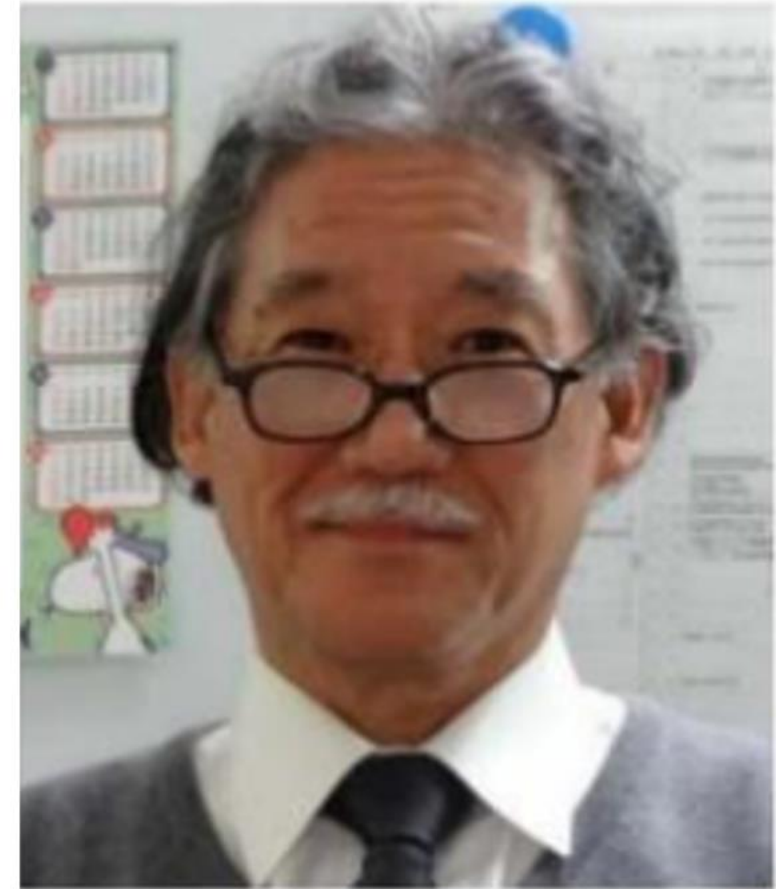


## 受光表面P+層と裏面のP+層の両面がピン留め接地された、P+PNPP+接合型新型太陽電池の提案

非常に複雑な半導体電子デバイスの物理動作とその構造の説明に挑戦する事になる。できるだけ直観に訴える方法で説明し、数式は極力さけて、基本原理動作を直観的なイメージで理解できる様に工夫をこらして文系の一般社会人の皆様にも親しみを感じる半導体の基礎知識の紹介となればと希望する。

- (1) 金属と絶縁体の違い
- (2) 半導体の基本特性
- (3) single接合型のダイオードの整流特性
- (4) double 接合型バイポーラトランジスタの電流増幅特性
- (5) triple 接合型サイリスタ型の理想的な高速Switch動作特性
- (6) MOS型のトランジスタの電流増幅特性
- (7) CMOS型インバータ回路の省エネ特性
- (8) 超光感度のCMOS型イメージセンサーの特性
- (9) double接合型の新型太陽電池の構造とその動作原理



崇城大学 理事長付き 特任教授  
IEEE Life Fellow, Ph.D., 工学博士

(5) triple 接合型サイリスタ型の理想的な高速Switch動作特性

詳細は青山社出版の人工知能パートナーシステム(AIPS)を支える「デジタル回路の世界」に記載。

<https://www.seizansha.co.jp/ISBN/ISBN978-4-88359-339-2.html>

<https://www.seizansha.co.jp/>



崇城大学 理事長付き 特任教授  
IEEE Life Fellow, Ph.D., 工学博士

仕様:B5判上製

475ページ

ISBN978-4-88359-339-2

発行日:2016/03/01



人工知能パートナーシステム(AIPS)を支える  
デジタル回路の世界

IEEE Life Fellow, Ph.D.

萩原 良昭 著

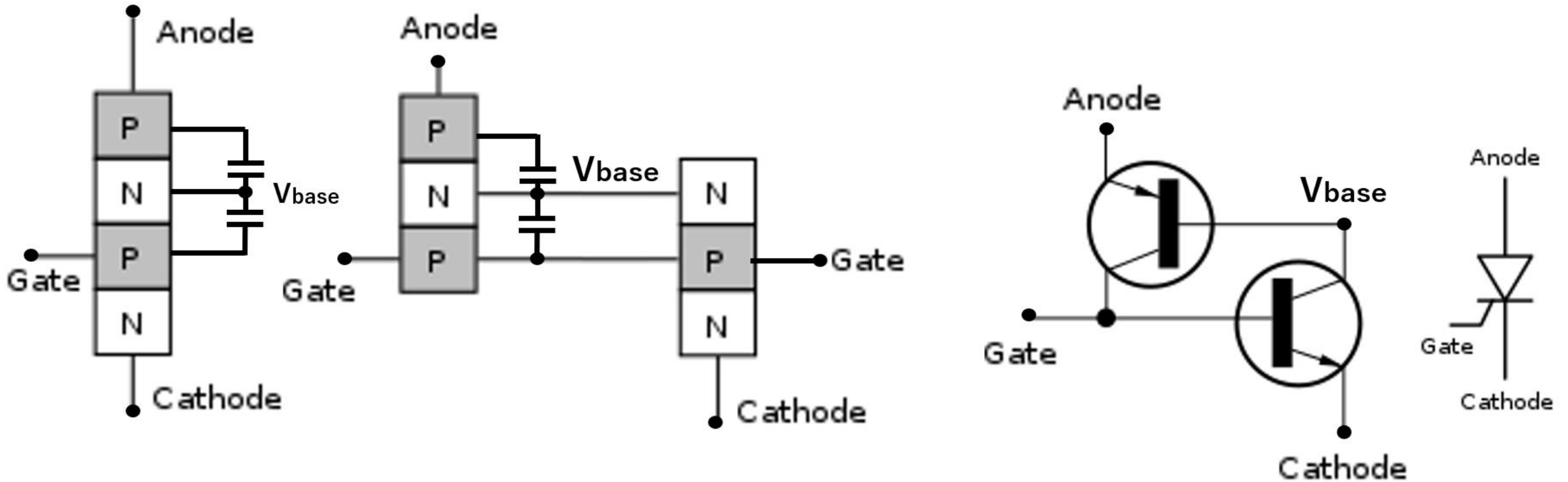
ISBN978-4-88359-339-2 B5判 上製 475頁

定価(本体9,000円+税)

未来の人間社会には人工知能パートナーシステム(AIPS)とも言える人間にやさしい支援システムが出現すると期待している。AIPS搭載の自動走行車や老人介護システム、人間型歩行ロボットやロボット・ハウスなどである。そこで本書では、そのAIPSを支える「デジタル回路の世界」と題し、ハードとソフトの両面で、人とコンピュータをつなぐデジタル技術について紹介している。図や絵をたくさん用意して、基礎からやさしく解説している。

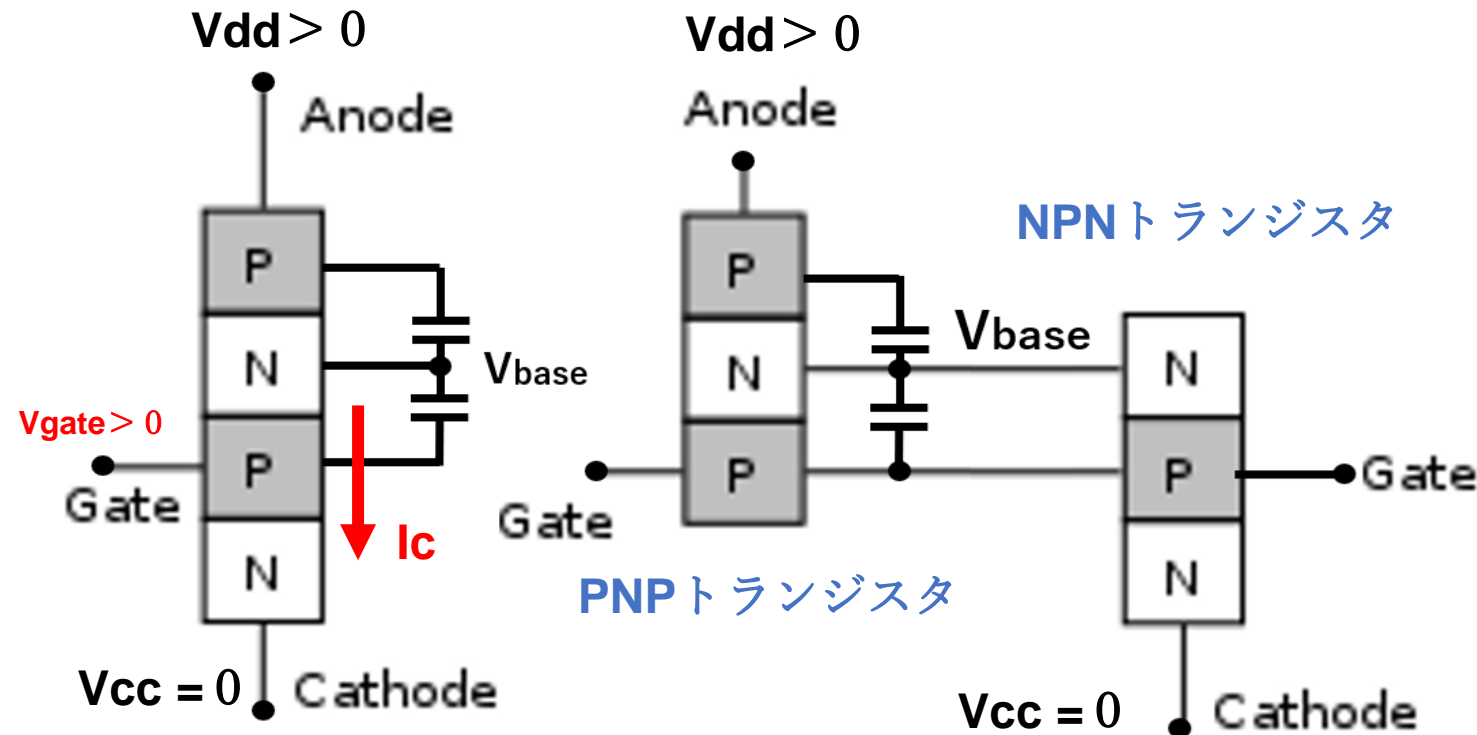


# PNPNのTriple接合型サイリスタ半導体素子の構造と動作原理



$V_{base}$  端子には浮遊状態の接合容量があるのでメモリ機能を持つ。

# PNPNのTriple接合型サイリスタ半導体素子の構造と動作原理

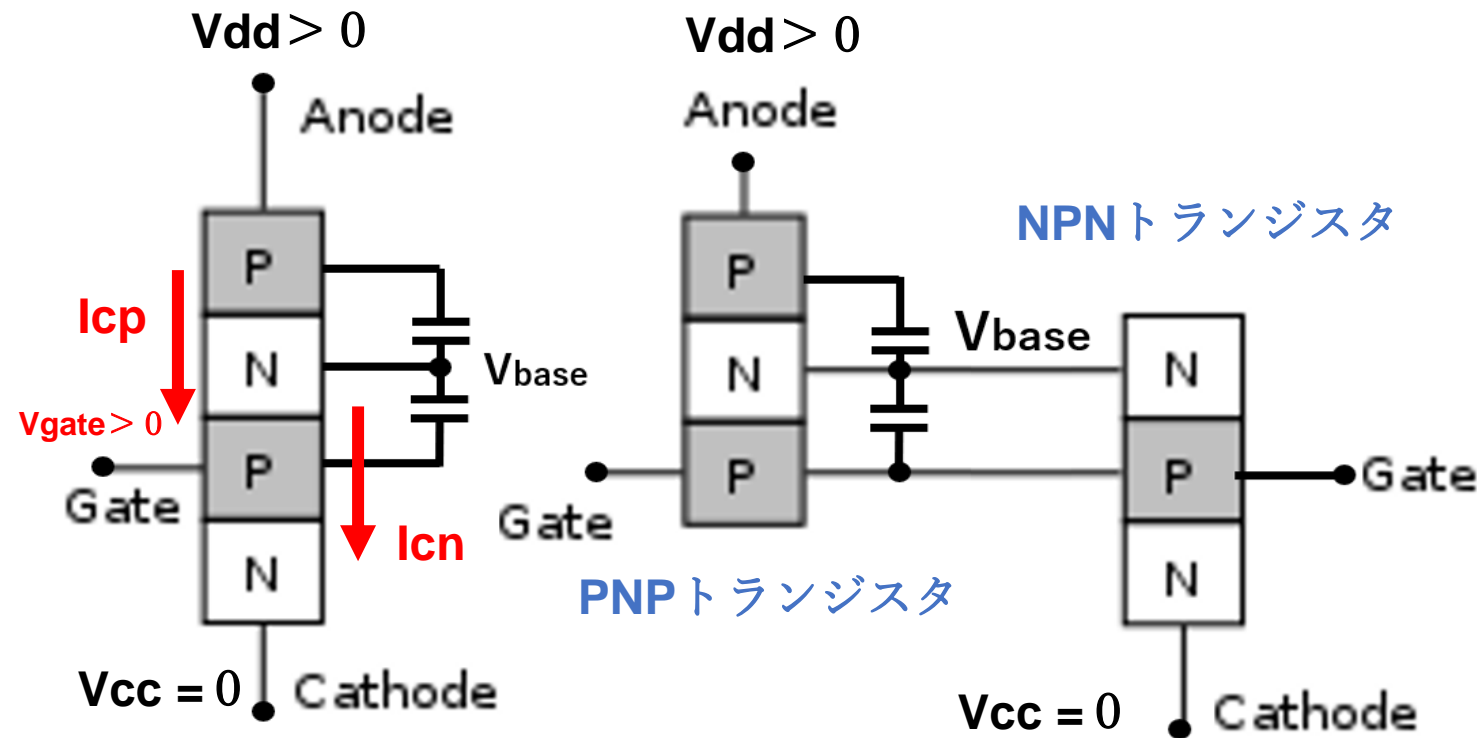


- 1) Gate端子にプラス電圧を印加する  
 $V_{gate} > 0$

- 1) Gate端子にプラス電圧を印加すると、トリガーとなる電流を流し込むことになり、NPNトランジスタがオンになる。
- 2) NPNトランジスタのCollector電流 ( $I_{cn}$ )は、PNPトランジスタのBaseから電流を引き抜く。すると、 $V_{base}$ の電位が降下する。そしてPNPトランジスタがONする。
- 3) PNPトランジスタのCollector ( $I_{cp}$ )電流はNPNトランジスタのBaseへ流れ込む為、NPNトランジスタの電流はさらに増幅される。
- 4) Gate端子から電流を注入しなくても両方のトランジスタはON状態を維持する。

$V_{base}$  端子には浮遊状態の接合容量があるのでメモリ機能を持つ。

# PNPNのTriple接合型サイリスタ半導体素子の構造と動作原理



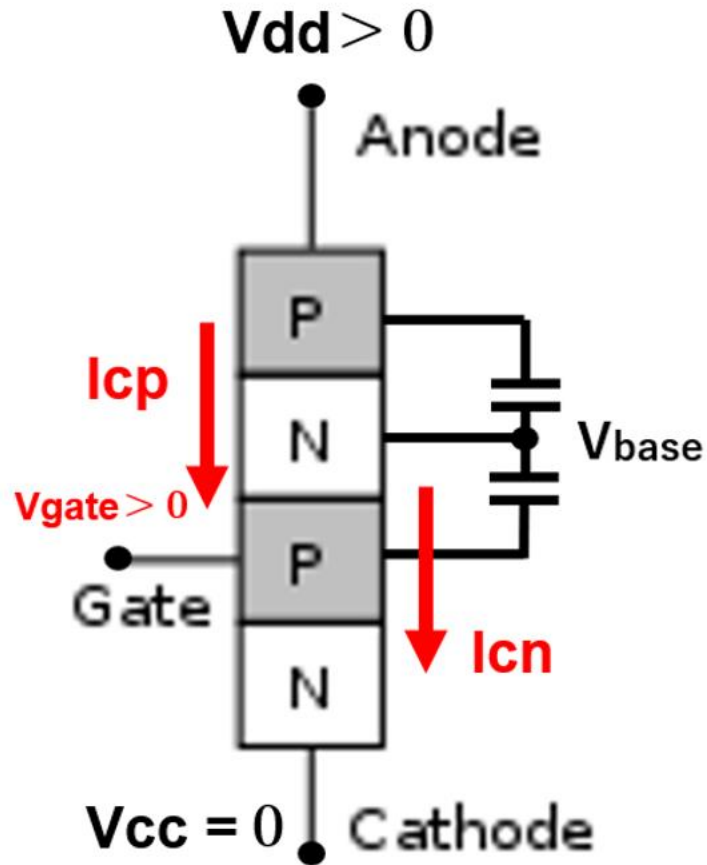
2) NPNトランジスタのCollector電流( $I_c$ )は、PNPトランジスタのBaseから電流を引き抜く。

- 1) Gate端子にプラス電圧を印加すると、トリガーとなる電流を流し込むことになり、NPNトランジスタがオンになる。
- 2) NPNトランジスタのCollector電流( $I_{cn}$ )は、PNPトランジスタのBaseから電流を引き抜く。すると、 $V_{base}$ の電位が降下する。そしてPNPトランジスタがONする。
- 3) PNPトランジスタのCollector( $I_{cp}$ )電流はNPNトランジスタのBaseへ流れ込む為、NPNトランジスタの電流はさらに増幅される。
- 4) Gate端子から電流を注入しなくても両方のトランジスタはON状態を維持する。

$V_{base}$  端子には浮遊状態の接合容量があるのでメモリ機能を持つ。

# PNPNのTriple接合型サイリスタ半導体素子の構造と動作原理

これを保持(ラッチ)と呼び、電流がゼロになるまで流れ続ける。



そのため一度導通したらそれを維持するのが望ましいカメラのフラッシュ機能などでも重宝さる。サイリスタを電流がゼロになるのを待たずにオフ状態にするためには、別途素子や回路が必要となる。

ちなみに素子のオンオフを外部からの信号によって任意に変える能力を自己消弧能力と呼び、消弧専用の回路を転流回路と呼ぶ。サイリスタにはこの転流回路が必要である。この種の素子を他励式と呼ぶ。IGBTが転流回路不要の自励式であることから、IGBTの利用が進んでいる。

