新型光半導体素子と素粒子実験

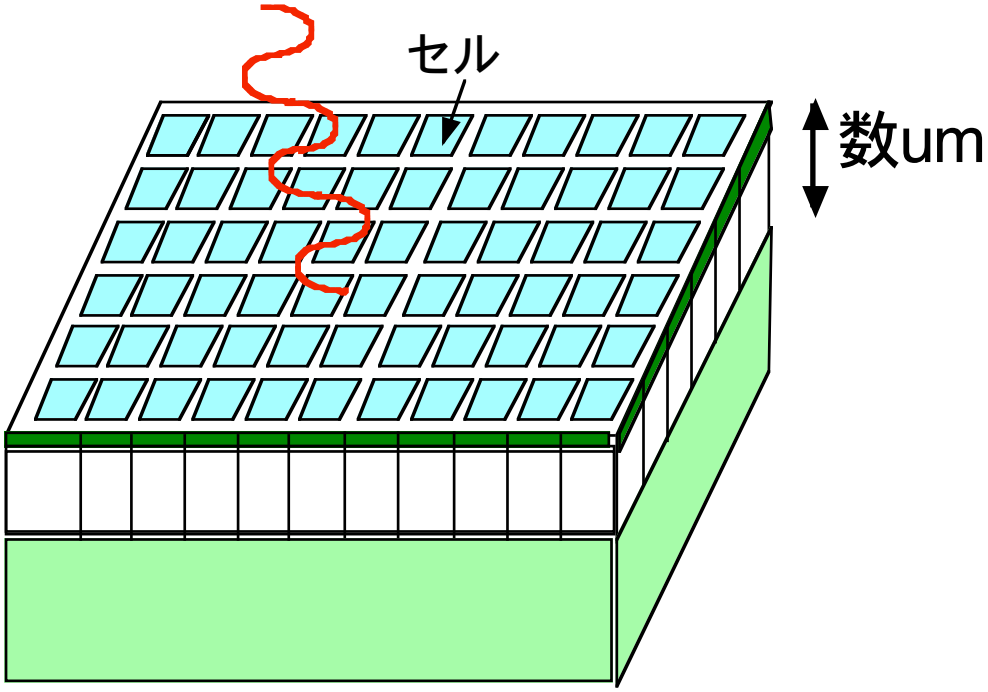
信州大学理学部 物理科学科 長谷川庸司･魚住聖･ 竹下徹

半導体の光センサー（入ってくる光を感じて電気信号を発生する素子）で常温で入ってくる光の個数を1,2,3,4,と数えることのできる素子を浜松ホトニクス社と共同で開発しました。これは最近の半導体技術のたまものです。

