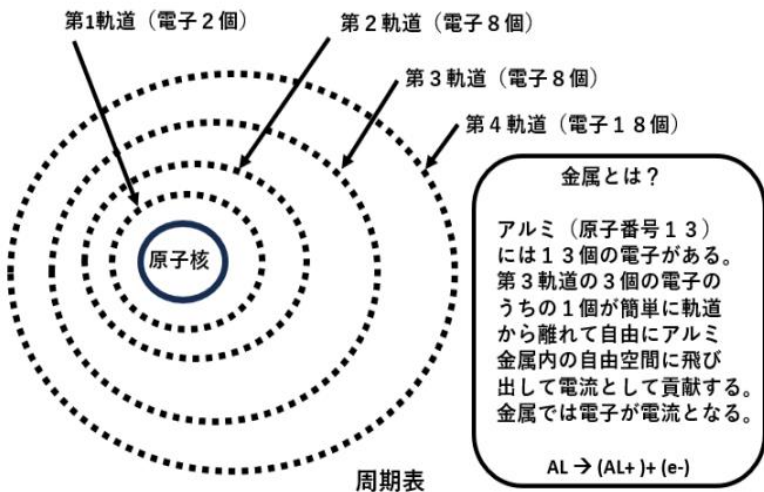


# 金属とは？絶縁体とは？電流を通すか、通さないか？

## 原子の構造



●第14族の炭素原子 (C)の結晶体のダイヤモンドは透明で光を通すことができる。原子核の引力が強くて軌道電子が簡単に原子から飛び出せない。ダイヤモンドの中は自由電子が不在で電流が流れない。電気を通さないので、絶縁体と呼ばれる。

第14族

絶縁体とは？

13	14	15	16	17	18
					He ヘリウム 4.003
.....					
B ホウ素 10.81	C 炭素 12.00	N 窒素 14.01	O 酸素 16.00	F フッ素 18.99	Ne ネオン 20.18
Al アルミニウム 26.98	Si ケイ素 28.09	P リン 30.97	S 硫黄 32.07	Cl 塩素 35.45	Ar アルゴン 39.95
Ga ガリウム 69.72	Ge ゲルマニウム 72.63	As ヒ素 74.92	Se セレン 78.97	Br 臭素 79.90	Kr クリプトン 83.80

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	H 水素 1.008	..... 第1軌道 (電子2個) .....																He ヘリウム 4.003	
2	Li リチウム 6.941	Be ベリリウム 9.012	..... 第2軌道 (電子8個) .....										B ホウ素 10.81	C 炭素 12.00	N 窒素 14.01	O 酸素 16.00	F フッ素 18.99	Ne ネオン 20.18	
3	Na ナトリウム 22.99	Mg マグネシウム 24.31	..... 第3軌道 (電子8個) .....										Al アルミニウム 26.98	Si ケイ素 28.09	P リン 30.97	S 硫黄 32.07	Cl 塩素 35.45	Ar アルゴン 39.95	
4	K カリウム 39.10	Ca カルシウム 40.08	Sc スカンジウム 44.96	Ti チタン 47.88	V バナジウム 50.94	Cr クロム 52.00	Mn マンガン 54.94	Fe 鉄 55.85	Co コバルト 58.93	Ni ニッケル 58.69	Cu 銅 63.55	Zn 亜鉛 65.38	Ga ガリウム 69.72	Ge ゲルマニウム 72.63	As ヒ素 74.92	Se セレン 78.97	Br 臭素 79.90	Kr クリプトン 83.80	
5	Rb ルビ듐 85.47	Sr ストロンチウム 87.62	Y イットリウム 88.91	Zr ジルコニウム 91.22	Nb ニオブ 92.91	Mo モリブデン 95.95	Tc テクネチウム 98.91	Ru ルテチウム 101.1	Rh ロジウム 102.9	Pd パラジウム 106.4	Ag 銀 107.9	Cd カドミウム 112.4	In インジウム 114.8	Sn スズ 118.7	Sb アンチモン 121.8	Te テルル 127.4	I ヨウ素 126.9	Xe キセノン 131.3	
6	Cs セシウム 132.9	Ba バリウム 137.3	La ランタニウム 138.9	Hf ハフニウム 178.5	Ta タンタル 180.9	W タングステン 183.8	Re レニウム 186.2	Os オスマニウム 190.2	Ir イリジウム 192.2	Pt 白金 195.1	Au 金 197.0	Hg 水銀 200.6	Tl タリウム 204.4	Pb 鉛 207.2	Bi ビスマuth 208.9	Po ポロニウム 209	At アスタチン 210	Rn ラドン 222	
7	Fr フランシウム 223	Ra ラジウム 226	Rf ルネシウム 261	Db ドブニウム 262	Sg シグマニウム 263	Bh ブハニウム 264	Hs ヘンリヒウム 265	Mt ミットネルヒウム 266	Ds ダウジウム 267	Sr セリウム 268	Cn コペルニウム 269	Nh ニハニウム 270	Fl フルロリウム 271	Mc モックリウム 272	Lv ルベニウム 273	Ts テネシウム 274	Og オガネソン 276		
	La ランタニウム 138.9	Ce セリウム 140.1	Pr プラセチウム 140.9	Nd ネオジム 144.2	Pm プロメチウム 145	Sm スミチウム 150.4	Eu ユウロピウム 151.9	Gd ガドリウム 157.3	Tb テルビウム 158.9	Dy ジロジウム 162.5	Ho ホウメチウム 164.9	Er エルビウム 167.3	Tm テリウム 168.9	Yb イットリウム 173.0	Lu ルテチウム 174.9				
	Ac アクチニウム 227	Th トランシウム 232	Pa プロトアクチニウム 231	U ウラン 238	Np ネプツニウム 237	Pu プルトニウム 244	Am アメリシウム 243	Cm カリホルニウム 247	Bk バークリウム 247	Cf カリフォルニウム 251	Es エイスンマンニウム 252	Fm フェルミウム 257	Md メンデルシウム 258	No ノーボリウム 259	Lr ルースベリウム 262				

軌道番号

# 半導体とは？ P型半導体とは？ N型半導体とは？

## 半導体とは？

●金属（アルミ等）は電気を通す。

自由電子



電気的に中性なアルミ原子（Al）から光や常温の熱で、自由電子(e-)が飛び出して自由にアルミの原子の境の中を動きまわる。

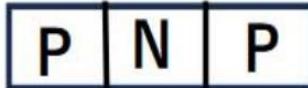
●絶縁体（ガラスやダイヤモンド等）では原子内引力が強く、軌道電子が逃げる事ができず、絶縁体には自由電子（e-）がない。

●半導体（シリコン等）も引力が強く軌道電子が逃げる事があまりできない。自由に動ける電子（e-）が少ない。しかし不純物原子（ボロンやヒ素）を加えると、自由電子（e-）、またはホール(h+)が生まれ、自由に半導体の中を動きまわり電気を通す。不純物原子濃度は制御可能。

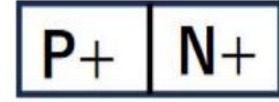
(1) Diode before 1948



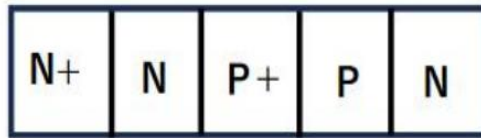
(2) Bell Lab, 1948 Bip Transistor



(3) Esaki Diode



(4) Sony, Bip Transistor in 1950s

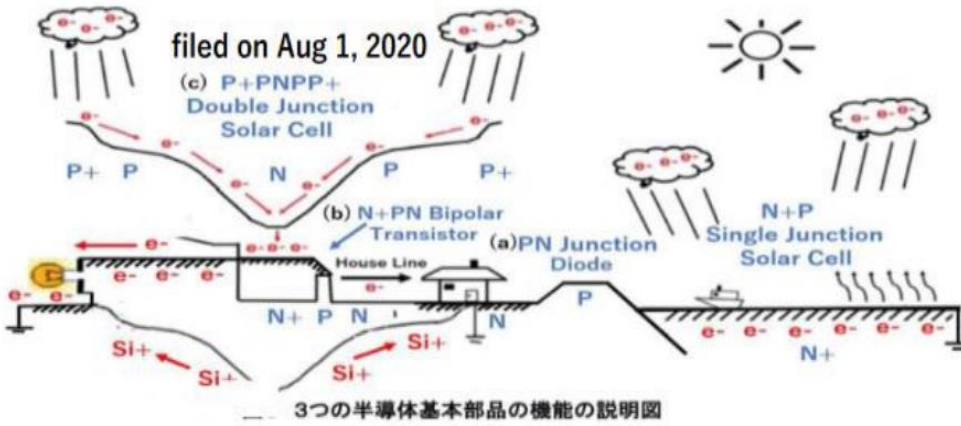


(5) Sony, Photodiode in 1975



JPA2020-131313

filed on Aug 1, 2020



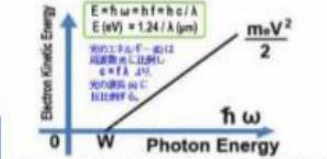
(a)堤防としてのPN接合、(b)水門としてのN+PN接合、(c)ダムとしてのP+PNPP+接合。