ただし、交流電源の場合は、電圧がゼロになるため自然とオフになる。

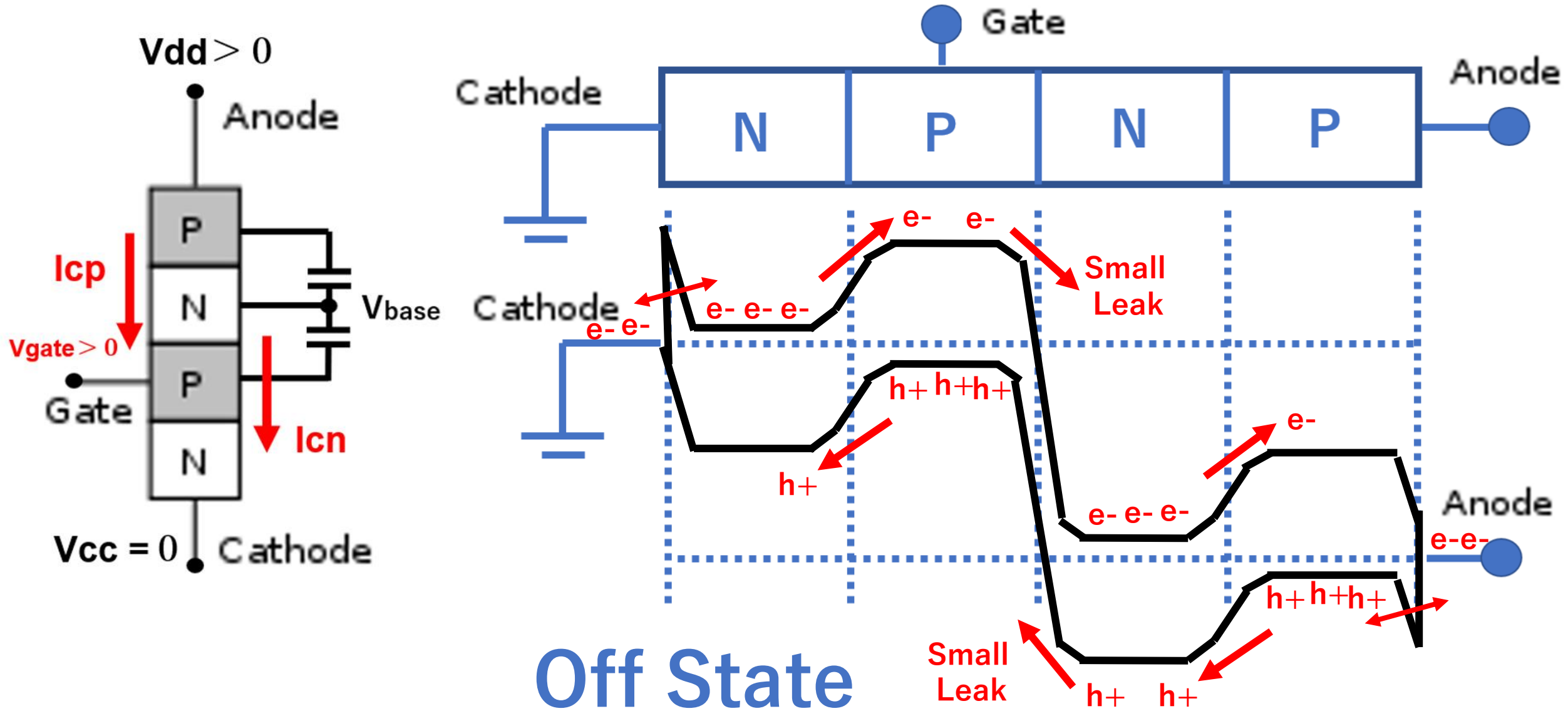
また、この転流回路を有したサイリスタの一つにGTOサイリスタがある。

GTOとはGate Turn Offの略称で、ターンオフとはオフ制御のことである。

ゲートに負の電流を流してアノード=カソード間に流れている自由電子を引き抜きやすくし、電流を止めてオフ状態にすることが可能である。

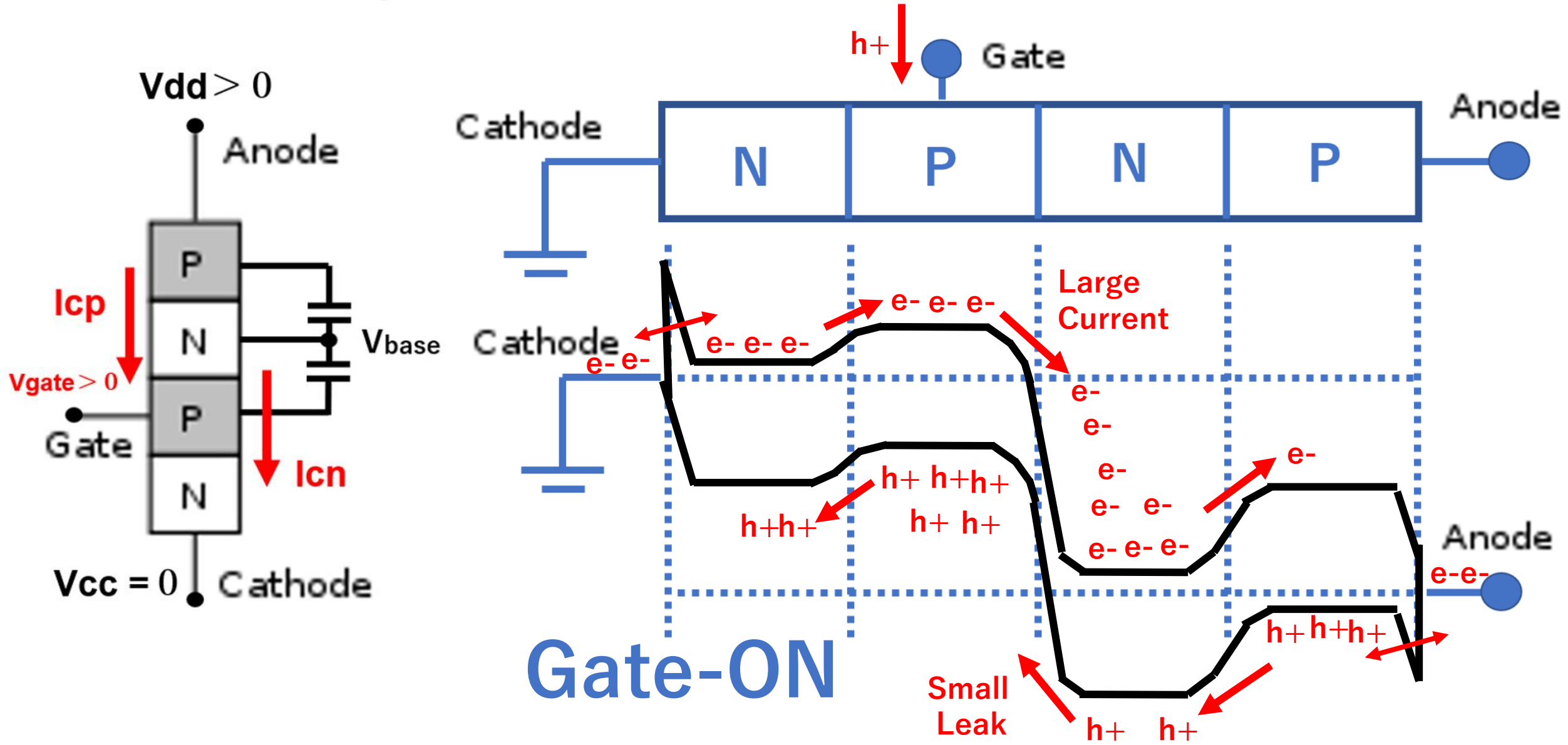
ただしオフにするには大電流が必要なため、大容量のゲート回路が必須である。

# PNPNのTriple接合型サイリスタ半導体素子の構造と動作原理



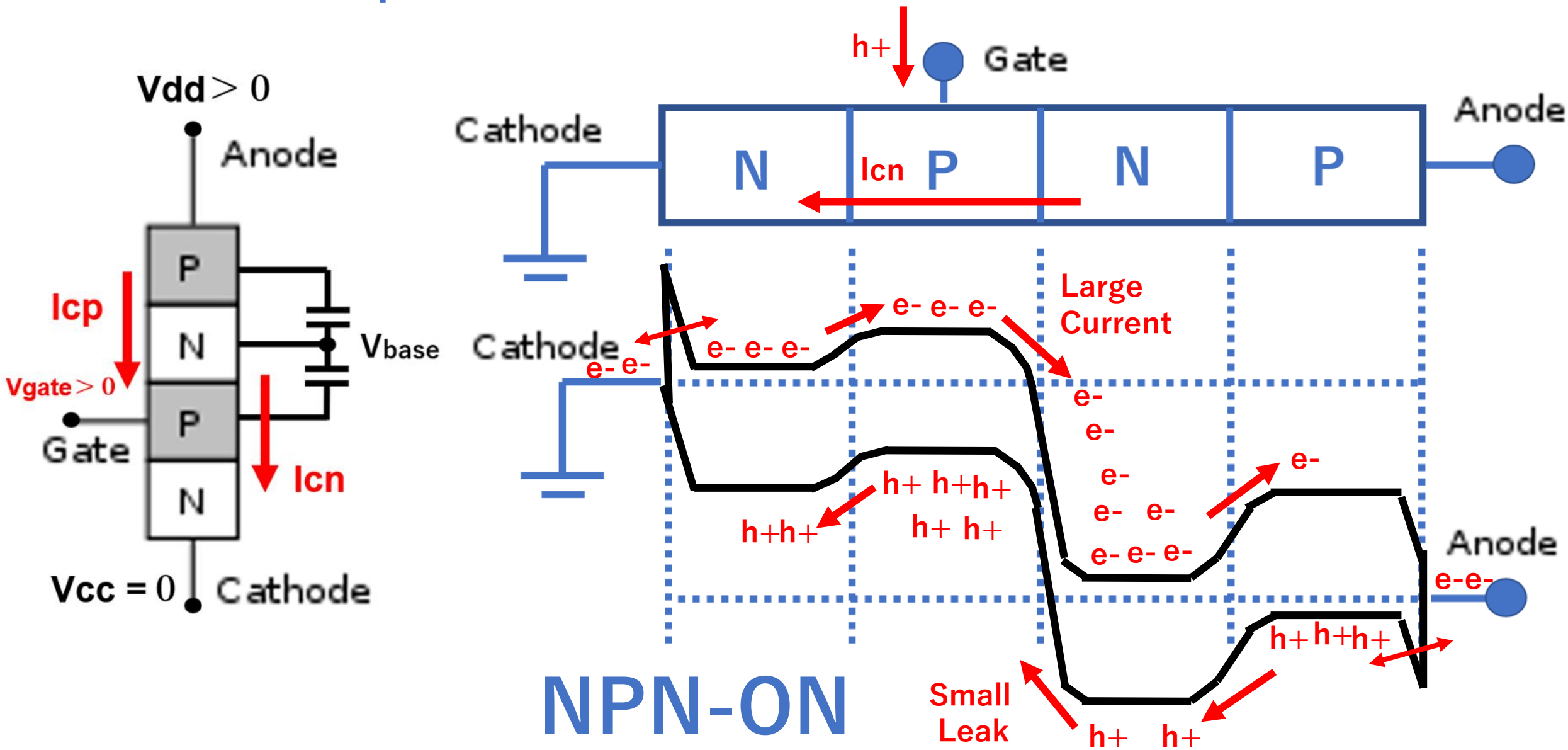


# PNPNのTriple接合型サイリスタ半導体素子の構造と動作原理

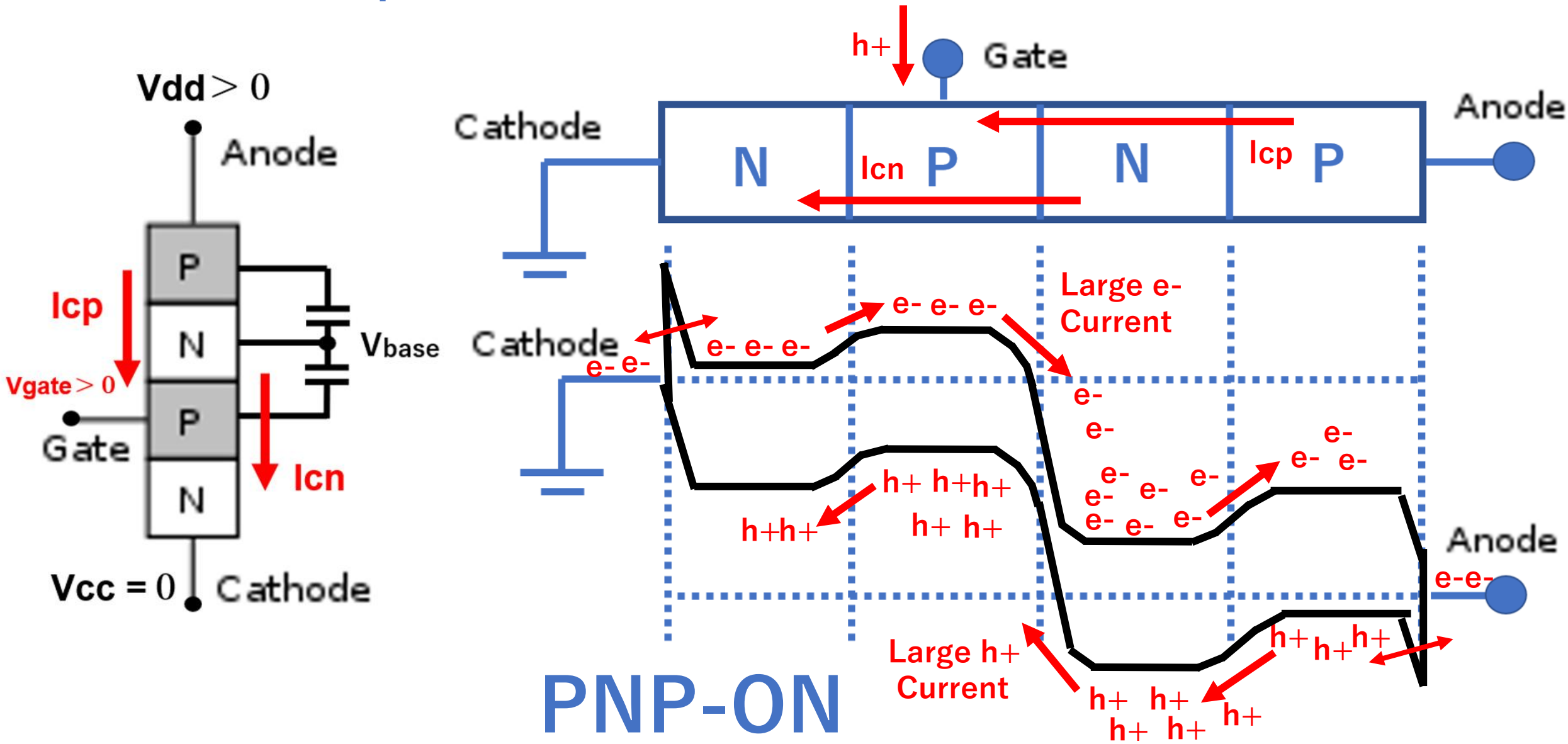




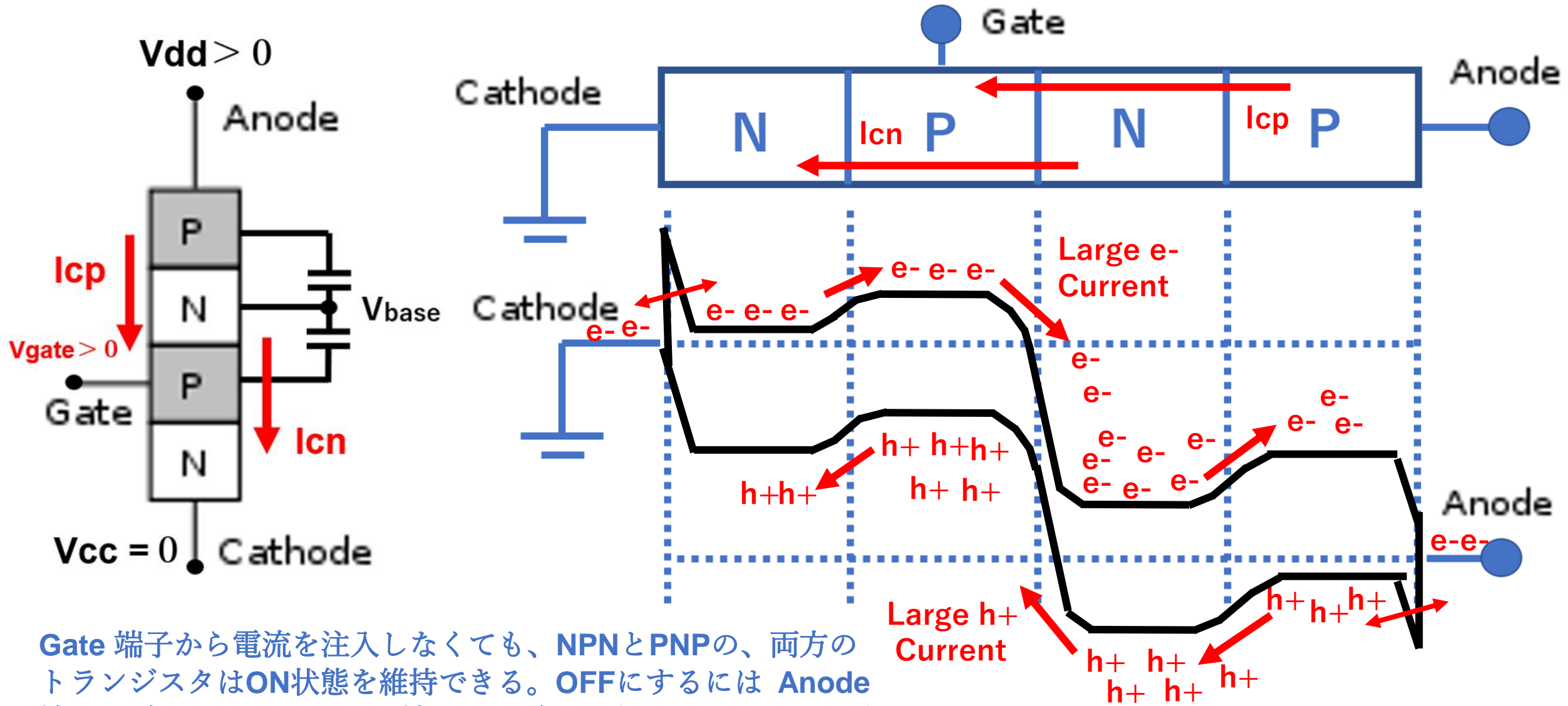
# PNPNのTriple接合型サイリスタ半導体素子の構造と動作原理



# PNPNのTriple接合型サイリスタ半導体素子の構造と動作原理



# PNPNのTriple接合型サイリスタ半導体素子の構造と動作原理



Gate 端子から電流を注入しなくても、NPNとPNPの、両方のトランジスタはON状態を維持できる。OFFにするには Anode 端子の電源を切るか、Gate端子から電子を注入することが必要。



International Solid State Circuits Conference

**1954-2013**

Yoshiaki Hagihara shared his memories of Richard Feynman, his mentor and educator at Caltech, and how he learned from him that control of electrons is at the heart of all electronic devices. As an example from his attic, he pointed to the old p-n-p-n junctions that are now incorporated in modern-day image sensors.



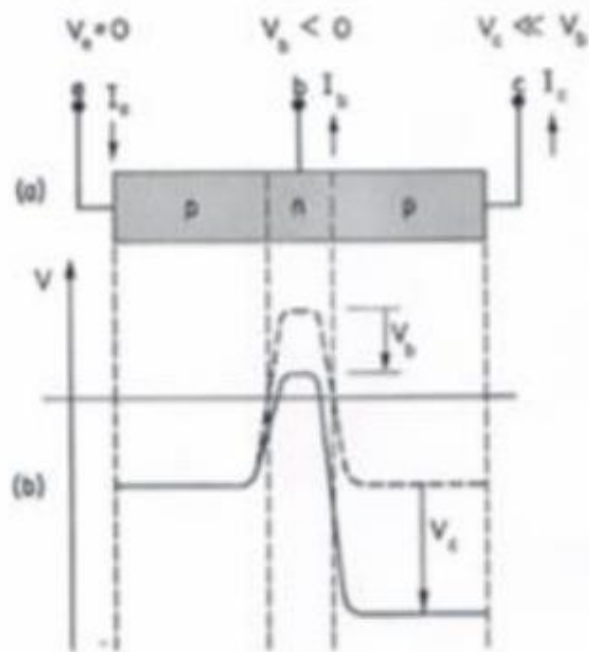




Prof. James McGaldin

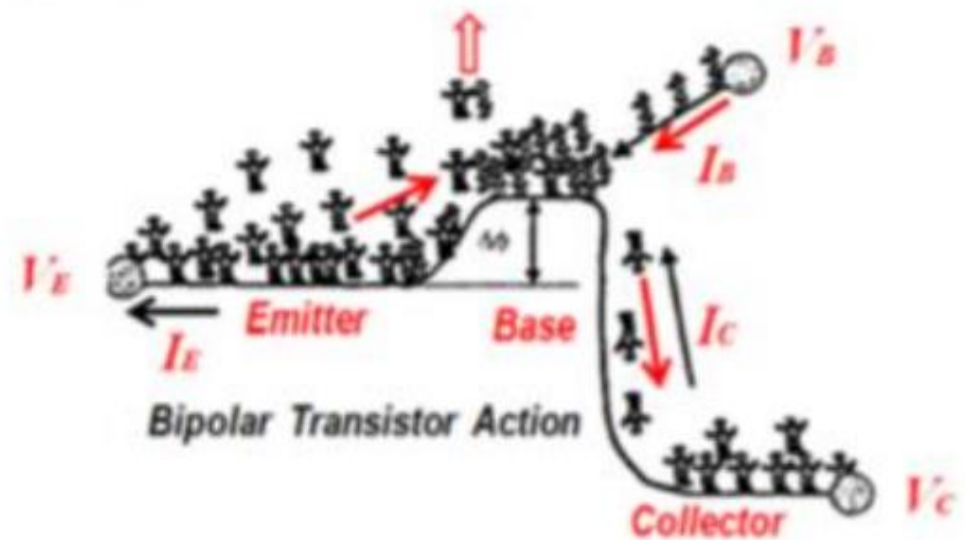
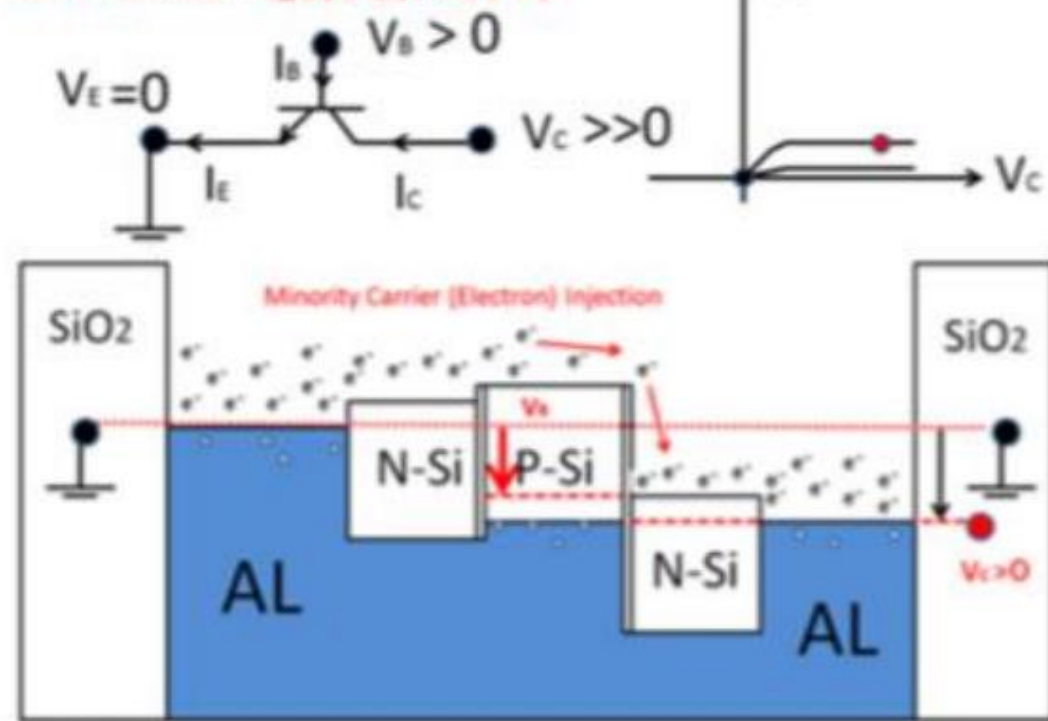


Prof. T. G. McGill



**Bipolar Transistor**

NPN Transistor : 電流が流れだす時



## Yoshiaki Higihara: The p-n-p-n Diode in Future Linear Motor Cars and in Modern Imagers

John Louis Moll (1921–2011) was studying a p-n-p-n diode switch in his Ph.D. dissertation work when the first ISSCC was held in 1954. In a normal operation mode, this device works as a thyristor, which can drive a large current and is the key device structure of an IGBT applied for a linear motor car of the future (see Figure 9). In a dynamic operation mode, this device may work as a simple p-n-p-n dynamic capacitance that can detect and store one single electron, which is a key device structure of the modern image sensor (see Figure 10).

