



Hot News ニュース

Intelが「世界2位のファウンドリー」宣言
競合するArmとも積極的に協業

ルネサス8900億円買収の狙い
目指すは電子設計プラットフォーム

Armもチップレットを着々
サーバー向けSoCで事業拡大狙う

見えてきたTSMC熊本第2工場
6nm品まで手掛け27年10~12月初出荷

高速DRAM「HBM3E」で火花
マイクロンが韓国2社を猛追

ルネサスからMRAM搭載マイコン周辺
フラッシュ超える速度を実現

Emerging Tech&Biz 解説

ラピッドロボティクス CEO ガジャン・モーハナラジャー氏

「日本で勝てば世界で勝てる」
海外出身トップ率いる
日の丸ロボベンチャー

結晶Si型太陽電池の性能急伸
薄く曲げられる
パネルも続々

HDDが「レーザー加熱」で
再成長モード

容量は27年に1台で
最大50TB実現へ

Emerging Tech 解説 太陽電池

結晶Si型太陽電池の性能急伸
薄く曲げられるパネルも続々

(a) PHONO 製



(b) SPIC 製



図2 結晶Si型ながら薄くて曲げられる太陽光発電パネル
(a) が中国PHONO Solar (中国機械工業集団) 製で出力は440W、変換効率は20.3%。(b) が中国SPIC Solar (国家電力投資集団) 製。出力は420Wで変換効率は19.5%。共に、ガラスモジュールタイプより7割軽いという(写真: 日経クロステック)

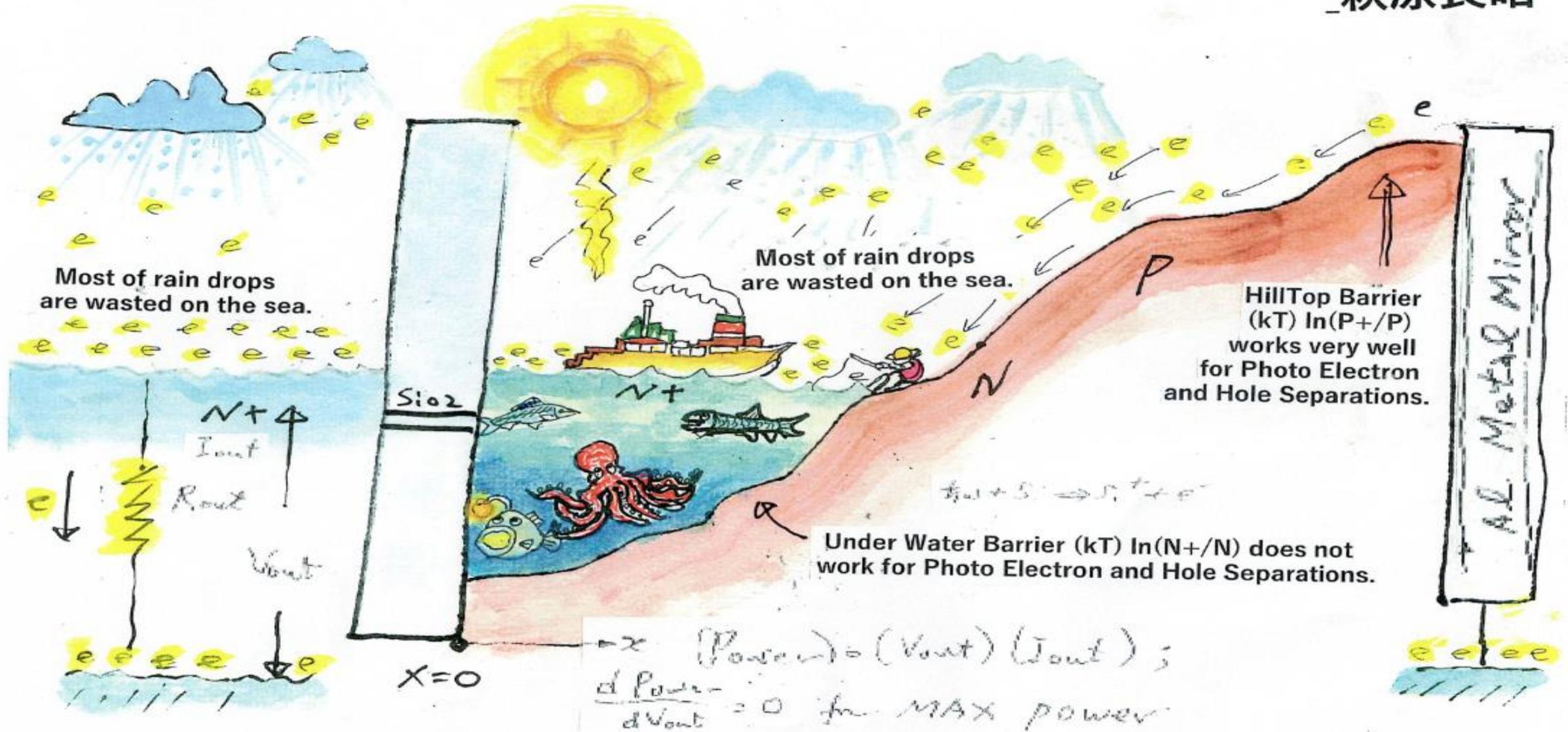
ペロブスカイトのお株奪う

まずは日本国内で最近しばしば話題になるペロブスカイト太陽電池と結晶Si型太陽電池との関係について触れておこう。

ペロブスカイト太陽電池は日本発の技術で開発ベンチャーも多く登場してはいるが、世界に目を向けると海外勢、特に中国勢が目覚ましい成果をあげている。国内メーカーしか取り上げない記事の多くは“井の中の蛙”状態だ。

2024_07_31_超光感度半導体素子の発明の特許と未来への期待

萩原良昭



従来のN+NP+シングル接合型太陽電池の問題点

Detailed Balance Limit of Efficiency of *p-n* Junction Solar Cells*

WILLIAM SHOCKLEY AND HANS J. QUEISSER
 Shockley Transistor, Unit of Clevite Transistor, Palo Alto, California
 (Received May 3, 1960; in final form October 31, 1960)

In order to find an upper theoretical limit for the efficiency of *p-n* junction solar energy converters, a limiting efficiency, called the *detailed balance limit* of efficiency, has been calculated for an ideal case in which the only recombination mechanism of hole-electron pairs is radiative as required by the principle of detailed balance. The efficiency is also calculated for the case in which radiative recombination is only a fixed fraction f_r of the total recombination, the rest being nonradiative. Efficiencies at the matched loads have been calculated with band gap and f_r as parameters, the sun and cell being assumed to be blackbodies with temperatures of 6000°K and 300°K, respectively. The maximum efficiency is found to be 30% for an energy gap of 1.1 eV and $f_r=1$. Actual junctions do not obey the predicted current-voltage relationship, and reasons for the difference and its relevance to efficiency are discussed.

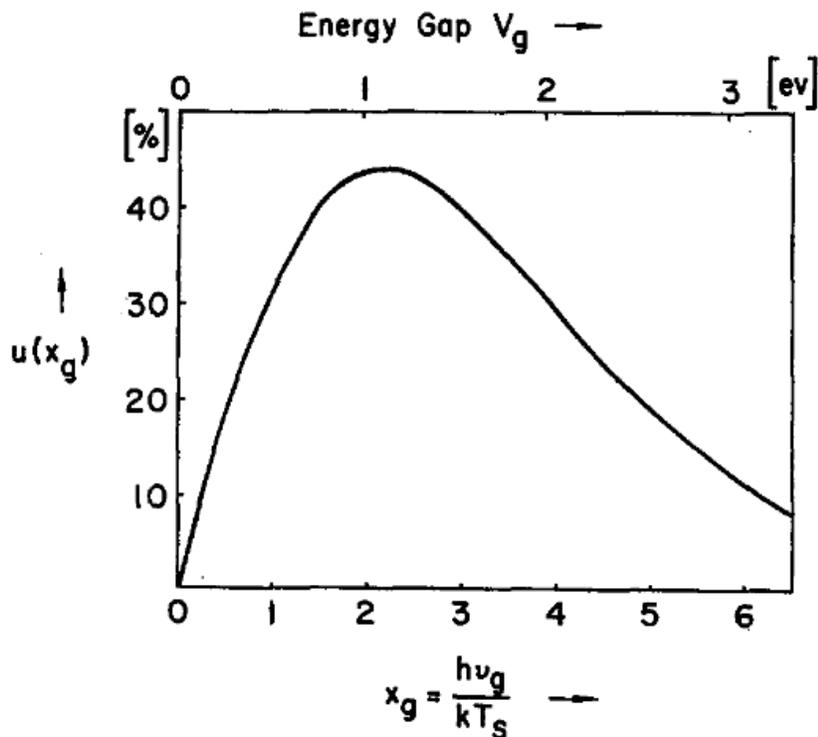


FIG. 3. Dependence of the ultimate efficiency $u(x_g)$ upon the energy gap V_g of the semiconductor.

