

# 医用工学概論

## Medical Engineering (ME)

3年前期の医用工学概論実習と合わせ、医療の現場で使用されている医用機器を正しく安全に使用するために必要な医用工学(ME)の基礎知識を習得する。

### 臨床検査技師国家試験 医用工学分野対策 第2種ME実力検定試験対策 臨床工学技士対策

**講義HP**  
[chtgkato.com](http://chtgkato.com)

令和6年度は、スライドを見て、自習して下さい。

授業日後1週間以内に出席票をメールで送つて下さい。

(6年前まで検査専攻の講義にあった医療情報科学のスライドも国試対策に有効です。国試やME2種試験勉強に利用して下さい。)

北大医学部 保健学科 検査技術科学専攻 2年後期  
医用工学概論 M E (Medical Engineering)

水曜 4講目(10/2-11/20)、3講目(11/27-1/8) オンデマンドWeb講義 回答・質問等

令和6年度 講義予定 オンデマンド Web 講義

講義は、オンデマンド授業です。各自、都合のよい時間に自習して下さい。試験はC303で行います。

出席票は下記アドレスへメールで送って下さい。  
hokudai\_kato@ymail.com 出席票提出状況

メールの件名 よび添付ファイル名には、学生番号、氏名を明記して下さい。

10月 2日 講義1 印刷用 受講票1  
10月 9日 講義2 印刷用 受講票2  
10月16日 講義3 印刷用 受講票3  
10月23日 実験(センサー、整流回路、電磁誘導) 印刷用 受講票 実験1  
10月30日 講義4 印刷用 受講票4  
11月13日 講義5 印刷用 受講票5  
11月20日 講義6 印刷用 受講票6  
11月27日 実験(CR回路、IC共振回路) 印刷用 受講票 実験2  
12月 4日 講義7 印刷用 受講票7  
12月11日 講義8 印刷用 受講票8  
12月18日 講義9 印刷用 受講票9  
12月25日 講義10 印刷用 受講票10  
1月 8日 期末試験 C303 13:00-14:00 解答・成績

臨床工学技士1年コース紹介

スマホで講義スライドを参照する場合は、ブラウザはサファリを使用し、スライドを見たい講義名を長押し

http://megijutu.jp/2shuhame.htm - Windows Internet Explorer

第2種ME技術実力検定試験

第30回 第2種ME技術実力検定試験

- ◆実施日:2008年9月7日(日)
- ◆会場:札幌、仙台、東京、名古屋、大阪、岡山、福岡

第29回 第2種ME技術実力検定試験結果

- 応募者数: 4,721名
- 受験者数: 4,463名
- 合格者数: 1,466名
- 合格率: 32.8%

第28回 第2種ME技術実力検定試験結果

- 応募者数: 4,450名
- 受験者数: 4,188名
- 合格者数: 1,275名
- 合格率: 30.4%

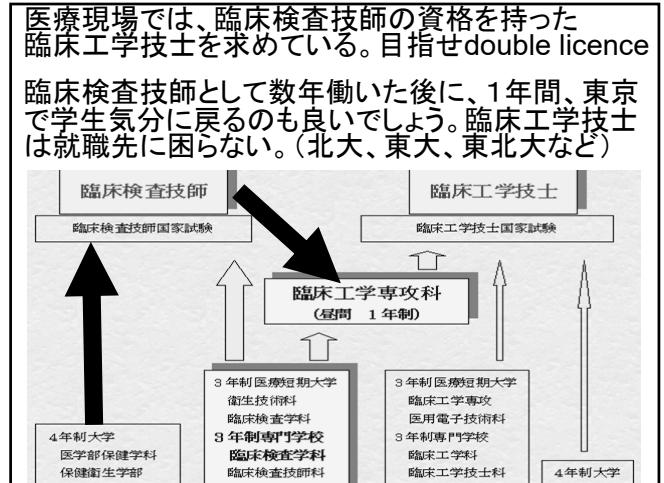
第2種ME技術実力検定試験 就職(特に企業)に有利な資格  
社団法人日本生体医工学会(旧 日本エム・イー学会)  
<http://megijutu.jp/>