I recall, when I was taking his physics course at Caltech, that Feynman once said that an electron is always free, moving around rapidly in free space, even in solid, and it never stops. It is very hard to catch an electron because we do not know exactly where it is. Our civilization today is based on a technology that controls electrons, down to a single one.

ゲートに負の電流を流してアノード=カソード間に流れている自由電子を引き抜きやすくし、電流を止めてオフ状態にすることが可能である。

## GTO (Gate Turn Off) type N+P+N-P+ junction Thyristor Switch

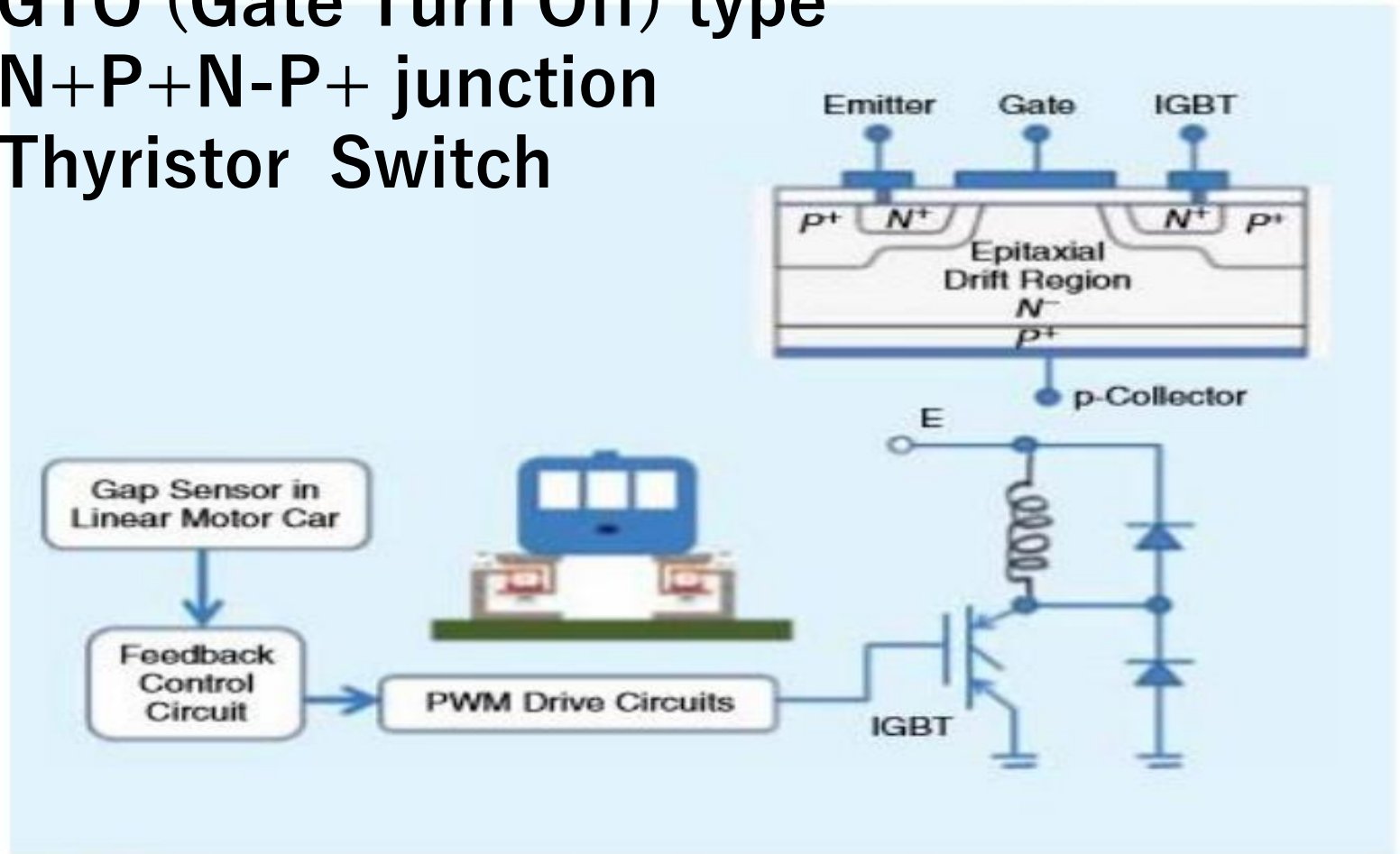
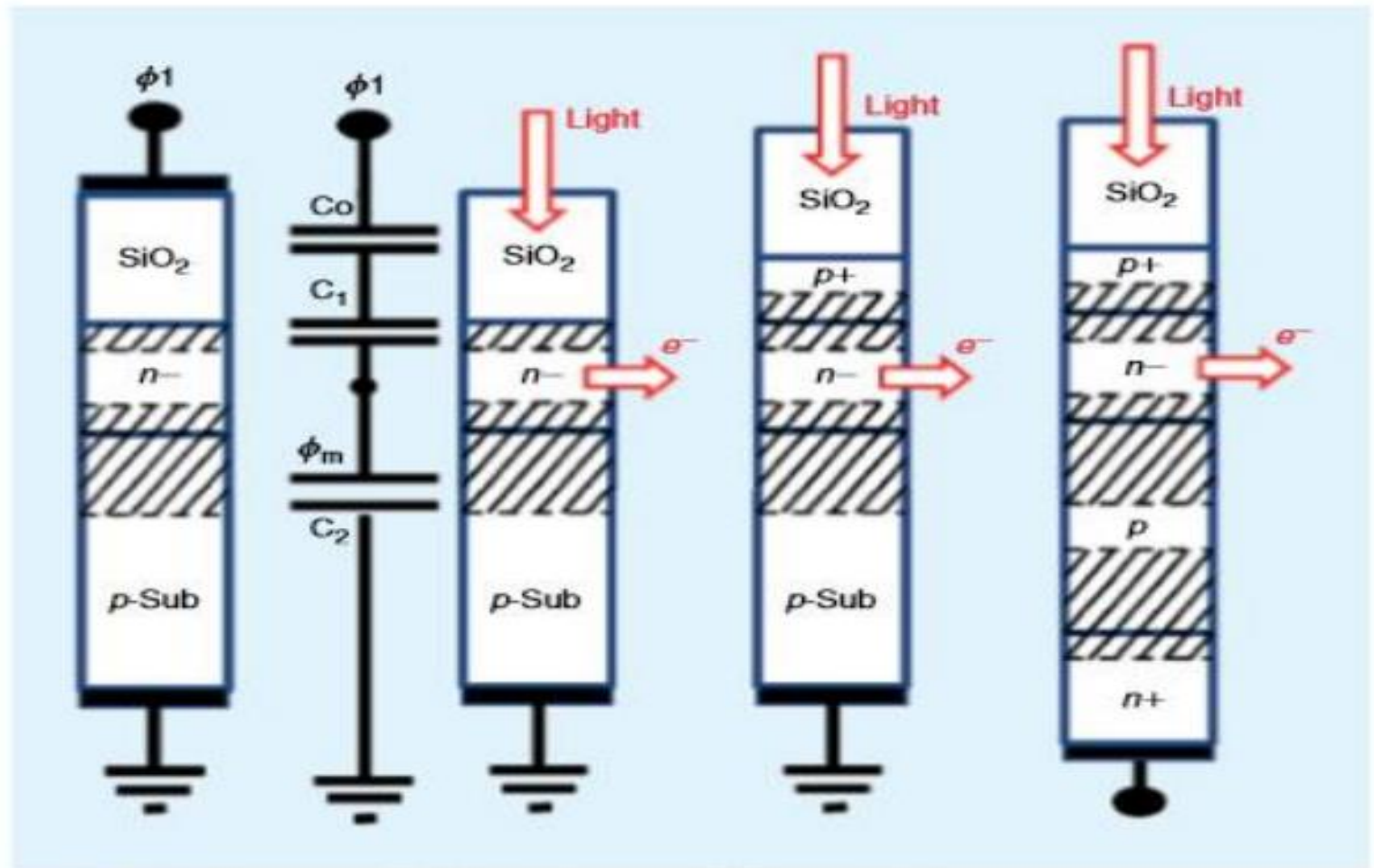


FIGURE 9: The p-n-p-n switch diode for a modern linear motor car.



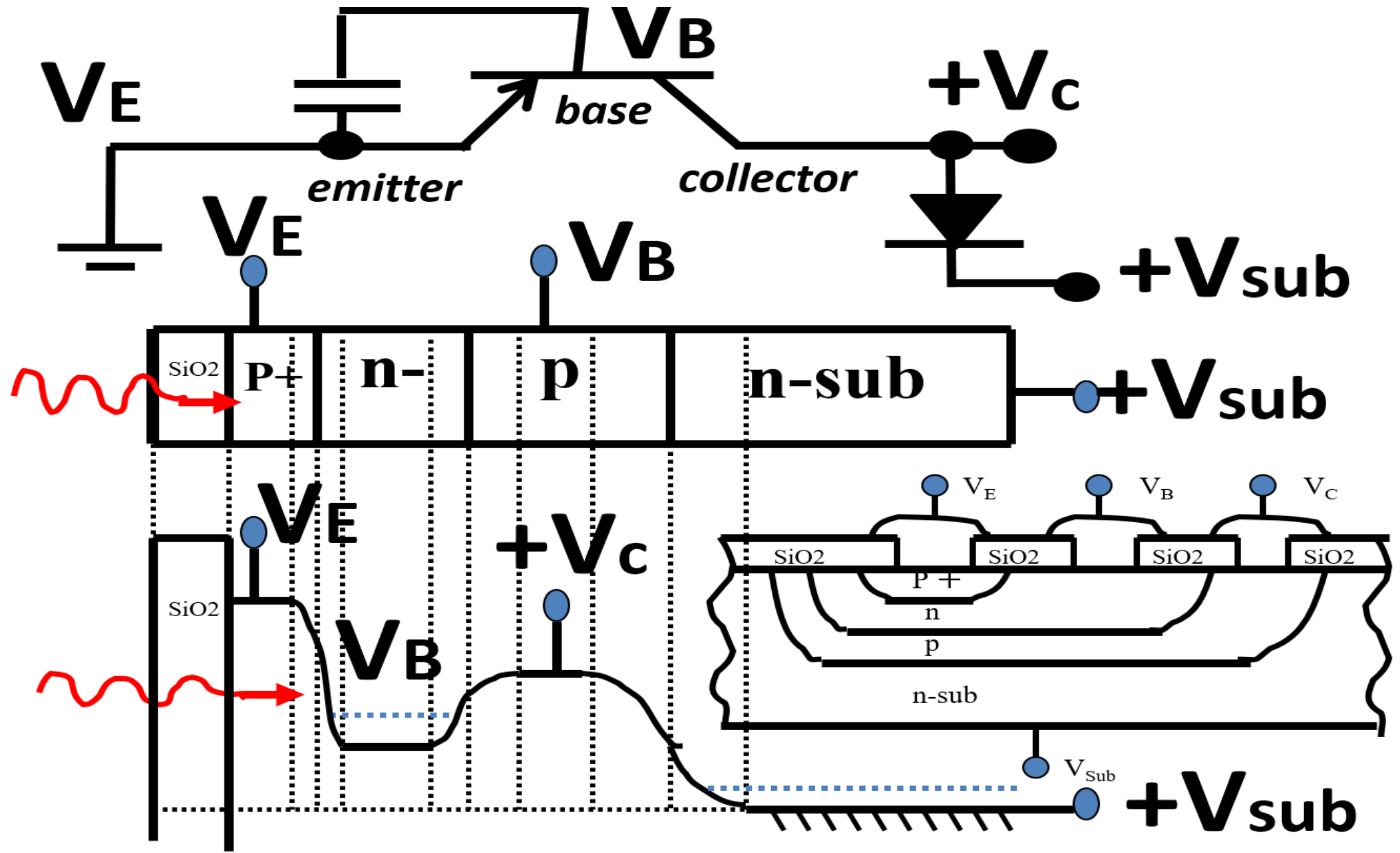
Imagine a photon incident to a bipolar transistor base region. The photon energy creates an electron-hole pair. And the photo-electron can be stored in the base region as one single majority carrier. That is, a bipolar transistor can also function as a photon detector and/or a storage container. I thought that a room in a hotel must be empty and clean before the first hotel guest arrives. So must be this transistor base region empty and clean with no guest electrons at the beginning. This transistor in a dynamic p-n-p capacitor mode is useful since it can capture, confine, and control one single electron. But as a student, I did not know yet how to move that single photoelectron sitting in the base region to the outside world so that we can make use of it as a signal. I had no way yet to know whether the hotel guest has arrived and is resting in the hotel room or not. We had no way yet to ask the hotel guest to come up to the hotel lobby to meet me. I had to wait a few more years (until 1970



**FIGURE 10:** From CCD to the dynamic p-n-p-n diode capacitors.

in my senior year in college) to find the answer. We all know now it is the CCD structure that can store and transfer one single electron. With a precharge reset set gate and

With a precharge reset set gate and a source-follower circuit, a scheme invented by Walter Kosonocky. We could finally meet our hotel guest at the hotel lobby.



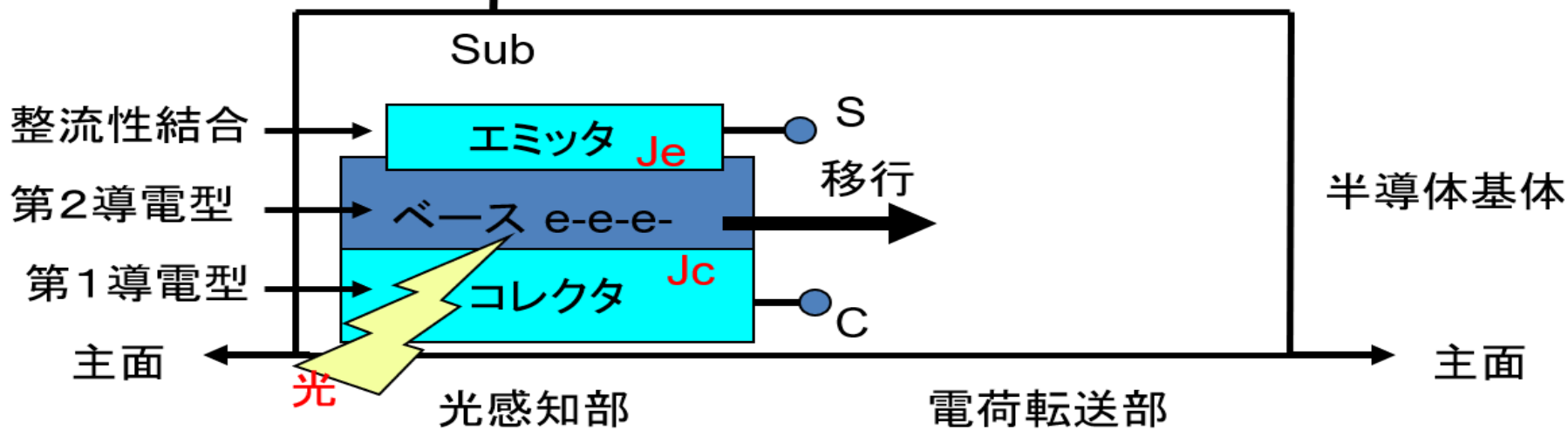
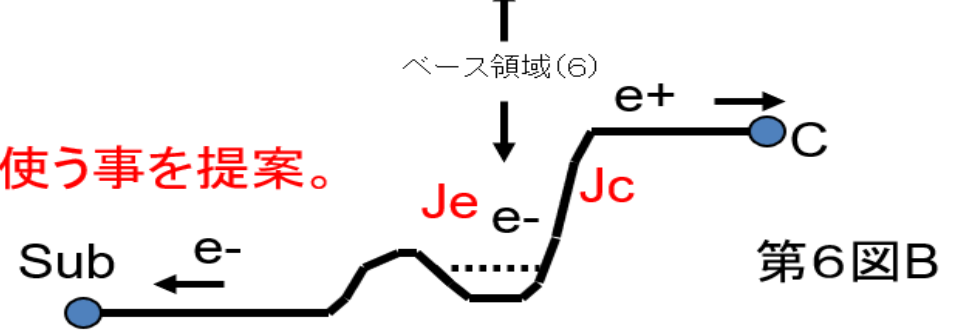
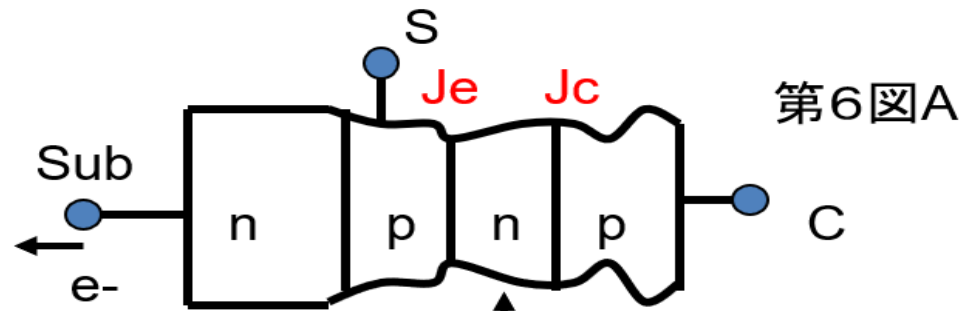
PNP bipolar transistor 型のセンサー構造の提案 (1975)



