

低温物理学

2009年5月7日

物性研究所

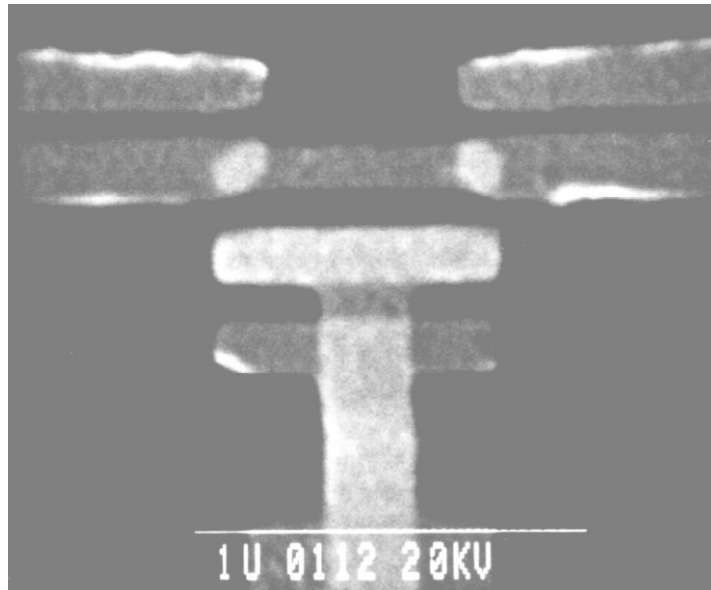
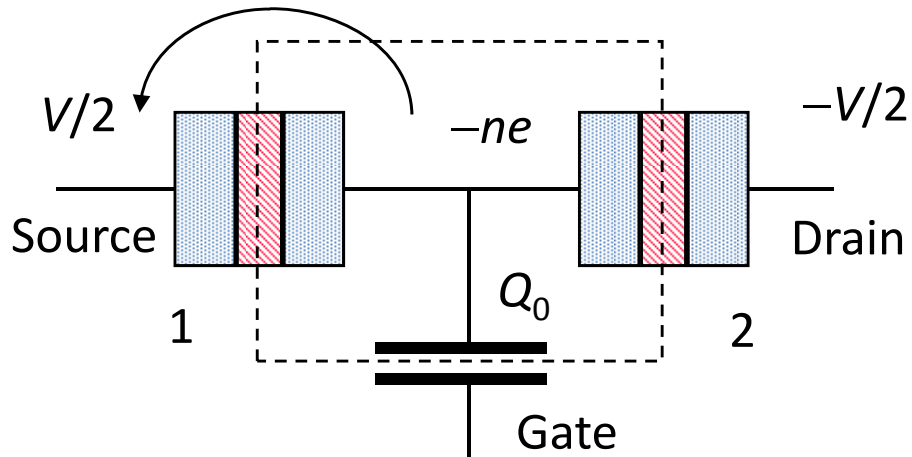
勝本信吾