1961年のShockley の論文を理解している人間が太陽電池を開発している人間の中にはほぼ皆無である。材料系やプロセス技術を専門とする人が多く半導体デバイス物理を理解していない。

もっとも適した半導体材料は BAND GAPがほぼ 1.1 eV の半導体であることが理論的に解明されています。シリコン結晶がもっとも適した半導体である。

薄膜アモーフラスや透明電極材料が話題になっているがほとんどの日本に大学の学者も、政府もこの論文の存在も理解もしていない。技術イノベーションの意味を日本政府も太陽電池の日本の開発技術者も理解していない。

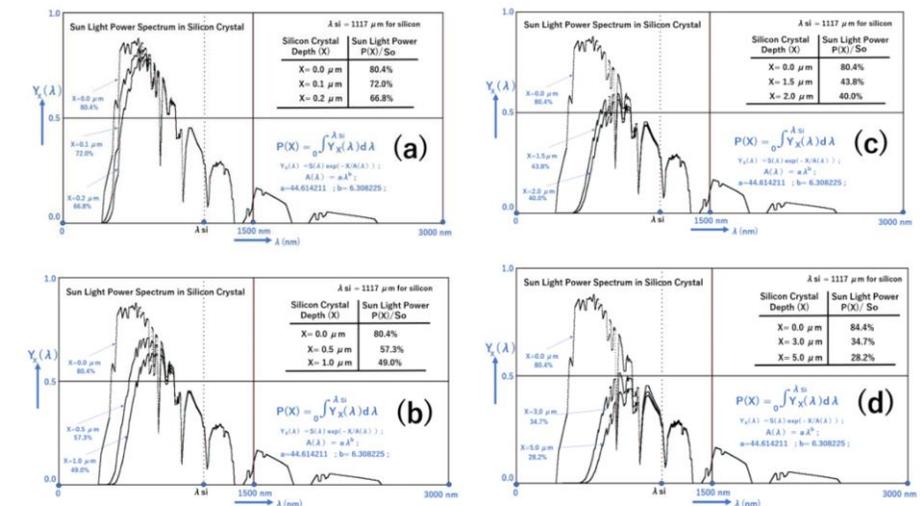
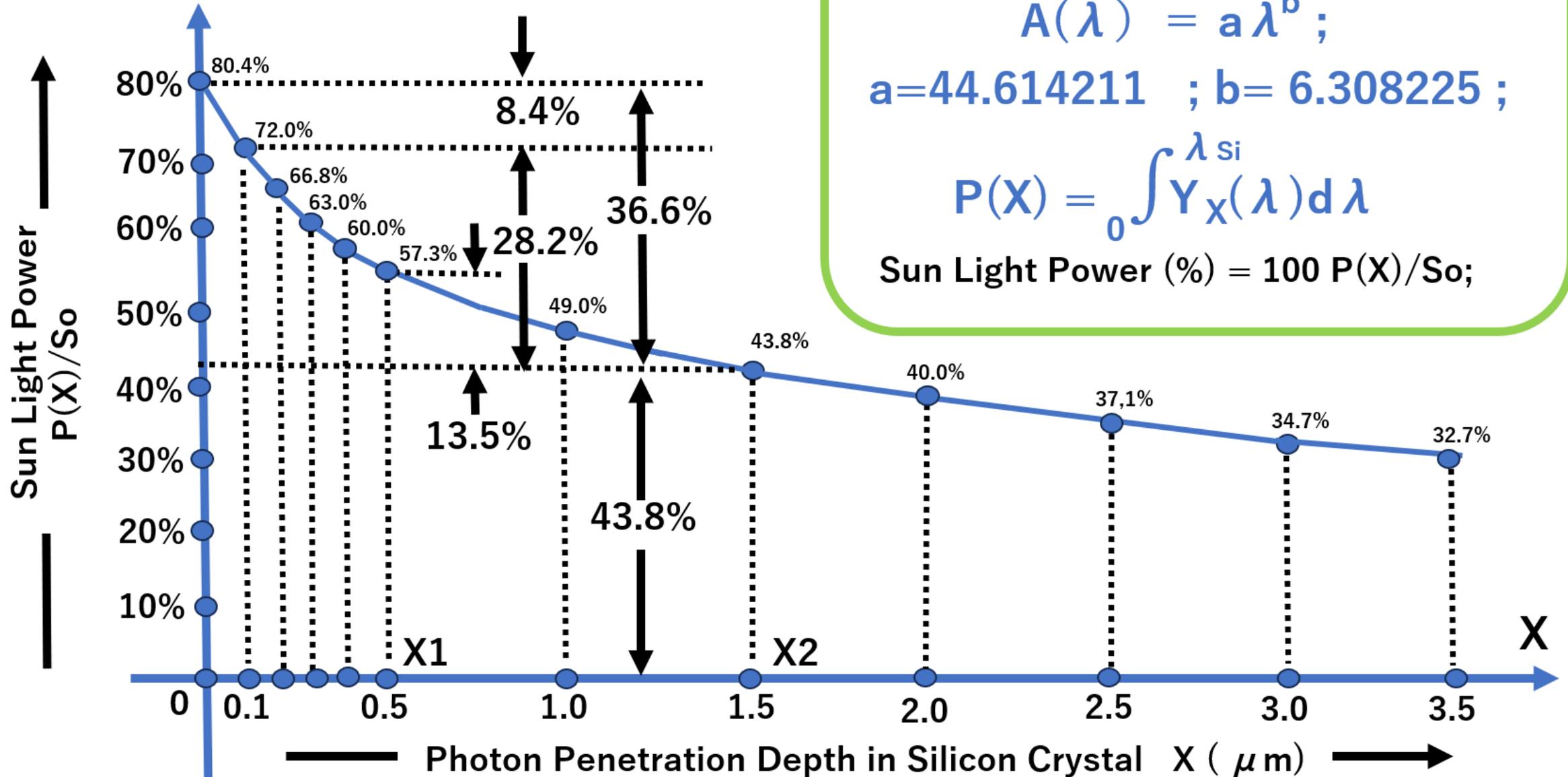


Fig. 9. Sun-light Power Spectrum in the silicon crystal depth

Sun Light Power Density in Silicon Crystal



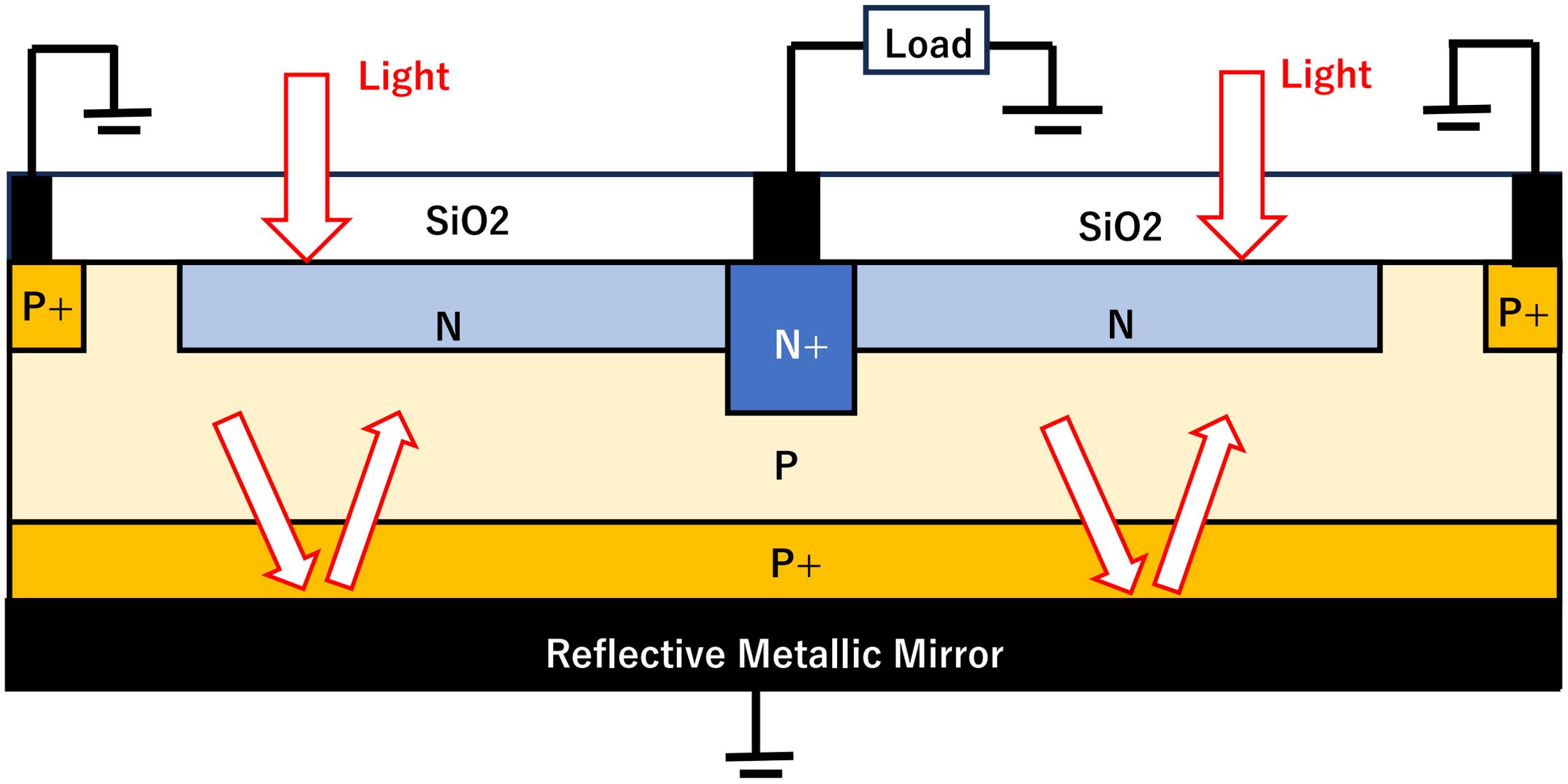
$$Y_x(\lambda) = S(\lambda) \exp(-X/A(\lambda)) ;$$