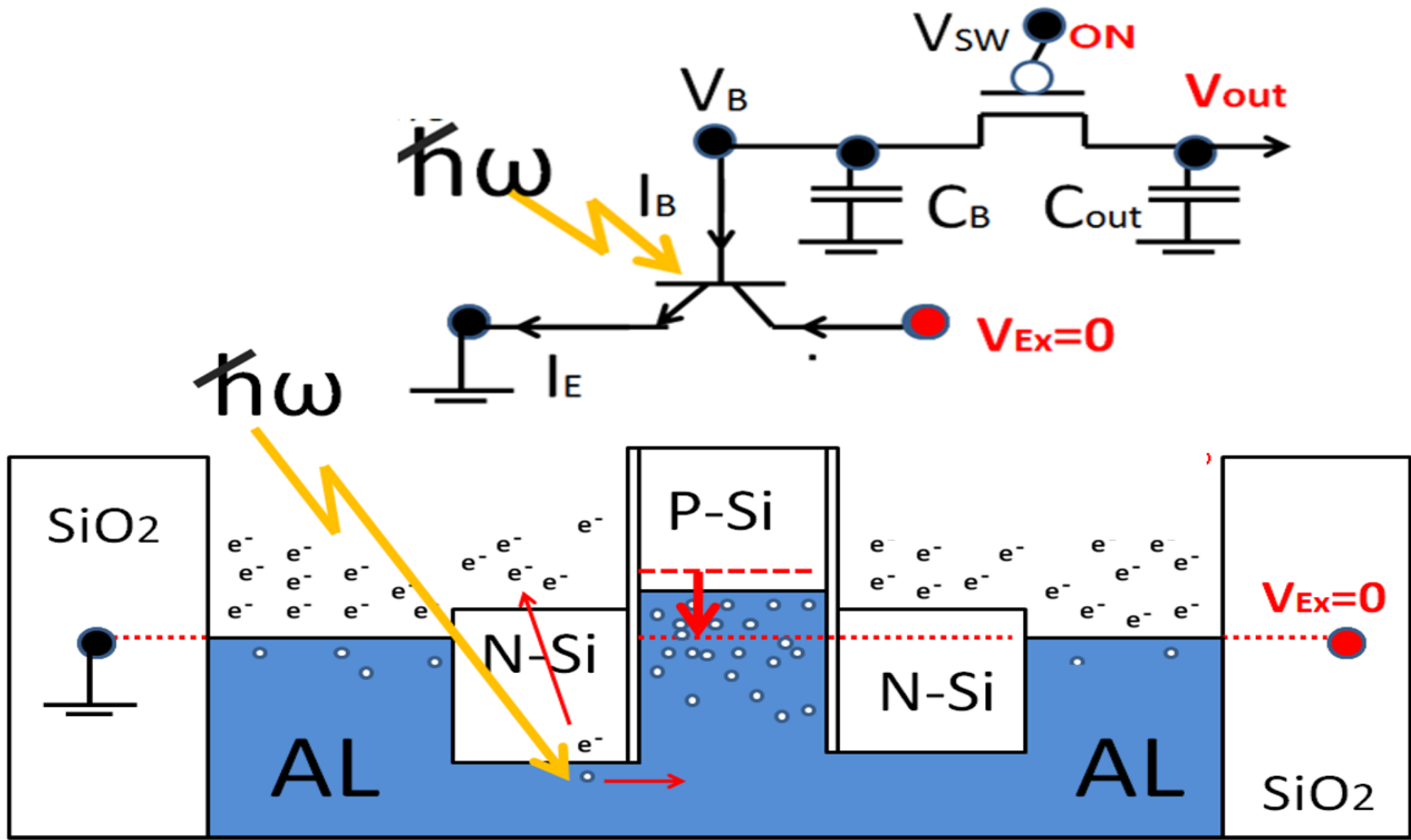
\* 1960~1970年代の Bip Trの製造方法は こちらが 主流。

\* 通常のBipolarTrの製造方法では Sub(半導体基体)が Emitter領域と異なる導電性タイプの場合もあり得ることは周知である。

●単純に Bip Tr 構造を撮像素子と使う事を提案。

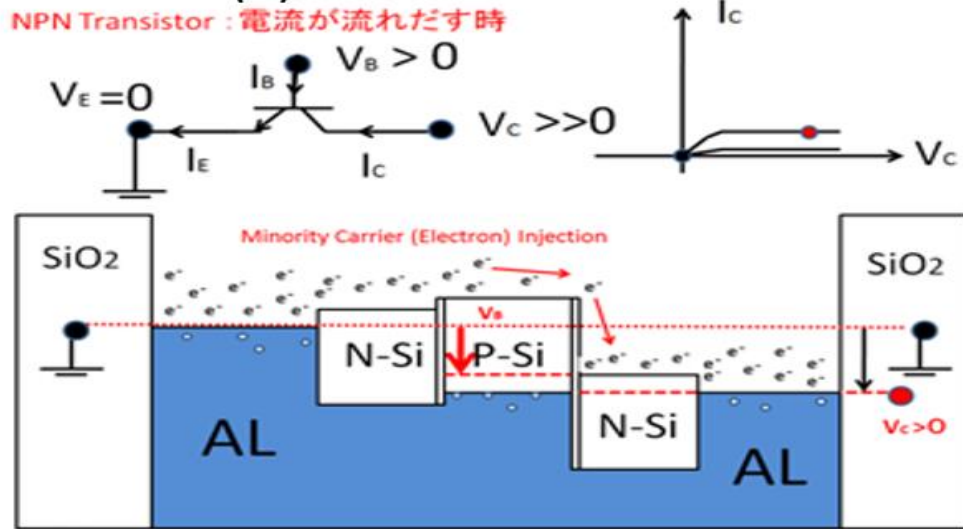


電子shutter 機能を持つtriple接合のPinned Photodiode型の固体撮像装置の提案 (1975.11.10)

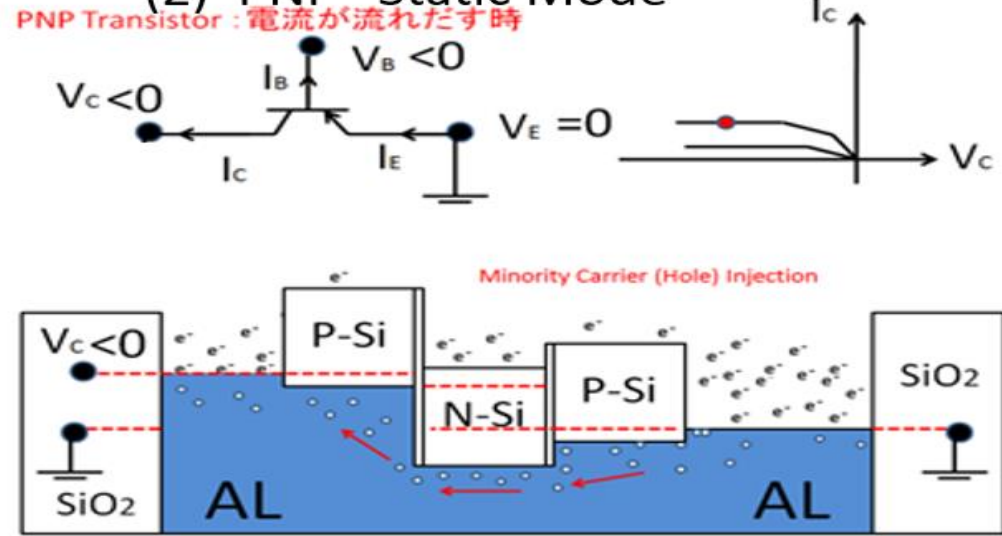


NPN bipolar transistor 型の場合のセンサーの物理モデル

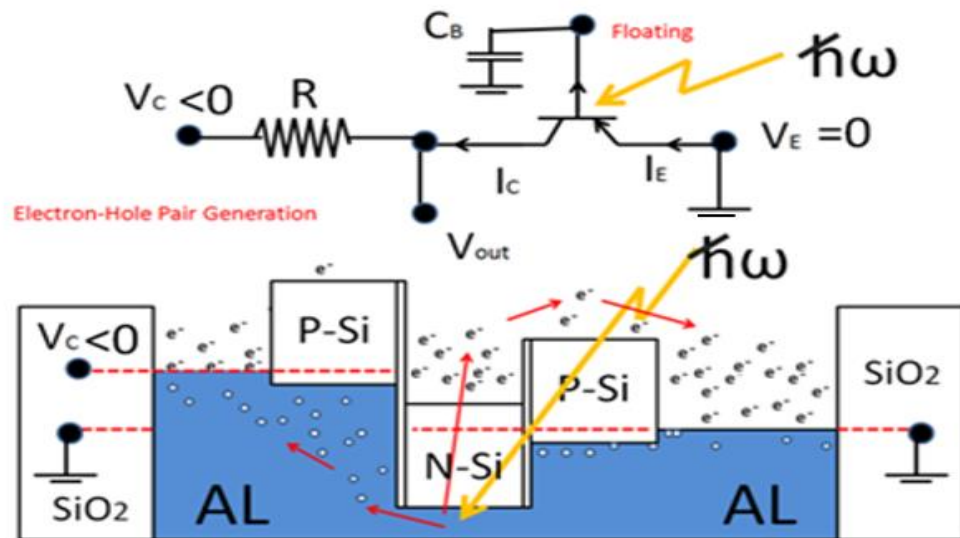
(1) NPN Static Mode



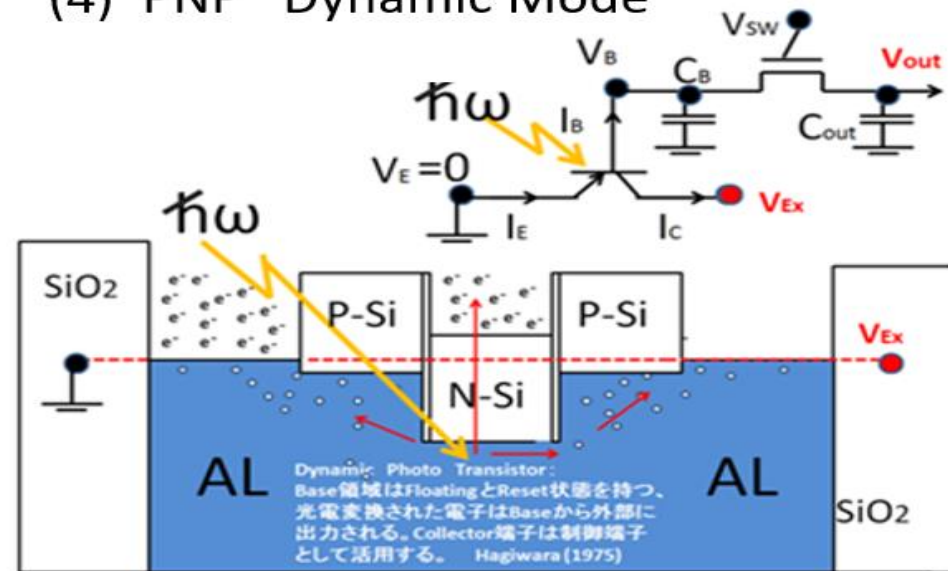
(2) PNP Static Mode



(3) NPN Dynamic Mode



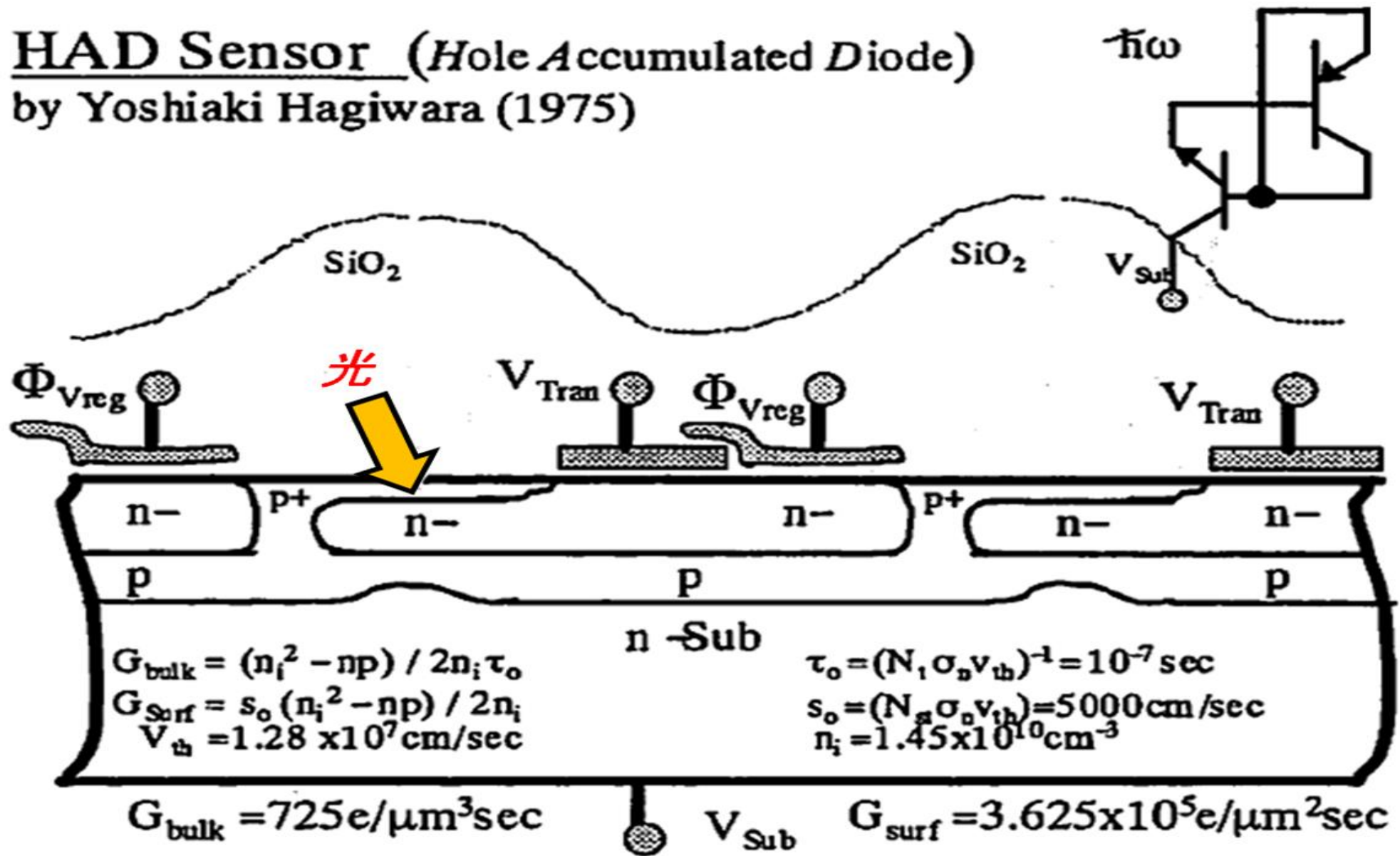
(4) PNP Dynamic Mode



NPN bipolar transistor 型の場合のセンサーの物理モデル

# HAD Sensor (Hole Accumulated Diode)

by Yoshiaki Hagiwara (1975)



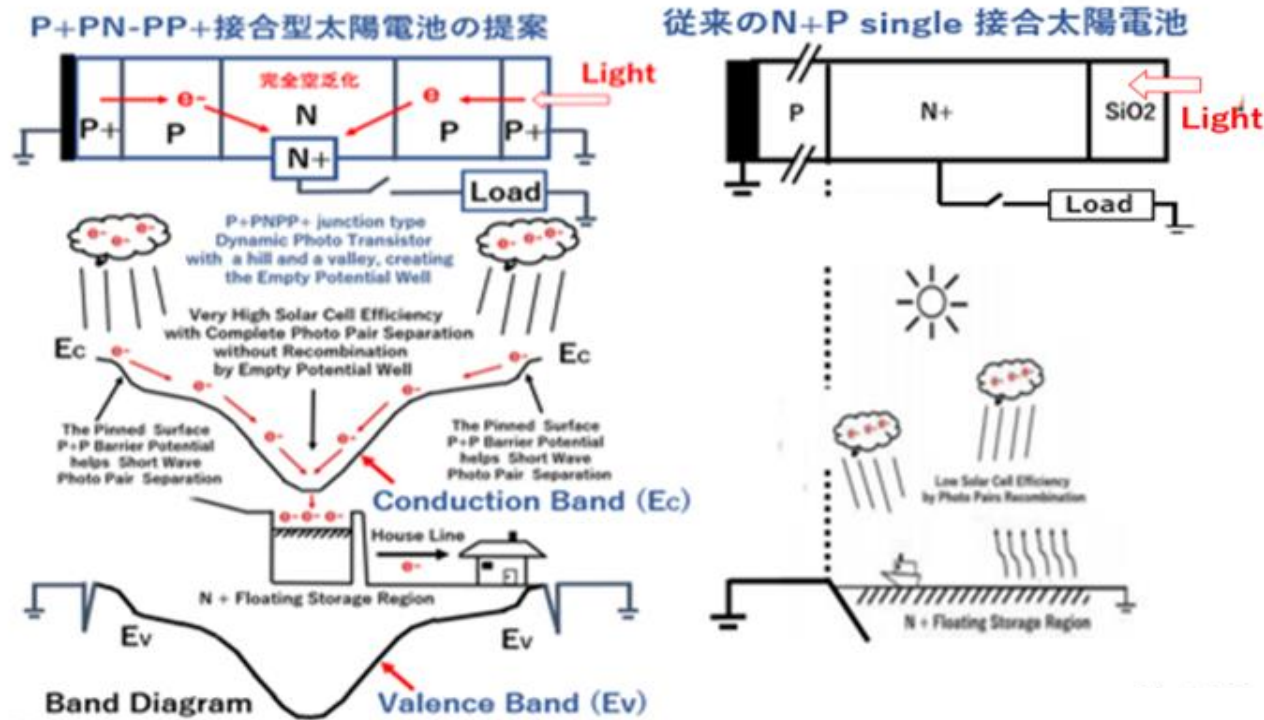
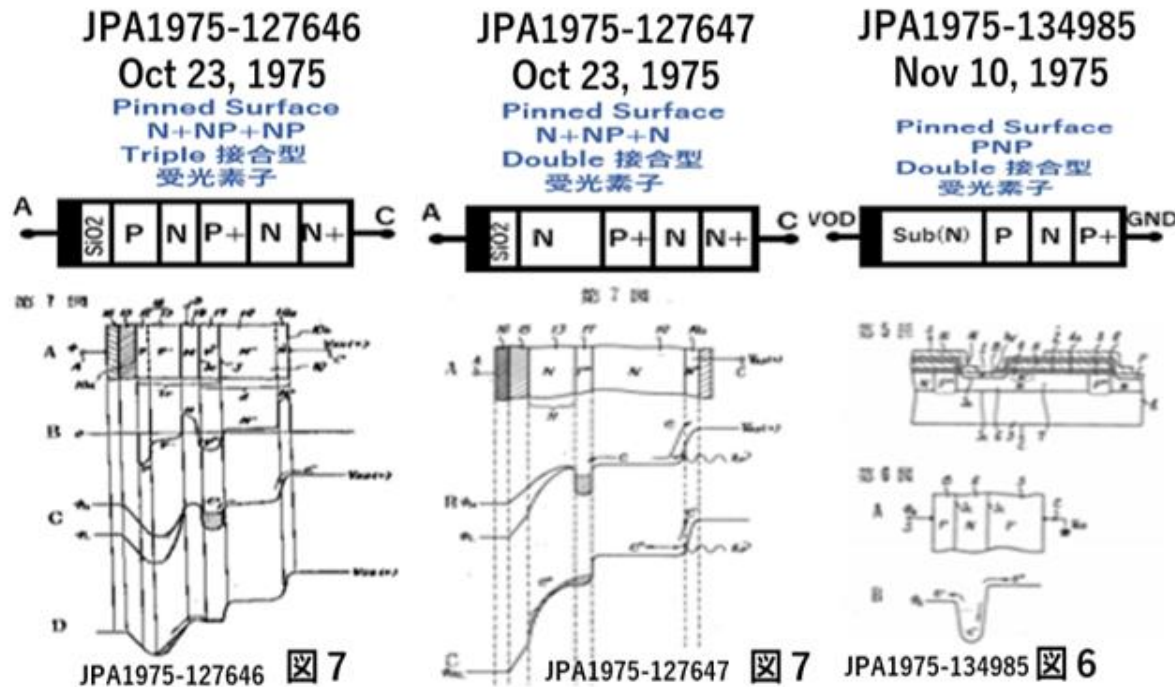
SonyのHAD sensor 構造 ( Hagiwara, 1975 )



### (3) single接合型のダイオードの整流特性

新型電池はぜひ一般の人にも関心をもっていただきたいです。

政府も企業も自治体も動かして、この萩原が提案する新型の太陽電池を含めて、半導体電子デバイス国の戦略製品として産業のコメとして政府の支援で国産化を推進してほしいです。



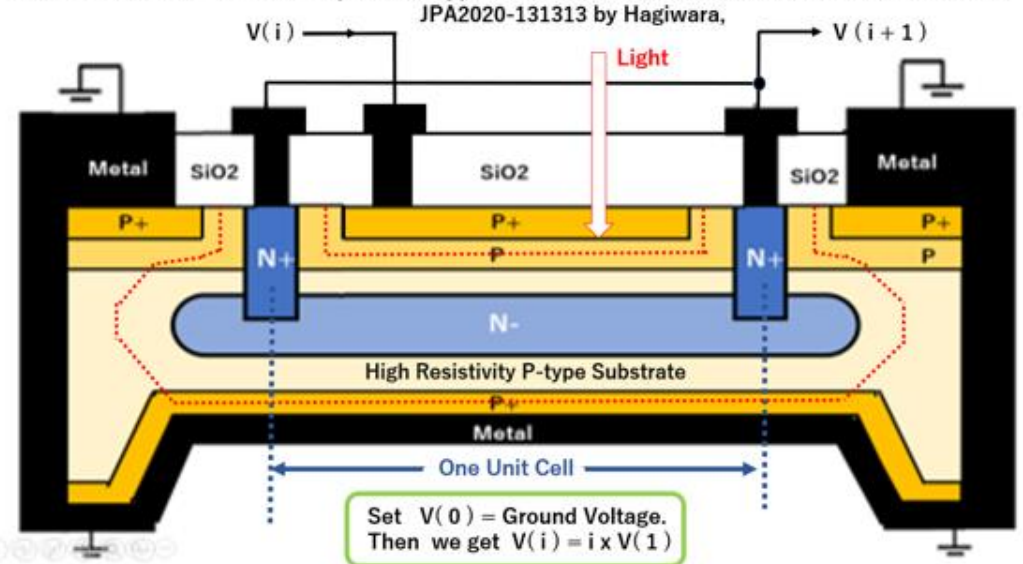


題目： 人工知能ロボットを支える、超光感度の賢い電子の目を太陽電池に応用する

# 概要

まず超光感度イメージセンサーの発明と歴史的な開発努力について解説する。半導体の集積化技術の進歩により賢い電子の目を持つ AI ROBOT が実現し身近にスマホやコンピュータが多数存在し多くの半導体部品がその原動力となる電気エネルギーを必要とする時代となったが、石油エネルギーから脱却しよりクリーンな水力、風力、地熱エネルギーや太陽光エネルギーを必要とする。超光感度のイメージセンサーも、太陽電池もその動作原理は同じものである。

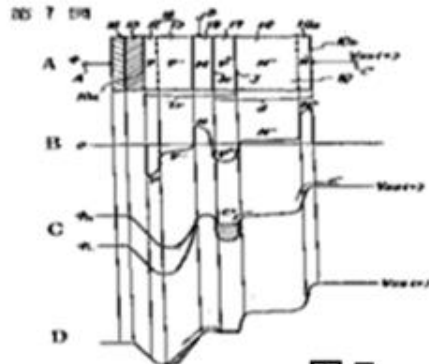
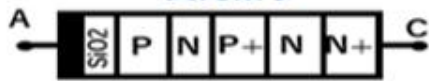
One Unit Cell of P+PN-PP+ junction type Solar Cell, which can be connected in series.



