

Система измерения на основе эффекта Холла



Модель: HMS-3000

-Версия руководства 3.3 -

- Оглавление -

1. Введение

2. Основная теория эффекта Холла

- сила Лоренца

- Метод Ван дер Пау

3. Состав оборудования

4. Установка оборудования

5. Установка программного обеспечения

- Программное обеспечение HMS3000

- USB-драйвер

- Проверка подключения USB

6. Подготовка образца

7. Измерение на основе эффекта Холла

- Работа программного обеспечения

- Объяснение работы программного обеспечения и кнопки управления

- Температура в помещении

- Температура LN2 (77K)

8. Вольт-амперная характеристика

9. Проверка надежности

10. Рекомендация

11. Гарантии

1. Введение

Система измерения на основе эффекта Холла серии Есоріа очень проста в использовании, удобна в установке и комплектации в настольном дизайне.

Ниже приведены электрические параметры полупроводниковых материалов.

- Плотность носителя (1/см³)
- Подвижность (см²/вольт, сек)
- Удельное сопротивление (ом, см)
- Тип конструкции – не указано
- Коэффициент Холла

2. Основная теория эффекта Холла – сила Лоренца

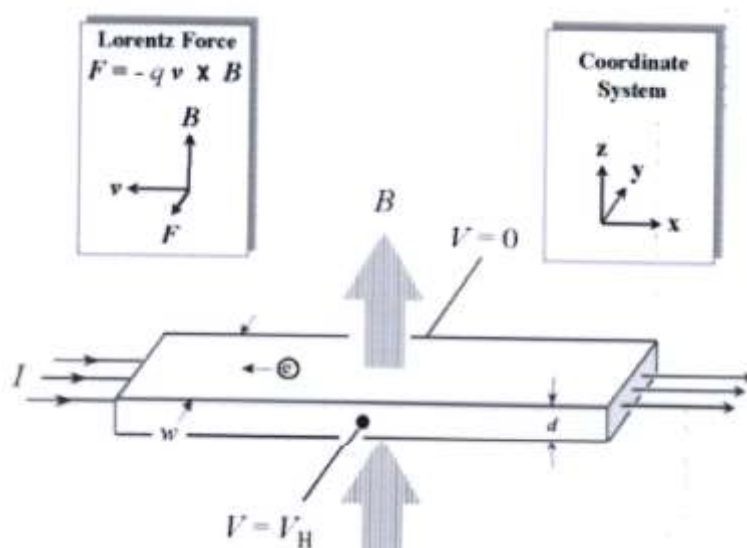


Рис. 1

Lorentz Force	Сила Лоренца
Coordinate system	Система координат

Базовая теория эффекта Холла – Метод Ван дер Пау

Метод Ван дер Пау представляет собой метод, обычно используемый для измерения удельного сопротивления и коэффициента Холла образца. Его сила заключается в способности точно измерять свойства образца любой произвольной формы, если образец приблизительно двумерный. Он намного тоньше, чем его ширина), а электроды расположены по его периметру.

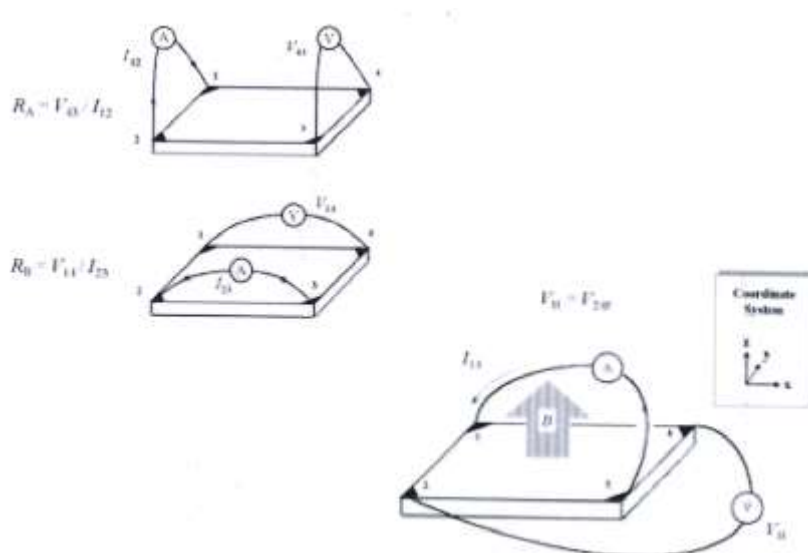


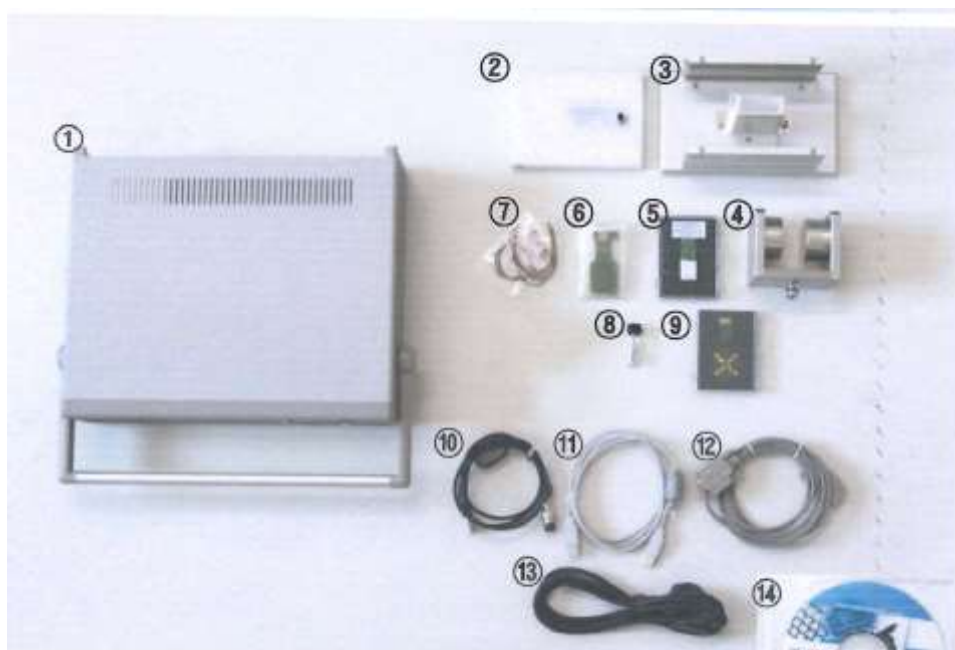
Рис. 3

Coordinate system	Система координат
-------------------	-------------------

Для использования этой техники, необходимо выполнить пять условий:

1. Образец должен иметь плоскую форму одинаковой толщины.
2. Образец не должен иметь изолированных отверстий
3. Образец должен быть однородным и изотропным
4. Все четыре контакта должны быть расположены на краю образца
5. Площадь контакта любого отдельного контакта должна быть, по крайней мере, на порядок меньше площади всего образца.

3. Состав оборудования



1. Основной корпус HMS3000
2. Крышка коробки магнита
3. Коробка магнита
4. Магнит 0.51T (± 0.03)
5. Эталонный образец ITO
6. Образец монтажной платы (SMB-20R)
7. Контактный провод
8. Соединение индия и олова (InSn 5г)
9. Образец монтажной платы с пружинным зажимом (SPCB-01)
10. Измерительный кабель (Между основным корпусом HMS 3000 и крышкой коробки магнита)
11. USB-кабель (Подключение к ПК)
12. RS 232 кабель (Подключение к ПК)
13. Кабель шнура питания
14. CD для программного обеспечения HMS3000

* Руководство пользователя, отчет о результатах испытаний прилагается к упаковке.

* Для использования нашей системы необходим настольный ПК или ноутбук.

(Работает в Windows 98 по Windows 10)

4. Установка оборудования



Основная система HMS3000

Если HMS 3000 включен, индикатор ОСНОВНОГО ПИТАНИЯ горит зеленым, а индикатор РАБОТЫ устройства будет мигать синим.



HMS3000, вид сзади

- Разъем питания.
- Соединитель измерительного кабеля.
- Кабельный разъем USB или RS232.
- Переключатель USB/RS232.



Подключение прилагаемого кабеля питания.



Подключение прилагаемого измерительного кабеля.

Другую сторону кабеля подсоедините к крышке корпуса с белым магнитом.

- Подключение к ПК

- Имеется 2 варианта подключения к ПК, USB и RS232, как показано на рисунке ниже.

- Если вы подключаете HMS-3000 к ПК с помощью USB-кабеля, вам необходимо переключить переключатель на USB в разделе «ВЫБОР ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ».

- Если вы подключаете HMS-3000 к ПК с помощью кабеля RS232, вам необходимо установить переключатель в положение RS232 в разделе «ВЫБОР ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ».