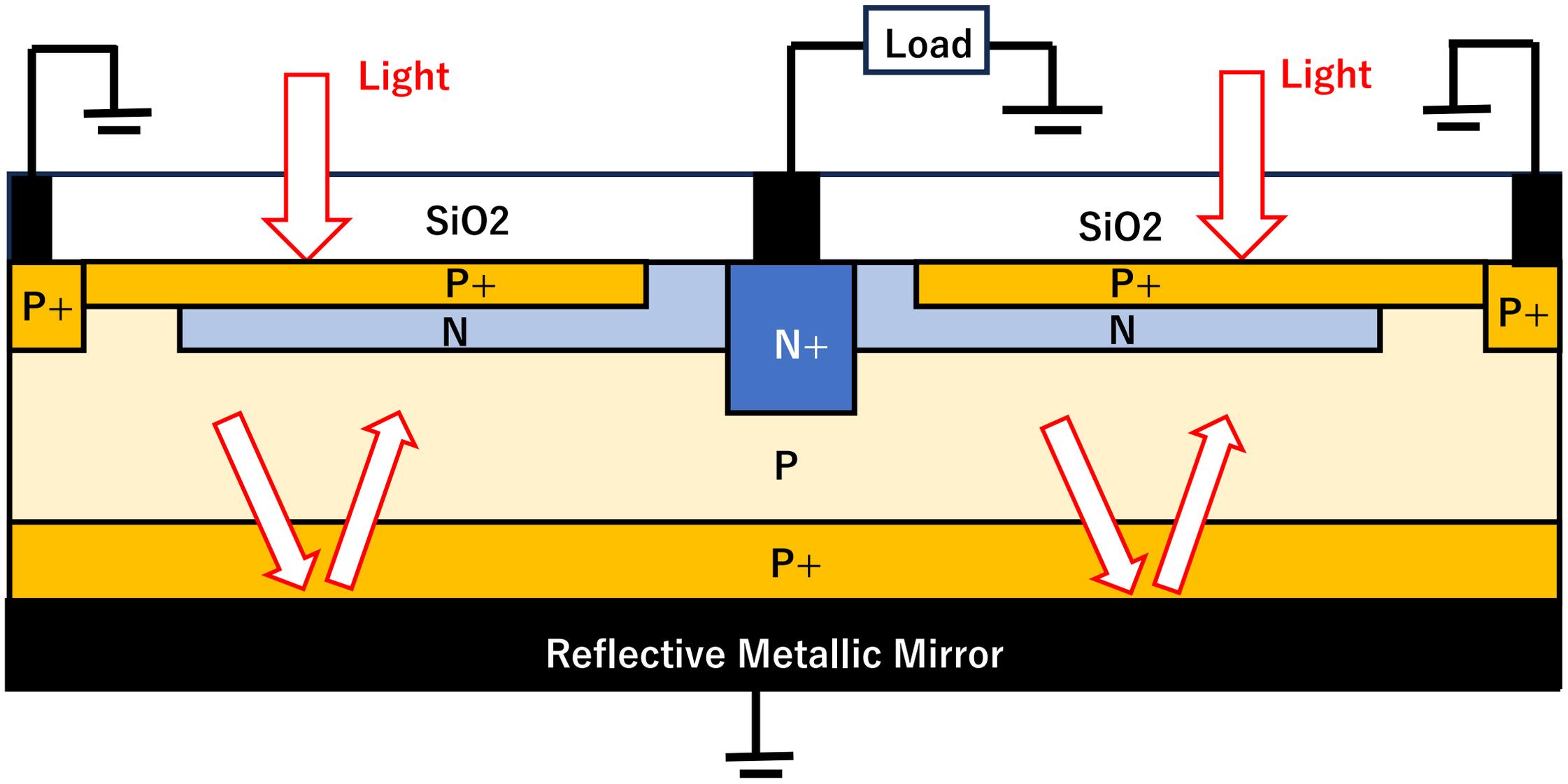
$$A(\lambda) = a \lambda^b ;$$

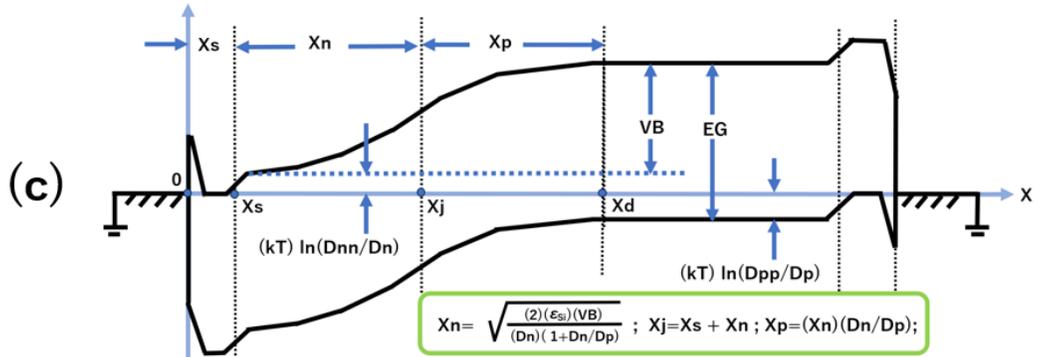
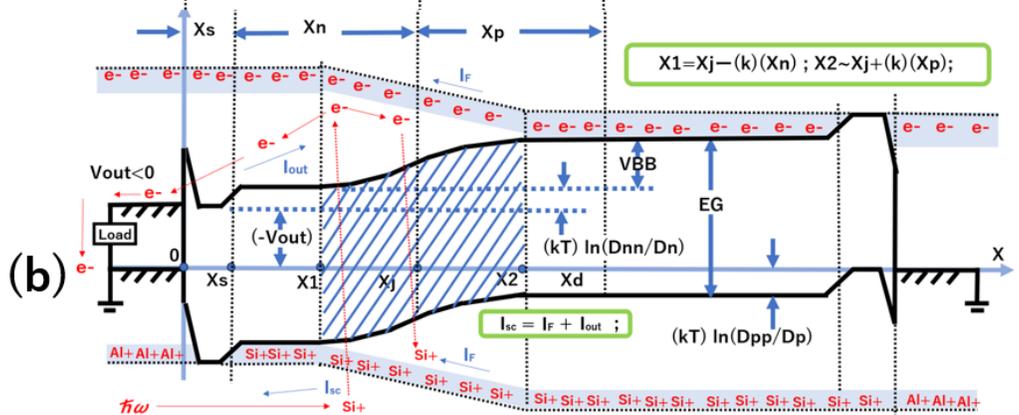
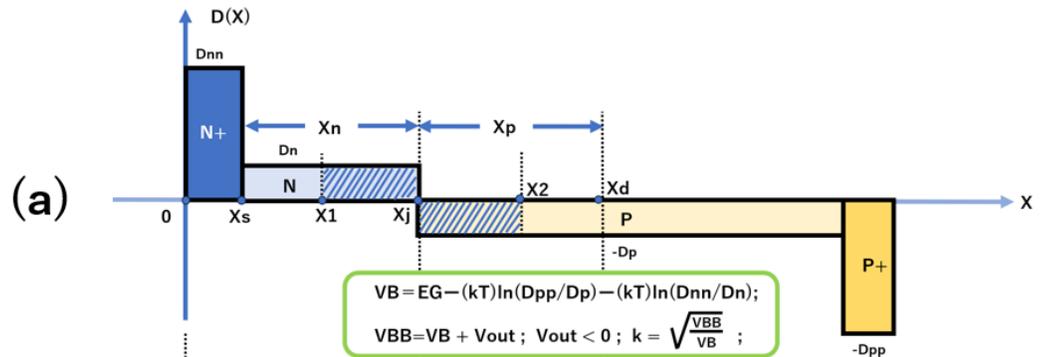
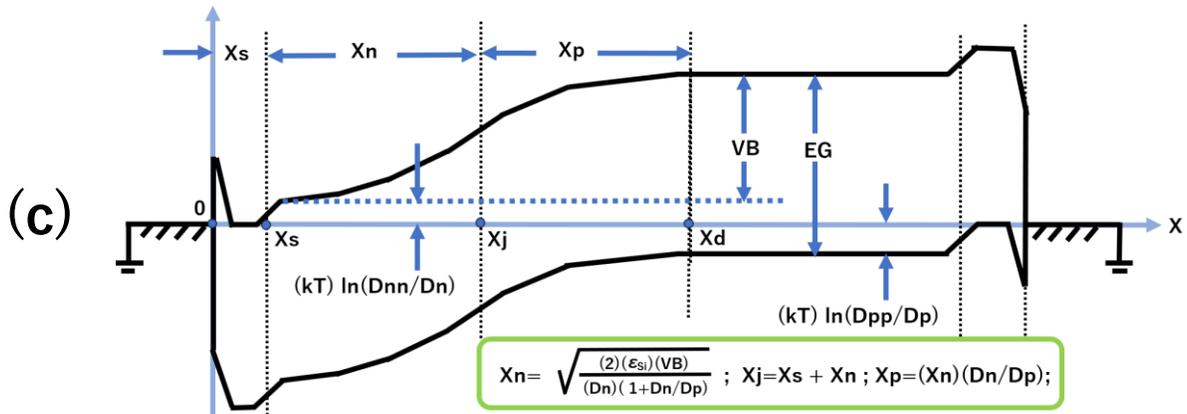
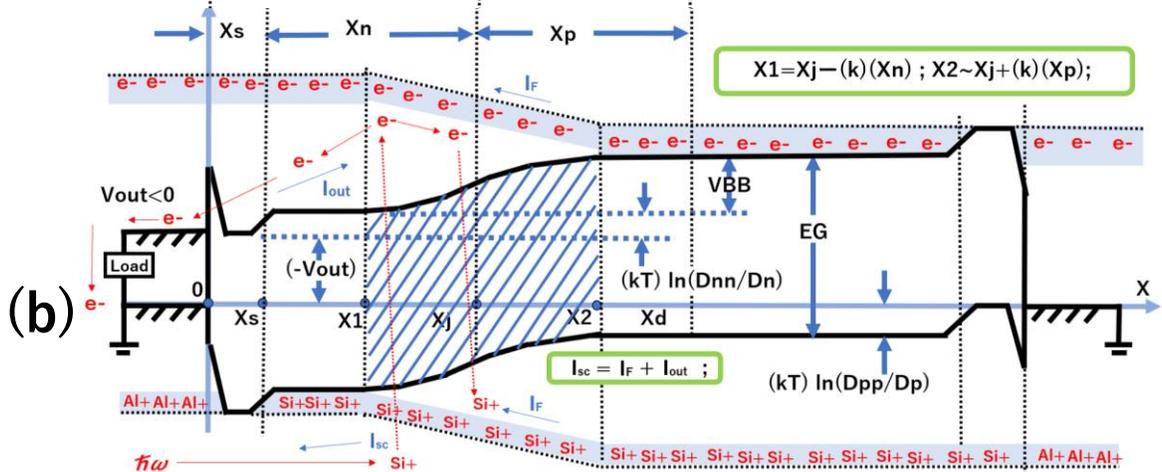
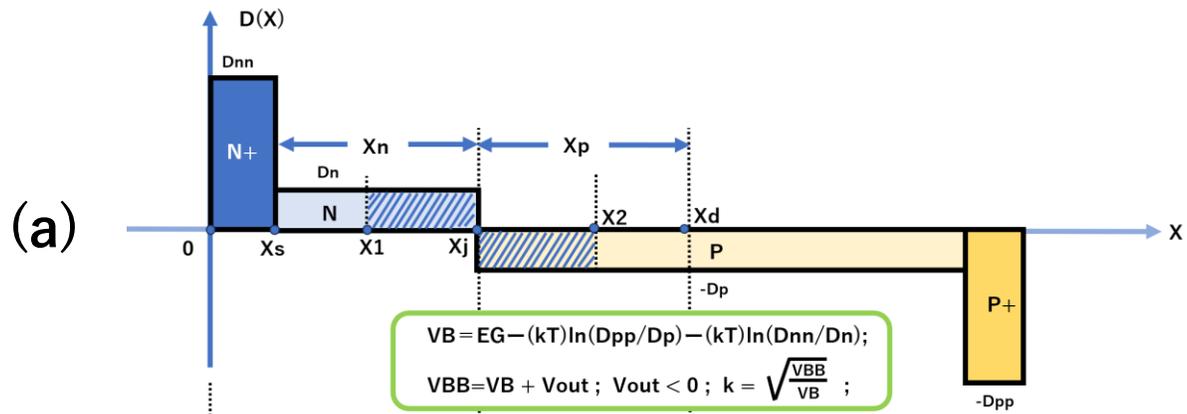
$$a=44.614211 \ ; \ b= 6.308225 \ ;$$

