерфейс программы реализован в полном
40 соответствии с требованиями этой среды). Ориентация на Windows дает высококачественную графику, многозадачность и простоту перераспределения данных между задачами, а также улучшенное интуитивно-образное представление информации. Новая интерактивная подсистема визуализации использует стандарт ГИП - библиотеки графических подпрограмм Win API - и обладает мобильностью для широкого диапазона
45 существующих систем Windows.

Для бесперебойной работы программы достаточной является следующая конфигурация компьютера (рис. 1, поз. 5) класса IBM PC AT/XT: рабочая частота процессора - 50 МГц; объем оперативной памяти - 8 Мб; параметры монитора - 800 x 600, 256 цветов; видеоадаптер - 1 Мб; операционная среда - Windows 95 и выше.

- 50 На управляющем ПК осуществляется выбор каналов, настройка режимов АЦП, отображение поступающего сигнала в виде графика, взаимосвязь каналов и их совместное отображение, расчет выбранных характеристик спектра. Для работы с требуемыми портами компьютера из Delphi 5 с использованием пакета Borland Tasm 5 составлен

модуль со всеми необходимыми функциями и подпрограммами, написанный на языке Assembler под защищенный режим процессора (не ниже 386).

Для интерактивного контроля каналов измерительной системы созданы комбинации окон, представляющих в двухмерном графическом виде как независимые индивидуальные каналы, так и взаимосвязанные каналы, а также - при необходимости - все каналы для непосредственного наблюдения за изменениями входных сигналов в реальном времени. Все графические объекты представляются в виде окон, строк меню и состояния, кнопок, переключателей, инструментальных панелей, специальных гистограммных окон, диалоговых окон и т.д. Последовательно открываемые меню делают доступ к графической информации простым и быстрым. Широкий набор специальных окон, базой для создания которых послужили компоненты из библиотеки графических объектов Delphi, обеспечивает прямое манипулирование данными во время эксперимента. Все меню в системе образуют древовидную структуру. Любой вид информации легко доступен по обычному щелчку мыши.

Вывод на печать в машиннонезависимом формате Postscript визуализируемой информации также доступен в интерактивном режиме с различным масштабированием размера картинки. Информация о системе содержится в файлах документации и во встроенных в интерфейс подсказках. Все параметры программы (настройки, режим работы АЦП, портов ввода/вывода, количество каналов и их характеристики) определены в текстовых конфигурационных файлах, которые позволяют сохранять и восстанавливать функциональные возможности системы. Программа имеет возможность тестирования, калибровки и статистики накопления ошибок поканально с целью установления собственного шума платы АЦП и выделения его из полезного сигнала. Измерительный модуль на базе платы NVL позволяет установить схему запуска АЦП независимо от временных циклов шины ПК, а также установить один из трех аппаратных векторов прерывания (устанавливаемых перемычкой на плате) с целью эффективного использования платы.

Измеряемая величина представляется в виде временной диаграммы. Выводимые величины обновляются с любой частотой по желанию пользователя (50 мкс...10 с). В случае превышения предела шкалы имеется возможность автоматического изменения масштаба аналогового дисплея и временной диаграммы. В программе предусмотрен режим запоминания измеренных значений, а также соответствующих им моментов времени измерения, что позволяет вести хронологию измерения для данного места в произвольный промежуток времени. В этом случае измеренные значения записываются на диск через некоторое время, определяемое длительностью измерения и количеством измеренных значений, а также возможностью их печати.

Исследователь может визуально наблюдать за ходом эксперимента по всем каналам и произвольно менять параметры графического представления, а по окончании работы программы сохранять результаты эксперимента в электронном виде (форматы *.WMF, *.DAT). Предполагается одновременное сохранение результата в виде двух файлов этих форматов в каталог, установленный с помощью диалогового окна. Имеется также возможность работы с буфером обмена.

Общий объем памяти, занимаемой программой, составляет около 2 Мбайт. Программа не требует инсталляции.

По окончании работы программы сохраняли результаты эксперимента с помощью соответствующей кнопки на панели инструментов. Путь для сохранения в форматах WMF и DAT указывали с помощью диалогового окна.

Результаты проведенного анализа приводят к следующим заключениям. Получен спектр ТСТ в электронном виде. Визуально уровень помех достаточно мал (на спектре отсутствуют выбросы, значительные скачки и т.п.), что говорит о преодолении инерционности самопишущего прибора (прототип). Файл изображения *. WMF представляет собой графическое отображение спектра в том виде, в котором он наблюдался на мониторе ПК (фиг. 2). Файл данных *.DAT записан в формате ASCII. Импорт

его в стандартные приложения (Microsoft Excel, Microcal Origin, MathCAD и др.) позволяет получить векторную диаграмму (график) в любых координатах, а также произвести математическую обработку и расчет основных требуемых параметров. Высокая совместимость компонентов позволяет характеризовать использованную для анализа совокупность приборов и средств измерения как измерительный комплекс. Заявляемый способ позволяет реализовать ряд дополнительных функций, недоступных для прототипа и других традиционных измерительных систем.

