The Corbino disk

Autor(en): **Jaggi, R.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Helvetica Physica Acta**

Band (Jahr): **62 (1989)**

Heft 6-7

PDF erstellt am: **28.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-116079

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

THE CORBINO DISK

R. Jaggi, IBM Research Division, Zurich Research Laboratory
CH-8803 RÜSCHLIKON, Switzerland

Abstract: The electrostatic field distributions in Corbino disk and film geometries have been investigated within the framework of a hydrodynamic model. Owing to the absence of space charge, the Corbino disk allows a simple treatment of this problem. The thickness dependence of the effective conductivity is derived and compared with recent experimental data for thin $CoSi_2$ films.

We analyze transport phenomena within the framework of an electron-fluid model in which the Navier-Stokes equation and Maxwell's equations lead to a generalized Ohm's law [1]. After linearization we obtain for stationary conditions and zero magnetic field the symmetric relation between current density **J** and electric field **E**

$$\mathbf{J} - \alpha^{-2}\Delta\mathbf{J} = \sigma_0 (\mathbf{E} - \delta^{-2}\Delta\mathbf{E}) \quad , \tag{1}$$

where $\sigma_0 = N_0 \dfrac{e^2\tau}{m}$ = bulk conductivity

with N_0 = electron concentration
e = electron charge
m = effective mass
τ = relaxation time

$\alpha^{-1} = \left(\dfrac{\eta\tau}{N_0 m}\right)^{1/2}$ = adherence length

with η = viscosity coefficient

$\delta^{-1} = \left(\dfrac{\varepsilon_0 \varepsilon \zeta}{N_0 e}\right)^{1/2}$ = Debye length

with $\varepsilon_0 \varepsilon$ = permittivity
ζ = electrochemical potential.

Exact solutions of equation (1) can be easily derived for simple geometries. The Corbino disk (inner and outer radius a and b, thickness $d = 2z_0$) allows an especially simple formulation since no space charge occurs. In short, we obtain for the conductance in the entire range of $z_0 = d/2$

$$G(z_0) = 4\pi\sigma_0 \frac{z_0}{\ln \frac{b}{a}} \left[1 - \frac{\tanh \alpha z_0}{\alpha z_0} \right] .$$

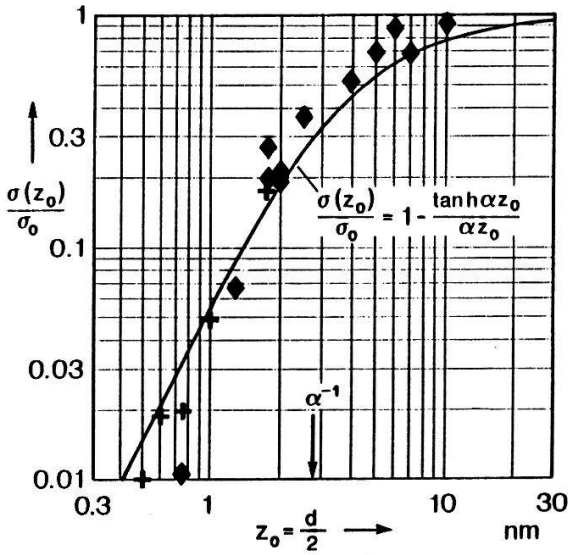
If we define an effective conductivity

$$\frac{\sigma(z_0)}{\sigma_0} = \frac{G(z_0)}{G(z_0 \to \infty)} = 1 - \frac{\tanh \alpha z_0}{\alpha z_0} ,$$

we obtain within the limits of thin and thick samples, respectively,

$$\alpha z_0 \ll 1: \quad \frac{\sigma(z_0)}{\sigma_0} = \frac{\alpha^2 z_0^2}{3} ,$$

$$\alpha z_0 \gg 1: \quad \frac{\sigma(z_0)}{\sigma_0} = 1 - \frac{1}{\alpha z_0} \quad \text{(Nordheim rule).}$$



The effective conductivity above is also a first approximation for the case of a rectangular plate of thickness $d = 2z_0$. As shown in the figure, this conductivity represented by the solid line is found to fit experimental data (total conductivity $\sigma(z_0)$ at $T = 4.2$ K normalized by the bulk residual conductivity $\sigma_0 = 4.255 \times 10^7\ \Omega^{-1}\mathrm{m}^{-1}$) of thin $CoSi_2$ films [2] for a value of the adherence length $\alpha^{-1} = 2.4$ nm.

We are now investigating the significance of our phenomenological approach (1) as compared to microscopic quantum-mechanical approaches [3].

References

[1] R. Jaggi, Helv. Phys. Acta 53, 257 (1980).

[2] J.Y. Duboz, P.A. Badoz, E. Rosencher, J. Henz, M. Ospelt, H. von Känel and A. Briggs, Appl. Phys. Lett. 53, 788, (1988).

[3] G. Fishman and D. Calecki, Phys. Rev. Lett. 62, 1302 (1989).