

医用工学概論

第10回 生体情報の収集

トランスデューサ(変換器)

生体信号を **電氣的信号** に変換するための装置

変換様式 (物理量→電氣量)	トランスデューサ
変位→抵抗	ポテンシオメータ, ストレンゲージ
変位→相互インダクタンス	差動トランス
変位→容量	可動極板型コンデンサ
力, 振動→起電力	圧電素子
力(→変位)→抵抗	ストレンゲージ
力→電流	感圧ダイオード
光→抵抗	CdS (光導電素子)
光→起電力	光電池
光→電流	光電管, フォトトランジスタ
温度→抵抗	サーミスタ
温度→起電力	熱電対
磁場→起電力	ホール素子
磁場→電流 (リング電流)	SQUID 磁束計
放射線量→電流	ガイガー計数管, 半導体放射線検出素子

イオン電流→電子電流 電極

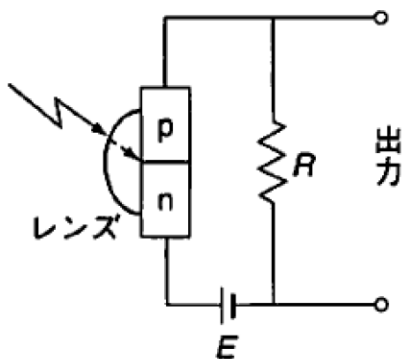
物理量トランスデューサ

物理量(位置、力、速度、熱、光など)を計測するトランスデューサ

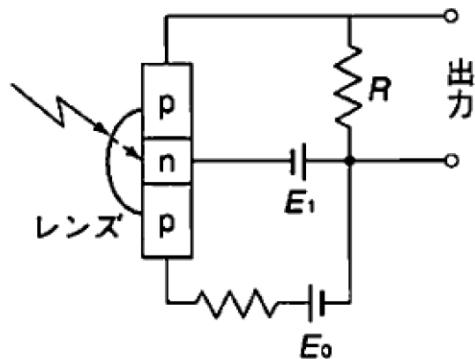
- ・変位・圧力
- ・振動・音響
- ・流速・流量
- ・熱・温度
- ・光

受光素子

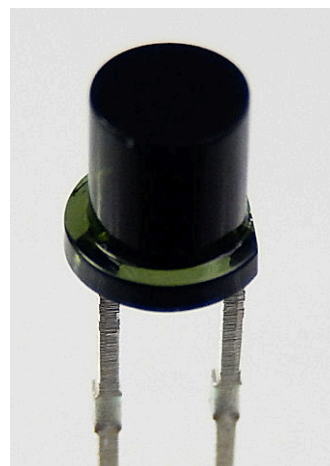
光起電力効果 を利用した光電変換素子



フォトダイオード



フォトランジスタ



秋月 NJL7302L-F3
<https://akizukidenshi.com>



S 5 9 7 1

広い範囲の波長感度特性を持ち、応答速度も速い(10^{-9} 秒程度).

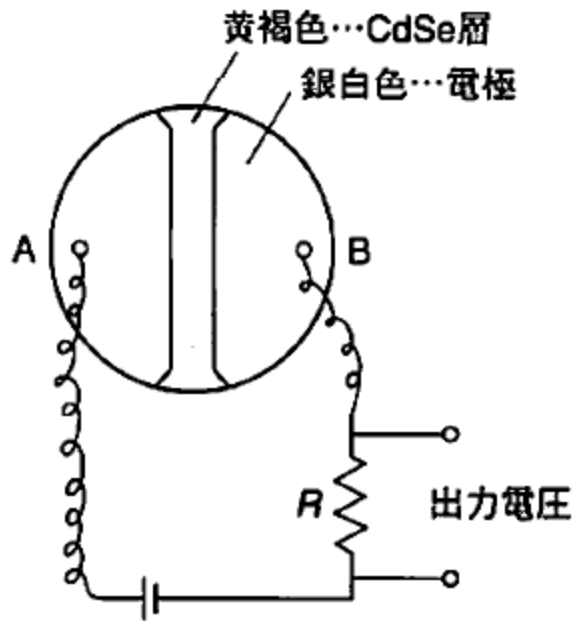
逆に、電圧をかけて光を発する素子を **発光ダイオード** という.