SETはどれくらいのサイズか？





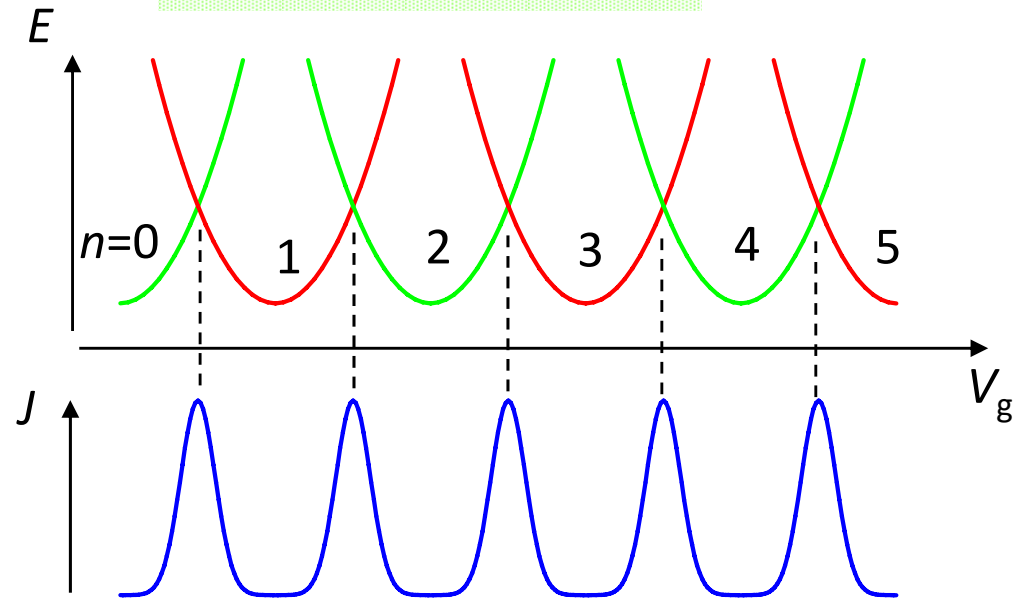
単電子トランジスタ



$$V=0 \quad \phi = \frac{C_g V_g - ne}{C_s}$$

$C_g V_g = Q_0$ に関しては、すべてゲート電源に負わせることが可能。

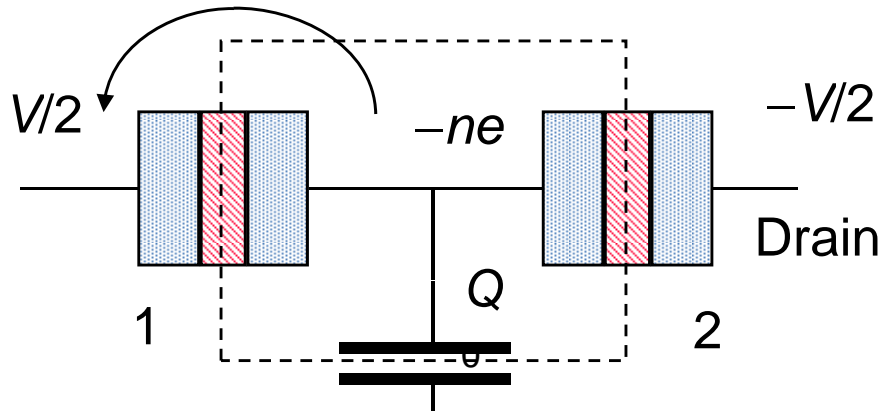