Подключение через USB кабель



Подключение через RS232



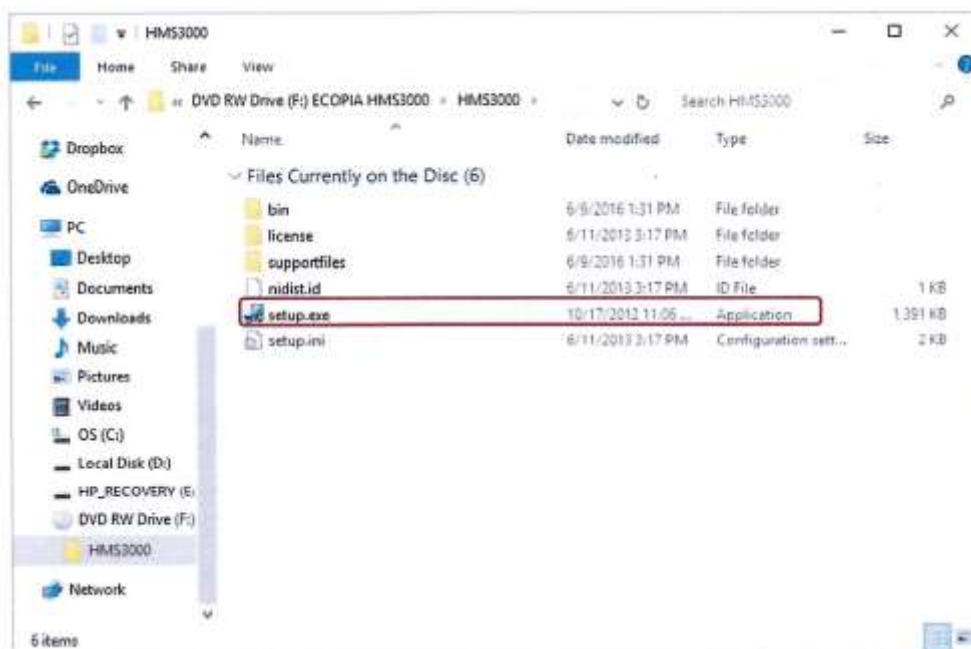
HMS-3000 с комплектом MS55T

5. Установка программного обеспечения

5-1 Установка программного обеспечения HMS-3000



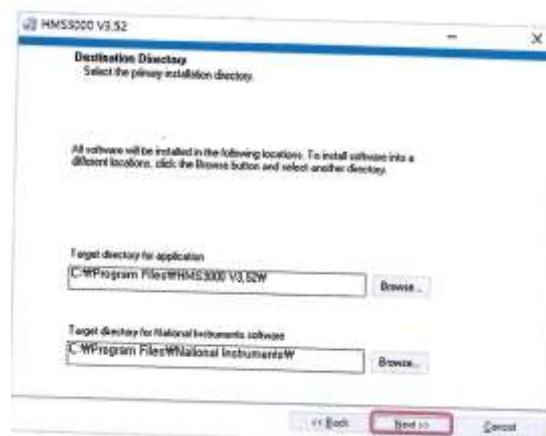
На компакт-диске программного обеспечения вы можете найти папку HMS-3000, как показано на рисунке выше. Дважды щелкните папку HMS-3000.



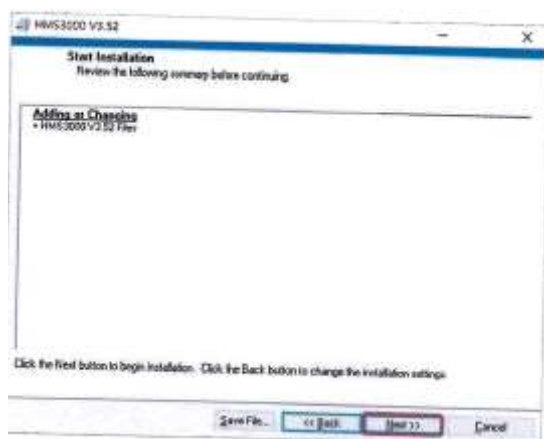
Запустите файл **Setup.exe**



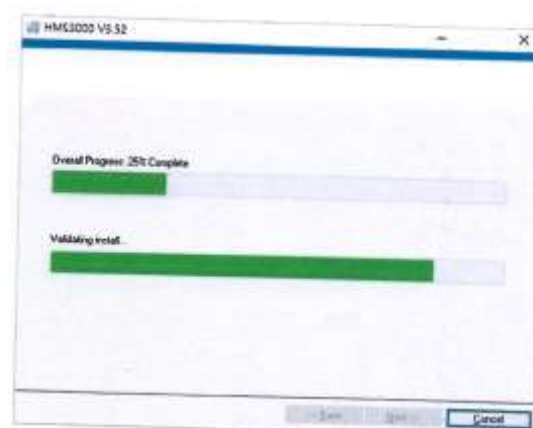
1. Запуск файла установки



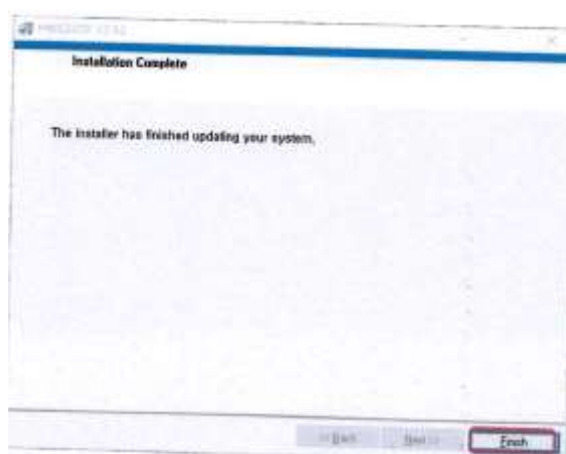
2. Нажмите «Далее»



3. Нажмите «Далее»

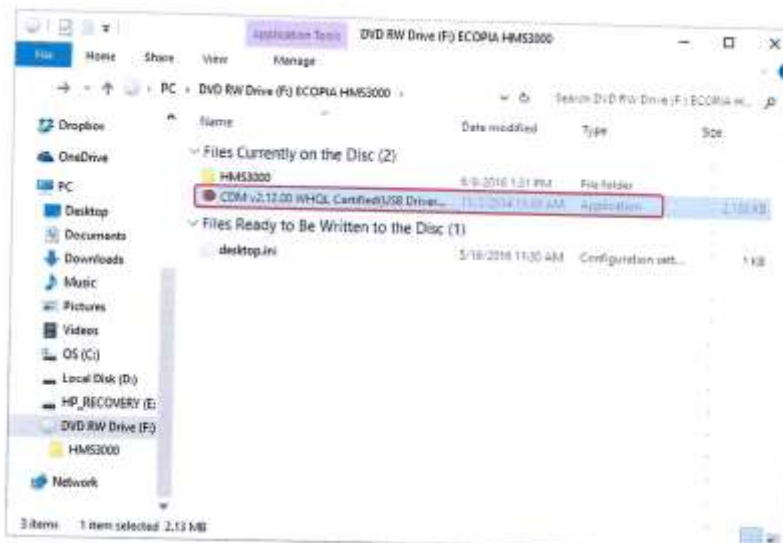


4. Установка программного обеспечения



5. Установка завершена. Нажмите кнопку «Готово».

5-2 Установка драйвера USB



Вам необходимо установить USB-драйвер. Щелкните правой кнопкой мыши файл драйвера USB и нажмите **«Запуск от имени администратора»**.



1. Нажмите **«Далее»**



2. Нажмите кнопку **«Извлечь»**.



3. Отметьте **«Я принимаю соглашение»** и нажмите **«Далее»**.