他には、**太陽電池** がある.

教科書 p.122 図5-32
図5-33

フォトレジスタ(CdS , CdSe)

光導電効果 を利用した光電変換素子



[1]

現象:

光が当たると、電気抵抗が減少する。

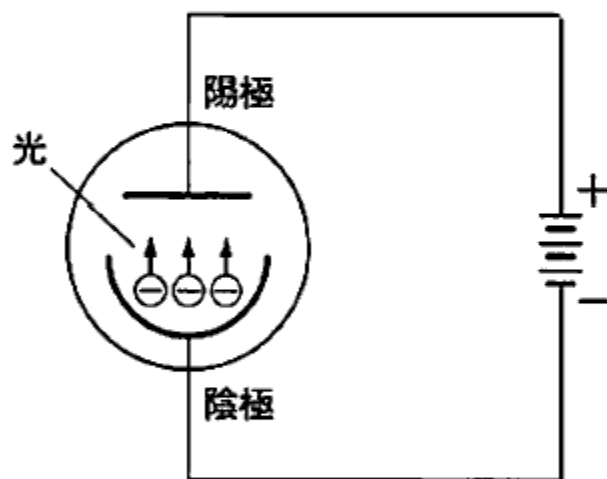
応答速度が遅く、また、低照度で感度が低い。

そのため、フォトダイオードやフォトランジスタで代用される。

教科書 p.123 図5-35 26

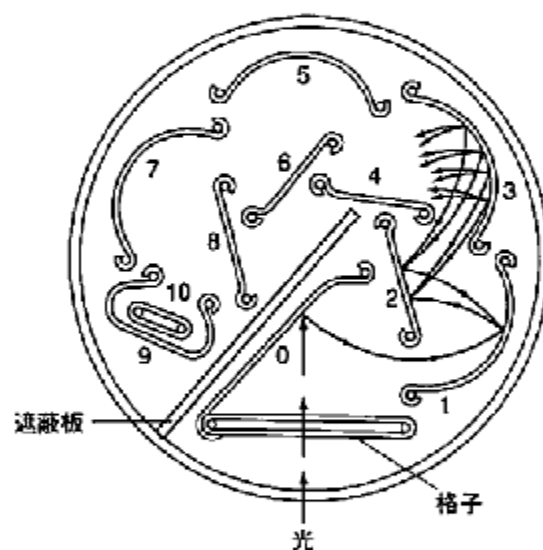
光電管

光電子放出効果 を利用した光電変換素子



光電子増倍間は、人の目には見えない微弱な光も検出することができる(高感度)。

そのため、シンチレーションカウンタ(放射線計測)に用いられる。



光電子増倍管

(フォトマル)