この試験は「ME機器・システムの安全管理を中心とした医用生体工学に関する知識をもち、適切な指導のもとで、それを実際に医療に応用しうる資質」を検定するものです。

本試験は以下の方々にお勧めいたします。

- 1) 医師・看護師・臨床工学技士・臨床検査技師等の医療従事者
- 2) 企業における開発・製造・販売・修理等の担当者
- 3) 各種ME関連学校の学生(特に臨床工学技士を目指す学生諸君の実力を検定する上で役立つものです。)

合格者は日本生体医工学会より合格証明書が交付され、「第2種ME技術者」の呼称が使用できます。  
また、第1種ME技術実力検定試験の受験資格が得られます。



医療現場では、臨床工学技士が不足している。  
臨床工学専攻科一年制は、看護師、臨床検査技師、診療放射線技師などの医療資格を持つ人を対象にした学科。

北里大、日本工学院、天理大、その他数校。(道工大は2年制)

日本工学院 医療力レッスン  
授業料は  
70万～  
130万円  
程度

<http://www.jaefcet.org/school.html>

日本臨床工学技士教育施設協議会 - Windows Internet Explorer

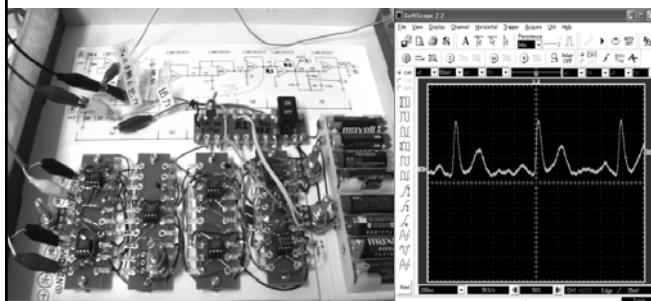
HOME What's New 順次工学技士とは 協議会 国家試験について 業界からの声 協議会会員校一覧 法規請求 Q&A リンク お問合せ

協議会会員校一覧

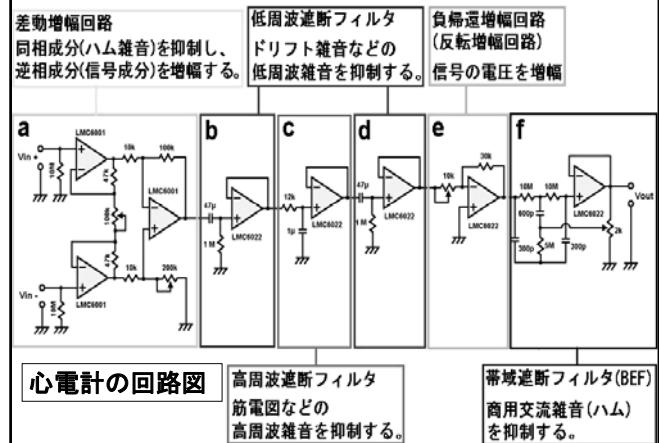
学校法人 北海道南吉田学園 北海道工業大学	北海道
学科名/専攻科目	入学定員
医療福祉工学科 医用福祉工学科	50名
住所	
〒006-0895 北海道札幌市手稲区前田7条15-4-1	
TEL	FAX
011-681-2161	011-681-3622
URL	
<a href="http://www.hid.ac.jp/">http://www.hid.ac.jp/</a>	
E-mail	
<a href="mailto:kyoumu@hid.ac.jp">kyoumu@hid.ac.jp</a>	
備考	法14条6款 4年コース 大学 3年生への修了卒業認定(評議會お問合せ下さい)
学校法人 吉田学園 吉田学園歯科専門学校	北海道
学科名/専攻科目	入学定員
臨床工学科	40名

<http://www.jaefcet.org/logo.html>

心電計の実験 ECG ( Electro Cardiogram )  
3年前期の実習で心電計を用いた心電図測定を行う。  
差動増幅回路、雑音を抑制する回路の動作原理、  
デジタルオシロスコープの特徴を理解する。



医用工学の講義で、医用電子回路の働きを学習し理解する



問 101☆ (既出問題/改変)