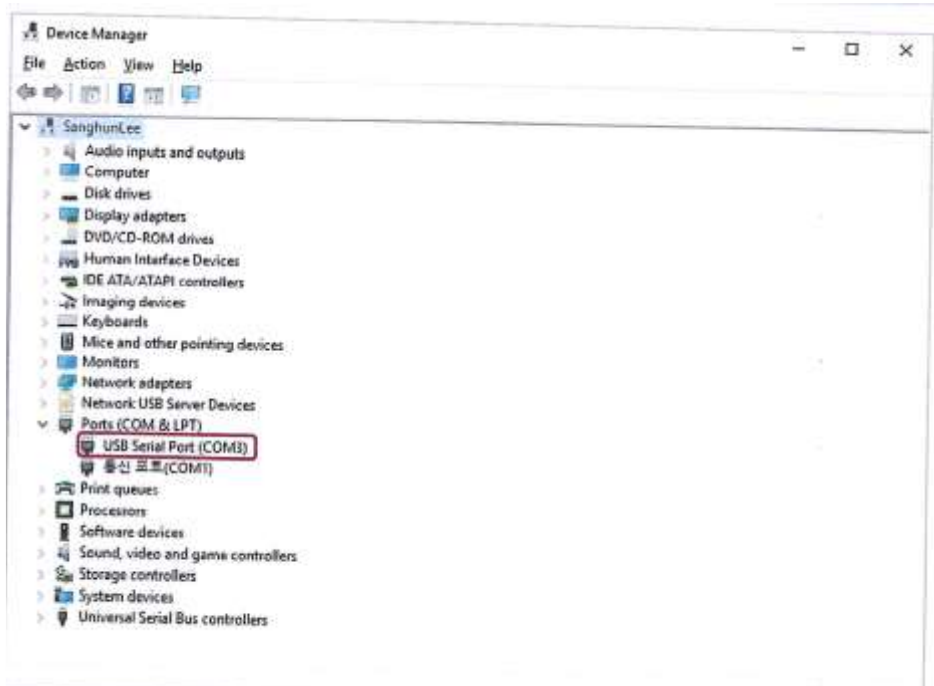


4. Нажмите кнопку **«Готово»**.

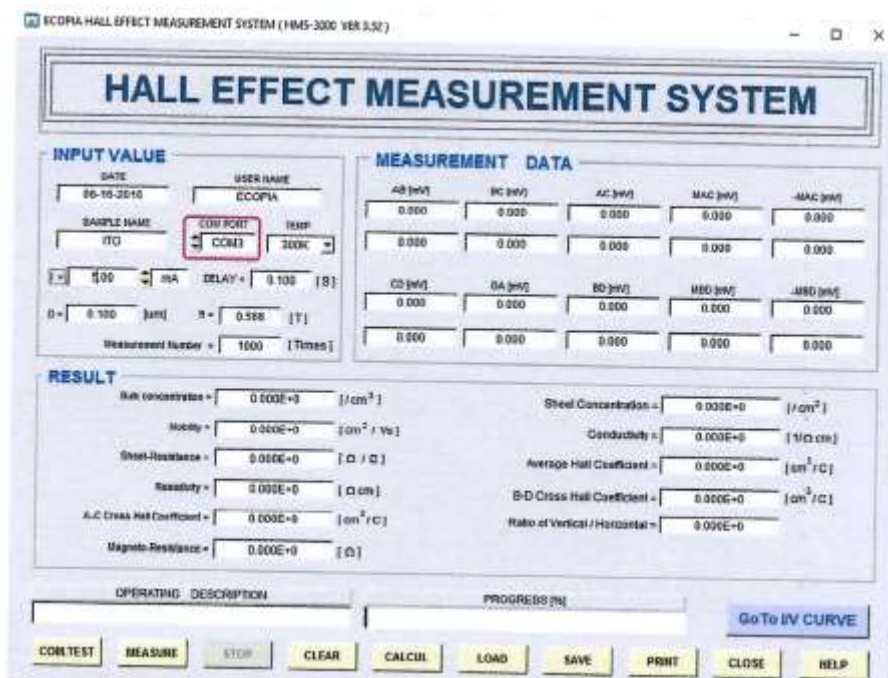
5-3 Проверка подключения USB



1. В системе вашего ПК вы можете найти диспетчер устройств, как показано на рисунке выше. Нажмите «Диспетчер устройств».



2. Вы можете проверить, что HMS-3000 подключен через порт **COM3**, как показано на рисунке выше.

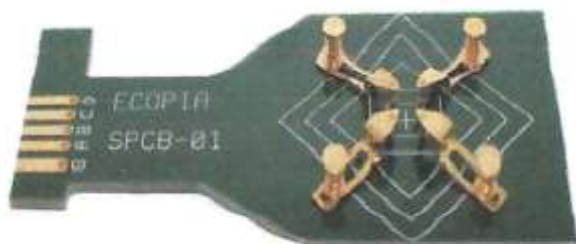


3. В программном обеспечении HMS-3000 необходимо установить COM-ПОРТ как COM3, как вы проверили в диспетчере устройств.

6. Подготовка образца

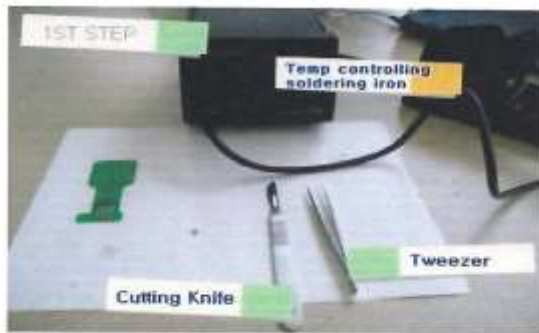
6-1 Размер образца

Мы, главным образом, предоставляем монтажную плату для образцов пружинных зажимов SPCB-01, которая может монтировать образцы размером от 5 мм x 5 мм до 20 мм x 20 мм и толщиной менее 2 мм. Если вашему образцу нужна другая печатная плата, у нас есть больше моделей для более широкого образца, большего образца или меньшего образца.



6-2 Установление контакта с InSn

1) Для образца, на который не влияет нагретый паяльник.



Подготовка

- Паяльник для контроля температуры
- Режущий нож
- Пинцет
- Образец
- Соединение индия и олова
- Прозрачная бумага



Наиболее подходящая температура для плавления соединения InSn составляет 350 ~ 400 °C.

Итак, вы должны настроить паяльник примерно на 350 ~ 400 °C.

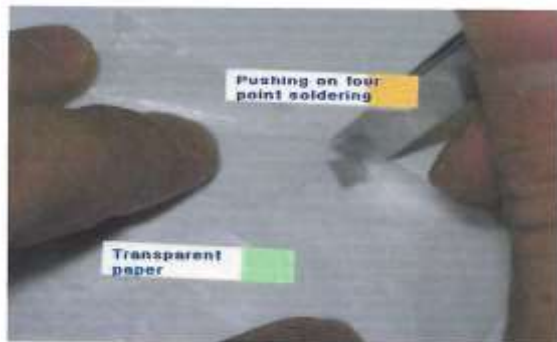
Если температура слишком высока, соединение InSn может закипеть. С другой стороны, если температура слишком низкая, InSn не расплавится.



Нанесите состав InSn на стекло или какую-либо другую поверхность. Затем положите паяльник на InSn. Состав расплавляется, как показано слева.



Пайка в четырех точках с помощью паяльника. Это должно быть сделано в четырех точках края. И, если бы это не был отожженный образец, отжиг около 1 минуты мог бы быть полезен.



После пайки в четырех точках края, припаянный InSn имеет не плоскую, а пирамидную форму. Просто слегка надавите на контакт InSn. Используйте прозрачную бумагу для защиты образца. Затем припаянная точка станет плоской.

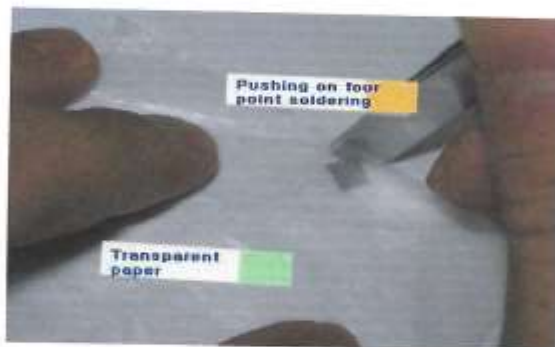


Пайка четырех точек с помощью InSn была завершена, в соответствии с приведенными фото. Вы можете легко надеть его на монтажную плату образца и переместить зажим, чтобы соединить припаянную точку и зажим с помощью пинцета.

2) Для образца, на который может повлиять нагретый паяльник.



Разрежьте смесь InSn на очень маленькие кусочки ножом, как показано слева. InSn может быть использован для материала с электропроводностью. Однако для некоторых других образцов рекомендуется использовать золотую пасту, углеродную пасту для улучшения омического контакта.



После того, как вы положите кусок InSn на край угла, просто слегка надавите сверху вниз, как показано слева. Используйте прозрачную бумагу для защиты образца. Затем точка контакта InSn станет плоской и прилипнет к поверхности образца.



Контакт с четырьмя точками по InSn был завершен в виде оставленных фотографий. Вы можете легко надеть его на монтажную плату образца и переместить зажим, чтобы соединить припаянную точку и зажим с помощью пинцета.

7. Измерение на основе эффекта Холла

7-1 Работа программного обеспечения



Нажмите на значок HMS-3000 V3.52, программное обеспечение HMS-3000 появится в виде соответствующего изображения. Нажмите кнопку «Начать измерение».

HMS-3000 будет работать, как показано на рисунке выше.