●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！

$$\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 = \left(\frac{h}{m_e c}\right) (1 - \cos(\theta))$$

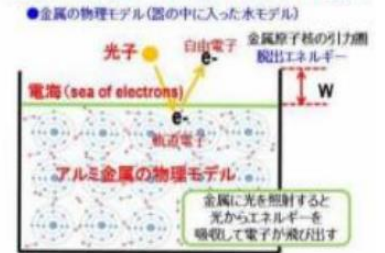
光が電子とぶつからない時は  $\theta=0$  で光は直進し波長の変化はない。  
 光の速度  $C = 2.99792458 \times 10^{10}$  cm/sec  
 Planck 定数  $h = 6.62606957 \times 10^{-34}$  Joule·sec  
 電子の質量  $m_e = 9.10938291 \times 10^{-31}$  kg



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  
 For Silicon,  $E_g = 1.10$  eV and  $\lambda = 1.12 \mu m$



●原子構造（原子核と電子）と太陽系（太陽と惑星）の類似

アルミ原子(中性)  $_{13}Al =$  アルミイオン  $(Al^{+13}) +$  自由電子  $(e^-)$   
 シリコン原子(中性)  $_{14}Si =$  シリコンイオン  $(Si^{+14}) +$  自由電子  $(e^-)$   
 リン原子(中性)  $_{15}P =$  リンイオン  $(P^{+15}) +$  自由電子  $(e^-)$   
 ボロンの原子(中性)  $_{5}B =$  自由電子  $(e^-) +$  ボロンイオン  $(B^{+5})$

P型半導体の物理モデル      N型半導体の物理モデル

●自由電子は当然空間を自由に浮遊し移動する。しかし、結晶体の中でも、結晶体の原子核の引力圏の外では自由に電子は浮遊することができる。

●シリコン結晶体では、電子を一つ失ったシリコンイオン  $(Si^+)$  は隣接する中性のシリコン原子から電子を一つ盗み、中性にもどる。その電子を盗まれた、シリコンイオン  $(Si^+)$  は、また別の中性のシリコン原子から電子を盗む。ホールはこうして移動する。

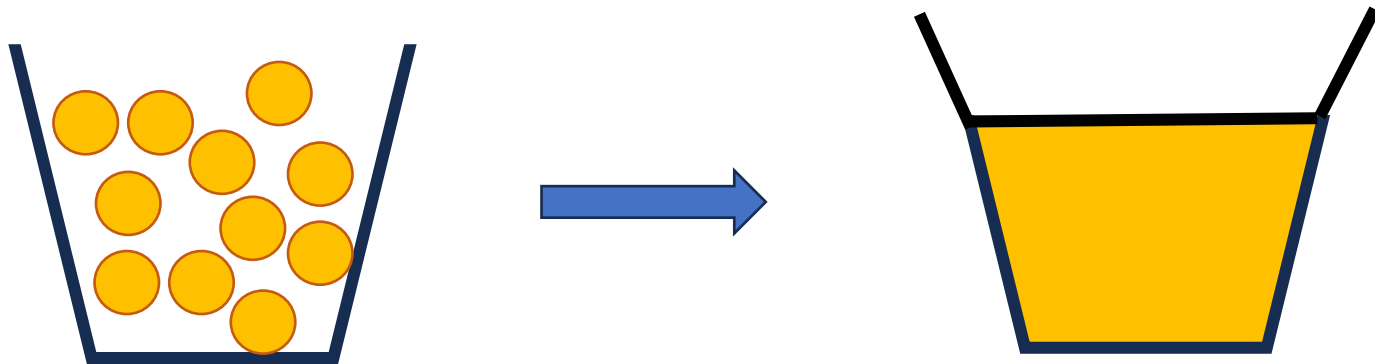
Holeが主役      電子が主役

## もっとも単純な（中国製）太陽電池の製法

(1) シリコン原子 (Si) は砂に含む地球には豊富な原子

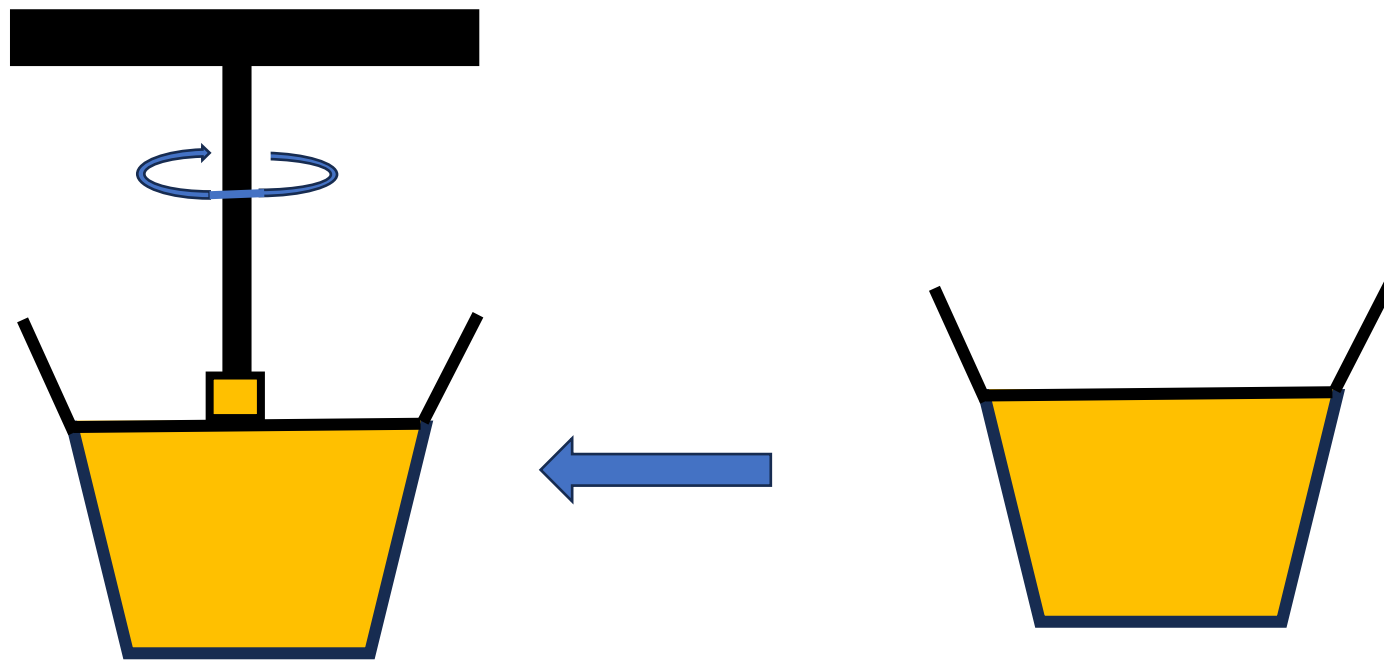
砂 ( $\text{SiO}_2$ )を材料とし、分離し、シリコン原子 (Si) の純粋な塊を生産することから始める。