JPA1975-127646

Oct 23, 1975

Pinned Surface  
N+NP+NP  
Triple 接合型  
受光素子

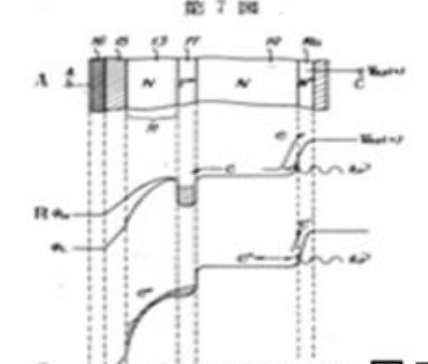
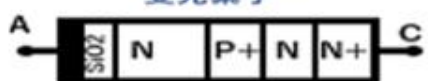


JPA1975-127646 図 7

JPA1975-127647

Oct 23, 1975

Pinned Surface  
N+NP+N  
Double 接合型  
受光素子

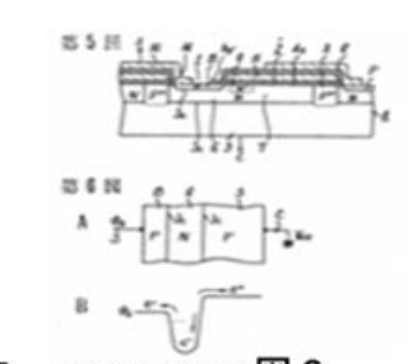
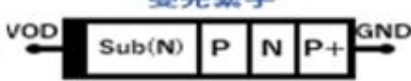


JPA1975-127647 図 7

JPA1975-134985

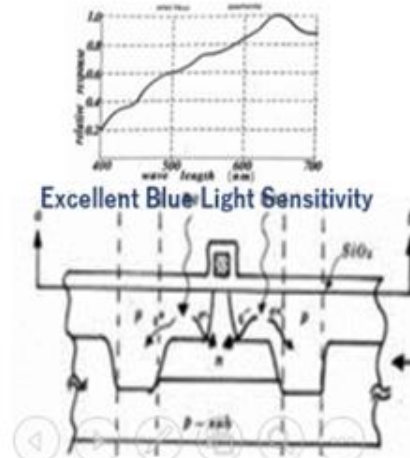
Nov 10, 1975

Pinned Surface  
PNP  
Double 接合型  
受光素子

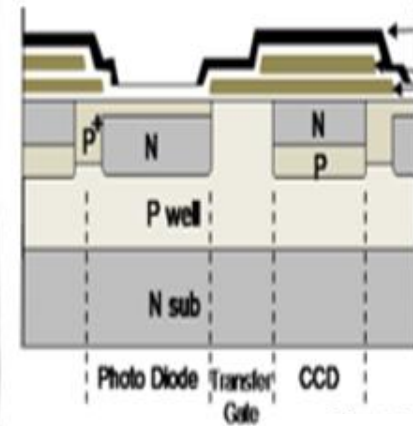
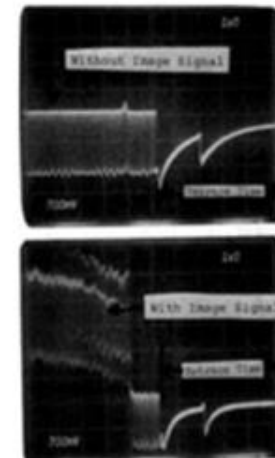


JPA1975-134985 図 6

SSDM1978 Paper



SSIS Semiconductor History Museum



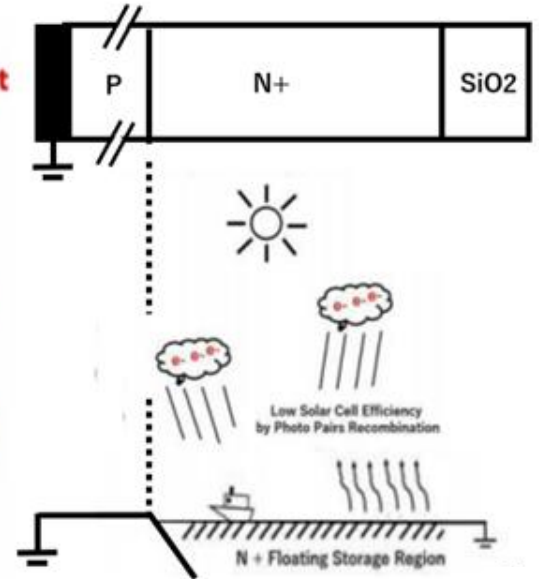
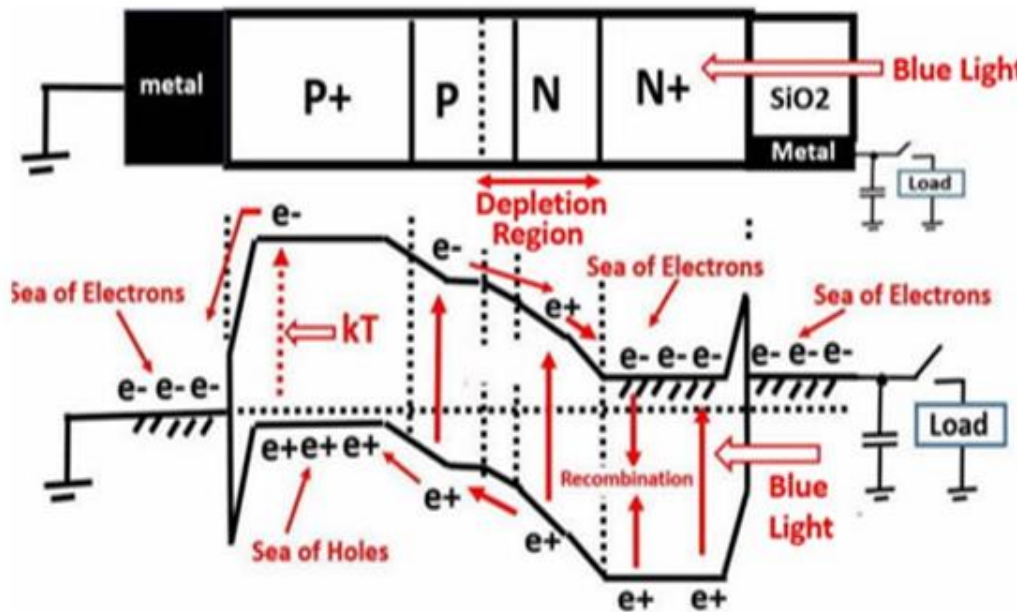
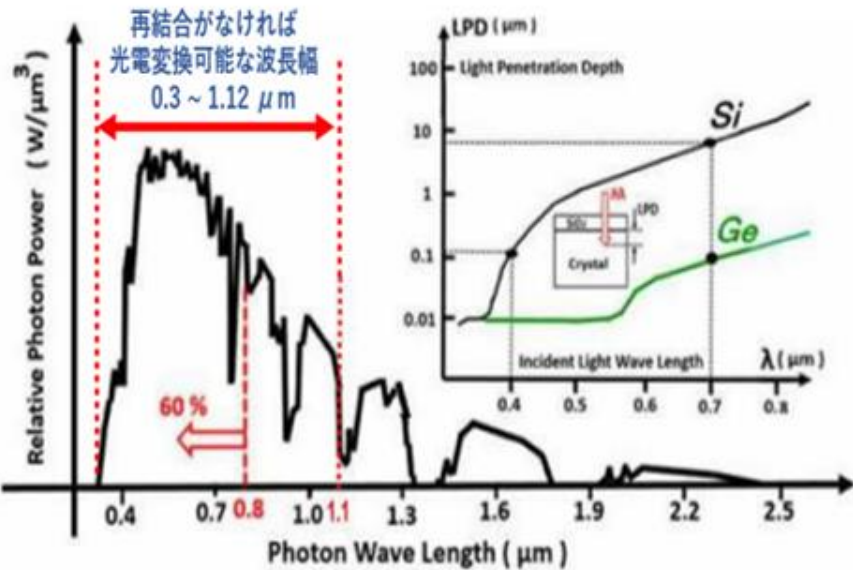
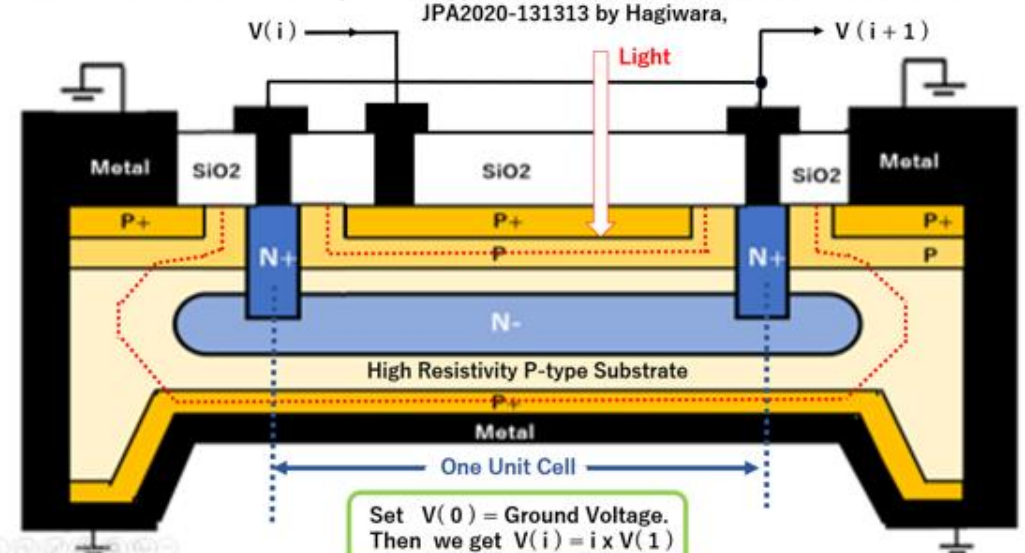


題目： 人工知能ロボットを支える、超光感度の賢い電子の目を太陽電池に応用する

## 概要

両者とも光エネルギー（情報）を電気エネルギー（情報）に変換する半導体素子である。一方、色再現豊かな映像の実現の為に短波長青色感度特性は不可欠である。また太陽光には短波長エネルギー成分が豊富である。しかし短波長青色光は半導体結晶体内を透過する深度が非常に浅い。従来構造の受光面（N+）が浮遊状態にあるN+P接合型の受光素子では受光表面の近傍の電位は平坦となる。従って、受光表面には電界がない。半導体結晶体の表面近傍では、せっかく光電変換して生じた光電子とホールペアであるが電界が不在である為に、光電子とホールのペアは分離移動することができない。その場にとどまり遂は再結合して熱となり無駄になっているのが現状である。

One Unit Cell of P+PN-PP+ junction type Solar Cell, which can be connected in series.





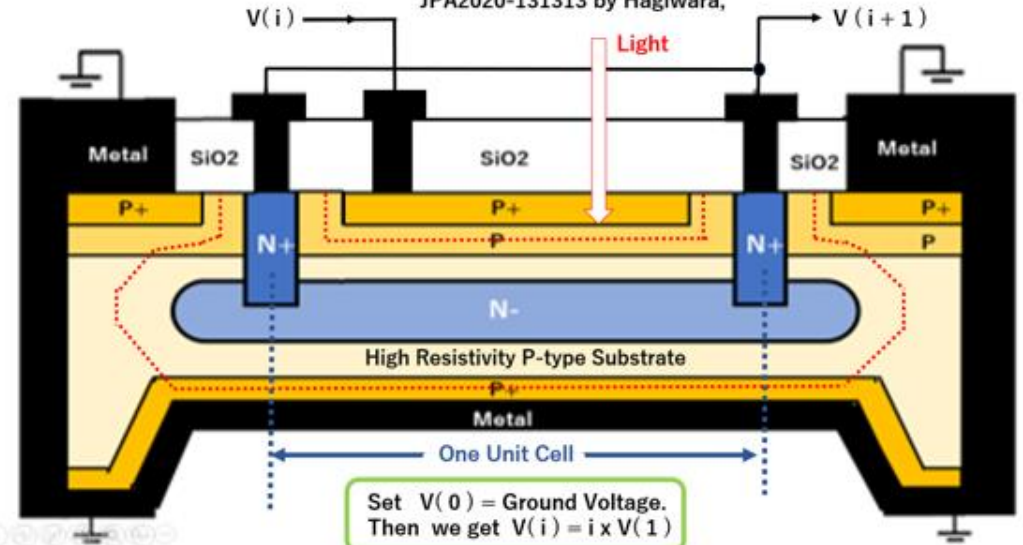
題目： 人工知能ロボットを支える、超光感度の賢い電子の目を太陽電池に応用する

# 概要

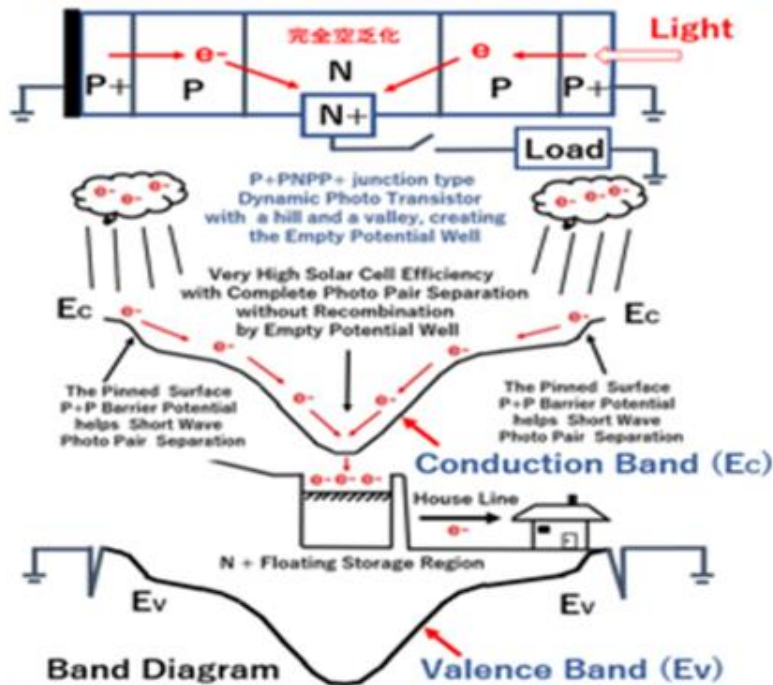
1975年に萩原良昭が発明(JPA1975-127646, JPA1975-127647, JPA1975-134985)考案した超光感度のイメージセンサーの受光素子構造は、Double 接合型の受光素子である。通称、Pinned Photodiodeと呼ばれる受光素子である。短波長青色光に対する感度特性が優れている事が知られているが、その受光素子構造を太陽電池の光電変換効率向上のために採用することを提案する。

One Unit Cell of P+PN-PP+ junction type Solar Cell, which can be connected in series.

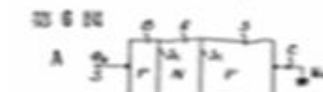
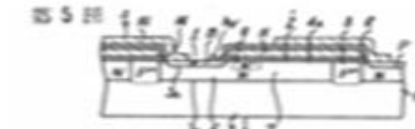
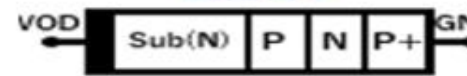
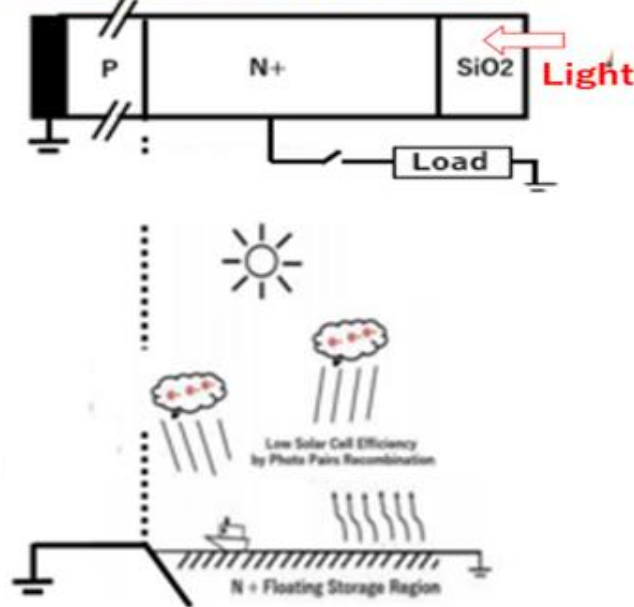
JPA2020-131313 by Hagiwara,



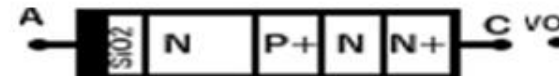
P+PN-PP+接合型太陽電池の提案



従来のN+P single 接合太陽電池



JPA1975-134985 図 6



JPA1975-127647 図 7



# 38万画素に達した固体撮像素子

# 最低照度5lxの高感度 インターライン型CCD

# 基板に余剰電荷を掃き出し、可変電子シャッタを実現

ソニー 半導体事業本部 CCD 事業部

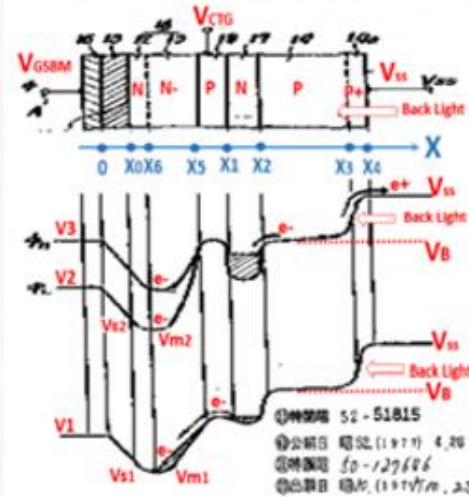
浜崎 正治  
鈴木 智行  
賀川 能明  
石川 貴久枝  
宮田 克郎

ソニー国分セミコンダクタ CCD 製造部

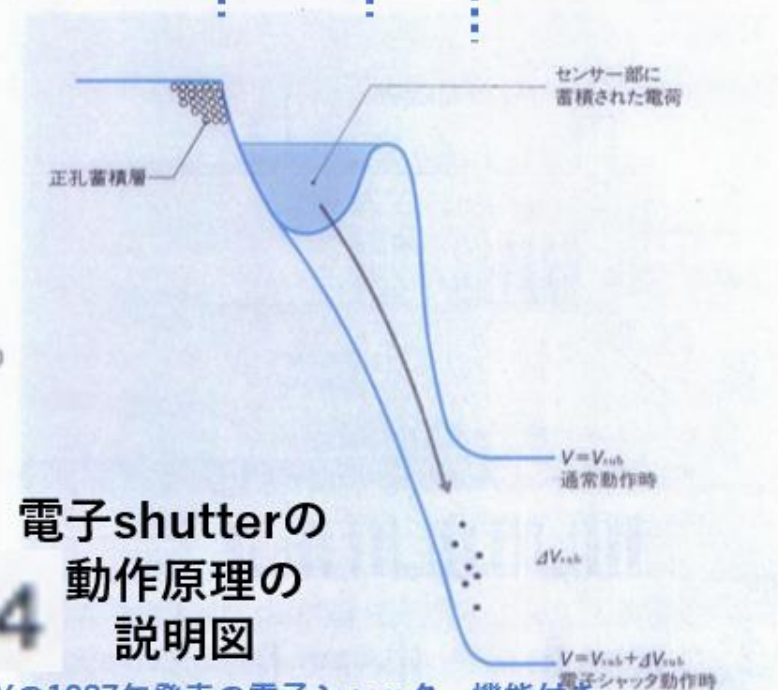
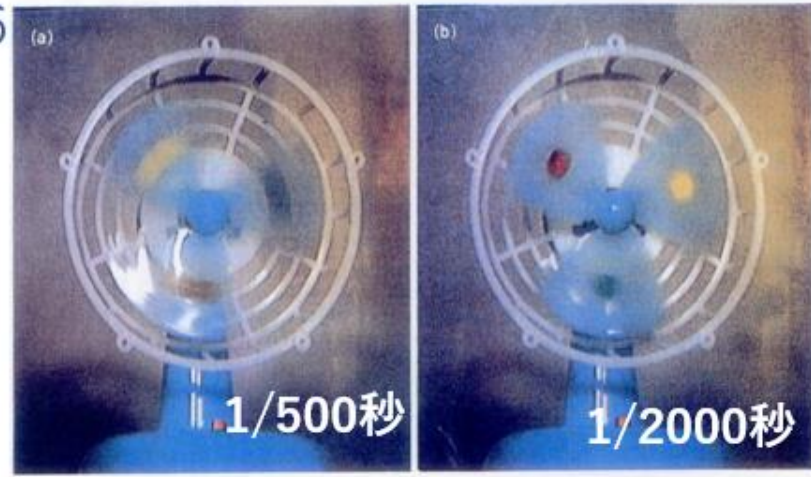
神戸 秀夫

最も一般的な固体撮像素子であるインターライン型 CCD で、2/3 インチで 38 万と大規模な画素数を持つ素子をソニーが製品化した。画素面積が小さくなることで減少する信号量を確保するため、縦型オーバーフロー・ドレインを採用して開口率を上げ、補色フィルタで光の利用効率を上げた。さらに界面準位からの暗電流を抑えている。この結果、81 dB のダイナミック・レンジが得られた。

JPA1975-127646



JPA1975-127646の図7と同一受光構造である。受光表面はGNDにピン留めされた、P+NPNsub 接合型、すなわち Triple 接合型の Pinned Photodiode.