教科書 p.124 図5-37

図5-38

焦電センサ

焦電効果 を利用した光電変換素子

現象： 温度変化によって、誘電体の分極が変化する。

赤外線照射による温度変化を検出できる。

例) 自動照明のセンサスイッチ

化学量トランスデューサ

化学量(イオン濃度、酸素濃度など)を計測する
トランスデューサ

電極センサ

電極にイオン感受性機能を持たせたセンサ

ポテンシOMETリック法

電圧として信号を取り出す

例) pHガラス電極, P_{CO_2} 電極

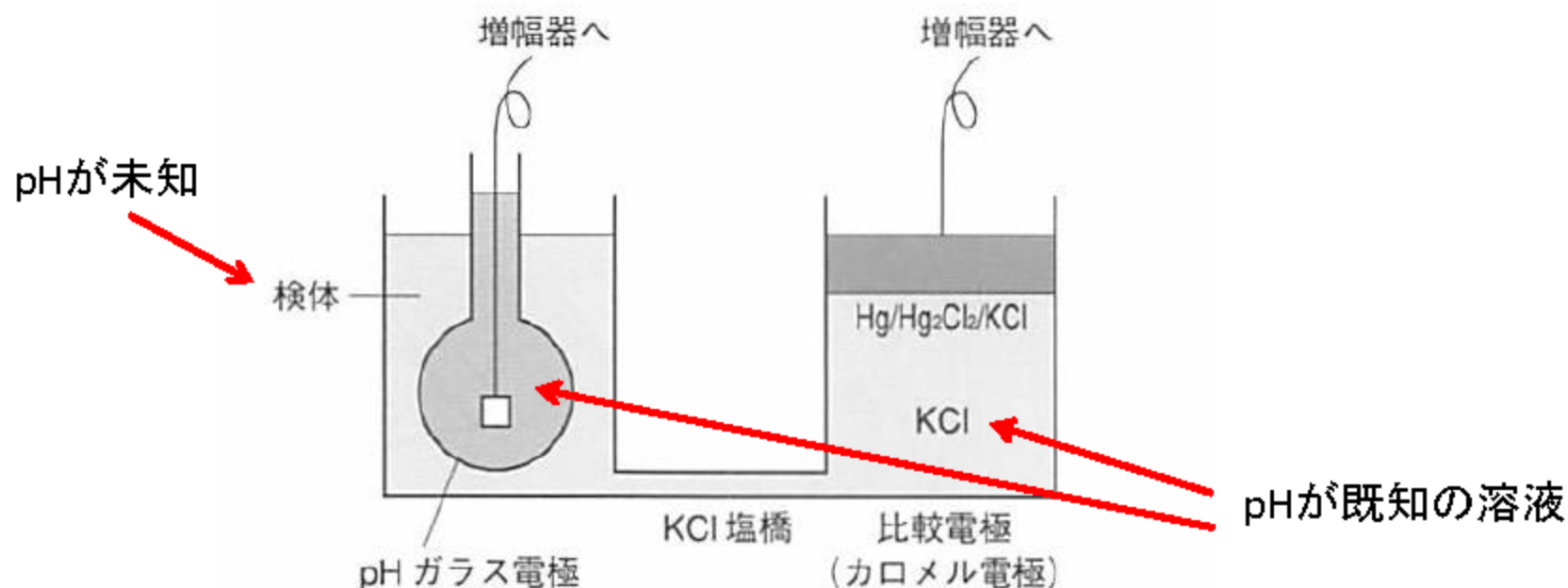
アンペロMETリック法

還元電流として信号を取り出す

例) P_{O_2} 電極

pHガラス電極

水素イオン濃度 (pH) を計測するための電極

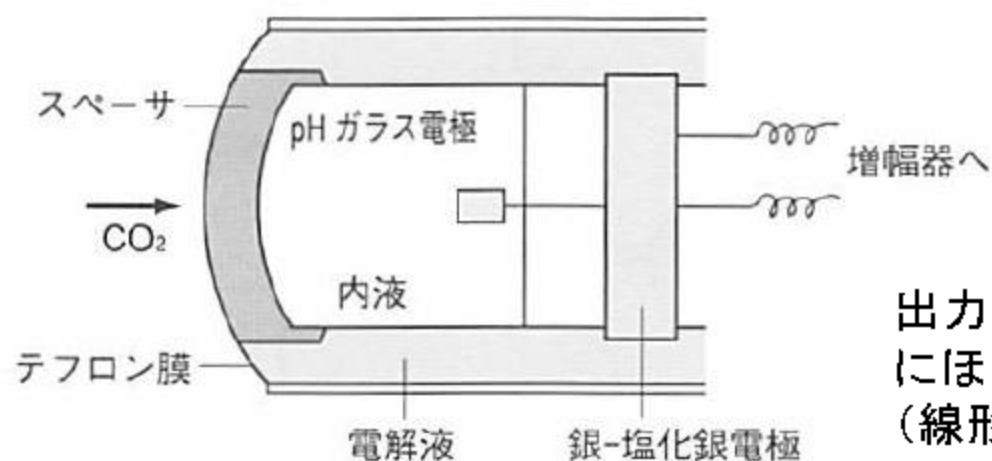


薄い **ガラス膜** を介して, pHの差に比例した **電位差** が生じる.