$$P(X) = \int_0^{\lambda_{si}} Y_x(\lambda) d\lambda$$

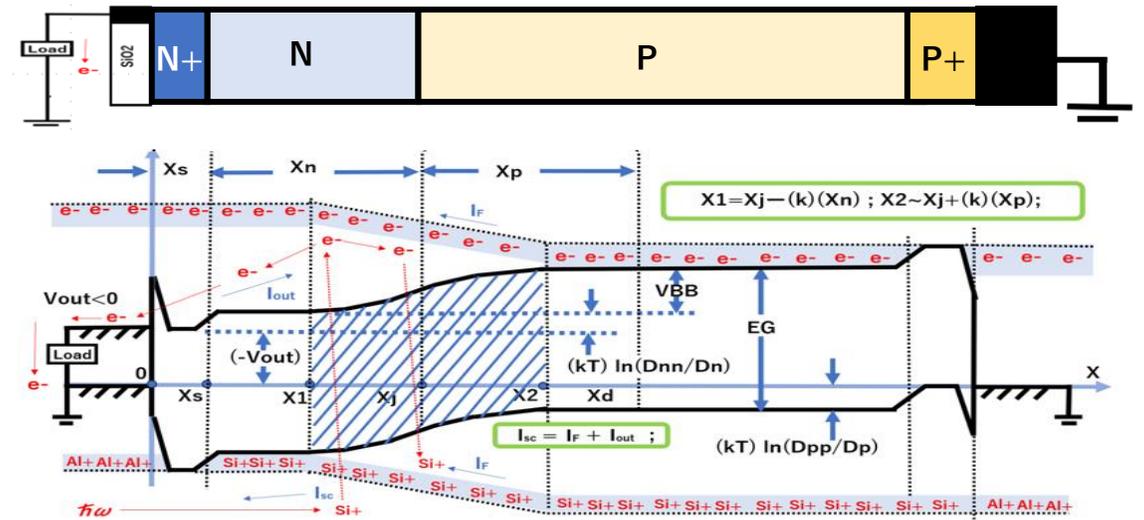
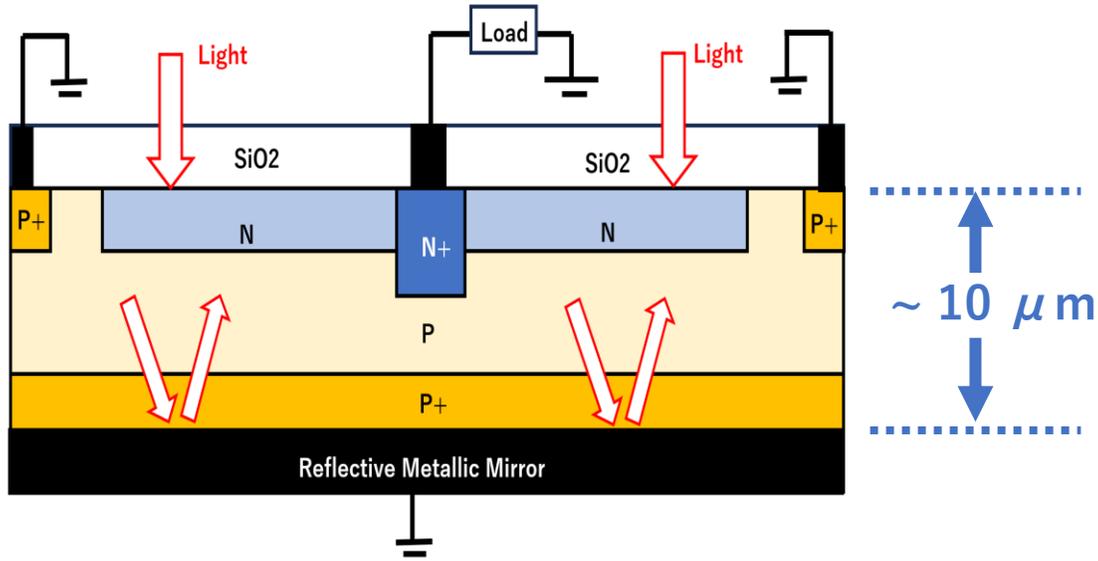
$$\text{Sun Light Power (\%)} = 100 P(X)/S_o ;$$



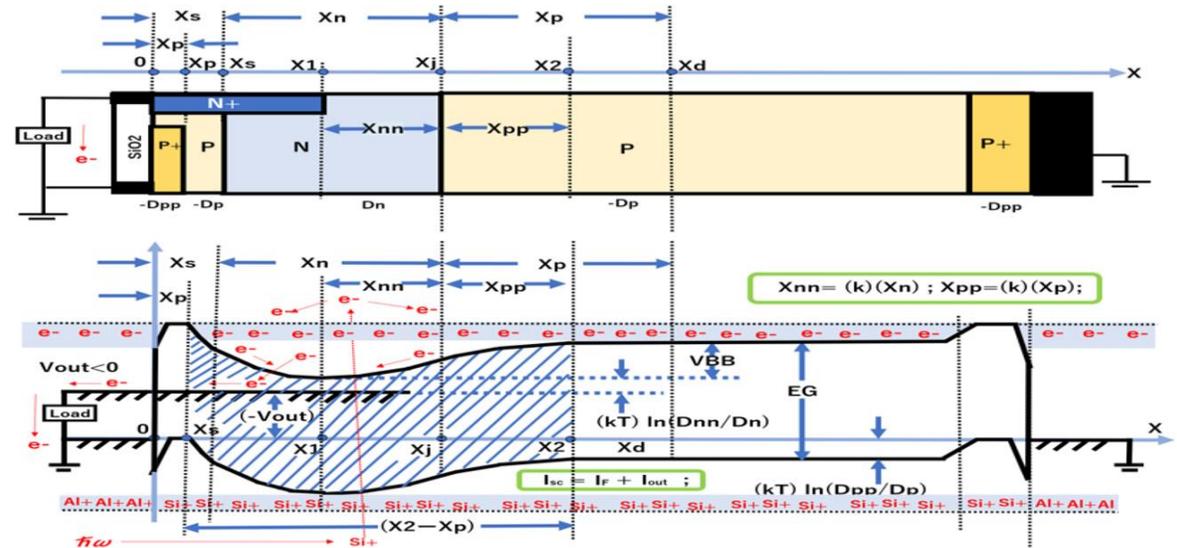
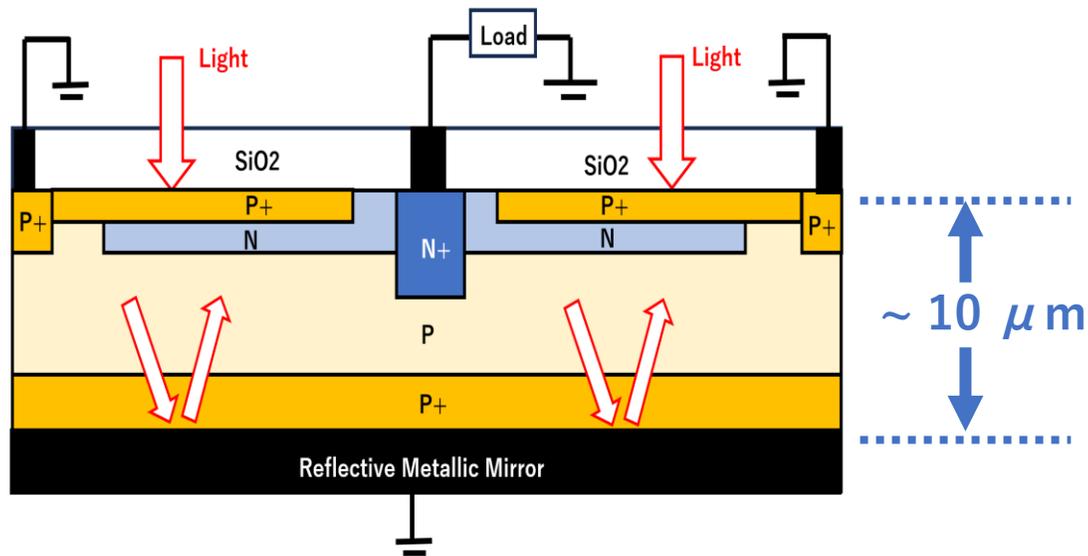




