

Aluno: Marcio Antoniassi RA 002115 E-mail: marcioantoniassi@gmail.com

Orientador: Prof. Dr. Yoshikazo Ernesto Nagai E-mail: yenagai@itelefonica.com.br

PROJETO: Construção de um dispositivo de baixo custo para estudo e determinação de resistividade em materiais semicondutores

• Descrição:

O projeto em questão visa a construção de um dispositivo para medir a resistividade em semicondutores. Para isso será utilizado o método de 4 pontas, onde os contatos serão fixados ao material semiconductor através de fusão com o elemento químico índio.

A preparação dos contatos ohmicos para medição da corrente e ddp, que atravessam o material semiconductor, será realizada da seguinte forma: na placa de silício dopado, de formato retangular, os quatro cantos serão limpos com material antioxidante e sobre o mesmo será depositado uma pequena quantidade de material índio. O conjunto será todo aquecido sobre uma placa quente em temperatura superior a 157 °C, pois o ponto de fusão do Índio ocorre em 156,6 °C. Como o ponto de fusão do Silício é superior a 1400 °C não ocorre problemas de alteração de suas características físicas.

Essa técnica de fixação dos contatos ohmicos é importante pois a fusão dos elementos não ocorre apenas na superfície, mas sim no nível atômico dos elementos.

Após a realização da primeira fusão, unindo os contatos de índio com silício, serão implantados os cabos para medição de corrente e ddp, realizando uma nova fusão de índio, para que os contatos e os cabos fiquem fixos ao material semiconductor.

O método de medição de resistividade conhecido como método de 4 pontas se caracteriza por medir a corrente que passa em duas pontas num determinado momento (ex. No sentido de 3 para 1) e a ddp nas outras duas (ex. Entre 4 e 2). A utilização das pontas em questão pode ser alterada para verificarmos a diferença que ocorre no sentido de passagem da corrente, conforme observamos na figura abaixo.

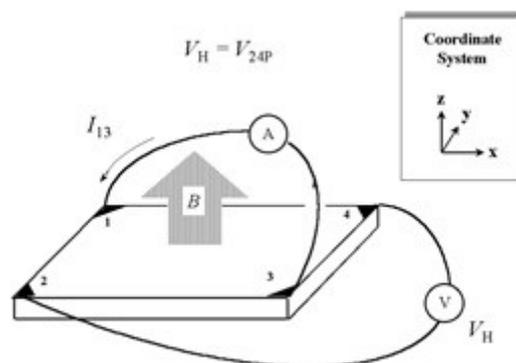


Figure 3

Através dessas pontas serão medidos corrente e ddp, obtendo-se o valor da resistência e por consequência calculando o valor da resistividade do material, de acordo com sua geometria.

Em complemento ao projeto, será projetado e construído uma fonte de corrente a qual

permitirá definir a corrente necessária que atravessará o material semicondutor e assim medir a resistividade do material.

- **Importância didática do trabalho**

Este trabalho permite mostrar uma alternativa simples e de baixo custo, para a medição de resistividade de materiais, auxiliando na determinação da concentração de portadores de carga e melhor compreensão dos elementos semicondutores, entendendo a física envolvida.

Atualmente, esses dispositivos são desenvolvidos por grandes empresas, que utilizam-se de técnicas de fotolitografia, evaporação e caldeiras tubulares a altíssimas temperaturas, para a formação do contato ôhmico, que permite medição de corrente e ddp.

Nesse projeto, usaremos a técnica de fusão de índio junto ao silício para a formação do contato ôhmico, o que pode ser feito de maneira mais prática e menos custosa.

O projeto em questão, envolvendo a construção do dispositivo permite o aluno aprender mais sobre a geometria, métodos de medição e funcionamento de dispositivos semicondutores.

- **Originalidade:**

Projeto já realizado no exterior, com publicação de artigo, conforme referencia 1.

- **Referências:**

1. Jed Brody, Zhiyong Dong, Tristan Dennen. *Am.J.Phys.* **74**(3), março 2006, p.240
2. Informações sobre técnicas de medição em <http://www.eeel.nist.gov/812/hall.html>
3. Concentração de portadores de carga em <http://www.solecon.com/sra/rho2ccal.htm>

- **Lista de materiais:**

Para o desenvolvimento do projeto serão utilizados uma placa de material semicondutor, solda de índio, voltímetro, uma base de sustentação para o dispositivo, resistência e componentes de uma fonte de corrente.