JISによる電気図記号の組合せのうち正しいものはどれか。

a 抵抗

b NPN型トランジスタ

c ヒューズ

d 可変コンデンサ

e ダイオード

1. a, b, c      2. a, b, e

3. a, d, e      4. b, c, d

5. c, d, e

[注解]

a は抵抗である。

b はNPN型トランジスタである。

c はスイッチ、ヒューズは である。

d はコンデンサ、可変コンデンサは である。

e はダイオードである。

[関連事項]

a PNP型トランジスタ

b NチャンネルFET

c 電池

d 発信器

e 接地(アース)

図 2

電子回路、電子部品(電子素子)の記号。  
各素子の動作を特徴化したデザインをしているので、  
素子の働きを理解しながら覚えると暗記しやすい。

### 受動素子 補助的な電子素子

- ・抵抗 電流の制御
- ・コンデンサ 直流電流の制御
- ・コイル 交流電流の制御

### 能動素子

- ・ダイオード 電流の整流、検流
- ・トランジスタ 電流の増幅
- ・FET(電界効果トランジスタ) 電圧の増幅
- ・真空管(電子管) 電圧の増幅

その他 (スイッチ、ヒューズ、センサ等)

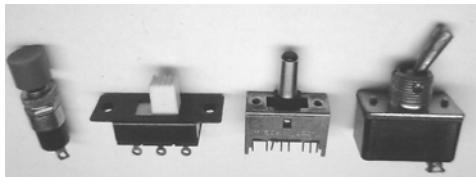
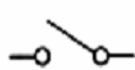
### ヒューズ Fuse

回路を過大電流から保護する部品。

過剰な電流が流れたときに加熱して切れる。



### スイッチ

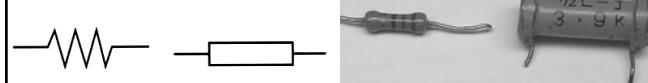


### 抵抗 R Resistance

#### 抵抗器 (レジスタ) Resistor

電子の流れに抵抗して電流を制限する素子。

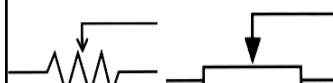
旧規格(JIS C 0301) 新規格(JIS C 0617)



#### 可変抵抗器 (ボリューム) VR Variable Resistor

抵抗値をつまみで変化できる抵抗器。

音量調整などに使われている部品。



### 抵抗の単位：オーム ( $\Omega$ )

#### オームの法則

1 $\Omega$ とは、1(A:アンペア)の電流が流れている所に1(V:ボルト)の電圧を生じさせる抵抗値。

R( $\Omega$ )の抵抗にI(A)の電流が流れると  
抵抗にIR(V)の電圧が生じる。

$$I(A) \rightarrow R(\Omega) \quad E = IR \quad (R = E/I, I = E/R)$$

### 抵抗 R Resistance

電流(電子の流れ)を抑制する炭素、酸化金属などが、2本の端子の間に挟まれている。

2本の端子を逆につないでも動作は同じ  
(極性がない)。

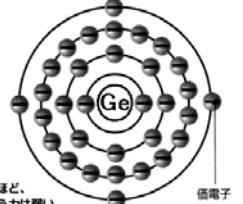
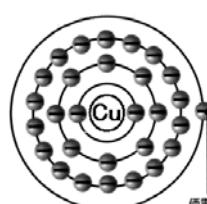
### 電流 electric current

自由電子の流れ。

銅などの電気を良く通す物質(導体 conductor)は、原子核から最も遠い軌道電子(価電子)が電界の力で簡単に軌道から離れ、自由電子になる。

銅 Cu 原子番号29

ゲルマニウム Ge 原子番号32



**コンデンサ C Condenser, Capacitor**

電子(電荷)を蓄える素子。蓄電器、静電容量、キャパシタ。

電解コンデンサ

**可変コンデンサ(バリコン) Variable Condenser**  
静電容量を変化できるコンデンサ  
ラジオの周波数調節などに使われている。

10PF

金属  
絶縁体  
(誘電体)