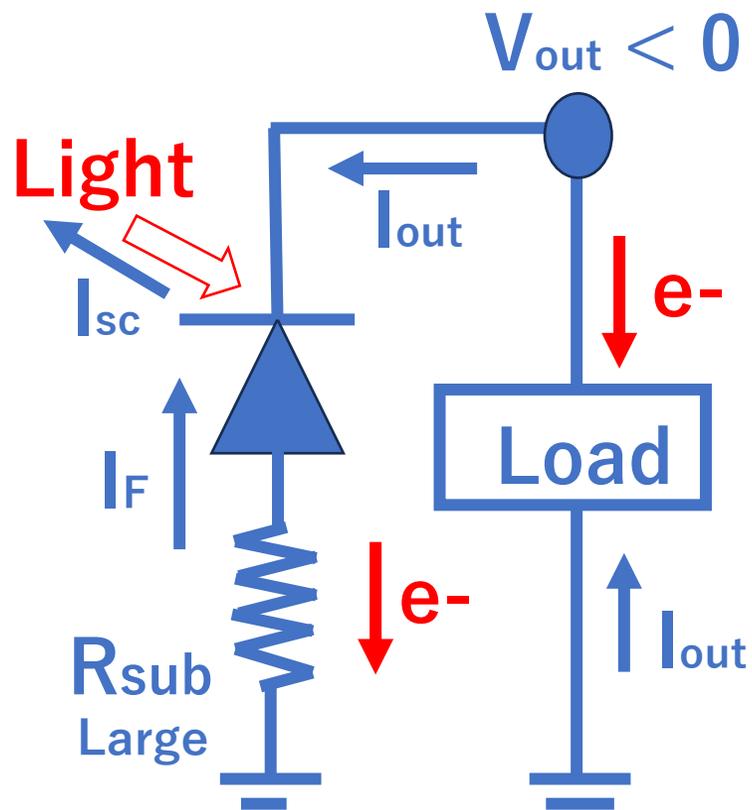
(a) Conventional NP single junction type thin-film solar cell



(b) JPA2020-131313 PNP Double junction type thin-film solar cell



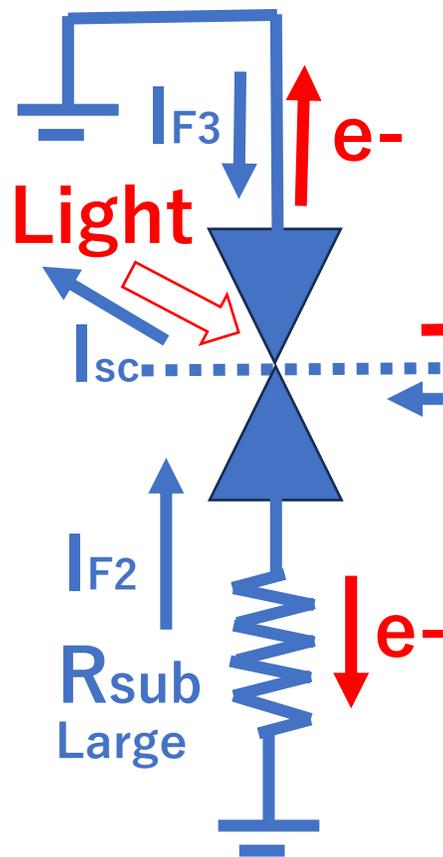
(Large Area)



(a) Single Junction Solar Cell

$$I_{sc} = I_{out} + I_F$$

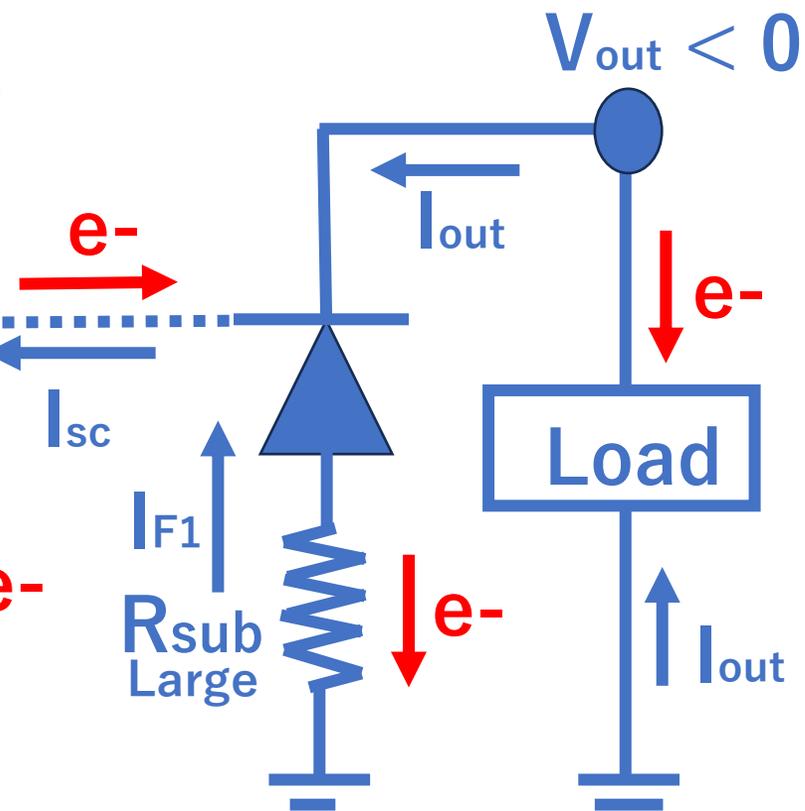
(Large Area)