$$H = \frac{1}{2C_s} (ne - C_g V_g)^2$$



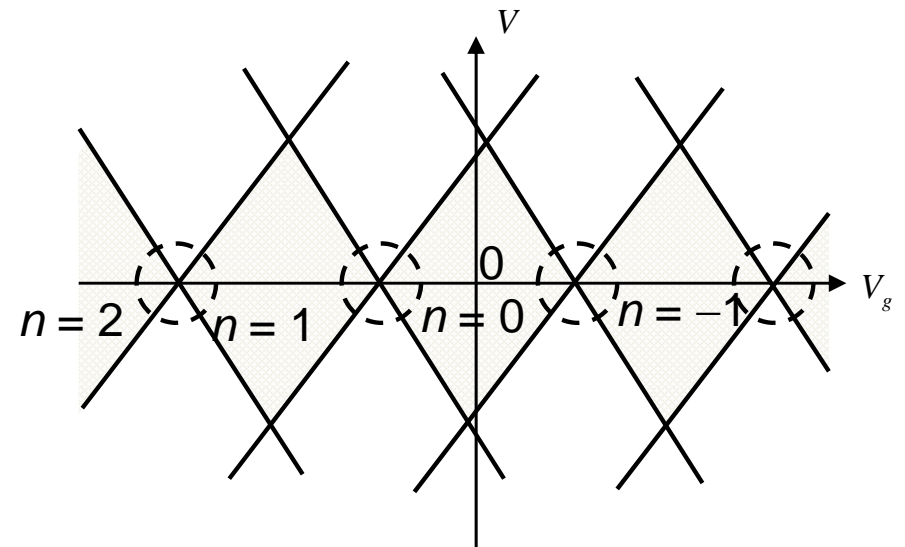
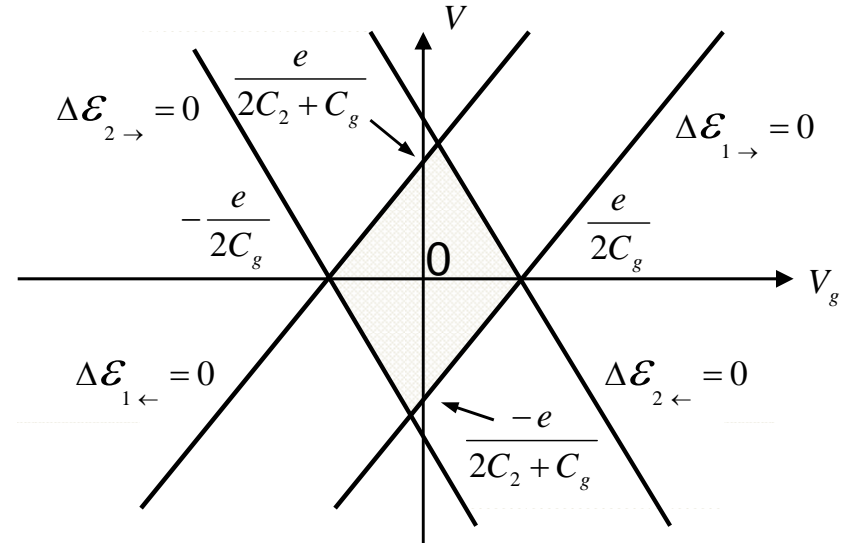
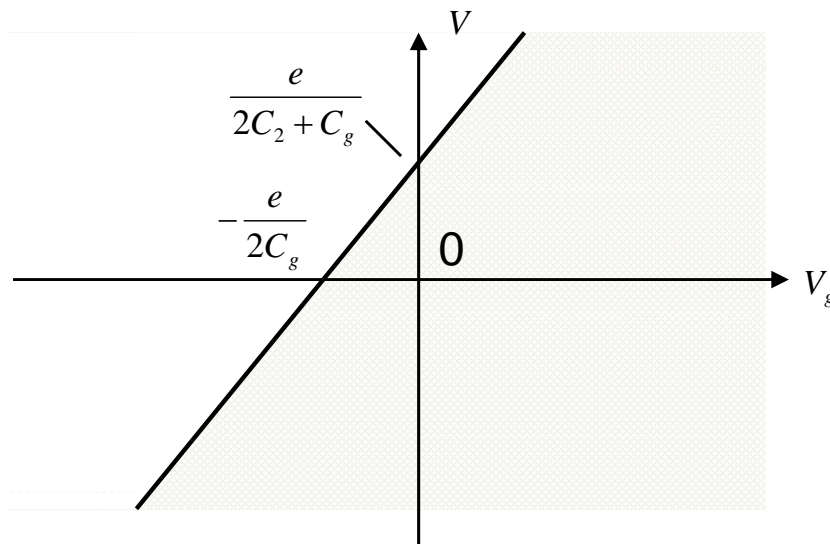
Coulomb oscillation