シリコン原子 (Si) の純粋な塊を炉に入れて高温で溶かして液状にする。



## もっとも単純な（中国製）太陽電池の製法

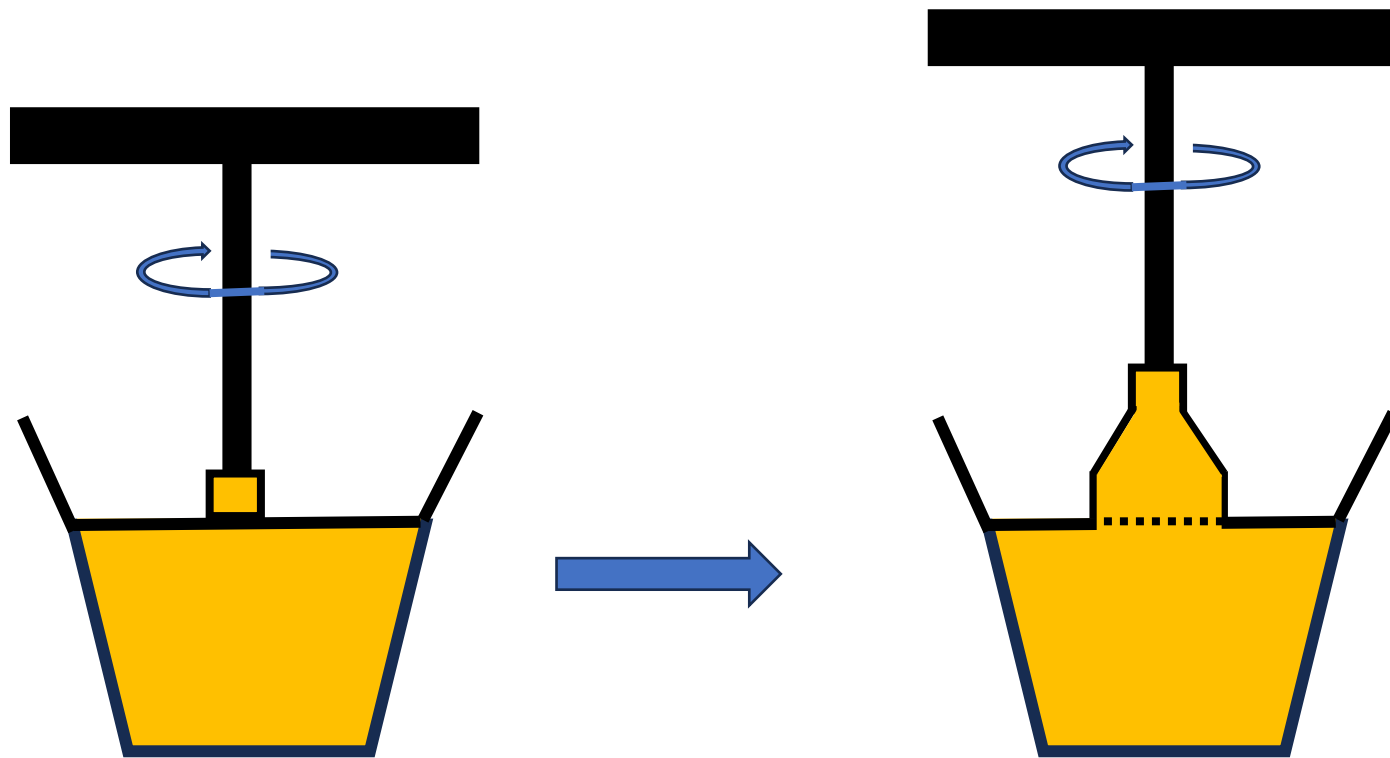
- (2) 小さなシリコン原子 (Si) の結晶体 (種) を用意して、解けている溶液に表面ぎりぎりに近づけて、その結晶体 (種) に、少しずつ、溶液を付着させる。