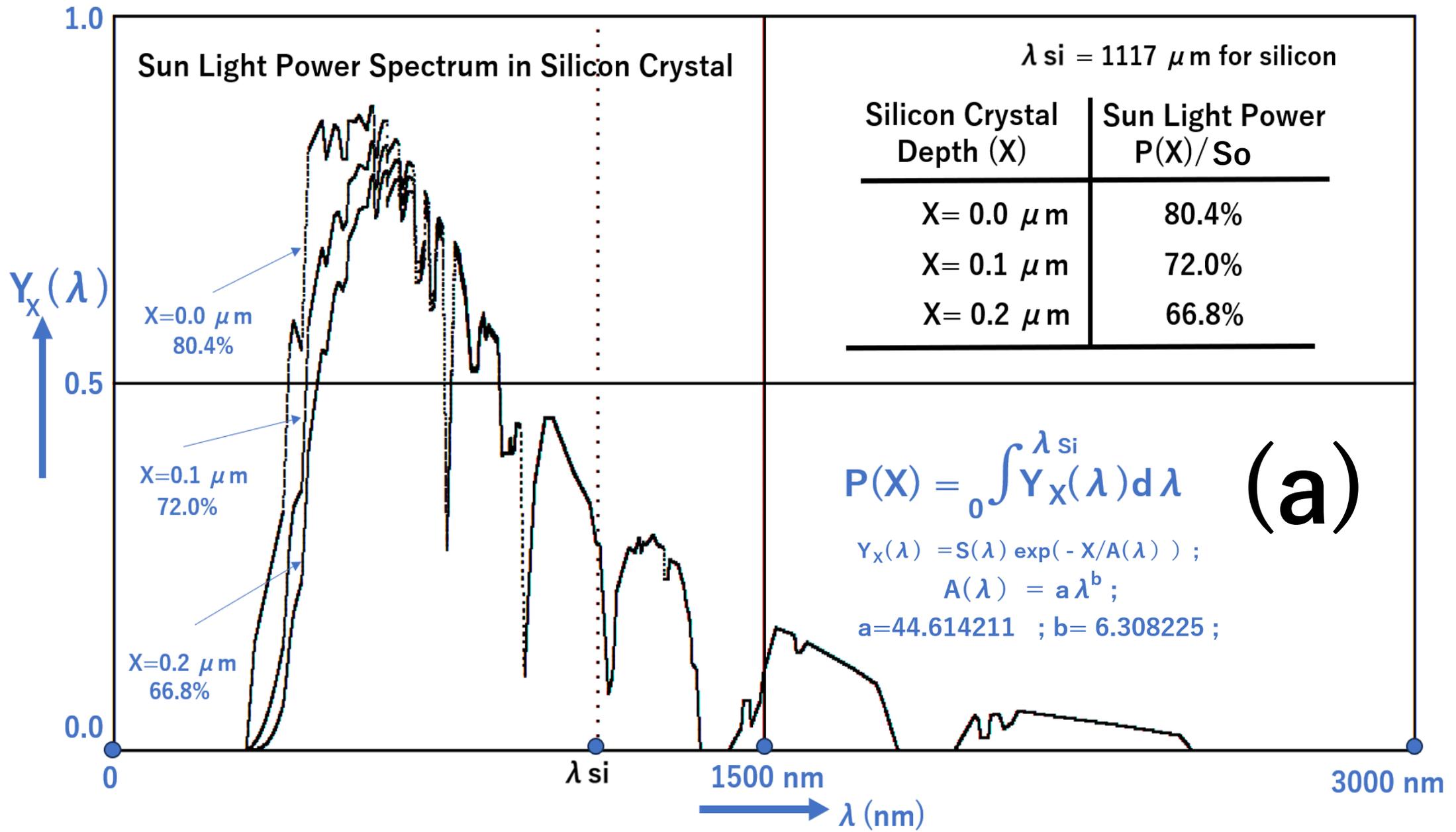


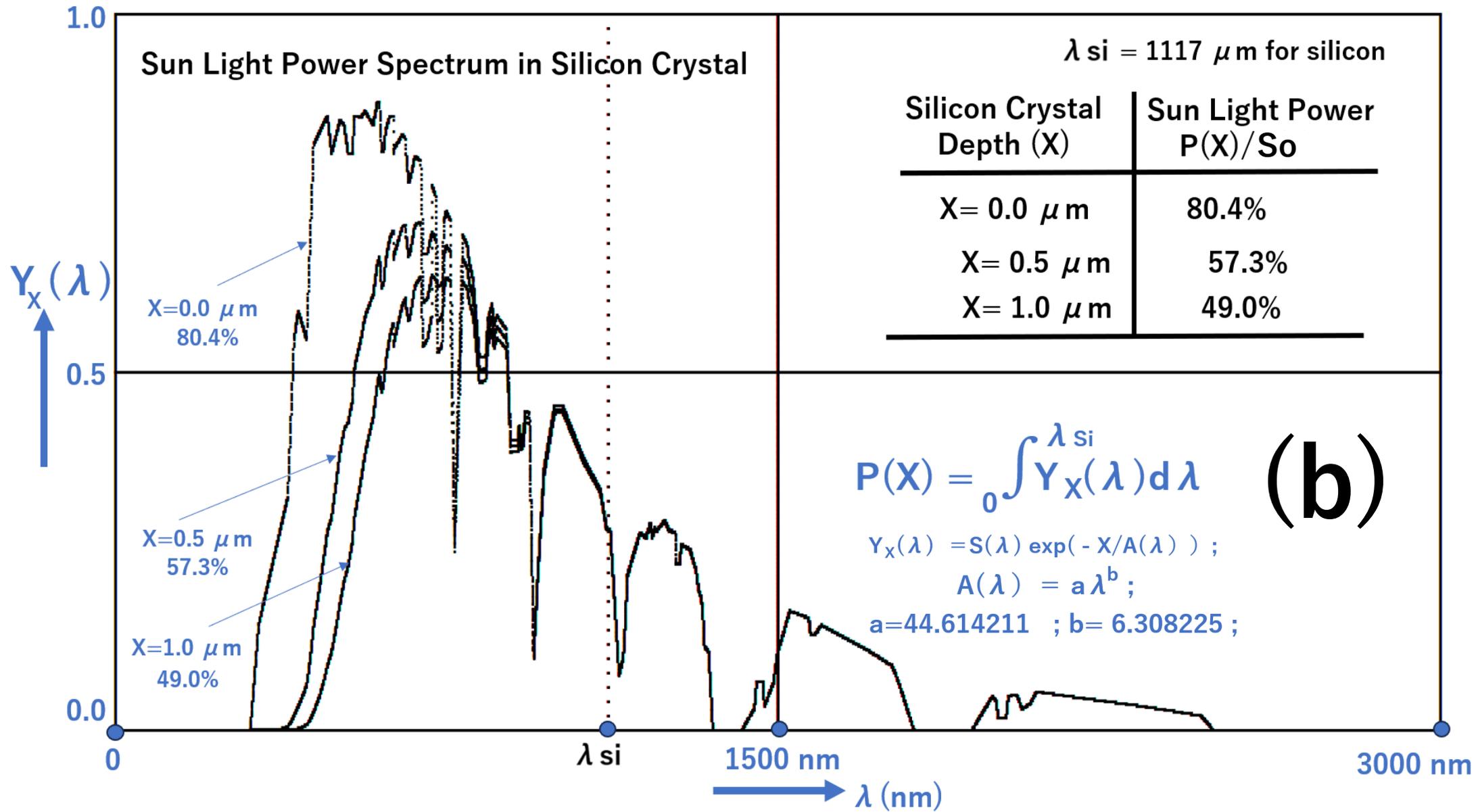
(b) Double Junction Solar Cell

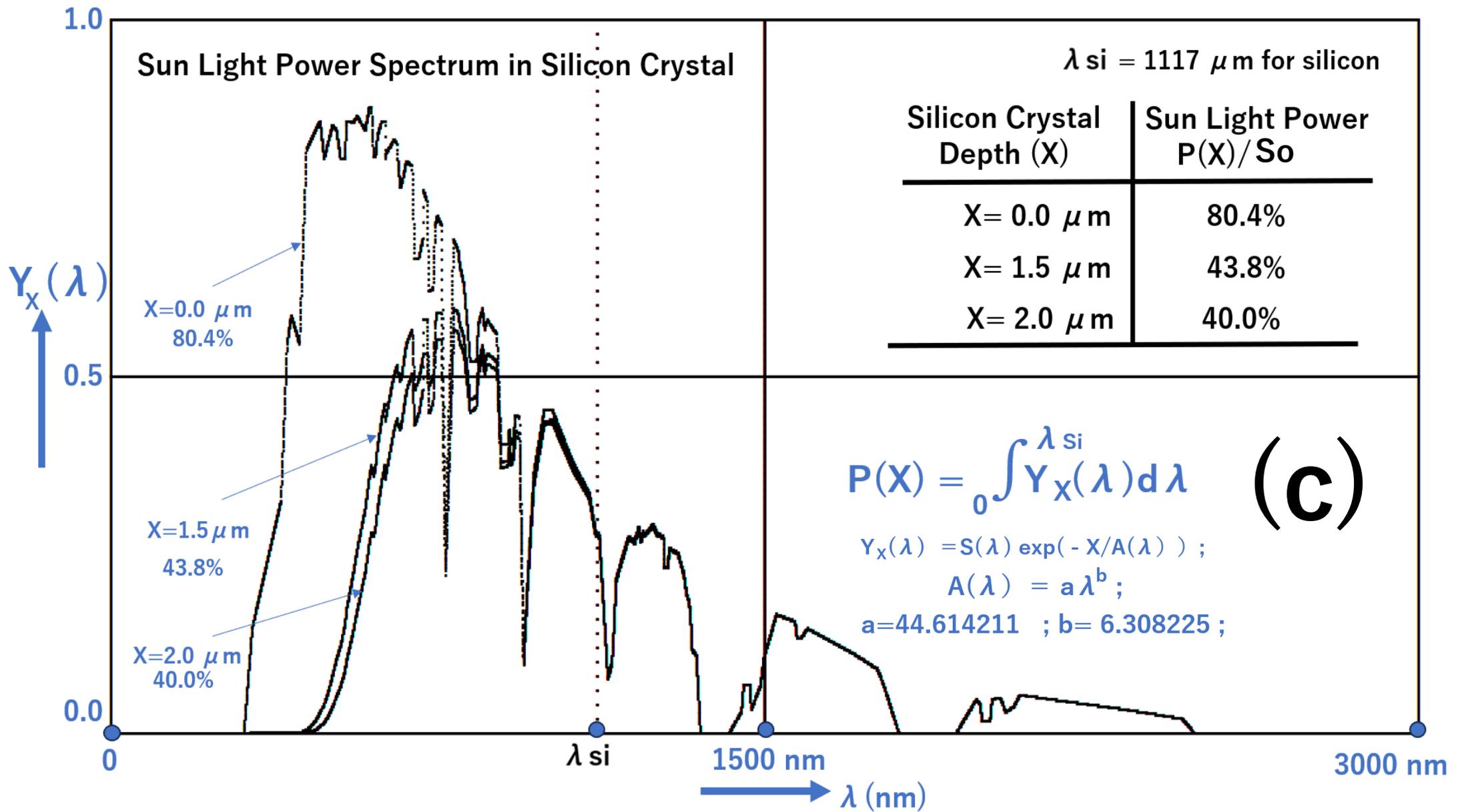
$$I_{sc} = I_{out} + I_{F1} + I_{F2} + I_{F3}$$

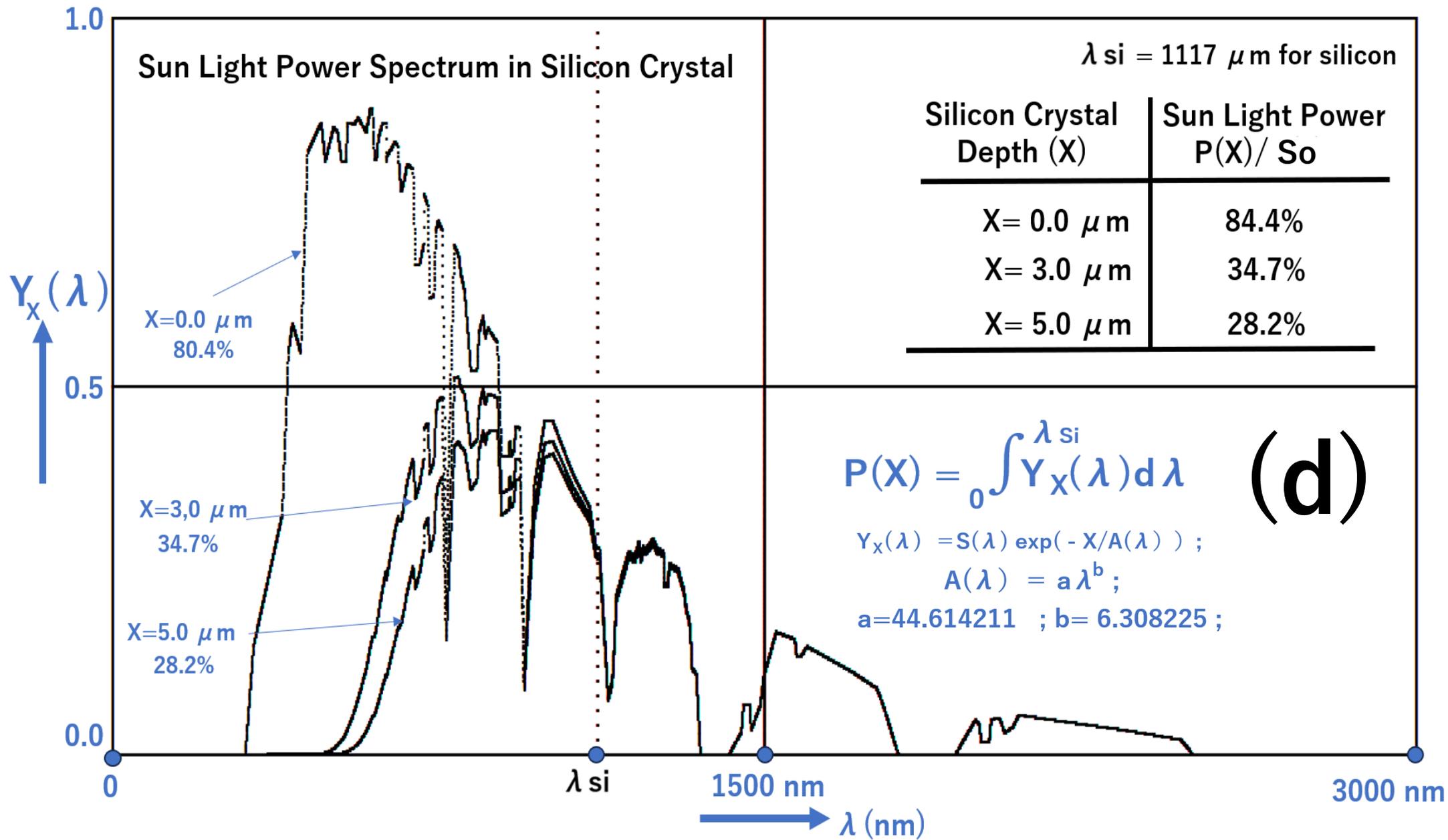
(Small Area)