ガラス電極を用いるため, 信号源インピーダンスが高い(数十M Ω).

P_{CO_2} 電極

二酸化炭素分圧 (P_{CO_2}) を計測するための電極



出力電圧は, $\log P_{\text{CO}_2}$
にほぼ比例する
(線形出力ではない).

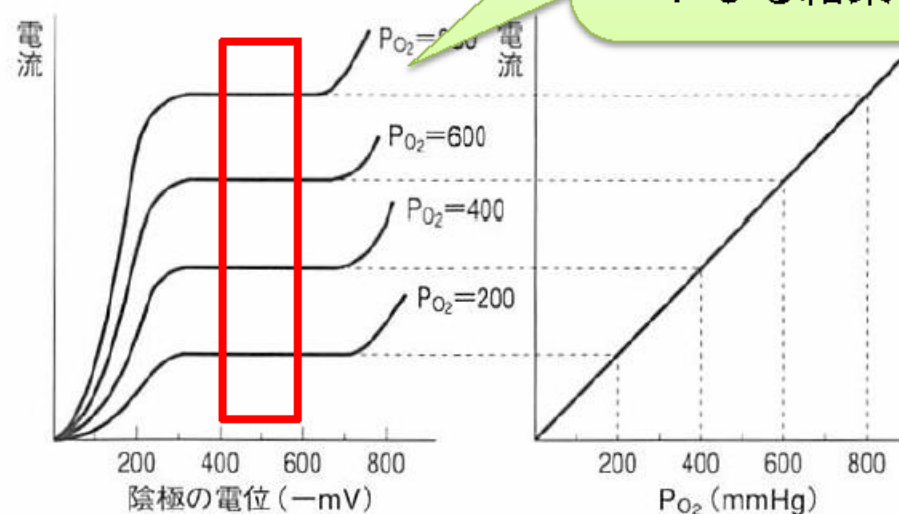
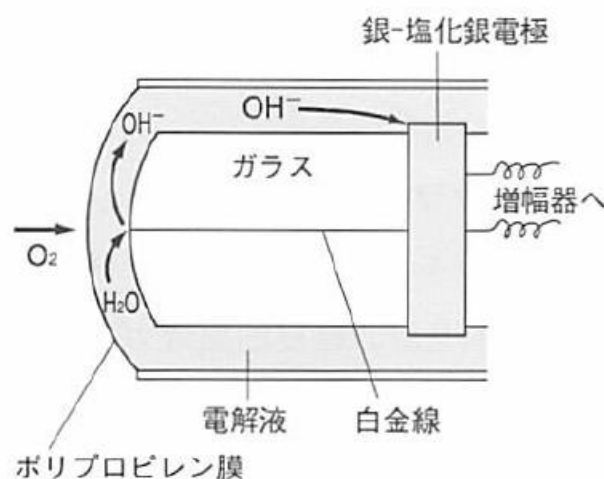
テフロン膜 を透過し, CO_2 ガスがスペーサ (重層水に浸されている)

に取り込まれると, スペーサのpHが変化する. \rightarrow pHガラス電極で検出

このような構造をした電極を, **セバリングハウス型電極** ともいう.