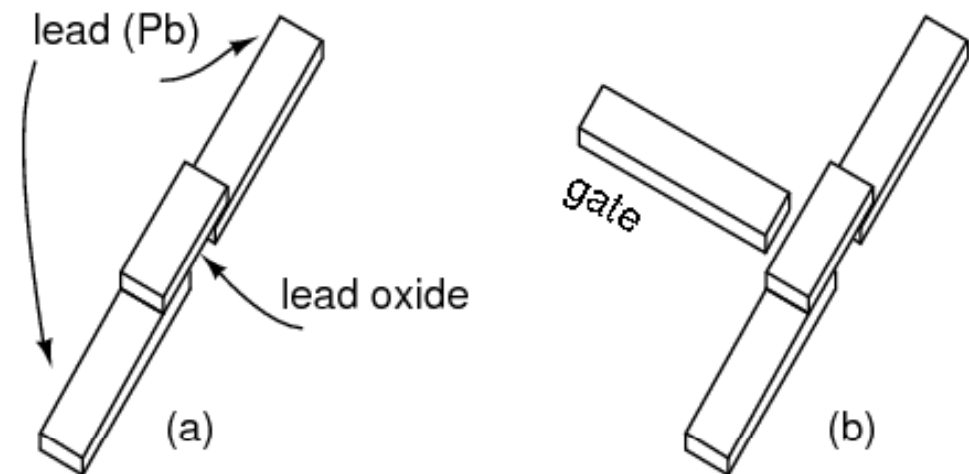
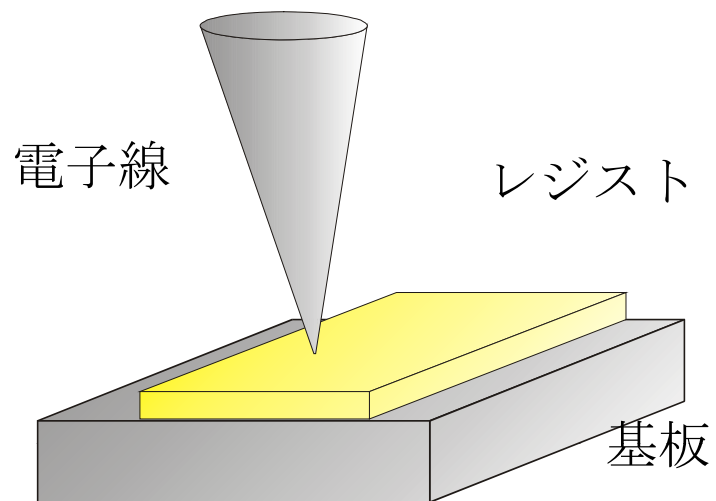
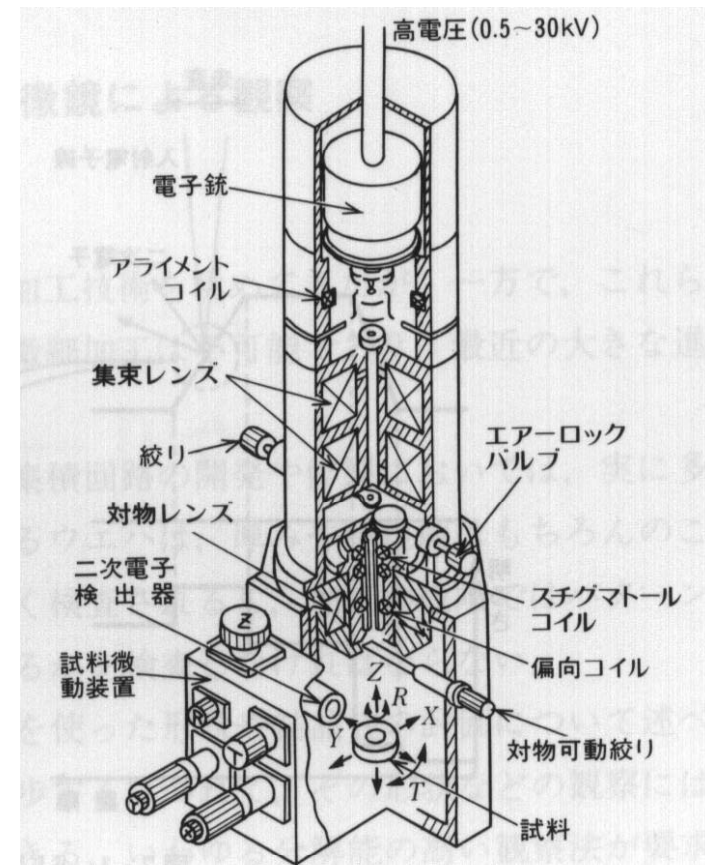
Coulomb Diamond



