

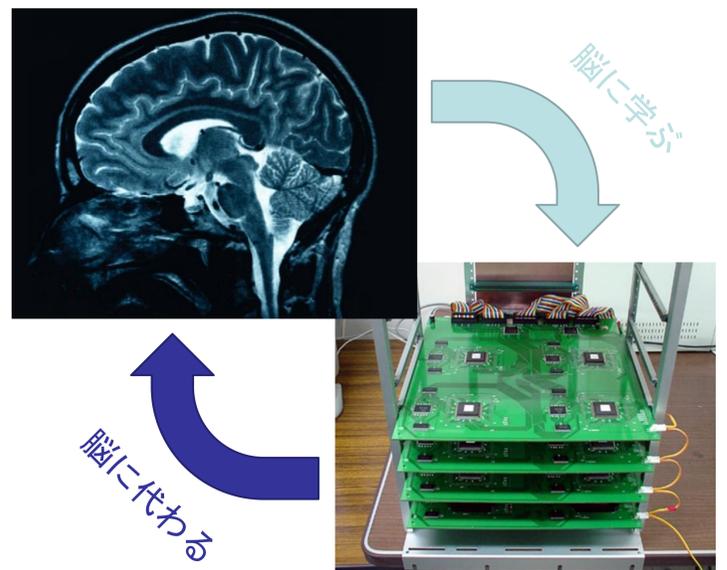
研究スタッフ

教授： 佐藤 茂雄、 准教授： 櫻庭 政夫
 助教： 秋間 学尚

研究目的

最新のLSIには、微細加工技術の進歩により、数億個のトランジスタが搭載されるようになってきています。かつては夢物語だった「人間の脳をトランジスタを使って実現する」ことも今では現実味を帯びてきています。

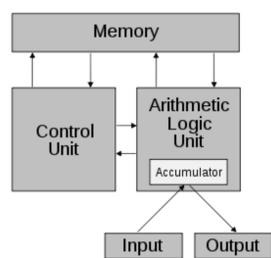
本研究室では、原子サイズで制御された半導体を用いて、脳を実現する研究を進めています。この研究を進めることで、今のコンピュータに比べ人に優しい脳型コンピュータが実用化できると考えています。



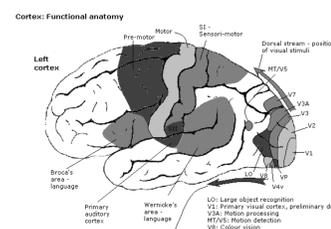
主な研究テーマ

1. 脳型計算機のプロトタイプ実現

実世界に対応しうる脳型計算機の工学的実現のためには、関係するプロセス技術、デバイス技術、回路技術、並びに計算機アーキテクチャの開発が必要不可欠であり、本研究室では、脳型計算機を構成するために必要なナノ集積化プロセス・デバイス技術の開発を軸に、この分野において先導的な役割を果たすべく研究を進めています。



フォン・ノイマン型アーキテクチャ



脳の階層構造と機能局在



ニューロチップ

興奮的結合 $W = \begin{pmatrix} 0 & w \\ w & 0 \end{pmatrix}$ $H_F = \begin{pmatrix} E & 0 & 0 & -A \\ 0 & E & 0 & 0 \\ 0 & 0 & E & 0 \\ -A & 0 & 0 & E \end{pmatrix} \begin{matrix} |00\rangle \\ |01\rangle \\ |10\rangle \\ |11\rangle \end{matrix}$

抑制的結合 $W = \begin{pmatrix} 0 & -w \\ -w & 0 \end{pmatrix}$ $H_F = \begin{pmatrix} E & 0 & 0 & 0 \\ 0 & E & -A & 0 \\ 0 & -A & E & 0 \\ 0 & 0 & 0 & E \end{pmatrix} \begin{matrix} |00\rangle \\ |01\rangle \\ |10\rangle \\ |11\rangle \end{matrix}$

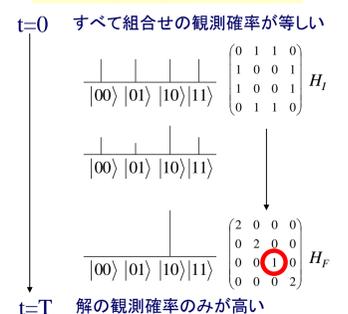
興奮的結合 抑制的結合 $W = \begin{pmatrix} 0 & -w & w \\ -w & 0 & -w \\ w & -w & 0 \end{pmatrix}$ $H_F = \begin{pmatrix} E & 0 & 0 & 0 & 0 & -A & 0 & 0 \\ 0 & E & -A & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -A & E & 0 & -A & 0 & 0 & -A \\ 0 & 0 & 0 & E & 0 & -A & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -A & 0 & E & 0 & 0 & 0 \\ -A & 0 & 0 & -A & 0 & E & -A & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -A & E & 0 \\ 0 & 0 & -A & 0 & 0 & 0 & 0 & E \end{pmatrix} \begin{matrix} |000\rangle \\ |001\rangle \\ |010\rangle \\ |011\rangle \\ |100\rangle \\ |101\rangle \\ |110\rangle \\ |111\rangle \end{matrix}$