P_{O_2} 電極

酸素分圧(P_{O_2})を計測するための電極



ポーラログラフ法
(電圧を変えて電
流を測る測定法)
による結果

ポリプロピレン膜 を透過した O_2 は、溶解液の還元反応を促進する。

このとき、電極間の電圧が 0.6V 程度であれば、 P_{O_2} に比例した還元電流が流れる。

このような構造をした電極を、**クラーク電極** ともいう。

経皮的血液ガス分圧電極

皮膚表面に電極を当てて、 $40 \sim 43^{\circ}\text{C}$ に加温することで、皮下の細動脈の血流を増加させ、拡散してきたガスを測定する電極
(P_{CO_2} 電極, P_{O_2} 電極が使われる)



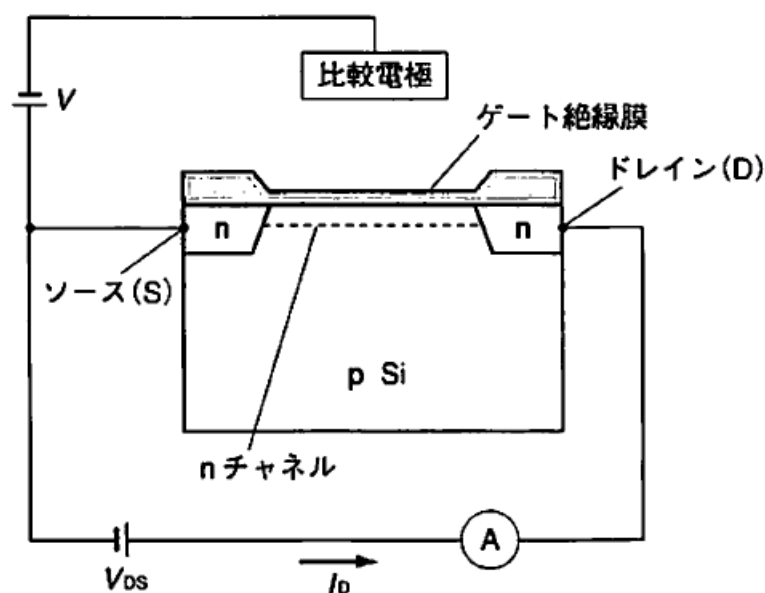
採血することなく、新生児の呼吸状態や酸素障害をモニタできる.

経皮的に、 P_{CO_2} や酸素飽和度(S_{O_2})を同時にモニタできる電極もある.

パルスオキシメータ(酸化/還元ヘモグロビンの吸光特性の違いを利用)を用いて測定される

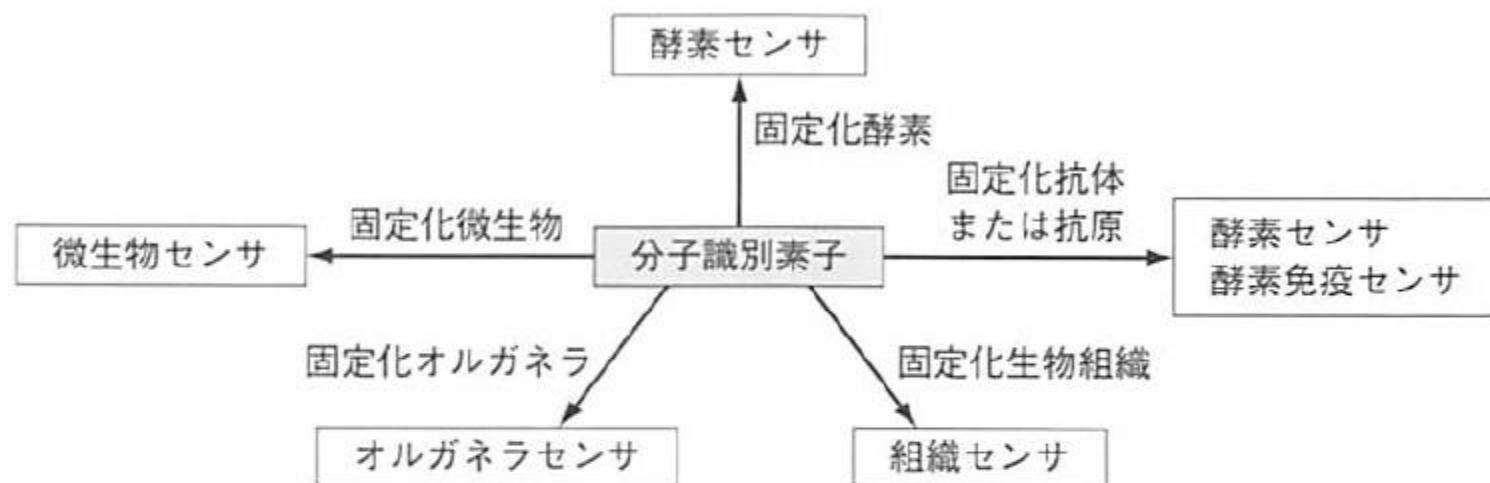
ISFET (ion sensitive FET)