Todos os materiais que compõem o projeto serão doados ao Instituto de Física (IFGW), permanecendo a disposição de quem o necessitar, sob os cuidados do coordenador da disciplina de F 609 – Tópicos de Ensino de Física I.

Meu orientador, o Prof. Nagai concorda com os termos aqui estabelecidos para o projeto e declara que poderá dispor de todos os elementos necessários a menos de exceções indicadas embaixo.

Exceções: "Não há".

Sigilo: NÃO SOLICITA

COMENTÁRIOS DO ORIENTADOR: Se o projeto for bem sucedido poderá ser aproveitado em experimentos de F 740: Física Moderna. Poderá ser aproveitado também para o estudo do Efeito Hall.

Resultados atingidos e o que falta fazer.

Já foi construído o dispositivo contendo o material semicondutor com os contatos ôhmicos soldados através da fusão de índio, bem como adaptados os fios/conectores para coleta dos dados, através de medição de ddp e corrente.

A fonte de corrente foi montada, sendo necessária readaptar um resistor para obtenção de melhores dados, haja visto que a faixa de variação da corrente ainda ocorre para 0,5 a 2,0 A.

Assim, providenciaremos nova fonte de corrente, alterando-se alguns resistores.

Fotos da experiência no estágio em que se encontra.

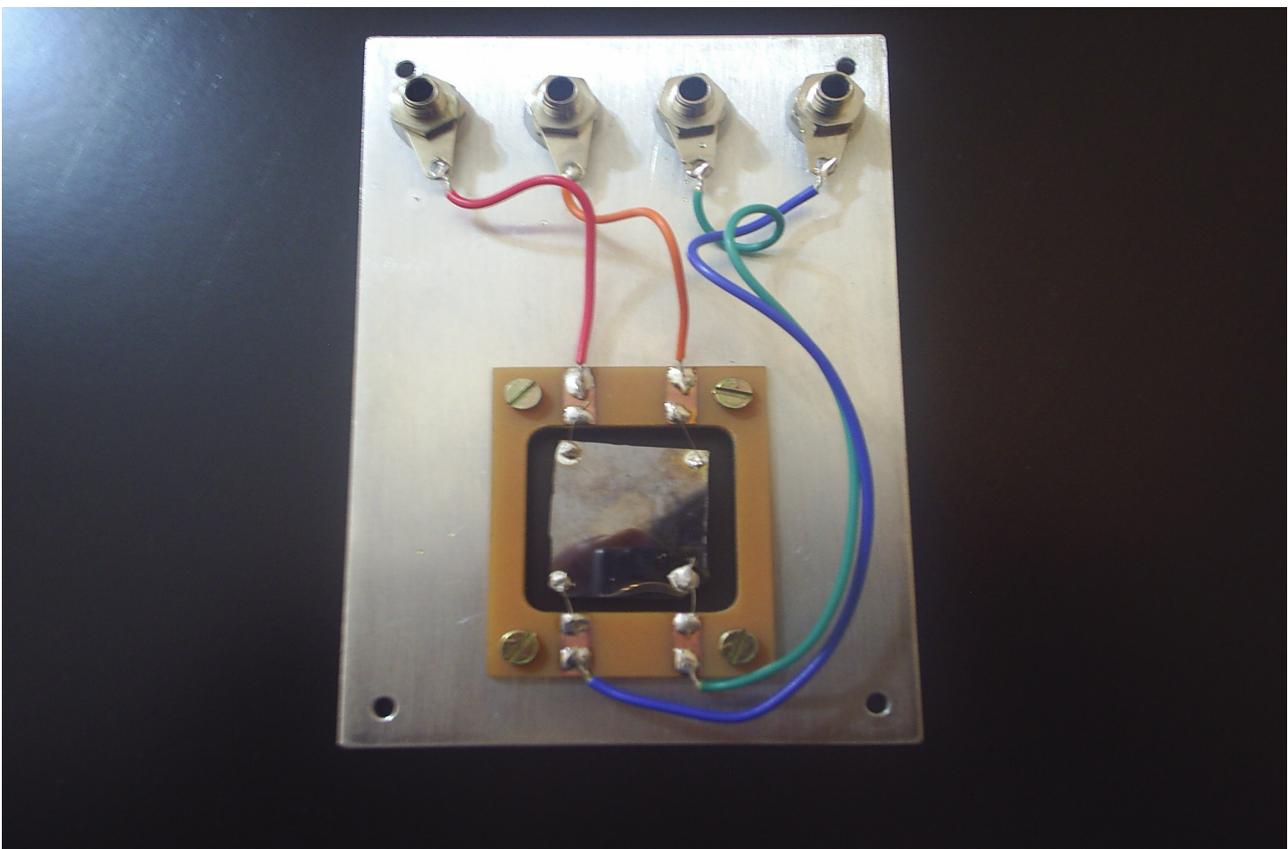


Figura 1. Foto mostrando a solda de índio nas extremidades da placa de silício

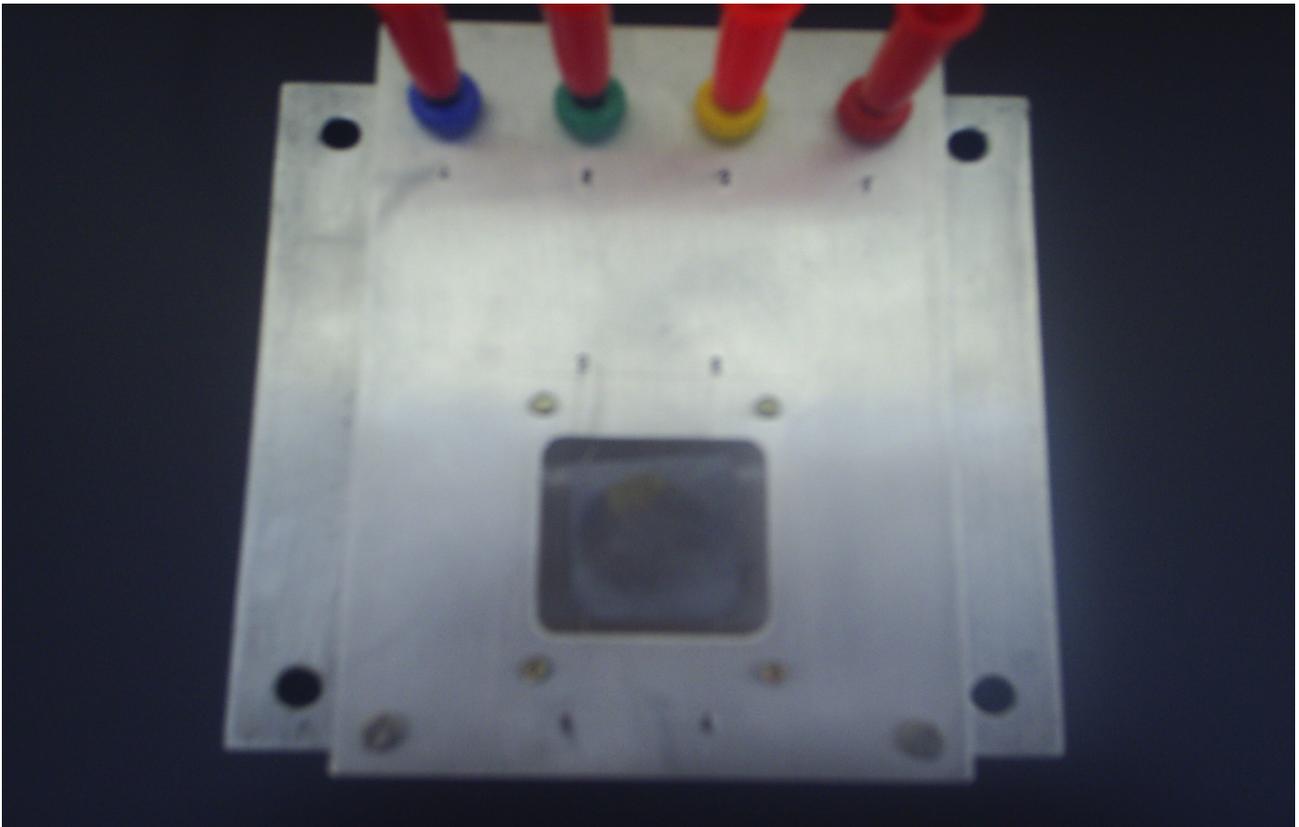


Figura 2. Foto mostrando o dispositivo contendo a placa de silício e os conectores para medida de corrente e ddp;