人工神経回路の手法によるハミルトニアン
の構成法

ハミルトニアンをゆっくりと(断熱的に)変化させ目的のコスト関数に近づける (Farhi et al. 2001)

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \psi(t) = H(t) \psi(t),$$

$$H(t) = \left(1 - \frac{t}{T}\right) \times H_I + \frac{t}{T} \times H_F$$



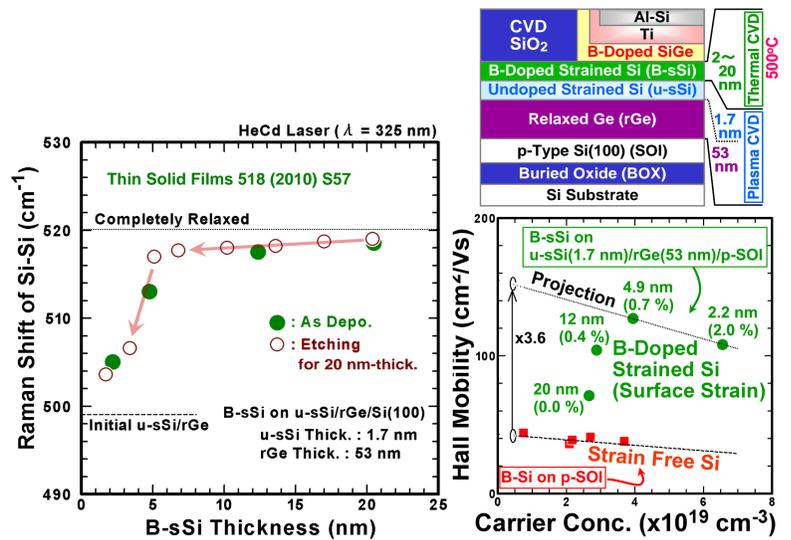
断熱的量子計算とその例

2. ニューロ様量子計算

人工神経回路の手法と、ハミルトニアンを断熱的に変化させた量子計算アルゴリズムにより、脳型計算と量子計算の両者を包含する新しい計算原理を提案しています。

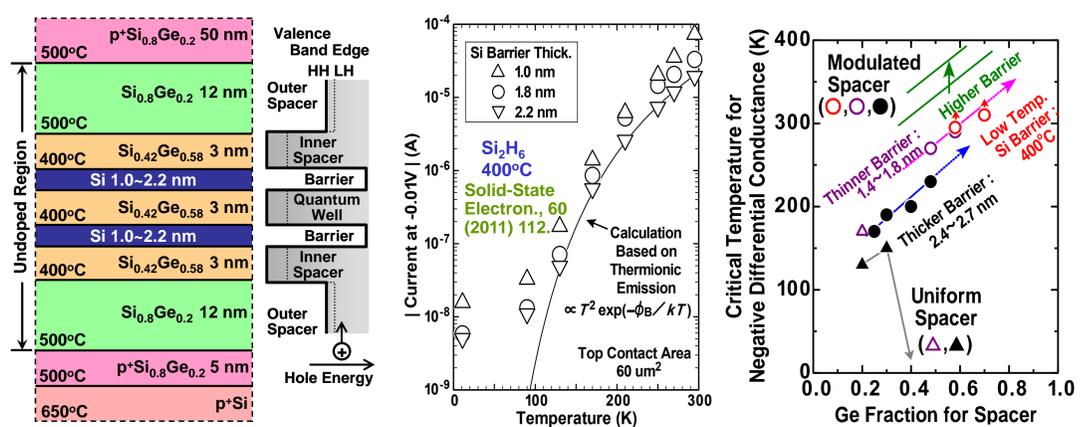
3.原子層制御プラズマCVDプロセス