7-2 Объяснение работы программного обеспечения и кнопки управления

*** ВХОДНОЕ ЗНАЧЕНИЕ**

ДАТА: Отображается в порядке "месяц-день-год".

ИМЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ: Введите имя пользователя.

ИМЯ ОБРАЗЦА: Имя входного образца.

СОМ-ПОРТ: Выберите Com-порт компьютера.

ТЕМПЕРАТУРА: Выберите температуру (77 К или 300 К)

1: Входной ток (1нА ~ 20 мА)

ЗАДЕРЖКА: Время, необходимое от подачи входного тока до измерения.

Рекомендуется 0,1 секунды.

D: Толщина входного образца.

B: Плотность входного магнитного потока.

*** ДАННЫЕ ИЗМЕРЕНИЙ**

Значение напряжения Холла, когда пользователь применяет «ВХОДНОЕ ЗНАЧЕНИЕ», или мы могли бы сказать «Необработанные данные».

*** РЕЗУЛЬТАТ**

Электрические свойства образца (концентрация носителей, подвижность, удельное сопротивление и т.д.) рассчитываются на основе исходных данных (напряжение Холла) с использованием числовой формулы.

*** КНОПКА**

ПРОЙТИ ТЕСТ: Проверьте соединение с ПК.

Измерение: Начать измерение.

ОЧИСТИТЬ: Очистить результат измерений.

РАССЧИТАТЬ: кнопка повторного расчета.

Если вы ввели неправильную толщину или магнитное поле, введите правильное значение и нажмите кнопку РАССЧИТАТЬ.

ЗАГРУЗИТЬ: Загрузить сохраненные результаты теста

СОХРАНИТЬ: Сохранение результатов измерений.

ПЕЧАТЬ: Печать содержимого экрана.

ЗАКРЫТЬ: Закрывает программное обеспечение HMS-3000.

СТОП: Остановка во время измерения.

7-3 Температура в помещении



Поместите плату для образцов на крышку MS55T, как показано на рисунке выше.



Установите крышку MS55T на магнитный комплект MS55T.

Заполните «Входное значение», такое как входной ток, толщина, магнитное поле и т.д.

Нажмите кнопку «ПРОЙТИ ТЕСТ», чтобы проверить связь между ПК и HMS 3000. Помимо прочего, он может проверить, в порядке ли контакт с образцом или нет.

ECOPA HALL EFFECT MEASUREMENT SYSTEM (HMS-3002 VER.1.32)

HALL EFFECT MEASUREMENT SYSTEM

INPUT VALUE

DATE: 07-08-2018 USER NAME: ECOPA

SAMPLE NAME: ITO COM PORT: COM3 TEMP: 300K

I = 5.00 mA DELAY = 0.100 [s]

D = 0.000 [cm] R = 0.000 [Ω]

Measurement Number = 1000 [Times]

MEASUREMENT DATA

IR [mV]	IS [mV]	IS [mV]	IRAC [mV]	IRAC [mV]
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

RESULT

Sub concentration = 0.000E+0 [1/cm³] Sheet Concentration = 0.000E+0 [1/cm²]

Mobility = 0.000E+0 [cm²/Vs] Conductivity = 0.000E+0 [1/Ω·cm]

Sheet Resistance = 0.000E+0 [Ω/□] Average Hall Coefficient = 0.000E+0 [cm³/C]

Resistivity = 0.000E+0 [Ω·cm] B-D Cross Hall Coefficient = 0.000E+0 [cm³/C]

A-C Cross Hall Coefficient = 0.000E+0 [cm³/C] Ratio of Vertical / Horizontal = 0.000E+0

Longitudinal Resistance = 0.000E+0 [Ω]

OPERATING DESCRIPTION: connection success

COM-TEST **MEASURE** STOP CLEAR CALCUL LOAD SAVE PRINT CLOSE HELP

PROGRESS [%]

Go To I-V CURVE

Если вы проверяете успешность подключения, как показано на рисунке выше, нажмите кнопку «ИЗМЕРИТЬ», чтобы начать измерение.

ECOPA HALL EFFECT MEASUREMENT SYSTEM (HMS-3002 VER.1.32)

HALL EFFECT MEASUREMENT SYSTEM

INPUT VALUE

DATE: 07-08-2018 USER NAME: ECOPA

SAMPLE NAME: ITO COM PORT: COM3 TEMP: 300K

I = 5.00 mA DELAY = 0.100 [s]

D = 0.000 [cm] R = 0.000 [Ω]

Measurement Number = 1000 [Times]

MEASUREMENT DATA

IR [mV]	IS [mV]	IS [mV]	IRAC [mV]	IRAC [mV]
-0.030	-0.588	0.700	0.000	0.000
0.013	0.048	-0.700	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

RESULT

Sub concentration = 0.000E+0 [1/cm³] Sheet Concentration = 0.000E+0 [1/cm²]

Mobility = 0.000E+0 [cm²/Vs] Conductivity = 0.000E+0 [1/Ω·cm]

Sheet Resistance = 0.000E+0 [Ω/□] Average Hall Coefficient = 0.000E+0 [cm³/C]

Resistivity = 0.000E+0 [Ω·cm] B-D Cross Hall Coefficient = 0.000E+0 [cm³/C]

A-C Cross Hall Coefficient = 0.000E+0 [cm³/C] Ratio of Vertical / Horizontal = 0.000E+0

Longitudinal Resistance = 0.000E+0 [Ω]

OPERATING DESCRIPTION: V_{bd}

COM-TEST MEASURE **STOP** CLEAR CALCUL LOAD SAVE PRINT CLOSE HELP

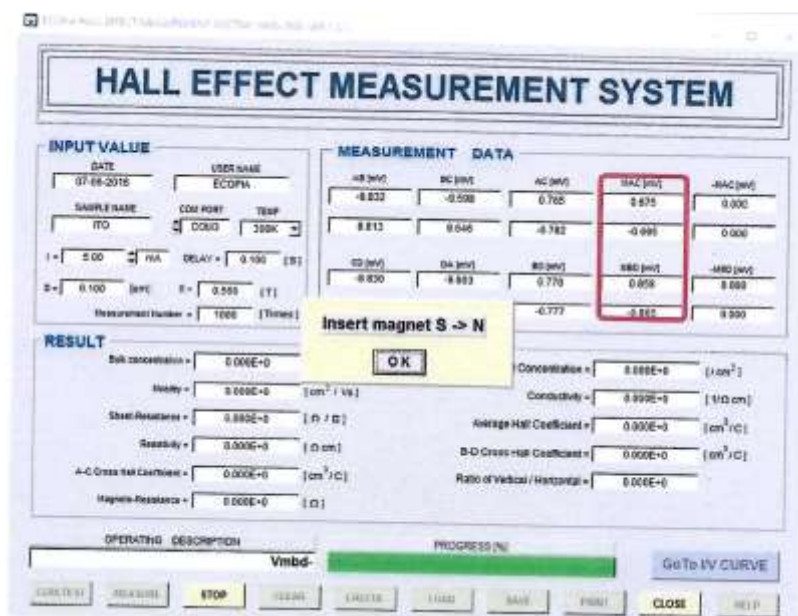
PROGRESS [%]

Go To I-V CURVE

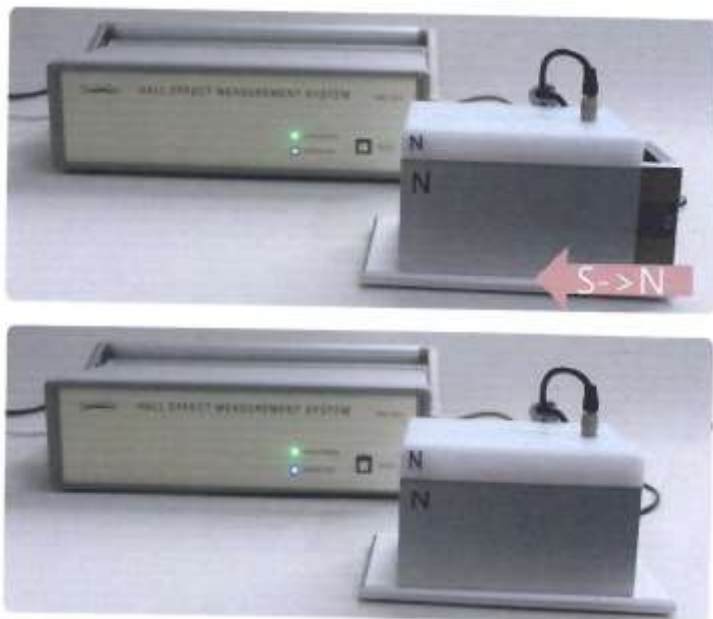
После измерения необработанных данных, в каждой точке появится сообщение «Вставить магнит N->S», как показано на рисунке выше.