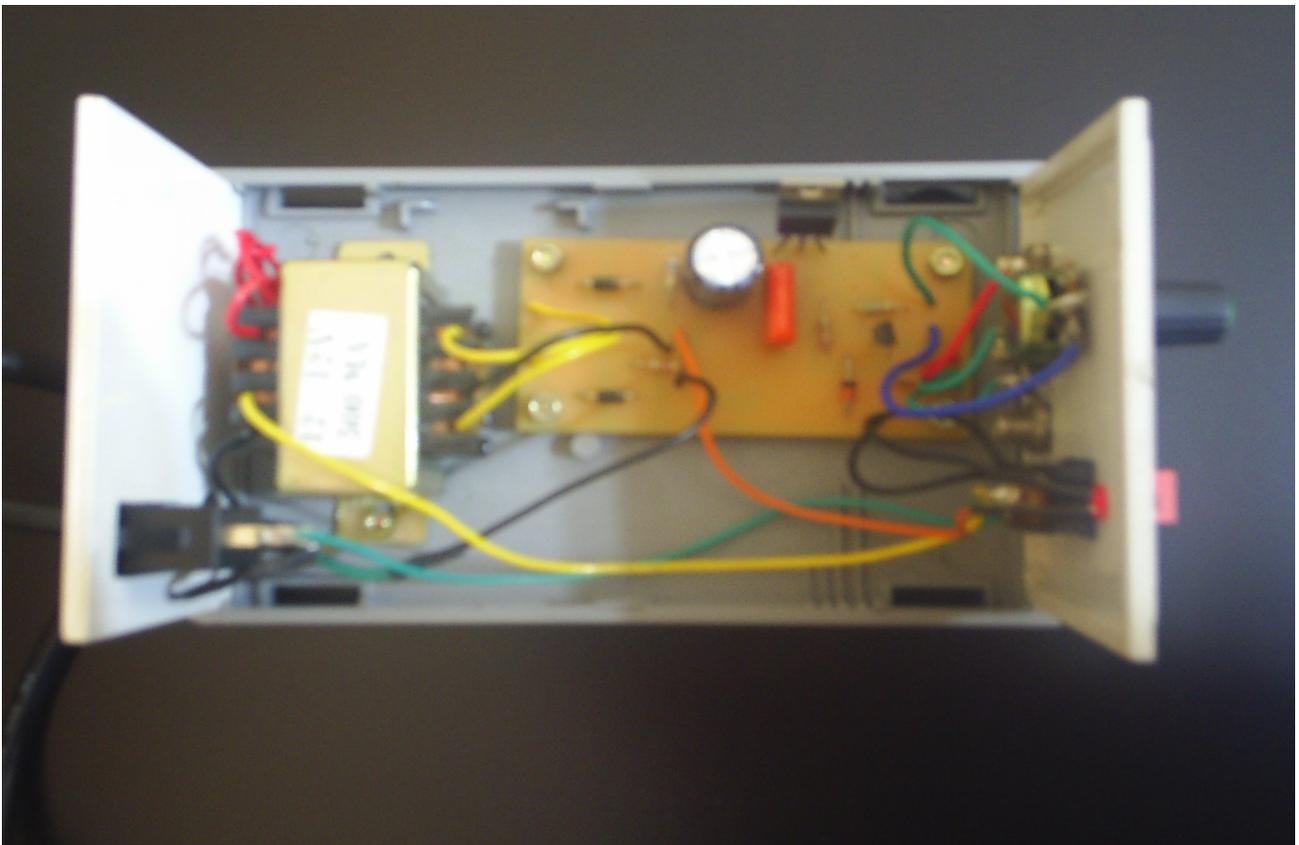


Figura 3. Foto mostrando a fonte de corrente atualmente utilizada

Dificuldades encontradas

Foram encontradas dificuldades no processo de solda, onde o material a ser fundido com o silício para a formação dos contatos ôhmicos, quando alcançava o ponto de fusão, assumia o formato esférico e soltava-se facilmente, devido a baixa área de contato. Isso pode ter ocorrido pela utilização de solução anti-oxidante para limpeza dos contatos. Com a utilização de uma tinta oxidante, o mesmo não ocorreu.