**コンデンサ C Condenser, Capacitor**

絶縁体、誘電体(磁器、ポリエスチル、空気など)を挟んだ一対の広い面積の金属(アルミ箔など)に、端子が接続している。

絶縁体に電解液を混ぜた電解コンデンサは小型で大容量のコンデンサを作れる。  
(プラス端子とマイナス端子の区別がある。極性あり。)

電荷：電子が運ぶ電気の量  
単位:クーロン (C)

1(A)の電流が1秒間流れたときに動いた電子による電気の量を、1(C : クーロン)の電荷という。

t 秒間、I (A)の電流が通るとき  
Q(C)の電荷が運ばれたとすると、

$$Q = I t \quad (I = Q/t)$$

(電流とは、1秒間に通る電荷の量)

**コンデンサの単位**： ファラッド (F)

コンデンサが蓄えられる静電容量(静電気の量)の限度。電極の面積に比例する。大容量のコンデンサは大きい。

1対の金属板に、それぞれプラスマイナス1(C)の電荷量が蓄えられた状態で1(V)の電圧を示すコンデンサの静電容量を1(F)とする。

静電容量C(F)のコンデンサの端子間電圧がE(V)のとき、蓄えられた電荷量Q(C)は

$$Q = CE \quad C = Q/E$$

(電圧が1Vのときは、Q = C )

コンデンサの電荷量が静電容量に達すると、直流電流を通さない。

**電界(電場) Electric Field**

コンデンサ内部のように、電荷量(電子の量)が異なる場所間の空間には電界が生じる。電界の中での電気的位置(ポテンシャル)を電位といふ。電位の異なる場所の間には電位差があり、それを電圧といふ。

電池をつなないだ電線の中や周囲にも電界があり、電界の力で自由電子が移動し、電流が生じる。

**コイル L (ソレノイド)**

一般コイル 可変コイル 鉄心入りコイル

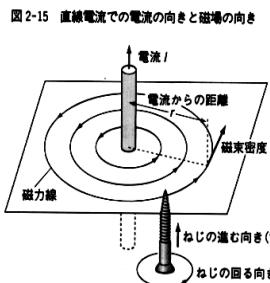
新規格(JIS C 0817)

絶縁被膜をした銅線を筒状に巻いたもの。コイルに電流を通すと磁力が発生する。内部に鉄心(コア)を入れたものは磁力が増す。電磁誘導を利用して交流電流を制御したり、電磁石として作用する。

スピーカー、ヘッドフォン、マイクもコイルの一種。

**右ねじの法則** コイルを理解するための基本法則  
電線に電流が流れるとき電線周囲の空間に、  
電線を取り巻くように電流の進行方向に対しても  
右回りの磁力線が発生する。

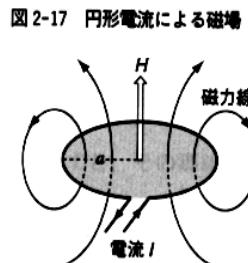
右ねじ(右回しで入るねじ)  
の進行方向が電流の向き、  
回す方向が磁力線の向き。  
(向き自体に本質的な意味はない。  
向きは、人が勝手に決めたもの。)



### 磁界 (磁場) Magnetic field

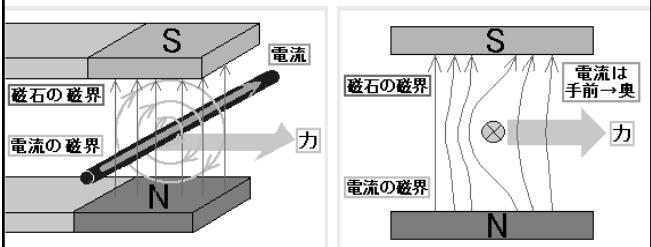
右ねじの法則によって、コイルに電流が流れるとき  
コイル内部に磁力線の束(磁束)が通り、  
磁界が発生する(電磁石)。