$$\Delta\mathcal{E}_{1\leftarrow} = \frac{e}{C_S} \left[e \left(\frac{1}{2} - n \right) - \left(C_2 + \frac{C_g}{2} \right) V + C_g V_g \right]$$

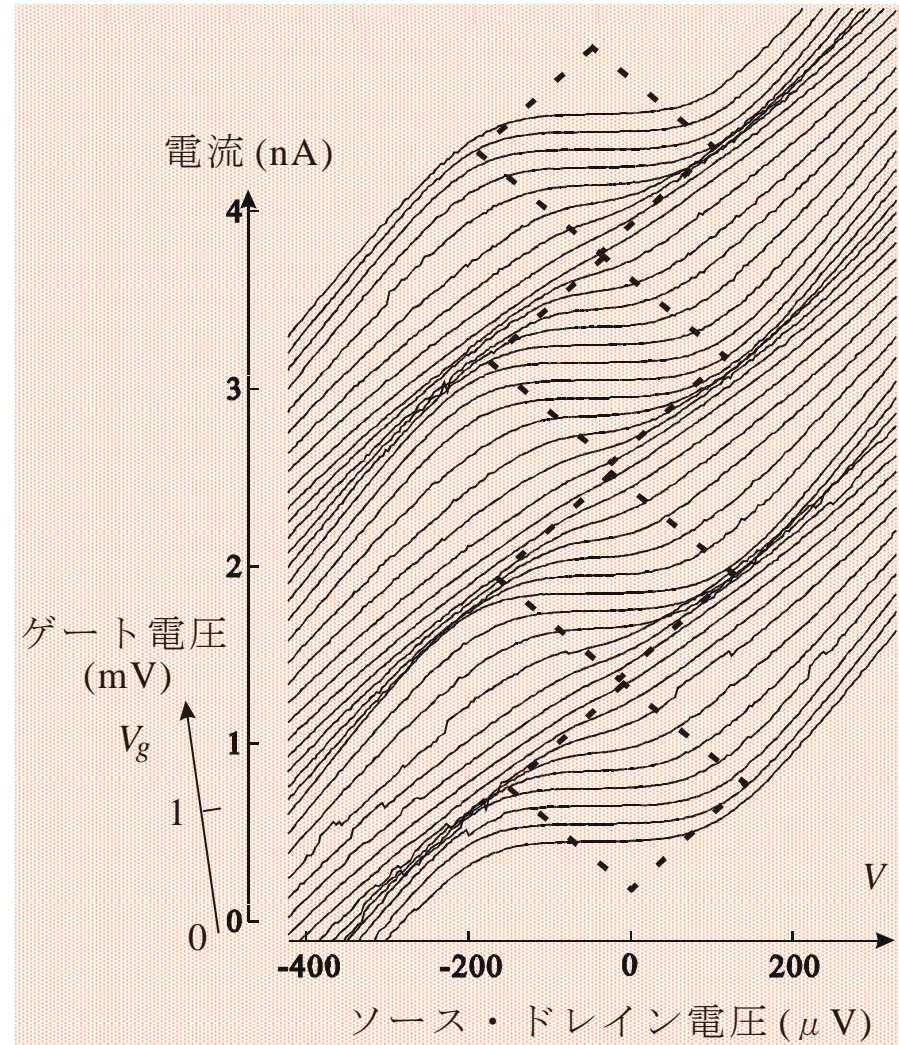
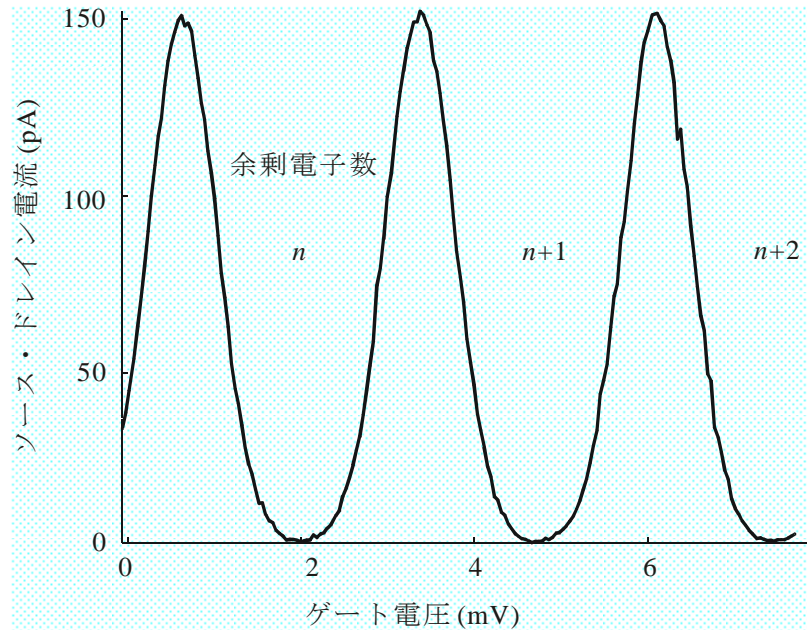
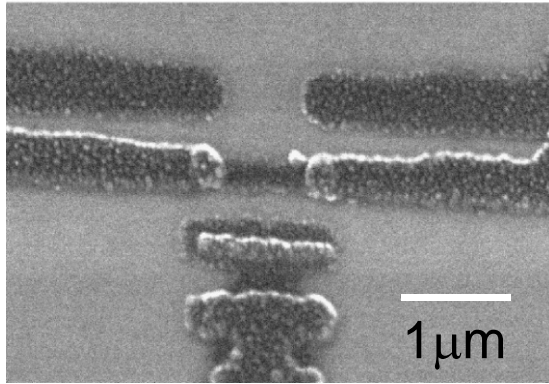