Referências

<http://www.solecon.com/sra/rho2ccal.htm>

The screenshot shows a web browser window displaying the Solecon Laboratories website. The page title is "Solecon Laboratories - Resistivity and Concentration Calculators - Mozilla Firefox". The URL in the address bar is "http://www.solecon.com/sra/rho2ccal.htm". The website has a navigation menu with links: Home, Technical Information, Q&A BBS, Analysis Request Forms, Estimates, Brochure, Employment, and Contact Us. The main content area is titled "Silicon/Germanium Resistivity and Carrier Concentration Calculators". It contains two paragraphs of text explaining the calculation methods for silicon and germanium carrier concentrations. Below the text is a JavaScript calculator interface with two sections: "Resistivity (ohm-cm)" and "Concentration (cm-3)". Each section has input fields for resistivity, output fields for P and N concentrations, and function buttons labeled "Get Si" and "Reset". A note at the bottom of the calculator interface states: "Show number using scientific notation to an accuracy of 2 decimal places." The browser's taskbar at the bottom shows the Windows start button, several open applications, and the system clock showing 01:28.

Home Technical Information Q&A BBS Analysis Request Forms Estimates Brochure Employment Contact Us

SOLECON LABORATORIES

Silicon/Germanium Resistivity and Carrier Concentration Calculators

To calculate silicon carrier concentration values, we use carrier mobility values derived from Thurber, Mattis, Liu, and Filliben, National Bureau of Standards Special Publication 400-64, *The Relationship Between Resistivity and Dopant Density for Phosphorus and Boron-Doped Silicon* (May 1981), Table 10, Page 34 and Table 14, Page 40.

To calculate germanium carrier concentration values, we use carrier mobility values derived from D. B. Cuttriss, Bell System Technical Journal (March 1961) Page 509

We hope you find the following JavaScript calculators useful.

Input	Output	Function Buttons
Resistivity (ohm-cm)	P Concentration N Concentration	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="button" value="Get Si"/> <input type="button" value="Reset"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="button" value="Get Si"/> <input type="button" value="Reset"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="button" value="Get Ge"/> <input type="button" value="Reset"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="button" value="Get Ge"/> <input type="button" value="Reset"/>
Concentration (cm-3)	P Resistivity N Resistivity	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="button" value="Get Si"/> <input type="button" value="Reset"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="button" value="Get Si"/> <input type="button" value="Reset"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="button" value="Get Ge"/> <input type="button" value="Reset"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="button" value="Get Ge"/> <input type="button" value="Reset"/>

Show number using scientific notation to an accuracy of 2 decimal places.

Note: N type silicon concentrations derived from resistivities less than 1e-3 are approximated, and will not agree with those from Thurber's formulas. At low concentrations, near the intrinsic level, no consideration is made for the effect of minority carriers.

Home Technical Information Q&A BBS Analysis Request Forms Estimates Brochure Employment Contact Us

start Solecon Laboratories ... http://webensino.uni... Mozilla Firefox Solecon Laboratories ... MarcioA_Nagai_RP.o... 01:28

http://www.eeel.nist.gov/812/hall.html

Hall Effect Measurements - Mozilla Firefox

Arquivo Editar Exibir Histórico Favoritos Ferramentas Ajuda

http://www.eeel.nist.gov/812/hall.html

Electronics and Electrical Engineering Laboratory
Semiconductor Electronics Division

NIST
National Institute of Standards and Technology

Hall Effect Measurements

I. Introduction

II. The Hall Effect

- Evolution of Resistance Concepts
- The Hall Effect and the Lorentz Force
- The van der Pauw Technique

III. Resistivity and Hall Measurements

- Sample Geometry
- Definitions for Resistivity Measurements
- Resistivity Measurements
- Resistivity Calculations
- Definitions for Hall Measurements
- Hall Measurements
- Hall Calculations

IV. Hall Worksheet and Algorithm Example

- Sample Hall Worksheet
- Worksheet with Typical Data
- Algorithm Example

V. References

VI. Bulletin Board

[Leave](#) or [View](#) Comments!

Navigation

- [Home](#)
- [About SED](#)
- [Projects/Facilities](#)
- [Tech. Activities](#)
- [Outputs](#)
- [Search](#)
- [EEEL Home](#)

Bob Thurber connecting cables to the sample holder for a Hall effect measurement.

NIST is an agency of the [U.S. Commerce Department](#)

[Privacy Policy](#)

Date created: 6/30/2005
Last updated: 8/14/2007

start | Hall Effect Measur... | http://webensino.uni... | Mozilla Firefox | Hall Effect Measur... | MarcoA_Nagai_RP.o... | 01:29