絶縁膜にイオン感受膜を一体化させたイオンセンサ



半導体素子で構成されるため、**超小型** イオンセンサを作ることができる。

バイオセンサ



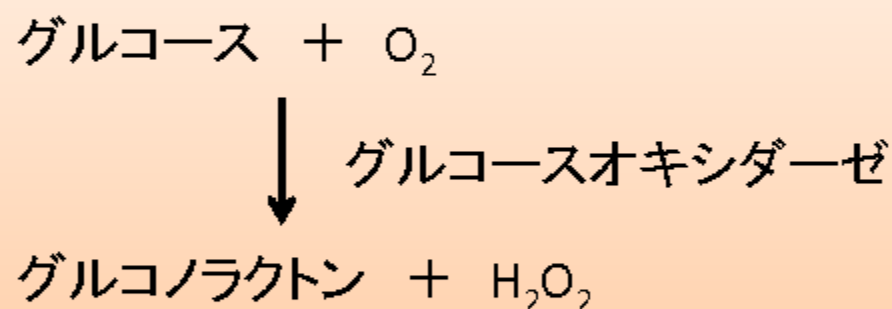
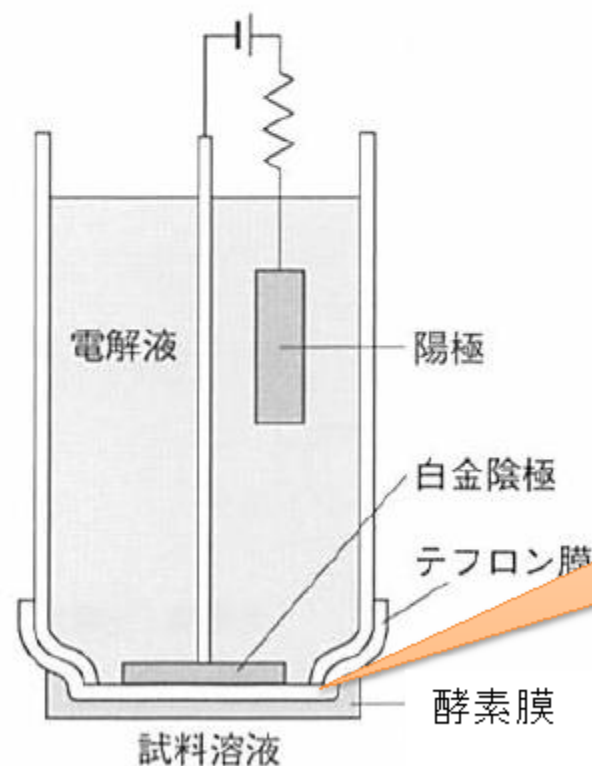
電極に **酵素** , **微生物** , **抗体・抗原** を固定化することで,

生体機能性膜として利用し, **グルコース** , **尿素** , **乳酸** ,

アミノ酸 などの種々の電極センサ(バイオセンサ)が開発されている.

グルコース電極

グルコースオキシダーゼを電極に固定化した酵素センサ



反応により消費される O_2 が生成される H_2O_2 のどちらかを測れば、グルコースが定量できる。
また、酵素膜が触媒作用のみを行うので、繰り返し利用できる。