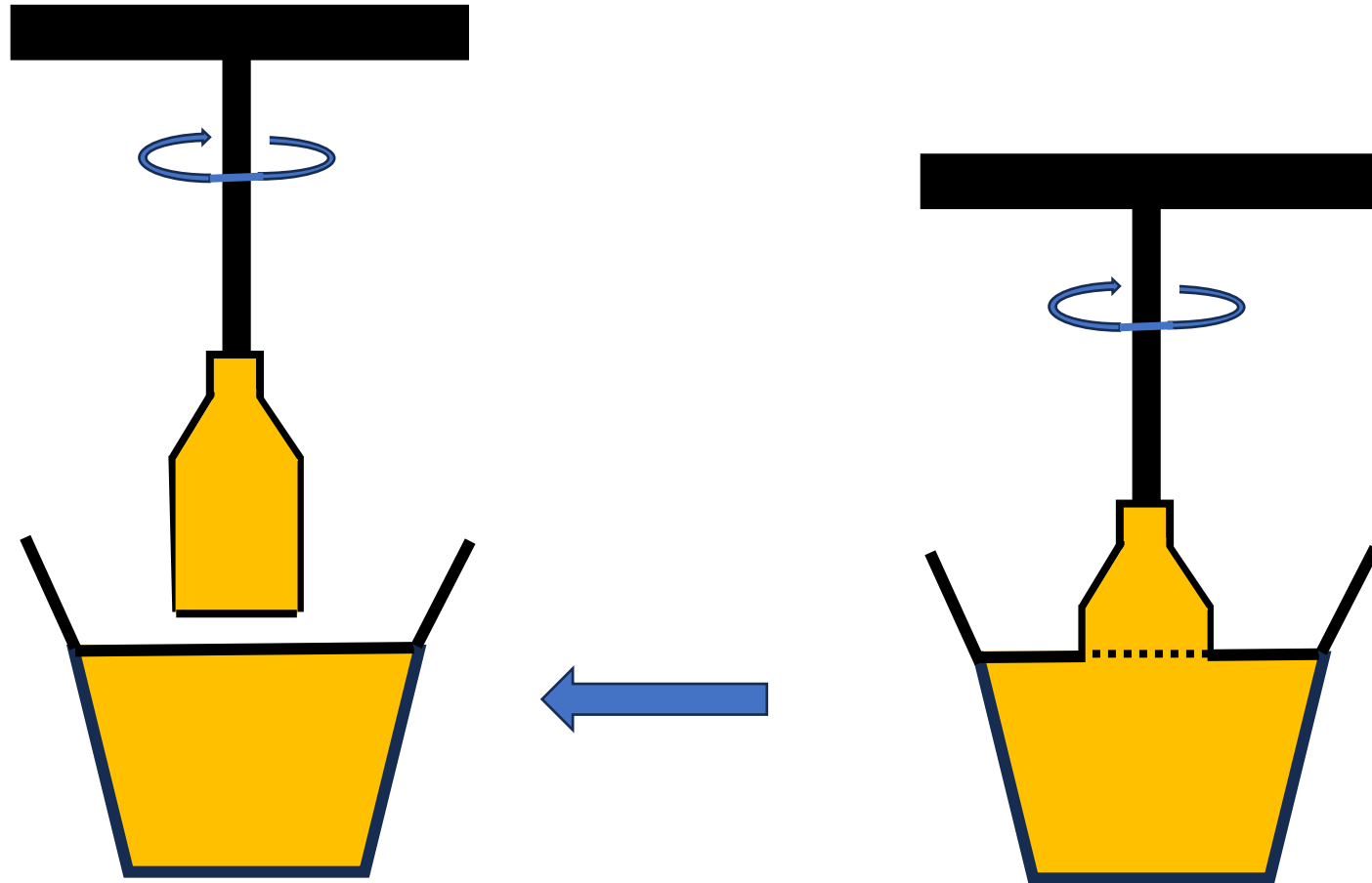
## もっとも単純な（中国製）太陽電池の製法

- (3) その結晶体に触れると液体は冷えて固体化するが  
ゆっくり冷やすとその結晶体の原子構造にうまく  
整合し結晶が成長する。



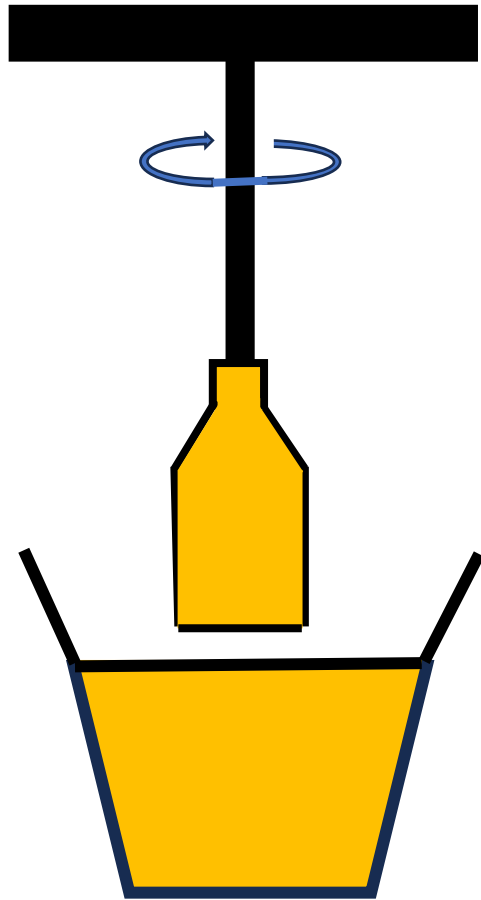
## もっとも単純な（中国製）太陽電池の製法

(4) 大きく成長したシリコン結晶体を溶液から切り離すと、大きなシリコン結晶の棒ができる。



## もっとも単純な（中国製）太陽電池の製法

(5) 大きなシリコン結晶の棒を輪切りにして  
薄いシリコン基板（Wafer）を造る。



薄いシリコン基板（Wafer）  
の厚さは  $200\mu\text{m}$  が標準で  
直径は  $300\text{mm}$  である。  
結晶欠陥の少ない高品位の  
シリコン基板（Wafer）が  
不可欠である。

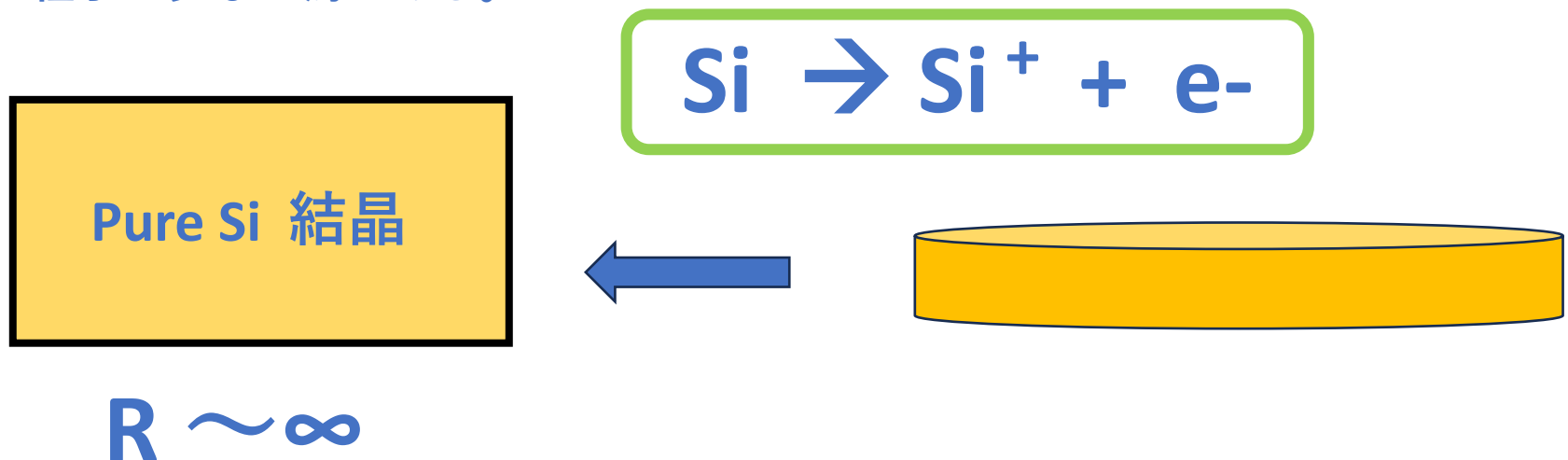


## もっとも単純な（中国製）太陽電池の製法

(6) 大きな薄いシリコン基板（Wafer）の断面図でここからは、もっとも単純な、中国製の太陽電池の製法をまず説明する。

純粋のシリコン結晶WAFERは抵抗値が高く、あまり電流を通さない。

Silicon原子の原子核の引力が強く、周りの軌道電子は、原子核に縛られており、結晶内の空間には、自由電子として遊離しないので、電流を通す電荷をもつ粒子が少ない為である。





## もっとも単純な（中国製）太陽電池の製法

(7) そこで、シリコン結晶を作る工程で、溶液にヒ素（As）の不純物原子を混ぜて成長させる。ヒ素（As）原子の軌道電子（ $e^-$ ）は常温で十分運動エネルギーを得て、ヒ素（As）原子の原子核の引力に打ち勝ち、シリコン結晶内の空間を自由に浮遊し電流として貢献し、実行的な抵抗値を人間が自由に制御できる。電子はマイナス(negative)の電荷をもつ基本粒子なので、ヒ素（As）を不純物として混入したシリコン結晶体をN-typeと呼ぶ。



Pure Si 結晶



N-type 半導体

$R \sim \infty$

伝導率 =  $(1/R) \sim$  (ヒ素原子の濃度)

## もっとも単純な（中国製）太陽電池の製法

(8) 一方、シリコン結晶を作る工程で溶液に、ボロン（B）の不純物原子を混ぜて成長させると、シリコン原子の軌道電子(e-)が無理やりにボロン（B）原子の引力にひきつけられて、シリコン原子から、はぎ取られて、つかまり、動けなくなる。一方、軌道電子を奪われたシリコン原子は隣接する中性のシリコン原子から軌道電子を1つ奪い安定した中性状態に戻る。軌道電子の奪い合いが生じ実行的にプラスの電荷 $Si^+$ が浮遊する事になる。



P-type 半導体



N-type 半導体

伝導率 =  $(1/R) \sim$  (ボロン原子の濃度)

伝導率 =  $(1/R) \sim$  (ヒ素原子の濃度)

# もっとも単純な（中国製）太陽電池の製法

(9) 人類は半導体には2種類ある事を発見する。N-typeの半導体に金属針を立てると電流は普通に流れるが、P-typeの半導体では、電流が流れない場合があるのを発見し「半導体には2種類ある事」を発見する。

Siliconイオン (Si+) が電流に貢献する。

電子(e-)が電流に貢献する。

金属針の電圧(V) 印加による 電流 (I) の測定

金属針の電圧(V) 印加による 電流 (I) の測定

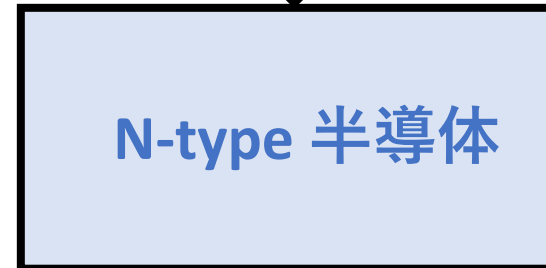
電流が  
自由に  
流れない??