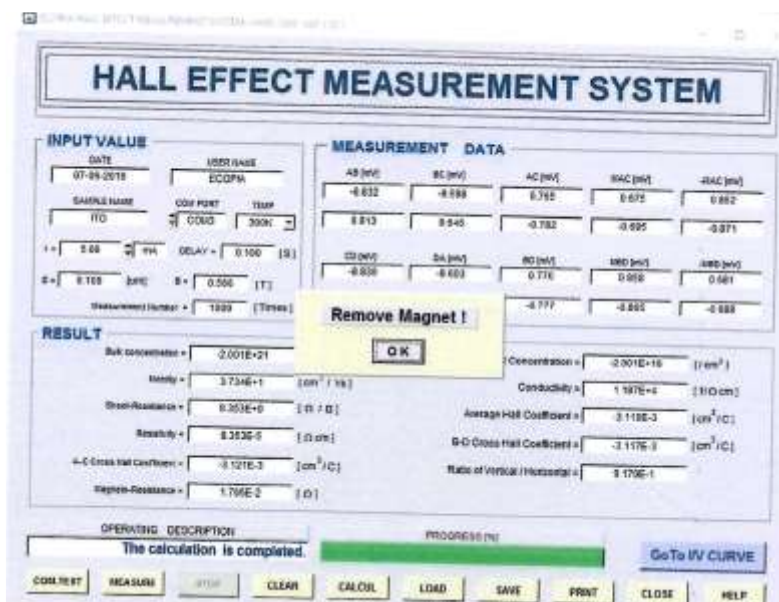
Вставьте магнит в корпус MS55T, как показано на рисунке выше, и нажмите кнопку «OK» в программном обеспечении.



Измерение MAC и MBD выполняется, как указано выше, в красном поле.



Выньте магнит из корпуса MS55T и вставьте магнит S->N, как показано на рисунке выше. Также, нажмите кнопку «OK» в программном обеспечении.



Измерение выполняется, и каждый результат теста рассчитывается на основе измеренных данных, как показано на рисунке выше. Снимите магнит и нажмите кнопку «OK» во всплывающем окне для следующего измерения.

* Рекомендация: Если вы не знаете, какой входной ток соответствует вашему образцу, мы рекомендуем вводить более высокий входной ток для образца с низким удельным сопротивлением, а также более низкий входной ток для образца с высоким удельным сопротивлением.



7-4 Температура LN2 (77K)

ECPIA HALL EFFECT MEASUREMENT SYSTEM (HMS-3000 VER 3.52)

HALL EFFECT MEASUREMENT SYSTEM

INPUT VALUE

DATE: 08-18-2016

USER NAME: ECPIA

SAMPLE NAME: ITO

COM PORT: COM3

TEMP: 77K

DELAY: 0.100 [s]

Measurement Number: 1000 [Times]

MEASUREMENT DATA

AB [mV]	BC [mV]	AC [mV]	BAC [mV]	-MAC [mV]
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CD [mV]	DA [mV]	BD [mV]	MBD [mV]	-MDB [mV]
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

RESULT

Bulk Concentration = 0.000E+0 [1/cm ³]	Sheet Concentration = 0.000E+0 [1/cm ²]
Mobility = 0.000E+0 [cm ² /Vs]	Conductivity = 0.000E+0 [1/Ω cm]
Sheet Resistance = 0.000E+0 [Ω / □]	Average Hall Coefficient = 0.000E+0 [cm ³ /C]
Resistivity = 0.000E+0 [Ω cm]	B-D Cross Hall Coefficient = 0.000E+0 [cm ³ /C]
A-C Cross Hall Coefficient = 0.000E+0 [cm ³ /C]	Ratio of Vertical / Horizontal = 0.000E+0
Magneto-Resistance = 0.000E+0 [Ω]	

OPERATING DESCRIPTION

PROGRESS (%)

Go To I-V CURVE

CONTEXT

MEASURE

STOP

CLEAR

CALCUL

LOAD

SAVE

PRINT

CLOSE

HELP

Фактически, базовое измерение при температуре LN2 совпадает с температурой в помещении. Однако, индикатор температуры следует изменить на «77 K», как показано на рисунке выше. К вашему сведению, это только для того, чтобы показать, что измерение производится при температуре LN2, а не для измерения реальной температуры.

ECPIA HALL EFFECT MEASUREMENT SYSTEM (HMS-3000 VER 3.52)

HALL EFFECT MEASUREMENT SYSTEM

INPUT VALUE

DATE: 08-18-2016

USER NAME: ECPIA

SAMPLE NAME: ITO

COM PORT: COM3

TEMP: 77K

DELAY: 0.100 [s]

Measurement Number: 1000 [Times]

MEASUREMENT DATA

AB [mV]	BC [mV]	AC [mV]	BAC [mV]	-MAC [mV]
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CD [mV]	DA [mV]	BD [mV]	MBD [mV]	-MDB [mV]
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

RESULT

Bulk Concentration = 0.000E+0 [1/cm ³]	Sheet Concentration = 0.000E+0 [1/cm ²]
Mobility = 0.000E+0 [cm ² /Vs]	Conductivity = 0.000E+0 [1/Ω cm]
Sheet Resistance = 0.000E+0 [Ω / □]	Average Hall Coefficient = 0.000E+0 [cm ³ /C]
Resistivity = 0.000E+0 [Ω cm]	B-D Cross Hall Coefficient = 0.000E+0 [cm ³ /C]
A-C Cross Hall Coefficient = 0.000E+0 [cm ³ /C]	Ratio of Vertical / Horizontal = 0.000E+0
Magneto-Resistance = 0.000E+0 [Ω]	

OPERATING DESCRIPTION

PROGRESS (%)

Go To I-V CURVE

CONTEXT

MEASURE

STOP

CLEAR

CALCUL

LOAD

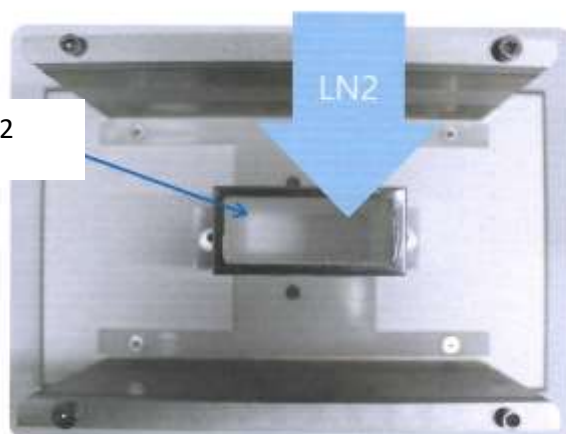
SAVE

PRINT

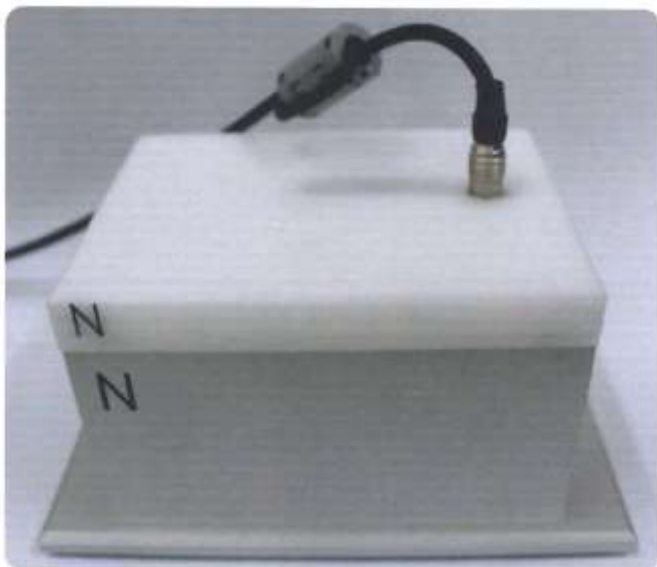
CLOSE

HELP

Резервуар квадратного типа LN2



Во-первых, откройте крышку комплекта с белым магнитом для измерения температуры LN2. Залейте LN2 прямо в резервуар LN2 квадратного типа, как показано на рисунке выше. Затем закройте крышку комплекта с белым магнитом, на котором находится плата для образцов.



Если вы наливаете LN2 в резервуар LN2 квадратного типа MS55T, он готов к измерению при температуре LN2. Попробуйте измерить то же самое, что и при измерении комнатной температуры.