基板非加熱プラズマCVDで実現した高平坦歪緩和Ge基板を用いることにより、高キャリア移動度の高度歪BドーピングSi極薄膜形成を可能にしました。



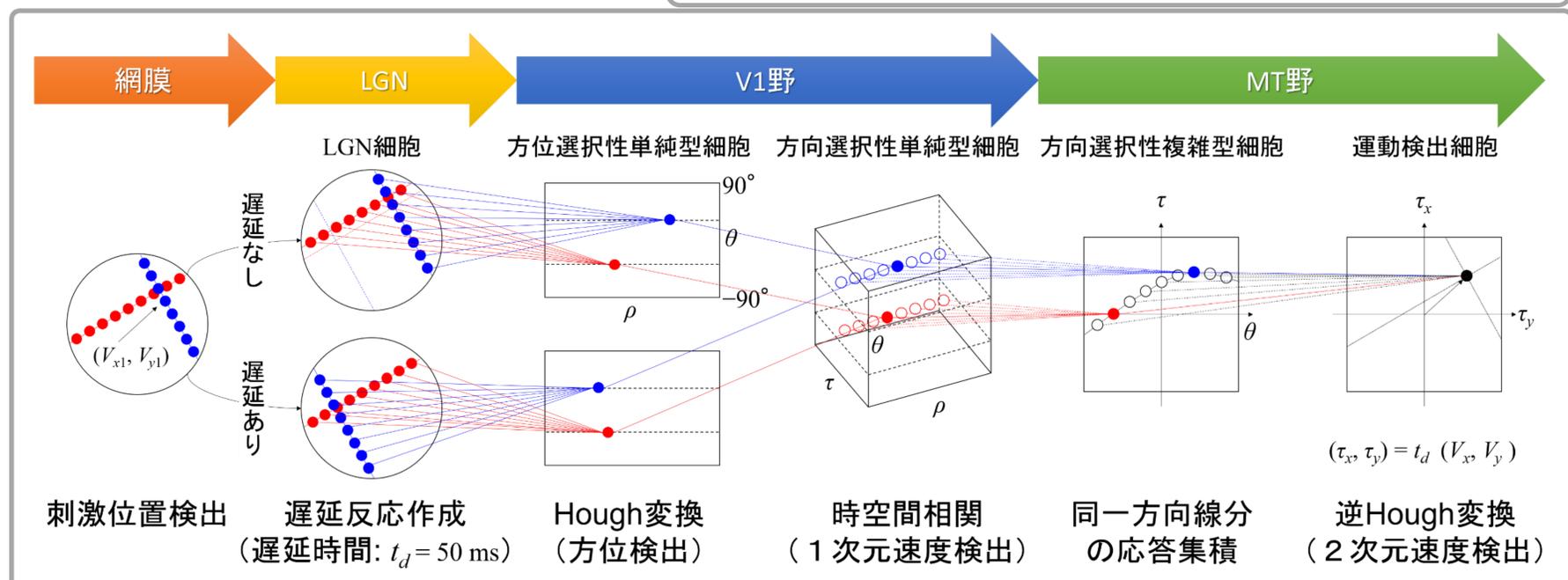
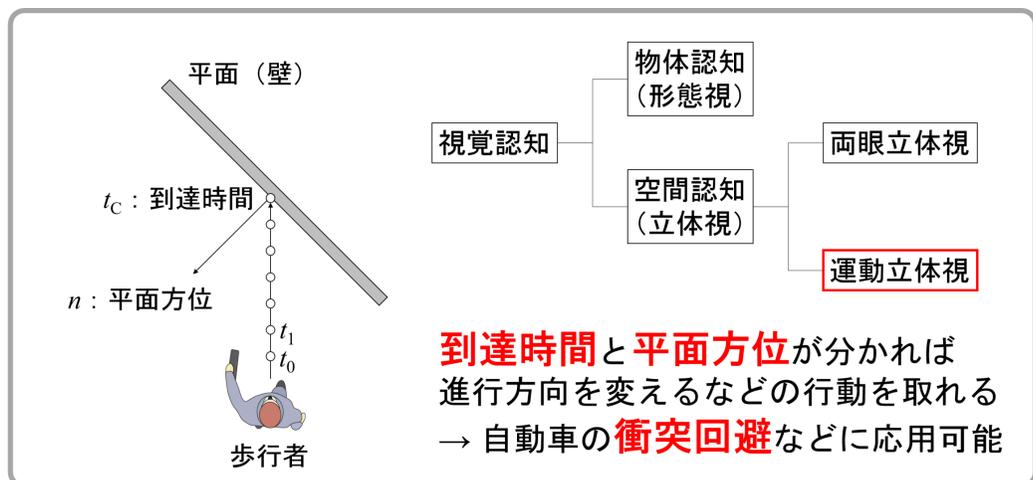
4.高度歪ヘテロ構造による共鳴トンネルダイオード製作

高性能SiGe系共鳴トンネル素子では、ナノメートルオーダー厚のヘテロ構造が必須であり、原子オーダーでのヘテロ界面平坦性制御とともに高障壁材料の導入が不可欠となることを示しました。



5.脳の視覚情報処理に基づいた空間認識システムの構築

局所運動を検出するV1野とMT野、及び局所運動を統合して移動平面の方位と到達時間を検出するMST野の神経網モデルに基づき、運動視により空間認識を行うシステムの開発を行っています。



産学連携を希望するテーマ例

- ・ 原子層制御プラズマCVDプロセスに関する研究
- ・ 脳の視覚情報処理に基づいた空間認識システムに関する研究