金属は電子(e-)が  
豊富でN-typeの  
半導体に近い



電流が  
自由に  
流れる

$$I = V/R$$



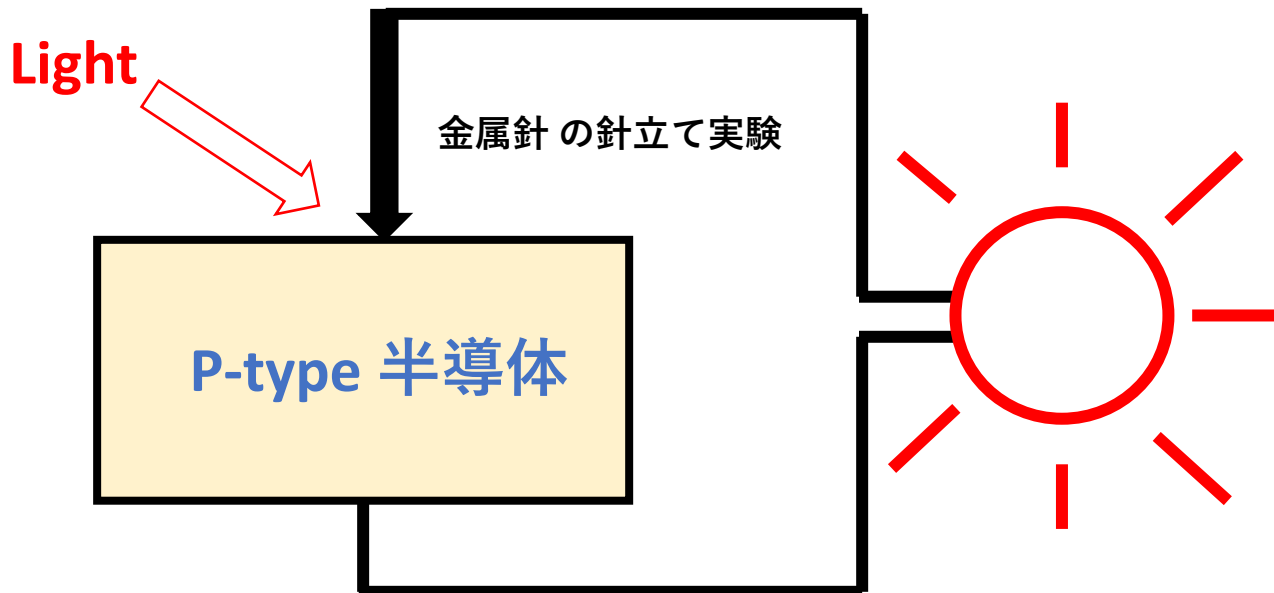
金属は電子(e-)が豊富で、N-type半導体と性質が似ている。両方電子が主役。