磁界の強さ(電磁石の強さ)は  
電流の大きさに比例する。  
コイルの巻き数に比例する。

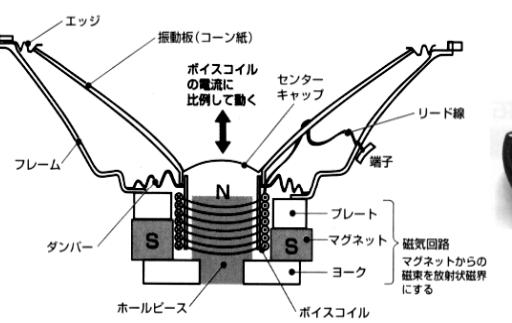


### フレミングの法則

電線に電流が通ると、右ねじの法則により  
電流周囲に同心円状の磁界が発生する。  
電線が別の磁界の中にあると、磁束が重ねられ  
磁束の不均一を修正する方向に電線を動かす。  
(磁束はゴムひものような性質をもつ)  
モーター、スピーカーの原理。



### 2.6.5 スピーカの構造



マグネットとホールピース間の空間磁界に直交する導体(ボイスコイル)に電流が流れると、導体は電界および電流に直角な方向に力を受ける。その向きは、フレミングの左手の法則によってコイルに力が加わり、流れの電流の方向と強さに比例して振動し、音波が発生して音として聞こえます。

### 電磁誘導 electromagnetic induction

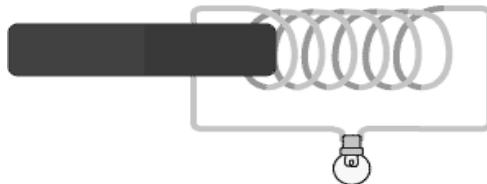
電線を通る電流に変化がない場合は  
電界と磁界は無関係。(定常状態)

電線を通る電流に変化がある場合は  
電界と磁界は相互作用する。(非定常状態)

電界が変化すると磁界を発生し、  
磁界が変化すると電界を発生する。  
(電磁誘導)

### 電磁誘導 electromagnetic induction

1831年 フラデーが発見。  
コイルの中で磁石を動かすと電圧が生じる。  
コイルの電流が変化すると電圧が生じる。  
発電機、マイクロフォンなどの原理。



### コイルの単位：ヘンリー（H）

コイルに流れる電流が1秒間に1(A)変化したときに  
コイルに発生した電圧が1(V)のとき、  
コイルの(1巻き分の)インダクタンス L を1(H)とする。

### インダクタンス L (誘導係数 Inductance)

コイルに流れる電流の変化で、コイル内部の磁界が  
変化し、コイルに電圧(起電力)が発生する性質

$$\text{起電力}(V) = n \cdot L \cdot dI/dt \quad (n \text{ は巻き数})$$

(= インダクタンス × 電流の1秒間の変化)

### 半導体素子 semiconductor

#### ダイオード Diode

半導体の性質を利用して、電流を一方通行させ  
(整流、検流、検波)。

#### トランジスタ Transistor

半導体の性質を利用して、電流を増幅させる。

#### FET

(電界効果トランジスタ Field Effect Transistor)

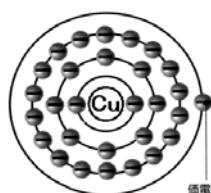
半導体の性質を利用して、電圧を増幅させる。

### 半導体 semiconductor

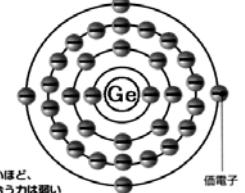
ゲルマニウムGe、シリコン(ケイ素)Siなどは  
1cmあたり1Ω程度の抵抗値。