8. Вольт-амперная характеристика

ECOPIA HALL EFFECT MEASUREMENT SYSTEM (HMS-3000 VER 3.52)

HALL EFFECT MEASUREMENT SYSTEM

INPUT VALUE

DATE: 06-10-2016 USER NAME: ECOPIA

SAMPLE NAME: ITO COM PORT: COM3 TEMP: 77K

I+ : 0.00 mA DELAY : 0.100 [S]

I- : 0.100 mA R+ : 0.000 [Ω]

Measurement Number : 1000 [Times]

MEASUREMENT DATA

HA (mV)	HB (mV)	HC (mV)	HAC (mV)	HBC (mV)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

RESULT

Hall concentration = $0.000E+0$ [cm^{-3}]
 Mobility = $0.000E+0$ [cm^2/Vs]
 Sheet Resistance = $0.000E+0$ [Ω/\square]
 Resistivity = $0.000E+0$ [$\Omega\cdot\text{cm}$]
 A-C Cross-Hall Coefficient = $0.000E+0$ [cm^2/C]
 B-D Cross-Hall Coefficient = $0.000E+0$ [Ω]
 Sheet Concentration = $0.000E+0$ [cm^{-2}]
 Conductivity = $0.000E+0$ [$1/\Omega\cdot\text{cm}$]
 Average Hall Coefficient = $0.000E+0$ [cm^2/C]
 B-D Cross-Hall Coefficient = $0.000E+0$ [cm^2/C]
 Ratio of Vertical/Horizontal = $0.000E+0$

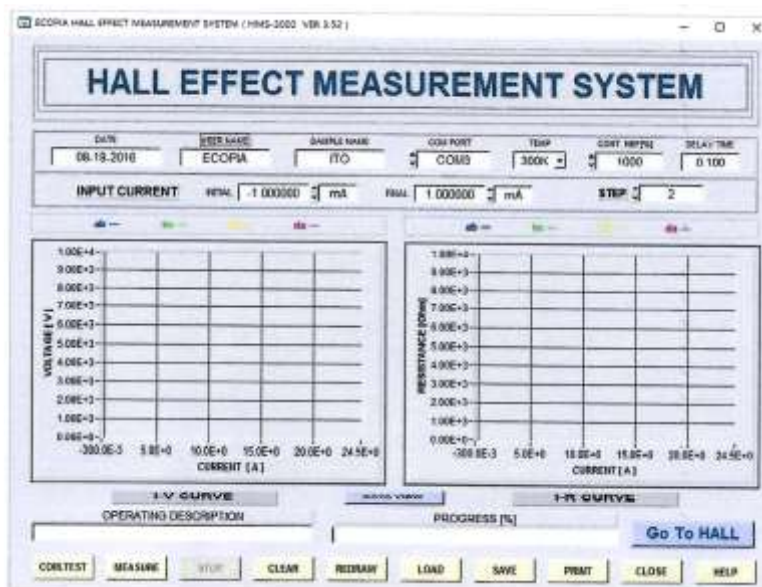
OPERATING DESCRIPTION

PROGRESS [%]

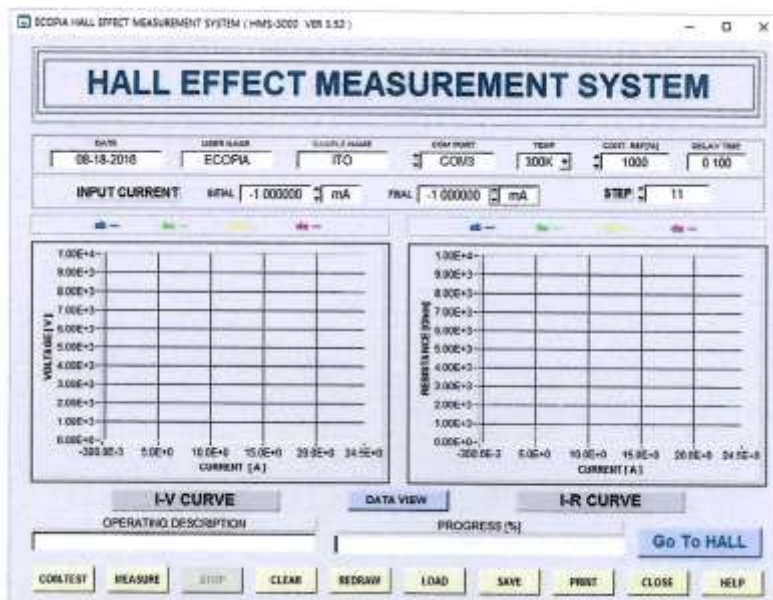
Go To IV CURVE

COM TEST
MEASURE
STOP
CLEAR
CALCUL
LOAD
SAVE
PRINT
CLOSE
HELP

Нажмите кнопку «Перейти к вольт-амперной характеристике» для измерения вольт-амперной характеристики (BAX).



Затем программное обеспечение HMS-3000 перейдет на страницу измерения BAX.

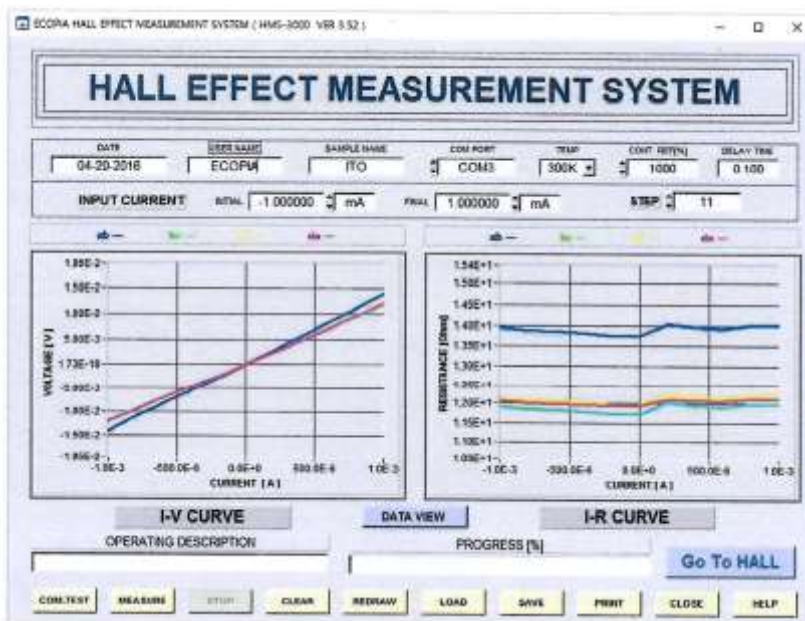


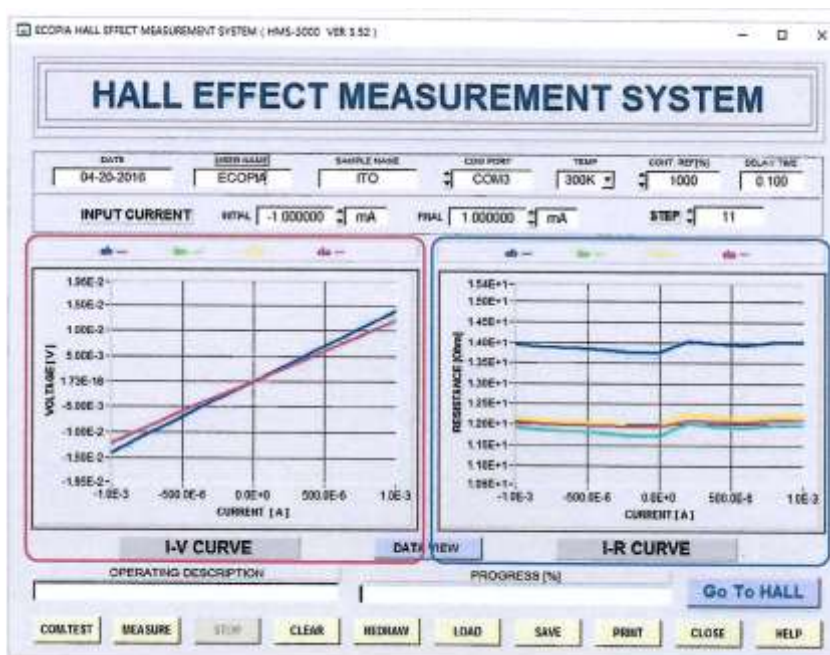
* ВХОДНОЙ ТОК

НАЧАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ: Начальное значение тока (от -1 нА до 20 мА)

КОНЕЧНОЕ ЗНАЧЕНИЕ: Конечное значение тока (от -1 нА до 20 мА)

ШАГ: Общее количество шагов между начальным и конечным значением тока (Включая начальное и конечное текущее значение).