# もっとも単純な（中国製）太陽電池の製法

(10) そこでP-type半導体に金属針を立てて光を照射すると電流が流れる事を見出。光エネルギーが電気エネルギーに変換される太陽電池の発明となった。

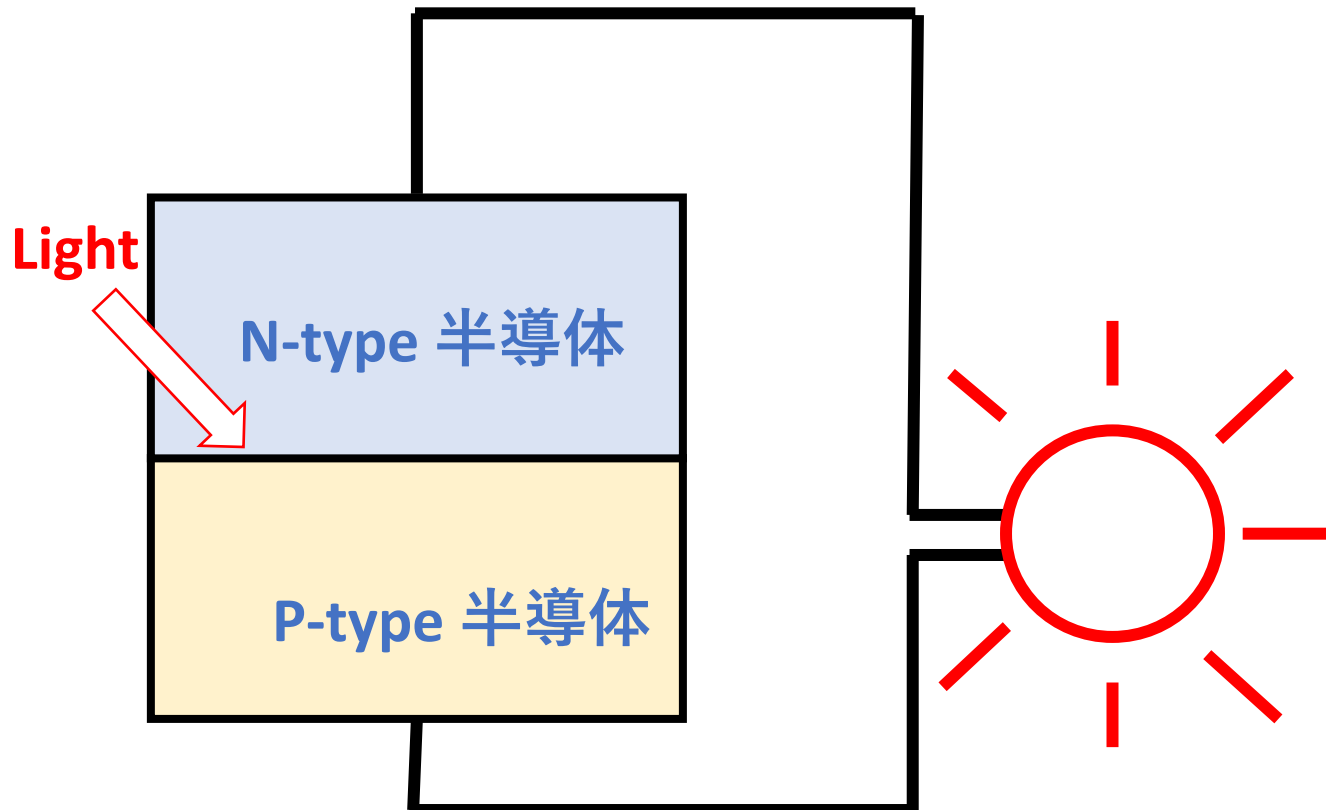
Siliconイオン ( $\text{Si}^+$ ) が電流に貢献する。

金属針の電圧(V) 印加による 電流 (I) の測定



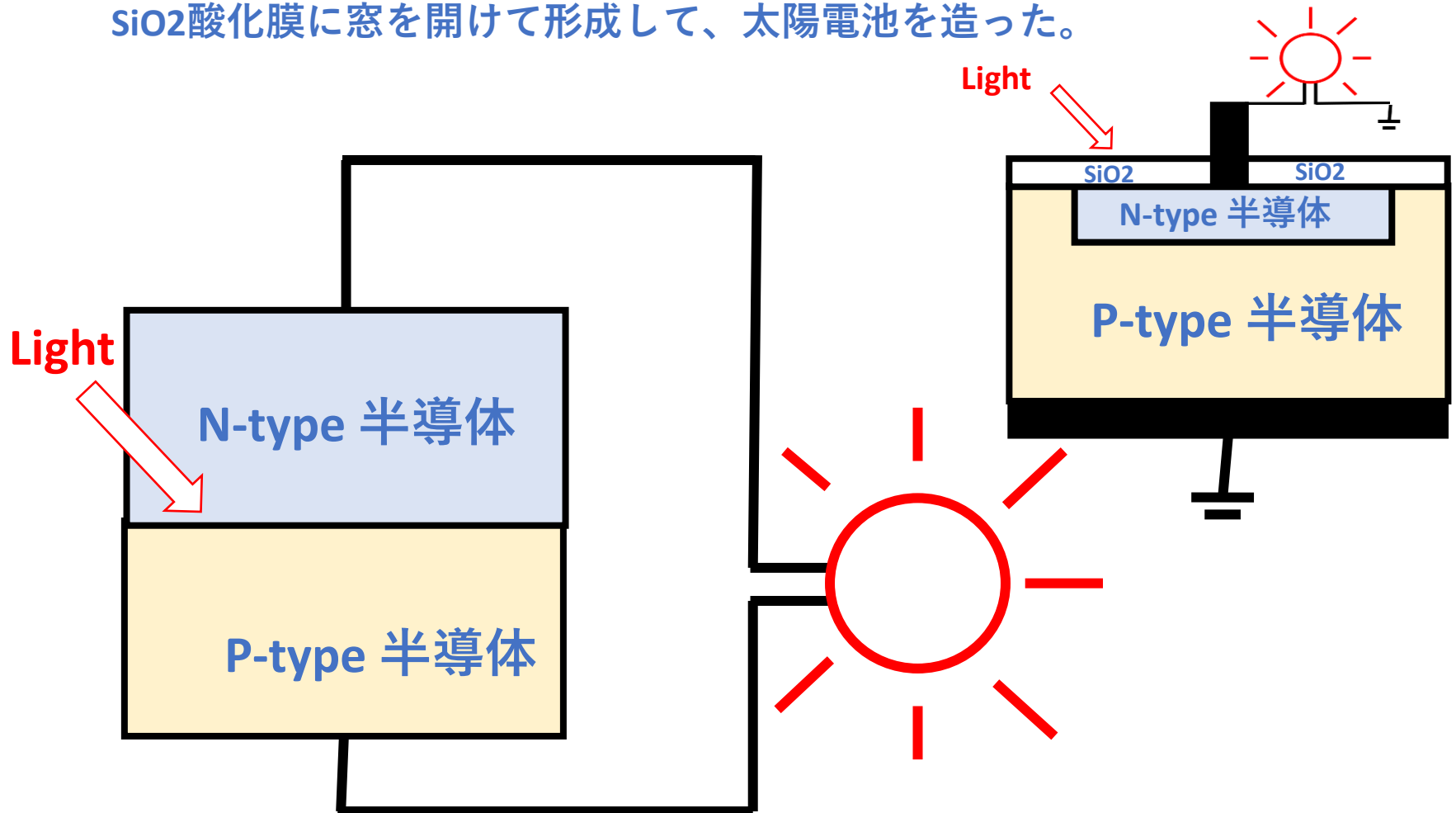
# もっとも単純な（中国製）太陽電池の製法

(11) そこで P-type半導体の表面に、N-type 層、ヒ素（As）の不純物原子の層を形成して、NP接合を造って、同じように光を照射すると電流が流れた！



# もっとも単純な（中国製）太陽電池の製法

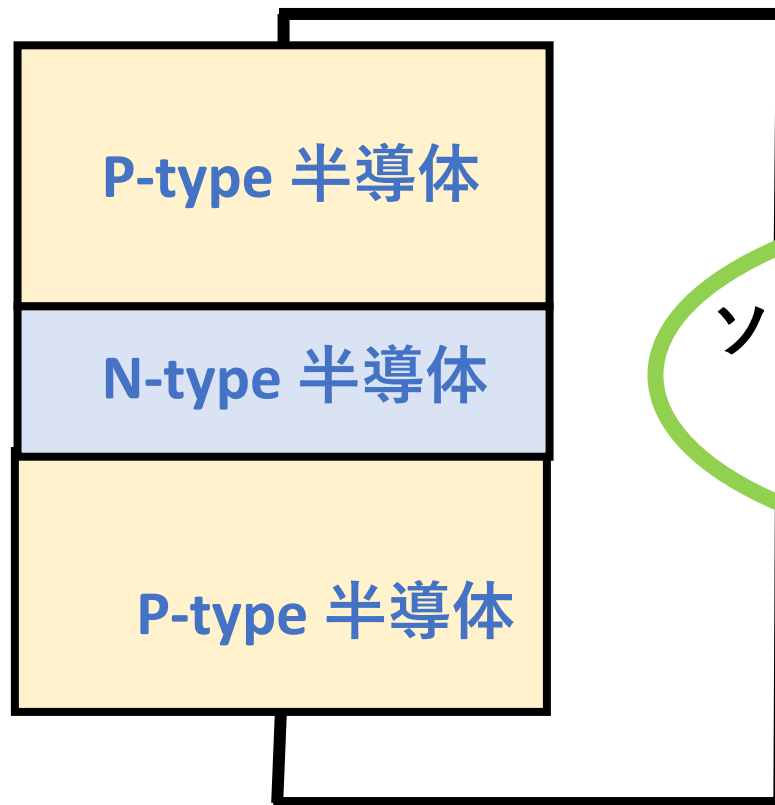
(12) そこで P-type 半導体の表面に、N-type 層、ヒ素 (As) の不純物原子の層を  $\text{SiO}_2$  酸化膜に窓を開けて形成して、太陽電池を造った。





# PNPダブル接合型トランジスターの発明

(13) シングル接合ができるのなら、その延長で簡単にダブル接合もできた。しかし、ダブル接合型半導体は、真空管の機能を持ちさらに小型で便利であった。井深大は民生用小型ラジオに応用する事を着想した。それでSONYは大きく成長した。発明者はそれでノーベル賞を受賞した。