電子線リソグラフィ



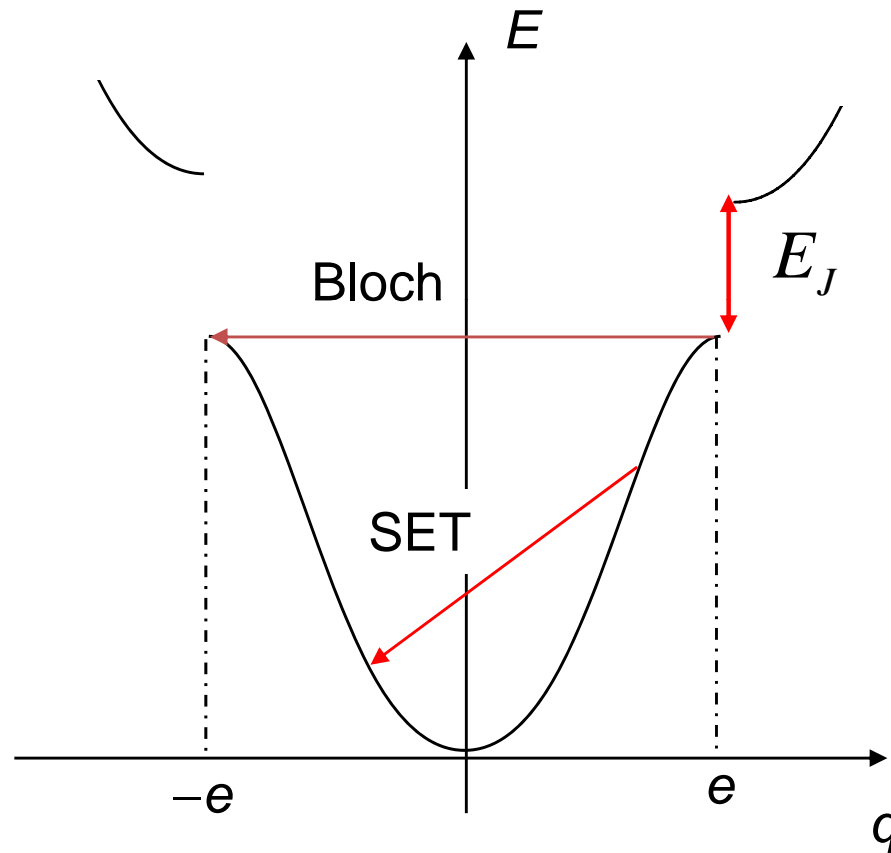


金属単電子トランジスタのクーロン振動・ クーロンダイヤモンド





q空間での超伝導微小接合



超伝導単電子トランジスタ

Electrostatic energy + Josephson energy

$$H = E_C (n - n_g)^2 - E_J \cos \varphi$$

quantization $\hat{n} \leftrightarrow -i \frac{\partial}{\partial \varphi}$

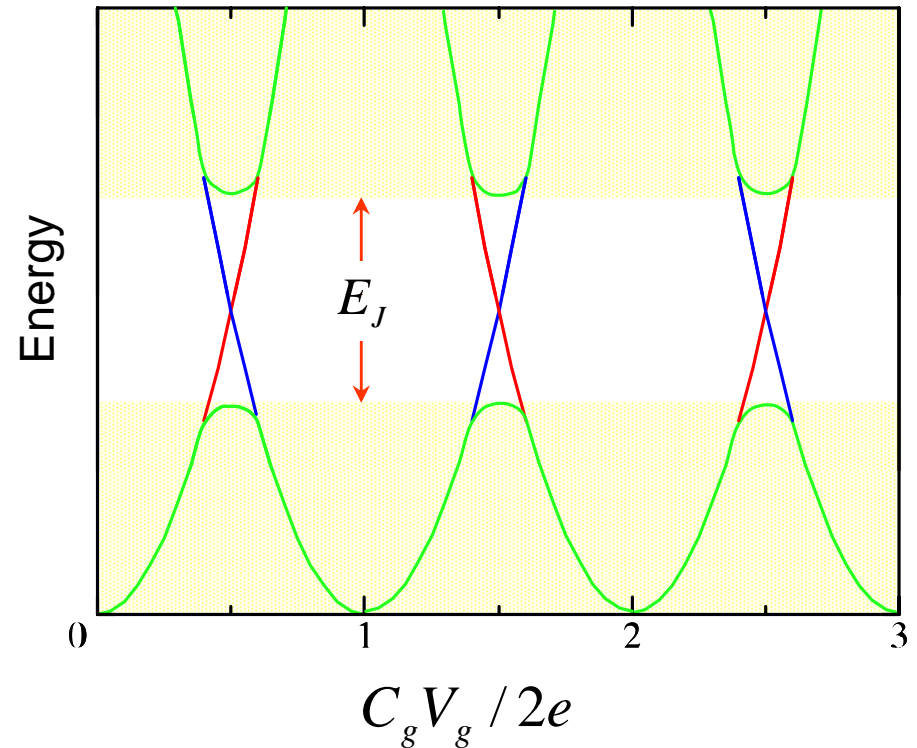
$$\hat{H} = -E_C \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} - E_J \cos \varphi$$