電子shutterの動作原理の説明図

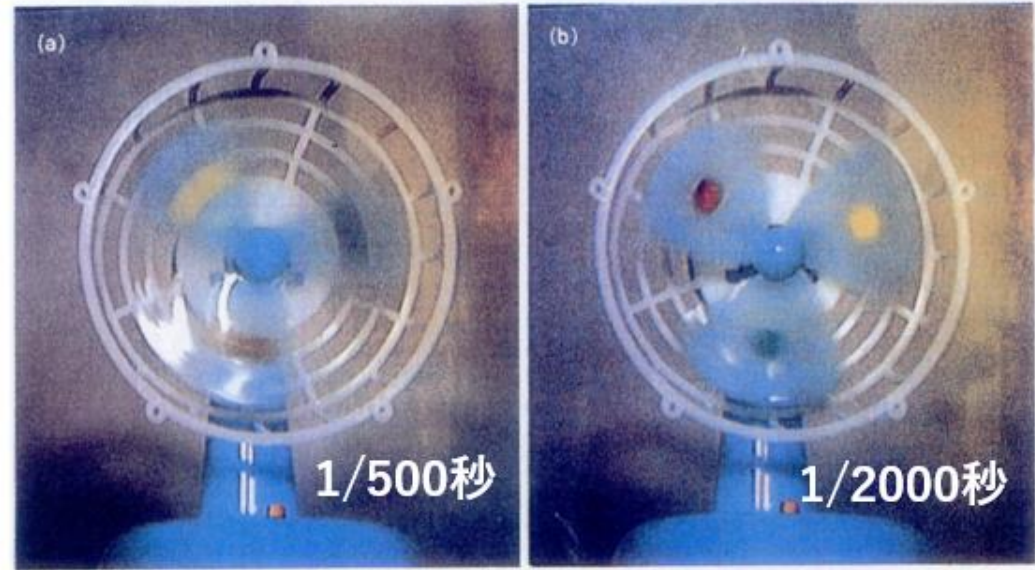
SONYの1987年発表の電子シャッター機能付き Hole Accumulation Diode (HAD) 受光素子構造



題目： 人工知能ロボットを支える、超光感度の賢い電子の目を太陽電池に応用する

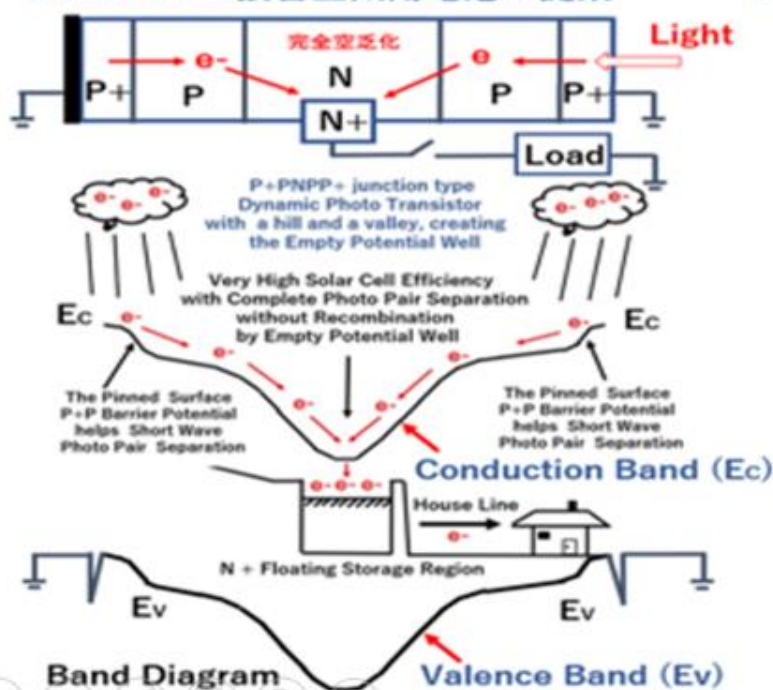
# 概要

1975年に萩原良昭が発明(JPA1975-127646, JPA1975-127647, JPA1975-134985)考案した超光感度のイメージセンサーの受光素子構造は、Double 接合型の受光素子である。通称、Pinned Photodiodeと呼ばれる受光素子である。短波長青色光に対する感度特性が優れている事が知られているが、その受光素子構造を太陽電池の光電変換効率向上のために採用することを提案する。

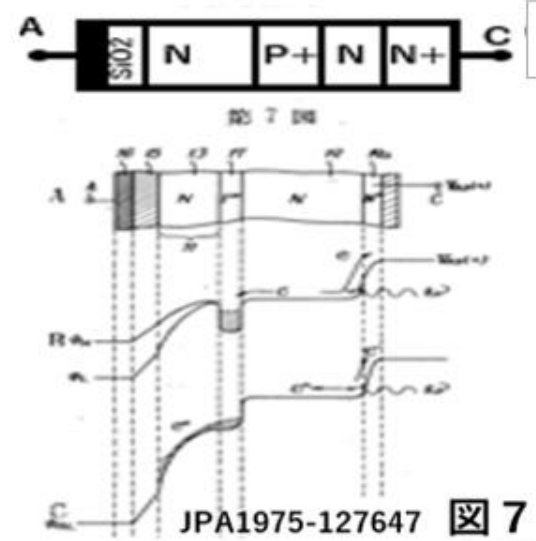
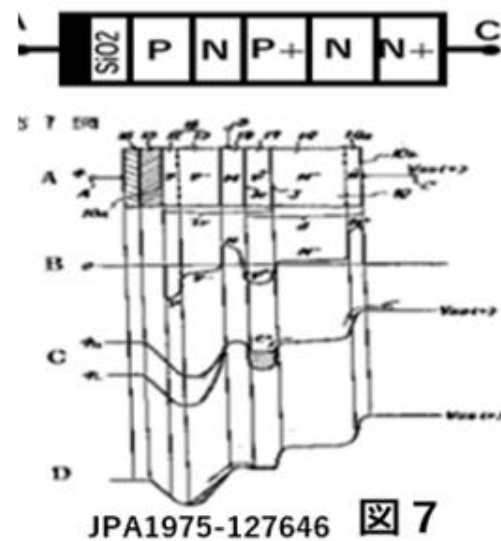
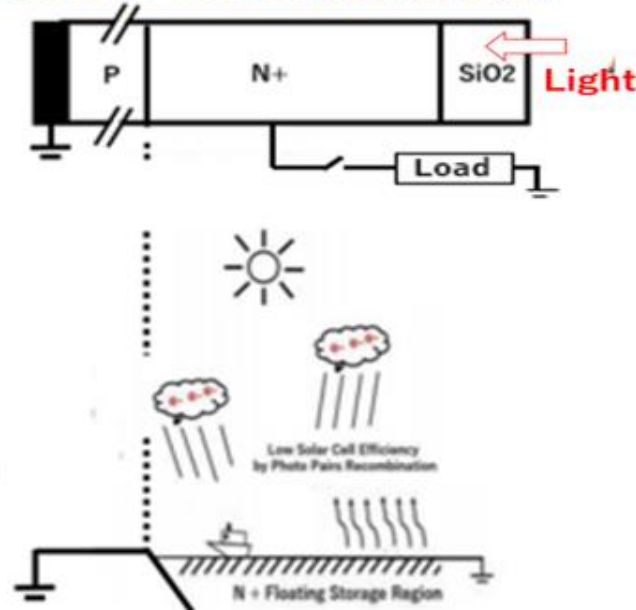


電子シャッター機能付きビデオカメラ Sony 1987

P+PN-PP+接合型太陽電池の提案



従来のN+P single 接合太陽電池





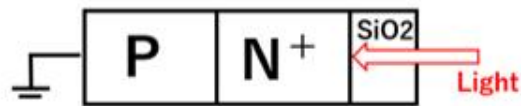
題目： 人工知能ロボットを支える、超光感度の賢い電子の目を太陽電池に応用する

# 概要

1975年に萩原良昭が発明(JPA1975-127646, JPA1975-127647, JPA1975-134985)考案した超光感度のイメージセンサーの受光素子構造は、Double 接合型の受光素子である。通称、Pinned Photodiodeと呼ばれる受光素子である。短波長青色光に対する感度特性が優れている事が知られているが、その受光素子構造を太陽電池の光電変換効率向上のために採用することを提案する。

## Pinned Photodiodeの発明と開発努力

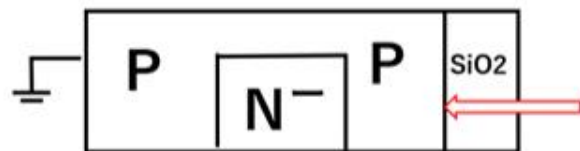
(1) Before 1970



(2) CCD Bell Lab, USA 1970

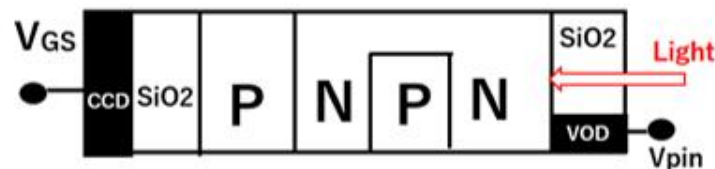


(3) Philips Netherland, June 9, 1975

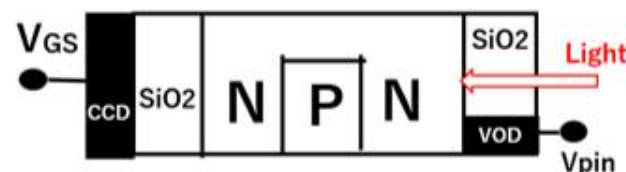


Netherland Patent 7506795 (JPA1976-65705)

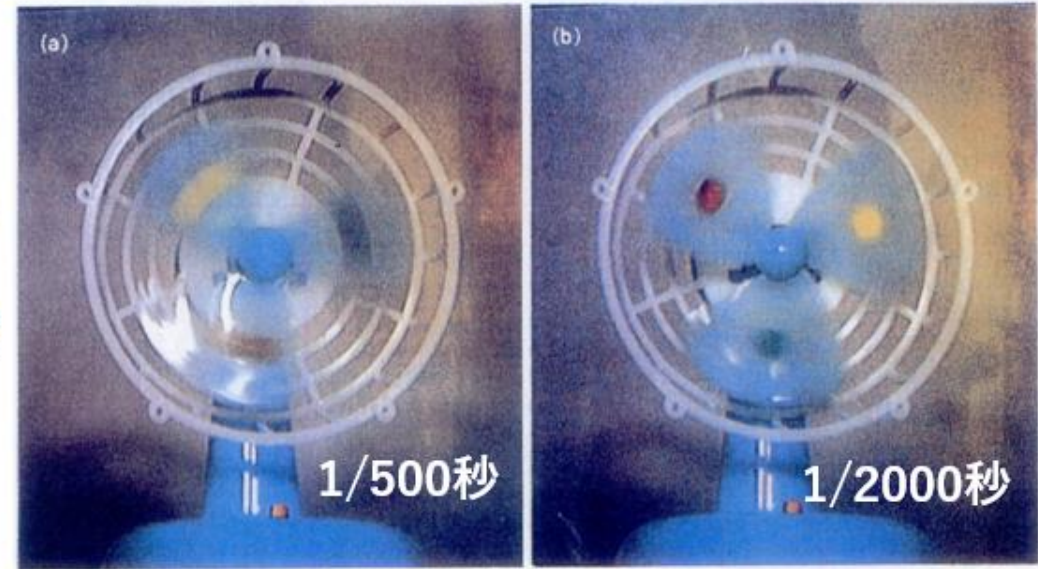
(4a) Sony (Hagiwara) Oct 23, 1975 JPA1975-127646



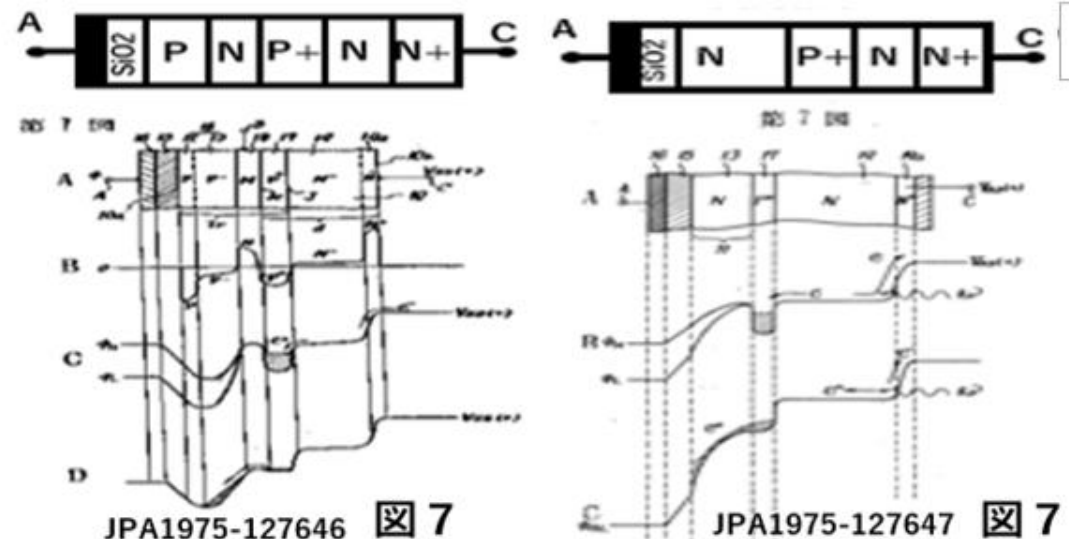
(4b) Sony (Hagiwara) Oct 23, 1975 JPA1975-127647