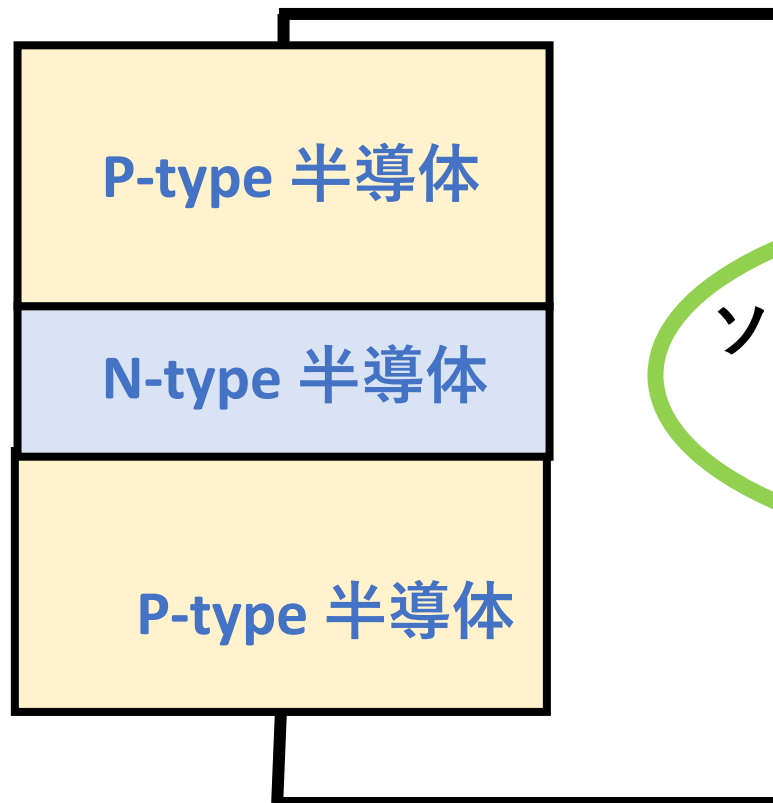
民生用

ソニー小型トランジスター  
ラジオのスピーカー

Beautiful Sound of Music 

## PNPダブル接合型の超光感度の受光素子の発明

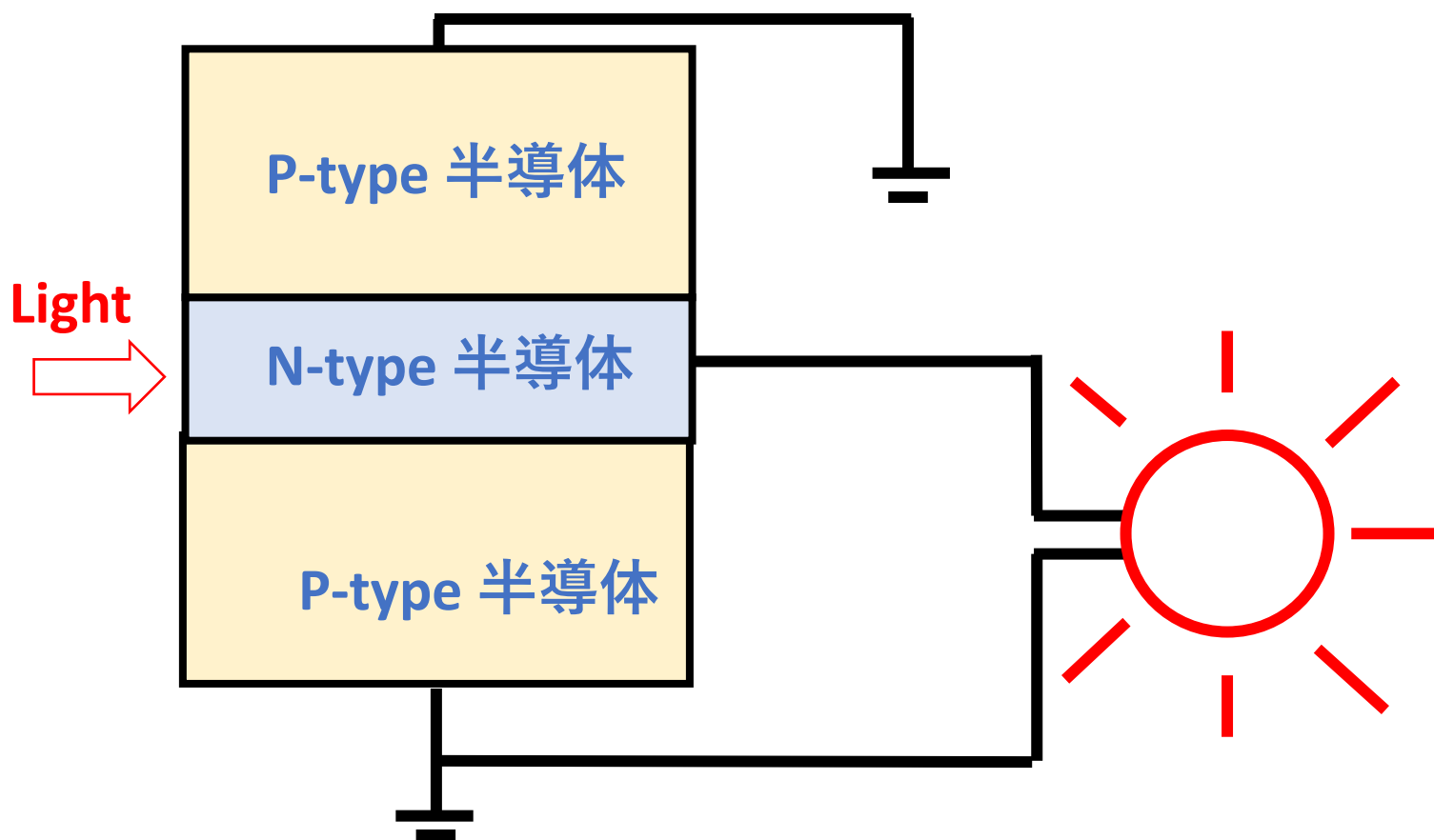
- (14) 1975年3月5日、SONYに2月20日に入社してすぐに、26歳の萩原良昭はダブル接合型ならびにトリプル接合型の半導体構造を超光感度の受光素子として応用し、民生用のビデオカメラとして使用することを提案し発明特許を出願した。その発明特許が、SONYの半導体ビジネスを守り、SONY半導体は大きく成長した。

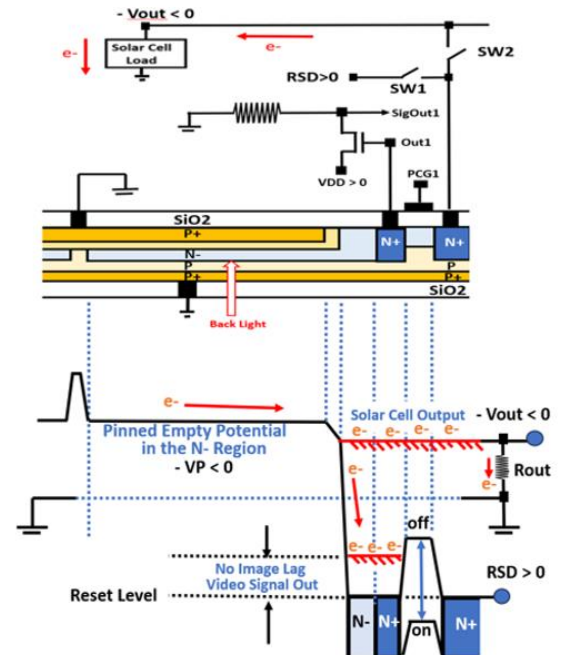
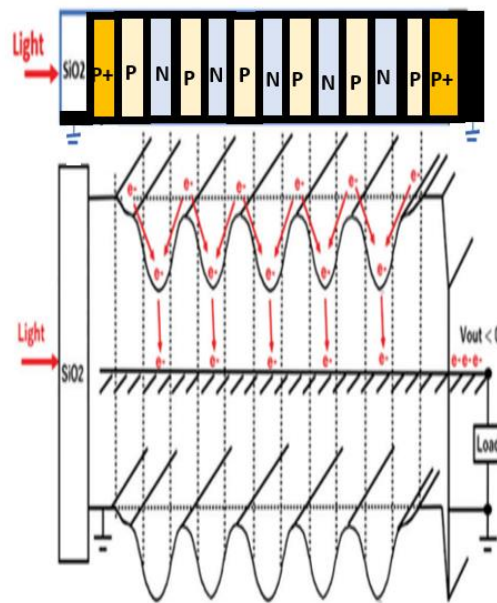
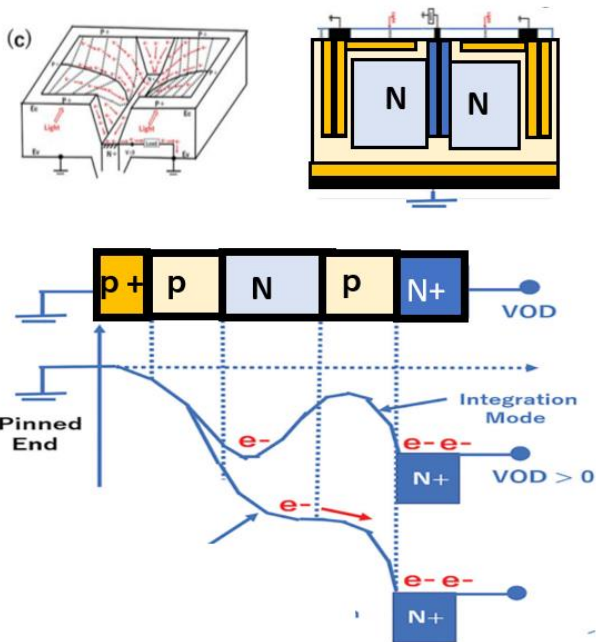
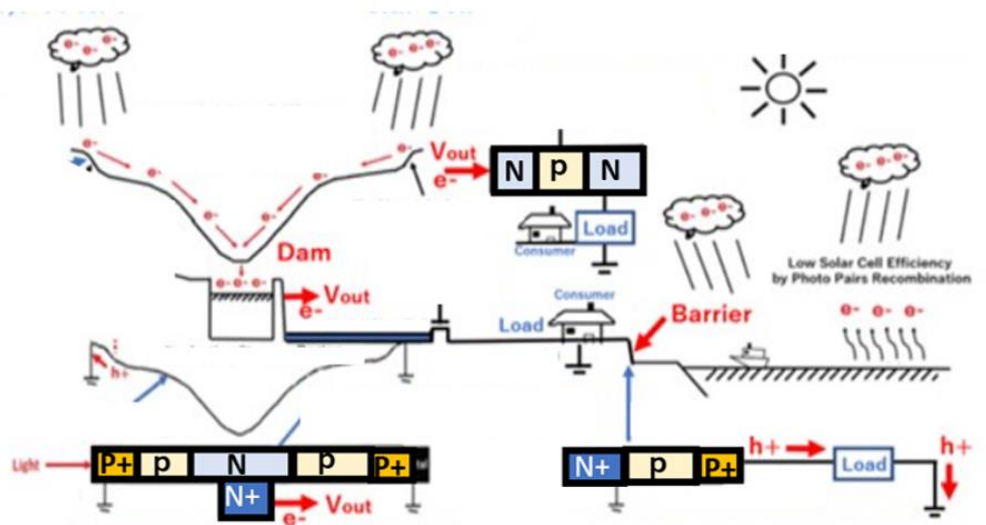
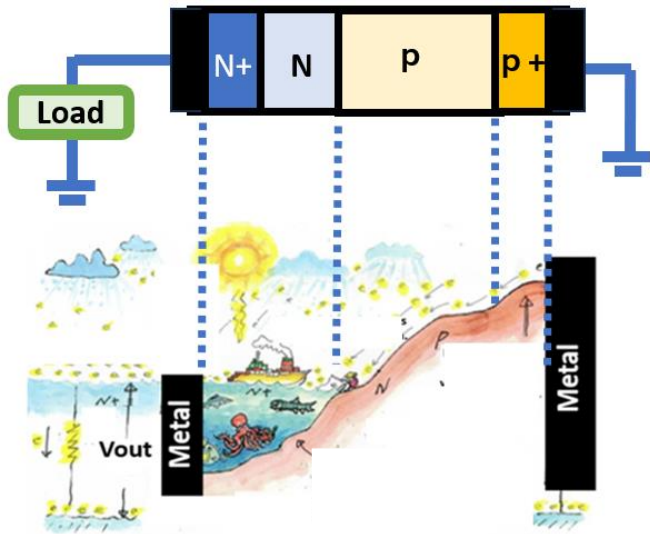