Возможность промышленной реализации изобретения подтверждается несложностью аппаратной части, описанной в настоящей заявке.

Источники информации

1. Электреты / Под ред. Г.М. Сесслера (пер. с англ.) - М.: Мир (1983).
2. Г.А. Луцкейкин. Полимерные электреты. - М.: Химия (1984).
3. Заявка 96121977/09 РФ, G 01 R 27/02 (Опубл. 1996).
4. Заявка 95119905/09 РФ, G 01 N 22/00, G 01 R 27/26 (Опубл. 1995).
5. Заявка 96121312/28 РФ, G 01 R 21/06, 22/00 (Опубл. 1996).
6. Заявка WO 9529158 PCT, G 01 N 27/48 (Опубл. 1995).
7. Заявка 5019356/09 РФ, G 01 R 27/26 (Опубл. 1991).
8. Заявка DE 4318626 Германия, G 01 N 31/22 (Опубл. 1994).
9. Заявка WO 9516197 PCT, G 01 N 27/02 (Опубл. 1995).
10. Заявка US 5436165 США, G 01 N 25/18 (Опубл. 1995) 11. Заявка WO 9520760 PCT, G 01 N 27/07 (Опубл. 1995).
12. Заявка WO 9622151 PCT, B 01 D 57/00 (Опубл. 1996).
13. Заявка US 5466416 США, G 01 N 21/76 (Опубл. 1995).
14. Заявка EP 637733 ЕПВ, G 01 K 7/25 (Опубл. 1995).
15. Патент JP 6017895 Япония, G 01 N 27/42 (Опубл. 1994).
16. Заявка DE 4321688 Германия, G 01 N 25/00 (Опубл. 1995).
17. Заявка US 5443803 США, B 01 D 49/44 (Опубл. 1995).
18. Заявка US 5461665 США, G 01 N 23/04 (Опубл. 1995).
19. Патент JP 6019293 Япония, G 01 K 3/10 (Опубл. 1994).
20. Заявка 96108922/09 РФ, G 06 F 19/00, 17/30 (Опубл. 1994).
21. Заявка 94039536/09 РФ, G 01 R 21/133, 12/02 (Опубл. 1994).
22. Заявка US 5374892 США, G 01 N 27/00, (Опубл. 1994).
23. Патент JP 5085865 Япония, G 01 N 29/06 (Опубл. 1993).
24. Заявка 95117547/09 РФ, G 06 F 3/033 (Опубл. 1995).
25. Патент US 9406459 США, G 01 N 35/00 (Опубл. 1995).
26. Заявка US 55467926 США, G 01 N 33/28 (Опубл. 1996).
27. Заявка DE 4433357 Германия, G 01 N 17/00 (Опубл. 1995).
28. Заявка US 5562345 США, G 01 N 25/72 (Опубл. 1996).
29. Заявка US 6368391 США, G 01 N 25/00 (Опубл. 1994).
30. "An Applications Guide For Thermally Stimulated Current Spectroscopy" / Проспект фирмы TherMold Partners (<http://www.netresource.com/thermold/research.htm>).
31. ГОСТ 25209-82. Пластмассы и пленки полимерные. Методы определения поверхностных зарядов электретов.
32. А. Я. Архангельский. Разработка прикладных программ для Windows в Delphi 5. -М.: БИНОМ (1999).
33. С. Тейксейра, К. Пачеко. Delphi 4. Руководство разработчика (пер. с англ.). - М., СПб: Вильямс (1999).
34. В.А. Юров. Assembler. - СПб: Питер (2000).

Формула изобретения

Способ проведения термостимулированной токовой спектроскопии диэлектрических материалов, включающий размещение анализируемого образца между двумя электродами в ячейке с линейным нагревом, регистрацию и усиление слабых токов, графическое

представление токового спектра, отличающийся тем, что регулировку температуры в зоне эксперимента осуществляют с помощью цифрового контроллера, позволяющего устанавливать скорость и пределы нагрева, обеспечивают сопряжение измерительной системы с персональным компьютером на базе схемы аналого-цифрового преобразования при снятии спектра термостимулированного тока, возникающего при термостимулированном разряде электрета, а для визуального представления и сохранения результатов эксперимента в электронном виде используют программное обеспечение для представления измеряемой величины в виде временной диаграммы и предусматривающее возможность проведения хронологии измерений.

10

15

20

25

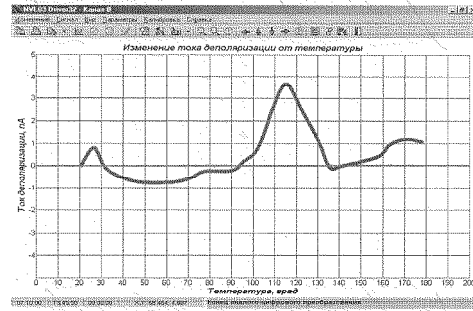
30

35

40

45

50



Фиг.2