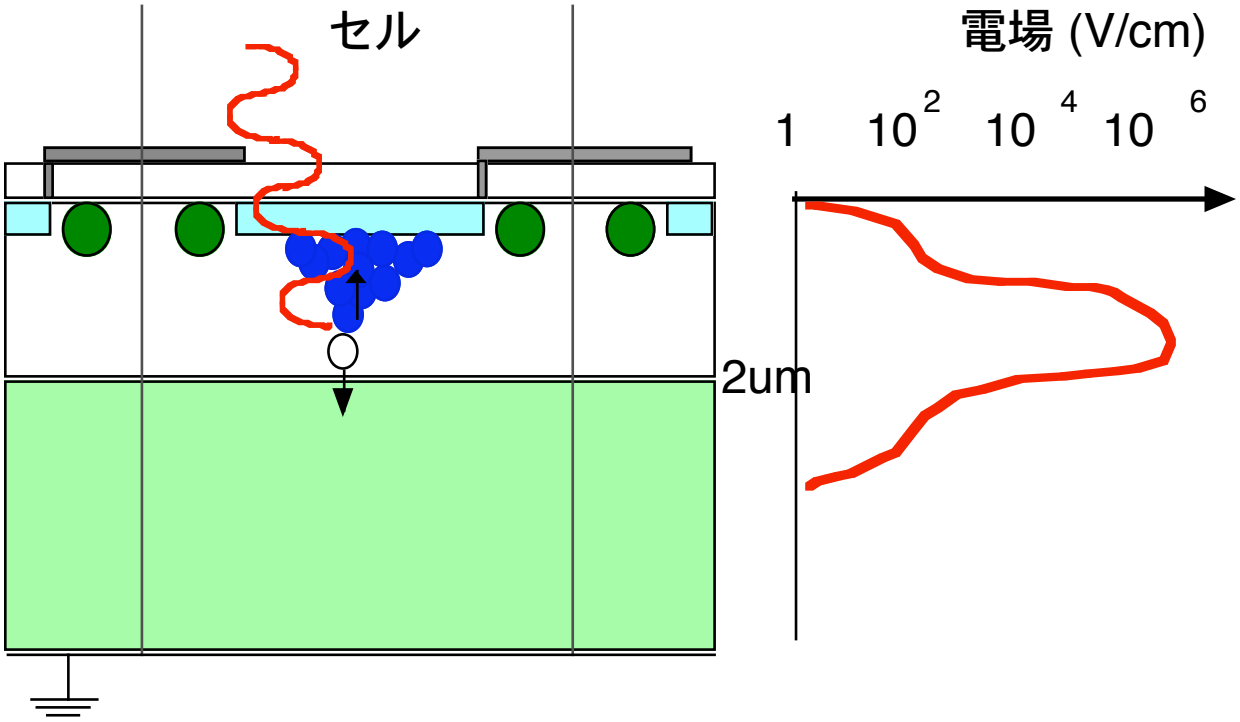
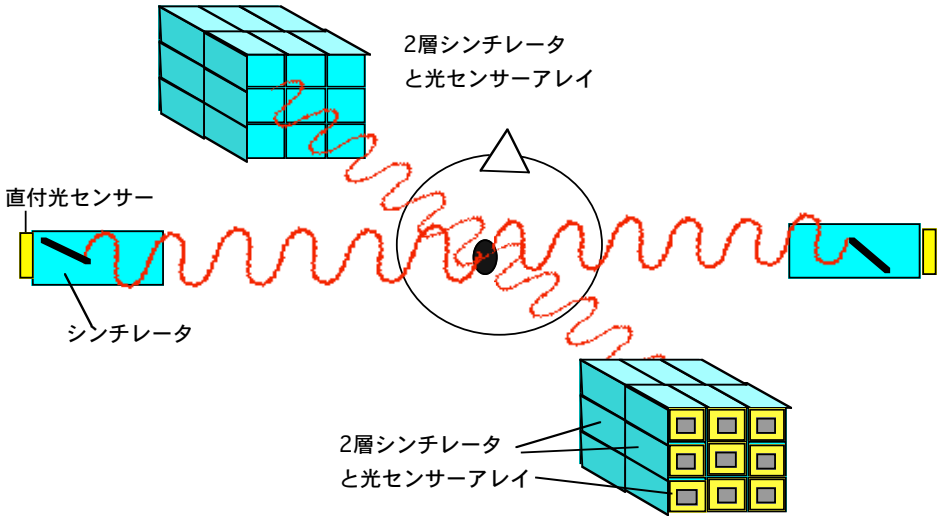
動作原理は、通常常温では熱電子（半導体中では電子がうようよ動き回っており、どれでも信号になることができます、これを熱に浮かされて出てきたにせの信号を作る電子といういみで熱電子といいます）のノイズためうまく動きません、つまりにせ熱電子と本物の区別がつかないのです。そこで私たちは電子の出所を小さく区切りました。実際25ミクロン角（1mmを40個に分けました、これを縦横で実行しますので、1mm角に1600の区画（セルと呼びます）セルができます。これにより熱電子の影響を最小限に押さえ、かつもう一つ高い電子の増倍率を稼ぐために最大限薄い層に高い電圧をかけることに成功しました。

すなわち、1個のセルは、光を1個受けると、電子を一つ作り出します。さらのその電子は電場に引かれて途中で他の原子を励起あるいはイオン化して進み、電子数はどんどん増えてゆきます。最終的極限まで増幅されます。つまり小さなセル1個1個が独立に光に入射をとらえます。最終的にすべての信号の和で入射光の個数を数えることができます。

その模式図を示します。



この素子は、光を1個1個捕まえて電気信号を作り出すことができるため、光の数を数える光カウンターと名付けました。実際の大きさは実面積が 1mmx1mmの小さなものです。素粒子実験ではこれを1千万個使った測定装置を計画しています。



この小ささを利用して新型のPETの開発も行っています。PET は Position Emission Tomographyの略でガンの位置を診断する医療装置です。ガンは大変活動の活発な細胞で大きなエネルギー代謝をしています。これに特殊な糖を与えるとガンの場所が一目で分かります。この糖はpositionを放出するフッ素の同位元素を含みます。ガン細胞に糖が集まり、その糖からpositionが出ると、ガン中で2つの光に対消滅します。PETはこの対消滅から出てくる2つの反対方向の光子を同時に計測し、その方向からガンの位置情報を読み出します。多数の光子の重ね合わせでガンの画像を得ることができます。最小の光センサー用いることにより、ガン位置の精度は最も良くなります。これにより次世代PETを作りだそうとしています。素粒子実験が追い求める高性能もこんな利用法ができるという例です。