φ 表示 : 1次元周期ポテンシャル
中の粒子

期待される現象

2つのn状態の間でのコヒーレンス振動
Bloch振動

n 表示

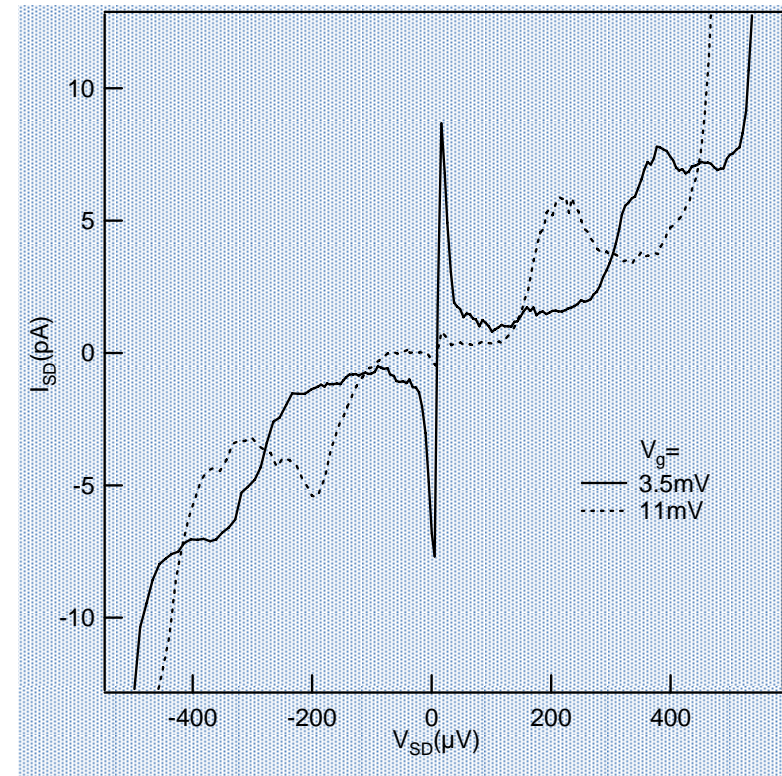
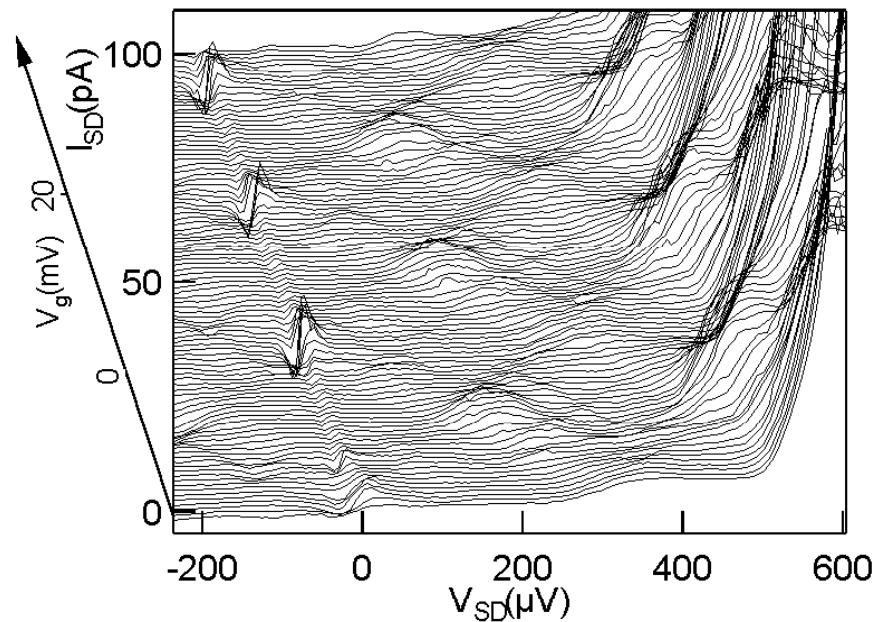