導体ほどではないが、電流を通す。IV族の元素で、  
4個の価電子が導体に比べ軌道から離れにくい。

銅 Cu 原子番号29

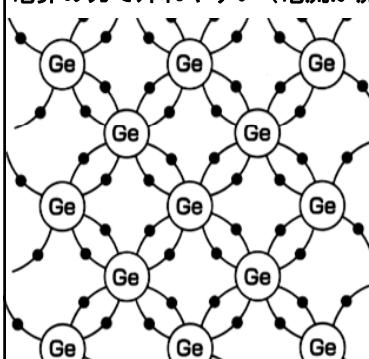


ゲルマニウム Ge 原子番号32



IV族の半導体元素は、4個の価電子が  
共有結合、電子対結合している。

価電子と原子核との距離が遠いので、結合は強くない。  
電界の力で外れやすい(電流が流れる)。



Ge 原子

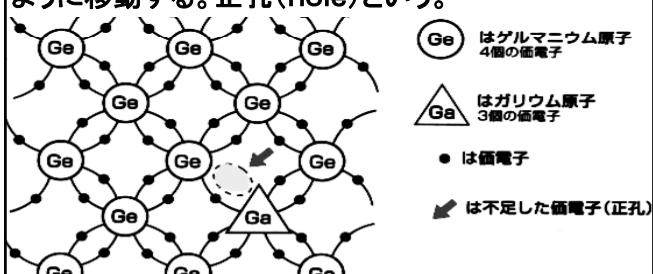
● 価電子

Ge原子の一一番外の軌道には  
まだ原子の入る余裕があり、  
各Ge原子の隣り合う価電子は、  
お互いに共有しあって、  
価電子が8個あるかのように  
結び付きます。

### P形半導体 Positive-type semiconductor

Ge、Siなどに、微量のホウ素B、ガリウムGaなどの  
III族元素(価電子3個)を混ぜた半導体。

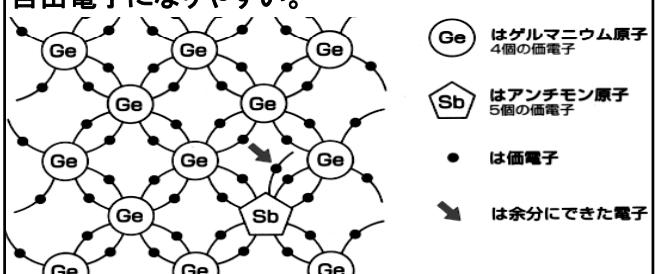
価電子が不足した部位が、プラスに帯電した電子の  
ように移動する。正孔(hole)という。



### N形半導体 Negative-type semiconductor

Ge、Siなどに、微量のヒ素As、アンチモンSbなどの  
V族元素(価電子5個)を混ぜた半導体。

価電子が過剰な部位は電子が外れやすく、  
自由電子になりやすい。



Periodic table of the Elements		IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	
11	IB	5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
Boron 10.811 $1s^2 2s^2 2p^1$ 8.2980	Carbon 12.0107 $1s^2 2s^2 2p^2$ 11.2603	Nitrogen 14.0067 $1s^2 2s^2 2p^3$ 14.5341	Oxygen 15.9994 $1s^2 2s^2 2p^4$ 13.6181	Fluorine 18.9984032 $1s^2 2s^2 2p^5$ 17.4228	Neon 20.1797 $1s^2 2s^2 2p^6$ 21.5645		24.5874
Aluminum 26.981538 [Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>1</sup> 7.7264	Silicon 28.0855 [Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>2</sup> 8.1517	Phosphorus 30.973761 [Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>3</sup> 10.4867	Sulfur 32.065 [Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>4</sup> 10.3600	Chlorine 35.453 [Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>5</sup> 12.9676	Argon 39.948 [Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 15.7596		
Copper 63.546 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>1</sup> 7.3942	Zinc 65.409 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 9.3942	Gallium 69.723 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>1</sup> 7.8994	Germanium 72.64 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>2</sup> 9.7886	Arsenic 74.92160 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>3</sup> 9.7524	Selenium 78.96 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>4</sup> 11.8138	Bromine 79.904 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>5</sup> 13.9996	
Silver 107.8682 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>1</sup> 7.5762	Cadmium 112.411 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 8.9538	Inium 114.818 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>1</sup> 7.3439	Tin 118.710 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>2</sup> 8.6084	Antimony 121.760 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>3</sup> 9.0096	Tellurium 127.60 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>4</sup> 10.4513	Iodine 126.90447 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>5</sup> 13.1293	Xenon 131.293 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 12.1298

## ダイオード Diode

P形半導体とN形半導体をつないだもの。

電流を一方方向にしか通さない(整流、検波、検流)。  
プラス端子(アノード)とマイナス端子(カソード)がある(極性がある)。