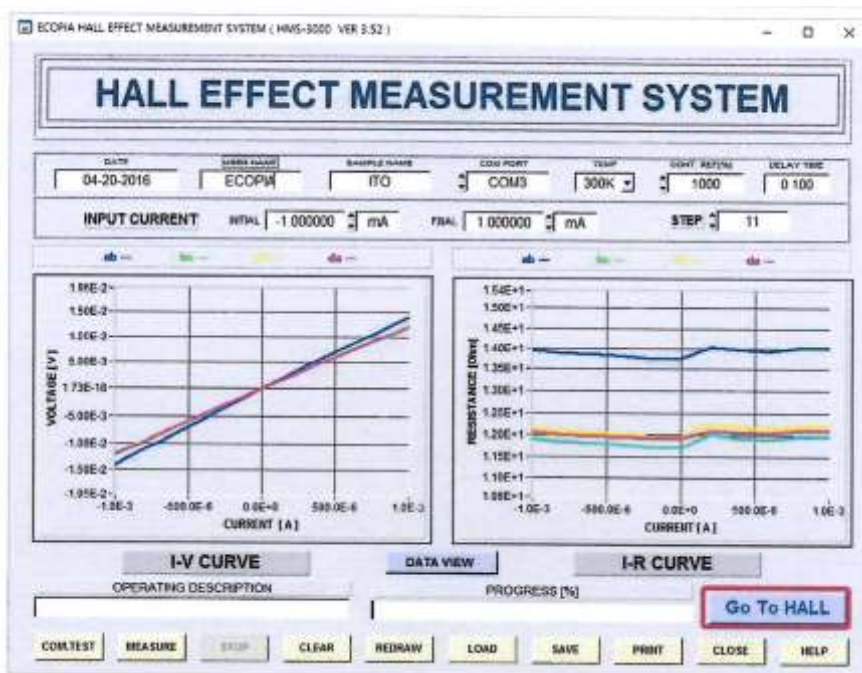


Часть ВАХ: Указывает на изменение напряжения в зависимости от подачи тока.

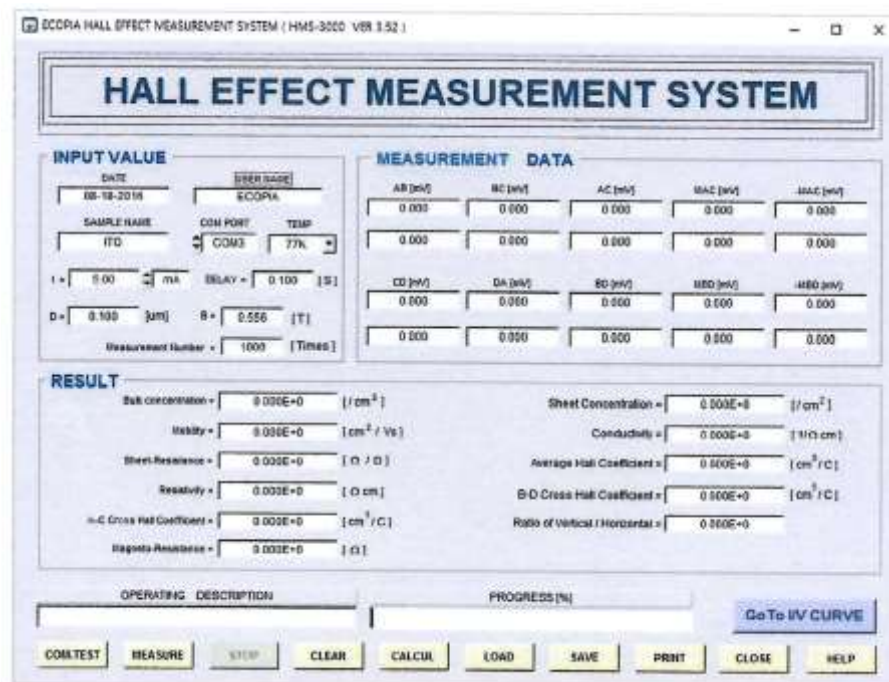
Часть ВАХ: Указывает на изменение сопротивления в зависимости от подачи тока.

DATE	Username	Sample Name	Temperature	Initial Current	Final Current	Step						
04-20-2016	ECOPHA	ITO	300K	1.000000mA	1.000000mA	11						
Current	V _{oh}	V _{oh}	V _{oh}	V _{oh}	V _{oh}	R _{oh}	R _{oh}	R _{oh}	R _{oh}	R _{oh}	R _{oh}	R _{oh}
-1.000e-03	-1.395e-02	-1.191e-02	-1.213e-02	-1.207e-02	-1.395e-01	+1.395e+01	+1.191e+01	+1.213e+01	+1.207e+01	+1.395e+01	+1.395e+01	+1.395e+01
-7.999e-04	-1.119e-02	-9.476e-03	-9.250e-03	-9.603e-03	+1.395e-01	+1.395e+01	+1.183e+01	+1.209e+01	+1.209e+01	+1.395e+01	+1.395e+01	+1.395e+01
-5.999e-04	-8.315e-03	-7.093e-03	-7.229e-03	-7.195e-03	+1.395e-01	+1.395e+01	+1.183e+01	+1.209e+01	+1.209e+01	+1.395e+01	+1.395e+01	+1.395e+01
-3.999e-04	-5.535e-03	-4.721e-03	-4.807e-03	-4.789e-03	+1.395e-01	+1.395e+01	+1.183e+01	+1.209e+01	+1.209e+01	+1.395e+01	+1.395e+01	+1.395e+01
-1.999e-04	-2.753e-03	-2.349e-03	-2.253e-03	-2.390e-03	+1.395e-01	+1.395e+01	+1.174e+01	+1.195e+01	+1.195e+01	+1.395e+01	+1.395e+01	+1.395e+01
-2.755e-10	+2.255e-05	+2.322e-05	+2.685e-05	+1.109e-05	+1.395e-01	+1.395e+01	+1.174e+01	+1.195e+01	+1.195e+01	+1.395e+01	+1.395e+01	+1.395e+01
+1.999e-04	+2.857e-03	+2.403e-03	+2.448e-03	+2.418e-03	+1.395e-01	+1.395e+01	+1.202e+01	+1.224e+01	+1.224e+01	+1.395e+01	+1.395e+01	+1.395e+01
+3.999e-04	+5.587e-03	+4.775e-03	+4.889e-03	+4.823e-03	+1.395e-01	+1.395e+01	+1.194e+01	+1.217e+01	+1.217e+01	+1.395e+01	+1.395e+01	+1.395e+01
+5.999e-04	+8.365e-03	+7.149e-03	+7.283e-03	+7.227e-03	+1.395e-01	+1.395e+01	+1.183e+01	+1.214e+01	+1.214e+01	+1.395e+01	+1.395e+01	+1.395e+01
+7.999e-04	+1.127e-02	+9.582e-03	+9.753e-03	+9.685e-03	+1.395e-01	+1.395e+01	+1.183e+01	+1.220e+01	+1.220e+01	+1.395e+01	+1.395e+01	+1.395e+01
+1.000e-03	+1.402e-02	+1.199e-02	+1.221e-02	+1.212e-02	+1.395e-01	+1.395e+01	+1.183e+01	+1.221e+01	+1.221e+01	+1.395e+01	+1.395e+01	+1.395e+01

Если вы хотите проверить подробные данные, нажмите кнопку «Просмотр данных». Появится окно просмотра данных ВАХ, расположенное выше.



Если вы хотите перейти на страницу измерения эффекта Холла, нажмите кнопку «Перейти к измерению эффекта Холла».



Затем программное обеспечение HMS-3000 переключится на страницу измерения эффекта Холла.

ECOPA HALL EFFECT MEASUREMENT SYSTEM (HMS-3000 VER 3.52)

HALL EFFECT MEASUREMENT SYSTEM

INPUT VALUE

DATE: 08-05-2016
 SAMPLE NAME: ITO
 COM PORT: COM3
 TDRP: 300K
 I = 5.00 mA
 DELAY = 2.100 [S]
 D = 0.100 [mm]
 B = 0.550 [T]
 Measurement Number = 1000 [Times]

MEASUREMENT DATA

AB [mV]	BC [mV]	AC [mV]	MAC [mV]	-MAC [mV]
-11.580	-6.935	-4.718	-4.789	-4.637
11.445	6.773	4.555	4.640	4.478
CD [mV]	DA [mV]	BD [mV]	MBD [mV]	-MBD [mV]
-11.581	-6.940	-4.717	-4.832	-4.794
11.444	6.767	4.558	4.852	4.648

RESULT

Sub concentration = $2.143E+21$ [cm^{-3}]	Sheet Concentration = $2.143E+10$ [cm^{-2}]
Mobility = $3.581E+1$ [cm^2/Vs]	Conductivity = $1.229E+4$ [$\Omega^{-1}\text{cm}$]
Sheet Resistance = $8.135E+0$ [Ω/\square]	Average Hall Coefficient = $-2.813E-3$ [cm^3/C]
Resistivity = $8.135E-0$ [Ωcm]	B-D Cross Hall Coefficient = $-2.895E-3$ [cm^3/C]
A-C Cross Hall Coefficient = $-2.825E-3$ [cm^3/C]	Ratio of Vertical / Horizontal = $5.893E-1$
Magneto-Resistance = $1.802E-2$ [%]	

OPERATING DESCRIPTION

PROGRESS (%)

GoTo I/V CURVE

COMTEST
MEASURE
STOP
CLEAR
CALCUL
LOAD
SAVE
PRINT
CLOSE
HELP

Вышеуказанный результат теста был протестирован на эталонном образце ITO, токе 5 мА, толщине 0,1 мкм и комнатной температуре.