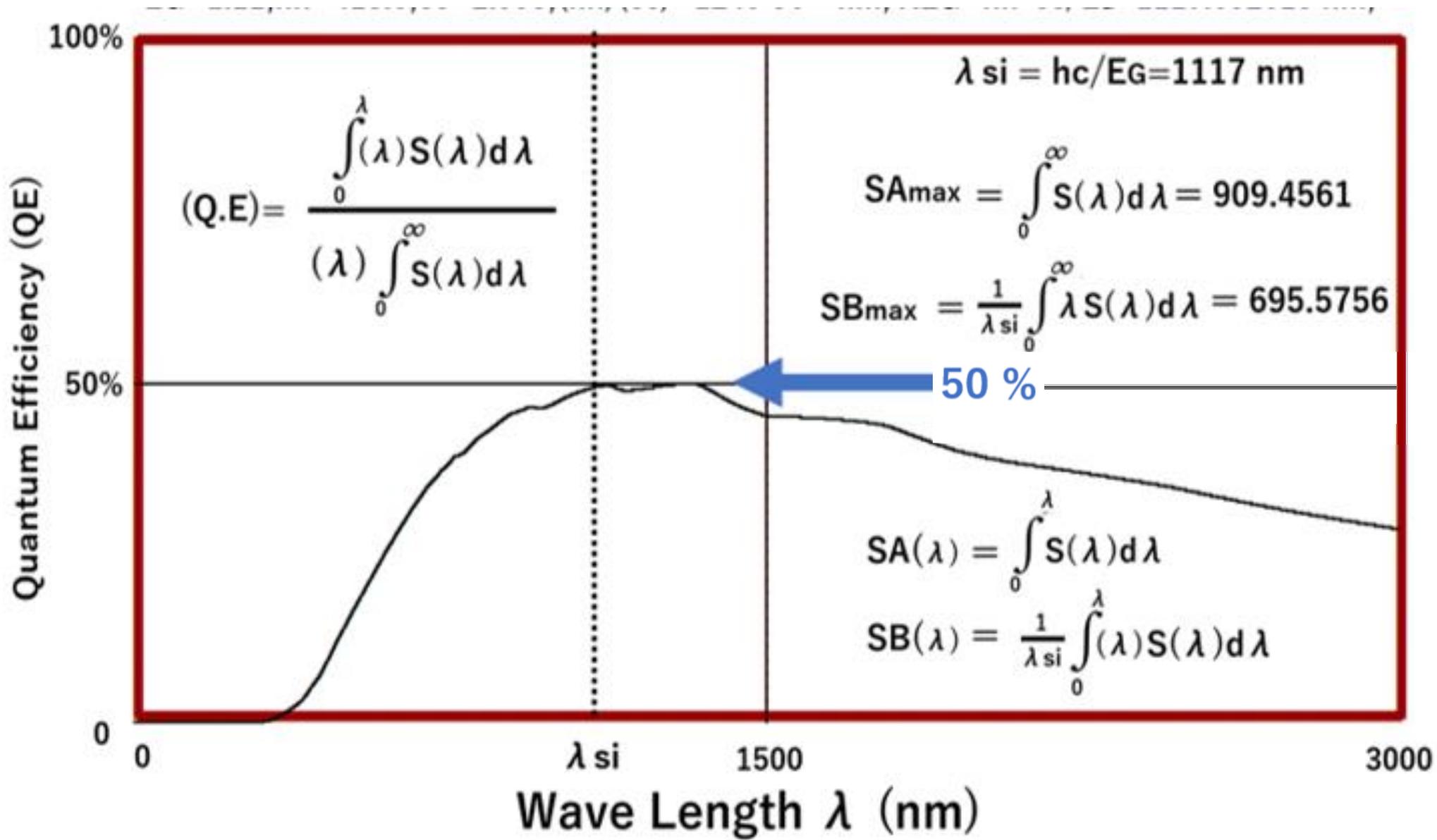




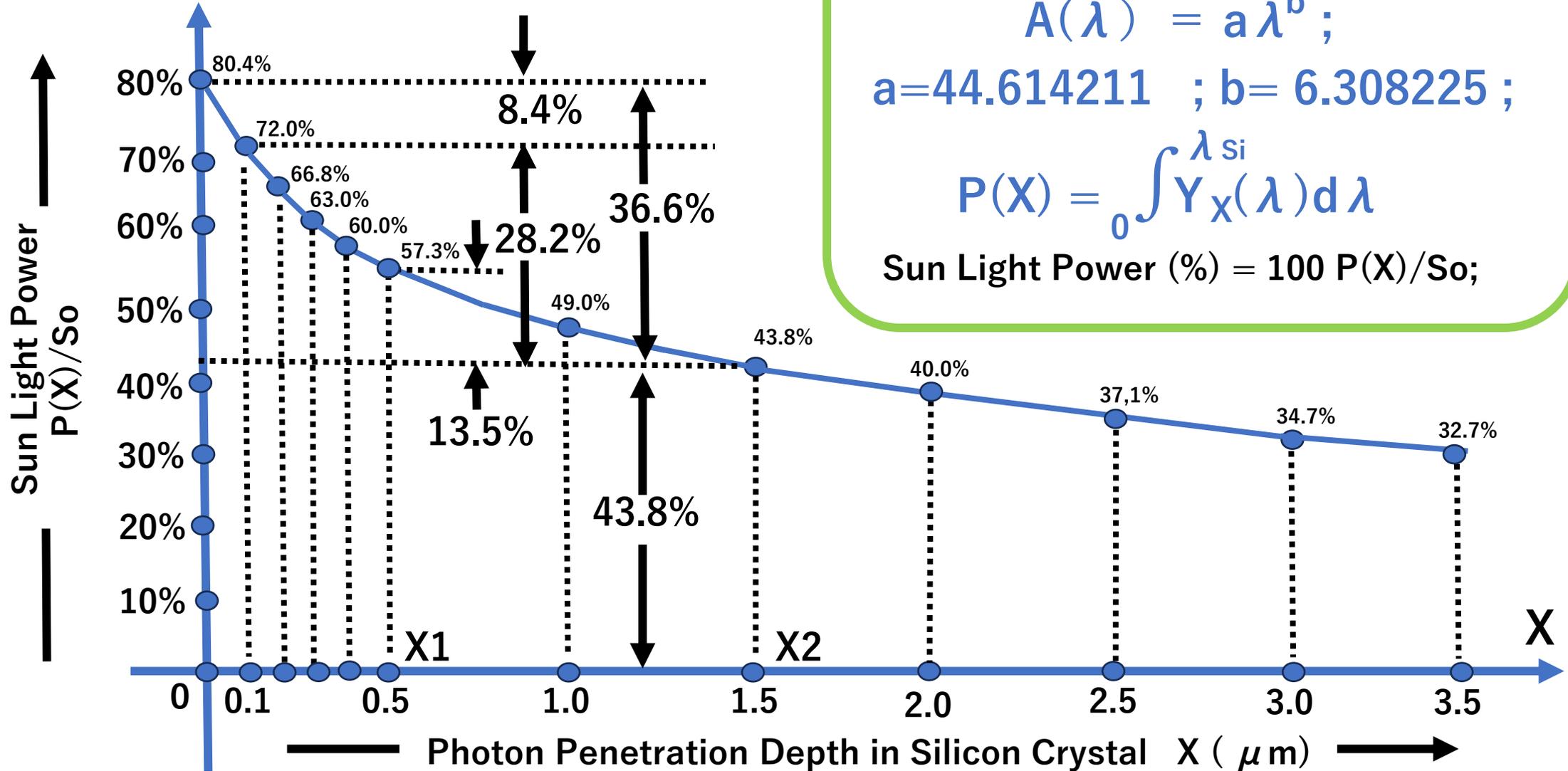








Sun Light Power Density in Silicon Crystal



$$Y_x(\lambda) = S(\lambda) \exp(-X/A(\lambda)) ;$$

$$A(\lambda) = a \lambda^b ;$$

$$a=44.614211 ; b= 6.308225 ;$$

$$P(X) = \int_0^{\lambda_{si}} Y_x(\lambda) d\lambda$$

Sun Light Power (%) = 100 P(X)/So;

For Single junction Solar Cell with $X_1=0.5 \mu\text{m}$ and $X_2= 1.5 \mu\text{m}$, Sun Light Power Efficiency (%) = $100 P(X)/P(0) =13.5 \%$;
 For Double junction Solar Cell with $X_1=0.1 \mu\text{m}$ and $X_2= 1.5 \mu\text{m}$, Sun Light Power Efficiency (%) = $100 P(X)/P(0) =36.6 \%$;

● The first Vertical Overflow Drain (VOD) Patent on CCD/MOS type image sensor by James M. Early at Fairchild, USA on [USP3896485](#) filed on Dec 3, 1973.



● The first PNP junction type Buried Photodiode Patent filed on June 9, 1975 by Philips, Netherland.