超伝導電流の制御

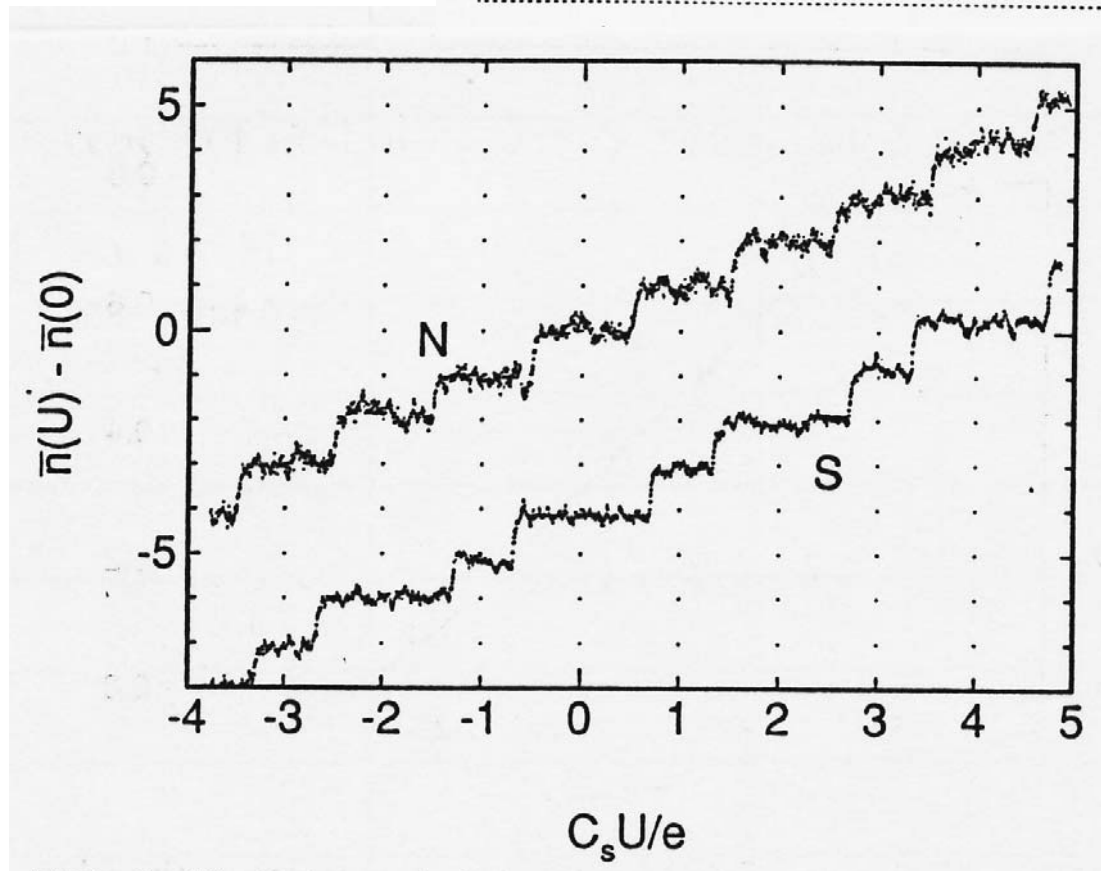
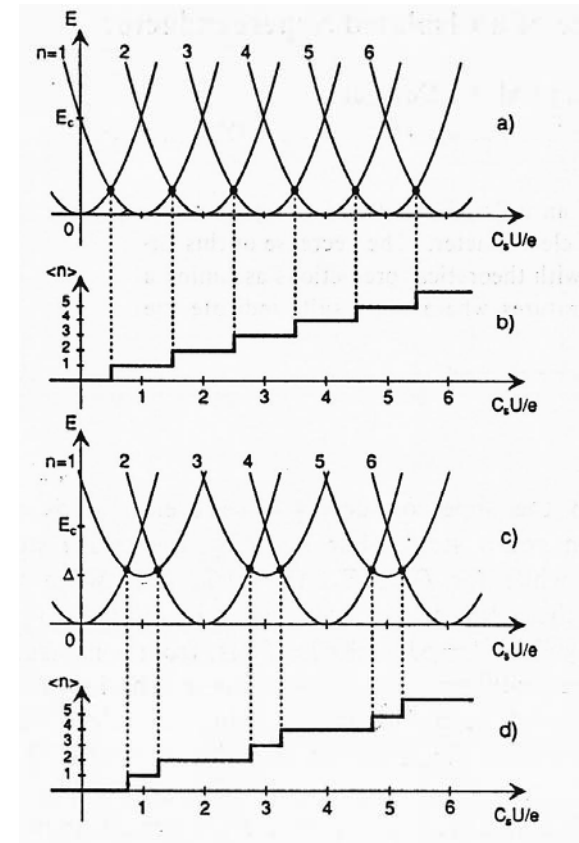
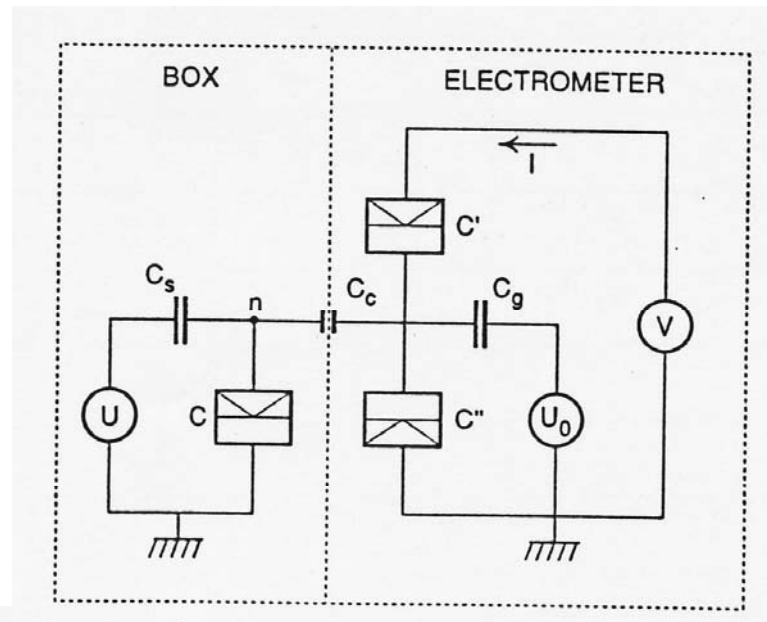
$$J_{\text{Max}} = \frac{2e}{\hbar} \frac{E_1 E_2}{2E_J} \sin \theta$$

$$J_{\text{Min}} = \frac{2e}{\hbar} \frac{E_1 E_2}{4E_C} \sin \theta$$





超伝導 Coulomb島



P. Lafarge et al.
Phys. Rev. Lett. **70**,
994 (1993).