Чтобы проверить омический контакт данного образца, вам следует проверить данные измерений. Первое значение напряжения «Vab» должно быть минусовым значением, в соответствии с законом Ван дер Пау. (Допустим, что каждый угол образца равен a, b, c и d, значение Vab - это напряжение между a и b при протекании тока в c и d).

	AB [mV]	BC [mV]	AC [mV]
①	-11.580	-6.935	-4.718
②	11.445	6.773	4.555
	CD [mV]	DA [mV]	BD [mV]
③	-11.581	-6.940	-4.717
④	11.444	6.767	4.558

Кроме того, абсолютное значение каждой пары (синий круг) становится ближе (аналогично); вы можете определить, что качество омического контакта улучшается.

Потому что (1) и (3) линейные значения являются выходными напряжениями при прямом входном токе; и (2) и (4) линейные значения являются выходными напряжениями при протекании обратного входного тока. В обоих двух случаях, он пропускает одинаковый входной ток, но разного типа. Следовательно, выходное напряжение также должно быть аналогичного значения и противоположного типа.

Однако, в случае образца с высоким сопротивлением или образца с низким сопротивлением (с высокой проводимостью), вам необходимо определить сходство абсолютных значений каждой пары.

9. Проверка надежности

MEASUREMENT DATA				
AB [mV]	BC [mV]	AC [mV]	MAC [mV]	-MAC [mV]
-11.580	-6.935	-4.718	-4.799	-4.637
11.445	6.773	4.555	4.640	4.479
CD [mV]	DA [mV]	BD [mV]	MBD [mV]	-MBD [mV]
-11.581	-6.940	-4.717	-4.632	-4.794
11.444	6.767	4.558	4.483	4.640

Как упоминалось выше, значения V_{ab} для приведенных выше данных составляют -11,580 и 11,445, абсолютные значения которых аналогичны. Таким образом, мы могли бы определить, что омический контакт данного образца является соответствующим.

Помимо прочего, если значение $V_{ab} - V_{bc}$ аналогично значению V_{ac} , вы можете определить, что омический контакт является хорошим. Например, $V_{ab} (-11,580) - V_{bc} (-6,935) = V_{ac} (-4,718)$

* Решение о типе и результат испытания (электрические параметры)

RESULT	
Bulk concentration =	-2.143E+21 [/ cm ³]
Mobility =	3.581E+1 [cm ² / Vs]
Sheet-Resistance =	8.135E+0 [Ω / □]
Resistivity =	8.135E-5 [Ω cm]
A-C Cross Hall Coefficient =	-2.932E-3 [cm ³ / C]
Magneto-Resistance =	1.602E-2 [Ω]
Sheet Concentration =	-2.143E+16 [/ cm ²]
Conductivity =	1.229E+4 [1 / Ω cm]
Average Hall Coefficient =	-2.913E-3 [cm ³ / C]
B-D Cross Hall Coefficient =	-2.895E-3 [cm ³ / C]
Ratio of Vertical / Horizontal =	5.953E-1

1) Чтобы определить тип образца (N или P), мы рекомендуем провести измерения не менее 3 раз при одном и том же условии. Если тип коэффициента Холла равен минус (-), это означает образец типа N. И наоборот, если тип плюс (+), это означает образец типа P.

2) Значения R_{hA} (коэффициент Холла при перекрестном значении A-C) и R_{hB} (коэффициент Холла при перекрестном значении B-D) должны быть аналогичны друг другу.

3) Средний коэффициент Холла - это среднее значение между R_{hA} и R_{hB} . Поэтому среднее значение коэффициента Холла должно быть аналогично значению R_{hA} и R_{hB} .

-> Основываясь на этих трех условиях, вы можете определить, что проверенные значения являются надежными.

10. Рекомендация

* Найдите подходящий входной ток.

SCOFIA HALL EFFECT MEASUREMENT SYSTEM (HMS-3000 VER. 3.52)

HALL EFFECT MEASUREMENT SYSTEM

INPUT VALUE

DATE: 08-05-2018

SAMPLE NAME: ITO

COM PORT: COM3

TEMP: 300K

I = 5.00 mA

DELAY = 0.100 [S]

Q = 0.100 [μm]

W = 0.850 [T]

Measurement Number = 1050 [Times]

MEASUREMENT DATA

AB [mV]	BC [mV]	AC [mV]	BAC [mV]	ABAC [mV]
-11.580	-6.925	-4.718	-4.766	-4.637
11.445	6.773	4.555	4.640	4.479
CD [mV]	DA [mV]	BD [mV]	MBD [mV]	-MBD [mV]
-11.581	-6.940	-4.717	-4.632	-4.794
11.444	6.767	4.558	4.483	4.640

RESULT

Bulk concentration = $-2.143E+21$ [cm^{-3}]	Sheet Concentration = $-2.143E+16$ [cm^{-2}]
Mobility = $3.581E+1$ [cm^2/Vs]	Conductivity = $1.229E+4$ [$\text{M}\Omega/\text{cm}$]
Sheet Resistance = $8.135E+0$ [Ω/\square]	Average Hall Coefficient = $-2.913E-3$ [cm^3/C]
Resistivity = $8.135E-5$ [$\Omega\cdot\text{cm}$]	B-D Cross Hall Coefficient = $-2.895E-3$ [cm^3/C]
A-C Cross Hall Coefficient = $-2.932E-3$ [cm^3/C]	Ratio of Vertical / Horizontal = $5.953E-1$
Magneto-Resistance = $1.602E-2$ [%]	

OPERATING DESCRIPTION

PROGRESS (%)

Go To I/V CURVE

COM TEST

MEASURE

STOP

CLEAR

CALCUL

LOAD

SAVE

PRINT

CLOSE

HELP

Для получения хороших результатов тестирования, очень важно определить соответствующий входной ток. Мы рекомендуем иметь выходное напряжение (данные измерений) в диапазоне 5 мВ ~ 50 мВ. Итак, вы должны выяснить входной ток, который может получить выходное напряжение в диапазоне 5 мВ ~ 50 мВ. Согласно закону Ома, когда входной ток увеличивается, выходное напряжение также повышается.

Например, давайте проверим приведенные выше результаты теста.

Выходное напряжение составляет от 4 до 11 мВ. Таким образом, входной ток 5 мА является подходящим. Если выходное напряжение слишком велико или слишком мало, может быть трудно получить надежные результаты тестирования.

11. Гарантии

ГАРАНТИЙНЫЙ СЕРТИФИКАТ

Система измерения на основе эффекта Холла

Модель No. HMS-3000

Дата покупки:

Дата установки:

ФИО клиента:

Торговый представитель:

1. Гарантийный срок составляет один год.

2. Обслуживание предоставляется в соответствии с содержанием данной гарантии.

3. Данная гарантия не выдается повторно.

Вид повреждения	Компенсация		
	В течение 1 года	В течение 1-3 лет	В течение 3 лет и более
В случае сбой функции / производительности при обычном использовании	Стоимость ремонта, стоимость перевозки оплачивает производитель	Плата за ремонт: производитель Стоимость перевозки: заказчик	Стоимость ремонта и стоимость перевозки: заказчик
В случае, если агент теряет товар, который клиент просит отремонтировать	Производитель за это не отвечает.		
В случае повреждения, которое происходит в ходе доставки или установки изделия.	Агент отвечает за плату за ремонт, стоимость перевозки.	-	-
В случае сбой работы/функции по неосторожности или умышленному намерению клиента.	Заказчик несет ответственность за стоимость ремонта, стоимость перевозки		
<ul style="list-style-type: none"> - В случае, если ущерб причинен в результате стихийных бедствий (например, пожар, наводнение, землетрясение и т.д.). - Замена расходных частей. - Повреждение по другим внешним причинам, не связанным с продуктом. 	Заказчик несет ответственность за стоимость ремонта, стоимость перевозки		

Ecopia Corporation

7th floor Gyeongdo-Bld, 574 Gyeongsu-daero, Dongan-gu, Anyang-City, Gyeonggi-do, Южная Корея 14109, www.ecopia21.co.kr

Тел: + 82-31-427 -8965 / Факс: + 82-31-427 -8964