(5) Sony (Hagiwara) Nov 10, 1975 JPA1975-134985



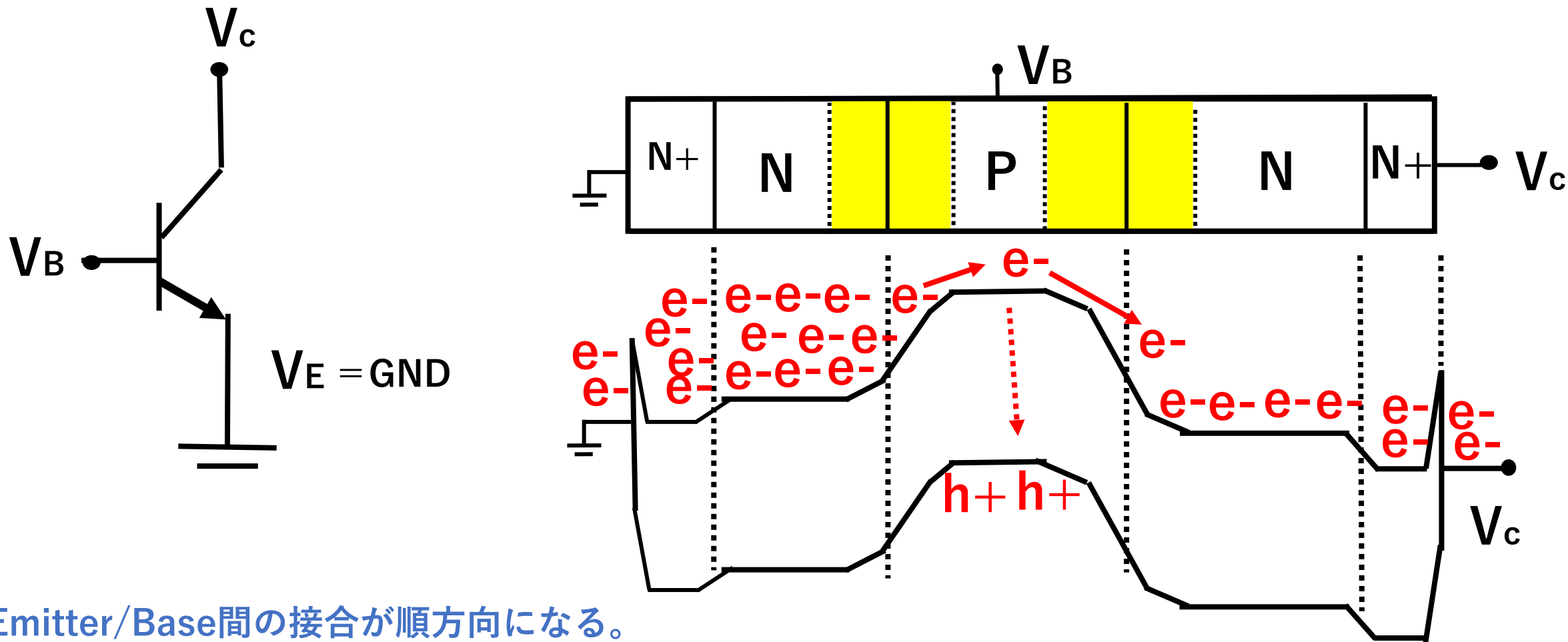
電子シャッター機能付きビデオカメラ Sony 1987



JPA1975-127646 図 7

JPA1975-127647 図 7

# 通常のNPN Bipolar Transistorの動作原理



Emitter/Base間の接合が順方向になる。

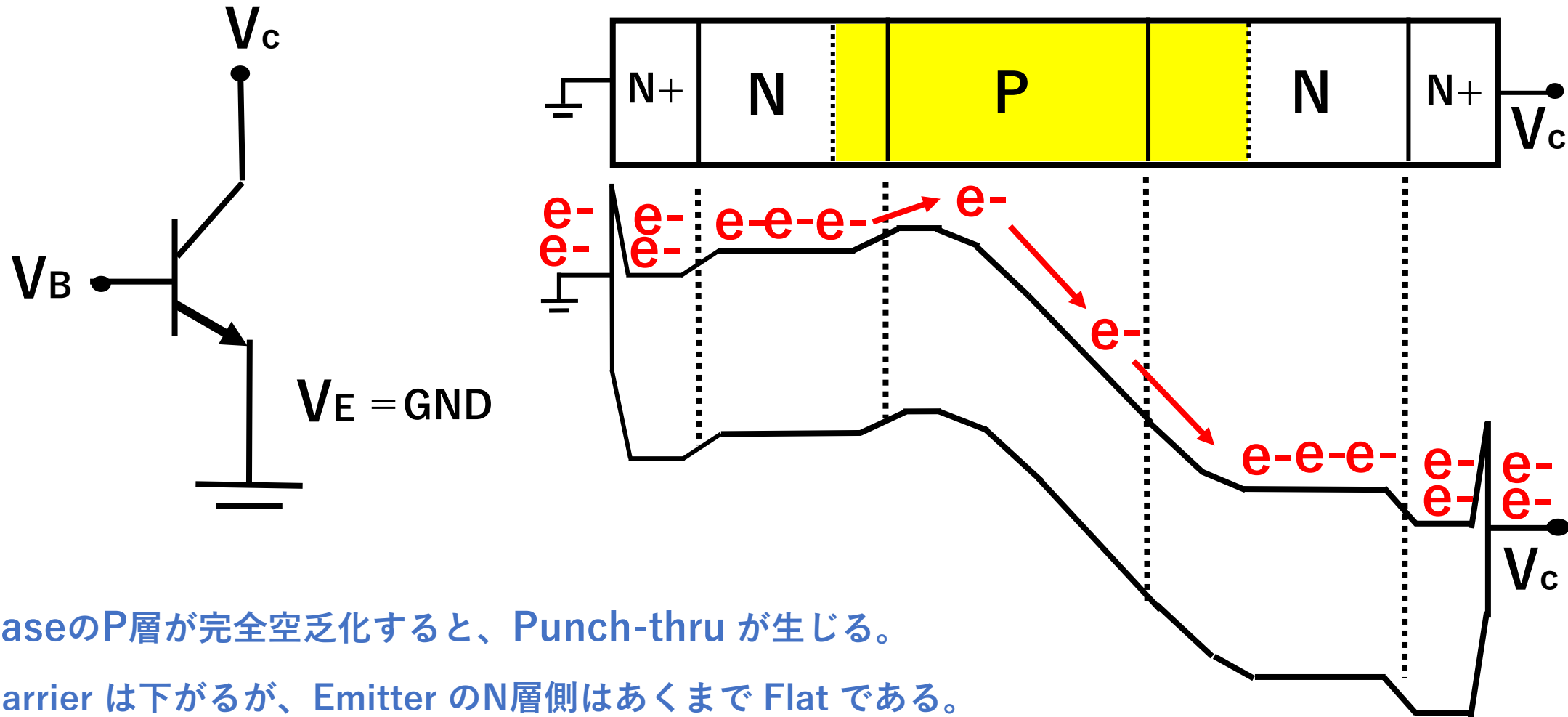
電子の雲が丘 (Base) を乗り越える。一部はBaseでホールと再結合する。

ほとんどの元気な電子は、隣接するCollector端子側の絶壁を電子が滝のように流れ落ちる。

太平洋に低気圧がある時に、山を乗り越えて、雪雲が日本海側 (新潟) から関東平野に流れるこむ様子に似ている。



# BaseのP層が完全空乏化し Punch-thru している Bipolar Transistor



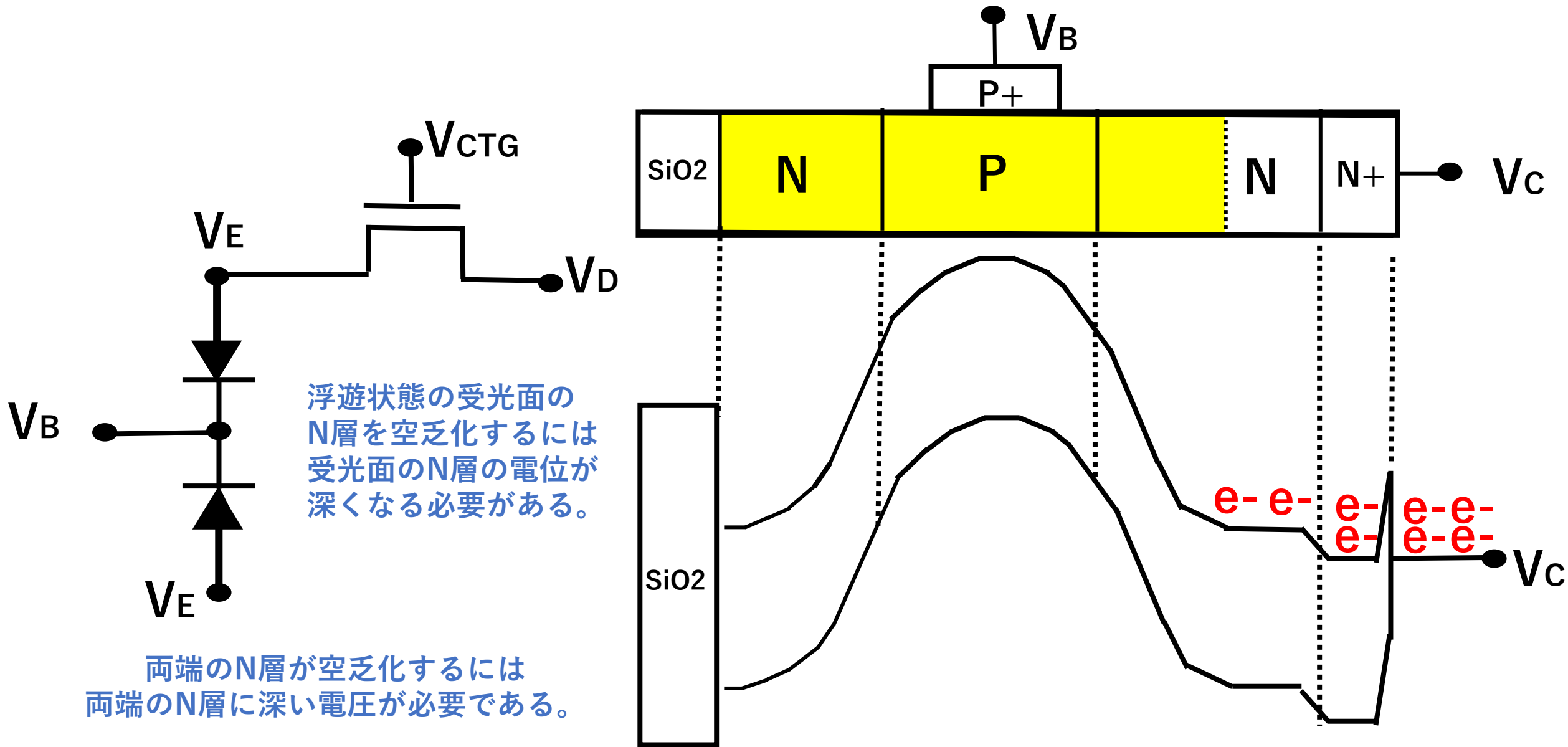
BaseのP層が完全空乏化すると、Punch-thru が生じる。

Barrier は下がるが、Emitter のN層側はあくまで Flat である。

Emitter のN層の表面には金属端子とのコンタクトがあり電界がない。  
深い電圧が必要となり、通常の電圧では、Emitter のN層は完全空乏化できない。



受光表面のN層が浮遊状態（Floating Surface）のありかつ完全空乏化している場合

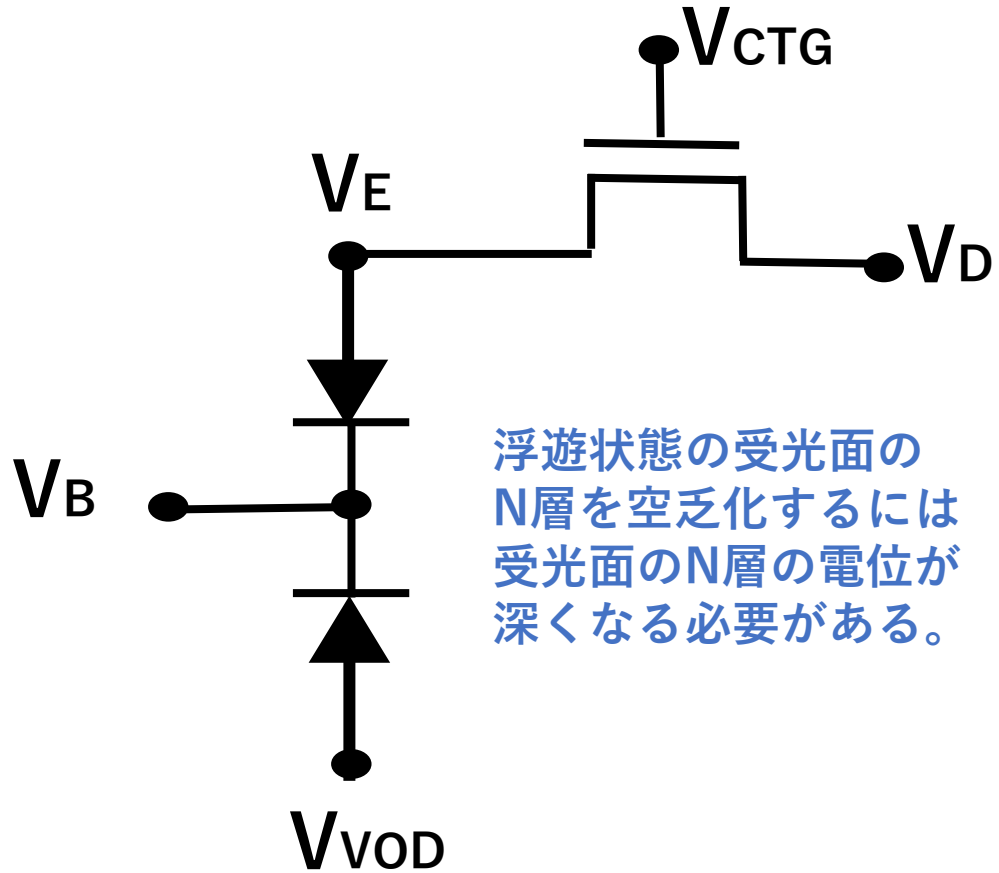


深い電圧が必要となり、通常の電圧では、EmitterのN層は完全空乏化できない。

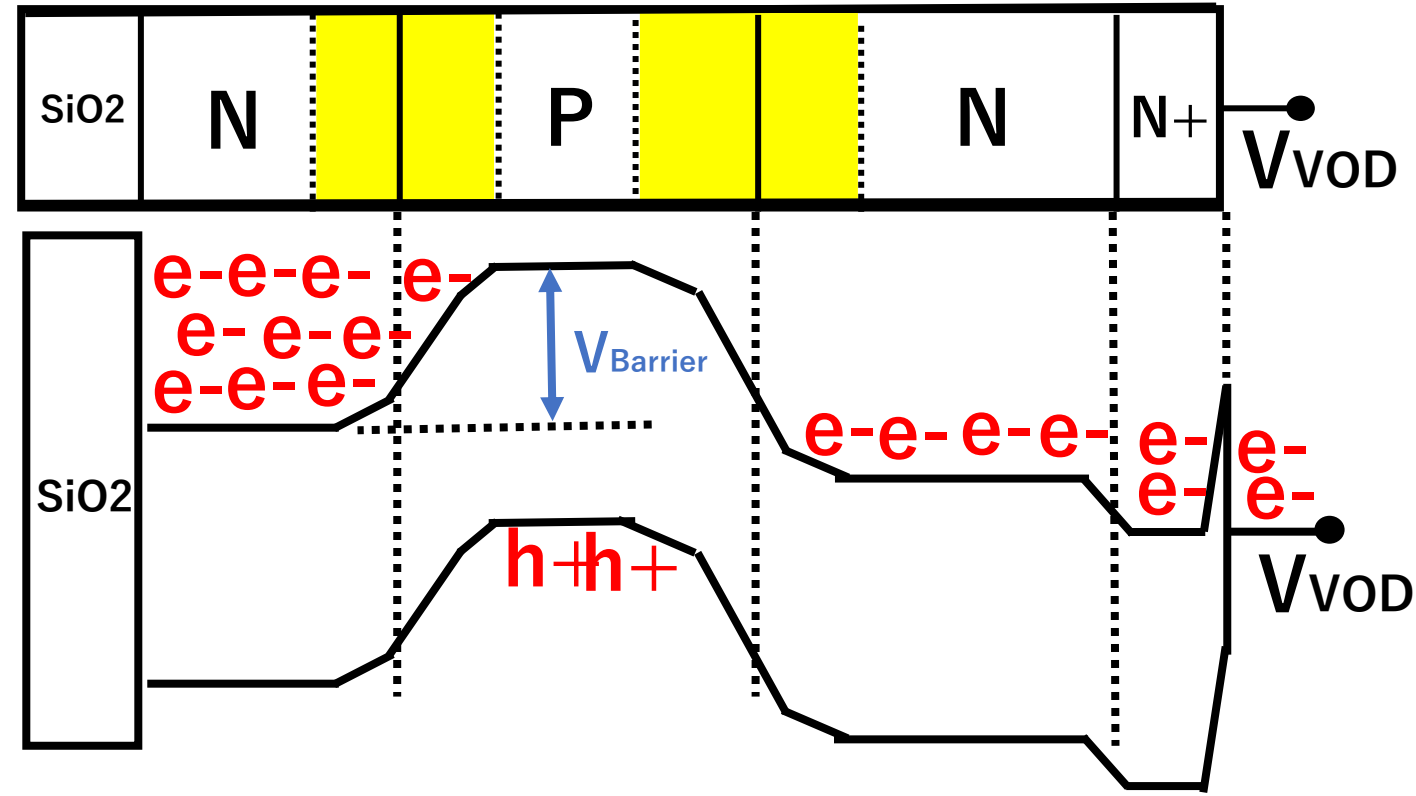
# 表面が浮状態 ( Floating Surface ) の NPNN+ Double 接合型受光素子

(東芝1977) JPA1978-1971 特許 on Vertical Overflow Drain (VOD)

VOD として機能するが電子シャッター機能はない。



浮遊状態の受光面の  
N層を空乏化するには  
受光面のN層の電位が  
深くなる必要がある。

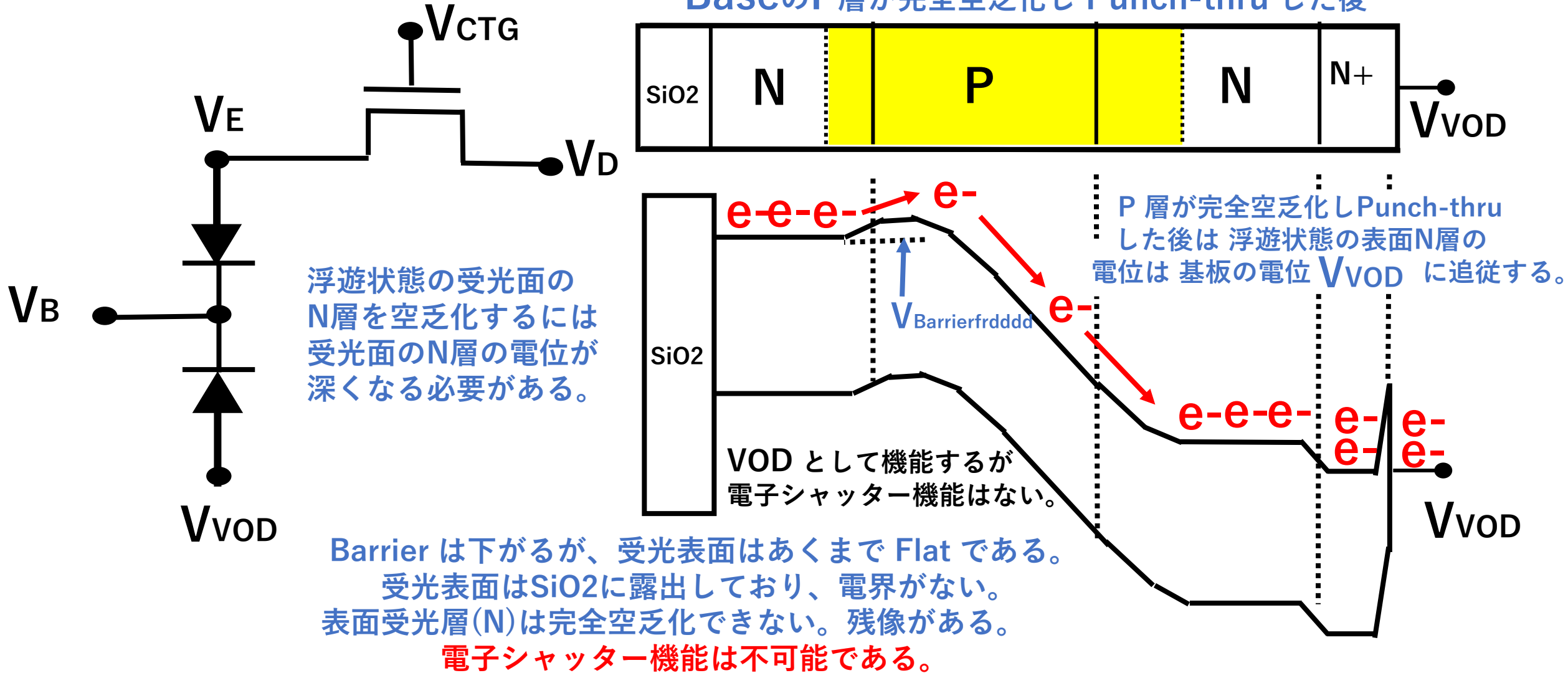




# 表面が浮状態 ( Floating Surface ) の NPNN+ Double 接合型受光素子

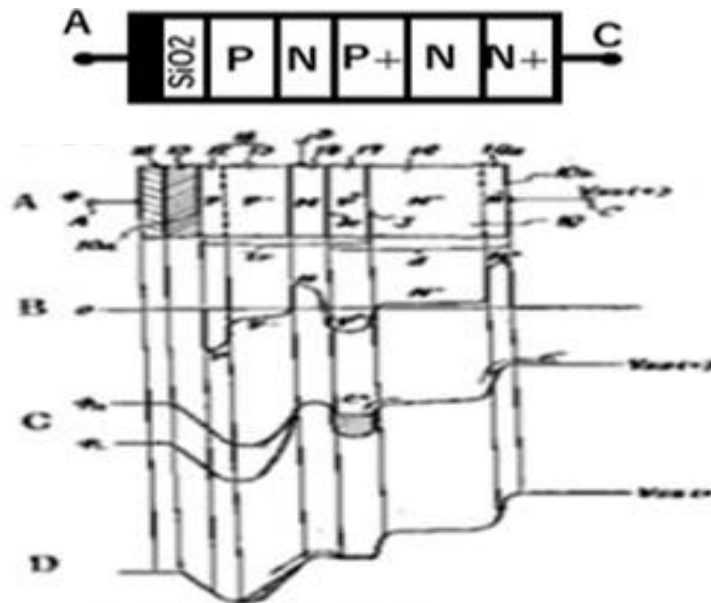
( 東芝1977 ) JPA1978-1971 特許 on Vertical Overflow Drain ( VOD )

VOD として機能するが電子シャッター機能はない。

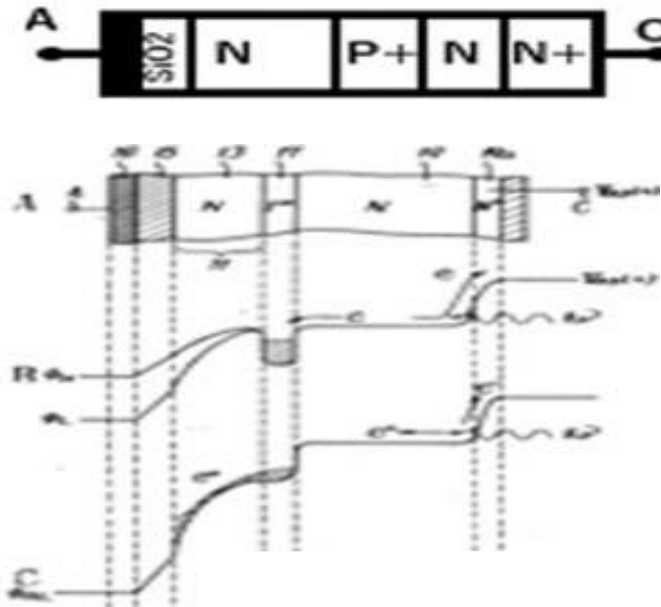


# Who invented Pinned Photodiode ?

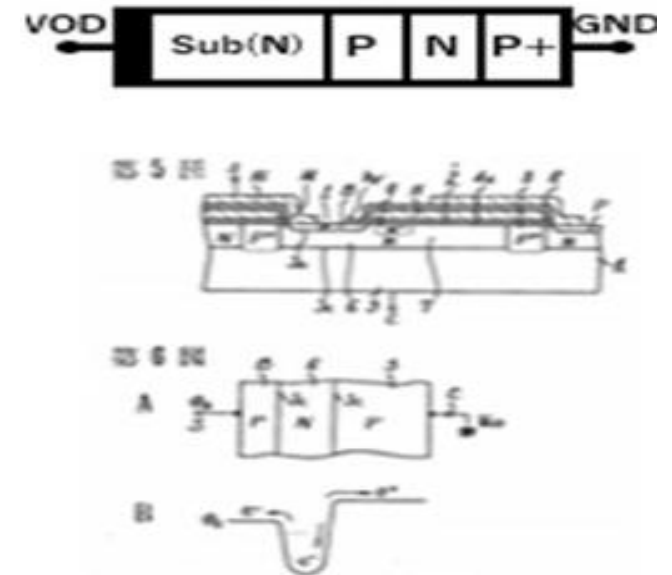
Hagiwara at Sony invented Pinned Photodiode in 1975. The evidence is give by the three Japanese patent applications, JPA1975-127646, JPA1975-127647 and JPA1975-134985. The first Pinned Photodiode was defined in October 23, 1975 as the N+NPNP triple junction( in Fig. 7 of JAP1975-127646) type and the N+NPN double junction type ( in Fig. 7 of JAP1975-127647) type photodiodes with the N+ type pinned surface and the P type buried photo charge storage region with the complete charge transfer capability and the no-image-lag feature. The photo charge is transferred and drained to the CCD/MOS type charge storage buffer memory quickly by the strong punch-thru action. The second Pinned Photodiode was defined in November 10, 1975 as the PNP double junction ( in Fig. 6 of JAP1975-134985) type photodiode with the vertical overflow drain action also with the complete charge transfer capability and the no-image-lag feature as evidence the empty potential well of the buried photo charge storage, completely depleted of the charge.