民生用  
ソニー超光感度受光素子  
HAD Sensorの発明  
Mecha-free Beautiful picture ♡

# PNPダブル接合型トランジスの発明

- (15) 2020年8月1日、萩原良昭はこの超光感度のダブル接合型半導体素子構造を  
超光感度のダブル接合型太陽電池に応用する事を提案し、自費で特許出願した。  
(JPA2020-131313 半導体装置)





萩原 aips 研究所が創る人工知能 (A I) 搭載のロボットは、人間にやさしい、自然にやさしい、人間を助けるパートナーとして、いろいろな目的での活躍が期待されるシステム・ロボットです。太陽光をエネルギー源とし、その超光感度の電子の目はそのままでも光電変換効率の高い太陽電池として機能します。自然にやさしい地球にやさしい、SDGs に貢献する、賢い超光感度の電子の目を持つ自己発電型・人工知能 (A I) 搭載ロボットです。

鉄腕アトムは半導体部品で構成され創られています。  
鉄腕アトムの賢い電子の目は太陽の光を吸収して  
光エネルギーを電気エネルギーに変換します。  
鉄腕アトムの賢い電子の目は太陽電池でもあります。  
賢い電子の目は半導体で造られます。

## 半導体とは？





● 合同会社 locomtec.jp / 萩原 aips 研究所 所長

<https://locomtec.jp/%E8%90%A9%E5%8E%9Faips%E7%A0%94%E7%A9%B6%E6%89%80>

# 合同会社ロコムテック

萩原 *AIPS* 研究所 目的

この研究所は、人工知能を備えた鉄腕アトム  
のようなロボットを  
つくることを目的としている

---



## 手段

目的を達成するために

萩原良昭研究所所長が所有する新素子、変換効率80%の太陽光発電素子を製造する技術確立してその財源とする。

地上に降り注ぐ太陽の光の粒（光子）の中には、シリコン結晶の BAND GAP の 1.11 eV 以上のエネルギーを持つものが、全体の総エネルギーの80%を占める。特に短波長の高エネルギー成分が多い。通常は、その80%がシリコン結晶に吸収され熱となる。残りの20%はシリコン結晶を透過する。シリコン結晶では全体の20%の低エネルギーの光の粒（光子）は原理的にシリコンを透過するが、全体の80%の高いエネルギーの光の粒（光子）からは、太陽光発電素子を使い、光電子を生成し、電気エネルギーとして利用が可能である。

● 19.6%の太陽光エネルギー成分は、長波長赤外線光（波長 $\lambda > 1.1\mu\text{m}$ ）による。長波長は、シリコン結晶はガラス板のように透明となる。したがって、光は透過してしまい、光電変換にまったく寄与しない。19.6%の太陽光のエネルギー成分は、無駄になる。熱にもならない。残りの80.4%に期待をかける。しかし、水の分子にも低温の液体状態と高温の気体状態がある。

エネルギーが大きな「気体電子」と低エネルギーの「液体電子」が電子にもある。太陽電池が抽出する電子は「液体電子」である。

一方の、Diodeの順方向電流やTransistorのswitch-onで流れる電流は高エネルギーの「気体電子」である。

## あつぎSDGsパートナー登録申請書

申請者概要等	
(ふりがな) 企業・団体名等	ごうどうがいしゃろこむてつく はぎわらえーあいぴーえすけんきゅうじよ 合同会社ロコムテック 萩原 AIPS 研究所
区分	企業(業種:研究・試作・製造)、団体、大学、NPO、その他( )
企業・団体等の 事業概要	この研究所は、人工知能を備えた鉄腕アトムのようなロボットを作ることを目的としているが、目的を達成するために萩原良昭研究所長が特許を所有する新素子、変換効率80%の太陽光発電素子を製造する技術を確立してその財源にする。
代表者役職	代表社員
(ふりがな) 代表者氏名	いわさき まさあき 岩崎 正昭
所在地	神奈川県厚木市みはる野2-3-8
担当者氏名	岩崎 正昭
電話番号	090-7630-9582
メールアドレス	mk@locomtec.jp

SDGsの取り組み																																					
SDGs関連事業の概要	再生可能エネルギーの新素子(特許 6818208 号)の研究、試作、製造技術を確立して、安価で無尽蔵な太陽光エネルギーを永続して供給できる仕組みを構築する。 その財源を用いて、ロボットを大量、安価に供給して、教育や生活に潤いをもたらす。																																				
SDGs達成のための 目標①	目 標	炭素系エネルギー生成を削減する。																																			
	概 要	2025 年度に新素子(特許 6818208 号)の製造試作機完成。 高エネルギーイオン打ち込み装置を入手 2026 年度に試作機の変換効率30%を目標に改良を行う。 2027 年度に変換効率 50%の量産試作機を考案。 2028 年度に量産機を完成し量産開始する。																																			
	関連する ゴール	<table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>										<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
																																					
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																													
																																					
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																													

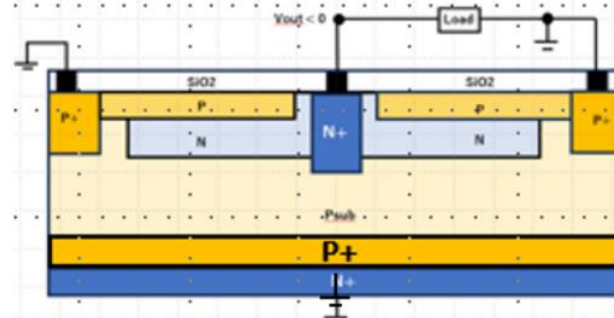
今では人類の財産となっている超光感度半導体受光素子を太陽電池に使う事に挑戦します。

# 募金活動のご案内：責任者 萩原良昭 080-2062-5657



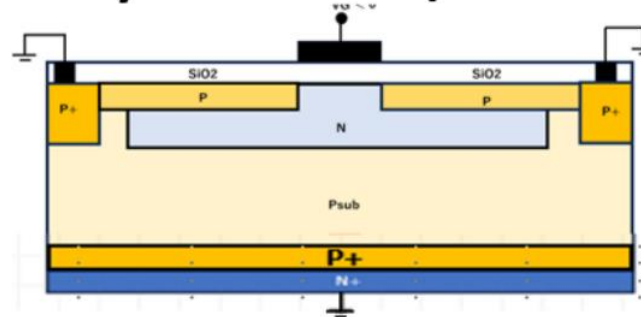
## Pinned Photodiode type Solar Cell (JPA2020-131313)

[Japanese Patent Application JPA2020-131313](#)



- Gate Oxide thickness  $0.13 \mu\text{m}$
- Surface P region  $1 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$
- Buried N region  $4.26 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$
- P substrate region  $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$
- Backside N+ region  $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-2}$

## Sony SSDM1977/1978 Photo Sensor Device



- Gate Oxide thickness  $0.13 \mu\text{m}$
- Surface P region  $2 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$
- Buried N region  $1.7 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$
- P substrate region  $5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$
- Backside N+ region  $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-2}$

[Hagiwara SSDM1978 Paper on Pinned Buried Photodiode.pdf](#)

**Help!! この新型ダブル接合型太陽電池の原理試作のために開発資金が必要です。**

**応援募金** の額はいくらからでも結構です。下記口座に入金をお願い申し上げます♡

三菱UFJ銀行 厚木支店 店番707 口座番号 0456308 名義者 萩原良昭 (ハギワラヨシアキ)