

●地球規模での脱炭素社会の実現は人類の永遠のテーマです。

京都地球温暖化防止会議 (COP3) が1997年12月に開催されてから25年になります。

今後さらに人類の共通理念として環境を大切にしていこうという活動がさらに加速される事になるでしょう。

今では太陽光パネルをビルの屋上や住宅の屋根に組み込む事を奨励する事が普通になりました。

太陽電池だけでなく、電気自動車から自動走行車まで、人工知能を組み込んだ、人間にやさしいシステム(AIPS*)はすべて半導体電子部品の塊です。

今後、半導体電子デバイス産業は「産業のコメ」として国家戦略として非常に重要な存在となります。

資源の乏しい日本にとっては、エネルギー政策と食料政策は永遠の課題です。

今後、そんな中で半導体電子デバイス産業を支える日本の技術力に期待される事は大きいです。

特に光エネルギーを効率よく電気エネルギーに変換する半導体電子デバイスの基本構造と動作原理についてわかりやすく説明する事を狙いとしています。

科学技術に関心ある若い世代だけでなく一般社会人の皆様にも半導体電子デバイスの楽しさを感じていただければ幸いです。

Arthur H. Compton (1892~1962), while at Washington University at St. Louis found that x-rays increase in wave length when scattered, which he explained in 1923 on the basis of the quantum theory of light.

- 人間の心臓は1分間に約60回鼓動します。これがだいたい1秒という時間単位に近い値です。
- 次は光です。光の速度(c)はどこでも同じです。動いている人も、静止している人も一定値(c)を取ります。1秒間に進む光が進む距離(約地球をまわりを7周半)を基準にして、距離の単位が定義できます。
- 光は速度が一定であるエネルギーの粒子です。光子(photon)と呼びます。光は電磁波でもあります。光は粒子の性質をだけでなく、波の性質を持ち、波長(λ)と周波数(f)の間には、 $c = \lambda f$ の関係があります。
- 光は周波数(f)に比例するエネルギー量 $E = hf$ を持ちます。比例定数(h)をPlanck定数と呼びます。
- 光はまた3次元空間ベクトル量の運動量 $(P)_3 = h \cdot (K)_3 = h \cdot (Kx, Ky, Kz)$ を持ちます。
- 光はまた4次元時空間ベクトル量 $(光)_4 = h \cdot (f, Kx, Ky, Kz)$ を持つ4次元時空間粒子でもあります。
- 重力のない宇宙空間の真空の中では、光は永遠に Wave Vector $(K)_3$ の定義する方向にまっすぐに進みます。
- 宇宙空間にさまよう原子核に光子が遭遇しますと、電子と反電子のペアが生まれる場合があります。
- もとの光子には電荷量(Q)がありませんが生まれた電子は $(-q)$ の電荷を、反電子は $(+q)$ の電荷を持ちます。電荷Qや質量Mや運動量P等には保存則が成立します。電子も反電子も光と同様に4次元時空間素粒子です。
- 電子は正(プラス)の質量(+m)とエネルギー量(+E = +mc²)と運動量(+P)₃ = (+mV)₃ を持ちます。反電子は負(マイナス)の質量(-m)とエネルギー量(-E = -mc²)と運動量(-P)₃ = (-mV)₃ を持ちます。

$$(電子)_4 = (E, P_x, P_y, P_z) \quad (反電子)_4 = (-E, -P_x, -P_y, -P_z) \quad E_0^2 = E^2 - c^2 P^2 \quad E = mc^2 = m_0c^2 + KE$$

●原子核も光と同様に4次元時空間ベクトル物理量を持ち、原子核と光の相互作用でも保存則が成り立ちます。

$$\Delta(原子核の4次元時空間ベクトル物理量の変化分)_4 = (光)_4 + (電子)_4 + (反電子)_4$$

●光は波でもあり、また粒子(光子)でもある (Albert Einstein 1900)

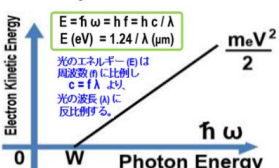
- 玉突きと同じ古典物理モデルで記述できる。
- 反射光の角度と波長の関係から電子の質量が求まる!

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_0c} \{ 1 - \cos(\theta) \}$$

$$E \text{ (eV)} = 1.24 / \lambda \text{ (\mu m)}$$

光が電子とぶつからない時は $\theta=0$ で光は直進し波長の変化はない。

光の速度 $C = 2.99792458 \times 10^{10}$ cm/sec
 Planck 定数 $h = 6.62606957 \times 10^{-34}$ Joule·sec
 電子の質量 $m_e = 9.10938291 \times 10^{-31}$ kg

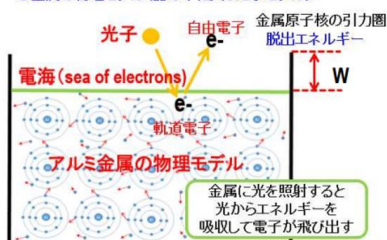


Work Function (W)の値から金属の種類が判明する。



(脱出エネルギー) = 半導体のEnergy Gap
 Silicon, $E_g = 1.10$ eV and $\lambda = 1.12 \mu m$

●金属の物理モデル(器の中に入った水モデル)



軌道電子の物理モデルは地球や火星などの軌道惑星に類似する。
 Periodic Table of the Atomic Elements
 元素周期表

鏡の断面構造
 入射光 反射光
 絶縁体
 金属
 光吸収体を含んだ有機膜
 ガラス (5mm)
 銀メッキ膜 (80nm)
 銅メッキ膜 (40nm)
 塗装膜 (50μm)