JPA1975-127646 Fig. 7



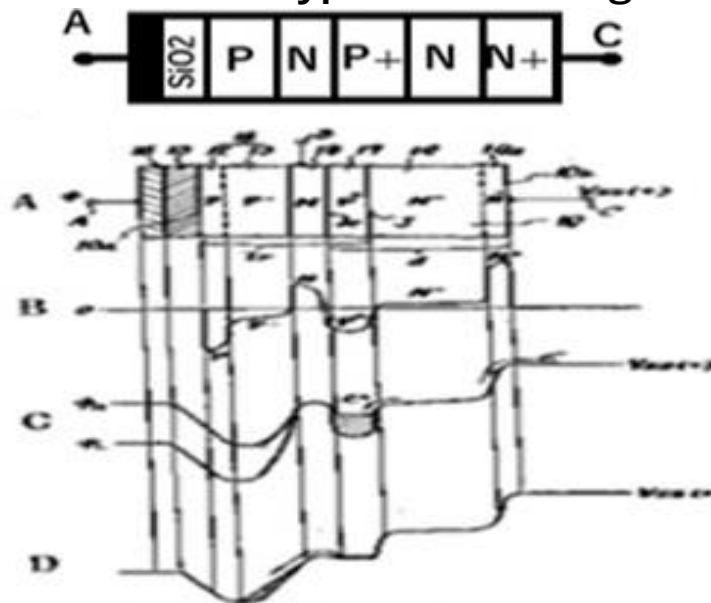
JPA1975-127647 Fig. 7



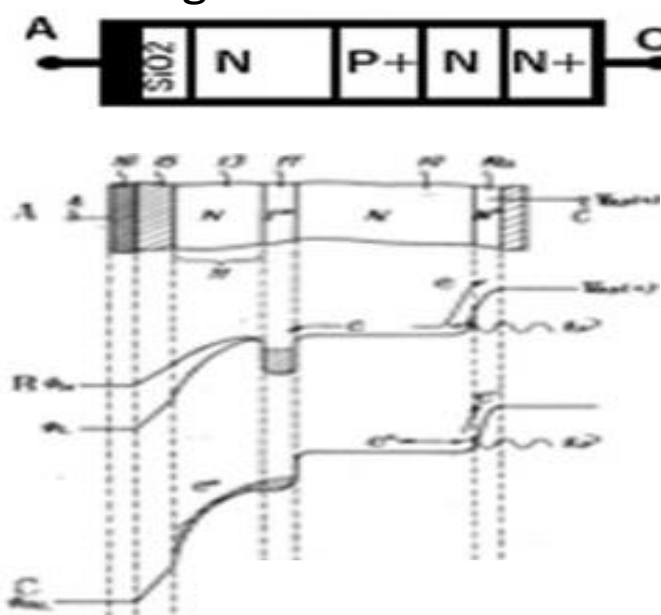
JPA1975-134985 Fig. 6

# Who invented Electric Shutter ?

Hagiwara at Sony invented Electric Shutter in October 23, 1975. The evidence is give and explained in Fig. 7 of the Japanese patent application, JPA1975-127646, in which the first Electric Shutter function was defined. The photo charge is transferred and drained to the in-pixel buried channel type vertical overflow drain (VOD) region, which is defined as the buried channel region of the buried channel type CCD/MOS buffer memory capacitor. The three-voltage-level clocking scheme (Clock C and D) of the first Electric Shutter Function mode was defined in Fig. 7 of JPA1975-127646, using the strong punch-thru action mode between the buried P type photo charge storage region and the P-type in-pixel vertical overflow drain (VOD) region. The strong draining gate clock D voltage as shown by creates the very deep potential well in the in-pixel P-type buried vertical overflow drain (VOD) region in case of Fig. 7 of JPA1975-127646 while the strong draining gate clock C voltage creates the very deep potential well in the in-pixel surface N-type inverted region in case of Fig. 7 of JPA1975-127647.



JPA1975-127646 Fig. 7



JPA1975-127647 Fig. 7

Hagiwara at Sony invented in 1975 the first Electric Shutter Function.

To achieve the complete Electric Shutter function, the surface of the photodiode must be pinned and fixed by the external constant voltage with the zero resistance.

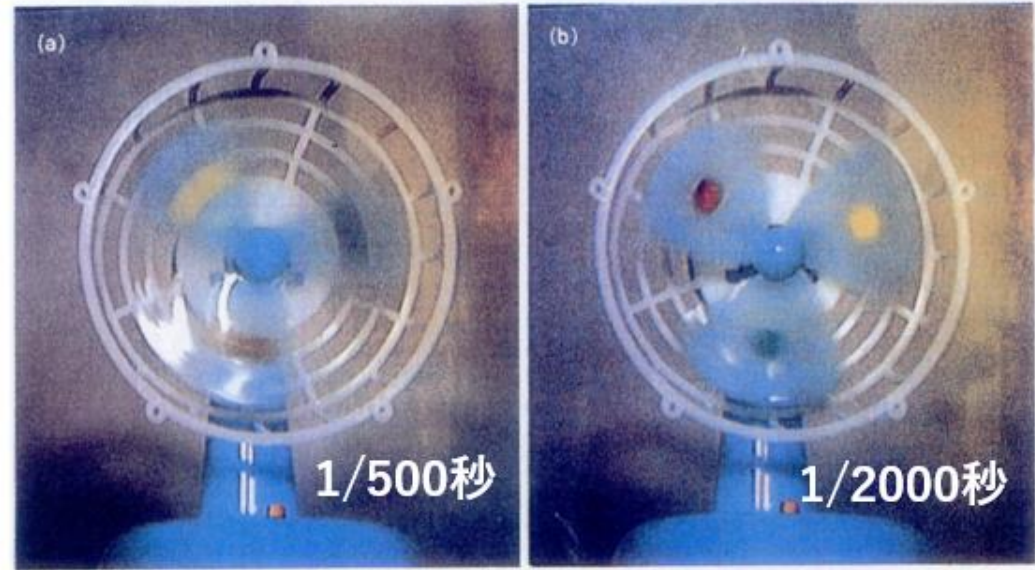
The first Pinned Photodiode was invented by Hagiwara in 1975 to achieve the electric shutter function.



題目： 人工知能ロボットを支える、超光感度の賢い電子の目を太陽電池に応用する

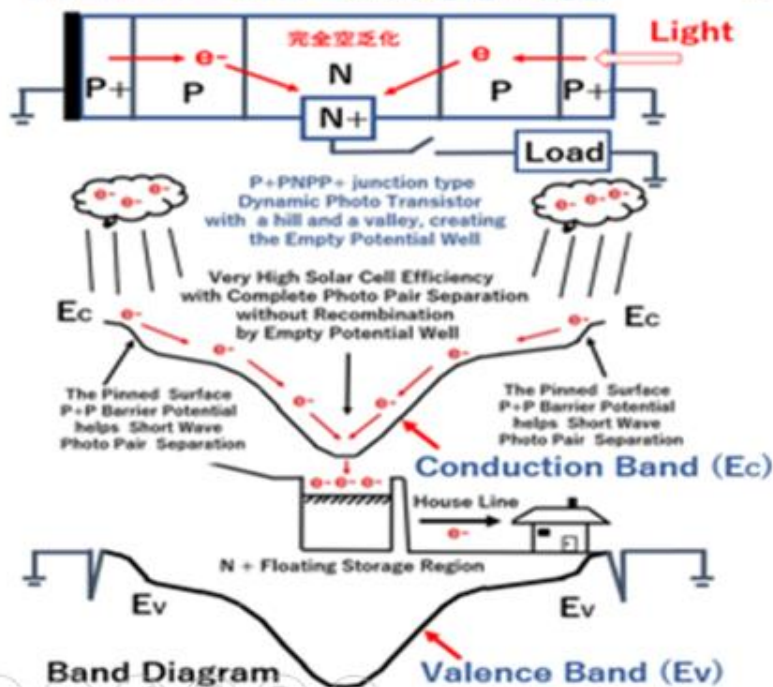
# 概要

1975年に萩原良昭が発明(JPA1975-127646, JPA1975-127647, JPA1975-134985)考案した超光感度のイメージセンサーの受光素子構造は、Double 接合型の受光素子である。通称、Pinned Photodiodeと呼ばれる受光素子である。短波長青色光に対する感度特性が優れている事が知られているが、その受光素子構造を太陽電池の光電変換効率向上のために採用することを提案する。

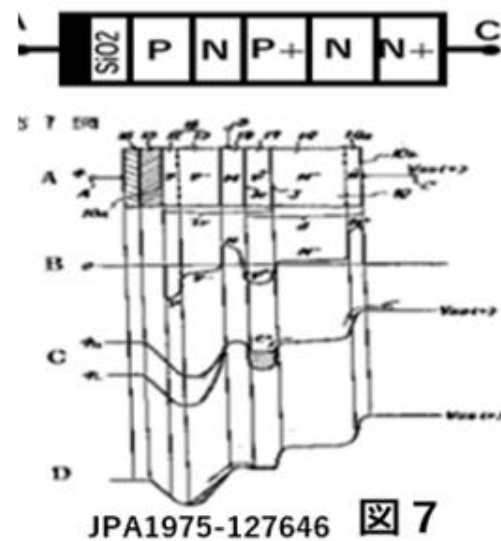
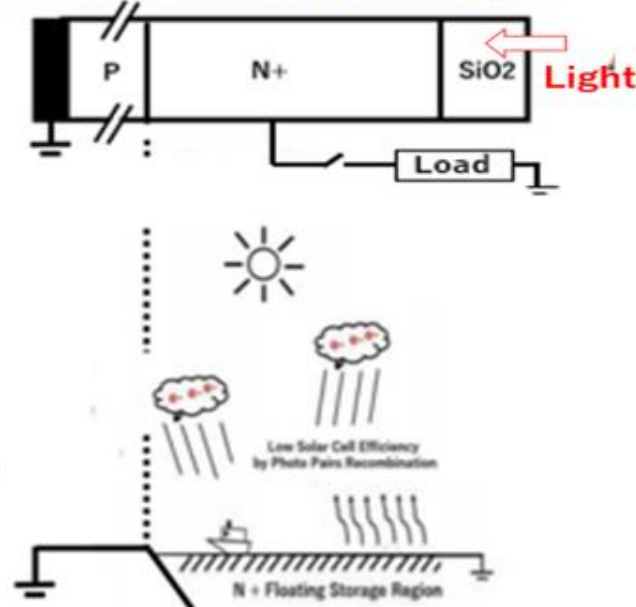


電子シャッター機能付きビデオカメラ Sony 1987

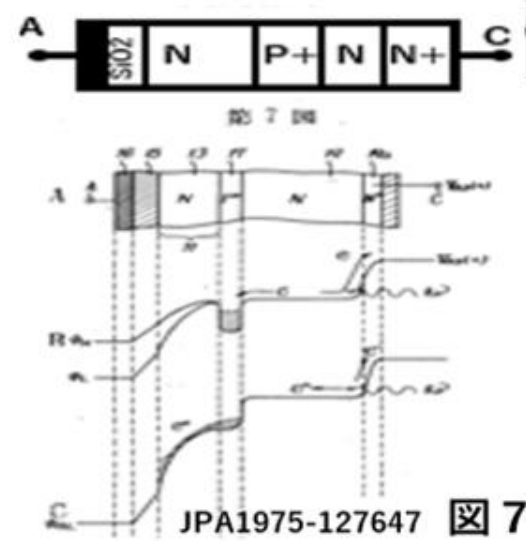
P+PN-PP+接合型太陽電池の提案



従来のN+P single 接合太陽電池



JPA1975-127646 図7



JPA1975-127647 図7



# 38万画素に達した固体撮像素子

# 最低照度5lxの高感度 インターライン型 CCD

## 基板に余剰電荷を掃き出し、可変電子シャッターを実現

ソニー 半導体事業本部 CCD 事業部

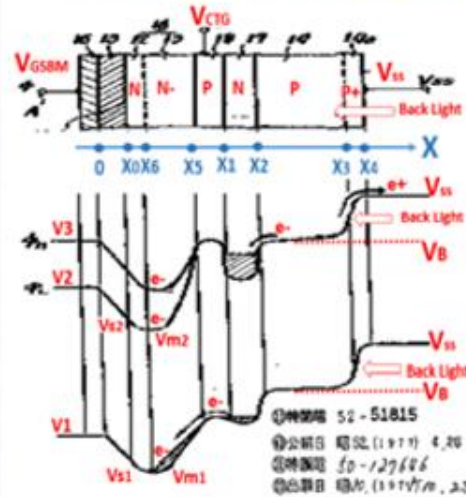
浜崎 正治  
鈴木 智行  
賀川 能明  
石川 貴久枝  
宮田 克郎

ソニー国分セミコンダクタ CCD 製造部

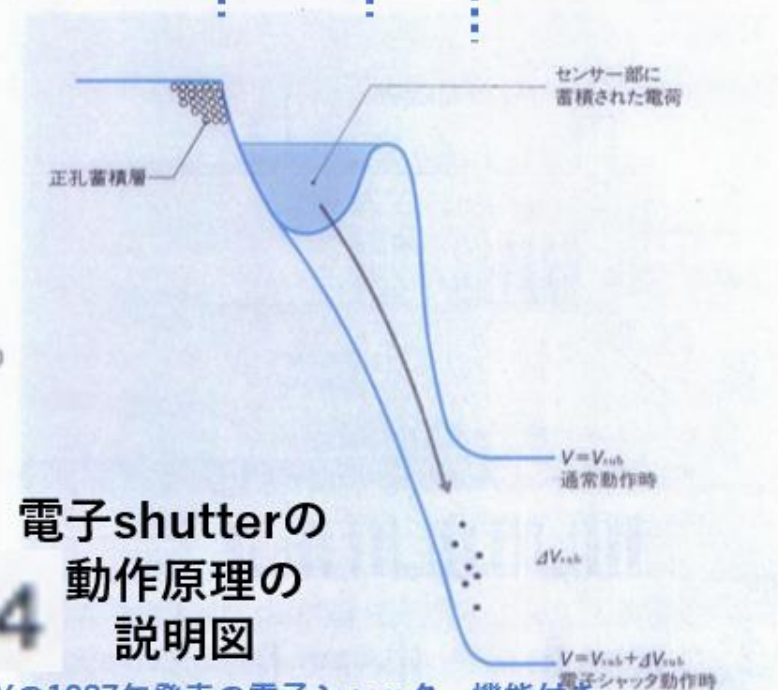
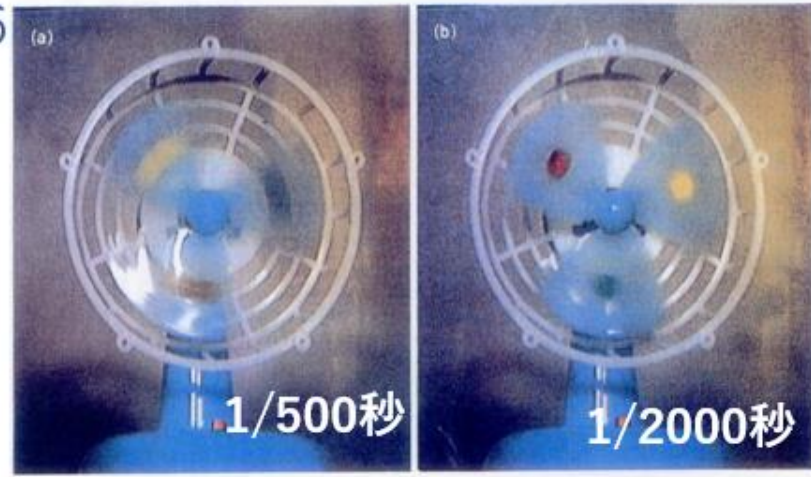
神戸 秀夫

最も一般的な固体撮像素子であるインターライン型 CCD で、2/3 インチで 38 万と大規模な画素数を持つ素子をソニーが製品化した。画素面積が小さくなることで減少する信号量を確保するため、縦型オーバーフロー・ドレインを採用して開口率を上げ、補色フィルタで光の利用効率を上げた。さらに界面準位からの暗電流を抑えている。この結果、81 dB のダイナミック・レンジが得られた。

JPA1975-127646



JPA1975-127646の図7と同一受光構造である。受光表面はGNDにピン留めされた、P+NPNsub 接合型、すなわち Triple 接合型の Pinned Photodiode.



電子shutterの動作原理の説明図

SONYの1987年発表の電子シャッター機能付き Hole Accumulation Diode (HAD) 受光素子構造

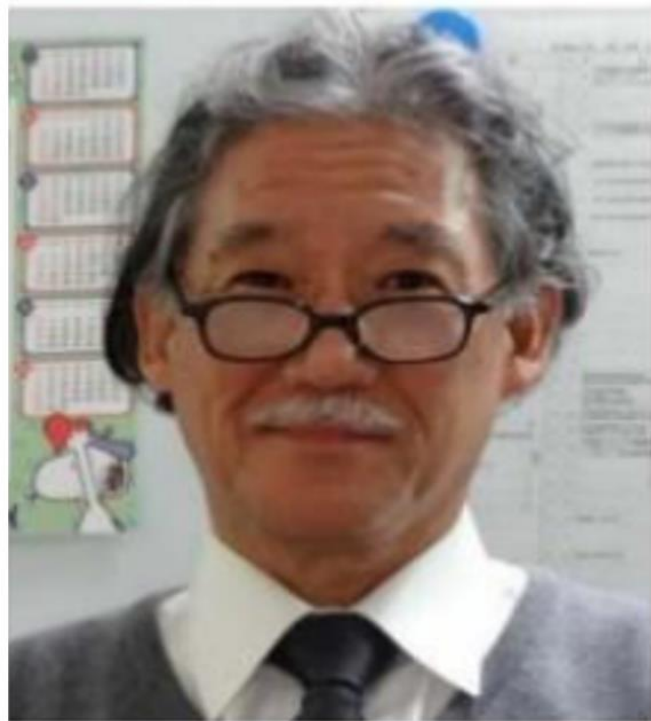


(5) triple 接合型サイリスター型の理想的な高速Switch動作特性

詳細は青山社出版の人工知能パートナーシステム(AIPS)を支える「デジタル回路の世界」に記載。

<https://www.seizansha.co.jp/ISBN/ISBN978-4-88359-339-2.html>

<https://www.seizansha.co.jp/>



崇城大学 理事長付き 特任教授  
IEEE Life Fellow, Ph.D., 工学博士

仕様:B5判上製

475ページ

ISBN978-4-88359-339-2

発行日:2016/03/01



人工知能パートナーシステム(AIPS)を支える  
デジタル回路の世界

IEEE Life Fellow, Ph.D.

萩原 良昭 著

ISBN978-4-88359-339-2 B5判 上製 475頁

定価(本体9,000円+税)

未来の人間社会には人工知能パートナーシステム(AIPS)とも言える人間にやさしい支援システムが出現すると期待している。AIPS搭載の自動走行車や老人介護システム、人間型歩行ロボットやロボット・ハウスなどである。そこで本書では、そのAIPSを支える「デジタル回路の世界」と題し、ハードとソフトの両面で、人とコンピュータをつなぐデジタル技術について紹介している。図や絵をたくさん用意して、基礎からやさしく解説している。

Thank You !