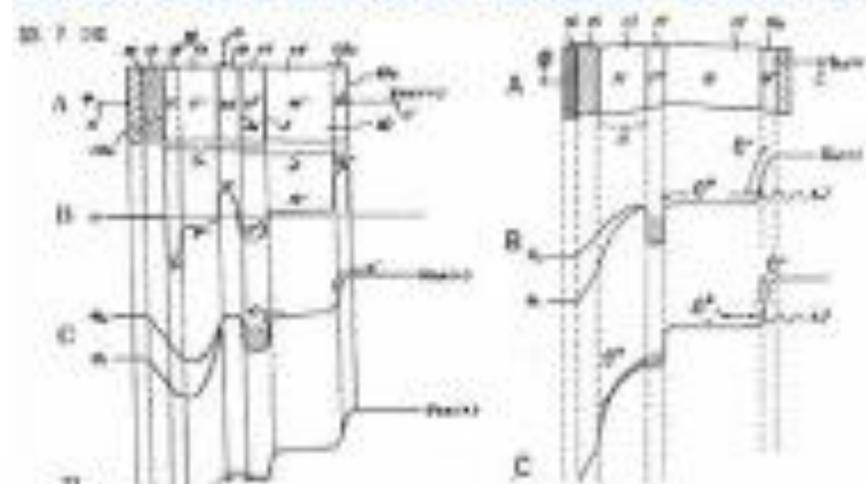
Japanese Patent Application [JPA1976-65707](#) (Patent No. 7596795, filed on June 9, 1975, Netherland)



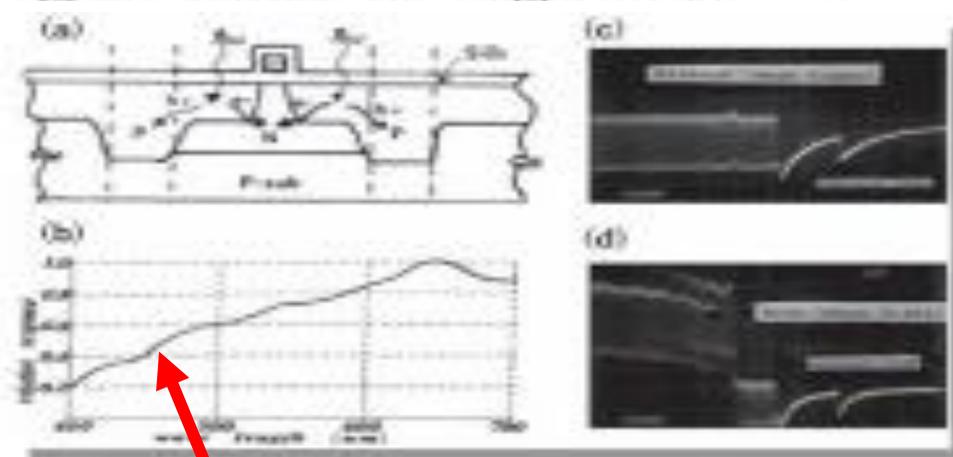
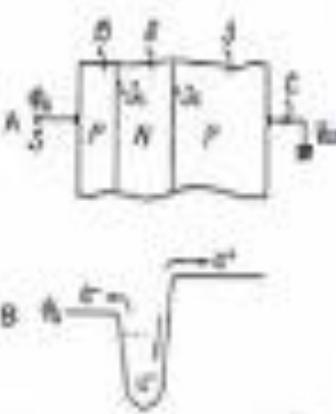
● The first PNP junction type Pinned Buried Photodiode Patents, on (a) [JPA1975-127646](#) and (b) [JPA1975-127647](#) filed on Oct 23, 1975 and (c) [JPA1975-134985](#) filed on Nov 10, 1975. all of them by Yoshiaki Hagiwara at Sony.

● The first PNP junction type Pinned Buried Photodiode with the CCD-like complete charge transfer capability and no-image-lag feature developed and reported at the SSDM1978 Conference In Tokyo, Sept 1978 by Yoshiaki Hagiwara at Sony.

Global and Electric Shutter Patents



VOD Patent



(a) [JPA1975-127646](#) (b) [JPA1975-127647](#) (c) [JPA1975-134985](#)

Efficiency of more than 50% Achieved

発明協会の公式WEBサイトからの情報 事実誤認である。

顕像デバイスの研究開発は、19世紀後期のテレビジョン研究がスタートである。機械式、撮像管、回体撮像素子（以下「イメージセンサー」と呼ぶ）と発展し、社会に大きなインパクトを与えつつ、大きく発展してきた。

真空管の一種である撮像管は、サイズが大きい、割れ物である、消費電力が大きい、画像にゆがみがある、高値である、などの欠点があり、固体化が望まれていた。1960年代半ばにイメージセンサーの開発がスタートした。そのときは、MOS (Metal Oxide Semiconductor) 型が中心であった。 **SONY JPA1975-127646, 127647, 134985 参照 事実誤認である**

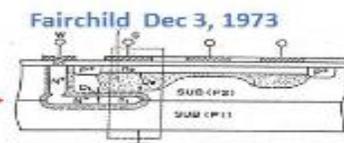
1970年にBoyleとSmith (当時Bell研究所) がC C D (Charge-Coupled Device、電荷結合素子) を発表した¹。構造が単純であり、イメージセンサーのような大規模なアレイ構造を製造するのに適していること、失敗早にC C Dに改善が加えられたことから、イメージセンサー開発の中心はC C Dになった。1970年後半からは開発の中心は日本に移った。1978年、山田哲生 (当時 東芝) は、強い光が照射したときに縦線の偽信号を発生させるブルーミングを抑制する縦型オーバーフロードレイン構造を発明した²。1979年には赤西信一 (当時 N E C) が、白傷や暗電流を大幅に低減し、残像や転送ノイズを解消する埋込フォトダイオード (Pinned Photodiode) を発明した³。これらの結果、C C Dはまずムービーを、引き続きコンパクトデジタルスチルカメラを主な市場として量産されていった。

SONY SSDM1978 Paper 参照 事実誤認である

1990年代になると、CMOSの微細化が進み、4個ほどのトランジスタを画素内に配置することが可能になり、さらには、埋込フォトダイオードをCMOSイメージセンサーに適用することでC C Dと同等以上の低ノイズが達成でき、世界の多くの機関で熱心に開発が進められた。2000年に米田哲也 (当時 キヤノン) が、強い光が照射したときに発生するシェーディングを抑制する構造を発明した⁴。2001年に鈴木亮司 (当時 ソニー) が、裏面照射型に関する発明をした⁵。これらの技術開発によりCMOSイメージセンサーが主役になり、低消費電力という特性のお陰もあり、携帯電話に搭載され、生産量を爆発的に増加させていった。2010年に梅林拓ら (当時 ソニー) が、イメージセンサーに画像処理回路を構築する構造を発明し⁶、高速化と多機能化を飛躍的に推し進めた。 **SONY JPA1975-127646 参照 事実誤認である**

http://www.koueki.jiii.or.jp/innovation100/innovation_detail.php?eid=00059&test=open&age=stable-growth 098

●The first Vertical Overflow Drain (VOD) Patent on CCD/MOS type image sensor by James M. Early at Fairchild, USA on USP3896485 filed on Dec 3, 1973.



●The first PNP junction type Buried Photodiode Patent filed on June 9, 1975 by Philips, Netherland. Japanese Patent Application JPA1976-65707 (Patent No. 7596795, filed on June 9, 1975, Netherland)



●The first PNP junction type Pinned Buried Photodiode Patents, on (a) JPA1975-127646 and (b) JPA1975-127647 filed on Oct 23, 1975 and (c) JPA1975-134985 filed on Nov 10, 1975, all of them by Yoshiaki Hagiwara at Sony.

●The first PNP junction type Pinned Buried Photodiode with the CCD-like complete charge transfer capability and no-image-lag feature developed and reported at the SSDM1978 Conference in Tokyo, Sept 1978 by Yoshiaki Hagiwara at Sony.

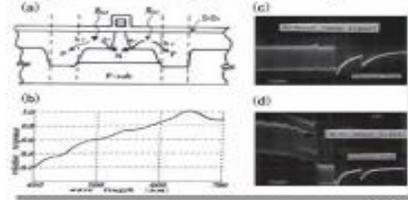
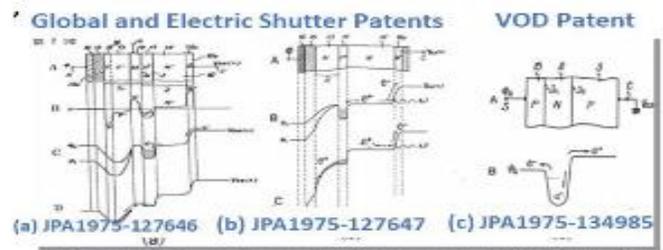


Figure 2. Photographs from the Japanese Patent Applications of (a) the VV/P+MPP type junction PPD, (b) the VV/P+MPP double junction PPD, and (c) the PNP double junction PPD.

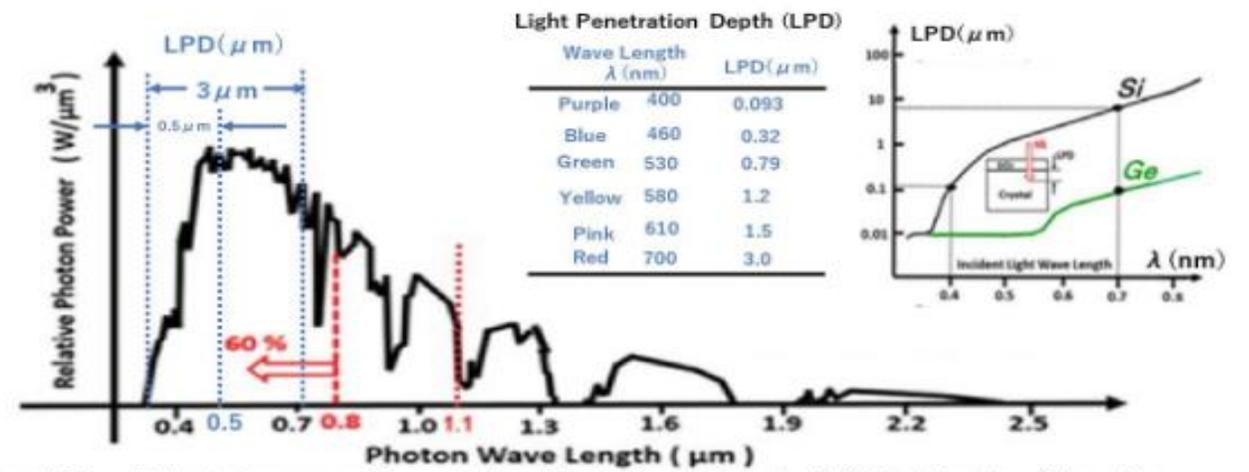


Figure 16 The relative photon power of the sun light and the light penetration depth (LPD) of the silicon(Si) and the germanium (Ge) crystals are shown as functions of the photon wave length λ in μm. The energy band gap (Eg) of the silicon crystal is 1.1 eV. The infrared -light photons with the wave length more than λ = 1.24 / Eg = 1.11 μm will not be converted into the electron energy in the silicon crystal. Besides, short-wave blue light photons cannot pass thru into the silicon crystal surface more than 0.1 ~0.2 μm in depth. They all will be wasted as heat. However, the surface P+P doping variation scheme invented by Hagiwara in 1975 can create the surface conduction -band bending, enhancing photo electron and hole separations at the silicon surface and results in the high quantum efficiency(QE) for solar cells.

